全国民用建筑工程设计技术措施 2009

给水排水

National Technical Measures for Design of Civil Construction

Water Supply and Drainage

JSCS

住房和城乡建设部工程质量安全监管司
Department of Construction Engineering Quality & Safety Supervision
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the P.R.China

中国建筑标准设计研究院
CHINA INSTITUTE OF BUILDING STANDARD DESIGN & RESEARCH

2009

全国民用建筑工程设计技术措施

给水排水

Water Supply and Drainage

住房和城乡建设部工程质量安全监管司
中国建筑标准设计研究院

图书在版编目（CIP）数据

全国民用建筑工程设计技术措施：2009 年版. 给水排水/住房和城乡建设部工程质量安全监管司，中国建筑标准设计研究院编. —北京：中国计划出版社，2009. 12

ISBN 978 -7 -80242 -473 -9

Ⅰ. 全… Ⅱ. ①住… ②中… Ⅲ. ①民用建筑—建筑设计 ②民用建筑—给排水系统—建筑设计 Ⅳ. TU24

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 220335 号

全国民用建筑工程设计技术措施（2009）
给水排水

住房和城乡建设部工程质量安全监管司
中国建筑标准设计研究院 编

☆

中国计划出版社出版发行
（地址：北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座四层）
（邮政编码：100038 电话：63906433 63906381）
北京国防印刷厂印刷

889 × 1230 毫米 1/16 34.25 印张 1054.57 千字
2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 次印刷

☆

ISBN 978 -7 -80242 -473 -9
定价：136.00 元

关于发布《全国民用建筑工程设计技术措施》（2009年版）的通知

建质［2009］124号

各省、自治区住房和城乡建设厅，直辖市建委及有关部门，总后营房部工程局，新疆生产建设兵团建设局，国务院有关部门：

为了进一步贯彻《建设工程质量管理条例》，保证和提高民用建筑工程设计、施工质量，我部组织中国建筑标准设计研究院等单位对《全国民用建筑工程设计技术措施》（2003年版）作了第一次修编。《全国民用建筑工程设计技术措施》（2009年版）包括《规划·建筑·景观》、《结构》、《给水排水》、《暖通空调·动力》、《电气》、《建筑产品选用技术》和《防空地下室》分册，经审查批准，现予以发布。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇〇九年七月二十日

《全国民用建筑工程设计技术措施》（2009 年版）编委会

主 任 委 员： 陈　重

副主任委员： 吴慧娟　孙　英

委　　员：（按姓氏笔画为序）

丁再励　马国馨　于本英　王素英　左亚洲　田有连　刘　敏
刘文镔　孙　兰　孙国峰　许绍业　何玉如　吴学敏　张　宜
张　勇　张　鹏　张　兢　张树君　张路明　张毅刚　李　军
李雪佩　杨蔚彪　汪大绥　沈祖炎　陆　兴　陆耀庆　陆远椿
林在豪　罗继杰　苑振芳　郁银泉　郎四维　胡天兵　胥正祥
赵　锂　赵继豪　贾　苇　郭　景　曹　彬　温伯银　程述成
程懋堃　舒世安　董宇松　詹　谊　蔡益燕

《给水排水》编审名单

编写组负责人： 贾　苇　赵　锂

编写组成员：（按姓氏笔画为序）

丁文铎　丁再励　王学良　王岩松　王　珏　王冠军　水浩然
冯旭东　孙发彬　朱建荣　朱跃云　刘　亮　刘振印　沈　健
李　杰　李锦生　李端文　陈怀德　杨世兴　杨　澎　余　超
陆威臣　张延灿　赵力军　赵世明　赵　昕　赵　锂　赵整社
贾　苇　徐　凤　徐雪芳　高　敬　脱　宁　黄晓家　郭金鹏
鲁宏深　傅文华　彭建明　谢思桃　戴毓麟

主　审　人：（按姓氏笔画为序）

丁再励　左亚洲　刘文镔

审查组成员：（按姓氏笔画为序）

方玉妹　方汝清　王　研　王新发　左亚洲　刘文镔　任向东
伍果毅　孙　钢　李鸿奎　金　宏　郑克白　涂正纯　符培勇
崔长起　程宏伟　曾　捷

参 编 单 位：（按章节先后为序）

中国建筑设计研究院
华东建筑设计研究院
总后建筑设计院
广州市设计院
中元国际工程设计研究院
中国电子工程设计院
中国建筑西北设计研究院
上海建筑设计研究院
中建国际（深圳）设计顾问有限公司
北京天正百润喷灌工程技术有限公司

前　言

《全国民用建筑工程设计技术措施》（2009 年版）是由住房和城乡建设部工程质量安全监管司组织中国建筑标准设计研究院等单位编制的一套大型的、以指导民用建筑工程设计为主的技术文件，是对《全国民用建筑工程设计技术措施》（2003 年版）的首次修编。在此，特向“2003 年版技术措施”的编写组和审查组全体成员以及参编单位致以真挚的敬意，并由衷感谢他们作为“2009 年版技术措施”的顾问组成员对本次修编工作所给予的积极支持。

《全国民用建筑工程设计技术措施》（2009 年版）共有《规划·建筑·景观》、《结构体系》、《地基与基础》、《砌体结构》、《混凝土结构》、《钢结构》、《给水排水》、《暖通空调·动力》、《电气》、《建筑产品选用技术》及《防空地下室》十一个分册。编制的目的是为了更好地贯彻落实《建设工程质量管理条例》等现行法律、法规以及《工程建设标准强制性条文》等工程建设技术标准，进一步提高建筑工程设计质量和设计效率，供全国各设计单位参照使用，也可供有关建设管理部门、建设单位和教学、科研、施工、监理等人员参考。

《给水排水》分册修编后，由原来的 13 章调整为 14 章，即原 11 章分为两章其他各章情况不变。本次修编的主要工作是按新规范（程）核对、修改和补充新技术的内容，力求全面地反映近年来建筑给水排水技术发展的成果，为工程建设服务。2009 年版《给水排水》分册主要修编内容如下：

1. 本次修编依据《建筑给水排水设计规范》GB 50015－2003 局部修改版 2008 年报批稿，该报批稿中调整补充了给水防污染、叠压供水、管道直饮水、排水系统及最大设计通水能力、同层排水、雨水流态及设计参数、太阳能和热泵热水等方面的条文。本分册有关章节的内容均做了相应地协调修改。这些内容待该规范正式实施后以原文为准执行。

2. 在有争议的屋面雨水系统的内容中，87 型雨水斗系统的内容主要是依据《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400－2006 编写；而压力流和重力流雨水系统的内容主要是依据《建筑给水排水设计规范》GB 50015－2003 局部修改版 2008 年报批稿编写。

3. 本次修编所依据的规范（程）中，大部分是在 2003 年版《措施》出版后颁布实施的，其中很多还是首次编制。这些集中反映了近几年技术发展的成果，有关章节的内容均做了相应地补充。

4. 2003 年版《措施》中的“水景与喷灌”一章现分为“水景喷泉”和“绿地灌溉”两章。“绿地灌溉”一章按新规范（程）增写了大量的内容；两章在各节的编写内容和顺序上均做了调整，更适合建筑给水排水技术人员使用。

5. 增写了建筑与小区室内、外给水排水设施抗震方面的内容。

6. 在“附录”中增加了主要依据的标准规范目录、相关水质标准、最新气象资料（雨水、太阳能和暖通空调用）；核对修改了水景喷泉设计用水力计算表；取消了给水管水力计算表。

本分册在修编过程中得到了有关领导、专家、同行的大力支持、帮助和指导，在此表示衷心的感谢！

本分册编写组的具体分工如下：

第 1 章	总　　则	贾　苇
第 2 章	生活给水	余　超　丁再励
第 3 章	饮　　水	赵　锂　傅文华
第 4 章	排　　水	冯旭东　王　珏　王学良 戴毓麟　王冠军　赵力军
第 5 章	雨　　水	赵世明　朱跃云
第 6 章	热　　水	刘振印　水浩然
第 7 章	消防给水和灭火设施	黄晓家　高　敬　李　杰 刘　亮　彭建明
第 8 章	循环冷却水	沈　健　李锦生
第 9 章	中　　水	王冠军　谢思桃
第 10 章	特殊地区建筑给水排水	陈怀德　赵整社
第 11 章	水景喷泉	张延灿　孙发彬
第 12 章	体育场馆	朱建荣　徐　凤　脱　宁 徐雪芳　陆威臣　鲁宏深 杨　澎
第 13 章	游泳池和水上游乐池	杨世兴　赵　昕
第 14 章	绿地灌溉	丁文铎

由于本分册内容广，工作量大，加之时间仓促，一定存在一些缺点和问题，敬请批评指正，以便不断修正和更新。

联系地址：北京海淀区首体南路 9 号主语国际 2 号楼
中国建筑标准设计研究院
邮　　编：100048
联系电话：010 - 68799100
联 系 人：贾苇
E - mail：jiaw@ chinabuilding. com. cn
网　　址：http：//www. chinabuilding. com. cn 国家建筑标准设计网

《给水排水》分册编写组
二〇〇九年十月

目　录

1　总　　则 …… (1)

2　生活给水 …… (2)

2.1　用水量标准 …… (2)

2.2　水质标准及防水质污染 …… (9)

2.3　供水方式与给水系统 …… (12)

2.4　设计流量及水力计算 …… (13)

2.5　管材、附件及仪表 …… (30)

2.6　管道布置、敷设、防腐、保温 …… (37)

2.7　增压设备及泵房 …… (50)

2.8　贮水池、水箱及水塔 …… (60)

2.9　消声及隔振 …… (63)

3　饮　　水 …… (67)

3.1　管道直饮水水质、水量和水压 …… (67)

3.2　管道直饮水水处理 …… (67)

3.3　管道直饮水系统设计 …… (71)

3.4　管道直饮水系统计算与设备选择 …… (75)

3.5　管道直饮水净水机房 …… (79)

3.6　管道直饮水水质检查 …… (79)

3.7　管道直饮水控制系统 …… (80)

3.8　管道直饮水施工安装 …… (80)

3.9　管道直饮水系统清洗和消毒 …… (81)

3.10　饮用水供应 …… (81)

4　排　　水 …… (84)

4.1　排水系统划分 …… (84)

4.2　排水系统选择 …… (85)

4.3　卫生器具和卫生间 …… (86)

4.4　排水管道水力计算 …… (88)

4.5　排水管道的管材和接口 …… (93)

4.6　排水管道的布置和敷设 …… (94)

4.7 排水管道的防护措施和支吊架 …… (100)
4.8 通气管的设置原则 …… (102)
4.9 通气管的连接方式与敷设 …… (102)
4.10 通气管的管材和管径 …… (104)
4.11 特殊单立管排水系统 …… (104)
4.12 水封装置与地漏 …… (111)
4.13 排水管道附件 …… (113)
4.14 排水泵房和集水池 …… (114)
4.15 局部生活排水处理 …… (116)
4.16 医院污水处理 …… (120)
4.17 建筑小区排水 …… (124)

5 雨 水 …… (132)
5.1 建筑物雨水系统的划分与选择 …… (132)
5.2 雨水量 …… (134)
5.3 建筑物雨水系统设计 …… (135)
5.4 建筑物雨水系统水力计算 …… (139)
5.5 室外或小区雨水系统设计 …… (146)
5.6 小区雨水管道水力计算 …… (149)
5.7 建筑与小区雨水利用 …… (150)

6 热 水 …… (159)
6.1 用水量定额 …… (159)
6.2 水温 …… (162)
6.3 水质及水质处理 …… (163)
6.4 耗热量与热水量计算 …… (166)
6.5 热源 …… (168)
6.6 集中热水供应系统的加热和贮热设备 …… (170)
6.7 太阳能热水系统的集热、贮热及附属设备 …… (179)
6.8 热泵热水系统的加热、贮热及附属设备 …… (189)
6.9 地热水(温泉水)贮热、补热系统的设计计算 …… (194)
6.10 利用低谷电制备生活热水的加热、贮热系统的设计计算 …… (196)
6.11 燃油、燃气热水机组和热水锅炉制备生活热水的加热、贮热系统的设计计算 …… (197)
6.12 局部加热设备 …… (199)
6.13 系统选择与设计 …… (201)
6.14 管网计算 …… (205)
6.15 管材和附件 …… (207)
6.16 管道敷设与保温 …… (213)

7　消防给水和灭火设施 …… (216)
7.1　消火栓给水系统 …… (216)
7.2　自动喷水灭火系统 …… (229)
7.3　水喷雾和细水雾灭火系统 …… (257)
7.4　消防给水 …… (265)
7.5　消防给水管材、管件及其敷设 …… (274)
7.6　气体灭火系统和干粉灭火装置 …… (278)
7.7　灭火器 …… (288)
7.8　消防排水 …… (293)

8　循环冷却水 …… (294)
8.1　适用范围及系统特点 …… (294)
8.2　基础资料 …… (294)
8.3　系统组成与形式 …… (295)
8.4　冷却塔 …… (296)
8.5　集水设施 …… (299)
8.6　循环水泵与配管 …… (300)
8.7　系统补充水 …… (302)
8.8　冷却水温度调节 …… (303)
8.9　循环冷却水处理 …… (304)
8.10　密闭式循环冷却水系统 …… (307)

9　中　　水 …… (311)
9.1　一般规定 …… (311)
9.2　中水水源及其水量水质 …… (311)
9.3　中水利用及水质标准 …… (314)
9.4　系统的组成与型式 …… (314)
9.5　处理工艺流程 …… (316)
9.6　处理设施 …… (318)
9.7　中水处理站 …… (321)
9.8　安全防护和监(检)测控制 …… (323)

10　特殊地区建筑给水排水 …… (324)
10.1　湿陷性黄土地区给水排水 …… (324)
10.2　地震区给水排水 …… (329)

11　水景喷泉 …… (334)
11.1　水景喷泉工程的类型 …… (334)
11.2　水景喷泉的基本水流形式及其采用的喷头 …… (335)
11.3　喷水造型设计 …… (336)
11.4　水景喷泉的运行控制 …… (338)

11.5 水景喷泉工程的给排水系统设计 …… (341)
11.6 景观水体的修复与维护 …… (355)

12 体育场馆 …… (358)
12.1 给水 …… (358)
12.2 排水 …… (366)
12.3 热水 …… (381)
12.4 消防 …… (383)

13 游泳池和水上游乐池 …… (385)
13.1 池水特征 …… (385)
13.2 池水循环 …… (387)
13.3 池水净化 …… (393)
13.4 池水消毒 …… (398)
13.5 池水加热 …… (402)
13.6 水质监测和系统控制 …… (406)
13.7 特殊设施 …… (407)
13.8 洗净设施 …… (409)
13.9 排水及回收利用 …… (410)
13.10 池水净化设备机房 …… (411)
13.11 水上游乐池 …… (414)
13.12 休闲健身池 …… (416)

14 绿地灌溉 …… (418)
14.1 基本构成和系统分类 …… (418)
14.2 基本资料和设计原则 …… (419)
14.3 设计参数和灌溉制度 …… (420)
14.4 灌溉水源和首部设备 …… (424)
14.5 灌水器 …… (427)
14.6 管网设计 …… (433)
14.7 附属设施 …… (435)

附 录 …… (438)
附录 A 主要依据的标准规范目录 …… (438)
附录 B-1 生活饮用水的卫生指标 …… (440)
附录 B-2 住宅建筑给水管段设计秒流量计算表 …… (446)
附录 B-3 管沟中管道的中心距 …… (454)
附录 B-4 管道中心距和管中心至墙面距离(钢管) …… (455)
附录 B-5 暗装铜管管中心线至墙面、柱面的最大距离 … (457)
附录 B-6 建筑物及城市区域的允许噪声级 …… (458)
附录 C 饮用净水水质标准 …… (459)

附录 D－1　综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值（日均值）……（461）
附录 D－2　传染病、结核病医疗机构水污染物排放限值（日均值）……（462）
附录 D－3　医疗机构污泥控制标准 ……（463）
附录 D－4　污水处理站周边大气污染物最高允许浓度 ……（464）
附录 E－1　我国部分城镇降雨强度 ……（465）
附录 E－2　中国年最大 24h 点雨量均值等值线 ……（488）
附录 F－1　我国太阳能资源分区及分区特征 ……（489）
附录 F－2　我国 72 个城市典型年太阳能设计用气象参数 ……（490）
附录 G　暖通空调设计用气象参数 ……（493）
附录 H－1　城镇污水处理厂水污染物排放基本控制项目最高允许排放浓度（日均值）……（507）
附录 H－2　城市污水再生利用分类 ……（508）
附录 H－3　城市杂用水水质标准 ……（509）
附录 H－4　景观环境用水的再生水水质标准 ……（510）
附录 H－5　再生水用作工业用水水源的水质标准 ……（511）
附录 J－1　中国湿陷性黄土工程地质分区略图 ……（512）
附录 J－2　湿陷性黄土的物理力学性质指标 ……（514）
附录 K－1　射流喷头垂直喷水时的水力计算表 ……（516）
附录 K－2　射流喷头倾斜喷水时的水力计算表 ……（526）
附录 K－3　宽顶堰水力计算表 ……（528）
附录 K－4　薄壁堰水力计算表 ……（530）
附录 K－5　管嘴水力计算表 ……（531）
附录 L　游泳池水质标准……（532）
附录 M　农田灌溉水质标准 ……（533）

1 总　则

1.0.1 为了在民用建筑工程中正确贯彻执行国家或行业现行的有关法规、标准、规范及规程，提高工程设计质量，特编写本《全国民用建筑工程设计技术措施－给水排水》（简称《措施》）。

1.0.2 本《措施》主要依据与建筑给水排水及相关工程有关的国家或行业的法规、标准、规范及规程编写，其目录详见附录A。工作中还应遵守国家或行业现行有关其他标准的规定。

1.0.3 本《措施》适用于全国新建、改建、扩建的各类民用建筑、居住小区和公共建筑区的给水排水工程设计，亦适用于工业建筑中生活给水排水和厂房屋面雨水排水设计。

1.0.4 本《措施》的服务对象主要是从事上述建筑给水排水及相关工程的设计人员，从事施工安装、工程监理等工作的技术人员可参考使用。

1.0.5 本《措施》是在总结以往工程实践的基础上对国家或行业的法规、标准、规范及规程的细化和补充，提供了各种设计方法、参数和技术要求供设计人员使用。但本《措施》不能代替相关法规、标准、规范和规程，工作中仍应以其有效版本的条文为准。

1.0.6 随着技术的发展，将有新的或修订的法规、标准、规范及规程不断颁布实施。如本《措施》与其不符时，应以新颁布实施的法规、标准、规范及规程为准。

1.0.7 在设计工作中除应遵守国家或行业的法规、标准、规范及规程外，还应符合当地主管部门有关规定的要求。

1.0.8 我国幅员辽阔，地区差异很大，设计人员在使用本《措施》时必须结合工程的实际情况，正确运用。

2 生活给水

2.1 用水量标准

2.1.1 住宅的最高日生活用水定额及小时变化系数，根据住宅类别、建筑标准、卫生器具完善程度和区域条件等因素，可按表2.1.1确定。

表2.1.1 住宅最高日生活用水定额及小时变化系数

住宅类型		卫生器具设置标准	用水定额[L/（人·d）]	小时变化系数	使用时间（h）
普通住宅	Ⅰ	有大便器、洗涤盆	85～150	3.0～2.5	24
	Ⅱ	有大便器、洗脸盆、洗涤盆、洗衣机、热水器和沐浴设备	130～300	2.8～2.3	24
	Ⅲ	有大便器、洗脸盆、洗涤盆、洗衣机、集中热水供应（或家用热水机组）和沐浴设备	180～320	2.5～2.0	24
别墅		有大便器、洗脸盆、洗涤盆、洗衣机及其他设备（净身盆、洗碗机等）、家用热水机组或集中热水供应和沐浴设备、洒水栓	200～350	2.3～1.8	24

注：1 用水定额可参照《室外给水设计规范》GB 50013的分区、城市规模大小的不同要求来确定。缺水地区，宜采用低值。

2 当地主管部门对住宅生活用水标准有规定的，按当地规定执行。

3 别墅用水定额中含庭院绿化用水，汽车抹车水。

4 表中用水量为全部用水量，当采用分质供水，在计算生活给水的用水量时，有直饮水系统的，除由小区供水为水源外，应扣除直饮水用水定额；有杂用水系统的，应扣除杂用水定额。

5 用水设施与别墅相同或相近的住宅可按别墅的标准设计。

2.1.2 宿舍、旅馆等公共建筑的生活用水定额及小时变化系数，根据卫生器具完善程度和区域条件、使用要求，可按表2.1.2-1确定。

表2.1.2-1 宿舍、旅馆和其他公共建筑的生活用水定额及小时变化系数

序号	建筑物名称	单位	生活用水量定额（最高日）（L）	小时变化系数	使用时间（h）	备注
1	宿舍					
	Ⅰ类、Ⅱ类	每人每日	150～200	3.0～2.5	24	
	Ⅲ类、Ⅳ类	每人每日	100～150	3.5～3.0	24	
2	招待所、培训中心、普通旅馆					
	设公用盥洗室	每人每日	50～100	3.0～2.5	24	
	设公用盥洗室和淋浴室	每人每日	80～130	3.0～2.5	24	
	设公用盥洗室、淋浴室、洗衣室	每人每日	100～150	3.0～2.5	24	
	设单独卫生间、公用洗衣室	每人每日	120～200	3.0～2.5	24	
3	酒店式公寓	每人每日	200～300	2.5～2.0	24	
4	宾馆客房					
	旅客	每床位每日	250～400	2.5～2.0	24	
	员工	每人每日	80～100	2.5～2.0	24	

续表 2.1.2-1

序号	建筑物名称	单位	生活用水量定额（最高日）（L）	小时变化系数	使用时间（h）	备注
5	医院住院部					
	设公用盥洗室	每床位每日	100～200	2.5～2.0	24	
	设公用盥洗室和淋浴室	每床位每日	150～250	2.5～2.0	24	
	设单独卫生间	每床位每日	250～400	2.5～2.0	24	
	医务人员	每人每班	150～250	2.0～1.5	8	
	门诊部、诊疗所	每病人每次	10～15	1.5～1.2	8～12	
	疗养院、休养所住房部	每床位每日	200～300	2.0～1.5	24	
6	养老院、托老所					
	全托	每人每日	100～150	2.5～2.0	24	
	日托	每人每日	50～80	2.0	10	
7	幼儿园、托儿所					
	有住宿	每儿童每日	50～100	3.0～2.5	24	
	无住宿	每儿童每日	30～50	2.0	10	
8	教学、实验楼					
	中小学校	每学生每日	20～40	1.5～1.2	8～9	
	高等学校	每学生每日	40～50	1.5～1.2	8～9	
9	办公楼	每人每班	30～50	1.5～1.2	8～10	
	公寓式办公楼	每人每天	（300～350）	（2.0）	（10～16）	
10	图书馆					
	阅览者	每人每次	5～10	1.2～1.5	8～10	
	员工	每人每日	50	1.2～1.5	8～10	
11	科研楼					
	化学	每一工作人员每班	（460）			
	生物	每一工作人员每班	（310）			
	物理	每一工作人员每班	（125）			
	药剂调制	每一工作人员每班	（310）			
12	商场	每 m^2 营业厅				
	员工及顾客	面积每日	5～8	1.5～1.2	12	
13	公共浴室					
	淋浴	每顾客每次	100	2.0～1.5	12	
	淋浴、浴盆	每顾客每次	120～150	2.0～1.5	12	
	桑拿浴（淋浴、按摩池）	每顾客每次	150～200	2.0～1.5	12	
14	理发室、美容院	每顾客每次	40～100	2.0～1.5	12	
15	洗衣房	每 kg 干衣	40～80	1.5～1.2	8	
16	餐饮业					
	中餐酒楼	每顾客每次	40～60	1.5～1.2	10～12	
	快餐店、职工及学生食堂	每顾客每次	20～25	1.5～1.2	12～16	
	酒吧、咖啡厅、茶座、卡拉 OK 房	每顾客每次	5～15	1.5～1.2	8～18	
17	电影院	每观众每场	3～5	1.5～1.2	3	

续表 2.1.2－1

序号	建筑物名称	单位	生活用水量定额（最高日）（L）	小时变化系数	使用时间（h）	备注
18	剧院、俱乐部、礼堂 观众 演职员	 每观众每场 每人每场	 3～5 （40）	 1.5～1.2 （2.5～2.0）	 3 （4～6）	
19	会议厅	每座位每次	6～8	1.5～1.2	4	
20	会展中心（博物馆、展览馆） 员工	每 m^2 展厅每日 每人每班	3～6 30～50	 1.5～1.2	 8～16	
21	书店 员工	每 m^2 营业厅 每人每班	3～6 30～50	1.5～1.2 1.5～1.2	8～12 8～12	
22	体育场、体育馆 运动员淋浴 观众	 每人每次 每人每场	 30～40 3	 3.0～2.0 1.2	（一场为4） （二场为6） （三场为8～9）	
23	健身中心	每人每次	30～50	1.5～1.2	8～12	
24	停车库地面冲洗用水	每 m^2 每次	2～3	1.0	6～8	
25	航站楼、客运站旅客、展览中心观众	每人次	3～6	1.5～1.2	8～16	
26	菜市场地面冲洗及保鲜用水	每 m^2 每日	10～20	2.5～2.0	8～10	

注：1 宿舍分类：按现行的《宿舍建筑设计规范》JGJ 36－2005 进行分类：

Ⅰ类—博士研究生、教师和企业科技人员，每居室 1 人，有单独卫生间；

Ⅱ类—高等院校的硕士研究生，每居室 2 人，有单独卫生间；

Ⅲ类—高等院校的本、专科学生，每居室 3～4 人，有相对集中卫生间；

Ⅳ类—中等院校的学生和工厂企业的职工，每居室 6～8 人，集中盥洗卫生间。

2 表中括号内数字为参考数。

使用表 2.1.2－1 应注意下列几点：

1 除养老院、托儿所、幼儿园的用水定额中含食堂用水，其他均不含食堂用水。

2 除注明外均不含员工用水，员工用水定额每人每班 40～60L。

3 医疗建筑用水中含医疗用水。

4 表中用水量包括热水用量及直饮水用量，空调用水应另计。

5 办公楼的人数一般应由甲方或建筑专业提供，当无法获得确切人数时可按 5～7m^2（有效面积）/人计算（有效面积可按图纸算得，若资料不全，可按 60% 的建筑面积估算）。

6 餐饮业的顾客人数，一般应由甲方或建筑专业提供，当无法获得确切人数时，中餐酒楼可按 0.85～1.3m^2（餐厅有效面积）/位计算（餐厅有效面积可按图纸算得，若资料不全，可按 80% 的餐厅建筑面积估算）。用餐次数可按 2.5～4.0 次计。餐饮业服务人员按 20% 席位数计（其用水量应另计）。海鲜酒楼还应另加海鲜养殖水量。

7 门诊部和诊疗所的就诊人数一般应由甲方或建筑专业提供，当无法获得确切人数时可参照式（2.1.2－1）估算：

$$n_m = (n_g \cdot m_g) / 300 \qquad (2.1.2-1)$$

式中 n_m ——每日门诊人数；

n_g ——门诊部、诊疗所服务居民数；

m_g ——每一位居民一年平均门诊次数，城镇按 7～10 次计，农村按 3～5 次计；

300 ——每年工作日数。

8 洗衣房的每日洗衣量可按式（2.1.2-2）计算：

$$G = (\sum m_i \cdot G_i) / D \qquad (2.1.2-2)$$

式中 G——每日洗衣总量（kg/d）；

m_i——各种建筑的计算单位数（人、床、席等）；

G_i——每一计算单位每月水洗衣服的数量（kg/人·月或kg/床·月等）应根据使用单位提供的数量计；当使用单位不提供时，表2.1.2-2可供参考；

D——洗衣房每月的工作日数。

每种干衣服单件重量可参考表2.1.2-3。

9 体育场馆的观众饮水、工作人员用水及道路绿化、场地浇洒水标准详见第12章。

表2.1.2-2 各种建筑水洗织品的数量

序号	建筑物名称	计算单位	干织品数量（kg）	备注
1	居民	每人每月	6.0	
2	公共浴室	每100席位每日	7.5	
3	理发室	每一技师每月	40.0	
4	食堂	每100席位每日	15~20	
5	旅馆：			
	六级	每床位每月	10~15	旅馆等级见《旅馆建筑设计规范》JGJ62
	四~五级	每床位每月	15~30	
	三级	每床位每月	45~75	
	一~二级	每床位每月	120~180	
6	集体宿舍	每床位每月	8.0	
7	医院			
	100病床以下的综合医院	每一病床每月	50.0	
	内科和神经科	每一病床每月	40.0	
	外科、妇科和儿科	每一病床每月	60.0	
	妇产科	每一病床每月	80.0	
8	疗养院	每人每月	30.0	
9	休养所	每人每月	20.0	
10	托儿所	每一小孩每月	40.0	
11	幼儿园	每一小孩每月	30.0	

注：1 表中干衣服数量为综合指标，包括各类工作人员和公共设施的衣服在内。

2 大中型综合医院可按分科数量累加计算。

表2.1.2-3 水洗织品单件重量

序号	织品名称	规格（cm）	单位	干织品重量（kg）	备注
1	床单	200×235	条	0.8~1.0	
2	床单	167×200	条	0.75	
3	床单	133×200	条	0.50	
4	被套	200×235	件	0.9~1.2	
5	罩单	215×300	件	2.0~2.15	
6	枕套	80×50	只	0.14	
7	枕巾	85×55	条	0.30	
8	枕巾	60×45	条	0.25	
9	毛巾	55×35	条	0.08~0.1	
10	擦手巾		条	0.23	
11	面巾		条	0.03~0.04	

续表 2.1.2－3

序号	织品名称	规格（cm）	单位	干织品重量（kg）	备注
12	浴巾	160×80	条	0.2～0.3	
13	地巾		条	0.3～0.6	
14	毛巾被	200×235	条	1.5	
15	毛巾被	133×200	条	0.9～1.0	
16	线毯	133×200	条	0.9～1.4	
17	桌布	135×135	件	0.3～0.45	
18	桌布	165×165	件	0.5～0.65	
19	桌布	185×185	件	0.7～0.85	
20	桌布	230×230	件	0.9～1.4	
21	餐巾	50×50	件	0.05～0.06	
22	餐巾	56×56	件	0.07～0.08	
23	小方巾	28×28	件	0.02	
24	家具套		件	0.5～1.2	平均值
25	擦布		条	0.02～0.08	平均值
26	男上衣		件	0.2～0.4	
27	男下衣		件	0.2～0.3	
28	工作服		套	0.5～0.6	
29	女罩衣		件	0.2～0.4	
30	睡衣		套	0.3～0.6	
31	裙子		条	0.3～0.5	
32	汗衫		件	0.2～0.4	
33	衬衣		件	0.25～0.3	
34	衬裤		件	0.1～0.3	
35	绒衣、绒裤		件	0.75～0.85	
36	短裤		件	0.1～0.3	
37	围裙		条	0.1～0.2	
38	针织外衣裤		件	0.3～0.6	

2.1.3 旅馆和医院进行初步设计时，可参考表 2.1.3 综合用水量标准。

表 2.1.3 旅馆和医院生活综合用水量及小时变化系数

序号	建筑物名称	单位	生活用水量标准（最高日）（L）	小时变化系数	备注
1	旅馆 中等标准 高标准（有热水供应）	 每一床位每日 每一床位每日	 300～400 1000～1200	 2.0 2.0～1.5	1. 包括除消防用水及空调冷冻设备补充水外的其他部分综合用水量； 2. 医院不包括水疗、泥疗等设备用水
2	医院、疗养院、休养所 100 病床以下 101～500 病床 500 病床以上	 每一床位每日 每一床位每日 每一床位每日	 500～800 1000～1500 1500～2000	 2.0 2.0～1.5 1.8～1.5	

2.1.4 浇洒道路和绿化用水量，应根据路面种类、气候条件、植物种类、土壤理化性状、浇灌方式和制度等因素综合确定。小区绿化浇灌用水定额，当无相关资料时可按浇灌面积 1.0～3.0L/（m^2·d）计；干旱地区可酌情增加。道路广场浇洒：2～3L/（m^2·d）；也可参照表 2.1.4。

表 2.1.4 浇洒道路和绿化用水量表

路面性质	用水量标准（L/m^2·次）
碎石路面	0.40～0.70
土路面	1.00～1.50
水泥或沥青路面	0.20～0.50
绿化及草地	1.50～2.00

注：浇洒次数一般按每日上午、下午各一次计算。

2.1.5 汽车冲洗用水定额，根据车辆用途、道路路面等级和污染程度以及采用的冲洗方式等因素确定；表 2.1.5 供洗车场设计选用，附设在民用建筑中停车库可按 10%～15% 轿车车位计抹车用水。

表 2.1.5 汽车冲洗用水量定额（L/辆·次）

冲洗方式	高压水枪冲洗	循环用水冲洗	抹车、微水冲洗	蒸汽冲洗
轿车	40～60	20～30	10～15	3～5
公共汽车 载重汽车	80～120	40～60	15～30	—

注：1 同时冲洗汽车数量按洗车台数量确定。

2 在水泥和沥青路面行驶的汽车，宜选用下限值；路面等级较低时，宜选用上限值。

3 冲洗一辆车可按 10min 考虑。

4 汽车冲洗设备用水定额有特殊要求时，其值应按产品要求确定。

2.1.6 空调冷冻设备循环冷却水系统的补充水量，应根据气候条件、冷却塔形式确定。详见第 8 章。一般可按循环水量的 1.2%～1.5% 计算。

2.1.7 采暖锅炉的补充水量应由相关专业提供。

2.1.8 工业企业建筑、管理人员的生活用水定额可取 30～50L/（人·班）；车间工人的生活用水定额应根据车间性质确定，一般宜采用 30～50 L/（人·班）；用水时间为 8h，小时变化系数为 1.5～2.5。

工业企业建筑淋浴用水定额，应根据《工业企业设计卫生标准》GBZ1 中的车间的卫生特征分级确定，一般可采用 40～60 L/（人·班），延续供水时间为 1h。

2.1.9 小区及建筑物室内外消防用水量、火灾延续时间、供水水压等应按现行的有关消防规范执行。详见第 7 章。

2.1.10 小区管网漏失水量和未预见水量之和可按最高日用水量的 10%～15% 计算。

2.1.11 卫生器具给水的额定流量、当量、连接管管径和最低工作压力，应按表 2.1.11 确定。

表 2.1.11 卫生器具的给水额定流量、当量、连接管公称管径和最低工作压力

序号	给水配件名称	额定流量（L/s）	当量	公称直径（mm）	最低工作压力（MPa）
1	洗涤盆、拖布盆、盥洗槽				0.050
	单阀水嘴	0.15～0.20	0.75～1.00	15	
	单阀水嘴	0.30～0.40	1.5～2.00	20	
	混合水嘴	0.15～0.20（0.14）	0.75～1.00（0.70）	15	
2	洗脸盆				0.050
	单阀水嘴	0.15	0.75	15	
	混合水嘴	0.15（0.10）	0.75（0.5）	15	

续表 2.1.11

序号	给水配件名称	额定流量（L/s）	当量	公称直径（mm）	最低工作压力（MPa）
3	洗手盆				
	感应水嘴	0.10	0.5	15	0.050
	混合水嘴	0.15（0.10）	0.75（0.5）	15	
4	浴盆				
	单阀水嘴	0.20	1.0	15	0.050
	混合水嘴（含带淋浴转换器）	0.24（0.20）	1.2（1.0）	15	0.050～0.070
5	淋浴器				
	混合阀	0.15（0.10）	0.75（0.5）	15	0.050～0.100
6	大便器				
	冲洗水箱浮球阀	0.10	0.50	15	0.020
	延时自闭式冲洗阀	1.20	6.00	25	0.100～0.150
7	小便器				
	手动或自动自闭式冲洗阀	0.10	0.50	15	0.050
	自动冲洗水箱进水阀	0.10	0.50	15	0.020
8	小便槽穿孔冲洗管（每米长）	0.05	0.25	15～20	0.015
9	净身盆冲洗水嘴	0.10（0.07）	0.50（0.35）	15	0.050
10	医院倒便器	0.20	1.00	15	0.050
11	实验室化验水嘴（鹅颈） 双联	0.07	0.35	15	0.020
	三联	0.15	0.75	15	0.020
	单联	0.20	1.00	15	0.020
12	饮水器喷嘴	0.05	0.25	15	0.050
13	洒水栓	0.40	2.00	20	0.050～0.100
		0.70	3.50	25	0.050～0.100
14	室内地面冲洗水嘴	0.20	1.00	15	0.050
15	家用洗衣机水嘴	0.20	1.00	15	0.050
16	器皿洗涤机（注 7）	0.20	1.0		
17	土豆剥皮机（注 7）	0.20	1.0	15	
18	土豆清洗机（注 7）	0.20	1.0	15	
19	蒸锅及煮锅（注 7）	0.20	1.0		

注：1 表中括弧内的数值系在有热水供应时，单独计算冷水或热水时使用。

2 当浴盆上附设淋浴器时，或混合水嘴有淋浴器转换开关时，其额定流量和当量只计水嘴，不计淋浴器，但水压应按淋浴器计。

3 家用燃气热水器，所需水压按产品要求和热水供应系统最不利配水点所需工作压力确定。

4 绿地的自动喷灌应按产品要求设计。

5 如为充气水嘴，其额定流量为表中同类配件额定流量的 0.7 倍。

6 卫生器具给水配件所需要额定流量和最低工作压力，如有特殊要求时，其数值按产品要求确定。

7 所需的最低工作压力及所配管径均按产品要求确定（表中数值供参考）。

2.1.12 本节内所列的给水定额适用于 1.5 万人及以下的居住小区和单体建筑的给水设计。1.5 万人以上的城市居住区应按《室外给水设计规范》GB 50013 确定。

2.2 水质标准及防水质污染

2.2.1 生活饮用系统的水质应符合现行的国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749－2006 的要求。

生活饮用水水质应符合附录 B－1 的表 1 和表 3 卫生要求。集中式供水出厂水中消毒剂限值，出厂水和管网末梢水中消毒剂余量均应符合附录 B－1 的表 2 要求。小型集中式供水（农村）和分散式供水因条件限制，水质部分指标可暂按照附录 B－1 的表 4 执行，其余指标仍按附录 B－1 的表 1、表 2 和表 3 执行。当饮用水中含有附录 B－1 的表 5 所列指标时，可参考此表限值评价。

生活饮用水应严格防止被污染，不仅必须禁止因水质污染而危害生命安全，损害人体健康，也须防止发生恶心、厌烦或感官刺激等不良症状。只有当发生影响水质的突发性公共事件时，经市级以上人民政府批准，感官性状和一般化学指标可适当放宽。

2.2.2 直饮水系统的水质标准见附录 C。若当地水质硬度偏高，而有关方面又要求软化处理时，其处理后的硬度宜为 140～170mg/L（以碳酸钙计）。生活杂用水（用于便器冲洗，绿化供水、室内车库地面冲洗和室外地面冲洗的水等）采用中水时应符合国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920 的规定。

2.2.3 城镇给水管道严禁与自备水源的供水管道直接连接（不论自备水源的水质是否符合《生活饮用水卫生标准》GB 5749。当将城镇给水作为自备水源的备用水或补充水时，只能将城镇给水管道的水放入自备水源供水系统的贮水池。且进水管口最低点高出溢流边缘的空气间隙应符合规范的要求。

2.2.4 各给水系统（生活饮用水、直饮水、生活杂用水、循环水、回用雨水、中水等）应各自独立自成系统。生活饮用水管道严禁与中水、回用雨水等非生活饮用水管道连接（即使装倒流防止器、真空破坏器等也不允许）。当生活饮用水作为中水、回用雨水等的补充水时，应补入贮水池等，其进水管口最低点高出溢流边缘的空气间隙应符合规范要求。

2.2.5 生活饮用水不得因管道内产生虹吸、背压回流而受污染。防止回流污染应根据回流性质、污染的危害性等因素选择空气间隙、倒流防止器和真空破坏器等设施。除特别要求外，在给水管道防回流设施的设置点不应重复设置，但必须达到防回流污染的要求。

注：下列场所：如贮存有害有毒液体的罐区，化学液槽生产流水线，含放射性材料加工及核反应堆，加工或制造毒性化学物的车间，化学、病理、动物试验室，医疗机构医疗器械消毒间，尸体解剖、屠宰车间，注入杀虫剂等药剂喷灌系统，泡沫灭火系统，其他有毒有害污染场所和设备，消火栓系统，湿式喷淋系统，水喷雾灭火系统，简易喷淋系统，软管卷盘，消防水箱（池）补水，消防水泵直接吸水，中水，雨水等再生水水箱（池）补水，生活饮用水水箱（池）补水，小区生活饮用水引入管，生活饮用水有温、有压容器，叠压供水，卫生器具洗涤设备给水，游泳池补水，水上游乐池等，循环冷却水集水池等，水景补水，无注入任何药剂的喷灌系统，畜禽饮水系统，冲洗道路、汽车冲洗软管，垃圾中转站冲洗给水栓等及其他需要设置的场所，应根据要求采取可靠的、有效的防回流措施和装置（包括设置独立的供水系统）。工业生产给水还应执行现行的有关专门规范和规定。

2.2.6 卫生器具和用水设备、构筑物等的生活饮用水管的配水件出水口应符合下列规定：

1 出水口不得被任何液体或杂质所淹没。

2 出水口高出承接用水容器溢流边缘的最小空气间隙不得小于出水口直径的 2.5 倍（出水口按其最低处计）。

2.2.7 严禁生活饮用水管道与大便器（槽）、小便斗（槽）采用非专用冲洗阀直接连接冲洗。

2.2.8 从生活饮用水管道向贮水池注水时，其进水管的最低点高出溢流边缘的空气间隙应符合下列要求：

1 生活饮用水水池（箱、塔）的进水管口的最低点高出溢流边缘的空气间隙应等于进水管管径，但最小不应小于 25mm，最大可不大于 150mm；当进水管从最高水位以上进入水池（箱），管口为淹没出流时，管顶应装设真空破坏器等防虹吸回流措施。

注：不存在虹吸回流的低位生活饮用水贮水池，其进水管不受本条限制，但进水管仍宜从最高水面以上进入水池。

2 从生活饮用水管网向消防等其他用水的贮水池（箱）补水时，其进水管口最低点高出溢流边缘的空气间隙不应小于 150mm。

3 游泳池、水上游乐池、按摩池、水景池、循环冷却水集水池等的充水或补水管道出口与溢流水位之间的空气间隙小于出口管径 2.5 倍时，在其充（补）水管上应设置真空破坏器。

2.2.9 从生活饮用水管道上直接供下列用水管道时，应在这些用水管道的下列部位设置倒流防止器：

1 从城镇给水管网的不同管段接两路及两路以上的引入管，且与城镇给水管形成环状管网的小区或建筑物，在其引入管上。

2 从城镇生活给水管网直接抽水的水泵吸水管上。

3 利用城镇给水管网水压且小区引入管无防回流设施时，向商用的锅炉、热水机组、水加热器、气压水罐等有压容器或密闭容器注水的进水管上。

2.2.10 从小区或建筑物内生活饮用水管道系统上接至下列用水管道或设备时应设置倒流防止器：

1 单独接出消防用水管道时，在消防用水管道的起端（不含室外生活饮用水给水管道接出的室外消火栓那一段短管，但应避免采用从管网引出一条支管后再接室外消火栓的方法）。

2 从生活饮用水贮水池抽水的消防水泵出水管上。

注：当倒流防止器用于消防时，该设备须经消防部门鉴定批准方可使用。

2.2.11 生活饮用水管道系统上接至下列含有对健康有害物质等有害有毒场所或设备时应设置倒流防止设施：

1 贮存池（罐）、装置、设备的连接管上；

上述各处若需要用水，应有独立的供水系统。在水质符合要求的前提下，应优先采用再生水，回用水等，并尽可能循环、重复使用，节能减排。当必须用生活饮用水作为供水或补水的水源时，应将生活饮用水输入该独立供水系统的水池（塔、箱）内（进水管口最低点高出溢流边缘的空气间隙应符合规范的要求）。严禁生活饮用水管道与该类装置、设备直接连接（即使装倒流防止器，真空破坏器等也不允许）。

2 化工剂罐区、化工车间、实验楼（医药、病理、生化）等除按本条第一款设置外，还应在其引入管上。

2.2.12 从小区或建筑物内生活饮用水管道上直接接出下列用水管道时，应在这些用水管道上设置真空破坏器：

1 不含有化学药剂的绿地等喷灌系统，当喷头为地下式或自动升降式时，其管道起端；

2 消防（软管）卷盘；

3 出口接软管的冲洗水嘴与给水管道连接处；

4 见第 2.2.8 条第 1 款和第 3 款；

注：当真空破坏器用于消防时，该设备须经消防部门鉴定批准方可使用。

2.2.13 生活饮用水管道应避开毒物污染区；当条件限制不能避开时，应采取防护措施。生活用水管不得穿越大、小便槽和贮存各种液体的池体。

2.2.14 埋地式生活饮用水贮水池周围 10m 以内，不得有化粪池、污水处理构筑物、渗水井、垃圾堆放点等污染源；周围 2m 以内不得有污水管和污染物。当达不到此要求时，应采取防污染的措施。

2.2.15 供单体建筑的生活饮用水池（箱）应与其他用水的水池（箱）分开设置。（无论建在楼内还是楼外）。其贮量不应超过 48h 的用水量；并不允许其他用水如高位水箱的溢流水及消防管道试压水、泄压水等进入。

当小区的生活贮水量大于消防贮水量时，小区的生活用水贮水池与消防贮水池可合并设置，合并贮水池有效容积贮水设计更新周期不得大于 48h。但应报请当地卫生主管部门批准。

2.2.16 建筑物内的生活饮用水池（箱）宜设在专用房间内，其上方的房间不应有厕所、浴室、盥洗

间、厨房、污水处理间等。

建筑物内的生活饮用水水池（箱）体，应采用独立结构，不得利用建筑物的本体结构作为水池（箱）的壁板、底板及顶盖。

生活饮用水水池（箱）与其他用水水池（箱）并列设置时，应有各自独立的分隔墙。

2.2.17 生活饮用水水池（塔、箱）的构造和配管应符合下列规定：

1 水池（塔、箱）应不渗、不漏，还须符合卫生标准；水池（塔、箱）的材质、衬砌材料和内壁涂料及池内爬梯、管道及防腐涂料均应采用不污染、不影响水质的材质，并应有卫生部门的检测报告及许可证书。钢筋混凝土的水池（塔、箱）应采用符合有关标准的卫生级防腐涂料做内衬处理。

2 水池（塔、箱）必须有盖，并密封。人孔应设密封盖。透气管不得进入其他房间。

3 水池（塔、箱）的进水管应在溢流水位之上接入，进水口的具体要求见第2.2.8条第1款。

4 由生活饮用水管网直接进水的水箱，其进、出水管一般不应共用一根，若因故采用，则应在进水管的水表后设倒流防止器（见表2.3.9-2）。当室内低区采用由外网直供，高区由水箱供水时，其两区管网不应相连，若因故必须相连时，低区管网从外网接入的管道上应装倒流防止器。生活饮用水系统的水塔，其进出水管应分设。

5 进出水管布置不得使池（箱、塔）内水流产生短路，一般应设置在水池（箱、塔）的不同侧，必要时应设置导流装置。

6 通气管其管口端应装防虫网罩，具体做法详见国家给水排水标准图集（下同）02S403。通气管严禁与排水系统的通气管和通风道相连。

7 溢水管出口应装设防虫罩（下列做法可供参考：长度为200mm的短管，管壁开设孔径为10mm，孔距为20mm，且一端管口封堵，外用18目铜或不锈钢丝网包扎牢固）。溢水管不得与排水管道直接相连。应采用间接排水方式。当溢流管在室内排入排水明沟或设有喇叭口的排水管时，管口宜高于沟上沿或喇叭口顶0.2m以上。埋地水池的溢流系统应有确保不发生倒流的措施，一般可采用专用溢流水贮水井，并由泵抽水排放。

8 泄水管不得与排水系统直接相连，其要求与溢流管基本相同，埋地水池一般应采用泵抽水排放。

2.2.18 当小区或建筑物采用二次供水方式时，出水宜经消毒处理（如紫外线消毒器、次氯酸钠消毒器等）（叠压供水的要求见第2.7.14条第3款）。若因故暂末设置时，则应留有装消毒器具的位置。由于某种原因生活饮用水池（箱）内的贮水在48h内不能得到更新的则应设置水消毒处理装置。二次供水消毒设备选用与安装可参见02SS104。

2.2.19 对于小区的生活、消防共贮的水池；或建筑内的消防水池，为了避免消防水池的贮水成为长期不流动的死水，而将由自来水供给的空调循环水的补水、浇灌绿化等非饮用生活用水与消防用水合贮（该部分用水要单设系统）。这二类水池（箱）的非消防用水出水管应深入消防水位以下（距池、箱底不小于150mm），但该管在消防水位处需开孔径不小于25mm的孔。见图2.2.19。

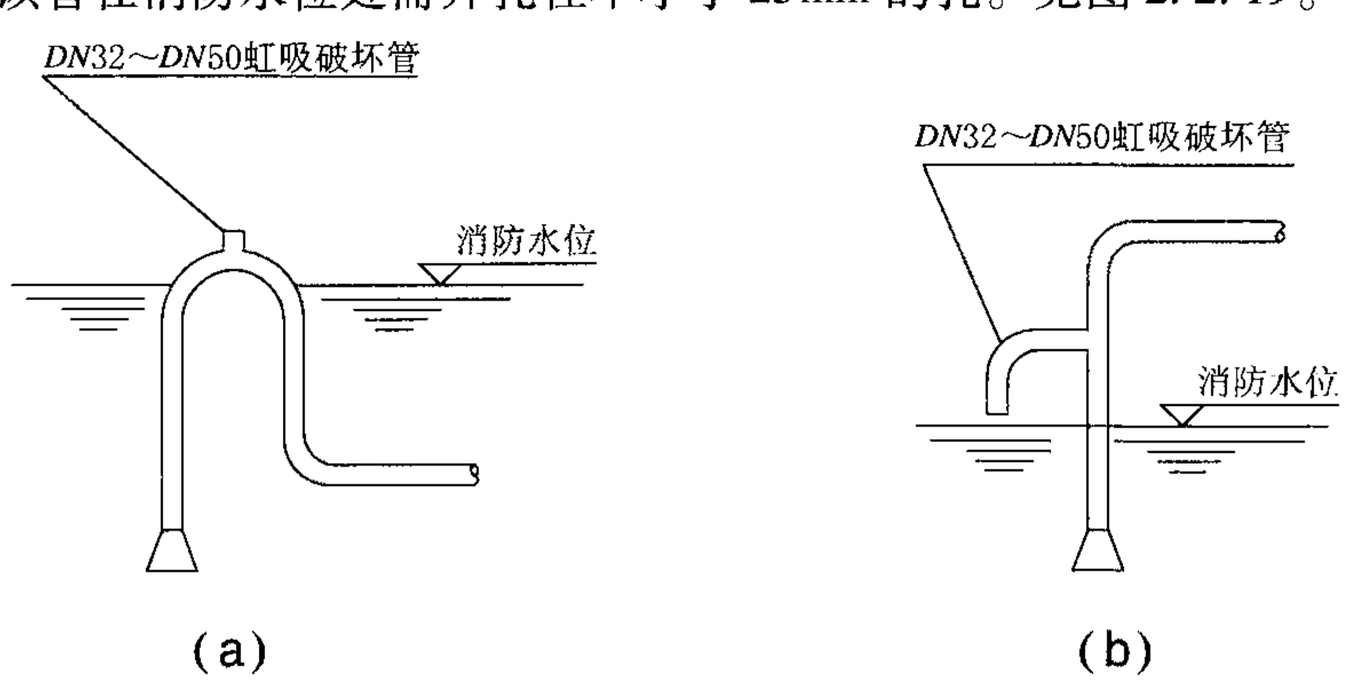


图2.2.19 虹吸破坏管示意

2.2.20 在非饮用水管道上不应接出水嘴，当必须接出水嘴或取水短管时，应有明显的“非饮用水”

的标志，及采取防止误饮误用的措施。

2.3 供水方式与给水系统

2.3.1 民用建筑的生活饮用水水源一般应以城镇自来水为首选。当采用自备水源供水时，须符合《生活饮用水卫生标准》GB 5749 并报请当地卫生部门检测、批准。

生活用水一般有下列几种供水方式：

1 城市管网（自备水水源）——小区管网—建筑物
　　——建筑物

2 城市管网—小区升压—建筑物

3 城市管网——小区管网—建筑物升压
　　——建筑物升压

2.3.2 居住小区的室外给水系统宜为生活用水和消防用水合用系统（当可利用其他水源作为消防水源时，应分设系统）。建筑内的生活给水系统一般应和消防供水系统分设（对于多层建筑当室外管网能满足室内消防所需的压力、流量等要求而采用同一系统时，必须采取有效措施防止生活饮用水系统被污染）。

2.3.3 建筑给水设计应根据不同的用水要求综合利用各种水资源，应充分利用再生水、雨水等非传统水源，优先采用循环和重复利用给水系统；宜实行分质供水（对当地规定应设中水设施的建筑或小区或甲方要求分质供水的建筑或小区，应采用分质供水方案）。分质供水可根据技术经济条件组成不同的给水系统。民用建筑一般有下列几种型式：

1 饮用——供直饮水或软化水
　盥洗——供自来水
　冲厕、洗车、浇洒绿地等——供中水等

2 饮用—供直饮水或软化水
　盥洗、冲厕、洗车、浇洒绿地等——供自来水

3 饮用、盥洗——供软化水
　冲厕、洗车、浇洒绿地等——供自来水或中水等

4 饮用、盥洗——供自来水
　冲厕、洗车、浇洒绿地等——供中水等

注：1 直饮水为经深度处理后的优质饮用水，详见第 3 章。

2 软化水：因该地区水质偏硬，将自来水经软化处理后供给。一般在涉外饭店、公寓中采用。

2.3.4 应尽量利用城镇给水管网的水压直接供水。当城镇给水管网不能满足小区内大多数建筑的供水要求时，应集中设置加压装置。居住小区的加压给水系统，应根据小区的规模、建筑高度和建筑物的分布等因素确定加压站的数量、规模和水压。当小区内仅有个别建筑物需要升压供水时，则可在建筑物内设置升压设施。在确定升压供水方案时，应满足卫生、安全、经济、节能的要求；在充分利用室外管网水压的基础上，确定升压供水的范围。

2.3.5 给水系统的竖向分区应根据建筑物用途、层数、使用要求、材料设备性能、维护管理、降低供水能耗等因素综合确定。

为了不损坏给水配件，卫生器具配水点的静压不得大于 0.6MPa。各分区最低卫生器具配水点处静水压不宜大于 0.45MPa；静水压大于 0.35MPa 的入户管（或配水横管）宜设减压或调压设施。一般可按下列要求分区：居住建筑入户管给水压力不应大于 0.35MPa；旅馆、医院其最低卫生器具的静水压宜为 0.3 ~0.35MPa；办公楼、教学楼、商业楼可为 0.35 ~0.45MPa。为了尽可能的防止超压出流，当配水点处压力大于所需的最低工作压力（见表 2.1.11），当条件许可时，可分层分户采取减压措施（如减

压阀、减压孔板等）。

各分区最不利配水点的水压应满足用水水压要求。入户管或楼内公共建筑的配水横管的水表进口端水压，一般不宜小于0.1MPa（当卫生器具对供水压力有特殊要求时应按产品样本确定）。

当采用气压供水方式时，应按气压设备在最高工作压力时最低配水点处水压不大于规定值；在最低工作压力时，最不利点的水压满足使用要求进行设计。

建筑高度不超过100m的建筑其生活给水系统，宜采用垂直分区并联供水。建筑高度超过100m的建筑，宜采用垂直串联供水方式。

2.3.6 建筑物内不同使用性质或不同水费单价的用水系统，应在引入管后分成各自独立给水管网，并分表计量。

2.3.7 给水系统中应尽量减少中间贮水设施；当压力不足，须升压供水时，在条件允许情况下，经有关部门批准，升压泵宜从外网中直接抽水［一般采用叠压供水设备（详见第2.7节）］。当不允许从外网中直接抽水时，按下列情况采取不同的方式：

1 当城镇管网供水流量大于等于小区或建筑物所需的设计流量，而且引入管有两根或以上时，可采用设吸水井方式。

2 当外网日供水量能满足用水要求，但供水流量小于用水的设计流量或只能定时供或供水可靠性较差，以及只有一条进水管但小区或建筑物要求供水可靠，不允许发生停水现象时，应设贮水调节池。

3 采用的方式还应符合当地的有关规定和满足用户的供水要求。

2.3.8 下列情况宜设高位水箱或水塔

1 外网压力周期性不足（如白天压力不足，夜间水压保证）。

2 外网压力经常不足，需升压供水，而小区或建筑物内不允许停水或要求水压平稳或当地电力供应紧张。

3 高层建筑内采用水箱分区供水系统。

2.3.9 建筑物内无水箱供水有下列型式：外网直接供水，用泵（普通泵、变频泵）供水、用泵—气压罐联合供水；有水箱供水有下列型式：单设水箱供水，水泵—水箱联合供水。

常用的供水图式见表2.3.9-1、表2.3.9-2。

由于建筑物（群）情况各异、条件不同，供水可采用一种方式，也可采用多种方式组合（如下区直供，上区用泵升压供水；局部水箱供水，局部变频泵供水；局部并联；局部串联等等）。管网可以是上行下给式，也可以是下行上给式等。所以工程中设计者应根据实际情况，在符合有关规定的前提下确定供水方案，力求以最简便的管路，经济、合理、安全地达到供水要求。

2.4 设计流量及水力计算

2.4.1 居住小区（居住人口1.5万人以下）或建筑物的用水量一般包括下列各项（全部或几项）：

1 住宅生活用水量。

2 公共建筑用水量。

3 浇洒广场、道路和绿化用水量。

4 冲洗汽车用水量。

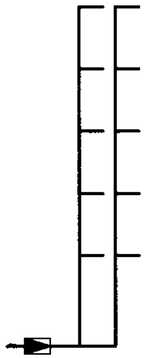
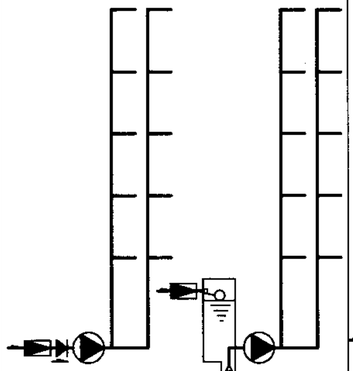
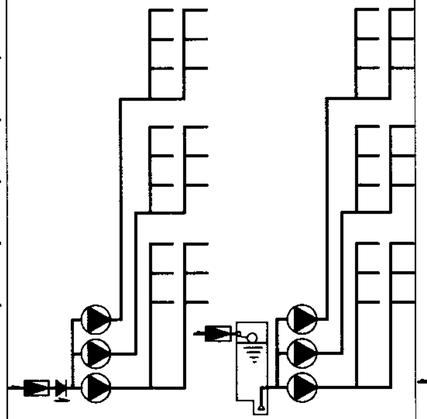
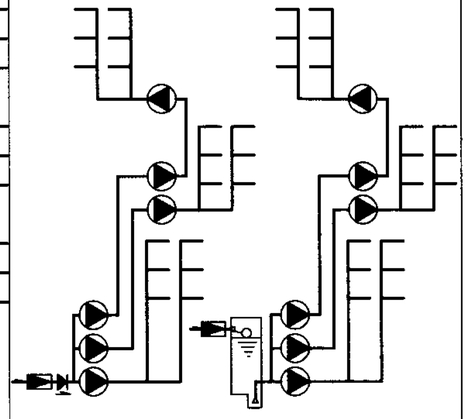
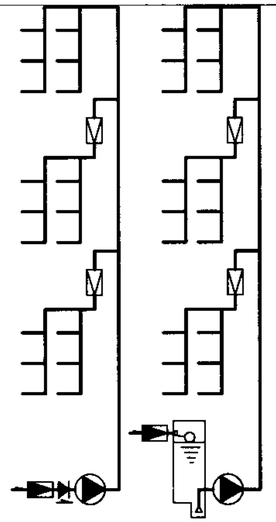
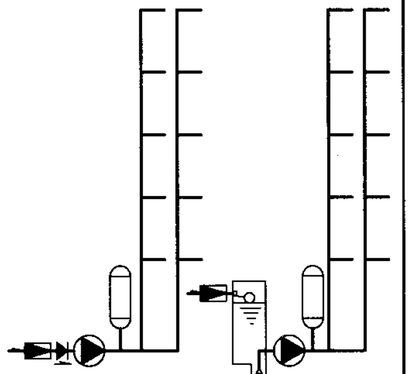
5 冷却塔、锅炉等的补水量。

6 游泳池、水景娱乐设施用水量。

7 消防用水量。

8 管网流失和未预见水量。

表2.3.9-1 给水图式（Ⅰ）

分类	无水箱					
	外网直接供水	水泵升压直接供水			水泵升压、减压阀分区供水	泵-气压罐联合供水
		不分区供水	分区并联供水	分区串联供水		
图示		 （A型） （B型）	 （A型） （B型）	 （A型） （B型）	 （A型） （B型）	 （A型） （B型）
供水方式	与外部管网直接相连，利用外网水压直接供水	由泵直接从外网抽水（A型）或通过调节池（或吸水井）抽水（B型）升压供水	分区供水，各区设泵直接从外网抽水（A型）或通过调节池（或吸水井）抽水（B型）升压供水	分区供水，用泵直接从外网抽水（A型）或通过调节池（或吸水井）抽水（B型）。各区自成系统，每一区的各级提升泵应匹配，并联锁，使用时应先启动下一区泵，才启动上一区泵 各区应配有小气压罐和小流量稳压泵	用泵直接从外网抽水（A型）或通过调节池（或吸水井）抽水（B型）升压供水，而下区采用减压阀减压供水	由泵直接从外网抽水（A型）或通过调节池（或吸水井）（B型）。平时由气压罐维持管网压力，并供用水点用水，当压力下降至最小工作压力时，泵启动供水，并向气压罐内充水，至最大工作压力时停泵
适用范围	一般适用于单层和多层建筑，高层建筑中下面几层，外网能满足要求的各用水点	一般适用于多层建筑	一般适用于高度不足100m的高层建筑	一般适用于超过100m的高层建筑。楼层中间有设置泵房的可能，并有较强的维护管理能力	一般适用于高度不超过100m的高层建筑，并有较强的维护管理能力	一般适用于多层建筑

续表 2.3.9－1

分类	无水箱					
	外网直接供水	水泵升压直接供水			水泵升压、减压阀分区供水	泵－气压罐联合供水
		不分区供水	分区并联供水	分区串联供水		
备	本方案供水系统简单，充分利用外网水压，水质较好，故设计中应优先选用。外网压力过高，某些点压力超过允许值时，应采取减压措施		高区泵扬程高，输水管的材质及接口要求比较高，事故只涉及一个区，不会造成全楼停水	事故只涉及一个区，不会造成全楼停水，管材及接口无需耐高压，泵的数量多，中间层需设泵房，要有较高的防震要求，自动控制要求比较高	由于采用减压阀分区，减压阀必须有备用，当减压阀出现故障管网超压时，应有报警措施。输水管的材质及接口要求比较高。当水泵出事故时，则造成全楼停水，能量浪费。一般不推荐	由于能耗大，耗钢量大，一般不宜用于供水规模大的场所，变压式气压供水压力变化大，所以要注意在最高工作压力时最低用水点的压力不会损坏给水配件，在最低工作压力时最高用水点的压力能满足使用要求
注	1. 对于不设水箱的供水方案，减轻结构负荷，水质条件相对于水箱供水要好，但供水可靠性较差，当建筑内有不能停水的设备时，应采取措施（如双管进水，或单独设水箱等），确保用水安全。 2. 采用无水箱方案，一般具有下列条件：1）外网能满足建筑物各用水点水量和水压要求。2）外网不能满足直供水压要求，需要采取升压供水方式，而建筑内没有设置水箱的条件或者甲方要求不采用水箱供水方式。该地区动力有保证。 3. 用泵提升方案时，当外网水压不足但流量能满足要求，并允许泵直接从外网抽水时，可采用 A 型（一般采用叠压供水装置）；若不允许泵直接从外网抽水时，可采用 B 型（设吸水井）；当外网流量、压力均不足，或楼内不允许停水，且只的一条进水管时，采用 B 型（设调节池）。 4. 所采用的泵可按下列情况选型：当用水均匀，流量变化不大时，可采用恒速泵（一般需设几台水泵并联使用），但这种方式较少用；当用水不均匀，流量变化较大时，应采用变频泵，也可采用泵－气压罐联合供水方式。 5. 图例：倒流防止器；止回阀；减压阀；浮球阀；水表；水泵；气压罐					

表2.3.9-2 给水图式（Ⅱ）（有水箱）

分类	设水箱						
	单设水箱供水	水箱水泵联合供水					
		不分区供水	分区、并联单管供水	分区、并联多管供水	分区、串联供水	分区、水箱减压供水	分区、减压阀减压供水
图例	（A型） （B型）	（A型） （B型）					
供水方式	与外部管网直接相连，由外网供至高位水箱，再从水箱向用水点供水。一般利用夜间外网压力高时水箱进水，供一天用水	由泵直接从外网抽水（A型）或通过调节池（或吸水井）抽水升压供水（B型）。A型当某一时段外网压力够时可直供	分区设置高位水箱，用泵加压单管输水至各区水箱，由水箱供水，水泵与电动阀的启闭由水箱内水位控制	分区设置高位水箱，各区有水泵与输水管输水至水箱，通过水箱供水	分区设置高位水箱，各区下部设立满足本区需要的提升泵，及与上区提升泵相匹配的转输泵并联锁，各区水箱除满足本区用水需要，还应贮存供上区泵的启泵水量，各区由水箱供水	分区设置高位水箱，全部用水由泵升压送至最高的水箱，再分区送到下区水箱。由各区水箱供水	水泵统一加压，仅在顶层设置水箱，利用减压阀供水

续表 2.3.9－2

分类	设水箱						
	单设水箱供水	水箱水泵联合供水					
		不分区供水	分区、并联单管供水	分区、并联多管供水	分区、串联供水	分区、水箱减压供水	分区、减压阀减压供水
适用范围	外网压力、最小时流量能满足要求，或外网压力周期不足（白天水压不够，晚间压力有保证），或室内要求压力稳定，并允许设置水箱的多层建筑，A 型也可用于外网压力过高的地区	外网水压经常不足，所供水量也不能满足设计秒流量，允许直接从外网抽水，则采用 A 型。不允许时，则采用 B 型。一般用于多层建筑	地下室泵房面积较小，当地电费较便宜。一般用于高度不太高，分区较少的高层建筑	不允许全楼一起停水，一般用于不高于 100m 的高层建筑	建筑物比较高，有较高的维护管理能力，一般用于高于 100m 的高层建筑。楼层中间有设置泵房的可能	地下室泵房面积较小，当地电费较便宜。一般用于高度不太高，分区较少的高层	中间层不允许设水箱，当地电费较便宜，水压要求不太高，一般用于高度不太高，分区较少的高层建筑
备注	当采用 A 型时水箱容积必须确定合适，若偏小，则可能难以保证正常供水，采用 B 型时，当水箱无水时，底下几层仍能由外网直供。但当外网水压高时，水箱内贮水时间过长，水质比 A 型差，一般不推荐		下区应设减压阀，防止水箱的进水阀和配件损坏。一般不推荐		泵的数量较多，泵房面积大，自动控制要求高。中间层需设泵房，有较高的防震要求	能量浪费，一般不推荐	减压阀必须有备用，当减压阀出现故障，管网超压时，应有报警措施。下区的减压比（或压差）应符合规范要求。能量浪费，一般不推荐

1. 设置水箱，增加了供水的可靠性，防止了一旦停电，全楼立即停水的现象发生。但增加了结构负荷，水箱供水水质比较差，应采用防止二次污染的措施。
2. 对于高层建筑采用水箱水泵分区供水方案的，一般存在下列条件：外网水压不够；流量不满足设计秒流量；须通过调节池用泵升压供水；建筑物内允许设水箱，水压要求平稳。水泵可采用恒速泵。当外网的流量能满足要求，有关单位又允许直接从外网抽水时，则可不设调节水池（参见表 2.3.9－1 中 A 型）。
3. 图例：倒流防止器；止回阀；减压阀；电动阀；浮球阀；水表；水泵；气压罐

注：1 消防用水量仅用于校核管网计算，不计入正常用水量；一般应单列。

2 当小区内有市政公用设施，其用水量应由该设施的管理部门提供用水量计算参数；当无重大市政公用设施时不另计用水量。

3 公共建筑一般是指与居住小区配套建设的为居住小区服务的公共建筑。对于不属于居住小区配套的公共建筑一般应独立从城镇供水管网中接管供水。但当与居住小区为一个供水管网时则应计入。若设计范围内有工厂并由同一管网供水时，还应包括生产用水和管理、生产人员的用水。

2.4.2 居住小区最高日生活用水量按下式计算：

$$Q_d = (1 + b_0) \sum Q_{di} \tag{2.4.2}$$

式中 Q_d——小区最高日用水量（m^3/d）；

b_0——考虑管网流失和未预见水量的系数，见第 2.1.10 条；

Q_{di}——各类用水项目的最高日用水量（m^3/d），详见第 2.4.3 条。

2.4.3 居住小区内各类用水的最高日用水量可按下列方法计算：

1 住宅居民最高日用水量按下式计算：

$$Q_{d1} = \sum \frac{q_{1i} N_i}{1000} \tag{2.4.3-1}$$

式中 Q_{d1}——小区内各类住宅的最高日用水量（m^3/d）；

q_{1i}——住宅最高日生活用水定额（L/人·d），见表 2.1.1；

N_i——各类住宅居民人数（人）。

2 公共建筑最高日用水量按下式计算：

$$Q_{d2} = \sum \frac{m_i q_{2i}}{1000} \tag{2.4.3-2}$$

式中 Q_{d2}——小区内各公共建筑最高日用水量（m^3/d）；

m_i——计算单位（人；床；m^2 等）；

q_{2i}——单位最高日用水定额[L/(人·d);L/(床·d);L/(m^2·d)等]；见表 2.1.2-1 或第 2.1.8 条。

3 浇洒道路或绿化用水量按下式计算：

$$Q_{d3} = \sum \frac{q_{3i} \cdot F_i \cdot n_{3i}}{1000} \tag{2.4.3-3}$$

式中 Q_{d3}——浇洒道路或绿化的用水量（m^3/d）；

q_{3i}——浇洒道路或绿化的用水量标准［L/（m^2·次）］，见第 2.1.4 条；

F_i——浇洒道路或绿化的面积（m^2）；

n_{3i}——每日浇洒道路或绿化的次数（次/d），见第 2.1.4 条。

4 汽车冲洗的用水量：

$$Q_{d4} = \sum \frac{q_{4i} \cdot m_{4i} \cdot n_{4i}}{1000} \tag{2.4.3-4}$$

式中 Q_{d4}——汽车冲洗的用水量（m^3/d）；

q_{4i}——各种汽车冲洗用水定额（L/辆·次），见表 2.1.5；

m_{4i}——各种汽车每日一次冲洗汽车的数量（辆/d）；

n_{4i}——冲洗次数，一般一天按一次计。

5 冷却塔补充水最高日用水量，详见第 8 章，一般可按下式计算：

$$Q_{d5} = (1.2\% \sim 1.5\%)\ Q_{xu} \cdot T_5 \tag{2.4.3-5}$$

式中 Q_{d5}——冷却塔补充水用水量（m^3/d）；

Q_{xu}——冷却塔循环流量（m^3/h）；

T_5——冷却塔运行时间（h/d）。

6 游泳池的用水量 Q_{d6} 详见第 13 章；水景的用水量 Q_{d7} 详见第 11 章；锅炉房用水的日用水量 Q_{d8} 由相关专业提供。

7 用上述公式计算最高日用水量时，应注意下列几点：

1）只有同时用水的项目才能叠加。对于不是每日都用水的项目，若不可能同时用水的则不应叠加，如大会堂（办公、会场、宴会厅等组合在一起）等，应分别按不同建筑的用水量标准，计算各自最高日生活用水量，然后将一天内可能同时用水者叠加，取最大一组用水量作为整个建筑的最高日生活用水量。

2）在计算建筑物（住宅、公共建筑）最高日用水量时，若建筑物中还包括绿化、冷却塔、游泳池、水景、锅炉房、道路、汽车冲洗等用水时，则应加上这部分用水量。

3）一幢建筑兼有多种功能时，如食堂兼作礼堂、剧院兼作电影院等，应按用水量最大的计算。

4）一幢建筑有多种卫生器具设置标准时，如部分住宅有热水供应，集体宿舍、旅馆中部分设公共厕所、部分设小卫生间，则应分别按不同标准的用水定额和服务人数，计算各部分的最高日生活用水量，然后叠加求得整个建筑的最高日生活用水量。

5）一幢建筑的某部分兼为其他人员服务时，如在集体宿舍内设有公共浴室，而浴室还供外来人员使用，则其用水量应按全部服务对象计算。

6）在选用用水定额时，应注意其用水范围。当实际用水超出或少于该范围时则应作调整，如中小学内设食堂，应增加食堂用水量；医院、旅馆设洗衣房时，应增加洗衣房用水量。

2.4.4 各类用水项目的平均小时用水量按下式计算：

$$Q_{cp} = \frac{Q_{di}}{T_i} \tag{2.4.4-1}$$

式中 Q_{cp}——平均小时用水量（m^3/h）；

T_i——使用时间（h）。

使用上式时应注意下列几点：

1 因不同的用水项目使用时间不同，故不同的用水项目应采用对应的使用时间。

2 管网漏水量和未预见水量之和应按下式求得：

$$Q_{LW} = \frac{b_0}{24} \Sigma Q_{di} \tag{2.4.4-2}$$

式中 Q_{LW}——管网漏水量和未预见水量之和（m^3/h）。

2.4.5 将计算得出的各项平均小时用水量叠加（并包括 Q_{LW}），即可得出小区的平均小时用水量，但对于非 24h 用水的项目，若用水时段完全错开，可只计入其中最大的一项用水量。

2.4.6 各类用水项目的最大小时用水量按下式计算：

$$Q_{max} = \frac{Q_{di}}{T_i} \cdot K_{hi} \tag{2.4.6-1}$$

式中 Q_{max}——最大小时用水量（m^3/h）；

K_{hi}——各类用水项目的小时变化系数。

使用上式应注意下列几点：

1 同第 2.4.4 条。

2 因不同的用水项目其 K_{hi} 值不同，故应按不同的用水项目采用其对应的 K_{hi}。

3 最大时的平均秒流量按下式计算：

$$Q_{cs} = \frac{Q_{max} \cdot 1000}{3600} \tag{2.4.6-2}$$

式中 Q_{cs}——最大时平均秒流量（L/s）。

2.4.7 计算出各项用水的最大小时用水量后，一般可叠加计算出小区的最大小时用水量，但应考虑各

用水项目的最大用水时段是否一致。小区的最大小时用水量一般可按下列要求算得：

居住小区供水对象分为两类：第一类是住宅及小区内配套的文体、餐饮、娱乐、商铺、市场等设施的生活用水；第二类是小区内配套的文教、医疗保健、社区管理等设施，以及绿化和景观用水、道路及广场洒水，公共设施用水等（寄宿学校按第一类计）。

在计算小区的最大小时用水量时，第一类可按最大小时用水量计入，第二类可按平均小时用水量计入。

若居住小区管网还向非小区配套的公建供水，则应根据该建筑物的性质、用水要求，室内供水方式及该建筑与其他建筑的最大小时用水时是否处在同一时段等因素计算确定。

管网漏水量和未预见水量可按式（2.4.4－2）算得的值计入。

2.4.8 住宅的生活给水管道的设计秒流量，应按下列步骤和方法计算：

1 根据建筑物配置的卫生器具给水当量、使用人数、用水定额、使用时数及小时变化系数，按下式计算出最大用水时卫生器具给水当量平均出流概率：

$$U_0 = \frac{q \times m \times K_h}{0.2 \times N_g \times T \times 3600} \times 100\% \qquad (2.4.8-1)$$

式中 U_0 ——生活给水配水管道的最大用水时卫生器具给水当量平均出流概率（%）；

q ——最高用水日的用水定额，按表 2.1.1 取用（L/人·d）；

m ——每户用水人数（人）；

K_h ——小时变化系数按表 2.1.1 取用。

N_g ——每户设置的卫生器具给水当量数；

T ——用水小时数（h）；

0.2 ——一个卫生器具给水当量的额定流量（L/s）。

使用上述公式时应注意下列几点：

1）应按当地实际使用情况，正确选用各项参数。

2）住宅的卫生器具给水当量最大用水时的平均出流概率参考值见表 2.4.8－1。

表 2.4.8－1 平均出流率参考值

住宅类型	U_0 参考值（%）
普通住宅Ⅰ型	3.0～4.0
普通住宅Ⅱ型	2.5～3.5
普通住宅Ⅲ型	2.0～2.5
别墅	1.5～2.0

2 根据计算管段上的卫生器具的给水当量总数，按式（2.4.8－2）计算，得出该管段的卫生器具给水当量的同时出流概率：

$$U = \frac{1 + \alpha_c \ (N_g - 1)^{0.49}}{\sqrt{N_g}} \qquad (2.4.8-2)$$

式中 U ——计算管段的卫生器具给水当量同时出流概率（%）；

N_g ——计算管段的卫生器具给水当量总数。

α_c ——对应于不同 U_0 值的系数查表 2.4.8－2。

3 根据算得的 U，按式（2.4.8－3）计算，得出计算管段的设计秒流量：

$$q_g = 0.2 \cdot U \cdot N_g \qquad (2.4.8-3)$$

式中 q_g——计算管段的设计秒流量（L/s）。

表 2.4.8-2 给水管段卫生器具给水当量同时出流概率计算式 α_c 系数取值表

U_0（%）	α_c	U_0（%）	α_c	U_0（%）	α_c
1.0	0.00323	3.0	0.01939	5.0	0.03715
1.5	0.00697	3.5	0.02374	6.0	0.04629
2.0	0.01097	4.0	0.02816	7.0	0.05555
2.5	0.01512	4.5	0.03263	8.0	0.06489

在设计时可按计算所得的 U_0 及管段的 N_g 查附录 B-2，即可得该管段的设计秒流量（可用内插法）。但应注意当计算管段的卫生器具给水当量总数超过表中的最大值时，其设计流量应取最大小时平均秒流量。当大便器采用延时自闭冲洗阀时，其当量以 0.5 计，但要在计算得到的 q_g 值上再附加 1.10L/s 为管段的设计秒流量。

4 当管段接有 2 条及以上 U_0 值不同（即 q、m、K_h 等参数不同）的支管时，该管段的最大用水时卫生器具给水当量平均出流率按下式计算：

$$\overline{U}_0 = \frac{\sum U_{0i} \times N_{gi}}{\sum N_{gi}} \times 100\% \qquad (2.4.8-4)$$

式中 $\overline{U}_0$——计算管段的卫生器具给水当量平均出流概率（%）；

U_{0i}——所接支管的最大用水时卫生器具给水当量平均出流概率（%）；

N_{gi}——相应支管的卫生器具给水当量总数。

注：1 本式只适用于枝状管网的计算。

2 本式只适用于各支管的最大用水发生在同一时段的给水管。当最大用水不发生在同一时段时，应将设计流量小的支管以平均用水时平均秒流量与设计秒流量大的支管的设计秒流量叠加为该管段的设计秒流量。

2.4.9 宿舍（Ⅰ、Ⅱ类）、旅馆、宾馆、酒店式公寓、医院、疗养院、幼儿园、养老院、办公楼、商场、图书馆、书店、客运站、航站楼、会展中心、中小学教学楼、公共厕所等建筑的生活给水设计秒流量，应按下式计算：

$$q_g = 0.2\alpha\sqrt{N_g} \qquad (2.4.9-1)$$

式中 q_g——计算管段的给水设计秒流量（L/s）；

N_g——计算管段的卫生器具给水当量总数；

α——根据建筑物用途定的系数，应按表 2.4.9 选用。

表 2.4.9 根据建筑物用途而定的系数值

建筑物名称	α 值	建筑物名称	α 值
幼儿园、托儿所、养老院	1.2	学校	1.8
门诊部、诊疗所	1.4	医院、疗养院、休养所	2.0
办公楼、商场	1.5	酒店式公寓	2.2
图书馆	1.6	宿舍（Ⅰ、Ⅱ类）、旅馆、招待所、宾馆	2.5
书店	1.7	客运站、航站楼、会展中心、公共厕所	3.0

使用上式时应注意下列几点：

1 如计算值小于该管段上一个最大卫生器具给水额定流量时，应采用一个最大的卫生器具给水额定流量作为设计秒流量。

2 如计算值大于该管段上按卫生器具给水额定流量累加所得流量值时，应按卫生器具给水额定流量累加所得流量值采用。

3 有大便器延时自闭冲洗阀的给水管段，大便器延时自闭冲洗阀的给水当量均以 0.5 计，计算得到的 q_g 附加 1.10L/s 的流量后，为该管段的给水设计秒流量。

4 综合楼（不含住宅）建筑的 α_z 值应按下式计算：

$$\alpha_z = \frac{\alpha_1 N_{g1} + \alpha_2 N_{g2} + \alpha_3 N_{g3} + \cdots}{N_{g1} + N_{g2} + N_{g3} + \cdots} \tag{2.4.9-2}$$

式中 α_z ——综合楼建筑总的秒流量系数；

N_{g1}、N_{g2}、$N_{g3}\cdots$ ——综合楼建筑内各类建筑的卫生器具的给水当量数；

α_1、$\alpha_2\cdots$ ——对应于 N_{g1}、$N_{g2}\cdots$ 的设计秒流量系数。

2.4.10 宿舍（Ⅲ、Ⅳ类）、工业企业的生活间、公共浴室、职工食堂或营业餐馆的厨房、体育场馆、剧院、洗衣房、普通理化实验室等建筑的生活给水管道的设计秒流量，应按下式计算：

$$q_g = \Sigma q_0 \cdot n_0 \cdot b \tag{2.4.10}$$

式中 q_g ——计算管段的给水设计秒流量（L/s）；

q_0 ——同类型的一个卫生器具给水额定流量（L/s）；

n_0 ——同类型卫生器具数；

b ——卫生器具的同时给水百分数，应按表 2.4.10-1～表 2.4.10-3 采用。

注：1 如计算值小于管段上一个最大卫生器具给水额定流量时，应采用一个最大的卫生器具给水额定流量作为设计秒流量。

2 大便器自闭冲洗阀应单列计算，当单列计算值小于 1.2L/s 时，以 1.2L/s 计；大于 1.2L/s 时，以计算值计。

3 仅对有可能同时使用的进行叠加。

表 2.4.10-1 宿舍（Ⅲ、Ⅳ类）、工业企业的生活间、公共浴室、洗衣房、剧院、体育场馆等卫生器具同时给水百分数（%）

卫生器具名称	同时给水百分数					
	工业企业生活间	公共浴室	影剧院	体育场馆	洗衣房	宿舍（Ⅲ、Ⅳ类）
洗涤盆（池）	33	15	15	15	25～40	30
洗手盆	50	50	50	70（50）	—	—
洗脸盆、盥洗槽水嘴	60～100	60～100	50	80	60	60～100
浴盆	—	50	—	—	—	—
无间隔淋浴器	100	100	—	100	100	—
有间隔淋浴器	80	60～80	（60～80）	（60～100）	—	80
大便器冲洗水箱	30	20	50（20）	70（20）	30	70
大便槽自动冲洗水箱	100	—	100	100	—	100
大便器自闭式冲洗阀	2	2	10（2）	15（2）	—	2
小便器自闭式冲洗阀	10	10	50（10）	70（10）	—	10
小便器（槽）自动冲洗水箱	100	100	100	100	—	—
净身盆	33	—	—	—	—	—
饮水器	30～60	30	30	30	—	—
小卖部洗涤盆	—	50	50	50	—	—

注：1 表中括号内的数值系电影院、剧院的化妆间、体育场馆的运动员休息室使用。

2 健身中心的卫生间，可采用本表体育场馆运动员休息室的同时给水百分率。

3 洗衣房的数值为参考数。

表 2.4.10-2 职工食堂、营业餐馆厨房设备同时给水百分数（%）

厨房设备名称	同时给水百分数	厨房设备名称	同时给水百分数
污水盆（池）	50	器皿洗涤机	90
洗涤盆（池）	70	开水器	50
煮锅	60	蒸汽发生器	100
生产性洗涤机	40	灶台水嘴	30

注：职工或学生饭堂的洗碗台水嘴，按 100% 同时给水，但不与厨房用水叠加。

表 2.4.10-3 实验室化验水嘴同时给水百分数（%）

水嘴名称	同时给水百分数	
	科研教学实验室	生产实验室
单联化验水嘴	20	30
双联或三联化验水嘴	30	50

2.4.11 建筑物内卫生器具的供水管（由外网或由提升泵直供，或从高位水箱供水）均采用设计秒流量为管道的设计流量。

综合建筑（既有住宅，又有公建的商住楼、综合楼）给水管道的设计流量一般可按下列要求确定：

1 按第 2.3.6 条的要求分成各自独立的供水系统，各系统应按相应的计算公式计算设计秒流量。

2 当因条件所限采用一个供水系统时，其供水管道的设计流量，可按下列要求实施。

1） 向同一类型建筑（采用同一计算公式的视为同一类型，下同）供水的支管，按相应的公式计算设计秒流量。

2） 向 n 种不同类型建筑（采用不同计算公式的，下同）供水的管道；

① 各类建筑的最大用水处在同一时段，则分别按相应的公式计算后再叠加为该管段的设计秒流量（当该管段所服务的各类建筑有多处时，不得用每处的设计秒流量叠加，应按同一类型建筑的卫生器具当量总数算得设计秒流量后再将不同类型的设计秒流量叠加）。

② 当各类建筑的最大用水不处在同一时段时，则可按设计秒流量小的那部分的平均用水时平均秒流量与设计秒流量大的那部分的设计秒流量叠加为该管段的设计秒流量。当部分建筑经调节水池后提升供水时，则按调节池补水量计入。

2.4.12 建筑物内的给水管道流速一般可按表 2.4.12 取定。也可采用下列数值：卫生器具的配水支管一般采用 0.6～1.0m/s；横向配水管，管径超过 25mm，宜采用 0.8～1.2m/s；环状管、干管和主管宜采用 1.0～1.8m/s。各种管材的推荐流速：铜管：管径大于等于 25mm，流速宜采用 0.8～1.5m/s，管径小于 25mm，宜采用 0.6～0.8m/s。建筑给水薄壁不锈钢管：公称直径不小于 25mm，流速宜采用 1.0～1.5m/s；公称直径小于 25mm，宜采用 0.8～1.0m/s。建筑给水硬聚氯乙烯管，公称外径小于等于 50mm，流速小于等于 1.0m/s；公称外径大于 50mm，流速小于等于 1.5m/s。建筑给水聚丙烯管：公称外径不大于 32mm，流速不宜大于 1.20m/s，公称外径为 40～63mm，不宜大于 1.5m/s；公称外径大于 63mm，不宜大于 2.0m/s。建筑给水氯化聚氯乙烯管：公称外径不大于 32mm，流速应小于 1.2m/s，公称外径为 40～75mm，应小于 1.5m/s，公称外径不小于 90mm，应小于 2.0m/s。复合管可参照内衬材料的管道流速选用（建筑给水超薄壁不锈钢塑料复合管流速宜取 0.8～1.2m/s）。管内最大流速不应超过 2.0m/s。

表 2.4.12 生活给水管道的水流速度

公称直径（mm）	15～20	25～40	50～70	≥80
水流速度（m/s）	≤1.0	≤1.2	≤1.5	≤1.8

小区给水管道的流速可按各种管材确定。在资料不全时一般可按 0.6 ~ 0.9m/s 设计，最小不得小于 0.5m/s，一般也不宜大于 1.5m/s。

与消防合用的给水管网，消防时其管内流速应满足消防要求。

2.4.13 给水管道水头损失计算应按下列要求进行：

1 给水管道的沿程水头损失应按式（2.4.13 -1）计算：

$$h_i = i \cdot L \tag{2.4.13-1}$$

式中 h_i ——沿程水头损失（kPa）；

L ——管道计算长度（m）；

i ——管道单位长度水头损失（kPa/m），按式（2.4.13 -2）计算。

$$i = 105 c_h^{-1.85} d_j^{-4.87} q_g^{1.85} \tag{2.4.13-2}$$

式中 d_j ——管道计算内径（m）；

q_g ——给水设计流量（m^3/s）；

c_h ——海澄—威廉系数。

各种塑料管、内衬（涂）塑管 $c_h = 140$；铜管、不锈钢管 $c_h = 130$；内衬水泥、树脂的铸铁管 $c_h = 130$；普通钢管、铸铁管 $c_h = 100$。

2 给水管道的局部损失宜按式（2.4.13 -3）计算。

$$h_f = 10 \sum \xi \frac{V}{g} \tag{2.4.13-3}$$

式中 h_f ——局部水头损失（kPa）；

ξ ——局部阻力系数；

V ——管道断面水流平均流速（m/s）；

g ——重力加速度（m/s^2）。

生活给水管道的配水管的局部水头损失，也可按管道的连接方式，采用管（配）件当量长度法计算。表 2.4.13 -1 为螺纹接口的阀门及管件的摩阻损失当量长度表。当管道的管（配）件当量资料不足时，可按下列管件的连接状况，按管网的沿程水头损失的百分数取值：

1）管（配）件内径与管道内径一致，采用三通分水时，取 25% ~30%；采用分水器分水时，取 15% ~20%；

2）管（配）件内径略大于管道内径，采用三通分水时，取 50% ~60%；采用分水器分水时，取 30% ~35%；

3）管（配）件内径略小于管道内径，管（配）件的插口插入管口内连接，采用三通分水时，取 70% ~80%；采用分水器分水时，取 35% ~40%。

表 2.4.13 -1 阀门和螺纹管件的摩阻损失的折算补偿长度（m）

管件内径（mm）	各种管件的折算管道长度						
	90°标准弯头	45°标准弯头	标准三通 90°转角流	三通直向流	闸板阀	球阀	角阀
9.5	0.3	0.2	0.5	0.1	0.1	2.4	1.2
12.7	0.6	0.4	0.9	0.2	0.1	4.6	2.4
19.1	0.8	0.5	1.2	0.2	0.2	6.1	3.6
25.4	0.9	0.5	1.5	0.3	0.2	7.6	4.6
31.8	1.2	0.7	1.8	0.4	0.2	10.6	5.5
38.1	1.5	0.9	2.1	0.5	0.3	13.7	6.7
50.8	2.1	1.2	3	0.6	0.4	16.7	8.5

续表 2.4.13－1

管件内径（mm）	各种管件的折算管道长度						
	90°标准弯头	45°标准弯头	标准三通 90°转角流	三通直向流	闸板阀	球阀	角阀
63.5	2.4	1.5	3.6	0.8	0.5	19.8	10.3
76.2	3	1.8	4.6	0.9	0.6	24.3	12.2
101.6	4.3	2.4	6.4	1.2	0.8	38	16.7
127	5.2	3	7.6	1.5	1	42.6	21.3
152.4	6.1	3.6	9.1	1.8	1.2	50.2	24.3

注：本表的螺纹接口是指管件无凹口的螺纹，即管件与管道在连接点内径有突变，管件内径大于管道内径。当管件为凹口螺纹，或管件与管道为等径焊接，其折算补偿长度取本表值的 1/2。

3 管道单位长度的水头损失 i 值也可查阅不同管材相关的技术规范（程）中的图表，（当采用埋地聚氯乙烯给水管道，埋地聚乙烯管道时应查阅埋地管相应的技术规程）但应注意该图表的使用条件和采用的单位。当工程的使用条件与制表条件不符时，应根据规定对 i 值作相应的修正。

表 2.4.13－2 中所列数据为各种管材技术规范（程）等相关资料中推荐的局部水头损失值，供设计人员参考。

表 2.4.13－2 各种管材的局部水头损失值

管材名称	局部水头损失按沿程水头损失的下列百分数值计
建筑给水铝塑复合管（PAP）	采用三通配水：50% ~60%，分水器配水：30%
建筑给水钢塑复合管	螺纹连接内衬塑可锻铸铁管件：生活给水管网 30% ~40%，生活、生产合用给水管网 25% ~30%；法兰或沟槽式连接内涂（衬）塑钢管件：10% ~20%
建筑给水超薄壁不锈钢塑料复合管	承插式连接：20% ~30%；卡套式连接：30% ~35%
给水钢塑复合压力管	室内可按 25% ~30% 计
建筑给水硬聚氯乙烯管（PVC－U）	25% ~30%
建筑给水氯化硬聚氯乙烯管（PVC－C）	25% ~30%
建筑给水聚丙烯管（PP－R、PP－B）	25% ~30%
建筑给水聚乙烯管（PE、PEX、PE－RT）	1. 热熔连接、电熔连接、承插式柔性连接和法兰连接，采用三通分水时宜取 25% ~30%，采用分水器分水时宜取 15% ~30% 2. 管材端口内插不锈钢衬套的卡套式连接，采用三通分水时宜取 35% ~40%，采用分水器分水时宜取 30% ~35%； 3. 卡压式连接和管材端口插入管件本体的卡套式连接，采用三通分水时宜取 60% ~70%，采用分水器分水时宜取 35% ~40%
建筑给水薄壁不锈钢管	25% ~30%
建筑给水铜管	25% ~30%
铸铁管、热镀锌钢管	25% ~30%

注：1 表中数值只适用于室内生活给水的配水管，不适用于给水干管（如由泵提升至水箱等输水管应按管道的实际布置状况经计算确定）。、

2 小区埋地输水管的局部水头损失值：埋地聚乙烯给水管按沿程水头损失的 12% ~18% 计。埋地聚氯乙烯给水管的局部水头损失值应由制造厂提供或查相关技术规程。埋地金属管道宜按相关公式计算，当资料不足时除水表和止回阀等需单独计算外，可按管网沿程水头损失的 15% ~20% 计算。

2.4.14 给水系统中采用设备、装置其水头损失可按下表取用。

表 2.4.14 设备、装置的水头损失表

名称	水头损失
水表	1. 住宅入户管上的水表，宜取 0.01MPa。 2. 建筑物或小区引入管上的水表，在生活用水工况时，宜取 0.03MPa；在校核消防工况时，宜取 0.05MPa
比例式减压阀	阀后动水压宜按阀后静水压的 80% ~90% 采用
管道过滤器的局部水头损失	宜取 0.01MPa
倒流防止器的局部水头损失	按产品测试参数确定
真空破坏器的局部水头损失	按产品测试参数确定

注：水表的水头损失，应按选用产品所给定的压力损失值计算。在未确定具体产品时，可按表内数值定。

2.4.15 应充分利用城镇管网水压，直接向用户供水，满足供水要求。

1 确定最不利的配水管路，一般按距引入管最远，所需水量最大的配水点为最不利配水点，该输水管段为最不利管路（当管路多、条件又相似时，需计算比较，取其所需压力最大的为最不利管路）。

2 所需水压可根据下式计算：

$$H \geqslant 0.01H_1 + 0.001H_2 + H_3 \tag{2.4.15}$$

式中 H——引入管与外网接点处的水压（MPa）；

H_1——最不利配水点与引入管的高程差（m）；

H_2——由引入管与外网接点至最不利配水点的管路的沿程、局部水头损失之和（kPa）；

H_3——建筑物内最不利配水点满足工作要求的最低工作压力（MPa）。

注：本公式按 1MPa≈100m 水柱计（若精确计算，应按 102m 水柱计）。下同

3 当室外管网能保证的水压 $H_0 \geqslant H$ 时，则表示直供方案成立，若两者相差过大时，还可在允许流速范围内，缩小某些管段管径（一般为原较大的管径）；当 $H_0 < H$ 时，若相差不多，可放大某些管段的管径(一般为原较小的管径),使其满足要求;若相差较大时应采用泵提升直供(或设立高位水箱供水)。

4 对于居住建筑的生活给水管网，在进行方案设计时可按表 2.4.15 估算自室外地面算起的最小水压值，供确定方案参考。

表 2.4.15 住宅所需最小水压（自室外地面算起）

建筑层数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
最小水压（MPa）	0.10	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36	0.40	0.44

2.4.16 单幢建筑物的引入管其设计流量应符合下列要求：

1 当建筑物内的生活用水全部由室外管网直接供水时，应按其负担的卫生器具的全部给水当量数算得的设计秒流量为引入管的设计流量。

2 当采用水箱供水，但不设提升泵，由外网供至高位水箱，再从水箱向用水点供水时，引入管流量应按水箱贮水容积和用水量变化等因素确定。当利用晚间压力高时进水充满水箱，由水箱供全天用水时，其引入管的设计流量应按式（2.4.16）计算。

$$Q_L = \frac{\sum Q_{di}}{T} \tag{2.4.16}$$

式中 Q_L——引入管的设计流量（m^3/h）；

T——晚间水箱进水时间（h）。

3 设置提升泵，但不设贮水调节池，从外网或吸水井中抽水时，其引入管流量应不小于提升泵的设计流量［见第 2.4.17 条第 2 款第 1 项 ~ 第 3 项］；从外网直接抽水的设备进水管管径与外网供水干管管径的关系应符合第 2.7.15 条。

4 当建筑物内的全部用水均经贮水池调节后用泵升压供给时，引入管的设计流量应为贮水调节池

的设计补水量（不宜大于最大时用水量，但不得小于平均时用水量）。

5 当建筑物内生活用水既有室外管网直供，又有二次加压供水，二次加压部分的供水是经贮水池调节的，则需分别计算；直供部分为所担负的卫生器具的设计秒流量，提升部分为调节池的补水量，二者之和为引入管的设计流量。当二次供水部分从外网直接抽水，应分设引入管，各自按要求计算。

6 综合建筑的引入管（向各种类型建筑供水）的设计流量可参照第 2.4.11 条第 2 款及上述要求计算确定。

7 引入管不宜小于 20mm。

8 当建筑物内设有消防设施时，引入管还应满足消防要求。

2.4.17 当建筑内设提升泵供水时应满足下列要求：

1 应采取分区供水方案，尽量充分利用外网压力。

2 提升泵的流量按下列要求确定：

1）建筑物不设高位水箱由提升泵直供时，应按其服务对象的设计秒流量确定，扬程应满足最不利点的供水要求；当采用水泵串联供水时，各区自成系统，各级提升泵应匹配，并联锁，并应先启动下一区泵才随即启动上一区泵。

2）建筑物内设高位水箱，全部（或部分）由高位水箱供至各用水点。可按不小于服务对象的最大小时用水量计（当水箱调节容积小于 50% 的最大小时用水量时，提升泵的流量宜放大）。

3）当提升泵既向用水点直接供水，又向水箱供水（再由水箱供至其余的用水点）时，应分别计算流量，取大值为泵的流量。但系统中的高位水箱的调节容积不宜小于服务对象最大小时用水量的 50%，而且启泵水位应设在水箱水深的一半处。泵的扬程应满足两者的供水要求。

4）当采用水箱串联供水时，各区按本区所负担供水对象的最大小时用水量确定本区的提升泵流量，下区还应设与上区提升泵相匹配的转输泵（流量相同，扬程按各区要求确定）。提升泵与下面的转输泵应自成控制系统。

3 提升泵的扬程一般按下列要求确定（按从贮水调节池或吸水井抽水计；直接从外网中抽吸的工况见叠压供水设备的相关规定，详见第 2.7 节）：

1）向配水点直供

$$H_B \geqslant 0.01H_{B1} + 0.001H_{B2} + H_3 \qquad (2.4.17-1)$$

式中 H_B ——泵的扬程，（MPa）；

H_{B1}——最不利配水点与吸水井或贮水池的最低水位的高程差（m）；

H_{B2}——最不利配水点与泵的吸水口之间管路的沿程、局部阻力损失之和（kPa）。

H_3 ——见第 2.4.15 条。

2）向高位水箱供水

$$H_B \geqslant 0.01H'_{B1} + 0.001H'_{B2} + \frac{V^2}{2g} \qquad (2.4.17-2)$$

式中 H'_{B1}——高位水箱的最高水位与吸水井或贮水池的最低水位的高程差（m）；

H'_{B2}——高位水箱的进水口与泵的吸水口之间管路的沿程、局部阻力损失之和（kPa）；

g ——见式（2.4.13-3）；

V——高位水箱进水管入口处的流速（m/s）。

4 高位水箱的高度按下式计算：

$$Z_x \geqslant Z_b + 0.1H_x + 100H_3 \qquad (2.4.17-3)$$

式中 Z_x ——水箱最低水位的标高（m）；

Z_b ——最不利配水点的标高（m）；

H_x ——由水箱出口至最不利配水点的管道沿程、局部阻力损失之和（kPa）；

H_3 ——见第 2.4.15 条。

$$H_T = Z_x - Z_0 \qquad (2.4.17-4)$$

式中 H_T——高位水箱的设置高度（以水箱的最低水位计）（m）；

Z_0——高位水箱所在处的地面标高（m）；

当因水箱高度受建筑高度限制，不能满足最高用水点的使用要求时，可在供水管道设置管道泵等措施升压，但该方案对用户带来不便，尤其是高层住宅，故应慎用。

2.4.18 从城镇供水管网引至小区的引入管的设计流量应根据下列工况分别确定：

1 小区不设提升设施

由小区管网直接供至各建筑物时，居住小区的引入管可参照第 2.4.20 条计算；公共建筑区的引入管可参照第 2.4.21 条计算。

2 小区设置提升泵、水塔、贮水调节池等设施。

1）当小区设置提升泵，但不设贮水调节池，由提升泵从外网或吸水井抽水直供至各用水点，其引入管流量不小于提升泵的设计流量［见第 2.4.19 条第 2 款第 1 项～第 3 项］。从外网直接抽水的设备进水管管径与外网供水干管管径的关系还应符合第 2.7.15 条要求。

2）当设置水塔，不设提升泵，由外网供至水塔，再从水塔向用水点供时，或由夜间供水充满水塔由水塔供全天用水时，其小区引入管流量可参照第 2.4.16 条第 2 款计算。

3）当设置贮水调节池，全部从池内抽水升压供水时，其引入管的设计流量应为贮水调节池的设计补水量（不宜大于小区的最大时用水量，但不得小于小区的平均时用水量）。

4）当既有外网直供，又有二次加压供水，二次加压部分的供水是经贮水池调节的则需分别计算。直供部分按本条第 1 款计算；提升部分为调节池的补水量。二者之和为引入管的设计流量。若二次加压部分是从外网直接抽水的，应分设引入管，各自按要求计算。

3 未预见水量和管网漏水量，可按式（2.4.4－2）算得的值计入。

4 不少于两条引入管的环状布置小区室外给水管网，当其中一条发生故障时，其余的引入管应通过不小于 70% 的流量。

5 小区室外给水管网为枝状时，引入管的管径不应小于室外给水干管的管径。

6 当管网负有消防职能时，引入管还应满足消防的要求。

2.4.19 当小区设置提升泵供水时应满足下列要求：

1 应尽量利用城镇管网的压力供水。在条件许可时，应采用压力分区供水方案。

2 提升泵的流量按下列要求确定。

1）小区内不设水塔，由提升泵向服务对象直供时，不应小于服务对象的生活给水设计流量。可参照第 2.4.20 条或第 2.4.21 条要求确定。

2）小区内设水塔，全部（或部分）由水塔供水时，可按不小于服务对象的最大小时用水量计。

3）当提升泵既直接向用水点供水，又向水塔供水（再由水塔供至其他用水点）时，应分别计算，取其大值为泵的流量。这时水塔要求启泵的水位宜适当提高。泵的扬程应满足两者的供水要求。

3 泵的扬程可参照第 2.4.17 条第 3 款要求计算。

4 水塔高度可参照第 2.4.17 条第 4 款要求计算。当条件所限或最不利点的用水量不大，而压力要求过高时，可经技术经济比较，求得最佳方案，以确定水塔高度。

5 水塔或提升泵直接向用水点供水的宜有不少于两条的管道与小区环网相接。

6 负有消防职能时，还应满足消防要求。

2.4.20 居住小区的供水管网按下列要求计算确定：

1 各建筑物的引入管或各供水支管与小区管网的接管处及干管的汇集点为计算节点，节点之间的管段为计算管段。

2 居住小区的室外给水管道的设计流量根据管段服务人数，用水量定额及卫生器具设置标准等因素确定，应符合下列规定：

1）服务人数小于等于表2.4.20中数值的给水管道，第一类供水对象（见第2.4.7条）的住宅应按第2.4.8条、第2.4.16条计算管段流量，其余的应按第2.4.9条、第2.4.10条、第2.4.16条计算节点流量。

注：从环状管网中接出的枝状支管可参照上述要求实施。

2）服务人数大于表2.4.20中数值的给水干管。第一类供水对象应各自按相关公式计算最大小时平均秒流量为节点流量。

3）第二类供水对象均以平均用水小时平均秒流量计算节点流量。

4）若小区有不属于小区配套的公建应另计。

3 当小区采用多种供水方式（部分直供，部分由小区提升供水）则各种管网应分别计算（按实际服务人数确定采用的计算公式）。

4 当小区只考虑城镇管网与小区管网连接的引入管计入未预见水量时，该流量按管网起始端点出流计；当小区管网需要考虑未预见水量时，若无法确定出流点可按管网末端出流计。并叠加计入管段流量。

5 根据算得的管段设计流量，确定管径。管网的干管管径不得小于由干管接出的支管或建筑物引入管管径。环状管网的管道管径宜相同。

6 当该地区供水要求高时，还应对最不利管段发生故障的工况进行校核。

7 当管网负有消防职能时应按消防工况校核，符合消防规范的要求。居住小区的室外生活、消防合用给水管道应按《建筑给水排水设计规范》GB 50015的第3.6.1条规定计算设计流量（淋浴用水量可按15%计，绿化、道路及广场浇洒用水可不计算在内）。再叠加区内一次火灾的最大消防流量（有消防贮水和专用消防管道供水的部分应扣除）对管道进行水力计算校核。此时管道内的流速不得大于消防允许的最大流速，任何一个室外消火栓从在地面算起的水压不得低于0.10MPa。管网的引入管要满足消防要求。否则应调整管网。设有室外消火栓的室外给水管道，管径不得小于100mm。

本措施的“居住小区”为居住人数1.5万人以下，故同一时间的火灾次数按1次考虑。若设计对象的居住人数超过1.5万人时，应按消防规范要求确定同一时间的火灾次数。有关消防的具体要求详见第7章。

表2.4.20 居住小区室外给水管道设计流量计算人数

每户 N_g / qk_h	3	4	5	6	7	8	9	10
350	10200	9600	8900	8200	7600			
400	9100	8700	8100	7600	7100	6650		
450	8200	7900	7500	7100	6650	6250	5900	
500	7400	7200	6900	6600	6250	5900	5600	5350
550	6700	6700	6400	6200	5900	5600	5350	5100
600	6100	6100	6000	5800	5550	5300	5050	4850
650	5600	5700	5600	5400	5250	5000	4800	4650
700	5200	5300	5200	5100	4950	4800	4600	4450

注：1 当小区内含多种住宅类别及户内 N_g 不同时，可采用加权平均值计算；

2 表内数据可用内插法。

2.4.21 公共建筑区的给水管道应按第2.4.9条计算管段流量和按第2.4.10条计算管段节点流量。但当建筑物内设贮水调节池，用提升泵供水时，则该部分按贮水调节池的补水量计。其余要求参见居住小区。

2.5 管材、附件及仪表

2.5.1 给水系统采用的管材、配件、设备、仪表等应符合现行产品标准的要求。生活饮用给水系统所涉及的材料必须符合《生活饮用水输水配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的要求。管道及管件的工作压力不得大于产品标准公称压力或标称的允许工作压力。当生活给水与消防共用管道时，管材、配件等还须满足消防的要求。在符合使用要求的前提下，应选用节能、节水型产品。卫生器具和配件应符合《节水型生活用水器具》CJ 164 的要求。

2.5.2 给水管道的管材应根据管内水质、水温、压力及敷设场所的条件及敷设方式等因素综合考虑确定：

1 埋地管道的管材，应具有耐腐性和能承受相应的地面荷载的能力。当 DN > 75mm 时可采用球墨铸铁管、给水塑料管和复合管；当 DN ≤ 75mm 时，可采用给水塑料管、复合管或经可靠防腐处理的钢管。小区室外埋地敷设的塑料管应采用硬聚氯乙烯（PVC - U）给水管［可参照《室外埋地硬聚氯乙烯给水管道工程技术规程》CECS 17：2000 实施］和聚乙烯（PE）给水管［应符合《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ 101 的有关规定］。当采用给水钢塑复合压力管时可参照《给水钢塑复合压力管管道工程技术规程》CECS 237：2008 实施。

室外明敷管道一般不宜采用铝塑复合管、给水塑料管。

室内给水管应选用耐腐蚀和安装连接方便可靠的管材。明敷或嵌墙敷设一般可采用塑料给水管、复合管、建筑给水薄壁不锈钢管、建筑给水铜管、经可靠防腐处理的钢管。敷设在地面找平层内宜采用建筑给水硬聚氯乙烯管、建筑给水聚丙烯管、建筑给水聚乙烯管、建筑给水氯化聚氯乙烯管，铝塑复合管、建筑给水超薄壁不锈钢塑料复合管，管道直径不得大于 DN20 ~ DN25。高层建筑给水立管不宜采用塑料管。给水泵房内及输水干管宜采用法兰连接的建筑给水钢塑复合管和给水钢塑复合压力管。

水池（箱、塔）内浸水部分管道宜采用耐腐蚀金属管材或内外涂塑焊接钢管及管件（包括法兰、水泵吸水管、溢水管、吸水喇叭、溢水漏斗等）。进、出管及泄水管宜采用管内、外壁及管口端涂塑钢管段或球墨铸铁管（一般用于水塔）或塑料管（一般用水池、水箱）。当采用塑料进水管时，其安装杠杆式进水浮球阀端部的管段应采用耐腐蚀金属管及管件，浮球阀等进水设备的重量不得作用在管道上。一般进出水管为塑料管时宜将从水池（箱）至第一个阀门的管段改为耐腐蚀的金属管。

2 采用塑料管材时，其供水系统压力一般不应大于 0.6MPa（PVC - C、PP - R、PP - B 管可不大于 1.0MPa）水温不应超过该管材的有关规定。

PVC - U 管：当公称外径 dn ≤ 40mm 时，宜选用公称压力 1.6MPa 的管材；当 dn ≥ 50mm 时，宜选用 1.0MPa 的管材。

PVC - C 管：多层建筑可采用 S6.3 系列，高层建筑（除主干管、泵房内管）可采用 S5 系列；当室外管道工作压力不大于 1.0MPa 时，可采用 S6.3 系列，当大于 1.0MPa 时应采用 S5 系列。

建筑给水聚丙烯管道：当设计压力 PD ≤ 0.6MPa 时，PP - R 管、PP - B 管均采用 S5 系列；当 0.6 MPa < PD < 0.8MPa 时，PP - R 管选用 S5 系列，PP - B 管选用 S4 系列；当 0.8 MPa < PD ≤ 1.0MPa 时，PP - R 管选用 S4 系列，PP - B 管选用 S3.2 系列。

管材允许的最大工作压力应根据不同工作温度而修正。部分塑料给水管 S 和 SDR 系列不同工作温度下，按 50 年使用寿命，其最大工作压力可参见表 2.5.2。

当采用其他管材时，按下列要求选用：

建筑给水超薄壁不锈钢塑料复合管的公称压力为 1.6MPa。

建筑给水钢塑复合管：当管道系统工作压力不大于 1.0MPa 时，宜采用涂（衬）塑焊接钢管，可锻铸铁衬塑管件；当大于 1.0MPa 但不大于 1.6MPa 时宜选用涂（衬）塑无缝钢管，无缝钢管件［涂（衬）塑］或球墨铸铁涂（衬）塑管件；当大于 1.6MPa 但小于 2.5MPa 时，应采用涂（衬）塑的无缝

钢管和无缝钢管件［涂（衬）塑］或铸钢涂（衬）塑管件。

表 2.5.2　全塑料给水管材 S 或 SDR 系列的最大工作压力（MPa）

工作温度及管种 \ 管系列		S10	S8	S6.3	S5	S4	S3.2	S2.5	S2
		SDR21	SDR17	SDR13.6	SDR11	SDR9	SDR7.4	—	—
20℃	PVC－U								
	PP－R	—	—	—	1.30	1.62	2.03	2.60	3.24
	PP－B	—	—	—	1.16	1.45	1.82	2.33	2.91
	PE80	—	—	1.00	1.25	1.60	—	—	—
	PE100	—	1.00	1.25	1.60	—	—	—	—
	PE－X	—	—	1.20	1.51	1.91	2.4	—	—
	PE－RT	—	—	1.17	1.47	1.84	2.3	—	—
30℃	PVC－U								
	PVC－C	0.87	1.08	1.40	1.74	—	—	—	—
	PE80	—	—	0.87	1.08	1.39	—	—	—
	PE100		—	1.08	1.39	—	—	—	—
	PE－X		—	1.07	1.34	1.69	2.13	—	—
	PE－RT		—	1.02	1.29	1.61	2.01	—	—
	PP－B		—	—	(1.25)	(1.60)	(2.00)	—	—
	PP－R		—	(1.00)	(1.25)	(1.60)	(2.00)	—	—
40℃	PVC－U								
	PP－R	—	—	—	0.92	1.16	1.44	1.85	2.31
	PP－B	—	—	—	0.80	1.00	1.25	1.59	1.99
	PE80	—	—	0.74	0.92	1.18	—	—	—
	PE100	—	—	0.92	1.18	(1.48)	—	—	—
	PE－X	—	—	0.95	1.19	1.36	1.89	—	—
	PE－RT	—	—	0.89	1.12	1.40	1.75	—	—

注：1　PVC－U 管输送水温在 25℃～45℃之间时，管材的最大允许工作压力按下式计算确定：

$$P_{PMS} = f_t \cdot P_N$$

式中　P_{PMS}——管材的最大允许工作压力（MPa）；

P_N ——管材的公称压力（管材在 20℃条件下输送 20℃水的最大工压力）（MPa）；

f_t ——不同水温的压力下降系数：水温 $T \leqslant 25℃$，$f_t = 1.0$；$25℃ < T \leqslant 35℃$，$f_t = 0.8$；$35℃ < T \leqslant 45℃$，$f_t = 0.63$。

2　表中括号内数据供参考。

3　实际选用时应根据使用条件和管道质量等因素，留有安全余量。

给水钢塑复合压力管：普通系列管道承受最大设计压力标准值为 1.25MPa；加强系列管道承受最大设计压力标准值 Dm≤50mm 时为 2.5MPa；63mm≤Dm≤400mm 时为 2.0MPa。

建筑给水铝塑复合管用于系统工作压力不大于 0.6MPa 的场所。

建筑给水铜管：有适用工作压力为 1.0MPa、1.6MPa、2.5MPa 的三种，宜采用硬态铜管（当管径不大于 DN25 时，可采用半硬态铜管）。不宜直接连接钢管等其他金属管材、管件。

建筑给水薄壁不锈钢管：公称压力 PN = 1.6MPa。埋地敷设宜采用 $OCr17Ni12M_02$（管材牌号 S31608），与其他材料的管材、管件、附件相连接时，应采取防止电化学腐蚀的措施。

3 管道的配件应采用与管材相应的材料，其工作压力与管道相匹配。管道的管件须与管道配套一起供应。塑料管与配水器具连接应采用镶嵌金属材料的注塑件或经增强处理的塑料管件，不得采用纯塑料内螺纹管件。铜管与钢制设备的连接应采用铜合金配件。严禁在薄壁不锈钢管上套丝，对允许偏差不同的管材、管件，不得互换使用。

4 各种管道的使用条件、连接方法、注意事项等详见相关的规范、标准、技术规程，并按相关规定实施。

注：热镀锌钢管的使用要符合当地有关部门的规定。

2.5.3 给水管道上使用的各类阀门的材质，应耐腐蚀和耐压。根据管径大小和所承受压力的等级及使用温度等要求确定，一般可采用全铜、全不锈钢、铁壳铜芯和全塑阀门等。不应使用镀铜的铁杆、铁芯阀门。

2.5.4 按使用要求选择不同类型的阀门（水嘴），一般按下列原则选择：

1 管径不大于 50mm 时，宜采用截止阀，管径大于 50mm 时宜采用闸阀、蝶阀；

2 需调节流量、水压时宜采用调节阀、截止阀；

3 要求水流阻力小的部位（如水泵吸水管上），宜采用闸板阀、球阀、半球阀；

4 水流需双向流动的管段上应采用闸阀，不得使用截止阀；

5 安装空间小的部位宜采用蝶阀、球阀；

6 在经常启闭的管段上，宜采用截止阀；

7 口径较大的水泵出水管上宜采用多功能阀。

8 公共场所卫生间的洗手盆宜采用感应式水嘴或自闭式水嘴等限流节水装置；

9 蹲式大便器、小便器须采用空气隔断冲洗阀（采用水箱除外），宜采用感应式控制或脚踏式。

2.5.5 给水管道上的下列部位应设置阀门：

1 小区给水管道从城镇给水管道的引入管段上。

2 小区室外环状管网的节点处，应按分隔要求设置。环状管段过长时，宜设置分段阀门。

3 从小区给水干管上接出的支管起端或接户管起端。

4 入户管、水表前和各分支立管（立管底部或垂直环形管网立管的上、下端部）。

5 环状管网的分干管、贯通枝状管网的连接管。

6 室内给水管道向住户、公用卫生间等接出的配水管起端。

7 水泵的出水管，自灌式水泵的吸水管。

8 水池（塔、箱）的进、出水管、泄水管。

9 设备（如加热器、冷却塔等）的各种配管按工艺要求配置阀门。

10 公共卫生间的多个卫生器具（如大、小便器、洗脸盆、淋浴器等）的配水管起端。

11 某些附件，如自动排气阀、泄压阀、水锤消除器、压力表、洒水栓等前、减压阀与倒流防止器的前后等，根据安装及使用要求设置。

12 给水管网的最低处宜设置泄水阀。

2.5.6 给水管道上的阀门设置应满足使用要求，并应设置在易操作和方便检修的场所。暗设管道的阀门处应留检修门，并保证检修方便和安全；墙槽内支管上的阀门一般不宜设在墙内。泵房的阀门设置要求见第 2.7.22 条。室外给水管道上的阀门，宜设在阀门井内或设置阀门套筒，阀门井详见 S502。

2.5.7 自动水位控制阀一般设置在给水系统的调节水池（箱）的进水管上，其要求见第 2.8.10 条。

2.5.8 止回阀的阀型选择应按其安装部位、阀前水压、关闭后的密闭性能要求和关闭时引发的水锤大小等因素来确定，应符合下列要求：

1 阀前水压小时，宜选用旋启式、球式和梭式止回阀。

2 关闭后的密闭性能要求严密的部位，宜选用有关闭弹簧的止回阀。

3 要求削弱关闭水锤的部位，宜选用速闭消声止回阀（一般用于小口径水泵）或有阻尼装置的缓闭止回阀（用于大口径水泵）。

2.5.9 给水管道的下列部位应设置止回阀：

1 直接从城镇给水管网接入小区或建筑物的引入管；

2 密闭的水加热器或用水设备的进水管。

3 水泵的出水管。当直接从管网上吸水时，若设有旁通管，该管上应装。

4 进、出水合用一条管道的水箱、水塔、高地水池的出水管段上（该止回阀应作隔振处理，且不宜选用振动大的旋启式或升降式止回阀）。

5 管网有倒流可能时，水表后面与阀门之间的管道上。

6 双管淋浴器的冷热水干管或支管上。

注：装有倒流防止器的管段，不需要再装止回阀。而止回阀不具备倒流防止器功能，不是防止倒流污染的有效装置。

2.5.10 给水管上的止回阀设置应符合下列要求：

1 管网最小压力或水箱最低水位时，应能自动开启。

2 止回阀的阀瓣或阀芯在重力或弹簧力作用下应能自行关闭。

3 卧式升降式止回阀和阻尼缓闭止回阀及多功能阀只能安装在水平管上，立式升降式止回阀不能安装在水平管上。

4 水流方向自上而下的立管上，不能安装止回阀。

5 止回阀的安装见01SS105。

2.5.11 给水管网的压力高于配水点允许的最高使用压力时，应设置减压阀；减压阀的配置应符合下列要求：

1 用于给水分区的减压阀应采用既减动压又减静压的减压阀。

2 阀后压力允许波动时，宜采用比例式减压阀；阀后压力要求稳定时，宜采用可调式减压阀；生活给水系统宜采用可调式减压阀。

3 减压阀前的水压宜保持稳定，阀前的管道不宜兼作配水管（即该管道上不宜再接出支管供配水点用水）。

4 选用减压阀时必须选取在汽蚀区以外，避免减压阀出现汽蚀现象。比例式减压阀的减压比不宜大于3:1，可调式减压阀的阀前与阀后的最大压差不应大于0.4MPa，要求环境安静的场所不应大于0.3MPa；阀前最低压力应大于阀后动压力0.2MPa。可调式减压阀，当公称直径小于等于50mm时，宜采用直接式；公称直径大于50mm时宜采用先导式。

5 减压阀应根据阀前压力及阀后所需压力和管道所需输送的流量按照制造厂家提供的特性曲线选定阀门直径。比例式减压阀，应按设计秒流量在减压阀流量—压力特性曲线的有效段内选用。减压阀的公称直径宜与管道管径相同。减压阀出口端连接的管道其管径不应缩小，且管道直线长度应不小于5倍公称直径。在设计图纸上应标明减压阀的规格、型号和减压比（或阀前、后的压力）。

6 用于给水分区的减压阀组或供水保证率要求高，停水会引起重大经济损失的给水管道上设置减压阀时宜由二个减压阀并联安装组成，二个减压阀交替使用，互为备用，但不得设置旁通管。为在减压阀失效后能及时切换备用阀组和检修，阀组宜设置报警装置。

当阀后用水点对压力要求严格或者阀后管路流量波动很大，需大小并联以减少噪音时也可采用并联方式。异径并联只适用于可调式减压阀，副减压阀直径一般宜比主减压阀小两级或两级以上，副减压阀

后压力宜比主减压阀的阀后压力高 0.02 ~ 0.035MPa。

7 减压阀后配水件处的最大压力应按减压阀失效的工况进行校核，其压力不应大于配水件的产品标准规定的水压试验压力，否则应调整减压分区或采用减压阀串联使用（当减压阀串联使用时，按其中一个失效情况下，计算阀后最高压力；配水件的试验压力，一般按其工作压力 1.5 倍计）。

8 当单组减压阀不能达到减压要求或会造成减压阀出现汽蚀现象时，应采用串联方式。两个减压阀串联时，中间应设长度为 3 倍公称直径的短管；当不同类型的减压阀串联时，比例式减压阀在前，可调式减压阀在后。比例式减压阀串联一般不宜多于二级。

2.5.12 减压阀的安装应符合下列规定：

1 减压阀组应设置在不结冻场所，否则应采取保温措施。

2 减压阀应设置在单向流动的管道上，安装时注意并表明减压阀水流方向，不得装反。

3 减压阀前应设阀门和过滤器（过滤器宜采用 20 ~ 60 目格网。网孔口水流总面积应为管道断面积 1.5 ~ 2 倍）。检修时，阀后水会倒流的，其阀后应设阀门。

4 减压阀前后应装压力表；用于给水分区的减压阀后压力表可为电接点压力表，并配报警装置。

5 可调式减压阀宜水平安装。比例式减压阀宜垂直安装，水平安装时其阀体上的呼吸孔朝下或朝向侧面，不允许朝上，垂直安装时孔口应置于易观察、检查之方向。

6 设置减压阀的部位，应便于管道过滤器的排污和减压阀的检修，地面宜有排水设施。

7 减压阀的管段不应有气堵、气阻等现象，减压阀出口端管道以上升坡度敷设时，在其最高点应设置自动排气阀。设有减压阀的给水系统的立管顶端应设置自动排气阀。

8 需拆卸阀体才能检修的减压阀阀后应设管道伸缩器，一般可用可曲挠橡胶接头。

9 减压阀的安装参见 01SS105。

2.5.13 因减压阀样本中所示的压力一般均为静压；当阀门启动后，其阀后动压应按式（2.5.13 - 1）计算：

$$P'_{j2} = P_{j2} - \Delta P_j \tag{2.5.13-1}$$

式中 P'_{j2}——阀后出口的动压力（MPa）；

P_{j2}——阀后出口的静压力（MPa）；

ΔP_j——水流通过减压阀的水头损失（MPa），厂家提供。

比例式减压阀可按式（2.5.13 - 2）计算：

$$P'_{j2} = \beta P_{j2} = (\beta/\alpha)\ P_{j1} \tag{2.5.13-2}$$

式中 P_{j1}——阀前进口压力（MPa）；

β——阀体动压损失系数，由厂家提供；

α——减压比。

采当用二级串联时，第二级减压阀前的进口压力，应按式（2.5.13 - 3）计算：

$$P_{j3} = P'_{j2} + 0.01H_{j1} - 0.001H_{j2} \tag{2.5.13-3}$$

式中 P_{j3}——第二级减压阀前的进口压力（MPa）；

H_{j1}——两个减压阀的高差（m）；

H_{j2}——两个减压阀间管段的水头损失（kPa）。

第二级阀后的动压力再按式（2.5.13 - 1）或式（2.5.13 - 2）计算。

2.5.14 给水加压系统，应根据水泵扬程、管道走向、环境噪音要求等因素，设置水锤消除装置。

2.5.15 安全阀用于有压容器的保护，阀前不得设置阀门，泄压口应连接管道，将泄压水（汽）引至安全地点排放。

2.5.16 当采用额定转速水泵直接供水（尤其是串联供水时）若给水管网存在短时超压工况且短时超压会引起不安全时，应设置泄压阀，泄压阀的设置应符合下列要求：

1 泄压阀用于管网泄压，阀前应设置阀门。

2 泄压阀的泄水口，应连接管道，泄压水宜排入非生活用水池（可排入集水井或排水沟），当直接排放时，应有消能措施。

2.5.17 倒流防止器是一种采用止回部件组成的可防止给水管道水流倒流的装置。它是严格限定管道中压力水只能单向流动的水力控制组合装置。现有的产品行业标准 CJ/T 160－2002（该产品现又被称为减压型倒流防止器）。

注：该标准经修订后将上升为国标，国标颁布后，选用的产品应符合国家标准。而 CJ/T160－2002 改成 CJ/T160－XXXX 后将成为另一种产品的标准，请设计人员务必注意两者区别。

倒流防止器的安装应符合下列要求：

1 安装地点环境清洁，不应装在有腐蚀性和污染的环境处，安装处应设排水设施。

2 必须水平安装，排水口不得直接接至排水管道。应采用间接排水（一般自动泄水阀的排水应通过漏水斗排到地面排水沟，并不得与排水沟直接联接）。

3 应安装在便于维护的地方（有足够的维护空间），不得安装在可能结冻或被水淹没的场所，一般宜高出地面 300mm。

4 倒流防止器前应设检修阀门，过滤器及可曲挠橡胶接头，其后也应设检修阀门。详见 05S108。

2.5.18 真空破坏器：一种可导入大气压消除给水管道内水流因虹吸而倒流的装置。其安装应符合下列要求：

1 不应装在有腐蚀性和污染的环境处；

2 应直接安装于配水支管的最高点，其位置高出最高回水点或最高溢流水位的垂直高度：压力型不得小于 300mm，大气型不得小于 150mm；

3 大气型真空破坏器的进气口应向下。

2.5.19 给水管网的下列部位应设置管道过滤器，并符合下列要求：

1 减压阀、泄压阀、自动水位控制阀、温度调节阀等阀件前应设置。

2 水加热器的进水管上、换热装置的循环冷却水进水管上宜设置。

3 水泵吸水管上宜设置过滤器，进水总表前应设置过滤器。

4 过滤器的滤网应采用耐腐蚀材料，滤网网孔尺寸应按使用要求确定。

5 除确实需要外，给水管道系统一般不应串联重复使用管道过滤器。

2.5.20 给水管道的下列部位应设置排气装置：

1 间歇式使用的给水管网，其管网末端和最高点应设置自动排气阀。

2 给水管网有明显起伏，积聚空气的管段，宜在该段的峰点设自动排气阀或手动阀门排气。

3 气压给水装置，当采用自动补气式气压水罐时，其配水管网的最高点应设自动排气阀。

4 见第 2.5.12 条第 7 款。

5 排气阀的选择与安装参见 01SS105。

2.5.21 在住宅的厨房和住宅、公建的卫生间，给水管采用柔性的塑料管和复合管时可采用分水器供水。

1 分水器宜采用挤压铜材或由 304、316 不锈钢铸件加工制作，也可采用管材本体的注塑件。条形分水器通径不宜小于 32mm。配水口数量不宜少于 4 个，中心间距不宜小于 50mm。配水口应采用DN1/2 吋外螺纹，管螺纹应符合 GB/T 7306 的规定。分水器进水口宜配置铜质活络接头球阀，当配水口数量小于等于 4 个时，应配 DN15 阀门；大于等于 5 个时宜配 DN20 阀门，配水口可不设阀门。分水器端部应留有再串联分水器或接管的措施。（当配水口数量少时通径可为 25mm 或 20mm）。

2 分水器宜布置在卫生间内，可设置在洗脸台面板下方，吊顶或管道井端部等位置，冷热水的分水器宜相对集中，应有利于管路的敷设和检修。分水器不得被地面排水所淹没或污染。分水器宜配置分水器箱。

3 分水器配水管管径应根据管网供水压力，用水器具额定流量参照表 2.5.21 选用。

表 2.5.21 分水器配水管管径（dn）选用表（mm）

卫生器具及额定流量（L/s） / 管网压力（MPa）	洗涤盆	洗衣机	浴盆	淋浴器	洗脸盆	大便器	净身器
	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10
<0.1	20	20	20	20	20	16	16
≥0.1	16	16	16	16	16	16	16

2.5.22 水泵的出水管、减压阀的前后及压力容器应设压力表；压力表的选型及安装见 01SS105。

2.5.23 下列管段应装设水表：

1 小区的引入管。

2 居住建筑和公共建筑的引入管。

3 住宅和公寓的进户管。

4 综合建筑的不同功能分区（如商场、餐饮等）或不同用户的进入管。

5 浇洒道路和绿化用水的配水管上。

6 必须计量的用水设备（如锅炉、水加热器、冷却塔、游泳池、喷水池及中水系统等）的进水管或补水管上。

7 收费标准不同的应分设水表。

2.5.24 水表的选型，应符合下列要求：

1 接管公称直径不超过 50mm 时，应采用旋翼式水表，接管公称直径超过 50mm 时应采用螺翼式水表。

2 通过水表的流量变化幅度很大时应采用复式水表。

3 宜采用干式水表。

2.5.25 水表直径的确定应符合下列规定：

1 建筑物内水表一般可按下列要求确定：

1）用水量均匀的生活给水系统，如公共浴室、洗衣房、公共食堂等用水密集型的建筑可按设计秒流量不超过但接近水表的常用流量值确定水表公称直径。

2）用水量不均匀的生活给水系统，如住宅及旅馆等公建可按设计秒流量不超过但接近水表的过载流量来确定水表的公称直径。

2 小区引入管水表可按引入管的设计流量不超过但接近水表常用流量确定水表的公称直径。

3 在消防时，除生活用水量外尚需通过消防流量的水表，应以生活用水的设计流量叠加消防流量（一次火灾的最大消防流量）进行校核，校核流量不应大于水表的过载流量。

4 新建住宅的分户水表，其公称直径一般宜采用 20mm；当一户有多个卫生间时，应按计算的秒流量选择。

5 水表直径的确定还应符合当地有关部门的规定（由城镇管线接入建筑红线的引入管上的水表直径，有些地区由当地有关部门确定）。

2.5.26 水表安装应符合下列要求：

1 旋翼式水表和垂直螺翼式水表应水平安装；水平螺翼式和容积式水表可根据实际情况确定水平、倾斜或垂直安装；当垂直安装时水流方向必须自下而上。

2 水表前后直线管段的最小长度，应符合水表的产品样本的规定；一般可按下列要求确定：

1）螺翼式水表的前端应有 8～10 倍水表公称直径的直管段；

2）其他类型水表前后，宜有不小于 300mm 的直管段。

3 装设水表的地点应符合下列要求：

1）便于读数和检修；

2）不被曝晒、不致冻结、不被任何液体及杂质所淹没和不易受碰撞的地方：

3）室外的水表应设在水表井内，安装见 05S502；

4）住宅的分户水表宜设置在户外，并相对集中（设在户内的水表，宜采用远传水表或 IC 卡水表等智能化水表）。一般可用下列方式：

① 分层集中设在专用的水表间（箱）；

② 集中设在设备层，避难层或屋顶水箱间；

③ 非冰冻地区的多层住宅建筑，可集中设在底层建筑的外墙面，但应有保护措施；

④ 采用远传水表时，控制箱宜设在一层管理室；

⑤ 户内水表的安装见 01SS105。

4 对于生活、生产、消防合用的给水系统，如只有一条引入管时，应绕水表设旁通管，旁通管管径应与引入管管径相同，但需经当地有关部门批准。

5 引入管的水表前后和旁通管上均应设检修闸阀；水表与表后阀门之间应设泄水装置；但住宅中的分户水表，其表后允许不设阀门和泄水装置。

6 当水表可能发生反转、影响计量和损坏水表时，应在水表后设止回阀。

2.5.27 当无法采用水表但又必须对用水进行计量时，应采取其他流量测量仪表，各种有累计水量功能的流量计均可替代水表。

2.6 管道布置、敷设、防腐、保温

2.6.1 小区的给水管网宜布置成环状或与城镇给水管道连成环网，环状给水管网与城镇给水管的连接管不宜少于两条。小区支管和接户管可布置成枝状。小区干管宜沿用水量较大的地段布置，以最短距离向大用水户供水。当管网负有消防职能时，应符合消防规范的规定。

小区的室外给水管道应沿区内道路敷设，宜平行于建筑物敷设在人行道、慢车道或草地下，但不宜布置在底层住户的庭院内，以便于检修和减少对道路交通及住户的影响。架空管道不得影响运输、人行、交通及建筑物的自然采光。

室外管道施工应按《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242（适用于建筑及住宅小区及厂区）及《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的要求实施。

2.6.2 管道布置时应根据其用途、性能等合理安排、避免产生不良影响（如污水管应尽量远离生活用水管，减少生活用水被污染的可能性；金属管不宜靠近直流电力电缆，以免增加金属管的腐蚀）。

2.6.3 居住小区管道平面排列时，应按从建筑物向道路和由浅至深的顺序综合考虑，一般常用的管道顺序如下：

1 通讯电缆或电力电缆。

2 煤气管道。

3 污水管道。

4 给水管道。

5 热力管沟。

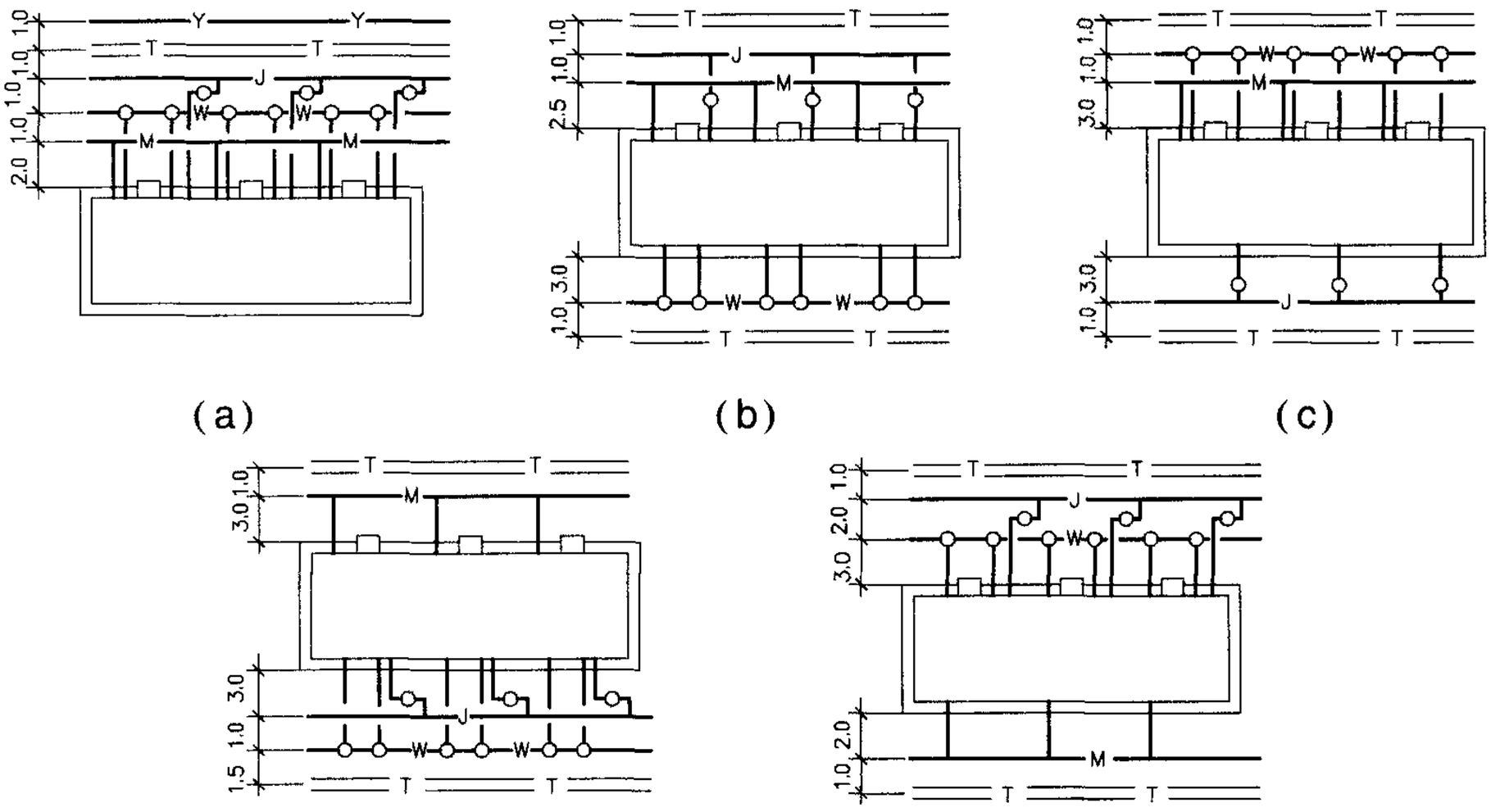
6 雨水管道。

图 2.6.3 可供设计者参考，其中图（a）为管道在建筑物的单侧排列；图（b）~图（e）为管道在建筑物两侧排列。

2.6.4 小区给水管道的外壁距建筑物外墙的净距不宜小于 1m，且不得影响建筑物的基础，一般可按下列要求实施：

给水管道与建筑物、构筑物等的最小水平净距一般可按表 2.6.4 确定。当管道埋深低于建（构）筑物的基础底而又与基础相近，应与结构工程师商议，确定间距或采取相应的措施（埋地 PVC－U 和

PE 管要求不得在受压的扩散角范围内，扩散角一般取 45°）。



(a)　(b)　(c)

(d)　(e)

图 2.6.3　居住小区管道排列

Y－雨水管；T－热力管沟；J－给水管；W－污水管；M－煤气管

表 2.6.4　给水管与建筑物、构筑物等的最小水平净距（m）

最小净距（m）　名称 / 给水管道直径 D（mm）	建筑物基础	地上杆柱		道路侧石边缘	铁路钢轨（或坡脚）	围墙
		通讯照明 <10kV	高压铁塔基础边			
D≤200	1.0	0.5	3.0	1.5	6.0	1.5
D>200	3.0					2.5

注：净距为管道外壁与建（构）筑物基础等外边缘之间的距离。

2.6.5　各种埋地管道的平面位置，不得上下重叠，并尽量减少和避免互相间的交叉。给水管严禁在雨、污水检查井及排水管渠内穿越。管道之间的平面净距应符合下列要求：

1　满足管道敷设、砌筑阀门井、检查井等所需的距离。

2　满足使用后维护管理及更换管道时，不损坏相邻的地下管道、建筑物和构筑物的基础。

3　管道损坏时，不会冲刷、浸蚀建筑物及构筑物基础或造成生活用水管道被污染，不会造成其他不良的后果。

2.6.6　各种管道的平面排列及标高设计相互发生冲突时，应按下列原则处理：

1　小管径管道让大管径管道。

2　可弯管道让不能弯的管道。

3　新设管道让已建管道。

4　压力管道让自流管道。

5　临时性管道让永久性管道。

2.6.7　居住小区的室外给水管与其他地下管线之间的最小净距应符合表 2.6.7 的规定。

2.6.8　室外给水管道与污水管道平行或交叉敷设时，一般可按下列规定设计：

1　平行敷设：

1）给水管在污水管的侧上面 0.5m 以内，当给水管管径小于等于 200mm 时，管外壁的水平净距不得小于 1.0m；大于 200mm 时，管外壁的水平净距不宜小于 1.5m。

2）给水管在污水管的侧下面0.5m以内时，管外壁的水平净距应根据土壤的渗水性确定，一般不得小于3.0m，在狭窄地方可减少至1.5m。

2 交叉敷设：

1）给水管应尽量敷设在污水管的上面且不允许有接口重叠。

2）给水管敷设在污水管下面时，给水管应加套管，其长度为交叉点每边不得小于3.0m。套管两端应采用防水材料封闭。

注：当采用硬聚氯乙烯给水管（PVC－U）输送生活饮用水时，不得敷设在排、污水管道下面。

表2.6.7 居住小区地下管线（构筑物）间最小净距（m）

种类 / 种类 / 净距	给水管		污水管		雨水管	
	水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直
给水管	0.5～1.0	0.1～0.15	0.8～1.5	0.1～0.15	0.8～1.5	0.1～0.15
污水管	0.8～1.5	0.1～0.15	0.8～1.5	0.1～0.15	0.8～1.5	0.1～0.15
雨水管	0.8～1.5	0.1～0.15	0.8～1.5	0.1～0.15	0.8～1.5	0.1～0.15
低压煤气管	0.5～1.0	0.1～0.15	1.0	0.1～0.15	1.0	0.1～0.15
直埋式热水管	1.0	0.1～0.15	1.0	0.1～0.15	1.0	0.1～0.15
热力管沟	0.5～1.0	—	1.0	—	1.0	—
电力电缆	1.0	直埋0.5 穿管0.25	1.0	直埋0.5 穿管0.25	1.0	直埋0.5 穿管0.25
通讯电缆	1.0	直埋0.5 穿管0.15	1.0	直埋0.5 穿管0.15	1.0	直埋0.5 穿管0.15
通讯及照明电缆	0.5	—	1.0	—	1.0	—
乔木中心	1.0	—	1.5	—	1.5	—

注：1 净距指管外壁距离，管道交叉设套管时指套管外壁距离，直埋式热力管道指保温管壳外壁距离。

2 电力电缆在道路的东侧（南北方向的路）或南侧（东西方向的路）；通讯电缆在道路的西侧或北侧。一般均在人行道下。

3 PE管与热力管道间的距离应在保证聚乙烯管道表面的温度不超过40℃的条件下计算确定，最小不得小于1.5m。PE管与乔木灌木的水平间距为1.5m，与雨污水管水平间距，管公称外径小于200mm时为0.5m～1.0m，管公称外径大于200mm时为1.0m～1.5m，与其他管道交叉时，净距不应小于0.15m。

4 PVC－U管与热力管、燃气管之间水平净距不宜小于1.5m。在其它管线上部跨越时，净距不得小于0.2m。

2.6.9 给水管道与铁路交叉时，其设计应按铁路行业技术规定执行，并取得铁路管理部门同意。

2.6.10 给水管道穿过河流时，尽量利用已有或新建桥梁进行架设。穿越河底的管道应尽量避开锚地。一般宜设两条管道，并按一条停止工作另一条仍能通过设计流量确定管径。管顶距河底埋深应根据水流冲刷条件、航运状况、疏浚的安全余量，并与航运部门协商确定。管内流速应大于不淤流速，并应有检修和防止冲刷破坏的保护措施，宜加设套管；管道的埋设深度还应在其相应防洪标准（根据管道等级确定）的洪水冲刷深度以下，且至少应大于1m。管道埋设在通航河道时，应符合航道管理部门的技术规定，并应在两岸设立标志。管道埋设深度应在航道底设计高程2m以下。

注：《防洪标准》GB 50201中规定了不同等级管道的不同防洪标准。

2.6.11 室外给水管道的覆土深度，应根据土壤冰冻深度、地面荷载、管材强度及管道交叉等因素确定，一般应满足下列要求：

1 管道不被振动或压坏。

2 管内水流不被冰冻或增高温度。

当在非冰冻地区埋设：若在机动车行道下，一般情况金属管道覆土厚度不小于 0.7m；非金属管道覆土厚度不小于 1.2m。若在非机动车道路下或道路边缘地下，覆土厚度，金属管不宜小于 0.3m，塑料管不宜小于 1.0m（在人行道下，PVC－U 管 dn 大于 63mm 时，不宜小于 0.75m；dn 小于等于 63mm 时，不宜小于 0.5m。PE 管不宜小于 0.6m）。非金属管道及给水钢塑复合压力管穿越高级路面、高速公路、铁路和主要市政管线设施，应采用钢筋混凝土管、钢管或球墨铸铁管等套管。套管内径：PE 管不得小于穿越管外径加 100mm，PVC－U 管不得小于穿越管外径加 300mm。且应与相关单位协调。套管结构设计应按有关主管部门的规定执行。建筑给水超薄壁不锈钢塑料复合管，管顶覆土不应小于 0.15m，在穿越道路时当管顶埋深小于等于 0.65m 时要加金属或钢筋混凝土套管。

当在冰冻地区埋设：在满足上述要求的前提下，管顶最小覆土深度不得小于土壤冰冻线以下 0.15m，一般管道底埋深可在冰冻线下距离为 D＋200mm。（管径大于 300mm 但小于等于 600mm 的金属管道，在条件不允许深埋，而该管内的水流不可能较长期的不流动时可按不小于 0.75D 考虑）。

2.6.12 小区给水管道一般宜直接敷设在未经扰动的原状土层上；若小区地基土质较差或地基为岩石地区，管道可采用砂垫层，其厚度金属管道不小于 100mm，塑料管不小于 150mm，并应铺平、夯实；若小区的地基土质松软，应做混凝土基础，如果有流砂或淤泥地区，则应采取相应的施工措施和基础土壤的加固措施后再做混凝土基础。

2.6.13 非整体连接（如承插式）管道在垂直和水平方向转弯处、分叉处、管道端部堵头处，以及管径截面变化处应设支墩。支墩的设置，应根据管径、转弯角度、管道设计内压力和接口摩擦力，以及管道埋设处的地基和周围土质的物理力学指标等因素按《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 规定计算确定。柔性接口给水管道支墩见 S505。

2.6.14 室外露天敷设的管道应有调节管道伸缩和防止接口脱开、被撞坏等设施，并避免受阳光直接照射。塑料管、铝塑复合管等一般不宜在室外明敷，因特殊情况在室外明敷时，应布置在不受阳光直接照射处或有遮光措施（在最冷月平均最低温度 5℃以上的非冰冻地区，建筑给水超薄壁不锈钢塑料复合管可在室外明敷）。在结冻地区，应采取防冻保温措施，保温层外壳应密封防渗。在非结冻地区亦宜做保温层以防止管道受阳光照射后水温升高导致细菌繁殖。

2.6.15 敷设在管沟内的给水管道与各种管道之间的净距，应满足安装、操作的需要且不宜小于 0.3m。给水管道应在热水、热力管道的下方以及冷冻管、排水管的上方，且平面位置应错开；与其他管道交叉时，应采取保护措施（管沟内的冷冻管和热水管、蒸汽管等热力管必须保温）。生活给水管不宜与输送易燃、可燃或有害的液体或气体的管道同管廊（沟）敷设。塑料管与其他金属管道同沟敷设时，应靠沟边敷设（建筑给水超薄壁不锈钢塑料复合管宜沟边布置，与其他管道的净距不应小于 120mm）。管沟内的钢管的安装尺寸可参考附录 B－3。管沟应有检修人孔，做防水并有坡度和排水措施。

2.6.16 建筑物内给水管网的布置，应根据建筑物性质、使用要求和用水设备等因素确定，一般应符合下列要求：

1 充分利用外网压力；在保证供水安全的前提下，以最短的距离输水；引入管和给水干管宜靠近用水量最大或不允许间断供水的用水点；力求水力条件最佳。

2 不影响建筑的使用和美观；管道宜沿墙、梁、柱布置，但不能有碍于生活、工作、通行；一般可设置在管井、吊顶内或墙角边。

3 管道宜布置在用水设备、器具较集中处，方便维护管理及检修。

4 室内给水管网宜采用枝状布置，单向供水。不允许间断供水的建筑和设备，应采用环状管网或贯通枝状双向供水（若不可能时，应采取设置高位水箱或增加第二水源等保证安全供水的措施）。

2.6.17 生活给水引入管与污水排出管的管外壁的水平净距不宜小于 1.0m；引入管应有不小于 0.003 的坡度坡向室外给水管网或阀门井、水表井；引入管的拐弯处应设支墩；当穿越承重墙或基础时，应预

留套管或预留洞口，洞口高度（或套管内顶）应保证管顶上部净空高度不得小于建筑物的沉降量，一般不小于0.1m，并充填不透水的弹性材料（建筑给水薄壁不锈钢管的引入管不宜穿越建筑物基础）；穿越地下室外墙处应预埋柔性或刚性防水套管，套管与管壁之间应做可靠的防渗填堵（参见02S404）。当建筑物沉陷量较大或抗震要求较高而又采用刚性防水套管时，在外墙两侧的管道上应设柔性接头。当引入管为塑料管时，可在室外采取折角转弯敷设，折边长由进户管管径和建筑物沉降量确定，但不宜小于700mm。当室外为金属管时，两管的连接点应在室内。建筑给水铜管的进户管敷设宜采用折弯进户方式。

2.6.18 不允许间断供水的建筑，其引入管应符合下列要求：

1 引入管不少于2条，所在处附近无障碍物，便于抢修。

2 应从室外环网的不同侧引入。若必须同侧引入时，两条引入管的间距不得小于15m，并在两条引入管之间的室外给水管上装阀。

2.6.19 给水管道不得布置在建筑物的下列房间或部位：

1 不得穿越变、配电间、电梯机房、通讯机房、大中型计算机房、计算机网络中心、有屏蔽要求的X光、CT室、档案室、书库、音像库房等遇水会损坏设备和引发事故的房间；一般不宜穿越卧室、书房及贮藏间。应避免在生产设备、配电柜上方通过。

2 不得布置在遇水能引起爆炸、燃烧或损坏的原料、产品和设备上面，并避免在生产设备的上方通过。

3 不得敷设在烟道、风道、电梯井、排水沟内；不得穿过大、小便槽（给水立管距大、小便槽端部不得小于0.5m）。

4 不宜穿越橱窗、壁柜，如不可避免时，应采取隔离和防护措施。

5 不宜穿越伸缩缝、沉降缝、变形缝。当必须穿越时，应设置补偿管道伸缩和剪切变形的装置，如采用橡胶软管或金属波纹管连接伸缩缝等两边的管道或采用方形补偿器等。

2.6.20 室内给水管道可明敷、暗敷，一般应根据建筑中室内工艺设备的要求及管道材质的不同来确定。塑料管、复合管的安装参见02S405；铜管与薄壁不锈钢管的安装参见09S407－1，04S407－2。

2.6.21 室内明敷给水管道与墙、梁、柱的间距应满足施工、维护、检修的要求，一般可参照下列规定：

1 横干管：与墙、地沟壁的净距大于等于100mm；与梁、柱净距大于等于50mm（此处无接头）。

2 立管：管中心距柱表面大于等于50mm；管外壁与墙面的净距：当DN小于32mm时为大于等于25mm，DN＝32～50mm为大于等于35mm，DN＝75～100mm为大于等于50mm，当DN＝125～150mm为大于等于60mm。

3 当管道是法兰连接时，应满足拧紧法兰螺栓的要求。

4 管道平行安装：冷、热水管上、下平行敷设时，冷水管应在热水管下方。卫生器具的冷水连接管应在热水连接管右侧。钢管的间距可参考附录B－4的表－1（当阀门并列安装时可参考附录B－4的表2）。

5 不同材质的管材还应满足不同的要求：

1） 明设的塑料管道应布置在不易受撞击处（若不能避免，应在管外加保护措施），与其他管道之间净距不宜小于0.3m，并严禁布置在燃气热水器及灶台的上方。

2） 明设的塑料管、铝塑复合管、建筑给水超薄壁不锈钢塑料复合管、给水钢塑复合压力管等应远离热源（PVC－C管不得沿灶台边明设）。其给水立管距燃气热水器和家用燃气灶具边净距不应小于0.4m（聚乙烯立管距灶具边净距不得小于0.45m）。当达不到要求时应加隔热防护措施，但最小不得小于0.2m。与家用热水器等的连接应采用长度不小于400mm的耐腐蚀金属软管。连接各类容积式加热器除应采用一定长度的金属管连接外，管路系统还应采用折角转弯管段；并应有防止热水回流倒灌到冷水管路系统的技术措施。PVC－U管与供暖管道、家用燃气热水器的净距不得小于0.2m，且不得因热源

辐射使外壁温度高于45℃。

3）建筑给水薄壁不锈钢管其外壁距装饰墙面的距离：DN = 10 ~ 25mm 时为 40mm，DN = 32 ~ 65mm 时为 50mm；与其他管道净距不宜小于 100mm；架空管顶上部净空不宜小于 100mm。

4）建筑给水铜管其外壁或保温层外表面与装饰墙面的净距宜为 10mm。

5）建筑给水超薄壁不锈钢塑料复合管，沿墙明装的 dn 小于等于 32mm 的支管与墙体间净距宜采用下列规定：dn20 为 15mm，dn25 为 12mm，dn32 为 10mm。

2.6.22 明敷管道在排列时，给水管应在冷冻水管、排水管的上面；在热水管、蒸汽管的下面。当金属管道共用一个支架敷设时（冷冻管、热水管、蒸汽管均须有符合要求的保温措施），管外壁（或保温层外壁）距墙面宜不小于 0.1m，距梁、柱可减少至 0.05m；而管道外壁（或保温层外壁）之间的最小距离宜按下列规定确定：DN 小于等于 32mm 时，不小于 0.1m；DN 大于 32mm 时，不小于 0.15m。管道上阀门不宜并列安装，应尽量错开位置，若必须并列安装时，管道外壁最小净距：DN 小于 50mm，不宜小于 0.25mm；DN = 50 ~ 150mm，不宜小于 0.30m。

2.6.23 室内给水管道暗敷时，应符合下列要求：

1 室内暗敷给水管道有直埋与非直埋两种形式：

1） 直埋式—嵌墙敷设、埋地或在楼地面的垫层内敷设；（敷设在垫层或墙体管槽内的管材不得用卡套或卡环式等接口）

2） 非直埋式—管道井、管窿、吊顶内，地坪架空层内敷设。

2 不得直接敷设在建筑物结构层内。

3 横干管应敷设在地下室、技术设备层，管廊、吊顶、管沟或直埋在土中。

4 埋地敷设的给水管道应避免布置在可能受重物压坏处或受振动而损坏处。管道不得穿越生产设备基础，在特殊情况下必须穿越时，应与有关专业协商采取有效的保护措施。但 PVC - U 管、建筑给水超薄壁不锈钢塑料复合管不得穿越设备基础及集中荷载部位。埋地管道的覆土厚度，金属管不得小于 0.3m；塑料管道当管径小于等于 50mm 时，不宜小于 0.5m；管径大于 50mm 时，不宜小于 0.7m。钢塑复合压力管不宜小于 0.7m。

5 支管宜敷设在楼（地）面的垫层内或沿墙敷设在管槽内。管径不得大于 25mm（嵌墙敷设的铜管宜采用覆塑铜管，嵌墙敷设的薄壁不锈钢管宜采用覆塑薄壁不锈钢管，管径均不宜大于 20mm）。管道外侧表面的砂浆保护层不得小于 10mm，必要时可加套管。柔性的塑料管、复合管敷设在垫层或管槽内时，宜采用分水器向各用水点配管。配管为中间无连接件的整支管道，以最短长度进行连接，两端接口应明露。

6 立管宜布置在用水量大的卫生器具或设备附近，立管宜敷设在管道竖井或竖向墙槽内（小管径）；也可设在墙角、柱边，再由土建装饰处理。

7 暗装铜管管道距墙面、柱面的距离应根据支架的安装要求和管道固定要求等条件确定。管道中心距墙面、柱的距离可参照附录 B - 5 的要求确定。架空敷设时，管顶上部的净空不宜小于 200mm。

2.6.24 室内埋地敷设的生活给水管与排水管道平行敷设时，两管间的最小净距不得小于 0.5m；交叉敷设时，垂直净距不得小于是 0.15m，且给水管应在排水管上面。当给水管必须在排水管下面时，该段排水管应为铸铁管，且给水管宜加套管。两管壁之间的最小垂直距离不得小于 0.25m。

2.6.25 管道井的尺寸，应根据管道数量、管径大小、排列方式、维修条件，结合建筑平面和结构形式等合理确定。需要进人维修管道的管井，其维修人员的工作通道净宽不宜小于 0.6m。管道井内各种管道的间距可参照第 2.6.22 条规定确定。管道井应每层设通向走廊的检修门，并按消防规范要求设防火分隔。管道井的井壁、隔断和检修门的耐火极限应符合消防规范规定。

2.6.26 室内给水管道穿越承重墙或基础时其要求见第 2.6.17 条；穿越地下构筑物外墙应设防水套管；穿越墙、梁可预埋套管或留洞；穿越楼板、屋面时一般应预留套管，穿越管应设固定支承，并应采取防水措施，以防渗漏；当管道采用嵌墙敷设时，应预留管槽或宜用开槽机开槽。管槽必须平整，墙体

横向连续开槽长度不宜大于1m，槽的深度不宜超过墙厚1/3，并应征得结构设计同意。给水管道应避免穿越人防地下室，当必须穿越时，应按人防工程要求设置防护阀门等措施。

管道施工应按《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242要求实施（新型管材的管道施工可同时参照相关技术规程）。

2.6.27 室内给水管道（钢管）的支吊架间距应符合下列要求：

1 钢管水平安装支架最大间距见表2.6.27－1。

表2.6.27－1 钢管管道支架最大间距（m）

公称直径（mm）	15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300
保温管	2	2.5	2.5	2.5	3	3	4	4	4.5	6	7	7	8	8.5
不保温管	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	6	6.5	7	8	9.5	11	12

其立管管卡安装应符合下列规定：

1）楼层高度小于等于5m，每层必须安装1个；

2）楼层高度大于5m，每层不得少于2个；

3）管卡安装高度，距地面应为1.5～1.8m，2个以上管卡应匀称安装，同一房间的管卡应安装在同一高度。

2 建筑薄壁不锈钢管的支吊架间距可按表2.6.27－2实施。

表2.6.27－2 支吊架最大间距（m）

公称直径DN（mm）	10～15	20～25	32～40	50～65
水平管	1.0	1.5	2.0	2.5
立管	1.5	2.0	2.5	3.0

注：1 DN小于等于25mm可采用塑料管卡；当采用金属管卡或吊架时，金属管卡与管道之间应采用塑料带或橡胶等软物隔垫。

2 在给水栓及配水点处必须采用金属管卡或吊架固定，管卡或吊架宜设置在距配件40～80mm处。

2.6.28 室内给水管道（塑料管、复合管）的支吊架间距应符合下列要求：

1 塑料管、复合管支吊架间距应符合表2.6.28－1的规定。

表2.6.28－1 塑料管及复合管管道支架的最大间距（m）

公称外径dn（mm）	12	14	16	18	20	25	32	40	50	63	75	90	110
立管	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4
水平管	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.35	1.55

注：1 采用金属制作的管道支架应在管道与支架间衬非金属垫或套管。

2 竖向管道管径小于40mm，离地高度1～1.2m处；管径大于等于40mm，离地高度1.6～1.8m处应设滑动支架。

2 建筑给水硬聚氯乙烯管（PVC－U）的管道支架间距，可按表2.6.28－2实施。

表2.6.28－2 管道支承点最大间距（m）

公称外径dn（mm）	20	25	32	40	50	63	75	90	110	160
立管	0.90	1.00	1.10	1.30	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.80
横管	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.35	1.55	1.80

3 建筑给水聚丙烯管道（PP－R、PP－B）的支吊架间距应按表2.6.28－3实施。

4 建筑给水氯化聚氯乙烯管（PVC－C）；

1） 管道支吊架的间距可按表2.6.28－4实施。

表 2.6.28 -3 管道支吊架最大间距（m）

公称外径 dn（mm）	20	25	32	40	50	63	75	90	110
立管	0.90	1.00	1.10	1.30	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
横管	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.35	1.55

注：1 当不能利用自然补偿或补偿器时，管道支、吊架均应为固定支架。当采用金属托板时应为固定支架，其间距可加大 35%，且金属托板与管道之间每隔 300 ~ 350mm 应有卡箍捆扎。

2 金属管卡与管道之间应采用塑料带或橡胶等隔垫，在金属管配件与给水聚丙烯管道连接部位，管卡应设在金属管配件一端。

3 冷、热水管共用支、吊架时其间距应按照热水管要求确定（见表 6.16.2 -1）。直埋暗敷管道的支架间距可采用表中数值放大一倍的方法确定。

4 支吊架管卡的最小尺寸应按管径确定，当公称外径 dn 小于等于 50mm，管卡最小宽度为 24mm，dn63、dn75 的管卡最小宽度为 28mm；dn90、dn110 的管卡最小宽度为 32mm。

表 2.6.28 -4 管道支承点的最大间距（m）

公称外径 dn（mm）	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160
立管	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.4	3.8
横管	0.8	0.8	0.85	1.0	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.0

注：1 活动支吊架不得支承在管道配件上，支承点距配件不宜小于 80mm。

2 伸缩接头的两侧应设置活动支架，支架距接头承口边不宜小于 80mm。

3 阀门和给水栓处应设支承点。

4 固定支架应采用金属件。紧固件应衬橡胶垫，不得损伤管材表面。

2）设计管道固定支架时，应考虑承受管道因温度变化而引起的胀缩力。管道输送冷水（或热水）时在管道轴向产生的胀缩力可按下列公式计算：

$$\sigma = \alpha \cdot \Delta t \cdot E \tag{2.6.28-1}$$

$$F = \sigma \cdot A \tag{2.6.28-2}$$

式中 F ——胀缩力（N）；

σ ——胀缩应力（N/mm^2）；

α ——线膨胀系数（$m/m°C$），可取 7×10^{-5}；

Δt——最高使用温度与安装时环境温度之差（°C）；

E ——管材纵向弹性模量（N/mm^2），可取 3400；

A ——管道截面面积（mm^2）。

5 建筑给水聚乙烯管（PE、PEX、PE—RT）的支吊架间距应按表 2.6.28 -5 实施。

表 2.6.28 -5 管道最大支承间距（m）

公称外径 dn(mm)	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	160
立管	0.85	0.98	1.1	1.3	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8
横管	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.35	1.55	1.7	1.9

注：1 管道应采用表面经过耐腐蚀处理的金属支承件，支承件应设在管道附件 50 ~ 100mm 处。

2 管卡与管道表面应为面接触，且宜采用橡胶垫隔离。管道的卡箍、卡件与管道紧固部位不得损伤管壁。

6 建筑给水铝塑复合管（PAP）支吊架间距可按表 2.6.28 -6 实施。

表 2.6.28 -6 管道最大支承间距（m）

公称外径 De(mm)	12	14	16	18	20	25	32	40	50	63	75
立管	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.30	1.60	1.80	2.00
横管	0.40	0.40	0.50	0.50	0.60	0.70	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60

7 建筑给水钢塑复合管采用沟槽连接时，管道支吊架间距可按表2.6.28-7实施。

表2.6.28-7 支吊架最大间距（m）

管径（mm）	65~100	125~200	250~315
最大支承间距	3.5	4.2	5.0

注：1 横管的任何两个接头之间应有支承。

2 不得支承在接头上。

3 沟槽式连接管道，无须考虑管道因热胀冷缩的补偿。

8 给水钢塑复合压力管的支吊架间距可参照表2.6.28-8实施。

表2.6.28-8 水平管和立管的支吊架最大间距（m）

管道外径 Dn（mm）	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	160	200
立管	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.2	2.4
横管	1.0	1.2	1.4	1.8	2.2	2.5	2.8	3.2	3.8	4.0	2.8	3.0

注：1 管道采用金属管卡或支、吊架时，金属管卡与管道之间应采用塑料带或橡胶等软物隔垫，厚度不小于2mm

2 管道与金属管配件连接部位应在钢塑复合压力管一端设管卡，管卡宽度 应符合下列要求：

管道外径（mm）	Dn<63	63≤Dn<90	90≤Dn<110	110≤Dn≤200
管卡宽度（mm）	≥16	≥20	≥26	≥30

9 建筑给水超薄壁不锈钢塑料复合管的支承间距可按表2.6.28-9实施。

表2.6.28-9 立管和横管最大支承间距（m）

公称外径 dn（mm）	20	25	32	40	50	63	75	90	110
立管	2.0	2.3	2.6	3.0	3.5	4.2	4.8	4.8	5.0
横管	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.2	3.8	4.0

注：1 配水点两端应设支承固定，支承件离配水点中心间距不得大于150mm；

2 管道折角转弯时，在折转部位不大于500mm的位置应设支承固定；

3 立管应在距地（楼）面1.6~1.8m处设支承。穿越楼板处应作为固定支承点。

2.6.29 建筑给水铜管管道支架的最大间距应按表2.6.29的规定确定。

表2.6.29 支吊架最大间距（m）

公称直径 DN（mm）	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
立管	1.8	2.4	2.4	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.5	4.5
横管	1.2	1.8	1.8	2.4	2.4	2.4	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0	4.0

注：管道支承件宜采用铜合金制品，当采用钢件支架时，管道与支架间应设软隔垫。隔垫不得对管道产生腐蚀。

2.6.30 给水管道的伸缩补偿装置，应按直线长度、管材的线胀系数、环境温度和管内水温的变化、管道节点的允许位移等因素经计算确定。

因水温和环境温度变化而引起的管道伸缩量按式6.15.1-2、式（6.15.1-3）计算。

干管与支管、立管与横支管、支管与干管或设备等连接，应尽量利用管道转弯，以悬臂端进行伸缩补偿。其最小自由臂（见图6.15.1-1）按式（6.15.1-1）计算。

管道纵向温度变形补偿，应优先利用管路走向变化或环绕建筑结构的梁柱采用自由臂形式；全塑料管和铝塑复合管dn小于50mm，宜采用配套供应的环形补偿器；dn大于等于50mm时应采用由管件连接成的∏形补偿器。当采用机械伸缩节补偿器时，其性能应符合管道系统的工作温度、压力等要求，并根据规定的补偿量合理确定固定支架间距。机械伸缩节应有防止管道拉脱措施。由干管引出的管段，应有适量的自由管段。横支管在与主管的连接部位，应设置固定支架。

1 当塑料管、铝塑复合管的管道系统采取以下技术措施时，可不设补偿设施：

1）管路系统全部支架为固定支架。

2）管道外壁设半圆形金属管托，管托与塑料管道间采用金属夹具牢固固定。

3）dn 小于 32mm 的嵌墙或埋设的管道。

4）dn 大于 50mm 管道，当采用弹性密封圈或承插式柔性连接形式时可不设补偿措施，但管材的承口部位应利用其外形构造形式必须设置固定支架。管道系统折角转向时，在靠折角转向部位的上下端，应设置防推托的固定支架。

2 管道的固定支架设置，应符合下列要求：

1）PVC－U 管：当直线管段大于 18m 时，应采取补偿管道伸缩的措施。采用弹性橡胶圈接口的给水管可不装设伸缩节。下列场合也应设固定支架：立管每层设一个固定支架（立管穿越楼板和屋面处视为固定支承点）；在管道安装阀门或其他附件处、两个伸缩节之间、管道接出支管和连接用水配件处均应设固定支架；弹性橡胶圈密封柔性连接的管道，必须在承口部位设置固定支架。干管水流改变方向的位置也应设。

2）建筑给水聚乙烯类管道（PE、PE－X、PE－RT）：当管段按表 2.6.28－5 规定的间距全部为固定支承点时，管段可不设伸缩补偿措施。承插式柔性连接的管道，承口部位必须设固定支承，转弯管段的转弯部位双向应设档墩，系统可不设伸缩补偿。管道穿越楼板时穿越部位宜设固定支承。立管距地 1.2～1.4m 处应设支承。管道与水表、阀门等金属管道附件连接时附件两端应设固定支承件。管道系统分流处应在干管部位一侧增设固定支承件。固定支撑件应采用专用管件或利用管件固定。在计算管道伸缩量时，其计算管段长度宜取 8～12m（计算管段两端应设置固定支承）。

3）建筑给水聚丙烯管道（PP－R、PP－B）：利用自由臂补偿管道变形时，不设固定支架的直线管道最大长度不宜超过 3m，单位长度的最小自由臂长度可按表 2.6.30－2 采用。

表 2.6.30－2 冷水管最小自由臂长度 Lz（mm/m）

公称外径 dn（mm）	20	25	32	40	50	63	75	90	110
冷水管 Lz	155	173	196	219	245	275	300	329	363

注：表中自由臂长度计算温差为 20℃，膨胀系数取 0.15mm/（m·℃）。

当条件允许时，横管或立管应充分利用建筑空间，以 Ω 形管道作变形补偿，当条件不具备时，可采用补偿器，并在补偿器两侧管道适当位置设固定支架。安装阀门、水表、浮球阀等给水附件时应设固定支架。当固定支架设在管道上时，与给水附件的净距不宜大于 100mm。

4）PVC－C 管：立管接出的横支管、横干管接出的立管和横支管接出的分支管均应偏置，其自由臂长度应按式 6.15.1－1 计算。偏置的自由臂与接出的立管、横干管、支管的轴线间距不得小于 0.2m。

当直线管段较长时，可设置∏型等专用伸缩器，伸缩器的压力等级应与管道设计压力匹配，且管段的最大伸缩量应小于伸缩器的最大补偿量。

5）铝塑复合管（PAP 管）：无伸缩补偿装置的直线管段，固定支承件的最大间距不宜大于 6m，采用管道伸缩补偿器的直线管段，固定支承件的间距应经计算确定，管道伸缩补偿器应设在两个固定支承件的中间部位。公称外径 D_e 不大于 32mm 的管道，不计算温度变化引起的管道轴向伸缩补偿。公称外径 D_e 不小于 40mm 的管道，当按间距不大于 6.0m 设置固定支承时，可不设置管道伸缩器。公称外径 D_e 不小于 40mm 的管道系统，应尽量利用管道转弯，以悬臂端进行伸缩补偿；其最小自由臂长度应计算确定。在采用管道折角进行伸缩补偿时，悬臂端长度不应大于 3.0m，自由臂长度不应小于 300mm。

6）给水钢塑复合压力管：管道穿越楼板时，管道立管下端的水平转角部位应设固定支架。管道配水点两端应设固定支架，支承件离配水点中心间距不得大于 150mm，管道折角转弯时，应在折转部位不大于 500mm 的位置设固定支架。

7）建筑给水薄壁不锈钢管：固定支架间距不宜大于 15m。

8）建筑给水铜管：铜管的固定支架应采用铜套管式固定支架，管道固定支架的间距应根据管道伸缩量，伸缩接头允许伸缩量等因素确定。固定支架宜设置在变径、分支、接口处及所穿越的承重墙与楼板的两侧，垂直安装的配水干管应在其底部设置固定支架。

2.6.31 给水横管宜有不小于0.002～0.005的坡度，并坡向泄水装置。

2.6.32 卫生器具给水配件的安装高度，参见表2.6.32。卫生器具的安装见S304。

表2.6.32 卫生器具给水配件安装高度

序号	卫生器具给水配件名称	给水配件中心离地面高度（mm）	冷、热水龙头的间距（mm）
1	架空式污水池水嘴	1000	—
2	落地式污水池水嘴	800	—
3	洗涤盆（池） 冷（或热）水嘴 回转水嘴、混合回转水嘴 肘式开关水嘴（单把） 肘式开关水嘴（双把）	 1000 1000 1000 1075	 — 成品 — 成品
4	洗脸盆、洗手盆 冷（或热）水嘴（下配水） 混合式水嘴（下配水） 下配水进水角阀 普通水嘴（上配水）	 800～820 800～820 450 900～1000	 — 按产品 — —
5	盥洗槽 冷（或热）水嘴 混合式水嘴	 1000 1000	 — 150
6	浴盆 混合水嘴（带软管莲蓬头） 混合式水嘴（带固定莲蓬头） 冷、热水嘴	 500～700 550～700 650～700	 按产品 按产品 150
7	淋浴器 进水调节阀（明装） 进水调节阀（暗装） 莲蓬头下沿	 1150 1100～1150 2100	 按产品 200 —
8	蹲式大便器（从台阶面起算） 高水箱进水角阀或截止阀 低水箱进水角阀 自闭式冲洗阀	 2048 600 800～850	 — — —
9	坐式大便器 低水箱进水角阀（下配水） 低水箱进水角阀（侧配水） 低水箱进水角阀（侧配水，儿童用） 连体水箱进水角阀（下配水） 自闭式冲洗阀	 150～200 500～750 520 60～100 775～785	 — — — — —
10	大便槽冲洗水箱进水角阀（从台阶面起算）	不低于2400	—

续表 2.6.32

序号	卫生器具给水配件名称	给水配件中心离地面高度（mm）	冷、热水龙头的间距（mm）
11	立式小便器		
	冲洗水箱角阀	2300	—
	自闭式冲洗阀	1100 ~ 1200	—
	光电式感应冲洗阀	950 ~ 1200	按产品
12	墙挂式小便器		
	冲洗水箱进水角阀	2300	—
	自闭式冲洗阀	1150 ~ 1200	—
	光电式感应冲洗阀	950 ~ 1200	按产品
13	小便槽（从台阶面起算）		
	冲洗水箱进水角阀或截止阀	不低于 2400	—
	多孔冲洗管	1100	—
14	实验室化验水嘴（鹅颈）		
	单联	900 ~ 1000	—
	双联	900 ~ 1000	—
	三联	900 ~ 1000	
	皮带水嘴	1000 ~ 1060	—
15	理发盆		
	软管喷头调节阀	760 ~ 800	按产品
	进水角阀	450 ~ 470	200
16	饮水器		
	立柱式饮水器上沿	760 ~ 800	成品
	普通式饮水器上沿	1000 ~ 1100	—
17	净身器		
	进水角阀（下配水）	150	100，160
	进水角阀（上配水，带电加热）	670 ~ 830	按产品
18	住宅集中供水水嘴	1000	—
19	室内洒水水嘴	1000	—
20	儿童蹲式大便器进水角阀（从台阶面起算）	不低于 2400	—
21	儿童坐式大便器进水角阀（从上侧面进水）	520	—
22	儿童洗脸盆、洗手盆水嘴	700	—
23	儿童洗手槽水嘴	700	—

注：1 儿童如采用小便器，宜选用光电式感应立式小便器。

2 如选用国外卫生器具，还应参照“产品样本”要求确定。

2.6.33 敷设在有可能结冻的房间、地下室及管井、管沟等地方的生活给水管道应有防冻保温措施。为了防止环境温度低于 0℃的时段内管内结冻，金属管可按式（2.6.33）计算保温层厚度（当计算厚度小于 25mm 时仍采用 25mm）。保温层外壳应密封防渗。

$$\ln\frac{d+\delta}{d}=2\pi\lambda\left\{\frac{3.6KZ}{(G_1C_1+G_2C_2)\ ln\dfrac{t_1-t_0}{t_4-t_0}}-R_1\right\} \tag{2.6.33}$$

式中 d ——管道外径（m）；

δ ——保温层厚度（m）；

λ——选用的保温材料的导热系数［W/（m·℃）］。超细玻璃棉为0.041；玻璃棉为0.051；矿渣棉为0.060；水泥珍珠岩为0.069；水泥蛭石为0.105；聚乙烯泡沫塑料为0.047～0.042；聚氨酯硬泡沫塑料为0.037～0.033；

K——支、吊架影响修正系数，一般室内管道K=1.2，室外管道K=1.25；

Z——保持不结冻的时间（h）；

G_1——单位长度内水的重量（kg/m）；

C_1——水的比热［kJ/（kg·℃）］，按4.186计；

G_2——单位长度管道的重量（kg/m）；

C_2——管道材料的比热［kJ/（kg·℃）］。钢材、铸铁按0.480计；

t_1——管内水温（℃）；

t_0——周围环境温度（℃）；

t_4——水的终温（℃），按0℃计；

R_1——管道保温层外表面到周围空气的放热阻力［（m·℃）/W］，见表2.6.33。

表2.6.33 管道保温层外表面到周围空气的放热阻力

公称直径（mm）	25	32	40	50	100	125	150	200	250	300	350	400	500
放热阻力R_1[(m·℃)/W]	0.30	0.27	0.26	0.20	0.15	0.13	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04

当处于寒冷地区或算得厚度过厚时则应采用蒸汽伴管或电伴热等措施。

2.6.34 当管道内水温低于室内空气露点温度时，空气中的水蒸气将在管道外表面产生凝结水。当给水管道结露会影响环境，引起装饰、物品等受损害时，给水管道应做防结露保冷层。防结露保冷层的计算和构造，按现行的《设备及管道保冷技术通则》GB/T 11790执行。在采用金属给水管会出现结露的地区，塑料管也会出现结露，故也需做防结露保冷层。

目前防结露保冷层的选择与施工，一般也可按国标图03S401实施。防结露保冷层外壳应密封防渗。防结露保冷层的厚度一般根据所选用的保冷材料按式（2.6.34-1）计算。

$$(d+2\delta)\ \ln\frac{d+2\delta}{d}=\frac{2\lambda\ (t_s-t)}{\alpha\ (t_a-t_s)} \qquad (2.6.34-1)$$

式中 d——管道外径（m）；

δ——防结露保冷层厚度（m）；

λ——保冷材料制品在使用温度下的导热系数［W/（m·℃）］；

α——防结露保冷层外表面对周围空气的换热系数[W/(m²·℃)][03S401中取8.141 W/(m²·℃)]。

t_s——防结露保冷层外表面温度。一般可按略高于周围空气的露点温度（t_d）计［t_d为最热月空气露点温度（℃）］；无空调时取夏季空调相应的露点温度，有空调时取空调设计房间的露点温度）；

t_a——环境温度（℃）；无空调的房间取夏季空调温度，有空调的房间，按空调设计房间温度计；

t——管道外表面温度（℃），［金属管道的表面温度按管内介质温度（t_1）计，塑料管按式（2.6.34-2）计算］。

$$t_{塑}=\frac{t_1-t_a}{\alpha\ (\frac{d}{2\lambda_1}ln\frac{d}{d_1}+\frac{1}{\alpha})}+t_a \qquad (2.6.34-2)$$

式中 $t_{塑}$—— 塑料管外表面温度（℃）；

t_1——管道内介质温度（℃）；

d_1——管道内径（m）；

λ_1——塑料管道导热系数［W/（m·℃）］；

其余见式 2.6.34 - 1。

建筑给水薄壁不锈钢管明敷时，应采取防结露的措施，其防结露的保温厚度应经计算确定。常用的保温材料有发泡聚四氟乙烯、酚醛泡沫等保温材料。

当给水管道外设保温（冷）层时，应根据所采用的保温材料及管材确定管道支吊架的设置。

2.6.35 金属管材一般应采用适当的防腐措施。球墨铸铁管外壁采用喷涂沥青和喷锌防腐，内壁衬水泥砂浆防腐。钢塑复合管就是钢管加强防腐性能的一种形式。埋地钢管（包括热镀锌钢管）宜在外壁刷冷底子油一道、石油沥青两道外加保护层（当土壤腐蚀性能较强时可采用加强级或特加强防腐）；钢塑复合管埋地敷设，其外壁防腐同普通钢管（外壁有塑料层的除外）；薄壁不锈钢管埋地敷设，应对管沟或外壁采取防腐措施；当管外壁为薄壁不锈钢材质时，应有防止管材与水泥直接接触的措施（管外加防腐套管或外缠防腐胶带）；埋地铜管宜采用覆塑铜管。

明装铜管应刷防护漆。明装的热镀锌钢管应刷银粉两道（卫生间）或调和漆两道。

当管道敷设在有腐蚀性的环境中，管外壁应刷防腐漆或缠绕防腐材料及其它有效的防腐措施。

2.7 增压设备及泵房

2.7.1 水泵选择一般应遵守下列规定：

1 应选择节能型低噪声水泵。宜选效率高且高效率范围大的水泵；一般不宜选用 Q ~ H 曲线有上升段的泵，若并联运行，则不得采用。严禁采用淘汰型产品。当负有消防职能时，应满足消防的有关要求。并报消防部门批准。

2 根据设计流量、扬程（见第 2.4 节）选泵（考虑因磨损等原因造成水泵出力下降，可按计算所得扬程 H 乘以 1.05 ~ 1.1 后选泵）。当还负有消防职能时，还应按消防工况校核，满足消防要求。

注：当地有可靠的实测用水资料，该资料可作为确定设计流量的依据。

3 采用泵直供方式时，宜采用调速泵组（当供水规模大，用水的变化有规律；或供水要求不严格，出现停水所造成的损失不大时，可采用额定转速编组运行的方式供水）。在满足供水的要求下，应尽量采用相同型号的水泵；当必须采用大小泵搭配方式时，其型号、台数也不宜过多，所选泵的扬程范围应相近；并联运行时每台泵宜仍在高效区范围内运行。若有持续较长时段处于小流量状态工作时，宜另配小泵（或配气压罐）。变频调速泵的选用要求见第 2.7.8 条 ~ 第 2.7.10 条。

4 当供水系统设置水箱、水塔等调节设施时，应尽量减少提升泵台数，以一用一备为宜。

5 经当地供水行政主管部门及供水部门批准，可采用从城镇给水管网直接抽水的叠压供水方案。系统允许的最大设计水量和城镇供水干管最低压力应由供水行政主管部门及供水部门确定，在自备水源供水范围内，上述参数应由供水部门或设计人员经技术经济比较后计算确定。目前一般采用成套供应的叠压供水设备，叠压供水设备的选用要求见第 2.7.11 条 ~ 第 2.7.16 条。

6 生活用水泵一般应采用自动启停的控制方式，并应设备用泵，备用泵的供水能力不应小于最大一台运行水泵的供水能力，水泵宜自动切换交替运行。

7 水泵所配电机的电压宜相同。

2.7.2 当生活水泵从调节水池或吸水井抽水时，水泵宜采用自灌式充水，为此，泵的安装高度应满足下列要求：

1 卧式泵：自灌启泵水位高过水泵壳顶放气孔。

2 立式泵：自灌启泵水位至少要高过第一级泵壳上端，使第一级泵壳内充满水，但应征得泵的制造厂家的同意。否则应按下列要求实施：

非机械密封型自灌启泵水位高过出水口法兰上的放气孔。机械密封型其自灌启泵水位高过机械密封压盖端部放气孔（设计时应向厂家要求提供具体资料）。

3 自灌启泵水位：对于生活、消防合建的水池，生活泵启动水位可按消防贮水的最高水位计。对

于单独设置的生活水池，宜按最低设计水位计；当按最低水位计有困难时，可根据运行、补水及用水安全要求等因素确定一个自灌启泵水位，但应满足下列条件：

1）泵的设置高度应保证在最低水位时不会发生汽蚀。

2）由于当水位低于确定的自灌启泵水位时，除已运行的泵外，其他泵不能启动，则自灌启泵水位不能定得过高；并应设置保护设施，防止低于启泵水位时启动泵。

3）对于采用泵提升直供，而又不允许停水时，则应按最低水位为自灌启泵的控制水位。

注：当能保证水质不被污染及条件许可时，单台泵可设于水池内或管道内。

2.7.3 当因条件所限，不能采用自灌式启泵而采用吸上式时，应有抽气或灌水装置（如真空泵、底阀、水射器等）。引水时间不超过下列规定：4kW 以下的为 3min，大于等于 4kW 的为 5min。其水泵的允许安装高度应以最低水位为基准，根据当地的大气压力、最高水温的饱和蒸汽压，水泵的汽蚀余量和吸水管路的水头损失按式（2.7.3）计算确定，并应有不小于 0.3m 的安全余量（一般采用 0.4 ~ 0.6m）。

$$Z_s = \frac{1}{10}H_g - \frac{1}{10}H_z - \frac{1}{10}h_s - NPSHR - \quad (0.4 \sim 0.6) \tag{2.7.3}$$

式中 Z_s ——卧式泵为轴中心与最低水位的高差（m）；立式泵：为基准面与最低吸水位的高差（m）；现样本中均无泵基准面的描述，实际需要时应向生产厂家索取；

H_g ——水泵安装处的大气压力（kPa），见表 2.7.3 -1；

H_z ——设计最高水温的饱和蒸汽压力（kPa），见表 2.7.3 -2；

h_s ——吸水管的沿程与局部水头损失之和（kPa）；

$NPSHR$ ——水泵样本中给出的水泵必需汽蚀余量（m）（一般应按样本给出的最大值计）。

表 2.7.3 -1 不同海拔高程的大气压力

海拔高程（m）	-600	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	3000	4000	5000
大气压力（kPa）	113	103	102	101	100	98	97	96	95	94	93	92	86	81	73	63	55

表 2.7.3 -2 不同水温时的饱和蒸汽压力

水温（℃）	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
饱和蒸汽压力（kPa）	0.6	0.9	1.2	1.7	2.4	4.3	7.5	12.5	20.2	31.7	48.2	71.4	103.3

2.7.4 自吸式水泵的允许安装高度要求同第 2.7.3 条。使用自吸式水泵不需要真空泵抽气，但抽水时间稍长（在制造厂规定时间内），若在泵的进口管路上设置特制的止回阀，则泵再次吸水时，开泵即可出水；但要求止回阀不漏水。

2.7.5 每台水泵宜用独立的吸水管；非自灌式启动时，每台水泵必须设置独立的吸水管。吸水管口应设置向下的喇叭口，喇叭口直径一般为吸水管直径的 1.3 ~ 1.5 倍，喇叭口宜低于水池最低水位不小于 0.5m（当吸水管管径大于 200mm 时，管径每大 100mm，要求的喇叭口最小淹没水深应加深 0.1m），否则应采取防止空气被吸入的措施。吸水管喇叭口至池底的净距不应小于 0.8 倍的吸水管管径（且不得小于 0.1m），并应满足吸水喇叭口支座安装的要求，一般不宜小于 0.5m；当采用吸水管端有底阀时，则底阀网眼至池底的距离不得小于 0.5m；吸水管喇叭边缘与池壁的净距不宜小于 1.5 倍吸水管管径；吸水管之间净距不宜小于 3.5 倍吸水管管径（管径以相邻两者的平均值计），吸水管流速宜采用 1 ~ 1.2m/s；应尽量缩小吸水管长度，与水泵相接时宜有不小于 0.005 的上升坡度；水平管段上有异径管时应采用偏心异径管（上平），并宜安装管道过滤器，自灌式吸水的吸水管上应装有闸阀。

注：当吸水喇叭口不朝下（水平安装）时，低于最低水位的距离按喇叭口顶计，与池底的净距按喇叭口最低处计。

2.7.6 生活水泵采用自灌式吸水，但又无法每台水泵单独从水池吸水时，可采用吸水总管的方式，并应符合下列规定：

1 吸水总管伸入水池的引水管不宜少于两条，每条上均应设闸阀，当一条引水管发生故障时，其

余引水管应满足全部设计流量（当水池有独立的两个以上的分格，每格有 1 条引水管，则可视为两条以上的引水管）。

2 引水管应设向下喇叭口，在池内与池壁、池底的间距与吸水管相同，但引水管喇叭口低于最低水位不宜小于 0.3m。

3 吸水总管的流速应小于 1.2m/s。

4 当采用自灌式引水时，吸水总管的管顶应低于水泵的启动水位．每台水泵应有单独吸水管与吸水总管相连，并应采用管顶平接或从吸水总管顶上接出．

2.7.7 每台水泵的出水管上，应装设压力表、可曲挠橡胶接头、止回阀和阀门。必要时应设置水锤消除装置。生活水泵出水管流速宜采用 1.5 ~ 2.0m/s。

2.7.8 变频调速给水设备的选用应符合下列要求：

1 根据泵高效区的流量范围与设计流量的变化范围之间的比例关系，确定主水泵的数量，一般主泵宜设 2 ~ 4 台（不宜超过 4 台）并设一台供水能力不小于最大一台主泵的备用泵。在设计流量变化范围内，各台主泵宜均工作在高效区。选用的水泵应符合第 2.7.1 条要求。

2 额定转速时，水泵的工作点宜在高效区段右侧的末端。水泵的调速范围在 0.7 ~ 1.0 之间。一般可采用一台调速泵，其余为恒速泵的方式。当管网流量变化较大，或用户要求压力波动小时也可采用多台调速泵的方案。宜配置适用于小流量工况的水泵，其流量可为 1/3 ~ 1/2 单台主泵的流量。

3 宜配置气压罐（当用水量小，水泵停止运行时，气压罐可维持系统的正常供水，他也有助于维持水泵切换时压力的稳定，也有助于消除水锤现象）。应按小泵的流量计算气压罐的容积。该小泵的扬程应满足气压罐的工作要求。在气压罐最高工作压力时系统不能处于超压状态。

4 变频调速供水目前以恒压变流量供水方式为多。当条件许可时，可将控制点设置在最不利配水点或泵出口（按管网特性曲线的规律来控制），采用变压变流量供水方式运行（大型区域的低区泵站可考虑采用）。恒压供水时宜采用同一型号主泵，变压供水可采用不同型号的主泵（大、中、小型泵搭配）。

5 供水压力应满足最不利配水点所需水压。恒压运行时水泵（组）出水口压力 P_j 应按式（2.7.8-1）设定：

$$P_j = 0.01H_{B12} + 0.001H_{B22} + H_3 \tag{2.7.8-1}$$

式中 P_j ——水泵出水口设计压力（MPa）；

H_{B12}——最不利配水点与水泵（组）出水口中心的标高差（m）；

H_{B22}——最不利配水点至水泵（组）出水口管道的沿程、局部水头损失（kPa）；

H_3——见式（2.4.15）。

当采用变压运行时，$P_j = 0.01H_{B12} + 0.001SQ_p^2 + H_3$ (2.7.8-2)

式中 S ——等效管路特性参数 $S = \dfrac{H_{B22}}{Q^2}$

Q ——设计流量（L/s 或 m^3/h）；

Q_p——变化范围内的流量，（L/s 或 m^3/h）。

6 当负有消防职能时，应按消防要求校核，并报消防部门批准。

2.7.9 成套供应的变频供水设备应符合产品标准《微机控制变频调速给水设备》JG/T 3009 的要求，并应具有如下功能：

1 应具有自动调节水泵转数和软启动的功能。定压给水时，设定压力与实际压力之间的差不得超过 0.01MPa。

2 应具有水位控制的功能。当水位降至设定下限水位时，自动停机；当恢复至启泵水位时，自动启动。

3 控制柜（箱）面板上应有观察设定压力、实际压力、供电频率、故障等的显示窗口。

4 应具有对各类故障进行自检、报警、自动保护的功能。对可恢复的故障应能自动或手动消警，恢复正常运行。

5 夜间小流量时，自动切换至小水泵或小气压罐运行。

6 应符合下列条件：节能；停电后恢复供电时设备能自动启动；并有过载、短路、过压、缺相、欠压、过热等保护功能。

2.7.10 变频调速给水设备对环境有下列要求：

1 温度：5～40℃。

2 相对湿度：不大于90%（20℃），且无结露。

3 海拔高度：不超过1000m。

4 设备运行地点应无导电或爆炸性尘埃，无腐蚀金属或破坏绝缘的气体或蒸汽。

5 电源可靠，应为双电源或双回路供电。

2.7.11 为减少二次污染及充分利用外网的压力，在条件许可时应优先考虑叠压供水的方案。

叠压供水的系统设计和设备选用应符合当地有关部门的规定，当叠压供水设备直接从城镇给水管网吸水时，其设计方案应经当地供水行政部门及供水部门的批准。

叠压供水有下列几种供水形式。

1 向用水点直接供水（应采用变频供水）见图2.7.11－1。

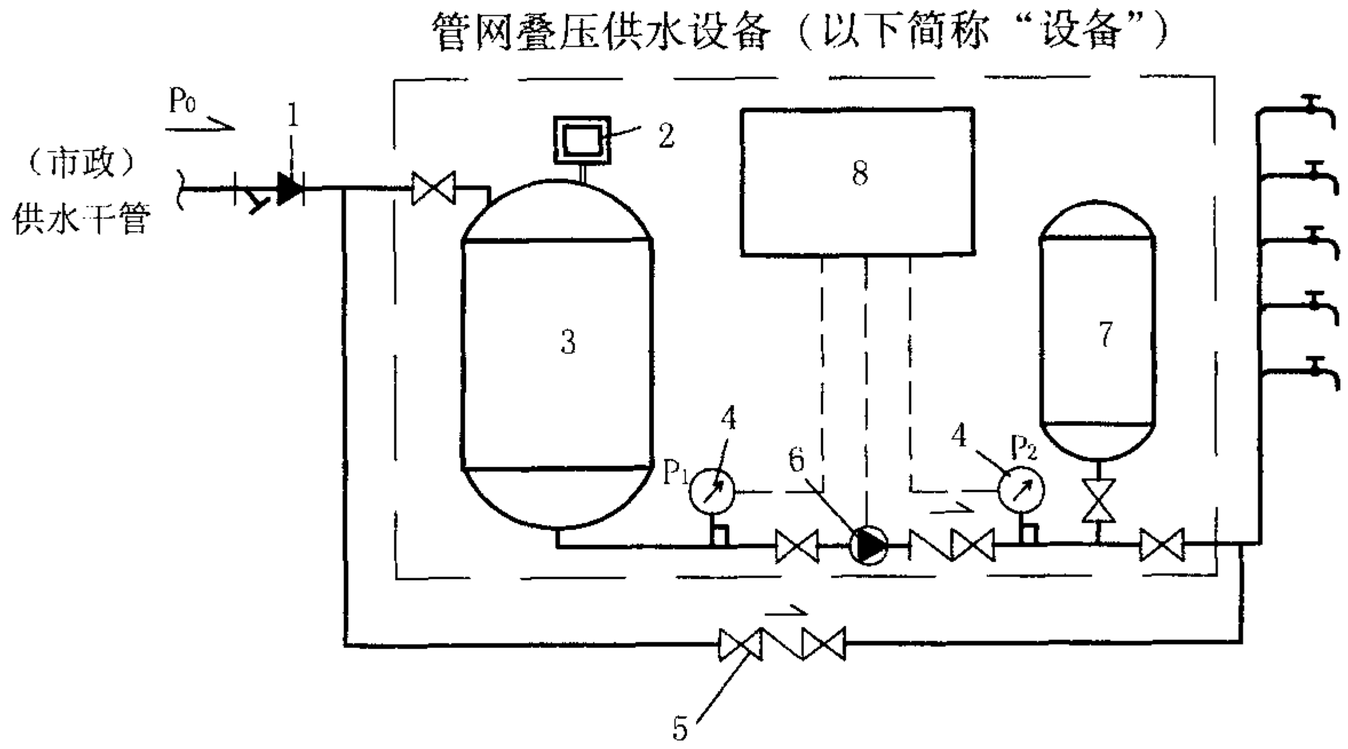


图2.7.11－1 管网叠压供水系统示意图（一）

1－防回流污染装置（可选）；2－防负（降）压装置；3－稳流罐（可选）；4－压力传感装置；5－旁通管；6－水泵机组；7－隔膜式气压水罐（可选）；8－自动控制柜（箱）

2 向高位水箱供水（宜采用恒速泵供水）见图2.7.11－2。

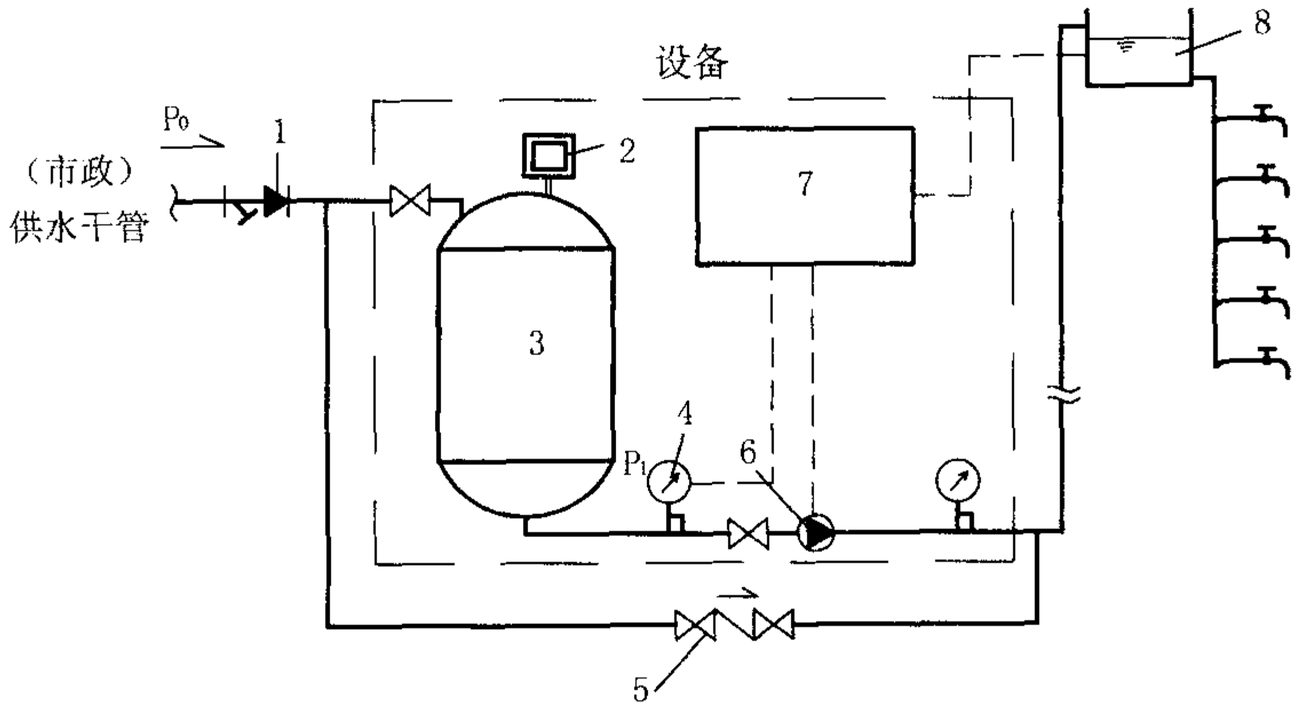


图2.7.11－2 管网叠压供水系统示意图（二）

1－防回流污染装置（可选）；2－防负（降）压装置；3－稳流罐（可选）；4－压力传感装置；5－旁通管；6－水泵机组；7－自动控制柜（箱）；8－高位水箱

3 设备既向管网供水；也向高位水箱供水（简称组合供水，应采用变频泵供水）见图 2.7.11－3。

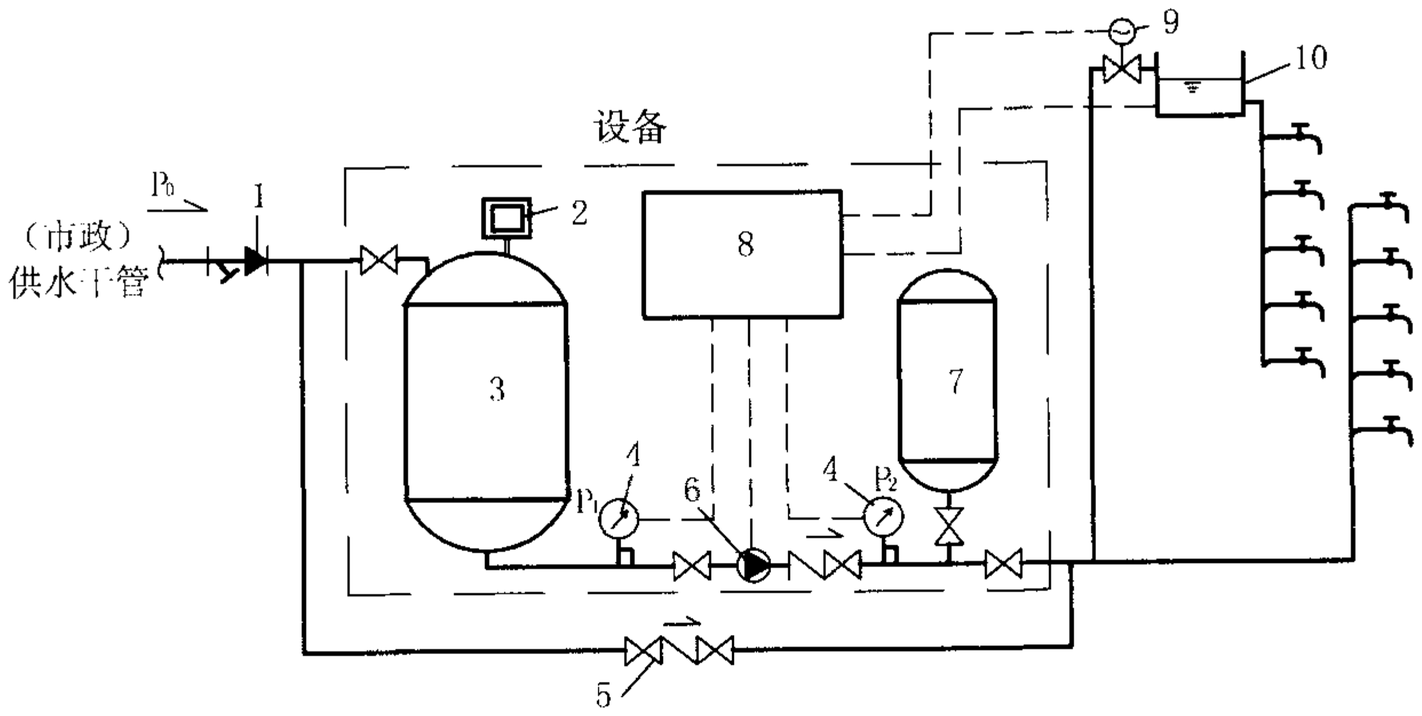


图 2.7.11－3 管网叠压供水系统示意图（三）

1－防回流污染装置（可选）；2－防负（降）压装置；3－稳流罐（可选）；4－压力传感装置；5－旁通管；6－水泵机组；7－隔膜式气压水罐（可选）；8－自动控制柜（箱）；9－电动阀；10－高位水箱

4 不设稳流罐和隔膜式气压水罐，选用管中泵作为水泵机组，与其他部件一起现场组装而成。

5 与稳流罐并联设一个水箱，以解决在短时间水量（或水压）不足时保证供水的问题。

2.7.12 下列情况不得采用叠压供水：

1 经常性停水的区域或供水管网的供水总量不能满足用水需求的区域；或供水管网管径偏小的区域；

2 供水管网可利用的水头过低的区域或供水管网压力波动幅度过大的区域；

3 采用管网叠压供水后，会对周边现有（或规划）用户用水造成严重影响的区域；

4 当地供水行政主管部门及供水部门认为不得使用的区域；

5 用水时间过于集中，瞬间用水量过大且无有效调储等技术措施，采用直供的用户（如学校、影院、剧院、体育场馆）；

6 供水保证率要求高，不允许停水的用户；

7 对健康有危害的有害有毒物质及药品等危险化学物质进行制造、加工、贮存的工厂、研究单位和仓库等用户（含医院），严禁采用。

2.7.13 叠压供水设备的选用应符合下列要求：

1 水泵选择的基本要求见第 2.7.1 条。变频泵的选用要求见第 2.7.8 条。

2 叠压供水设备出水量应满足用户用水要求（流量的确定详见第 2.4 节）。应有可靠的措施保证供水安全，叠压供水系统在用户正常用水时不应断水。

3 叠压供水设备的水泵扬程按吸水端外网允许最低水压计算确定（当叠压供水设备配有低位水箱时，应对从水箱抽水的工况进行校核。在水箱最低水位时，水泵应能正常运行满足供水要求）。

1）向配水点直供应采用变频调速泵（组）。

$$H_{max}=0.01H_{D1}+0.001H_{D2}+H_3-P_{0min} \qquad (2.7.13-1)$$

式中 H_{max}——水泵的设计扬程（也称为泵组的最大设计扬程）（MPa）；

H_{D1}——最不利配水点与外网供水干管中心的标高差（m）；

H_{D2}——最不利配水点至外网供水干管中心的管道沿程、局部阻力损失值（kPa）；

H_3——最不利配水点满足工作要求的最低工作压力（MPa）；

P_{0min}——外网供水干管允许的最低工作压力（MPa）（见第 2.7.1 条的第 5 款）。

所选取的泵在进水压力波动范围仍能工作在高效段，并应校核在外网干管达到最高工作压力时（即水泵最小工作扬程），是否会出现超载、超压的工况。若此时水泵不能正常运行，则应调整或采取换泵措施。

2）向高位水箱（水塔）供水：应采用恒速泵（一用一备，交替使用），选择 Q—H 曲线较陡（即比转数 n_s 值较大）、效率高的泵。在水泵进水口工作压力波动范围内，水泵宜工作在高效段。应校核在外网最高工作压力时，水泵工作点向其 Q—H 曲线右侧移动的情况，不得使水泵出现过载。泵扬程应按式（2.7.13－2）计算。

$$H_{max}=0.01\,H'_{D1}+0.001\,H'_{D2}+\frac{V^2}{2g}-P_{0min} \qquad (2.7.13-2)$$

式中 H'_{D1} ——高位水箱（水塔）最高水位与外网供水干管中心的标高差（m）；

H'_{D2} ——高位水箱（水塔）进水口至外网供水干管的管道沿程、局部阻力损失值（kPa）；

V、g——见第 2.4.17 条。

4 水泵（组）进水口的限定压力 P_{D1}（当外网压力低于 P_{D1} 值泵不得运转），在有规定处按规定设置，无规定时可按式（2.7.13－3）计。

$$P_{D1}=P_{0min}-0.01H_{D11}-0.001H_{D21} \qquad (2.7.13-3)$$

式中 P_{D1} ——水泵（组）进水限定压力（MPa）；

H_{D11} ——水泵（组）进水口与外网供水干管中心的标高差（m）其值可能为正或负

H_{D21} ——水泵（组）进水口至外网供水干管的管道沿程、局部阻力损失（kPa）；

2.7.14 管网叠压供水设备：由水泵机组限压保护装置、防负压装置、控制柜、阀门、管道系统、配套附件及防倒流装置等组成，从供水管网直接吸水叠压供水（恒压或变压供水）的设备。他应保证供水管网的压力不小于设定压力值，且水质不被污染。该设备应符合下列要求，具有下列功能。

1 基本参数，见下表。

表 2.7.14 基本参数

序号	名称	基本参数
1	流量范围	1.0～1000m^3/h
2	压力范围	0.1～1.6MPa
3	控制电机容量（单台）	0.37～315kW
4	给水方式	设备出口恒（变）压
5	基本显示内容	频率、电压、电流、设定压力、出口压力、水泵状态、故障、谐波
6	工频回路启动方式	电机功率≤15kW 时，直启；电机功率≥18.5kW 时，软启
7	调节精度	≤±0.01MPa
8	稳定时间	≤40s
9	噪声	小于水泵额定噪声，同时符合设置地点环境噪声标准
10	防护等级	控制柜不低于 IP20（室内）、IP24（室外）
11	启动时间	电机功率≤22kW，≤30s；电机功率＞22kW、＜55kW，≤40s；电机功率≥55kW，≤55s

2 设备流量、扬程在额定频率时，不应低于设计值 5%。

3 设备应具有限压控制功能，当进水管水压降至限定压力时，30s 内设备应自动停止运行，或减速运行，或转换至从水箱吸水。当进水断水或缺水时，设备 20s 内应停止运行。当设备恢复进水且压力达到限定压力值时，设备自动恢复正常运行。当配有低位调节水箱时，调节水箱的有效容积应按给水管网不允许低水压抽水时段的用水量确定，缺乏相关资料时，一般可按 1～2h 最大小时流量设置。应采取贮水在水箱中停留时间不得超过 12h 的技术措施。否则应设置持续的消毒设施。当配置气压给水设备时，应符合气压供水的有关规定。

4 设备应具有防水泵空转、超温保护功能、双（多）泵自动切换，循环运行功能。

5 设备应具有对过压、欠压、短路、过流、缺相等故障进行报警及自动保护的功能。对可恢复的故障应能自动或手动消除，恢复正常运行。并应有消除瞬间流量、压力波动过大的功能。

6 当设置稳流罐时，稳流罐的容积不应小于 1min 系统设计流量。当供设备抽吸的供水干管的流量小于设备的工作流量时，防负压装置启动，当供水流量大于设备的工作流量时，防负压装置自动关闭。

7 必要时应具有远程监控或网络监控、报警功能。

8 用于生活饮用水时，设备（包括输水管材）对水质的影响应符合 GB/T 17219 及国家相关规范的要求。

9 所选用的设备应符合行业标准《管网叠压供水设备》CJ/T 254 的规定。

2.7.15 管网叠压供水设备应单独接自供水干管，供水干管为环状时宜从环网接入。

1 设备的进水管管径宜比供水干管小两级或两级以上，或不大于供水干管过水面积的 1/3，也可按表 2.7.15 选用。

表 2.7.15 管网叠压供水设备进水管管径（mm）

供水干管管径	100	150	200	300	350	400
设备进水管管径	≤65	≤80	≤100	≤150	≤200	≤250

注：1 工作泵两台及以上时，设备进水管管径应按两台及以上水泵吸水管过水断面积叠加后换算确定。

2 对管径级差和过流断面积比有特殊要求时，应征得供水部门同意。

2 设备进水管流速不宜大于 1.2m/s。管道应设过滤器。当管道上设有倒流防止器时，过滤器应设在倒流防止器前；不设倒流防止器时，过滤器应设置在水泵吸水管上。

3 计量水表宜与设备进水管同径。

4 当外网在某一时段压力能满足直接供水时，设备进出水管之间可设旁通管（在旁通管上应设阀门和止回阀），在该时段打开旁通管上阀门，由外网直供。

5 泵的吸水管从城镇管网上接出时，应设倒流防止器。

6 当条件许可时，应优先采用双电源，双水源的系统。当采用变频泵供水时供电应符合变频泵的相关要求。

7 系统设计和设备选择还应符合当地有关部门的规定。当负有消防职能时，应符合消防的有关要求，并报消防部门批准。

2.7.16 管网叠压供水设备的环境和工作条件

1 环境温度：4～40℃；

2 相对湿度：＜90%（20℃）（室外型可允许为 95%）；

3 供电频率：50Hz ±5%；

4 供电电压：380V ±10%；

5 海拔高度：不超过 1000m；

6 设备运行地点应无导电或爆炸性尘埃，无腐蚀金属或破坏绝缘的气体或蒸气。

7 在不结冻地区，可选用室外整体式管网叠压供水设备。

2.7.17 生活给水泵房应根据规模、服务范围、使用要求、现场环境等确定单独设置还是与动力站等合建，是地上式还是地下式、半地下式；独立设置的水泵房，应将泵室、配电间和辅助用房（如检修间、值班室、卫生间等）建在一幢建筑内；当和水加热间、冷冻机房等设备用房相邻时，辅助用房可共用。

居住小区独立设置的生活给水泵房宜靠近用水大户；民用建筑内设置的生活给水泵房，不应毗邻居住用房或在其上层或下层，宜在吸水池的侧面或下方。一般宜设在地面层，若设在地下层时应有通往室外的安全通道。应有可靠的消声降噪措施。

2.7.18 生活给水泵房一般满足下列条件：

1 应为一、二级耐火等级的建筑。

2 泵房应有充足的光线和良好的通风。采暖温度一般不低于16℃，如有加氯设备应为18～20℃；无专人值班的房间温度不低于5℃，并保证不发生冰冻，地下式或半地下式泵房应有排出热空气的有效通风设施，泵房内换气次数每小时不少于6次。需要机械通风时，应经相关专业计算确定。

3 泵房应至少设置一个能进出最大设备（或部件）的大门或安装口，其尺寸根据设备大小、运输方式（是机械搬运、还是人工搬运）等条件决定；泵房楼梯坡度和宽度应考虑方便搬运小型配件、楼梯踏步应考虑防滑措施。

4 泵房内应设排水沟（沟宽一般不小于200mm）和集水坑，地面应有0.01坡度坡向排水沟（排水沟纵向坡度不小于0.01），集水坑不能自流排出时可采用潜水排污泵提升排出（详见第4章）。

5 泵房高度按下列规定确定：

1）无起重设备的地上式泵房，净高不低于3.0m；

2）有起重设备时，应按搬运机件底和吊运所通过水泵机组顶部保持0.5m以上的净空确定。

6 不允许间断供水的泵房，应有两个外部独立的电源。如不可能时，必须考虑在泵房内装自备发电机组供电或以柴油机为动力的水泵机组，其能力应满足发生事故时的供水需求。泵房应有良好的照明及供检修用插座。泵房内靠墙安装的落地式配电柜和控制柜前面通道宽度不宜小于1.5m，挂墙式配电柜和控制柜前面通道宽度不宜小于1.0m。如采用的配电柜和控制柜是后开门的检修形式，则柜后检修通道宽度要求见相应电气规范的要求。

7 泵房内起重设备可按下列要求设置：

1）起重量不超过0.5t时，可设置固定吊钩或移动吊架；

2）起重量在0.5～2.0t时，可设置手动或电动单轨吊车；

3）起重量在2.0～2.5t时，可设置电动的桥式吊车。

8 泵房内应设与有关部门联系的通讯设施。

2.7.19 水泵机组应遵守下列规定：

1 水泵机组布置应符合下列要求：

1）水泵机组之间及与墙的间距见表2.7.19。

表2.7.19 水泵机组外轮廓面与墙和相邻机组间的间距（m）

电动机额定功率（kW）	水泵机组外廓面与墙面之间的最小间距	相邻水泵机组外轮廓面之间最小距离
≤22	0.8	0.4
>22～<55	1.0	0.8
≥55～≤160	1.2	1.2

注：1 水泵侧面有管道时，外轮廓面计至管道外壁面。

2 水泵机组是指水泵与电动机的联合体或已安装在金属座架上的多台水泵组合体。

3 相邻水泵机组突出基础部分的最小距离或机泵突出部分与墙面的最小间距，应保证检修时水泵轴或电机转子能拆卸。

2）当泵房场地较小时，下述布置可供参考。当电机容量小于20kW或吸水管管径不大于100mm时，泵基础的一侧可与墙面不留通道；而且两台同型号水泵可共用一个基础彼此不留通道，但该基础的侧边与墙面（或别的机组基础的侧边）应有不小于0.7m的通道；不留通道机组的突出部分与墙的净距或同基础相邻两个机组的突出部分间的净距不小于0.2m。

3）泵房的主要通道宽度不得小于1.2m，检修场地尺寸宜按水泵或电机外形尺寸四周有不小于0.7m的通道确定。若考虑就地检修时，至少每个机组一侧留有大于水泵机组宽度0.5m的通道。

2 水泵机组的基础必须安全稳固，尺寸、标高准确。尺寸应按产品生产厂家提供的相关技术资料

确定。基础一般采用 C20 混凝土浇成。基础下面的土壤应夯实，基础浇捣后必须注意养护，达到强度后才能进行安装。下列做法供参考。

1）基础的平面尺寸（长、宽）可按下列方式确定：

① 水泵和电机共用底盘的机组：

基础长度按底盘长度加 0.2 ~ 0.3m 计；

基础宽度按底盘螺孔间距（在宽度方向）加不小于 0.3m 计。

②无底盘的机组：

基础长度按水泵和电机最外端螺孔间距加 0.4 ~ 0.6m 并长于水泵加电机的总长；

基础宽度按水泵和电机最外端螺孔间距（取其宽者）加 0.4 ~ 0.6m。

2）基础的厚度应按计算确定，但不应小于 0.5m，且应大于地脚螺栓埋入长度加 0.1 ~ 0.5m。地脚螺栓埋入基础长度为大于 20 倍螺栓直径；螺栓叉尾长大于 4 倍螺栓直径。

3）为了便于水泵机组的安装一般宜采用预留地脚螺栓孔方式。根据技术资料提供的地脚螺栓的平面尺寸设置螺栓孔。（一般为 100mm × 100mm 或 150mm × 150mm）。螺栓孔中心距基础边缘大于 150 ~ 200mm，螺栓孔边缘与泵基础边缘相距不得小于 100 ~ 150mm，螺栓孔深度要大于螺栓埋入总长 30 ~ 50mm。预留孔在地脚螺栓埋入后用 C20 细混凝土填灌固结。

4）基础重量一般应大于 2.5 ~ 4.5 倍机组重量。基础顶面一般要高出室内地坪 0.1 ~ 0.2m（不宜过高）。

3 水泵机组的隔振基础的要求见第 2.9 节。

2.7.20 管网叠压供水设备的基础尺寸，根据不同型号的设备安装尺寸确定。基础设计的基本要求如下：

1 除 JS 系列立式安装可采用支（托）架与墙壁牢固安装外，其他各系列设备均宜采用刚性混凝土基础，刚性混凝土基础应由结构专业设计人员设计。

2 设备基础尺寸根据不同型号设备安装尺寸表确定。独立基础厚度不宜小于 500mm。强度等级不低于 C20，地基承载力标准值不低于 120kPa，达不到要求时，应进行地基处理。基础底面下设砂石垫层或灰土垫层，其厚度不小于 200mm，并充分夯实。

3 设备基座应与刚性基础充分锚固，采用螺栓锚固时，锚固长度不应小于 40d；采用预埋件锚固时，应通过计算确定。

4 当基础设在底板或楼板上时，设备基础应与板整体浇筑，主体结构专业设计人员应根据所选用设备型号对应的荷载参数进行楼板及设备基础结构设计。

2.7.21 泵房内管道一般为明设；沿地面敷设的管道，在人行通道处应设跨越阶梯，架空管道，应不影响人行交通，并不得架在机组上方，尤其不得设在电机及电器设备上面；暗敷管不应直埋，应设管沟。泵房内管道外底距地面或管沟底的距离，当管径 DN≤150mm 时，不应小于 0.2m；当 DN≥200mm 时，不应小于 0.25m。当管段中有法兰时，应满足拧紧法兰螺栓的要求。

2.7.22 泵房内的阀门设置应符合下列要求：

1 阀门的布置应满足使用要求，并方便操作、检修。

2 所选阀门、止回阀的公称压力要与水泵额定工作压力相匹配。

3 一般宜采用明杆闸阀或蝶阀，以便观察阀门开启程度，避免误操作，而引发事故。

4 止回阀应采用密闭性能好，具有缓闭、消声功能的止回阀（详见第 2.5 节）。

2.7.23 气压给水设备系统其供水流量（以扬程 $H=\frac{P_1+P_2}{2}$ 时，泵或泵组所对应的流量）应等于或略大于给水系统所需的最大小时用水量的 1.2 倍。此时水泵应在高效区运行。

2.7.24 气压水罐最高工作压力 P_2 按下式计算：

$$P_2 = \frac{P_1 + 0.098}{a_b} - 0.098 \tag{2.7.24}$$

式中 P_2 ——气压水罐最高工作压力（表压，MPa）；（不得使管网最大水压处配水点的水压大于0.55MPa）；

P_1 ——气压水罐最低工作压力（表压，MPa）；

α_b ——气压罐内最低工作压力和最高工作压力之比（以绝对压力计）；一般宜采用0.65～0.85（当气压水罐高置时可适当减小）。

2.7.25 气压水罐的最低工作压力应满足管网最不利配水点所需水压，他与气压水罐设置的位置有关，当气压水罐低置（如设在供水泵站内）时可按下式计算：

$$P_1 = 0.01H_{q1} + 0.001H_{q2} + H_3 \tag{2.7.25}$$

式中 P_1 ——气压水罐最低工作压力（表压，MPa）；

H_{q1}——最不利配水点与水泵吸水池最低水位的高程差（m）；

H_{q2}——最不利配水点至水泵吸水池最低水位之间管路的沿程、局部水头损失（kPa）；

H_3 ——见式（2.4.15）。

2.7.26 气压水罐的容积，应按下列规定计算：

1 气压水罐内水的调节容积应按式（2.7.26－1）计算：

$$V_{q1} \geqslant V_{q2} = \frac{\alpha_a q_b}{4n_q} \tag{2.7.26-1}$$

式中 V_{q1}——选择的气压罐所贮备的水容积（m^3）；

V_{q2}——给水系统所需气压水罐的调节容积（m^3）；

q_b ——水泵或泵组的出水量（m^3/h）；

α_a ——安全系数（宜采用1.0～1.3）；

n_q ——水泵在1h内启动次数（宜采用6～8次）。

2 气压水罐的总容积应按式（2.7.26－2）计算：

$$V = \frac{\beta V_{q1}}{1 - \alpha_b} \tag{2.7.26-2}$$

式中 V ——气压水罐的总容积（m^3）；

β ——气压水罐的容积系数，补气式卧式水罐宜为1.25、补气式立式水罐宜为1.10、隔膜式水罐宜为1.05。

2.7.27 气压给水设备的选择，应考虑下列因素：

1 一般宜采用变压供水方式，当供水压力有恒定要求时则采用定压式气压给水设备。

2 一般宜采用立式气压罐，条件不允许时也可采用卧式气压罐。

3 一般宜选用胆囊型隔膜式气压罐；当选用补气式气压罐时，其环境应满足无灰尘、粉尘和无不洁净空气等条件，而且宜采用限量补气或自平衡限量补气式气压罐。

4 气压给水设备的泵宜选用一用一备，自动切换。多台运行时，工作泵台数不宜多于3台，并应递次交替和并联运行。

2.7.28 气压给水设备，应装设安全阀、压力表、泄水管和密闭人（手）孔等附件，并应符合下列要求：

1 定压式气压给水设备，应装设自动调压装置。一般可在变压式气压给水装置的供水管上安装调压阀；或在双罐变压式给水装置的压缩空气连通管上安装调压阀。使供水压力在要求的范围内。

2 安全阀可安装在气压水罐顶部，也可安装在系统管道上，开启压力不得超过气压水罐的罐体设计压力。

3 生活给水用隔膜式气压罐的隔膜，应采用食品级橡胶制作，补气式气压给水罐及补气罐的内表

面及止气装置外表面应涂以无毒性防腐涂料或采取无毒防腐措施。

4 生活给水气压罐，其补气罐或空气压缩机的进气口，应设空气过滤装置。

5 气压给水设备，应有可靠的和完善的自动控制运行、工作显示和报警等功能。

6 气压给水罐的进出水管宜合设为一条。

2.7.29 当采用空气压缩机补气时，应符合下列要求：

1 补气式气压给水设备，应不少于 2 台空气压缩机组，其中 1 台备用；当水量小时，可不设备用空气压缩机机组；充气时间不宜大于 2h。

2 生活气压给水设备系统，应采用无油润滑型空气压缩机。

3 在保证有足够压力和不间断供给，并且在气质不会影响水质的条件下，可直接利用公共压缩空气系统。

2.7.30 气压给水罐宜布置在室内，当设于泵房内时，除应符合泵房的要求外，还应符合气压给水的有关要求：

1 环境温度宜为 5 ~ 40℃，空气相对湿度不宜大于 85%；位于地下室时，通风换气次数每小时不应少于 6 次。无腐蚀性和不良气体。

2 机房的门宜向外开。

3 气压给水设备用房的地坪或楼板的强度应考虑气压给水设备的运行荷载；设备上方应设起吊装置。

4 气压给水设备用房要预留安装洞口，其洞口尺寸应考虑最大设备的进出。

2.7.31 气压给水罐的布置应满足下列要求：

1 罐顶至建筑结构最低梁底距离不宜小于 1.0m。

2 罐与罐之间及罐与墙面之间的净距不宜小于 0.7m。

3 罐体应置于混凝土基础上，底座应高出地面不小于 0.1m。整体组装式气压给水设备采用金属框架支承时，可不设设备基础。

2.7.32 气压给水设备设在室外时，应有防雨、防晒及防潮设施，并有在寒冷季节不致冻结的技术措施。

2.8 贮水池、水箱及水塔

2.8.1 小区生活用水贮水池的有效容积应根据生活用水调节量和安全贮水量确定；其生活用水调节量应按流入量和供出量的变化曲线经计算确定，当资料不足时，可按最高日用水量的 15% ~ 20% 确定。当经有关部门批准，该水池还担负消防职能时，则应贮存消防水量。消防贮量的要求应执行现行的国家消防规范。

2.8.2 小区采用水塔作为生活用水的调节构筑物时，其有效容积应经计算确定，若资料不全时可参照表 2.8.2 选定。水泵—水塔联合供水时，宜采用前置方式。由外网夜间直接进水充满水塔（供全天使用），其有效调节容积可参照第 2.8.5 条第 1 款确定。经有关部门批准该水塔还负有消防职能时则应贮存消防水量。

表 2.8.2 水塔（高地水池）生活用水调蓄贮水量

居住小区最高日用水量（m^3）	< 100	101 ~ 300	301 ~ 500	501 ~ 1000	1001 ~ 2000	2001 ~ 4000
调蓄贮水量占最高日用水量的百分数	30% ~ 20%	20% ~ 15%	15% ~ 12%	12% ~ 8%	8% ~ 6%	6% ~ 4%

2.8.3 建筑物的生活用水贮水池的有效容积计算时，其生活用水调节量应按进水量与用水量变化曲线经计算确定，当资料不足时，宜按最高日用水量的 20% ~ 25% 确定。最大不得大于 48h 的用水量。

注：当建筑物内采用部分直供、部分升压的方案时，上述最高日用水量应按需提升的那部分用水量计。

2.8.4 吸水井的有效容积一般不得小于最大1台或多台同时工作水泵3min的设计流量，小型泵可按5min～15min的设计流量来确定；吸水井的长、宽、深尺寸应满足吸水管的布置、安装、检修和水泵正常工作的要求。其防止水质污染变质和保证运行安全所采取的措施同贮水池。

2.8.5 建筑物内生活用水高位水箱的有效调节容积应按进水量和用水量的变化曲线经计算确定，下列工况当资料不足时可按下列要求确定：

1 由城镇给水管网夜间直接进水充满高位水箱（供全天使用），应按供水的用水人数和最高日用水定额确定。

2 水泵—水箱联合供水时，当水泵自动启停的宜按水箱服务区域内的最大小时用水量的50%计（若水泵由人工开关时可按其服务区域的最高日用水量的12%计）；当采用串接供水方案时，如水箱除供本区用水外，还供上区提升泵抽水用时，其水箱的有效容积除满足上述要求外，还应贮存3～5min的提升泵的设计流量。若为中途转输专用时，水箱的调节容积宜取5～10min转输水泵的流量。

2.8.6 各种调节设施必须遵守有关防止水质污染的规定（详见第2.2节）；并应根据城镇供水制度、供水可靠程度、小区对供水的保证要求及引入管的数量、维护管理的水平及用水的要求，各种调节设施内应贮存一定的安全贮量。

2.8.7 水池、水箱及水塔一般应设进、出水管、溢流管、泄水管、透气管、水位信号装置、人孔等。当水池因容积过大分设二个（或二格）时，应按每个（格）可单独使用来配置上述设施。

2.8.8 建筑物的生活用水低位贮水池（箱），其外壁与建筑本体结构墙面或其他池壁之间的净距，应满足施工或装配的需要。无管道的侧面，净距不宜小于0.7m；安装管道的侧面，净距不宜小于1.0m，且管道外壁与建筑本体墙面之间的通道的宽度不宜小于0.6m；设有人孔的池顶，顶板面与建筑本体楼板的净空一般不宜小于1.5m，因条件所限，最小不应小于0.8m；高位水箱箱壁与水箱间墙壁及箱顶与水箱间顶面的净距也应符合上述要求（一般也可参照表2.8.8布置）；其箱底与水箱地面的净距，当有管道敷设时不宜小于0.8m。

表2.8.8 水箱布置间距（m）

给水水箱形式	箱外壁至墙面的净距		水箱之间的距离	箱顶至建筑结构最低点的距离	人孔盖顶至房间顶板的距离	最低水位至水管止回阀的距离
	有阀门一侧	无阀门一侧				
圆形	0.8	0.5	0.7	0.6	1.5（0.8）	0.8
矩形	1.0	0.7	0.7	0.6	1.5（0.8）	0.8

注：表中距离均为净距离，括号内为最小间距。

2.8.9 贮水池一般宜分成容积基本相等的两格；生活水池容量超过1000m^3时，应分成两格或分设两个；高位水箱容量超过50 m^3，宜分成两格或分设两个。当还负有消防职能时，应符合消防要求。

2.8.10 水池（箱）的进出水管应按其服务范围、对象、进出水方式等经计算确定管径，其管道流速按不同工况的要求确定，在资料不全时一般可按0.6～0.9m/s选用（不得小于0.5m/s）。水池的进水管和利用外网压力直接进水的水箱进水管上装设与进水管径相同的自动水位控制阀［包括杠杆式浮球阀（一般适用于DN≤50mm）和液压式水位控制阀门］，并不得少于两个。两个进水管口标高应一致。当采用水泵加压进水时，进水管不得设置自动水位控制阀，应设置由水箱水位控制水泵开、停的装置，当一组水泵供给多个水箱进水时，应在水箱进水管上装设电讯号控制阀，由水位监控设备实现自动控制。生活给水的出水管其管内底应高于池（箱）底0.1～0.15m，对于用水量大且用水时间集中的用水点（如冷却塔补水、加热设备供水管、洗衣房等）应设单独出水管。

2.8.11 水池（箱）设置溢流管时，溢流管的管径应按排泄最大入流量确定，一般比进水管大一级；溢流管宜采用水平喇叭口集水，喇叭口下的垂直管段不宜小于4倍溢流管管径，溢水口应高出最高水位不小于0.1m。溢流管上不得装阀门。

2.8.12 水池（箱）泄水管的管径应按水池（箱）泄空时间和泄水受体的排泄能力确定，小区或建筑

物的低位水池（箱）一般可按 2h 内将池内存水全部泄空计算，也可按 1h 内放空池内 500mm 的贮水深度计。但管径最小不得小于 100mm。高位水箱的泄水管，当无特殊要求时，其管径可比进水管管径缩小 1 ~ 2 级，但不得小于 50mm。泄水管上应设阀门，阀门后可与溢水管相连，并应采用间接排水方式。

泄水管一般宜从池（箱）底接出，若因条件不许可，泄水管必须从侧壁接出时，其管内底应和池（箱）底最低处平。当贮水池的泄水管不可能自流完全泄空水池或无法设置泄水管时，应设置移动或固定的提升装置；当采用移动水泵抽吸排水时，在水池附近应有接泵电源；并在池底最底处的上方池顶上应有能进泵的带盖（密封型）孔口（可与人孔合用）。

2.8.13 水池（箱）的通气管由最大进水或出水量求得最大通气量，按通气量确定通气管道的直径和数量，通气管内空气流速可采用 5m/s；根据水池（箱）用途（贮饮用水还是非饮用水等）确定通气管的材质；一般不少于 2 根，并宜有高差。管道上不得装阀门，水箱的通气管管径一般宜为 100 ~ 150mm。通气管的选用及安装详见 02S403、04S803 和 05S804。

2.8.14 水池（箱）顶部应设人孔，人孔的大小应按池（箱）内各种设备、管件的尺寸确定，并应确保人能顺利进出，一般孔径或边长宜为 800 ~ 1000mm，最小不得小于 600mm。方型人孔的一侧宜与池（箱）内壁平，圆形人孔宜与池（箱）内壁相切。当受条件限制无法在室内池顶设置人孔，而必须设置在侧壁时，应按人孔最低处高于溢流水位的要求设置。水池宜设两个人孔，水池容量大于 $1000m^3$ 则应设两个（国标图中，容量大于等于 $500m^3$ 的圆形水池及容量大于等于 $300m^3$ 的方、矩形水池均设两个）。两个人孔宜对角线布置，宜布置在进、出水管、溢流管和集水坑附近。当进水管上设有浮球阀时，人孔应尽量靠近它。人孔处的池壁内应有爬梯（当水池设在地面上时，外壁也应设爬梯）。人孔附近应有电源插座以便接临时照明灯。埋地水池的池顶人孔口顶应高出池顶覆土层顶不小于 300mm，室内水池（或水箱）的顶部人孔顶应高出池（箱）顶不小于 100mm，并应保证雨水、污水等不流入池内。寒冷地区可根据当地气候条件选择是否采用保温型人孔。人孔的密封井盖须加锁。

2.8.15 当采用两个水池（箱）时，两水池（箱）之间应设连通管，连通管的管径一般可与进水管相同，但负有消防职能的水池（箱）其连通管应按消防时需供给的全部流量来确定．管道上应有阀门，管内底与池（箱）底应尽量相平。管道不宜伸入池（箱）内。

2.8.16 水池（塔、箱）应根据管理的需要设置相应的自动控制设施。水池、水塔应设水位监视和溢流报警装置，水箱宜设置水位监视和溢流报警装置。信息应传至监控中心。室外埋地水池应设有水位指示装置并传至泵房或控制室；池顶的水位标尺应有照明设施。室内的水池（箱）一般可在侧壁安装玻璃液位计，并应有传送到监控中心的水位指示仪表。报警水位（溢流）高出最高水位 0.05m 左右（小水箱可小些）。溢流水位高出报警水位约 0.05m。如进水管径大，进水流量大，报警后需要人工关闭（或电动关闭）时，应给紧急关闭的时间，一般报警水位低于溢流水位 0.25 ~ 0.30m。当按水箱（塔）水位自动控制提升泵的启停时，启泵水位一般应高于最低水位不少于 0.2m，停泵水位为最高水位。

2.8.17 水池、水箱一般宜采用玻璃钢、不锈钢、钢筋混凝土等材质，水塔采用钢筋混凝土结构。水箱的选用及安装参见 02S101；水池参见 04S803，05S804；水塔参见 04S801 - 1、2，04S802 - 1、2；还可参见 07S906。

2.8.18 设置贮水池（箱）的房间室内光线、通风应良好，并便于维护管理，室温不宜低于 5℃，当室温可能低于 0℃时，应有防结冰措施。贮水池（箱）不宜毗邻电气用房和居住用房或在其上、下方。

2.8.19 管道穿越钢筋混凝土水池（箱）部位应预埋耐腐蚀金属材料套管，该套管为带有防水翼环的刚性或柔性套管（一般用于有振动的管道），管道与套管之间的缝隙应做可靠的防渗填堵。参见 02S404。成品水箱的管道接口应预制好。

2.8.20 贮水池内应设有水泵吸水的吸水坑，吸水坑的大小和深度应满足水泵吸水管的安装要求，水池底应有不小于 0.005 的坡度坡向吸水坑。

2.8.21 水箱底应有不小于 0.005 的坡度坡向水箱泄水管口。

2.8.22 室外贮水池周围的阀门井的结构不得与水池结构连在一起。室外贮水池可用覆土进行保温隔

热，表2.8.22供参考。覆土厚度还应满足地下水抗浮要求。严寒地区应根据当地气温条件采取适当的保温措施。

表2.8.22 贮水池覆土层厚度

最冷月平均温度（℃）	覆土层厚度（m）
高于－10	0.5
－10～－30	0.7
低于－30	1.00

2.8.23 水塔的进出水管应按其服务范围、对象、进出水方式等，经计算确定管径。由城镇管网直供的进水管其流速的确定应考虑充分利用城镇管网压力的经济流速（用泵提升时可按泵的出水管流速确定），水塔出水管的设计流速应为充分利用水塔高度并满足供水要求的经济流速，在资料缺乏时一般可采用0.6～0.9m/s（不得小于0.5m/s）。溢流管管径一般比进水管大一级，泄水管管径一般按2h内放空水塔内余存水考虑，但不宜小于DN100。水塔的所有竖管均应设伸缩接头，当环境温度低于0℃时，进出水管应保温。泄、溢水竖管一般不作保温，但对保温水塔的泄水管及泄水管上的阀门需采用电伴热防冻（详见04S801－1、2和07S906）。

冬季采暖温度低于－8℃地区，水塔需保温，一般按－9～－12℃、－13～－20℃、－21～－40℃三种工况进行保温计算（参见04S801－1、2）。

2.9 消声与隔振

2.9.1 居住小区独立设置的水泵房、气压给水站其运行噪声应符合现行的《城市区域环境噪声标准》GB 3096的要求。

2.9.2 设置在住宅、集体宿舍、医院、旅馆、宾馆、办公楼、教学楼、科研楼等建筑物的管道、附件及水泵等均应考虑防噪声的要求。各类建筑及城市区域的允许噪声级见附录B－6的表1、表2。

设置在播音室、录音室、音乐厅等建筑的水泵必须采取隔振消声措施。

2.9.3 泵房的位置要布置恰当，不得布置在需要防振、安静的房间（如卧室、病房、教室、办公室、播音室、精密仪器间、科研室等）的上、下及与其毗邻的房间内。气压给水站墙体及门窗外的噪声应小于50dB。

2.9.4 水泵机组应采取下列措施：

1 采用低噪声水泵机组。其运行的噪声应符合《民用建筑隔声设计规范》GB 10070的规定。

2 水泵机组应设隔振装置（如橡胶隔振垫、橡胶隔振器、阻尼弹簧隔振器等）。

3 水泵吸水管和出水管上，应装设可曲挠橡胶接头或其他隔振管件。

4 管道支架、吊架和管道穿墙、楼板处，应采取防止固体传声措施；管道支吊架宜采用弹性吊架或弹性托架和隔振支架。泵的出水管穿墙和楼板处，洞口与管外壁间填充弹性材料。

5 水池的进水管压力不宜大于0.15MPa；若大于，在满足供水量的前提下可采取减压措施。

6 叠压供水设备正常运行时所产生的噪声不应大于配套水泵机组的噪声。单机功率2.2kW以下不大于55dB（A），3～15kW不大于75dB（A）。

7 必要时，应要求建筑专业采取措施，如在墙面、顶棚加设多孔吸音板及双层门窗等隔音措施。

2.9.5 水泵机组隔振应根据水泵型号规格、水泵机组转速、系统质量和安装位置、荷载值、频率比要求等因素选用隔振元件。卧式水泵宜采用橡胶隔振垫、橡胶隔振器、阻尼弹簧隔振器，当安装在楼板上宜采用橡胶隔振器或阻尼弹簧隔振器。立式水泵宜采用橡胶隔振器、阻尼弹簧隔振器。

2.9.6 水泵机组的隔振元件应符合下列要求：

1 弹性性能优良、刚度低。

2 承载力大，强度高、阻尼比适当。

3 性能稳定，耐久性好。

4 抗酸、碱、油的侵蚀能力良好。

5 加工制作和维修方便。

2.9.7 水泵机组的隔振元件支承点数量应为偶数，且不少于 4 个。一台水泵机组的各个支承点的隔振元件，其型号、规格、性能应一致。采取的隔振措施应使水泵运行扰动频率和固有频率的频率比（$\lambda = f/f_n$）大于 2，一般以 2 ~ 5 为佳。这样，隔振效率达 80% ~ 90% 并可防止共振。各建筑物要求的最低频率比见表 2.9.7 - 1。各种机械设备安装在不同场合的绝对传递率（T_A）、隔振效率（η）和频率比（λ）见表 2.9.7 - 2。在机泵的隔振设计时，所设置的隔振设施计算所得的频率比应大于要求的频率比，实际的隔振效率应大于要求的隔振效率。

表 2.9.7 - 1 最低频率比

设置场所	建筑物举例	最低频率比 $\lambda = f/f_n$
只考虑隔振	工厂、车库、仓库、地下室等	2.0
一般场所	办公室、商店、食堂、综合楼等	2.5
应注意场所	旅馆、医院、学校、住宅、商住楼等	3.0
特别注意场所	播音室、录音室、音乐厅、高层建筑上层等	5.0

表 2.9.7 - 2 各种机械设备的 T_A、η、λ 值

名称		地下室、工厂			两层以上		
		T_A	η	$\lambda = f/f_n$	T_A	η	$\lambda = f/f_n$
冷却塔		0.3	70	2.1	0.15 ~ 0.2	85 ~ 80	3 ~ 2.5
风机		0.3	70	2.1	0.1	90	3.5
空气调节设备		0.3	70	2.1	0.2	80	2.5
泵	≤2.2kW	0.3	70	2.1	0.1	90	3.5
	≥3.7kW	0.2	80	2.5	0.05	95	5

2.9.8 隔振垫的选择：隔振垫由丁腈橡胶制成，基本单元尺寸长 × 宽 × 厚 = 85mm × 85mm × 20mm。硬度有 40°、60°、80°三种规格，可采用单层或多层的设置方式，各层间设 6mm 厚钢板（每边比橡胶垫大 20mm）。性能：阻尼比 D 约为 0.08，工作温度 -20 ~ 60℃，固有频率 $f_n = 5.0 \sim 18.0$Hz。可参照下列方式计算：

1 水泵机组隔振系统总质量：

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 \qquad (2.9.8-1)$$

式中 m ——水泵机组隔振系统总质量（kg）

m_1——水泵质量（kg）；

m_2——电机质量（kg）；

m_3——水泵机组底座质量（kg）；

m_4——惰性块或型钢机座质量（kg）；

m_5——水泵吸水管和出水管在可曲挠橡胶接头接近水泵一侧的管路质量（kg）。

2 隔振元件承受的静荷载：

$$W = m \cdot g \qquad (2.9.8-2)$$

式中 W——隔振元件承受的静荷载（N）

g ——重力加速度（m/s^2）。

3 每个支承点隔振元件的单位静荷载：

$$W_1 = \frac{W}{n_d \cdot A} \tag{2.9.8-3}$$

式中 W_1——每个支承点隔振元件的单位静荷载（Pa）；

n_d——隔振元件的支承点数；

A ——每个支承点的橡胶隔振垫面积（m^2）；当橡胶隔振垫为多层串联设置时，其面积按单层计。根据算得的 W_1 及制造厂提供的隔振垫设计计算图表查得固有频率 f_n（Hz）和静态压缩量 δ_{st}（mm）。

4 水泵机组的扰动频率：

$$f = n/60 \tag{2.9.8-4}$$

式中 f ——水泵机组的扰动频率（Hz）

n ——水泵机组每分钟的转速（r/min）。

5 频率比 λ：

$$\lambda = f/f_n \tag{2.9.8-5}$$

λ 值应大于表中规定的数值，否则需要调整。

6 当橡胶隔振垫采用多层串联时，其总静态压缩变形值可按下式计算。

$$\delta_t = n_z \cdot \delta_{st} \tag{2.9.8-6}$$

式中 δ_t ——多层串联时橡胶隔振垫的总静态压缩变形值（mm）。

n_z ——橡胶隔振垫的层数。

2.9.9 隔振器的选择：目前常用的有橡胶隔振器和阻尼弹簧隔振器。

橡胶隔振器由金属框架和外包橡胶复合而成，阻尼比 D 约为 0.08，额定荷载下静态变形小于 5mm。阻尼弹簧隔振器由金属弹簧隔振器外包橡胶复合而成。它能消除弹簧隔振器存在的共振时振幅激增现象和解决橡胶隔振器固有频率较高应用范围狭窄的问题。是较好的隔振器。阻尼比 D 约为 0.07，工作温度为 -30～100℃，固有频率为 2.0～5.0Hz，荷载范围为 110～35000N。

阻尼弹簧隔振器可参照第 2.9.8 条的计算方法，查阅制造厂提供的“阻尼弹簧隔振器计算图”和“阻尼弹簧隔振器频率比 λ 与传递率、隔振效率的关系图”确定型号。所得的频率比和效率应符合要求。

注：计算水泵机组的总荷载时，宜计设备运转所产生的动荷载。当能取得机泵运转的扰力时应计入。否则可按静荷载乘以系数求得。若采用该方式，下式可供参考：

$$W = Q_1\beta + Q_2 \quad (N)。$$

式中 W ——隔振元件承受的总荷载；

Q_1——水泵、电机组成的机组荷载；

Q_2——隔振基座荷载；

β ——动荷系数，一般取 1.1～1.4，在 Q_1 大而扰动频率 f 小时 β 可取小值，反之可取大值。

2.9.10 一些常用水泵的隔振及其安装可按国家给水排水标准图集实施。卧式泵见 S102，立式泵见 SS103。

2.9.11 与水泵隔振配套安装在管道上的可曲挠橡胶接头、可曲挠橡胶异径管、可曲挠橡胶弯头等管道配件应符合下列要求：

1 用于生活饮用水管道上的可曲挠橡胶管道配件，应得到卫生部门的许可。

2 参照下列要求确定隔振配件的数量；隔振配件的设置应满足隔振和位移补偿两方面要求：

1）一般可按每个橡胶接头具有插入损失 15～25dB 的隔振效果来估算隔振管道配件的数量。

2）位移补偿一般考虑轴向位移和横向位移。管道隔振配件所允许的位移量应满足水泵隔振元件的变形量，并可由此来确定配件的数量。

3 用于水泵出水管的可曲挠橡胶接头等隔振管道配件，应按工作压力选用，用于水泵吸水管时应按真空度选用。安装在水泵进出水管上的可曲挠橡胶接头，必须安装在靠近水泵处。

4 可曲挠橡胶管道配件可明装也可暗装，但不得嵌装于墙内，并必须确保其处于不受力的自然状态下工作，其各个方向的位移不受环境的影响，用于埋地管道时，应设在管沟内或检查井内。

一般宜安装在水平管上，在配件上严禁刷油漆。当管道需要保温时，保温做法不得影响配件的位移补偿和隔振要求，如保温层不与配件的橡胶体直接接触，保温材料采用软性材料等。

2.9.12 不和水泵布置在一起的贮水池、水箱也应设置在单独的房间内，并尽量远离需要安静的房间。

2.9.13 管道系统的设计，应采取下列降低噪声的措施：

1 管内压力、流速均按规定选用，防止因压力过大、流速过快而引发噪声，当防噪声要求高时，配水支管与卫生器具配水件的连接宜采用软管连接，配水管起端设置水锤吸纳装置。

2 管道不宜穿过有较高安静要求的房间，如卧室、病房、录音室、阅览室等。

3 当卫生间紧贴卧室等需要安静的房间时其管道应布置在不靠卧室的墙角。旅馆客房的卫生间其立管应布置在门朝走廊的管井内。

4 管道穿楼板和墙处，管道外壁与洞口之间填充弹性材料。

5 敷设在墙槽内的管道，宜在管道外壁缠绕厚度不小于 10mm 的毛毡或沥青毡。

6 管道的支吊架应考虑隔振要求，宜在管道外壁与卡环之间衬垫厚度不小于 5mm 的橡胶或其他弹性材料。对隔振要求高的地方应采用隔振支架，支吊架安装图详见 S402。

3 饮　水

3.1 管道直饮水水质、水量和水压

3.1.1 最高日直饮水定额因建筑物性质和地区的条件不同而异，详见表3.1.1。

表3.1.1 最高日直饮水定额

建筑物名称	单　位	最高日直饮水定额
住宅楼	L/（人·日）	2~2.5
办公楼	L/（人·班）	1~2
教学楼	L/（人·日）	1~2
旅馆	L/（床·日）	2~3
医院	L/（床·日）	2~3

注：1　表中所列数据仅为饮用水量，其中住宅楼直饮水定额包含居民饮用、煮饭烹饪用水量。

2　经济发达地区的居民住宅楼直饮水定额可提高至4~5L/（人·d）。

3　医院直饮水定额可参考住宅楼标准确定。

4　影剧院、体育场（馆）可根据当地经济水平、生活习惯确定。

5　最高日直饮水定额亦可根据用户要求确定。

3.1.2 管道直饮水系统用户端的水质应符合国家现行标准《饮用净水水质标准》CJ 94的规定，详见附录C。

3.1.3 水压要求

1 直饮水专用水嘴

1）最低工作压力：不宜小于0.03MPa。

2）额定流量：直饮水专用水嘴不同，其压力和流量的特性曲线不同，设计时根据所选用产品的特性曲线及最低工作压力确定专用水嘴的额定流量，当产品的特性曲线资料缺乏时额定流量取0.04~0.06L/s（工作压力为0.03~0.05MPa）。

2 分区压力见第3.3.5条。

1）高层建筑的管道直饮水供水系统，应根据各楼层水嘴的流量差异越小越好的原则确定各分区最低水嘴处的静水压力，当楼层的静水压力超过规定值时，设计中应采取可靠的减压措施。

2）其他类型建筑的分区静水压力控制值可根据建筑性质、高度、供水范围等因素，参考住宅、办公楼的分区压力要求确定。

3.2 管道直饮水水处理

3.2.1 管道直饮水系统应对原水进行深度净化处理。

3.2.2 水处理工艺流程的选择应依据原水水质，经技术经济比较确定，处理后的出水应达到水质指标。

3.2.3 水处理工艺流程应合理、优化，满足布置紧凑、节能、自动化程度高、管理操作简便、运行安全可靠和制水成本低等要求。

3.2.4 深度净化处理宜采用膜处理技术（包括微滤、超滤、纳滤和反渗透），膜处理应根据处理后的水质标准和原水水质进行选择。目前膜处理技术分类如下：

1 微滤（MF）：微滤膜的结构为筛网型，孔径范围在 0.1 ~ 1μm，因而微滤过程满足筛分机理，可去除 0.1 ~ 10μm 的物质及尺寸大小相近的其他杂质，如悬浮物（浑浊度）、细菌、藻类等。操作压力一般小于 0.3MPa，常用操作压力为 0.01 ~ 0.2MPa。

2 超滤（UF）：超滤膜介于微滤与纳滤之间，且三者之间无明显的分界线。一般来说，超滤膜的截留分子量在 500 ~ 1000000D，而相应的孔径在 0.01 ~ 0.1μm 之间，这时的渗透压很小，可以忽略。因而超滤膜的操作压力较小，一般为 0.2 ~ 0.4MPa，主要用于截留去除水中的悬浮物、胶体、微粒、细菌和病毒等大分子物质。因此超滤过程除了物理筛分作用以外，还应考虑这些物质与膜材料之间的相互作用所产生的物化影响。

3 纳滤（NF）：通常纳滤的特性包括以下六个方面：

1）介于反渗透与超滤之间。

2）孔径在 1nm 左右，一般 1 ~ 2nm。

3）截留分子量在 200 ~ 1000D。

4）膜材料可采用多种材质，如醋酸纤维素、醋酸 - 三醋酸纤维素、磺化聚砜、磺化聚醚砜、芳香聚酰胺复合材料和无机材料等。

5）一般膜表面带负电。

6）对氯化钠的截留率小于 90%。

4 反渗透（RO）：反渗透膜孔径小于 1nm，具有高脱盐率（对 NaCl 达 95.0% ~ 99.9% 的去除）和对低分子量有机物的较高去除，使出水 Ames 致突活性试验呈阴性。目前膜工业上把反渗透过程分成三类：高压反渗透（5.6 ~ 10.5MPa，如海水淡化），低压反渗透（1.4 ~ 4.2MPa，如苦咸水的脱盐），和超低压反渗透（0.5 ~ 1.4MPa，如自来水脱盐）。反渗透膜用作饮用水净化的缺点是将水中有益于健康的无机离子全部去除，工作压力高、能耗大，水的回收率较低。因此，对于反渗透技术，除了海水淡化、苦咸水脱盐和工程需要之外，一般不推荐用于饮水净化。

5 其他新型的水处理技术如电吸附（EST）处理、卡提斯（CARTIS）水处理设备（核心技术为碳化银）以及活性炭分子筛等，其应用应视原水水质情况，在满足饮用净水水质标准，经技术经济分析后，合理选择优化组合工艺。

3.2.5 根据不同的膜处理应相应配套预处理、后处理和膜的清洗设施，并应符合下列规定：

1 预处理可采用多介质过滤器、活性炭过滤器、精密过滤器、钠离子交换器、KDF 处理、膜过滤或化学处理。

1）预处理的目的是为了将不同的原水处理成符合膜进水要求的水，以免膜在短期内损坏。其中，反渗透膜和纳滤膜对进水水质的要求见表 3.2.5 - 1。

表 3.2.5 - 1 反渗透膜和纳滤膜对进水水质的要求

项目	卷式醋酸纤维素膜	卷式复合膜	中空纤维聚酰胺膜
SDI15	<4（4）	<4（5）	<3（3）
浊度（NTU）	<0.2（1）	<0.2（1）	<0.2（0.5）
铁（mg/L）	<0.1（0.1）	<0.1（0.1）	<0.1（0.1）
游离氯（mg/L）	0.2 ~ 1（1）	0（0.1）	0（0.1）
水温（℃）	25（40）	25（45）	25（40）
操作压力（MPa）	2.5 ~ 3.0（4.1）	1.3 ~ 1.6（4.1）	2.4 ~ 2.8（2.8）
pH 值	5 ~ 6（6.5）	2 ~ 11（11）	4 ~ 11（11）

注：括号内为最大值。

2）反渗透膜和纳滤膜系统中典型的预处理方法见表 3.2.5－2。

表 3.2.5－2　反渗透膜和纳滤膜系统中典型的预处理方法

污染物类型	预处理方法
悬浮固体或颗粒	格栅；水力旋流器；过滤
胶体	混凝－过滤；超滤
难溶性盐	加酸；石灰软化；加阻垢剂；阳离子交换；磁化
氧化剂（如游离氯、臭氧）	加还原剂（亚硫酸氢钠）；活性炭吸附；KDF
金属氧化物	pH 调节（加酸等）
生物污染物	氯化；臭氧；紫外照射；加亚硫酸氢钠；加硫酸铜
有机污染物	混凝－过滤；活性炭吸附；化学氧化；超滤；微滤

3）超滤膜对原水的预处理要求虽不高，但对不同的膜组件的要求不同。一般包括预过滤、pH 调整、预氧化和混凝吸附。微滤膜对原水的预处理一般采用格网或预过滤、pH 调整。

2　后处理可采用膜处理后的消毒灭菌或水质调整处理。

后处理是指膜处理后水的保质或水质调整处理。为了保证管道直饮水水质的长期稳定性，通常需要采用一定的方法进行保质，常用方法有：臭氧、紫外线、二氧化氯或氯消毒等。

此外，在一些管道直饮水工程中需要对膜产品水进行水质调整处理，以获得饮水的某些特殊附加功能（如健康美味、活化等，其中某些功能尚有待进一步研究论证），常用方法有：pH 调节、温度调节、矿化（如麦饭石、木鱼石等）过滤、（电）磁化等。

3　膜的清洗可采用物理清洗和化学清洗，可根据不同的膜形式及膜污染类型进行系统配套设计。

1）膜污染是造成膜组件运行失常的主要影响因素。膜污染可定义为：当截留的污染物质没有从膜表面传质回主体液流（进水）中，膜面上的污染物质由于沉淀与积累，使水透过膜的阻力增加，妨碍了膜面上的溶解扩散，从而导致膜的产水量和水质下降。同时，由于沉积物占据了盐水通道空间，限制了组件中的水流流动，增加了水头损失。这些沉积物可通过物理、化学及物理化学方法去除，因而膜产水量是可恢复的。然而，膜产水量的下降将影响膜的运行和投资费用，这是因为产水量决定了膜的清洗频率与膜更换的频率（当产生大量不可恢复的污染时）。

2）膜的污染物可分为六大类：①悬浮固体或颗粒；②胶体；③难溶性盐；④金属氧化物；⑤生物污染物；⑥有机污染物。

3）膜的清洗包括物理清洗（如冲洗、反冲洗等）和化学清洗，可根据不同的膜形式及膜污染类型进行系统配套设计。

常用的化学清洗剂见表 3.2.5－3 所示。

纳滤和反渗透膜一般用化学清洗；对于超滤和微滤系统，一般为中空纤维膜，所以多用水反冲洗或气水反冲。有关膜的特性以及诸如清洗方法，药剂选择、膜污染判断、清洗设备和系统以及清洗有关注意事项、清洗效果评价和膜停机保护，均可向膜公司或专业清洗公司咨询。

3.2.6　预处理、膜处理和后处理工艺的选用和组合及出水水质应符合国家现行标准《饮用净水水质标准》CJ 94 的规定。

通过试验表明，以城市自来水为水源，配以合理的预处理，根据原水水质不同，可采用不同处理单元的组合：

1　原水为微污染水，硬度和含盐量适中或稍低，采用“活性炭＋超滤”。

2　原水为微污染水，硬度和含盐量偏高，采用“活性炭＋纳滤”或“活性炭＋反渗透”。

3　原水有机物污染严重，采用“臭氧＋纳滤”或“臭氧氧化＋活性炭＋反渗透”。

3.2.7　水处理消毒灭菌措施应符合下列规定：

表 3.2.5-3 常用的化学清洗剂

化学药剂	污染物类型					
	碳酸盐垢	SiO_2	硫酸盐垢	金属胶体	有机物	微生物
0.2% HCl（pH = 2.0）[b)]	✓			✓		
2% 柠檬酸 + 氨水（pH = 4.0）	✓		✓	✓		
2% 柠檬酸 + 氨水（pH = 8.0）		✓				
1.5% Na_2EDTA + NaOH（pH = 7 ~ 8） 或 1.5% Na_4EDTA + HCl（pH = 7 ~ 8）		✓				
1.0% $Na_2S_2O_4$			✓	✓		
NaOH（pH = 11.9）[b)]		✓		✓	✓	
0.1% EDTA + NaOH（pH = 11.9）		✓			✓	✓
0.5% 十二烷基硫酸酯钠 + NaOH（pH = 11.0）[b)]		✓		✓	✓	✓
三磷酸钠，磷酸三钠和 EDTA					✓	✓

注：1 “✓”表示清洗效果良好。

2 不能用于醋酸纤维素膜的清洗。

1 选用紫外线消毒时，紫外线有效剂量不应低于 40mJ/cm^2，紫外线消毒设备应符合现行国家标准《城市给排水紫外线消毒设备》GB/T 19837 的规定。

2 采用臭氧消毒时，产品水中臭氧残留浓度不应小于 0.01mg/L。

3 采用二氧化氯消毒时，产品水中二氧化氯残留浓度不应小于 0.01mg/L。

4 采用氯消毒时，产品水中氯残留浓度不应小于 0.01mg/L。

5 采用紫外线、臭氧消毒时，管网末梢处余氯不应小于 0.01mg/L，以保证长效消毒效果。

6 根据季节变化消毒方法可组合使用。

7 消毒灭菌设备应安全可靠，投加量精准，并应有报警功能。

3.2.8 深度净化处理系统排出的浓水应回收利用。

3.2.9 净水工艺适用条件

根据原水水质和类型，目前在工程中常采用的净水工艺及适用条件见表 3.2.9：

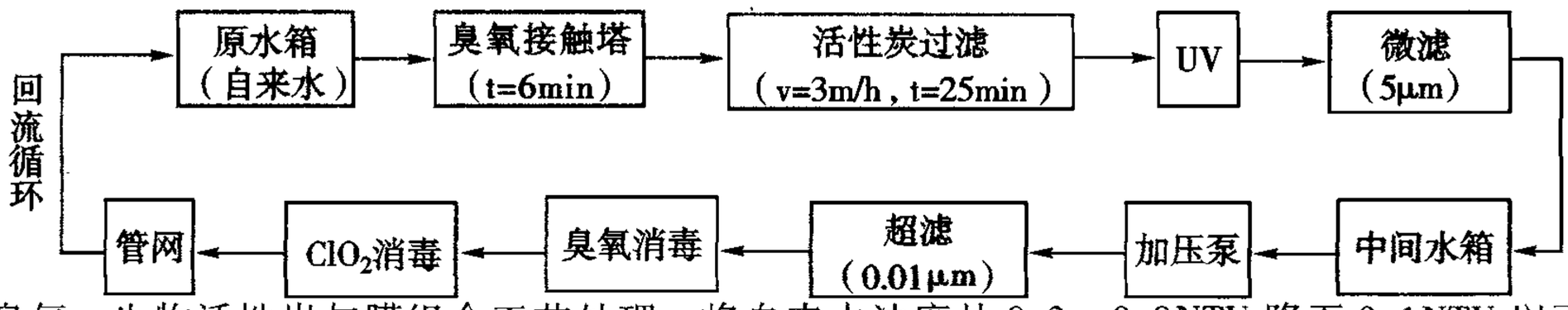
表 3.2.9 净水工艺适用条件

工程原水水质状况	净水工艺
存在有机物污染，不符合《生活饮用水卫生标准》	臭氧→活性炭过滤器→纳滤膜 臭氧→活性炭过滤器→反渗透膜
不符合《生活饮用水卫生标准》	活性炭过滤器→纳滤膜 活性炭过滤器→反渗透膜
硬度和含盐量高，不符合《生活饮用水卫生标准》	活性炭过滤器→离子交换器→纳滤膜 活性炭过滤器→离子交换器→反渗透膜
除耗氧量外，其他指标符合《饮用净水水质标准》	（臭氧→）活性炭过滤器→超滤膜

3.2.10 典型工艺流程

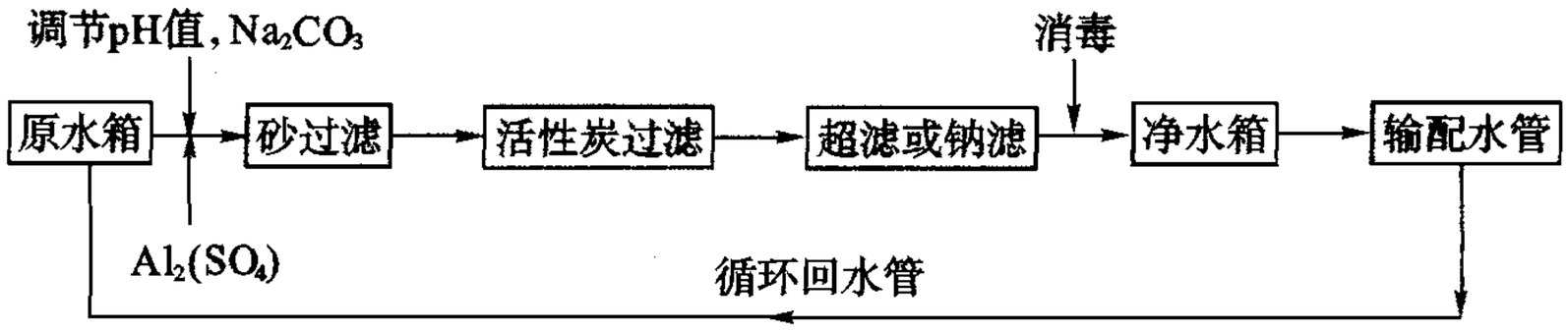
通过工程实践，国内取得较好效果的直饮水工程及其工艺流程有：

1 深圳某管道直饮水系统工艺：



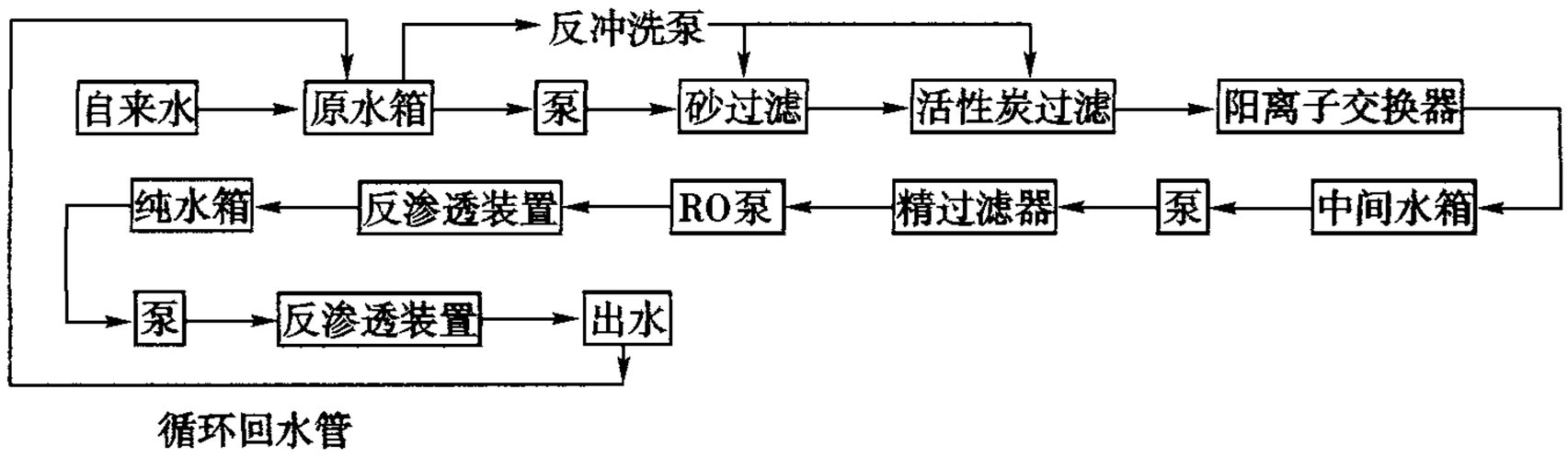
经臭氧—生物活性炭与膜组合工艺处理，将自来水浊度从0.3～0.8NTU降至0.1NTU以下，高锰酸钾指数由1.5～4mg/L降至0.5～1.5mg/L，去除率达68.0%；UV254由0.07～0.12cm^{-1}降为0.009～0.023cm^{-1}，去除率为83%；TOC由2400～2900μg/L降为700～1600μg/L；Ames试验由阳性转变为阴性；将0.1～0.45mg/L的亚硝酸盐氮和0.03～0.35mg/L的氨氮降至检测限以下，同时出水硝酸盐浓度≤10mg/L，说明该系统具有安全的运行效能。但本流程无脱盐工艺，因此仅适用于含盐量、硬度等金属离子含量小于饮用净水水质要求的原水的处理。

2 上海某星级饭店饮用净水系统：



供用户生饮这种经深度处理后的管道直饮净水，保留了水中对人体有益的钙、镁、钠等元素。该系统的出水经医学卫生检测和监督等有关单位跟踪采样检测及评审以超滤膜为主的组合工艺，达到了欧盟水质要求和建设部城市供水2000年一类水质的水质目标。

3 北京（广州）地区常用的纯净水处理工艺：



注：广州地区自来水水质属软水，未设阳离子交换器。

处理工艺实际上由三个部分组成。第一部分预处理，由砂滤和活性炭吸附过滤组成，对纯净水来说属预处理，对自来水来说属深度处理。第二部分（中间）由阳离子交换器、中间水箱、精过滤器所组成，阳离子树脂可以是RNa型，一般采用RNa（钠型）较多。主要去除水中的Ca^{2+}、Mg^{2+}离子，使水软化。软化后大大减轻RO装置的负担，同时不使Ca^{2+}、Mg^{2+}在RO膜面结垢；第三部分由反渗透（RO）装置及后续装置组成，RO装置是去除水中所有阳离子和阴离子，使出水成为纯净水。“精过滤器”主要也是起“保安”作用，滤去前置的破碎活性炭和破碎的离子交换树脂。

3.2.11 管道直饮水的水处理工艺及机房的布置可参照国家建筑标准设计图集07SS604《建筑管道直饮水工程》。

3.3 管道直饮水系统设计

3.3.1 管道直饮水系统必须独立设置。

3.3.2 管道直饮水系统中建筑物内部和外部供回水管网的型式应根据居住小区总体规划和建筑物性质、规模、高度以及系统维护管理和安全运行等条件确定。

3.3.3 管道直饮水系统宜采用下列方式：

1 调速泵供水系统，见图 3.3.3－1；

2 处理设备置于屋顶的水箱重力式供水系统，见图 3.3.3－2。

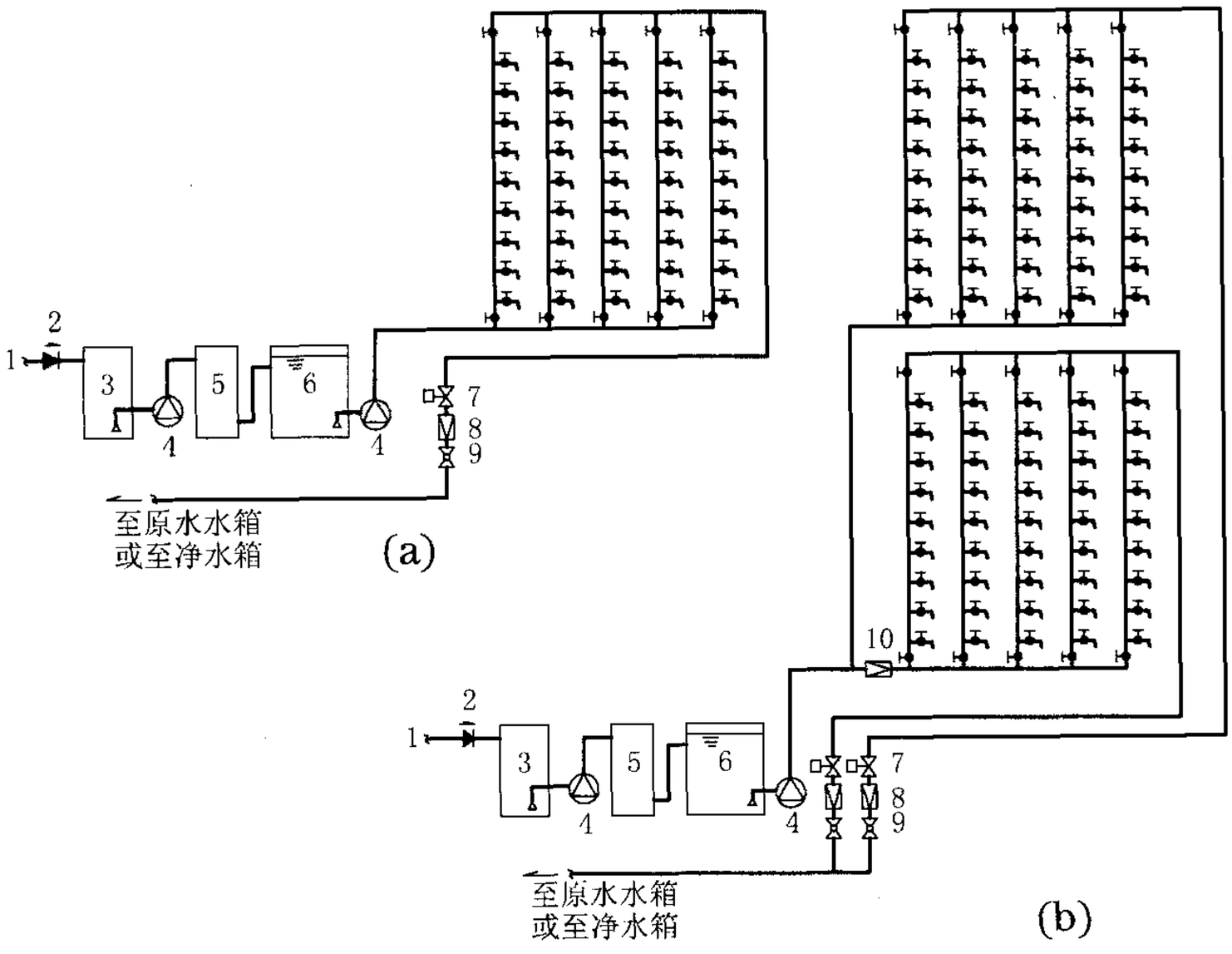


图 3.3.3－1 变频调速供水泵系统示意图

1－城市供水；2－倒流防止器；3－预处理；4－水泵；5－膜过滤；6－净水箱（消毒）7－电磁阀；8－可调式减压阀；9－流量调节阀（限流阀）；10－减压阀

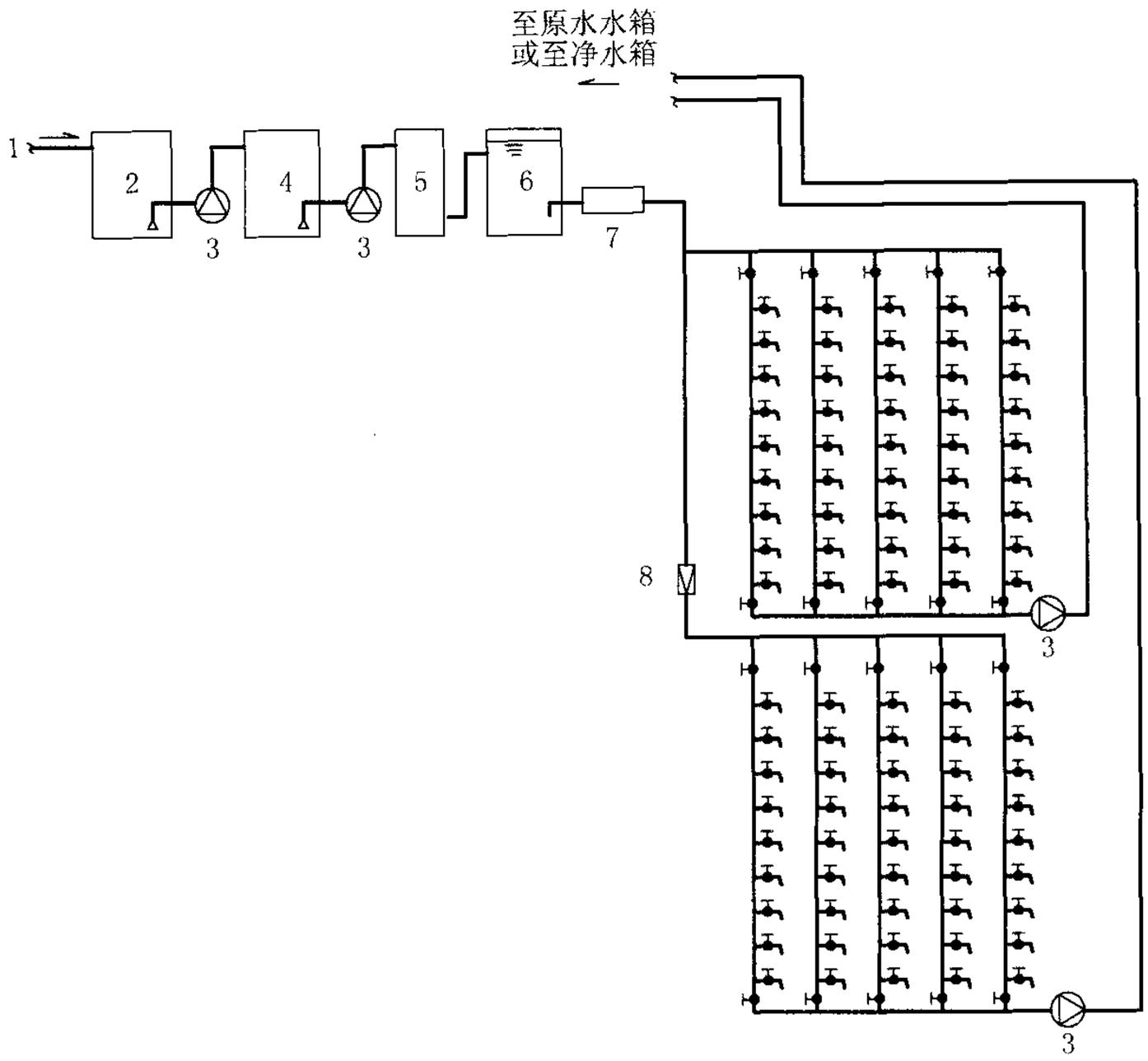


图 3.3.3－2 屋顶水箱重力供水系统

1－供水；2－原水水箱；3－水泵；4－预处理；5－膜过滤；6－净水水箱；7－消毒器；8－减压阀

3.3.4 净水机房宜靠近集中用水点，可设在建筑物内，亦可单独设置。净水机房的面积在初步设计阶

段可按处理水量 15～20m³/d，面积约占 20～50m² 估算。

3.3.5 高层建筑管道直饮水供水应竖向分区，分区压力应符合下列规定：

1 住宅各分区最低饮水嘴处的静水压力不宜大于 0.35MPa。

2 办公楼各分区最低饮水嘴处的静水压力不宜大于 0.40MPa。

3 各分区最不利饮水嘴的水压，应满足用水水压的要求。

3.3.6 居住小区集中供水系统可在净水机房内设分区供水泵或设不同性质建筑物的供水泵，或在建筑物内设减压阀竖向分区供水。采用变频调速水泵直接供水或采用减压阀减压后供水的系统图见图 3.3.6。

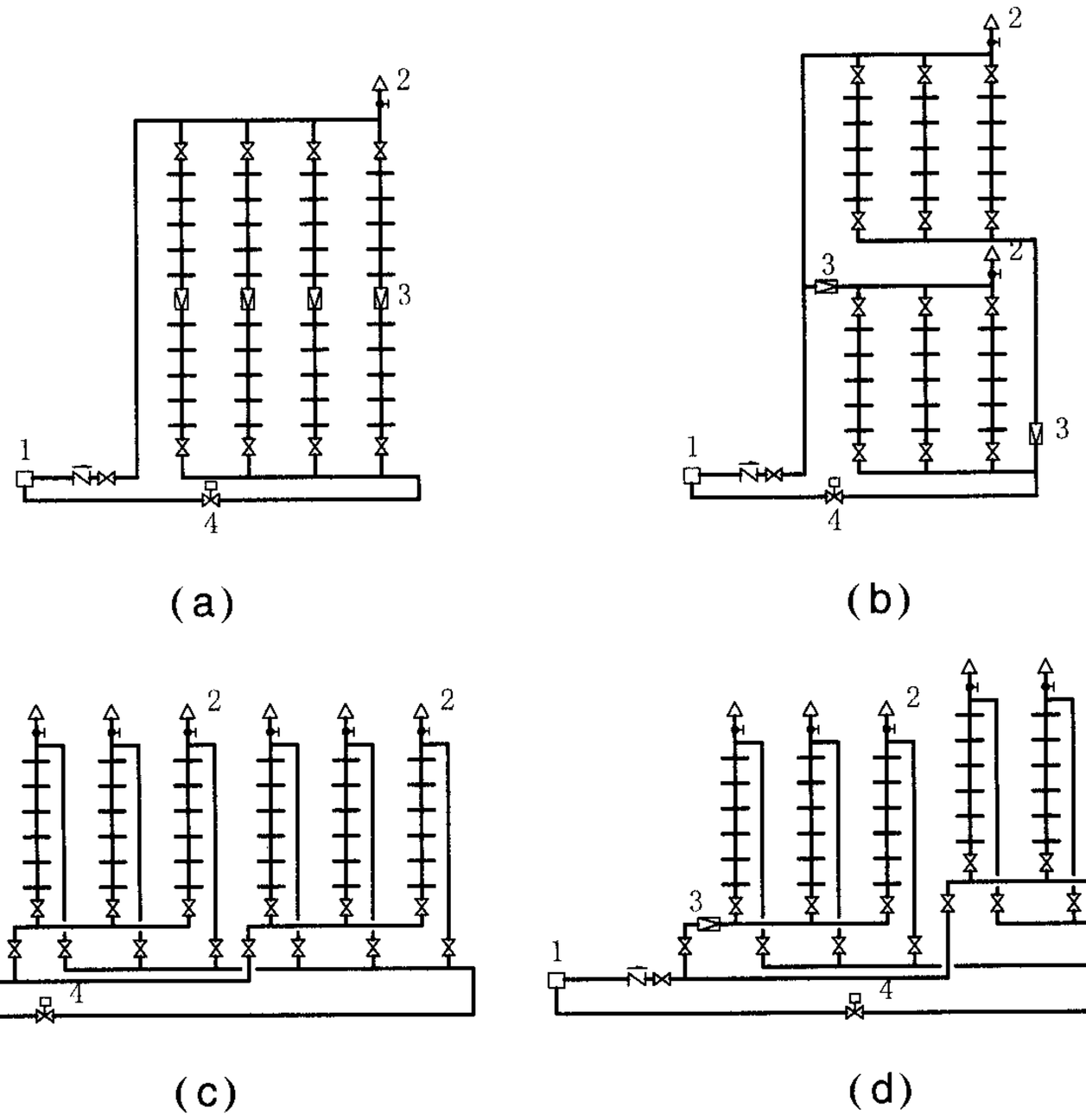


图 3.3.6　管道直饮水管网几种布置

1－水箱、水泵；2－自动排气阀；3－可调式减压阀；4－电磁阀或控制回流装置

图（a）适用于高度小于 50m、立管数较少的建筑物（低区亦可用支管可调试减压阀）。

图（b）适用于高度大于等于 50m、立管数较多的高层建筑。

图（c）适用于多幢多层的小区建筑。

图（d）适用于高、多层的群体建筑。

3.3.7 管道直饮水系统设计应设循环管道，供回水管网应设计为同程式。

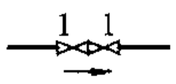
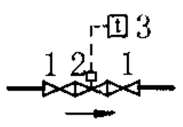
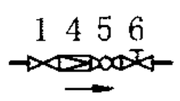
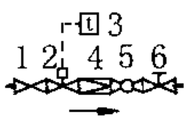
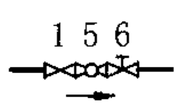
管道直饮水重力式供水系统宜采用定时循环，并设置循环水泵；管道直饮水加压式供水系统（供水泵兼作循环水泵）可采用定时循环，也可采用全日循环，并设置循环流量控制装置。常用的循环流量控制装置的组成、优缺点及设计要点见表 3.3.7－1。

1 对于定时循环系统，该装置应设置在净水机房内循环回水管的末端。对于全日循环系统，该装置应设置在循环回水管的起端，并在净水机房内循环回水管的末端设置持压装置（见表 3.3.7－2）。定时循环系统的循环流量控制装置可在净水机房内就地手动操作，也可在净水设备控制盘电动操作；设有智能化系统的建筑或小区，可在中心控制室远程操作。

2 对于定时循环系统，表 3.3.7－1 中装置 3、4 的流量控制阀可采用静态流量平衡阀，也可采用动态流量平衡阀；对于全日循环系统，表 3.3.7－1 中装置 5 的流量控制阀应采用动态流量平衡阀。其中装置 3、4 的流量控制阀是利用其前、后压差来控制循环流量，为保持阀后压力应在阀后设置持压阀，适用于小区定时循环系统。该装置中减压阀及持压阀的动作压力经水力计算确定，并满足静态或动态流

量平衡阀的选用要求；装置 5 中的流量控制阀是利用其前、后压差来控制循环流量，为保持阀后压力应在阀后设置持压阀。该装置中持压阀的动作压力经水力计算确定，并满足动态流量平衡阀的选用要求。采用全日循环流量控制装置的管道直饮水系统，高峰用水时停止循环。

表 3.3.7－1　循环流量控制装置的组成与优缺点

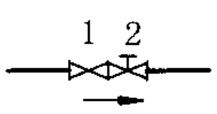
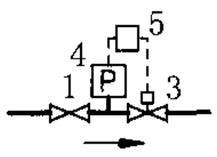
控制分类	编号	装置组成	优缺点	设计要求
定时循环	1		造价低，循环流量控制不精确	系统管网应按当量长度同程设计，需进行阻力平衡计算
	2		造价低，循环流量控制不精确	设计要求同 1 可自动工作
	3		造价高，结构复杂，循环流量控制精确	装置上游系统回水管网应按同程设计，装置下游回水汇集管可不按同程设计，需经水力计算确定减压阀后压力及持压阀动作压力
	4		造价高，结构复杂，循环流量控制精确	设计要求同 3 可自动工作
全日循环	5		造价高，结构复杂，循环流量控制精确	装置上游系统回水管网应按同程设计，装置下游回水汇集管可不按同程设计，需经水力计算确定动态平衡阀后压力

注：1　循环流量控制装置组成图示中的箭头为水流方向

2　循环流量控制装置组成中：1 为截止阀；2 为电磁阀；3 为时间控制器；4 为减压阀；5 为流量控制阀；6 为持压阀

3　循环流量控制装置 3 至装置 5 目前在工程中较少采用，应酌情选用

表 3.3.7－2　持压装置的组成

装置 1	装置 2	备注
		1. 持压装置组成图式中的箭头为水流方向 2. 持压装置组成中：1 为截止阀；2 为持压阀；3 为电磁阀；4 为压力控制阀；5 为电控装置

3　对于全日循环系统，全日循环流量控制装置及回水管末端的持压装置宜设置旁通管，以保证上述装置检修时，系统正常循环。

3.3.8　建筑物内高区和低区供水管网的回水管连接至同一循环回水干管时，高区回水管上应设置减压稳压阀，并应保证系统循环。

3.3.9　直饮水在供配水系统中的停留时间不应超过 12h。

3.3.10　配水管网循环立管上端和下端应设阀门，供水管网应设检修阀门。在管网最低端应设排水阀，管道最高处应设排气阀。排气阀处应有滤菌、防尘装置。排水阀设置处不得有死水存留现象，排水口应有防污染措施。

3.3.11　管道直饮水系统回水宜回流至净水箱或原水水箱。回流到净水箱时，应加强消毒。采用供水泵兼做循环泵使用的系统，循环回水管上应设置循环回水流量控制阀。

3.3.12 居住小区集中供水系统中每幢建筑的循环回水管接至室外回水管之前宜采用安装流量平衡阀等措施。

3.3.13 各用户从立管上接出的支管不宜大于3m。

3.3.14 管道不应靠近热源。室内明装管道应做隔热保温处理。

3.3.15 管道设计、管材选用应符合相应的现行国家标准的规定。

3.3.16 管材、管件和计量水表的选择应符合下列规定：

1 管材应选用不锈钢管、铜管或其他符合食品级要求的优质给水塑料管（氯化聚氯乙烯管CPVC和聚丙烯管PP－R等）和优质钢塑复合管。

2 室内分户计量水表应采用直饮水水表。

3 应采用直饮水专用水嘴。

4 系统中宜采用与管道同种材质的管件及附配件。

3.4 管道直饮水系统计算与设备选择

3.4.1 系统最高日直饮水量应按下式计算：

$$Q_d = Nq_d \tag{3.4.1}$$

式中 Q_d——系统最高日直饮水量（L/d）；

N——系统服务的人数；

q_d——最高日直饮水定额［L/（d·人）］。

3.4.2 瞬时高峰用水量，应按下式计算：

$$q_s = mq_0 \tag{3.4.2}$$

式中 q_s——瞬时高峰用水量（L/s）；

q_0——水嘴额定流量（L/s）；

m——瞬时高峰用水时水嘴使用数量。

3.4.3 瞬时高峰用水时水嘴使用数量应按下式计算：

$$P_n = \sum_{k=0}^{m} \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} \geqslant 0.99 \tag{3.4.3-1}$$

式中 P_n——不多于m个水嘴同时用水的概率；

p——水嘴使用概率；

k——中间变量。

瞬时高峰用水时水嘴使用数量m计算应符合下列要求：

1 当水嘴数量n≤12个时，应按表3.4.3－1选取；

2 当水嘴数量n＞12个时，可按表3.4.3－2选取；

3 当np≥5并且满足n（1－p）≥5时，可按下式简化计算：

$$m = np + 2.33\sqrt{np(1-p)} \tag{3.4.3-2}$$

表3.4.3－1 水嘴数量少时宜采用如下经验值（住宅和办公楼）

水嘴数量n（个）	1	2	3～8	9～12
使用数量m（个）	1	2	3	4

3.4.4 水嘴使用概率应按下式计算：

$$p = \frac{\alpha Q_d}{1800nq_0} \tag{3.4.4}$$

式中 α——经验系数，住宅楼取0.22，办公楼取0.27，教学楼取0.45，旅馆取0.15；

n ——水嘴数量。

表 3.4.3-2 水嘴设置数量达 12 个以上时的使用数量 m（单位：个）

m / p / n	0.010	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035	0.040	0.045	0.050	0.055	0.060	0.065	0.070	0.075	0.080	0.085	0.090	0.095	0.10
25	–	–	–	–	–	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
50	–	–	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	9	10	10	10
75	–	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	13	13	14	14
100	4	5	6	7	8	8	9	10	11	11	12	13	13	14	15	16	16	17	18
125	4	6	7	8	9	10	11	12	13	13	14	15	16	17	18	18	19	20	21
150	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
175	5	7	8	10	11	12	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	26	27
200	6	8	9	11	12	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	27	28	29	30
225	6	8	10	12	13	15	16	18	19	21	22	24	25	27	28	29	31	32	34
250	7	9	11	13	14	16	18	19	21	23	24	26	27	29	31	32	34	35	37
275	7	9	12	14	15	17	19	21	23	25	26	28	30	31	33	35	36	38	40
300	8	10	12	14	16	18	21	22	24	25	28	30	32	34	36	37	39	41	43
325	8	11	13	15	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46
350	8	11	14	16	19	21	23	25	28	30	32	34	36	38	40	42	45	47	49
375	9	12	14	17	20	22	24	27	29	32	34	36	38	41	43	45	47	49	52
400	9	12	15	18	21	23	26	28	31	33	36	38	40	43	45	48	50	52	55
425	10	13	16	19	22	24	27	30	32	35	37	40	43	45	48	50	53	55	57
450	10	13	17	20	23	25	28	31	34	37	39	42	45	47	50	53	55	58	60
475	10	14	17	20	24	27	30	33	35	38	41	44	47	50	52	55	58	61	63
500	11	14	18	21	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55	58	60	63	66

注：用差值法求得 m。

3.4.5 定时循环时，循环流量可按下式计算：

$$q_x = \frac{V}{T_1} \tag{3.4.5}$$

式中 q_x ——循环流量（L/h）；

V ——闭式循环回路上供回水系统的总容积（L），包括供回水管网和净水水箱容积；

T_1 ——循环时间（h），不宜超过 4h。

3.4.6 供回水管道内水流速度宜符合表 3.4.6 的规定。

表 3.4.6　供回水管道内水流速度

管道公称直径（mm）	水流速度（m/s）
≥32	1.0～1.5
<32	0.6～1.0

注：循环回水管道内的流速宜取高限。

3.4.7　流出节点的管道有多个且水嘴使用概率不一致时，则按其中的一个概率值计算，其他概率值不同的管道，其负担的水嘴数量需经过折算再计入节点上游管段负担的水嘴数量之和。折算数量应按下式计算：

$$n_e = \frac{np}{p_e} \tag{3.4.7}$$

式中　n_e——水嘴折算数量；

p_e——新的计算概率值。

小区直饮水系统的输水管，当取瞬时高峰流量计算，往往会出现相汇合管段所负担的水嘴使用概率 P 不相等，使上游管段水嘴使用数量 m 的计算出现困难。为解决该困难，提出在相汇管道的各 P 值中取主管路的值作为上游管段的计算值。根据此值，用 3.4.7 式折算出支管的相当水嘴总数量 ne，参与到上游管段的计算中。水嘴数量与概率的乘积较大者为主管路。

举例：如图 3.4.7，假设管路（e～2）的 $n_0=200$，$p_e=0.05$，管路（e～3）的 $n=180$，$p=0.04$，因 $n_0p_e=10$，$np=7.2$，可以确定管路（e～2）为主管路，上述两管路的上游管路（e～1）：$n=n_0+n_e=200+180\times0.04/0.05=344$，$p=0.05$。

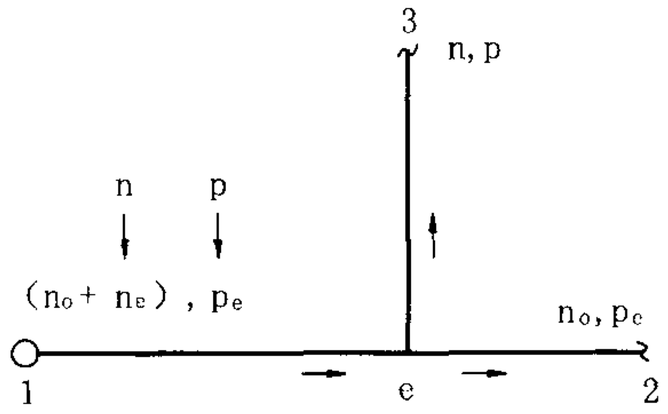


图 3.4.7　汇流管段概率计算示意图

3.4.8　净水设备产水量可按下式计算：

$$Q_j = \frac{1.2Q_d}{T_2} \tag{3.4.8}$$

式中　Q_j——净水设备产水量（L/h）；

T_2——最高日设计净水设备累计工作时间，可取 10～16h。

3.4.9　变频调速供水系统水泵应符合下列规定：

1　水泵设计流量应按式（3.4.9－1）计算：

$$Q_b = q_s \tag{3.4.9-1}$$

式中　Q_b——水泵设计流量（L/s）。

2　水泵设计扬程应按下式计算：

$$H_b = h_0 + Z + \sum h \tag{3.4.9-2}$$

式中　H_b——水泵设计扬程（m）；

h_0——最低工作压力（m）；

Z——最不利水嘴与净水箱（槽）最低水位的几何高差（m）；

$\sum h$——最不利水嘴到净水箱（槽）的管路总水头损失（m）。其计算应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。

3.4.10　净水箱（槽）有效容积可按下式计算：

$$V_j = k_j Q_d \tag{3.4.10}$$

式中 V_j——净水箱（槽）有效容积（L）；

k_j——容积经验系数，一般取 0.3～0.4。

3.4.11 原水调节水箱（槽）容积可按下式计算：

$$V_y = 0.2 Q_d \tag{3.4.11}$$

式中 V_y——原水调节水箱（槽）容积（L）。

3.4.12 原水水箱（槽）的自来水管宜按净水设备产水量设计，并应根据反洗要求确定水量。当自来水供应的压力和流量足够时，原水水箱（槽）可不设置。

3.4.13 循环流量控制装置计算

1 静态流量平衡阀压力

1） 阀前压力 P_1，应按下式计算：

$$P_1 = P_0 - \frac{Z + \sum h}{102} \tag{3.4.13-1}$$

式中 P_1——静态流量平衡阀前压力（MPa）；

P_0——变频调速供水泵恒压值（MPa），根据水力计算确定；

Z——静态流量平衡阀与变频调速供水泵恒压装置的几何高差（m）；

$\sum h$——循环流量通过供、回水管网及附件等的总水头损失（m）。

2） 阀后压力 P_2，根据回水回流至净水箱或原水箱的压力要求及满足产品性能要求，由设计确定。

2 动态流量平衡阀压力

1） 阀前压力 P_1，应按下式计算：

$$P_1 = P_0 - \frac{Z + \sum h_p}{102} \tag{3.4.13-2}$$

式中 P_1——动态流量平衡阀前压力（MPa）；

P_0——变频调速供水泵恒压值（MPa），根据水力计算确定；

Z——动态流量平衡阀与变频调速供水泵恒压装置的几何高差（m）；

$\sum h_p$——循环流量（2 倍）通过供水管的水头损失（m），按下式计算：

$$\sum h_p = 4 S_p q_x^2 \tag{3.4.13-3}$$

式中 S_p——供水管路的摩阻［（$m \cdot s^2$）/L］，可通过最不利水嘴至净水箱的管路总水头损失与设计秒流量平方之比计算；

q_x——循环流量（L/s）。

当 $\sum h_p$ 小于 2m 时，$\sum h_p$ 取 2m，并重新计算 P_1。

2） 阀后压力 P_2，应按下式计算：

$$P_2 = P_1 - \Delta P \tag{3.4.13-4}$$

式中 P_2——动态流量平衡阀后压力（MPa）；

ΔP——循环流量通过动态流量平衡阀的压差（MPa），根据产品要求由设计人员计算确定。

3） 全日循环流量控制装置中动态流量平衡阀后持压阀的动作压力按动态流量平衡阀后压力 P_2 确定。

3 全日循环系统循环回水管末端的持压装置组成见表 3.3.7-2，其动作压力应按下式计算：

$$P = \frac{Z - \sum h_x}{102} \tag{3.4.13-5}$$

式中 P——持压装置的动作压力（MPa）；

Z——全日循环流量控制装置与持压装置的几何高差（m）；

$\sum h_x$——循环流量通过回水管网及附件等的水头损失（m）。

3.5　管道直饮水净水机房

3.5.1　小区净水机房可在室外单独设置，也可设置在某一建筑的地下室；单独室外净水机房位置尽量做到与各个用水建筑距离相近，并应注意净水机房荫蔽、隔离和环境美化，有单独的进出口和道路，便于设备搬运。单栋建筑的净水机房可设置在其地下室或附近。

3.5.2　净水机房应保证通风良好。通风换气次数不应小于 8 次/h，进风口应加装空气净化器，空气净化器附近不得有污染源。

3.5.3　净水机房应有良好的采光及照明，工作面混合照度不应小于 200lx，检验工作场所照度不应小于 540lx，其他场所照度不应小于 100lx。

3.5.4　净水设备宜按工艺流程进行布置，同类设备应相对集中布置。机房上方不应设置厕所、浴室、盥洗室、厨房、污水处理间等。除生活饮用水及为机房服务的管道以外，其他管道不得进入净水机房。

3.5.5　净水机房的隔振防噪设计，应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GBJ 118 的规定。

3.5.6　净水机房应满足生产工艺的卫生要求。应有更换材料的清洗、消毒设施和场所。地面、墙壁、吊顶应采用防水、防腐、防霉、易消毒、易清洗的材料铺设。地面应设间接排水设施。门窗应采用不变形、耐腐蚀材料制成，应有锁闭装置，并设有防蚊蝇、防尘、防鼠等措施。

3.5.7　净水机房应配备空气消毒装置。当采用紫外线空气消毒时，紫外线灯应按 30W/（10～15m^2）吊装设置，距地面宜为 2m。

3.5.8　净水机房宜设置更衣室，室内宜设有衣帽柜、鞋柜等更衣设施及洗手盆。

3.5.9　净水机房应设置化验室，并应配备有水质检验设备或在制水设备上安装在线实时检测仪表。

3.5.10　产品水罐（箱）不应设置溢流管。产品水罐（箱）应设置空气呼吸器，当采用臭氧消毒时应设置臭氧尾气处理装置。

3.5.11　饮用净水化学处理剂应符合现行国家标准《饮用水化学处理药剂卫生安全性评价》GB 17208 的规定。

3.5.12　净水处理设备的启停应由水箱中的水位自动控制。

3.6　管道直饮水水质检验

3.6.1　管道直饮水系统应进行日常供水水质检验。水质检验项目及频率应符合表 3.6.1 的规定。

表 3.6.1　水质检验项目及频率

检验频率	日检	周检	年检	备注
检验项目	色 浑浊度 臭和味 肉眼可见物 pH 耗氧量（未采用纳滤、反渗透技术） 余氯 臭氧（适用于臭氧消毒） 二氧化氯（适用于二氧化氯消毒）	细菌总数 总大肠菌群 粪大肠菌群 耗氧量（采用纳滤、反渗透技术）	《饮用净水水质标准》CJ 94 全部项目	必要时另增加检验项目

3.6.2　水样采集点设置及数量应符合下列规定：

1　日、周检验项目的水样采样点应设置在管道直饮水供水系统原水入口处、处理后的产品水总出

水点、用户点和净水机房内的循环回水点。

2 用户不足 500 户时应设 2 个采样点；500～2000 户每 500 户增加 1 个采样点；大于 2000 户时，每增加 1000 户增加 1 个采样点。

3.6.3 以下四种情况之一，应按国家现行标准《饮用净水水质标准》CJ 94 的全部项目进行检验：

1 新建、改建、扩建管道直饮水工程。

2 原水水质发生变化。

3 改变水处理工艺。

4 停产 30d 后重新恢复生产。

3.6.4 检验方法应符合国家现行有关标准的规定。检验报告应准确、清楚，并应存档。

3.7 管道直饮水控制系统

3.7.1 管道直饮水制水和供水系统宜设手动和自动化控制系统。控制系统应运行安全可靠，应设置故障停机、故障报警装置，并宜实现无人值守、自动运行。

自动化控制系统根据系统工程的规模和要求可分为三种操作模式：

1 遥控模式（即通过中心计算机进行控制）。

2 现场自动模式（系统按预先编制的程序和设置的参数自动运行）。

3 现场手动模式（操作人员根据现场情况开启或停止某个设备）。

3.7.2 水处理系统应安装有电导率、水量、水压、液位等实时检测仪表；根据工艺流程的特点，宜配置 pH 值、余氯、余臭氧、余二氧化氯、水温等检测仪表；同时宜设有 SDI 仪测量口和 SDI 仪。

可在系统相应管路中安装进水流量计、浓水流量计和产水流量计；在各过滤器进出口、膜装置进出口、产水口、浓水口、高压泵出水口安装压力表；在系统相应管路中安装进水电导率仪和产水电导率仪。

3.7.3 净水机房监控系统中应有各设备运行状态和系统运行状态指示或显示，应依照工艺要求按设定的程序进行自动运行。

3.7.4 监控系统宜能显示各运行参数，并宜设水质实时检测网络分析系统。

3.7.5 净水机房电控系统中应对缺水、过压、过流、过热、不合格水排放等问题有保护功能，并应根据反馈信号进行相应控制、协调系统的运行。

3.8 管道直饮水施工安装

3.8.1 建筑物内埋地敷设的直饮水管道与排水管之间平行埋设时净距不应小于 0.5m；交叉埋设时净距不应小于 0.15m，且直饮水管应在排水管的上方。

3.8.2 建筑物内埋地敷设的直饮水管道埋深不宜小于 300mm。

3.8.3 室外明装直饮水管道应进行保温隔热处理。

3.8.4 室内直饮水管道与热水管上下平行敷设时应在热水管下方。

3.8.5 直饮水管道不得敷设在烟道、风道、电梯井、排水沟、卫生间内。直饮水管道不宜穿越橱窗、壁柜。

3.8.6 净水设备的安装必须按照工艺要求进行。在线仪表安装位置和方向应正确，不得少装、漏装。

3.8.7 筒体、水箱、滤器及膜的安装方向应正确，位置应合理，并应满足正常运行、换料、清洗和维修要求。

3.8.8 设备与管道的连接及可能需要拆换的部分应采用活接头连接方式。

3.8.9 设备排水应采取间接排水方式，不应与下水道直接连接，出口处应设防护网罩。

3.9　管道直饮水系统清洗和消毒

3.9.1　管道直饮水系统试压合格后应对整个系统进行清洗和消毒。

3.9.2　直饮水系统冲洗前，应对系统内的仪表、水嘴等加以保护，并将有碍冲洗工作的减压阀等部件拆除，用临时短管代替，待冲洗后复位。

3.9.3　管道直饮水系统应采用自来水进行冲洗。冲洗水流速宜大于2m/s，冲洗时应保证系统中每个环节均能被冲洗到。系统最低点应设排水口，以保证系统中的冲洗水能完全排出。清洗标准为冲洗出口处（循环管出口）的水质与进水水质相同。

3.9.4　直饮水系统较大时，应利用管网中设置的阀门分区、分幢、分单元进行冲洗。

3.9.5　用户支管部分的管道使用前应再进行冲洗。

3.9.6　在系统冲洗的过程中，应同时根据水质情况进行系统的调试。

3.9.7　直饮水系统经冲洗后，应采用消毒液对管网灌洗消毒。消毒液可采用含 20～30mg/L 的游离氯或过氧化氢溶液，或其它合适消毒液。

3.9.8　循环管出水口处的消毒液浓度应与进水口相同，消毒液在管网中应滞留 24h 以上。

3.9.9　管网消毒后，应使用直饮水进行冲洗，直至各用水点出水水质与进水口相同为止。

3.9.10　净水设备的调试应根据设计要求进行。石英砂、活性炭应经清洗后才能正式通水运行；连接管道等正式使用前应进行清洗消毒。

3.10　饮用水供应

3.10.1　饮水定额及小时变化系数因建筑物性质（或劳动性质）和地区的条件而异，详见表 3.10.1。

表 3.10.1　饮水定额及小时变化系数表

建筑物名称	单位	饮水定额（L）	小时变化系数 K_h
招待所、旅馆	每客人每日	2～3	1.5
办公楼	每人每班	1～2	1.5
集体宿舍	每人每日	1～2	1.5
教学楼	每学生每日	1～2	2.0
医院	每病床每日	2～3	1.5
影剧院	每观众每场	0.2	1.0
体育馆（场）	每观众每日	0.2	1.0
热车间	每人每班	3～5	1.5
一般车间	每人每班	2～4	1.5
工厂生活间	每人每班	1～2	1.5

注：1　饮用水包括开水、温水和冷饮水。

2　小时变化系数系指饮水供应时间内的变化系数。

3.10.2　供应开水系统水温按 100℃计；闭式开水系统水温按 105℃计；温水系统水温按不大于 50℃计；冷饮水可参照下述温度采用，高温环境重体力劳动：14～18℃；重体力劳动：10～14℃；轻体力劳动：7～10℃；一般地区：7～10℃；高级饭店、餐馆、冷饮店：4.5～7℃。

3.10.3　开水器的热源可选择电、蒸汽、燃气和煤。设计时应优先选用电源加热。

3.10.4 供应温水时，应将水加热煮沸再进行冷却后供应。

3.10.5 开水供应应满足下列要求：

1 开水器应装设温度计和水位计；开水锅炉应装设温度计，必要时还应装设沸水笛或安全阀。

2 开水器的溢流管和泄水管不得与排水管道直接连接。

3 开水器通气管应引至室外。

4 配水水嘴宜为旋塞。

5 开水管道应选用许用工作温度大于 100℃ 的金属管材。

3.10.6 饮水器的安装应符合下列要求：

1 喷嘴应倾斜安装并设有防护装置，管嘴孔的高度应保证排水管堵塞时不被淹没。

2 应使同组喷嘴压力一致。

3 饮水器应采用不锈钢、铜镀铬或瓷质、搪瓷制品，其表面应光洁易于清洗。

4 管道、配件、密封件、配水水嘴等选用材质均应耐温、耐压、符合食品级卫生要求。

3.10.7 饮水供应点的设置，应符合下列要求：

1 不得设在易污染的地点，对于经常产生有害气体或粉尘的车间，应设在不受污染的生活间或小室内。

2 位置应便于取用、检修和清扫，并应设良好的通风和照明设施。

3 楼房内饮水供应点的位置，可根据实际情况加以选定。

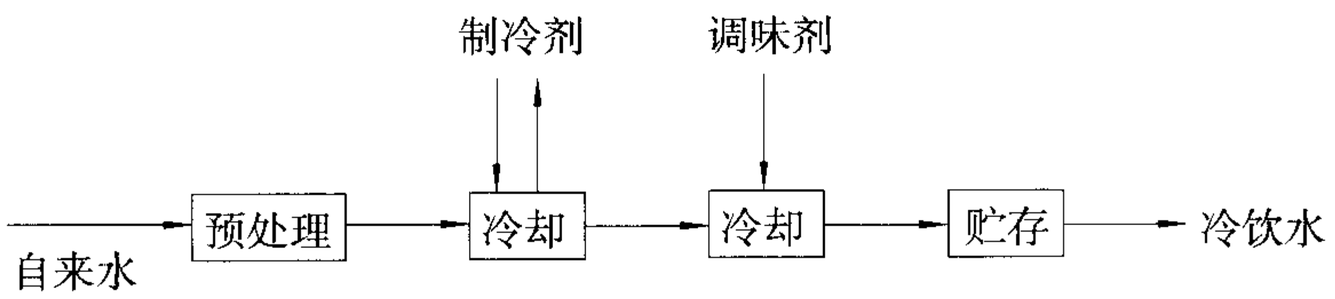
3.10.8 开水间、饮水处理间应设给水管、排污排水用地漏。给水管管径可按设计小时饮水量计算。开水器、开水炉排污、排水管道应采用金属排水管或耐热塑料排水管。

3.10.9 中小学、体育场（馆）等公共建筑设置饮水器时，应符合下列要求：

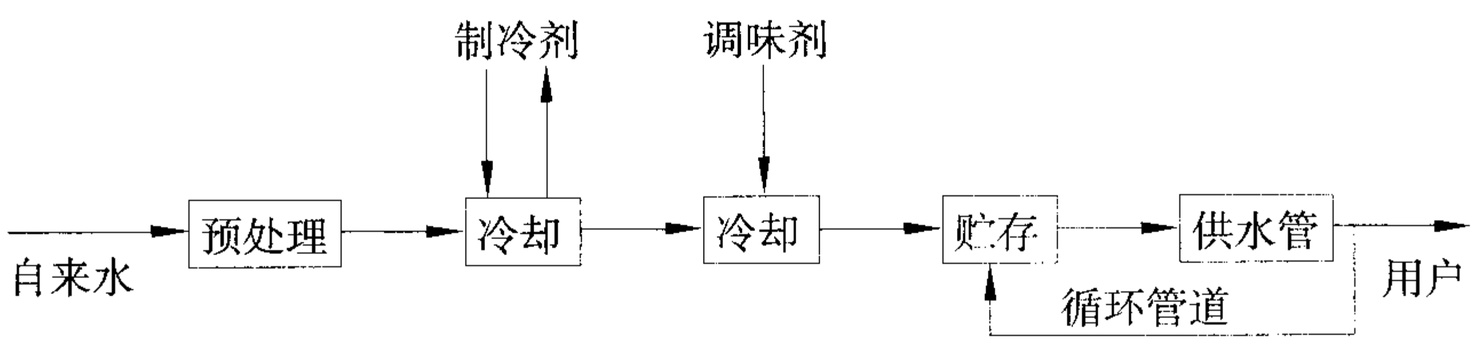
1 以温水或自来水为原水的饮水，应进行过滤和消毒处理，饮用水嘴处的水质应符合国家现行标准《饮用净水水质标准》CJ 94 的规定。

2 应设循环管道，循环回水应设消毒处理。

3.10.10 冷饮水的制备包括生水的过滤、消毒（预处理）、冷冻贮存和运输，处理工艺见图 3.10.10－1。对于饭店、餐馆一般采用成套定型产品，设备紧凑、占地面积小、效率高。对于工业企业等为夏季劳保冷饮水（清凉饮料）的制备，除上述内容外，一般还应加入调味剂。



（a） 集中制备容器分装



（b） 集中制备管道输送

图 3.10.10－1 冷饮水的制备

1 给水预处理：包括过滤、消毒等，可采用活性炭、砂滤、电渗析、紫外线、加氯、臭氧等处理方法。

2 冷冻：将预处理后的自来水冷冻到要求的温度，对小型或分散供应系统来说，可采用成品冷饮

水机，用量较大的集中系统则采用制冷机制冷系统，如图 3.10.10－2 所示。

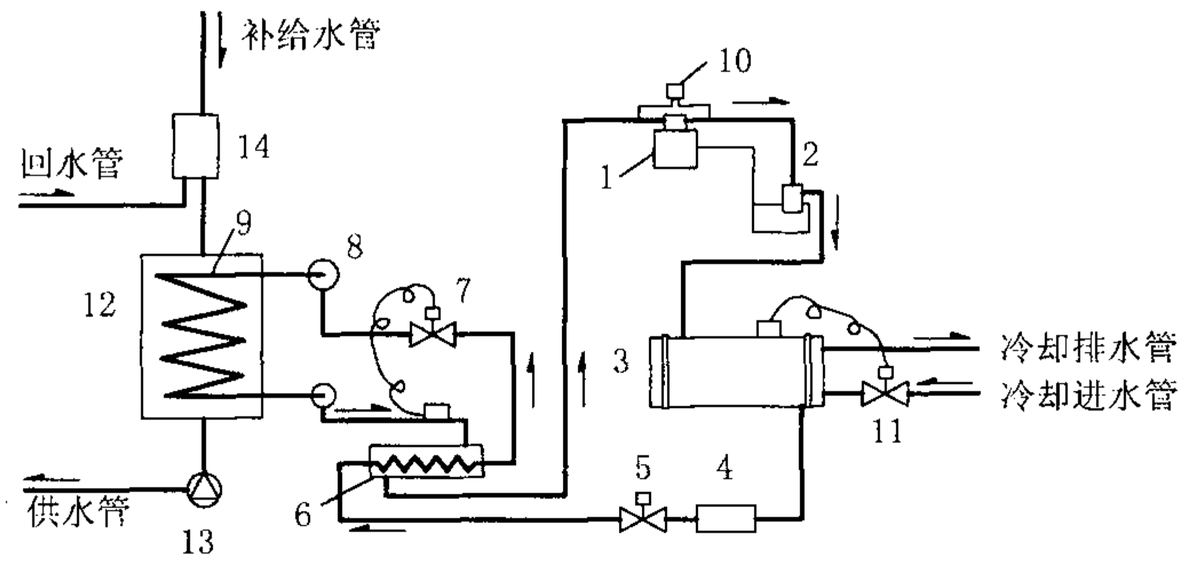


图 3.10.10－2　单级压缩机制冷系统

1－压缩机；2－油水分离器；3－冷凝器；4－干燥过滤器；5－电磁阀；
6－汽液热交换器；7－热膨胀阀；8－分液头；9－蒸发器；10－高、低压力继电器；
11－流量调节阀；12－冷饮水箱；13－循环水泵；14－给水处理装置

其制冷过程如下：压缩机 1 将制冷剂蒸汽压缩，被压缩的制冷剂蒸汽经油水分离器 2 除油，进入冷凝器 3（图式为水冷式，也有风冷式），被冷凝成液体，经干燥过滤器 4 除去水分，以免结冰堵塞和减少腐蚀，经电磁阀 5 进入汽液热交换器 6，进一步冷却以提高过冷度和运行效率，经热膨胀阀 7 减压并调节进入蒸发器的制冷剂流量，经分液头 8 进入蒸发器 9，吸收冷饮水的热量而汽化，同时冷饮水被冷冻降温，经汽液热交换器 6 提高其过热度，以防压缩机“走潮车”重新被压缩机吸入，如此循环往复。

3　调味剂由甜味料、酸味料、香料、防腐剂等组成，有时还充入二氧化碳。对于重体力劳动和高温场所的清凉饮料还应加入一定量的食盐，以补充由于出汗过多而造成体内失去的盐分。各种调味剂（即所谓的母液）由专门生产厂供应，用户只需购买后加入一定比例的水调和即可。

4 排　　水

4.1 排水系统划分

4.1.1 生活排水通常分为生活污水和生活废水两部分。

1 生活污水：建筑物内日常生活中排泄的粪便污水。

2 生活废水：建筑物内日常生活中排放的洗涤水等。

4.1.2 建筑物内生活排水系统按排水水质可划分为污废合流和污废分流两种。

1 污废合流：建筑物内生活污水与生活废水合流后排至建筑物内处理构筑物或建筑物外。

2 污废分流：建筑物内生活污水与生活废水分别排至建筑物内处理构筑物或建筑物外。

4.1.3 建筑物内生活排水系统按通气方式可划分为不通气的排水系统、设有通气管的排水系统、特殊单立管排水系统、室内真空排水系统等。其中，设有通气管的排水系统有：仅设伸顶通气排水系统、专用通气立管排水系统、环形通气排水系统、器具通气排水系统及自循环通气排水系统等。特殊单立管排水系统有采用混合器的单立管排水系统（苏维托单立管排水系统）、采用内螺旋管和旋流器的内螺旋管单立管排水系统（普通型内螺旋管单立管排水系统、加强型内螺旋管单立管排水系统）等。

1 设有通气管的排水系统：

1）仅设伸顶通气排水系统：排水管道采用普通排水管材及其配件，仅设伸顶通气管。

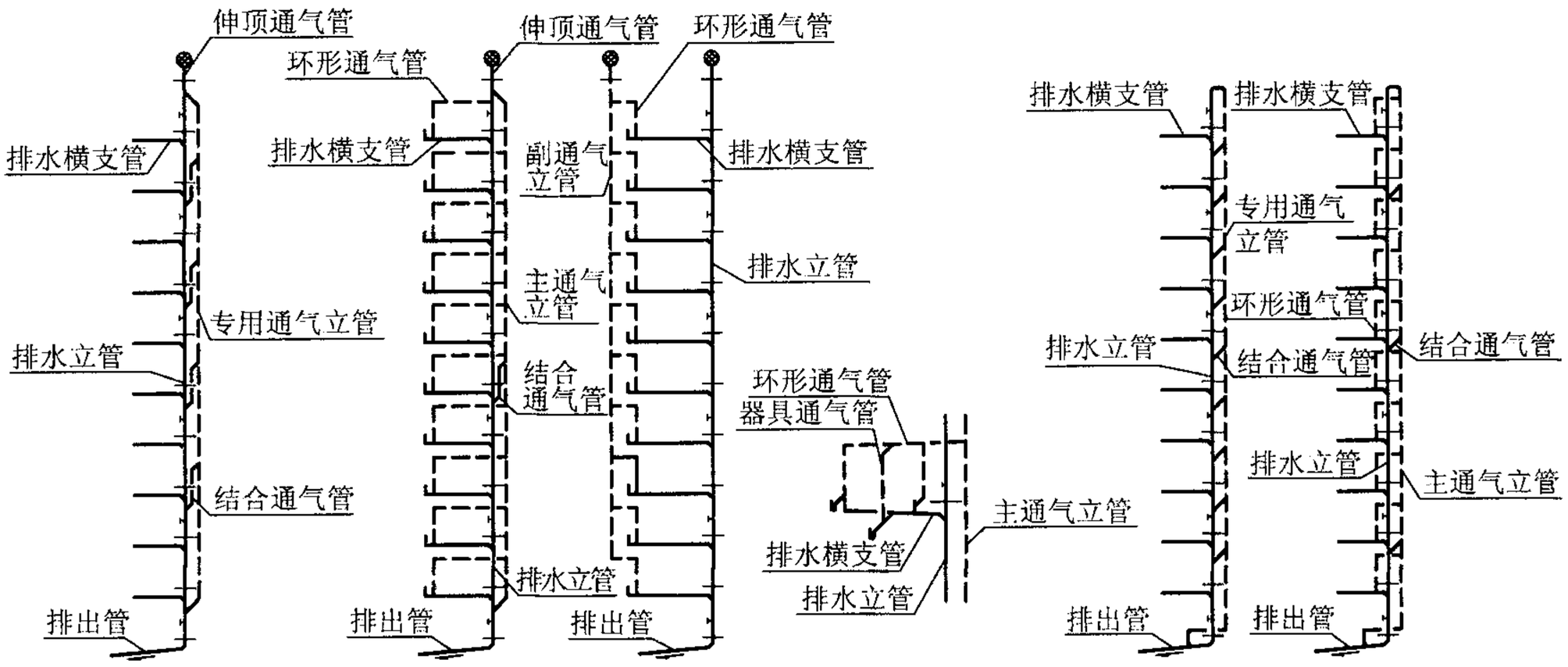
2）专用通气立管排水系统：排水管道设有伸顶通气管和专用通气立管。

3）环形通气排水系统：排水管道设有伸顶通气管和环形通气管、主通气立管或副通气立管。

4）器具通气排水系统：排水管道设有伸顶通气管和器具通气管、环形通气管、主通气立管。

5）自循环通气排水系统：排水管道不设伸顶通气管，但设有专用通气立管或主通气立管和环形通气管。通气立管在顶端、层间与排水立管相连，在底端与排出管连接，通过相连的通气管道迂回补气平衡排水时管道内产生的正负压。

典型的设有通气管的排水系统接管模式见图 4.1.3－1。



（a）专用通气立管排水系统　（b）环形通气排水系统　（c）器具通气排水系统　（d）自循环通气排水系统

图 4.1.3－1　典型的设有通气管的排水系统接管模式

2 特殊单立管排水系统：排水管道的管件特殊、管材特殊或管件管材都特殊的单根排水立管的排水系统。

1）苏维托单立管排水系统：排水横支管与排水立管连接的上部管件采用苏维托特殊管件的特殊单立管排水系统。简称苏维托系统。

2）普通型内螺旋管排水系统：排水立管采用硬聚氯乙烯（PVC－U）内螺旋管，排水横支管与排水立管连接的上部特殊管件采用旋转进水型管件的特殊单立管排水系统。简称内螺旋管系统。普通型内螺旋管系统的螺旋管内壁有6条凸状螺旋肋，螺距约2m，上部旋转进水的管件（旋流器）无扩容。

3）加强型螺旋管单立管排水系统：排水立管采用加强型螺旋管，排水横支管与排水立管连接的上部特殊管件采用旋转进水型管件的特殊单立管排水系统。简称加强型螺旋管系统。加强型螺旋管系统的内螺旋管螺旋肋数量是普通型的1.0～1.5倍，螺距缩小1/2以上，旋流器有扩容且有导流叶片。

特殊单立管排水系统的具体组成见第4.11节。

3 室内真空排水系统：利用真空泵维持真空排水管道内的负压，将卫生器具和地漏的排水收集传输至真空罐，通过排水泵排至室外管网的全封闭的排水系统。

室内真空排水系统通常由真空泵站（其中包括真空泵、真空罐、排水泵、控制柜等）、真空管网、真空便器（包括真空坐便器、真空蹲便器）、真空地漏、真空污水收集传输装置（用于洗脸盆、小便斗、洗涤盆、浴盆、净身盆等器具排水的收集和传输）及伸顶通气管或通气滤池等组成。图4.1.3－2为室内真空排水系统组成示意。

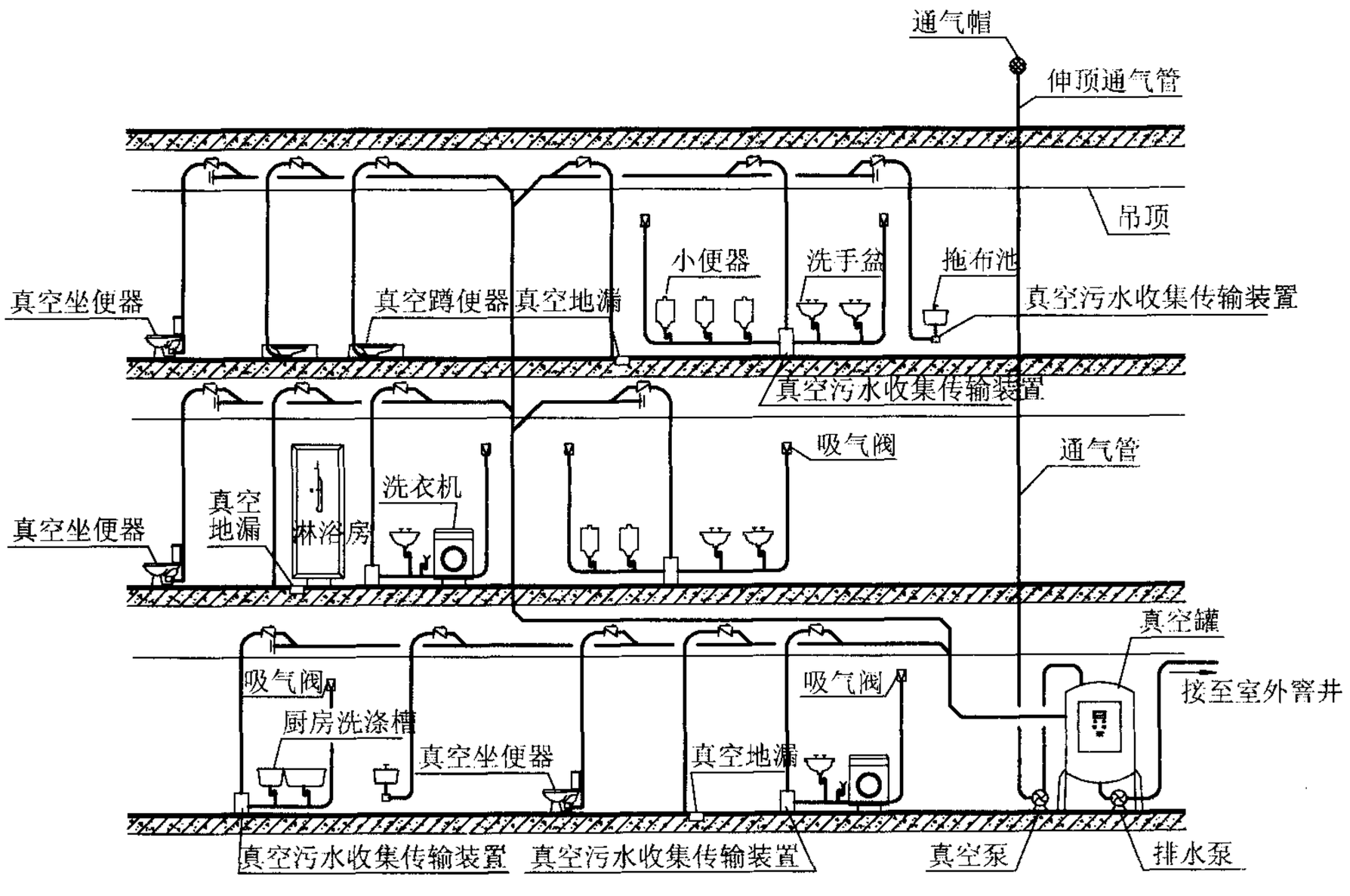


图4.1.3－2　室内真空排水系统组成示意

4.1.4　建筑物内雨水管道应与生活排水管道分别设置，单独排出。

4.1.5　建筑物外小区排水分为分流制和合流制两种体制。

1　分流制：用不同管渠分别收纳小区内生活排水和雨水的排水方式。

2　合流制：用同一管渠收纳小区内生活排水和雨水的排水方式。

3　新建小区应采用生活排水与雨水分流制排水。

4.2　排水系统选择

4.2.1　建筑物内生活排水系统的选择，应根据排水性质及污染程度，结合室外排水体制和有利于综合

利用与处理要求确定。

1 当建筑物采用非市政中水的中水系统时，所选用的原水系统的排水宜按排水水质分流排出。

2 当有污水处理厂时，生活废水与生活污水宜合流排出。当生活污水需经化粪池处理时，其生活污水宜与生活废水分流排出。

4.2.2 下列情况下的建筑排水应单独排至水处理或回收构筑物：

1 职工食堂、营业餐厅的厨房排水及含有大量油脂的生活废水。

2 机械自动洗车台冲洗水。

3 超过排放标准、含有大量致病菌、放射性元素的医院污水。

4 排水温度超过 40℃的锅炉、水加热器等设备的排污水。

5 重复利用的循环冷却水系统排水、空调系统冷凝水。

6 中水系统需要回用的生活排水。

7 实验室有害有毒废水。

4.2.3 公共餐饮业厨房废水不宜与生活污水合用室内排水管道。如需合用时，厨房废水必须先经过隔油处理。

4.2.4 当卫生间的器具排水管及排水支管要求不穿越本层结构楼板到下层空间时，应采用建筑同层排水系统。

4.2.5 排水系统通气方式的选择，可按第 4.8 节确定。

4.2.6 建筑物内生活排水一般采用重力排水。当无条件重力自流排出时，可利用水泵提升压力排水。在特殊情况下，经技术经济比较合理时，可采用真空排水的方式。

4.3 卫生器具和卫生间

4.3.1 卫生器具及附件的材质和技术要求，均应符合现行的有关产品标准的规定。所选自带水封的器具（包括存水弯）应符合第 4.13 节水封的有关要求，

4.3.2 卫生器具的安装高度，宜按表 4.3.2 确定。

表 4.3.2 卫生器具的安装高度

序号	卫生器具名称	卫生器具边缘离地面高度（mm）	
		居住和公共建筑	幼儿园
1	架空式污水盆（池）（至上边缘）	800	800
2	落地式污水盆（池）（至上边缘）	500	500
3	洗涤盆（池）（至上边缘）	800	800
4	洗手盆（池）（至上边缘）	800	500
5	洗脸盆（池）（至上边缘）	800	500
6	盥洗槽（池）（至上边缘）	800	500
7	浴盆（池）（至上边缘）	480	—
	残障人用（至上边缘）	450	—
	按摩浴盆（至上边缘）	450	—
	淋浴盆（至上边缘）	100	—
8	蹲、坐式大便器（从台阶面至高水箱底）	1800	1800
9	蹲式大便器（从台阶面至低水箱底）	900	900
10	坐式大便器（至低水箱底）		
	外露排出管式	510	—
	虹吸喷射式	470	370
	冲落式	510	—
	旋涡连体式	250	—

续表 4.3.2

序号	卫生器具名称	卫生器具边缘离地面高度（mm）	
		居住和公共建筑	幼儿园
	坐式大便器（至上边缘）		
11	外露排出管式	400	—
	旋涡连体式	360	—
12	残障人用	450	—
	蹲便器（至上边缘）		
	2 踏步	320	—
13	1 踏步	200～270	—
14	大便槽（从台阶面至冲洗水箱底）	≥2000	—
15	立式小便器（至受水部分上边缘）	100	—
16	挂式小便器（至受水部分上边缘）	600	450
17	小便槽（至台阶面）	200	150
18	化验盆（至上边缘）	800	—
19	净身器（至上边缘））	360	—
	饮水器（至上边缘）	1000	—

注：1　老年人居住建筑的便器安装高度不应低于0.4m，浴盆外缘距地高度宜小于0.45m。

2　建筑物无障碍设计的坐便器高应为0.45m，小便器下口距地面不应大于0.5m。

4.3.3　建筑物的厕所、盥洗室、浴室不应直接布置在餐厅、食品加工、食品贮存、医药、医疗、变配电室、发电机房、电梯机房、生活饮用水池、游泳池等有严格卫生要求或防水、防潮要求用房的上层。

4.3.4　住宅卫生间不应直接布置在下层住户的卧室、起居室（厅）、厨房和餐厅的上层，并不宜布置在本套内的卧室、起居室（厅）、厨房和餐厅的上层，如必须布置时，均应有防水、隔声和便于检修的措施。

4.3.5　卫生间应根据设置场所、使用对象、建筑标准和排水系统形式，选用卫生器具的类型、数量，合理布置，并应符合现行的有关设计标准、规范或规定的要求。

4.3.6　卫生间布置应考虑给排水立管的位置。排水立管明装或在管道井、管窿内暗装时，均应便于清通。

4.3.7　当采用同层排水时，卫生器具及卫生间应符合下列要求：

1　同层排水的敷设方式、结构形式、降板区域、管井设置、卫生器具布置等应与建筑设计各相关专业协调后确定。

2　采用沿墙敷设方式时，大便器、小便器和净身盆应选用后排式或壁挂式，宜采用配套的支架或隐蔽式支架。浴盆及淋浴房宜采用内置水封的排水附件，地漏宜采用内置水封的直埋式地漏。水封深度不得小于50mm。卫生器具布置应便于排水管道的连接，接入同一排水横支管的卫生器具宜沿同一墙面或相邻墙面依次布置。大便器宜靠近立管布置，地漏（如需设置）宜靠近排水立管布置并单独接入立管。卫生间楼板应采用现浇钢筋混凝土并设防水层。

3　采用地面敷设方式时，大便器宜选用下排式或后排式。排水汇集器断面应保证汇集器内的水流不会回流到汇集器上游管道内。卫生器具布置在满足管道敷设和施工维修等要求的前提下宜尽量缩小降板的区域。降板区域应采用现浇钢筋混凝土楼板，降板区域的结构楼板面和完成地面均应采取有效的防水措施。

4.3.8　当采用室内真空排水系统时，应根据系统使用必须安全、卫生、可靠、便于维护的原则选择设备和配套产品。卫生间内的卫生器具及附件应符合下列要求：

1　大便器应采用配有真空阀、冲水阀和控制按钮等的专用真空坐便器或真空蹲便器。

2　地漏应采用设有污水收集室、真空传输装置等的专用真空地漏。

3　洗脸盆、小便斗、洗涤盆、浴盆、净身盆等采用重力排水的卫生器具，需在接入真空管道系统

的排水支管上配设带收集室、真空阀、感应及通气装置的真空污水收集传输装置。

4.4 排水管道水力计算

4.4.1 卫生器具排水的流量、当量和排水管的管径应按表 4.4.1 确定。

表 4.4.1 卫生器具排水流量、当量和排水管的管径

序号	卫生器具名称	排水流量（L/s）	当量	排水管管径（mm）
1	洗涤盆、污水盆（池）	0.33	1.00	50
2	餐厅、厨房洗菜盆（池）			
	单格洗涤盆（池）	0.67	2.00	50
	双格洗涤盆（池）	1.00	3.00	50
3	盥洗槽（每个水嘴）	0.33	1.00	50～75
4	洗手盆	0.10	0.30	32～50
5	洗脸盆	0.25	0.75	32～50
6	浴盆	1.00	3.00	50
7	淋浴器	0.15	0.45	50
8	大便器			
	冲洗水箱	1.50	4.50	100
	自闭式冲洗阀	1.20	3.60	100
9	医用倒便器	1.50	4.50	100
10	小便器			
	自闭式冲洗阀	0.10	0.30	40～50
	感应式冲洗阀	0.10	0.30	40～50
11	大便槽			
	≤4 个蹲位	2.50	7.50	100
	>4 个蹲位	3.00	9.00	150
12	小便槽（每米长）			
	自动冲洗水箱	0.17	0.50	—
13	化验盆（无塞）	0.20	0.60	40～50
14	净身器	0.10	0.30	40～50
15	饮水器	0.05	0.15	25～50
16	家用洗衣机	0.50	1.50	50

注：下排水的家用洗衣机排水软管直径为 30mm，上排水的家用洗衣机排水软管内径为 19mm。

4.4.2 住宅、宿舍（Ⅰ、Ⅱ类）、旅馆、宾馆、酒店式公寓、医院、疗养院、幼儿园、养老院、办公楼、商场、图书馆、书店、客运中心、航站楼、会展中心、中小学教学楼、食堂或营业餐厅等建筑生活排水管道设计秒流量，应按下式计算：

$$q_p = 0.12\alpha \sqrt{N_p} + q_{max} \tag{4.4.2}$$

式中 q_p——计算管段排水设计秒流量（L/s）；

N_p——计算管段的卫生器具排水当量总数；

α——根据建筑物用途而定的系数，按表 4.4.2 确定；

q_{max}——计算管段上最大的一个卫生器具的排水流量（L/s），按表 4.4.1 取值。

表 4.4.2 根据建筑物用途而定的系数 α 值

建筑物名称	住宅、宿舍（Ⅰ、Ⅱ类）、宾馆、酒店式公寓、医院、疗养院、幼儿园、养老院的卫生间	旅馆和其他公共建筑的公共盥洗室和厕所间
α 值	1.5	2.0～2.5

注：如计算所得流量值大于该管段上按卫生器具排水流量累加值时，应按卫生器具排水流量累加值计。

4.4.3 宿舍（Ⅲ、Ⅳ类）、工业企业生活间、公共浴室、洗衣房、职工食堂或营业餐厅的厨房、实验室、影剧院、体育场馆等建筑的生活排水管道设计秒流量，应按下式计算：

$$q_p = \sum q_0 n_0 b \tag{4.4.3}$$

式中 q_p ——计算管段排水设计秒流量（L/s）；

q_0 ——同类型的一个卫生器具排水流量（L/s）；

n_0 ——同类型卫生器具数；

b ——卫生器具的同时排水百分数，按第2.4.10条的表2.4.10-1～3采用。冲洗水箱大便器的同时排水百分数应按12%计算。

注：当计算值小于该管段上一个最大卫生器具的排水流量时，应按一个最大卫生器具的排水流量计算。

4.4.4 排水横管的水力计算，应按下式计算：

$$q_b = A \cdot v \tag{4.4.4-1}$$

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \tag{4.4.4-2}$$

式中 q_p ——计算管段排水设计秒流量（m^3/s）；

A ——管道在设计充满度的过水断面（m^2）；

v ——流速（m/s）；

R ——水力半径（m）；

I ——水力坡度，采用排水管的坡度；

n ——粗糙系数。铸铁管为0.013；钢管为0.012；塑料管为0.009。

4.4.5 建筑物内生活排水铸铁管道的坡度和最大设计充满度，宜按表4.4.5确定。

表4.4.5 生活排水铸铁管道的坡度和最大设计充满度

管径（mm）	通用坡度	最小坡度	最大设计充满度
50	0.035	0.025	0.5
75	0.025	0.015	0.5
100	0.020	0.012	0.5
125	0.015	0.010	0.5
150	0.010	0.007	0.6
200	0.008	0.005	0.6

4.4.6 建筑物内建筑排水塑料管采用粘接、熔接连接的排水横支管的标准坡度应为0.026。胶圈密封连接的排水横管的坡度可按表4.4.6调整。

表4.4.6 建筑排水塑料管排水横管的最小坡度、通用坡度和最大设计充满度

外径（mm）	通用坡度	最小坡度	最大设计充满度
50	0.025	0.012	0.5
75	0.015	0.007	0.5
90	0.015	0.006	0.5
110	0.012	0.004	0.5
125	0.010	0.0035	0.5
160	0.007	0.003	0.6
200	0.005	0.003	0.6
250	0.005	0.003	0.6
315	0.005	0.003	0.6

4.4.7 建筑物内生活排水铸铁管道横管的水力计算，可按表4.4.7取值。

表 4.4.7　铸铁排水管横管水力计算表（n=0.013）

坡度	h/D=0.5								h/D=0.6			
	DN50		DN75		DN100		DN125		DN150		DN200	
	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
0.005											15.58	0.79
0.006											17.07	0.87
0.007									8.56	0.77	18.44	0.94
0.008									9.15	0.83	19.71	1.00
0.009									9.71	0.88	20.90	1.06
0.010							4.68	0.76	10.23	0.92	22.04	1.12
0.012					2.83	0.72	5.13	0.84	11.21	1.01	24.14	1.23
0.015			1.47	0.66	3.16	0.81	5.74	0.93	12.53	1.13	26.99	1.37
0.020			1.70	0.77	3.65	0.93	6.62	1.08	14.47	1.31	31.16	1.58
0.025	0.64	0.66	1.90	0.86	4.08	1.04	7.40	1.21	16.18	1.46	34.84	1.77
0.030	0.70	0.72	2.08	0.94	4.47	1.14	8.11	1.32	17.72	1.60	38.17	1.94
0.035	0.76	0.78	2.24	1.02	4.83	1.23	8.76	1.43	19.14	1.73	41.22	2.09
0.040	0.81	0.83	2.40	1.09	5.17	1.32	9.37	1.53	20.46	1.85	44.07	2.24
0.045	0.86	0.88	2.54	1.15	5.48	1.40	9.93	1.62	21.70	1.96	46.74	2.38
0.050	0.91	0.93	2.68	1.21	5.78	1.47	10.47	1.71	22.88	2.07	49.27	2.50
0.055	0.95	0.97	2.81	1.27	6.06	1.54	10.98	1.79	24.00	2.17	51.68	2.63
0.060	1.00	1.01	2.94	1.33	6.33	1.61	11.47	1.87	25.06	2.26	53.98	2.74
0.065	1.04	1.06	3.06	1.38	6.58	1.68	11.94	1.95	26.09	2.36	56.18	2.85
0.070	1.08	1.10	3.17	1.44	6.83	1.74	12.39	2.02	27.07	2.45	58.30	2.96
0.075	1.11	1.13	3.28	1.49	7.07	1.80	12.82	2.09	28.02	2.53	60.35	3.07
0.080	1.15	1.17	3.39	1.54	7.31	1.86	13.24	2.16	28.94	2.61	62.33	3.17

注：表中：Q－排水流量（L/s），v－流速（m/s），DN－铸铁排水管公称直径（mm）。

4.4.8　建筑物内塑料排水管道横管的水力计算，可按表 4.4.8－1 和表 4.4.8－2 取值。建筑小区室外生活排水塑料管道的水力计算，见第 4.17 节有关内容。

表 4.4.8－1　建筑排水硬聚氯乙稀管水力计算表（n=0.009）

坡度	h/D=0.5								h/D=0.6			
	dn50		*dn75*		*dn90*		*dn110*		*dn125*		*dn160*	
	Q	V	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
0.003											8.38	0.74
0.0035									3.48	0.63	9.06	0.80
0.004							2.59	0.61	3.72	0.67	9.68	0.85
0.005							2.90	0.69	4.16	0.75	10.82	0.95
0.006					1.79	0.65	3.18	0.75	4.55	0.82	11.86	1.04
0.007			1.22	0.63	1.94	0.71	3.43	0.81	4.92	0.89	12.81	1.13
0.008			1.31	0.67	2.07	0.75	3.67	0.87	5.26	0.95	13.69	1.20
0.009			1.39	0.71	2.20	0.80	3.89	0.92	5.58	1.01	14.52	1.28
0.010			1.46	0.75	2.31	0.84	4.10	0.97	5.88	1.06	15.31	1.35
0.012	0.52	0.63	1.60	0.82	2.53	0.92	4.49	1.07	6.44	1.17	16.77	1.48
0.015	0.58	0.69	1.79	0.92	2.83	1.03	5.02	1.19	7.20	1.30	18.75	1.65

续表 4.4.8-1

坡度	h/D=0.5								h/D=0.6			
	dn50		dn75		dn90		dn110		dn125		dn160	
	Q	V	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
0.020	0.67	0.80	2.07	1.06	3.27	1.19	5.80	1.38	8.31	1.51	21.65	1.90
0.025	0.74	0.90	2.31	1.19	3.66	1.33	6.48	1.54	9.30	1.68	24.20	2.13
0.026	0.76	0.91	2.36	1.21	3.73	1.36	6.61	1.57	9.48	1.72	24.68	2.17
0.030	0.81	0.98	2.53	1.30	4.01	1.46	7.10	1.68	10.18	1.84	26.51	2.33
0.035	0.88	1.06	2.74	1.41	4.33	1.58	7.67	1.82	11.00	1.99	28.64	2.52
0.040	0.94	1.13	2.93	1.50	4.63	1.69	8.20	1.95	11.76	2.13	30.62	2.69
0.045	1.00	1.20	3.10	1.59	4.91	1.79	8.70	2.06	12.47	2.26	32.47	2.86
0.050	1.05	1.27	3.27	1.68	5.17	1.89	9.17	2.17	13.15	2.38	34.23	3.01
0.055	1.10	1.33	3.43	1.76	5.43	1.98	9.61	2.28	13.79	2.50	35.90	3.16
0.060	1.15	1.39	3.58	1.84	5.67	2.07	10.04	2.38	14.40	2.61	37.50	3.30
0.065	1.20	1.44	3.73	1.92	5.90	2.15	10.45	2.48	14.99	2.71	39.03	3.43
0.070	1.24	1.50	3.87	1.99	6.12	2.23	10.85	2.57	15.56	2.82		
0.075	1.29	1.55	4.01	2.06	6.34	2.31	11.23	2.66	16.10	2.91		
0.080	1.33	1.60	4.14	2.13	6.54	2.38	11.60	2.75	16.63	3.01		

注：表中：Q－排水流量（L/s），v－流速（m/s），dn－塑料排水管公称外径（mm）。

表 4.4.8-2　建筑排水高密度聚乙烯管水力计算表（n=0.009）

坡度	h/D=0.5								h/D=0.6			
	dn50		dn75		dn90		dn110		dn125		dn160	
	Q	V	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
0.003											7.75	0.72
0.0035									3.23	0.62	10.96	0.78
0.004							2.46	0.61	3.46	0.66	8.95	0.84
0.005							2.75	0.68	3.86	0.74	10.01	0.93
0.006					1.76	0.65	3.01	0.74	4.23	0.81	10.96	1.02
0.007			1.16	0.62	1.90	0.70	3.26	0.80	4.57	0.87	11.84	1.10
0.008			1.24	0.66	2.03	0.75	3.48	0.86	4.89	0.93	12.66	1.18
0.009			1.32	0.70	2.15	0.80	3.69	0.91	5.19	0.99	13.43	1.25
0.010			1.39	0.74	2.27	0.84	3.89	0.96	5.47	1.05	14.15	1.32
0.012	0.46	0.60	1.52	0.81	2.49	0.92	4.26	1.05	5.99	1.14	15.51	1.45
0.015	0.51	0.67	1.70	0.90	2.78	1.03	4.77	1.18	6.69	1.28	17.34	1.62
0.020	0.59	0.78	1.96	1.05	3.21	1.19	5.50	1.36	7.73	1.48	20.02	1.87
0.025	0.66	0.87	2.19	1.17	3.59	1.33	6.15	1.52	8.64	1.65	22.38	2.09
0.026	0.67	0.89	2.24	1.20	3.66	1.35	6.28	1.55	8.81	1.69	22.82	2.13
0.030	0.72	0.95	2.40	1.28	3.93	1.45	6.74	1.66	9.47	1.81	24.52	2.29
0.035	0.78	1.03	2.59	1.39	4.25	1.57	7.28	1.80	10.23	1.96	26.48	2.47
0.040	0.84	1.10	2.77	1.48	4.54	1.68	7.78	1.92	10.93	2.09	28.31	2.64
0.045	0.89	1.17	2.94	1.57	4.81	1.78	8.26	2.04	11.59	2.22	30.03	2.80
0.050	0.93	1.23	3.10	1.66	5.08	1.88	8.70	2.15	12.22	2.34	31.65	2.95
0.055	0.98	1.29	3.25	1.74	5.32	1.97	9.13	2.25	12.82	2.45	33.20	3.10
0.060	1.02	1.35	3.40	1.82	5.56	2.06	9.53	2.35	13.39	2.56	34.67	3.23
0.065	1.07	1.40	3.54	1.89	5.79	2.14	9.92	2.45	13.94	2.66		
0.070	1.11	1.45	3.67	1.96	6.01	2.22	10.30	2.54	14.46	2.77		
0.075	1.14	1.51	3.80	2.03	6.22	2.30	10.66	2.63	14.97	2.86		
0.080	1.18	1.55	3.92	2.10	6.42	2.37	11.01	2.72	15.46	2.96		

注：表中：Q－排水流量（L/s），v－流速（m/s），dn－塑料排水管公称外径（mm）。

4.4.9 生活排水立管的最大设计排水能力，应按表 4.4.9 确定。但立管管径不得小于所连接的横支管管径。

表 4.4.9 生活排水立管最大设计排水能力

排水立管系统类型			最大设计通水能力（L/s）				
			排水立管管径（mm）				
			50	75	100（110）	125	150（160）
伸顶通气	立管与横支管连接配件	90°顺水三通	0.8	1.3	3.2	4.0	5.7
		45°斜三通	1.0	1.7	4.0	5.2	7.4
专用通气	专用通气管 75mm	结合通气管每层连接	—	—	5.5	—	—
		结合通气管隔层连接	—	3.0	4.4	—	—
	专用通气管 100mm	结合通气管每层连接	—	—	8.8	—	—
		结合通气管隔层连接	—	—	4.8	—	—
主、副通气立管 + 环形通气管			—	—	11.5	—	—
自循环通气	专用通气形式		—	—	4.4	—	—
	环形通气形式		—	—	5.9	—	—
特殊单立管	混合器		—	—	4.5	—	—
	内螺旋管 + 漩流器	普通型	—	1.7	3.5	—	8.0
		加强型	—	—	6.3	—	—

注：排水层数在 15 层以上时，宜乘 0.9 系数。

4.4.10 建筑底层无通气的排水管道与其楼层管道分开单独排出时，其排水横支管管径可按表 4.4.10 确定。

表 4.4.10 无通气的底层单独排出的横支管最大设计排水能力

排水横支管管径或外径（mm）	50	75	100（110）	125	150（160）
最大设计排水能力（L/s）	1.0	1.7	2.5	3.5	4.8

注：建筑底部无通气的两层单独排出时，可参照本表执行。

4.4.11 大便器排水管最小管径不得小于 100mm。

4.4.12 建筑物内排出管最小管径不得小于 50mm。

4.4.13 多层住宅厨房间的排水立管管径不宜小于 75mm。

4.4.14 公共餐饮业厨房内的排水采用管道排除时，其管径应比计算管径大一级，且干管管径不得小于 100mm，支管管径不得小于 75mm。

4.4.15 医院污物洗涤盆（池）和污水盆（池）的排水管管径，不得小于 75mm。

4.4.16 小便槽或连接 3 个及 3 个以上的小便器，其污水支管管径不宜小于 75mm。

4.4.17 浴池的泄水管宜采用 100mm。

4.4.18 公共洗衣房洗衣机排水宜设排水沟排出，排水沟的有效断面尺寸应保证洗衣机泄水不溢出，且排水沟的排水管管径不应小于 100mm。

4.4.19 采用室内真空排水系统时，应根据系统的服务范围（或服务区域半径）、系统提升高度，进行管道的水力计算和设备选型，应综合考虑真空便器、真空地漏及其他重力排水器具（洗脸盆、小便斗、洗涤盆、浴盆、净身盆等）的每次冲洗用水量、使用频率及排水量、系统的气水比、真空设计负压、管道设计流速、真空罐容积等因素。

4.5　排水管道的管材和接口

4.5.1　生活排水管道的选择，应综合考虑排放介质的适用情况、建筑物的使用性质、建筑高度、抗震要求、防火要求及当地的管道供应条件等，经技术经济比较后，因地制宜合理选用。

4.5.2　建筑物内排水管道应采用建筑排水塑料管及管件或柔性接口机制排水铸铁管及相应管件。

4.5.3　柔性接口排水铸铁管管材、管件和连接件的材质、规格、尺寸和技术要求，应符合现行标准《排水用柔性接口铸铁管及管件》GB/T 12772、《建筑排水柔性接口承插式铸铁管及管件》CJ/T 178、《建筑排水用卡箍式铸铁管及管件》CJ/T 177 等的规定。管材、管件应配套使用。

4.5.4　建筑排水塑料管的管材和管件，应符合相应现行的国家标准、行业标准以及 ISO 标准。

1　建筑排水氯乙烯（PVC）材料管道（包括硬聚氯乙烯管、芯层发泡管硬聚氯乙烯管、硬聚氯乙烯管双层轴向中空壁管、氯化聚氯乙烯管等）应符合现行国家标准《建筑排水用硬聚氯乙烯管材》GB/T 5836.1、《建筑排水用硬聚氯乙烯管件》GB/T 5836.2、《排水用芯层发泡硬聚氯乙烯管材》GB/T 16800 和产品标准《建筑内排污、废水系统（高、低温）用氯化聚氯乙烯（PVC－C）管道系统》ISO 7675 等的规定。

2　建筑排水聚烯烃（PO）材料管道（包括高密度聚乙烯管、聚丙烯复合管、聚丙烯管道等）应符合现行行业标准《建筑排水高密度聚乙烯（HDPE）管材、管件》CJ/T 250、《聚丙烯静音排水管材及管件》CJ/T 273、《建筑排水用聚丙烯（PP）管材和管件》CJ/T 278 等的规定。

3　建筑排水共混材料管道（苯乙烯、聚氯乙烯共混管）应符合现行的《建筑物内污废水排放（高、低温）用苯乙烯共聚混合物（SAN＋PVC）管道系统》ISO 19220 的规定。

4.5.5　特殊单立管排水系统的管材和管件应符合第 4.11 节中的有关规定。

4.5.6　环境温度可能出现 0℃以下的场所应采用金属排水管；连续或经常排水温度大于 40℃或瞬时排水温度大于 80℃的排水管道，如公共浴室、旅馆等有热水供应系统的卫生间生活废水排水管道系统、高温排水设备的排水管道系统、公共建筑厨房及灶台等有热水排出的排水横支管及横干管等，应采用金属排水管或耐热塑料排水管。

4.5.7　压力排水管道可采用耐压塑料管、金属管或涂塑复合钢管。

4.5.8　对建筑标准要求较高的建筑、要求环境安静的场所，当普通塑料排水管道的水流噪声不能满足噪声控制要求时，应采取相应空气隔声或结构隔声措施，如选用特制的消声排水管材及管件、采用隔声效果好的墙体（实心墙、夹层轻质墙、有泡沫塑料填充的隔声墙等）、管道支架设橡胶衬垫、穿越楼板处管道外壁包缠消音绝缘材料、设置器具通气管等。

4.5.9　排放带酸、碱性废水的实验楼、教学楼或医院等选用塑料排水管材时，应注意废水的酸碱、化学成分对塑料管材质和接口材料的侵蚀。

4.5.10　建筑高度超过 100m 的高层建筑内，排水管应采用柔性接口机制排水铸铁管及其管件。

4.5.11　当建筑内排水管道采用建筑排水塑料管时，应根据塑料排水管道的类别、用途、长期工作温度、管径、管道设置位置等，相应采用承插粘接、热熔连接（包括热熔承插、热熔对接及电熔连接）、橡胶密封圈连接或法兰连接等。

1　硬聚氯乙烯（PVC－U）、氯化聚氯乙烯（PVC－C）、苯乙烯与聚氯乙烯共混（SNA＋PVC）管材与管件的连接，宜采用配套的胶粘剂承插粘接，立管也可采用弹性密封圈连接。

2　高密度聚乙烯（HDPE）管道可根据不同使用性质和管径分别选用热熔连接或橡胶密封圈连接。

1）当管道需预制安装或操作空间允许时，宜采用对焊连接。

2）当管道需现场焊接、改装、加补安装、修补或安装空间狭窄时，宜采用电熔连接。

3）当用于非刚性连接或可拆装场所时，应采用橡胶密封圈连接。

4）当用于埋地敷设或同层排水暗敷时，应采用对焊连接或电熔管箍连接。

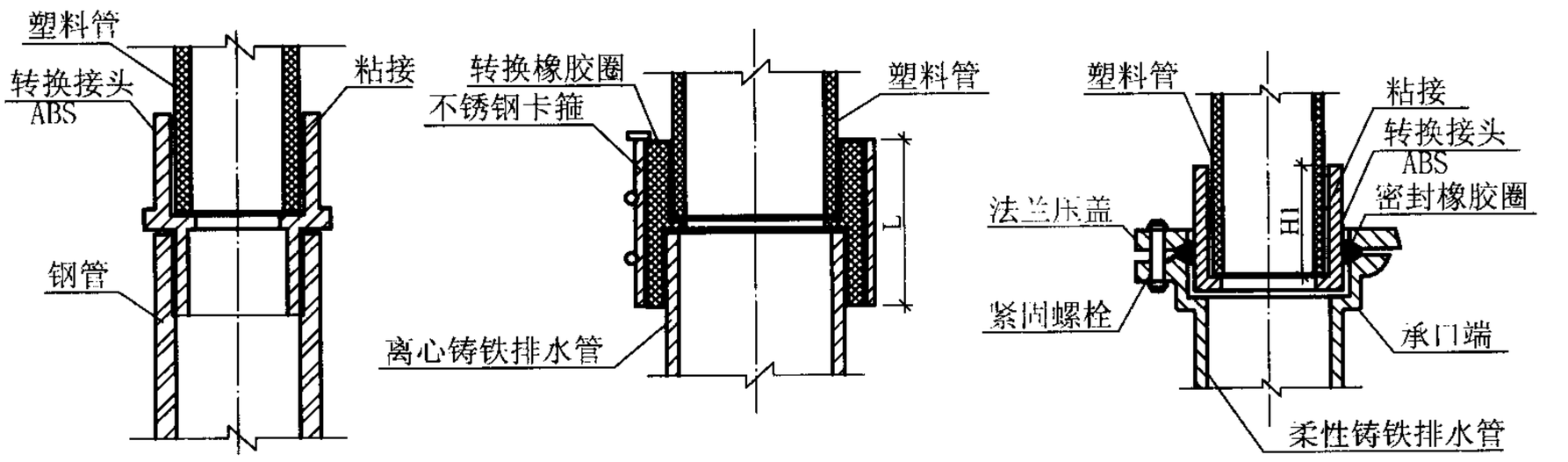
5）当与其他排水塑料管连接时，应采用橡胶密封圈承插连接。

3 聚丙烯（PP）管道及聚丙烯静音排水管应采用产品承口带橡胶圈密封连接。

4 弹性密封圈连接的橡胶件应模压成型，橡胶密封材料应采用三元乙丙（EPDM）、氯丁、丁腈、丁苯等耐油合成橡胶制成，不得含有再生胶及对管材和密封圈（套）性能有害的杂质。其性质、外观和物理化学性能应符合现行行业标准《橡胶密封件给、排水管及污水管道用接口密封圈材料规范》HG/T 3091 的规定。

5 特殊单立管排水系统的管道连接应符合第 4.11 节中的有关规定。

6 排水塑料管与排水铸铁管连接宜采用专用配件，排水塑料管与钢管、排水栓连接应采用专用配件，可参考图 4.5.11。



（a）塑料管与钢管连接　（b）塑料管与离心铸铁排水管卡箍连接　（c）塑料管与柔性铸铁排水管连接

图 4.5.11　排水塑料管与排水铸铁管、钢管的连接

4.5.12 当建筑内排水管道采用柔性接口机制排水铸铁管时，应根据建筑物性质及抗震要求，合理选用机制柔性接口排水铸铁管直管、管件及接口型式。

1 管道暗装或相对隐蔽的场所宜采用法兰承插式接口，明装和有观感要求的场所宜采用卡箍式接口。

2 埋地敷设的排水铸铁管宜优先选用法兰承插式柔性接口。当用于同层排水敷设在回填层内时，应采用法兰承插式接口。

3 柔性接口排水铸铁管的接口不得设置在楼板、屋面板或池壁、墙体等结构层内。管道接口与墙、梁、板的净距不宜小于 150mm。

4.5.13 承插式柔性接口排水铸铁管的紧固件材料可为热镀锌碳素钢。当排水铸铁管埋地敷设时，其紧固件应采用不锈钢材料制作，并采取相应防腐蚀措施。

4.5.14 卡箍式柔性接口排水铸铁管的卡箍材料和紧固件材料均应为 S30408（原 304）、S30403（原 304L）或 S31608（原 316）、S31603（原 316L）等不锈钢。当管道埋地敷设时，应对卡箍件和紧固件采取相应防腐措施。

4.5.15 室内真空排水系统的真空管道应采用满足系统使用要求的管材及相应配套管件。当采用聚乙烯（PE）塑料管时，应符合《给水用聚乙烯（PE）管材》GB/T 13663 的规定，且应选用公称压力（PN）不低于 1.0MPa 的管材，管道连接应采用电热熔连接。

4.6　排水管道的布置和敷设

4.6.1 建筑物内排水管布置应符合下列要求：

1 自卫生器具至排出管的距离应最短，管道转弯应最少。

2 排水立管宜设在排水量最大、靠近最脏、杂质最多的排水点处。立管尽量不转弯。

3 排水管道不得布置在遇水会引起燃烧、爆炸或损坏的原料、产品和设备的上面。

4 排水管道不得敷设在生产工艺或卫生有特殊要求的生产厂房内，不得敷设在食品和贵重商品仓

库、通风小室、电气机房和电梯机房内。

5 排水管道不得布置在食堂、饮食业厨房的主副食操作、烹调、备餐部位、浴池、游泳池的上方。当受条件限制不能避免时，应采取防护措施。如：可在排水管下方设托板，托板横向应有翘起的边缘（即横断面呈槽形），纵向应与排水管有一致的坡度，末端有管道引至地漏或排水沟。

6 排水管道不得穿过沉降缝、伸缩缝、抗震缝、烟道和风道。当受条件限制必须穿过沉降缝、变形缝时，应采取相应的防护措施。对不得不穿越沉降缝处，应预留沉降量、设置不锈钢软管柔性连接，并在主要结构沉降已基本完成后再进行安装；对不得不穿越伸缩缝处，应安装伸缩器。软管和伸缩器均应为低波不锈钢制品。

7 排水埋地管道，不得穿越生产设备基础或布置在可能受重物压坏处。在特殊情况下，应与有关专业协商处理。如：保证一定的埋深和做金属防护套管，并应采用柔性接口。

8 楼层排水管道不应埋设在结构层内。当必须在地下室底板埋设时，不得穿越沉降缝，宜采用耐腐蚀的金属排水管道，坡度不应小于通用坡度，最小管径不应小于75mm，并应在适当位置加设清扫口。

9 排水管道不应穿过图书馆的书库；生活污水立管不应安装在与书库相邻的内墙上。

10 排水管道不得穿越档案馆库区。排水立管不应安装在与档案库相邻的内墙上。

11 排水管道不应穿越档案室、音像库房。

12 生活饮用水池（水箱）的上方，不得有排水管道穿越，且在周围2m内不应有污水管线。

13 排水管道不宜穿越橱窗、壁柜。

14 居住建筑内排水管道的设置，应符合以下要求：

1）厨房间和卫生间的排水立管应分别设置。

2）排水管道不得穿越卧室。

3）排水管道不得穿越住宅客厅、餐厅，并不宜靠近与卧室相邻的内墙。

4）卫生间污水排水横管宜设于本套内。当必须敷设于下一层的套内空间时，其清扫口应设于本层，并应进行夏季管道外壁结露验算，采取相应的防止结露的措施。

5）卫生间排水横支管不得布置在住户厨房间烹调灶位上方。

6）地下室、半地下室中卫生器具和地漏的排水管，不应与上部排水管连接。

4.6.2 排水管道明敷或暗敷布置应根据建筑物的性质、使用要求和建筑平面布局确定。一般宜在地下、楼板垫层中埋设或在地面上、楼板下明设，如建筑或工艺有特殊要求时，可在管槽、管道井、管窿、管沟或吊顶、架空层内暗设，但应便于安装和检修。在气温较高、全年不结冻的地区，可沿建筑物外墙敷设。

4.6.3 当采用同层排水时，应符合下列要求：

1 排水管道的管径、坡度、最大设计充满度等应满足第4.4.5条和4.4.6条的规定，且排水横管的设计坡度应保证在设计充满度下最小排水流速（自净流速）要求：当管径不大于150mm时，应为0.65m/s；当管径为200mm时，应为0.7m/s。排水汇集器排出管的管径应经计算确定，且不应小于接入排水汇集器的最大横管的管径。

2 排水管道管材和接口应符合第4.5节的有关规定。

3 采用沿墙敷设方式时，接入同一排水立管的排水横支管宜沿同一墙面或相邻墙面敷设，排水支管可采用暗敷或明装，暗敷时可埋设在非承重墙内或利用装饰墙隐藏管道。隐蔽式支架应安装在非承重墙或装饰墙内，并固定在楼板或墙体等承重结构上。

4 采用地面敷设方式时，地漏接入排水支管时，接入位置沿水流方向宜在大便器、浴盆排水管接入口的上游。排水横管宜敷设在填充层或架空层内。排水管道可采用通用配件连接或排水汇集器连接。如采用排水汇集器连接，各卫生器具和地漏的排水管应单独与排水汇集器相连。排水汇集器应有专用清扫口，并应设置在便于清洗或疏通的位置。

5 排水管道支架的固定不得破坏防水层。

4.6.4 建筑排水塑料管道布置除满足第4.6.1条～第4.6.3条的要求外，还应符合下列规定：

1 管道不得敷设在加热设备上方，并应避免布置在热源附近。立管与家用灶具边缘净距不得小于0.4m，与家用热水器净距不得小于0.2m，与其他热源的距离应确保管道表面温度不得大于60℃。如不能避免时，应采取隔热措施，如采用轻质隔热材料保护。

2 管道设置在室内公共部位，当有可能受机械撞击时，应采取设金属套管、做管井、管窿、加防护遮挡等保护措施。

3 塑料排水管道在无保护措施或其他技术措施的情况下，不得浇注在钢筋混凝土结构内。室内埋设的管道不宜采用橡胶密封圈连接形式。

4.6.5 建筑排水塑料管道应根据环境温度变化、管道布置位置及管道接口形式等考虑是否设置伸缩节，但下列排水管道系统可不设伸缩节：

1 采用橡胶密封圈连接的管道。

2 采用全部支架均为固定支架的强制安装系统的管道。

3 长度小于2.2m，且两端为固定支承的管道。

4 埋地敷设或直埋的管道。

4.6.6 建筑排水塑料管道受环境温度或水温变化而引起的伸缩量可按下式计算：

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta t \tag{4.6.6}$$

式中 ΔL ——管道伸缩量（m）；

L ——管道直线长度（m）；

α ——线胀系数（10^{-5}/℃），见表4.6.6；

Δt ——管道周围环境最高或最低的环境温度之差（℃）；热排水管道为排放水最高和最低水温之差（℃）。

表4.6.6 各类建筑排水塑料管道线胀系数（10^{-5}/℃）

管材品种及名称	氯乙烯材料		聚烃烯材料		共混材料
	硬聚氯乙烯管、芯层发泡硬聚氯乙烯管、硬聚氯乙烯双层轴向中空壁管	氯化聚氯烯管	高密度聚乙烯管	聚丙烯管	苯乙烯与聚氯乙烯共混管
线胀系数（10^{-5}/℃）	6～8	7	20	～16	8

4.6.7 建筑排水塑料管道设置伸缩节最大允许伸缩量，不宜大于表4.6.7中的规定。

表4.6.7 伸缩节最大允许伸缩量（mm）

公称外径 dn	50	75	90	110	125	160
最大允许伸缩量	12	15	20	20	20	25

4.6.8 建筑排水塑料管道在立管上设置伸缩节时，应以不影响或少影响汇合部位相连通的管道产生位移为原则，伸缩节安装位置应符合下列规定（可参见图4.6.8）：

1 当层高大于2.2m但不大于4m时，应每层设一伸缩节，穿越楼层处应为固定支承（见图4.6.8）；当层高大于4m时，伸缩节数量应根据管道设计计算伸缩量和伸缩节允许伸缩量确定。立管伸缩节间最大间距不应大于4m。

2 当有横管接入时，伸缩节设置位置应靠近水流汇合管件。汇合管件在楼板下部，应在汇合部位的下方设伸缩节（图4.6.8中a、d）；汇合管件靠地面，应在汇合管件上部设伸缩节（图4.6.8中b）。

3 当无横管接入时，宜离地1.0～1.2m设伸缩节（图4.6.8中c）。

4.6.9 建筑排水塑料管道在横管上设置伸缩节时，应符合下列规定：

1 横支管、横干管、器具通气管及管道上无汇合管件时，直线管段长度大于2.2m，在与立管的汇

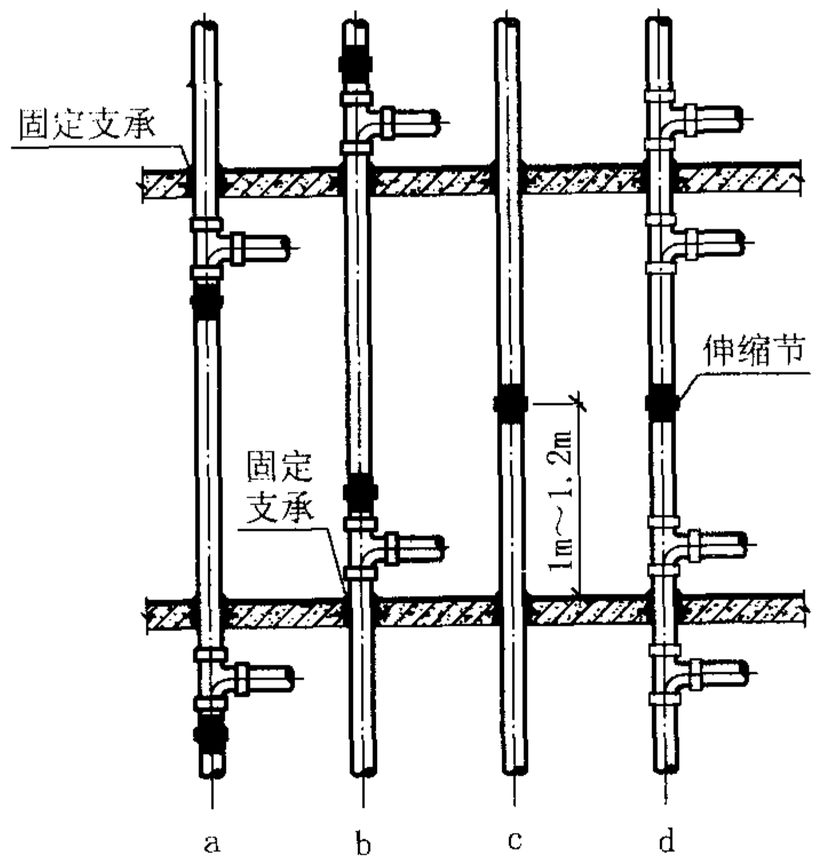


图 4.6.8　排水塑料管立管上伸缩节设置位置

合管件位置的横管一侧应设置伸缩节。横管上直线长度大于 4m 时，应根据管道设计计算伸缩量和伸缩节允许伸缩量确定伸缩节数量。两个伸缩节之间最大间距不大于 4m。见图 4.6.9。

2　管道布置在桥架内时，伸缩节按不大于表 4.6.7 中规定的最大允许伸缩量可任意设置。

3　当立管设置在管道井或管窿内时，横管的伸缩节宜靠管道井或管窿的外侧。

4　横管伸缩节应采用能承压的专用伸缩节，其承压性能应大于 0.08MPa，立管伸缩节不得用于横管上。伸缩节的承口必须是迎水流方向。

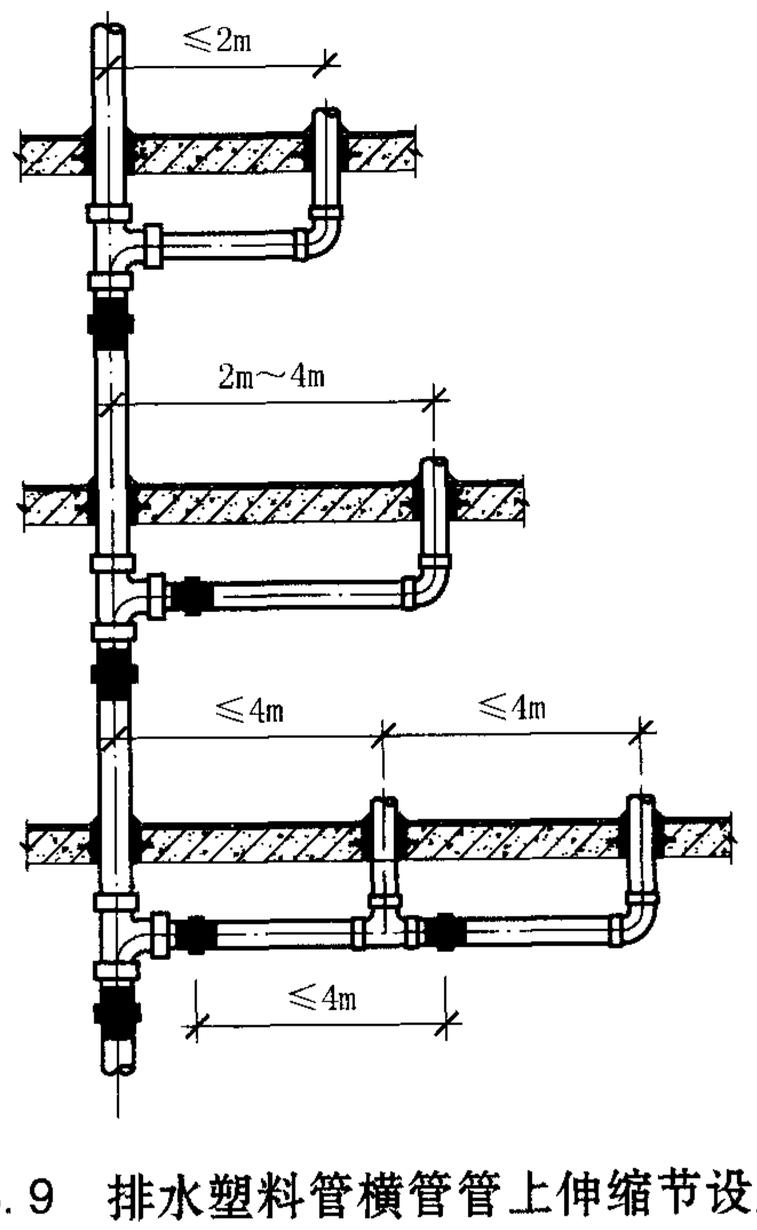


图 4.6.9　排水塑料管横管管上伸缩节设置位置

4.6.10　建筑排水塑料管道穿越楼层防火墙或管井时，应根据建筑物性质、管径和设置条件以及穿越部位防火等级等要求设置阻火装置。

1　高层建筑内公称外径大于或等于 110mm 的塑料排水管道，应在下列部位采取设置阻火圈、防火套管或阻火胶带等防止火势蔓延的措施：

1）不设管道井或管窿的立管在穿越楼层的贯穿部位。

2）横管穿越防火分区隔墙和防火墙的两侧。

3）横管与管道井或管窿内立管连接时穿越管道井或管窿的贯穿部位。

2 公共建筑的排水立管宜设在管道井内，当管道井的面积大于 $1m^2$ 时，应每隔 2 ~ 3 层结合管道井的封堵采取设置阻火圈或防火套管等防延燃措施。

3 阻火装置的耐火极限不应小于贯穿部位的建筑构建的耐火极限。

4.6.11 室内排水管道的连接应符合下列要求：

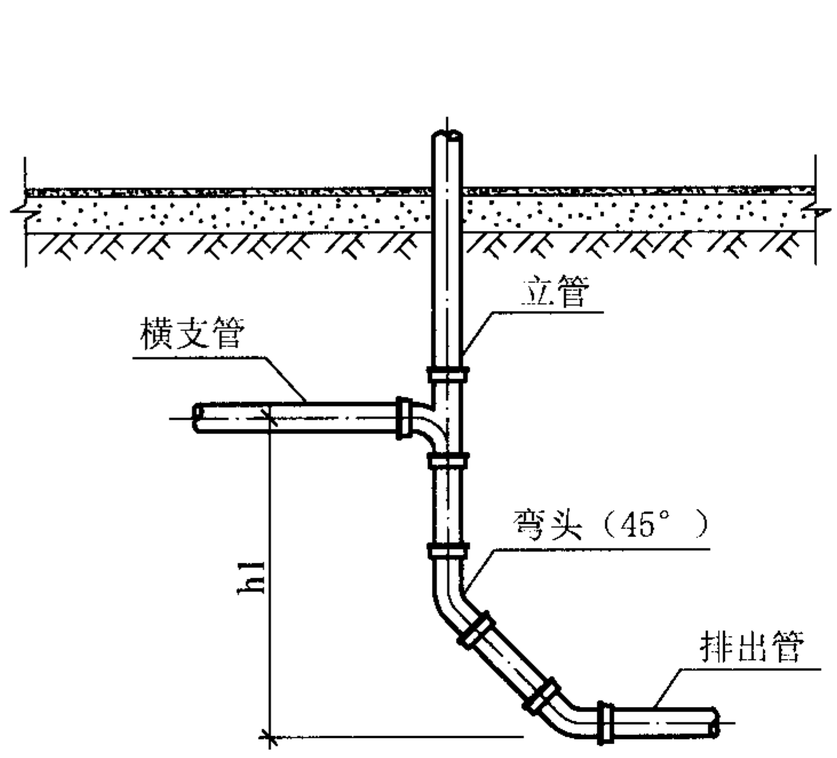
1 卫生器具排水管与排水横支管垂直连接时，宜采用 90°斜三通。

2 排水管道的横支管与排水横管的水平连接宜采用 45°斜三通或 45°斜四通。

3 排水管道的横管与立管的连接，宜采用 45°斜三通或 45°斜四通和顺水三通或顺水四通。

4 排水横管作 90°水平转弯时，宜采用两个 45°弯头或大转弯半径的 90°弯头。

5 排水立管与排出管端部的连接，宜采用两个 45°弯头或弯曲半径不小于 4 倍管径的 90°弯头或 90°变径弯头。当采用异径管接弯头方式变径时，异径管宜用偏心异径管，偏心侧宜在转弯的内圆一侧（图 4.6.11 -1）。



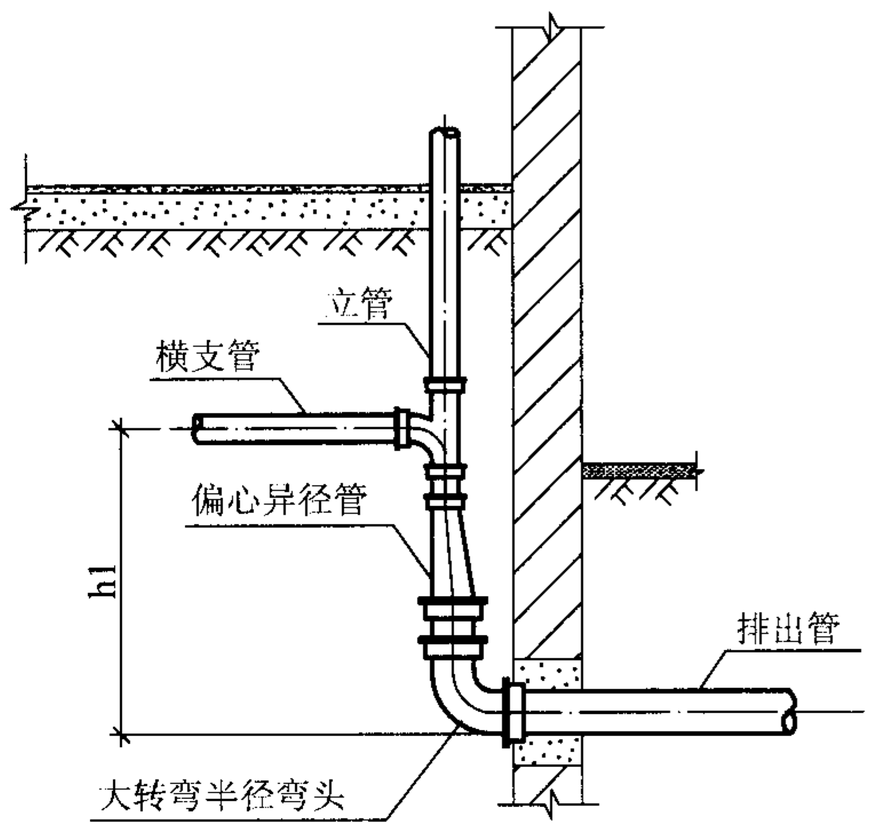


图 4.6.11 -1 最低横支管与立管连接处至排出管管底垂直距离

6 排水支管接入横干管、立管接入横干管时，应在横干管管顶或其两侧 45°范围内采用 45°斜三通接入。

7 排水立管应避免在轴线偏置，当受条件限制时，宜用乙字管或两个 45°弯头连接。

8 靠近排水立管底部的排水支管连接，应符合下列要求：

1）最低排水横支管与立管连接处距排水立管管底垂直距离 h1，不得小于表 4.6.11 的规定（可参考图 4.6.11 -1）。

表 4.6.11 最低排水横支管与立管连接处距排水立管管底的最小垂直距离

立管连接卫生器具的层数（层）	最小垂直距离（m）	
	仅设伸顶通气	设通气立管
≤4	0.45	按配件最小安装尺寸确定
5 ~ 6	0.75	
7 ~ 12	1.2	
13 ~ 19	3.0	0.75
≥20	3.0	1.2

注：单根排水立管的排出管宜与排水立管相同管径。

2）排水支管连接至排出管或排水横干管上时，连接点距立管底部下游水平距离（L）不得小于 1.5m，不宜小于 3m（图 4.6.11 -2）。

3）当靠近排水立管底部的排水支管的连接不能满足本款第 1）、第 2）项的要求，或在距排水立管

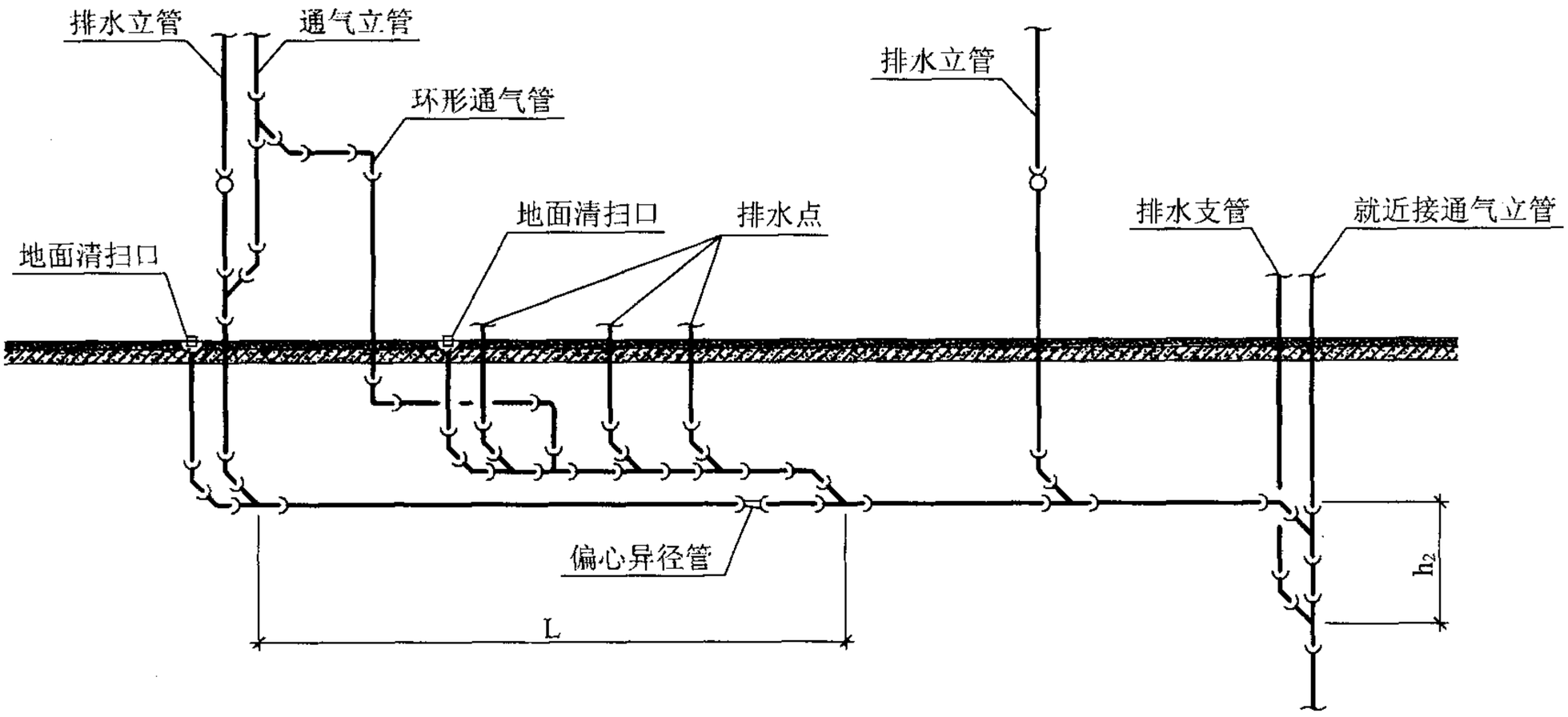


图 4.6.11－2　排水支管、排水立管与横干管连接

底部 1.5m 范围内的排出管、排水横管有 90°水平转弯时，底层排水支管应单独排出，楼层排水支管宜单独汇合排出。

9　排水竖支管接入横干管竖直转向管段时，连接点应在转向处以下，且垂直距离 h2 不得小于 0.6m（参见图 4.6.11－2）。

10　横干管转成垂直管时，转向处宜采用 45°斜三通或 90°斜三通，三通的顶部接入就近的通气立管（参见图 4.6.11－2），通气管管径宜比横干管管径小一至两档，但不应小于 75mm。

11　水平横干管需变径时，应采用偏心异径管，管顶平接（参见图 4.6.11－2）。

4.6.12　机房（空调机房、给水水泵房）、开水间的地漏排水管道宜与污、废水管道分开设置，间接排水至明沟或雨水收水口。

4.6.13　洗碗机排水不得与污、废水管道直接连接，应排入邻近的洗涤盆、地漏或排水明沟。

4.6.14　下列构筑物和设备不得与污、废水管道系统直接连接，应采取间接排水的方式：

1　生活饮用水贮水箱（池）的泄水管和溢流管。

2　开水器、热水器的排水。

3　医疗灭菌消毒设备的排水。

4　蒸发式冷却器、空调设备冷凝水的排水。

5　贮存食品或饮料的冷藏库房的地面排水和冷风机溶霜水盘的排水。

4.6.15　设备间接排水宜排入邻近的洗涤盆、地漏、排水明沟、排水漏斗或容器。间接排水的漏斗或容器不得产生溅水、溢流，并应布置在容易检查、清洁的位置。

4.6.16　间接排水口最小空气间隙，宜按表 4.6.16 确定。

表 4.6.16　间接排水口最小空气间隙

间接排水管管径（mm）	排水口最小空气间隙（mm）
≤25	50
32～50	100
>50	150

注：供直接饮用的贮水箱的间接排水口最小空气间隙，不得小于 150mm。

4.6.17　不散发有害气体或大量蒸汽的生活废水，在下列情况下，可采用有盖的排水沟排除。

1　废水中含有大量悬浮物或沉淀物需经常冲洗。

2　设备排水支管很多，用管道连接困难。

3　设备排水点的位置不固定。

4 地面需要经常冲洗。

4.6.18 排水沟的设计，应符合下列要求：

1 内表面应光滑，且便于清掏。

2 排水沟宜通过沟底排水地漏和水封装置，与排水管道连接。

3 废水中如夹带纤维或大块物体，应在与排水管道连接处设置格网、格栅或采用带网框地漏。

4.6.19 汽车库地面排水不宜采用明沟。如必须设置时，地沟不应贯通防火分区。

4.6.20 室内排水沟与室外排水管道连接处，应设水封装置。

4.6.21 排水管与室外排水管道连接时，排出管管顶标高不得低于室外排水管管顶标高。其连接处的水流偏转角不得大于90°。当有大于0.3m的跌落差时，可不受角度的限制。

4.6.22 室内设置卫生器具处地面标高或地漏面标高低于室外检查井地面标高时，该卫生器具排水管不得直接接入室外检查井。

4.6.23 当采用室内真空排水系统时，真空管道的布置和敷设应符合以下要求：

1 管道宜采用锯齿型方式敷设，每隔25～30m至少应设一个提升弯（存水弯），提升弯应设于真空管道的水平管段上。

2 水平管道沿水流方向应有不小于0.5%的坡度。

3 垂直提升管道与水平管道的连接应在水平管道的顶部接入。

4 分支管道应采用45°斜三通与主干管道连接，接入的分支管应高于主干管的最高点。

5 管道的连接应采用顺水三通和45°弯头，不得采用90°弯头。

6 管道遇障碍物需要绕行时，应采用两个45°弯头上行和下行敷设。

4.7 排水管道的防护措施和支吊架

4.7.1 管道穿过有沉降可能的承重墙或基础时，应预留洞口，且管顶上部净空不得小于建筑物的沉降量，一般不小于0.15m。

4.7.2 当建筑物沉降可能导致排出管倒坡时，可采取下列防沉降倒坡的措施：

1 从外墙开始沿水流方向设置钢筋混凝土套管或简易管沟，其管外底至套管（沟）内底面空间不小于建筑物的沉降量，一般不小于0.20m，参见图4.7.2。套管（沟）内填轻软质材料。

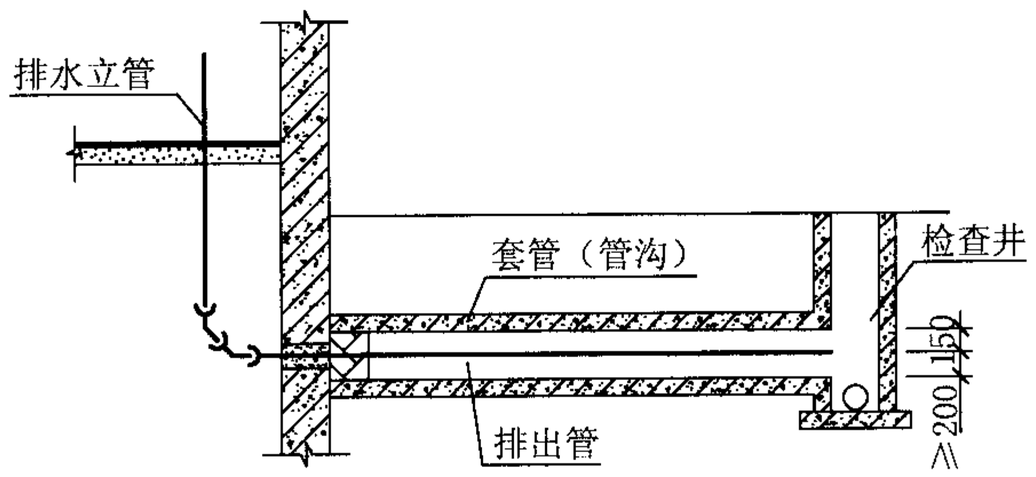


图4.7.2 排出管管沟设置示意

2 排出管穿地下室外墙时，预埋柔性防水套管。

3 当建筑物沉降量较大时，在排出管出外墙后设置柔性接口。接入室外排水检查井的标高考虑建筑物的沉降量。

4 排水管施工待结构沉降基本稳定后进行。

4.7.3 排水管穿过地下室外墙或地下构筑物墙壁处，应采取防水措施。一般可按国家建筑标准设计图集02S404《防水套管》设置柔性或刚性防水套管。

1 有地震设防要求的地区、或管道穿墙处需承受振动和管道伸缩变形时，宜采用柔性防水套管。对于有严密防水要求的构（建）筑物，必须采用柔性防水套管。穿越水池壁或内墙用A型，穿越构

（建）筑物外墙用 B 型。

2 管道穿墙处不承受振动和管道伸缩变形时，可采用刚性防水套管。当在有地震设防要求的地区采用刚性防水套管时，应在穿越建筑物外墙的管道上就近设置柔性连接。

4.7.4 排水管道外表面如可能结露，应根据建筑物性质和使用要求，采取防结露措施。所采用的绝热材料宜与该建筑物的热水管道保温材料一致，其厚度经计算确定。

4.7.5 排水管道穿过楼板应设金属或塑料套管。安装在楼板内的套管，其顶部应高出装饰地面 20mm，安装在卫生间及厨房内的套管，其顶部应高出装饰地面 50mm，底部与楼板底面相平。套管与管道之间的缝隙应用阻燃密实材料和防水油膏填实。

4.7.6 排水管道在穿越楼层设套管且立管底部架空时，应在立管底部设支墩或采取牢固的固定措施。地下室立管与排水管转弯处也应设支墩或其它固定设施。支墩可采用强度不低于 MU10 的砖砌筑或用强度不低于 C15 的混凝土浇筑。弯头底部应设配套支座并固定在支墩上。当无条件设置支墩时，应增设固定支（吊）架来承受荷载。

4.7.7 建筑排水塑料管道的支、吊架应按管径配套设置，间距应符合表 4.7.7 的规定。

表 4.7.7　排水塑料管道支吊架最大间距（m）

公称外径（mm）	40	50	75	90	110	125	160	200
立管（m）	1.2	1.2	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
横管（m）	0.5	0.5	0.75	0.90	1.10	1.25	1.60	1.70

4.7.8 建筑排水塑料管道支、吊架设置还应符合下列要求：

1 立管穿越楼板部位应结合防渗漏水技术措施，设置固定支承。在管道井或管窿内楼层贯通位置的立管，应设固定支承，其间距不应大于 4m。

2 采用热熔连接的聚烯烃类管道，应全部设置固定支架。

3 横管采用弹性密封圈连接时，在承插口的部位（承口下游）必须设置固定支架，固定支架之间应按第 4.7.7 条的支吊架间距规定设滑动支架。

4.7.9 柔性接口建筑排水铸铁管的支、吊架应符合下列要求：

1 上段管道重量不应由下段承受，立管管道重量应由管卡承受，横管管道重量应由支（吊）架承受。

2 立管应每层设支架固定在建筑物可承重的柱、墙体、楼板上，固定支架间距不应超过 3m。两个固定支架间应设滑动支架。

3 立管支架应靠近接口处，卡箍式柔性接口的支架应位于接口处卡箍下方，承插式柔性接口的支架应位于承口下方，且与接口间的净距不宜大于 300mm。

4 立管底部弯头和三通处应设支墩或支架等固定措施。立管底部转弯处也可采用鸭脚支撑弯头并设置支墩或固定支架。

5 横管支（吊）架应靠近接口处，卡箍式柔性接口不得将管卡套在卡箍上，承插式柔性接口应位于承口一侧，且与接口间的净距不宜大于 300mm。

6 横管支（吊）架与接入立管或水平管中心线的距离宜为 400～500mm，参见图 4.7.9。

7 横干管支（吊）架间距不宜大于 1.2m，不得大于 2m。横管起端和终端应设防晃支（吊）架固定。横干管较长时，直线管段防晃支（吊）架距离不应大于 12m。横管在平面转弯时，弯头处应增设支（吊）架。

4.7.10 管卡应根据不同的管材相应选定，柔性接口建筑排水铸铁管应采用金属管卡，塑料排水管道可采用金属管卡或增强塑料管卡。金属管卡表面应经防腐处理。当塑料排水管使用金属管卡时，应在金属管卡与管材或管件的接触部位衬垫软质材料。

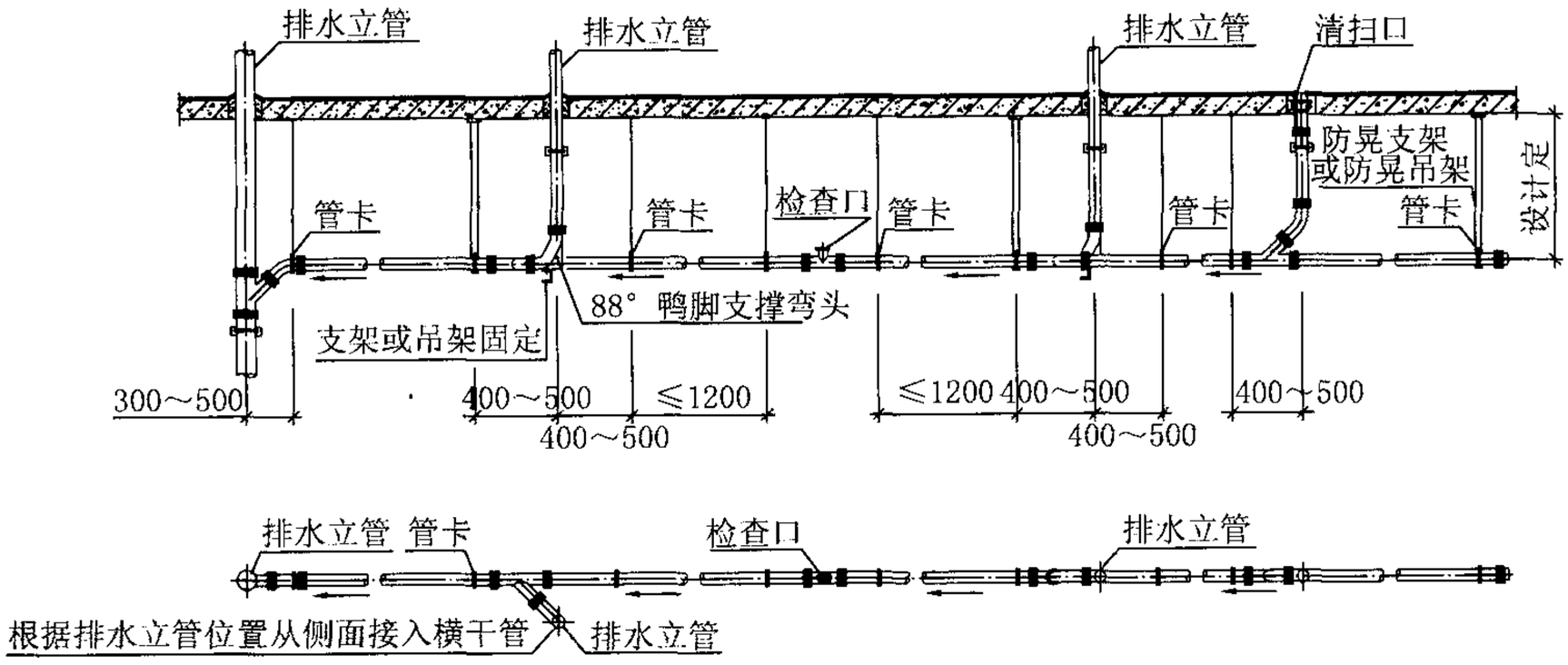


图 4.7.9 排水横干管支（吊）架示意

4.8 通气管的设置原则

4.8.1 生活排水管道的立管顶端应设置伸顶通气管。

4.8.2 特殊情况下，当伸顶通气管无法伸出屋面时，可采用以下通气方式：

1 设置侧墙通气管。

2 通过设置汇合通气管后在侧墙伸出延伸至屋面以上。

3 当本条第 1、2 款无法实施时，可设置自循环通气管道系统。

4.8.3 下列情况下应设通气立管：

1 当排水立管所承担的卫生器具排水设计流量超过表 4.4.9 中仅设伸顶通气管的排水立管最大设计排水能力时。

2 建筑标准要求较高的多层住宅和公共建筑、10 层及 10 层以上高层建筑的生活排水立管。

4.8.4 下列排水管段应设环形通气管：

1 连接 4 个及 4 个以上卫生器具且长度大于 12m 的排水横支管。

2 连接 6 个及 6 个以上大便器的污水横支管。

3 不超过上述规定，但建筑物性质重要、使用要求较高时或设置器具通气管时。

4.8.5 对卫生、安静要求较高的建筑物内，生活排水管道宜设置器具通气管。

4.8.6 建筑物内各层的排水管道设有环形通气管时，应设置连接各层环形通气管的主通气立管或副通气立管。

4.8.7 通气立管不得接纳器具污水、废水和雨水，不得与风道和烟道连接。

4.9 通气管的连接方式与敷设

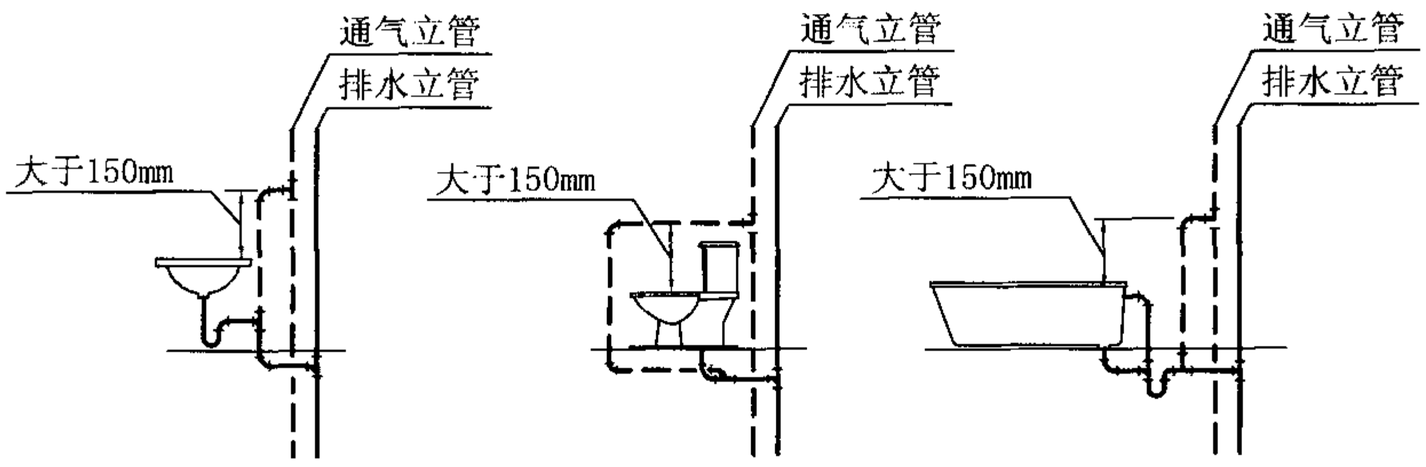
4.9.1 通气管和排水管的连接，应遵守下列规定：

1 器具通气管应设在存水弯出口端（图 4.9.1）。环形通气管应在横支管上最始端的两个卫生器具间接出，并应在排水支管中心线以上与排水支管呈垂直或 45°向上连接。

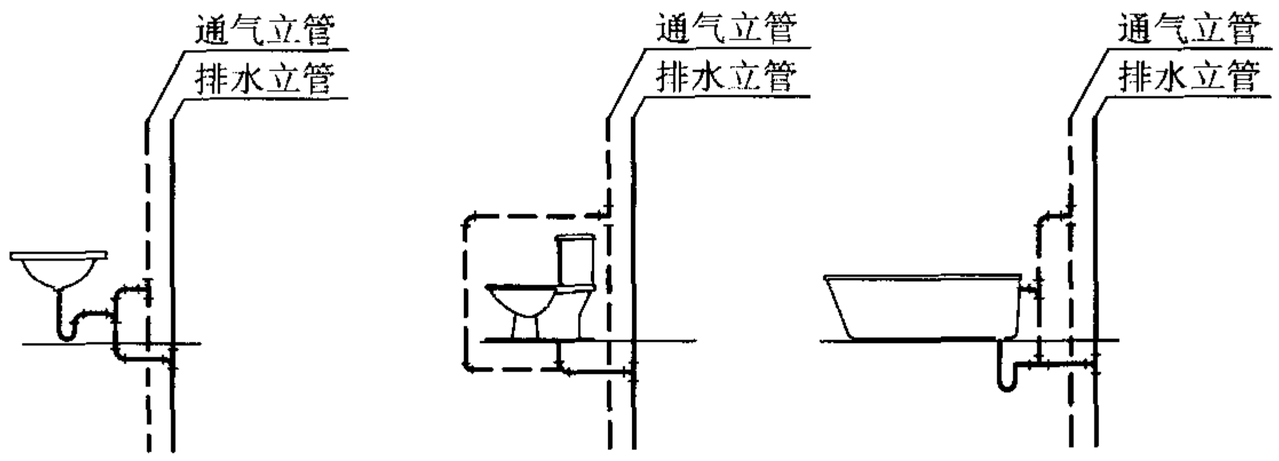
2 底层排水单独排出且需设通气管时，通气管宜在排出管上最下游的卫生器具之后接出，并应在排出管中心线以上与排出管呈垂直或 45°向上连接。

3 器具通气管、环形通气管应在卫生器具上边缘以上不小于 0.15m 处按不小于 0.01 的上升坡度与通气立管相连。

4 专用通气立管和主通气立管的上端可在最高层卫生器具上边缘或检查口以上与排水立管的伸顶通气部分以斜三通连接。下端应在最低排水横支管以下与排水立管以斜三通连接。



(a) 正确



(b) 错误

图 4.9.1　器具通气管设置

5　专用通气立管应每层或隔层、主通气立管宜每隔不超过 8 层设结合通气管与排水立管连接。

6　结合通气管下端宜在排水横支管以下与排水立管以斜三通连接；上端可在卫生器具上边缘以上不小于 0.15m 处与通气立管以斜三通连接。

7　当采用 H 管件替代结合通气管时，应符合下列规定：

1）H 管与通气管的连接点应在卫生器具上边缘以上不小于 0.15m。

2）当污水立管与废水立管合用一根通气立管时，H 管配件可隔（错）层分别与污水立管和废水立管连接。但最低横支管连接点以下应设结合通气管。

8　通气横管应按不小于 0.01 的上升坡度敷设，不得出现下弯。

9　采用自循环通气时，应符合下列规定：

1）专用通气立管或主通气立管的顶端应在卫生器具上边缘以上不小于 0.15m 处采用两个 90°弯头与排水立管顶端相连。

2）专用通气立管或主通气立管的底部应采用倒顺水三通或倒斜三通与排水横干管或排出管相连。

3）专用通气立管应每层、主通气立管应每隔不超过 8 层按第 4.9.1 条第 6 款设结合通气管与排水立管连接。

4）采用设置主通气立管和环形通气管方式的自循环通气排水系统，除根据第 4.8.4 条要求和第 4.9.1 条第 1 款及第 3 款的规定设置环形通气管外，应每层加设从排水支管下游端接出的环形通气管，并在高出卫生器具上边缘以上不小于 0.15m 处与主通气立管连接。

5）设置自循环通气的排水系统，应在其室外接户管的起始检查井上设置管径不小于 100mm 的通气管。

4.9.2　高出屋面的通气管设置应符合下列要求：

1　通气管高出屋面不得小于 0.30m，且应大于最大积雪厚度。通气管顶端应装设风帽或网罩。当屋顶有隔热层时，通气管高出屋面的距离应从隔热层板面算起。

2　在通气管口周围 4m 以内有门窗时，通气管口应高出窗顶 0.6m 或引向无门窗一侧。

3　在经常有人停留的平屋面上，通气管口应高出屋面 2m，当伸顶通气管采用金属管材时，应根据防雷要求考虑防雷装置。

4　通气管口不宜设在建筑物挑出部分如屋檐檐口、阳台和雨篷等的下面。

4.9.3　侧墙通气管除应符合第 4.9.2 条相关规定外，通气管口的通气面积不应小于通气管断面积，通

气帽形式应能有效避免室外风压导致通气管道压力波动对排水系统的不利影响。

4.9.4 自循环通气系统室外接户管起始检查井的通气管的设置应符合下列要求：

1 当沿建筑物外墙敷设时，通气管口应满足第 4.9.2 条第 2 款的规定。

2 当在其他隐蔽部位设置时，通气管口高出地面不得小于 2m。

4.10 通气管的管材和管径

4.10.1 通气管的管材，可采用塑料管和柔性接口机制排水铸铁管等。

4.10.2 通气管的管径，应根据排水管排水能力、管道长度及排水系统通气形式确定，其最小管径不宜小于排水管管径的 1/2，可按表 4.10.2 确定。

表 4.10.2 通气管最小管径

通气管名称	排水管管径（mm）							
	32	40	50	75	90	100	125	150
器具通气管	32	32	32	—	—	50	50	—
环形通气管	—	—	32	40	50	50	50	—
通气立管	—	—	40	50	—	75	100	100

注：1 表中通气立管系指专用通气立管、主通气立管、副通气立管。

2 自循环通气排水系统的通气立管管径应与排水立管管径相同。

3 表中排水管管径 90 为塑料排水管公称外径，排水管管径 100、150 的塑料排水管公称外径分别为 110mm、160mm。

4.10.3 通气立管长度大于 50m 时，其管径应与排水立管管径相同。

4.10.4 通气立管长度不大于 50m 时，且两根及两根以上排水立管同时与一根通气立管相连，应以最大一根排水立管按表 4.10.2 确定通气立管管径，且管径不宜小于其余任何一根排水立管管径，伸顶通气部分管径应与最大一根排水立管管径相同。

4.10.5 当通气立管管径不大于排水立管管径时，结合通气管的管径不宜小于与其连接的通气立管管径；当通气立管管径大于排水立管管径时，结合通气管的管径不得小于与其连接的排水立管管径。

4.10.6 当两根或两根以上排水立管的通气管汇合连接时，汇合通气管的断面积应为最大一根通气管的断面积加其余通气管断面积之和的 0.25 倍。

4.10.7 伸顶通气管管径不应小于排水立管管径。在最冷月平均气温低于 -13℃ 的地区，伸顶通气管应在室内平顶或吊顶以下 0.3m 处将管径放大一级，通气管顶端应采用伞形通气帽。当采用塑料管材时，最小管径不宜小于 110mm，且应设清扫口。

4.11 特殊单立管排水系统

4.11.1 特殊单立管排水系统的定义和应用

特殊单立管排水系统是指管件特殊和（或）管材特殊的单根排水立管排水系统。国内已有应用的特殊单立管排水系统有苏维托单立管排水系统、AD 型单立管排水系统、内螺旋管单立管排水系统、中空壁内螺旋管单立管排水系统、漩流降噪单立管排水系统和 CHT 型单立管排水系统等。本节仅对苏维托单立管排水系统、AD 型单立管排水系统、内螺旋管单立管排水系统进行介绍。

4.11.2 特殊单立管排水系统的适用条件：

1 排水立管排水设计流量大于普通单立管排水系统排水立管的最大排水能力。

2 多层和高层住宅、宾馆等每层接入的卫生器具数较少的建筑。

3 卫生间或管道井面积较小的建筑。

4 难以设置通气立管（专用通气立管、主通气立管或副通气立管）的建筑。

5 要求降低排水水流噪声和改善排水水力工况的场所。

6 同层接入排水立管的横支管数较多的排水系统宜采用苏维托单立管排水系统和 AD 型单立管排水系统。

注：当排水立管排水设计流量小于普通单立管排水系统排水立管的最大排水能力时，也可采用特殊单立管排水系统。

4.11.3 苏维托单立管排水系统

1 苏维托单立管排水系统是指排水横支管与排水立管采用苏维托特制配件相连接的单立管排水系统。上部管件应采用苏维托特制配件，下部宜采用泄压管装置，见图 4.11.3－1。

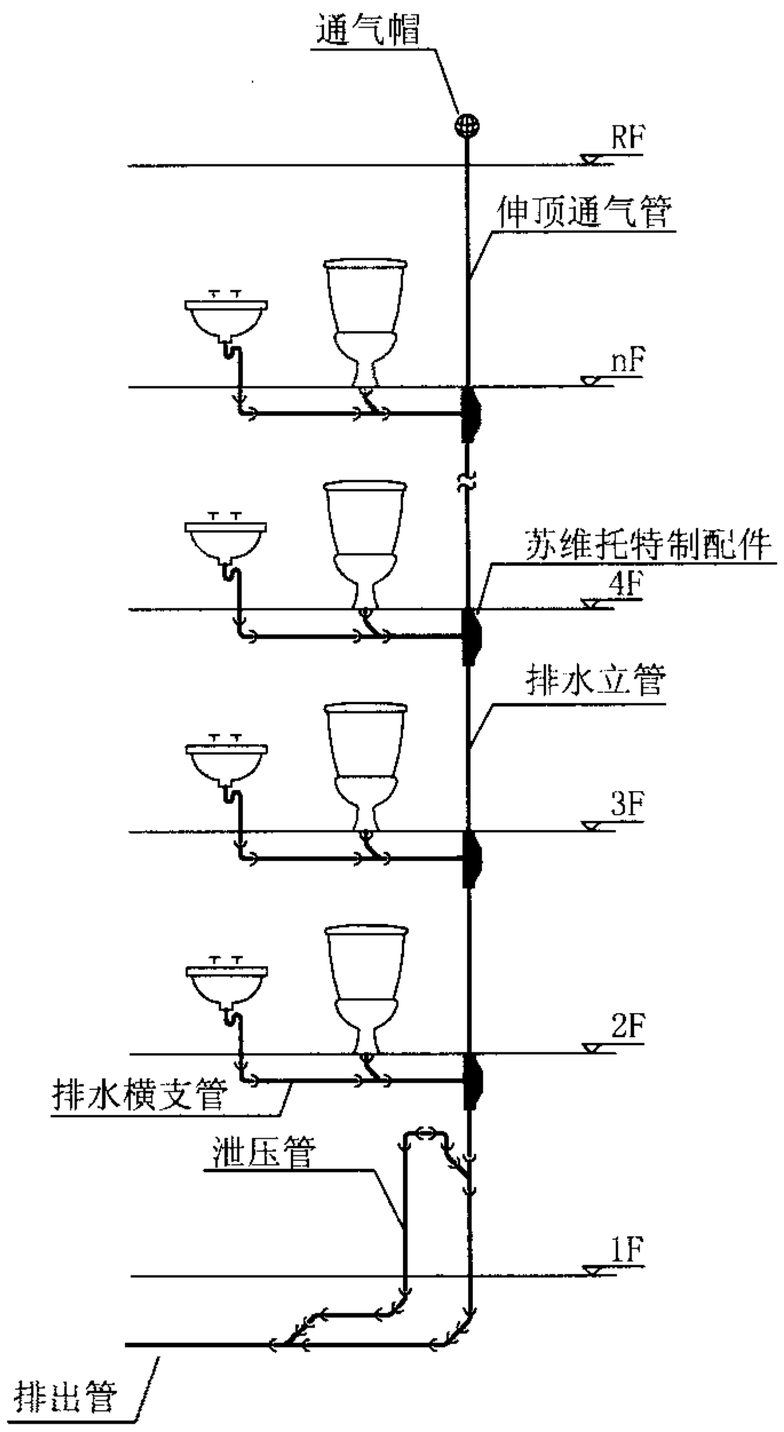


图 4.11.3－1　苏维托单立管排水系统

2 苏维托单立管排水系统的立管和横管管材可采用高密度聚乙烯（HDPE）管、硬聚氯乙烯（PVC－U）管、聚丙烯（PP）管、氯化聚乙烯（PVC－C）管和建筑排水用柔性接口铸铁管。

3 苏维托单立管排水系统的（含伸顶通气管）最大排水能力应按表 4.11.3 确定。

表 4.11.3　苏维托单立管排水系统排水立管最大排水能力

排水立管管径（mm）	最大排水能力（L/s）
100（110）	4.5＊

注：1　＊此值根据《建筑给水排水设计规范》GB 50015－2003（局部修改版 2008 年报批稿）表 4.4.11 的数据选取。

2　排水立管在 15 层以上时，宜乘 0.9 系数。

4 苏维托单立管排水系统的一般规定

1） 当同一楼层不同高度的排水横支管接入苏维托特制配件时，污水横支管宜从其上排接入；较立管管径小于 1～2 级的废水横支管宜从其下排接入。

2）连接 6 个及 6 个以上大便器或连接 4 个及 4 个以上卫生器具且横支管的长度大于 12m 的排水横支管，应设环形通气管。如设环形通气管，应以 45°管件与苏维托特制配件连接，与苏维托特制配件连接处的环形通气管应设置虹吸管段，防止污水流入环形通气管。

当排水系统设有器具通气管时，器具通气管也应以 45°管件与苏维托特制配件连接，也应设虹吸管段，防止污水流入器具通气管。

当排水立管有偏置管时，偏置管下端可接出辅助通气管，辅助通气管可与上层苏维托特制配件连接。

3）接入苏维托配件的横支管管径不得大于立管管径。

4）上下层排水立管偏置的距离小于及等于 1m 时，上下层排水立管可通过弯头直接连接（见图 4.11.3 -2）；上下层排水立管偏置的距离大于 1m 时，下层偏置管可接辅助通气管，辅助通气管以 45°管件与上层排水立管连接。辅助通气管管径应与排水立管相同。

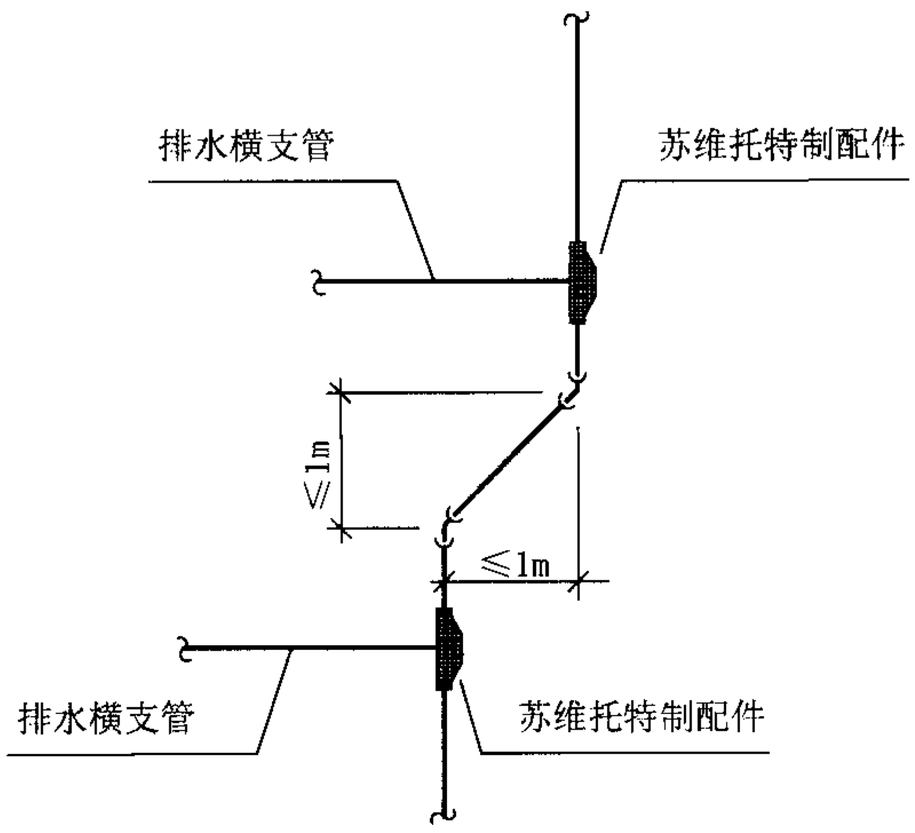


图 4.11.3 -2　偏置管设置

5）排水立管上苏维托特制配件的垂直距离不应大于 6m（如图 4.11.3 -3）。

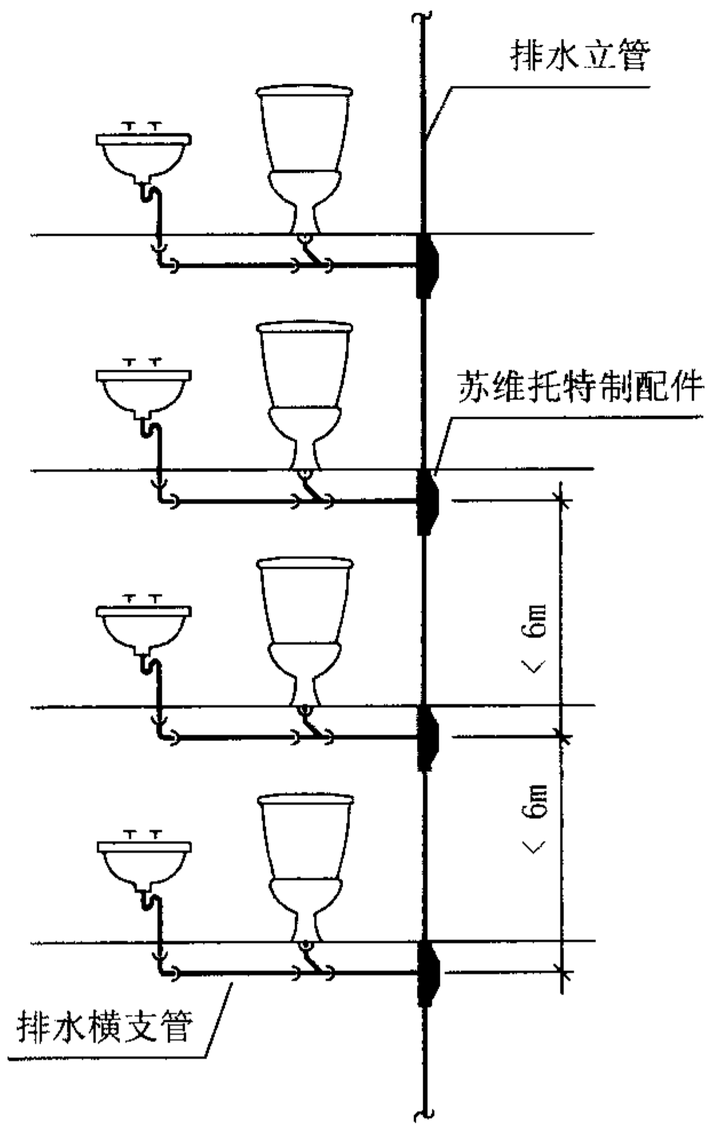


图 4.11.3 -3　苏维托特制配件的垂直距离

6）当苏维托单立管排水系统的苏维托特制配件为塑料材质时，应采用相适应的管材。并应符合下列规定：

①苏维托单立管排水系统排水立管管径应为 110mm；

②在苏维托单立管排水系统的排水立管底部转角不小于2m的底层位置应设置泄压管，该泄压管道以45°管件与排水立管和水平管段连接，泄压管与排水立管管径相同并且为苏维托单立管排水系统的组成部分（见图4.11.3-1）；

③底层卫生器具排水管应单独排出或接入泄压管。接入泄压管竖向管段时见图4.11.3-4；接入泄压管横向管段时见图4.11.3-5；

注：泄压管与排水立管的连接也可直接与苏维托配件的横向接口连接。

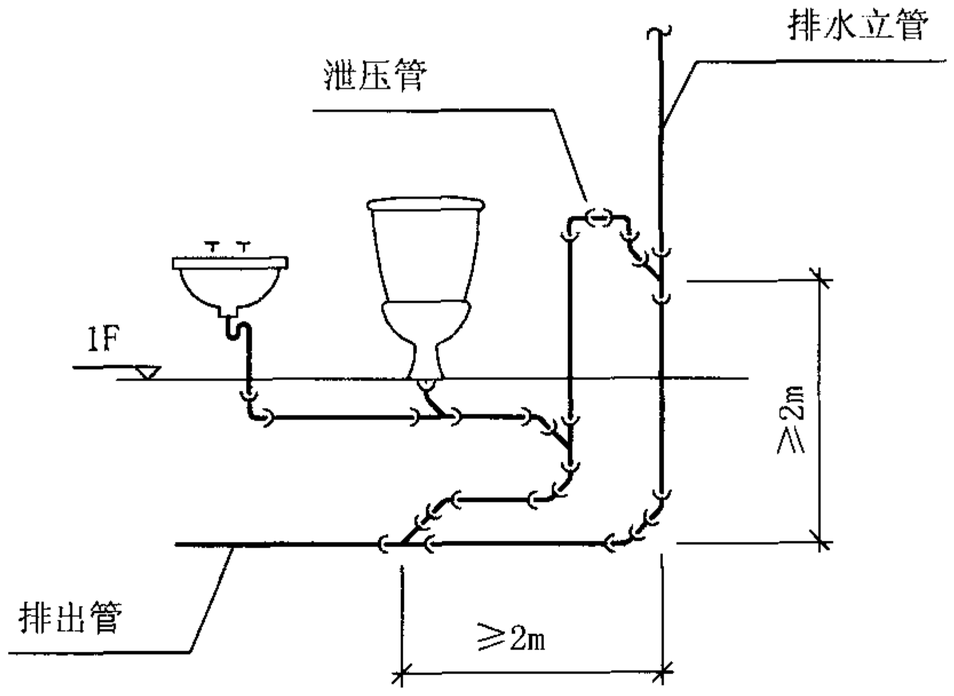


图4.11.3-4　底层卫生器具排水管接入泄压管竖向管段图示

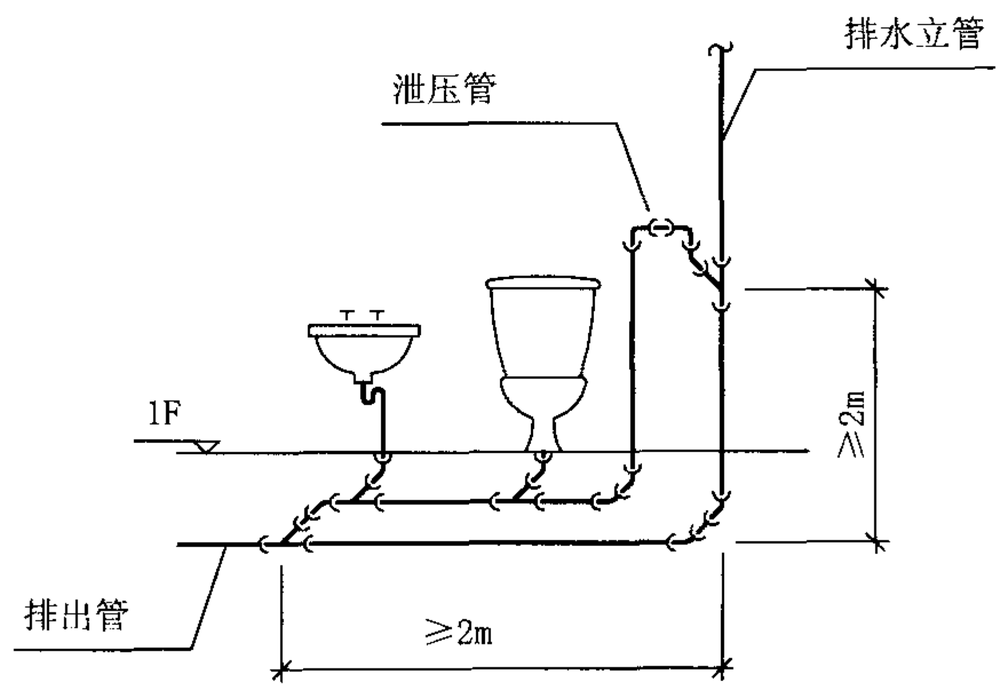


图4.11.3-5　底层卫生器具排水管接入泄压管横向管段图示

④当在长度小于2m的排水横干管设置泄压管时，泄压管应与立管段连接，见图4.11.3-6。

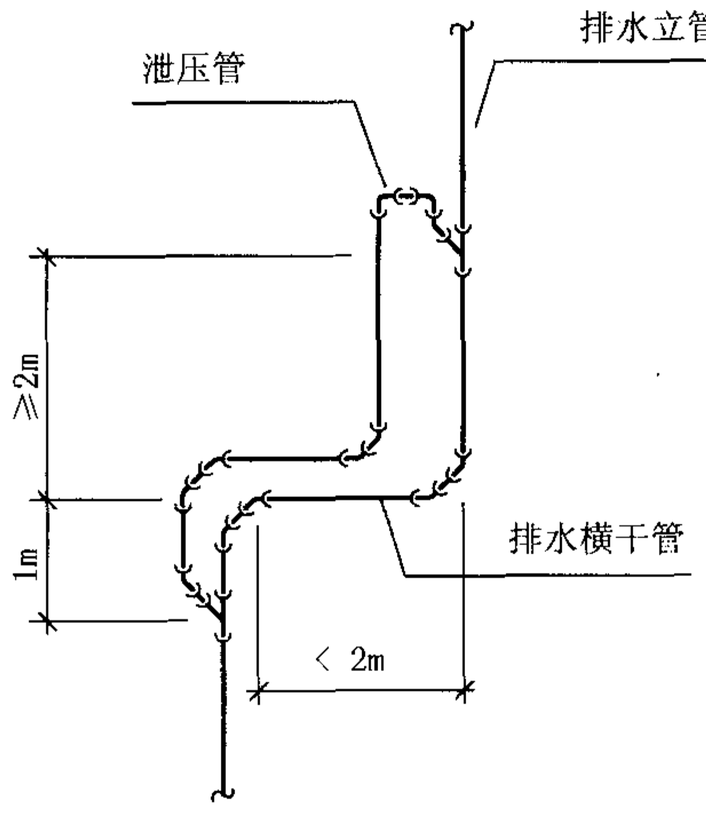


图4.11.3-6　排水横干管长度小于2m时泄压管的连接

7）当苏维托单立管排水系统的苏维托配件为铸铁材质时，应采用建筑排水用柔性接口铸铁管。并

应符合下列规定：

①苏维托单立管排水系统排水立管管径应为 100mm。

②底部可采用上一条款中泄压管做法，也可设置铸铁材质的跑气器特制配件。跑气器的跑气管，其始端应自跑气器的顶部接出，其末端的连接应符合下列要求：

a 当与横干管连接时，跑气管应在距跑气器水平距离不小于 1.5m 处与横干管管中心线以上呈 45° 连接。并应以不小于 0.01 的管坡坡向排出管或排水横干管；

b 当与下游偏置设置的排水立管连接时，跑气器应距该立管顶部以下不小于 0.60m 处与立管呈 45°连接。并应以不小于 0.03 的管坡坡向排水立管的连接处。

c 跑气器安装图见图 4.11.3－7。跑气管管径同排水立管管径。

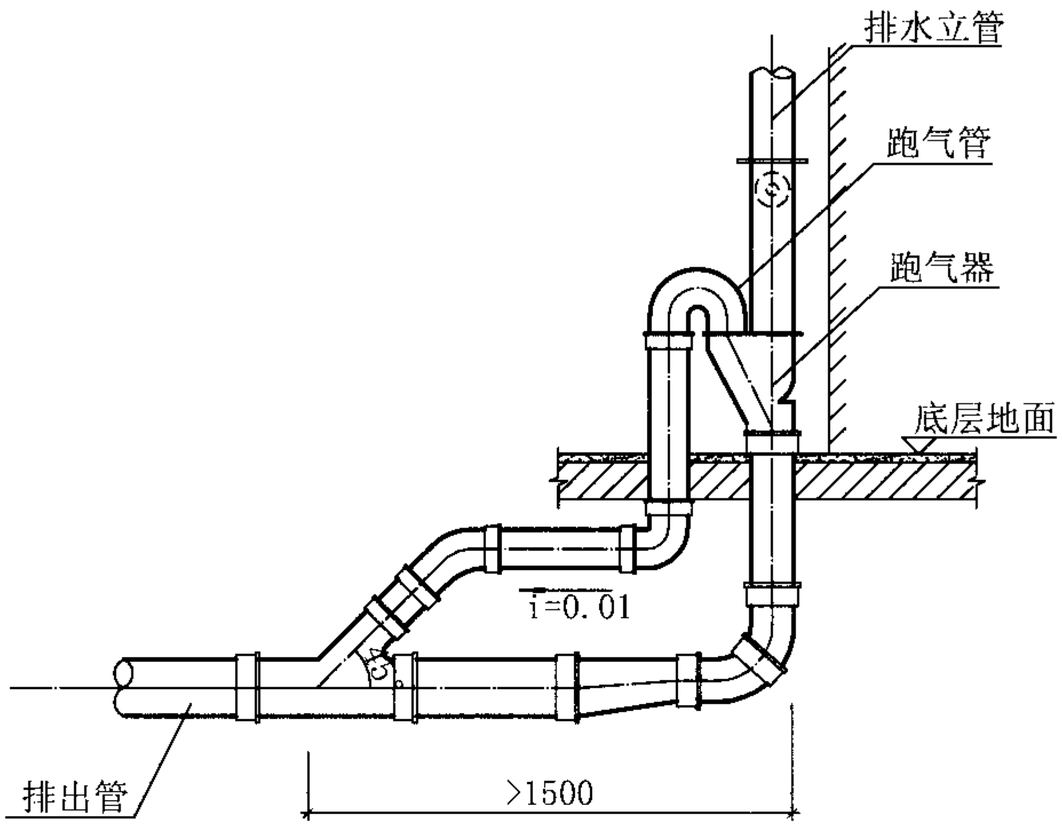


图 4.11.3－7 跑气器安装示意图

8）当排水横支管只有一个卫生器具（不含大便器）时，排水横支管与排水立管连接处可不设苏维托特制配件。当楼层无排水横支管接入，且满足本款第 5）项要求时，该楼层的排水立管上可不设苏维托特制配件。

9）其他规定详见相关的产品标准和技术规程。

4.11.4 AD 型特殊单立管排水系统

1 AD 型特殊单立管排水系统是指排水立管采用加强型内螺旋管，管件采用 AD 型接头。属于加强型内螺旋管单立管排水系统。

2 AD 型特殊单立管排水系统，排水立管应采用 PVC－U 加强型螺旋管或加强型钢塑复合螺旋管，横支管和横干管应采用光壁管。

3 AD 型特殊单立管排水系统的立管最大排水能力见表 4.11.4－1 中的数值。

表 4.11.4－1 AD 型特殊单立管排水系统的立管最大排水能力

立管类型	立管接头类型	公称直径（mm）	立管最大排水流量（L/s）
PVC－U 加强型螺旋管或加强型钢复合螺旋管	AD 型小型接头	90	4.5
	AD 型小型接头	110	5.5
	AD 型细长接头	90	5.5
	AD 型细长接头	110	6.3＊

注：1 表中数据根据《AD 型特殊单立管排水系统技术规程》CECS 232：2007 表 5.0.3 的数据选取。

2 ＊此值根据《建筑给水排水设计规范》GB 50015－2003（局部修改版 2008 年报批稿）表 4.4.11 的数据选取。

3 排水立管在 15 层以上时，宜乘 0.9 系数。

4 AD 型特殊单立管排水系统的一般规定：

1）上部特制配件应采用有导流叶片，用以加强立管螺旋水流的 AD 型细长接头或 AD 型小型接头。下部特制配件应采用异径、大曲率半径、蛋形断面的 AD 型底部接头或 AD 型加长型底部接头。

2）排入立管的横管管径不得大于立管管径。

3）排水立管的顶端应设伸顶通气管，其管径应与立管管径相同。当需设置环形通气管或器具通气管时，环形通气管和器具通气管可在 AD 型接头上部与排水立管连接。

4）底层排水管宜单独排出。如不能单独排出，在保证技术安全的前提下底层排水管也可接入排水立管合并排出或接入排水横干管排出；但接入排水立管时，最低排水横支管的管中心距排水横干管管中心的垂直距离应大于或等于 0.6m。

5）AD 型特殊配件的单立管排水系统的立管管径不应小于 90mm。

6）排水横支管应减少转弯，排水横支管的长度不宜大于 8m。

7）设置有纵向偏置管时，AD 型特殊单立管排水系统应采取图 4.11.4－1 和表 4.11.4－2、表 4.11.4－3 要求的相应技术措施。

表 4.11.4－2　AD 型特殊单立管排水系统设置偏置管的技术措施

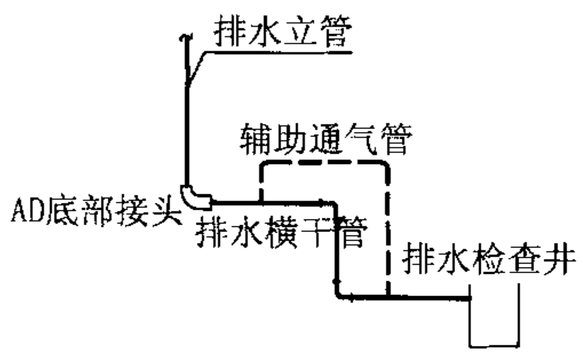
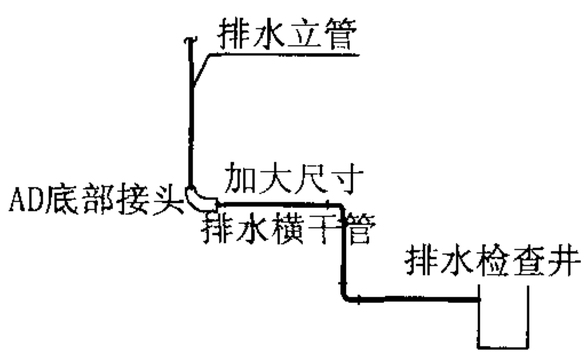
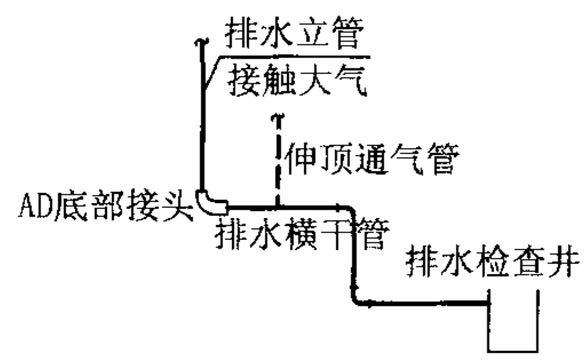
设置辅助通气管	加大横干管管径	单设伸顶通气管
		
辅助通气管管径比横干管管径不小于 2 级，例：横管管为 160mm 时辅助通气管在 110mm 以上	横管管管径比无偏置时的管径大 1 级及以上，例：无偏置时横干管为 110mm，偏置时横干管在 125mm 及以上	为接触大气，通气管比横干管管径不小于 1 级，例：横管管为 160mm 时，伸顶通气管在 125mm 以上

表 4.11.4－3　不同纵向偏置管高度管的相应技术措施

相应技术措施	纵向偏置管高度 h（m）			
	h＜3	3＜h≤9	9＜h≤12	h＞12
设置辅助通气管	无需相应技术措施	✓	—	—
加大横干管管径		✓	✓	—
单设伸顶通气管		✓	✓	✓

注：“✓”表示可选择的相应技术措施。

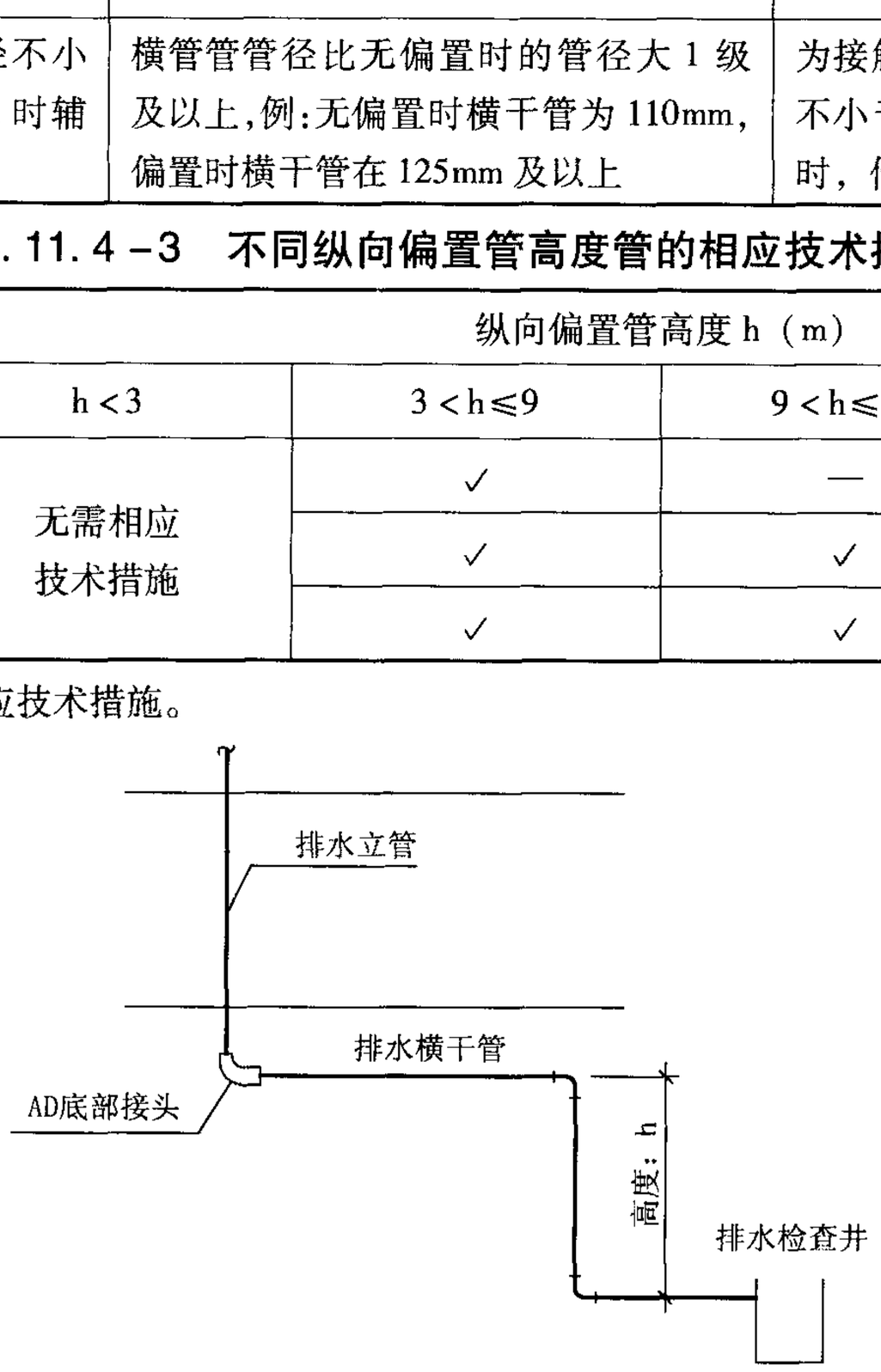


图 4.11.4－1　设置纵向偏置管示意图

8）排水立管不宜偏置，当必须偏置时宜采用 45°弯头连接，并采取相应技术措施。

①当偏置管位于中间楼层时，辅助通气管应从偏置横管下层的 AD 型细长接头接至偏置管上层的 AD 型细长接头，见图 4.11.4－2；

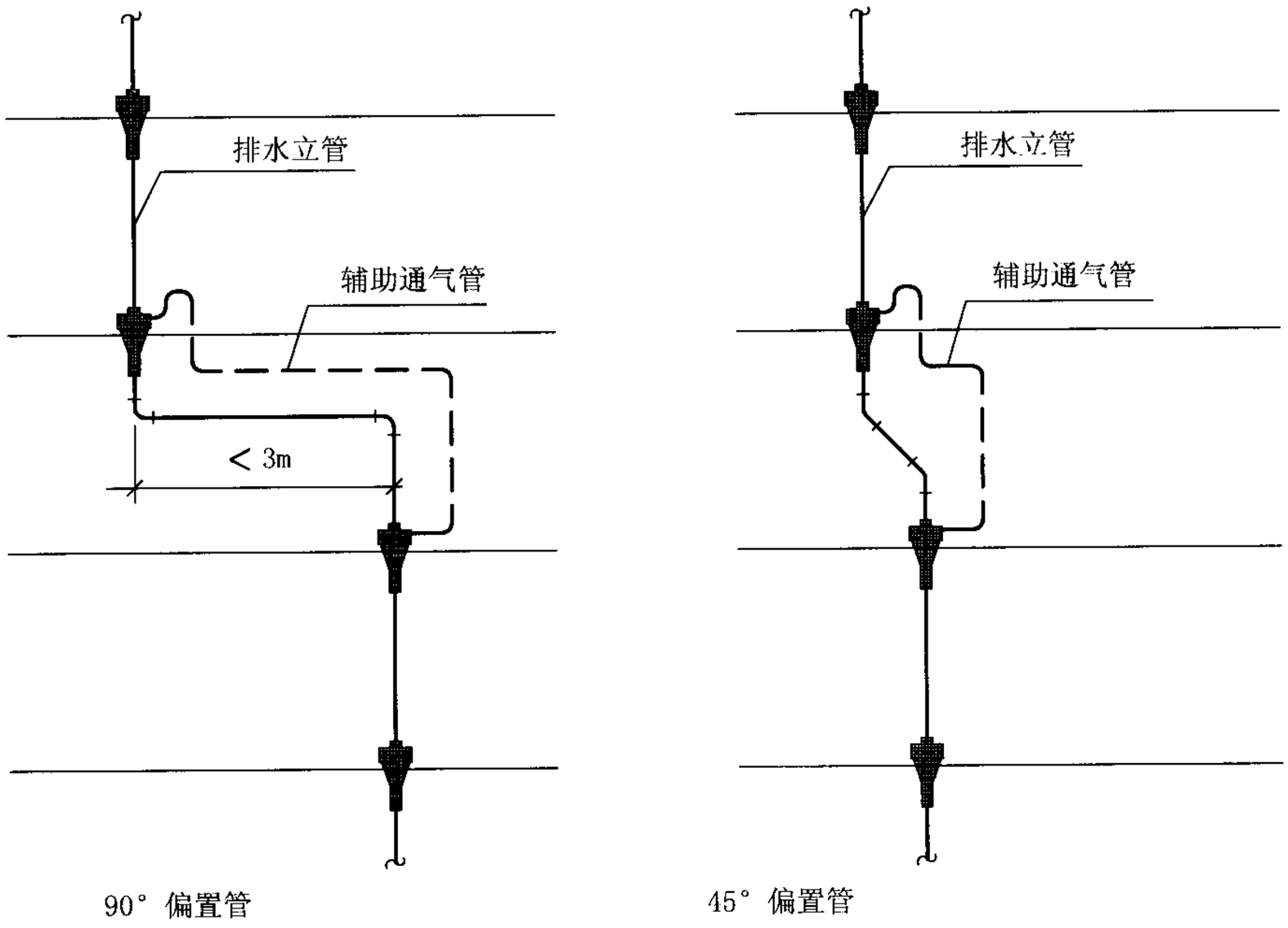


图 4.11.4－2　中间楼层的偏置管设置示意图

②当偏置管位于底层时，辅助通气管应从横干管接至偏置管上层的 AD 型细长接头或加大偏置管的管径（图 4.11.4－3）。

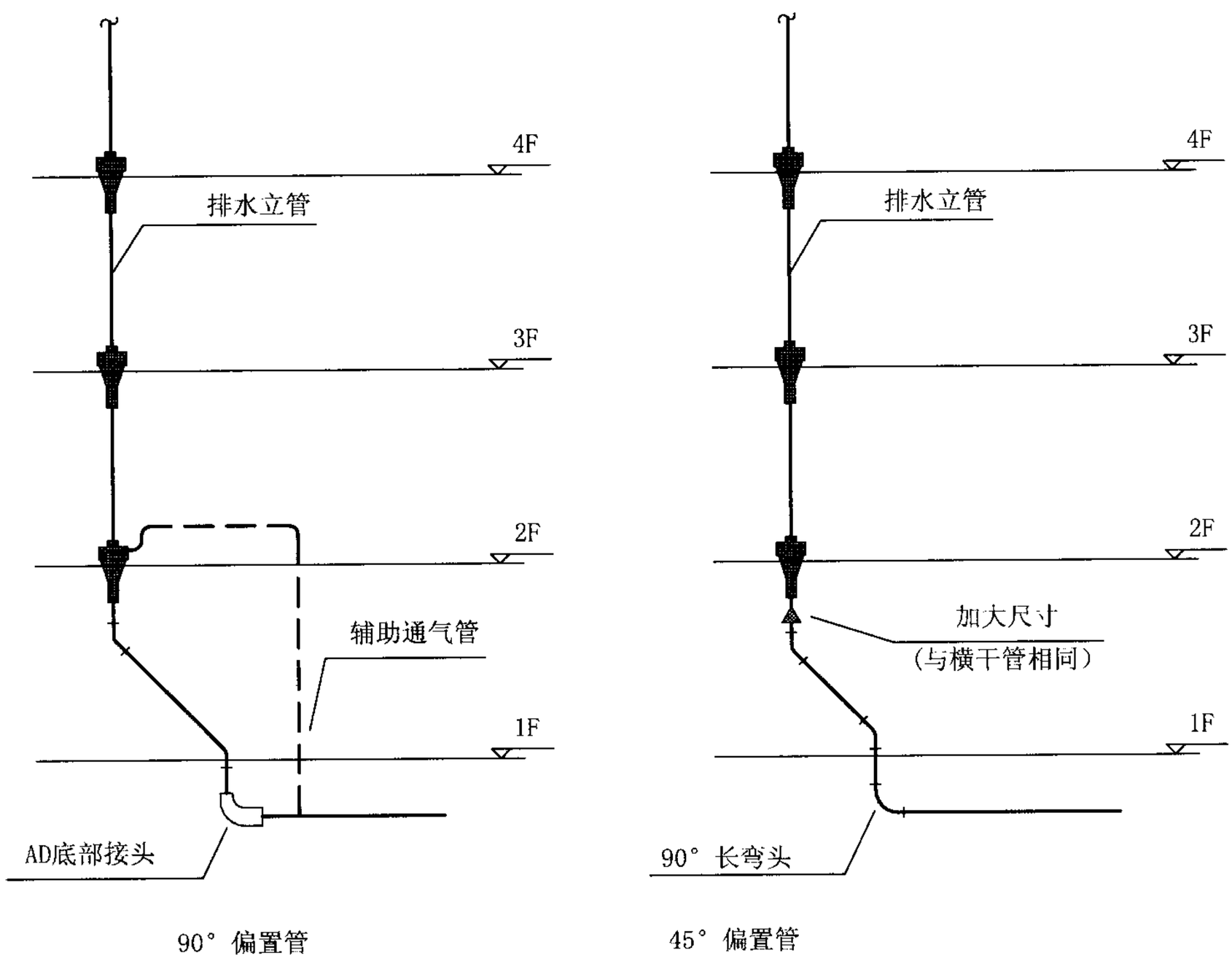


图 4.11.4－3　最底层的偏置管设置示意图

9）偏置管的斜向（非垂直方向）连接管道不得采用螺旋管或加强型螺旋管。

10）辅助通气管接至 AD 型细长接头的管段，应采取防止排水立管水流流入辅助通气管的措施。

11）其他规定详见相关的技术规程。

4.11.5 普通型内螺旋管单立管排水系统

1 普通型内螺旋管单立管排水系统是指排水立管采用硬聚氯乙烯（PVC－U）内螺旋管，上部管件采用旋转进水型管件的特殊单立管排水系统。

2 普通型内螺旋单立管排水系统的立管采用硬聚氯乙烯（PVC－U）内螺旋管，横干管和横支管应采用硬聚氯乙烯（PVC－U）光壁管。

3 普通型内螺旋管系统排水立管的最大排水能力应按表4.11.5－1确定。

表4.11.5－1　普通内螺旋管系统排水立管最大排水能力

公称外径（mm）	最大排水能力（L/s）
75	1.7
110	3.5
160	8.0

注：1　根据《建筑给水排水设计规范》GB 50015－2003（局部修改版2008年报批稿）表4.4.11的数据选取。

2　排水立管在15层以上时，宜乘0.9系数。

4 普通型内螺旋管单立管排水系统的一般规定：

1）排水立管底部和排出管应比立管大一档管径。

2）排入立管的横管管径不得大于立管管径。

3）排水立管的顶端应设伸顶通气管。

4）建筑物最底层横支管接入处至立管管底排出管的垂直距离不得小于表4.11.5－2规定。层数超过20层，不能满足表中的要求时底层应单独排出。

表4.11.5－2　最底层横支管接入处至立管管底排出管的垂直距离

立管连接卫生用具的层数（层）	≤6	7～12	13～19	≥20
垂直距离（m）	0.45	0.75	1.20	3.00

5）排水横支管应减少转弯，排水横支管的长度不宜大于8m。

6）螺旋排水立管排出到室外检查井前，排水横管不应多次转弯、变向。

4.12　水封装置与地漏

4.12.1　常用的水封装置有存水弯、水封盒与水封井。

4.12.2　卫生器具和工业废水受水器与生活排水管道或其他可能产生有害气体的排水管道连接时，应在排水口以下设存水弯。存水弯的水封深度不得小于50mm。当卫生器具构造中已有存水弯，如坐便器、内置存水弯的挂式小便器等，不应在排水口以下设存水弯。卫生器具排水管段上不得重复设置水封。严禁采用活动机械密封替代水封。

4.12.3　医疗卫生机构的门诊、病房、化验室、试验室等处不在同一房间内的卫生器具不得共用存水弯，化学实验室和有净化要求的场所的卫生器具不得共用存水弯。

4.12.4　卫生器具、有工艺要求的受水器的存水弯不便于安装时，应在排水支管上设水封装置。水封井的水封深度，不得小于100mm；水封盒的水封深度，不得小于50mm。

4.12.5　对水封要求较高的场所，宜采用水封较深的存水弯、水封盒和水封井。

4.12.6　室内排水沟与室外排水管道连接处，应设水封装置。

4.12.7　地漏设置的场所和要求：

1　厕所、盥洗室及其他需经常从地面排水的场所应设置地漏。高级宾馆客房卫生间和有洁净要求的场所，在业主同意时可不设。

2　地漏宜设置在易溅水的卫生器具如浴盆、拖布池、小便器（槽）、洗脸盆附近地面的最低处。

地漏顶标高应低于地面 5 ~ 10mm，地面应以 0.01 的坡度坡向地漏。

3 住宅套内应按洗衣机位置设洗衣机专用地漏（或洗衣机存水弯），用于洗衣机排水的地漏宜采用算面具有专供洗衣机排水管插口的地漏，排水管道不得接入室内雨水管道。

4 应优先采用具有防干涸功能的地漏。

5 在对于有安静要求和设置器具通气的场所，不宜采用多通道地漏。

6 公共食堂、公共厨房和公共浴室等排水宜设置网框式地漏。

7 严禁采用钟罩（扣碗）式地漏。

8 地漏的分类和适用场所见表 4.12.7

表 4.12.7 地漏的分类和适用场所

名称	功能特点	常用规格	使用场所
直通式地漏	排除地面积水，出水口垂直向下，内部不带水封	DN50 ~ DN150	需要地面排水的卫生间，盥洗室，车库，阳台等
密闭型地漏	带有密闭盖板，排水时其盖板可人工打开，不排水时可密闭，可以内部不带水封	DN50 ~ DN100	需要地面排水的洁净车间，手术室，管道技术层、卫生标准高及不经常使用地漏场所
带网框地漏	内部带有活动网框，可用来拦截杂物，并可取出倾倒，可以内部不带水封	DN50 ~ DN150	排水中挟有易于堵塞的杂物时，如淋浴间，理发室，公共浴室，公共厨房
防溢地漏	内部设有防止废水排放时冒溢出地面的装置，可以内部不带水封	DN50	用于所接地漏的排水管有可能从地漏口冒溢之处
多通道地漏	可接纳地面排水和 1 ~ 2 个器具排水，内部带水封	DN50	用于水封易丧失，利用器具排水进行补水或需接纳多个排水接口
侧墙式地漏	箅子垂直安装，可侧向排除地面水，内部不带水封	DN50 ~ DN150	需同层排除地面积水或地漏下面不允许敷管
直埋式地漏	安装在垫层里，横排水管不穿越楼层，内部带水封	DN50	

4.12.8 地漏的规格及排水能力

1 地漏规格应根据所处场所的排水量和水质情况来确定。一般卫生间为 DN50；空调机房、公共厨房、车库冲洗排水不小于 DN75。淋浴室当采用排水沟排水时，8 个淋浴器可设置一个 DN100 的地漏；当不设地沟排水时，淋浴室地漏规格见表 4.12.8 -1。

表 4.12.8 -1 淋浴室的地漏直径

地漏直径（mm）	淋浴器数量（个）
50	1 ~ 2
75	3
100	4 ~ 5

2 各种规格地漏的排水能力见表 4.12.8 -2。

表 4.12.8-2　地漏排水能力

规格 DN（mm）	用于地面排水（L/s）	接器具排水（L/s）
50	1.0	1.25
75	1.7	—
100	3.8	
125	5.0	
150	10.0	

4.12.9　地漏的构造及功能应符合下列要求：

1　应能排除地面积水、冲洗水，当地漏可同时排除卫生器具的排水时，不得有冒溢现象。

2　具有较好的自清能力，或有容易清渣的构造。

3　地漏的水封深度不得小于 50mm。

4　对于排水水温要求较高的场所，可采用工程塑料聚碳酸酯材质或金属材质的地漏。

4.13　排水管道附件

4.13.1　检查口为带有可开启检查盖的配件，装设在排水立管及较长水平管段上，可作检查和双向清通管道之用。

4.13.2　检查口应根据建筑物层高等因素按下列规定设置：

1　铸铁排水立管上检查口之间的距离不宜大于 10m（塑料排水立管宜每六层）。特殊情况采用机械清通时，距离为 15m。

2　在最低层和设有卫生器具的二层以上建筑物的最高层必须设置检查口；通气立管汇合时，必须在该层设置检查口。

3　当立管水平拐弯或有乙字管时，在该层立管拐弯处和乙字管的上部应设检查口。

4　生活污、废水横管的直线管段上检查口之间的最大距离应符合表 4.13.2 的规定。

表 4.13.2　横管的直线管段上检查口的最大距离（m）

管道管径（mm）	生活废水	生活污水
50～75	15	12
100～150	20	15
200	25	20

5　立管上检查口的设置高度，从地面至检查口中心宜为 1.0m，并应高于该层卫生器具上边缘 0.15m；埋地横管上的检查口应设在砖砌的井内。

6　地下室立管上设置检查口时，检查口应设置在立管底部之上。

7　立管上检查口的检查盖应面向便于检查清扫的方位，横干管上检查口的检查盖应垂直向上。

8　在最冷月平均气温低于 -13℃的地区，立管尚应在最高层离室内顶棚 0.5m 处设置检查口。

4.13.3　清扫口装设在排水横管上，用于单向清通排水管道的维修口。

4.13.4　清扫口应根据卫生器具数量、排水管长度和清通方式等，按下列规定设置：

1　在连接 2 个及 2 个以上的大便器或 3 个及 3 个以上的卫生器具的铸铁排水横管上，宜设置清扫口。

2　采用塑料排水管道时，在连接 4 个及以上的大便器的污水横管上宜设置清扫口。

3　在水流偏转角大于 45°的排水横管上，应设清扫口（或检查口）。

4　生活污、废水横管的直线管段上清扫口之间的最大距离应符合表 4.13.4-1 的规定。

表 4.13.4－1　横管的直线管段上清扫口的最大距离（m）

管道管径（mm）	生活废水	生活污水
50～75	10	8
100～150	15	10
200	25	20

5　从排水立管或排出管上的清扫口至室外检查井中心的最大长度，应按表 4.13.4－2 确定。

表 4.13.4－2　排水立管或排出管上的清扫口至室外检查井中心的最大长度

管径（mm）	50	75	100	100 以上
最大长度（m）	10	12	15	20

6　在排水横管上设置清扫口，宜将清扫口设置在楼板或地坪上，应与地面相平。排水管起点的清扫口与排水横管相垂直的墙面的距离不得小于 0.2m。排水管起始端设置堵头代替清扫口时，堵头与墙面应有不小于 0.4m 的距离。可利用带清扫口弯头配件代替清扫口。

7　管径小于 100mm 的排水管道上设置清扫口，其尺寸应与管道同径；管径等于或大于 100mm 的排水管道上可设置 100mm 直径的清扫口。

8　排水横管连接清扫口的连接管管件应与清扫口同径，应采用 45°斜三通组合管件或 90°斜三通，倾斜方向应与清通和水流方向一致。

9　排水铸铁管道上设置的清扫口其材质应为铜质，塑料排水管道上设置的清扫口一般采用与管道同质，也可采用铜制品。

4.13.5　检查井的设置要求：

1　生活排水管道不宜在建筑物内设检查井，当必须设置时，应采取密闭措施。井内宜设置直径不小于 50mm 的通气管，接至通气立管或伸顶通气管。

2　塑料检查井井座规格应根据所连接排水管的数量、管径、管底标高及在检查井处交汇角度等因素确定。检查井的内径应根据所连接的管道、管径、数量和埋设深度确定：混凝土井深小于或等于 1.0m 时，井内径可小于 0.7m，但不得小于 0.45m；井深大于 1.0m 时，其内径不宜小于 0.7m（井深系指盖板顶面至井底的深度，方形检查井的内径指内边长）。

3　生活排水检查井底部应做导流槽（塑料检查井应采用有流槽的井座）。

4.14　排水泵房和集水池

4.14.1　当室内生活排水系统无条件重力排出时，应设排水泵房压力排水或采用真空排水。地下室排水应设置集水坑和提升装置排至室外。

4.14.2　排水泵房的位置：

1　排水泵房应设在有良好通风的地下室或底层单独的房间内，并靠近集水池。

2　不得设在对卫生环境有特殊要求的生产厂房和公共建筑内，不得设在有安静和防振要求的房间邻近和下面。如必须设置时，吸水管、出水管和水泵基础应设置可靠的隔振降噪装置。

3　排水泵房的位置应使室内排水管道和水泵出水管尽量简洁，并考虑维修检测的方便。

4.14.3　排水泵的选择和要求：

1　建筑物内使用的排水泵有潜水排污泵、液下排水泵、立式污水泵和卧式污水泵等。由于建筑物内一般场地较小，排水量不大，排水泵可优先采用潜水排污泵和液下排水泵；在排水水质或水温对电机有危害的场所宜采用液下排污泵、立式污水泵和卧式污水泵，由于它们要求设置隔振基础、自灌式吸水、并占用一定的场地，故在建筑中较少使用。

2 排水泵的流量应按生活排水设计秒流量选定；当有排水量调节时，可按生活排水最大小时流量选定。消防电梯集水池内的排水泵流量不小于10L/s。当集水池接纳水池溢流水、泄空水时，应按水池溢流量、泄流量与排入集水池的其它排水量中大者选择水泵机组。

3 排水泵的扬程按提升高度、管道损失计算确定后，再附加一定的流出水头，流出水头宜采用0.02～0.03MPa。排水泵吸水管和出水管流速不应小于0.7m/s，并不宜大于2.0m/s。

4 公共建筑内应以每个生活排水集水池为单元设置一台备用泵，平时宜交替运行。地下室、设备机房、车库冲洗地面的排水，如有两台及两台以上排水泵时可不设备用泵。当集水池无法设事故排出管时，水泵应有不间断的动力供应；当能关闭排水进水管时，可不设不间断动力供应，但应设置报警装置。

5 当提升带有较大杂质的污、废水时，不同集水池内的潜水排污泵出水管不应合并排出；当提升一般废水时，可按实际情况考虑不同集水池的潜水排污泵出水管合并排出。

6 排水泵宜设置排水管单独排至室外，排水管的横管段应有坡度坡向出口。两台或两台以上的水泵共用一条出水管时，应在每台水泵出水管上装设阀门和止回阀；单台水泵排水有可能产生倒灌时，应设止回阀。

7 潜水排污泵的选用应符合下列规定：

1）当潜水排污泵提升含有大块杂物时，潜水排污泵宜带有粉碎装置；当提升含较多纤维物污水时，宜采用大通道潜水排污泵。

2）被提升的污、废水温度不超过40℃，pH值为6～9。

3）安装方式可根据表4.14.3的要求选用。

表4.14.3　小型潜水排污泵的安装方式选用

安装方式	适用场合	优缺点
软管连接移动式	电机功率N≤5.5kW及排出管管径DN≤80mm，较清洁污（废）水的排放	安装方式结构简单，造价较低；但检修、维护较不方便
硬管连接固定式	电机功率N≤5.5kW及排出管管径DN≤80mm，较清洁污（废）水的排放	安装方式结构简单，造价较低；但检修、维护不方便
带自动耦合装置固定式	各种污（废）水排放	检修、维护方便，但造价较高

4）小型潜水排污泵可以根据国家标准设计图集08S305《小型潜水排污泵选用及安装》选用。

8 排水泵应能自动启停和现场手动启停。多台水泵可并联交替运行，也可分段投入运行。

4.14.4 排水集水池的位置：

1 生活污水集水池应与生活给水贮水池保持10m以上的距离。地下室水泵房排水，可就近在泵房内设置集水池，但池壁应采取防渗漏、防腐蚀措施。

2 集水池宜设在地下室最低层卫生间、淋浴间的底板下或邻近位置；收集地下车库坡道处的雨水集水井应尽量靠近坡道尽头处；车库地面排水集水池应设在使排水管、沟尽量居中的地方；地下厨房集水坑则设在厨房邻近位置，但不宜设在细加工和烹炒间内；消防电梯井集水池应设在电梯邻近处，但不应直接设在电梯井内，池底低于电梯井底不小于0.7m。

4.14.5 排水集水池的有效容积：

1 在水泵自动开关时不宜小于最大一台水泵5mim的出水量，且水泵在一小时内启动次数不宜超过6次。

2 生活排水调节池的有效容积不得大于6h生活排水平均小时流量。

3 地下室淋浴间按淋浴器100%同时使用的秒流量或小时流量来计算。

4 消防电梯井集水池的有效容积不得小于2.0m^3。

4.14.6 排水集水池的的构造要求：

1 生活排水集水池不得渗漏，池内壁应采取防腐措施。

2 池底应设坡向吸水口的坡度，其坡度不小于 0.05，池底宜设冲洗管，但不得用生活饮水管直接冲洗，可利用水泵出水管或潜水排污泵蜗体上安装特制冲洗阀来进行冲洗。

3 应根据水泵的运行要求，设置水位指示装置。

4 室内地下室生活污水集水池的池盖应密闭并应设通气管，通气管可以与建筑物内的通气管相连通；生活废水集水池的池盖宜密闭并设通气管。当采用敞开式生活废水集水池时，应设强制通风装置，换气次数不小于 15 次/h。

5 地下车库坡道处的雨水集水井，车库、泵房、空调机房等处地面排水的集水池可采用敞开式集水池（井）。

6 敞开式集水池（井）应设置格栅盖板。

7 当排水中夹有大块杂物时，在集水池入口处应设格栅，格栅间隙小于水泵叶轮的最小间隙，以免堵塞水泵。通过格栅流速一般为 0.8 ~ 1.0m/s。当建筑物内集水池设置格栅困难时，潜水排污泵应带有粉碎装置。

8 有可能产生臭气沿盖板周边外溢的污水集水池的检修孔或人孔盖板应密闭。

9 集水池除满足有效容积外，还应满足水泵设置、水位控制器、格栅等安装检修要求。

10 集水池设计最低水位，应满足水泵吸水要求。当采用潜水排污泵且为连续运行时，停泵水位应保证电动机被水淹没 1/2。

11 污水泵、阀门应选择耐腐蚀、大流通量而不易堵塞的产品，管道应选择耐腐蚀的产品。

4.15 局部生活排水处理

4.15.1 当生活排水的水质达不到城镇排水管道或接纳水体的排放标准时（如泥砂、油脂、BOD、COD、SS、水温等），应设置相应的局部生活排水处理设施进行水质处理，使排水水质达到排放标准。

1 建筑物内排出的生活污、废水中含有较多的泥沙时，应设沉砂池进行适当处理。

2 公共餐饮业厨房、汽车洗车等含油废水，应进行除油处理。

3 建筑物排出的污、废水如温度过高，应设降温池进行降温处理。

4 当生活污水经化粪池处理后仍达不到污水排放标准时，应采用生活污水处理设施。

4.15.2 汽车洗车台冲洗污水应设置隔油、沉砂装置。

4.15.3 汽车洗车污水隔油沉砂池可按下列规定进行设计：

1 污水停留时间 10min。

2 污水流速 0.005m/s。

3 污泥部分容积按每辆车冲洗水量 3% 计。

4 污泥清除周期 15d。

4.15.4 酒店和公共餐饮业的厨房废水，应经隔油池后方允许排入排水管道或集水池。生活污水及其他排水，不得排入隔油池。厨房废水由水泵排除时，进入集水池前应设（成品）隔油池。

4.15.5 隔除食用油的隔油池应按下列规定设计：

1 废水流量按设计秒流量计算。

2 废水在池内的流速不得大于 0.005m/s。

3 停留时间为 2 ~ 10min。

4 人工隔除食用油的隔油池内存油部分的容积，应根据顾客数量和清掏周期确定，不得小于该池有效容积的 25%。

5 隔油池应设活动盖板。进水管应考虑有清通的可能。

6 废水中夹带其他沉淀物时，在排入隔油池前未经沉淀处理者，应在池内另附加沉淀部分的容

积，隔油池内的残渣量占有效容积的10%。

7 对可能引起油脂结冻的场合，应考虑加热装置。

8 隔油池出水管管底至池底的深度，不得小于0.6m。

9 应设置通气管道。

10 隔油池可以根据国家建筑标准设计图集04S519《小型排水构筑物》选用。

4.15.6 隔除食用油的隔油器设计应符合下列规定：

1 含油污水在容器内应有拦截固体残渣装置，并便于清理。

2 容器内宜设置气浮、加热、过滤等油水分离装置。

3 密闭式隔油器应设置通气管，通气管应单独接至室外。

4 隔油器设置在设备间时，设备间应有通风排气装置，平时换气次数宜为6～8次/h，清通检修时不宜小于15次/h。

5 隔油器处理水量计算：

1）已知用餐人数及用餐类型

$$Q_{h1}=\frac{Nq_0K_hK_s\gamma}{1000t} \tag{4.15.6-1}$$

2）已知餐厅面积及用餐类型

$$Q_{h2}=\frac{Sq_0K_hK_s\gamma}{S_s1000t} \tag{4.15.6-2}$$

式中 Q_{h1}、Q_{h2}——小时处理水量（m^3/h）；

N——餐厅的用餐人数（人）；

t——用餐历时（h）；

S——餐厅、饮食厅的使用面积（m^2）；

S_s——餐厅、饮食厅每个座位最小使用面积（m^2）；

其他符号的定义及参数见表4.15.6-1和表4.15.6-2。

表4.15.6-1　餐饮业设计水量计算参数表

序号	用水项目名称	单位	最高日生活用水定额 q_0[L/(人·餐)]	用水量南北地区差异系数（γ）	用餐历时（h）	小时变化系数 K_h	秒时变化系数 K_s
1	中餐酒楼	每顾客每次	40～60	1.0～1.2	4	1.5～1.2	1.50～1.10
2	快餐店、职工及学生食堂		20～25	1.0～1.2	4	1.5～1.2	1.50～1.10
3	酒吧、咖啡馆、茶座、卡拉OK房		5～15	1.0～1.2	4	1.5～1.2	1.50～1.10

表4.15.6-2　餐厅与饮食厅每座最小使用面积

类别 / 等级	餐厅餐馆（m^2/座）	饮食店、饮食厅（m^2/座）	食堂餐厅（m^2/座）
一	1.30	1.30	1.10
二	1.10	1.10	0.85
三	1.00	—	—

注：此表摘自《饮食建筑设计规范》JGJ 64，表中的中餐厅、饮食厅、食堂餐厅的面积为顾客就餐面积。

4.15.7 对于温度高于40℃的废水，应优先考虑将其所含热量回收利用，如不可能或回收不合理时，

在排入城镇排水管道之前应设置降温池，降温池应设在室外。

4.15.8 降温采用的冷却水应尽量利用低温废水。所需冷却水量按热平衡方法计算。

4.15.9 降温池的容积按下列规定确定：

1 间断排放废水时，应按一次最大排水量与所需冷却水量的总和计算有效容积。

2 连续排放废水时，应保证废水与冷却水能够充分混合。

3 有效容积计算公式：

$$V = q_w + \frac{t_w - t_y}{t_y - t_1} q_w \cdot k \tag{4.15.9}$$

式中：V ——降温池所需要的有效容积（m^3）；

q_w ——每班定期排污量（m^3）；

t_w ——所排废水的温度（℃）；

t_y ——允许降温池排出的水温（℃）；

t_1 ——加入池内的冷却水温度（℃）；

k ——混合不均匀系数（1.5）。

4.15.10 降温池的管道设置应符合下列要求：

1 有压高温废水进水管口宜装设消音设施；有两次蒸发时，管口应露出水面向上，并应采取防止烫伤人的措施；无两次蒸发时，管口宜浸入水面 200mm 以下。

2 为使冷却水与高温水尽快混合可采用穿孔管喷洒，采用生活饮用水做冷却水时，应注意防止倒流污染。有关防止倒流污染措施见第 2 章的有关内容。

3 虹吸排水管管口应设在水池底部。

4 应设置通气管，通气管排出口设置位置应符合安全、环保要求。

4.15.11 降温池的型式有虹吸式和隔板式两种类型，虹吸式适用于冷却废水较少的场所，降温池一般设在室外。

4.15.12 化粪池的一般规定：

1 含有大量油脂的废水不得流入化粪池，以防影响化粪池的腐化效果。

2 化粪池应设在室外。化粪池外壁距建筑物外墙不宜小于 5m，并不得影响建筑物基础。化粪池距离地下水取水构筑物不得小于 30m。化粪池宜设置在接户管的下游端，便于机动车清掏的位置。

3 当受条件限制化粪池设置于建筑物内时，应采取通气、防臭、防爆等措施和具备清掏的条件。

4 化粪池应根据每日排水量、地形、交通、污泥清掏和排水排放条件等因素综合考虑分散或集中设置。

5 当进入化粪池的污水量小于或等于 $10m^3/d$，应选用双格化粪池，当进入化粪池的污水量大于 $10m^3/d$，应选用三格化粪池。

4.15.13 化粪池的有效容积应为污水部分和污泥部分容积之和，宜按下式计算：

$$V = V_W + V_N \tag{4.15.13-1}$$

$$V_W = \frac{m \cdot b_f \cdot q_w \cdot t_W}{24 \times 1000} \tag{4.15.13-2}$$

$$V_N = \frac{m \cdot b_f \cdot q_n \cdot t_N \cdot (1 - b_x) \cdot M_s \times 1.2}{(1 - b_N) \times 1000} \tag{4.15.13-3}$$

式中 V ——化粪池的有效容积（m^3）；

V_W ——化粪池污水部分的容积（m^3）；

V_N ——化粪池污泥部分的容积（m^3）；

q_w ——每人每日计算污水量［L/（人·d）］，见表 4.15.13－1；

表 4.15.13-1　化粪池每人每日计算污水量

分类	生活污水与生活废水合流排入	生活污水单独排入
每人每日污水量（L）	0.85～0.95 用水量	15～20

t_w ——污水在池中停留时间（h），应根据污水量确定，宜采用 12～24h；

q_n ——每人每日计算污泥量［L/（人·d）］，见表 4.15.13-2。

表 4.15.13-2　化粪池每人每日计算污泥量

建筑物分类	生活污水与生活废水合流排入（L）	生活污水单独排入（L）
有住宿的建筑物	0.7	0.4
人员逗留时间 >4h～≤10h 的建筑物	0.3	0.2
人员逗留时间≤4h 的建筑物	0.1	0.07

t_N ——污泥清掏周期应根据污水温度和当地气候条件确定，宜采用 3～12 个月；

b_x ——新鲜污泥含水率可按 95% 计算；

b_N ——发酵浓缩后的污泥含水率可按 90% 计算；

M_S ——污泥发酵后体积缩减系数宜取 0.8；

1.2 ——清掏污泥后遗留熟污泥量的容积应按污泥部分容积的 20% 计算；

m ——化粪池服务总人数；

b_f ——化粪池实际使用人数占总人数的百分数可按表 4.15.13-3 确定。

表 4.15.13-3　化粪池使用人数百分数

建筑物名称	百分数（%）
医院、疗养院、养老院、幼儿园（有住宿）	100
住宅、集体宿舍、旅馆	70
办公楼、教学楼、试验楼、工业企业生活间	40
职工食堂、餐饮业、影剧院、体育场（馆）、商场和其他场所（按座位）	5～10

4.15.14　化粪池的构造应符合下列要求：

1　矩形化粪池的长度与深度、宽度的比例应按污水中悬浮物的沉降条件和积存数量，以水力计算确定。但深度（水面至池底）不得小于 1.3m，宽度不得小于 0.75m，长度不得小于 1.0m。圆形化粪池直径不得小于 1.0m。

2　采用双格化粪池时，第一格的容量宜为计算总容量的 75%。采用三格化粪池时，第一格的容量宜为计算总容量的 60%，第二格和第三格各宜为计算总容量的 20%。

3　化粪池格与格之间、池与连接井之间应设通气孔洞。

4　化粪池进水口、出水口应设置连接井与进水管、出水管相接。

5　化粪池进水口处应设导流装置，出水口处及格与格之间应设拦截污泥浮渣设施。

6　化粪池池壁和池底，应防止渗漏。

7　化粪池顶板上应设有人孔和盖板。

4.15.15　理发间、公共浴室的排水管上，应设毛发聚集器（井）；游泳池循环水泵的吸水口端，应设毛发聚集器。

4.15.16　毛发聚集器（井）如采用过滤筒，则过滤筒的孔眼直径采用 3～4mm；如采用过滤网，则过滤网的孔眼宜采用 10～15 目，过滤筒（网）的总过水面积应不小于连续管截面积的 2.0 倍。过滤筒（网）的材质一般为铜、不锈钢或塑料。

4.15.17　毛发聚集器（井）应设置在便于清掏的位置。

4.16 医院污水处理

4.16.1 一般规定

1 医院污水处理工程必须按国家颁布的有关标准、规范、规程进行设计和施工。

2 凡现有、新建、扩建、改建的县级及县级以上或 20 张床位及以上的综合医院和其他医疗机构污水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》GB 18466－2005 中综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值的规定。直接或间接排入地表水体和海域的污水执行其排放标准，排入终端已建有正常运行城镇二级污水处理厂的排水管道的污水，执行其预处理标准。详见附录 D－1。

3 县级以下或 20 张床位以下的医院和其他所有医疗机构污水经消毒处理后方可排放。

4 传染病和结核病医院污水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》GB 18466－2005 中传染病、结核病医疗机构水污染物排放限值的规定。详见附录 D－2。

5 带传染病房的医院，应将传染病房污水与非传染病房污水分开。传染病房的污水、粪便经消毒后方可与其他污水合并处理。

6 对含有放射性物质、重金属及其他有毒、有害物质的污水，应分别进行预处理，当达到相应的排放标准后，方可排入医院污水处理站或城市排水管道。

7 禁止向《地表水环境质量标准》GB 3838 中规定的 I、II 类水域和 III 类水域的饮用水保护区和游泳区，《海水水质标准》GB 3097 中规定的一、二类海域直接排放医疗机构污水。

8 医院污水处理设施应满足处理效果好、运行安全、管理方便、占地面积小、自动化程度高等要求，并不得对周围环境造成污染。

9 医院污水处理设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时使用。

4.16.2 污水水量和水质

1 医院的分项生活用水定额和小时变化系数应按《建筑给水排水设计规范》GB 50015 确定。排水量宜按给水量的 85% ～95% 计算。

2 医院的综合用水量、小时变化系数，与医院性质、规模、设备完善程度等有关，应根据实测确定。当无实测资料时，可按照下列数据计算：

1）设备比较齐全的大型医院：日用水量为 650～800L/（床·d），小时变化系数 K＝2.0～2.2。

2）一般设备的中型医院：日用水量为 500～600L/（床·d），小时变化系数 K＝2.2～2.5。

3）小型医院：日用水量为 350～400L/（床·d），小时变化系数 K＝2.5。

3 医院每张病床每日污染物的排出量应根据实测确定。当无实测资料时，可按下列数值选用：

1）BOD5：60g/（床·d）。

2）COD：100～150g/（床·d）。

3）悬浮物：40～50g/（床·d）。

4.16.3 处理流程及构筑物

1 医院污水处理流程应根据医院的类型、污水排向、排放标准的要求，按下列原则确定：

1）传染病和结核病医院污水处理宜采用二级处理＋消毒或深度处理＋消毒工艺。

2）综合医院污水执行排放标准时，宜采用二级处理＋消毒或深度处理＋消毒工艺；执行预处理标准时宜采用一级处理或一级强化处理＋消毒工艺。

2 医院污水处理流程及构筑物的设置位置宜充分利用地形，采用重力排放。

3 当采用一级处理流程时，医院污水应与职工生活区污水、雨水分流；当采用二级或深度处理流程时，职工生活区污水可视情况确定是否与医院污水合流进行处理，但厨房排水应设置隔油设施。

4 医院污水处理流程：

1）一级处理工艺流程：

病区污水→化粪池→格栅→调节池→消毒接触池→排水管道

2）一级强化处理工艺流程：

病区污水→化粪池→格栅→调节池→沉淀池→消毒接触池→排水管道

3）二级处理工艺流程：

病区污水→化粪池→格栅→调节池→生物处理→沉淀池→消毒接触池→排水管道

4）深度处理工艺流程：

病区污水→化粪池→格栅→调节池→生物处理→沉淀池→过滤→消毒接触池→排水管道

5　医院病区和非病区的污水，传染病区和非传染病区的污水应分流，不得将固体传染性废物、各种化学废液弃置和倾倒排水管道。

6　传染病医院和综合医院的传染病房应设专用化粪池，收集经消毒处理后的粪便排泄物等传染性废物。

7　医院的各种特殊排水应单独收集并进行处理后，再排入医院污水处理系统。

1）低放射性废水应经衰变池处理。

2）洗相室废液应回收银，并对废液进行处理。

3）口腔科含汞废水应进行除汞处理。

4）检验室废水应根据使用化学品的性质单独收集，单独处理。

5）含油排水应设置隔油设施处理。

8　医院污水处理设施中应设置事故处置设备，其设计应符合下列要求：

1）中型以上医疗卫生机构的医院污水处理构筑物（如调节池、生化处理构筑物、沉淀池、消毒接触池等）应分2组，每组按50%的负荷计算。

2）小型医疗机构的医院污水处理设施，应设置事故超越管道或维修时采取的设施，且必须保证消毒效果。

9　污水在化粪池中的停留时间宜为24～36h，清掏周期宜为180～360d。

10　提升式医院污水处理设施应设调节池，其有效容积宜为5～6h的污水平均小时流量。

11　采用二级处理或深度处理工艺流程时，应根据污水的水质、水量等工程实际情况经技术经济比较后确定生物处理方式。生物处理构筑物设计可参照第9章有关内容和《室外排水设计规范》GB 50014中要求执行。

12　消毒接触池的容积应按最大小时水量和接触时间等因素，经计算确定。

1）以氯为消毒剂时，医院、兽医院等医疗机构含病原体污水在接触池中的接触时间不应小于1h。传染病和结核病医院的污水在接触池中的接触时间不应小于1.5h。

2）当流程为重力自排式时，污水量应按最大小时污水量计算

3）当流程中采用污水泵提升时，污水量应按水泵实际小时排水量计算。

13　以氯为消毒剂的消毒接触池的构造，应按下列要求设计：

1）消毒接触池应加设导流板，避免短流。

2）消毒接触池的水流槽宽度和高度比不宜大于1:1.2，长度和宽度比不宜小于20:1。

3）消毒接触池出口处应设取样口。

4.16.4　消毒剂及投加设备

1　消毒剂的选择应根据污水量、安全条件、消毒剂的供应情况、处理站与病房和居民区的距离、投资和运行费用、操作管理水平等因素，经技术经济比较后确定。宜采用液氯、商品次氯酸钠、现场制备次氯酸钠、二氧化氯、三氯异氰尿酸、漂粉精粉、漂粉精片作为消毒剂。

2　当污水采用氯化法消毒时，其设计加氯量可按下列数据确定，运行时根据出水余氯量对实际加氯量进行调整。

1）一级处理设计加氯量宜为30～50mg/L。

2）二级处理设计加氯量宜为 15 ~ 25mg/L。

3）传染病医院和结核病医院的污水应根据相关要求增加加氯量。

3 当污水采用氯化法消毒时，接触池出口余氯量按下列数据确定：

1）传染病和结核病医院污水：接触池出口总余氯为 6.5 ~ 10mg/L。

2）综合医院污水：一级标准，接触池出口总余氯为 3 ~ 10mg/L；二级标准，接触池出口总余氯为 2 ~ 8mg/L。

4 采用含氯消毒剂进行消毒的医院污水，若直接排入地表水体和海域，应进行脱氯处理，使总余氯小于 0.5mg/L。

5 当污水采用紫外线和臭氧消毒时，应符合下列规定：

1）采用紫外线消毒，污水悬浮物浓度应小于 10mg/L，照射剂量 30 ~ 40mJ/cm^2，照射接触时间应大于 10s 或由试验确定。

2）采用臭氧消毒，污水悬浮物浓度应小于 20mg/L，臭氧用量应大于 10mg/L，接触时间应大于 12min 或由试验确定。

6 当采用液氯消毒时，必须采用真空加氯机并设置必要的安全装置。

7 液氯加氯机宜设置 2 套，其中 1 套备用。

8 严禁将加氯设备设置在各类建筑物的地下室。

9 液氯容器宜采用容积为 40L 的氯瓶，氯瓶一次使用周期不得大于 3 个月。

10 加氯系统的管道材料应按下列规定选择：

1）输送氯气的管道应使用紫铜管、无缝钢管，严禁使用聚氯乙烯管。

2）输送氯溶液的管道宜采用硬质聚氯乙烯管、工程塑料管、聚四氟乙烯管，严禁使用铜、铁等不耐氯溶液腐蚀的金属管。

11 加氯系统的管道宜明装，埋地管道应设在管沟内，管道应有良好的支承和足够的坡度。

12 当采用现场制备的次氯酸钠消毒时，应选用电能效率高，水耗、盐耗与电耗低，运行寿命长，操作方便和安全可靠的次氯酸钠发生器。

13 采用原盐做原料时，盐溶液进入次氯酸钠发生器前，应经沉淀、过滤处理。

14 接触次氯酸钠溶液的容器、管道、设备和配件应采用耐腐蚀的材料。

15 当采用二氧化氯发生器时，二氧化氯含量不得低于 50%，且应保证运行安全、自动定比投配原料。

4.16.5 放射性污水处理

1 当医院总排出口污水的放射性物质含量高于现行国家标准《辐射防护规定》GB 8703 规定的浓度限值时，应进行处理。

2 当医院的放射性污水排入江河时，应符合下列要求：

1）经处理后的污水不得排入生活饮用水集中取水点上游 1000m 和下游 100m 范围的水体内，且取水区的放射性物质含量必须低于露天水源中的浓度限值。

2）排水口应避开经济鱼类产卵区和水生生物养殖场。

3）在设计和控制排放量时，应取 10 倍的安全系数。

3 放射性污水宜设衰变池处理，并应符合下列要求：

1）衰变池容积宜按该种核素 10 个半衰期的水量计算。

2）衰变池应坚固防渗，并耐酸、耐碱。

4 当污水中含有几种不同的放射性物质时，污水在衰变池中的停留时间应取其中最大值。医用放射性同位素的半衰期及其年摄入量限值可按表 4.16.5 确定。

表 4.16.5　医用放射性同位素的半衰期及其年摄入量限值

元素名称	放射性核素	半衰期	年摄入量限值 ALI（Bq）	
			食入	吸入
碘	^{131}I	8.040d	1×10^{6}	2×10^{6}
磷	^{32}P	14.260d	2×10^{7}	3×10^{7}
钼	^{99}Mo	2.750d	4×10^{7}	1×10^{8}
锝	$^{99}Tc^{m}$	6.020h	3×10^{9}	6×10^{9}
锡	^{113}Sn	115.200d	6×10^{7}	5×10^{7}
铟	$^{113}In^{m}$	1.658h	2×10^{9}	5×10^{9}
钠	^{124}Na	15.020h	1×10^{8}	2×10^{8}
金	^{198}Au	2.696d	5×10^{7}	1×10^{8}
汞	^{203}Hg	46.760d	3×10^{7}	3×10^{7}
铬	^{51}Cr	27.720d	1×10^{9}	2×10^{9}
镱	^{189}Yb	32.000d	7×10^{7}	3×10^{7}

5　对注射或服用含^{131}I、^{32}P放射性药物的住院病人，其排泄物、呕吐物应放置在具有防护辐射性能的容器内，贮留 10 个半衰期后排放。

6　对注射或服用长半衰期放射性药物的住院病人，其排泄物、呕吐物可在固化后按固体放射性废物处理。

7　对同时具有病原体和放射性核素的病人，其排泄物应单独收集，经杀菌消毒再经衰变后排放。

4.16.6　污泥处理

1　医院内化粪池和处理构筑物内的污泥应由具有相应资质的单位或部门定期掏取。所有污泥必须经过有效的消毒处理，在符合有关标准的规定后，方可消纳。

2　污泥清淘前应进行监测，并应符合《医疗机构水污染物排放标准》GB 18466－2005 中规定的医疗机构污泥控制标准的要求。详见附录 D－3。

3　污泥的处理和处置方法，应根据场地条件、投资与运行费用、操作管理和综合利用的可能性等因素综合考虑。

4　当污泥采用氯化法消毒时，加氯量应通过试验确定。当无相关资料时，可按单位体积污泥中有效氯投加量为 2.5g/L 设计。消毒时应充分搅拌混合均匀，并保证有不小于 2h 的接触时间。

5　当采用高温堆肥法处理污泥时，应符合下列要求：

1）合理配料，就地取材。

2）堆温保持在 60℃以上且不应少于 1d。

3）保证堆肥的各部分都能达到有效消毒。

4）采取防止污染人群的措施。

6　当采用石灰消毒污泥时，污泥的 pH 值不得小于 12，并应存放 7d 以上。石灰的设计投加量可采用 15g/L［以 $Ca(OH)_2$ 计］。

7　在有废热可以利用的场合可采用加热法消毒，并应采取防止臭气扩散污染环境的措施。

8　经消毒处理后的污泥不得随意弃置，也不得用作根块作物的施肥。

4.16.7　污水处理站

1　污水处理站位置的选择应根据医院总体规划、污水总排出口位置、环境卫生、安全要求、工程地质、维护管理和运输条件等因素确定。

2　污水处理站应独立设置，与病房、居民区建筑物的距离不宜小于 10m，并设置隔离带；当无法

满足上述条件时，应采取有效安全隔离措施；不得将污水处理站设于门诊或病房等建筑的地下室。

3 污水处理站排出的废气应进行除臭除味处理，并应符合《医疗机构水污染物排放标准》GB 18466－2005 中规定的污水处理站周边大气污染物最高允许浓度的要求。详见附录 D－4。

4 传染病和结核病医院应对污水处理站排出的废气进行消毒处理。

5 污水处理站工程的设计，应根据总体规划的要求进行，且对处理水量、构筑物容积等适当地留有余地。在加氯系统中应考虑应急措施，预留增加投氯量和投氯点的条件。

6 污水处理站内应有必要的报警、捕消（中和）、抢救、计量、监测等装置，并配备防毒面具等。

7 根据医院的规模和具体条件，污水处理站宜设加氯、贮氯、化验（值班）、修理、浴厕等房间。

8 加氯间和液氯贮藏室应设机械排风系统，换气次数宜为 8～12 次/h。加氯间和液氯贮藏室应与其他工作间隔开，并应有直接通向室外和向外开启的门。

9 化验间、加氯间应设置计量和监测装置。在经济和技术条件许可时，宜实现自动监测。

10 当采用发生器制备的次氯酸钠作为消毒剂时，发生器必须设置排氢管。且必须在发生器间内设置排气管。

11 当采用化学法制备的二氧化氯作为消毒剂时，各种原料应分开贮备，不得与易燃、易爆物接触，并应建立原料的收、发制度和采取严防丢失的措施。

12 二氧化氯发生器应具有一定的安全、计量、投配、监测和自动控制等设施。机房内应有机械排风装置，室内二氧化氯的容积含量不得大于 7%。

13 负责医院污水处理的管理人员应接受培训，执证上岗。

14 污水处理站的电气开关均应设置在室外，并应有防爆措施。

4.17 建筑小区排水

4.17.1 排水体制

1 小区排水体制（分流制或合流制）的选择，应根据城镇排水体制、环境保护要求等因素综合比较确定。

2 新建小区应采用生活排水和雨水分流制的排水系统。

3 建筑小区内的排水需要进行中水回用、雨水利用时，应设分质、分流排水系统。

4.17.2 排水量

1 小区生活排水系统的排水定额是其相应的生活给水系统的用水定额的 85%～95%，小区生活排水系统的小时变化系数与其相应的生活给水系统的小时变化系数相同。

2 公共建筑生活排水系统的排水定额和小时变化系数与其相应的生活给水系统的生活用水定额和小时变化系数相同。

3 居住小区内生活排水的设计流量应按住宅生活排水最大小时流量和公共建筑生活排水最大小时流量之和确定。

4 小区中合流制管道的设计流量为生活排水量和雨水量之和。生活排水量可取平均日排水量(L/s)；雨水量计算时设计重现期宜高于同一情况下室外的雨水管道设计重现期。

4.17.3 管道的布置与敷设

1 排水管道布置应根据小区总体规划、道路和建筑的布置、地形标高、排水流向等按管线短、埋深小，尽量自流排出的原则确定。当排水管道不能以重力自流排入市政排水管道时，应设置排水泵房；在特殊情况下经技术经济比较合理时，可采用真空排水系统。

2 排水管道布置应符合下列要求：

1）排水管道宜沿道路和建筑物的周边呈平行布置，路线最短，减少转弯，并尽量减少相互间及与其它管线、河流及铁路间的交叉。检查井间的管段应为直线。

2）管道与铁路、道路交叉时，应尽量垂直于路的中心线。

3）干管应靠近主要排水建筑物，并布置在连接支管较多的一侧。

4）管道应尽量布置在道路外侧的人行道或草地的下面。不允许布置在铁路的下面和乔木的下面。

5）应尽量远离生活饮用水给水管道。

6）与其他管道和建筑物、构筑物的水平净距离，应符合表4.17.3的规定。

表4.17.3　排水管道与建筑物、构筑物和其他管道的最小距离（m）

	水平净距离	垂直净距离
建筑物	3.0	—
铁路中心线	4.0	—
城市型道路边缘	1.0	—
郊区型道路边缘	1.0	—
围墙	1.5	—
照明及通讯电杆	1.0	—
高压电线杆支座	3.0	—
乔木	1.0	—
给水管 DN≤200	1.0	0.1～0.15
给水管 DN＞200	1.5	0.1～0.15
污水管	0.8～1.5	0.1～0.15
雨水管	0.8～0.15	0.1～0.15
热力管沟	1.0	—
直埋式热水管	1.0	0.1～0.15
煤气管（低压）	1.0	0.1～0.15
煤气管（中压）	1.5	0.15
煤气管（高压）	2.0	0.15
煤气管（特高压）	5.0	0.15
压缩空气管	1.5	0.15
乙炔、氧气管	1.5	0.25
石油管	1.5	0.25
电力电缆	1.0	0.5（0.25）
通讯电缆	1.0	0.5（0.15）
架空管架基础	3.0	—
涵洞基础底	—	0.15

注：1　煤气管道压力：低压—不超过49kPa；中压—49～147kPa；高压—148～294kPa；特高压—295～981kPa。

2　特殊情况下不能满足表中数字要求时，在与相关专业协商采取有效措施后，表中数字可适当减小。

3　在“电力电缆”、“通讯电缆”距离一栏数字，带括号者为穿管敷设，不带括号者为直埋敷设。

3　排水管道敷设应符合下列要求：

1）施工安装和检修管道时，不致互相影响。

2）管道损坏时，管内污水不得冲刷或侵蚀建筑物以及构筑物的基础和污染生活饮用水水管。

3）管道不得因机械振动而被损坏，也不得因气温低而使管内水冰冻。

4）排水管道及合流制管道与生活给水管道交叉时，应敷设在给水管道下面。

5）当排水管道平面排列及标高设计与其他管道发生冲突时，应按下列规定处理：

①小管径管道让大管径管道；

②可弯的管道让不能弯的管道；

③新设的管道让已建的管道；

④临时性的管道让永久性的管道；

⑤有压力的管道让自流的管道。

4 排水管道连接应遵守下列规定：

1）不同管径的管道连接时，应设置检查井。除有水流跌落差外，管道在检查井内宜采用管顶平接法或水面平接法，井内进水管不得大于出水管（倒虹吸井除外）。

2）排水管道转弯和交接处，水流转角应不小于 90°；当管径小于等于 300mm 且跌水水头大于 0.30m 时可不受此限。

3）排出管管顶标高不得低于室外接户管管顶标高。

5 排水管道的管顶最小覆土深度应根据道路行车等级、管材受压强度、地基承载力、土壤冰冻因素和建筑物排出管标高，结合当地埋管经验综合考虑确定，并应符合下列要求：

1）小区干道、小区组团道路管道、车行道下管道的最小覆土深度不宜小于 0.7m，如小于 0.7m 时应采取保护管道防止受压破损的技术措施，如加设防护钢套管。

2）生活排水接户管道管埋设深度不得高于土壤冰冻线以上 0.15m，且覆土深度不宜小于 0.3m。当采用埋地塑料管时，排出管道埋设深度可不高于土壤冰冻线以上 0.5m。

6 室外埋地排水塑料管道的最大允许埋设深度应根据管道材料性质确定，有关数据可向产品生产厂商索取。

7 排水管道应有下列辅助设施：

1）管道通风设施。如能利用建筑物内部排水立管进行通风时，可不设通风设施。

2）合流排水管道，应防止在压力流情况下接户管发生倒灌。

3）压力流管道，在管路的高点以及每隔一定距离处应设排气装置。

8 排水管道的基础应根据管道材质、接口形式和地质条件等因素确定。

1）采用塑料排水管时，一般均采用砂石基础。

2）采用混凝土、钢筋混凝土承插口（或企口）管，地基承载力特征值 f_{ak} 不小于 100kPa 时，宜优先采用橡胶圈接口、砂石（或土弧）基础；f_{ak} < 100kPa 时，应由计算确定。

3）采用混凝土、钢筋混凝土管，刚性接口时，应采用混凝土带状基础；但需每 20 ~ 25m 设一个柔性接口，且该处混凝土基础设变形缝。

4）如果施工超挖，地基松软或不均匀沉降地段，管道基础和地基应采用加固措施。

5）流动土壤及沼泽土壤中敷设的管道，应根据现场情况进行特殊处理。

9 排水管道穿越铁路、公路时，应遵守下列规定：

1）压力流管道或带腐蚀性污水的管道，应敷设在套管或地沟内，并设事故排出口和排除套管内、地沟内积水的装置。铁路两侧应设检查井，其位置应在车辆荷载压力以外，并满足与路基坡角间的距离为 5m。

2）允许交通间断的铁路、公路，可不设套管或地沟，而采用金属管道或钢筋混凝土管道直接敷设，但管顶距路面深度以不损坏管道为标准，并应符合有关部门的规定。

4.17.4 管道水力计算

1 排水管道的水力计算，应按式（4.17.4）进行。

1）流量公式

$$Q = A \cdot V \tag{4.17.4}$$

式中　Q——流量（m^3/s）；

A——过水断面面积（m^2）；

V——流速（m/s）。

2）流速公式见式（4.4.4-2），但式中粗糙系数 n，按表 4.17.4-1 选用。

表 4.17.4-1　管道粗糙系数

管道类别	n
混凝土和钢筋混凝土管	0.013～0.014
铸铁管	0.013
钢管	0.012
塑料管	0.009

2　排水管道的设计流量应按最大小时排水量进行计算。居住小区内居民生活排水最大小时流量和小区内公共建筑生活排水最大小时流量应按第 4.17.2 条第 1～3 款的要求计算确定，并按集中流量计入。

3　排水管道的最大设计流速，一般应遵守下列规定：

1）金属管为 10m/s。

2）非金属管为 5m/s。

4　排水管道的最小设计流速：在设计充满度下为 0.6m/s。

5　排水管道的管径经水力计算小于表 4.17.4-2 最小管径时应选用最小管径。建筑小区内排水管道的最小管径、最小设计坡度和最大设计充满度宜按表 4.17.4-2 采用。

表 4.17.4-2　建筑小区室外生活排水管道最小管径、最小设计坡度和最大设计充满度

排水管道类别	管材	最小管径（mm）	最小设计坡度	最大设计充满度
接户管	埋地塑料管	160	0.005	0.50
	混凝土管	150	0.007	0.50
支管	埋地塑料管	160	0.005	0.50
	混凝土管	200	0.004	0.55
干管	埋地塑料管	200	0.004	0.50
	混凝土管	300	0.003	0.55
	埋地塑料管	300	0.002	0.55

注：1　接户管管径不应小于建筑物的排出管管径。

2　化粪池出口与其连接的第一个检查井的污水管最小设计坡度宜取值：管径 150mm 为 0.010～0.012；管径 200mm 为 0.010。

6　排水管道下游管段管径不得小于上游管段管径。

4.17.5　管材及接口

1　排水管材应根据排水性质、成份、温度、地下水侵蚀性、外部荷载、土壤情况和施工条件等因素因地制宜就地取材，条件许可的情况下应优先采用埋地塑料排水管，并应按下列规定选用：

1）重力流排水管宜选用埋地塑料管、混凝土管或钢筋混凝土管。

2）排至小区污水处理装置的排水管宜采用塑料排水管。

3）穿越管沟、河道等特殊地段或承压的管段可采用钢管或铸铁管，若采用塑料管应外加金属套管（套管直径较塑料管外径大 200mm）。

4）当排水温度大于 40℃时应采用金属排水管或耐高温的塑料管。

5）输送腐蚀性污水的管道可采用塑料管。

6）位于道路及车行道下塑料排水管的环向弯曲刚度不宜小于 $8kN/m^2$，位于小区非车行道及其他地段下塑料排水管的环向弯曲刚度不宜小于 $4kN/m^2$。

2 排水管的接口应根据管道材料、连接形式、排水性质、地下水位和地质条件等确定，一般应符合下列规定：

1）塑料排水管道承插橡胶圈、粘接、熔接、卡箍等连接方式，应根据管道材料性质和管径大小选用。

2）混凝土、钢筋混凝土管有橡胶圈、钢丝网水泥砂浆抹带、现浇混凝土套环和膨胀水泥砂浆等四种接口形式，应根据管口形式等因素确定。

3）铸铁管可采用橡胶圈柔性接口和水泥砂浆接口。

4）钢管应采用焊接接口。

5）污水及合流排水管道宜选用柔性接口。

6）当管道穿过粉砂、细砂层并在最高地下水位以下，或在地震设防烈度为 8 度设防区时，应采用柔性接口。

4.17.6 检查井、跌水井

1 检查井和跌水井宜采用预制井筒、铸铁井盖及盖座。条件许可的情况下应优先采用塑料排水检查井。如位置在道路以外，根据情况井盖可高出所在处的地面。

2 位于车行道的检查井，应采用具有足够承载力和稳定性良好的井盖和盖座。

3 检查井：

1）检查井位置一般设在下列各处：

①管道转弯处和连接支管处；

②管径或坡度的改变处和跌水处；

③直线管道上每隔一定距离处；

④对于纪念性建筑、重要民用建筑，检查井应尽量避免布置在主入口处。

2）建筑小区内的直线管段上检查井间的最大间距，一般按表 4.17.6 采用：

表 4.17.6 检查井的最大间距

管径（mm）	最大间距（m）
150	30
≥200	40

3）塑料检查井的设置要求：

①塑料检查井适用于埋地塑料排水管道管径不大于 800mm、埋设深度不大于 6m、不下井操作的情况；

②井座规格应根据所连接排水管道的数量、管径、管底标高及在检查井处交汇角度等因素确定。生活排水管道系统应采用有流槽的检查井井座。道路雨水口应采用有沉泥室的井座。雨水管道上如设置有沉泥室井座的检查井时，宜设置井筒外径大于等于 450mm 的检查井，其他雨水检查井可采用有流槽的井座。当检查井上下游落差大于 2m 时，应选用跌水井座；

③井筒直径应根据井座连接井筒的外径确定。井筒采用的管材应根据井筒的直径、埋设深度、埋地排水管道的管材、井座连接井筒的承口型式等因素确定。冰冻线深度大于等于 1.0m 的地区，在冰冻层中井筒应采用耐低温塑料材质；

④井盖应根据排水管道输送的介质、设置场所、井筒直径和井筒的管材等因素确定；

⑤塑料检查井的井座、井筒、配件、井盖等选用，以及与排水管道的连接的具体要求见《建筑小区塑料排水检查井应用技术规程》CECS 227：2007。

4）混凝土（砖砌）检查井的设置要求：

①检查井的内径尺寸和构造要求应根据管径、埋深、地面荷载、便于养护检修并结合当地实际经验确定，可用圆形或矩形，井盖宜采用圆形。检查井各部分尺寸应符合下列要求：

a　井口、井筒和井室的尺寸，应便于养护检修和出人安全；

b　工作室高度在管道埋设许可时，一般为 1.80m。排水检查井由导流槽顶算起；合流管道检查井由管底算起；

c　井深（盖板顶面至井底的深度）小于等于 1.0m 时，可采用井径（方形检查井的内径指内边长）不小于 600mm 的检查井；井深大于 1.0m 时，井径不宜小于 700mm。

②井底应设导流槽。污水检查井导流槽顶可与 0.85 倍大管管径处相平，合流检查井导流槽顶可与 0.5 倍大管管径处相平。井内导流槽转弯时，其导流槽中心线的转弯半径按转角大小和管径确定，但不得小于最大管的管径；

③采用塑料管时，管道与检查井宜采用柔性接口，也可采用承插管件连接；当管道与检查井采用砖砌或混凝土直接浇制衔接时，可采用中介层作法（在管道与检查井相接部位预先用与管材相同的塑料粘接剂、粗砂做成中介层，然后用水泥砂浆砌入检查井的井壁内）。

4　跌水井：

1）排水管道上下游跌水水头为 1～2m 时，宜设置跌水井；跌水水头大于 2m 时，必须设置跌水井。

2）跌水井内不得接入支管。

3）管道转弯处不得设置跌水井。

4）跌水井的跌水高度。

①进水管管径不超过 200mm 时，一次跌水水头高度不得大于 6.0m；

②管径为 300～600mm 时，一次跌水水头高度不得大于 4.0m；

③管径超过 600mm 时，其一次跌水水头高度及跌水方式按水力计算确定；

④如跌水水头高度超过上述规定时，可采用多个跌水井分级跌落。

5）跌水方式一般采用竖管、矩形竖槽、阶梯式。

4.17.7　小区排水泵房和集水池

1　排水泵房的设计，应符合下列要求：

1）排水泵房应建成单独构筑物，并有卫生防护隔离带，有良好的通风条件并靠近集水池。排水泵房与居住建筑和公用建筑应有一定距离，水泵机组噪声对周围环境有影响时应采取消声、隔振措施，泵房周围应考虑较好的绿化。

2）泵房的位置宜选择在地势较低处，但不得被洪水淹没。

3）排水泵房应设事故排出口。如不可能设置时，应设有不间断的动力装置或双电源。

4）泵房内应有良好的通风。地下式泵房如采用自然通风不能满足要求时，应考虑机械通风装置。采暖温度为 5℃。

5）泵房至少应有一个能满足设备最大部件搬运出人的门或窗。

6）泵房应考虑电气控制设备的位置。

7）对远离居住区的泵房，应适当考虑提供工作人员的生活条件。

8）泵房内应考虑起吊设备，当泵组或最重部件重量小于 0.5t 时可设固定吊钩，0.5～2t 时可设手动单轨吊车，2～5t 可设单轨或双轨桥式手动或电动吊车；对于用导轨提升的排水泵在决定起吊重量时，除考虑部件重量外尚应适量考虑导轨摩擦力的因素。

9）泵房高度无起吊设备时应不小于 3m，有起吊设备时应保证吊起物体底部与所跨越的固定物体的顶部有不小于 0.5m 的净空。

2　排水泵房内水泵选择、机组布置、水泵吸水管、压水管等的设计应根据排水成份、流量和工作情况等因素确定。

1）排水泵的设计主要考虑以下因素：

①排水泵机组抽升能力，按小区最大小时排水流量设计；合流泵房时，污水泵按最大小时污水流量乘以（截流倍数 +1）设计，合流水泵按合流排水最大小时流量设计，当集水池接纳水池溢流水、泄空水时，应按水池溢流水、泄流量与排入集水池的其它排水量中大者选择水泵机组；

②水泵扬程根据排水提升高度、管道水头损失和流出水头计算决定。流出水头一般采用 2.0 ~ 3.0m；

③在水泵并联工作，且为一条出水管时，应考虑效率降低的因素；

④污水排水泵应尽量选用潜水排污泵或立式污水泵，合流水泵可采用潜水排污泵、立式污水泵或轴流泵；

⑤排水泵的备用泵数量应根据地区重要性、工作泵台数及型号等因素确定，但不得少于一台。合流水泵可不设备用泵；

⑥同泵房内的水泵，应尽量选用同一型号；但合流水泵房旱流污水量与合流排水量相差较大时，可采用不同大小的水泵分别用于排除旱流污水与合流排水；

⑦卧式排水泵应设计成自灌式；

⑧排水泵房内如布置离心泵时，可在吸水管上靠近水泵处设吸水支管，排除泵房地面集水坑的积水，但应采取防止水泵吸水管真空破坏的措施。

2）排水泵的吸水管和出水管的设计，应遵守下列规定：

①每台排水泵应设置单独的吸水管。吸水管的进口处不宜装底阀，应设置喇叭口。喇叭口的直径不得小于吸水管直径的 1.5 倍；

②吸水管内的流速一般为 1.0 ~ 1.2m/s，且不得小于 0.7m/s 和大于 1.5m/s；

③出水管内流速宜为 0.8 ~ 2.5m/s。多台水泵合用出水管时，一台水泵工作其流速不得小于 0.7m/s。污水泵宜设置排水管单独排至室外；

④吸水管应有 0.005 的坡度坡向吸水口；

⑤管道穿过泵房墙壁均应设置防水套管。如穿越水泵间与集水池之间的墙壁，应采用柔性接口。

3）排水泵房内的阀门设置，应符合下列要求：

①水泵扬程大于 196kPa（20m 水柱）时，水泵出水管上应装设止回阀和压力表；

②自灌式水泵的吸水管上应装设阀门，且水泵轴线应在集水池正常水位以下；

③水泵出水管上应装设阀门；

④阀门一般应采用带明显启闭指示的软密封闸阀。阀门及止回阀宜安装在水平管段上，以防污物沉淀堵塞；

⑤当潜水排污泵直接设置于集水池中时，泵出水管上的止回阀和阀门应设于池外。

3 排水集水池：

1）排水集水池的有效容积，应根据排水量、水泵能力和水泵工作情况等因素进行确定，注意满足以下要求：

①一般应不小于泵房内最大一台水泵 5min 的出水量。水泵机组为自动控制时，每小时开启水泵的次数不得超过 6 次；合流排水泵的集水池按泵房中安装的最大一台雨水泵 30s 的出水量计算；

②夜间停止工作的排水泵房，其集水池容积应按容纳该时流入池内的全部排水量计算，并以一台排水泵 10 ~ 15min 的出水量进行校核。在对该种工作方式的泵房设计以前必须进行经济技术比较，避免池容积过大；

③当潜水排污泵直接置于排水集水池中时，集水池尺寸应同时满足水泵布置的要求，潜水排污泵的间距、顶板上水泵提升孔的尺寸，详见标准图 08S305《小型潜水排污泵选用及安装》；

④潜水排污泵均宜设有固定自藕装置。

2）排水集水池的构造，应符合下列要求：

①池子进水口处应设置格栅，栅条间隙应小于水泵叶轮间隙，不应超过 20mm；

②生活污水及杂质较多的其它污水，池内应设置搅动泥渣的设施。一般采取从排水泵出水管上安装回流管伸入池内的方法实现，或采用具有自动搅拌功能的潜水排污泵；

③池子的有效水深应采用 1.5～2.0m（以水池进水管设计水位至水池吸水坑上缘计）；

④水池进水管管底与格栅底边的高差不得小于 0.5m；

⑤水池底应有 0.01～0.02 的坡度坡向吸水坑。吸水坑的深度一般不小于 0.5m；

⑥水泵的吸水管在吸水坑内的安装尺寸，可按下列规定确定，如图 4.17.7 所示。

a　DN≤200mm 时，h＝0.40m；

b　DN＞200mm 时，h＝0.50～0.80m。

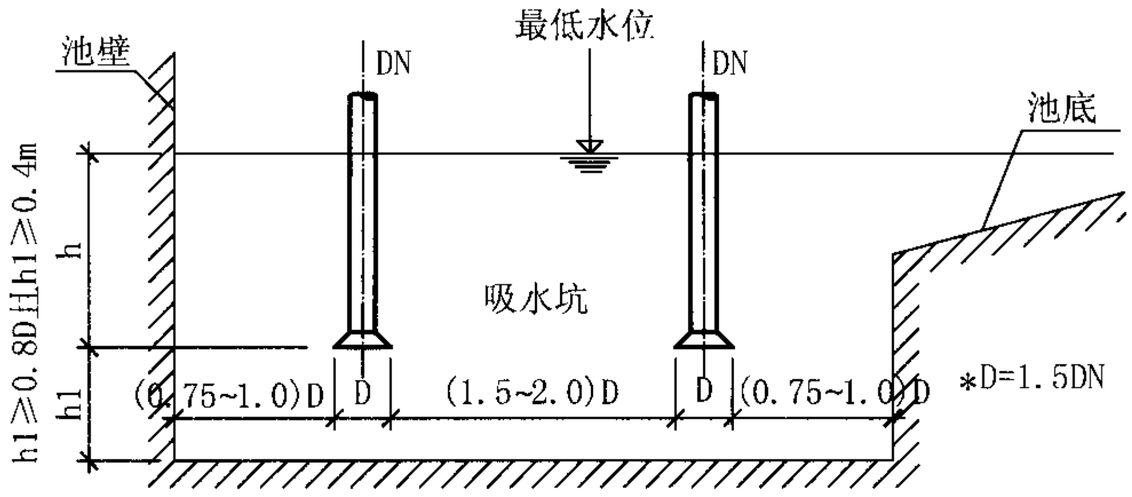


图 4.17.7　排水泵吸水坑最小安装尺寸

4　如采用潜水排污泵时，还应符合第 4.14 节的有关要求。

5　合流排水管、合流泵站及集水池的设计可参见市政排水有关技术措施。

4.17.8　室外真空排水系统

1　概述：通过真空泵在真空罐及室外真空管道中形成 －0.06～－0.07MPa 的负压，使进入管道的污水处于负压状态，以 4m/s 流速吸入真空管道至真空泵站的真空罐中。当真空罐内污水储存达到某一水位时，污水泵自动开启，将污水提升排入就近重力污水管道的室外排水系统。

2　优点：室外真空排水系统管道布置灵活，平坦地区长距离敷设，无需加压泵站，管线密闭，无异味，无需检查井，自我冲洗能力强，在复杂地形处安装费用较重力系统省。

3　系统组成：室外真空排水系统主要由真空泵站（内设污水泵、真空泵、真空罐、电控柜）、真空管道、真空阀、收集箱、透气管滤池组成。

4　设计选型原则

1）选型原则：应考虑系统使用的安全健康性、可靠性（真空阀循环开启次数）、可维护性、噪声和气味控制、节能、防火。

2）选产品时应注意事项

①准确计算所接纳的污废水的排水量；

②系统的气水比；

③真空泵站设计负压 －0.06～－0.07MPa 之间；

④系统提升高度限制在 4～5m 范围内；

⑤真空管道内流速应大于 1m/s，不宜大于 7m/s；

⑥根据地形高低系统服务半径最大可达到 4km 范围以内；

⑦管道应敷设成波浪形，坡度不小于 0.2%，一般每隔 6～100m 距离设提升弯头；

⑧系统应进行密闭测试、系统性能测试、真空管线监测；

⑨系统中若一个收集箱损坏不得影响其他单元照常工作；

⑩选用管材：PVC－U（≥PN10）SDR－21

HDPE（≥PN10）SDR－11。

5 雨　　水

5.1 建筑物雨水系统的划分与选择

5.1.1 建筑物雨水系统划分

1 屋面雨水系统按设计流态划分

屋面雨水排水系统属于重力输水管道，管道中的水流状态随管道进口顶部的水面深度而变化。该水面深度随降雨强度而变化，致使管道输水过程中会出现多种流态：有压流态、无压流态、过渡流态。过渡流态在某些情况下可表现为半有压流态。屋面雨水系统可按不同的流态设计。

1）半有压屋面雨水排水系统。主要采用 65 型、87（79）型系列雨水斗，管网设计流态是无压流和有压流之间的过渡流态。以下简称为 87 斗雨水系统。目前我国普遍应用的就是该系统。

2）压力流屋面雨水排水系统，有时称为虹吸式雨水系统，采用虹吸式雨水斗。管网设计流态是有压流。以下简称为虹吸式雨水系统。

3）重力流屋面雨水排水系统。采用重力流雨水斗，管网设计流态是无压流态，以下简称为重力流斗雨水系统。

重力流雨水斗的水力特征是自由堰流，而 65 型、87 型雨水斗在构造上配有整流装置和隔气板，不具备重力流雨水斗的特征要求。

2 屋面雨水系统按其他特征分类如下：

1）按管道的设置位置分：内排水系统、外排水系统和混合式排水系统；

2）按屋面的排水条件分：檐沟排水、天沟排水和无沟排水；

3）按出户横管（渠）在室内部分是否存在自由水面分：密闭系统和敞开系统。

3 建筑物中还存在一种非重力排放的雨水系统，即水泵提升排水系统。该系统包括雨水的收集、雨水局部提升设备及其管道等。

5.1.2 各屋面雨水系统的特点。

各流态雨水系统的特点见表 5.1.2

表 5.1.2 各屋面雨水系统的特点

特点类别 \ 系统类别	87 雨水斗雨水系统	虹吸式雨水斗雨水系统	重力流雨水斗雨水系统
管网设计流态	气水混合流 过渡流态	水一相流 有压流态	水流和气有分界面 无压流态
雨水斗型式	65 斗、87（79）斗等 整流、顶板隔气	虹吸斗 整流（反涡流）、面板隔气、 下沉集水斗	自由堰流式 不整流、无隔气
雨水斗形成封闭流的屋面水位	中	低	高
对超设计流量雨水的处置	系统预留余量排超设计流量雨水，且考虑应对措施	超设计流量雨水无法进入系统，依赖溢流设施排除	要求由溢流设施排除

续表 5.1.2

特点类别 \ 系统类别	87 雨水斗雨水系统	虹吸式雨水斗雨水系统	重力流雨水斗雨水系统
服役期间可能经历的流态	重力流、过渡流、甚至有压流	重力流、过渡流、有压流	重力流、过渡流
设计流量数据	主要来自试验	公式计算	公式计算，但正在根据实践修正。
屋面溢流频率	小	大	小
雨水斗之间标高位置要求	介于后二者之间	严格	宽松
水力计算	简单	复杂	简单
管材承压	要求能承受正压和负压		
占用室内空间	中	少	多
管材耗用	介于后二者之间	省	费
系统造价	低	高	较低

5.1.3 建筑物雨水系统的选择原则

1 屋面雨水排除应优先选用既安全又经济的雨水系统。

2 雨水系统应迅速及时、有组织地将屋面雨水排至室外地面或管渠，并且：

1）屋面天沟不向室内溢水或泛水。

2）室内地面不冒水。

3）管道能承受正压和负压的作用，不变形、不漏水。

4）屋面溢流现象应尽量减少或避免。

3 雨水系统在满足安全排水的前提下，能够：

1）系统的工程造价低、投资费用少。

2）少额外占用空间高度。

3）系统的寿命长。

5.1.4 建筑物雨水系统的选用

1 屋面雨水系统

1）建筑屋面一般应采用 65、87 型雨水斗屋面雨水系统。

2）长天沟外排水应采用 65、87 型雨水斗屋面雨水系统，其经济性优于其他系统。

3）厂房、库房或公共建筑的大型屋面，当雨水悬吊管受室内空间的限制难以布置时，宜采用虹吸式雨水系统。该系统价格高但节省空间高度，此条件下具有一定优势。

4）檐沟外排水宜采用重力流斗雨水系统。

5）当溢流设施的最低溢流水位高于雨水斗进水面 10cm 及以上时，不应采用重力流雨水斗内排水系统。

2 地下室顶板作为室外地面时，其雨水排除应采用重力流斗雨水系统。

3 雨水斗面和排出口地面的几何高差小于 3m 时，不得采用虹吸式雨水系统。

4 不允许室内地面冒水的建筑应采用密闭系统或外排水系统，不得采用敞开式内排水雨水系统。

5 屋面集水优先考虑天沟形式，雨水斗置于天沟内。

6 雨水管道系统优先考虑外排水，安全性好，但应取得建筑师同意。

7 内排水系统应采用密闭系统。

8 阳台雨水应自成系统排到室外散水面或明沟，不得与屋面雨水系统相连接。

9 汽车坡道上、窗井内等处的雨水口低于室外地面标高时，收集的雨水应排入室内雨水集水池，采用水泵提升方式排除，不得由重力流直接排入室外雨水检查井。当室外地面不会积雨水时，也可重力流排入室外检查井。

10 寒冷地区尽量采用内排水系统。

11 严禁屋面雨水接入室内生活污废水系统或室内生活污废水管道直接与屋面雨水系统相连。

5.2 雨水量

5.2.1 雨水设计流量

1 雨水设计流量 Q（L/s）按公式（5.2.1）计算：

$$Q = \Psi q F \tag{5.2.1}$$

式中 Ψ——径流系数，按表 5.2.1 选取；

q ——设计降雨强度（L/s · 100m^2）。

F ——汇水面积（100m^2）。

注：当采用天沟集水，且沟沿溢水会流入室内时，降雨强度应乘以 1.5 的系数。

2 径流系数按表 5.2.1 选取。

表 5.2.1 径流系数

地面种类		径流系数
屋面		0.9 ~ 1
绿化屋面（重现期约 5 年）		0.5
混凝土和沥青路面		0.9
块石等铺砌路面		0.6
级配碎石路面		0.45
干砌砖、石及碎石路面		0.4
非铺砌的土路面		0.3
绿地		0.15 ~ 0.25
地下室顶板绿地	覆土厚度≥500mm	0.25
	覆土厚度 <500mm	0.4

室外汇水面平均径流系数应按地面的种类加权平均计算确定。如资料不足，小区综合径流系数根据建筑稠密程度在 0.5 ~ 0.8 内选用。北方干旱地区的小区径流系数一般可取 0.3 ~ 0.6。建筑密度大取高值，密度小取低值。

5.2.2 降雨强度

1 降雨强度公式

降雨强度应根据当地降雨强度公式计算，见式（5.2.2 - 1）。

$$q = \frac{1.67A\ (1 + c\lg P)}{(t + b)^n} \tag{5.2.2-1}$$

式中 q ——设计降雨强度（L/s · 100m^2）；

P——设计重现期（a）；

t ——降雨历时（min）；

A、b、c、n ——当地降雨参数。

各地降雨强度公式和5min降雨强度见附录E-1。

式（5.2.2-1）应在其参数有效区间内应用，不可随意外延应用，包括降雨历时和设计重现期。

2 设计重现期

建筑雨水系统的设计重新期不宜小于表5.2.2-1中的数据。虹吸式屋面雨水系统因没有排水余量，设计重现期应取高限值。65、87型雨水斗系统和重力流雨水斗系统因预留有排水余量，设计重现期可取低限值。

表5.2.2-1　各种汇水区域的设计重现期

汇水区域名称		设计重现期（a）
室外场地	居住小区	1~3
	车站、码头、机场的基地	2~5
	下沉式广场、地下车库坡道人口	5~50
屋面	一般性建筑物屋面	2~5
	重要公共建筑屋面	10

注：下沉式广场设计重现期由广场的重要程度、短期积水可能引起较严重后果等因素确定。当地没有适用于10年重现期以上的降雨强度公式时，可采用10年重现期降雨强度乘以流量校正系数1.5。

3 降雨历时

雨水管道的降雨历时，按（5.2.2-2）式计算：

$$t = t_1 + mt_2 \tag{5.2.2-2}$$

式中　t——降雨历时（min）；

t_1——地（屋）面集水时间（min），视距离长短、地形坡度和地面铺砌情况而定。室外地面一般取5~10min，建筑屋面取5min。

m——折减系数，按表5.2.2-2取值；

t_2——管渠内雨水流行时间，建筑物管道可取0。

表5.2.2-2　折减系数m

建筑物管道、室外接户管或小区支管	室外干管	陡坡地区干管	明渠
1	2	1.2~2	1.2

5.2.3 汇水面积

1 一般坡度的屋面雨水的汇水面积按屋面水平投影面积计算。

2 高出汇水面的侧墙，应将侧墙面积的1/2折算为汇水面积。同一汇水面内高出的侧墙多于一面时，按有效受水侧墙面积的1/2折算汇水面积。

3 窗井、贴近建筑外墙的地下汽车库出入口坡道和高层建筑裙房屋面的雨水汇水面积，应附加其高出部分侧墙面积的1/2。有条件时，地下汽车库出入口坡道上方的侧墙雨水应截流，排到室外地面或雨水管网。

4 屋面按分水线的排水坡度划分为不同排水区时，应分区计算集雨面积和雨水流量。

5 半球形屋面或斜坡较大的屋面，其汇水面积等于屋面的水平投影面积与竖向投影面积的一半之和。

5.3 建筑物雨水系统设计

5.3.1 一般要求

1 87斗屋面雨水系统，可将不同高度的雨水斗接入同一立管，但最低雨水斗距立管底端的高度，

应大于立管高度的 2/3。具有 1 个以上立管的 87 斗系统承接不同高度屋面上的雨水斗时，最低斗的几何高度应不小于最高斗几何高度的 2/3，几何高度以系统的排出横管在建筑外墙处的标高为基准。接入同一排出管的管网为一个系统。

2 虹吸式屋面雨水系统的雨水斗宜在同一水平面上。各雨水立管宜单独排出室外。当受建筑条件限制，一个以上的立管必须接入同一排出横管时，各立管宜设置过渡段，其下游与排出横管连接。过渡段的设置条件见水力计算部分。

3 重力流斗雨水系统可承接不同高度的雨水斗，但高层建筑裙房屋面的雨水应自成系统排放。

4 雨水系统若承接屋面冷却塔的排水，应间接排入，并宜排至室外雨水检查井，不可排至室外路面上。

5 阳台雨水系统接纳洗衣等生活废水时，应排入室外生活污水系统。

6 高跨雨水流至低跨屋面，当高差在一层及以上时，宜采用管道引流。

7 雨水系统的管道转向处宜做顺水连接。

8 雨水横管和立管（金属或塑料）当直线管段长度较长时，应设伸缩器。伸缩器的设置参考给水部分。

9 管道位置应方便安装、维修，不宜设置在结构柱等承重结构内。

10 管道不宜穿越卧室等对安静有较高要求的房间。其余限制雨水管道敷设的空间和场所与生活排水管道部分相同。

11 寒冷地区的雨水斗和天沟可考虑电热丝融雪化冰措施，电热丝的具体设置可与供应商共同商定。

12 管道安装时应设置固定件。固定件必须能承受满流管道的重量和高速水流所产生的作用力。

13 雨水斗及溢流口不能避免设计标准以外的超量雨水进入雨水系统时，系统设计必须考虑压力的作用，不可按无压流态设计。

5.3.2 雨水斗

1 屋面排水系统应设置雨水斗，雨水斗应有权威机构测试的水力设计参数，比如排水能力（流量）、对应的斗前水深等。未经测试的雨水斗不得使用在屋面上。

2 屋面应选用稳流性能好、泄水流量大、掺气量少、拦污能力强的雨水斗。87 斗系统应选用 65 型及 87 型雨水斗，见国家标准图集 09S302《雨水斗选用及安装》；虹吸式系统的雨水斗应符合建筑业行标《虹吸式雨水斗》CJ/T 245－2007；重力流斗系统应采用重力流雨水斗。

3 87 斗系统、虹吸式系统的雨水斗可设于天沟内或屋面上。虹吸式系统雨水斗应设于天沟内，但 DN50 带集水斗的雨水斗可直接埋设于屋面。重力流雨水斗不可布置在天沟内。

4 大坡度屋面的雨水斗应设置在天沟或边沟内。

5 雨水斗不宜设在天沟内的转弯处。

6 87 斗雨水系统、虹吸式系统的雨水斗宜对雨水立管做对称布置，接有多斗悬吊管的立管顶端不得设置雨水斗。重力流雨水斗的布置没有此限制。

7 布置雨水斗的原则是雨水斗的服务面积应与雨水斗的排水能力相适应。雨水斗间距的确定还应能使建筑专业实现屋面设计坡度。

8 在不能以伸缩缝或沉降缝为屋面雨水分水线时，应在缝的两侧各设雨水斗。

9 寒冷地区雨水斗宜设在冬季易受室内温度影响的屋顶范围内。

10 阳台雨水和地下室窗井内雨水排除可采用地漏。

11 雨水斗应水平安装，与屋面连接处必须做好防水处理，详见国家标准图集 09S302《雨水斗选用及安装》。

12 地下室顶板作为室外地面时，可采用平箅式雨水斗。

13 绿化屋面的雨水斗当设于绿地中时，宜把雨水斗设于硬屋面上，雨水斗上方砌雨水口，并盖

雨水箅子。

5.3.3 天沟（檐沟）

1 屋面集水宜采用天沟。天沟沟断面尺寸和过水能力应经水力计算确定。

2 大坡度屋面采用雨水斗排水时，应设置天沟或边沟收集雨水。

3 天沟不应跨越建筑物的伸缩缝或沉降缝。

4 集水沟沟底可水平或设有坡度，北方寒冷地区不宜做平坡。金属屋面的金属长天沟可无坡度。

5 坡度小于0.003时，雨水出口应为跌水或自由出流，不影响沟内水的流动。

6 单斗天沟流水长度一般不超过50m，经水力计算确能排除设计流量时，可超过50m。

7 天沟的净宽度应不小于雨水斗要求的尺寸。65型和87型雨水斗的天沟最小净宽度如下：DN100雨水斗为300mm，DN150雨水斗为350mm。虹吸式系统天沟的宽度应保证雨水斗周边均匀进水，必要时，在雨水斗处局部加宽天沟。

8 天沟的深度应在设计水深上方留有保护高度，见表5.4.4-1。

5.3.4 屋面溢流

1 屋面积水厚度超过设定的高度后，应进行溢流排水。溢流排水时，屋面雨水排水系统因斗前水位升高而满负荷运行。溢流排水设施和屋面雨水排水系统满负荷运行的总排水能力，不宜小于设计重现期为50年的雨水流量。

2 87斗雨水系统的屋面宜设溢流口，重力流斗雨水系统和虹吸式雨水系统的屋面应设溢流口或溢流设施。

3 溢流口或溢流装置的设置高度应根据建筑屋面允许的最高溢流水位因素确定。最高溢流水位应低于建筑屋面允许的最大积水水深。

4 溢流口或溢流装置应设置在溢流时雨水能通畅到达的部位。

5 溢流口底面应水平，口上不得设格栅。溢流口以下的水深荷载应提供给结构专业计入屋面荷载。

6 一般建筑的重力流屋面雨水排水工程与溢流设施的总排水能力不应小于10年重现期的雨水量。重要公共建筑、高层建筑的重力流屋面雨水排水工程与溢流设施的总排水能力不应小于其50年重现期的雨水量。

5.3.5 连接管

1 连接管应牢固地固定在梁、珩架等承重结构上。

2 变形缝两侧雨水斗的连接管，如合并接入一根立管或悬吊管上时，应设置伸缩器或金属软管。

5.3.6 悬吊管

1 87斗系统、虹吸式系统接入同一悬吊管的雨水斗应在同一标高层屋面上。重力流悬吊管没有此限制。

2 87斗系统的悬吊管及其它横管的坡度可按0.005敷设，但不应小于此坡度；虹吸式系统大部分排水时间的流量小于设计流量，是在非满流状态下运行，悬吊管宜设0.003的排空坡度；重力流斗系统的管道最小坡度应满足自净（最小）流速的要求。

3 虹吸式系统的悬吊管中心与雨水斗顶面的高差不宜小于1m。

4 87斗雨水系统和虹吸式雨水系统的悬吊管宜对称于立管布置。

5 87斗雨水系统一根悬吊管连接的雨水斗数量，不应超过4个。当管道近似同程或同阻布置时，雨水斗数量可不受此限制。

6 悬吊管跨越建筑的伸缩缝，应设置伸缩器或金属软管。伸缩器材质应和管材相匹配。

7 悬吊管不得设置在精密机械、设备、遇水会产生危害的产品及原料的上空，否则应设置管道夹层隔断等预防措施。

8 悬吊管在工业厂房中一般为明装；在民用建筑中可敷设在楼梯间、阁楼或吊顶内，并应采取防

结露措施。

9 重力流斗雨水系统长度大于 15m 的悬吊管，应设检查口，其间距不宜大于 20m，且应布置在便于维修操作处。

5.3.7 立管

1 屋面无溢流措施时，雨水立管不应少于两根。

2 立管下端与横管连接处，立管上设检查口或横管上设水平检查口。当横管有向大气的出口且横管长度小于 2m 的除外。

3 立管尽量少转弯。不在管井中的雨水立管应靠墙、柱敷设。

4 在雨水立管的底部弯管处应设支墩或采取牢固的固定措施。

5 虹吸式雨水系统应设过渡段，过渡段宜设在立管上，且高于室外地面。过渡段是虹吸式系统的出口，过渡段下游的管道按重力流系统设计。

5.3.8 横管和排出管

1 雨水横管和排出管不得有其他排水管道接入。敞开系统埋地管起端的第一、二个检查井下游，可以接入生产废水。

2 87 斗雨水系统和虹吸式雨水系统的横干管内属非重力流态，因此在地面冒水会引起危害的建筑时，室内埋地横管上不得设置检查井。

3 埋地管不得穿越设备基础及其他地下构筑物。

4 埋地管的覆土深度，在民用建筑中不得小于 0.15m。

5 横干管和排出管，长度超过 30m 或管道交汇时，应设检查口。

6 敞开系统埋地管道交汇、转弯、坡度及管径改变以及长度超过 30m 处均应设置检查井，井内横管应采用管顶平接，水流转角不得小于 135°。

7 敞开系统的检查井内，应做高流槽，槽应高出管顶 200mm。

8 排出管穿地下室外墙处应做防水套管，具体做法可选用国家标准图 02S404《防水套管》。

9 排出管宜就近引出室外。

10 虹吸式屋面雨水系统的雨水应排入室外检查井，检查井应采用混凝土制作，井盖宜作成格栅，可使雨水外溢。

5.3.9 室内水泵提升排水系统

1 低于室外地面的汇水面上的雨水，应采用水泵提升排水。

2 地下室露天窗井内应设雨水口，雨水口可采用平箅式雨水口、无水封地漏等。汽车坡道上拦截雨水可采用盖铁箅子的雨水沟。

3 雨水收集管宜走在室内。接雨水沟的管道直径不小于 DN100。雨水管直接进入集水池，或排入集水沟。

4 雨水集水池设于地下室，并靠近排水点。水池尽量靠墙设置，雨水泵出水管应沿墙或柱敷设。集水池的平面尺寸应满足雨水潜水泵的安装及距离要求，有效容积应大于最大一台雨水泵的 5min 吸水量。室外下沉广场雨水排除详见第 5.5.8 条。

5 潜水泵吸水的最低水深根据水泵的要求确定。当集水池设于最底层地面之下时，水池盖板宜与室内地面齐平，盖板上设水泵维修孔。水池壁一般用混凝土浇铸，并做内壁防水。

6 雨水泵宜采用潜水泵，并有不间断电源供应。水泵不少于两台，一台备用。水泵的运行由池内水位自动控制。水位一般设三个：停泵水位、启泵水位和报警水位。备用泵可在报警水位投入运行。水泵安装最好采用耦合式，维修方便。

7 潜水泵出水立管应独立伸出池外。各出水管在方便操作的高度上顺水流方向依次设排水止回阀、闸阀。阀组的下游两出水管可以合并为一根，排至室外雨水检查井。不同集水池的压力雨水管独立排出室外，不宜合并。雨水横管宜设排空坡度。

8 雨水集水池应单独设置，生活污水不应排入。

5.3.10 管材与附件

1 屋面雨水系统应采用承压管道、管配件（包括伸缩器）和接口，额定压力不小于建筑高度静水压。内排水系统、虹吸系统的管道及接口还应能承受0.9个大气压力的真空负压。

2 水泵提升系统的排出管采用承压管道、管件和接口，额定压力不小于水泵扬程的1.5倍。

3 高层建筑屋面雨水系统、水泵加压排出管，其管道及接口应为承压的金属管、钢塑复合管、承压塑料管等。非金属管材的抗环变形外压力应大于0.15MPa。高层建筑室内雨水管道不得使用重力流污废水系统排水管材。

4 多层建筑屋面雨水系统、雨水集水池的集水管道，可采用承压较低的管材、管件和接口，管材可用排水塑料管、金属管等。

5 雨水斗受日照强烈，材质宜为金属。

5.4 建筑物雨水系统水力计算

5.4.1 87雨水斗屋面雨水系统计算

1 雨水斗

1）65型、87型雨水斗具有最大排水能力和设计排水能力两个参数。最大排水能力根据试验测试得到，取决于雨水斗构造和试验条件（例如DN100雨水斗在试验条件下最大排水能力为35L/s）；设计排水能力是工程设计中采用的参数，见表5.4.1－1，与最大排水能力相比预留了非常大的排水余量，用于排除超设计标准的雨量。设计排水能力的取值受屋面雨水流量的计算标准所影响。表5.4.1－1中的低限值与屋面降重现期1年相对应，高限值与表5.2.2－1规定的重现期相对应。

2）屋面雨水设计径流量按表5.2.2－1规定的重现期计算时，雨水斗负荷的径流量不应超过表5.4.1－1规定的数值。雨水斗单个与立管连接时不超过高限值；多斗悬吊管上距立管最近的斗不超过高限值，并以其为起点，其他下游各斗的限值依次比上个斗递减10%，至低限值后可不再递减。当屋面降雨强度按重现期1年计算时，各雨水斗负担的设计径流量不应超过表5.4.1－1中的低限值（2003年前设计的建筑一般按此计算）。

表5.4.1－1　65、87（79）型雨水斗的设计排水能力

口径（mm）	75	100	150	200
排水能力（L/s）	6～8	12～16	26～36	40～56

2 连接管

连接管一般不必计算，采用与雨水斗出水口相同的直径即可。当一个悬吊管上连接的几个雨水斗的汇水面积相等时，靠近立管处的雨水斗连接管可适当缩小，以均衡各斗的泄水流量。

3 悬吊管

1）悬吊管的设计总径流量一般为所连接的雨水斗设计径流量之和。多斗悬吊管的雨水斗汇水面积分别附加了各自的侧墙面积时，在悬吊管流量计算时应综合考虑并核减雨水斗计算时重复附加的侧墙面积。

2）悬吊管的排水能力可按式（5.4.1－1）～式（5.4.1－3）近似计算，其中充满度$\frac{h}{D}$不大于0.8，计算结果见表5.4.1－2和表5.4.1－3。

$$Q = vA \tag{5.4.1-1}$$

$$v = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2} \tag{5.4.1-2}$$

$$I = (h + \Delta h)/L \tag{5.4.1-3}$$

式中　Q ——排水流量（m^3/s）；

v ——流速（m/s）；

A ——水流断面积（m^2）；

n ——粗糙系数，钢管和铸铁管 n = 0.014，塑料管 n = 0.01；

R ——水力半径（m）；

I ——水力坡度；

h ——悬吊管末端的的最大负压（m - H_2O），取 0.5；

Δh ——雨水斗和悬吊管末端的几何高差（m）；

L ——悬吊管的长度（m）。

悬吊管的管径根据各雨水斗流量之和确定，并宜保持管径不变。

钢管和铸铁管的设计负荷可按表 5.4.1 -2 选取，表中 n = 0.014，$\frac{h}{D}$ = 0.8。各种塑料管的设计负荷可按表 5.4.1 -3 选取，表中 n = 0.01，充满度 0.8。

单斗悬吊管可不计算，采用和雨水斗口径相同的管径。多斗悬吊管的设计径流量不应超过表 5.4.1 -2 中的数值。悬吊管不宜变径。

表 5.4.1 -2 多斗悬吊管（铸铁管、钢管）的设计排水能力（L/s）

公称直径 DN（mm） / 水力坡度 I	75	100	150	200	250	300
0.02	3.1	6.6	19.6	42.1	76.3	124.1
0.03	3.8	8.1	23.9	51.6	93.5	152.0
0.04	4.4	9.4	27.7	59.5	108.0	175.5
0.05	4.9	10.5	30.9	66.6	120.2	196.3
0.06	5.3	11.5	33.9	72.9	132.2	215.0
0.07	5.7	12.4	36.6	78.8	142.8	215.0
0.08	6.1	13.3	39.1	84.2	142.8	215.0
0.09	6.5	14.1	41.5	84.2	142.8	215.0
≥0.10	6.9	14.8	41.5	84.2	142.8	215.0

表 5.4.1 -3 多斗悬吊管（塑料管）的设计排水能力（L/s）

De（mm） / 坡度 I	90 × 3.2	110 × 3.2	125 × 3.7	160 × 4.7	200 × 5.9	250 × 7.3
0.02	5.76	10.20	14.30	27.66	50.12	91.02
0.03	7.05	12.49	17.51	33.88	61.38	111.48
0.04	8.14	14.42	20.22	39.12	70.87	128.72
0.05	9.10	16.13	22.61	43.73	79.24	143.92
0.06	9.97	17.67	24.77	47.91	86.80	157.65
0.07	10.77	19.08	26.75	51.75	93.76	170.29
0.08	11.51	20.40	28.60	55.32	100.23	182.04
0.09	12.21	21.64	30.34	58.68	106.31	193.09
≥0.10	12.87	22.81	31.98	61.85	112.06	203.53

4　立管

1）立管的设计径流量一般为连接的各悬吊管设计径流量之和。当有一面以上的侧墙时，在流量计算时应综合考虑并核减侧墙面互相遮挡的面积。

2）管径根据表 5.4.1－4 选择，立管的设计径流量不应大于表中的数据。建筑高度小于等于 12m 时不应超过表中低限值，高层建筑不应超过表中上限值。

表 5.4.1－4　立管的设计排水能力

公称直径（mm）	75	100	150	200	250	300
排水能力（L/s）	10～12	19～25	42～55	75～90	135～155	220～240

3）单斗系统的立管可不计算，采用和雨水斗、悬吊管相同的管径。

当系统中各立管的设计排水能力均取表 5.4.1－4 中的低限值时，则屋面降雨强度可按重现期 1 年计算，立管负担的设计径流量不超过表 5.4.1－4 中的低限值。

5　排出管和其他横管

1）排出管的设计径流量一般按所连接的各立管的设计径流量之和计算，当屋面高程变化较复杂时，应根据所服务的屋面汇水面积计算流量。

2）排出管（又称出户管）和其他横管（如管道层的汇合管等）可近似按悬吊管的方法计算，但 Δh 取横管起点和末点的高差，h 为横管起点压力可取 1。

3）排出管的设计径流量不应超过表 5.4.1－2 和表 5.4.1－3 中的数值，管径依此确定。

4）排出管在出建筑外墙时流速若大于 1.8m/s，管径应放大或设置消能检查井。

5.4.2　虹吸式屋面雨水系统计算

1　雨水斗

雨水斗的公称口径一般有三种：D50、D75 和 D100。各口径斗的排水能力因型号和制造商而异，需根据生产厂提供的经权威机构按《虹吸式雨水斗》CJ/T 245－2007 产品标准测试的资料选取。

2　连接管、悬吊管和立管的管径选择计算应同时满足下列条件：

1）悬吊管和立管的雨水设计径流量计算方法同半有压流系统。

2）悬吊管和连接管的设计流速不宜小于 1m/s，立管设计流速不宜大于 10m/s。

3）系统的总水头损失（从最远斗到过渡段出口）与出口处的速度水头之和（mH_2O），不得大于雨水斗到过渡段的几何高差 H，同时也不得大于雨水斗到室外地面的几何高差。

4）各计算节点的压差 ΔPi 应符合下列规定：

管径≤DN75 时，$\Delta P_i \leqslant 10kPa$；

管径≥DN100 时，$\Delta P_i \leqslant 5kPa$；

各个雨水斗至过渡段的总水头损失，相互之间的差值小于等于 10kPa。

5）系统中的最大负压绝对值应小于：

金属管：80kPa；

塑料管：视产品的力学性能而定，但不得大于 70kPa。

悬吊管中的水头损失值应按上述要求控制，如果管道水力计算中负压值超出以上规定，应调整管径（放大悬吊管管径）重算。

6）雨水斗至过渡段的几何高差即立管高度 H 和立管管径的关系应满足：

立管管径 DN≤75，H≥3m；DN≥100，H≥5m。

如不满足，可增加立管根数，减小管径。

立管高度不应大于雨水斗和室外地面的几何高差。

3　管道水头损失计算

1）雨水管道的沿程水头损失可按下式计算：

$$h_r = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} \qquad (5.4.2-1)$$

或

$$h_f = i \cdot l$$

式中 h_f ——管道沿程水头损失（m）；

λ ——管道沿程阻力损失系数，按 5.4.2－2 式计算；

l ——管道长度（m）；

d ——管道计算内径（m）；

v ——管内流速（m/s）；

g ——重力加速度（m/s^2）；

i ——水力坡度（单位管长水头损失）。

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\lg\left(\frac{\Delta}{3.7d} + \frac{2.51}{R_e\sqrt{\lambda}}\right) \qquad (5.4.2-2)$$

式中 Δ ——管壁绝对粗糙度（mm），由管材生产厂提供；

R_e——雷诺数。

当管内流速为 3m/s 左右或以内时，管道水头损失可采用 Hazen－Williams 公式计算。

2）管道的局部水头损失，宜采用管（配）件当量长度法计算。当量长度参见给水章节，雨水斗和过渡段的当量长度由厂商提供。

4 系统出口及下游管道

1）系统出口处的下游管径应放大，流速应控制在 1.8m/s 内。管径和敷设坡度按重力流系统设计。

2）当两个及以上的立管接入同一排出管时，各立管的出口应设在与排出管连接点的上游，先放大管径再汇合。

5 手工计算步骤

1）计算各斗汇水面内的设计雨水量 Q。

2）计算系统的总高度 H（最低雨水斗与系统过渡段或出口的高差）和管长 L（最远的斗到系统出口），系统高度 H 应小于雨水斗和室外地面的高差。

3）确定系统的计算（当量）管长 L_A，可按 $L_A = 1.3L$（金属管）$L_A = 1.6L$（塑料管）估算。

4）估算单位管长的水头（阻力）损失（m 水柱）i，$i = H/L_A$。

5）根据管段流量 Q 和水力坡度 i 在水力计算图上查出管径及新的 i，注意流速应不小于 1m/s。

6）检查系统高度 H 和立管管径的关系应满足要求。

7）精确计算管道计算长度（直线长＋配件当量长）L_A。

8）计算系统的压力降 $h_f = iL_A$。有多个计算管段时，逐段累计。

9）检查 $H - h_f$ 应大于等于 1m。

10）计算系统的最大负压值；若不符合要求，调整管径。

11）检查各管道交汇节点的压差值是否满足要求；否则调整管径。

6 雨水系统由专业厂商设计时，专业厂商应提供雨水系统水力计算的电算书，设计院按上述计算要求逐项检查，不符合要求时责令其修改。

5.4.3 重力流斗屋面雨水系统计算

1 重力流雨水斗的口径、排水能力及斗前允许水深因制造商而异，需根据生产厂提供并经权威机构测试的的资料选取。无资料时，可按表 5.4.3－1 估计排水能力。

表 5.4.3－1 重力流雨水斗的最大泄流量

口径（mm）	75	100	150
泄流量（L/s）	5.6	10	23

2 悬吊管和其他横管可按公式（5.4.1－1、2）计算，式中 I 取管道敷设坡度。管道最小坡度宜为

0.01（金属管）和0.005（塑料管）；最小管径不得小于雨水斗口径。

3 悬吊管应为非满流，充满度不宜大于0.8，管内流速不宜小于0.75m/s。排出管及其他横管可按满流计算，管内流速不宜小于0.75m/s。

4 立管的最大设计泄流量，根据排水立管附壁膜流公式计算，过水断面取立管断面面积的1/4左右，见表5.4.3-2。

表5.4.3-2　重力流斗系统雨水立管的最大设计泄流量

铸铁管		钢管		塑料管	
公称直径(mm)	最大泄流量（L/s）	公称外径×壁厚（mm）	最大泄流量（L/s）	公称外径×壁厚（mm）	最大泄流量（L/s）
75	4.30	108×4	9.40	75×2.3	4.50
100	9.50	133×4	17.10	90×3.2	7.40
				110×3.2	12.80
125	17.00	159×4.5	27.80	125×3.2	18.30
		168×6	30.80	125×3.7	18.00
150	27.80	219×6	65.50	160×4.0	35.50
				160×4.7	34.70
200	60.00	245×6	89.80	200×4.9	64.60
				200×5.9	62.80
250	108.00	273×7	119.10	250×6.2	117.00
				250×7.3	114.10
300	176.00	325×7	194.00	315×7.7	217.00
				315×9.2	211.00

5 排出管和埋地管按满流计算。

5.4.4 天沟计算

1 一般要求

1） 当集水沟有大于10°的转角时，计算的排水能力应乘以折减系数0.85。

2） 天沟和边沟的坡度小于或等于0.003时，按平沟设计。

3） 天沟和边沟的最小保护高度不得小于表5.4.4-1中的尺寸。

表5.4.4-1　天沟和边沟的最小保护高度

含保护高度在内的沟深 h_z（mm）	最小保护高度（mm）
<85	25
85~250	$0.3h_z$
>250	75

2 有坡度天沟计算

1） 天沟内水流速度采用曼宁公式计算

$$V = (1/n)\ R^{2/3} I^{1/2} \qquad (5.4.4-1)$$

式中　V——天沟内水流速度（m/s）；

n——天沟的粗糙度，各种材料的n值见表5.4.4-2；

R——水力半径（m）；

I——天沟坡度。

表 5.4.4-2 各种材料的 n 值

壁面材料的种类	n 值
钢管、石棉水泥管、水泥砂浆光滑水槽	0.012
铸铁管、陶土管、水泥砂浆抹面混凝土槽	0.012～0.013
混凝土及钢筋混凝土槽	0.013～0.014
无抹面的混凝土槽	0.014～0.017
喷浆护面的混凝土槽	0.016～0.021
表面不整齐的混凝土槽	0.020
豆砂沥青玛蹄脂护面的混凝土槽	0.025

2） 天沟过水断面积。

$$\omega = Q/v \tag{5.4.4-2}$$

式中 ω——天沟过水断面积（m^2）；

Q——排水流量（m^3/s）；

v——流速（m/s）；

可采用的断面形式有矩形、梯形、三角形、半圆形。天沟实际断面应另加保护高度 50～100mm，天沟起端深度不宜小于 80mm。

3 水平短天沟计算

集水长度不大于 50 倍设计水深的屋面集水沟为短天沟，水平短天沟的排水流量可按式(5.4.4-3)计算。

$$q_{dg} = 0.9 k_{df} A_z^{1.25} S_x X_x \tag{5.4.4-3}$$

式中 q_{dg}——水平短天沟的排水流量（L/s）；

k_{df}——断面系数，取值见表 5.4.4-3；

A_z——沟的有效断面面积（mm^2），在屋面天沟或边沟中有阻挡物时，有效断面面积应按沟的断面面积减去阻挡物断面面积进行计算；

S_x——深度系数见图 5.4.4-1，半圆形或相似形状的短檐沟 $S_x = 1.0$；

X_x——形状系数见图 5.4.4-2，半圆形或相似形状的短檐沟 $X_x = 1.0$。

表 5.4.4-3 各种沟型的断面系数

沟型	半圆形或相似形状的檐沟	矩形、梯形或相似形状的檐沟	矩形、梯形或相似形状的天沟和边沟
k_{df}	2.78×10^{-5}	3.48×10^{-5}	3.89×10^{-5}

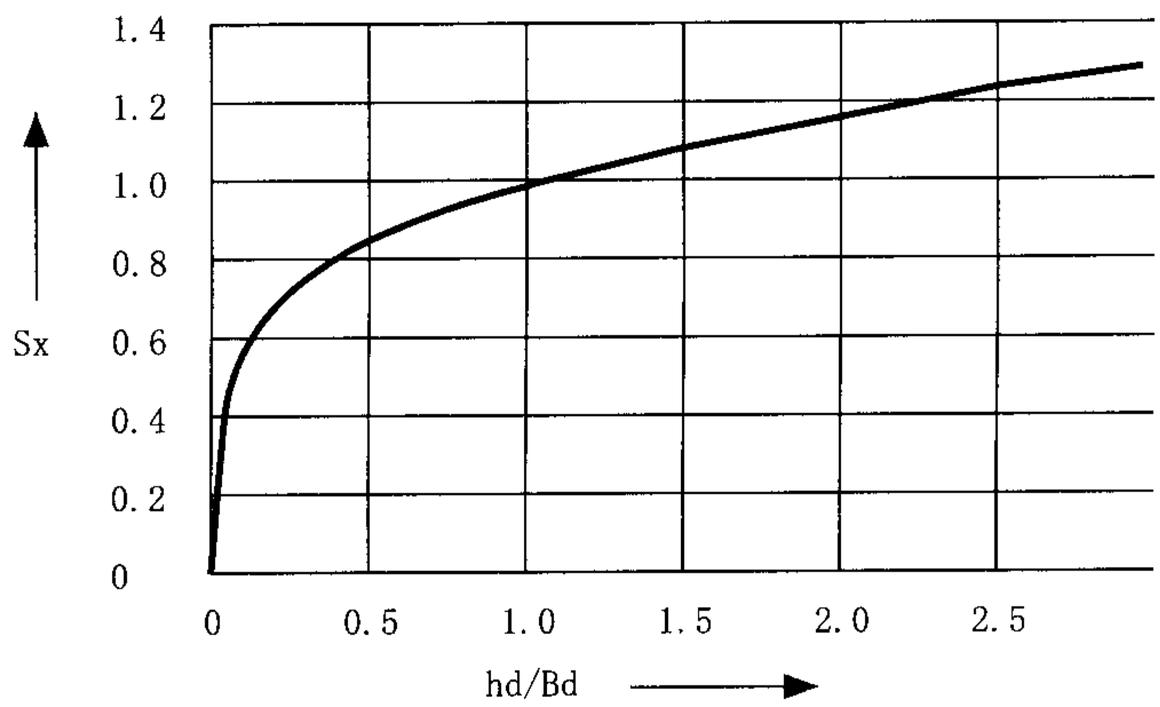


图 5.4.4-1 深度系数 S_x

h_d - 设计水深（mm）；B_d - 设计水位处沟宽（mm）

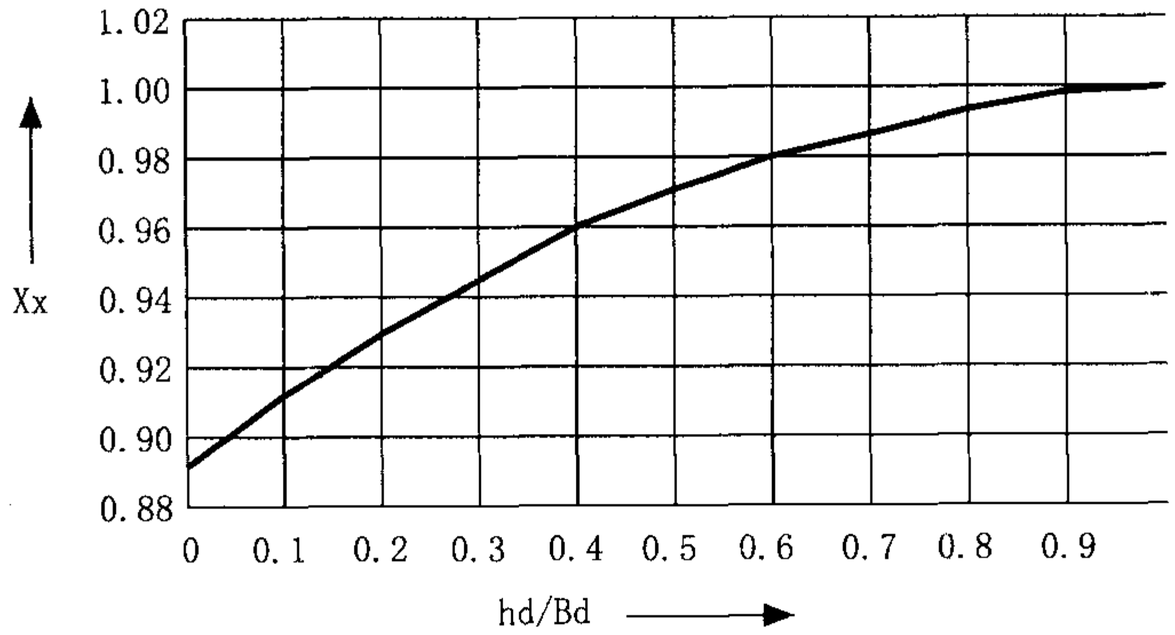


图 5.4.4-2　形状系数 X_x

B－沟底宽度（mm）；Bd－设计水位处沟宽（mm）

4 水平长天沟计算

集水长度大于 50 倍设计水深的屋面集水沟为长天沟，水平长天沟的排水量可按式(5.4.4-4)计算。

$$q_{cg} = q_{dg} L_x \tag{5.4.4-4}$$

式中　q_{cg}——长天沟的设计排水量（L/s）；

L_x——长天沟容量系数，见表 5.4.4-4。

表 5.4.4-4　平底或有坡度坡向出水口的长天沟容量系数

$\frac{L}{h_d}$	容量系数 L_x
	平底 0～3‰
50	1.00
75	0.97
100	0.93
125	0.90
150	0.86
175	0.83
200	0.80
225	0.78
250	0.77
275	0.75
300	0.73
325	0.72
350	0.70
375	0.68
400	0.67
425	0.65
450	0.63
475	0.62
500	0.60

注：L 为排水长度（mm）；

h_d 为设计水深（mm）。

5.4.5 溢流口

1 溢流水量

溢流口宜考虑能够对 50 年重现期降雨的屋面积水及时排除。当溢流口排水时，屋面雨水斗因斗前水位很高而处于淹没满流排水状态，因此溢流水量为降雨径流量扣除屋面雨水斗的淹没满流排水量。

对于虹吸式屋面雨水系统，雨水斗的淹没满流排水量就是雨水斗的设计排水能力。

对于 87 斗屋面雨水系统，雨水斗的淹没满流排水量约为雨水斗设计排水能力的 2 ~ 3 倍。

对于重力流雨水斗屋面雨水系统，当雨水斗的斗前水深—排水流量特性曲线存在折点时，则雨水斗的淹没满流排水量为折点所对应的流量。

2 溢流口尺寸

溢流口的孔口尺寸可按式（5.4.5）近似计算。

$$Q = 385b\sqrt{2g} \cdot h^{3/2} \tag{5.4.5}$$

式中 Q ——溢流水量（L/s）；

b ——溢流口宽度（m）；

h ——溢流孔口高度（m）；

g ——重力加速度（m/s^2），取 9.81。

5.4.6 水泵提升系统计算

1 雨水泵

1）设计流量及台数。

①雨水设计流量 Q 按式（5.2.1）计算，其中，降雨强度的设计重现期视雨水溢进室内带来的危害程度确定，一般不宜低于 10 年，降雨历时 t 宜采用 5min；

②雨水泵组的设计总流量应大于雨水设计流量；

③雨水泵不应少于 2 台，不宜大于 8 台，紧急情况下可同时使用。

2）设计扬程 H 根据式（5.4.6）计算：

$$H = Z + iL + 2 \tag{5.4.6}$$

式中 H ——设计扬程（m）；

Z ——压力雨水管出户处与集水池最低水位的标高差（m）；

i ——水力坡降（m/m），按给水管道计算方法确定；

L ——雨水管的计算长度（m），包括管长和管配件的当量长度；

2 ——出流水头（m）。

2 雨水集水池

1）雨水集水池的平面尺寸应能满足水泵组安装及检修的要求。

2）集水池的深度（从建筑地面向下）一般由四部分叠加而定：雨水进水管内底距地面的高度、保护高度、有效水深（与有效容积对应）和水泵最低吸水高度。

3）集水池的有效容积不应小于最大一台雨水泵 5min 的出水量。

3 窗井内及地下室汽车坡道上雨水口的汇水面积，当承接侧墙雨水时，应把侧墙面积折算计入。

4 压力雨水横管的设计流速应大于自净流速，宜取 1.2 ~ 1.8m/s。

5.5 室外或小区雨水系统设计

5.5.1 系统设置

1 小区雨水系统的特点、选用及敷设情况见表 5.5.1。

2 建筑物室外场地及建筑小区应设室外雨水管网系统。雨水系统应与污水系统分流。

3 宜考虑雨水的利用，详见第 5.7 节。

表 5.5.1　小区雨水系统的特点、选用及敷设

项目	内容说明
组成部分	雨水口、连接管、检查井（跌水井）、管道等
雨水口	砖砌式、预制混凝土装配式、塑料
管材与接口	管道宜采用双壁波纹塑料管、加筋塑料管、钢筋混凝土管等。 穿越管沟等特殊地段采用钢管或铸铁管。 钢管采用焊接接口；混凝土管采用承插接口；其他管材优先采用橡胶圈接口
检查井材料	塑料、混凝土模块、混凝土预制、混凝土现浇、砖砌

5.5.2　雨水口

1　小区内雨水口的布置需根据地形、建筑物和道路的布置等因素确定，宜设在下列各处：

1）道路上的汇水点和低洼处，以及无分水点的人行横道的上游处。双向坡路面应在路两边设置，单向坡路面应在路面低的一边设置。

2）道路的交汇处和侧向支路上、能截流雨水径流处。

3）广场、停车场的适当位置处及低洼处，地下车库坡道的入口处。

4）建筑物单元出入口附近，建筑物雨落管地面排水点附近以及建筑前后空地和绿地的低洼点等处。雨水口不宜设在建筑物门口。

5）其他低洼和易积水的地段处。

2　无道牙的路面和广场、停车场，用平箅式雨水口；有道牙的路面，用偏沟式或立箅式雨水口；有道牙路面的低洼处用联合式雨水口。

3　道路上的雨水口宜每隔 25～40m 设置一个。当道路纵坡大于 0.02 时，雨水口的间距可大于 50m。

4　雨水口深度不宜大于 1.0m。泥砂量大的地区，可根据需要设置沉泥（砂）槽；有冻胀影响的地区，可根据当地经验确定。

5　平箅式雨水口长边应与道路平行，箅面宜低于路面 20～30mm，在土地面上时宜低 30～50mm。

6　雨水口不得修建在其它管道的顶上。

7　雨水口箅盖，一般采用铸铁箅子。雨水口的底和侧墙采用砖、塑料或混凝土材料。

5.5.3　连接管

1　雨水口连接管的长度不宜超过 25m，连接管上串联的雨水口不宜超过 3 个。

2　单箅雨水口连接管最小管径为 200，坡度为 0.01，管顶覆土厚度不宜小于 0.7m。

3　连接管埋设在路面或有重荷载处地面的下面时，其做法详见国标图集 05S518《雨水口》。

5.5.4　检查井

1　检查井一般设在管道（包括接户管）的交接处和转弯处、管径或坡度的改变处、跌水处、直线管道上每隔一定距离处。

2　检查井应尽量避免布置在主入口处。

3　室外或居住小区的直线管段上检查井间的最大间距按表 5.5.4 采用。

表 5.5.4　雨水检查井最大间距

管径（mm）	200～300	400	≥500
最大间距（m）	40	50	70

4　检查井内同高度上接入的管道数量不宜多于 3 条。

5　室外地下或半地下式供水水池的排水口、溢流口，游泳池的排水口，内庭院、下沉式绿地或地面、建筑物门口的雨水口，当标高低于雨水检查井处的地面标高时，不得接入该检查井。

6 检查井的形状、构造和尺寸可按国家标准图选用。检查井在车行道上时应采用重型铸铁井盖。

7 排水接户管埋深小于 1.0m 时，可采用小井径检查井。

8 塑料检查井的设置可参照排水一章的相关内容。

5.5.5 跌水井

1 管道跌水水头大于 2.0m 时，应设跌水井；跌水水头 1.0～2.0m 时，宜设跌水井。

2 跌水井不得有支管接入。

3 管道转弯处不宜设置跌水井。

4 跌水方式一般采用竖管、矩形竖槽和阶梯式。

5 跌水井的一次跌水水头如表 5.5.5。

表 5.5.5 跌水井最大跌水水头高度（m）

进水管管径（mm）	≤200	300～600	>600
最大跌水高度（m）	≤6.0	≤4.0	水力计算确定

5.5.6 管道

1 雨水管道布置

1） 室外雨水管道布置应按管线短、埋深小、自流排出的原则确定。

2） 雨水管道宜沿道路和建筑物的周边呈平行布置。宜路线短、转弯少，并尽量减少管线交叉。检查井间的管段应为直线。

3） 与道路交叉时，应尽量垂直于路的中心线。

4） 干管应靠近主要排水构筑物，并布置在连接支管较多的一侧。

5） 管道尽量布置在道路外侧的人行道或草地的下面，不应布置在乔木的下面。

6） 应尽量远离生活饮用水管道，与给水管的最小净距应为 0.8～1.5m。

7） 当雨水管和污水管、给水管并列布置时，雨水管宜布置在给水管和污水管之间。

8） 雨水管与建筑物、构筑物和其它管道的净距离，按排水管道部分的数据执行。

2 管道连接与敷设

1） 管道在检查井内宜采用管顶平接法，井内出水管管径不宜小于进水管。

2） 雨水管向小区内水体排水时，出水管底应高于水体设计水位。

3） 雨水管道转弯和交接处，水流转角应不小于 90°。当管径超过 300mm，且跌水水头大于 0.3m 时可不受此限。

4） 管道在车行道下时，管顶覆土厚度不得小于 0.7m，否则，应采取防止管道受压破损的技术措施，比如用金属管或金属套管等。

5） 当管道不受冰冻或外部荷载的影响时，管顶覆土厚度不宜小于 0.6m。

6） 当冬季地下水不会进入管道，且管道内冬季不会积水时，雨水管道可以埋设在冰冻层内。但硬聚氯乙烯材质管道应埋于冰冻线以下。

7） 雨水管道的基础做法，参照污废水管道的执行。

5.5.7 明沟（渠）

1 明沟底宽一般不小于 0.3m，超高不得小于 0.2m。成品排水沟底宽可小于 0.3m。

2 明沟与管道互相连接时，连接处必须采取措施，防止冲刷管道基础。

3 明沟下游与管道连接处，应设格栅和挡土墙。明沟应加铺砌，铺砌高度不低于设计超高，长度自格栅算起 3～5m。如明沟与管道衔接处有跌水，且落差为 0.3～2.0m 时，应在跌水前 5～10m 处开始铺砌。

4 明沟支线与干线的交汇角应大于 90°并做成弧形。交汇处应加铺砌，铺砌高度不低于设计超高。

5.5.8 下沉广场或下沉地面雨水系统设计

1 室外下沉的花园、绿地、广场、道路等低洼处积水时若有流进室内的可能，则应设水泵提升排水。短时积水不会造成危害时，可采用重力排水，雨水口可接入室外雨水检查井。

2 需水泵提升排水的下沉广场雨水应收集到雨水集水池，用污水泵排除到小区的室外雨水管网中。集水池应设在建筑物外。

3 下沉广场内的雨水当采用水泵提升排除时，广场上方周围地面的雨水应通过土建设施进行拦截，不得进入下沉广场。

4 下沉广场设有建筑入口时，广场地面应比室内地面低15cm以上，否则。广场雨水径流应按50年重现期计算。

5.6 小区雨水管道水力计算

5.6.1 基本参数和公式

1 基本参数

1）管道流速在最小流速和最大流速之间选取，见表5.6.1－1。

2）管道敷设坡度应大于最小坡度，见表5.6.1－2，并小于0.15。

3）管道按满流计算。

4）管道直径不得小于表5.6.1－3中的数值。

表5.6.1－1　雨水管道流速限值

	金属管	非金属管	明渠（混凝土）
最大流速（m/s）	10	5	4
最小流速（m/s）	0．75	0．75	0．4

表5.6.1－2　最小坡度

管径（mm）		200	250	300	350	400	450	500	600	≥700
坡度（%）	非塑料管	0.5	0.4	0.3	0.25	0.2	0.18	0.15	0.12	0.1
	塑料管	0.3	—	0.2	—	—	—	—	—	—

表5.6.1－3　最小管径

管道名称	出户管的汇集管	支管及干管	雨水口连接管
最小管径（mm）	200	300	200

2 基本公式

室外雨水管道的排水能力可按式（5.6.1－1、2）近似计算。

$$Q = vA \tag{5.6.1-1}$$

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \tag{5.6.1-2}$$

式中　Q——排水流量（m^3/s）；

v——流速（m/s）；

A——水流断面积（m^2），按满流计算；

n——粗糙系数；塑料管取0.009，混凝土管取0.013～0.014；

R——水力半径（m），按满流计算；

I——管道敷设坡度。

5.6.2 雨水口

1 雨水口的最大排水能力见表5.6.2。

表 5.6.2 雨水口的泄水流量

雨水口形式 （箅子尺寸为 750mm×450mm）	泄水流量 （L/s）
平箅式雨水口单箅	20
平箅式雨水口双箅	35
平箅式雨水口三箅	45
偏沟式雨水口单箅	20
偏沟式雨水口双箅	35
联合式雨水口单箅	30
联合式雨水口双箅	50

2 雨水口设计流量计算

雨水口的设计流量根据式（5.2.1）计算，其中降雨强度按 5～10min 降雨历时计算，汇水面积一般不考虑附加建筑侧墙的汇水面积。

确定雨水口的形式时，其设计流量不应超过表 5.6.2 中的数值。

5.6.3 连接管的设计流量和雨水口流量相等。管径根据公式 5.6.1－1 计算。雨水口连接管最小管径为 200，坡度为 0.01，

5.6.4 汇合管段计算

1 设计流量

当两路及以上的雨水管道（包括屋面雨水出户管）汇合，汇合流量计算如下：

$$Q = k\Psi_m q\ (F_1 + F_2 + F_3 + \cdots) \qquad (5.6.4)$$

式中，面积 F_i 为各管路负担的汇水面积；降雨强度 q 按式（5.2.2－1）和式（5.2.2－2）计算，其中降雨历时取各汇合管路降雨历时中最大的值。

2 管径根据式（5.6.1－1、2）计算。

5.6.5 水泵提升系统

1 降雨强度的设计重现期视雨水溢进室内带来的危害程度确定，一般宜不低于 10 年，会造成严重影响的，应不低于 50 年。

2 确定雨水泵流量和集水池的容积时，可充分利用汇水地面的储水能力，把地面积水量作为调节水量处理，以使水泵及水池的容量不致过大，并可实现平时的小雨量时自动控制装置也能有效地运行。

3 提升水泵的设计流量和集水池容积可按如下方法之一确定：

1）大泵小水池。水泵流量按 5min 降雨强度计算，集水池容积按最大一台泵的 5min 出水量确定。当下沉广场积水不会危害室内时，集水池容积可按 30s 水泵出水量确定。

2）小泵大水池。水泵流量按 30min 降雨强度计算，集水池有效储水容积按 30min 径流总量计算，即该流量乘 30min（计算中注意单位统一）。

4 地面积水允许深度以不向室内溢水为准，并留有一定余量。

5 为使较小重现期的雨水也能及时排除，可考虑设多台的工作泵。

5.7 建筑与小区雨水利用

5.7.1 雨水利用的总体要求

1 雨水利用的目标、系统类别见表 5.7.1－1。

表 5.7.1-1　雨水利用的目标和系统类别

系统种类	收集回用		入渗	调蓄排放
目标	将发展区内的雨水径流量控制在开发前的水平，即拦截、利用硬化面上的雨水径流增量。开发前径流系数一般小于 0.2～0.4			
技术原理	蓄存并消纳硬化面上的雨水			储存缓排硬化面雨水
作用	1. 减小外排雨峰流量；2. 减少外排雨水总量			减小外排雨峰流量
	替代部分自来水		补充土壤含水量	
适用的雨水	较洁净雨水		非严重污染雨水	各种雨水
雨水来源	屋面、水面、洁净地面		地面、屋面	地面、屋面、水面
技术适用条件	常年降雨量大于 400mm 的地区		1. 土壤渗透系数宜为 10^{-6} m/s～10^{-3} m/s； 2. 地下水位低于渗透面 1.0m 及以上； 3. 非湿陷性黄土地区	渗透和雨水回用难以实现的小区

2　雨水利用径流量

1）雨水利用与控制的径流总量可根据式（5.7.1）简化计算：

$$W = 10\Psi_c h_y F \tag{5.7.1}$$

式中　W ——雨水设计径流总量（m^3）；

Ψ_c ——雨量径流系数，按表 5.7.1-2 取值；

h_y ——设计降雨厚度（mm）；

F ——汇水面积（hm^2）。

表 5.7.1-2　雨量径流系数

下垫面种类	雨量径流系数 ψ_c
硬屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面	0.8～0.9
铺石子的平屋面	0.6～0.7
绿化屋面	0.3～0.4
混凝土和沥青路面	0.8～0.9
块石等铺砌路面	0.5～0.6
干砌砖、石及碎石路面	0.4
非铺砌的土路面	0.3
绿地	0.15
水面	1
地下建筑覆土绿地（覆土厚度≥500mm）	0.15
地下建筑覆土绿地（覆土厚度＜500mm）	0.3～0.4

2）设计降雨重现期

雨水入渗系统不宜小于 2 年；雨水收集回用系统宜为 1～2 年；雨水调蓄排放系统宜为 2 年。

3）设计降雨厚度

降雨厚度以日为单位计算。降雨厚度资料应根据当地近期 10 年以上降雨量统计确定。各地年最大 24h 平均降雨厚度见附录 E－2。

4）汇水面积

汇水面积为小区内的所有硬化面面积，包括屋面、路面、广场、停车场等。另外，景观水体面也包括在内。汇水面积按汇水面水平投影面积计算。

5.7.2 雨水收集回用

1 雨水收集回用设施的构成与选用见表 5.7.2－1。

表 5.7.2－1 雨水收集回用设施的构成与选用

设施的组成	汇水面、收集系统、雨水弃流、雨水储存、雨水处理、清水池、雨水供水系统、雨水用户
应用要求	雨量充沛、汇水面雨水收集效率高（径流系数大）； 雨水用量大，管网日均用水量不宜小于蓄水池储水容积的 1/3
雨水回用用途	优先作为景观水体的补充水源，其次为绿化用水、循环冷却水、汽车冲洗用水、路面、地面冲洗用水、冲厕用水、消防用水等，不可用于生活饮水、游泳池补水等
雨水收集场所	优先收集屋面雨水，不宜收集机动车道路等污染严重的路面上的雨水。当景观水体以雨水为主要水源之一时，地面雨水可排入景观水体

2 回用雨水的水质标准

回用雨水的 COD_{Cr}和 SS 指标应满足表 5.7.2－2 的规定，其余指标应符合国家现行相关标准的规定。

表 5.7.2－2 雨水处理后 COD_{Cr}和 SS 指标

项目指标	循环冷却系统补水	观赏性水景	娱乐性水景	绿化	车辆冲洗	道路浇洒	冲厕
COD_{cr}（mg/L）≤	30	30	20	30	30	30	30
SS（mg/L）≤	5	10	5	10	5	10	10

3 雨水收集系统

1）屋面雨水收集系统的设计和计算可按雨水排除系统方法，但需注意以下不同点：

①屋面雨水系统中设有弃流设施时，弃流设施服务的各雨水斗至该设施的管道长度宜相近；

②当雨水蓄水池设在室内时，雨水收集管道上应设置能重力排放到室外的超越管，超越转换阀门宜能实现自动控制。

2）向室外蓄水设施输送屋面雨水的室外输水管道，可用检查口替代检查井。

3）向景观水体排水的室外雨水排水系统，管道系统的设计与计算可按室外排水系统的方法处理。

4 初期径流雨水弃流

1）弃流设施的技术特性见表 5.7.2－3。

2）屋面雨水宜进行初期径流弃流。在屋面雨水用做景观水体补水时，若水体设有完善的水质保持措施，可不做弃流。

3）初期径流弃流量应按照下垫面实测收集雨水的 COD_{Cr}、SS、色度等污染物浓度确定。当无资料时，屋面弃流可采用 2～3mm 径流厚度，地面弃流可采用 3～5mm 径流厚度。当采用雨量计式弃流装置时，屋面弃流降雨厚度可取 4～6mm。

表 5.7.2-3　弃流设施技术特性

类型	容积式	雨量计式	流量式
功能	把初期径流雨水隔离出来，一般可使后续雨水的主要污染物平均浓度不超过：COD_{Cr} 70～100mg/L；SS 20～40mg/L；色度 10～40 度		
原理	水箱（池）储存弃流雨水，用水位判别并控制弃流量	用雨量计判别并控制弃流量	用流量计判别并控制弃流量
特点	现场制作或成品装置 技术简单，维护方便 便于集中设置	技术较复杂	技术复杂
		成品装置，便于分散设置 可以不设弃流池	
设置位置	蓄水池前端 建筑雨水管道的末端	可设在雨水管道上	
应用场所	屋面雨水收集 地面雨水收集系统	屋面雨水收集系统	
需要弃流的情况	雨季开始时的降雨，时间相隔 3～7 天以上的降雨		

4）初期径流弃流量按下式计算：

$$W_i = 10 \times \delta \times F \tag{5.7.2-1}$$

式中　W_i ——设计初期径流弃流量（m^3）；

δ ——初期径流厚度（mm）；

F ——汇水面积（hm^2）。

5）弃流雨水可采用下列方式之一处置：

排入绿地、土壤入渗、排入雨水排水管道、排入污水管道，并采取措施确保污水不倒灌回弃流设施内。

5　雨水蓄存

1）常用的雨水储存设施有：景观水体、钢筋混凝土水池、形状各异的成品水池水罐等。

2）景观水体宜作为雨水储存设施，水面和水体溢流水位之间的空间作为蓄存容积。

3）雨水蓄水池、蓄水罐宜设置在室外地下。室外地下蓄水池（罐）的人孔或检查口应设置防止人员落入水中的双层井盖。

4）蓄水池可兼作自然沉淀池。兼做沉淀池时，应满足：

①进水端均匀布水；

②出水端避免扰动沉积物；

③进、出水管的设置不使水流短路。

5）雨水蓄水池应设溢流。设在室内且溢流水位低于室外地面时，应设置自动提升设备排除溢流雨水，溢流提升设备的排水标准应按 50 年降雨重现期 5min 降雨强度设计，并不得小于集雨屋面设计重现期降雨强度，同时溢流水位应设报警。

雨水蓄水池宜和中水原水调节水池分开设置。

6）蓄水池储水量根据式（5.7.1）计算，其中降雨厚度取设计重现期的最高日（24h）降雨厚度。

7）把式（5.7.1）计算的日雨水径流总量与雨水回用系统的最大日用水量进行比较，当最大日用水量不足雨水径流总量的 40% 时，则雨水蓄存量可减少，按雨水回用系统的日用水量的 3 倍取值。

8）当蓄水池设计储水容积小于式（5.7.1）计算的雨水径流总量时，蓄水池的溢流水应进行入渗。入渗能力可按径流总量与水池容积的差值计算。当小区的外排雨水径流没有限量要求时，溢流水可不做入渗利用。

6　雨水处理

1）屋面雨水水质处理根据原水水质可选择下列工艺流程：

雨水→（初期径流弃流）→景观水体；

雨水→初期径流弃流→雨水蓄水池沉淀→雨水清水池→过滤→植物浇灌、地面冲洗；

雨水→初期径流弃流→雨水蓄水池沉淀→过滤→消毒→雨水清水池→冲厕、车辆冲洗、娱乐性水景；

当雨水用于冷却塔补水或用户对水质有较高的要求时，增加相应的深度处理措施。

2）雨水用于景观水体时，水体宜优先采用生态处理方式净化水质。

3）雨水消毒可参考中水系统。

4）雨水净化处理装置的处理水量按式（5.7.2-2）确定：

$$Q_y = \frac{W_y}{T} \tag{5.7.2-2}$$

式中 Q_y ——设施处理水量（m^3/h）；

W_y ——雨水供应系统的最高日用雨水量（m^3）；

T ——雨水处理设施的日运行时间（h），可取 24h。

当无雨水清水池和高位水箱时，Q_y 按回用雨水管网的设计秒流量计。

5）雨水和中水原水的特征污染物有明显区别，二者宜分开蓄存，分开净化处理。二者的清水池可合并使用。

7 雨水供应系统

1）管网的最高日雨水用量可参照中水章节的数据计算。

2）雨水供应系统必须设置补水，且应符合下列要求：

①应设自动补水，补水来源可采用中水，也可采用生活饮用水（景观用水系统除外）。中水补水的水质应满足雨水供水系统的水质要求；

②补水流量应满足雨水中断时系统的用水量要求；

③补水应在雨水供不应求时进行，控制方法参照中水系统补水的控制。

3）雨水管网的供应用户范围应尽量的大，以便尽快降低雨水蓄水池的水位。

4）补水管道和雨水供水管道上均应设水表计量。

5）卫生安全措施：

①雨水供水管道应与生活饮用水管道完全分开设置；

②采用生活饮用水补水时，清水池（箱）内的自来水补水管出水口应高于清水池（箱）内溢流水位，其间距不得小于 2.5 倍补水管管径，严禁采用淹没式出水口补水；若向蓄水池（箱）补水，补水管口应设在池外，用喇叭口管把补水导入池中；

③供水管道上不得装设取水嘴，当设有取水口时，应设锁具或专门开启工具；

④水池（箱）、阀门、水表、给水栓、取水口均应有明显的“雨水”标识；

⑤供水管外壁应按设计规定涂色或标识。

5.7.3 雨水入渗

1 雨水入渗系统的组成与技术特点，见表 5.7.3-1 和表 5.7.3-2。

表 5.7.3-1 地面渗透系统

常用系统	下凹绿地	浅沟与洼地	地面渗透池塘	透水铺装地面
特点	1. 地面渗透，蓄水空间敞开； 2. 建造费少，维护简单； 3. 接纳异（客）地硬化面上雨水入渗			1. 在面层渗透和土壤渗透面之间蓄水； 2. 雨水就地入渗

续表 5.7.3-1

常用系统	下凹绿地	浅沟与洼地	地面渗透池塘	透水铺装地面
组成	汇水面、雨水收集、沉砂、渗透设施			渗透设施
渗透设施的技术要求	1. 低于周边地面 5～10cm 的绿地； 2. 绿地种植耐浸泡植物	1. 积水深度不超过 300mm 的沟或洼地； 2. 底面尽量无坡度； 3. 沟或洼地内种置耐浸泡植物	1. 栽种耐浸泡植物的开阔池塘； 2. 边坡坡度不大于 1:3 3. 池面宽度与池深比大于 6:1	1. 透水面层、找平层、透(蓄)水垫层组成； 2. 面层渗透系数大于 1×10^{-4}m/s； 3. 蓄水量不小于常年 60min 降雨厚度
技术优势	投资费用最省、维护方便； 适用范围广		占地面积小、维护方便	增加硬化面透水性； 利于人行
选用	优先采用	绿地入渗面积不足或土壤入渗性较小时采用	1. 不透水面积比渗透面积大于 15 倍时可采用； 2. 土壤渗透系数 $K\geqslant1\times10^{-5}$m/s	需硬化的地面可采用

表 5.7.3-2　地下渗透系统

常用系统	埋地渗透管沟	埋地渗透渠	埋地渗透池
特点	土壤渗透面和蓄水空间均在地下		
组成	汇水面、雨水管道收集系统、固体分离、渗透设施		
渗透设施构成	穿孔管道，外敷砾石层蓄水，砾石层外包渗透土工布	镂空塑料模块拼接而成，外壁包单向渗透土工布	
选用	1. 绿地入渗面积不足以承担硬化面上的雨水时采用； 2. 可设于绿地或硬化地面下，不宜设于行车路面下		
	需兼做排水管道时可采用	需要较多的渗透面积时采用	无足够面积建管沟、渠时可采用； 土壤渗透系数 $K\geqslant1\times10^{-5}$m/s
优缺点	造价较低，施工复杂，有排水功能，储水量小	造价高，施工方便、快捷	造价高，施工方便、快捷，占用面积小，储水量大
与建筑物、构筑物的距离	≥3m	≥3m	≥5m

2　地面雨水收集

地面雨水收集管道系统的设计和计算可按雨水排除系统方法，但需注意以下不同点：

1）雨水口应采用具有拦污截污功能的成品雨水口。

2）雨水收集与输送管道系统的设计降雨重现期应与入渗设施的取值一致。

3　固体分离装置

地面或屋面雨水在进入埋地渗透设施之前，需要进行沉沙处理，去除树叶、泥沙等固体杂质。

4　雨水入渗设施

1）渗透管沟

①渗透管沟宜采用穿孔塑料管、无砂混凝土管或排疏管等透水材料。塑料管的开孔率不小于 15%，

无砂混凝土管的孔隙率不小于 20%。渗透管的管径不小于 150mm，检查井之间的管道敷设坡度宜采用 0.01 ~0.02；

②蓄水层宜采用砾石，砾石外层应采用土工布包覆；

③渗透检查井的间距不应大于渗透管管径的 150 倍。渗透检查井的出水管标高宜高于入水管口标高，但不应高于上游相邻井的出水管口标高。渗透检查井应设 0.3m 沉砂室；

④渗透管沟不宜设在行车路面下，设在行车路面下时覆土深度不应小于 0.7m；

⑤地面雨水进入渗透管前宜设渗透检查井或集水渗透检查井；

⑥地面雨水集水宜采用渗透雨水口；

⑦在适当的位置设置测试段，长度宜为 2 ~3m，两端设置止水壁，测试段应设注水孔和水位观察孔。

2）渗透渠

①一般采用镂空塑料模块拼装，空隙率高达 95%；

②形状布置灵活，布置方法需在有品牌的供货商指导下进行；

③设在行车地面下时（承压 $10t/m^2$），顶面覆土深度不应小于 0.8m。

3）渗透池

①一般采用镂空塑料模块拼装，空隙率高达 95%；

②设在停车场下时（承压 $10t/m^2$），顶面覆土深度不应小于 0.8m；

③池底设置深度遵从产品要求，但距地下水位不应小于 1.0m；

④设在行车地面下时（承压 $10t/m^2$），顶面覆土深度不应小于 0.8m。

5 入渗面积计算

1）入渗设施的有效渗透面积应为下列各部分有效渗透面积之和：

①水平渗透面按实际面积计算；

②竖直渗透面按有效水位高度的 1/2 对应的面积计算；

③斜渗透面按有效水位高度的 1/2 所对应的斜面实际面积计算；

④地下渗透设施的顶面积不计。

2）入渗设施的有效渗透面积应满足下式要求：

$$A_s \geqslant W_s / (\alpha K J t_s) \tag{5.7.3-1}$$

式中 A_s——有效渗透面积（m^2）；

W_s——设计雨水入渗量（m^3）；

α——综合安全系数，一般可取 0.5 ~0.8；

K——土壤渗透系数（m/s）；

J——水力坡降，一般可取 J = 1.0；

t_s——渗透时间（s）。

3）设计雨水入渗量根据式（5.7.1）计算，其中降雨重现期不宜小于 2 年，降雨厚度按 24h 计，汇水面积 F 为小区内的总硬化面积扣除透水铺装地面面积。当设有雨水回用系统时，还要扣除该系统的汇水面积。

4）土壤渗透系数可根据建筑区的地质勘探资料或现场实测确定，现场测定应取稳定渗透系数。当资料不具备时，可参照表 5.7.3 -3 采用。

5）渗透时间：入渗池、入渗井可按 3 日计；其他地下渗透设施按 24h 计。

6 储水容积计算

1）入渗池、入渗井的储水容积应不小于设计入渗雨水量。

表 5.7.3-3　土壤渗透系数

地层	地层粒径		渗透系数 K（m/s）
	粒径（mm）	所占重量（%）	
粘土			$<5.7\times10^{-8}$
粉质粘土			$5.7\times10^{-8}\sim1.16\times10^{-6}$
粉土			$1.16\times10^{-6}\sim5.79\times10^{-6}$
粉砂	>0.075	>50	$5.79\times10^{-6}\sim1.16\times10^{-5}$
细砂	>0.075	>85	$1.16\times10^{-5}\sim5.79\times10^{-5}$
中砂	>0.25	>50	$5.79\times10^{-5}\sim2.31\times10^{-4}$
均质中砂			$4.05\times10^{-4}\sim5.79\times10^{-4}$
粗砂	>0.50	>50	$2.31\times10^{-4}\sim5.79\times10^{-4}$
圆砾	>2.00	>50	$5.79\times10^{-4}\sim1.16\times10^{-3}$
卵石	>20.0	>50	$1.16\times10^{-3}\sim5.79\times10^{-3}$
稍有裂隙的岩石			$2.31\times10^{-4}\sim6.94\times10^{-4}$
裂隙多的岩石			$>6.94\times10^{-4}$

2）其他埋地渗透设施的储水容积应满足下式要求：

$$V_s \geqslant \max\ (W_c - 60\alpha A_s K J t_c) \qquad (5.7.3-2)$$

$$W_c = 1.25\left[60\times\frac{q_c}{1000}\times\ (F_y\Psi_m + F_0)\right]t_c \qquad (5.7.3-3)$$

式中　V_s ——渗透设施的有效容积（m^3）；

t_c ——降雨历时（min）；

W_c——渗透设施进水量（m^3）；

F_y ——渗透设施受纳的集水面积（hm^2），或客地雨水汇水面积；

F_0 ——渗透设施的直接受水面积（hm^2），对于埋地渗透设施取 0；

q_c ——暴雨强度［L/（s·hm^2）］，用式（5.2.2-1）计算。

3）降雨历时 t_c。以上两式和 q_c 中包含的降雨历时是同一参数，按式（5.2.2-2）计算，其中的折减系数 m 取 1。

7　地面渗透设施的简化计算

1）硬化面上的雨水采用下凹绿地入渗时，可按硬化面积 1:1 配置下凹绿地，渗透面积和储水容积可不再计算，视为满足入渗要求。地下建筑顶面与覆土之间设有渗排设施时，地下建筑顶面的下凹绿地也可按上述比例入渗硬化面雨水。

2）透水铺装地面上的降雨视为能够就地入渗，可不进行计算。

3）渗透池塘可按连续 3d、7d 或月降雨量平衡、计算雨水的储存和渗透。

5.7.4　雨水调蓄排放

1　雨水的调蓄排放系统由雨水收集管网、调蓄池、排水管道组成。调蓄池应尽量利用天然洼地、池塘、景观水体等地面设施，条件不具备时，可采用地下调蓄池。地下调蓄池设有进水口、出水口和人孔。

2　调蓄池的设计与计算可参照市政工程的雨水调蓄池。出水管的设计流量可按建筑区综合径流系数 0.2 左右时的雨水流量计算，降雨重现期按 2 年考虑。

5.7.5　建筑区的雨水排除

建筑区内硬化面上的雨水采用入渗或收集回用方式利用后，仍需要设置雨水排除系统，将超量雨水排入市政雨水管网。

1 排水系统的设置

1）当绿地标高低于道路标高时，排水雨水口宜设在道路两边的绿地内，其顶面标高应高于绿地 20～50mm，且低于路面 30～50mm。

2）雨水口宜采用平箅式，设置间距不宜大于 40m。

3）透水铺装地面的雨水排水设施宜采用明渠。

4）渗透管兼做雨水排水管时，末端必须设置检查井和排水管，排水管连接到雨水排水管网。

2 排水流量计算中的径流系数

当雨水收集回用系统和入渗系统符合下列要求时，硬化面上的排水流量径流系数可按 0.25～0.4 取值。

1）收集回用系统的雨水蓄水池有效容积不小于汇水面上设计重现期 1～2 年的日降雨径流量，并且回用管网的最高日用水量（其中绿地、路面浇洒用水量不超过 50%）不小于日降雨径流量的 40%。

2）埋地渗透管沟、渗透渠的日渗透能力不小于汇水面上设计重现期 2 年的日降雨径流量，且储水容积不小于式（5.7.3－2）的要求。

3）埋地入渗池、井的 3 日渗透能力不小于汇水面上设计重现期 2 年的日降雨径流量，储水容积不小于日降雨径流量。

4）透水铺装地面满足表 5.7.1－1 中的技术要求。

5）汇水面上的雨水采用下凹绿地、渗透池塘入渗时，满足第 5.7.3 条第 7 款的要求。

6）汇水面上的雨水采用收集回用和入渗两种方式串联时，满足第 5.7.2 条第 5 款第 8 项的要求。

6 热　水

6.1 用水量定额

住宅和公共建筑内，生活热水用水定额应根据水温、卫生设备完善程度、热水供应时间、当地气候条件、生活习惯和水资源情况等确定。

6.1.1 各类建筑的热水用水定额（太阳能热水系统除外）应按表6.1.1确定。

表6.1.1 热水用水定额

序号	建筑物名称	单位	最高日用水定额（L）	使用时间（h）
1	住宅			
	有自备热水供应和淋浴设备	每人每日	40～80	24
	有集中热水供应和淋浴设备	每人每日	60～100	24
2	别墅	每人每日	70～110	24
3	酒店式公寓	每人每日	80～100	24
4	宿舍			
	Ⅰ类、Ⅱ类	每人每日	70～100	24
	Ⅲ类、Ⅳ类	每人每日	40～80	或定时供应
5	招待所、培训中心、普通旅馆			
	设公用盥洗室	每人每日	25～50	24
	设公用盥洗室、淋浴室	每人每日	40～60	或定时供应
	设公用盥洗室、淋浴室、洗衣室	每人每日	50～80	
	设单独卫生间、公用洗衣室	每人每日	60～100	
6	宾馆、客房			
	旅客	每床位每日	120～160	24
	员工	每人每日	40～50	
7	医院住院部			
	设公用盥洗室	每床位每日	60～100	24
	设公用盥洗室、淋浴室	每床位每日	70～130	
	设单独卫生间	每床位每日	110～200	
	医务人员	每人每班	70～130	8
	门诊部、诊疗所	每病人每次	7～13	
	疗养院、休养所住房部	每床位每日	100～160	24
8	养老院	每床位每日	50～70	24
9	幼儿园、托儿所			
	有住宿	每儿童每日	20～40	24
	无住宿	每儿童每日	10～15	10

续表 6.1.1

序号	建筑物名称	单位	最高日用水定额（L）	使用时间（h）
10	公共浴室			
	淋浴	每顾客每次	40 ~ 60	12
	淋浴、浴盆	每顾客每次	60 ~ 80	12
	桑拿浴（淋浴、按摩池）	每顾客每次	70 ~ 100	12
11	理发室、美容院	每顾客每次	10 ~ 15	12
12	洗衣房	每公斤干衣	15 ~ 30	8 ~ 16
13	餐饮厅			
	营业餐厅	每顾客每次	15 ~ 20	10 ~ 12
	快餐店、职工及学生食堂	每顾客每次	7 ~ 10	12 ~ 16
	酒吧、咖啡厅、茶座、卡拉 OK 房	每顾客每次	3 ~ 8	8 ~ 18
14	办公楼	每人每班	5 ~ 10	8
15	健身中心	每人每次	15 ~ 25	12
16	体育场（馆）			
	运动员淋浴	每人每次	17 ~ 26	4
17	会议厅	每座位每次	2 ~ 3	4

注：1 表内所列用水量已包括在冷水用水定额之内。

2 热水温度按 60℃计。

6.1.2 以太阳能为热源的局部或集中供应热水时的热水用水定额按下列确定：

1 居住建筑的热水用水定额按表 6.1.2 确定。

表 6.1.2 居住建筑热水用水定额

序号	建筑物名称	单位	相应供水温度下的平均日用水定额（L）			
			50℃	55℃	60℃	65℃
1	住宅					
	有自备热水供应和淋浴设备	每人每日	60	55	50	45
	有集中热水供应和淋浴设备	每人每日				
2	别墅	每人每日	65	60	55	50

2 公共建筑的热水用水定额可按表 6.1.1 中低限值确定。

3 太阳能集中热水供应系统的辅助热源的供热量应按 6.1.1 中用水定额值计算确定。

6.1.3 卫生器具的一次和一小时热水用水定额和水温应按表 6.1.3 确定。

表 6.1.3 卫生器具的一次和小时热水用水定额及水温

序号	卫生器具名称	一次用水量（L）	小时用水量（L）	使用水温（℃）
1	住宅、旅馆、别墅、宾馆、酒店式公寓			
	带有淋浴器的浴盆	150	300	40
	无淋浴器的浴盆	125	250	40
	淋浴器	70 ~ 100	140 ~ 200	37 ~ 40
	洗脸盆、盥洗槽水嘴	3	30	30
	洗涤盆（池）	—	180	50

续表 6.1.3

序号	卫生器具名称	一次用水量（L）	小时用水量（L）	使用水温（℃）
2	宿舍、招待所、培训中心			
	淋浴器：有淋浴小间	70～100	210～300	37～40
	无淋浴小间	—	450	37～40
	盥洗槽水嘴	3～5	50～80	30
3	餐饮业			
	洗涤盆（池）	—	250	50
	洗脸盆工作人员用	3	60	30
	顾客用	—	120	30
	淋浴器	40	400	37～40
4	幼儿园、托儿所			
	浴盆：幼儿园	100	400	35
	托儿所	30	120	35
	淋浴器：幼儿园	30	180	35
	托儿所	15	90	35
	盥洗槽水嘴	—	25	30
	洗涤盆（池）	—	180	50
5	医院、疗养院、休养所			
	洗手盆		15～25	35
	洗涤盆（池）	—	300	50
	淋浴器		200～300	37～40
	浴盆		250～300	40
6	公共浴室			
	浴盆	125	250	40
	淋浴器：有淋浴小间	100～150	200～300	37～40
	无淋浴小间	—	450～540	37～40
	洗脸盆	5	50～80	35
7	办公楼 洗手盆	—	50～100	35
8	理发室美容院洗脸盆	—	35	35
9	实验室			
	洗脸盆	—	60	50
	洗手盆	—	15～25	30
10	剧场			
	淋浴器	60	200～400	37～40
	演员用洗脸盆	5	80	35
11	体育场馆　淋浴器	30	300	35
12	工业企业生活间			
	淋浴器：一般车间	40	360～540	37～40
	脏车间	60	180～480	40
	洗脸盆或盥洗槽水龙头			
	一般车间	3	90～120	30
	脏车间	5	100～150	35
13	净身器	10～15	120～180	30

注：一般车间指现行《工业企业设计卫生标准》GBZ1 中规定的 3、4 级卫生特征的车间，脏车间指该标准中规定的 1、2 级卫生特征的车间。

6.2 水　　温

6.2.1 在计算热水系统的耗热量时，冷水温度应以当地最冷月平均水温资料确定。无水温资料时，可按表 6.2.1 确定。

表 6.2.1　冷水计算温度

区域	省、市、自治区、行政区		地面水℃	地下水℃	区域	省、市、自治区、行政区		地面水℃	地下水℃
东北	黑龙江		4	6 ~ 10	东南	江苏	偏北	4	10 ~ 15
	吉林		4	6 ~ 10			大部	5	15 ~ 20
	辽宁	大部	4	6 ~ 10		江西大部		5	15 ~ 20
		南部	4	10 ~ 15		安徽大部		5	15 ~ 20
华北	北京		4	10 ~ 15		福建	北部	5	15 ~ 20
	天津		4	10 ~ 15			南部	10 ~ 15	20
	河北	北部	4	6 ~ 10		台湾		10 ~ 15	20
		大部	4	10 ~ 15	中南	河南	北部	4	10 ~ 15
	山西	北部	4	6 ~ 15			南部	5	15 ~ 20
		大部	4	10 ~ 15		湖北	东部	5	15 ~ 20
	内蒙		4	6 ~ 10			西部	7	15 ~ 20
西北	陕西	偏北	4	6 ~ 10		湖南	东部	5	15 ~ 20
		大部	4	10 ~ 15			西部	7	15 ~ 20
		秦岭以南	7	15 ~ 20		广东、港澳		10 ~ 15	20
	甘肃	南部	4	10 ~ 15		海南		15 ~ 20	17 ~ 22
		秦领以南	7	15 ~ 20	西南	重庆		7	15 ~ 20
	青海	偏东	4	10 ~ 15		贵州		7	15 ~ 20
	宁夏	偏东	4	6 ~ 10		四川　大部		7	15 ~ 20
		南部	4	10 ~ 15		云南	大部	7	15 ~ 20
	新疆	北疆	5	10 ~ 11			南部	10 ~ 15	20
		南疆	–	12					
		乌鲁木齐	8	12					
东南	上海		4	10 ~ 15		广西	大部	10 ~ 15	20
	上海		5	15 ~ 20			偏北	7	15 ~ 20
	浙江		5	15 ~ 20	西藏			–	5

6.2.2 直接制备生活热水的热水锅炉、热水机组或水加热器出口的最高水温和配水点的最低水温可按表 6.2.2 采用。

表 6.2.2　热水锅炉、热水机组或水加热器出口的最高水温和配水点的最低水温

水质处理情况	热水锅炉热水机组或水加热器出口的最高水温（℃）	配水点的最低水温（℃）
原水水质无需软化处理，原水水质需水质处理且有水质处理	75	50
原水水质需水质处理但未进行水质处理	60	50

注：1　局部热水供应系统和以热力管网热水做热媒的热水供应系统，配水点最低水温为 50℃。

2　从安全、卫生、节能、防垢等考虑，适宜的热水供水温度为 55～60℃。

3　医院的水加热温度不宜低于 60℃。

6.2.3　盥洗用、沐浴用和洗涤用的热水水温参见表 6.2.3。

表 6.2.3　盥洗用、沐浴用和洗涤用的热水水温

用水对象	热水水温（℃）
盥洗用（包括洗脸盆、盥洗槽、洗手盆用水）	30～35
沐浴用（包括浴盆、淋浴器用水）	37～40
洗涤用（包括洗涤盆、洗涤池用水）	≈50

注：1　当配水点处最低水温降低时，热水锅炉和水加热器最高水温亦可相应降低。

2　集中热水供应系统中，在水加热设备和热水管道保温条件下，加热设备出口处与配水点的热水温度差，一般不大于 10℃。

6.2.4　采用集中热水供应系统的住宅，配水点的水温不应低于 45℃。

6.3　水质及水质处理

6.3.1　生活热水的水质应符合《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的各项指标要求。

6.3.2　集中热水供应系统设计时，根据原水水质资料用饱和指数、稳定指数等指标判断水的稳定性（热水水质是否稳定、倾向腐蚀或结垢）。无条件时，也可参照附近的供水水质情况或热水系统使用情况进行判断。

6.3.3　集中热水供应系统，其加热前的水质是否需要软化和进行水质处理，应根据水质、水量、水温、使用要求、环境卫生、水质稳定性、技术经济等因素，按下列条件确定：

1　洗衣房日用热水量（按 60℃）大于或等于 $10m^3$ 且原水总硬度（以碳酸钙计）大于 300mg/L 时，应进行水质软化处理；原水总硬度（以碳酸钙计）为 150～300mg/L 时，宜进行水质软化处理。

2　其他生活日用热水量（按 60℃计）大于或等于 $10m^3$ 且原水总硬度（以碳酸钙计）大于 300 mg/L 时，宜进行水质软化或阻垢缓蚀处理。

3　经软化处理后的水质总硬度（以碳酸钙计）宜为：洗衣房用水：50～100mg/L；其他用水：75～150mg/L。

4　水质阻垢缓蚀处理应根据水的硬度、适用流速、温度、作用时间或有效长度及工作电压等选择合适的物理处理或化学稳定剂处理方法。

5　系统对溶解氧控制要求较高时，宜采取除氧措施。

6.3.4　热水水质处理包括原水软化处理与原水阻垢缓蚀处理。

1　生活热水的原水软化处理一般采用离子交换的方法，适用于原水硬度高且对热水供应水质要求高、维护管理水平高的高级旅馆，别墅及大型洗衣房等场所，其具体做法有：

1）全部软化法：全部生活用水均经过离子交换软化处理，流程如图 6.3.4－1 所示。图中的离子

交换柱为适用于生活用水软化的专用设备，即交换柱中的离子交换树脂卫生标准应符合《生活饮用水输配水设备及防护涂料的安全性评价标准》GB 17219 的要求，经过软化处理的水质总硬度（以碳酸钙计）宜为：洗衣房用水：50～100mg/L；其他用水：75～150mg/L。

2）部分软化法：部分经过离子交换软化的原水与另一部分不经过离子交换软化处理的原水混合，使混合后的水质总硬度达到上述指标。流程如图 6.3.4－2 所示。图中离子交换柱可用通用的设备，但其交换树脂应符合上述卫生标准要求。

去除钙镁离子引起的水硬度，多采用钠离子交换器。

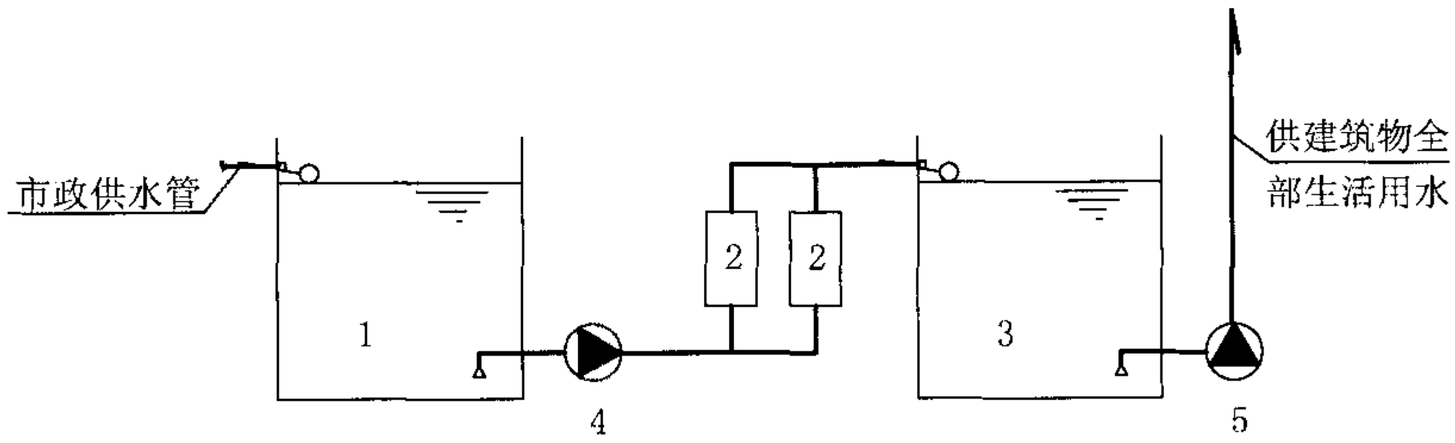


图 6.3.4－1　全部软化法流程

1－储水池；2－离子交换柱；3－软水池；4－水泵；5－供水水泵

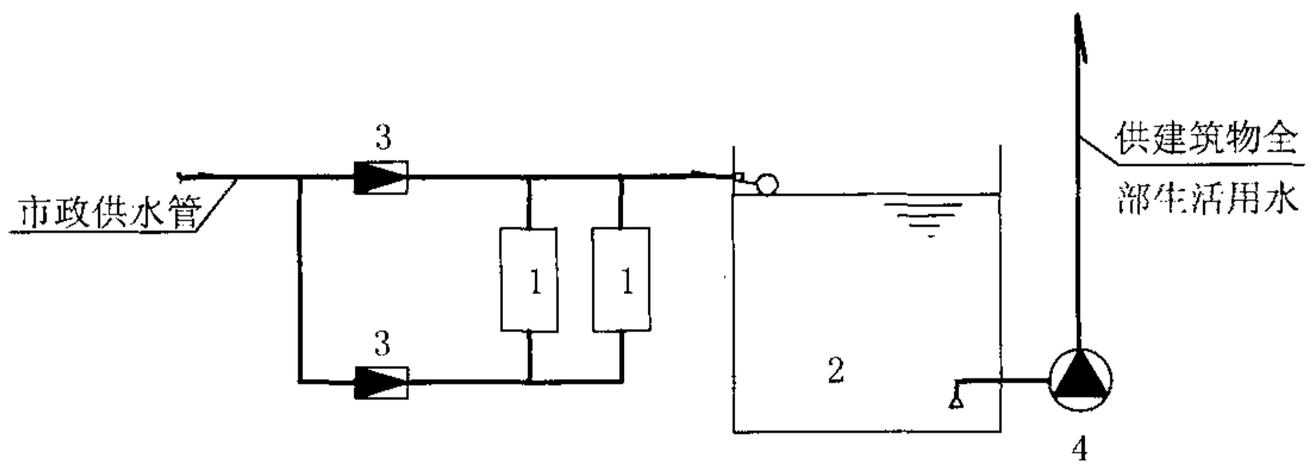


图 6.3.4－2　部分软化法流程

1－离子交换柱；2－生活用水储水池；3－控制水量分配用水表；4－供水水泵

2　生活热水原水的阻垢缓蚀处理有物理处理方法和化学处理方法。物理处理法主要有磁处理（内磁水处理器、外磁水处理器），电场处理（电子水处理器、静电除垢仪、高频电子水处理器、碳铝式离子水处理器）和超声波处理（超声波水垢处理器）等方法。化学处理主要有投加聚磷酸盐（硅磷晶）方法。对于物理处理法国内已制定了行业标准《内磁水处理器》CJ/T 3066 和《电子水处理器》HG/T 3133。这些方法和装置的适用条件如下：

1）内磁水处理器：

①经试验或实例证明：当地水质适用有效。

②处理器内的磁铁应采用钕铁硼衡土永磁材料，磁处理最佳中心场强 130mT～160mT（T 即磁场强度单位特斯拉，1mT＝10Gs，Gs 即高斯）。

③水中以钙镁离子为主的总硬度不大于 500mg/L（以碳酸钙计），永久硬度小于 200mg/L（以碳酸钙计），含盐量小于 3000mg/L。

④水的适用流速大于等于 2m/s，最小不能低于 1.5m/s。

⑤管内有效作用长度 500～1000m，如超过此长度可串联使用。

⑥适用 pH 值：7～11。

2）外磁水处理器（管外强磁除垢器）：

①经试验或实例证明：当地水质使用有效。

②工作磁体采用超高永磁体，管外集中方向性磁场强度达 2000mT 以上。

③适用于碳酸盐垢为主的水质。

④水的适用流速大于等于 2m/s，适用水温 0～80℃。

3）电子水处理器：

①经试验或实例证明：当地水质使用有效。

②水温低于105℃。

③水中总硬度不大于550mg/L（以碳酸钙计）。

④工作电压为低压。

⑤有效工作时间约30min。有效作用长度约2000m。

⑥电源部分距大容量电器设备（>20kW）至少5~6m，无法回避时应加屏蔽罩并接地。

4）静电除垢仪：

①经试验或实例证明：当地水质使用有效。

②水温低于80℃。

③水中总硬度不大于700mg/L（以碳酸钙计）。

④工作电压为低压，经整流转换成高压供处理器使用，小型设备最佳电压2.5~3.5kV，大型设备最佳电压为18~20kV。

⑤有效作用时间内的有效作用长度约2000m。

5）高频电子水处理设备：

①经试验或实例证明：当地水质使用有效。

②水温低于95℃。

③水中总硬度不大于700mg/L（以碳酸钙计）。

④输出频率应大于3MHz。

⑤水通过处理器必须有一定的停留时间，通过流量可以在额定处理水量的±20%范围内选用。

⑥处理器距大容量（>20kW）电器设备至少5~6m，无法回避时应加屏蔽罩并接地。

6）碳铝式离子水处理器：

①水的总硬度不大于800mg/L（以碳酸钙计）。

②水温0~100℃。

③作用时间48~72h。

④经过时流速不限。

7）超声波水垢处理器：

①适用水质：总硬度不大于1000mg/L（以碳酸钙计）。

②水温低于95℃。

③有效作用距离1000~2000m。

④工作频率波段：14.7~19.4kHz。

⑤一台超声发生器最多能带六个换能器同时工作。

8）投加聚磷酸盐/聚硅酸盐（硅磷晶）法：

①水中碳酸盐硬度小于360mg/L（以碳酸钙计）。

②水温低于80℃。

③有效作用时间10h。

④设有洗衣房的建筑物，如其给水系统采用了聚磷酸盐（归丽晶）时，洗衣房部分热水供应宜单设离子交换软化处理。

3 设计选用上述水质软化与水质阻垢缓蚀处理方法时，还需要注意如下几点：

1）选用的药剂或离子交换树脂应符合食品级的要求。

2）水质稳定装置应尽量靠近水加热设备的进水侧。

3）符合生产厂家产品样本提出的技术要求和使用条件。

6.3.5 热水的除气处理。为了减少热水管道和设备的腐蚀，集中热水供应系统，加热前原水中（或软

化处理后的水）溶解氧和二氧化碳，不宜超过下列规定：

1 水中的溶解氧不宜超过 5mg/L。

2 水中的二氧化碳不宜超过 20mg/L。

如超过上述规定时，宜采取除气措施。除气处理后的原水水质应符合《生活饮用水卫生标准》GB 5749。

6.4 耗热量与热水量计算

6.4.1 日耗热量、热水量计算

全日供热水的住宅、宿舍、别墅、招待所、培训中心、旅馆、宾馆、办公楼、医院住院部、养老院、幼儿园、托儿所（有住宿）等建筑的集中热水供应系统的日耗热量、热水量可分别按下列公式计算：

$$Q_d = m \cdot q_r c \cdot \rho_r \ (t_r - t_L) \qquad (6.4.1-1)$$

式中 Q_d ——日耗热量（kJ/d）；

q_r ——热水用水定额［L/（cap·d）或 L/（b·d）］，见表 6.1.1；

c ——水的比热，$c = 4.187$［kJ/（kg·℃）］；

ρ_r——热水密度（kg/L）；不同水温下的热水密度见表 6.4.1；

表 6.4.1 不同水温下的热水密度 ρ_r（kg/L）

温度（℃）	40	42	44	46	48	50	52	54
密度（kg/L）	0.993	0.992	0.991	0.990	0.989	0.988	0.987	0.986
温度（℃）	56	58	60	62	64	66	68	70
密度（kg/L）	0.985	0.984	0.983	0.982	0.981	0.980	0.979	0.978

t_r ——热水温度，$t_r = 60$℃；

t_L ——冷水温度，见表 6.2.1；

m ——用水计算单位数（人数或床位数）。

$$q_{rd} = \frac{Q_d}{c\rho_r \ (t'_r - t'_L)} \qquad (6.4.1-2)$$

式中 q_{rd}——设计日热水量（L/d）；

t'_r ——设计热水温度（℃）；

t'_L ——设计冷水温度（℃）。

或

$$q_{rd} = q_r \cdot m \qquad (6.4.1-3)$$

q_r ——热水用水定额［L/（cap·d）或 L/（b·d）］，见表 6.1.1；

m ——用水计算单位数（人数或床位数）。

6.4.2 设计小时耗热量、热水量

1 全日集中热水供应的居住小区的设计小时耗热量按下列情况分别计算：

1） 当小区的公共建筑（如餐馆、娱乐设施等）的最大用水时段与住宅的最大用水时段一致时，应按两者的设计小时耗热量叠加计算，设计小时耗热量计算见公式（6.4.2-1）。

2） 当小区内有与住宅的最大用水时段相同的公共建筑（如餐馆等）和不相同的公共建筑（如办公用房等），则设计小时耗热量应为住宅与前者的设计小时耗热量加后者的平均小时耗热量计算。

2 全日集中供应热水的宿舍（Ⅰ、Ⅱ类）、住宅、别墅、酒店式公寓、招待所、培训中心、旅馆与宾馆的客房（不含员工）、医院住院部、养老院、幼儿园、托儿所（有住宿）、办公楼等建筑的全日

集中热水供应系统的设计小时耗热量应按下列公式计算：

$$Q_h = K_h \frac{mq_r c \cdot \rho_r \cdot (t_r - t_L)}{T} \tag{6.4.2-1}$$

式中　Q_h ——设计小时耗热量（kJ/h）；

m ——用水计算单位数（人数或床位数）；

q_r ——热水用水定额［L/（cap·d）或L/（b·d）］，见表6.1.1；

c ——水的比热，c=4.187kJ/（kg·℃）；

ρ_r ——热水密度（kg/L）（见表6.4.1）；

t_r ——热水温度，t_r=60℃；

t_L ——冷水温度，见表6.2.1；

T ——每日使用时间（h），按使用要求确定；

K_h ——小时变化系数，见表6.4.2。

表6.4.2　热水小时变化系数 K_h 值

类别	住宅	别墅	酒店式公寓	宿舍（Ⅰ、Ⅱ类）	招待所培训中心普通旅馆	宾馆	医院	幼儿园托儿所	养老院
热水用水定额［L/(d·人)（床）］	60～100	70～110	80～100	70～100	25～50 40～60 50～80 60～100	120～160	60～100 70～130 110～200 100～160	20～40	50～70
使用人（床）数	≤100～≥6000	≤100～≥6000	≤150～≥1200	≤150～≥1200	≤150～≥1200	≤150～≥1200	≤50～≥1000	≤50～≥1000	≤50～≥1000
K_h	4.8～2.75	4.21～2.47	4.00～2.58	4.80～3.20	3.84～3.00	3.33～2.60	3.63～2.56	4.80～3.20	3.20～2.74

注：1　K_h 应根据热水用水定额高低、使用人（床）数多少取值，当热水用水定额高、使用人（床）数多时取低值，反之取高值，使用人（床）数小于等于下限值及大于等于上限值时，K_h 就取下限值及上限值；中间值可用内插法求得。

2　设有全日集中热水供应系统的办公楼、公共浴室等表中未列入的其他类建筑的 K_h 值可参照给水的小时变化系数选值。

3　定时集中供应热水的居住小区、住宅、旅馆、医院及工业企业生活间、公共浴室、宿舍（Ⅲ、Ⅳ类）、学校、剧院、化妆间、体育场（馆）等建筑物的集中热水供应系统的设计小时耗热量应按下式计算：

$$Q_h = \sum q_h (t_r - t_L) n_o \cdot b \cdot c \cdot \rho_r \tag{6.4.2-2}$$

式中　Q_h ——设计小时耗热量（kJ/h）；

q_h ——卫生器具的小时用水定额（L/h），按表6.1.3采用；

c ——水的比热，c=4.187kJ/（kg·℃）；

t_r ——热水使用水温（℃），按表6.1.3采用；

t_L ——冷水温度（℃），按表6.2.1采用；

n_0 ——同类型卫生器具数；

b ——卫生器具的同时使用百分数；住宅、宿舍、旅馆、医院、疗养院病房的卫生间内浴盆或淋浴器可按70%～100%计，其他器具不计。工业企业生活间、公共浴室、学校、剧院、体育场（馆）等的公共浴室内的淋浴器和洗脸盆均按100%计。住宅一户带多个卫生间时，可只按一个卫生间计算；

ρ_r ——热水密度（kg/L）。

注：住宅、旅馆、医院、疗养院病房定时连续供水时间大于等于 2h。

4 具有多个不同使用热水部门的单一建筑或具有多种使用功能的综合性建筑，当其热水由同一热水供应系统供应时，设计小时耗热量可按同一时间内出现用水高峰的主要用水部门的设计小时耗热量加其他用水部门的平均小时耗热量计算。

6.4.3 设计小时热水量按下式计算：

$$q_{rh} = \frac{Q_h}{(t'_r - t'_L)\ c \cdot \rho_r} \tag{6.4.3}$$

式中 Q_h ——设计小时耗热量（kJ/h）；

q_{rh} ——设计小时热水量（L/h）；

t'_r ——设计热水温度（℃）；

t'_L ——设计冷水温度（℃）。

c ——水的比热，c = 4.187kJ/（kg · ℃）；

ρ_r ——热水密度（kg/L）。

6.5 热　　源

6.5.1 集中生活热水供应系统的热源，宜首先利用工业余热、废热、地热和太阳能。

1 利用废热锅炉制备热媒时，引入其内的废气、烟气温度不宜低于 400℃；

2 地热水资源丰富的地区宜利用地热水作为资源或直接供给生活热水，并应按地热水的水温、水压、水质，采用相应的升温降温、去除或降低水中不符合生活热水水质卫生指标的物质等技术措施，保证安全、卫生供水。

3 当符合下列条件时，宜优先采用太阳能作为集中生活热水供应系统的热源。

1）年日照时数大于 1400h。

2）水平面上年太阳辐照量大于 4200MJ/（m^2 · a）。

3）年极端最低气温不低于 −45℃。

4 当以太阳能或其他不稳定能源作为集中生活热水供应系统的热源时，应配置辅助热源及其加热设备。

6.5.2 当没有条件利用工业余热、废热、地热或太阳能时，宜优先采用能保证全年供热的热力管网作为集中生活热水供应系统的热源。

注：1 热网仅在采暖期间运行时，应设置备用热源。

2 常年运行的热力网，应根据检修期长短、使用要求等因素综合确定是否设置备用热源。

3 热网的供、回水温度应根据当地热网运行要求确定。

6.5.3 具有可再生低温能源的下列地区可采用热泵热水供应系统：

1 在夏热冬暖地区，宜采用空气源热泵热水系统。

2 在地下水源充沛、水文地质条件适宜，并能保证回灌的地区，宜采用地下水源热泵热水供应系统。

3 在沿江、沿海、沿湖、地表水充足、水文地质条件适宜及有条件利用城市污水、再生水的地区，宜采用地表水源热泵热水供应系统。

注：采用地下水源和地表水源时应经当地水务主管部门批准，必要时应进行生态环境、水质卫生方面的评估。

6.5.4 当区域性锅炉房或附近锅炉房能充分供给蒸汽或高温水时，宜采用蒸汽或高温水做集中生活热水供应热源。

6.5.5 当无上述热源可利用时，可采用专用的蒸汽或热水锅炉制备热源，也可采用燃油、燃气热水机

组制备热源或直接供给生活热水。

6.5.6 当地电力供应充足、能利用夜间低谷用电蓄热且供电政策支持，经技术经济比较后，可采用低谷电蓄热直接供给生活热水。

6.5.7 局部热水供应系统的热源宜因地质宜的采用太阳能、电能、燃气、蒸汽等。当采用电能为热源时，宜采用贮热式电热水器以降低耗电功率。

6.5.8 利用废热（废气、烟气、高温废液等）作为热源，应采取下列措施：

1 加热设备应防腐，其构造便于清理水垢和杂物。

2 防止热媒管道渗漏而污染水质。

3 消除废气压力波动和除油。

6.5.9 升温后的冷却水，如水质符合现行的《生活饮用水卫生标准》GB 5749 和使用水温的要求时，可直接作为生活用热水。

6.5.10 采用蒸汽直接通入水中或采取汽—水混合设备的加热方式时，应符合下列条件：

1 当不回收凝结水经技术经济比较较为合理时。

2 蒸汽中不含油质及有害物质。

3 应采用消声混合器，加热时产生的噪声不应超过允许值。

4 采用蒸汽直接通入水中加热的方式宜用于开式热水供应系统。当采用蒸汽喷射与冷水混合的加热方式时，要求蒸汽压力与系统的冷水压力稳定。

5 应采取防止热水倒流至蒸汽管道的措施。

6.5.11 热源、热媒耗量计算

1 燃油、燃气耗量按下式计算：

$$G = \frac{kQ_h}{Q \cdot \eta} \qquad (6.5.11-1)$$

式中　G——热源耗量（kg/h，Nm^3/h）；

k——热媒管道损失附加系数，k = 1.05 ~ 1.10；

Q_h——设计小时耗热量（kJ/h）；

Q——热源发热量（kJ/kg，kJ/Nm^3），按表 6.5.11-1 采用；

η——水加热设备的热效率，按表 6.5.11-1 采用。

表 6.5.11-1　热源发热量及加热装置热效率

热源种类	消耗量单位	热源发热量 Q	加热设备效率 η（%）	备注
轻柴油	kg/h	41800 ~ 44000（kJ/kg）	≈85	η 为热水机组的 η
重油	kg/h	38520 ~ 46050（kJ/kg）	–	–
天然气	Nm^3/h	34400 ~ 35600（kJ/Nm^3）	65 ~ 75（85）	η 栏中括号内为热水机组 η；括号外为局部加热的 η
城市煤气	Nm^3/h	14653（kJ/Nm^3）	65 ~ 75（85）	
液化石油气	Nm^3/h	46055（kJ/Nm^3）	65 ~ 75（85）	

注：表中热源发热量及加热设备热效率系参考值，计算中应根据当地热源与选用加热设备的实际参数为准。

2 电热水耗电量按下式计算：

$$W = \frac{Q_h}{3600\eta} \qquad (6.5.11-2)$$

式中　W——耗电量（kW）；

Q_h——设计小时耗热量（kJ/h）；

3600——单位换算系数；

η——水加热设备的热效率 95% ~ 97%。

3 以蒸汽为热媒的水加热器设备，蒸汽耗量按下式计算：

$$G = \frac{KQ_h}{i'' - i'} \tag{6.5.11-3}$$

$$i' = 4.187t_{mz} \tag{6.5.11-4}$$

式中 G——蒸汽耗量（kg/h）；

Q_h——设计小时耗热量（kJ/h）；

K——热媒管道损失附加系数，K = 1.05 ~ 1.10；

i''——饱和蒸汽的热焓（kJ/kg），见表 6.5.11-2；

i'——凝结水的热焓（kJ/kg）；

t_{mz}——热媒终温；应由经过热力性能测定的产品样本提供，参考值见表 6.6.3-1 和表 6.6.3-2。

表 6.5.11-2 饱和蒸汽的热焓

蒸汽压力（MPa）	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
温度（℃）	120.2	133.5	143.6	151.9	158.8	165.0
热焓（kJ/kg）	2706.9	2725.5	2738.5	2748.5	2756.4	2762.9

4 以热水为热媒的水加热器设备，热媒耗量按下式计算：

$$G = \frac{kQ_h}{c \cdot (t_{mc} - t_{mz})} \tag{6.5.11-5}$$

式中 G——热媒耗量（kg/h）；

Q_h——设计小时耗热量（kJ/h）；

k——热媒管道热损失附加系数，k = 1.05 ~ 1.10；

t_{mc}、t_{mz}——热媒的初温与终温（℃）；由经过热力性能测定的产品样本提供，参考值见表 6.6.3-1 和表 6.6.3-2；

C——水的比热［kJ/（kg·℃）］，C = 4.187kJ/（kg·℃）。

6.6 集中热水供应系统的加热和贮热设备

6.6.1 选用原则

集中热水供应系统的加热、贮热设备应根据用户的使用特点、水质情况、加热方式、耗热量、热源、维护管理等因素确定，一般应符合下列要求：

1 热效率高、换热效果好，节能、环保性能好，节省设备用房、附属设备简单。

2 生活用水侧阻力损失小，有利于整个供水系统冷热水压力的平衡。

3 构造简单、安全可靠、操作管理维修方便。

4 具体选择设备时，宜考虑下列要点：

1）当利用太阳能为热源时，宜采用热工性能测定年平均集热效率≥45% 的集热器。

2）采用自备热源时，宜选用以燃气、燃油为燃料的燃烧效率高，烟气符合环保要求的热水机组。

3）以蒸气或高温水为热源采用间接换热时，间接换热设备的选型（导流型容积式水加热器、半容积式水加热器、半即热式加热器、快速水加热器）宜结合热媒的供给能力、热水用途、用水均匀性及水加热设备本身特点等因素，经技术经济比较后确定。

6.6.2 采用燃气、燃油热水机组或燃气热水锅炉作为水加热设备时宜按下列要求确定：

1 宜采用直接供给生活热水的直接加热热水机组，若系统不能满足设直接加热热水机组的要求或设直接加热热水机组的供水方式难以保证系统的冷热水压力平衡时，可采用间接加热的热水机组或热水锅炉。常用系统图示见表 6.11.1。

2 间接加热热水机组可自带换热装置，也可采用热水机组配置水加热器组合供应热水。

3 燃气、燃油热水机组应具备以下功能和特点：

1）以油、气为燃料，油、气耗量省，节能。

2）采用燃烧安全、热效率高的燃烧器，不需另加消烟除尘措施。

3）机组水套通大气，使用安全可靠，机组应有防爆装置。

4）燃烧器可根据设定的温度，自动工作，出水温度稳定。

5）机组应具备程序控制，实现全自动或半自动运行（机组设自动仪表显示本体的工作状况），并应有超压、超温、缺水、水温、水流、火焰等自动报警功能。

6）构造简单，方便水垢清理。

7）直接加热热水机组的冷水供水水质总硬度宜小于150mg/L（以 $CaCO_3$ 计）。

6.6.3 以蒸汽或高温水为热媒的间接水加热设备宜按下列条件选用：

1 容积式水加热器、导流型容积式水加热器。

1）定义

容积式水加热器：承压并贮存一定热水量的间接加热设备。

导流型容积式水加热器：带有被加热水导流装置的容积式水加热器。

2）适用条件：

①热源供应不能满足设计小时耗热量之要求。

②用水量变化大，要求供水可靠性高，供水水温、水压平稳，需贮一定的调节容量。

③设备用房较宽裕。

3）导流型容积式水加热器设备要求：

①换热效果好，传热系数 K 值及相应的热媒温降（即热媒出水温度 t_{mz}），被加热热水的温升 $\triangle t$，热媒与被加热水的水头损失 $\triangle h_1$、$\triangle h_2$，宜满足表6.6.3-1之要求。

②容器内冷水区容积应小于15%。

③构造简单，方便清垢维修。

④应配置工作可靠的温度自动控制装置，控制水温波动的幅度见第6.6.14条第2款。

4）当选用容积式水加热器时，其主要热力性能参数见表6.6.3-2。

表6.6.3-1　导流型容积式水加热器主要热力性能参数

参数 / 热媒	传热系数［kJ/（m^2·h·℃）］		热媒出水温度 t_{mz}（℃）	热媒阻力损失 $\triangle h_1$（MPa）	被加热水水头损失 $\triangle h_2$（MPa）	被加热水温升 $\triangle t$（℃）
	钢盘管	铜盘管				
0.1～0.4MPa的饱和蒸汽	2848～3935	3140～4340 7560～9180 9000～12240	40～70	0.1～0.2	≤0.005 ≤0.01 ≤0.01	≥40
70～150℃的高温水	2218～3402	2450～3770 4140～5220 6480～7920	50～90	0.01～0.03 0.05～0.1 ≤0.1	≤0.005 ≤0.01 ≤0.01	≥35

注：1　表中铜盘管的 K 值及 $\triangle h_1$、$\triangle h_2$ 中的三行数字由上而下分别表示U型管、浮动盘管和铜波节管三种导流型容积式水加热器的相应值。

2　热媒为蒸汽时，K 值与 t_{mz} 对应；热媒为高温水时 K 值与 $\triangle h_1$ 对应。

2 半容积式水加热器

1）定义

带有适量贮存与调节容积的内置式快速水加热器。

表 6.6.3-2 容积式水加热器主要热力性能参数

参数 / 热媒	传热系数［kJ/（$m^2 \cdot h \cdot ℃$）］		媒出口温度 t_{mz}（℃）	热媒阻力损失 $\triangle h_1$（MPa）	被加热水水头损失 $\triangle h_2$（MPa）	被加热水温升 $\triangle t$（℃）	容器内冷水区容积 V_L（%）
	钢盘管	钢盘管					
0.1～0.4MPa 的饱和蒸汽	2510～2720	2930～3140	≥100	≤0.1	≤0.005	≥40	25
70～150℃的高温水	1170～1330	1380～1465	60～120	≤0.03	≤0.005	≥23	25

注：容积水加热器即传统的二行程光面 U 型管式容积式水加热器，换热效果差，传热系数低，以小于等于 80℃热水为热源时，被加热水一次换热达不到要求的水温，但热媒侧阻力很小。

2）适应条件：

①热源供应能满足设计小时耗热量之要求。

②供水水温、水压要求较平稳。

③设备房面积较小。

④设有机械循环的热水系统。

3）设备要求：

①换热效果好，传热系数 K 值及相应的热媒温降（即热媒出水温度 t_{mz}），热媒和被加热水的水头损失 $\triangle h_1$、$\triangle h_2$，宜满足表 6.6.3-3 的要求。

②有不少于 15*min* 设计小时耗热量的贮热容积，能满足设计秒流量的供水要求。

③当采用带内循环泵的半容积水加热器时，内循环泵的流量应等于设备的设计小时供水量，扬程宜等于或大于加热部分被加热水的阻力，且应有保证该泵长期运行不致损坏的措施。

④应配置灵敏度较高，工作可靠的温度自动控制装置，控制水温波动幅度见第 6.6.14 条第 2 款。

表 6.6.3-3 半容积式水加热主要热力性能参数

参数 / 热媒	传热系数［kJ/（$m^2 \cdot h \cdot ℃$）］		媒出水温度 t_{mz}（℃）	热媒阻力损失 $\triangle h_1$（*MPa*）	被加热水水头损失 $\triangle h_2$（*MPa*）	被加热水温升 $\triangle t$（℃）
	钢盘管	钢盘管				
0.1～0.4*MPa* 的饱和蒸汽	3770～5270	4186～5860 10440～12960	70～80 30～50	0.1～0.2	≤0.005	≥40
70～150℃的高温水	2640～3390	2930～3770 5400～7200	50～85	0.02～0.04 0.01～0.1	≤0.005 ≤0.01	≥35

注：1 表中铜盘的 *K* 值及 $\triangle h_1$、$\triangle h_2$ 中两行数字：上行表示 *U* 型管，下行表示铜制 *U* 型波节管的相应值。

2 热媒为蒸汽时，*K* 值与 t_{mz} 对应；热媒为热水时，K 值与 $\triangle h_1$ 对应。

3 半即热式水加热器

1）定义：带有预测装置具有极少量贮存容积的快速水加热器。

2）适用条件：

①热源供应能满足设计秒流量所需耗热量之要求。

②热媒为蒸汽时，其最低工作压力不小于 0.15MPa，且供汽压力稳定。

③设备用房面积较小。

④用水较均匀的系统。

3）设备要求：

①浮动盘管可独立更换。

②带有出水温度不大于设定温度±3℃的预测管、积分预测器、热媒流量调节阀。

③带有超温、超压的安全控制装置。

④传热效果好，快速加热被加热水，满足设计秒流量的供水要求。传热系数K等主要热力性能参数宜满足表6.6.3-4的要求

⑤浮动盘能依靠温度变化引起的自身胀缩除垢。

表6.6.3-4　半即热式水加热器主要热力性能参数

热媒 \ 参数	传热系数 [kJ/（m^2·h·℃）]	热媒出水温度 t_{mz}（℃）	热媒阻力损失 Δh_1（MPa）	被加热水水头损失 Δh_2（MPa）	被加热水温升 Δt（℃）
0.1~0.4MPa的饱和蒸汽	8280~12600	≈50	-	0.02	≥40
70~150℃的高温水	5760~7560	50~90	0.04	0.02	≥35

4　快速式水加热器

1）定义：热媒与冷水通过较高流速流动，快速换热的间接加热设备。

2）适用条件：

①用水较均匀的系统。

②冷水水质总硬度低，宜小于150mg/L（以$CaCO_3$计）。

③系统设有贮热设备。

3）设备要求：

①构造简单，方便水垢清除。

②换热管内径不宜小于15mm，被加热水侧管间最小净距不宜小于10mm。

③换热管应有吸收膨胀量的措施。

④传热系数及其他热工参数应以经热工测试单位测定参数为标准。

6.6.4　医院热水供应系统的水加热设备应按下列规定选择：

1　锅炉和水加热器不得少于两台，一台检修时，其余各台的总供热能力不得小于设计小时耗热量的50%。

2　不超过50床位的医院，所设置的两台锅炉或水加热器根据其构造情况，每台的供热能力可按设计小时耗热量计算。

3　供医院水疗设备用水时，应设专用的加热设备。水压根据水疗要求决定。

4　医院建筑不得采用有滞水区的容积式水加热器。

6.6.5　加热设备的加热面积应按下列情况计算。

1　水加热器

$$F_{jr}=\frac{C_r Q_g}{\varepsilon K \Delta t_j} \qquad (6.6.5-1)$$

式中　F_{jr}——水加热器加热面积（m^2）；

Q_g——设计小时供热量（kJ/h）；

K——传热系数［kJ/（m^2·h·℃）］；导流型容积式水加热器按表6.6.3-1、容积式水加热器按表6.6.3-2计算、半容积式水加热器按表6.6.3-3计算；半即热式水加热器、快速式水加热器由设备样本提供或经计算确定。加热水箱的盘管K由表6.6.5确定。

ε——结垢影响系数，$\varepsilon=0.6\sim0.8$；

Δt_j——热媒与被加热水的计算温度差（℃），按第6.6.6条计算；

C_r——热水系统的热损失系数，$C_r=1.1\sim1.15$。

表 6.6.5 加热水箱内加热盘管的传热系数

热媒性质	热媒流速（m/s）	被加热水流速（m/s）	传热系数［kJ/（m^2 · h · ℃）］	
			钢盘管	铜盘管
蒸汽	—	<0.1	2510 ~ 2720	2930 ~ 3140
高温热水	<0.5	<0.1	1170 ~ 1330	1380 ~ 1465

2 锅炉

$$F_{jk}=\frac{C_r Q_g}{K_g E} \tag{6.6.5-2}$$

式中 F_{jk}——锅炉的加热面积（m^2）；

Q_g——设计小时供热量（kJ/h）；

K_g——锅炉出力的利用系数，$K_g=0.8\sim0.9$；

E——锅炉加热面的发热强度［kJ/（m^2 · h）］，由设备样本提供；

C_r——热水系统的热损失系数，$C_r=1.1\sim1.15$。

6.6.6 热媒与被加热水的计算温度差，按下列情况计算：

1 容积式水加热器、导流型容积式水加热器

$$\Delta t_j=\frac{t_{mc}+t_{mz}}{2}-\frac{t_c+t_z}{2} \tag{6.6.6-1}$$

式中 Δt_j——计算温度差（℃）；

t_{mc}、t_{mz}——热媒的初温与终温（℃）；

t_c、t_z——被加热水的初温与终温（℃）。

2 半即热式水加热器、快速式水加热器

$$\Delta t_j=\frac{\Delta t_{max}-\Delta t_{min}}{ln\dfrac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} \tag{6.6.6-2}$$

式中 Δt_j——计算温度差（℃）；

Δt_{max}——热媒与被加热水在水加热器一端的最大温度差（℃）；

Δt_{min}——热媒与被加热水在水加热器另一端的最小温差（℃）；

6.6.7 热媒的计算温度应符合下列规定：

1 热媒为蒸汽：热媒初温 t_{mc} 按表 6.6.7 取值，热媒终温 t_{mz} 反映了水加热器的换热效果，应符合表 6.6.3-1 ~ 表 6.6.3-4 的要求，具体数据由经热工性能测定的产品样品提供。

表 6.6.7 不同饱和蒸汽压力下的热媒初温

相对压力（MPa）	0.08	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4
饱和蒸汽温度 - 热媒初温 t_{mc}（℃）	116.33	119.62	126.92	132.88	142.92	151.11
相对压力（MPa）	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
饱和蒸汽温度 - 热媒初温 t_{mc}（℃）	158.08	164.17	169.61	174.53	179.04	183.2

注：当饱和蒸汽压力小于等于 0.07MPa 时，t_{mc} 可按 100℃计算。

2 热媒为热水时，热媒初温应按热源供水最低温度计算，热媒终温应符合当地热力管理部门的规定，具体数据由经热工性能测定的产品样品提供。热媒的初温与被加热水的终温的差值：

容积式水加热器：≮25℃；

导流型容积式水加热器：≮15℃；

半容积式水加热器：≮15℃；

半即热、快速水加热器：≮10℃；

板式换热器：≮5℃。

6.6.8 水加热器热媒与被加热水的流动方式及流速应符合下列要求：

1 容积式、半容积式水加热器应采用热媒（蒸汽或热媒水）在管束内、被加热水在管束外流动的方式；半即热式、快速式水加热器应根据方便清理水垢、运行安全及设备特点确定热媒与被加热水的流动方式。

2 容积式、半容积式水加热器的流速宜按下列数据采用：

1）热媒为蒸汽时，蒸汽在管内流速：20～40m/s。

2）热媒为高温水时，高温热水在管内流速0.5～1.5m/s。

3）被加热水在管束外流速：≤0.2m/s。

3 半即热式、快速式水加热器的热媒与被加热水的流速宜按下列数据采用：

1）热媒为蒸汽时，蒸汽流速20～40m/s。

2）热媒为高温热水时，高温热水流速：1.0～2.0m/s。

3）被加热水流速：≤0.5m/s。

4 水加热器的水头损失，不宜超过下列规定：

1）热媒部分的水头损失：

①热媒为蒸汽时：0.2MPa。

②热媒为高温水时：0.1MPa。

2）被加热水的水头损失：

①容积式水加热器：0.005MPa。

②半容积式水加热器：0.01MPa。

③半即热式，快速式水加热器：0.02MPa。

注：在要求冷、热水供水压力平衡的地方，采用半即热式、快速式水加热器制备热水时，应考虑设高位热水箱等平衡压力的措施。

6.6.9 水加热器的设计小时供热量按下列规定计算：

1 容积式水加热器、导流型容积式水加热器或贮热容积与其相当的水加热器、燃气（油）、热水机组的设计小时供热量 Q_g，应按下式计算：

$$Q_g = Q_h - \frac{\eta V_r}{T}(t_r - t_L)\, c\rho_r \tag{6.6.9}$$

式中　Q_g ——容积式水加热器（导流型容积式水加热器）设计小时供热量（kJ/h）；

Q_h ——设计小时耗热量（kJ/h），见式（6.4.2-1）；

η ——有效贮热系数：导流型容积式水加热器 $\eta=0.85$，容积式水加热器或热水箱 $\eta=0.75$；

V_r ——总贮热容积（L）；

T ——设计小时耗热量持续时间（h），T≈2～4；

t_L、t_r ——被加热的冷水、热水温度（℃）。

c ——水的比热，c=4.187kJ/（kg·℃）；

ρ_r ——热水密度（kg/L）。

注：Q_g 计算值不得小于平均小时耗热量。

2 半容积式水加热器或贮热容积与其相当的水加热器、燃气（油）热水机组的设计小时供热量 Q_g 按设计小时耗热量 Q_h 计算。

3 半即热式、快速式水加热器及其他无贮热容积的水加热设备的设计小时供热量 Q_g 按设计秒流

量 q 的耗热量计算。

6.6.10 集中热水供应系统中的水加热器贮热量应根据日用热水小时变化曲线，锅炉、水加热器的工作制度，供热量及自动温度调节装置等因素经计算确定。当无上述资料时，可按表 6.6.10 计算。

表 6.6.10 水加热器的贮热量

加热设备	以蒸汽和 95℃以上的热水为热媒时		以≤95℃热水为热媒时	
容积式水加热器或加热水箱	工业企业淋浴室	其他建筑物	工业企业淋浴室	其他建筑物
	≥30minQ_h	≥45minQ_h	≥60minQ_h	≥90minQ_h
导流型容积式水加热器	≥20minQ_h	≥30minQ_h	≥30minQ_h	≥40minQ_h
半容积式水加热器	≥15minQ_h	≥15minQ_h	≥15minQ_h	≥20minQ_h

注：1 表中容积式水加热器是指传统的二行程式容积式水加热器产品。壳体内无导流装置，被加热水无组织流动存在换热不充分、传热系数 K 值低的缺点。

2 表中导流型容积式水加热器，半容积式水加热器是指近年来 RV 系列导流型容积式水加热器、HRV 系列半容积式水加热器及一些热力性能良好的浮动盘管水加热器、波节管水加热器为代表的国内研制成功的新产品，其特点是：热媒流动为多流程、壳体内设有导流装置、被加热水有组织流动。具有换热充分、节能、传热系数 K 值高、冷水区容积较小或无冷水区的优点。

3 半即热式水加热器与快速式水加热器的贮热容积应根据热媒的供给条件与安全、温控装置的完善程度等因素确定。

1）当热媒可按设计秒流量供应、且有完善可靠的温度自动调节装置和安全装置时，可不考虑贮热容积。

2）当热媒不能保证按设计秒流量供应、或无完善可靠的温度自动调节装置和安全装置时，则应考虑贮热容积，贮热量可参考导流型容积式水加热器计算。

4 表中 Q_h 为设计小时耗热量。

6.6.11 初步设计或方案设计阶段，各种建筑水加热器或贮热容器的贮水容积（60℃热水）可按表 6.6.11 估算。

表 6.6.11 贮水容积估算值

建筑类别	以蒸汽或 95℃以上热水为热媒时		以≤95℃热水为热媒时	
	导流型容积式水加热器	半容积式水加热器	导流型容积式水加热器	半容积式水加热器
有集中热水供应的住宅［L/（人·d）］	5～8	3～4	6～10	3～5
设单独卫生间的集体宿舍、培训中心、旅馆［L/（b·d）］	5～8	3～4	6～10	3～5
宾馆、客房［L/（b·d）］	9～13	4～6	12～16	6～8
医院住院部［L/（b·d）］ 设公用盥洗室 设单独卫生间 门诊部	 4～8 8～15 0.5～1	 2～4 4～8 0.3～0.6	 5～10 11～20 0.8～1.5	 3～5 6～10 0.4～0.8
有住宿的幼儿园、托儿所［L/（人·d）］	2～4	1～2	2～5	1.5～2.5
办公楼［L/（人·d）］	0.5～1	0.3～0.6	0.8～1.5	0.4～0.8

6.6.12 容积式水加热器或加热水箱、导流型容积式水加热器，当冷水从下部进入热水从上部送出，

其计算容积应按（6.6.9）式中有效贮热系数 η 计算附加容积；半容积式水加热器、带有强制循环装置的容积式水加热器可不计算附加容积。

6.6.13 热水水箱的设置应符合下列要求：

1 热水水箱加盖。

2 热水水箱应设溢水管、泄水管、冷水补给管、出水管和通气管。

3 采用蒸汽加热的热水箱当其由冷水箱直接补水时，热水箱溢流水位超出冷水给水箱水位的高度 △h，应按式（6.6.13）计算，但不小于 0.1m。

$$\triangle h = H\left(\frac{\rho_L}{\rho_r} - 1\right) \tag{6.6.13}$$

式中　$\triangle h$ ——热水膨胀高度，即溢水管高出冷水补水水位高度（m）；

H ——热水箱内的水深（m）；

ρ_r ——热水箱内热水平均密度（kg/m^3）；

ρ_L ——冷水箱内冷水的平均密度（kg/m^3）。

4 热水箱的泄水管和溢水管不得直接与排水管道连接。

6.6.14 水加热设备、热水锅炉的附件

1 安全装置

1） 闭式热水供应系统中，应设置压力式膨胀罐、安全阀、泄压阀并符合下列要求：

①日用热水量小于等于 $30m^3$ 的热水供用系统可采用安全阀、泄压阀泄压的措施。

②日用热水量大于 $30m^3$ 的热水供用系统应设压力式膨胀罐。

2） 承压热水锅炉应设安全阀，并由制造厂配套提供。

3） 设置安全阀的具体要求见第 6.15.2 条第 6 款。

4） 与压力式膨胀罐的热水连接管上不得装阀门。

2 温度自动调节装置

1） 水加热设备的热媒管道上均应安装温度自动调节装置。

2） 容积式、半容积式水加热器内被加热水插入温包或温度传感器处的温度波动应小于等于 ±5℃；半即热式、快速式水加热器内被加热水的温度波动应小于等于 ±3℃。

3） 半即热式水加热器的温度自动调节装置还应符合第 6.6.3 条第 3 款中有关条款的要求；

4） 带有自动控制的燃油，燃气热水机组必须配套装设完善可靠的温度自动调节装置，还应满足第 6.6.2 条第 3 款第 4 项、第 5 项的要求。

3 热水锅炉，水加热设备上应装温度计，承压设备装压力表，非承压设备装水位计。

6.6.15 水加热、贮热设备材质的选择应符合下列要求：

1 换热部分（一般为 U 型换热管束和浮动盘管）应采用紫铜管。

2 贮水部分宜根据水质情况和使用要求采用不锈钢、碳钢衬铜、碳钢衬不锈钢或碳钢不锈钢复合板等材质制作。

6.6.16 加热设备的布置和房间要求，应符合下列要求：

1 燃煤热水锅炉的布置

1） 锅炉之间的间距，卧式锅炉不少于 1.0m，立式锅炉不少于 0.8m。

2） 锅炉最高点与建筑最低点的垂直距离：卧式锅炉不少于 1.5m，立式锅炉不少于 0.7m。

3） 锅炉炉门面至墙的距离：卧式锅炉不少于 1.5m 倍炉膛深度加 1.0m；立式锅炉不少于 1.5 倍炉膛深度，但不得小于 2.5m。

4） 锅炉侧、后面距墙的距离：卧式锅炉不少于 1.0m，立式锅炉不少于 0.8m。

5） 锅炉顶部工作平台至建筑结构最低点的垂直距离不小于 2.0m。

6） 锅炉炉箅至灰渣坑底面的高度不得小于 0.5m。

2 燃煤热水锅炉房

1）锅炉房宜为单独的建筑物，如单独设置困难时，应符合《建筑防火设计规范》GB 50016、《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 和《锅炉房设计规范》GB 50041 相关条款的规定。当因条件限制必须布置在建筑物内时，可与一般民用建筑贴近，但应尽量避免设在公共建筑内。

2）锅炉房位置应便于运送燃料和排除灰渣，并有消烟除尘和消除有害气体对环境污染的措施。

3）锅炉辅助设备（如水泵、分水器、集水器等）应有一定的操作和检修、更换附配件的空间。

4）锅炉房应有良好的自然通风、采光和照明，便于泄水和防止污水倒灌。

3 热水机组的布置

热水机组的布置应满足设备的安装、运行和检修的要求，并应符合下列条件：

1）机组前方宜留出不少于机组长度 2/3 的空间。

2）机组后方宜留有 0.8 ~ 1.5m 空间。

3）机组两侧通道宽度为机组宽度，且不得小于 1.0m。

4）机组最上部部件（烟囱可拆部分除外）至安装房间最低净距不得小于 0.8m。

5）机组安装位置宜有高出地面 50 ~ 100mm 的安装基座。

6）机组的烟囱安装应符合《燃油、燃气热水机组生活热水供应设计规程》CECS 134 的有关规定。

4 热水机组设备间

1）机组不宜露天布置。

2）机组设备间宜与其他建筑物分离独立设置。

3）机组设备间设在高层和裙房内时不应直接在人员密集的场所内或在其上、下和贴邻。

4）机组设备间设在高层或多层建筑物内时。应布置在靠外部部位，并应设置对外的安全出口；在外部开口部位的上方，应设宽度不小于 1.0m 不燃烧体的防火挑檐。

5）机组设备间应设在热水负荷较集中的地点，以利减少供回水管路的压力损失。

6）当机组燃油时，设备间应方便燃油供应，并有适合的贮油地点。

7）机组设备间的消防、电气、通风、给排水设计还应满足《燃油燃气热水机组生活热水供应设计规程》CECS 134 的要求和符合《建筑设计防火规范》GB 50016、《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 相关条款的规定。

5 加热设备的布置

1）容积式、导流型容积式、半容积式水加热器的前端应有满足检修时抽出加热盘管所需的空间或条件。

2）加热器侧面离墙、柱之净距及加热器之间净距一般不小于 0.7m，后端离墙、柱净距不小于 0.5m。

3）各类阀门和仪表的安装高度应便于操作和观察。

4）加热器上部附件（一般指安全阀）的最高点至建筑结构最低点的垂直净距应满足安装检修之要求，并不得小于 0.2m。

5）热力管道应尽量利用自然补偿。

6 加热器间的设计

1）加热器间宜靠近用热水的负荷中心，避免热水供水管路过长阻力损失过大而造成冷、热水压力不平衡的现象。

2）加热器间可与锅炉房合建在一个建筑物内，但宜与锅炉间分隔开。

3）加热器间设在地下室时，应考虑有良好的通风条件，并应设置安装检修用的运输孔和通道。

4）加热器间的高度应满足设备、管道的安装和运行要求，并保证检修时能起吊搬运设备。

5）辅助设备（水泵、分水器、水软化设备等）可单设用房与水加热器间贴邻或设在加热器间内。

6）加热器间应有良好的通风照明条件。

7）加热器间应有排除地面积水和设备及管道泄水的措施。

6.6.17　热水贮水器与水加热设备的连接，应遵守下列规定：

1　第二循环送水管，应在贮水罐顶部接出。

2　热水供应系统如为自然循环时，第二循环回水管一般在贮水器的顶部以下 3/4 贮水器高度处接入。

3　第一循环送水管，应在贮水器的顶部以下 1/4 贮水器高度处接出。

4　第一循环回水管和冷水管，应分别从贮水器底部接入。

注：第一循环为热水贮水器与水加热器设备之间的循环管道。

第二循环即为热水供水系统的供、回水循环管道。

6.7　太阳能热水系统的集热、贮热及附属设备

6.7.1　集热器的类型及其选用

1　类型：

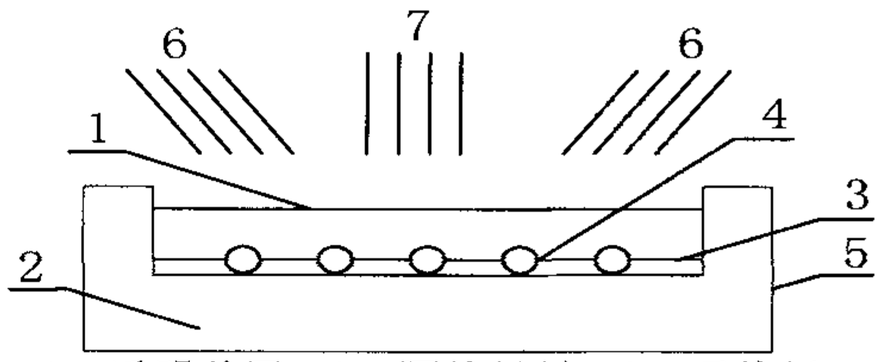
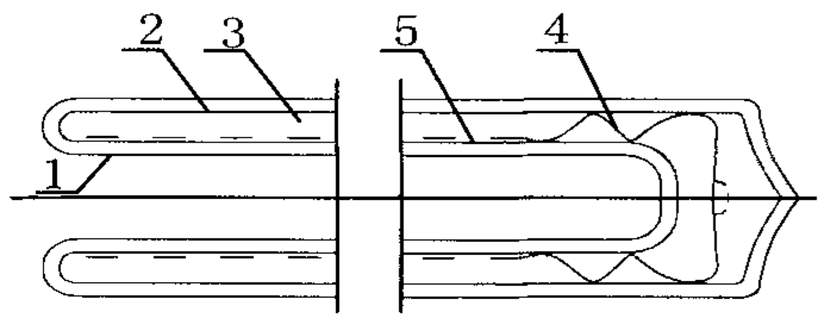
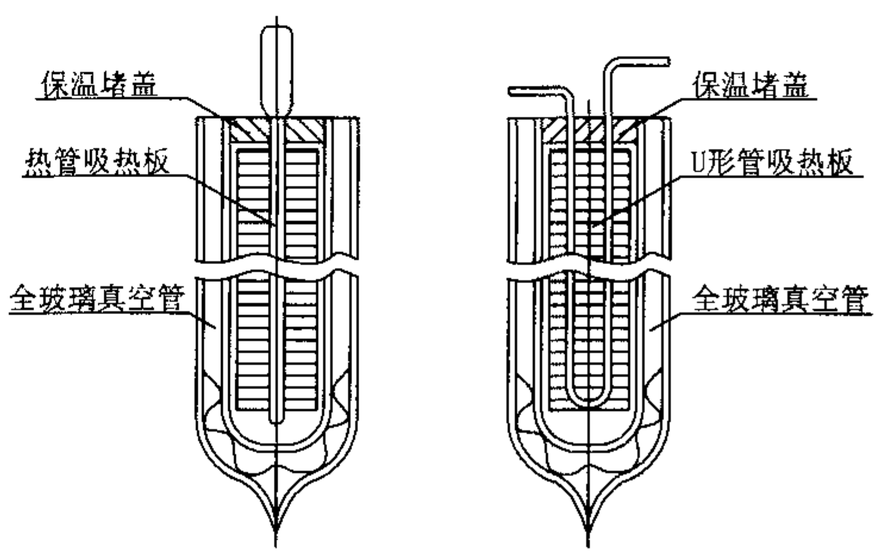
1）平板型集热器。

2）全玻璃真空管集热器。

3）金属－玻璃真空管集热器。金属－玻璃管真空管又分为 U 型管式和热管式两种类型。

三种类型集热器见表 6.7.1－1。

表 6.7.1－1　集热器类型表

类型	主要特征	图示
平板型	接收太阳辐射并向其传热工质传递热量的非聚光型部件，吸热体结构基本为平板形状。结构简单，抗冻能力较弱，耐压和耐冷热冲击能力强，价格较低	 1—透明盖层；2—隔热材料；3—吸热板；4—排管；5—外壳；6—散射太阳辐射；7—直射太阳辐射
全玻璃真空管型	采用透明管（通常为玻璃管）并在管壁与吸热体之间有真空空间的太阳集热器，水流经玻璃管时直接被加热。结构简单，价格适中，具有一定的抗冻、耐压和冷热冲击能力	 1—内玻璃管；2—外玻璃管；3—真空；4—有支架的消气剂；5—选择性吸收表面
金属—玻璃真空管型	采用玻璃管外罩，将热管直接插入管内或应用 U 形金属管吸热板插入管内的集热管。抗冻、耐压和耐冷热冲击能力强，价格较高	

2 选用：集热器类型应根据运行期内最低环境温度、水质条件、经济条件、维护管理等多方面因素综合确定，参见下表。

表 6.7.1-2 集热器类型选用表

选用要素		集热器类型		
		平板型	全玻璃真空管型	金属-玻璃真空管型
运行期内最低环境温度	高于 0℃	可用	可用	可用
	低于 0℃	不可用①	可用②	可用
集热效率③		低	中	高
运行方式		承压、非承压	非承压	承压、非承压
与建筑外观结合程度		好	一般	较好
易损程序		低	高	中
价格		低	中	高

注：①采用防冻措施后可用。

②如不采用防冻措施，应注意最低环境温度值及阴天持续时间。

③本项指全国范围内全年的集热效率。在环境温度常年高于 0℃ 的地区，或只在夏季使用的系统，平板型集热效率略高于全玻璃真空管型。

6.7.2 集热器的安装布置

1 集热器宜作为建筑整体的一部分与建筑同步设计。

2 集热器一般可设置在屋面、阳台拦板、建筑外墙等部位，其布置应与建筑有机结合、不影响建筑外观与周围环境。

3 集热器应与建筑锚固牢靠，防风、防振，且不得影响建筑物的承载、防护、保温、防水、排水等功能。

4 集热器安装方位（集热器采光面法线）宜朝向正南，不可能时可在南偏东、西 30°以内布置，但宜适当增加集热面积，增加集热面积的详细计算参见国家建筑标准设计图集 06SS128《太阳能集中热水系统选用与安装》中有关计算内容。

5 集热器与地面倾角 α：

侧重夏季使用者：$\alpha = \phi - (5° \sim 10°)$

全年使用者：$\alpha = \phi$

侧重冬季使用者：$\alpha = \phi + (5° \sim 10°)$

ϕ 为当地纬度。

注：水平热管集热器、可调吸热板平板式集热器，可（$\alpha = 0$）水平安装。

6 集热器防遮挡要求：

1） 集热器不宜布置在受建筑墙体、周围设施和树木遮挡的部位，应满足一天不少于 4h 日照时数的要求。

2） 集热器前后排之间及其与遮光物之最小距离按下列公式计算：

$$D = H \cdot \cot\alpha_s \tag{6.7.2}$$

式中 D——集热器前后排之间或其与遮光物的最小间距（m）；

H——遮光物最高点与集热器最低点的垂直距离（m）；

α_s——太阳高度角（°）；

春、夏、秋三季使用者，宜取当地春、秋分日 8:00 或 16:00 时的太阳高度角；

全年使用者宜取当地春、秋分日 9:00 或 15:00 时的太阳高度角。

7 集热器不应跨越建筑变形缝设置。

6.7.3 集热器可通过并联、串联和串并联等方式连接成集热器组，并应符合下列要求：

1 自然循环集热系统，集热器不应串联，应采用并联连接方式，且每个集热器组连接集热器数目不得超过 16 个或总集热面积不大于 $32m^2$；

2 强制循环集热系统，集热器宜并联连接，当条件限制采用串联连接时，串联集热器个数不得超过 3 个。

3 集热器组应采用并联连接，各集热器组包含的集热器数，应相同。

4 连接集热器组的进、出水管道宜同程布置，不能满足时，应在各集热器组集热出水管上安装平衡阀来调节流量平衡。

6.7.4 集热系统的防冻、防过热的安全措施

1 寒冷地区：集热器内工质应采取以下防冻的措施：

1）排回法防冻，即结冻期，晚上将集热器内的水排空入贮热水箱。

2）逆循环防冻，即结冻期晚上将贮热水箱的热水返回至集热器。

3）循环工质中加入乙二醇、丙三醇等防冻液，由专业公司根据气候条件、工质冰点、系统防腐性能等确定工质的投加配比。采用添加防冻液工质的集热系统应采用间接换热制备热水。

2 所有集热系统均应设置过热保护安全措施：

1）集热系统的管材、管件、阀门及密封件、膨胀罐、集热水箱箱体等应选用耐高温大于等于 150℃的材质。

2）集热系统应设安全阀、压力式膨胀罐、膨胀管等集热系统升温膨胀泄压的设施。

3）直接供热水的集热、贮热、供热水箱（罐）内的水温不得超过 75℃。

6.7.5 集热系统的选择

1 符合下列条件时宜采用直接加热供水系统：

1）冷水供水水质硬度小于等于 150mg/L（以 $CaCO_3$ 计）。

2）无冰冻的地区。

3）用户对冷热水压差稳定要求不严的系统。

2 符合下列条件之一者宜采用间接加热供水系统：

1）冷水供水水质硬度大于 150mg/L（以 $CaCO_3$ 计）。

2）有冰冻的地区。

3）用户对冷热水压差稳定要求较高的系统。

6.7.6 集热器集热面积的计算

1 集中热水供应系统：

1）直接加热供水系统的集热器总集热面积应按下式计算：

$$A_c = \frac{q_{rd} c \rho_r (t_r - t_L) f}{J_t \eta_L (1 - \eta_L)} \tag{6.7.6-1}$$

式中　A_c ——直接加热供水系统集热器总面积（m^2）；

q_{rd} ——设计日用热水量（L/d），住宅查表 6.1.2 取值，其余按表 6.1.1 取下限；

c ——水的比热，c = 4.187［kJ/（kg·℃）］；

ρ_r ——对应热水温度 t_r 下的热水密度（kg/L）；

t_r ——集、贮热水箱内热水设计温度（℃）；

t_L ——冷水温度（℃）；

f ——太阳能保证率，根据系统使用期内的太阳幅照量、系统经济性和用户要求等因素，综合考虑后确定，宜为 30% ~80%；亦可参照表 6.7.6-1 选取；

J_t ——当地集热器采光面上的年平均日太阳能幅照量［kJ/（m^2 · d）］，见附录 F－2。

η ——集热器年均集热效率，应依集热器产品实测数据确定，经验值为 $\eta=0.45\sim0.5$；

η_L ——集热系统热损失率，依系统保温措施定，经验取值为 $\eta_L=0.15\sim0.30$。

表 6.7.6－1 太阳能热水系统太阳能保证率 f 推荐选用表

等级	太阳能条件	太阳能保证率 f（%）
Ⅰ	资源丰富区	60～80
Ⅱ	资源较富区	50～60
Ⅲ	资源一般区	40～50
Ⅳ	资源贫乏区	<40

注：我国太阳能资源区划指标及资源分区见附录 F－1。

2）间接加热供水系统的集热器总面积应按下式计算：

$$A_{IN}=A_C\ (1+\frac{F_R U_L\cdot A_C}{K\cdot F_{jr}}) \qquad (6.7.6-2)$$

式中 A_{IN} ——间接系统集热器总面积（m^2）；

$F_R U_L$ ——集热器总热损失系数［kJ/（m^2 · h · ℃）］，对于平板型集热器取 14.4～21.6［kJ/（m^2 · h · ℃）］；对于真空管型集热器，取 3.6～7.2kJ/（m^2 · h · ℃），具体数值根据产品实测结果确定。

K ——换热器的传热系数［kJ/（m^2 · ℃ · h）］。

F_{jr} ——水加热器加热面积，（m^2）。

方案设计时可依下式估算 A_{IN} 值：

$$A_{IN}=\ (1.01\sim1.03)\ A_C$$

2 局部热水供应时，集热器面积的确定：

1）按经测定的集热器单位面积日产热水量直接计算选型；当不能确定产品时，可按下表选型：

表 6.7.6－2 不同太阳能条件下的集热器产热水量

等级	太阳能条件	单位集热面积产 45～50℃热水量（L）
Ⅰ	资源丰富区	70～80
Ⅱ	资源较富区	60～70
Ⅲ	资源一般区	50～60
Ⅳ	资源贫乏区	40～50

2）当已选定集热器成型产品，即集热器的集热面积及集热水箱容积已经确定时，计算水的温升。

$$\Delta T=\frac{J_t\cdot A\cdot \eta\cdot K_1\cdot K_2}{C\cdot L} \qquad (6.7.6-3)$$

式中 ΔT ——集热水箱中水的温升（℃）；

A ——成品集热器面积（m^2）；

K_1 ——容积系数，$K_1=0.8\sim0.9$；

K_2 ——热损系数，$K_2=0.8\sim0.9$；

L ——集热水箱容积（L）。

6.7.7 集、贮热水箱（罐）的容积计算：

1 太阳能为低密度、不稳定热源，不能按蒸汽、热水等常规热源计算热水箱容积，即不能按表 6.6.10 计算集、贮热水箱（罐）的贮热容积。

2 集、贮热水箱（罐）容积应按下式计算：

$$V_r = q_{rjd} \cdot A_j \tag{6.7.7}$$

式中　V_r——贮热水箱（罐）容积（L）；

A_j——太阳能集热器集热面积（m^2）；

q_{rjd}——单位采光面积平均日的产热水量［L/（m^2·d）］；具体数据应根据集热器产品的实测数据而定。无实测数据时，宜根据当地太阳能辐照量，集热器的集热性能、集热面积的大小等因素按下列原则确定；对于直接加热系统，q_{rjd}=40～100［L/（m^2·d）］；对于间接系统，q_{rjd}=30～70［L/（m^2·d）］。

直接加热系统亦可按表6.7.6－2集热器产水量计算。

当集、贮热水箱中的热水作为热媒用时，可按间接加热系统中q_{rjd}的低值计算热水箱（罐）容积。

6.7.8　集热系统

1　太阳能集热系统，按其循环方式可分为自然循环与机械循环系统；按其供水方式可分直接供水与间接换热供水系统。

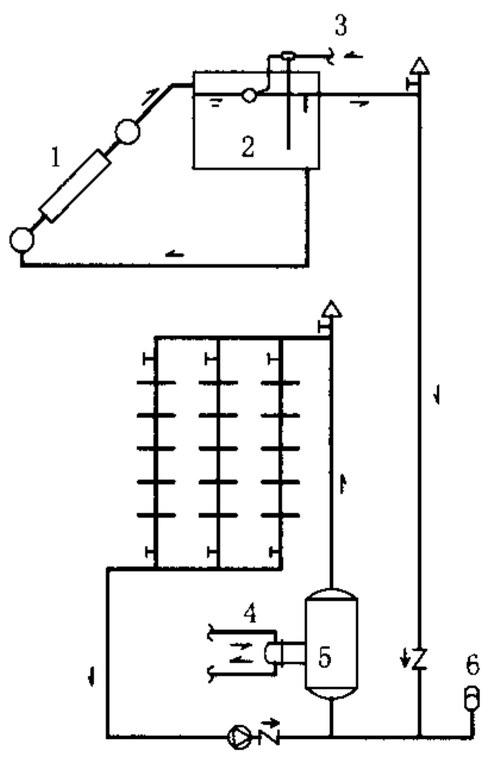
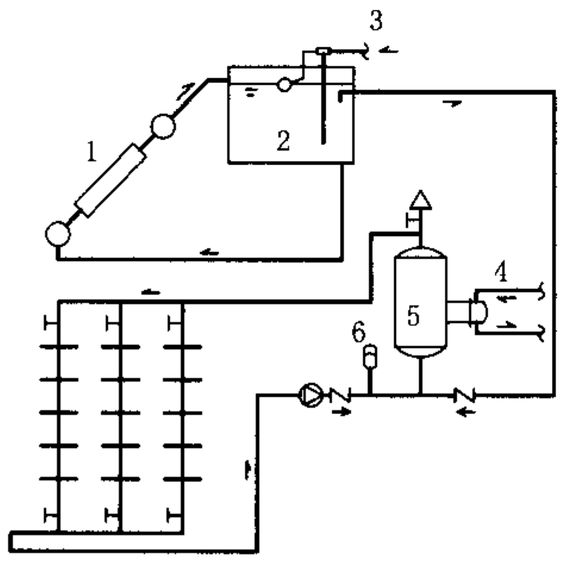
间接供水又可分下列两种方式：

1）集热器集热：经换热器加热冷水至贮热水箱供给热水。

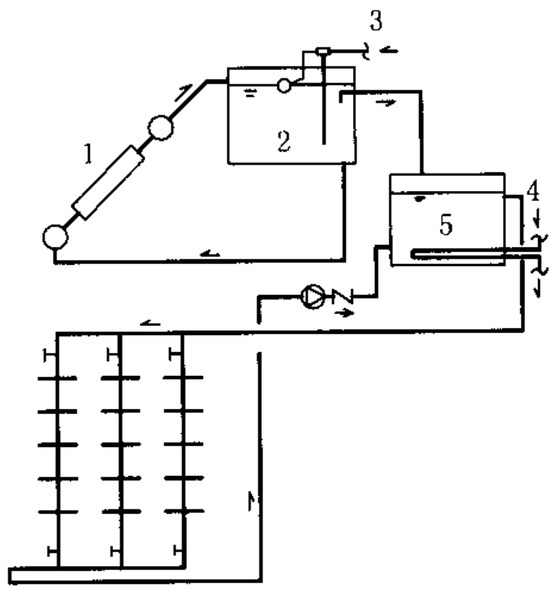
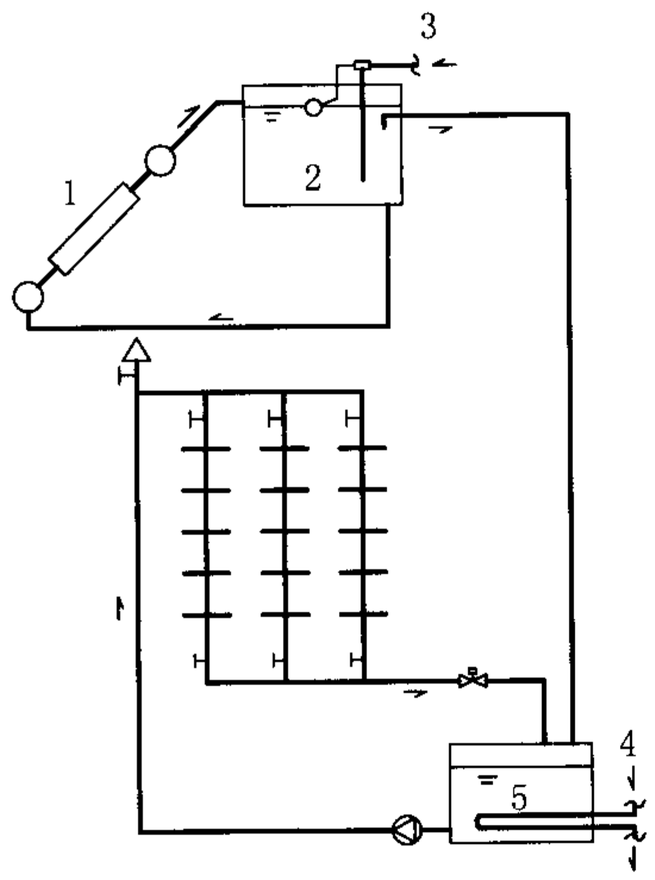
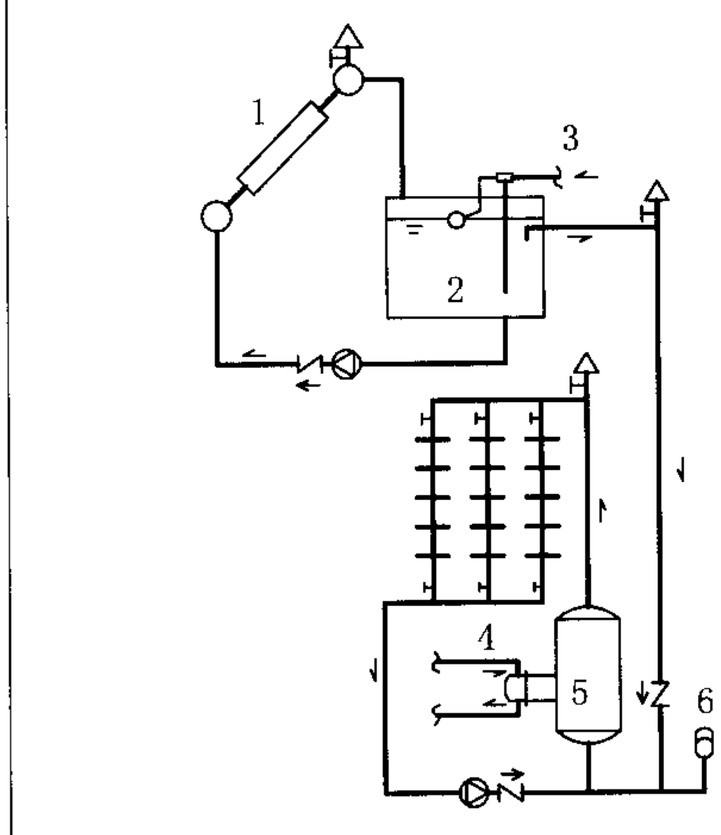
2）集热器集热水作热媒，经换热器间接加热冷水供给热水。

常用的太阳能热水加热、贮热供热系统图示见表6.7.8－1。

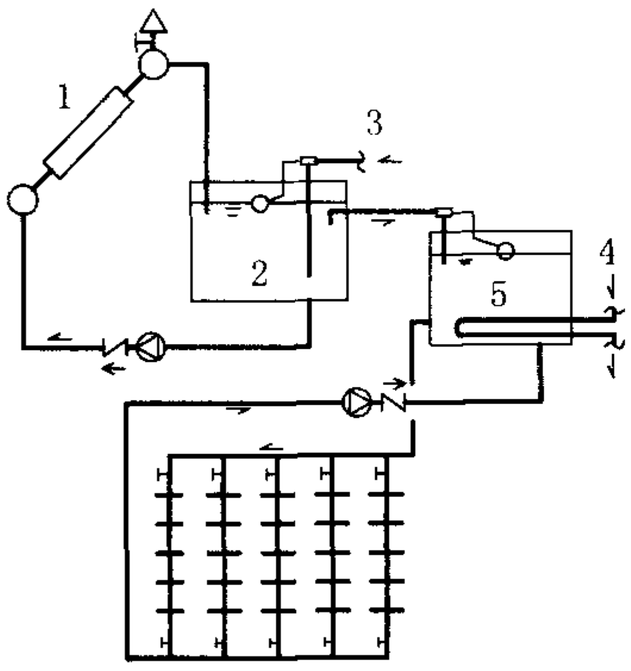
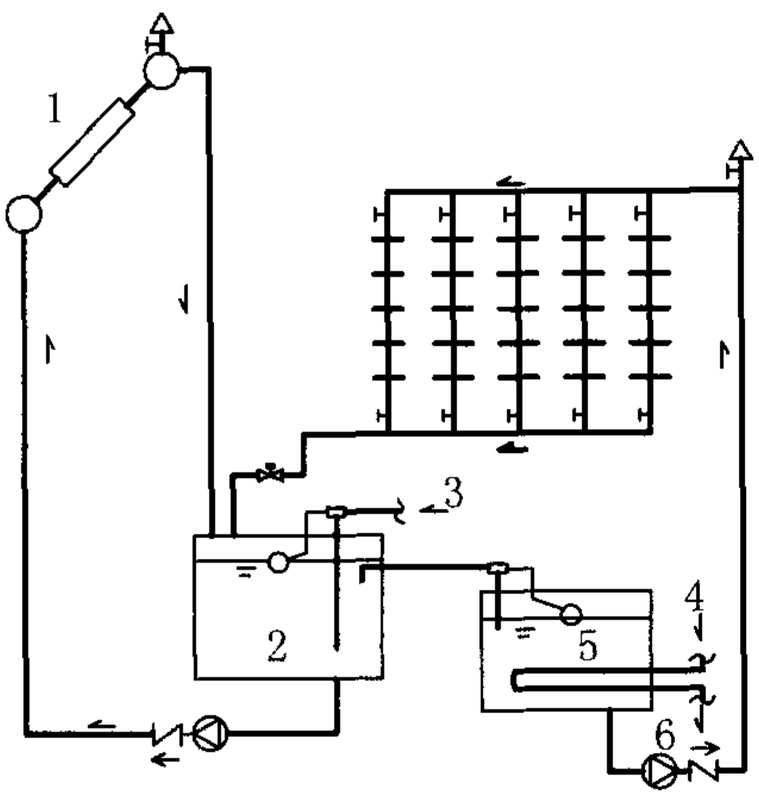
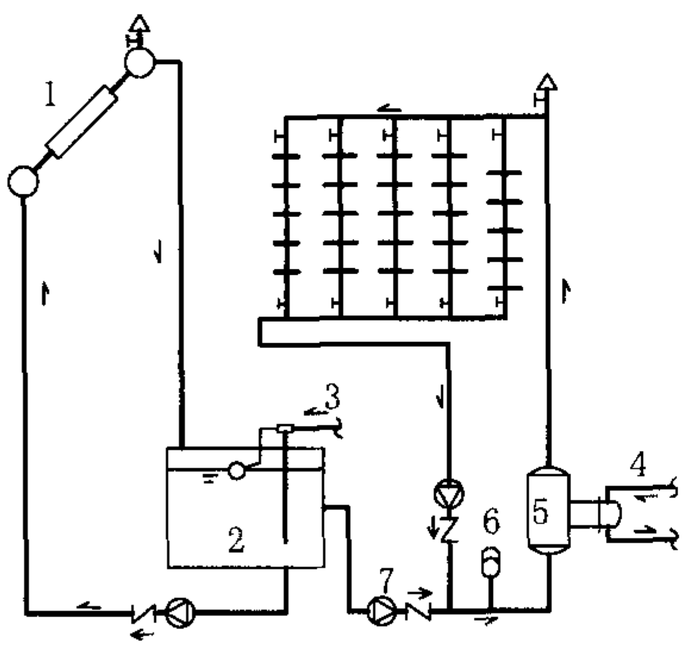
表6.7.8－1　常用太阳能热水加热、贮热供热系统图示

名称		图示	系统特点	适用范围	优缺点
直接供水	自然循环（一）	 1－集热器；2－集热贮热水箱；3－冷水；4－辅助热源；5－辅助水加热器；6－膨胀罐	1. 水集热贮热设备与辅助水加热器上、下分设 2. 集热贮热水箱箱底高于集热器上集管 3. 闭式供水系统	1. 屋顶允许设置集热贮热水箱，但无条件设辅助水加热器 2. 无冰冻地区 3. 冷水硬度≤150mg/L 4. 宜有高于蓄热水箱≤1m的冷水箱补给冷水 5. 冷热水箱高度满足系统水压要求 6. 日用热水量较小	1. 自然循环集热节能 2. 系统较简单经济 3. 水压稳定冷热水压力平衡 4. 集热贮热水箱大而高与建筑立面难协调 5. 适用范围控制条件多
	自然循环（二）	 1－集热器；2－集热贮热水箱；3－冷水；4－辅助热源；5－辅助水加热器；6－膨胀罐	1. 水集热贮热设备与辅助水加热器均设在屋顶 2. 同上2 3. 同上3	屋顶允许并有条件设置集热贮热和辅助加热设备。其他优缺点同上	与上图式比较，设备集中便于管理。其他优缺点同上

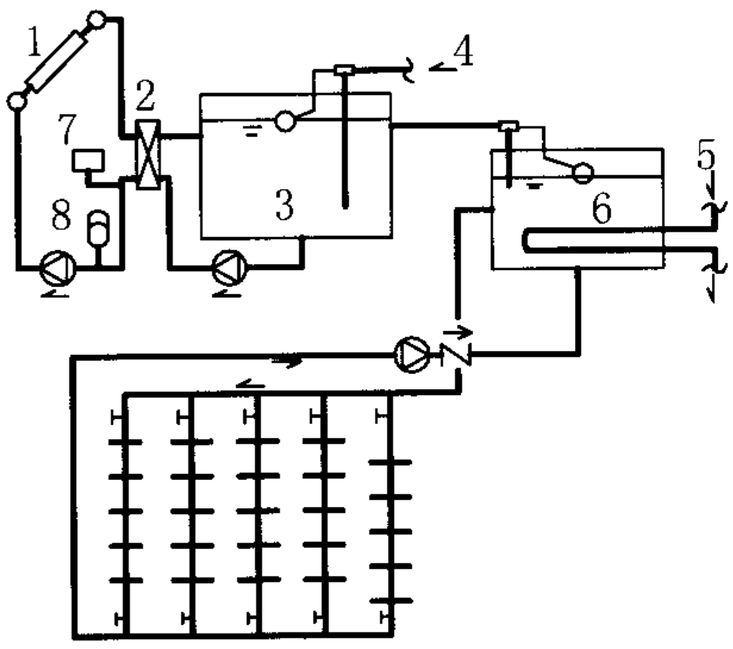
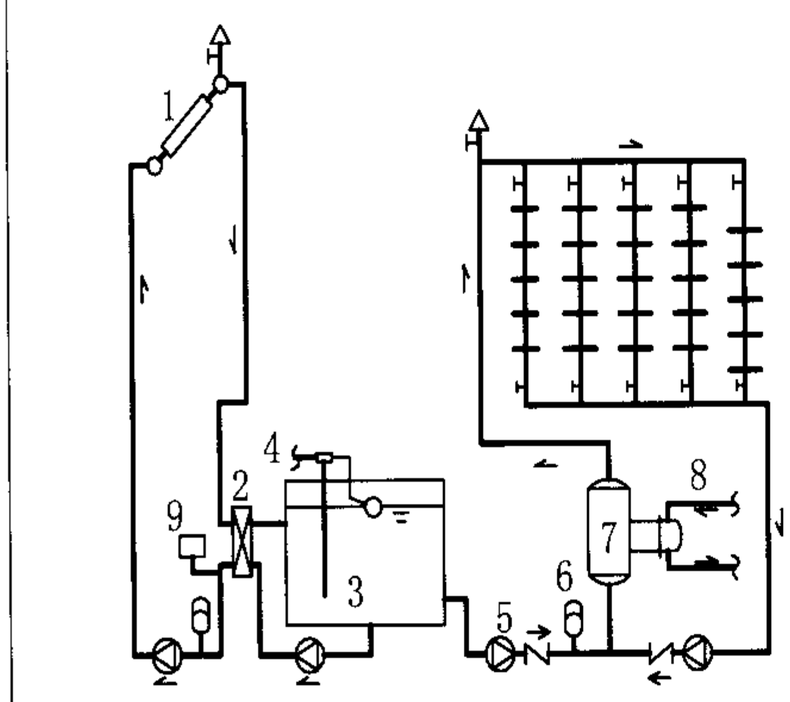
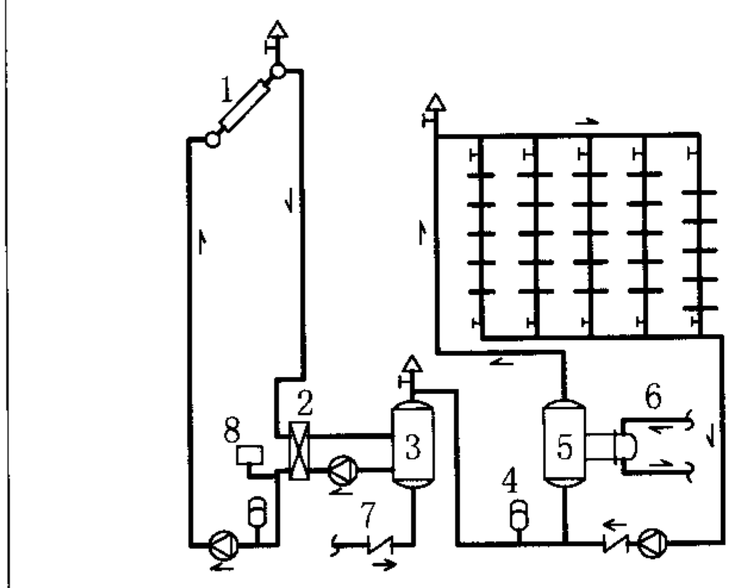
续表 6.7.8－1

名称	图示	系统特点	适用范围	优缺点
直接供水	自然循环（三）  1－集热器；2－集热水箱；3－冷水；4－辅助热源；5－供热水箱	1、2 同直接供水自然循环（二）图示 3. 开式供水系统	同直接供水自然循环（二）图示	与上（二）图式比较优缺点： 1. 集热水箱只集热，不贮热、体型缩小，便于与建筑立面协调 2. 集、供热水箱比辅助水加热器便廉 3. 辅助加热效果差
	自然循环（四）  1－集热器；2－集热水箱；3－冷水；4－辅助热源；5－供热水箱	同直接供水自然循环（一）图示	1. 屋顶允许设集热水箱，但无条件设供热水箱 2. 无冰冻地区 3. 冷水硬度≤150mg/L 4. 系统冷热水压力平衡要求不严 5. 日用热水量较小	优点同上。缺点： 1. 辅热效果差 2. 热水另加泵供水，不利冷热水水压力平衡
	强制循环（一）  1－集热器；2－集热贮热水箱；3－冷水；4－辅助热源；5－辅助水加热器；6－膨胀罐	1. 集热贮热水箱与辅助水加热器上、下分设 2. 集热贮热水箱和集热器可分开设置，水箱可位于集热器之下 3. 闭式供水系统	1. 屋顶或顶层允许设集热贮热水箱 2. 冷水硬度≤150mg/L 3. 冷热水水箱高度满足系统水压要求 4. 日用热水量较小	与自然循环（一）图式比较： 1. 集热贮热水箱不受高度限制可放室内 2. 强制集热循环，集热效率高 3. 加循环泵耗能

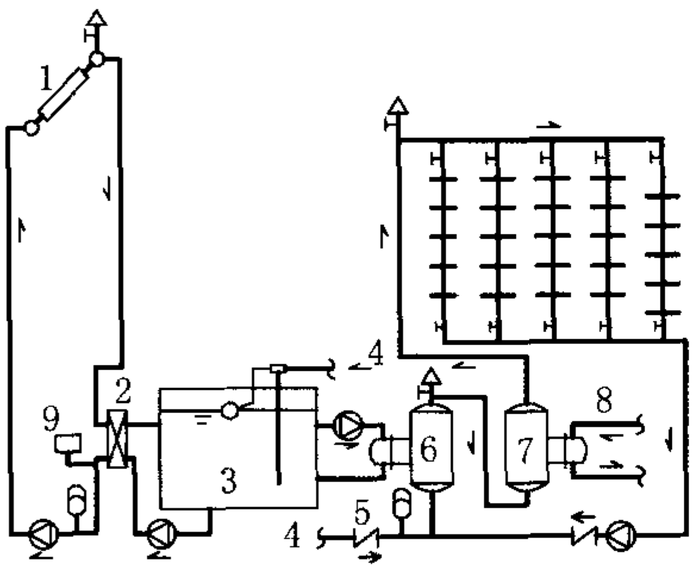
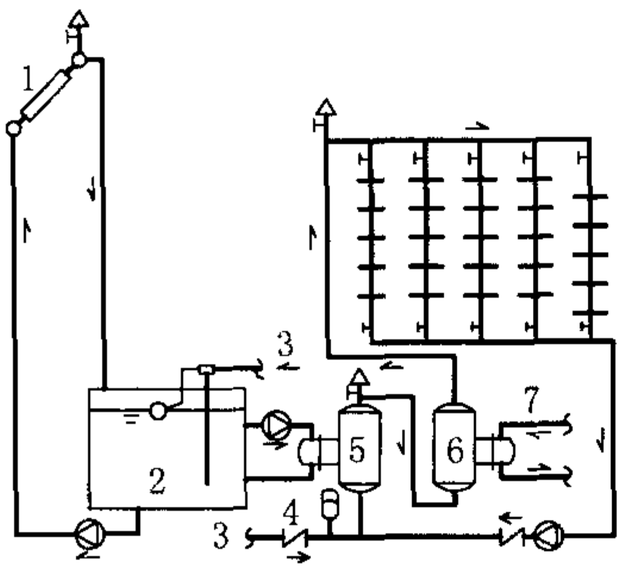
续表6.7.8-1

名称	图示	系统特点	适用范围	优缺点
直接供水	强制循环（二）  1－集热器；2－集热贮热水箱；3－冷水；4－辅助热源；5－供热水箱	1. 集热贮热水箱与辅助供热水箱均可位于室内 2. 开式供水系统	1. 屋顶或顶层有条件设置冷热水箱 2. 冷水硬度≤150mg/L 3. 冷热水箱高度满足系统水压要求	与自然循环（三）图式比较： 1. 集热贮热水箱可位于顶层，利于与建筑立面协调 2. 供热水箱小，有利节能、快速供热水 3. 集热效率高 4. 加循环泵耗能
	强制循环（三）  1－集热器；2－集热贮热水箱；3－冷水；4－辅助热源；5－供热水箱；6－供水加压泵	1. 集热贮热水箱与供热水箱可放在下部机房内 2. 开式系统	1. 屋顶无条件设高位冷、热水箱 2. 冷水硬度（碳酸钙计）≤150mg/L 3. 系统冷热水压力平衡要求不严	与上图比较 1. 集热、贮热、供热水箱可位于下部机房，更有利于与建筑协调 2. 热水需单设加压泵供水，不利于冷热水压力平衡
	强制循环（四）  1－集热器；2－集热贮热水箱；3－冷水；4－辅助热源；5－水加热器；6－膨胀罐；7－供水泵	1. 集热贮热水箱与水加热器等设备位于下层设备机房 2. 闭式供水系统	1. 屋顶无条件设高位冷、热水箱 2. 冷水硬度（碳酸钙计）≤150mg/L 3. 系统冷热水压力平衡要求不严	与自然循环（四）图式比较 1. 不设屋顶集热水箱 2. 集热效率高 3. 加循环泵耗能

续表 6.7.8－1

名称		图示	系统特点	适用范围	优缺点
间接换热供水	强制循环（一）	 1－集热器；2－板式换热器；3－集热贮热水箱；4－冷水；5－辅助热源；6－供热水箱；7－补水装置；8－膨胀罐	同直接供水强制循环（二）图示	1. 屋顶或顶层有条件设置冷、热水箱 2. 冷、热水箱高度满足系统水压要求	与直接供水的强制循环（二）图式比较： 1. 集热泵系统中的工质仅作热媒用，有利于设备防冻及水垢的危害，集热效率高 2. 增加板换循环泵等
	强制循环（二）	 1－集热器；2－板式换热器；3－集热贮热水箱；4－冷水；5－供水泵；6－膨胀罐；7－辅热水加热器；8－辅热热源；9－补水系统	同直接供水强制循环（二）图示	1. 屋顶或顶层无条件设置冷、热水箱 2. 系统冷热水压力平衡要求不严	与上图式比较： 1. 集热、贮热、辅热水箱可位于地下室等处，布置灵活 2. 热水另加泵供水，不利系统冷热水压力平衡
	强制循环（三）	 1－集热器；2－板式换热器；3－水加热器；4－膨胀罐；5－辅助水加热器；6－辅助热源；7－冷水；8－补水装置	1. 集热贮热与辅助加热分设水加热器 2. 闭式供水系统	1. 冷水硬度＞150mg/L 2. 系统冷、热水压力平衡要求较高 3. 日用热水不大	1. 有利于系统冷热水压力平衡 2. 利用冷水压力，节能 3. 集热、贮热、辅助加热设备造价较高

续表 6.7.8-1

名称	图示	系统特点	适用范围	优缺点
间接换热供水	强制循环（四）  1－集热器；2－板式换热器；3－集热贮热水箱；4－冷水；5－膨胀罐；6－水加热器；7－辅助水加热器；8－辅助热源；9－补水装置	1. 集热量贮存在集热贮热水箱中，辅助水加热器可小型高效 2. 集热、供热均为闭式系统	1. 日用热水量大的系统 2. 对热水水质、水压要求高的系统	与上图式比较： 1. 集热效率高 2. 有利于保证热水水质 3. 贮热部分造价较便宜 4. 循环泵多耗电
	强制循环（五）  1－集热器；2－集热贮热水箱；3－冷水；4－膨胀罐；5－水加热器；6－辅助水加热器；7－辅助热源；	1. 同上1 2. 集热为开式系统，供热为闭式系统	1. 同上1 2. 对热水水质、水压要求较高的系统	与上图式比较 1. 系统简单，省去了板换定压补水等设备 2. 集热效率不如上图式高

2　集热循环泵的设计计算

1）循环泵流量应按下式计算：

$$q_x = q_{gz} \cdot A_j \tag{6.7.8-1}$$

式中　q_x——循环泵流量（L/s）；

q_{gz}——单位采光面积集热器对应的工质流量［L/（s·m^2）］，应按集热器产品产测数据确定，也可取经验值=0.015～0.02L/（s·m^2）。

A_j——集热器总面积（m^2）。

2）循环泵扬程应按下式计算：

①开式太阳能热水系统循环泵扬程应按下列公式计算：

$$H_x = h_p + h_j + h_z + h_f \tag{6.7.8-2}$$

式中　H_x——循环泵扬程（kPa）；

h_p——集热循环管道沿程与局部阻力损失（kPa）；

h_j——循环流量流经集热器的阻力损失（kPa），取单台集热器阻力 H_c 和串联集热器台数 n 的乘积；

h_z——集热器与贮热水箱之间的几何高差（kPa）；

h_f ——为保证换热效果附加压力（kPa），$h_f = 20 \sim 50$kPa。

②闭式太阳能热水系统循环泵扬程应按下列公式计算：

$$H_x = h_p + h_e + h_j + h_f \tag{6.7.8-3}$$

h_e——集热器间接换热设备的阻力损失（kPa），按相应的间接换热设备取值；

3）循环泵应选用热水泵，水泵壳体承受的工作压力不得小于其承受的静水压力加水泵扬程。

4）循环泵可由设在集热器出水干管与循环泵吸水管上的温度传感器之温差控制，一般设置为：当温差大于等于 5℃时启泵，温差小于 2℃停泵。

5）循环泵宜设备用泵，交替运行。

6）循环泵宜靠近集热水箱设置。

7）循环泵及其管道应设减振防噪装置。

3 间接换热供水系统换热器的设计计算

1）经换热器加热冷水制备生活热水供水时，换热设备应根据水质硬度、冷热水系统压力平衡要求、系统型式、系统大小等，经技术经济比较后确定（参见表 6.7.8－1 中图示）。

①水质总硬度大于 150mg/L（以 $CaCO_3$ 计），且冷热水压力平衡要求较高的系统宜选择半容积式、导流型容积式水加热器。

②水质总硬度不大于 150mg/L（以 $CaCO_3$ 计）时，可选择板式换热器、快速换热器配贮热水箱（罐）集贮热水。

2）经换热器循环集热制备热媒热水时，宜选用板式换热器等快速高效换热设备。

3）集热系统换热设备的换热面积按下式计算：

$$F_{jr} = \frac{C_r Q_z}{\varepsilon K \Delta T_j} \tag{6.7.8-4}$$

式中 F_{jr}——换热面积（m^2）；

C_r——集热系统热损失系数，一般为 1.1～1.2；

ε ——由水垢和热媒分布不均匀影响传热效果的系数，一般取 $\varepsilon = 0.6 \sim 0.8$；

K ——换热器传热系数［kJ/（m^2 · h · ℃）］，见表 6.7.8－2；

ΔT_j——热媒与被加热水的计算温度差（℃）可按 5℃～10℃取值；

Q_z——集热器集热时段内小时集热量（kJ/h）。

表 6.7.8－2 换热设备的传热系数 K 参考值

类型	容积式水加热器	导流型容积式水加热器	半容积式水加热器	半即热式水加热器	板式换热器
K［kJ/（m^2 · h · ℃）］	1330～1480	2450～5400	2910～7200	5760～7560	7200～10800

注：设计计算应按选用产品取值。

4）Q_z 可按下式计算：

$$Q_z = \frac{K_t f q_{rd} (t_r - t_L) c\rho_r}{S_y} \tag{6.7.8-5}$$

式中 K_t——太阳辐照时变化系数，一般取 1.5～1.8。

S_y——年平均日日照小时数（h/d），应按集热器布置是否有被遮挡时段确定，当无遮挡时，$S_y = 6 \sim 8$h/d。

5）换热器的数量不宜少于两台，一台检修时，其余各台的总换热能力不得小于集热器产热量的 50%。

6）以太阳能集热水为热媒，经换热设备制备生活热水时（如表 6.7.8－1 中“间接换热供水”部分图示），其换热器的设计计算与常规热源的设计计算相同，详见第 6.6.5 条、第 6.6.6 条等有关条款。

6.7.9　辅热系统的设计计算

1　太阳能属于不稳定、低密度热源，因此无论是局部热水还是集中热水供应系统均宜设置辅助热源及其加热设施。

2　辅助热源可因地制宜选择热力管网、电、燃气、燃油、热泵等；局部热水供应常以电能作为辅助热源。

3　辅助热源应按第6.4节所述耗热量设计计算。其设计小时供热量应根据选用水加热设备的型式，按第6.6.9条设计计算。

4　辅助加热的方式

1）局部供应热水设备、小型集中热水供应系统及冷水总硬度（以 $CaCO_3$ 计）小于等于150mg/L的集中热水供应系统可采用直接加热的方式。

2）太阳能热水器采用电能直接辅助加热时，电热元件应放在热水器的下部。

3）冷水总硬度（以 $CaCO_3$ 计）大于150mg/L的集中热水供应系统宜采用间接加热的方式。

4）采用在供热水箱中设换热盘管间接辅助加热水箱中被加热水时，为提高换热效果换热盘管宜以四行程布置，不宜以二行程布置。

热水箱中换热盘管的传热系数参见下表。

表6.7.9-1　热水箱中换热盘管的传热系数K值

换热盘管类型	热媒为0.1～0.6MPa饱和蒸汽		热媒为70～150℃热水	
	传热系数K［kJ/（m^2·h·℃）］	热媒出口温度 t_{mz}（℃）	传热系数K［kJ/（m^2·h·℃）］	热媒出口温度 t_{mz}（℃）
二行程U型管	2910～3130	>100	1370～1476	60～120
四行程U型管	3060～3780	60～95	1980～3420	55～110

5　辅助热源及水加热设备应按太阳能供热的不稳定状态匹配，根据太阳能集热系统的不同供热工况投入运行，合理使用能源。

6　辅助热源应在保证太阳能集热量充分利用的条件下根据不同的热水供应方式采用合理的自动控制或手动控制。

6.8　热泵热水系统的加热、贮热及附属设备

6.8.1　热源的类型及选用要点

1　热泵系统的低温热源有地源［含地表水、地下水、地埋管（也称土壤源）三种］、空气、冷却循环系统的冷却水、经处理的污废水。

2　作为热泵的水源供水应满足其换热量要求，供水水量与水温稳定。

3　采用地下水为热源时，必须取得当地水务主管部门的批准。

4　作为热泵水源的深井数量应大于等于2个，经换热的地下水应采取可靠的回灌措施，确保换热后的地下水全部回灌到同一含水层，回灌水不得对地下水源造成污染，严禁换热后的地下水直流排放。

5　取水井与回灌井宜一对一布置，定期互换运行，取水井的取水量应按回灌量计算，回灌井的回灌量一般为取水量的2/3。

6　采用多井取水时，应由水文地质勘察合理确定井位，避免多井同时取水，相互干扰，达不到设计取水量。

7　在地表水为热源时，取水口宜位于水下5m，以保证水温稳定；取水口应远离回水口，并宜位于回水口的上游。

8　地表水源的热负荷约为40kJ/（m^2·K）。

9 水源热泵的水源水温宜大于等于 10℃，以保证机组能高效运行和便于机组的维护。

10 水源的水质应满足热泵机组对水质的要求，当不能满足时，应采用水源不直接进入热泵机组的闭式系统间接换热。

水源进入间接换热的预换热器前应视水质情况进行除砂、除杂质、污物、灭藻等机械过滤及药剂处理。

11 当地表水为海水时，与海水接触的所有设备、部件及管道应具有防腐、防生物附着的能力；与海水连通的所有设备部件及管道应具有过滤、清理的功能。

12 采用地下水、地表水等为水源时，其换热系统的设计还应符合现行《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 中有关规定的要求。

13 冷冻机组的冷却水是否用于作热泵机组的热源应经技术经济比较后确定，一般空调季节很长且生活热水负荷相对空调负荷小的炎热地区可优先考虑。

14 长江流域以南地区的中、小型集中热水供应系统可采用空气源热泵制备热水。

1）最冷月平均气温大于等于 10℃的地区，采用空气源热泵制备生活热水时，可不设辅助热源。

2）最冷月平均气温小于 10℃，且大于 0℃的地区，采用空气源热泵制备生活热水时，应设辅助热源。

6.8.2 热泵机组类型及选用

热泵机组按压缩机的型式分主要有：离心式热泵机组、螺杆式热泵机组及活塞式热泵机组。其适用范围见下表。

表 6.8.2 热泵机组适用范围

机组类型	离心式压缩机组	螺杆式压缩机组	活塞式压缩机组
适于制热量（kW）	1054 ~ 28000	116 ~ 1758	<700

注：空气源热泵机组一般为活塞式、涡旋式压缩机，适于小功率制热量的系统。

6.8.3 供热系统的选择

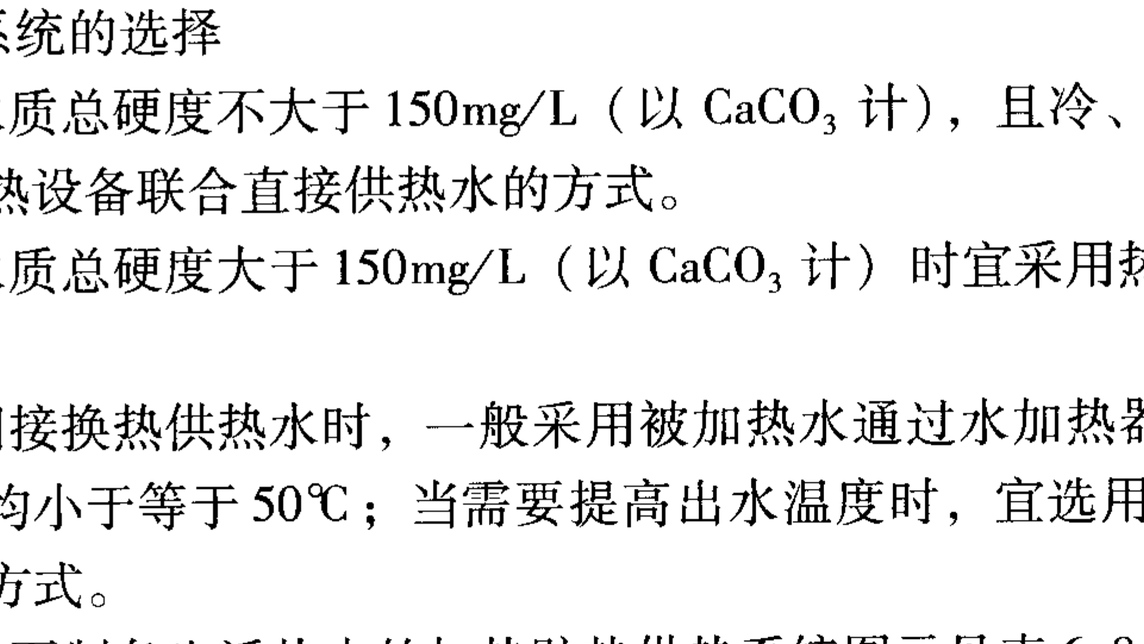
1 冷水水质总硬度不大于 150mg/L（以 $CaCO_3$ 计），且冷、热水压力平衡要求一般的小型系统可采用热泵与贮热设备联合直接供热水的方式。

2 冷水水质总硬度大于 150mg/L（以 $CaCO_3$ 计）时宜采用热泵机组经换热设备间接换热供热水的方式。

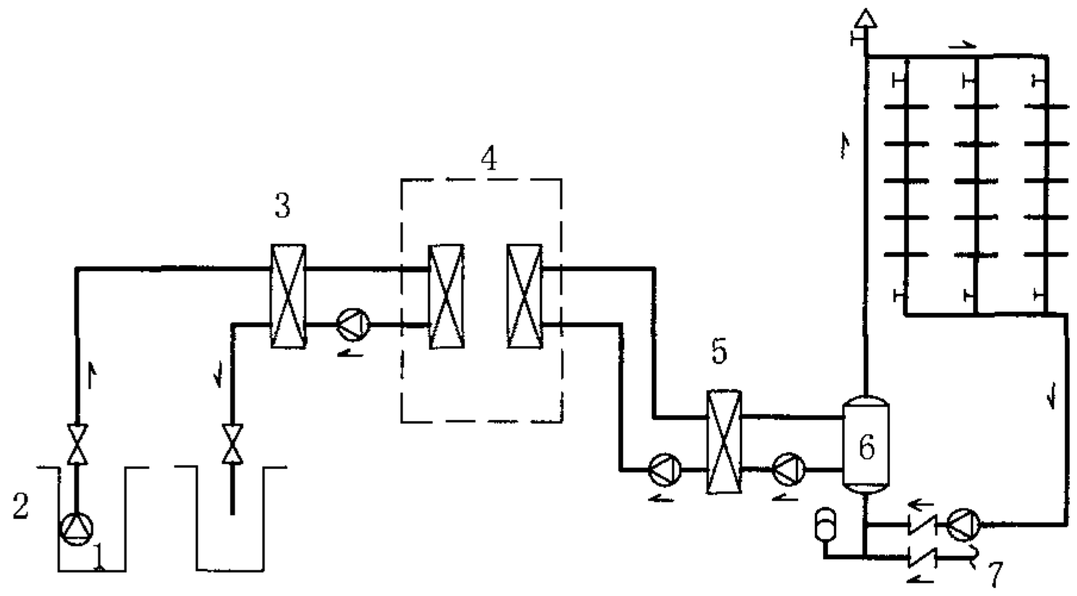
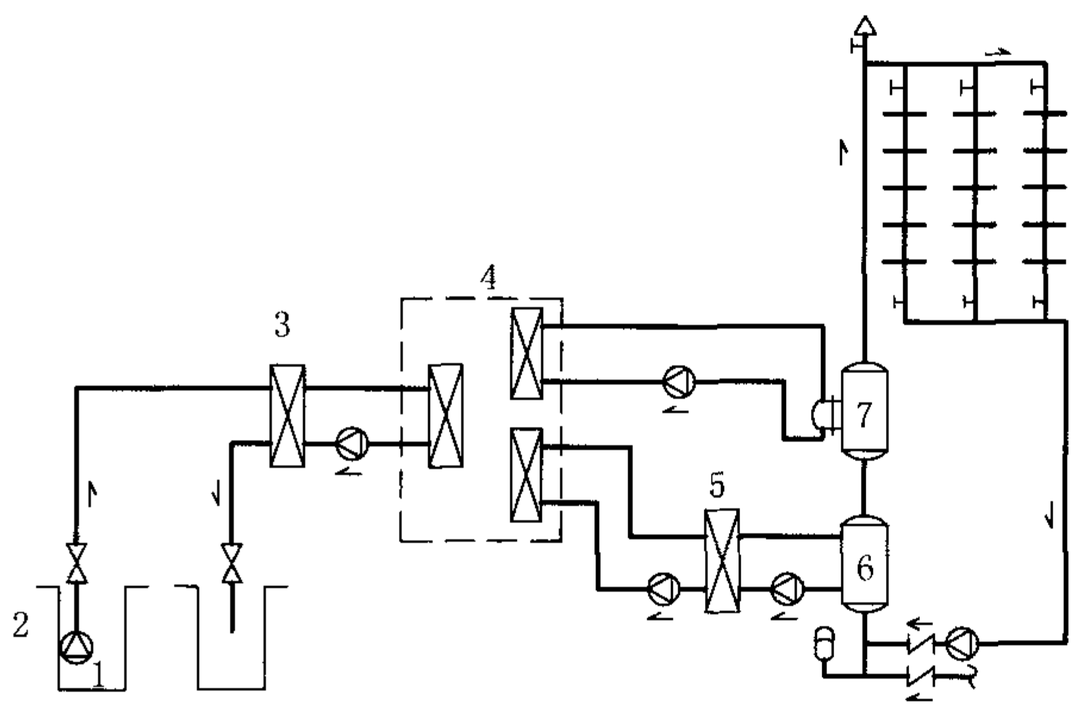
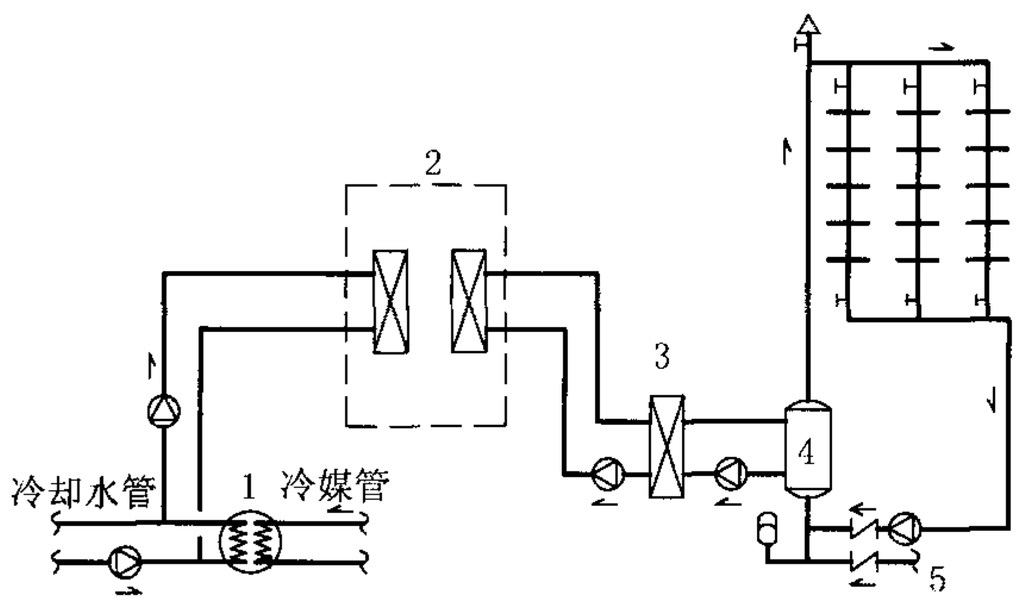
3 采用间接换热供热水时，一般采用被加热水通过水加热器与贮热水箱（罐）循环加热的方式，供水水温一般均小于等于 50℃；当需要提高出水温度时，宜选用高温型水源热泵机组经两级水加热器串联加热水的方式。

4 常用热泵制备生活热水的加热贮热供热系统图示见表 6.8.3。

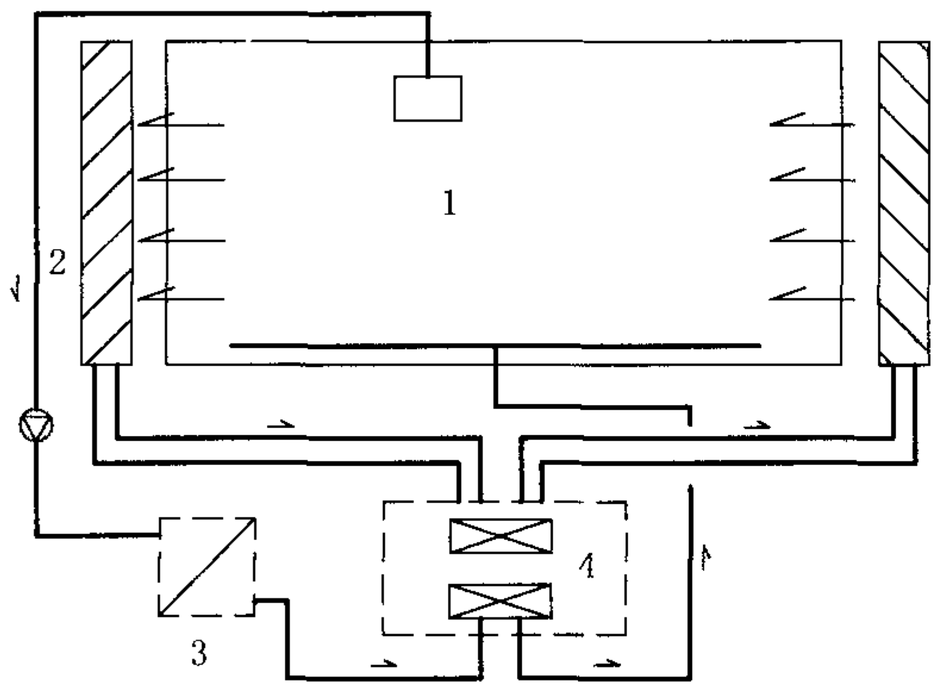
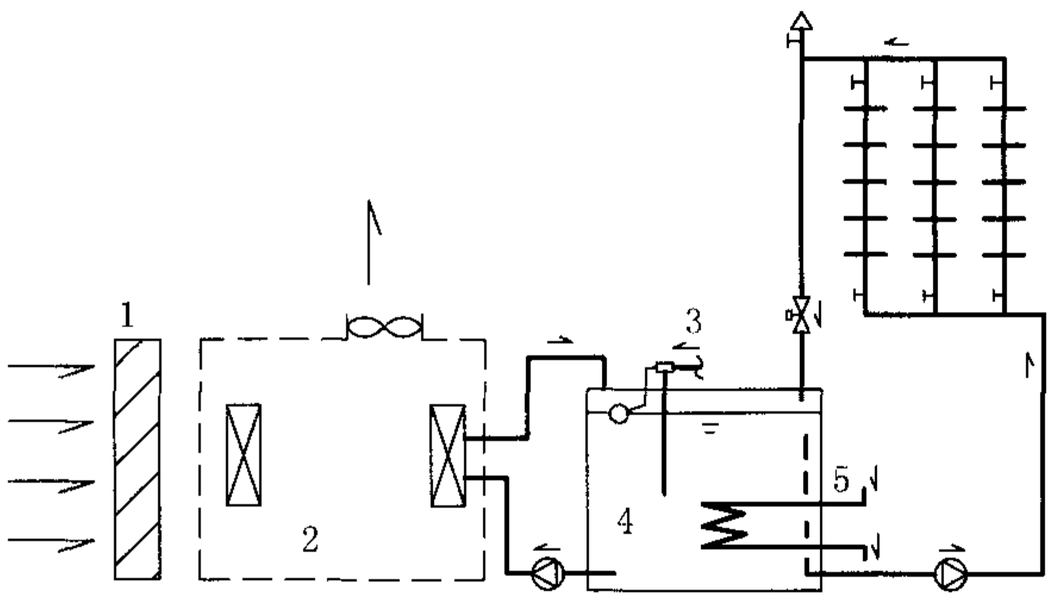
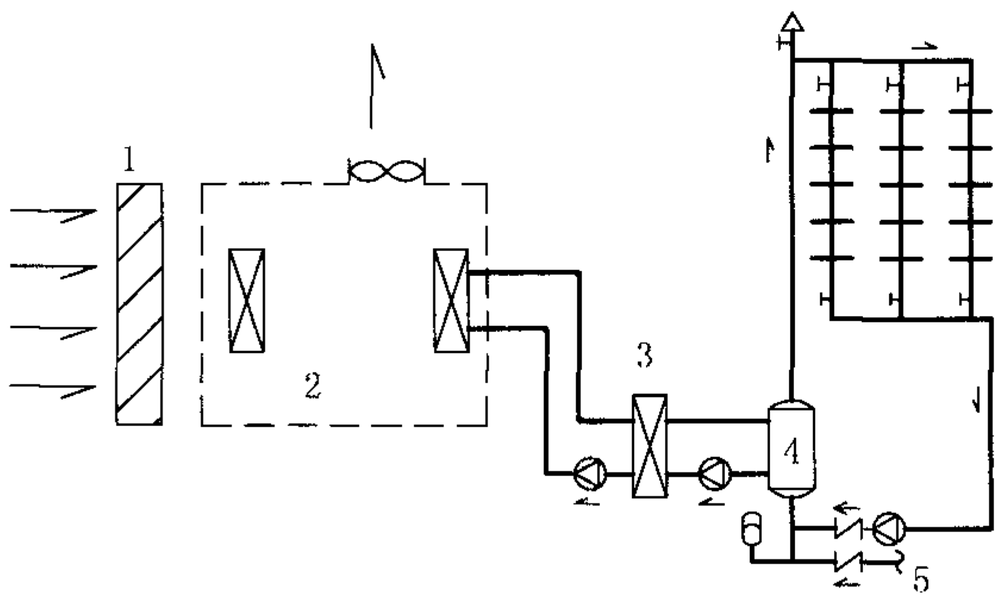
表 6.8.3 常用热泵制备生活热水的系统图示

名称		图示	系统特点	适用范围	优缺点
水源热泵	（一）	 1－水源井；2－水源泵；3－板式换热器；4－热泵机组；5－贮热水箱；6－冷水	1. 采用贮热、供热水箱作为集热、贮热及供热的主要设备 2. 热泵机组直接制备热水	1. 冷水硬度≤150mg/L 2. 系统冷、热水压力平衡要求不严 3. 供水系统集中管路短的单体建筑 4. 热水供水温度≈50℃	1. 系统较简单，设备造价较低 2. 热水另加泵，不利系统冷热水压力平衡 3. 冷水进热泵机组，加大机组维修量

续表6.8.3

名称		图示	系统特点	适用范围	优缺点
水源热泵	（二）	 1－水源井；2－水源泵；3－板式换热器；4－热泵机组；5－板式换热器；6－贮热水罐；7－冷水	1. 采用板式换热器加贮热水罐作为换热、贮热、供热的主要设备 2. 热泵机组间接换热制备热水	1. 同上1 2. 系统冷热水压力平衡要求较高 3. 同上3	与上图式比较 1. 热泵机组不直接接触冷水 2. 利于系统冷热水压力平衡，且利用冷水压力节能 3. 造价稍高
	（三）	 1－水源井；2－水源泵；3－板式换热器；4－热泵机组；5－板式换热器；6－贮热水罐；7－水加热器	1. 采用Ⅰ级（快速换热器）、Ⅱ级（导流型容积式、半容积式换热器）串联换热、贮热、供热 2. 热泵机组间接换热制备热水	1. 日用热水量较大 2. 系统冷热水压力平衡要求较高	1. 两级换热可提供较高的水温 $t_r \approx 55℃$ 2. 利于系统冷热水压力平衡，且利用冷水压力节能 3. 热泵机组两级换热cop值较低 4. 换热系统较复杂，造价较高
	（四）	 1－冷凝器；2－热泵机组；3－板式换热器；4－贮热水罐；5－冷水	1. 利用冷冻机组冷却水余热作热源 2. 同上2	同上	同上

续表 6.8.3

名称	图示	系统特点	适用范围	优缺点
空气源热泵 泳池湿热气为热源	 1－游泳池；2－回风；3－泳池水处理；4－热泵机组；5－送风	收集游泳馆室内热空气中的余热，经热泵机组换热后供泳池循环水加热并供降温除湿的新风	游泳馆、室内水上游乐设施	池水加热，空气降温一举两得，但增加一次投资
空气源热泵 室外空气源直接式	 1－进风；2－热泵机组；3－冷水；4－贮热水箱；5－辅热热源	1. 收集热空气中的余热经热泵机组换热后供热水 2. 以热水箱作为贮热、供热设备	适于最冷月平均气温≥0℃的地区	1. 空气源热泵一般比水源热泵价高，耗电较大，技术更复杂些 2. 需另设热水加压泵，不能利用冷水压力，且不利冷热水供水压力的平衡
空气源热泵 室外空气源间接式	 1－进风；2－热泵机组；3－板式换热器；4－贮热水罐；5－冷水	换热、贮热、供热设备的形式同上水源热泵图式（二）、（三）	适于最冷月平均气温≥10℃的地区	同上

6.8.4　水源热泵的主要设计计算参数

1　热泵机组的设计小时供热量应按下式计算：

$$Q_g = K_1 \frac{Q_d}{T_1} \tag{6.8.4-1}$$

式中　Q_g——热泵机组设计小时供热量（kJ/h）；

Q_d——最高日耗热量（kJ/d）；

T_1——热泵设计工作时间，$T_1 = 12 \sim 20$（h/d）；

K_1——安全系数，可取 $K_1 = 1.05 \sim 1.0$。

2　水源取水量：

$$q_j = \frac{(1 - \frac{1}{cop})\ Q_g}{\Delta t_{ju} C \cdot \rho_j} \tag{6.8.4-2}$$

式中　q_j——水源取水量（L/h）；

cop——热泵性能系数，即热泵机组放出高温热量 Q_H 与压缩机输入功率 N 之比值，其值由设备厂商提供，方案设计时可取 cop≥3。

Δt_{ju}——水源水进、出预换热器或热泵机组时的温差，$\Delta t_{ju} = 6 \sim 8℃$；

c——水的比热，c = 4.187kJ/（kg·℃）；

ρ_j——水源水的平均密度，$\rho_j \approx 1kg/L$。

3　热泵热水系统应设置贮热水箱（罐），其贮热容积应根据日耗热量、热泵工作持续时间及热泵工作时间内耗热量等因素计算；当其不能确定时，宜按下式计算：

$$V_r = \frac{(Q_h - Q_g)\ T}{K_Z \eta\ (t_r - t_L)\ c\rho_r} \tag{6.8.4-3}$$

式中　V_r——贮热水箱（罐）有效容积（L）；

Q_h——设计小时耗热量（kJ/h）；

T——设计小时耗热量持续时间（h），一般取 2～4h；

η——有效贮热容积系数，见公式 6.6.9 中 η；

t_r——热水温度（℃），按设计机组出水温度计算；

t_L——冷水温度（℃），可按表 6.2.1 采用；

ρ_r——温度为 t_r 时的热水密度（kg/L）。

K_z——安全系数，$K_z = 1.10 \sim 1.20$。

注：当热泵机组采用夜间 12:00 到次日凌晨 6:00 供电低谷时段制备热水时，贮热水箱（罐）宜按贮存全日耗热量计算。

4　热泵机组前预换热器的换热面积宜按下式计算：

$$F_j = \frac{(1.1 \sim 1.15)\ Q_j}{3.6 \varepsilon_1 K \Delta T_j} \tag{6.8.4-4}$$

式中　F_j——换热面积（m^2）；

Q_j——水源水设计小时供热量（kJ/h）；

$$Q_j = (1 - \frac{1}{cop})\ Q_g \tag{6.8.4-5}$$

ε_1——影响传热效果的系数，$\varepsilon_1 = 0.8 \sim 0.9$；

K——预换热器的传热系数［kJ/（m^2·℃·h）］，当采用板式换热时，可取 K = 7200～10800 kJ/（m^2·℃·h）；

ΔT_j——水源水与热泵机组被加热水的计算温度差（℃），由设备商提供，方案设计时可取 $\Delta T_j = 5℃$。

5 预换热与热泵机组间循环泵的流量与扬程按下列确定：

1）循环泵的流量按下式计算：

$$q_x = \frac{(1.1 \sim 1.15)\ Q_j}{C \cdot \rho \Delta t_1} \tag{6.8.4-6}$$

式中 q_x ——循环泵流量（L/h）；

Δt_1——热泵机组被加热水温升（℃），$\Delta t_1 = 5 \sim 7$℃；

ρ ——热泵机组被加热水的密度（kg/L），可取 $\rho = 1$。

2）循环泵的扬程按下式计算：

$$H_1 = 1.3\ (H_b + H_E + H_p) \tag{6.8.4-7}$$

式中 H_1 ——循环泵扬程（kPa）；

H_b ——预换热器阻力损失（kPa），当采用板式换热器时，$H_b \approx 50$kPa；

H_E ——热泵机组内蒸发器的阻力损失（kPa）由设备商提供；

H_p ——连接管路阻力损失（kPa）。

6 制备热水用水加热器的设计计算：

1）当采用板式换热器配贮热水箱（罐）时，贮热水箱（罐）的贮热容积式按公式（6.8.4-3）计算，板式换热器的换热面积按下式计算：

$$F = \frac{(1.1 \sim 1.15)\ Q_g}{3.6 \varepsilon_2 K \Delta T_j} \tag{6.8.4-8}$$

式中 F ——板式换热器换热面积（m^2）；

ε_2——影响传热效果的系数，$\varepsilon_2 = 0.7 \sim 0.9$；

K——传热系数［kJ/（m^2 · ℃ · h）］，K = 7200 ~ 10800kJ/（m^2 · ℃ · h）；

ΔT_j ——热泵机组热媒水与被加热冷水的计算温度差，由设备商提供，也可取 $\Delta T_j = 10$℃。

2）当采用容积式、导流型容积式、半容积式水加热水加热器加热贮热热水时，水加热器贮热容积按第 6.6.10 条确定水加热器传热面积按公式（6.6.5-1）计算，其中 $\Delta T_j = 10 \sim 20$℃。

7 热泵机组、贮热水箱（罐）的配置

1）高级宾馆、居住小区等对热水供应条件要求较高系统较大的建筑应设两台或多台热泵机组，机组设计小时供热量之和可按大于等于 Q_g 确定，即一般不考虑专设备用机组。

对热水供应要求不高或集中热水供应系统规模不大的一般建筑宜设两台热泵机组，不考虑备用。小规模的热水供应系统可只设一台热泵机组。

2）贮热水箱（罐）或带贮热容积的水加热器宜根据贮热量大小及使用情况设置，一般宜设两个（台），其总贮热容积可按大于等于 V_r 确定。

6.8.5 空气源热源机组的设计小时供热量应按下式计算：

$$Q_g = k_2 \cdot k_3 q \tag{6.8.5}$$

式中 Q_g ——设计小时供热量（kJ/h）；

q ——设备名义制热量（kJ/h）；

k_2 ——使用地区室外计算温度的修正系数，按产品选取；

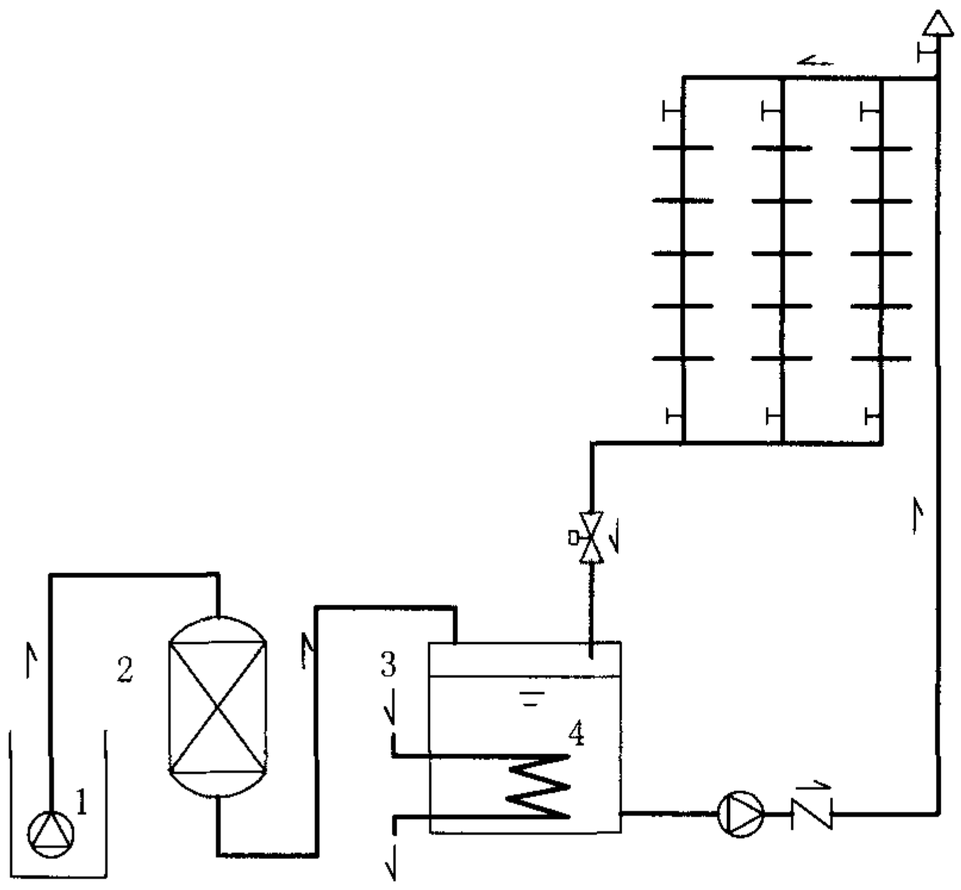
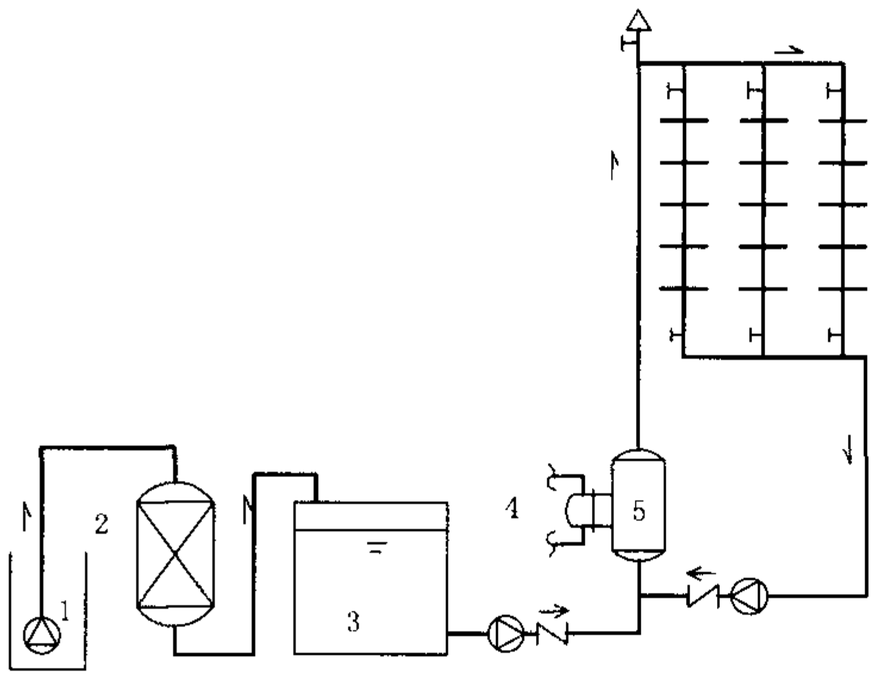
k_3 ——机器融霜修正系数，每小时融霜一次取 0.9，二次取 0.8（或由厂家提供）。

6.8.6 空气源热泵的供热量，贮热量计算及设备选型、配置等均可参考第 6.8.4 条。

6.9 地热水（温泉水）贮热、补热系统的设计计算

6.9.1 利用地热水供生活热水的图式见表 6.9.1。

表 6.9.1　地热水制备生活热水的水加热、贮热供热系统图示

名称		图示	系统特点	适用范围	优缺点
地热水	一	 1－地热水井；2－水处理设备；3－补热热源；4－贮热水箱	贮热水箱兼具贮热供热、补热作用	1. 有地热水资源且许可开采利用的地方 2. 适于系统冷热水压力平衡不严的地方	1. 系统较简单 2. 控制回水量的电磁阀质量可靠 3. 补热效率低
	二	 1－地热水井；2－水处理设备；3－贮热水箱；4－补热热源；5－水加热器	贮热水箱加供水补热罐联合供水	1. 同上 1 2. 适于多个供水系统	1. 系统比上图式复杂，造价稍高 2. 便于分系统灵活补热效率较高、节能

6.9.2　如上表中一所示，采用单一贮热水箱（即贮热、供热合用一热水箱）时，贮热、补热系统的设计计算：

1　贮热水箱的贮水容积按下式计算：

$$V_{rl} = T_1 q_{rh} \tag{6.9.2-1}$$

式中　V_{rl}——贮热水箱有效贮热水容积（L）；

T_1——贮热时间，可按地热水井供水量、用水量、用水均匀性、系统大小等综合确定，一般 $T_1 = 1 \sim 2h$；

q_{rh}——60℃热水设计小时用热水量（L/h）。

2　贮热水箱不宜少于 2 个，总贮热水量可按 V_{rl} 确定。

3　补热系统：地热水供热水系统在地热水温度不够时需要升温补热，为弥补贮热水箱、管道等的热损失亦需要补热。

1）升温补热时，补热量应按下式计算：

$$Q_{1b} = q_{rh}\ (t_r - t_{mr})\ \cdot c\rho_r \tag{6.9.2-2}$$

式中　Q_{1b}——设计小时补热量（kJ/h）；

t_r ——设计热水温度（℃），$t_r = 60℃$；

t_{mr} ——地热水温度（℃）。

2）弥补贮热水箱、管道等的热损失可按下式计算：

$$Q_{2b} = b_2 Q_h \tag{6.9.2-3}$$

式中 Q_{2b}——设计小时补热量（kJ/h）；

b_2 ——热损失系数，经计算确定，一般为 $b_2 = 0.03 \sim 0.06$。

3）补热热源可因地制宜采用电、蒸汽、热媒水等，其具体设计计算参见第 6.7.9 条。

6.9.3 采用贮热水箱加贮热水罐联合供水（如表 6.9.1 中二所示）时，贮热、补热系统的设计计算：

1 贮热水箱的贮水容积仍按公式（6.9.2-1）计算。

2 贮热水罐可依系统分区或分建筑设置，其贮热水容积，可按下式计算：

$$V_{r2} = b_3 q_{rh} \tag{6.9.3-1}$$

式中 V_{r2}——贮热水罐贮水容积（L）；

b_3 ——贮热水时间（h），一般可取 0.25 ~ 0.33h；

q_{rh}——贮热水罐所服务热水供水系统的设计小时热水量（L/h）。

3 贮热水箱、贮热水罐的设计个数可依系统大小、使用工况等条件确定，一般贮热水箱、贮热水罐均宜设 2 个，但其总容积均按上述 V_{r1}、V_{r2}计算，可不设备用容积。

4 补热系统

1）地热水升温辅热与弥补热损失的补热均宜在贮热水罐内进行。

2）升温补热量计算见式（6.9.2-2）。

3）弥补热损失的补热量按下式计算：

$$Q'_{zb} = b'_2 Q'_h \tag{6.9.3-2}$$

式中 Q'_{zb}——设计小时补热量（kJ/h）；

b'_2 ——热损失系数，经计算确定，一般为 $b'_2 = 0.03 \sim 0.05$；

Q'_h ——贮热水罐所服务热水供水系统的设计小时耗热量（kJ/h）。

4）补热热源等见第 6.9.2 条第 3 款第 3 项。

6.10 利用低谷电制备生活热水的加热、贮热系统的设计计算

6.10.1 利用低谷电制备生活热水的图式见下列图示：

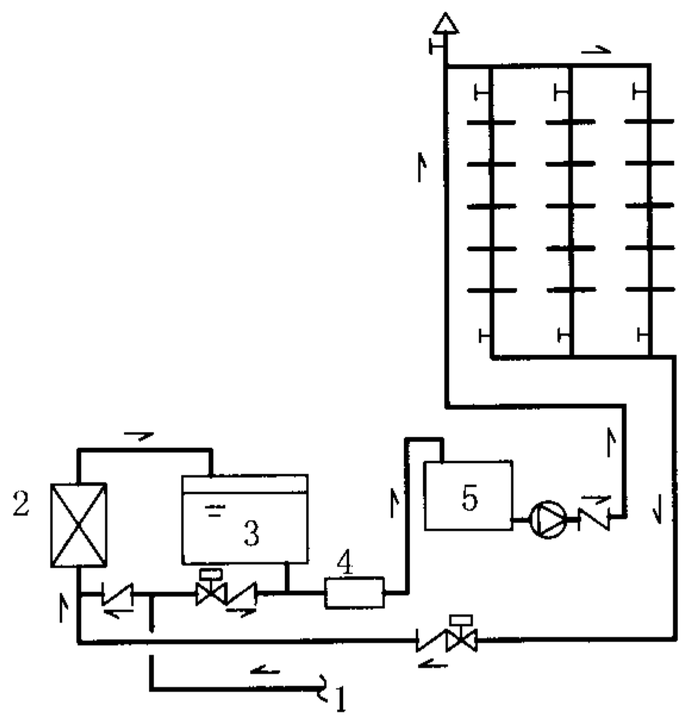


图 6.10.1 利用低谷电制备生活热水系统图示

1 – 冷水；2 – 电热机组；3 – 高温热水贮水箱；4 – 混合器；5 – 低温热水贮水箱

1　图 6.10.1 为高温贮热水箱 + 低温供热水箱联合贮热、供热的方式，高温贮热水箱贮存小于等于 90℃的一天高温热水量，低温供热水箱贮存约等于 60℃低温热水（由高温热水箱输入小于等于 90℃的热水与冷水混合而成）供给系统用水。适用于热水用水量较大的系统。

2　利用低谷电制备生活热水的另一型式为单一低温热水箱供热的方式，由电热机组直接制备约等于 60℃的热水贮存其内。适用于热水用水量较小的系统。

6.10.2　高温贮热水箱的总容积按下式计算：

$$V_H = 1.1V_d = 1.1K_1qm\frac{t_r - t_L}{t_h - t_L} \tag{6.10.2}$$

式中　V_H——高温贮热水箱总容积（L）；

V_d——高温贮热水箱贮水容积（L）；

K_1——贮热水时间（d），一般 $K_1 = 1d$；

m——用热水人数或单位数：人、床位或器具数；

q——热水用水定额；[L/（人或床、器具·d）]；

t_r——热水供水温度 60℃；

t_L——冷水温度（℃），见表 6.2.1；

t_h——高温贮热水箱中热水温度（℃），$t_h = 80 \sim 90$℃。

6.10.3　低温供热水箱的总容积按下式计算：

$$V_L = (0.25 \sim 0.3)\ q_{rh} \tag{6.10.3}$$

式中　V_L——水箱总容积（L）；

q_{rh}——设计小时热水量（L/h）。

6.10.4　贮热、供热合一的低温热水箱容积按下式计算：

$$V'_L = 1.1V_d \tag{6.10.4}$$

式中　V'_L——低温热水箱总容积（L）。

6.10.5　电热机组的功率应按下式计算：

$$N = K_2\frac{Q_d}{3600T_2M} \tag{6.10.5}$$

式中　N——电热机组功率（kW）；

K_2——考虑系统热损失的附加系数，$K_2 = 1.1 \sim 1.5$；

Q_d——日耗热量（kJ/d）；

T_2——贮热水箱利用低谷电加热的时间，一般为每天 23:00 至次日晨 6:00，$T_2 \approx 7$（h/d）；

M——电能转为热能的效率，$M = 0.98$。

6.11　燃油、燃气热水机组和热水锅炉制备生活热水的加热、贮热系统的设计计算

6.11.1　常用燃油、燃气热水机组和热水锅炉制备生活热水的系统图示如表 6.11.1。

燃油、燃气热水机组和热水锅炉可根据表 6.11.1 中各图示的适用范围选择相应的系统图式。

6.11.2　燃油、燃气热水机组的产热量和贮热、换热设施的贮热容积按下列规定计算：

1　当其所配贮热水箱（罐）或水加热器贮热时间大于等于 0.5h（设计小时耗热量）时，机组的产热量可按式（6.6.9）中的 Q_g 计算。

2　当其所配贮热水箱（罐）或水加热器的贮热时间小于 0.5h 时，机组产热量按设计小时耗热量 Q_h 计算。

3　贮热水箱（罐）及水加热器贮热容积可按上述原则选择，为减少热水机组的负荷，提高其运行

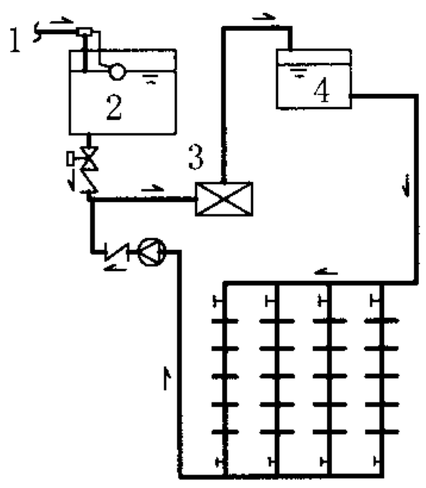
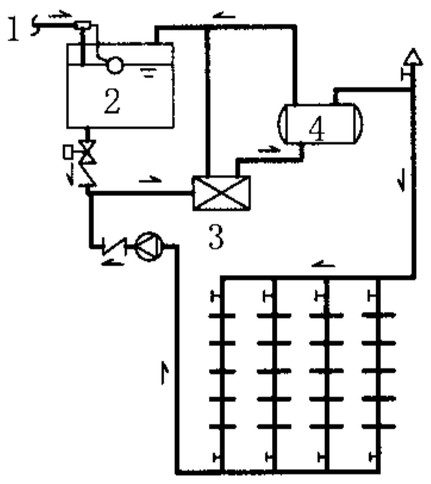
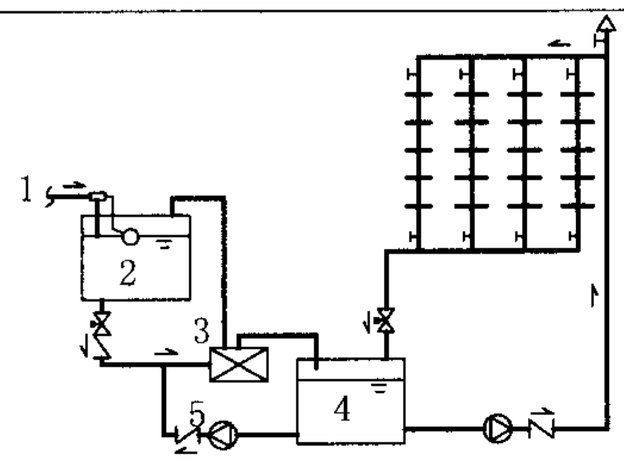
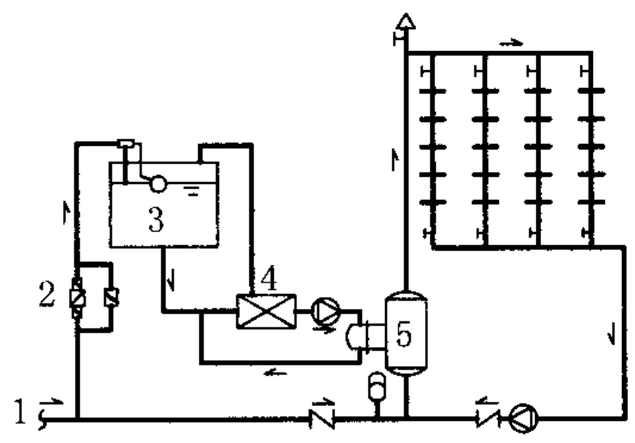
效率，贮热容积宜按 1～1.5Q_h 设计计算。

6.11.3 热水锅炉的产热量和贮热水罐的贮热容积按下列规定计算：

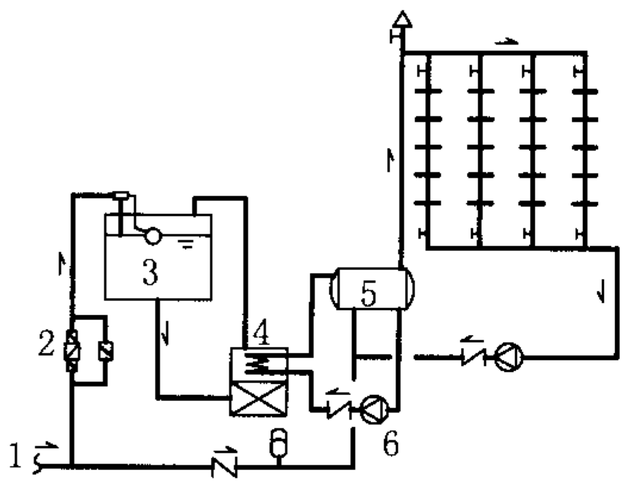
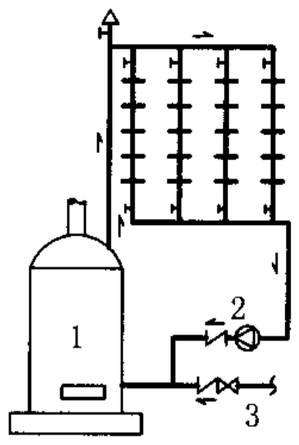
1 不带贮热水罐的热水锅炉的产热量按热水系统设计秒流量计算。

2 带贮热水水罐的热水锅炉的产热量和贮热水罐贮热容积按第 6.11.2 条计算。

表 6.11.1 常用热水机组、热水锅炉制备生活热水的系统图示

名称		图示	系统特点	适用范围	优缺点
热水机组	直接供水（一）	 1－冷水；2－冷水箱；3－热水机组；4－贮热水箱	1. 加热、贮热、供热设备均设在顶层 2. 开式供水系统	1. 顶层有条件设置热水机组及冷热水箱 2. 冷水硬度≤150mg/L 3. 冷、热水箱高度满足系统水压要求	1. 系统较简单、经济 2. 水压稳定，冷热水压力平衡 3. 设备放屋顶受限制 4. 要求冷水硬度低
	直接供水（二）	 1－冷水；2－冷水箱；3－热水机组；4－贮热水箱	与上图式比较热水罐代替热水箱	同上	与上图式比较： 1. 省去了控制水位的电磁阀 2. 热水罐比热水箱价高
	直接供水（三）	 1－冷水；2－冷水箱；3－热水机组；4－贮热水箱；5－补热循环泵	1. 加热、贮热、供热设备均设在下部设备间 2. 闭式热水供水系统	1. 冷水硬度≤150mg/L 2. 日用热水量较大	与上（一）图式比较： 1. 设备设置位置较灵活 2. 热水另设泵供水，不利冷热水压力平衡
	间接供水（一）	 1－冷水；2－软水装置；3－冷水箱；4－热水机组；5－水加热器	1. 加热、贮热、供热设备均设在下部设备间 2. 闭式热水供水系统	1. 顶层无条件设置设备间 2. 系统冷热水压力平衡要求较高 3. 日用热水量较大	1. 热水机组只供热媒，有利于保持高效，延长寿命 2. 利用冷水压力，有利于系统冷热水压力平衡 3. 造价较高

续表 6.11.1

名称		图示	系统特点	适用范围	优缺点
热水机组	间接供水（二）	 1－冷水；2－软水装置；3－冷水箱；4－热水机组（自带水加热器）；5－贮热水罐；6－加热循环泵	热水机组自配换热器	冷水硬度≤150mg/L	与上间接换热（一）图式比较： 1. 设备紧凑 2. 壳管式间接加热机组，管内走热水要求水质高
热水锅炉	直接供水（一）	 1－热水锅炉；2－循环泵；3－冷水	立式热水锅炉（承压）直接供热水	1. 冷水硬度≤150mg/L 2. 用热水量较均匀且日用热水量较小 3. 供淋浴水时宜设冷热水混合水箱	1. 设备简单造价低 2. 水温波动大，安全供水条件较差
	直接供水（二）	1－热水锅炉；2－贮热水罐；3－循环泵；4－冷水	贮热水罐底位于立式热水锅炉顶之上	1. 同上 1 2. 当贮热水罐不能位于热水锅炉之上时，可在两者之连接管上加小循环泵	1. 水温较稳定 2. 适用范围较上图式大

6.12　局部加热设备

6.12.1　燃气热水器

1　下列建筑物和部位，不得设置燃气热水器：

1）工厂车间和旅馆单间的浴室内。

2）疗养院休养所的浴室内。

3）学校（食堂除外）。

4）锅炉房的淋浴室内。

2　燃气热水器应安装在通风良好的厨房或单独的房间内，当条件不具备时，也可装在通风良好的过道内或阳台上，但不宜装在室外。

3　严禁在浴室内安装直接排气式燃气热水器等在使用空间内积聚有害气体的加热设备。

4 烟道排气式和平衡式热水器可安装在浴室内，但安装烟道排气式热水器的浴室容积应大于 7.5m^2，浴室的烟道、进排气管道接口和门应符合本条第 6 款的有关规定。

5 热水器的安装房间应符合下列要求：

1）房间高度应大于 2.5m。

2）热水器应安装在操作、检修方便、不易被碰撞的地方，热水器前应有大于 0.8m 宽的空间。

3）热水器的安装高度以热水器的观火孔与人眼高度相齐为宜，一般为距地面 1.5m。

4）热水器应安装在不可燃材料的墙壁上，外壳离墙的净距不得小于 20mm，如安装在可燃或难燃材料的墙壁上时应垫以隔热板，隔热板每边应比热水器外壳尺寸大 100mm。

5）热水器与煤气表，煤气罩的水平净距不得小于 300mm。

6）热水器的上部不得有电力照明线、电气设备和易燃物，热水器与电气设备的水平净距应大于 300mm。

6 热水器的排烟应符合下列要求：

1）安装平衡式热水器的房间外墙上，应有进、排气筒接口。

2）烟道式排气热水器的自然排烟装置应符合下列要求：

①在民用建筑中，安装热水器的房间应有单独的烟道，当设置单独烟道有困难时，也可共用烟道，但排烟能力和抽力应满足要求。

②热水器的安全排气罩上部，应有不小于 0.25m 的垂直上升烟气导管，导管直径不得小于热水器排烟口的直径。

③烟道应有足够的抽力和排烟能力，热水器安全排气罩出口处的抽力（真空度）不得小于 3Pa（0.3mmH_2O）。

④热水器烟道上不得设闸板。

⑤水平烟道应有 1% 的坡向热水器的坡度，水平烟道总长不得超过 3m。

⑥烟囱出口的排烟温度不得低于露点温度。

⑦烟囱出口应设风帽，其高度应高出建筑物的正压区。

⑧烟囱出口均应高出屋面 0.5m，并应防止雨雪灌入。

7 热水器宜设置煤气压力调节器，以防止压力不稳定而出现燃烧不完全或回火。

8 热水器应装设水位计、温度计、泄水阀、安全阀或其他泄压装置。

6.12.2 电热水器

1 为避免耗电功率过大，宜选用贮热水式电热水器。

2 电热水器宜尽量靠近用水器具安装。

3 供电电源插座宜设独立回路，应采用防溅水型、带开关的接地插座，电气线路应符合安全和防火的要求，在浴室安装电热水器时，插座应与淋浴喷头分设在电热水器的两侧。

4 电热水器应有必要的信号装置，如电源开关指示灯、水温指示器等。

5 电热水器给水管道上应装止回阀，当给水压力超过热水器铭牌上规定的最大压力值时，应在止回阀前设减压阀。

6 敞开式电热水器的出水管上不得装阀门。

7 封闭式电热水器必须设安全阀，其排水管通大气，所在地面应便于排水，作防水处理，并设地漏。

6.12.3 太阳能热水器

1 利用太阳能作热源制备生活热水、既节约能源又保护环境。因此，凡在太阳能资源较好的地区，应积极推广应用太阳能热水器。

2 太阳能热水器系统可分为非循环系统、自然循环系统与强制循环系统。一般家用热水器、集热器面积小于 30m^2 的供热水系统采用自然循环系统，集热器面积大于等于 30m^2 的供热水系统采用强制

循环系统或非循环系统（直流定温放水）。

3 设计自然循环系统时应注意如下事项：

1）为了保证一定的热循环压头和防止夜间反循环，贮热水箱底须高于集热器顶部0.2～0.5m，且贮热水箱应尽量靠近集热器。

2）集热器与贮热水箱连接的上、下循环管水平管段应有沿水流方向大于等于0.01的向上坡度，严禁反坡。

3）多台集热器连接一起时，循环管应对称布置，以防循环短路和滞流。

4）上循环管在贮热水箱的入口位置应低于水箱水面。

5）集热器应并联，不得串联。

6）应尽量减少管长和弯头数量，采用大曲率光滑弯头和顺流三通，管路上不宜设阀门以减少循环水头损失。

4 强制循环系统的循环水泵：流量可取 $Q=1\sim2L/(min\cdot m^2)$，扬程应足以克服管道的磨擦阻力，一般取 $H=2\sim5m$。

5 集热器是太阳能热水器的核心部分，设计应选用经性能测定合格、质优高效的产品。

6 与集热器的连接管道、管件、阀件等均应选用耐温＞150℃的材质。

7 贮热水箱是太阳能加热器的重要组件，其构造同热水系统的热水箱。贮热水箱的容积按每平方米集热器采光面积配置热水箱的容积量按公式（6.7.7）计算。

8 其他设计参数的选取参见第6.7节。

6.12.4 局部热水供应用热水器的设计和施工详见国标图集08S126《热水器选用及安装》。

6.13 系统选择与设计

6.13.1 供水方式

1 热水供应系统应根据使用对象、建筑物的特点、热水用水量、用水规律、用水点分布、热源类型、水加热设备及操作管理条件等因素，经技术经济比较后选择合适的供水方式。

2 设计小时耗热量不超过293100kJ/h（约折合4个淋浴器的耗热量）时，宜采用局部热水供水的方式。

3 热水用水点分散且耗热量不大的建筑（如只为洗手盆设热水供应的办公楼）或采用集中热水供应系统不合理的地方，宜采用局部热水供水的方式。

4 热水用水量大（耗热量超过293100kJ/h）宜采用集中热水供应系统。

5 在设有集中热水供应系统的建筑内，对用水量较大的公共浴室、洗衣房、厨房等用户，宜设单独的热水管网，以避免对其他用水点造成大的水量水压波动。

如热水为定时供水，个别用水点对热水供应有特殊要求者（如供水时间、水温等）宜对个别用水点设局部热水供水。

6 高层建筑内热水供应系统的垂直分区应与给水系统分区一致。各区的水加热器、贮水器的进水均应由同区的给水系统设专管供给，即此专管上不应分支供给其他用水，以保证热水系统水压的相对稳定。

当不能满足时，应有采取减压阀、持压阀等保证系统冷、热水压力平衡的措施。

7 高层、多层高级旅馆建筑的顶层如为高标准套间客房，为保证其供水水压的稳定，宜设置单独的热水供水管，即不与其下层共用热水供水立管。

8 热水供水系统最不利点的供水压力应考虑卫生器具水嘴的水压要求，当采用高档卫生器具时，其水压应按产品要求设计，如缺乏资料，一般最不利点的供水压力可按不少于0.1MPa设计。

9 水加热器宜位于热水供应系统的适中位置，应尽量避免热水出水干管过长、阻力损失大而造成用水点处冷、热水压力不平衡的问题。

10 给水管道水压变化较大而用水点要求水压稳定（如公共浴室的淋浴器等），宜采用开式热水供应系统。

11 卫生器具带有冷、热水混合器或冷、热水混合水嘴时，应考虑冷、热水供水系统在配水点处有相同水压的措施，或设置恒温调压阀以保证安全、舒适供水。

12 幼儿园、养老院、精神病院等使用者缺乏调温能力的浴室，热水管上应安装能控制淋浴器高温出水的混合阀，或采取其他防止高温水烫伤水的措施，以保证使用者的安全。

6.13.2 循环方式

1 小区集中热水供应系统热水循环管道的设置应符合下列要求：

1） 小区集中热水供应系统应设热水回水总干管并设总循环泵，采用机械循环。热水回水总干管的设置应保证每栋建筑中热水干、立管中的热水循环。

2） 当同一供水系统所服务单栋建筑内的热水供、回水管道布置相同或相近时，单体建筑的回水干管与小区热水回水总干管可采用导流三通连接，如图 6.13.2－1 所示，规格尺寸见表 6.13.2。

3） 当同一供水系统所服务单体建筑内的热水供、回水管道布置不同时，应在单体建筑连接至小区热水回水总干管的回水管上设分循环泵或温度控制阀等保证循环效果，如图 6.13.2－2 所示。

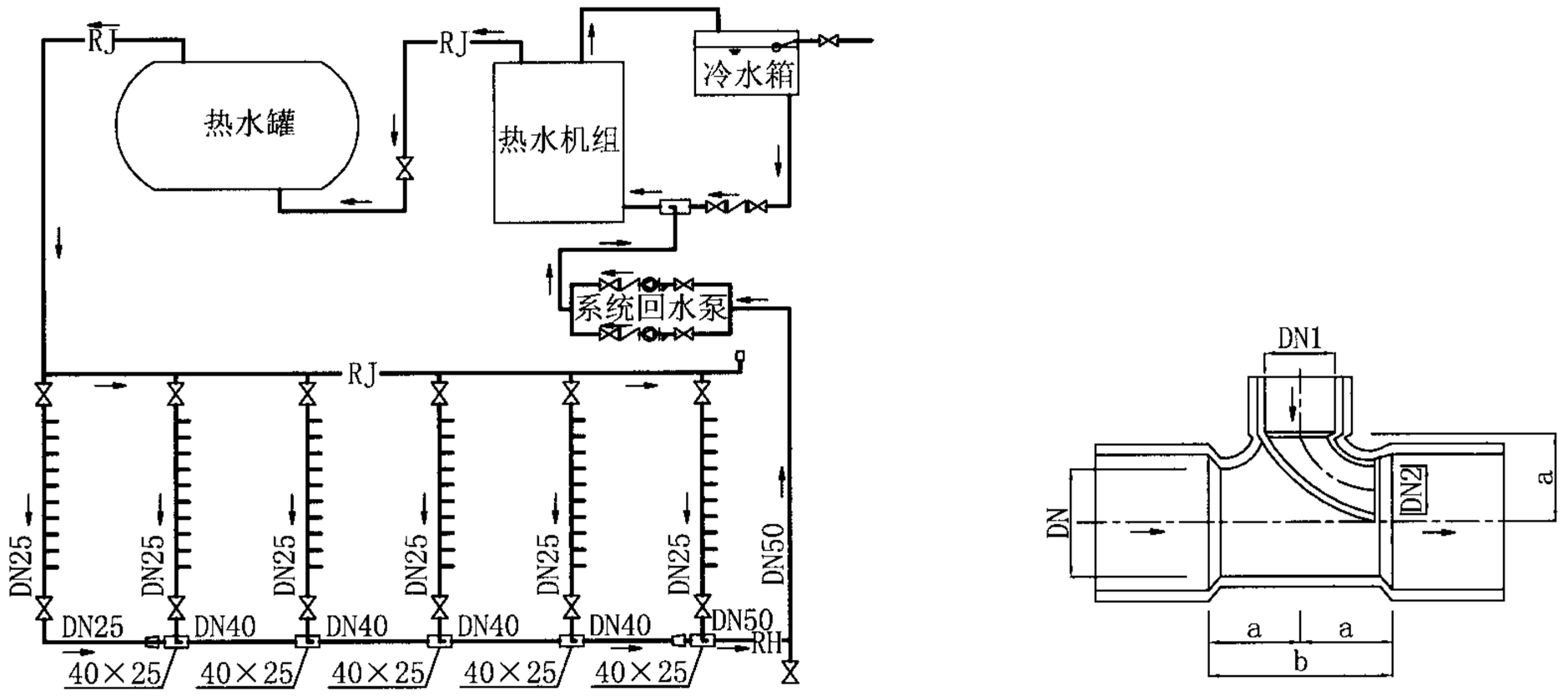


图 6.13.2－1 导流三通连接示意图

表 6.13.2 紫铜导流三通接头规格尺寸表

DN × DN1	DN2	a	b	DN × DN1	DN2	a	b
20 × 15	8	20	40	50 × 40	25	40	80
25 × 15	8	25	50	65 × 15	8	45	90
25 × 20	10	25	50	65 × 20	10	45	90
32 × 15	8	30	60	65 × 25	15	45	90
32 × 20	10	30	60	65 × 32	20	45	90
32 × 25	15	30	60	65 × 40	25	45	90
40 × 15	8	35	70	65 × 50	32	45	90
40 × 20	10	35	70	80 × 15	8	50	100
40 × 25	15	35	70	80 × 20	10	50	100
40 × 32	20	35	70	80 × 25	15	50	100
50 × 15	8	40	80	80 × 32	20	50	100
50 × 20	10	40	80	80 × 40	25	50	100
50 × 25	15	40	80	80 × 50	32	50	100
50 × 32	20	40	80	80 × 65	40	50	100

说明：DN × DN1 > 80 × 65 的导流三通接头亦可加工制作，要求 DN1 比 DN 小一号以上，而 DN2 比 DN1 小两号。

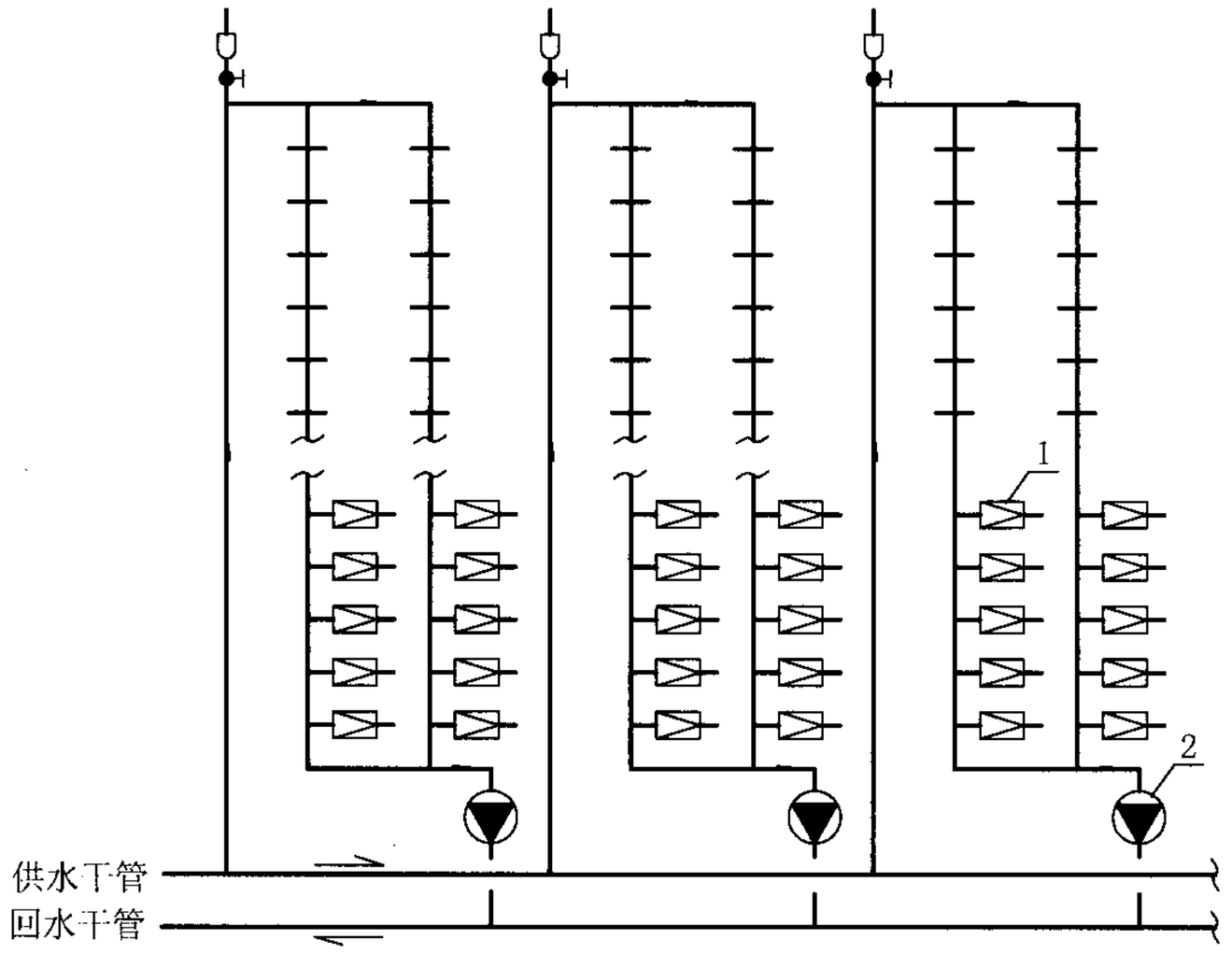


图 6.13.2－2　小区集中热水供应每栋回水干管设置循环泵示意图

1－减压阀；2－循环泵

注：1　每栋建筑的循环管宜按等程布置。

2　应选用相同的循环泵。各循环泵由所在回水干管上的温度控制。

2　单体建筑集中热水供应系统热水循环管道的设置应符合下列要求：

1）一般的热水供应系统应保证干管和立管的热水循环。

2）要求随时取得不低于规定温度的热水的建筑物，应保证支管中的热水循环，当支管循环难以实现时，可采用自控调温电伴热等措施保持支管中热水温度。

3　热水循环宜采用机械循环的方式，自然循环只适用于系统小、管路简单、干管水平方向很短、竖向高的系统及对水温要求不严的个别场合。

高层建筑应采用机械循环系统。

4　高层建筑热水供应系统采用减压阀分区时，减压阀不能装在高、低区共用的热水供水干管上（如图 6.13.2－3 错误图式所示），而应按图 6.13.2－4～图 6.13.2－6 正确图式设置减压阀。

1）图 6.13.2－4 为高低区分设水加热器的系统。两区水加热器均由高区冷水系统供水，低压热水供水系统的减压阀设在低区水加热器的冷水供水管上。

该系统适用于低区热水用水点较多且设备用房有条件分区设水加热器的情况。

2）图 6.13.2－5 为高低区共用水加热器的系统，低区热水供水系统的减压阀设在各用水支管上。

该系统适用于低区热水用水点不多用水量不大，且分散及对水温要求不严（如理发室、美容院）的地方，高低区回水管汇合点 C 处的回水压力由调节回水管上的阀门平衡。

3）图 6.13.2－6 适用于高层住宅、办公楼等高低区只能设一套水加热设备或用热水量不大的热水供水系统。高低区共用供水立管，低区分户供水支管上设减压阀。

5　循环管道宜采用同程的布置方式，如图 6.13.2－7、图 6.13.2－8 所示，以利于保证热水系统的有效循环。

6　循环管道无条件或不适合采用同程布置方式时，应采取下列措施保证循环效果。

1）当建筑内各供、回水立管布置相同、相似时，各回水立管采用导流三通与回水干管连接。

2）当建筑内各供、回水立管布置不相同时，应在回水立管上设温度控制阀等保证循环效果的措施。

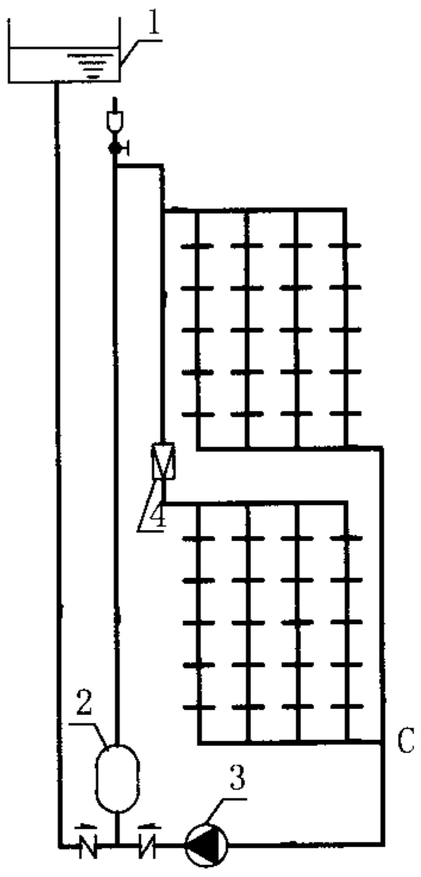


图 6.13.2－3　减压阀分区热水供应系统错误图式

1－冷水补水箱；2－水加热器（高、低区共用）；3－循环泵；4－减压阀

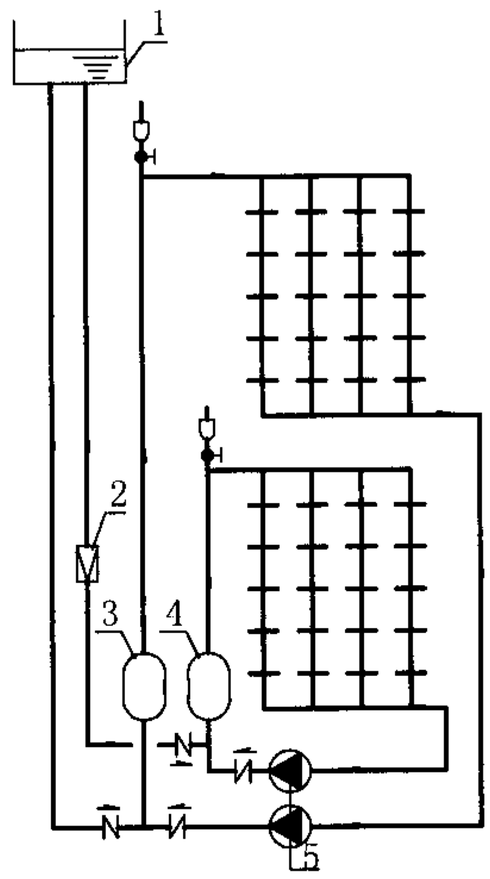


图 6.13.2－4　减压阀分区热水供应系统正确图式

1－冷水补水箱；2－减压阀；3－高区水加热器；4－低区水加热器；5－循环泵

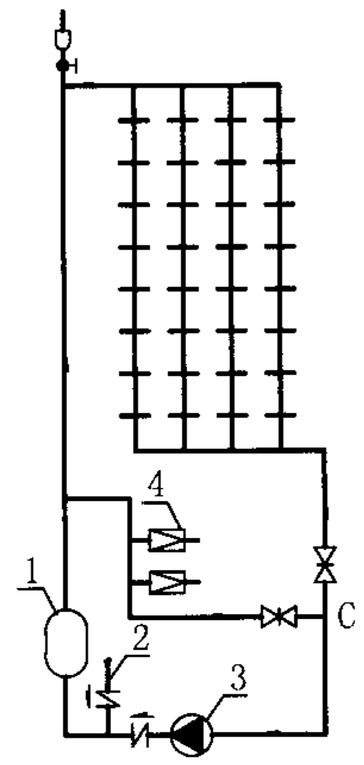


图 6.13.2－5　支管设减压阀热水供应系统正确图式

1－水加热器；2－冷水补水管；3－循环泵；4－减压阀

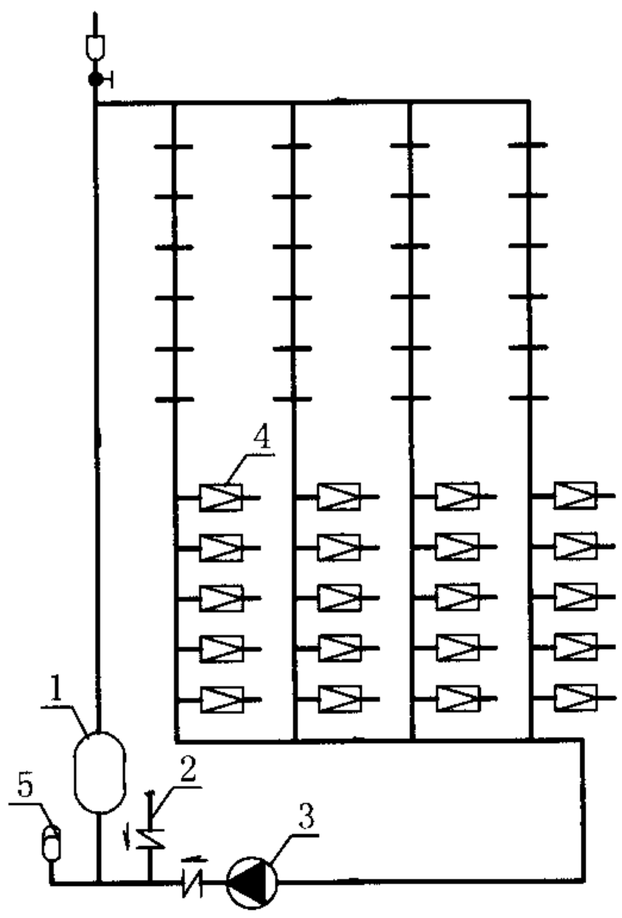


图 6.13.2－6　高低区共用立管低区设支管减压阀热水系统正确图式

1－水加热器；2－冷水补水管；3－循环泵；4－减压阀；5－膨胀罐

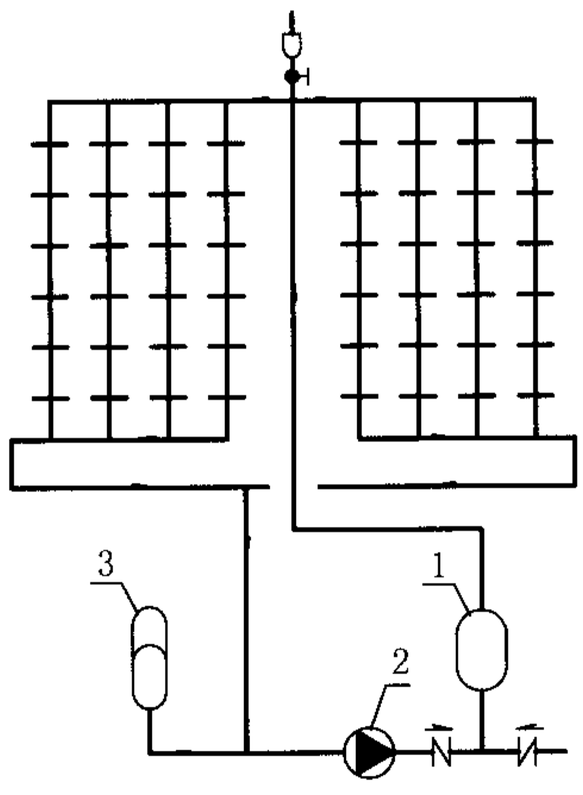


图 6.13.2－7　热水循环管道同程布置（一）

1－加热器；2－循环泵；3－膨胀罐

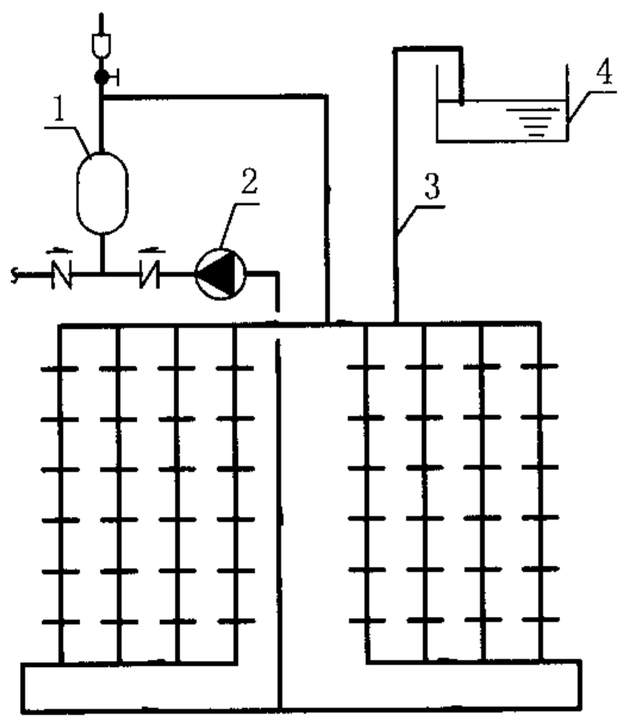


图 6.13.2－8　热水循环管道同程布置（二）

1－加热器；2－循环泵；3－膨胀管；4－非饮用水箱

6.13.3　系统应与水加热设备匹配。

1）当水加热设备为容积式水加热器、导流型容积式水加热器、半容积式水加热器时，系统设计可参考图 6.13.3－1、图 6.13.3－2 两种基本图式。

图中系统冷水箱供水亦可由变频调速机组、气压给水装置等代替。

2　当水加热设备为半即热式水加热器、快速水加热器时，系统设计可参考图 6.13.3－3、图 6.13.3－4两种基本图式。

1）图中系统冷水箱供水亦可由变频调速机组、气压给水装置等代替。

2）图 6.13.3－3 适用于用水较均匀、热源供应能力能保证设计秒流量出流的系统。半即热式水加热器的温控与安全附件应满足第 6.6.3 条第 3 款的有关要求。

3）图 6.13.3－4 适用于用水变化幅度大、热源供应能力不能保证设计秒流量出流要求的系统。

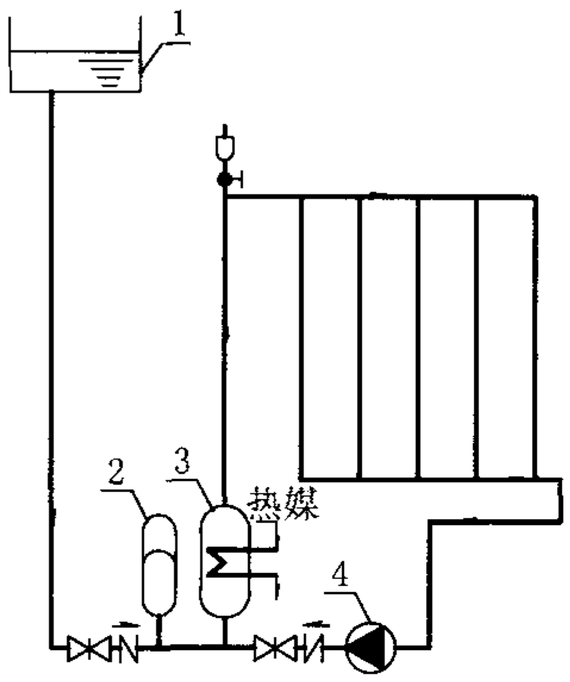


图 6.13.3-1　容积式水加热器热水系统

1-系统冷水箱；2-膨胀罐；3-容积式水加热器或导流型容积式水加热器；4-系统循环泵

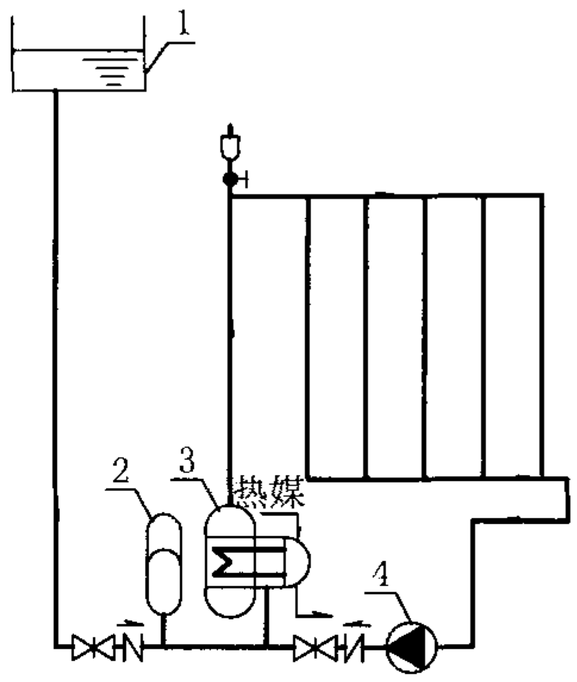


图 6.13.3-2　半容积式水加热器热水系统

1-系统冷水箱；2-膨胀罐；3-半容积式水加热器；4-系统循环泵

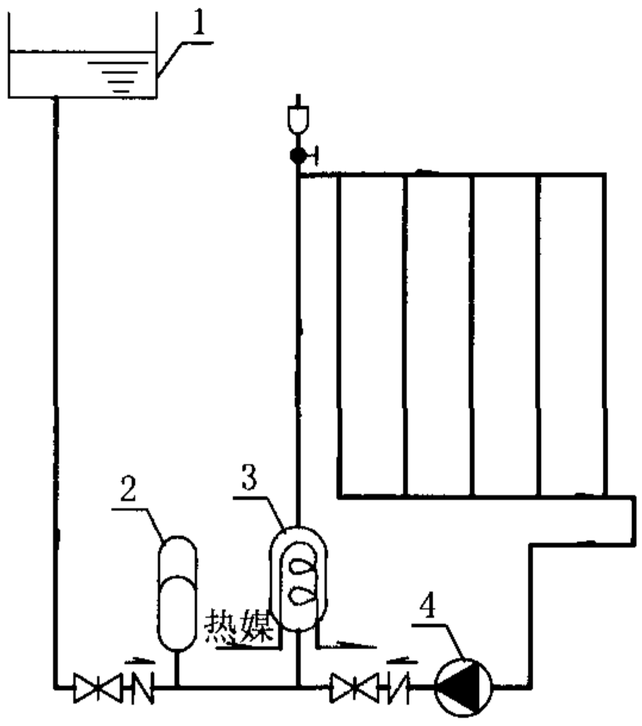


图 6.13.3-3　半即热式水加热器热水系统（一）

1-系统冷水箱；2-膨胀罐；3-半即热式水加热器；4-系统循环泵

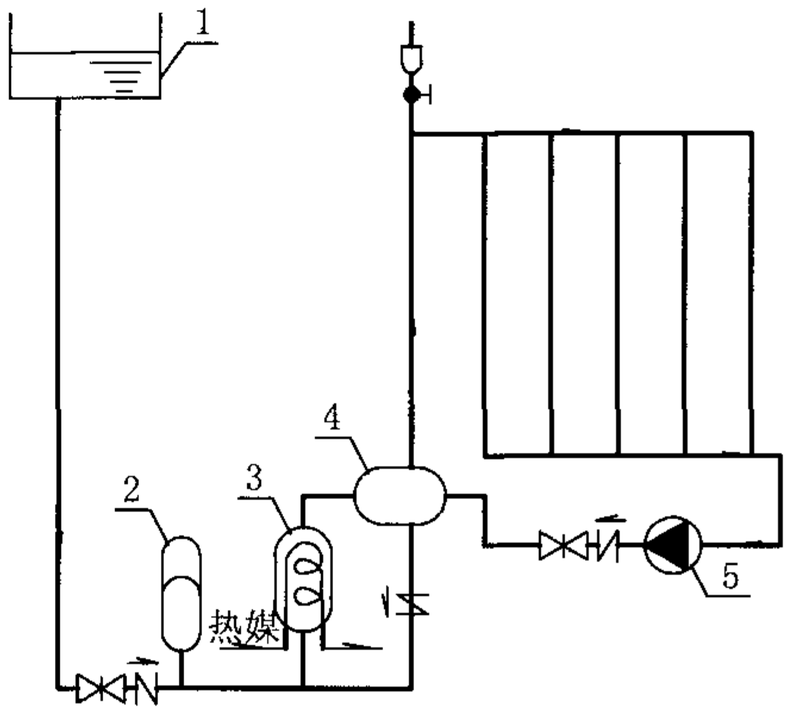


图 6.13.3-4　半即热式、快速式水加热器热水系统（二）

1-系统冷水箱；2-膨胀罐；3-快速或半即热式水加热器；4-贮热水罐；5-系统循环泵

4）两种图式都适用于水加热器被加热水侧的压力损失 $\Delta h \leqslant 0.02$MPa。

6.13.4　节水措施

1　按不同用热水部门分设热水水表，有集中热水供应的住宅应装分户热水水表，有支管循环的住宅热水供应系统应分别在进户供水支管和出户回水支管上装热水水表。

2　控制用水点处冷热水压力一致且水压差宜不大于 0.02MPa。

3　选用节水型的器具与水嘴。

4　公共浴室为了节约用水和保证淋浴器出水水温、水压的稳定，宜采取下列措施：

1）采用供给混合水温的脚踏式单管热水供水的方式。

2）采用开式（即带冷热水混合温水水箱）的热水供水系统或装设恒温调压阀。

3）淋浴器配水管上不应分支供给其他用水点用水（浴室中洗脸盆除外）。

4）大于 3 个淋浴器的配水管宜布置成环状。

5）淋浴器应选用功能可靠的节水型产品。

6）学校、工矿企、事业单位的公共浴室采用 IC 卡记卡用水。

5　按第 6.13.2 条各款要求，保证热水循环效果，尽量做到使用时不出冷水。

6.14　管网计算

6.14.1　供水管网水力计算

1 设有小区集中热水供应系统的居住小区室外热水干管的设计流量可按第 2.4 节的有关条款计算。

2 小区内各建筑物的热水引入管可按该建筑物相应热水供应系统总干管的设计秒流量确定。

3 建筑物内热水供水管道的设计秒流量，应按给水管道的设计秒流量计算。

4 卫生器具的热水给水额定流量、当量、支管管径和最低工作压力，应按表 2.1.11 确定。

5 热水管道内的流速，宜按表 6.14.1 选用。

表 6.14.1 热水管道的流速

公称直径 DN（mm）	15～20	25～40	≥50
流速（m/s）	≤0.8	≤1.0	≤1.2

6 管道水头损失计算：

1） 单位管道长度水头损失，应按第 2.4.13 条计算，但管道计算时应考虑结垢和腐蚀引起过水断面缩小、水温变化等因素。

2） 局部水头损失，可按第 2.4.13 条第 2 款计算。

6.14.2 循环部分计算。

1 热水系统循环流量的确定：

1） 全天供应热水系统的循环流量，按下列公式计算：

$$q_x = \frac{Q_s}{\Delta t \cdot \rho \cdot c} \tag{6.14.2-1}$$

式中 q_x——循环流量（L/h）；

Q_s——配水管道系统的热损失（kJ/h）应经计算确定。初步设计时，单体建筑可按设计小时耗热量的 3%～5% 采用；小区可按设计小时耗热量的 4%～6% 采用（室外管道直埋时可取低值）；

Δt——配水管道的热水温度差（℃），根据系统大小经计算确定，一般可采用：小区：6～12℃、单体建筑 5～10℃；

ρ——热水密度（kg/L）；

c——水的比热［（kJ/（kg·℃）］，c = 4.187kJ/（kg·℃）。

2） 定时供应热水的系统，应按管网中的热水容量每小时循环 2～4 次计算循环流量。

2 机械循环热水系统，循环水泵的选择，应遵守下列规定：

1） 水泵的流量为循环流量，见式（6.14.2－1）。

2） 水泵的扬程按下式计算：

$$H_b = h_p + h_x \tag{6.14.2-2}$$

式中 H_b——循环水泵的扬程（kPa）；

h_p——循环水量通过配水管网的水头损失（kPa）；

h_x——循环水量通过回水管网的水头损失（kPa）。

注：当采用半即热式水加热器或快速水加热器时，水泵扬程尚要计算水加热器的水头损失。

3） 初步设计阶段，循环水泵的扬程可按下列规定估算：

① 机械循环热水供、回水管网的水头损失可按下式估算：

$$H_1 = R\ (L + L') \tag{6.14.2-3}$$

式中 H_1——热水管网的水头损失（kPa）；

R——单位长度的水头损失（kPa/m），可按 R = 0.1～0.15kPa/m 估算；

L——自水加热器至最不利点的供水管长（m）；

L'——自最不利点至水加热器的回水管长（m）。

② 循环水泵扬程可按下式估算：

$$H_b = 1.1\ (H_1 + H_2) \qquad (6.14.2-4)$$

式中　H_b——循环水泵的扬程（kPa）；

H_1——管路水头损失（kPa）；

H_2——水加热设备水头损失（kPa），容积式水加热器、导流型容积式水加热器、半容积式水加热器可忽略不计。

③ 循环水泵的流量，单体建筑可采用设计小时流量25%～30%估算，小区可采用设计小时流量的30～35%估算。

④ 循环泵的启停由设在泵前回水管上的温度传感器控制，温度传感器的开、停泵温度宜分别为热水供水温度－10℃和－5℃。

3　热水供应系统的回水管管径应经计算确定，初步设计时，可参照表6.14.2确定。

表6.14.2　热水回水管管径

热水供水管管径（mm）	20～25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
热水回水管管径（mm）	20	20	25	32	40	40	50	65	80	100

为了保证各立管的循环效果，尽量减少干管的水头损失，热水供水干管和回水干管均不宜变径，可按其相应的最大管径确定。

4　热水机组、锅炉或水加热器与贮热水罐之第一循环连接管的自然循环压力值，应按下式计算：

$$H_{xr} = 10 \cdot \Delta h\ (\rho_1 - \rho_2) \qquad (6.14.2-5)$$

式中　H_{xr}——第一循环管的自然压力值（Pa）；

Δh——锅炉或水加热设备的中心与贮热水罐中心的标高差（m）；

ρ_1——贮热水罐回水管内水的密度（kg/m^3）；

ρ_2——水加热设备至贮热水罐供水管内水的密度（kg/m^3）。

5　热水管道的热损失按下式计算：

$$Q = 1.63\pi D \cdot L \cdot K\ (1-\eta)\ \left(\frac{t_c + t_z}{2} - t_j\right) \qquad (6.14.2-6)$$

式中　Q——计算管段热损失（W）；

D——管道外径（m）；

L——管段长度（m）；

K——无保温层管道的传热系数，一般取计算2.8W/（m^2·℃）；

η——保温系数，一般采用0.6～0.8，无保温层时$\eta=0$；

t_c——管段起点的热水温度（℃）；

t_z——管段终点的热水温度（℃）；

t_j——管段外壁周围空气的平均温度（℃）。

6　设置热水循环泵的房间和热水循环泵的布置要求，应符合有关给水泵房条款之要求。当采用管道热水泵时，可不受本条限制。

7　热水循环泵壳体本体承受的压力应不小于其系统施加的静水压力加水泵扬程。

6.15　管材和附件

6.15.1　管材、管件

1　热水系统采用的管材和管件，应符合现行国家或行业产品标准的要求。管道的工作压力和工作温度不得大于产品标准标定的允许工作压力和工作温度。

2　热水管道应选用耐腐蚀、安装连接方便可靠、符合饮用水卫生要求的管材。一般可采用薄壁铜

管、薄壁不锈钢管、塑料热水管、复合热水管等。住宅入户管采用敷设在垫层内时可采用聚丙烯（PP－R）、聚丁烯管（PB）、交联聚乙烯（PEX）管等。

当采用塑料热水管或塑料与金属复合热水管材时除符合产品标准外，还应符合下列要求：

1）管道的工作压力应按相应温度下的允许工作压力选择。

2）管件宜采用和管道相同的材质。

3）定时供热水的系统因其水温周期性变化大，不宜采用对温度变化较敏感的塑料热水管。

4）设备机房内的管道不应采用塑料热水管。

5）太阳能集热系统应采用能耐高温大于等于 150℃耐腐蚀的不锈钢管或其他金属管材、金属复合管材。

3 热水供应系统的管道，应采取下列补偿管道温度伸缩的措施：

1）尽量利用自然补偿，即利用管道敷设的自然弯曲、折转等吸收管道的温度变形，弯曲两侧管段的长度不宜超过表 6.15.1－1 所列数值：

表 6.15.1－1 弯管两侧管段允许的长度

管材	薄壁铜管	薄壁不锈钢管	衬塑钢管	PP－R	PEX	PB	铝塑管 PAP
长度（m）	10.0	10.0	8.0	1.5	1.5	2.0	1.5

2）塑料热水管利用弯曲进行补偿时，管道最大支撑间距不宜大于最小自由臂长度，见图 6.15.1－1。

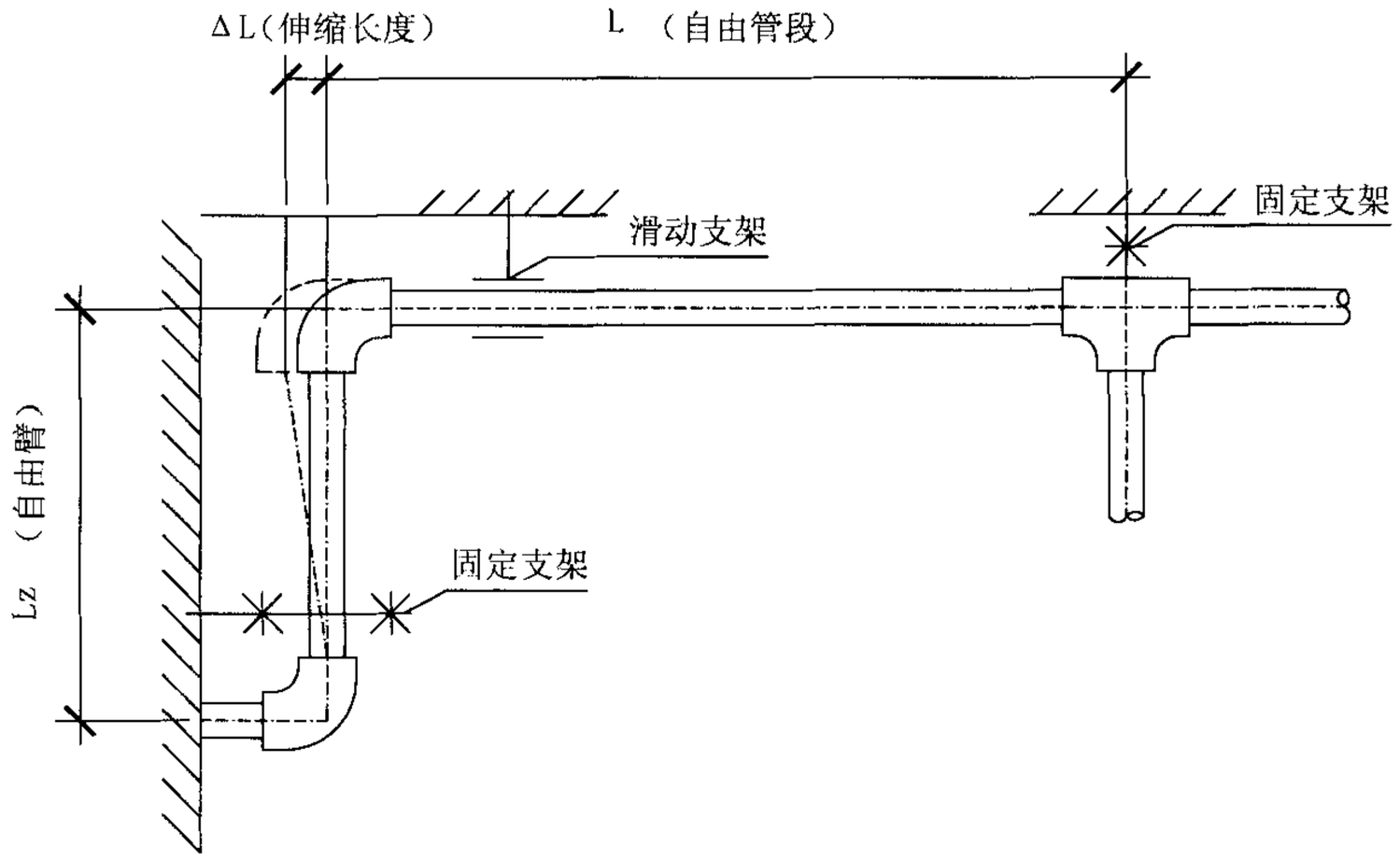


图 6.15.1－1 确定自由臂 L_z 长度的示意图

最小自由臂长度可按下式计算：

$$L_z = K\sqrt{\Delta L D_e} \qquad (6.15.1-1)$$

$$\Delta L = \Delta T L \alpha \qquad (6.15.1-2)$$

$$\Delta T = \Delta t_s \qquad (6.15.1-3)$$

式中 L_z——最小自由臂长度（m）；

K——材料比例系数见表 6.15.1－2；

D_e—— 计算管段的公称外径（mm）；

ΔL——自固定支承点起管道的伸缩长度（m）；

ΔT——计算温差（℃）；

Δt_s——管内水的最大温差（℃）；

L——自由管段长度（m）；

α——线膨胀系数［mm/（m·K）］，见表 6.15.1－3。

表 6.15.1-2　管材比例系数 K 值表

管材	PP-R	PEX	PB	PAP
K	20	20	10	20

表 6.15.1-3　几种不同管材的 α 值［mm/（m·℃）］

管材	PP-R	PEX	PB	ABS	PVC-U	PAP	薄壁铜管	钢	无缝铝合金衬塑	PVC-C	薄壁不锈钢管
α	0.16（0.14~0.18）	0.15（0.2）	0.13	0.1	0.07	0.025	0.02（0.017~0.018）	0.012	0.025	0.08	0.0166

3）垫层内敷设入户小管径的塑料热水管可不另考虑管道伸缩的措施。

4）当塑料热水管直线管段不能利用自然补偿或补偿器时，可通过固定支承利用管材本身允许的变形量解决温度引起的伸缩量。直线管段最大固定支承（固定支架）间距见表 6.15.1-4。

表 6.15.1-4　直线管段最大固定支承（固定支架）间距表

管材	PP-R	PEX	PB	PAP
间距（m）	3.0	3.0	6.0	3.0

5）塑料热水管直线段长度大于表 6.15.1-4、铜管、不锈钢管与衬塑钢管的直线管段长度大于 20m 时，应设塑料伸缩节、不锈钢波纹管、多球橡胶软接头等伸缩器解决管道伸缩量。

6）塑料热水管应采用塑料管专用伸缩接头。

7）立管与干管的连接处，立管应加弯头以补偿立管的伸缩应力，其接管方法见图 6.15.1-2。

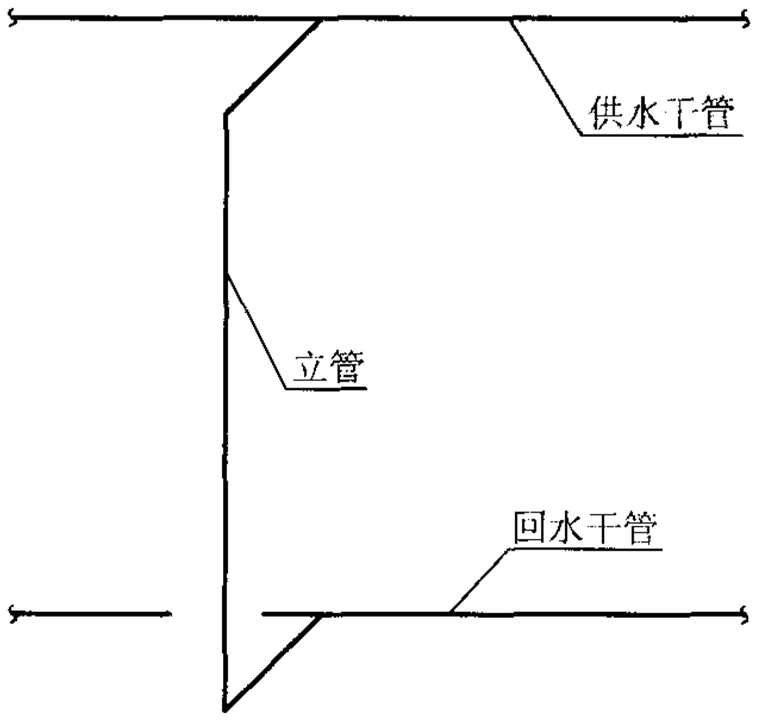


图 6.15.1-2　立管与干管连接伸缩应力补偿

6.15.2　热水系统的管道和设备上应设置下列附件：

1　排气装置，上行下给式系统的配水干管最高处及向上抬高的管段应设自动排气阀，阀下设检修用阀门。下行上给式系统可利用最高配水点放气，当入户支管上有分户计量表时，应在各供水立管顶设自动排气阀。

2　泄水装置：在热水管道系统的最低点及向下凹的管段应设泄水装置或利用最低配水点泄水。

3　自动温度调节装置，见第 6.6.14 条第 2 款的规定。

4　温度计：

1）水加热设备、贮水器和冷热水混合器上应装温度计。

2）水加热间的热水供、回水干管上应装温度计。

3）温度计的刻度范围应为工作温度范围的 2 倍。

4）温度计安装的位置应方便读取数据。

5　压力表：

1）密闭系统中的水加热器、贮水器、锅炉、分汽缸、分水器、集水器、压力容器设备均应装设压

力表。

2）热水加压泵、循环水泵的出水管上，（必要时含吸水管）应装设压力表。

3）压力表的精度不应低于 2.5 级，即允许误差为表刻度极限值的 1.5%。

4）压力表盘刻度极限值宜为工作压力的 2 倍，表盘直径不应小于 100mm。

5）装设位置应便于操作人员观察与清洗且应避免受辐射热、冻结或振动的不利影响。

6）用于蒸汽介质的压力表，在压力表与设备之间应装存水弯管。

6 安全阀：

1）需要装设安全阀的地方见第 6.6.14 条第 1 款。

2）水加热器宜采用微启式弹簧安全阀，安全阀应设防止随意调整螺丝的装置。

3）安全阀的开启压力，一般取热水系统工作压力的 1.1 倍，但不得大于水加热器本体的设计压力。

注：水加热器的本体设计压力一般分为：0.6MPa、1.0MPa、1.6MPa 三种规格。

4）安全阀的直径应比计算值放大一级；一般实际工程应用中，对于水加热器用的安全阀，其阀座内径可比水加热器热水出水管管径小 2 ~ 3 号。

5）安全阀应直立安装在水加热器的顶部。

6）安全阀装设位置，应便于检修，其排出口应设导管将排泄的热水引至安全地点。

7）安全阀与设备之间，不得装取水管、引气管或阀门。

7 膨胀水罐：

1）闭式集中热水供应系统宜按第 6.6.14 条第 1 款第 1 项规定的条件设膨胀水罐以吸收贮热设备及管道内水升温时的膨胀量，防止系统超压，保证系统安全运行。

2）形式：

① 隔膜式压力膨胀水罐。

② 胶囊式压力膨胀水罐。

3）设置位置：

① 水加热器和止回阀之间的冷水进水管上。

② 热水回水管的分支管上。

4）膨胀水罐总容积按下式计算：

$$V_e = \frac{(\rho_f - \rho_r)\ P_2}{(P_2 - P_1)\ \rho_r} V_s \qquad (6.15.2-1)$$

式中 V_e ——膨胀水罐总容积（L）；

ρ_f ——加热前水加热、贮热器内水的密度（kg/L），相应 ρ_f 的水温可按下述情况设计计算：

加热设备为多台的全日制热水供应系统，可按最低热水回水温度计算；其值一般可取 40 ~ 50℃。即膨胀水罐只考虑正常供水状态下吸收系统内水温升的膨胀量，而水加热设备开始升温阶段的膨胀量及其引起的超压可由膨胀水罐及安全阀联合工作来解决，借以减少膨胀水罐的容积；定时供热水的系统的 ρ_f 宜按进加热设备的冷水温度 t_L 计算；

ρ_r ——加热后的热水密度（kg/L）；

P_1 ——膨胀水罐处的管内水压力（MPa，绝对压力）；P_1 = 管内工作压力 +0.1MPa；

P_2 ——膨胀水罐处管内最大允许压力（MPa，绝对压力），其数值可取 $1.10P_1$；

V_s ——系统内热水总容积（L）；当管网系统不大时，可按水加热设备的容积计算。

表 6.15.2 -1、表 6.15.2 -2 分别为 V_s = 1000L 时，不同冷水温度、回水温度条件下的 V_e 值，可供设计计算参考。

表 6.15.2-1　t_r=60℃、不同冷水温度下 V_s=1000L 时的 V_e 值

冷水温度（℃）	5	10	12	15	18	20
V_e（L）	184	181	179	175	169	165

表 6.15.2-2　t_r=60℃、不同回水温度下 V_s=1000L 时的 V_e 值

回水温度（℃）	55	53	50	48	45
V_e（L）	28	39	54	64	67

8　膨胀管。有下列条件者可考虑设膨胀管：

1）有可能设置膨胀水箱的热水系统。

2）当建筑物顶层设有中水供水箱、专用消防供水箱（不与生活用水共用的消防水箱）等非生活饮用水箱时，可将膨胀管引入其内。但引入管应从水箱盖板以上接入，出口朝下，且出口与水箱溢水位之间留有大于等于 100mm 的间隙。

3）膨胀管上严禁装设阀门。

4）采用多台水加热器时，宜分台设膨胀管，亦可从供水干管上设共用膨胀管。

5）膨胀管有可能冻结时，应采取保温措施。

6）膨胀管的最小管径，宜按表 6.15.2-3 确定：

表 6.15.2-3　膨胀管管径

水加热器的传热面积（m^2）	<10	10～15	15～20	>20
膨胀管的最小管径（mm）	25	32	40	50

9　养老院、精神病院、幼儿园、监狱等建筑的淋浴和浴盆设备的热水管应采取下列防烫伤措施：

1）设冷热水混合阀单管供应定温热水。

2）设带自动调节冷热水压力平衡的防烫混合龙头供浴盆、淋浴、洗脸等热水。

3）设冷热水混合水箱单管供应定温热水。

10　疏水器：

1）下列情况下设置疏水器：

① 用蒸汽作热媒间接加热的水加热器、开水器的凝结水回水管上应每台单独设疏水器。

② 蒸汽管向下凹处的下部、蒸汽立管底部应设疏水器，以及时排掉管中积存的凝结水。

2）疏水器前应设过滤器以确保其正常工作。

3）疏水器处一般不装旁通阀，但在下列情况下应在疏水器后装止回阀：

① 疏水器后有背压或凝结水管有抬高时。

② 不同压力的凝结水接在一根母管上时。

4）疏水器宜靠近用汽设备并便于维修的地方装设。

5）用汽设备的疏水器后的凝结水应回收利用，蒸汽管下凹处下部、蒸汽立管底部的疏水器后的少量凝结水直接排放时，应将泄水管引至排水沟等有排水设施的地方。

6）疏水器一般可选用浮动式或热动力式疏水器。

7）疏水器管径不可按凝结水管径来确定，应按其最大排水量、进出口最大压差、附加系数三项因素选择计算。

① 最大排水量 Q 见下式：

$$Q = k_0 \cdot G \tag{6.15.2-2}$$

式中　Q——疏水器最大排水量（kg/h）；

k_0——附加系数（见表 6.15.2-4）；

G ——换热设备的最大凝结水量（kg/h）。

表 6.15.2-4 附加系数 k_0

名称	附加系数 k_0	
	压差 $\Delta P \leqslant 0.2$MPa	压差 $\Delta P > 0.2$MPa
上开口浮筒式疏水器	3.0	4.0
下开口浮筒式疏水器	2.0	2.5
恒温式疏水器	3.5	4.0
浮球式疏水器	2.5	3.0
喷嘴式疏水器	3.0	3.2
热动力式疏水器	3.0	4.0

② 疏水器进出口压差见下式：

$$\Delta P = P_1 - P_2 \qquad (6.15.2-3)$$

$$P_2 = \Delta h + 0.01H \qquad (6.15.2-4)$$

式中 ΔP ——疏水器进出口压差（MPa）；

P_1 ——疏水器前压力（MPa），对于水加热器等换热设备，$P_1 = 0.7\ P_Z$（P_Z 为人设备的蒸汽压力）；

P_2 ——疏水器后压力（MPa），当疏水器后凝结水管不抬高自流坡向凝结水箱时 $P_2 = 0$；当疏水器后凝结水管道较长，又需抬高接入凝结水箱时 P_2 按式（6.15.2-4）计算；

Δh ——疏水器后至凝结水箱之间的管道压力损失（MPa）；

H ——疏水器后回水管的抬高高度（m）。

8）仅作排除管中冷凝积水用的疏水器可选用 DN15、DN20 的疏水器。

11 分水器、集水器、分汽缸：

1）多个热水、多个蒸汽管道系统或多个较大热水、蒸汽用户均宜设置分水器、分汽缸，凡设分水器、分汽缸的热水、蒸汽系统的回水管上宜设集水器。

2）分水器、分汽缸、集水器宜设置在热交换间，锅炉房等设备用房内以方便维修、操作。

3）分水器等的筒体直径应大于 2 倍最大接入管直径。其长度及总体设计应符合“压力容器”设计的有关规定。

12 热水供应系统的管道，应根据使用要求及维修条件，在下列管段上装设阀门。

1）与配水、回水干管连接的分干管上。

2）配水立管和回水立管上。

3）居住建筑和公共建筑中从立管接出的支管上。

4）室内给水热水管道向住户、公用卫生间等接出的配水管的起端。

5）加热设备、贮水器、自动温度调节器和疏水器等的进、出水管上。

13 热水供应系统的管道在下列管段上，应设止回阀：

1）水加热器、贮水器的冷水供水管上。

2）机械循环的第二循环系统回水管上。

3）加热水箱与冷水补充水箱的连接管上。

4）混合器的冷、热水供水管上。

5）有背压的疏水器后面的管道上。

6）循环水泵的出水管上。

14 为计量热水总用水量，应在水加设备的冷水供水管上装设冷水表；对成组和个别用水点，可

在其热水供水支管上装设热水水表，采用支管循环的热水系统，在支管的起、末端应分别装设计量误差极小的热水水表。水表应安装在便于观察及维修的地方。

6.16　管道敷设与保温

6.16.1　管道敷设

1　铜管、薄壁不锈钢管、衬塑钢管等可根据建筑、工艺要求暗设或明设。暗设在墙体或垫层内的铜管宜采用塑覆铜管、不锈钢管宜用塑覆不锈钢管。

2　塑料热水管宜暗设，明设时立管宜布置在不受撞击处，如不可避免时，应在管外加防紫外线照射、防撞击的保护措施。

3　热水管暗设应符合下列要求：

1）不得直接敷设在建筑物结构层内。

2）干管、立管应敷设在吊顶、管井、管窿内，支管宜敷设在地面的垫层内、管墙内或墙槽内。

3）敷设在垫层或墙槽内的支管外径不宜大于25mm，管外壁的覆层厚度应大于等于20mm。

4）敷设在垫层内的塑料热水支管宜采用热熔连接，宜采用分水器向卫生器具配水，中途不得有连接配件，两端接口应露明，地面宜有管道位置的临时标识。

4　热水管道穿过建筑物的楼板、墙壁和基础时应加套管，以防管道伸缩时损坏建筑结构和管道设备。

1）在吊顶内穿墙时，可留孔洞。

2）地面有积水可能时，套管应高出地面50～100mm。

3）套管与热水管间空隙应用玻璃棉，复合硅胶制品等不燃烧材料填实，然后用沥青灌平。

5　下行上给式系统设有循环管道时，则回水立管应在最高配水点以下约0.5m处与配水立管连接。上行下给式系统中只需将循环管道与各立管连接。

6　室外热水管道一般为管沟内敷设，当不可能时，也可直埋敷设。当采用管道直埋敷设时，应选用憎水型保温材料保温，保温层外应做密封的防潮防水层，其外再作硬质保护层，并作伸缩补偿处理。直埋管道的安装与敷设还应符合《城镇直埋供热管道工程技术规程》CJJ/T 81以及《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242的相关规定。

6.16.2　管道支架

1　各种热水管道的支架间距如下：

1）铜管的支架间距见表2.6.29。

2）薄壁不锈钢管的支架间距见表2.6.27－2。

3）衬塑钢管的支架间距见表2.6.27－1。

4）聚丙烯（PP－R）管的支架吊架间距见表6.16.2－1。

表6.16.2－1　聚丙烯（PP－R）管的支架吊架间距

公称外径 dn（mm）	20	25	32	40	50	63	75	90	110
立管（m）	0.4	0.45	0.52	0.65	0.78	0.91	1.04	1.56	1.70
水平管（m）	0.3	0.35	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	1.20	1.30

注：暗敷直埋管道的支架间距可采用表中数值扩大1倍的方法。

5）聚丁烯（PB）热水管道明装时应采用附加金属托板的安装形式。水平管道托板应设在管道下方，垂直管道托板应设在外侧，设金属托板固定支承间管段可不采取温度补偿措施，管道与托板间应采用金属箍牢固捆扎。管道托板的捆扎线距离应符合表6.16.2－2。

表 6.16.2-2 聚丁烯（PB）管管道托板捆扎线间距

公称外径 dn（mm）	16	20	25	32	40	50	63	75
管道托板捆扎距（m）	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.75	0.75

6） PVC-C 管、铝塑（PAP）管的支架间距见表 6.16.2-3。

表 6.16.2-3 PVC-C 管的支架间距

公称外径 dn（mm）	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160
立管（m）	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.4	3.8
水平管（m）	0.6	0.65	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4	1.5

2 热水管道应设固定支架。固定支架的间距应满足管段的热伸长度不大于伸缩器所允许最大补偿量 2/3，并应符合第 6.15.1 条第 3 款第 5 项的规定。固定支架之间宜设导向支架。

6.16.3 管道保温

1 水加热设备、贮热水器、热水箱、热水供水干、立管，机械循环的回水干、立管，有冰冻可能的自然循环回水干、立管，均应保温。

2 未设循环的供水支管，当支管长度 $L \geqslant 3 \sim 10m$ 时，为减少使用热水前泄放的冷温水量，宜采用自动调控的电伴热保温措施，电伴热保持支管内水温可按 45℃设计。

3 保温材料的选择，应符合下列要求：

1） 导热系数小，并具有一定的机械强度。

2） 重量轻，没有腐蚀性。

3） 燃烧性能等级不低于 B_1 级。

4） 塑料管的保温层不应采用硬质绝热材料。

5） 就地取材，施工方便。

4 常用保温绝热材料及性能如表 6.16.3-1。

表 6.16.3-1 常用绝热材料性能表

序号	绝热材料名称	使用密度（kg/m^3）	使用温度范围（℃）	耐火性能	导热系数参考方程［W/（m·℃）］	适用条件
1	玻璃棉制品	45～90	≤300	A	$\lambda = 0.031 + 0.00017t_m$	金属管、塑料管
2	超细玻璃棉制品	60～80	≤400	A	$\lambda = 0.025 + 0.00023t_m$	金属管、塑料管
3	泡沫橡塑制品（PVC/NBR）	40～90	-40～105	B1 B2	$\lambda = 0.038 + 0.00012t_m$	金属管、塑料管
4	酚醛泡沫制品（PEF）	40～70	-180～150	B1	$\lambda = 0.0265 + 0.0000839t_m$	金属管、塑料管
5	复合硅酸盐制品	150～160	-40～800	A	$\lambda = 0.048 + 0.00015t_m$	金属管、塑料管
6	聚氨脂泡沫制品	30～60	-80～110	B1 B2	$\lambda = 0.0275 + 0.00009t_m$	金属管
7	聚苯乙烯泡沫制品	≥30	-65～70	B1 B2	$\lambda = 0.039 + 0.000093t_m$	金属管
8	聚乙烯泡沫制品（PEF）	30～50	-50～100	B1 B2	$\lambda = 0.034 + 0.00012t_m$	金属管、塑料管
9	岩棉制品	61～200	≤350	A	$\lambda = 0.036 + 0.00018t_m$	金属管、塑料管
10	泡沫玻璃制品	180	-200～400	A	$\lambda = 0.061 + 0.00011t_m$	金属管
11	硅酸铝制品	≤192	≤800	A	$\lambda = 0.032 + 0.0002t_m$	金属管
12	微孔硅酸钙制品	≤220	≤550	A	$\lambda = 0.054 + 0.00011t_m$	金属管
13	憎水珍珠岩制品	≤220	≤400	A	$\lambda = 0.057 + 0.00012t_m$	金属管

注：1 表中 t_m 为绝热层内、外表面温度的算术平均值。

2 本表引自国家标准设计 03S401《管道和设备保温、防结露及电伴热》。

5 热水管道和设备保温绝热层厚度可按最大允许热损失量标准计算，计算方法见《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264。最大允许热损失量见表6.16.3-2。

表6.16.3-2　最大允许热损失量

设备管道外表面温度 T_0（℃）	绝热层外表面最大允许热损失量［Q］（W/m^2）	
	常年运行	季节运行
50	58	116
100	93	163
150	116	203

6 热水供、回水管、热媒水管常用的保温材料为岩棉、超细玻璃棉、硬聚氨酯、橡塑泡棉等材料，其保温层厚度可参照表6.16.3-3采用。

表6.16.3-3　热水供回水管热媒水管保温层厚度

管径 DN（mm）	热水供、回水管				热媒水、蒸汽凝结水管	
	15，20	25～50	65～100	>100	≤50	>50
保温层厚度（mm）	20	30	40	50	40	50

7 蒸汽管用憎水珍珠岩管壳保温时，其绝热层厚度见表6.16.3-4。

表6.16.3-4　蒸汽管保温层厚度

管径 DN（mm）	≤40	50～65	≥80
保温层厚度（mm）	50	60	70

8 水加热器、热水分集水器、开水器等设备采用岩棉制品、硬聚氨酯发泡塑料等保温时，绝热层厚度可为35mm。

9 管道和设备在保温之前，应进行防腐蚀处理。

10 保温材料应与管道或设备的外壁紧密相贴密实，并在保温层外表面做防护层。如遇管道转弯处，其保温应做伸缩缝，缝内填柔性材料。

7 消防给水和灭火设施

7.1 消火栓给水系统

7.1.1 消火栓的设置场所

1 室外消火栓的设置场所：

1）城镇、居住区及企事业单位；

2）厂房、库房及民用建筑；

3）汽车库、修车库和停车场；

4）易燃、可燃材料露天、半露天堆场，可燃气体储罐或储罐区等室外场所；

5）耐火等级不低于二级，且体积不超过 3000m^3 的戊类厂房或居住区人数不超过 500 人，且建筑物不超过二层的居住小区，可不设室外消火栓（消防给水）。

2 室内消火栓的设置场所。存有与水接触能引起燃烧爆炸的物品除外的下列场所应设置 DN65 的室内消火栓：

1）多层民用和工业建筑：

①建筑占地面积大于 300m^2 的厂房（仓库）；

②体积超过 5000m^3 的车站、码头、机场等候车（船、机）楼以及展览建筑、商店、旅馆建筑、病房楼、门诊楼、图书馆建筑等；

③特等、甲等剧场，超过 800 个座位的其他等级的剧场、电影院和超过 1200 个座位的礼堂、体育馆；

④超过五层或体积超过 10000m^3 的办公楼、教学楼、非住宅类居住建筑等其他民用建筑；

⑤超过七层的住宅应设置室内消火栓系统，但当确有困难时，可只设置干式消防竖管和不带消火栓箱的 DN65 室内消火栓，消防竖管的直径不应小于 DN65；

⑥国家级文物保护单位的重点砖木或木结构的古建筑宜设置；

⑦在一座一、二级耐火等级的厂房内，如有生产性质不同的部位时，可根据各部位的特点确定设置或不设置室内消火栓（消防给水）。

⑧设有室内消火栓的人员密集公共建筑以及低于上述几条规定规模的其它公共建筑宜设置消防软管卷盘；建筑面积大于 200m^2 的商业服务网点应设置消防软管卷盘。

⑨下列建筑物可不设室内消防给水：

a 耐火等级为一、二级且可燃物较少的丁、戊类厂房和库房（高层工业建筑除外）；耐火等级为三、四级且建筑体积不超过 3000m^3 的丁类厂房和建筑体积不超过 5000m^3 的戊类厂房（仓库），粮食仓库、金库可不设置室内消火栓；

b 室内没有生产、生活给水管道，室外消防用水取自储水池且建筑体积不超过 5000m^3 的建筑物。

2）高层民用建筑及其裙房；高层工业建筑。

3）建筑面积大于 300m^2 且平时使用的人防工程。

4）车库、修车库和停车场。

①耐火等级为一、二级且停车数超过 5 辆的汽车库；停车数超过 5 辆的停车场；超过 2 个车位以上的修车库应设消防给水系统；

②当汽车库设在其他建筑物内，其停车数小于上述规定时，但建筑内有消防给水系统时，亦应设置消火栓。

7.1.2 消火栓消防水量

1 城市、居住区室外消防用水量。

城市、居住区室外消防用水量应包括居住区、工厂、仓库、堆场、储罐或罐区和民用建筑的室外消防水量，并应按同一时间内的火灾次数和一次灭火用水量确定。同一时间内的火灾次数和一次灭火用水量，不应小于表7.1.2-1的规定。

表7.1.2-1 城市、居住区室外消防用水量

N人数（万人）	同一时间内的火灾次数（次）	一次灭火用水量（L/s）
N≤1.0	1	10
N≤2.5	1	15
N≤5.0	2	25
N≤10.0	2	35
N≤20.0	2	45
N≤30.0	2	55
N≤40.0	2	65
N≤50.0	3	75
N≤60.0	3	85
N≤70.0	3	90
N≤80.0	3	95
N≤100	3	100

当工厂、仓库和民用建筑的室外消火栓用水量分别按表7.1.2-1、表7.1.2-2、表7.1.2-3、表7.1.2-8计算时，应取其较大值为设计用水量。

2 工厂、仓库和民用建筑的室外消防用水量，应按同一时间内的火灾次数和一次灭火用水量确定。

1）工厂与仓库（包括堆场、储罐区）和民用建筑在同一时间内的火灾次数不应小于表7.1.2-2的规定。

表7.1.2-2 同一时间内的火灾次数

名称	基地面积（ha）	附有居住区人数（万人）	同一时间内的火灾次数	备注
工厂	≤100	≤1.5	1	按需水量最大的一座建筑物（或堆场、储罐）计算
		>1.5	2	工厂、居住区各一次
	>100	不限	2	按需水量最大的两座建筑物（或堆场、储罐）计算
仓库和民用建筑	不限	不限	1	按需水量最大的一座建筑物（或堆场、储罐）计算

注：采矿、选矿等工业企业、如各分散基地有单独的消防给水系统时，可分别计算。

2）多层民用建筑物和工业建筑的一次灭火室外消火栓用水量，不应小于表7.1.2-3的规定。

①室外消火栓用水量应该按消防需水量最大的一座建筑物或一个防火分区计算。成组布置的建筑物

应按消防用水量较大的相邻两座计算。

②火车站、码头和机场的中转库房，其室外消火栓用水量应按相应耐火等级的丙类物品库房确定。

③国家级文物保护单位的重点砖木、木结构建筑的室外消火栓用水量，按三级耐火等级民用建筑物消防用水量确定。

表 7.1.2-3　多层民用建筑物和工业建筑的室外消火栓用水量

耐火等级	建筑物名称及类别		建筑物体积（m^3）					
			≤1500	1501～3000	3001～5000	5001～20000	20001～50000	>50000
			一次灭火用水量（L/s）					
一、二级	厂房	甲、乙	10	15	20	25	30	35
		丙	10	15	20	25	30	40
		丁、戊	10	10	10	15	15	20
	库房	甲、乙	15	15	25	25	—	—
		丙	15	15	25	25	35	45
		丁、戊	10	10	10	15	15	20
	民用建筑		10	15	15	20	25	30
三级	厂房或库房	乙、丙	15	20	30	40	45	—
		丁、戊	10	10	15	20	25	35
	民用建筑		10	15	20	25	30	—
四级	丁、戊类厂房或库房		10	15	20	25	—	—
	民用建筑		10	15	20	25	—	—

3）一个单位内有泡沫设备、带架水枪、自动喷水灭火设备、以及其他消防用水设备时，其消防用水量，应将上述设备所需的全部消防用水量加上表 7.1.2-3 规定的室外消火栓用水量的 50%，但采用的水量不应低于表 7.1.2-3 的规定。

3 多层民用建筑和工业建筑的室内消火栓用水量，不应小于表 7.1.2-4 的规定。

表 7.1.2-4　多层民用和工业建筑物的室内消火栓用水量

建筑物名称	高度 h（m）、层数、体积 V（m^3）或座位数 N（个）		消火栓用水量（L/s）	同时使用水枪数量（支）	每根竖管最小流量（L/s）
厂房	h≤24	V≤10000	5	2	5
		V>10000	10	2	10
	24<h≤50		25	5	15
	h>50		30	6	15
库房	h≤24	V≤5000	5	1	5
		V>5000	10	2	10
	24<h≤50		30	6	15
	h>50		40	8	15
科研楼、试验楼	h≤24，V≤10000		10	2	10
	h≤24，V>10000		15	3	10
车站、码头、机场的候车（船、机）楼和展览建筑等	5000<V≤25000		10	2	10
	25000<V≤50000		15	3	10
	V>50000		20	4	15

续表 7.1.2－4

建筑物名称	高度 h（m）、层数、体积 V（m^3）或座位数 N（个）	消火栓用水量（L/s）	同时使用水枪数量（支）	每根竖管最小流量（L/s）
剧院、电影院、会堂、礼堂、体育馆等	800 < N≤1200	10	2	10
	1200 < N≤5000	15	3	10
	5000 < N≤10000	20	4	15
	N > 10000	30	6	15
商店、旅馆等	5000 < V≤10000	10	2	10
	10000 < V≤25000	15	3	10
	V > 25000	20	4	15
病房楼、门诊楼等	5000 < V≤10000	5	2	5
	10000 < V≤25000	10	2	10
	V > 25000	15	3	10
办公楼、教学楼等其他民用建筑	层数≥6 或 V≥10000	15	3	10
国家级文物保护单位的重点砖木或木结构的古建筑	V≤10000	20	4	10
	V > 10000	25	5	15
住宅	层数≥6	5	2	5

注：1　丁、戊类高层厂房（仓库）室内消火栓的用水量可按本表减少 10L/s，同时使用水枪数量可按本表减少 2 支。

2　消防软管卷盘或轻便消防水龙及住宅楼梯间中的干式消防竖管上设置的消火栓，其消防用水量可不计入室内消防用水量。

建筑物内同时设置室内消火栓系统、自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统、泡沫灭火系统或固定消防炮灭火系统时，其室内消防用水量应按需要同时开启的上述系统用水量之和计算；当上述多种消防系统需要同时开启时，室内消火栓用水量可减少 50%，但不得小于 10L/s。

4　汽车库室内、外消火栓消防用水量应按消防用水量最大的一座汽车库、修车库、停车场计算，并不应小于表 7.1.2－5 的规定。

表 7.1.2－5　汽车库室内、外消火栓用水量

名称	车库类别	停车数量或修车位（辆）	室外消火栓用水量（L/s）	室内消火栓用水量（L/s）
汽车库	Ⅰ	>300	20	10
	Ⅱ	151～300	20	10
	Ⅲ	51～150	15	10
	Ⅳ	≤50	10	5
修车库	Ⅰ	>15	20	10
	Ⅱ	6～15	20	10
	Ⅲ	3～5	15	5
	Ⅳ	≤2	10	5
停车场	Ⅰ	>400	20	—
	Ⅱ	251～400	20	—
	Ⅲ	101～250	15	—
	Ⅳ	≤100	10	—

5 人防工程室内消火栓用水量，应符合表 7.1.2－6 的规定。

表 7.1.2－6 人防工程室内消火栓最小用水量

工程类别	体积 V（m^3）	同时使用水枪数量（支）	每支水枪最小流量（L/s）	消火栓用水量（L/s）
展览厅、影剧院、礼堂、健身体育场所等	V≤1000	1	5	5
	1000 < V≤2500	2	5	10
	V > 2500	3	5	15
商场、餐厅、旅馆、医院等	V≤5000	1	5	5
	5000 < V≤10000	2	5	10
	10000 < V≤25000	3	5	15
	V > 25000	4	5	20
丙、丁、戊类生产车间、自行车库	V≤2500	1	5	5
	V > 2500	2	5	10
丙、丁、戊类物品库房、图书资料档案库	V≤3000	1	5	5
	V > 3000	2	5	10

注：增设的消防软管卷盘设备，其用水量可不计入消防用水量。

6 高层民用建筑分类宜符合表 7.1.2－7 的规定。

表 7.1.2－7 高层民用建筑分类

名称	一类	二类
居住建筑	十九层及十九层以上的普通住宅	十层至十八层的普通住宅
公共建筑	1. 医院 2. 高级旅馆 3. 建筑高度超过 50m 或 24m 以上部分的任一楼层建筑面积超过 1000m^2 的商业楼、展览楼、综合楼、电信楼、财贸金融楼 4. 建筑高度超过 50m 或 24m 以上部分的任一楼层建筑面积超过 1500m^2 的商住楼 5. 中央级和省级（含计划单列市）广播电视楼 6. 网局级和省级（含计划单列市）电力调度楼 7. 省级（含计划单列市）邮政楼、防灾指挥调度楼 8. 藏书超过 100 万册的图书馆、书库 9. 重要的办公楼、科研楼、档案楼 10. 建筑高度超过 50m 的教学楼和普通的旅馆、办公楼、科研楼、档案楼等	1. 除一类建筑以外的商业楼、展览楼、综合楼、电信楼、财贸金融楼、商住楼、图书馆、书库 2. 省级以下的邮政楼、防灾指挥调度楼、广播电视楼、电力调度楼 3. 建筑高度不超过 50m 的教学楼和普通的旅馆、办公楼、科研楼、档案楼等

7 高层民用建筑室内、外消火栓用水量，不应小于表 7.1.2－8 的规定。

表 7.1.2－8 高层民用建筑室内、外消火栓给水系统的用水量

高层建筑类别	建筑高度（m）	消火栓用水量（L/s）		每根竖管最小流量（L/s）	每支水枪最小流量（L/s）
		室外	室内		
普通住宅	≤50	15	10	10	5
	>50	15	20	10	5

续表 7.1.2-8

高层建筑类别	建筑高度（m）	消火栓用水量（L/s）		每根竖管最小流量（L/s）	每支水枪最小流量（L/s）
		室外	室内		
1. 高级住宅	≤50	20	20	10	5
2. 医院 3. 二类建筑的商业楼、展览楼、综合楼、财贸金融楼、电信楼、商住楼、图书馆、书库 4. 省级以下的邮政楼、防火指挥调度楼、广播电视楼、电力调度楼 5. 建筑高度不超过 50m 的教学楼和普通的旅馆、办公楼、科研楼、档案楼等	>50	20	30	15	5
1. 高级旅馆 2. 建筑高度超过 50m 或每层建筑面积超过 1000m² 的商业楼、展览楼、综合楼、财贸金融楼、电信楼 3. 建筑高度超过 50m 或每层建筑面积超过 1500m² 的商住楼 4. 中央和省级（含计划单列市）广播电视楼 5. 网局级和省级（含计划单列市）电力调度楼 6. 省级（含计划单列市）邮政楼、防灾指挥调度楼 7. 藏书超过 100 万册的图书馆、书库 8. 重要的办公楼、科研楼、档案楼 9. 建筑高度超过 50m 的教学楼和普通的旅馆、办公楼、科研楼、档案楼等	≤50	30	30	15	5
	>50	30	40	15	5

注：1 建筑高度不超过 50m，室内消火栓用水量超过 20L/s，且设有自动喷水灭火系统的建筑物，其室内、外消防用水量可按本表减少 5L/s。

2 增设的消防软管卷盘设备，其用水量可不计入消防用水量。

8 易燃、可燃材料露天、半露天堆场，可燃气体储罐或储罐区的室外消火栓用水量，不应小于表 7.1.2-9 的规定。

表 7.1.2-9 堆场、储罐的室外消火栓用水量

名称		总储量或总容量	消防用水量（L/s）
粮食（t）	土圆囤	30～500	15
		501～5000	25
		5001～20000	40
		>20000	45
	席茭囤	30～500	20
		501～5000	35
		5001～20000	50
棉、麻、毛、化纤百货（t）		10～500	20
		501～1000	35
		1001～5000	50
稻草、麦秸、芦苇等易燃材料（t）		50～500	20
		501～5000	35
		5001～10000	50
		>10000	60

续表 7.1.2－9

名称	总储量或总容量	消防用水量（L/s）
木材等可燃材料（m^3）	50～1000	20
	1001～5000	30
	5001～10000	45
	＞10000	55
煤和焦炭（t）	100～5000	15
	＞5000	20
可燃气体储罐或储罐区（m^3）	501～10000	15
	10001～50000	20
	50001～100000	25
	100001～200000	30
	＞200000	35

9 当民用建筑物地下室为汽车库或人防工程时，其室内外消火栓用水量应根据表 7.1.2－3～表 7.1.2－6、表 7.1.2－8、表 7.1.2－9 综合确定，并取其中最大值作为消火栓设计用水量。

7.1.3 消火栓的选用和布置

1 室外消火栓的选用和布置应符合下列要求：

1）室外消火栓宜采用地上式，当采用地下式消火栓时，应有明显标志。室外地上式消火栓应有一个直径为 150mm 或 100mm 和两个直径为 65mm 的栓口。室外地下式消火栓应有直径为 100mm 和 65mm 的栓口各一个。冬季结冰地区宜采用干式地上室外消火栓，严寒地区可采用消防水鹤。

2）城市、居住区的室外消火栓应根据消火栓的保护半径和间距布置。建筑物的室外消火栓的数量应按室外消防用水量经计算确定，并符合消火栓保护半径和间距要求。每个室外消火栓的用水量应按 10～15L/s 计算。与保护对象的距离在 5～40m 范围内的市政消火栓，可计入室外消火栓的数量内。

3）室外消火栓的保护半径不应大于 150m，间距不应大于 120m。

4）室外消火栓距路边不应大于 2m，距房屋外墙不宜小于 5m。

5）当建筑物在市政消火栓保护半径 150m 以内，且消防用水量不超过 15L/s 时，可不设建筑物室外消火栓。

6）室外消火栓应沿高层建筑周围均匀布置，并不宜集中布置在建筑物的一侧。

7）人防工程的室外消火栓距人防工程出入口不宜小于 5m。

8）停车场的室外消火栓宜沿停车场周边设置，且距离最近一排汽车不宜小于 7m，距加油站或油库不宜小于 15m。

9）室外消火栓应设置在便于消防车使用的地点。

10）室外消火栓应沿道路设置。当道路宽度大于 60m 时，宜在道路两边设置消火栓，并宜靠近十字路口。

11）严寒地区消防用水量较大的商务区可设置水鹤等辅助消防给水设施，其布置间距宜为 1000m，接消防水鹤的市政给水管的管径不宜小于 DN200。

12）建筑的室外消火栓、阀门、消防水泵接合器等设置地点应设置永久性固定标识。

2 室内消火栓的选用和布置应符合下列要求：

1）室内消火栓应采用 SN65 消火栓，并配置长度不超过 25m 的水龙带，其水枪和消防软管卷盘的配置应符合下列要求；

①室内消火栓设计用水量不小于 10L/s 时，配 ϕ19mm 或 ϕ16mm 的水枪；

②室内消火栓设计用水量小于 10L/s 时，配 ϕ13mm 的水枪；

③消防软管卷盘胶管的内径宜采用 ϕ25mm，长度为 30m，并配有 ϕ6mm 的水枪。

2）除无可燃物的设备层外，设有消防给水的建筑物，其各层均应设置室内消火栓。

3）消火栓的设置位置：

①室内消火栓应设在楼梯附近、走道等明显和易于取用的地点；

②大房间或大空间消火栓应首先考虑设置在疏散门的附近，不应设置在死角位置；

③汽车库内消火栓的设置应不影响汽车的通行和车位的设置，且不应影响消火栓的开启；

④在条件许可的情况下，消火栓可设置在楼梯间休息平台。

4）单元式、塔式住宅的消火栓宜设置在楼梯间的首层和各层楼层休息平台上，当设 2 根消防竖管确有困难时，可设 1 根消防竖管，但必须采用双阀双出口消火栓；当层数超过 18 层时必须设置双立管。

干式消火栓竖管应在首层靠出口部位设置便于消防车供水的快速接口和止回阀。

5）设有屋顶直升机停机坪的公共建筑，应在停机坪出入口处或非用电设备机房处设置消火栓，且距停机坪边缘的距离不应小于 5.0m。

6）栓口离地面或操作基面高度宜为 1.1m，其出水方向宜向下或与设置消火栓的墙面成 90°角；栓口与消火栓箱内边缘的距离不应影响消防水带的连接。

7）消防电梯前室应设室内消火栓，且该消火栓可作为普通室内消火栓使用并计算在布置数量范围内。

8）冷库的室内消火栓应设在常温穿堂或楼梯间内。

9）设有室内消火栓的多层建筑，如为平屋顶时宜在屋顶设一个装有压力显示装置的试验和检查用消火栓；高层建筑的屋顶应设一个装有压力显示装置的检查用的消火栓；采暖地区可设在顶层出口处或水箱间内。

10）高层民用建筑、设有空气调节系统的旅馆、办公楼，以及超过 1500 个座位的剧院、会堂，其闷顶内安装有面灯部位的马道宜设置消防软管卷盘。

11）高级旅馆、重要的办公楼、一类建筑的商业楼、展览楼、综合楼等和建筑高度超过 100m 的其它高层建筑，应设消防卷盘，其用水量可不计入消防用水总量。

12）室内消火栓的布置，应保证有两支相邻水枪的充实水柱同时到达室内任何部位。但建筑高度小于或等于 24m 时，且体积小于或等于 5000m^3 的多层仓库，以及Ⅳ类汽车库及Ⅲ、Ⅳ类修车库，可采用一支水枪充实水柱到达室内任何部位。

13）室内消火栓的布置间距应根据相邻两支水枪同时到达室内任何部位为原则，经计算确定。

①高层厂房（仓库）、高架仓库、高层民用建筑、人防工程、高层汽车库和地下汽车库室内消火栓的间距不应超过 30m；

②单层汽车库、其他单层和多层建筑、人防工程、高层建筑裙房室内消火栓的间距不应超过 50m。

③消防软管卷盘的间距应保证有一股水流到达室内地面任何部位，消防软管卷盘的安装高度应便于取用。

14）水枪的充实水柱长度应由计算确定，一般不应小于 7m，但甲、乙类厂房、层数超过 6 层的公共建筑和层数超过 4 层的厂房（仓库）、人防工程、车库和建筑高度不超过 100m 的高层建筑，不应小于 10m；高层厂房（仓库）、高架仓库和体积大于 25000m^3 的商店、体育馆、影剧院、会堂、展览建筑，车站、码头、机场建筑和建筑高度超过 100m 的高层建筑，水枪的充实水柱不应小于 13m。

15）消火栓栓口的静水压力不应大于 1.00MPa，当大于 1.00MPa 时，应采取分区给水系统。消火栓栓口的出水压力大于 0.50MPa 时，应采取减压措施。

16）临时高压给水系统的每个消火栓处应设直接启动消防水泵的按钮，并应设有保护按钮的设施，但当消防水泵房设置可靠的自动启动装置时多层建筑消火栓处可不设置直接启泵按钮。

17）室内消火栓的保护半径可按下式计算：

$$R = kL_d + L_s(\mathrm{m}) \tag{7.1.3}$$

式中 R ——消火栓保护半径（m）；

k ——水带弯曲折减系数，宜根据水带转弯数量取 0.8～0.9；

L_d ——水龙带长度（m）；

L_s ——水枪充实水柱长度在平面上的投影长度（m）。当水枪倾角为 45°时，$L_s = 0.71S_k$；

S_k ——水枪充实水柱长度（m）。

7.1.4 消火栓给水管网

1 室外消火栓给水管网的布置应符合下列要求：

1）室外消防给水管网应布置成环状，当室外消防用水量不超过 15L/s 时，可布置成枝状。

2）环状管网的进水管不应少于两条，并宜从两条市政给水管道引入，当其中一条进水管发生故障时，其余进水管应仍能保证全部消防用水量；枝状管网的进水管不应少于一条，其进水管应能满足全部消防用水量。

3）环状管道应用阀门分成若干独立段，每段内消火栓的数量不宜超过 5 个，并应在节点处设置阀门。

4）消防给水管道应根据具体情况设置阀门井和泄水设施。阀门井间距根据管道直径确定，当管径不大于 DN700 时，不宜大于 200m；当管径为 DN700～DN1400 时，不宜大于 400m。

5）室外消防给水管道的最小直径不应小于 DN100。

6）管网最高点处宜设置自动排气阀。

2 室内消火栓给水管网，应符合下列要求：

1）下列场所的室内消火栓给水管网应布置成环状管网：

①高层民用和工业建筑；

②人防工程、汽车库及修车库、多层民用和工业建筑当室内消火栓超过 10 个，且室内消防用水量大于 15L/s 时；

③当多层建筑的室内消火栓给水由室外给水供水时，其管网可自成环，也可与室外消防管道连接成环。

2）下列场所的室内消火栓给水管网可布置成枝状管网：

人防工程、汽车库及修车库、多层民用和工业建筑当室内消火栓不超过 10 个，且室内消防用水量不大于 15L/s 时。

3）多层建筑室内消火栓超过 10 个且室外消防用水量大于 15L/s 时，其消防给水管道应连成环状，且至少应有两条进水管与室外管网或消防水泵连接。当其中一条进水管发生事故时，其余的进水管应仍能供应全部消防用水量。

高层建筑室内消火栓给水环状管网的进水管和区域高压或临时高压给水系统的引入管不应少于 2 根，当其中一根发生故障时，其余的进水管或引入管应能保证消防用水量和水压的要求。

室内消防竖管的直径应按通过的流量经计算确定，但不应小于 100mm。

4）高层建筑消防竖管的布置，应保证同层相邻两个消火栓的水枪的充实水柱同时到达被保护范围内的任何部位。

5）多层建筑的室内消防给水系统宜与生活、生产给水系统分开设置，高层建筑的室内消防给水系统应与生活、生产给水系统分开设置。

6）多层建筑室内消火栓给水管网宜与自动喷水灭火系统的管网分开设置；当合用消防泵时，供水管路应在报警阀前分开设置；

高层建筑室内消火栓给水系统应与自动喷水灭火系统分开设置。当确有困难时，可合用消防给水泵，但必须在报警阀之前分开。

7）当生产、生活用水量达到最大时、且市政给水管道仍能满足室内外消防用水量时，室内消防泵进水管宜直接从市政管道取水（需征得当地市政部门同意）。进水管上设置的计量设备不应降低进水管

的过水能力。

8）冬季结冰地区非采暖建筑物的室内消火栓，可采用干式系统，但应在进水管上设干式报警阀，管道最高处应设自动排气阀。

9）室内消防给水管道为环状管网时，应采用阀门分成若干独立段。高层建筑应保证检修管道时关闭停用的竖管不超过 1 根，当竖管超过 4 根时，可关闭不相邻的 2 根；高层建筑裙房及多层建筑室内消防给水管道应采用阀门分成若干独立段，室内消防给水管道上阀门的布置应保证检修管道时关闭的竖管不超过 1 根，但设置的竖管超过 3 根时，可关闭 2 根。阀门应常开，并应有明显的启闭标志或信号。

10）室内消防环状管网上阀门的设置，除满足上述相关要求外，还应符合下述原则设置：应在每根立管上下两端与供水干管相连处设置阀门；水平环状管网干管宜按防火分区设置阀门，且阀门间同层消火栓的数量不超过 5 个（不含两端设有阀门的立管上连接的消火栓）；任何情况下关闭阀门应使每个防火分区至少有一个消火栓能正常使用。

11）除下列情况外不应采用双阀双出口型消火栓，并禁止采用单阀双出口型消火栓。

①18 层及 18 层以下，单元式住宅和每层不超过 8 户且建筑面积不超过 650m^2 的塔式住宅，当设两根消防竖管有困难时，可设一根竖管，但必须采用双阀双出口型消火栓。

②条形建筑的尽端可采用单立管连接的双阀双出口型消火栓，但要征得当地消防部门许可。

③必须采用双阀双出口型消火栓的地方，宜采用双立管双消火栓，消火栓分别接自不同立管。

12）消防给水立管最高点处宜设置自动排气阀。

13）干式消火栓系统是采用干式报警阀控制的自动消火栓系统，其报警阀后的管道充水时间不应大于 5min。

7.1.5 水力计算

1 消火栓水枪充实水柱长度可按下式计算：

$$S_k = \frac{H_1 - H_2}{\sin\alpha} \tag{7.1.5-1}$$

式中 S_k ——水枪的充实水柱长度（m），见第 7.1.3 条第 2 款第 14 项的要求；

H_1 ——室内最高着火点离地面高度（m）；

H_2 ——水枪喷嘴离地面高度（m），一般为 1m；

α ——水枪上倾角（°），一般为 45°，最大不应超过 60°。

2 室内消火栓栓口的最低水压按下式计算：

$$H_{xh} = h_d + H_q + H_{sk} = A_d L_d q_{xh}^2 + \frac{q_{xh}^2}{B} + H_{sk} \tag{7.1.5-2}$$

式中 H_{xh}——消火栓栓口的最低水压（0.010MPa）；

h_d ——消防水带的水头损失（0.010MPa）；

H_q ——水枪喷嘴造成一定长度的充实水柱所需水压（0.010MPa），见表 7.1.5-3；

A_d ——水带的比阻，见表 7.1.5-1；

L_d ——水带的长度（m）；

q_{xh} ——水枪喷嘴射出流量（L/s），见表 7.1.5-3；

B ——水枪水流特性系数，见表 7.1.5-2；

H_{sk}——消火栓栓口水头损失，宜取 0.02MPa。

表 7.1.5-1 水带的比阻值

水带口径（mm）	衬胶水带的比阻 A_d 值
65	0.00172

表 7.1.5-2 水枪水流特性系数值

喷嘴直径（mm）	13	16	19	22	25
B 值	0.346	0.793	1.577	2.834	4.727

表 7.1.5-3 水枪充实水柱、压力和流量

S_k 充实水柱（0.01MPa）	不同水枪直径的压力和流量					
	13		16		19	
	H_q 压力（0.010MPa）	q_{xh} 流量（L/s）	H_q 压力（0.010MPa）	q_{xh} 流量（L/s）	H_q 压力（0.010MPa）	q_{xh} 流量（L/s）
6	8.1	1.7	8	2.5	7.5	3.5
7	9.6	1.8	9.2	2.7	9.0	3.8
8	11.2	2.0	10.5	2.9	10.5	4.1
9	13	2.1	12.5	3.1	12	4.3
10	15	2.3	14	3.3	13.5	4.6
11	17	2.4	16	3.5	15	4.9
12	19	2.6	17.5	3.8	17	5.2
12.5	21.5	2.7	19.5	4.0	18.5	5.4
13	24	2.9	22	4.2	20.5	5.7
13.5	26.5	3.0	24	4.4	22.5	6.0
14	29.6	3.2	26.5	4.6	24.5	6.2
15	33	3.4	29	4.8	27	6.5
15.5	37	3.6	32	5.1	29.5	6.8
16	41.5	3.8	35.5	5.3	32.5	7.1
17	47	4.0	39.5	5.6	33.5	7.5

3 消火栓栓口动压的减压计算

1） 消火栓栓口处的出水动压超过 0.50MPa 时，可在消火栓栓口处加设不锈钢减压孔板或采用减压稳压消火栓，消除消火栓栓口处的剩余水头。

2） 减压孔板应设置在消火栓出水口处，其水头损失可按下式计算：

$$H_k = 1.06\left[\frac{1.75\beta^{-2}(1.1-\beta^2)}{(1.75-\beta^2)}-1\right]^2\frac{\nu^2}{2g} \qquad (7.1.5-3)$$

式中 H_k ——消火栓与孔板组合水头损失（0.010MPa），可参照表 7.1.5-4 取值；

β ——相对孔径，$\beta=\frac{d}{D}$；

d ——孔板孔径（mm）；

D ——消火栓管内径（mm），应根据产品确定，当无资料时 DN65 宜按管内径为 68mm 计算；

ν ——管内流速（m/s）；$\nu=\frac{4q_x}{\pi D^2}\times 10^3$，

q_x ——水流通过孔板流量（L/s）；

g ——重力加速度（9.8m/s²）。

表 7.1.5-4 消火栓栓口处安装孔板组合水头损失值 H_k（MPa）

消火栓型号		SN50	SN65
流量 q_x（L/s）		2.5	5.0
孔板孔径 d（mm）	12	0.6576	–
	14	0.3458	–
	16	0.1966	0.8361
	18	0.1185	0.5113
	20	0.076	0.3276
	22	0.0487	0.2180
	24	0.0326	0.1495
	26	–	0.1050
	28	–	0.0753
	30	–	0.0549
	32	–	0.0406

3）减压稳压消火栓应采用栓后压力稳定、不堵塞的减压稳压消火栓。

4）为使消火栓保护距离具有可延展性，减压型（减压孔板或减压稳压）消火栓栓口处的动压力不宜小于 0.45MPa，并采用屋顶消防水箱供水工况进行压力复核。

4 消火栓管网水力计算

1）室外消火栓管网：

①室外消火栓管网应根据其枝状或环状管网的进行水力计算；

②当与生产生活合用时，应根据生产生活和消防时两个工况进行计算，并校核生产生活供水工况时给水管道流速不应小于 0.6m/s。

2）室内消火栓管网：

①室内消火栓管网的水力计算宜把消火栓管网简化为枝状管网计算。

②室内消火栓给水系统的竖管流量应根据第 7.1.4 条第 2 款的规定最大可关闭竖管数量时，剩余一组最不利的竖管，并由这一组竖管平均分摊消火栓用水量，但每根计算竖管的流量不应小于表 7.1.2-4 和表 7.1.2-8 中规定的竖管最小流量。

③室内消火栓给水系统横干管的流量应为消火栓用水量。

3）消火栓管网水头损失见第 7.2.16 条的内容，也可参见第 2 章的有关内容。局部水头损失可按沿程水头损失的 20% 计，也可采用当量长度计算法计算。

7.1.6 消防炮

消防炮按喷射介质可分为水炮、泡沫炮和干粉炮等 3 种基本类型。

根据第 7.1 节或第 7.2 节的要求应设置室内消火栓或自动喷水灭火系统，但因建构筑物高度、建筑结构整体性或火灾扑救的难度等综合原因，而无法设置室内消火栓或自动喷水灭火系统时，可使用消防炮。

民用建筑室内代替自动喷水灭火系统的消防炮应选用数控消防炮或自动消防炮。其他场所可采用远控消防炮和人工手动消防炮（带架水枪）。

1 自动消防炮的组成和原理

1）自动（数控）消防炮系统由电动消防炮和控制器两部分组成。

①电动消防炮：火灾探测系统自动控制电动消防炮的电动机，使消防炮自动移动，瞄准火源，准确将水喷射到着火点。

②控制器：

a 控制器包括定位器、控制主机、解码器、控制盘等部件和装置。

b 定位器安装在消防炮炮体上，能向控制主机提供现场的有效火灾和空间定位信号，如红外视频信号和彩色视频信号等。

c 控制主机：接受定位器提供的信号，控制解码器驱动消防炮扫描并确定着火点。

d 解码器：根据控制主机的指令驱动消防炮转动。

e 控制盘：具备全自动和半自动两种控制功能，可以通过手动按钮启动消防炮电动阀出水。

2）自动（数控）消防炮系统有手动和自动两种工作方式。

①自动方式：

a 控制主机接收到火灾报警系统的火警信号后，向解码器发出控制指令，驱动消防炮扫描着火点，确定着火点方向后，调整消防炮的仰角对准着火点，并提醒值班人员确认。

b 值班人员确认后，系统自动或值班人员手动开启相应电动阀定点喷洒灭火剂灭火。

c 前端水流指示器及水泵房压力继电器的反馈信号均在控制室操作台上显示。警报结束后，自动（手动）关闭消防水泵及相应消防电动阀。

②手动方式：值班人员也可以手动操作消防炮远控灭火，适用于以下两种情况：

a 值班人员在控制室通过监控系统发现着火点，操作控制盘控制消防炮对准着火点，启动消防水泵和消防电动阀，喷水灭火。

b 现场人员发现着火点，按下手动报警按钮，控制室接到报警信号后，由值班人员操作消防炮对准着火点，启动消防水泵和消防电动阀，喷水灭火。

2 消防炮的适用场所

1）水炮系统适用于一般固体可燃物火灾场所；泡沫炮系统适用于甲、乙、丙类液体火灾、固体可燃物火灾场所；干粉炮适用于液化石油气、天然气等可燃气体火灾。

2）当建筑面积大于 3000m^2 且无法采用自动喷水灭火系统的展览厅、体育馆观众厅等人员密集场所，建筑面积大于 5000m^2 且无法采用自动喷水灭火系统的丙类厂房，宜设置固定消防炮等灭火系统。

3 火灾延续时间

水炮系统灭火及冷却用水的连续供给时间应符合下列规定：

①扑救室内火灾的灭火用水连续供给时间不应小于 1.0h；

②扑救室外火灾的灭火用水连续供给时间不应小于 2.0h。

4 设计水量

1）扑救室内一般固体物质火灾的供给强度应符合国家有关标准的规定，其用水量宜按两门水炮的水射流同时到达防护区任一部位的要求计算。

2）民用建筑用水量应不小于 40L/s。

3）工业建筑用水量应不小于 60L/s。

4）根据保护对象确定选用水炮、泡沫炮、干粉炮或复合炮（两用或三用炮）。

5）根据保护对象的大小及有关规范计算出灭火剂（水、泡沫或干粉）所需的流量。

6）根据流量值确定消防炮的型号。

7）当消防炮设计压力与产品额定工作压力不同时，应在产品规定的工作压力范围内选用，其设计压力和设计流量按式（7.1.6-1）和式（7.1.6-2）计算。

①设计流量可按下式确定：

$$Q_s = q_{so}\sqrt{\frac{P_e}{P_o}} \qquad (7.1.6-1)$$

式中 Q_s ——水炮的设计流量（L/s）；

q_{so} ——水炮的额定流量（L/s）；

P_e ——水炮的设计工作压力（MPa）；

P_o ——水炮的额定工作压力（MPa）。

②设计射程可按下式确定：

$$D_s = D_{so}\sqrt{\frac{P_e}{P_o}} \tag{7.1.6-2}$$

式中 D_s ——水炮的设计射程（m）；

D_{so} ——水炮在额定工作压力时的射程（m）。

8）根据已算出的流量和消防炮入口处的工作压力，根据产品确定所选型号消防炮的射程，室外布置的水炮的射程应按产品射程指标值的90%作为设计参数。

9）除电动驱动外，可根据有关的要求和规定选择的其它控制方式的消防炮，如液压驱动和气动驱动等。

5 布置

1）根据所选消防炮的射程（保护半径）及射高来确定被保护区所需消防炮的数量。

2）室内大空间建筑物内消防炮的布置高度应保证消防炮的射程不受建筑物屋盖或者其上部建筑构件的影响，并应能使两门水炮的水射流同时到达被保护区域的任一部位。

3）设置的消防炮平台其结构强度应能承受消防炮的喷射反力，并能满足消防炮正常使用的要求。

4）安装在消防炮塔和平台上的消防炮的俯角不宜大于50°；安装在多平台消防炮塔的低位消防炮的水平回转角不宜大于220°。

5）室内配置的消防炮的俯角和水平回转角应满足使用要求并根据产品确定，当无数据时可参考消防水炮的俯角不宜大于85°，水平回转角不宜大于345°，但悬挂水炮可360°旋转。

6）在室内配置的消防水炮宜具有直流—喷雾的无级转换功能。

7）室外消防炮的布置应能使消防炮的射流完全覆盖被保护场所及被保护物，且应满足灭火强度及冷却强度的要求。

①消防炮应设置在被保护场所常年主导风向的上风方向；

②当灭火对象高度较高、面积较大时，或在消防炮的射流受到较高大障碍物的阻挡时，应设置消防炮塔。

6 管网和水力计算

1）消防炮给水系统的管网应为环状管网。

2）管网计算时宜简化为枝状管网。

3）水力计算见第7.1.5条第4款的有关内容。

7.2 自动喷水灭火系统

7.2.1 设置场所及原则

1 自动喷水灭火系统应在人员密集、不易疏散、外部增援灭火与救生较困难、性质重要或火灾危险性较大的场所中设置。

2 自动喷水灭火系统不适用于存在较多下列物品的场所：

1）遇水发生爆炸或加速燃烧的物品；

2）遇水发生剧烈化学反应或产生有毒有害物质的物品；

3）洒水将导致喷溅或沸溢的液体。

3 自动喷水灭火系统的系统选型，应根据设置场所的火灾特点或环境条件确定，露天场所不宜采用闭式系统。

4 自动喷水灭火系统的设计原则应符合下列规定：

1）闭式喷头或启动系统的火灾探测器，应能有效探测初期火灾；

2）湿式系统、干式系统应在开放一只喷头后自动启动；预作用系统、雨淋系统应在火灾自动报警系统报警后自动启动；

3）作用面积内开放的喷头，应在规定时间内按设计选定的强度持续喷水；

4）喷头洒水时，应均匀分布，且不应受阻挡。

7.2.2 系统类型和选择

1 系统分类：自动喷水灭火系统从喷头的开启形式可分为闭式喷头系统和开式喷头系统；从报警阀的形式可分为湿式系统、干式系统、预作用系统和雨淋系统等；从对保护对象的功能又可分为暴露防护型（水幕或冷却等）和控灭火型；从喷头型式又可分为普通型喷头和洒水型喷头、大水滴型喷头和ESFR 型喷头等，还可分为泡沫系统和泡沫喷淋联用系统等。

2 系统类型选择：

1）环境温度不低于 4℃，且不高于 70℃的场所应采用湿式系统。

2）环境温度低于 4℃，或高于 70℃的场所应采用干式系统，如冬季结冰地区不采暖地下车库和库房等；当局部区域时采取防冻措施后仍可采用湿式系统。

3）具有下列要求之一的场所应采用预作用系统：

①系统处于准工作状态时，严禁管道漏水，如贵重物品用房和计算机房等；

②严禁系统误喷，如棉花和烟草库房等；

③替代干式系统。

4）灭火后必须及时停止喷水的场所，应采用重复启闭预作用系统。

5）具有下列条件之一的场所，应采用雨淋系统：

①火灾的水平蔓延速度快、闭式喷头的开放不能及时使喷水有效覆盖着火区域，如舞台幕布和葡萄架等；

②民用建筑和工业厂房室内空间高度超过 12m，库房不设置架内置喷头时室内空间高度超过 9m，采用快速响应早期抑制喷头的仓库不设置架内置喷头时室内空间高度超过 13.5m 时，且必须迅速扑救初期火灾；

③严重危险级Ⅱ级。

6）符合规定条件的仓库，当设置自动喷水灭火系统时，宜采用快速响应早期抑制喷头，并宜采用湿式系统。

7）存在较多易燃液体的场所，宜按下列方式之一采用自动喷水－泡沫联用系统：

①采用泡沫灭火剂强化闭式系统性能；

②雨淋系统前期喷水控火，后期喷泡沫强化灭火效能；

③雨淋系统前期喷泡沫灭火，后期喷水冷却防止复燃。

系统中泡沫灭火剂的选型、储存及相关设备的配置，应符合现行国家标准《低倍数泡沫灭火系统设计规范》GB 50151 的规定。

8）建筑物中保护局部场所的干式系统、预作用系统、雨淋系统、水喷雾系统、自动喷水－泡沫联用系统，可串联接入同一建筑物内湿式系统，并应与其配水干管连接。

9）自动喷水灭火系统应有下列组件、配件和设施：

①应设有洒水喷头、水流指示器、报警阀组、压力开关等组件和末端试水装置以及管道、供水设施；

②控制管道静压的区段宜分区供水或设减压阀，控制管道动压的区段宜设减压孔板或节流管；

③应设有泄水阀（或泄水口）、排气阀（或排气口）和排污口；

④干式系统和预作用系统的配水管道应设快速排气阀。有压充气管道的快速排气阀入口前应设电动阀。

10）防护冷却水幕应直接将水喷向被保护对象；防火分隔水幕不宜用于尺寸超过 15m（宽）×8m（高）的开口（舞台口除外）。

7.2.3 湿式自动喷水灭火系统

1 系统大小

1）湿式自动喷水灭火系统一个报警阀控制的喷头数不宜大于 800 只；

2）对于中、轻危险等级场所，一个报警阀在同一层的保护面积限制为不大于 5000m^2；

3）在宾馆、公共娱乐场所等保护生命安全的场所，一个报警阀在任何一层的控制的喷头数不宜大于 200 只。

2 湿式自动喷水灭火系统适用于各种形式的闭式喷头。

7.2.4 干式自动喷水灭火系统

1 系统大小

1）干式系统一个报警阀控制的喷头数不宜大于 500 只；

2）干式系统的配水管道充水时间不宜大于 1min，报警阀后管道容积见表 7.2.4－1，在工程实践中一般一个报警阀控制的配水管道的容积宜在 1500L 以内，大于 1500L 应设加速器，且最大容积不宜超过 3000L。

表 7.2.4－1 干系统报警阀后管道系统最大允许容积

危险等级	轻危险	中危Ⅰ	中危Ⅱ	严重Ⅰ	严重Ⅱ	仓库Ⅰ	仓库Ⅱ	仓库Ⅲ
喷水强度［L/（m^2 · min）］	4	6	8	12	16	12	16	20
系统作用面积（m^2）	208	208	208	338	338	260	390	338
设计流量（L/s）	13.9	20.8	27.73	67.6	90.13	52	104	112.67
系统管道容积（L）	832	1248	1664	4056	5408	3120	6240	6760

注：1 干式系统的作用面积为规范规定作用面积的 1.3 倍；

2 为简便起见，设计流量是系统作用面积与喷水强度的乘积。

2 喷头选择

1）干式系统对喷头安装有严格要求，安装普通喷头时只能向上安装，安装专用干式喷头时可允许向下安装。

2）ESFR 喷头和快速反应喷头不得应用于干式系统。

3 空压机

1）供气量：空压机的供气能力应在 30min 内使系统报警阀后管道内的气压达到设计要求。

2）系统管道气压：干式阀是一个比例阀，气侧与水侧的面积比为 4∶1～8∶1 之间，这样气侧与水侧的气压与水压之比为 1∶4～1∶8 之间。因各生产厂家的比例不尽相同，设计时应注明。当无设计资料时，可参考表 7.2.4－2 来确定压力。

表 7.2.4－2 干式报警阀阀后压力与水压力的关系

干式报警阀比例	8∶1	最大供水压力（MPa）		0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
		系统空气压力（MPa）	最小	0.12	0.16	0.19	0.23	0.26
			最大	0.19	0.23	0.26	0.30	0.33
	5∶1	最大供水压力（MPa）		0.35	0.52	0.69	1.04	1.20
		系统空气压力（MPa）	最小	0.10	0.17	0.24	0.28	0.28
			最大	0.17	0.24	0.31	0.35	0.35

3）空压机的控制：空压机由系统设置的压力开关控制，启泵压力为系统最小空气压力加 0.03MPa，停泵压力为系统最大空气压力减 0.03MPa。当系统压力低于系统最小空气压力加 0.03MPa 时，系统低压压力开关应报警。

4 系统应排尽报警阀后管道内的水，但干式报警阀后应有少许密封用水。

5 加速器用于 DN80～DN150 的干式报警阀，额定工作压力为 1.2MPa，适用的管网最大气压为 0.40MPa。

7.2.5 预作用系统

1 系统控制方式

预作用系统有单气、电连锁、无连锁和双连锁系统 4 种自动控制方式，我国规范的预作用系统是指电气单连锁系统。

1）单连锁系统（Single Interlock System），只有探测装置动作时才允许水进入到报警阀后的管道系统中。单连锁系统分为气动连锁和电气连锁。气动连锁的探测装置采用有压气体，电气连锁的探测为火灾自动报警系统；

2）无连锁系统（Non - Interlock System），系统喷头动作时允许水进入到报警阀后的管道中，用于无探测装置的场所；

3）双连锁系统（Double Interlock System），探测装置和系统喷头都动作时才允许水进入到报警阀后的管道中，用于严禁误喷的场所。

4）预作用系统应有自动控制、手动控制和现场应急操作装置。

5）当采用无连锁、单气连锁和双连锁时，系统设计参数及要求应符合干式系统的要求。

2 系统大小

1）预作用系统一个报警阀控制的喷头数不宜大于 800 只；

2）系统的配水管道充水时间不宜大于 2min。报警阀后管道容积见表 7.2.5，在工程实践中一般一个报警阀控制配水管道的容积宜在 1500L 以内，当在正常的气压下，打开末端试水装置在 60s 内出水时，系统管网的最大容积不宜超过 3000L。

表 7.2.5 预作用系统报警阀后管道系统最大允许容积

危险等级	轻危险	中危Ⅰ	中危Ⅱ	严重Ⅰ	严重Ⅱ	仓库Ⅰ	仓库Ⅱ	仓库Ⅲ
喷水强度［L/（m^2 · min）］	4	6	8	12	16	12	16	20
系统作用面积（m^2）	160	160	160	260	260	200	300	260
设计流量（L/s）	10.7	16	21.3	52	69.3	40	80	86.7
系统管道容积（L）	1280	1920	2560	6240	8320	4800	9600	10400

注：为简便起见，设计流量是系统作用面积与喷水强度的乘积。

3 喷头选择同干式系统。

4 空压机

1）供气量：空压机的供气能力应在 30min 内使管道内的气压达到设计要求。

2）系统管道气压：预作用系统有压气体管道内的气压值，不宜小于 0.03MPa，且不宜大于 0.05MPa。

3）空压机由系统设置的压力开关控制，启泵压力为系统最小空气压力加 0.003MPa，停泵压力为系统最大空气压力减 0.003MPa。当系统压力低于系统最小空气压力加 0.003MPa 时，系统低压压力开关应报警。

5 系统应能排尽报警阀后管道内的水，但雨淋报警阀后应有少许密封用水。

6 连锁的预作用系统阀后管道可不充气，当系统要求检漏时，应为充气系统。

7 系统控制：当为电气单连锁的预作用系统，其系统的控制是在火灾自动报警系统两个探测器动作后，火灾自动报警系统输出信号，打开预作用报警阀的附属电磁阀，预作用报警阀启动，系统压力开关动作，直接连锁自动启动消防泵。

7.2.6 雨淋系统

1 系统控制

雨淋阀的自动控制有四种方法。

1）湿式控制方法，是通过湿式先导管的闭式喷头受热爆破，喷头出水，雨淋阀控制膜室压力下降，雨淋阀打开，压力开关动作自动启动水泵向系统供水。

2）干式控制方法，是通过干式先导管的闭式喷头受热爆破，喷头排气系统泄压，气动驱动器气侧压力下降，气动驱动器打开并排水，导致雨淋阀控制膜室的水被排走，雨淋阀控制膜室压力下降，雨淋阀打开，压力开关动作自动启动水泵向系统供水。

3）电气控制方法，由保护区内的火灾自动报警系统探测到火灾后发出信号，打开雨淋阀的电磁阀排水，雨淋阀控制膜室压力下降，雨淋阀开启，压力开关动作自动启动水泵向系统供水。

4）易熔金属锁封控制方法。

5）雨淋系统应有自动控制、手动控制和现场应急操作装置。

2 系统大小

1）雨淋系统的大小以系统响应时间 30～45s 为宜，对于火药、火工品等燃烧速度极快的场所响应时间宜为 10s。

2）一个雨淋系统的作用面积按规范规定的不同危险等级的作用面积考虑，即轻、中危险等级作用面积宜为 160m^2，而严重危险等级作用面积为 260m^2，但具体大小可根据防护区的形状而确定，对于燃烧速度较快的舞台幕布和火工品场所应在分析燃烧速度和燃烧的方向等因素的基础上提出合理的分区作用面积。

3 雨淋系统应采用开式喷头。

7.2.7 水幕系统

1 系统分类：水幕系统不具备直接灭火的能力，而是利用密集喷洒所形成的水墙或水帘，或配合防火卷帘等分隔物，阻断烟气和火势的蔓延，属于暴露防护系统。

水幕系统可分为两种类型。

1）由开式洒水喷头或水幕喷头、雨淋报警阀组或感温雨淋阀，以及水流报警装置（水流指示器或压力开关）等组成，用于挡烟阻火和冷却分隔物的喷水系统，起着防火墙的作用；

2）为湿式系统，工程实践中是以加密喷头的形式出现，主要用于冷却防火分隔物，如防火卷帘的冷却等。

2 水幕系统的大小。

1）防火分隔水幕不宜用于尺寸超过 15m（宽）×8m（高）的开口（舞台口除外）。

2）对于防护冷却水幕可参考湿式系统或雨淋系统来确定系统大小。

7.2.8 重复启闭预作用系统

1 系统分类

重复启闭预作用系统是准工作状态时报警阀后管道充满有压气体，火灾扑灭后自动关阀、复燃时再次开阀喷水的预作用系统。该系统有两种形式，一种是喷头具有自动重复启闭功能；另一种是系统通过烟、温感传感器控制系统的控制阀，来实现系统的重复启闭的功能。我国规范认可的是后一种。

2 适用范围

1）灭火后必须及时停止喷水的场所。

2）用于防止灭火后进一步增加水渍损失的场所，如计算机房、棉花仓库以及烟草仓库等。

3 其他同预作用系统。

7.2.9 自动喷水－泡沫联用灭火系统

1 系统分类

1）从喷泡沫先后可分为先喷泡沫后喷水或先喷水后喷泡沫两种类型。

2）从报警阀的形式上可分为雨淋－泡沫系统；干式－泡沫系统；预作用－泡沫系统；水喷雾－泡沫系统；湿式－泡沫系统等 5 种类型。

2 系统大小

自动喷水－泡沫联用系统的大小可同自动喷水灭火系统的湿式、干式、预作用、雨淋、水喷雾等系统的大小。

3 使用范围

自动喷水－泡沫联用系统是比自动喷水灭火系统更高级的系统，可应用于 A 类固体火灾、B 类易燃液体火灾、C 类气体火灾的扑灭。

当保护场所中含有可燃液体时，宜采用自动喷水－泡沫灭火系统，如地下汽车库、含有少量易燃液体的燃油锅炉房和柴油发电机房等。

7.2.10 危险等级的划分和设置场所

设置场所的火灾危险等级，应根据其用途、容纳物品的火灾荷载及室内空间条件等因素，在分析火灾特点和热气流驱动喷头开放及喷水到位的难易程度后确定。见表 7.2.10－1，也可按照表 7.2.10－2 来判断。

表 7.2.10－1 设置场所火灾危险等级举例

火灾危险等级		设置场所举例
轻危险级		建筑高度为 24m 及以下的旅馆、办公楼；仅在走道设置闭式系统的建筑等。
中危险级	Ⅰ级	1）高层民用建筑：旅馆、办公楼、综合楼、邮政楼、金融电信楼、指挥调度楼、广播电视楼（塔等） 2）公共建筑（含单、多、高层）：医院、疗养院；图书馆（书库除外）、档案馆、展览馆（厅）；影剧院、音乐厅和礼堂（舞台除外）及其他娱乐场所；火车站和飞机场及码头的建筑；总建筑面积小于 5000m² 的商场、总建筑面积小于 1000m² 的地下商场等 3）文化遗产建筑：木结构古建筑、国家文物保护单位等 4）工业建筑：食品、家用电器、玻璃制品等工厂的备料与生产车间等；冷藏库、钢屋架等建筑构件
	Ⅱ级	1）民用建筑：书库、舞台（葡萄架除外）、汽车停车场、总建筑面积 5000m² 及以上的商场、总建筑面积 1000m² 及以上的地下商场、净空高度不超过 8m、物品高度不超过 3.5m 的自选商场等 2）工业建筑：棉毛麻丝及化纤的纺织、织物及制品、木材木器及胶合板、谷物加工、烟草及制品、饮用酒（啤酒除外）、皮革及制品、造纸及纸制品、制药等工厂的备料与生产车间
严重危险级	Ⅰ级	印刷厂、酒精制品、可燃液体制品等工厂的备料与车间、净空高度不超过 8m、物品高度超过 3.5m 的自选商场等
	Ⅱ级	易燃液体喷雾操作区域、固体易燃物品、可燃的气溶胶制品、溶剂清洗、喷涂、油漆、沥青制品等工厂的备料及生产车间、摄影棚、舞台“葡萄架”下部
仓库危险级	Ⅰ级	食品、烟酒；木箱、纸箱包装的不燃难燃物品、仓储式商场的货架区等
	Ⅱ级	木材、纸、皮革、谷物及制品、棉毛麻丝化纤及制品、家用电器、电缆、B 组塑料与橡胶及其制品、钢塑混合材料制品、各种塑料瓶盒包装的不燃物品及各类物品混杂储存的仓库等
	Ⅲ级	A 组塑料与橡胶及其制品；沥青制品等

A 组：丙烯腈－丁二烯－苯乙烯共聚物（ABS）、缩醛（聚甲醛）、聚甲基丙烯酸甲酯、玻璃纤维增强聚酯（FRP）、热塑性聚酯（PET）、聚丁二烯、聚碳酸酯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氨基甲酸酯、高增塑聚氯乙烯（PVC，如人造革、胶牌等）、苯乙烯－丙烯腈（SAN）等

丁基橡胶、乙丙橡胶（EPDM）、发泡类天然橡胶、腈橡胶（丁腈橡胶）、聚酯合成橡胶、丁苯橡胶（SBR）等

B 组：醋酸纤维素、醋酸丁酸纤维素、乙基纤维素、氟塑料、锦纶（锦纶 6、锦纶 66）、三聚氰胺甲醛、酚醛塑料、硬聚氯乙烯（PVC，如管道、管件等）、聚偏二氟乙烯（PVDC）、聚偏氟乙烯（PVDF）、聚氟乙烯（PVF）、脲甲醛等

氯丁橡胶、不发泡类天然橡胶、硅橡胶等

粉末、颗粒、压片状的 A 组塑料

表 7.2.10-2 仓库危险Ⅰ到Ⅲ级堆垛高度小于 3.7m 的杂货仓库的设计参数

货物分级（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级）	托盘堆垛或箱柜堆垛	货架堆垛
Ⅰ级堆垛高度不大于 2.4m	OH-1	OH-1
Ⅰ级堆垛高度 >2.4m，≤3.6m	OH-2	OH-2
Ⅱ级堆垛高度不大于 3m	OH-2	OH-2
Ⅱ级堆垛高度 >3m，≤3.6m	OH-2	EH-1

Ⅲ级（塑料货架储藏）					
储藏高度（m）	建筑物最大高度（m）	纸箱包装固体	纸箱包装泡沫	无包装固体	无包装泡沫
≤1.5	无限制	OH-2	OH-2	OH-2	OH-2
>1.5，≤3	4.5	EH-1	EH-1	EH-2	EH-2
>1.5，≤3	6.1	EH-2	EH-2	EH-2	OH-2+加 1 层货架内置喷头
>3，≤3.6	5.2	EH-2	EH-2	EH-2	EH-2
>3，≤3.6	无限制	OH-2+加 1 层货架内置喷头（1）			

Ⅲ级（塑料实体堆垛、托盘、箱柜或架子等储藏）					
储藏高度（m）	建筑物最大高度（m）	纸箱包装固体	纸箱包装泡沫	无包装固体	无包装泡沫
≤1.5	无限制	OH-2	OH-2	OH-2	OH-2
>1.5，≤3	4.5	EH-1	EH-1	EH-2	EH-2
>1.5，≤3	6.1	EH-2	EH-2	EH-2	-
>1.5，≤2.4	无限制	-	-	-	EH-2
>3，≤3.6	5.2	EH-2	EH-2	EH-2	EH-2
>3，≤3.6	8.2	EH-2	EH-2	-	-

注：OH-1 为中危险Ⅰ级；OH-2 为中危险Ⅱ级；EH-1 为严重危险Ⅰ级；EH-2 为严重危险Ⅱ级。

7.2.11 设置场所

1 民用建筑下列场所应设置闭式自动喷水灭火系统：

1）特等、甲等或超过 1500 个座位的其他等级的剧院，超过 2000 个座位的会堂或礼堂；超过 3000 个座位的体育馆；超过 5000 人的体育场的室内部分等；

2）邮政楼中建筑面积大于 500m^2 的空邮袋库；

3）任一层面积超过 1500m^2 或总建筑面积超过 3000m^2 的展览建筑、商店、旅馆建筑，以及医院中同样建筑规模的病房楼、门诊楼、手术部等多层民用建筑；

4）设置有送回风道（管）的集中空气调节系统且总建筑面积大于 3000m^2 的办公楼等；

5）建筑面积大于 500m^2 的地下商店；

6）设置在地下、半地下或地上四层及四层以上或设置在建筑的首层、二层和三层，且建筑面积超过 300m^2 的地上歌舞娱乐放映游艺场所（游泳场所除外）；

7）藏书量超过 50 万册的图书馆；

8）民用建筑高度超过 100m 的高层建筑及其裙房，除游泳池、溜冰场、建筑面积小于 5.00m^2 的卫生间、不设集中空调且户门为甲级防火门的住宅的户内用房和不宜用水扑救的部位外，均应设自动喷水灭火系统；

9）建筑高度不超过 100m 的一类高层建筑及其裙房，除游泳池、溜冰场、建筑面积小于 5.00m^2 的卫生间、普通住宅、设集中空调的住宅的户内用房和不宜用水扑救的部位外，均应设自动喷水灭火系统；

10）二类高层公共建筑的公共活动用房、走道、办公室、旅馆的客房、自动扶梯底部、可燃物品库房应设自动喷水灭火系统；

11）高层建筑中的歌舞娱乐放映游艺场所、空调机房、公共餐厅、公共厨房以及经常有人停留或可燃物较多的地下室、半地下室房间等，应设自动喷水灭火系统。

2 设有自动喷水灭火系统的建筑物，当其屋顶（包括中庭屋顶）承重构件采用金属结构时，其耐火极限达不到规范规定值，可采用自动喷水灭火系统作为防火措施。

3 Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类地上汽车库、停车数超过 10 辆的地下汽车库、机械式立体汽车库或复式汽车库以及采用垂直升降梯作汽车疏散出口的汽车库、Ⅰ类修车库，均应设置自动喷水灭火系统；

4 人防工程及其下列部位应设置自动喷水灭火系统：

1）建筑面积大于 1000m^2 的人防工程；

2）大于 800 个座位的电影院和礼堂的观众厅，且吊顶下面主观众席地面高度不大于 8m；舞台使用面积大于 200m^2 时；观众厅与舞台之间的台口宜设置防火幕或水幕分隔；

3）采用防火卷帘代替防火墙或防火门，当防火卷帘不符合防火墙耐火极限的判定条件时，应在防火卷帘的两侧设置闭式自动喷水灭火系统，其喷头间距应为 2.0m，喷头与卷帘距离应为 0.5m；有条件时，也可设置水幕保护；

4）歌舞娱乐放映游艺场所；

5）建筑面积大于 500m^2 的地下商店。

5 特大型、大型铁路旅客车站的地下行李库，应设置自动喷水灭火系统，并根据行李堆垛高度确定危险等级。

6 下列部分应设雨淋喷水灭火设备：

1）日装瓶数量超过 3000 瓶的液化石油气储配站的灌瓶间、实瓶库；

2）特等、甲等或超过 1500 个座位的其他等级的剧院和超过 2000 个座位的会堂或礼堂的舞台的葡萄架下部；

3）建筑面积大于等于 400m^2 的演播室，建筑面积大于等于 500m^2 的电影摄影棚；

7 下列部位应设水幕设备：

1）特等、甲等或超过 1500 个座位的其他等级的剧院和超过 2000 个座位的会堂或礼堂的舞台口，以及与舞台相连的侧台、后台的门窗洞口；高层民用建筑中超过 800 个座位的剧院、礼堂的舞台口宜设防火幕或水幕分隔；

2）应设防火墙等防火分隔物而无法设置的开口部位；

3）需要冷却保护的防火卷帘或防火幕的上部。

7.2.12 当建筑物设有自动喷水灭火系统时，为提高建筑物的整体安全性，可在建筑物的任何部分设置喷头；当局部设置时，应按一个防火分区为单元设置，即在一个防火分区内的任何部位设置喷头。

7.2.13 设计参数

1 民用建筑和工业厂房的自动喷水灭火系统设计参数不应低于表 7.2.13－1 的规定。

表 7.2.13－1 民用建筑和工业厂房的自动喷水灭火系统设计参数

设置场所危险等级		喷水强度［L/（min·m^2）］	作用面积（m^2）
轻危险级		4	160
中危险级	Ⅰ级	6	
	Ⅱ级	8	
严重危险级	Ⅰ级	12	260
	Ⅱ级	16	

注：喷头安装净空高度小于等于 8m 的场所。

1）系统最不利点喷头的工作压力不应低于0.05MPa。

2）系统中喷头的工作压力应根据喷头的保护面积和喷水强度经计算确定，且不应小于喷头最小工作压力0.05MPa，部分喷头在最大保护面积和表7.2.13-1规定的喷水强度下的工作压力见表7.2.13-2。

表7.2.13-2 喷头的流量系数与工作压力

喷水强度［L/（min·m^2）］	标准喷头的最大保护面积（m^2）	喷头流量系数	喷头工作压力（MPa）
4	20	80	0.1
6	12.5		0.088
8	11.5		0.132
10	9		0.1275
12	9	115	0.088
16	9		0.157
20	9	155	0.135

3）非仓库类高大净空场所设置自动喷水灭火系统时，湿式系统的设计基本参数不应低于表7.2.13-3的规定。

表7.2.13-3 非仓库类高大净空场所的系统设计基本参数

适用场所	净空高度（m）	喷水强度［L/（min·m^2）］	作用面积（m^2）	喷头选型	喷头最大间距（m）
中庭、影剧院、音乐厅、单一功能体育馆等	8~12	6	260	K=80	3
会展中心、多功能体育馆、自选商场等	8~12	12	300	K=115	

注：1 最大储物高度超过3.5m的自选商场应按16L/（min·m^2）确定喷水强度。

2 表中“~”两侧的数据，左侧为“大于”、右侧为“不大于”。

2 装设网格、栅板类通透性吊顶的场所，系统的喷水强度应按表7.2.13-1和表7.2.13-3规定值的1.3倍确定。当网格、栅板的投影面积小于地面面积15%时，其喷头应安装在网格、栅板上；当投影面积为15%~70%时，应在该吊顶的上下均设置喷头；当投影面积为大于70%时可安装在网格、栅板类吊顶的下面。

3 干式系统中当喷水强度不变时，其作用面积应按表7.2.13-1和表7.2.13-3规定值的1.3倍确定。

4 雨淋系统中每个雨淋阀控制的喷水面积应根据保护对象的燃烧速度来确定，对于火工品等燃烧速度快的场所，一个防火分区应为一个系统，当为其他燃烧速度较慢的A类物品时，一般宜为表7.2.13-1和表7.2.13-3中的系统作用面积，且作用面积的长边应与火焰可能传播快的方向一致。

5 设置自动喷水灭火系统的仓库，系统设计基本参数应符合下列规定：

1）堆垛储物仓库不应低于表7.2.13-4、表7.2.13-5的规定；

2）货架储物仓库不应低于表7.2.13-6~表7.2.13-8的规定；

3）当Ⅰ级、Ⅱ级仓库中混杂储存Ⅲ级仓库的货品时，不应低于表7.2.13-9的规定。

4）货架储物仓库应采用钢制货架，并应采用通透层板，层板中通透部分的面积不应小于层板总面积的50%。

5）采用木制货架及采用封闭层板货架的仓库，应按堆垛储物仓库设计。

表 7.2.13－4　堆垛储物仓库的系统设计基本参数

火灾危险等级		储物高度（m）	喷水强度［L/（min·m^2）］	作用面积（m^2）	持续喷水时间（h）
仓库危险级	Ⅰ级	3.0～3.5	8	160	1.0
		3.5～4.5	8	200	1.5
		4.5～6.0	10		
		6.0～7.5	14		
	Ⅱ级	3.0～3.5	10	200	2.0
		3.5～4.5	12		
		4.5～6.0	16		
		6.0～7.5	22		

注：本表及表 7.2.13－6、表 7.2.13－7 适用于室内最大净空高度不超过 9.0m 的仓库。

表 7.2.13－5　分类堆垛储物的Ⅲ级仓库的系统设计基本参数

最大储物高度 P（m）	最大净空高度（m）	喷水强度［L/（min·m^2）］			
		A	B	C	D
1.5	7.5	8.0			
3.5	4.5	16.0	16.0	12.0	12.0
	6.0	24.5	22.0	20.5	16.5
	9.5	32.5	28.5	24.5	18.5
4.5	6.0	20.5	18.5	16.5	12.0
	7.5	32.5	28.5	24.5	18.5
6.0	7.5	24.5	22.5	18.5	14.5
	9.0	36.5	34.5	28.5	22.5
7.5	9.0	30.5	28.5	22.5	18.5

注：1　A－袋装与无包装的发泡塑料橡胶；B－箱装的发泡塑料橡胶；
C－箱装与袋装的不发泡塑料橡胶；D－无包装的不发泡塑料橡胶；

2　作用面积不应小于 240m^2

表 7.2.13－6　单、双排货架储物仓库的系统设计基本参数

火灾危险等级		储物高度（m）	喷水强度［L/（min·m^2）］	作用面积（m^2）	持续喷水时间（h）
仓库危险级	Ⅰ级	3.0～3.5	8	200	1.5
		3.5～4.5	12		
		4.5～6.0	18		
	Ⅱ级	3.0～3.5	12	240	1.5
		3.5～4.5	15	280	2.0

表 7.2.13-7 多排货架储物仓库的系统设计基本参数

火灾危险等级		储物高度（m）	喷水强度［L/（min·m^2）］	作用面积（m^2）	持续喷水时间（h）
仓库危险级	Ⅰ级	3.0~4.5	12	200	1.5
		4.5~6.0	18		
		6.0~7.5	12+1J		
	Ⅱ级	3.0~3.5	12	200	1.5
		3.5~4.5	18		2.0
		4.5~6.0	12+1J		
		6.0~7.5	12+2J		

表 7.2.13-8 货架储物Ⅲ级仓库的系统设计基本参数

序号	室内最大净高（m）	货架类型	储物高度（m）	货顶上方净空（m）	顶板下喷头喷水强度［L/（min·m^2）］	货架内置喷头		
						层数	高度（m）	流量系数
1	–	单、双排	3.0~6.0	<1.5	24.5	–	–	–
2	≤6.5	单、双排	3.0~4.5	–	18.0	–	–	–
3	–	单、双、多排	3.0	<1.5	12.0	–	–	–
4	–	单、双、多排	3.0	1.5~3.0	18.0	–	–	–
5	–	单、双、多排	3.0~4.5	1.5~3.0	12.0	1	3.0	80
6	–	单、双、多排	4.5~6.0	<1.5	24.5	–	–	–
7	≤8.0	单、双、多排	4.5~6.0	–	24.5	–	–	–
8	–	单、双、多排	4.5~6.0	1.5~3.0	18.0	1	3.0	80
9	–	单、双、多排	6.0~7.5	<1.5	18.5	1	4.5	115
10	≤9.0	单、双、多排	6.0~7.5	–	32.5	–	–	–

注：1 持续喷水时间不应低于2h，作用面积不应小于200m^2。

2 序号5与序号8：货架内设置一排货架内置喷头时，喷头的间距不应大于3.0m；设置两排或多排货架内置喷头时，喷头的间距不应大于3.0×2.4（m）。

3 序号9：货架内设置一排货架内置喷头时，喷头的间距不应大于2.4m，设置两排或多排货架内置喷头时，喷头的间距不应大于2.4×2.4（m）。

4 设置两排和多排货架内置喷头时，喷头应交错布置。

5 货架内置喷头的最低工作压力不应低于0.1MPa。

6 表中字母“J”表示货架内置喷头，“J”前的数字表示货架内置喷头的层数。

表 7.2.13-9 混杂储物仓库的系统设计基本参数

货品类别	储存方式	储物高度（m）	最大净空高度（m）	喷水强度［L/（min·m^2）］	作用面积（m^2）	持续喷水时间（h）
储物中包括沥青制品或箱装A组塑料橡胶	堆垛与货架	≤1.5	9.0	8	160	1.5
		1.5~3.0	4.5	12	240	2.0
		1.5~3.0	6.0	16	240	2.0
		3.0~3.5	5.0			
	堆垛	3.0~3.5	8.0	16	240	2.0
	货架	1.5~3.5	9.0	8+1J	160	2.0

续表 7.2.13－9

货品类别	储存方式	储物高度（m）	最大净空高度（m）	喷水强度 [L/(min·m²)]	作用面积（m²）	持续喷水时间（h）
储物中包括袋装 A 组塑料橡胶	堆垛与货架	≤1.5	9.0	8	160	1.5
		1.5～3.0	4.5	16	240	2.0
		3.0～3.5	5.0			
	堆垛	1.5～2.5	9.0	16	240	2.0
储物中包括袋装不发泡 A 组塑料橡胶	堆垛与货架	1.5～3.0	6.0	16	240	2.0
储物中包括袋装发泡 A 组塑料橡胶	货架	1.5～3.0	6.0	8＋1J	160	2.0
储物中包括轮胎或纸卷	堆垛与货架	1.5～3.5	9.0	12	240	2.0

注：1 无包装的塑料橡胶视同纸袋、塑料袋包装。

2 货架内置喷头应采用与顶板下喷头相同的喷水强度，用水量应按开放 6 只喷头确定。

6 仓库采用早期抑制快速响应喷头的系统设计基本参数不应低于表 7.2.13－10 的规定。

表 7.2.13－10 仓库采用早期抑制快速响应喷头的系统设计基本参数

储物类别	最大净空高度（m）	最大储物高度（m）	喷头流量系数 K	喷头最大间距（m）	作用面积内开放的喷头数（只）	喷头最低工作压力（MPa）
Ⅰ级、Ⅱ级、沥青制品、箱装不发泡塑料	9.0	7.5	200	3.7	12	0.35
			360			0.10
	10.5	9.0	200	3.0	12	0.50
			360			0.15
	12.0	10.5	200		12	0.50
			360			0.20
	13.5	12.0	360		12	0.30
袋装不发泡塑料	9.0	7.5	200	3.7	12	0.35
			240			0.25
	9.5	7.5	200		12	0.40
			240			0.30
	12.5	10.5	200	3.0	12	0.50
			240			0.35
箱装发泡塑料	9.0	7.5	200	3.7	12	0.35
	9.5	7.5	200		12	0.40
			240			0.30

注：早期抑制快速响应喷头在保护最大高度范围内，如有货架应为通透性层板。

7 货架储物仓库的最大净空高度或最大储物高度超过表 7.2.13－4～表 7.2.13－10 的规定时，应在货架内设置喷头。宜自地面起每 4m 高度处布置一层货架内置喷头。当喷头流量系数 K＝80 时，工作压力不应小于 0.20MPa；当 K＝115 时，工作压力不应小于 0.10MPa。喷头间距不应大于 3m，也不宜小

于2m。货架内置喷头计算数量不应小于表7.2.13－11的规定。

表7.2.13－11 货架内开放喷头数

仓库危险级	货架内置喷头的层数		
	1	2	>2
Ⅰ	6	12	14
Ⅱ	8	14	
Ⅲ	10		

1）货架储物仓库无货架内置喷头时，其储物货架不应设置挡烟板，但有货架内置喷头时，其上方应设置集热罩、实层搁板或挡烟板；

2）货架应具有烟气横向或纵向流动的空间；

3）货架内置喷头宜采用快速响应喷头，每只喷头的流量不宜小于115L/min。

8 室内机械汽车库的自动喷水灭火系统可参照有货架内置喷头仓库的设计计算方法确定设计流量。

1）当仅有一层车架内置喷头时，计算车架内置喷头的数量可为8只；

2）当为2层及以上车架内置喷头时，计算车架内置喷头的数量可为14只。

9 自动喷水－泡沫联用系统

1）闭式自动喷水－泡沫联用系统的设计基本参数除应执行表7.2.13－1和表7.2.13－3的规定外，尚应持续喷泡沫时间不小于10min。

2）雨淋自动喷水－泡沫联用系统应符合下列规定：

①前期喷水后期喷泡沫的系统，喷水－泡沫强度不应低于表7.2.13－1、表7.2.13－4～表7.2.13－9的规定；

②前期喷泡沫后期喷水的系统，喷泡沫强度应执行现行国家标准《低倍数泡沫灭火系统设计规范》GB 50151的规定。

③持续喷泡沫时间不应小于10min。

3）干式、预作用自动喷水－泡沫联用系统的设计参数可参考雨淋自动喷水－泡沫联用系统的设计参数。

10 水幕系统的设计基本参数应符合表7.2.13－12的规定：

表7.2.13－12 水幕系统的设计基本参数

水幕类别	喷水点高（m）	喷水强度［L/（s·m）］	工作压力（MPa）	持续喷水时间（h）
防火分隔水幕	≤12	2	0.1	3
防护冷却水幕	≤4	0.5		

注：防护冷却水幕喷水点高度每增加1m，喷水强度应增加0.1L/（s·m），但超过9m时喷水强度仍采用1L/（s·m）。

11 住宅自动喷水灭火系统应采用快速响应喷头。当为住宅专用喷头时，其设计流量为4只喷头的流量，喷头最小工作压力为0.05MPa，且总的设计流量不得小于200L/min；当采用非专用喷头时，其系统设计参数应按轻危险等级来确定系统设计参数，见表7.2.13－1。当住宅建筑高度超过100m时宜采用中危险Ⅰ级，且应与当地消防局协商确定。

12 局部应用系统（除本款规定外，局部应用系统尚应符合本章其他的有关规定）。

1）局部应用系统适用于室内最大净空高度不超过8m的民用建筑中，局部设置、且保护区域总建筑面积不超过1000m^2的湿式系统。

2）局部应用系统应采用快速响应喷头，喷水强度不应低于6L/（min·m^2），持续喷水时间不应低于0.5h。

3）局部应用系统保护区域内的房间和走道均应布置喷头。喷头的选型、布置和按开放喷头数确定的作用面积，应符合下列规定：

①采用流量系数 K = 80 快速响应喷头的系统，喷头的布置应符合中危险级 I 级场所的有关规定（见表 7.2.14 -4），作用面积应符合表 7.2.13 -13 的规定。

表 7.2.13 -13　局部应用系统采用流量系数 K = 80 快速响应喷头时的作用面积

保护区域总建筑面积和最大厅室建筑面积		开放喷头数
保护区域总建筑面积超过 300m² 或最大厅室建筑面积超过 200m²		10
保护区域总建筑面积不超过 300m²	最大厅室建筑面积不超过 200m²	8
	最大厅室内喷头少于 6 只	大于最大厅室内喷头数 2 只
	最大厅室内喷头少于 3 只	5

②采用 K = 115 快速响应扩展覆盖喷头的系统，同一配水支管上喷头的最大间距和相邻配水支管的最大间距，正方形布置时不应大于 4.4m，矩形布置时长边不应大于 4.6m，喷头至墙的距离不应大于 2.2m，作用面积应按开放喷头数不少于 6 只确定。

4）采用 K = 80 喷头且喷头总数不超过 20 只，或采用 K = 115 喷头且喷头总数不超过 12 只的局部应用系统，可不设报警阀组。不设报警阀组的局部应用系统，配水管可与室内消防竖管连接，其配水管的入口处应设过滤器和带有锁定装置的控制阀。

13　当建筑物内的柴油发电机房和燃油燃气锅炉房采用自动喷水灭火系统保护时，其作用面积为整个房间的面积，喷水强度宜采用 12L/（min · m²），并宜采用自动喷水泡沫联用系统。

14　机械多层立体停车库天花板设计参数按照中危险 II 确定，其他各层喷头开放数量见第 7.2.13 条第 7 款和表 7.2.13 -11 的规定。

7.2.14　喷头、报警阀和水流指示器的布置

1　喷头选择的一般原则

1）在无吊顶的场所应采用直立型喷头，在有吊顶的场所应采用下垂型喷头或吊顶型喷头；轻危险等级、中危险 I 级居住（住宅和宾馆）和办公场所可采用边墙型喷头。

2）中、轻危险等级场所和保护生命场所宜采用快速响应喷头。如公共娱乐场所、住宅、中庭环廊、医院、疗养院的病房及治疗区域；老年、少儿、残疾人的集体活动场所；超出水泵接合器供水高度的楼层；地下的商业及仓储用房等。

3）严重危险等级场所不应采用快速响应喷头；

4）仓库危险场所应采用经过专门认证的快速响应喷头，如早期抑制快速响应（ESFR）喷头。ESFR喷头仅是仓库专用喷头，不应用于大空间等非仓库场所，但货架内置喷头宜采用快速响应喷头。

5）喷头不宜捕捉热量的位置应采用快速响应喷头。

6）大水滴喷头是标准型喷头与 ESFR 喷头的过渡产品，通常用于仓库，目前在工程中一般不再采用。

7）采用标准喷头时，当保护场所的喷水强度不小于 12L/（min · m²）或者经计算喷头的工作压力大于 0.15MPa 时，宜采用流量系数较大的喷头。

8）扩展覆盖面喷头仅用于天花板或吊顶平滑无障碍物的轻危险等级或中危险 I 级的场所，其喷水强度不应低于表 7.2.13 -1 的要求，且保护面积和间距应经过国家有关机构认证。

9）干式、预作用系统应采用直立型喷头或干式下垂型喷头。

10）防火分隔水幕应采用开式洒水喷头、水幕喷头，或同时采用以上两种喷头；防护冷却水幕可采用水幕喷头或专用喷头（如玻璃幕墙专用喷头）。

11）同一隔间内应采用热敏性能、流量系数相同的喷头，但当局部有热源时允许采用温度等级高的喷头（见第 7.2.14 条第 1 款第 12 项），而在宾馆客房的小走廊允许采用流量系数小的喷头。

12）闭式喷头，其公称动作温度宜高于环境最高温度30℃。

①在有些不易接受热量的部位可采用温度等级较低的喷头，如57°C喷头。

②在局部温度较高的部位，可采用温度等级较高的喷头，详见表7.2.14－1；喷头温度等级见表7.2.14－2。

a 加热器区域内应使用高温度等级喷头，危险区域内的喷头应为中温度等级，见图7.2.14－1。但当加热器或锅炉的外壁（包括烟囱）经保温隔热，且加热器或锅炉间可按其正常温度再加30℃选择喷头。

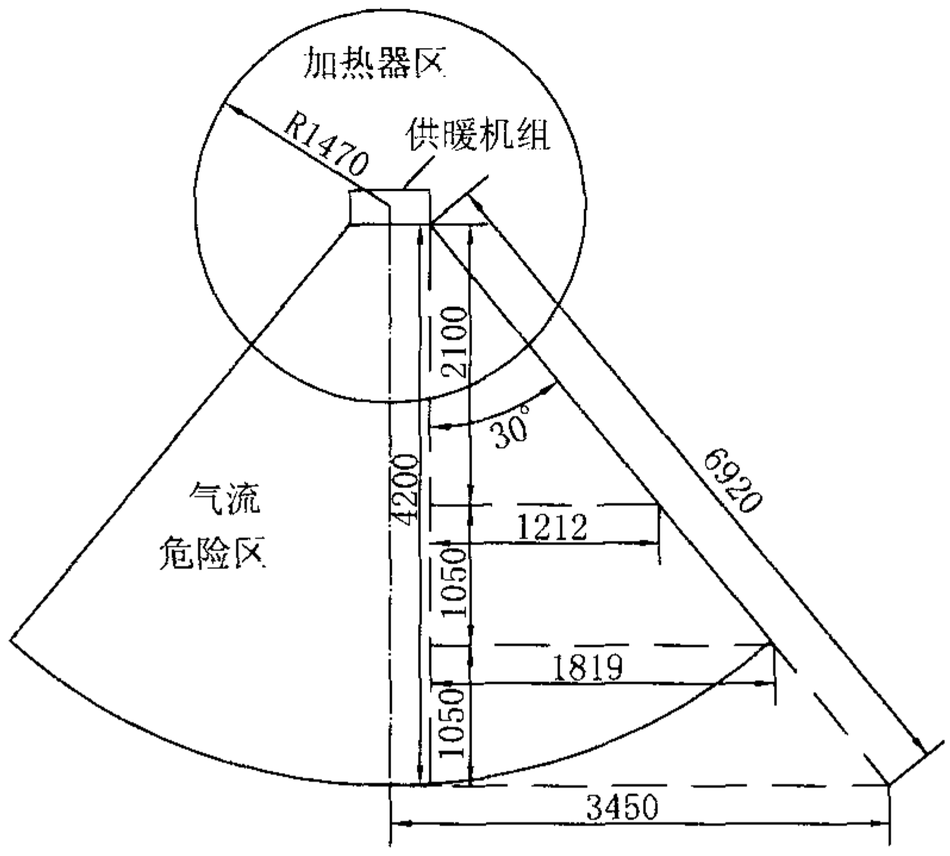


图7.2.14－1 加热器危险区域的划分

b 距不保温的蒸汽主管、加热盘管和散热器一侧0.30m以内或位于其上0.76m以内的喷头应为中温度等级。

c 大型房间内距低压蒸汽自动放气阀2.10m以内的喷头应为高温度等级。

d 位于玻璃或塑料天窗下受日光直晒的喷头应为中温度等级。

e 不通风的封闭房间内，在不隔热的屋顶下布置的喷头或不通风的阁楼内的喷头应为中温度等级。

f 不通风橱窗内靠近顶棚装有高功率照明设备时，喷头应为中温度等级。

g 保护商业用烹调设备和通风装置的喷头应为高温度等级或超高温度等级，具体温标经测温确定。

表7.2.14－1 不同温度等级的喷头与热源的间距

热源类型		普通温度级	中温度级	高温度级
采暖风管	喷头在上方	>0.76m	≤0.76m	–
	喷头在侧面下方	>0.30m	≤0.30m	–
采暖扩散器向下通风		中温度级所示距离以外的任何距离	自扩散器的边缘起半径为0.3m的圆柱体，向下延伸0.3m；向上延伸0.45m	–
采暖扩散器水平通风			在水平送风方向半径为0.45m的圆柱体，向下延伸0.3m；向上延伸0.45m	–
供暖机组水平送风		–	送风侧：半径为2.10m至6.00m的扇形柱体，自供暖机组向上延伸2.10m，向下延伸0.60m，同时半径为2.10m的圆柱体在供暖机组上方大于2.10m的范围	半径为2.10m的圆柱体从供暖机组上方2.10m至供暖机组下方0.6m的范围

续表 7.2.14 -1

热源类型		普通温度级	中温度级	高温度级
供暖机组垂直向下送风		-	半径为 2.10m 的圆柱体在供暖机组上方大于 2.10m 的范围	半径为 2.10m 的圆柱体从供暖机组至上方 2.10m 的范围
蒸汽主管（不保温）	喷头在上方	>0.76m	≤0.76m	
	喷头在侧面下方	>0.30m	≤0.30m	
	排气阀	>2.10m		≤2.10m

表 7.2.14 -2　喷头温度等级

天花板温度℃	喷头温度℃	喷头温度等级	易熔金属颜色	玻璃球颜色
38	57 ~ 77	Ordinary 普通	Uncolored or black 无色或黑色	Orange or red 橙色或红色
66	79 ~ 107	Intermediate 中温	White 白色	Yellow or green 黄色或绿色
107	121 ~ 149	High 高温	Blue 蓝色	Blue 蓝色
149	163 ~ 191	Extra high 特高温	Red 红色	Purple 紫色
191	204 ~ 246	Very extra high 特特高温	Green 绿色	Black 黑色
246	260 ~ 302	Ultra high 超高温	Orange 橙色	Black 黑色
329	343	Ultra high 超高温	Orange 橙色	Black 黑色

③对于快速反应喷头，喷头与热源的距离可参考表 7.2.14 -3。

表 7.2.14 -3　快速反应喷头与热源的最小距离（mm）

热源	普通温度等级喷头	中温等级喷头	热源	普通温度等级喷头	中温等级喷头
开口或封闭火源的边缘	914	305	热空气扩散器墙壁或吊顶安装的边缘	607	305
封闭火源的前面	1524	914	热空气扩散器墙壁安装的前面	914	457
煤气或木材炉	1067	305	热水加热器或炉	152	76
厨具范围、壁炉、热的空气流	457	229	灯具 0 ~ 250W	152	76
未绝缘的热水管	305	152	灯具 250 ~ 499W	305	152

13）用于保护钢屋架的闭式喷头，宜采用公称动作温度 141℃的喷头。

14）ESFR 喷头和扩展覆盖面喷头应安装在平滑的屋面或吊顶，当屋面有坡度时，屋面坡度不宜大于 16.7%。

15）雨淋系统的防护区内应采用相同的喷头。

16）易受碰撞的部位，应采用带保护罩的喷头或吊顶型喷头。

17）自动喷水 - 泡沫联用系统应采用洒水喷头。

2　喷头布置

1）布置原则：

①满足喷头的水力特性和布水特性的要求，喷头的布置应不超出其最大保护面积。

②喷头布置应设在顶板或吊顶下易于接触到火灾热气流并有利于均匀喷洒水量的位置，应防止障碍物屏障热气流和破坏洒水分布。

③喷头的布置应均匀洒水和满足设计喷水强度的要求。

④喷头的布置应不超出其最大保护面积以及喷头最大和最小间距。最大面积一般由规范或认证确定，而最小面积一般由最低工作压力和最小间距确定。

2）直立、下垂型标准喷头：

①直立型、下垂型喷头的布置，包括同一根配水支管上喷头的间距及相邻配水支管的间距，应根据系统的喷水强度、喷头的流量系数和工作压力确定，并不应大于表 7.2.14 -4 的规定，且不宜小于 1.8m。

表 7.2.14 -4　同一根配水支管上喷头的间距及相邻配水支管的间距

喷水强度 [L/（min·m²）]	正方形布置的边长（m）	矩形或平行四边形布置的长边边长（m）	一只喷头的最大保护面积（m²）	喷头与端墙的最大距离（m）
4	4.4	4.5	20.0	2.2
6	3.6	4.0	12.5	1.8
8	3.4	3.6	11.5	1.7
≥12	3.0	3.6	9.0	1.5

注：1　仅在走道设置单排喷头的闭式系统，其喷头间距应按走道地面不留漏喷空白点确定。

2　喷水强度大于 8L/（min·m²）时，宜采用流量系数 K>80 的喷头。

3　货架内置喷头的间距均不应小于 2m，并不应大于 3m。

当自动喷水系统仅保护地面可燃物且执行表 7.2.14 -4 确有困难时，经与当地消防局协商可按表 7.2.14 -5 执行。

表 7.2.14 -5　同一根配水支管上标准喷头的间距及相邻配水支管的间距

喷水强度 [L/（min·m²）]	同一根配水支管上标准喷头最大间距（m）	最大保护面积（m²）	喷头与端墙的最大距离（m）
4	4.5	20.0	2.3
6~8	4.0	12.1	2.3
≥12	3.7	11.5	1.85

注：喷头到墙边的最小距离为 100mm。

②直立、下垂型标准喷头溅水盘与顶板的距离，不应小于 75mm，且不应大于 150mm（吊顶型、吊顶下安装的喷头除外）。当有障碍物时应按照满足第 7.2.14 条第 2 款第 14 项的要求，但喷头距顶板的最大距离不应大于 550mm。

③直立型喷头的安装，其框架臂应与配水支管的方向一致，其他直立型喷头也应符合该规定。

3）边墙型标准喷头：

①边墙型标准喷头的保护跨度和间距见表 7.2.14 -6。

表 7.2.14 -6　标准边墙型喷头的最大保护跨度与间距

设置场所危险等级	轻级	中Ⅰ级
配水支管上喷头的最大间距（m）	3.6	3.0
单排喷头的最大保护跨度（m）	3.6	3.0
两排相对喷头的最大保护跨度（m）	7.2	6.0

注：1　两排相对喷头应交错布置；

2　室内跨度大于两排相对喷头的最大保护跨度时，应在两排相对喷头中间增设一排喷头。

②直立边墙型喷头，其溅水盘与顶板的距离不应小于 100mm，且不宜大于 150mm，与背墙的距离不应小于 50mm，并不应大于 100mm。

水平式边墙型喷头溅水盘与顶板的距离不应小于 150mm，且不应大于 300mm。

4）直立、下垂型扩展覆盖面喷头：

直立、下垂型扩展覆盖面喷头的保护面积和间距见表 7.2.14－7，其他要求同标准喷头。采用该喷头时应根据认证的保护面积和间距进行喷头布置，表 7.2.14－7 是可能的最大数据，喷头最小间距不应小于 2.4m。

表 7.2.14－7　直立、下垂型扩展覆盖面喷头的保护面积和间距

轻危险等级		中Ⅰ危险等级	
最大保护面积（m^2）	最大间距（m）	最大保护面积（m^2）	最大间距（m）
37.2	6.1	37.2	6.1
30.1	5.5	30.1	5.5
23.8	4.9	23.8	4.9
–	–	18.2	4.3
–	–	13.4	3.7

5）边墙型扩展覆盖面喷头：

①边墙型扩展覆盖面喷头的最大保护跨度、配水支管上的喷头间距、喷头与两侧端墙的距离，应按喷头工作压力下能够喷湿对面墙和邻近端墙距溅水盘 1.2m 高度以下的墙面确定，且保护面积内的喷水强度应符合本规范表 7.2.13－1 的规定。

②边墙型扩展覆盖面喷头的保护面积和间距见表 7.2.14－8，其他要求同标准边墙型喷头。采用该喷头时应根据认证的保护面积和间距进行喷头布置，表 7.2.4－8 是可能的最大数据。

表 7.2.14－8　边墙型扩展覆盖面喷头的保护面积和间距

轻危险等级		中Ⅰ危险等级	
最大保护面积（m^2）	最大间距（m）	最大保护面积（m^2）	最大间距（m）
37.2	8.5	37.2	7.3

6）早期抑制快速响应（ESFR）喷头：

①ESFR 喷头的最大保护面积为 9.3m^2，喷头间距见表 7.2.13－10。

②ESFR 喷头溅水盘与顶板的距离，应符合表 7.2.14－9 的要求，其他同直立或下垂型标准喷头。

③ESFR 喷头的溅水盘到货物顶部的净距不应小于 900mm。与货物顶端的最大高度应符合表 7.2.14－10 的规定。

表 7.2.14－9　早期抑制快速响应喷头的溅水盘与顶板的距离

喷头安装方式	直立		下垂	
	不应小于	不应大于	不应小于	不应大于
溅水盘与顶板的距离（mm）	100	150	150	360

7）图书馆、档案馆、商场、仓库中的通道上方宜设有喷头。喷头与被保护对象的水平距离，不应小于 0.3m；喷头溅水盘与保护对象的最小垂直距离不应小于表 7.2.14－10 的规定：

表 7.2.14－10　溅水盘与被保护对象的最小垂直距离

喷头类型	最小垂直距离（m）
标准喷头	0.45
其他喷头	0.90

8）仓库和机械立体车库喷头布置：

①屋面喷头布置：喷头溅水盘的设置除应满足第7.2.14条第2款中直立、下垂型喷头的要求外，其到货物顶端的最小距离不宜小于900mm；最大距离应根据表7.2.13-4～表7.2.13-9确定。一般不可超过3m，但可根据堆垛方式、堆垛高度、可燃物的性能，以及喷水强度和以往工程经验等综合分析确定。

②货架内置喷头：

a 货架内置喷头宜与顶板下喷头交错布置，其溅水盘与上方层板的距离，不应小于75mm，且不应大于150mm，与其下方货品顶面的垂直距离不应小于150mm。

b 货架内置喷头的间距不应小于2m，并不应大于3m。

c 货架内置喷头上方的货架层板，应为封闭层板。货架内喷头上方如有孔洞、缝隙，应在喷头的上方设置集热挡水板。

d 集热挡水板应为正方形或圆形金属板，其平面面积不宜小于0.12m^2，周围弯边的下沿，宜与喷头的溅水盘平齐。

③机械立体车库：

a 每辆车的上方应有2个喷头；

b 宜采用直立或下垂型喷头，也可根据机械运行方式采用边墙型喷头；

c 喷头布置应符合中危险Ⅱ级的要求。

9）当局部场所设置自动喷水灭火系统时，与相邻不设自动喷水灭火系统场所连通的走道或连通开口（门窗）的外侧，应设喷头。

10）当屋面坡度大于16.7%时，可认为是斜屋面或顶板。顶板或吊顶为斜面时，喷头应垂直于斜面，并应按斜面距离确定喷头间距。

坡度较大屋顶的屋脊处应设一排喷头。喷头溅水盘至屋脊的垂直距离，屋顶坡度大于等于1/3时，不应大于0.8m；屋顶坡度小于1/3时，不应大于0.6m。

11）喷头上方如有孔洞、缝隙，应在喷头的上方设置集热挡板；在管道等有孔隙的遮挡物下面设置喷头时，喷头上方应设置集热挡板，集热挡板见本条第2款第8项的有关要求。

12）设置自动喷水灭火系统的建筑，当吊顶上闷顶、技术夹层内的净空高度大于800mm，且内部有可燃物（如无防护套管的普通电缆，可燃装修物等）时，应在闷顶或技术夹层内设置喷头。

13）防火分隔水幕的喷头布置，应保证水幕的宽度不小于6m。采用水幕喷头时，喷头不应少于3排；采用开式洒水喷头时，喷头不应少于2排。防护冷却水幕的喷头宜布置成单排。

14）喷头与障碍物的距离：

①标准直立、下垂型喷头和其他喷头与梁和风管的距离宜符合图7.2.14-2和表7.2.14-11的要求。

表7.2.14-11 直立、下垂型喷头与梁、通风管道的距离

梁、通风管道底面与其上方喷头溅水盘的最大垂直距离b（mm）			喷头与梁、通风管道侧面的水平距离a（m）
标准喷头	ESFR喷头	扩展覆盖面喷头	
0	0	0	a<0.3
60	40	0	0.3≤a<0.45
90	70	30	0.45≤a<0.6
140	140	30	0.6≤a<0.75
190	200	30	0.75≤a<0.9
240	250	80	0.9≤a<1.05
300	300	80	1.05≤a<1.2

续表 7.2.14－11

梁、通风管道底面与其上方喷头溅水盘的最大垂直距离 b（mm）			喷头与梁、通风管道侧面的水平距离 a（m）
标准喷头	ESFR 喷头	扩展覆盖面喷头	
350	380	130	1.2≤a＜1.35
410	450	180	1.35≤a＜1.5
450	550	180	1.5≤a＜1.65
450	650	180	1.65≤a＜1.8
450	780	–	1.8
–	–	230	1.8≤a＜1.95
–	–	280	1.95≤a＜2.1
–	–	350	a＞2.1

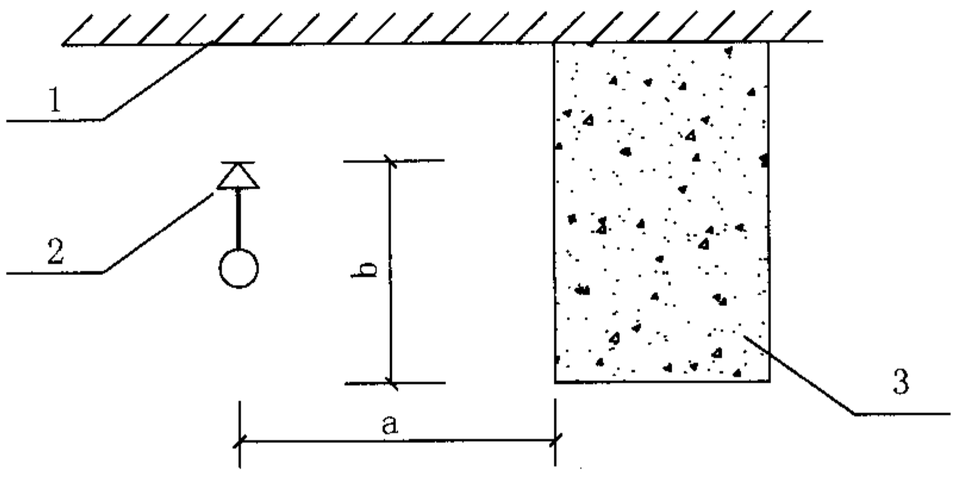


图 7.2.14－2　直立、下垂型喷头与梁的距离

1－顶板；2－喷头；3－梁

②直立型、下垂型标准喷头的溅水盘以下 0.45m，其他直立型、下垂型喷头的溅水盘以下 0.9m 范围内，如有屋架等间断障碍物或管道时，喷头与邻近障碍物的最小水平距离宜符合表 7.2.14－12 的规定（见图 7.2.14－3）

表 7.2.14－12　喷头与间断障碍物的最小水平距离（m）

喷头与障碍物（邻近构件边缘）的最小水平间距 a	
c、e 或 d≤0.2m	c、e 或 d＞0.2m
3c、3e（c 或 e 取大值）或 3d	0.6

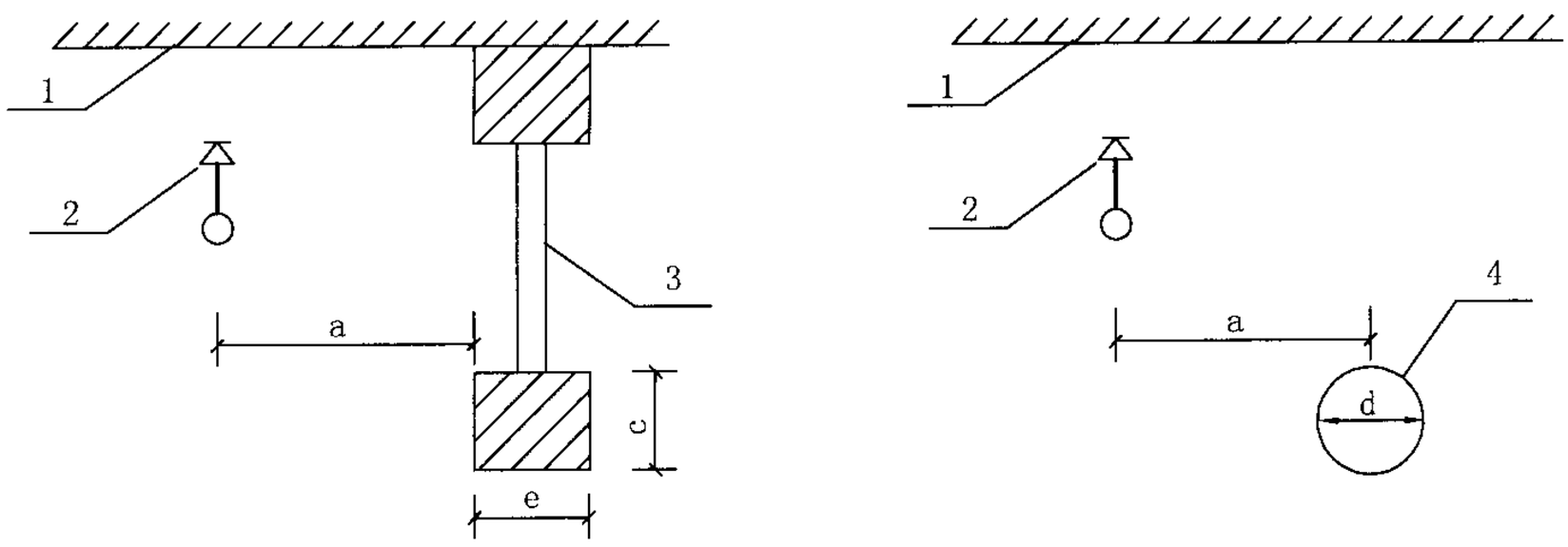


图 7.2.14－3　直立、下垂型喷头与间断障碍物的距离

1－顶板；2－喷头；3－屋架；4－管道

③当梁、通风管道、排管（成排布置的管道）、桥架等障碍物的宽度 a＞1.2m 时，其下方应增设喷头，见图 7.2.14－4。增设喷头的上方如有缝隙时应设集热板。

考虑到布水的均匀性和喷水直接到达可燃物表面，位于直立、下垂型喷头下方、且在其最大保护面积内的通风管道、排管、桥架等水平障碍物，当其宽度 a＞0.6m 时，建议在障碍物下方增设喷头，并设置集热罩。

④直立、下垂型喷头与不到顶隔墙的水平距离，不得大于喷头溅水盘与不到顶隔墙顶面垂直净距的

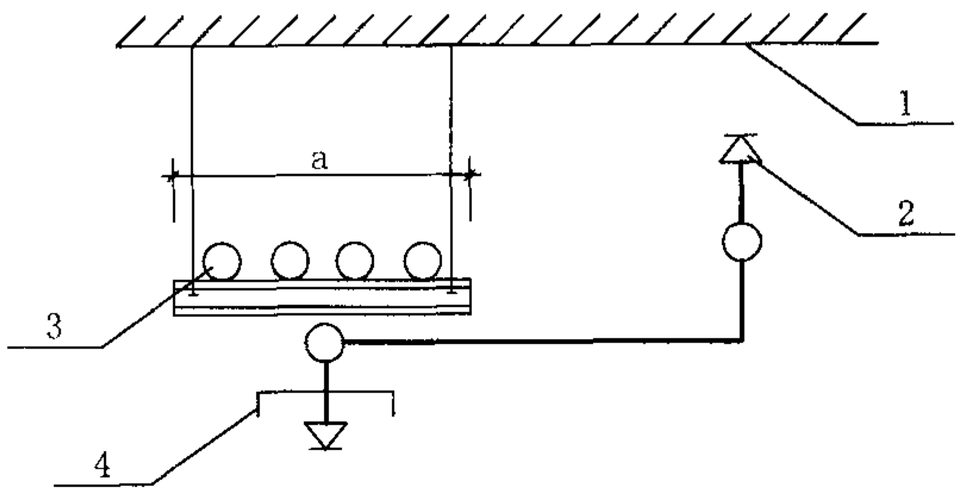


图 7.2.14-4 喷头与水平障碍物

1-顶板；2-喷头；3-排管；4-集热罩

2倍，即 a≤2f，见图 7.2.14-5；也可符合表 7.2.14-13 的要求。

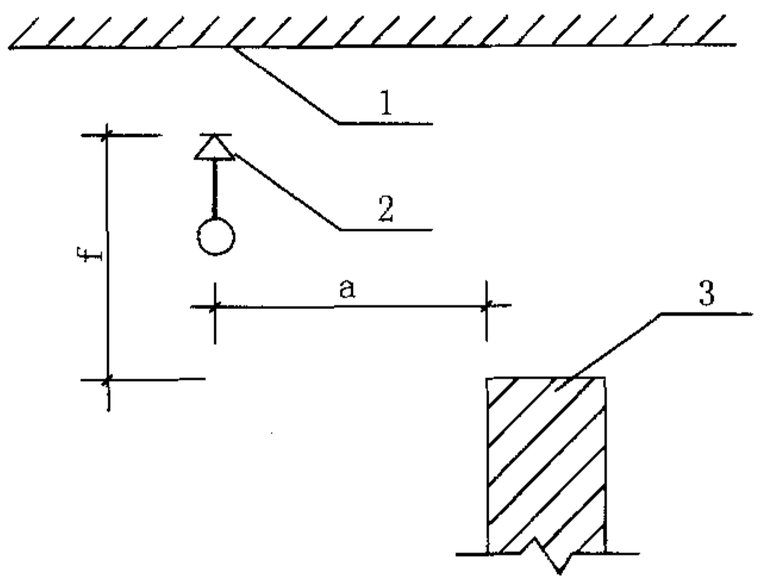


图.7.2.14-5 喷头与不到顶隔墙的距离

1-顶板；2-喷头；3-不到顶隔墙

表 7.2.14-13 直立、下垂型喷头溅水盘与不到顶隔断顶部的距离

喷头溅水盘与不到顶隔断顶部的最小垂直距离 f（mm）	喷头与梁、通风管道侧面的水平距离 a（m）
标准喷头、扩展覆盖面喷头	
75	a<0.15
100	0.15≤a<0.225
150	0.225≤a<0.3
200	0.3≤a<0.375
240	0.375≤a<0.45
320	0.45≤a<0.6
400	0.6≤a<0.75
460	a>0.75

⑤直立型、下垂型喷头与靠墙障碍物的距离，应符合下列规定（见图 7.2.14-6）：

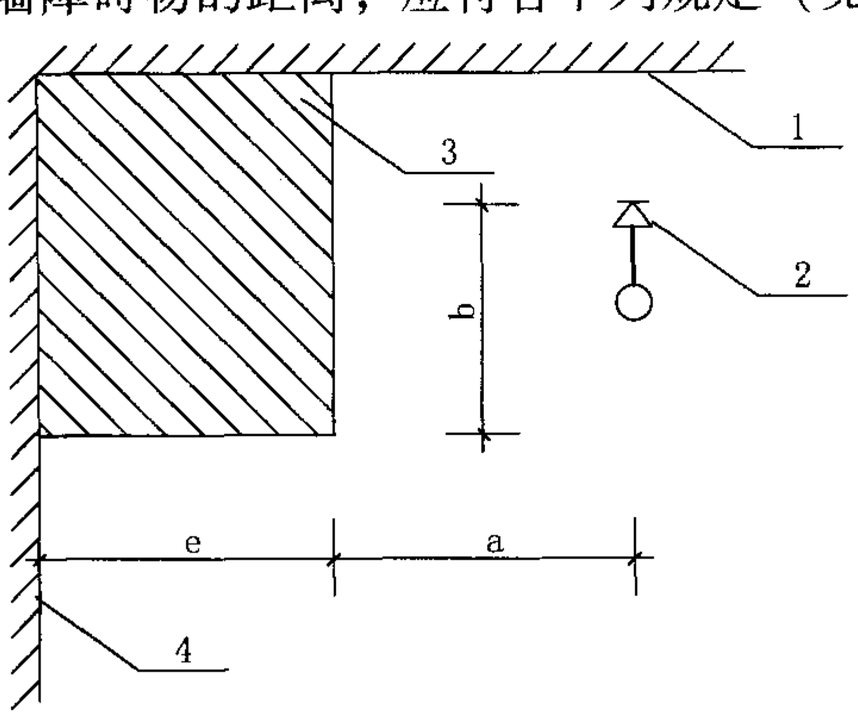


图.7.2.14-6 直立、下垂型喷头与靠墙障碍物的距离

1-顶板；2-喷头；3-障碍物；4-墙面

障碍物横截面边长小于 750mm 时，喷头与障碍物的距离，应按式（7.2.14－1）确定。

$$a \geqslant (e - 200) + b \qquad (7.2.14-1)$$

式中 a ——喷头与障碍物侧面的水平间距（mm）；

b ——喷头溅水盘与障碍物底面的垂直间距（mm）；

e ——障碍物横截面的边长（mm），e <750mm。

障碍物横截面边长等于或大于 750mm 或 a + e 的计算值大于表 7.2.14－4 和表 7.2.14－5 中喷头与端墙距离的规定时，应在靠墙障碍物下增设喷头。

⑥边墙型喷头的两侧 1m 与正前方 2m 范围内，顶板或吊顶下不应有阻挡喷水的障碍物。

⑦住宅型专用喷头与障碍物的距离见图 7.2.14－7 和表 7.2.14－14。

表 7.2.14－14 住宅型专用喷头避免障碍物影响喷水的位置数据

喷头到障碍物边缘的距离（m）	a <0.152	0.152≤a <0.32	0.32≤a <0.64	0.64≤a <0.80	0.80≤a <0.97	0.97≤a <1.13
喷头溅水盘距障碍物底部的最大距离（mm）	不允许	0	15.4	51	76	102
喷头到障碍物边缘的距离（m）	1.13≤a <1.29	1.29≤a <1.45	1.45≤a <1.61	1.61≤a <1.77	1.77≤a <1.93	–
喷头溅水盘距障碍物底部的最大距离（mm）	152	178	229	279	356	–

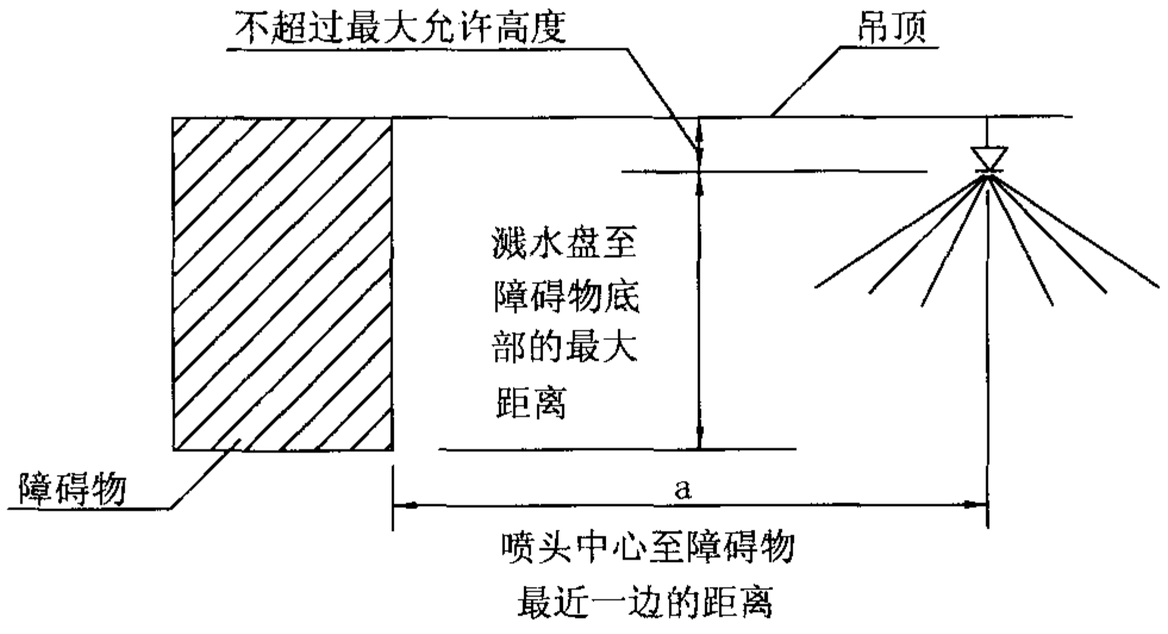


图 7.2.14－7 住宅喷头与障碍物的关系

3 报警阀的选择和布置

1） 自动喷水灭火系统应设报警阀组。保护室内钢屋架等建筑构件的闭式系统，应设独立的报警阀组。水幕系统应设独立的报警阀组或感温雨淋阀。

2） 雨淋阀组的启动电磁阀，其入口应设过滤器。并联设置雨淋阀组的雨淋系统，其雨淋阀控制腔的入口应设止回阀。

3） 当配水支管同时安装保护吊顶下方和上方空间的喷头时，应只将数量较多一侧的喷头计入报警阀组控制的喷头总数。

4） 报警阀的设置位置：

①报警阀应设置在经常有人通行的地点，一般设置在水泵房内、或者报警阀服务场所就近的公共走廊和楼梯间等疏散通道的附近，以及其他经常有人的位置或专用管道井等部位；

②水力警铃应设在值班室附近、楼梯附近、以及疏散通道或外墙等。

5） 报警阀的布置形式分为分散布置和集中布置两种形式，集中和分散应根据工程具体情况，以节约管道和空间、以便于管道敷设和操作为判断标准。

6） 报警阀的串联和并联：

①湿式系统可以串联其他系统，如在湿式报警阀后连接干式、预作用、雨淋、水喷雾等系统。

a　串联接入湿式报警阀配水干管的其它自动喷水灭火系统，应设有报警阀组。

b　串联其他系统的喷头应计入湿式系统总喷头数，且湿式系统与串联系统的服务喷头数和面积之和应小于湿式系统所允许的总的喷头数和面积。当系统服务的喷头数或服务的面积较大时应采用并联系统。

c　串联系统的设计流量、压力不应大于湿式系统本身的流量和压力。

②报警阀的并联：

a　因一个报警阀的流量不能满足系统要求时，可采用报警阀并联供水方式向同一系统供水，一般为雨淋或水幕系统等；

b　在保护生命的场所，为增加系统的可靠性，可采用两个报警阀并联一用一备；

c　湿式、干式、预作用、雨淋、自喷—泡沫、水喷雾等系统并联接到一共同的消防供水管网上。

7）保护建筑物不同功能区域的自动喷水灭火系统宜采用各自独立的报警阀，如办公区域与汽车库区域分开，冷库与其他区域分开等。

8）报警阀布置空间要求：为便于报警阀的日常维护、检修和安全的地点，报警阀的正面应有1.2m的距离，侧面宜有0.60m的间距，报警阀的附近应有排水设施。

9）当报警阀服务于不同楼层时，其系统最低喷头与最高喷头的高度差不应大于50m。

10）报警阀控制阀的设置：

①任何报警阀进水管应设置控制阀，向同一系统供水的并联报警阀，以及干式、预作用、雨淋系统的进出水管应设置控制阀。

②连接报警阀进出口的控制阀，应采用信号阀。当不采用信号阀时，控制阀应设锁定阀位的锁具。

11）水力警铃的工作压力不应小于0.05MPa，并应符合下列规定：

①应设在有人值班的地点附近，或经常有人经过的地点。

②与报警阀连接的管道，其管径应为DN20，总长不宜大于20m。

4　水流指示器的选择和布置

1）除报警阀组控制的喷头只保护不超过防火分区面积的同层场所外，每个防火分区、每个楼层均应设水流指示器。

2）仓库内顶板下喷头与货架内喷头应分别设置水流指示器。

3）水流指示器入口前应设置控制阀，且为信号阀。

4）湿式系统宜采用水流指示器来区分不同的防火分区。不同功能的区域由同一个报警阀保护时，宜用水流指示器分别指示不同的功能区域。

5）干式、预作用和雨淋系统可采用压力开关作为分区指示器。

6）雨淋系统不应设置水流指示器。

7）水流指示器的安装前后应有3倍管径的直线段距离。

8）水流指示器的安装应是便于检修的地点，如可检修的管道井内等。

5　压力开关

1）雨淋系统和防火分隔水幕，其水流报警装置宜采用压力开关。

2）应采用压力开关控制稳压泵，并应能调节启停压力。

7.2.15　自动喷水灭火系统的管网

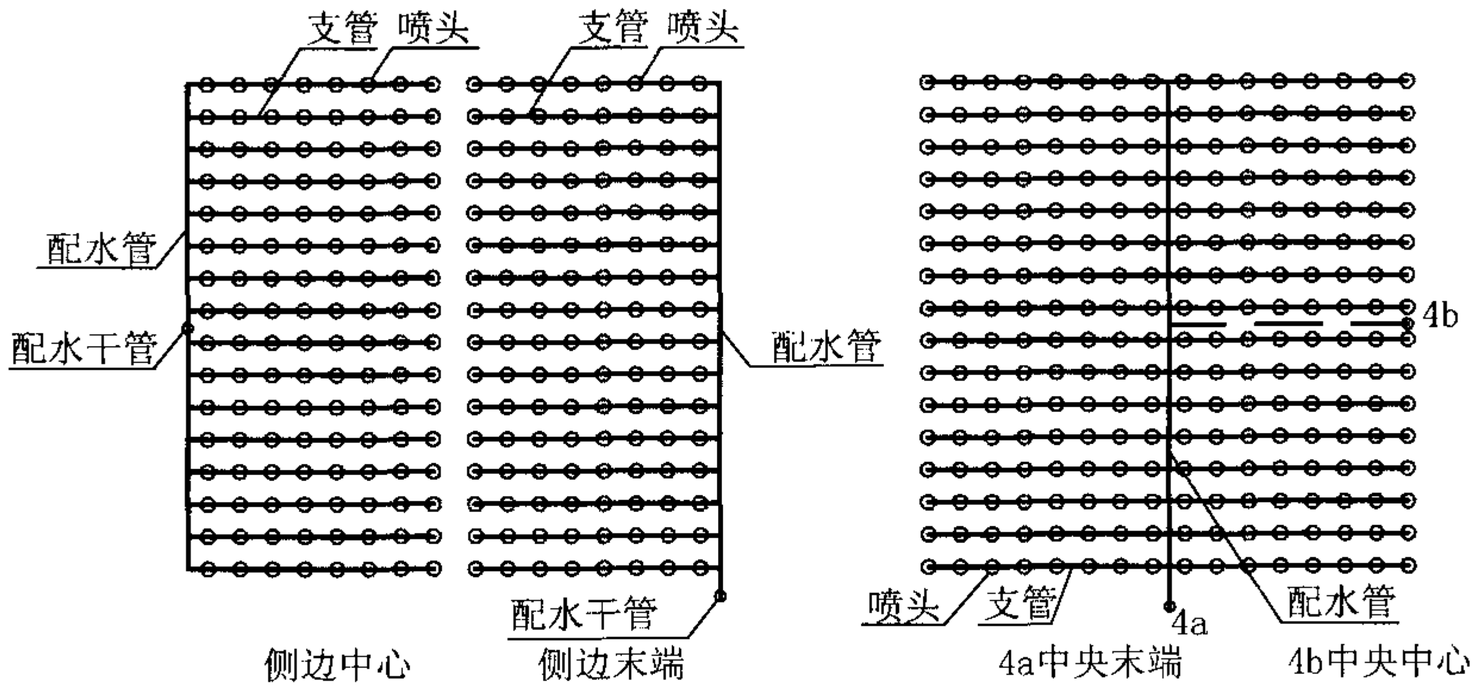
1　管网的分类和选择

1）报警阀前的管网：报警阀前的管网可分为环状管网和枝状管网，采用环状管网的目的是提高系统的可靠性。当自动喷水灭火系统中设有两个及以上报警阀组时，报警阀组前宜设环状供水管道。

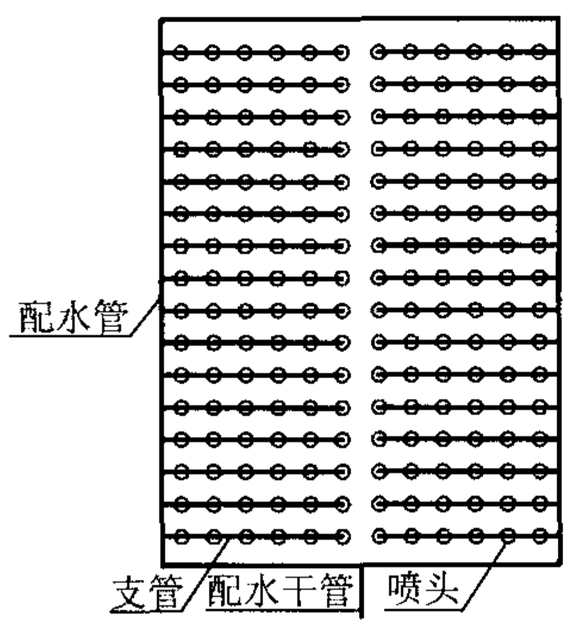
2）报警阀后的管网：报警阀后的管网可分为枝状管网、环状管网和格栅状管网，采用环状管网的目的是减少系统管道的水头损失和使系统布水更均匀，同时降低系统造价。

①管网的分类：自动喷水灭火系统的管网分为枝状管网、环状管网和格栅状管网。枝状管网又分为

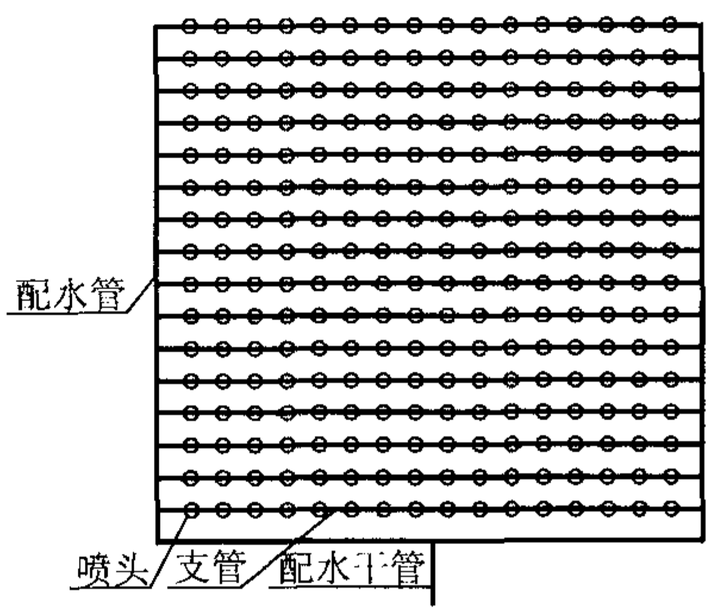
侧边末端进水、侧边中央进水、中央末端进水和中央中心进水 4 种形式，自动喷水灭火系统的环状管网一般为一个环，当多环时为格栅状管网，管网的几种形式见图 7.2.15 -1。



（a）枝状管网布置示意



（b）环状管网布置示意



（c）格栅状管网布置示意

图 7.2.15 -1 管网的几种布置形式

②管网的选择：

a 一般轻危险等级宜采用侧边末端进水、侧边中央进水；

b 中危险等级宜采用中央末端进水和中央中心进水，以及环状管网，对于民用建筑为提高净空高度可采用环状管网，配水干管的管径应经水力计算确定，一般为 DN80 ~ DN100；

c 严重危险等级和仓库危险等级宜采用环状管网和格栅状管网；

d 湿式系统可采用任何形式的管网，但干式、预作用系统不应采用格栅状管网。

2 管道系统

1）报警阀和配水管道的动压不应大于 1.2MPa，并不应设置其他用水设施。

2）配水管道应采用内外壁热镀锌钢管且符合现行国家或行业标准，也可采用经认证的涂覆其他防腐材料的钢管，以及铜管、不锈钢管等。当报警阀入口前管道采用不防腐的钢管时，应在该段管道的末端设过滤器。

3）镀锌钢管应采用沟槽式连接件（卡箍）、丝扣、卡压或法兰连接。报警阀前采用内壁不防腐钢管时，可焊接连接。

铜管、不锈钢管应采用配套的支架、吊架。

除镀锌钢管外，其他管道的水头损失取值应按检测或生产厂提供的数据确定。

4）系统中直径大于等于 100mm 的管道，应分段采用法兰或沟槽式连接件（卡箍）连接。水平管道上法兰间的管道长度不宜大于 20m；立管上法兰间的距离，不应跨越 3 个及以上楼层。净空高度大于 8m 的场所内，立管上应有法兰。

5）配水管两侧每根配水支管控制的标准喷头数，轻、中危险级场所不应超过 8 只。同时在吊顶上

下安装喷头的配水支管，上下侧均不应超过8只；严重危险级及仓库危险级场所不应超过6只。

6）配水管道的布置，应使配水管入口的压力均衡，管道的直径应经水力计算确定。

轻、中危险级场所中配水支管、配水管控制的标准喷头数，不宜超过表7.2.15－1的规定，本表仅用于系统的控制喷头数量，不应作为系统设计管网管径用。

表7.2.15－1　轻、中危险等级系统中配水支管、配水管控制的标准喷头数

公称直径（mm）	控制的标准喷头数（只）	
	轻级	中级
25	1	1
32	3	3
40	5	4
50	10	8
65	18	12
80	48	32
100	–	64

7）短立管及末端试水装置的连接管，其管径不应小于25mm。

8）干式、预作用系统的供气管道，采用镀锌钢管时，管径不宜小于15mm；采用铜管时，管径不宜小于10mm。

9）自动喷水灭火系统的水平管道宜有坡度，充水管道不宜小于2‰，准工作状态不充水的管道不宜小于4‰，管道应坡向泄水阀。

10）自动喷水灭火系统应有下列组件、配件和设施：

①系统应设有洒水喷头、水流指示器、报警阀组（压力开关）等组件和末端试水装置、配水管道、供水设施；水流指示器后可设置放水管，见图7.2.15－2。

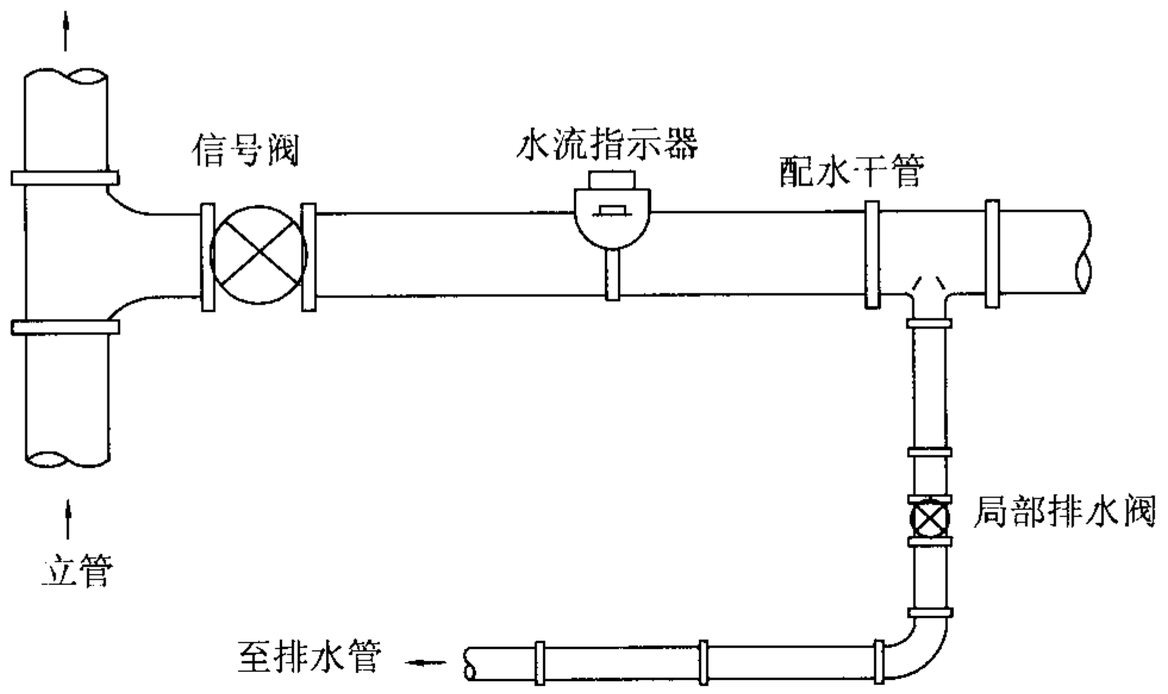


图7.2.15－2　放水管示意图

②系统中需要减静压的区段可设减压阀，需要减动压的区段，宜设减压孔板或节流管。

③系统立管的顶部应设置自动排气阀。

④干式和预作用的配水管道应设快速排气阀，快速排气阀应采用大流量自动排气阀，见国家标准图01SS105《常用小型仪表及特种阀门选用安装》，快速排气阀前应设电磁阀。

⑤末端试水装置和试水阀的设置：

a　每个报警阀组控制的最不利点喷头处，应设末端试水装置，其他防火分区、楼层的最不利点喷头处，均应设直径为25mm的试水阀。末端试水装置和试水阀应设置在便于操作的位置。

b　末端试水装置应由试水阀、压力表以及试水接头组成。试水接头出水口的流量，应等同于同楼

层或防火分区内的最小流量系数喷头。末端试水装置的出水，应采取孔口出流的方式排入排水管道。

c 末端试水装置见图 7.2.15－3。湿式、干式和预作用系统应设置末端试水装置。

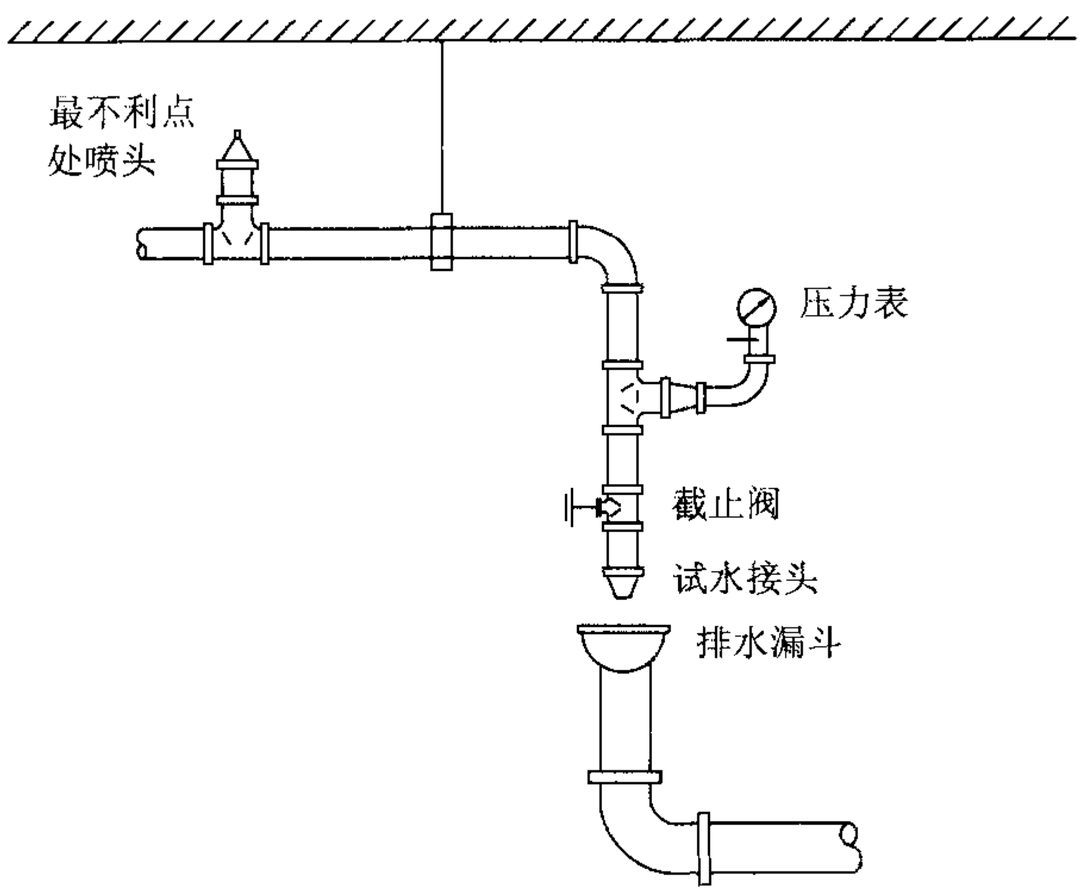


图 7.2.15－3 末端试水装置

d 有传导管系统的雨淋和预作用系统应在先导管系统上设置末端试水装置。

7.2.16 水力计算

1 设计计算的步骤如下：

1）判断保护对象的性质、划分危险等级和选择系统；

2）确定作用面积和喷水强度；

3）确定喷头的形式和保护面积；

4）确定作用面积内的喷头数；

5）确定作用面积的形状；

6）确定最不利点喷头的压力和流量；

7）计算第一根配水支管上各喷头流量、支管各管段的水头损失，以及支管流量和压力，并计算出相同支管的流量系数；

8）根据支管流量系数计算出配水干管各支管的流量和各管段的流量、水头损失；并计算出作用面积内的流量、压力和作用面积流量系数；

9）计算系统供水压力或水泵扬程（包括水泵的选择等），以及灭火剂用量的计算等；

10）确定系统水源和减压措施。

2 水力计算公式

1）水力计算选择最不利点处作用面积宜为矩形，其长边应平行于配水支管，其长度不宜小于作用面积平方根的 1.2 倍。

2）系统的设计流量，应按最不利点处作用面积内喷头同时喷水的总流量确定：

$$Q_s = \frac{1}{60}\sum_{i=1}^{n} q_i \qquad (7.2.16-1)$$

式中 Q_s ——系统设计流量（L/s）；

q_i ——最不利点处作用面积内各喷头节点的流量（L/min）；

n ——最不利点处作用面积内的喷头数。

3）喷头的出流量可根据保护面积和喷水强度，以及喷头作用压力求出。

①根据保护面积和喷水强度求喷头的出流量公式：

$$q = DA_s \qquad (7.2.16-2)$$

式中 q ——喷头的出流量（L/min）；

D ——相应危险等级的设计喷水强度［L/（min·m^2）］；

A_s ——喷头的保护面积（m^2）。

②根据喷头作用压力求喷头的出流量公式：

$$q = K(10P)^{1/2} \tag{7.2.16-3}$$

式中 q ——喷头的出流量（L/min）；

K——喷头的流量系数；

P——喷头出口处的压力（MPa）。

4）沿程水头损失和局部水头损失

①沿程水头损失计算公式如下：

$$h = iL \tag{7.2.16-4}$$

$$i = 0.0000107v^2 d_j^{-1.3} \tag{7.2.16-5}$$

式中 h ——为沿程水头损失（MPa）；

i ——管道单位长度的水头损失（MPa/m）；

L ——管道长度（m）。

dj——管道（渠）的计算内径（m），取值应按管内径减 1mm 确定；

v ——管内水的平均流速（m/s）。必要时可超过 5m/s，但不应大于 10m/s。

②管道单位长度的水头损失也可采用下式计算：

$$i = 105C_h^{-1.85} d_j^{-4.87} q_g^{1.85} \tag{7.2.16-6}$$

式中 i ——管道单位长度的水头损失（kPa/m）；

d_j ——管道计算内径（m）；

q_g ——管道设计流量（m^3/s）；

C_h ——海澄－威廉系数，镀锌钢管为 100，铜管、不锈钢管为 130，氯化聚氯乙烯（CPVC）为 140。

③局部水头损失的计算：

局部水头损失也应采用式（7.2.16－4）计算，i 为同管径同流量下的水力阻力系数，管道长度为管件的当量长度。

各种管件和阀门的当量长度见表 7.2.16－1，当采用新材料和新阀门等能产生局部水头损失的部件，应根据产品的要求确定管件的当量长度。表 7.2.16－1 的三通四通当量长度是测向流，当直通流时其当量长度是则向流的 1/5。

表 7.2.16－1 各种管件和阀门的当量长度（m）

管件名称	管件直径 DN（mm）											
	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
45°弯头	0.3	0.3	0.6	0.6	0.9	0.9	1.2	1.5	2.1	2.7	3.3	4.0
90°弯头	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	3.1	3.7	4.3	5.5	5.5	8.2
三通四通	1.5	1.8	2.4	3.1	3.7	4.6	6.1	7.6	9.2	10.7	15.3	18.3
碟阀	–	–	–	1.8	2.1	3.1	3.7	2.7	3.1	3.7	5.8	6.4
闸阀	–	–	–	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8
止回阀	1.5	2.1	2.7	3.4	4.3	4.9	6.7	8.3	9.8	13.7	16.8	19.8
异径弯头	32	40	50	70	80	100	125	150	200	–	–	–
	25	32	40	50	70	80	100	125	150	–	–	–
	0.2	0.3	0.3	0.5	0.6	0.8	1.1	1.3	1.6	–	–	–

续表 7.2.16－1

管件名称	管件直径 DN（mm）											
	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
U 型过滤器	12.3	15.4	18.5	24.5	30.8	36.8	49	61.2	73.5	98	122.5	
Y 型过滤器	11.2	14	16.8	22.4	28	33.6	46.2	57.4	68.6	91	113.4	

注：当异径接头的出口直径不变而入口直径提高 I 级时，其当量长度应增大 0.5 倍；提高 2 级或 2 级以上时，其当量长度应增加 1.0 倍。

5）系统设计流量的计算，应保证任意作用面积内的平均喷水强度不低于表 7.2.13－1 和表 7.2.13－3～表 7.2.13－10 的规定值。最不利点处作用面积内任意 4 只喷头围合范围内的平均喷水强度，轻危险级、中危险级不应低于表 7.2.13－1 规定的 85%；严重危险级和仓库危险级不应低于表 7.2.13－1 和表 7.2.13－3～表 7.2.13－10 的规定值。

6）设置货架内置喷头的仓库，顶板下喷头与货架内喷头应分别计算设计流量，并按其设计流量之和确定系统的设计流量。

7）建筑内设有不同类型的系统或有不同危险等级的场所时，系统的设计流量，应按其设计流量的最大值确定。

8）当建筑物内同时设有自动喷水灭火系统和水幕系统时，系统的设计流量，应按同时启用的自动喷水灭火系统和水幕系统的用水量计算，并取二者之和中的最大值。

9）轻危险级、中危险级场所中各配水管入口的压力均不宜大于 0.40MPa。

10）雨淋系统和水幕系统的设计流量，应按雨淋阀控制的喷头的流量之和确定。多个雨淋阀并联的雨淋系统，其系统设计流量，应按同时启用雨淋阀的流量之和的最大值确定。

11）当原有系统延伸管道、扩展保护范围时，应对增设喷头后的系统重新进行水力计算。

3 配水干管减压计算

1）减压孔板的设计计算：

①减压孔板应设置在直径不小于 50mm 的水平直管段上，其前后管段的长度均不宜小于该管段直径的 5 倍；减压孔板的孔口直径，不应小于设置管段直径的 30%，且不应小于 20mm；制作材料应采用不锈钢板。

②减压孔板的水头损失采用局部阻力计算公式计算，见式（7.2.16－7）。

$$\Delta P = \xi V^2/2g \tag{7.2.16-7}$$

式中 ΔP ——减压孔板减压量（0.01MPa）；

ξ ——减压孔板局部阻力系数，见式（7.2.16－8）；

V ——水流经减压孔板后管道的流速（m/s）；

g ——重力加速度（m/s^2）。

$$\xi = \left(1.75\frac{d_j^2}{d_k^2}\cdot\frac{1.1-\dfrac{d_k^2}{d_j^2}}{1.175-\dfrac{d_k^2}{d_j^2}}-1\right)^2 \tag{7.2.16-8}$$

式中 d_k ——减压孔板孔口的计算内径（m），取值应按减压孔板孔口直径减 1mm 确定；

d_j ——管道内径（m）。

表 7.2.16－2 是根据式（7.2.16－8）计算得到的结果。

表 7.2.16－2 减压孔板局部阻力系数表

d_k/d_j	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
ξ	292	83.3	29.5	11.7	4.75	1.83

2）节流管的设计计算：

①节流管的直径，宜按其上游管段直径的 1/2 确定；节流管内水的平均流速不应大于 20m/s；节流管的长度不宜小于 1m。

②节流管的水头损失应按下式计算：

$$\Delta P = \zeta \frac{V_g^2}{2g} + 0.00107 \frac{V_g^2}{d_g^{1.3}} L \qquad (7.2.16-9)$$

式中 ΔP ——节流管的水头损失（0.01MPa）；

ζ ——节流管中渐缩管与渐扩管的局部阻力系数之和，取值 0.7；

V_g ——节流管内水的平均流速（m/s）；

d_g ——节流管的计算内径（m），取值应按节流管内径减 1mm 确定；

L ——节流管的长度（m）。

7.2.17 减压阀的设置应符合下列规定：

1 应设在报警阀组入口前；

2 入口前应设过滤器，且便于排污；

3 当连接两个及以上报警阀组时，应设置备用减压阀；

4 垂直安装的减压阀，水流方向宜向下；

5 比例式减压阀宜垂直安装，可调式减压阀宜水平安装；

6 过滤器前和减压阀后应设控制阀和压力表；

7 减压阀和前后的阀门宜有保护或锁定调节配件的装置；

8 接减压阀的管段不应有气堵、气阻，沿水流方向宜设置泄水阀，并定期排水。

7.3 水喷雾和细水雾灭火系统

7.3.1 水喷雾灭火系统

1 系统分类

1）水喷雾灭火系统是一种局部灭火系统，水雾直接撞击到被保护对象的表面，水喷雾喷头以进口最低水压为标准可分为中速水喷雾喷头和高速水喷雾喷头：

①中速喷头的压力为 0.15～0.50MPa，水滴粒径为 0.4～0.8mm，用于防护冷却。

②高速喷头的压力为 0.25～0.80MPa，水滴粒径为 0.3～0.4mm，用于灭火和控火。

③超高速水喷雾系统是一种充水系统，响应时间为 0.15s，这种系统被应用于敞开、无界限场所和其内的工艺设备的爆燃灭火和控火。超高速灭火系统有以下四种形式：

a 局部应用系统是应用超高速水雾直接喷射到一个特别的点和类似点火点，如切割、混合以及研磨工序，喷头应尽可能靠近类似点火点的位置；

b 面积应用系统是应用超高速水雾直接喷射到一个特别的地板和楼板面，以及特别物体的表面，通过在整个危险面的空间设置空间喷头来实现的；

c 双应用系统是一个系统同时采用局部应用系统和面积应用系统；

d 整体保护系统是指超高速水喷雾覆盖危险面积和直接的外延。

2）普通水喷雾系统可采用超高速灭火系统的四种形式。水喷雾系统控制如同雨淋系统，遭遇火灾时除应具备与雨淋系统相同的技术性能外，尚应达到下列技术要求：应在响应时间内喷出水雾；不论顶喷或立体喷雾，水雾均应在喷头有效射程内全面覆盖、直接喷射到达保护对象表面。

2 设置场所

水喷雾灭火系统可用于扑救下列场所的火灾：

1）固体火灾，闪点高于 60℃的液体火灾和电气火灾；

2）可燃气体和甲、乙、丙类液体的生产、储存装置或装卸设备的防护冷却；

3）在民用建筑物内的燃油燃气锅炉房、柴油发电机房和柴油泵房等场所。

3 设计参数

1）水喷雾灭火系统的设计参数是喷雾强度、响应时间和持续喷雾时间等。见表 7.3.1－1。

表 7.3.1－1 水喷雾灭火系统设计参数

防护目的	保护对象		设计喷雾强度 [L/（min·m²）]	响应时间（s）	持续喷雾时间（h）
灭火	固体火灾		15	45	1
	液体火灾	闪点 60～120℃的液体	20		0.5
		闪点高于 120℃的液体	13		
	电气火灾	油浸式电力变压器、油开关	20		0.4
		油浸式电力变压器的集油坑	6		
		电缆	13		
防护冷却	甲、乙、丙类液体生产、储存、装卸设施		6	45	4
	甲、乙、丙类液体储罐	直径 20m 以下	6	300	4
		直径 20m 以上			6
	可燃气体生产、储存、装卸设施和灌瓶间、瓶库		9	60	6

2）锅炉房和柴油发电机房下述的设计参数可供参考，设计采用时须经当地消防部门批准：

①关于燃油燃气锅炉房、直燃机房和柴油发电机房的水喷雾的喷水强度不宜小于 10L/（min·m²），在对于燃油燃气锅炉房还应考虑爆膜片和燃烧器的局部喷雾，每个点的喷雾强度不少于 150L/min。日用油箱的喷雾强度不宜小于 20L/（min·m²）。

②持续喷雾时间不宜小于 30min。

③锅炉房和柴油发电机房的水喷雾系统可与建筑物内的自动喷水灭火系统合并，以两者设计用水量大者为系统设计用水量，并满足二者的压力要求。锅炉房和柴油发电机房的维护结构的耐火极限，隔墙不小于 2h，楼板不小于 1.5h。

④火灾自动报警系统确认火灾后应自动关闭燃料供应系统。

4 水雾喷头布置

1）一般原则：水喷雾是一种局部灭火系统，其喷头应直接喷向着火部位或被保护部位，喷头的布置和数量应根据设计喷雾强度、保护面积和水雾喷头的特性，使喷头的水雾直接撞击被保护面，并完全覆盖被保护面，水喷雾的设计原则为面积法。

2）水雾喷头、管道与电气设备带电（裸露）部分的安全净距应符合表 7.3.1－2 的要求。

表 7.3.1－2 水雾喷头、管道与电气设备带电（裸露）部分的安全净距

电压（kV）	安全距离（cm）	电压（kV）	安全距离（cm）
0～7.5	15	73.0～88.0	132
7.5～15.0	30	88.0～110.0	163
15.0～25.0	43	110.0～132.0	196
25.0～37.0	61	132.0～154.0	220
37.0～50.0	61	154.0～187.0	270
50.0～73.0	112	187.0～220.0	315

3）水雾喷头与保护对象之间的距离不得大于水雾喷头的有效射程。

4）水雾喷头的平面布置方式可为矩形或菱形。当按矩形布置时，水雾喷头之间的距离不应大于1.4倍水雾喷头的水雾锥底圆半径；当按菱形布置时，水雾喷头之间的距离不应大于1.7倍水雾喷头的水雾锥底圆半径。

5）水雾喷头布置应满足喷头喷水特性的要求，而且喷头的垂直和水平间距不应超过3m，但当喷头的最大间距经过认证后，可超过3m。对于暴露防护的容器，对于垂直或倾斜的容器有流淌可能的地方，喷头垂直间距不应大于3.7m。对于金属管道、导管的暴露防护，喷头应不低于被保护层的底部0.8m。

6）水雾锥底圆半径应按下式计算：

$$R = B \cdot \mathrm{tg}\theta \qquad (7.3.1-1)$$

式中 R——水雾锥底圆半径（m）；

B——水雾喷头的喷口与保护对象之间的距离（m）；

θ——水雾喷头的雾化角（°），θ的取值范围为30°、45°、60°、90°、120°。

5 水喷雾灭火系统的管网宜采用中央中心分配式枝状管网或环状管网。

6 水喷雾灭火系统管网的水力计算同自动喷水灭火系统。

7 水喷雾灭火系统应具有自动控制、手动控制和应急操作三种控制方式。自动控制一般由传导管系统或火灾自动报警系统联动。

1）传导管系统：传导管系统由传导管和先导喷头组成。

①传导管：

a 传导管的长度不宜大于300m；

b 传导管径宜为DN25。

②先导喷头：

a 先导喷头间距不大于2.5m；

b 一般在民用建筑物内先导喷头的布置应符合《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084中危险级Ⅰ级的要求。

2）火灾自动报警系统。火灾自动报警系统的点式烟感、温感探测器和缆式温感探测器的布置应符合国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116的要求。

7.3.2 细水雾灭火系统

细水雾灭火系统是近年发展起来的一种新型灭火系统，在有些场所可代替气体灭火系统和水喷雾灭火系统，并可扑灭A、B、C类火灾。

细水雾灭火系统的灭火机理是冷却，同时伴有局部稀释氧浓度的窒息灭火和把可燃物与火焰以及氧隔离开来的隔离灭火，通常细水雾灭火时火场的氧含量为16%～18%。

1 系统分类

1）按细水雾粒径分，见图7.3.2-1。

①第一级细水雾为$D_{V0.1}=100\mu m$与$D_{V0.9}=200\mu m$连线的左侧部分，这是最细的细水雾。

②第二级细水雾是第一级细水雾右侧与$D_{V0.1}=200\mu m$与$D_{V0.9}=400\mu m$连线的之间的部分，这种细水雾可由高压喷嘴、双流喷嘴或许多冲击式喷嘴产生。

③第三级细水雾为第二级细水雾右侧至$D_{V0.99}=1000\mu m$之间的部分。

2）细水雾系统的分类：

①低压系统是系统压力低于1.21MPa；

②中压系统是系统压力在1.21～3.45MPa之间；

③高压系统是系统压力大于3.45MPa。

3）细水雾系统按介质分类：

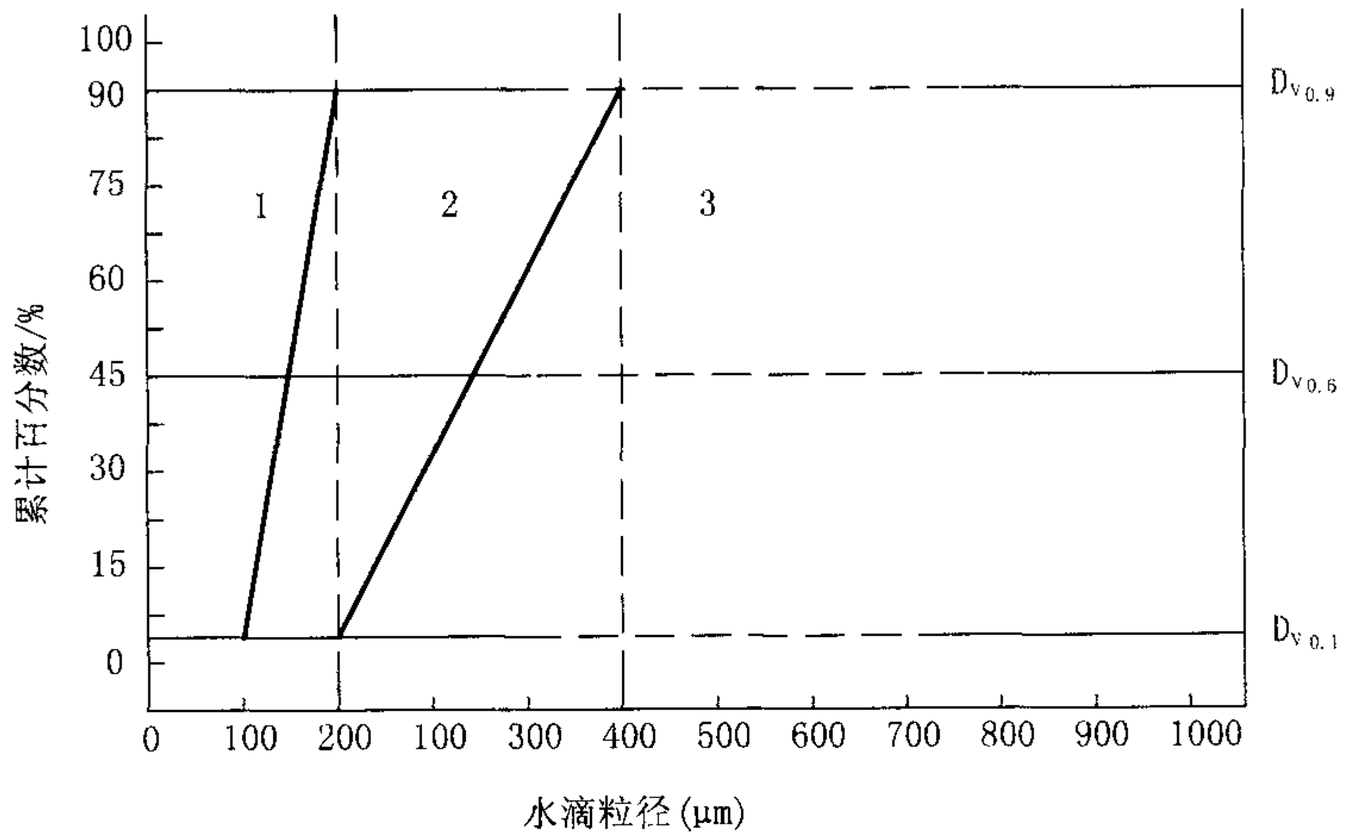


图 7.3.2-1 细水雾粒径分区图

①单介质系统是灭火介质为单一介质水；

②双介质系统有两种灭火介质，一是水；第二种介质为空气、氮气等惰性介质，两种介质分别由不同的管道或在同一根管道内输送到喷头，产生更细的水滴，达到更好的灭火效果。

4） 细水雾系统从设计计算上分类：

①预制系统是指系统的设备配置和管道系统均在工厂中设计和调试好，并通过认证，设计人员根据认证的设计参数，把设备和喷头布置于合适位置；

②工程系统是指系统设备的配置和系统管道应经过设计人员具体设计计算得出，并在施工现场具体安装调试，这种系统仅有设备和喷头单体认证，没有经过系统认证，系统的可靠性依据设计和系统设备的可靠性确定。

5） 细水雾系统可分为全淹没系统、局部应用系统和区域系统。当细水雾系统保护的空间为一封闭空间的一部分时，为区域细水雾灭火系统。

6） 细水雾系统根据供水方式的不同可分为容器（瓶组）式供水系统和泵组式供水系统。

①容器（瓶组）式供水系统是由储水瓶或罐储水，由惰性压缩气体作为动力把水供应到系统并使水雾化灭火的系统。

②泵组式供水系统是由活塞泵或离心泵等形式以柴油机或电机为动力源，把水供应到系统并使水雾化灭火的系统，该系统的供水泵应一用一备。

③为增加系统供水的可靠性，有时采用容器（瓶组）式与泵组式联合供水系统的一用一备双水源。

2 设置场所

1） 民用建筑中的下列场所可采用细水雾灭火系统：

①柴油发电机房和柴油泵；

②燃油燃气锅炉房、直燃机房等场所；

③油浸变压器。

2） 当有可靠的试验数据和经认证时，下列场所也可采用细水雾灭火系统：

①电缆夹层、电缆隧道等；

②计算机房、交换机房等电气火灾；

③图书馆、档案馆火灾。

3 设计参数

1） 细水雾灭火系统宜采用全淹没灭火系统，当采用局部应用系统和区域系统时，应有试验数据或认证的设计参数。

2） 细水雾灭火系统设计参数，与细水雾特性（粒径、强度和喷头与保护对象的距离等）、保护场

所的火灾危险性（A、B、C类火灾和电气火灾等）和保护场所的环境条件（空间高度、缝隙、室内外等）等有关。

3）开式系统一个防护区的面积不宜大于500m^2，容积不宜大于2000m^3，当防护区面积或容积比较大时应经过专门认证；闭式系统小空间作用面积为房间的面积和体积，大空间应经认证确定。

4）应以系统或喷头认证设计参数或设备商提供的试验数据为设计依据。当无数据时可以参考下列参数设计，面积喷水强度为1～3L/（min·m^2），体积喷水强度为0.05～0.1L/（min·m^3）。

5）设计火灾延续时间宜为30min。

6）B类火灾宜连续喷雾，A类火灾为增加水雾的蒸发量，在试验数据确认的情况下，可采用间歇喷雾方式灭火。

7）细水雾灭火系统的响应时间不宜大于45s。

8）容器（瓶组）式供水系统的水源水应采用纯水，泵组式供水系统可采用纯水或自来水。

9）一套系统保护的防护区的数量不应超过8个，当超过8个防护区时应增设备用量，备用量不应小于设计用水量。

10）喷头的最低工作压力应能保证喷头的雾化效果，一般不宜小于系统设计压力的50%～80%，且应符合产品认证的技术参数。

11）泵组式细水雾灭火系统水泵的吸水管或出水管，应设置过滤器。容器（瓶组）式供水系统宜在控制阀前设置过滤器。

12）喷头一般内置过滤网，滤网的最大孔径应为喷头通径的80%。

13）全淹没灭火系统的保护区灭火时宜关闭所有的洞口。确有特殊原因不能关闭的洞口应符合下列条件：

①防护区允许开口总面积与四周侧壁的面积比不应大于0.2%；

②且单个最大开口面积不应大于1.0m^2；

③开口设置的高度不应大于防护区总高度的50%并不应小于防护区总高度的10%。

14）喷雾灭火前，防护区用的通风机、排烟机、送风机及其管道中的防火阀、排烟防火阀应自动关闭。人员确认灭火后方可启动排烟机排烟。

15）水雾灭火系统应具有自动控制、手动控制和应急操作三种控制方式。

16）火灾自动报警系统及控制系统在自动控制下，应在接收到两个独立的火灾信号后才能启动系统或循环控制系统。

17）细水雾喷头与未绝缘的带电设备之间的最小距离见表7.3.2-1。

表7.3.2-1　细水雾喷头与未绝缘的带电设备之间的最小距离

电压（kV）	最大电压（kV）	设计标准电压值 IL^2（kV）	最小距离（mm）
13.8	14.5	110	178
23	24.3	150	254
34.5	36.5	200	330
46	48.5	250	432
69	72.5	350	635
115	121	550	1067
138	145	650	1270
161	*169*	*750*	*1473*
230	242	900	1930
		1050	2134

续表 7.3.2－1

电压（kV）	最大电压（kV）	设计标准电压值 IL^2（kV）	最小距离（mm）
345	362	1050	2134
		1300	2642
500	550	1500	3150
		1800	3658
765	800	2050	4242

注：本表数据适用于海拔高度 1000m 以下，海拔高度每增加 100m，该表中的距离数值增加 1%。

4 喷头布置

1） 全淹没系统喷头宜按矩形、正方形或菱形均衡布置在防护区顶部，对于高度超过 4m 的防护区空间宜分层布置。

2） 局部应用系统喷头宜均衡布置在被保护物体周围，对于高度超过 4m 的较高物体应分层布置。

3） 区域系统是采用细水雾喷头把保护区域与其他区域分开，保护区域内的喷头按全淹没系统设置。

4） 喷头间距不应大于 3.0m，并不应小于 1.6m，一般为 2m 左右。喷头的出流量通常为 4～10L/min。

5 水力计算

1） 细水雾灭火系统的流量计算见式（7.3.2－1）和式（7.3.2－3）。

2） 低压细水雾灭火系统管网的水力计算与自动喷水灭火系统同。

3） 中、高压细水雾灭火系统管网的水力计算按 Darcy－Weisbach 公式。

①管径粗估计算公式：

$$d_i = 1.82\sqrt{Q_i} \tag{7.3.2-1}$$

式中 d_i ——管道的内径（mm）；

Q_i ——管段流量（L/min）。

②管道沿程或局部水头损失应按式（7.3.2－2）计算。根据计算出的 Re、ε/d_i 值查图 7.3.2－2 得到 f 值。

$$\Delta p_m = 0.02252\frac{fL\rho Q^2}{d^5} \tag{7.3.2-2}$$

$$Re = 21.22\frac{Q\rho}{d\mu} \tag{7.3.2-3}$$

式中 Δp_m ——管道水头损失（MPa）；

L ——管道长度或管件当量长度（m）；

f ——管道摩擦系数（MPa/m）；

Q ——流量（L/min）；

d ——管道的内直径（mm）；

ρ ——流体密度（kg/m^3）；

μ ——绝对（动态）粘滞度（厘泊 cp），见表 7.3.2－2；

Re ——雷诺数；

ε ——管内壁粗糙度（mm），对于不锈钢管道 $\varepsilon = 0.045$mm；

③水的密度（kg/m^3），见表 7.3.2－2。

表 7.3.2-2 不同温度下水的密度及动力粘度

温度（℃）	密度 ρ（kg/m^3）	动力粘度 μ（厘泊 cP）
0	999.8	1.8
4.4	999.9	1.5
10.0	999.7	1.3
15.6	998.8	1.1
20.0	998.2	1.0
26.7	996.6	0.85
30.0	995.7	0.80
32.2	995.4	0.74
37.8	993.6	0.66
40.0	992.2	0.65
50.0	988.1	0.55

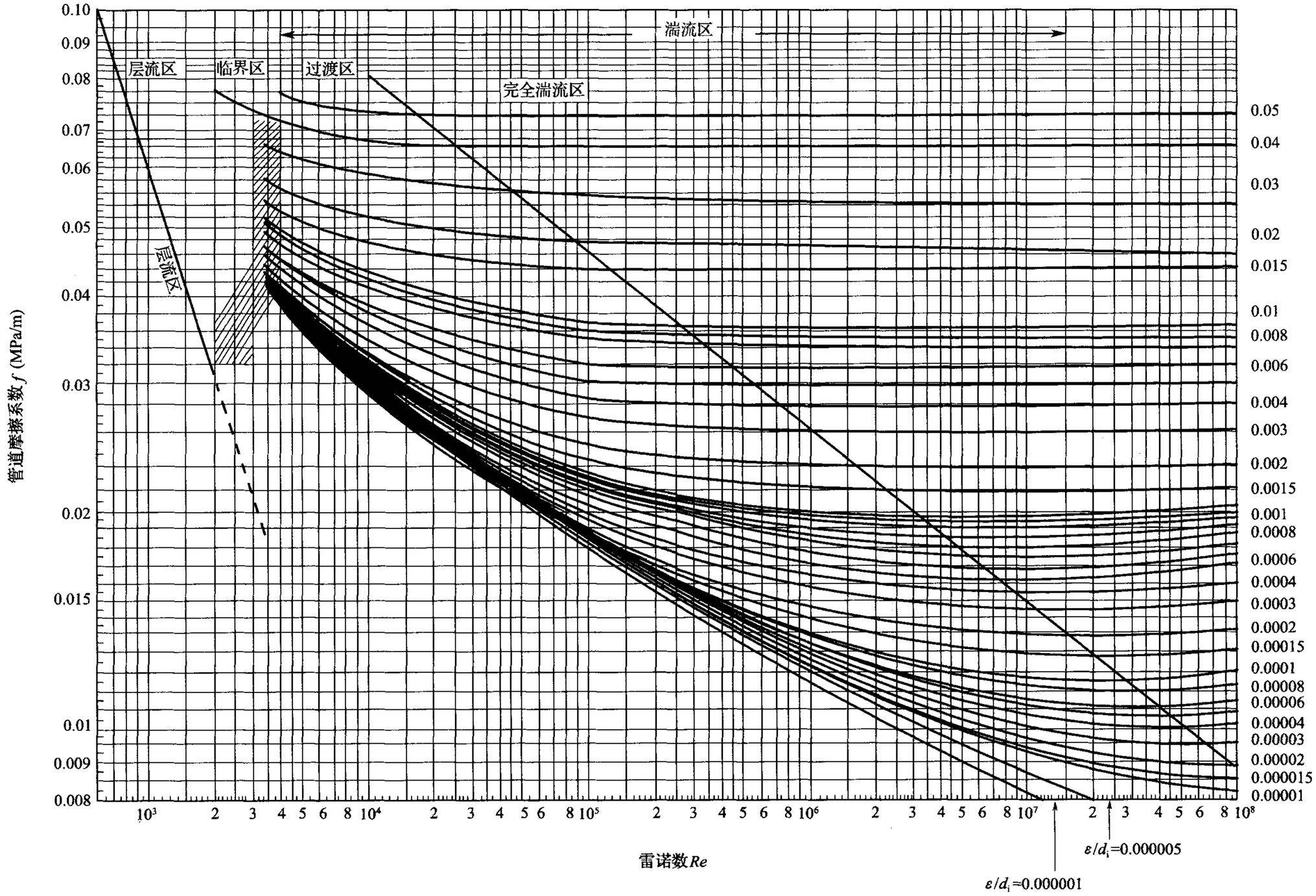


图 7.3.2-2　管道摩阻系数 f 图

7.4 消防给水

消防给水系统由水源（市政给水、天然水源、消防水池），供水设施（水塔、高位消防水箱、消防水泵、水泵接合器），给水管网，以及稳压减压控制设备等组成，其中消防水池、消防水箱和消防水泵的设置需根据建筑物的性质、高度以及市政给水的供水情况而定。

7.4.1 消防水源

1 水源

1）消防用水可由城镇自来水、消防水池或天然水源等供给。一般民用建筑的室内、外消防水源应首先采用城镇给水管网，室外用水亦可采用天然水源。

①当城镇自来水管网能满足消防用水的水量和水压，且由两路不同城市给水干管供水时，可直接采用城镇给水管网作为消防水源；

②当城镇自来水管网水压、水量不足时，应设置消防水池；

③当城镇自来水管网能满足水量，但不满足水压，且有两路不同城市给水干管供水时，可采用消防给水泵从城市给水管网直接抽吸，但需征得自来水有关部门的同意，或设置消防水池。

2）当采用天然水源时，应确保枯水期97%保证率的水位能可靠取水供给设计消防用水量，且均需满足消防用水的水质和有可靠的取水措施，如消防车通道、固定或移动消防泵的取水口等。当采用海水作为消防水源时，还应有除去生物生长堵塞取水设施的措施。

3）井水可做消防水源。规划设计区域内应有两口及以上水井时，当其中一口水井不能供水时，另外的水井出水能力在任何时间满足生产、生活和消防用水量时，可不设置消防水池，其他情况均应设置消防水池。

4）保证常年贮存有足够的水量的游泳池、水景水池可作为消防水源。冬季封冻的水池，有效水量计算，应以最大冰层厚度下水线为计算起始水位。

5）如采用消防水池作为消防水源时，消防水池的有效容积应满足火灾延续时间内消防用水量的要求。室外消防给水水池设在室内或室外均应设置消防车取水口。

6）室外消防给水当采用高压或临时高压给水系统时，管道的供水压力应能保证用水总量达到最大且水枪在任何建筑物的最高处时，水枪的充实水柱仍不小于10.0m；当采用低压给水系统时，室外消火栓栓口处的水压从室外设计地面算起不应小于0.1MPa。并应符合下列要求：

①在计算水压时，应采用喷嘴口径19mm的水枪和直径65mm、长度120.0m的有衬里消防水带的参数，每支水枪的计算流量不应小于5L/s；

②高层厂房（仓库）的高压或临时高压给水系统的压力应满足室内最不利点消防设备水压的要求；

③消火栓给水管道的设计流速不宜大于2.5m/s。

7）建筑的低压室外消防给水系统可与生产、生活给水管道系统合并。合并的给水管道系统，当生产、生活用水达到最大小时用水量时（淋浴用水量可按15%计算，浇洒及洗刷用水量可不计算在内），仍应保证全部消防用水量。如不引起生产事故，生产用水可作为消防用水，但生产用水转为消防用水的阀门不应超过2个。该阀门应设置在易于操作的场所，并应有明显标志。

2 消防水源专用车道

供消防车取水的天然水源和消防水池，应设消防车道，在消防车取水口处应保证吸水高度不超过6m。

7.4.2 消防给水

1 消防给水系统分类与选择

1）消防给水系统按压力和流量是否满足系统要求，可分为高压消防给水系统，临时高压消防给水系统，低压消防给水系统；

2）按供水范围可分为单体消防给水系统和区域消防给水系统；

3）按供水功能分可分为独立消防给水系统、联合消防给水系统和合用给水系统；

4）市政直接供水的室外消防给水系统宜与生产、生活给水系统合并为同一给水系统；

5）多层建筑室内消防给水系统宜与生产、生活给水系统在室内分开独立设置；

6）高层建筑室内消防给水系统应与生产、生活给水系统在室内分开独立设置；

7）室内消火栓给水管网与自动喷水灭火系统等其他自动灭火系统，宜分开设置；如有困难，应在报警阀前分开设置。

8）消防给水的类型见表 7.4.2。

表 7.4.2　消防给水的类型

分类方式	系统名称	定义
按水压、流量分	高压消防给水系统	水压和流量任何时间和地点都能满足灭火时的所需要的压力和流量，系统中不需要设消防泵的消防给水系统
	临时高压消防给水系统	水压和流量平时不完全满足灭火时的需要，在灭火时启动消防泵。当为稳压泵稳压时，可满足压力，但不满足水量；当屋顶消防水箱稳压时，建筑物的下部可满足压力和流量，建筑物的上部不满足压力和流量
	低压消防给水系统	低压给水系统，管道的压力应保证灭火时最不利点消火栓的水压不小于 0.10MPa（从地面算起）。满足或部分满足消防水压和水量要求，消防时可由消防车或由消防水泵提升压力，或作为消防水池的水源水，由消防水泵提升压力
按范围分	单体消防给水系统	向单一建筑物或构筑物供水的消防给水系统
	区域（集中）消防给水系统	向两座或两座以上建筑物或构筑物供水的消防给水系统
按供水功能分	独立消防给水系统	单独给一种灭火系统供水的消防给水系统
	联合消防给水系统	给两种或两种以上灭火系统供水的消防给水系统
	合用给水系统	消防给水系统与生产、生活给水系统合并为同一给水系统

2　消防给水竖向分区

1）分区原则：

①消火栓栓口的静水压力不应大于 1.0MPa，经与当地消防局协商可适当提高，但消火栓栓口的静水压力不得大于 1.2MPa；

②自动喷水灭火系统报警阀处的工作压力不应大于 1.2MPa；

③消防给水系统任何时间和地点系统的压力不应大于 2.4MPa。

2）分区方式：消防给水系统竖向分区通常采用水泵、减压阀或减压水箱等进行分区，分区有四种给水方式。

①并联消防给水泵分区给水系统：消防给水管网竖向分区时，每个区分别有各自专用消防水泵，并集中于消防泵房内；

②串联消防给水泵分区给水系统：消防给水管网竖向分区时，每个区由消防水泵或串联消防水泵分级向上供水，串联消防水泵设置在设备层或避难层。串联分区又可分为直接串联和转输串联两种。

a　消防水泵可从消防水池（箱）或消防管网直接吸水。消防水泵从下到上依次顺序启动。

b　当采用水泵直接串联时，应注意管网供水压力因接力水泵在小流量高扬程时出现的最大扬程叠加。管道系统的设计强度应满足此要求。

c　当采用水泵转输串联时，中间转输水箱同时起着上区输水泵的吸水池和本区消防给水屋顶水箱的作用，其储水有效容积按 15 ~ 30min 消防设计水量经计算确定，并不宜小于 60m^3。

③减压阀减压分区给水系统：消防水泵的压力不大于2.4MPa时，其竖向可采用减压阀减压分区。

a 减压阀减压分区可采用比例式减压阀和可调式减压阀，比例式减压阀的阀前阀后压力比值一般不宜大于3:1，可调式减压阀阀前后压差不应大于0.40MPa；

b 当一级减压阀减压不能满足要求时，可采用减压阀串联减压。减压阀串联减压不宜超过2级。

④减压水箱减压分区给水系统：消防水泵的压力不大于2.4MPa时，其竖向可采用减压水箱减压分区。设有避难层的超高层建筑可采用减压水箱减压分区给水系统。

a 减压水箱的有效容积不应小于$18m^3$；

b 减压水箱应有两条进水管，每条进水管应满足消防设计水量的要求；

c 减压水箱进水管宜采用薄膜液压水位控制阀；

d 减压水箱应有两条出水管，每条出水管应满足本区各种消防设施的用水压力和流量的要求。

⑤重力水箱消防给水系统，是在建筑物的最高处或适当的位置（如避难层等）设置满足消防水量和压力的重力水箱，并由重力水箱向各竖向消防给水分区供水。

a 各区重力水箱的数量不应少于两个，且每个水箱的有效容积不小于$100m^3$；

b 当重力水箱的有效容积不能满足火灾延续时间内的水量时，应设置消防转输泵；

c 消防转输泵应满足消防水量的要求，并应独立设置，且应有备用泵；

d 转输给水管不应小于两条。

7.4.3 消防给水设施

消防给水设施包括城镇给水管网、消防水池、水塔、高位消防水箱、气压消防给水设备和消防给水泵等。

1 消防水池

1） 设置条件：

①多层建筑符合下列规定之一时，应设置消防水池：

a 当生产、生活用水量达到最大时，市政给水管道、进水管或天然水源不能满足室内外消防用水量；

b 市政给水管道为枝状或只有1条进水管，且室内外消防用水量之和大于25L/s。

②高层建筑符合下列条件之一时，应设消防水池：

a 市政给水管道和进水管或天然水源不能满足消防用水量；

b 市政给水管道为枝状或只有一条进水管（二类居住建筑除外）。

2） 有效容积

消防水池的有效容积应是火灾延续时间内，同时使用的各种灭火系统消防用水量之和。当室外给水管网能保证室外消防用水量时，消防水池的有效容量应满足在火灾延续时间内室内消防用水量的要求。当室外给水管网不能保证室外消防用水量时，消防水池的有效容量应满足在火灾延续时间内室内消防用水量与室外消防用水量不足部分之和的要求。

①当消防水池有两路补水管时，其有效容积可以减去火灾延续时间内补充的水量。补充水量应按出水量较小的补水管计算。

②当室外给水管网无资料时，补水量可按水池补水管（管径小的一条）管径在流速为1m/s时的流量计算，且补水管的设计流速不宜大于2.5m/s。

当有城镇给水管网压力资料时，可根据有效压力（见第7.4.3条第3款）来计算补水量，补水时还应保证室外给水管网的压力从地面算起不低于0.10MPa。

③为防止消防水池内的水倒流污染城镇给水管网，消防水池补水管出水口要求见第2.2.8条。

3） 消防水池的补水时间不宜超过48h，缺水地区可延长到96h。

4） 消防水池总容量超过$500m^3$时，应分成两个能独立使用的消防水池。

5） 作为室外消防给水水源的消防水池，应设取水井或取水口。

①取水井或取水口水深应保证消防车载消防水泵吸水高度不超过 6m；

②取水井有效容积不得小于消防车上最大一台（组）水泵 3min 的出水量，一般不宜小于 $3m^3$；

③取水口或取水井的位置距被保护高层民用建筑物，一般不宜小于 5m，并不宜大于 100m；距被保护多层民用建筑和工业建筑不宜小于 15m。

6）供消防车取水的消防水池，保护半径不应大于 150m，当保护半径大于 150m 时，可设置室外消防给水泵，或再增设室外消防水池、以及可靠的消防车取水口。

7）消防水池应与生活水池分开设置，但小区室外消防给水宜与小区给水水池合用。合用水池应有保证消防水不被动用的技术措施，见图 7.4.3－1。

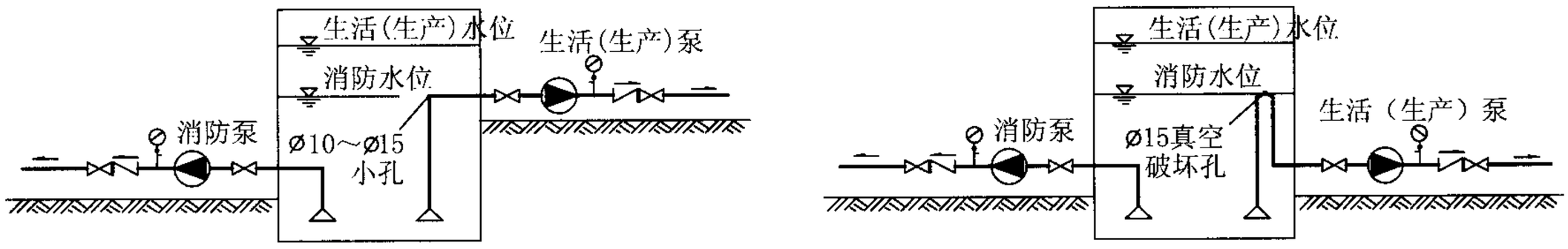


图 7.4.3－1　合用水池保证消防水不被动用的技术措施

8）利用游泳池、水景喷水池、循环冷却水池等专用水池兼作消防水池时，其功能除全部满足上述要求外，还应保持全年有水、不得放空（包括冬季），一般在工程中应有两个池子，轮流清洗。

9）在寒冷地区的室外消防水池应有防冻措施，消防水池必须有盖板，盖板上须覆土保温；人孔和取水口设双层保温井盖。

10）消防水池的容积分为有效容积和无效容积，其总容积为有效容积与无效容积之和。消防水池的有效容积为：

$$V_a = \sum Q_{pi} t_i - Q_b T_b \qquad (7.4.3-1)$$

式中　V_a ——消防水池的有效容积（m^3）；

Q_{pi} ——建筑物内各种水消防灭火的设计流量（m^3/h）；

t_i ——建筑物内各种水消防灭火的火灾延续时间（h），详见第 7.4.3 条第 2 款中的有关内容；

Q_b ——在火灾延续设计内可连续补充的水量（m^3/h）；

T_b ——民用建筑物内各种水消防灭火的火灾延续时间的最大值（h）。

11）吸水池（井）有效容积不得小于同时工作水泵 3min 的出水量。对于小泵，吸水池（井）容积可适当放大、宜按水泵出水量 5～10min 计算。

12）消防水池（箱）的有效水深是设计最高水位至消防水池（箱）最低有效水位之间的距离。消防水池（箱）最低有效水位是消防水泵吸水喇叭口或出水管喇叭口以上 0.6m 水位，当消防水泵吸水管或消防水箱出水管上设置防止旋流器时，最低有效水位为防止旋流器顶部以上 0.15m，见图 7.4.3－2。

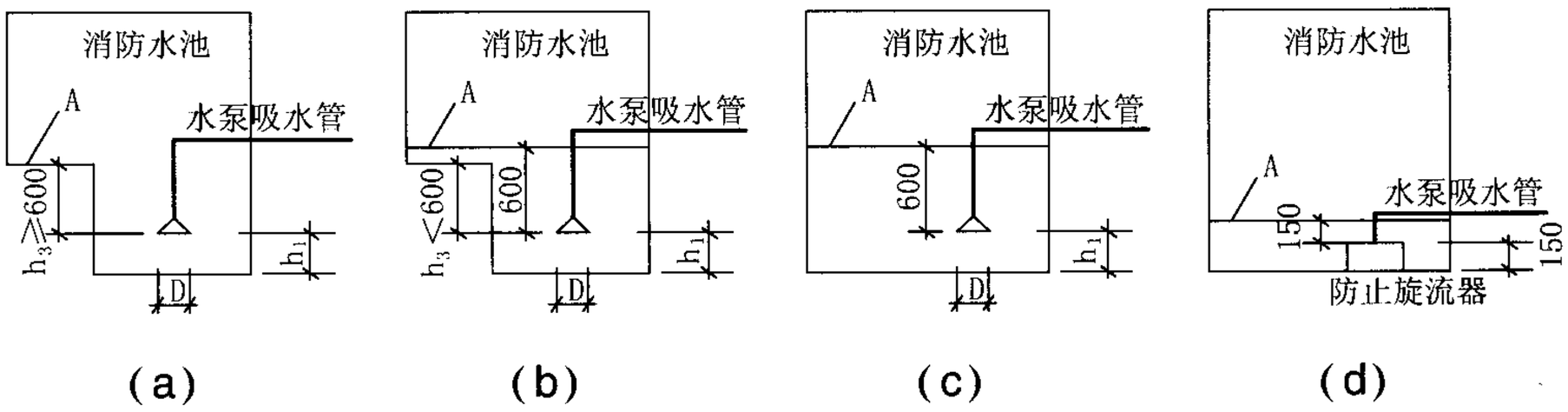


图 7.4.3－2　消防水池最低水位

注：①图中 A 为消防水池最低水位线；②D 为吸水管喇叭口直径；③h_1 为喇叭口底到吸水井底的距离；④h_3 为喇叭口底到池底的距离

13）溢流水位宜高出设计最高水位 50mm，溢水管喇叭口应与溢流水位在同一水位线上，喇叭口下的垂直管段不宜小于 4 倍溢流管管径。溢流管的管径应按能排泄水塔（池、箱）的最大入流量确定，

且宜比进水管管径大一级，溢水管上不应装阀门。

14）溢水管、泄水管不应与排水管直接连通。

15）消防水池吸水井中吸水管的布置参见第 2 章的有关内容。

16）合用水池有效容积大于 100m^3 时，水池内宜设置导流墙，以防止死水。

2 火灾延续时间

1）消火栓系统：高层民用建筑中的商业楼、展览楼、综合楼，以及一类建筑的财贸金融楼、图书馆、书库、重要档案楼、科研楼和高级旅馆等的火灾延续时间应按 3h 计算，其他民用建筑的火灾延续时间应按 2h 计算。

2）自动喷水灭火系统的火灾延续时间应按不小于 1h 计算，仓库的自动喷水灭火系统的火灾延续时间见表 7.2.13 -4 ~ 表 7.2.13 -9。

3）燃油、燃气锅炉房和柴油发电机房水喷雾灭火系统的火灾延续时间应按不小于 0.5h 计算。

4）居住区和丁、戊类仓库的火灾延续时间应按 2h 计算。

5）甲、乙、丙类物品仓库、煤、焦炭露天堆场的火灾延续时间应按 3h 计算。

6）易燃、可燃材料露天、半露天堆场（不包括煤、焦炭露天堆场）应按 6h 计算。

7）汽车库、修车库和停车场的火灾延续时间应按 2h 计算。

8）室内消防水炮不应小于 1h。

3 城镇市政给水管网直接向消防系统供水（高压系统）

1）当城镇给水管网的水压和水量能满足生产、生活和消防用水量，且有两条不同的城市给水干管时，可直接向消防系统供水。对于轻危险等级的非重要建筑物场所的自动喷水灭火系统，经与当地消防局协商，可由一条城市给水干管供水。

2）当城镇给水管网直接向消防系统供水时，应测试消防供水时的有效压力，当无试验数据时应按下列公式计算。

$$P_s = KP_J \tag{7.4.3-2}$$

式中 P_s ——为城镇给水管网消防有效压力（MPa）；

K ——折减系数，一般为 0.7 ~ 0.9；

P_J ——城镇给水管网水静压力，是指在附近城镇给水管网干管上的消火栓的静压力（MPa）。

折减系数的取值原则：当城镇给水管网环状干管的管径不小于 DN400 时，宜为 0.90，当城镇给水管网环状干管的管径小于 DN400 时，宜为 0.70。

3）当城镇给水管网直接向消防系统供水时应在入口处设置倒流防止器。

4 高位水塔（箱）

高位水塔（箱）可分为两种形式：一种是高压消防给水系统的一路供水，另一种是可作为临时高压消防给水系统屋顶消防水箱。

1）高压消防给水系统的高位消防水池（重力水箱）：

①作为高压给水系统一路供水的高位水塔（箱）的有效容积应是火灾延续时间内的设计消防用水量。设计计算见第 7.4.3 条第 1 款消防水池的有关内容。

②满足消防给水系统的设计压力要求。

③设置技术要求：

a 参见第 2.8 节的有关内容；

b 当消防用水与其他用水共用水塔时，应有消防水不作他用的技术措施。

2）临时高压消防给水系统屋顶消防水箱

设置临时高压给水系统的建筑物应设置屋顶消防水箱。

①有效容积：

a 高层民用建筑：

一类公共建筑不应小于 $18m^3$；二类公共建筑和一类居住建筑不应小于 $12m^3$；二类居住建筑不应小于 $6m^3$。

b 多层民用建筑和工业建筑：

消防水箱（包括气压水罐、水塔、分区给水系统的分区水箱）应储存初期火灾的消防用水量；当室内消防用水量不超过 25L/s，经计算水箱消防储水量大于 $12m^3$ 时，仍可采用 $12m^3$；当室内消防用水量超过 25L/s 时，经计算水箱消防储水量大于 $18m^3$ 时，仍可采用 $18m^3$。

②有效设置高度：

a 消火栓系统：高位消防水箱的设置高度应保证最不利点消火栓静水压力。当建筑高度不超过 100m 时，高层建筑最不利点消火栓静水压力不应低于 0.07MPa；当建筑高度超过 100m 时，高层建筑最不利点消火栓静水压力不应低于 0.15MPa；对于建筑高度不超过 24m 的多层民用建筑和工业建筑应在建筑物的最高处设置重力自流水箱，且最高一层的消火栓应自流出水。

b 自动喷水系统：

其最低设置高度应保证系统最不利点喷头的最小工作压力。当屋顶消防水箱不能满足上述要求时，应设置稳压泵和稳压气压水罐。

③高位水箱的布置，参见第 2.8 节的有关内容。

3）重力自流的消防水箱应设置在建筑的最高部位；

4）发生火灾后，由消防水泵供给的消防用水不应进入屋顶消防水箱，但高压消防给水系统的重力水箱和消防给水系统的转输水箱允许进水；

5）消防水箱可分区设置，并联给水方式的分区消防水箱容量应与高位消防水箱相同。

5 气压水罐

气压水罐可分为两种形式，第一种是屋顶消防水箱设置高度不能满足第 7.4.3 条第 4 款的规定设置高度时，而设的稳压气压水罐；第二种是代替临时高压消防给水系统屋顶消防水箱的气压水罐。

1）稳压气压水罐

①设置条件：

a 当屋顶消防水箱的高度不能满足本条第 4 款第 2 项的要求，可采用稳压气压水罐稳压；

b 当建筑物无法设置屋顶消防水箱或设置屋顶消防水箱不经济，且消防给水系统采用可靠双电源，或电泵与柴油机泵互为备用时，消防给水系统可采用稳压气压水罐稳压，但须经当地消防局批准。

②稳压气压水罐的调节容量不小于 450L，稳压水容积不小于 50L，最低工作压力 P_1 应为最不利点所需的压力，工作压力比宜为 0.5～0.9。

③设计可选用国家标准图 98S205《消防增压稳压设备选用与安装》。

2）代替屋顶消防水箱的气压水罐

对于 24m 以下的设有中、轻危险等级的自动喷水灭火系统的建筑物，当采用临时高压消防给水系统，且无条件设置屋顶消防水箱时，可采用 5L/s 流量的气压给水设备供应 10min 初期用水量，即气压罐的有效调节容积为 $3m^3$。其他建筑物或其它消防给水系统，其有效容积 V_x 宜按本条第 4 款第 2 项的有关规定设计。但由于所需的气压罐容量较大，故目前较少采用。

6 消防泵

1）消防泵额定流量的确定

建筑物消防给水系统设计流量由室外消火栓系统、室内消火栓系统、自动喷水灭火系统、泡沫灭火系统、水喷雾灭火系统、固定消防炮灭火系统、固定冷却系统等同时作用的消防给水系统的设计流量组成，并应符合下列规定：

①当一个消防给水系统担负两个或两个以上建（构）筑物时，其设计流量应为其中一栋设计流量最大者。

②同时开启的各种消防给水系统的设计流量应按同一保护对象所需要的室外消火栓、室内消火栓系统和自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统、消防炮灭火系统、泡沫灭火系统等确定，当建（构）筑物中有不同的消防对象时，应分别计算，取其中的最大者。

③当消防给水系统与生活、生产给水系统合用时，系统设计流量应为消防给水系统设计流量与生活、生产最大时流量之和。

2）消防泵额定扬程的确定

消防泵的扬程应满足各种灭火系统的压力要求，通常根据各系统最不利点灭火设备所需水压值确定。其计算公式如下：

$$H = (1.05 \sim 1.10)(\sum h + 0.01Z + P_0) \qquad (7.4.3-3)$$

式中 H ——水泵扬程或系统入口的供水压力（MPa）；

1.05～1.10——安全系数，一般根据供水管网大小来确定，当系统管网小时，取1.05，当系统管网大时，取1.10；

Σh ——管道沿程和局部的水头损失的累计值（MPa）；

Z ——最不利点处消防用水设备与消防水池的最低水位或水泵直接从市政管网吸水时吸水管水平中心线之间的高程差（m），当该值高于最不利点处消防用水设备时，Z应取负值；

P_0 ——最不利点处灭火设备的工作压力（MPa）。

3）消防泵的选择：

①临时高压消防给水系统的消防水泵应采用一用一备，或多用一备，但工作泵不应大于3台；备用消防泵的工作能力不应小于其中最大一台消防工作泵的供水能力。当工厂、仓库、堆场和储罐的室外消防用水量小于等于25L/s或建筑的室内消防用水量小于等于10L/s时，可不设置备用泵。

②当为多用一备时，应考虑多台消防泵并联时，流量叠加对消防泵出口压力的影响。

③选择消防泵时，其水泵性能曲线应平滑无驼峰，消防泵零流量时的压力不应超过系统设计额定压力的140%；当水泵流量为额定流量的150%时，此时消防泵的压力不应低于额定压力的65%。

④消防泵电机轴功率应满足水泵流量扬程曲线上任何一点的工作要求。

4）泵房管道系统设计要求：

①一组消防泵，吸水管不应少于两条，当其中一条损坏或检修时，其余吸水管应仍能通过全部水量。几种消防泵吸水管的布置见图7.4.3-3。

②消防泵房应设不少于两条的供水管与环状管网连接，当其中一条出水管检修时，其余的出水管应仍能供应全部用水量。

③消防泵应采用自灌式吸水，吸水管上应装设闸阀或带自锁装置的蝶阀。

④消防泵的出水管上应设止回阀、闸阀或蝶阀。

⑤当市政给水管网能满足消防时用水量要求，且市政部门同意消防泵可从市政环状干管直接吸水时，消防泵应直接从室外给水管网吸水。

消防泵直接从室外管网吸水时，消防泵扬程应按室外管网的最低水压计算，并以室外管网的最高水压校核水泵的工作情况，但应保证室外给水管网压力不低于0.1MPa（从地面算起）。

⑥消防泵吸水管的流速可采用1～1.2m/s（DN<250mm）或1.2～1.6m/s（DN≥250mm）。水泵出水管的流速可采用1.5～2.0m/s。

⑦消防泵出水管的止回阀前应装设试验和检查用压力表和DN65的放水阀门；或在消防水泵房内应统一设置检测消防水泵供水能力的压力表和流量计。压力表的量程宜为消防泵额定压力的3倍，流量计的最大量程应不小于消防泵额定流量的1.75倍。

⑧消防给水系统宜考虑设置防止系统超压的技术措施，如泄压阀等。

5）稳压泵

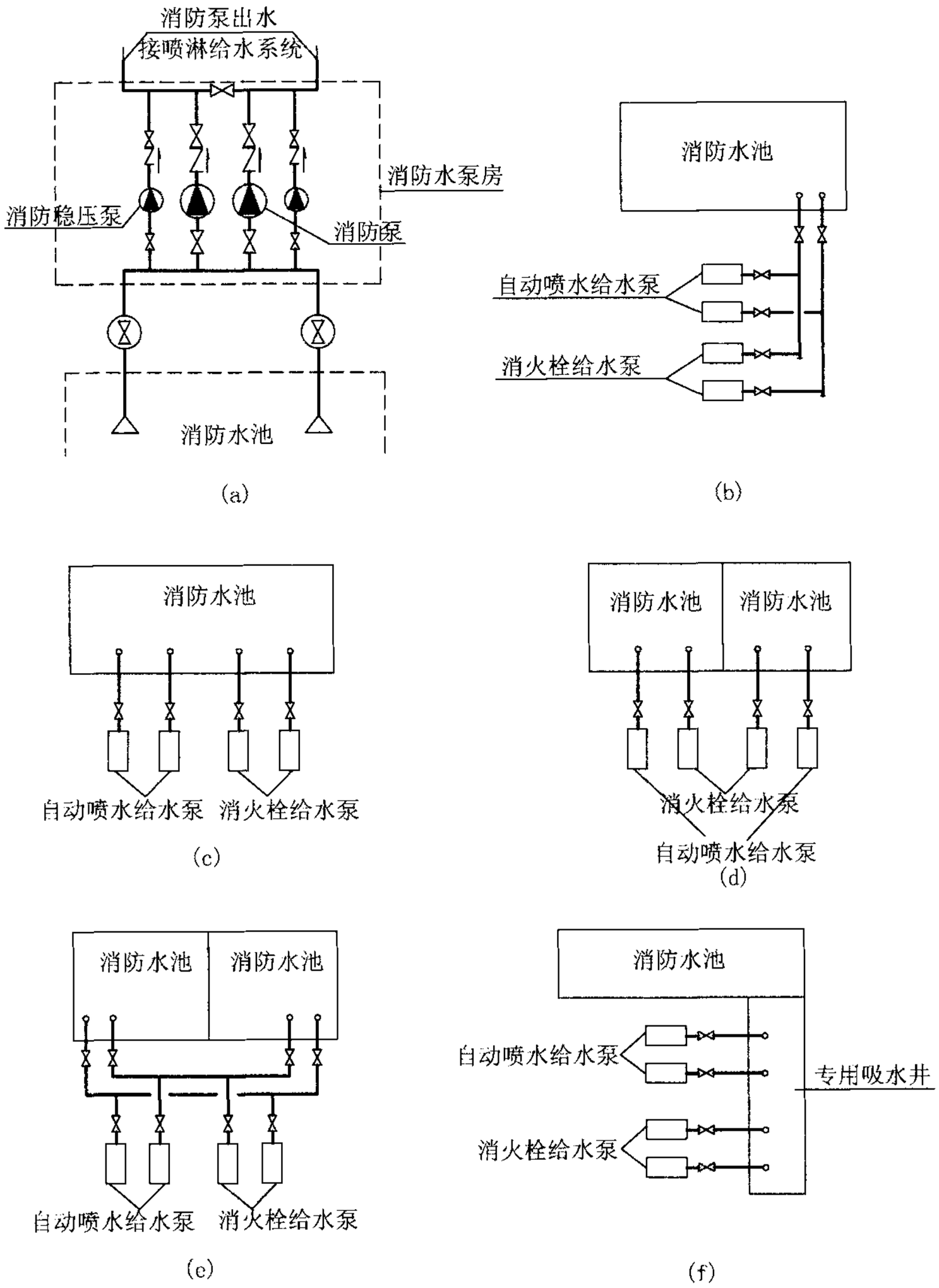


图 7.4.3-3　消防泵吸水管的布置

①稳压泵的设计流量不应小于消防给水系统管网的正常泄漏量或系统自动启动流量，当没有管网泄漏量具体数据时，稳压泵的设计流量宜按消防给水系统设计流量的 1% ~3% 计，但不宜小于 1L/s。

②稳压泵设计工作压力应足够维持系统正常的工作压力以满足系统自动启动和充满水的要求，并应符合下列要求：

a　大于屋顶消防水箱或分区水箱静压；

b　大于消防泵自动启泵压力；

c　当消防泵从市政管网直接吸水时大于市政给水管网的最高压力；

d　大于系统最高最远处水消防设施的静扬程 +0.15MPa 的压力。

③设置稳压泵的临时高压消防给水系统应设置防止稳压泵频繁启停的技术措施，当采用气压水罐时，其调节容积应根据稳压泵启泵次数不大于 15 次/h 计算确定，且其有效储水容积不宜小于 150L。

6） 消防泵的控制

①消防主泵

a　消防泵应保证在火警后 5min 内开始工作，自动启动的消防泵宜在 1.5min 内正常工作，并在火场断电时仍能正常运转。

设有备用泵的消防泵站或泵房，应设备用动力，若采用双电源或双回路供电有困难时，可采用内燃

机作动力。

b 消火栓泵应设消火栓按钮手动启泵，当有自动启泵装置时，可不设置消火栓启泵按钮。

c 自动喷水和水喷雾等自动灭火系统的消防泵宜由室内给水管网上设置低压压力开关和报警阀压力开关两种自动直接启动功能。

d 消防泵房应有强制启停泵按钮；消防控制中心应有手动启泵按钮；消防水池最低水位报警，但不得自动停泵；任何消防主泵不宜设置自动停泵的控制。

②稳压泵

在消防给水系统管网或气压罐上设置稳压泵自动启停压力开关或压力变送器，消防主泵工作时稳压泵应停止工作。

③消防泵组宜设置定时自检装置。

7 消防泵房

1）独立建造的消防泵房耐火等级不应低于二级。附设在建筑物内的消防泵房，应采用耐火极限不低于 2.0h 的隔墙和 1.50h 的楼板与其他部位隔开，并应设甲级防火门。

2）当消防泵房设在首层时，其出口宜直通室外。当设在地下室或其他楼层时，其出口应直通安全出口。

3）消防泵不应设置在有安静要求的房间的附近，如其上、下和毗邻的房间内；否则应采用水泵的隔振和消声技术措施。

4）消防泵的布置、基础、水泵和管道隔振、吸水管和集水坑的设计，以及泵房排水沟、采暖、起重、通风等见第 2.7 及第 2.9 节的有关内容。

7.4.4 消防水泵接合器

1 一般要求

1）消火栓系统：高层建筑、超过四层的库房、设有消防管网的住宅、超过五层的其他非高层民用建筑、人防工程（消防用水总量大于 10L/s）、四层以上多层汽车库和高层汽车库及地下汽车库，其室内消火栓给水系统应设消防水泵接合器。

2）自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统（细水雾灭火系统除外）等其他自动水灭火系统均应设置消防水泵接合器。

3）消防水泵接合器是消防给水系统的一个辅助水源，由消防车供水。

4）消防水泵接合器的数量应按室内消防用水量经计算确定，且不宜少于 2 个。

5）消防车的供水能力，应根据当地消防局提供的资料来设计。

6）当消防车的供水高度不能满足建筑物消防给水系统的压力要求时，应设置消防车供水接力供水泵，可采用临时手抬泵或固定泵。

7）水泵接合器宜分散布置，且应设在室外便于消防车使用和接近的地点。水泵接合器距人防工程出入口不宜小于 5m，距室外消火栓或消防水池的距离宜为 15～40m。

8）水泵接合器宜采用地上式，当采用地下式水泵接合器时，应有明显标志。当采用墙壁式水泵接合器时，其中心高度距室外地坪为 700mm，接合器上部墙面不宜是玻璃窗或玻璃幕墙等易破碎材料，当必须在该位置设置水泵接合器时，其上部应有有效遮挡保护措施。

9）当室内消火栓系统和自动喷水灭火系统或不同消防分区的水泵接合器设置在一起时，应有明显的标志加以区分。

2 消防水泵接合器接力供水泵

1）消防水泵接合器的接力供水泵，宜设置在地下室或避难层，且应满足消防车供水时，接力泵的吸上真空高度不超过 6m。

2）消防水泵接合器的接力供水泵宜采用管网直接吸水的方式加压供水。

3）消防水泵接合器的接力供水泵宜选用柴油机泵。

7.4.5 局部自动喷水灭火系统

1 局部应用系统应设报警控制装置。报警控制装置应具有显示水流指示器、压力开关及水泵、信号阀等组件状态和输出启动水泵控制信号的功能。不设报警阀组或采用消防加压水泵直接从城市供水管吸水的局部应用系统，应采取压力开关联动消防水泵的控制方式。不设报警阀组的系统可采用电动警铃报警。

2 当室内消火栓水量能满足局部应用系统用水量时，局部应用系统可与室内消火栓合用室内消防用水量、稳压设施、消防水泵及供水管道等。当不满足时应符合本条第 3 款的要求。

3 无室内消火栓的建筑或室内消火栓系统设计供水量不能满足局部应用系统要求时，局部应用系统的供水应符合下列规定：

1）城市供水能够同时保证最大生活用水量和系统的流量与压力时，城市供水管可直接向系统供水；

2）城市供水不能同时保证最大生活用水量和系统的流量与压力，但允许水泵从城市供水管直接吸水时，系统可设直接从城市供水管吸水的消防加压水泵；

3）城市供水不能同时保证最大生活用水量和系统的流量与压力，也不允许从城市供水管直接吸水时，系统应设储水池（罐）和消防水泵，储水池（罐）的有效容积应按系统用水量确定，并可扣除系统持续喷水时间内仍能连续补水的补水量；

4）可按三级负荷供电，且可不设备用泵；

5）应采取防止污染生活用水的措施。

7.5 消防给水管材、管件及其敷设

7.5.1 管材及管件的主要要求

1 管材

1）自动喷水灭火系统和水喷雾灭火系统报警阀以前的管道、消火栓系统给水管，架空时应采用内外壁热浸镀锌钢管；埋地时应采用球墨铸铁管，自动喷水灭火系统和水喷雾灭火系统报警阀以后的管道可采用热浸镀锌钢管、铜管、不锈钢管及钢涂塑、不锈钢衬塑等管道。

2）消防给水管道当采用钢管时应符合表 7.5.1 所列标准，当压力小于等于 2MPa 时，最小壁厚应符合下列要求：

①采用焊接、法兰连接或螺纹连接时：

当管径小于等于 DN125，最小管壁序列号为 Sch20 钢管；

当管径为 DN150，最小管壁厚为 3.4mm；

当管径为 DN200 及 DN250 时，最小管壁厚为 4.78mm。

②采用卡箍连接时：

当管径大于等于 DN100，最小管壁序列号为 Sch30 钢管；

当管径小于 DN100，最小管壁序列号为 Sch40 钢管。

3）热浸镀锌焊接钢管分为普通钢管、加厚钢管和无缝钢管，当系统压力小于等于 1.0MPa 时，可采用热浸镀锌焊接普通钢管；当系统压力大于 1.0MPa 小于 1.6MPa 时，应采用热浸镀锌焊接加厚钢管；当系统压力大于 1.6MPa 时，应采用热浸镀锌无缝钢管；一般情况下管壁的壁厚可根据本款第 2 项确定。

4）当喷头为 60°锥管螺纹（NT）时，宜采用热浸镀锌无缝钢管。

2 管材及管件的主要标准：

各种消防给水管材及管件标准见表 7.5.1。

表 7.5.1 消防给水管材及管件标准

序号	标准	管材及管件
1	GB/T 3091	低压流体输送用镀锌焊接钢管
2	GB/T 3092	低压流体输送用焊接钢管
3	GB/T 8163	输送流体用无缝钢管
4	GB/T 8714	梯唇型橡胶圈接口铸铁管
5	GB/T 8715	柔性机械接口铸铁管件
6	GB/T 13294	球墨铸铁管件
7	GB/T 13295	离心铸造球墨铸铁管
8	GB/T 1496	流体输送用不锈钢无缝钢管
9	CJ/T 156	沟槽式管接头

7.5.2 管道敷设的技术要求

1 管道接口

1）管道的连接方式有：卡箍连接、螺纹连接、法兰连接和焊接连接。系统管道的连接镀锌钢管应采用沟槽式连接件（卡箍）、螺纹或法兰连接。报警阀前采用内壁不防腐钢管时，可焊接连接。系统中管径 DN≤80mm 时，采用螺纹连接，管径 DN＞80mm 时，可采用卡箍连接、法兰连接或焊接。因卡箍连接要求的施工空间小，便于维修，是目前最佳的连接方式。

2）沟槽式（卡箍）连接：

①沟槽式连接件（管接头）和钢管沟槽深度应符合建设部行业标准《沟槽式管接头》CJ/T 156 的规定。公称直径 DN≤250mm 的沟槽式管接头的最大工作压力为 2.5MPa，公称直径 DN≥300mm 的沟槽式管接头的最大工作压力为 1.6MPa。

②有振动的场所和埋地管道应采用柔性接头，其它场所宜采用刚性接头，当采用刚性接头时，每隔 4～5 个刚性接头应设置一个柔性接头。

③当采用机械三通、四通接头时，其开孔大小和开孔间距不应影响被开孔管道的强度。通常开孔最大直径宜小于被开孔管道直径的 1/2；当开孔直径大于被开孔管道直径的 1/2 时，宜采用卡箍三通、四通管件。

④开孔间距与开孔大小有关，一般不宜小于 2m。沟槽式连接与其它型式的接口连接时应采用转换接头。

⑤采用卡箍连接的管道变径时，宜采用卡箍异径接头；在管道弯头处不得采用补芯；当需要采用补芯时，三通上可用一个，四通上不应超过两个；公称直径大于 50mm 的管道不宜采用活接头。

3）螺纹连接：

①系统中管径小于 DN100 的热浸镀锌钢管或热浸镀锌无缝钢管均可采用螺纹连接，当系统采用热浸镀锌钢管时，其管件可采用锻铸铁螺纹管件（GB 3287～3289）；当系统采用热浸镀锌无缝钢管时，其管件可采用锻钢制螺纹管件（GB/T 14626）。

②钢管壁厚 δ＜Sch30（DN≥200）或钢管壁厚 δ＜Sch40（DN＜200），均不得使用螺纹连接件连接。

③当管道采用 55°锥管螺纹（Rc 或 R）时，螺纹接口可采用聚四氟带密封，密封带应在阳螺纹上施加；当管道采用 60°锥管螺纹（NPT）时，宜采用密封胶作为螺纹接口的密封。

④管径大于 DN50 的管道不得使用螺纹活接头，在管道变径处应采用单体异径接头。

4）焊接或法兰连接：

①法兰类型根据连接形式可分为：平焊法兰、对焊法兰和螺纹法兰等，法兰选择必须符合钢制管法

兰（GB9112～9131）；钢制对焊无缝管件（GB/T 12459）；管法兰用聚四氟乙烯包覆垫片（GB/T 13404）标准。

②热浸镀锌钢管若采用法兰连接，应选用螺纹法兰。系统管道采用内壁不防腐管道时，可焊接连接。管道焊接应符合《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236。

5）任何管段需要改变管径时，均应使用符合标准的异径管接头和管件。

2 管道的安装

1）管道安装时，管道的中心线与梁、柱、楼板等的最小距离应符合表 7.5.2－1 的规定：

表 7.5.2－1 管道的中心线与梁、柱、楼板等的最小距离

公称直径（mm）	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
距离（mm）	40	40	50	60	70	80	100	125	150	200

2）消防给水管穿过建筑物墙、楼板或构筑物墙壁时，应采取下列防护措施：

①穿地下室外墙和构筑物墙壁时，应设防水套管。

②穿过建筑物承重墙或基础时，应预留洞口，洞口高度应保证管顶上部净空不得小于建筑物的沉降量，一般不小于 0.1m，并填充不透水的弹性材料。

③如必须穿过伸缩缝及沉降缝时，应采用波纹管、橡胶短管和补偿器等方法处理。

3）消防给水管如有可能发生结冻时应采取保温措施，采用电伴热保温或在管外壁缠包岩棉管壳、玻璃纤维管壳、石棉管壳、B1 级聚乙烯泡沫管壳等材料。

4）消防给水管采用钢管时，通过或敷设在下列部位应采取如下防护措施：

①通过及敷设在有腐蚀性气体的房间（如酸洗车间、电镀车间、电瓶充电间等）内时，管外壁应刷防腐漆或缠绕防腐材料。

②埋地及敷设在垫层内的镀锌钢管或非镀锌钢管，如地下水无腐蚀性时，管外壁涂沥青漆；如地下水有腐蚀性时，管外壁采取加强防腐（如一布两油或二布三油）。

3 管道的支（吊）架

1）设计的吊架在管道的每一支撑点处应能承受 5 倍于充满水的管重，另加 114kg 的荷载，且这些支撑点应支撑整个自动喷水灭火系统。

2）管道支（吊）架的支撑点宜设在建筑的结构上，如梁，柱，楼板等，其结构在管道悬吊点应能承受充满水管道重量另加至少 114kg 的阀门、法兰和接头等附加荷载，充水管道的参考重量见表 7.5.2－2。

表 7.5.2－2 充水管道的参考重量

公称直径（mm）	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
保温管道（kg/m）	15	18	19	22	27	32	41	54	66	103
不保温管道（kg/m）	5	7	7	9	13	17	22	33	42	73

注：1 计算管重量按 10kg 化整，不足 20kg 按 20kg 计算

2 表中管重不包括阀门重量

3）支（吊）架的设置应符合下面的要求：

①支架与吊架的位置不应影响喷头的喷水效果，一般吊架距直立喷头不应小于 300mm，距末端喷头距离不应大于 750mm；当喷头处的最大压力超过 0.6MPa 且由吊顶上方的配水支管向位于吊顶下的下垂型喷头供水时，与无支撑喷头或短立管连接的管段悬臂长不超过 300mm。

②管道支架或吊架的间距应不大于表 7.5.2－3 的要求；若管道穿梁安装时，穿梁处可作为一个吊架考虑。

③相邻两喷头之间的管段上至少应设 1 个支（吊）架，当喷头间距小于 1.8m 时，可隔一个喷头设一个吊架，但支（吊）架最大间距不应大于 3.6m。

表 7.5.2-3 管道支架或吊架的间距

管径（mm）	25	32	40	50	65	80
间距（m）	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0
管径（mm）	100	125	150	200	250	300
间距（m）	6.5	7.0	8.0	9.5	11.0	12.0

④每 2 根支管间的水平主管上至少应设 1 个支（吊）架。

⑤沿屋面坡度布置的配水支管，当坡度大于 1:3 时，应采取防滑措施（加点焊箍套），以防短立管与配水管受扭折推力。

⑥当喷水管道安装于通风管道之下时，管道应由建筑的结构支撑；当通风管道支撑具备同时支撑风管及本款第 1 项所述荷载的能力时，喷水管道也可利用其支撑。

4）当自动喷水管安装在轻质钢结构屋面下时，需在屋面安装的同时在檩条和梁柱上预埋吊架，或吊架根部，或预埋件，使在管道安装时不破坏屋面的整体结构。如不预埋吊架或其部件，则应采用特殊的加紧部件代替吊架根部。在实际工程设计中，应事先与结构专业商定钢结构的支吊架的生根部位，和预留螺检孔，在无法利用预留螺检孔时，应采用梁柱抱固和夹紧件来做支吊架的生根，不得采用焊接。

5）为了防止喷水时管道沿管线方向晃动，故在下列部位设置（固定）防晃支架：

①配水管一般在中点设一个（固定）防晃支架（管径在 DN50 及以下时可不设）。

②配水干管及配水管，配水支管的长度超过 15m（包括管径为 DN50 的配水管及配水支管），每 15m 长度内最少设 1 个（固定）防晃支架（管径小于等于 40 的管段可不算在内）。

③管径大于 DN50 的管道拐弯处（包括三通及四通位置）应设 1 个（固定）防晃支架。

④（固定）防晃支架的强度，应能承受管道，配件及管内水的重量和 50% 的水平方向推力而不损坏或产生永久变形。当管道穿梁安装时，若管道再用紧固件固定于混凝土结构上，则可作为 1 个防晃支架处理。

⑤（固定）防晃支架的选用可参照国家标准图 03S402《室内管道支架及吊架》。

4 地震区管道保护

1）地震区的消防给水管道采用如下几种方式保护自身不受地震损害：

①可通过使用柔性接头或者间隙来减小由于建筑物晃动对管道所造成的压力。

②用支架将管道牢固地固定在建筑上，当建筑物发生晃动时使其与建筑物成为一个整体。

2）在许多情况下，通过增加消防给水管道主要部件的灵活性，能很大程度上地减小作用于管道上的拉力，从而减小损害。供水管道的一部分应永远被牢固固定，而另一部分可以自由活动设有减小拉力的措施。灵活性可通过以下方法实现，使用规定的连接器，在最不利部位管端卡箍连接，允许与墙壁和地板存有间隙。

3）当系统管道穿越连接地面以上部分建筑物的地震接缝时，无论管径大小，均应设带柔性配件的地震分离装置。

4）所有穿越墙，楼板，平台以及基础的管道，包括泄水管，水泵接合器连接管及其他辅助管道的周围应留有间隙。

①管道周围的间隙，DN25 ~ DN80 管径的管道，不应小于 25mm，DN100 及以上管径的管道，不应小于 50mm。

②但当采用管道套管时，管径 DN25 ~ DN80 的管道，其套管的管径应增加 50mm；管径等于或大于 DN100 的管道，其套管的管径应增加 100mm；当管道穿过没有耐火等级要求的水泥板或类似的易碎结构时，不必留间隙；当柔性接头距离墙，平台，基础小于 0.3m 时，管道可不留间隙。

③间隙内应填充防火柔性材料，如腻子等，以便防止火灾中的烟气传入其他区域。

5）竖向支撑：

①系统管道应有承受横向和纵向水平载荷的支撑。

②竖向支撑应牢固且同心，支撑的所有部件和配件应在同一直线上，以避免不同心载荷作用于配件和紧固件上。

③对供水主管，竖向支撑的间距不应大于 24m。

④立管的顶部应采用四个方向的支撑固定，以防止任何方向的移动。

⑤横向敷设的供水主管固定支架的间距不应大于 12m。

5 系统试压和冲洗：

系统安装完毕后，应对管网进行强度试验、严密性试验和冲洗。

管网强度试验、严密性试验宜用水进行，但对干式喷水灭火系统、预作用喷水灭火系统必须既作水压试验又作气压试验；在冰冻季节，如进行水压试验有困难时，可用气压试验代替。

1）系统的水源干管，进户管和室内地下管道应在回填隐蔽前，单独或与系统一起进行强度试验和严密性试验。

2）系统管网经试压合格后，应分段用水进行冲洗。冲洗的顺序是先室外，后室内；先地下，后地上；室内部分应按配水干管，配水支管的顺序进行。

3）管网冲洗前，应对系统仪表采取保护措施，并将止回阀、报警阀等拆下，冲洗工作结束后应及时复位。

4）系统的压力试验，应先做进水引入管，再做室内系统。

5）水压试验：

①水压试验宜用生活用水进行，不得使用海水或有腐蚀性化学物质的水。水压试验宜在环境温度 5°C 以上进行，否则应有防冻措施。

②水压试验压力 P_t 要求：

a 系统设计工作压力 P≤1.0MPa 时，$P_t = 1.5P$ 且不小于 1.4MPa；

b 系统设计工作压力 P>1.0MPa 时，$P_t = P + 0.4MPa$；

c 水压强度试验的测试点应设在系统管网最低点，对管网注水时，应将空气排净，然后缓慢升压，达到试验压力后，稳压 30min，目测无泄漏、无变形、压降 ΔP≤0.05MPa 为合格。

6）气压试验：

①气压试验的介质宜采用空气或氮气。

②压严密性试验压力为 0.28MPa，稳压 24h 压力降不应超过 0.01MPa，即为合格。

7.6 气体灭火系统和干粉灭火装置

7.6.1 一般规定

1 因保护大气臭氧层，而淘汰灭火效率较高的卤代烷灭火剂 1301 和 1211。因二氧化碳灭火系统对人有致命的危害，一般很少在民用建筑中应用，因此本节仅推荐三氟甲烷（HFC－23）、七氟丙烷（HFC－227ea）和惰性气体（IG541）等洁净气体，以及干粉灭火装置。

2 洁净气体灭火系统可用于扑救下列火灾：电气火灾、液体火灾或可熔化的固体火灾、灭火前应能切断气源的气体火灾、固体表面火灾。

3 洁净气体灭火系统不适用于扑救下列物质的火灾：含氧化剂的化学制品及混合物，如硝化纤维、硝酸钠等；活泼金属，如钾、钠、镁、钛、锆、铀等；金属氢化物，如氢化钾、氢化钠等；能自行分解的化学物质，如过氧化氢、联胺；可燃固体物质的深位火灾等。

7.6.2 灭火剂的性能

1 灭火剂的组分

1）七氟丙烷和三氟甲烷的组成如下：要求的摩尔纯度最小为99%，酸的含量相当于HCl的重量含量不大于3mg/L，水的重量含量最大为0.001%，无效的剩余杂质最大为0.05g/mL。

2）IG－541，是由52%的氮气N_2、40%的氩气Ar和8%的二氧化碳CO_2组成，其混合气体的组成如下：主要气体体积百分比为：N_2－52% ±4%，Ar－40% ±4%，CO_2－8% +1% －0.0%，水的重量含量小于0.005%。

2 灭火性能

1）三氟甲烷，分子式为CHF_3，HFC－23，NOAEL（未观察到在生理上或毒性反应上产生影响的最高浓度）浓度为50%，LOAEL（可观察到在生理上或毒性反应上产生影响的最低浓度）浓度是大于50%，LC50（有50%的试验小鼠致死在暴露4h的灭火剂浓度）为大于65%，设计灭火浓度为不低于15.6%，其储存压力为4.7MPa，输送距离不宜超过60m。

2）七氟丙烷分子式为CF_3CHFCF_3，HFC－227ea，NOAEL浓度为9.0%，LOAEL浓度为大于10.5%，LC50为大于80%，设计灭火浓度为7.5% ~10%；其储存压力有3种，即2.4MPa、4.2MPa和5.6MPa；一般其输送距离不宜大于30m，当采用4.2MPa和5.6MPa时，输送距离略大一些。背压系统最大输送距离可为200m。

3）IG－541的NOAEL浓度为43%，LOAEL浓度是大于52%。气体目前的储存压力有2种规格，一种是15.0MPa，另一种是20.0MPa；目前这种气体的储存压力较高，系统管网计算复杂化，最大输送距离不宜超过为150m。

7.6.3 防护区

1 防护区宜为单个封闭空间，当同一区间的吊顶和地板下空间需同时保护时，可作为一个防护区；

2 当采用管网系统时，一个防护区的面积不宜大于800m^2，容积不宜大于3600m^3；

3 当采用预制灭火系统时，一个防护区的面积不宜大于500m^2；容积不宜大于1600m^3；经认证的几个预制灭火系统同时保护一个防护区时，防护区面积可适当增加。

4 防护区的最低环境温度不应低于－10℃，且防护区的最高环境温度不应于50℃。

5 防护区围护结构及门窗的耐火极限均不应低于0.5h；吊顶的耐火极限不应低于0.25h；围护结构所能承受内压的允许压强不宜低于1.2kPa。

6 防护区灭火时应保持封闭条件，除泄压口以外的其他开口（如排烟口、通风口等），应能在喷放洁净气体前自动关闭。

7 防护区应设泄压口，泄压口宜设在外墙或屋顶，并应位于防护区净高的2/3以上。

8 洁净气体灭火系统防护区泄压口面积应按下列公式计算：

$$F_f = \frac{KQ_x}{P_f^{1/2}} \tag{7.6.3}$$

式中 F_f——泄压口面积（m^2）；

K——泄压口面积系数，不同的灭火剂其系数见表7.6.3；

Q_x——洁净气体在防护区的喷放速率，单位及计算方法见表7.6.3；

P_f——围护结构承受内压的允许压强（Pa）。

表7.6.3 泄压口面积计算参数表

灭火剂名称		IG－541	HFC－227ea	HFC－23
泄压口面积系数K		1.1	0.15	0.0872
洁净气体在防护区的喷放速率	计算公式	Q_x=2.7W/t	Q_x=W/t	Q_x=W/t
	单位	kg/s	kg/s	m^3/s

7.6.4 洁净气体灭火剂设计用量

1 一般规定

1）采用气体灭火系统保护的防护区，其灭火设计用量或惰化设计用量，应根据防护区内可燃物相应的灭火设计浓度或惰化设计浓度经计算确定。

2）有爆炸危险的气体、液体类火灾的防护区，应采用惰化设计浓度；无爆炸危险的气体、液体类火灾和固体类火灾的防护区，应采用灭火设计浓度。

3）几种可燃物共存或混合时，灭火设计浓度或惰化设计浓度，应按其中最大的灭火设计浓度或惰化设计浓度确定。

4）两个或两个以上的防护区采用组合分配系统时，一个组合分配系统所保护的防护区不应超过 8 个。

5）组合分配系统的灭火剂储存量，应按储存量最大的防护区确定。

6）灭火系统的灭火剂储存量，应为防护区的灭火设计用量与储存容器内的灭火剂剩余量和管网内的灭火剂剩余量之和。

7）灭火系统的储存装置 72h 内不能重新充装恢复工作的，应按系统原储存量的 100% 设置备用量。

8）灭火系统的设计温度，应采用 20℃。

9）同一集流管上的储存容器，其规格、充压压力和充装量应相同。

10）同一防护区，当设计两套或三套管网时，集流管可分别设置，系统启动装置必须共用。各管网上喷头流量均应按同一灭火设计浓度、同一喷放时间进行设计。

11）管网上不应采用四通管件进行分流。

12）喷头的保护高度和保护半径，应符合下列规定：

①最大保护高度不宜大于 6.5m；

②最小保护高度不应小于 0.3m；

③喷头安装高度小于 1.5m 时，保护半径不宜大于 4.5m；

④喷头安装高度不小于 1.5m 时，保护半径不应大于 7.5m。

13）喷头宜贴近防护区顶面安装，距顶面的最大距离不宜大于 0.5m。

14）一个防护区设置的预制灭火系统，其装置数量不宜超过 10 台。

15）同一防护区内的预制灭火系统装置多于 1 台时，必须能同时启动，其动作响应时差不得大于 2s。

16）三种气体灭火系统的灭火设计浓度不应小于灭火浓度的 1.3 倍，惰化设计浓度不应小于惰化浓度的 1.1 倍。

2 设计用量

1）三氟甲烷（HFC－23）设计用量

①防护区灭火设计用量应按下式计算：

$$W = k\frac{1}{S}\left(\frac{C}{100-C}\right)V \qquad (7.6.4-1)$$

式中 W——三氟甲烷灭火（惰化）设计用量（kg）；

k——海拔高度修正系数，见表 7.6.4－1；

V——防护区的净容积（m^3）；

C——三氟甲烷的灭火设计浓度或惰化设计浓度（%）；

S——三氟甲烷过热蒸汽在 101kPa 和防护区最低环境温度下的比容（m^3/kg），按下式计算：

$$S = 0.3164 + 0.0012T;$$

T——防护区最低环境温度（℃）。

②管网及容器瓶内的剩余量按设计用量的 1% ~2% 考虑。

③系统的灭火剂用量，应为防护区灭火设计用量与系统中喷放不尽的剩余量之和。

表7.6.4-1 海拔高度修正系数

海拔高度（m）	修正系数 k
-1000	1.130
0	1.000
1000	0.885
1500	0.830
2000	0.785
2500	0.735
3000	0.690
3500	0.650
4000	0.610
4500	0.565

④确定灭火剂设计浓度时应符合以下规定：

a 有关可燃物的灭火设计浓度，可按表7.6.4-2～表7.6.4-4的规定取值；表中未给出的，应经试验确定。

表7.6.4-2 部分可燃物火灾的三氟甲烷参考灭火浓度和设计浓度

燃料	灭火浓度（%）	最小设计浓度（%）
庚烷	12.9（NFPA2001-2000）	16.8
	12（ISO15420）	15.6
A类物体表面	15	19.5

表7.6.4-3 部分可燃物火灾的三氟甲烷参考灭火浓度和设计浓度

燃料	灭火浓度（%）	最小设计浓度（%）
丙酮	12.0	15.6
庚烷	12.0	15.6
甲醇	16.3	21.2
甲苯	9.2	12.0

表7.6.4-4 部分可燃物火灾的三氟甲烷的最小设计浓度

燃料	最小设计浓度（%）
甲烷	22.2
丙烷	22.2

b 图书、档案、票据、文物资料库、国家重点文物保护单位等防护区，三氟甲烷的设计灭火浓度宜采用19.5%。

c 油浸变压器室、带油开关的配电室和自备发电机房、电力控制室等防护区，三氟甲烷的灭火设

计浓度宜采用 16.8%。

d 通讯机房、电子计算机房、电话局交换室、UPS 室等防护区，三氟甲烷的灭火设计浓度宜采用 16.8%。

⑤三氟甲烷灭火时的浸渍时间不宜小于 10min。

2） 七氟丙烷设计用量

①七氟丙烷灭火剂设计用量应按下式计算：

$$W = k\frac{1}{S}\left(\frac{C}{100-C}\right)V \qquad (7.6.4-2)$$

式中 W ——防护区七氟丙烷灭火（或惰化）设计用量（kg）；

k ——海拔高度修正系数，见表 7.6.4－1；

C ——七氟丙烷灭火设计浓度或惰化设计浓度（%）；

V ——防护区的净容积（m^3）；

S ——七氟丙烷过热蒸气在 101kPa 和防护区最低环境温度下的比容（m^3/kg），按下式计算：

$S = 0.1269 + 0.000513T$。

②管网及容器瓶内的剩余量按设计用量的 1% ~2% 考虑。

③系统的灭火剂储存量，应为防护区灭火设计用量与系统中喷放不尽的剩余量之和。

④确定灭火剂设计浓度时应符合以下规定：

a 有关可燃物的灭火和惰化浓度，可按表 7.6.4－5 和表 7.6.4－6 的规定取值；表中未给出的，应经实验确定，固体表面火灾的灭火浓度为 5.85%。

表 7.6.4－5 部分可燃物火灾的七氟丙烷灭火浓度

可燃物	灭火浓度（%）	可燃物	灭火浓度（%）
甲烷	6.2	异丙醇	7.3
乙烷	7.5	丁醇	7.1
丙烷	6.3	甲乙酮	6.7
庚烷	5.8	甲基异丁酮	6.6
正庚烷	6.5	丙酮	6.5
硝基甲烷	10.1	环戊酮	6.7
甲苯	5.1	四氢呋喃	7.2
二甲苯	5.3	吗啉	7.3
乙腈	3.7	汽油（无铅，7.8% 乙醇）	6.5
乙基醋酸酯	5.6	航空燃料汽油	6.7
丁基醋酸酯	6.6	2 号柴油	6.7
甲醇	9.9	喷气式发动机燃料（－4）	6.6
乙醇	7.6	喷气式发动机燃料（－5）	6.6
乙二醇	7.8	变压器油	6.9

表 7.6.4-6 部分可燃物的七氟丙烷惰化浓度

可燃物	惰化浓度（%）
甲烷	8.0
二氯甲烷	3.5
1.1-二氯甲烷	8.6
1-氯-1.1-二氯甲烷	2.6
丙烷	11.6
1-丁烷	11.3
戊烷	11.6
乙烯氧化物	13.6

b 图书、档案、票据和文物资料库等防护区，灭火设计浓度宜采用 10%。

c 油浸变压器室、带油开关的配电室和自备发电机房等防护区，灭火设计浓度宜采用 9%。

d 通讯机房和电子计算机房等防护区，灭火设计浓度宜采用 8%。

⑤七氟丙烷灭火浸渍时间应符合下列规定：

a 木材、纸张、织物等固体表面火灾，宜采用 20min；

b 通讯机房、电子计算机房内的电气设备火灾，应采用 5min；

c 其他固体表面火灾，宜采用 10min；

d 气体和液体火灾，不应小于 1min。

3）惰性气体（IG-541）设计用量

①惰性气体灭火剂设计用量按下式计算：

$$W = k\frac{V}{S}\ln\left(\frac{C}{100-C}\right) \tag{7.6.4-3}$$

式中 W——灭火设计用量或惰化设计用量（kg）；

C——灭火设计浓度和惰化设计浓度（%）；

k——海拔高度修正系数，见表 7.6.4-1；

V——防护区净容积（m^3）；

S——灭火剂气体在 101kPa 大气压和防护区最低环境温度下的比容（m^3/kg），$S = 0.6575 + 0.0024T$；T 为防护区内预期最低环境温度（℃）。

②管网及容器瓶内的剩余量按设计用量的 1%～2% 考虑。

③系统的灭火剂储存量，应为防护区灭火设计用量及系统灭火剂剩余量之和，系统灭火剂剩余量按下式计算：

$$W_s \geqslant 2.7V_0 + 2V_p \tag{7.6.4-4}$$

式中 W_s——系统灭火剂剩余量（kg）；

V_0——系统全部储存容器的总容积（m^3）；

V_p——管网的管道内容积（m^3）。

④确定灭火剂设计浓度时应符合以下规定：

a 固体表面火灾的灭火浓度为 28.1%，有关可燃物的灭火浓度和惰化浓度，可按表 7.6.4-7 和表 7.6.4-8 的规定取值；

表 7.6.4－7 IG－541 灭火浓度

可燃物	灭火浓度（%）	可燃物	灭火浓度（%）
甲烷	15.4	丙酮	30.3
乙烷	29.5	丁酮	35.8
丙烷	32.3	甲基异丁酮	32.3
戊烷	37.2	环已酮	42.1
庚烷	31.1	甲醇	44.2
正庚烷	31.0	乙醇	35.0
辛烷	35.8	1－丁醇	37.2
乙烯	42.1	异丁醇	28.3
醋酸乙烯脂	34.4	普通汽油	35.8
醋酸乙脂	32.7	航空汽油 100	29.5
二乙醚	34.9	Avtur（JetA）	36.2
石油醚	35.0	2 号柴油	35.8
甲苯	25.0	真空泵油	32.0
乙腈	26.7		

表 7.6.4－8 IG－541 惰化浓度

燃料	惰化浓度（%）
甲烷	43
丙烷	49

b 扑灭可燃液体火灾、电气火灾的最小设计浓度应为 40%

c 可熔化固体火灾、可燃固体的表面火灾、电气火灾的最小设计浓度应为 37.5%；

⑤IG－541 灭火时的浸渍时间如下：

a 木材、纸张、织物等固体表面火灾，宜采用 20min；

b 通讯机房、电子计算机房内的电气设备火灾，宜采用 10min；

c 其他固体表面火灾，宜采用 10min。

7.6.5 系统选择与管网计算

1 系统选择

1）气体灭火系统根据灭火剂释放范围可分为全淹没系统和局部应用系统两种。

2）根据管网是否要设计人进行水力计算而分为预制灭火系统和管网灭火设计系统两种。

3）预制系统是指通过试验，并经权威机构认证的气体灭火系统，一般其灭火剂用量、保护面积和管网均不可变更。

4）管网灭火系统是工程技术人员根据工程实际情况，经设计计算确定系统的保护面积、灭火剂储存量、管网、喷头等。

5）在工程实践中应采用全淹没灭火系统，小空间宜采用预制灭火系统，大空间应采用管网灭火系统。

6）备压式七氟丙烷灭火系统最大输送距离可达 200m，适用于较大空间和远距离输送的保护区。

2 管网计算

1）一般原则：

①三氟甲烷、七氟丙烷在管道中是以气液两相流流动，计算应按照气液两相流流体力学计算；而

IG－541 是单一气相流流动，计算应按照单相流流体力学计算。

②系统管网计算时，应采用防护区的正常环境温度。

③计算公式应采用权威机构发布或经认证机构的认证的计算机软件计算，设计单位对灭火剂用量计算负责，产品供应商应对水力计算结果负责。

④储存容器应能承受最高环境温度下灭火剂的储存压力，储存容器上应设泄压装置。泄压动作压力值应符合表 7.6.5 的规定：

表 7.6.5　不同灭火剂储存容器上泄压装置的动作压力值（MPa）（20℃）

名称	储存压力	泄压动作压力值
IG－541	15.0	20.7 ±1.0
	20.0	27.6 ±1.4
七氟丙烷	2.5	5.0 ±0.25
	4.2	8.4 ±0.42
	5.6	10.0 ±0.50
三氟甲烷	4.2	6.8 ±0.34

2） 三氟甲烷

①系统设计与管网计算的设计额定温度，应采用 20℃。三氟甲烷由于蒸汽压较高，常温（20℃）下具有 4.2MPa 的储存压力。

②储存容器中三氟甲烷的充装率，不应大于 860kg/m^3。

③系统管网的管道内容积，不应大于该系统三氟甲烷充装容积量的 80%。

④三氟甲烷喷嘴出口前的压力不宜小于 1.0MPa，且不应低于 0.75MPa。

⑤喷嘴的数量和口径应满足喷嘴最大保护半径和灭火剂喷放量的要求。

⑥喷嘴的最大安装高度不宜超过 5.0m，超过 5.0m 时应在高度方向另外加设喷嘴。

⑦管网布置宜设计为均衡系统。均衡系统管网应符合下列规定：

a　各个喷头，应取相等设计流量；

b　在管网上，从第 1 分流点至各喷头的管道阻力损失，其相互间的最大差值不应大于 10%。

⑧三氟甲烷的喷放时间不应大于 10s。

⑨管网应采用三通管件进行水平分流，其侧向出口必须为两路分流中较小部分。

3） 七氟丙烷

①七氟丙烷依靠 N_2 增压灭火，储存压力有 2.4MPa、4.2MPa 和 5.6MPa 三种。

②储存容器中七氟丙烷的充装率，不应大于 1150kg/m^3。

③喷头工作压力 P_c 的计算结果应有 $P_c \geqslant P_m/2$（P_m 为中期状态工作压力），并应符合下列规定：

a　一级增压储存容器的系统 $P_c \geqslant 0.6$MPa（绝对大气压）；

b　二级增压储存容器的系统 $P_c \geqslant 0.7$MPa（绝对大气压）；

c　三级增压储存容器的系统 $P_c \geqslant 0.8$MPa（绝对大气压）。

④喷嘴的数量和口径应满足喷嘴最大保护半径和灭火剂喷放量的要求。

⑤喷嘴的最大安装高度不宜超过 5.0m，超过 5.0m 时应在高度方向另外加设喷嘴。

⑥管网布置宜设计为均衡系统，并应符合下列规定：

a　喷头设计流量应相等；

b　管网的第 1 分流点至各喷头的管道阻力损失，其相互间的最大差值不应大于 20%。

⑦管网应采用三通管件进行水平分流，其侧向出口必须为两路分流中较小部分。

⑧在通讯机房和电子计算机房等防护区，设计喷放时间不应大于 8s；在其它防护区，设计喷放时

间不应大于 10s。

⑨备压式七氟丙烷灭火系统管网设计应符合下列规定：

a 灭火剂输送管道不得采用四通分流，应采用三通分流。采用三通分流时，三通前后的直管段长度不得小于管径的 6 倍；

b 喷头应采用专用喷头；

c 喷头工作压力 Pc 的计算结果 Pc≥0.6MPa（绝对大气压）；

d 最大输送距离不宜大于 200m；

e 宜采用均衡管网系统。

4）惰性气体（IG－541）。

①当 IG－541 混合气体灭火剂喷放至设计用量的 95% 时，其喷放时间不应大于 60s 且不应小于 48s。

②喷嘴工作压力应符合列下规定：

a 一级充压（15MPa）系统，P_c≥2.0（MPa，绝对压力）；

b 二级充压（20MPa）系统，P_c≥2.1（MPa，绝对压力）。

③喷嘴的数量和口径应满足喷嘴最大保护半径和灭火剂喷放量的要求。

④喷嘴的最大安装高度不宜超过 6.0m，超过 6.0m 时应在高度方向另外加设喷嘴。

⑤管道容积与储存容器的容积比不应超过 66%。

⑥喷嘴孔径与其连接管道直径之比应在 20% ~70% 范围内。

⑦集流管中减压孔板孔径与其连接管道直径之比应在 13% ~55% 范围内。

⑧管道分流应采用三通水平分流，通过三通的 IG－541 最大允许分流百分比为 95%∶5%。而且对于直流三通，其侧向出口必须为两路分流中较小部分。

7.6.6 干粉灭火装置

1 设置场所及原则

1）干粉灭火装置适用于扑救灭火前切断气源的可燃气体火灾、可燃液体火灾、可燃固体的表面火灾和电气火灾。

2）干粉灭火装置不适用于扑救下列火灾：

①硝化纤维、炸药等无空气仍能迅速氧化的化学物质与强氧化剂；

②钾、钠、镁、钛、锆等活泼金属及其氢化物。

2 一般规定

1）干粉灭火系统按应用方式可分为全淹没灭火系统和局部应用灭火系统。扑救封闭空间内的火灾应采用全淹没灭火系统；扑救具体保护对象的火灾应采用局部应用灭火系统。

2）采用全淹没灭火系统的防护区，应符合下列规定：

①喷放干粉时不能自动关闭的防护区开口，其总面积不应大于该防护区总内表面积的 15%，且开口不应设在底面。

②防护区的围护结构及门、窗的耐火极限不应小于 0.50h，吊顶的耐火极限不应小于 0.25h；围护结构及门、窗的允许压力不宜小于 1200Pa。

3）采用局部应用灭火系统的保护对象，应符合下列规定：

①保护对象周围的空气流动速度不宜大于 2m/s。必要时，应采取挡风措施。

②在喷头和保护对象之间，喷头喷射角范围内不应有遮挡物。

③当保护对象为可燃液体时，液面至容器缘口的距离不得小于 150mm。

4）当防护区或保护对象有可燃气体，易燃、可燃液体供应源时，启动干粉灭火系统之前或同时，必须切断气体、液体的供应源。

5）可燃气体，易燃、可燃液体和可熔化固体火灾宜采用碳酸氢钠干粉灭火剂；可燃固体表面火灾应采用磷酸铵盐干粉灭火剂。

6）组合分配系统的灭火剂储存量不应小于所需储存量最多的一个防护区或保护对象的储存量。

7）组合分配系统保护的防护区与保护对象之和不得超过 8 个。当防护区与保护对象之和超过 5 个时，或者喷放后 48h 内不能恢复到正常工作状态时，灭火剂应有备用量。备用量不应小于系统设计的储存量。

备用量的储存容器应与系统管网相连，并能与主用干粉储存容器切换使用。

3 设计

1）局部应用灭火系统

①局部应用灭火系统的设计可采用面积法或体积法。当保护对象的着火部位是比较平直的表面时，宜采用面积法；当采用面积法不能做到使所有表面被完全覆盖时，应采用体积法。

②室内局部应用灭火系统的干粉喷射时间不应小于 30s；室外或有复燃危险的室内局部应用灭火系统的干粉喷射时间不应小于 60s。

③当采用面积法设计时，应符合下列规定：

a 保护对象计算面积应取被保护表面的垂直投影面积。

b 架空型喷头应以喷头的出口至保护对象表面的距离确定其干粉输送速率和相应保护面积；槽边型喷头保护面积应由设计选定的干粉输送速率确定。

c 干粉设计用量应按下列公式计算：

$$m = NQ_i t \tag{7.6.6-1}$$

式中 m ——干粉设计用量（kg）；

N ——喷头数量；

Q_i ——单个喷头的干粉输送速率（kg/s），按产品样本取值；

t ——喷射时间（s）。

d 喷头的布置应使喷射的干粉完全覆盖保护对象。

④当采用体积法设计时，应符合下列规定：

a 保护对象的计算体积应采用假定的封闭罩的体积。封闭罩的底应是实际底面；封闭罩的侧面及顶部当无实际围护结构时，它们至保护对象外缘的距离不应小于 1.5m。

b 干粉设计用量应按下列公式计算：

$$m = V_1 q_v t \tag{7.6.6-2}$$

$$q_v = 0.04 - 0.006 A_p / A_t \tag{7.6.6-3}$$

式中 V_1 ——保护对象的计算体积（m^3）；

q_v ——单位体积的喷射速率［kg/（s·m^3）］；

A_p ——在假定封闭罩中存在的实体墙等实际围封面面积（m^2）；

A_f ——假定封闭罩的侧面围封面面积（m^2）。

c 喷头的布置应使喷射的干粉完全覆盖保护对象，并应满足单位体积的喷射速率和设计用量的要求。

2）全淹没灭火系统

①全淹没灭火系统的灭火剂设计浓度不得小于 0.65kg/m^3，灭火剂设计用量应按下列公式计算：

$$m = K_1 V + \sum (K_{oi} + A_{oi}) \tag{7.6.6-4}$$

$$V = V_v - V_g + V_z \tag{7.6.6-5}$$

$$V_z = Q_z t \tag{7.6.6-6}$$

$$K_{oi} = 0 \qquad A_{oi} < 1\% A_v \tag{7.6.6-7}$$

$$K_{oi} = 2.5 \qquad 1\% A_v \leqslant A_{oi} < 5\% A_v \tag{7.6.6-8}$$

$$K_{oi} = 5 \qquad 5\% A_v \leqslant A_{oi} \leqslant 15\% A_v \tag{7.6.6-9}$$

式中 m ——干粉设计用量（kg）；

K_1——灭火剂设计浓度（kg/m^3）；

V ——防护区净容积（m^3）；

K_{oi}——开口补偿系数（kg/m^2）；

A_{oi}——不能自动关闭的防护区开口面积（m^2）；

V_v——防护区容积（m^3）；

V_g——防护区内不燃烧体和难燃烧体的总体积（m^3）；

V_z——不能切断的通风系统的附加体积（m^3）；

Q_z——通风流量（m^3/s）；

t ——干粉喷射时间（s）；

A_v——防护区的内侧面、底面、顶面（包括其中开口）的总内表面积（m^2）。

②全淹没灭火系统的干粉喷射时间不应大于 30s。

③全淹没灭火系统喷头的布置，应使防护区内灭火剂分布均匀。

④防护区应设泄压口，并宜设在外墙上，其高度应大于防护区净高的 2/3。

3）在同一个防护区宜采用同一类型的产品。

对于全淹没灭火系统应根据计算出的干粉灭火剂用量，确定干粉灭火装置的规格和数量。

对于局部灭火系统应根据计算出的干粉灭火剂用量，确定干粉灭火装置的规格和数量，并合理布置，避免盲区。

7.7 灭火器

7.7.1 灭火器配置场所的危险等级和灭火器的灭火级别

1 民用建筑灭火器配置场所的危险等级，应根据其使用性质，人员密集程度，用电用火情况，可燃物数量，火灾蔓延速度，扑救难易程度等因素，划分为以下三级：

1）严重危险级：使用性质重要，人员密集，用电用火多，可燃物多，起火后蔓延迅速，扑救困难，容易造成重大财产损失或人员群死群伤的场所；

2）中危险级：使用性质较重要，人员较密集，用电用火较多，可燃物较多，起火后蔓延较迅速，扑救较难的场所；

3）轻危险级：使用性质一般，人员不密集，用电用火较少，可燃物较少，起火后蔓延较缓慢，扑救较易的场所。

4）民用建筑灭火器配置场所的危险等级举例见表 7.7.1。

表 7.7.1 民用建筑灭火器配置场所的危险等级举例

危险等级	举例
严重危险级	1. 县级及以上的文物保护单位、档案馆、博物馆的库房、展览室、阅览室 2. 设备贵重或可燃物多的实验室 3. 广播电台、电视台的演播室、道具间和发射塔楼 4. 专用电子计算机房 5. 城镇及以上的邮政信函和包裹分检房、邮袋库、通信枢纽及其电信机房 6. 客房数在 50 间以上的旅馆、饭店的公共活动用房、多功能厅、厨房 7. 体育场（馆）、电影院、剧院、会堂、礼堂的舞台及后台部位 8. 住院床位在 50 张及以上的医院的手术室、理疗室、透视室、心电图室、药房、住院部、门诊部、病历室 9. 建筑面积在 $2000m^2$ 及以上的图书馆、展览馆的珍藏室、阅览室、书库、展览厅

续表 7.7.1

危险等级	举例
严重危险级	10. 民用机场的候机厅、安检厅及空管中心、雷达机房 11. 超高层建筑和一类高层建筑的写字楼、公寓楼 12. 电影、电视摄影棚 13. 建筑面积在 1000m^2 及以上的经营易燃易爆化学物品的商场、商店的库房及铺面 14. 建筑面积在 200m^2 及以上的公共娱乐场所 15. 老人住宿床位在 50 张及以上的养老院 16. 幼儿住宿床位在 50 张及以上的托儿所、幼儿园 17. 学生住宿床位在 100 张及以上的学校集体宿舍 18. 县级及以上的党政机关办公大楼的会议室 19. 建筑面积在 500m^2 及以上的车站和码头的候车（船）室、行李房 20. 城市地下铁道、地下观光隧道 21. 汽车加油站、加气站 22. 机动车交易市场（包括旧机动车交易市场）及其展销厅 23. 民用液化气、天然气灌装站、换瓶站、调压站
中危险级	1. 县级以下的文物保护单位、档案馆、博物馆的库房、展览室、阅览室 2. 一般的实验室 3. 广播电台、电视台的会议室、资料室 4. 设有集中空调、电子计算机、复印机等设备的办公室 5. 城镇以下的邮政信函和包裹分检房、邮袋库、通信枢纽及其电信机房 6. 客房数在 50 间以下的旅馆、饭店的公共活动用房、多功能厅和厨房 7. 体育场（馆）、电影院、剧院、会堂、礼堂的观众厅 8. 住院床位在 50 张以下的医院的手术室、理疗室、透视室、心电图室、药房、住院部、门诊部、病历室 9. 建筑面积在 2000m^2 以下的图书馆、展览馆的珍藏室、阅览室、书库、展览厅 10. 民用机场的检票厅、行李厅 11. 二类高层建筑的写字楼、公寓楼 12. 高级住宅、别墅 13. 建筑面积在 1000m^2 以下的经营易燃易爆化学物品的商场、商店的库房及铺面 14. 建筑面积在 200m^2 以下的公共娱乐场所 15. 老人住宿床位在 50 张以下的养老院 16. 幼儿住宿床位在 50 张以下的托儿所、幼儿园 17. 学生住宿床位在 100 张以下的学校集体宿舍 18. 县级以下的党政机关办公大楼的会议室 19. 学校教室、教研室 20. 建筑面积在 500m^2 以下的车站和码头的候车（船）室、行李房 21. 百货楼、超市、综合商场的库房、铺面 22. 民用燃油、燃气锅炉房 23. 民用的油浸变压器室和高、低压配电室
轻危险级	1. 日常用品小卖店及经营难燃烧或非燃烧的建筑装饰材料商店 2. 未设集中空调、电子计算机、复印机等设备的普通办公室 3. 旅馆、饭店的客房 4. 普通住宅 5. 各类建筑物中以难燃烧或非燃烧的建筑构件分隔的并主要存贮难燃烧或非燃烧材料的辅助房间

2 火灾种类应根据物质及其燃烧特性划分为以下几类：

1） A 类火灾：指固体物质火灾，如木材、棉、毛、麻、纸张等燃烧的火灾；

2）B 类火灾：指液体火灾或者可熔化固体物质火灾，如汽油、煤油、柴油、甲醇、乙醚、丙酮等燃烧的火灾；

3）C 类火灾：指可燃气体火灾，如煤气、天然气、甲烷、丙烷、乙炔等燃烧的火灾；

4）D 类火灾：指可燃金属火灾，如钾、钠、镁、钛、锆、锂、铝镁合金等燃烧的火灾；

5）E 类（带电）火灾：指物体带电燃烧的火灾。

3 灭火器的灭火级别应由数字和字母组成，数字应表示灭火级别的大小，字母（A 或 B）应表示灭火级别的单位及适用扑救火灾的种类。

7.7.2 灭火器的选择

1 灭火器的选择应根据保护场所的可燃物类别，选择合适的灭火器见表 7.7.2－1。

表 7.7.2－1 灭火器的适用性

火灾类别	水型	干粉型		泡沫型		二氧化碳型	卤代烷 1211 灭火器
		磷酸铵盐	碳酸氢钠	机械泡沫	抗溶泡沫		
A 类火灾	适用 水能冷却并穿透固体燃烧物质而灭火，并可有效防止复燃	适用 粉剂能附着在燃烧物的表面层，起到窒息火焰作用	不适用 碳酸氢钠对固体可燃物无粘附作用，只能控火，不能灭火	适用 具有冷却和覆盖燃烧物表面与空气隔绝的作用	—	不适用 灭火器喷出的二氧化碳无液滴，全是气体，对 A 类火灾基本无效	适用 具有扑灭 A 类火灾的效能
B 类火灾	不适用 水射流冲击油面，会激溅油火，致使火势蔓延，灭火困难	适用 干粉灭火剂能快速窒息火焰，具有中断燃烧过程的连锁反应的化学活性		适用于扑救非极性溶剂和油品火灾，覆盖燃烧物表面，使其与空气隔绝	适用于扑救极性溶剂火灾	适用 二氧化碳靠气体堆积在燃烧物表面，稀释并隔绝空气	适用 洁净气体灭火剂能快速窒息火焰，抑制燃烧连锁反应，而中止燃烧
C 类火灾	不适用 灭火器喷出的细小水流对气体火灾作用很小，基本无效	适用 喷射干粉灭火剂能迅速扑灭气体火焰，具有中断燃烧过程的连锁反应的化学活性		不适用 泡沫对可燃液体的平面灭火有效，但扑救可燃气体火灾基本无效		适用 二氧化碳窒息灭火，不留残渍、不损坏设备	适用 洁净气体灭火剂能抑制燃烧连锁反应，而中止燃烧
E 类火灾	不适用	适用	适用于带电的 B 类火灾	不适用		适用于带电 B 类火灾	适用

2 在同一灭火器配置场所，宜选用相同类型和操作方法的灭火器。当同一灭火器配置场所存在不同火灾种类时，应选用通用型灭火器。

3 在同一灭火器配置场所，当选用两种或两种以上类型灭火器时，应采用灭火剂相容的灭火器。不相容的灭火剂，见表 7.7.2－2。

表 7.7.2－2 不相容的灭火剂

类型	不相容的灭火剂	
干粉与干粉	磷酸铵盐	碳酸氢钠、碳酸氢钾
干粉与泡沫	碳酸氢钾、碳酸氢钠	蛋白泡沫
泡沫与泡沫	蛋白泡沫、氟蛋白泡沫	水成膜泡沫

7.7.3 灭火器的配置

1 一般规定

1）一个计算单元内配置的灭火器数量不得少于2具。

2）每个设置点的灭火器数量不宜多于5具。

3）当住宅楼每层的公共部位建筑面积超过100m^{2}时，应配置1具1A的手提式灭火器；每增加100m^{2}时，增配1具1A的手提式灭火器。

2 灭火器的最低配置基准

1）A类火灾场所灭火器的最低配置基准见表7.7.3－1。

表7.7.3－1 A类火灾场所灭火器的最低配置基准

危险等级	严重危险级	中危险级	轻危险级
每具灭火器最小配置灭火级别	3A	2A	1A
最大保护面积（m^2/A）	50	75	100

2）B、C类火灾场所灭火器的最低配置基准见表7.7.3－2。

表7.7.3－2 B类火灾场所灭火器的最低配置基准

危险等级	严重危险级	中危险级	轻危险级
每具灭火器最小配置灭火级别	89B	55B	21B
最大保护面积（m^2/B）	0.5	1.5	1.5

3）D类火灾场所的灭火器最低配置基准应根据金属的种类、物态及其特性等研究确定。

4）E类火灾场所的灭火器最低配置基准不应低于该场所内A类（或B类）火灾的规定。

7.7.4 灭火器的设置

1 灭火器的设置要求

1）灭火器应设置在明显和便于取用的地点，且不得影响安全疏散。

2）对有视线障碍的灭火器设置点，应设置指示其位置的发光标志。

3）灭火器应设置稳固，其铭牌必须朝外。手提式灭火器宜设置在挂钩、托架上或灭火器箱内，其顶部离地面高度应小于1.50m；底部离地面高度不宜小于0.08m，灭火器箱不得上锁。

4）手提式灭火器宜与消火栓一同设置在组合式消防柜内。

5）灭火器不宜设置在潮湿或强腐蚀性的地点，当必须设置时，应有相应的保护措施。设置在室外的灭火器应有保护措施。

6）灭火器不得设置在超出其使用温度范围的地点。灭火器的使用温度范围应符合表7.7.4－1。

表7.7.4－1 灭火器的使用温度范围

灭火器类型		使用温度范围（℃）
水型灭火器	不加防冻剂	+5 ~ +55
	添加防冻剂	－10 ~ +55
机械泡沫灭火器	不加防冻剂	+5 ~ +55
	添加防冻剂	－10 ~ +55
干粉灭火器	二氧化碳驱动	－10 ~ +55
	氮气驱动	－20 ~ +55
洁净气体（卤代烷）灭火器		－20 ~ +55
二氧化碳灭火器		－10 ~ +55

2 灭火器的保护距离

1）设置在 A 类火灾场所的灭火器，其最大保护距离应符合表 7.7.4－2 规定：

表 7.7.4－2　A 类火灾配置场所灭火器最大保护距离（m）

灭火器类型 / 危险等级	手提式灭火器	推车式灭火器
严重危险级	15	30
中危险级	20	40
轻危险级	25	50

2）设置在 B、C 类火灾场所的灭火器，其最大保护距离应符合表 7.7.4－3 规定：

表 7.7.4－3　B、C 类火灾配置场所灭火器最大保护距离（m）

灭火器类型 / 危险等级	手提式灭火器	推车式灭火器
严重危险级	9	18
中危险级	12	24
轻危险级	15	30

3）D 类火灾场所的灭火器，其最大保护距离应根据具体情况研究确定。

4）E 类火灾场所的灭火器，其最大保护距离不应低于该场所内 A 类或 B 类火灾的规定。

7.7.5　灭火器配置的设计计算

1　一般规定

1）灭火器配置的设计与计算应按计算单元进行。灭火器最小需配灭火级别和最少需配数量的计算值应进位取整。

2）每个灭火器设置点实配灭火器的灭火级别和数量不得小于最小需配灭火级别和数量的计算值。

3）灭火器设置点的位置和数量应根据灭火器的最大保护距离确定，并应保证最不利点至少在 1 具灭火器的保护范围内。

2　灭火器配置的设计计算单元应按下列规定划分：

1）当一个楼层或一个水平防火分区内各场所的危险等级和火灾种类相同时，可将其作为一个计算单元。

2）当一个楼层或一个水平防火分区内各场所的危险等级和火灾种类不相同时，应将其分别作为不同的计算单元。

3）同一计算单元不得跨越防火分区和楼层。

3　计算单元保护面积应应按其建筑面积确定。

4　灭火级别计算

1）计算单元的最小需配灭火级别应按下式计算：

$$Q = K_1 K_2 \frac{S}{U} \qquad (7.6.5-1)$$

式中　Q ——计算单元最小需配灭火级别（A 或 B）；

S ——计算单元的保护面积（m^2）；

U ——各类火灾场所单位灭火级别最大保护面积（m^2/A 或 m^2/B）；

K_1——修正系数，歌舞娱乐放映游艺场所、网吧、商场、寺庙以及地下建筑取 $K_1 = 1.3$；其他场所取 $K_1 = 1.0$；

K_2——修正系数，无消火栓和灭火系统的，$K_2 = 1.0$；设有消火栓系统的，$K_2 = 0.9$；设有灭火系统的，$K_2 = 0.7$；设有消火栓和灭火系统的，$K_2 = 0.5$。

2）计算单元中每个灭火器设置点的最小需配灭火级别应按下式计算：

$$Q_e = \frac{Q}{N} \tag{7.7.5-2}$$

式中 Q_e——计算单元中每个灭火器设置点的最小需配灭火级别（A 或 B）；

N——计算单元中的灭火器设置点数。

3）灭火器配置的设计计算可按下述程序进行：

①确定各灭火器配置场所的火灾种类和危险等级；

②划分计算单元，计算各计算单元的保护面积；

③计算各计算单元的最小需配灭火级别；

④确定各计算单元中的灭火器设置点的位置和数量；

⑤计算每个灭火器设置点的最小需配灭火级别；

⑥确定每个设置点灭火器的类型、规格与数量；

⑦确定每具灭火器的设置方式和要求；

⑧在工程设计图上用灭火器图例和文字标明灭火器的型号、数量与设置位置。

4）灭火器配置场所和设置点实际配置的所有灭火器的灭火级别均不得小于计算值。

7.8 消防排水

7.8.1 消防电梯的井底应设排水设施，其附设的专用排水井有效容积不应小于 $2.0m^3$，排水泵的排水量不应小于 10L/s。

7.8.2 报警阀处应有排水设施，报警阀的试验排水管不应与排水管直接相联，但当试验排水回至消防水池时，可直接连接。

7.8.3 末端试水装置或末端试水阀处应有足够排水能力的排水设施，末端试水装置或末端试水阀的出水管不应与排水管直接相联，但当试验排水回至消防水池时，可直接连接。

7.8.4 设有水喷雾灭火系统的场所应设置排水设施，并应设置水封，防止液体火灾随水流蔓延。

7.8.5 消防泵房应有排水设施。

8 循环冷却水

8.1 适用范围及系统特点

8.1.1 本章内容适用于民用建筑空调用水冷式冷水机组或水冷直接蒸发式空调机组的循环冷却水系统。民用及工业建筑中其他需冷却的设备可参照使用。

8.1.2 系统特点

1 设备均采用配套的系列定型产品，对冷却塔可不作热力、风阻和填料等计算；

2 冷水机组的循环冷却水系统宜由制冷站统一管理；

3 当建筑物设置楼宇自控系统时，循环冷却水系统应纳入自动控制范围。

8.1.3 设计循环冷却水系统时，应符合下列要求：

1 循环冷却水系统宜采用敞开式，当需要间接换热时，可采用密闭式；

2 对水温、水质、运行等要求差别较大的设备，循环冷却水系统宜分开设置，对小型分散的水冷柜式空调器或小型户式冷水机组可以合用冷却水系统；

3 循环冷却水量、水压、水温和水质均应满足被冷却设备的要求；

4 设备、管道设计时，应能使余压充分利用；

5 冷却塔的热量宜回收利用，当建筑物有需要全年供冷的区域时，过渡季及冬季宜用冷却塔出水作为冷源提供空调用冷水；

6 间歇运行的循环冷却水系统应考虑冷却塔填料及集水设施和循环管道的冲洗条件。

8.1.4 当敞开式循环冷却水系统不能满足某些制冷设备的水质要求时，可采用密闭式循环冷却水系统。

8.2 基础资料

8.2.1 气象参数选择

1 基本气象参数应包括空气干球温度 θ（℃）、空气湿球温度 τ（℃）、大气压力 P（100Pa）、夏季主导风向、风速或风压、冬季最低气温等。详见附录 G。

2 冷却塔计算所选用的空气干球温度和湿球温度应采用历年平均不保证 50h 的干球温度和湿球温度，并应与所服务的空调系统的设计空气干球温度和湿球温度相一致。

3 在选用气象参数时，应考虑因冷却塔排出的湿热空气回流和干扰对冷却效果的影响，必要时应对设计干、湿球温度进行修正。对于多排布置的冷却塔，当相邻两个塔排的间距大于塔排平均长度时，可仅考虑湿热空气回流的影响。当塔排长度为 50 ~ 100m 时，设计湿球温度宜在选定的气象条件基础上，增加 0.1 ~ 1.3℃；当相邻两个塔排的间距小于塔排平均长度且塔排长度为 20 ~ 40m 时，除应考虑湿热空气回流的影响外，还应考虑湿热空气干扰的影响，此时，设计湿球温度宜再增加回流影响湿球温度值的 100% ~ 10%。

4 冷却塔所在位置风压是很关键的一个气象参数，设计时应对冷却塔制造厂样本中给出的风压值与工程所在地设计风压值进行比较，必要时要对冷却塔的结构进行校核。

8.2.2 冷却用水要求

1 基本数据应包括循环冷却水量 Q（m^3/h），冷却塔进水温度 t_1（℃），冷却塔出水温度 t_2（℃），

制冷机组冷凝器阻力（MPa），循环水水质要求等。

2 循环冷却水量

1）循环冷却水量应按照工艺专业所选用制冷机组要求确定。

2）在方案设计阶段，可按下列方法估算。

如能初估出制冷量（美 RT），则可初估循环冷却水量 Q（m^3/h），见表 8.2.2－1。

表 8.2.2－1 制冷机组循环冷却水水量估算

制冷机组类型	制冷机组型式	循环冷却水量 Q（m^3/h）
机械式制冷	离心式、螺杆式、往复式制冷机组	Q＝0.8RT
热力式制冷	单效溴化锂吸收式制冷机组	Q＝（0.95～1.15）RT
	双效溴化锂吸收式制冷机组	Q＝（0.90～1.00）RT

3 冷却塔进、出水温度

1）冷却塔进、出水温度应按照工艺专业所选用的制冷机组要求确定。

2）冷却塔进、出水温差 Δt 值，冷却塔出水温度最低、最高允许值见表 8.2.2－2。

表 8.2.2－2 制冷机组冷却水温度正常使用范围规定

冷水机组类型	冷却水进口最低温度（℃）	冷却水进口最高温度（℃）	冷却水进出口温差（℃）
电动压缩式	15.5	33	5
直燃型吸收式	－	－	5～5.5
蒸汽单效吸收式	24	34	5～8
蒸汽双效和热水型吸收式			5～6

4 冷凝器阻力值，可按产品样本中要求确定，一般夹套式为 0.05MPa，盘管式为 0.15MPa。

5 循环冷却水水质应按照工艺专业所选用的制冷机组要求确定。

8.2.3 水源条件

1 系统补充水水源类型、水量、水压和水质资料。

2 系统补充水水质资料的收集要求和所需的水质分析项目宜符合《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050－2007 中第 3.1.4 条的有关规定。

8.3 系统组成与形式

8.3.1 系统组成：敞开式循环冷却水系统一般由制冷机、冷却塔、集水设施、循环水泵、循环管道和循环水处理装置等组成。

8.3.2 系统形式

1 从循环水泵在系统中相对制冷机位置可分前置水泵式（见图 8.3.2－1）和后置水泵式（见图 8.3.2－2）两种形式。

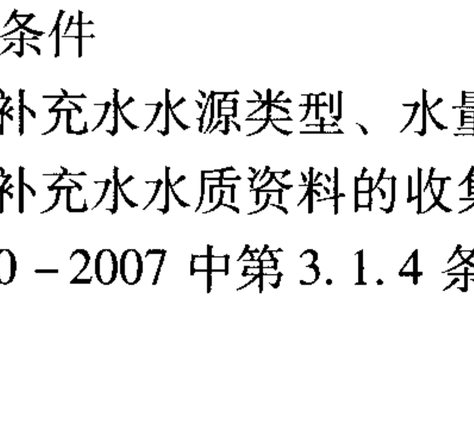


图 8.3.2－1 前置水泵式

1－冷却塔；2－循环水泵；3－制冷机

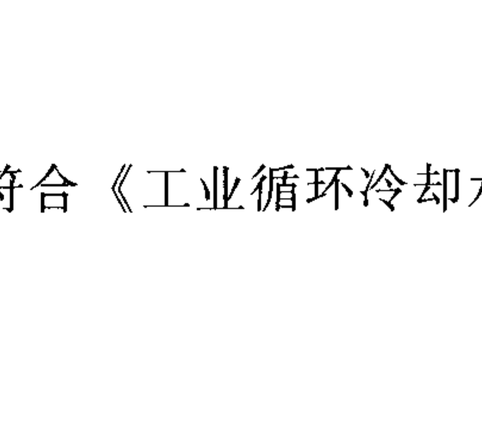


图 8.3.2－2 后置水泵式

1－冷却塔；2－循环水泵；3－制冷机

前置水泵式使用较多，冷却塔位置不受限制，可设在屋面上，也可设在地面上，但冷却塔的安装高度，宜保证循环水泵为灌入式吸水。它的缺点是系统运行压力大，且不稳定。后置水泵式冷却塔只能设在高处，且位差能满足制冷机及其连接管的水头损失要求的场所，它的优点是制冷机进水压力比较稳定，循环泵压较小。

2 从冷却塔与制冷机对应关系可分为单元制（见图 8.3.2－3）和干管制（又称并联制，见图 8.3.2－4）。

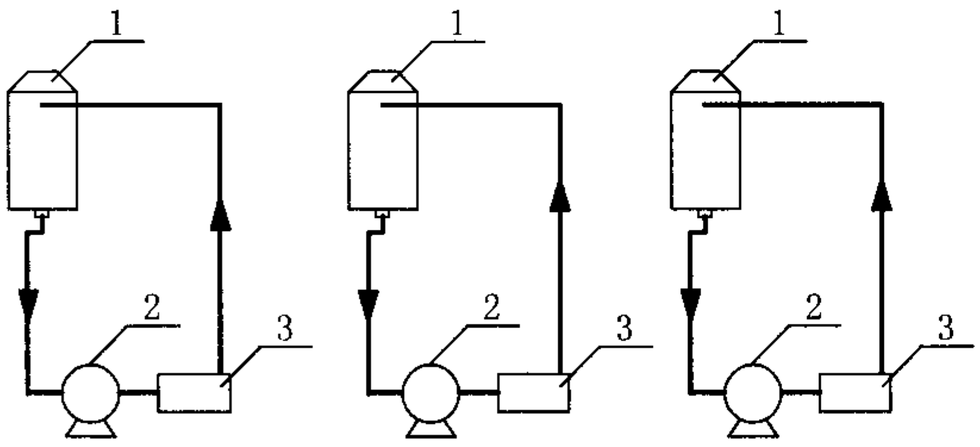


图 8.3.2－3 单元制

1－冷却塔；2－循环水泵；3－制冷机

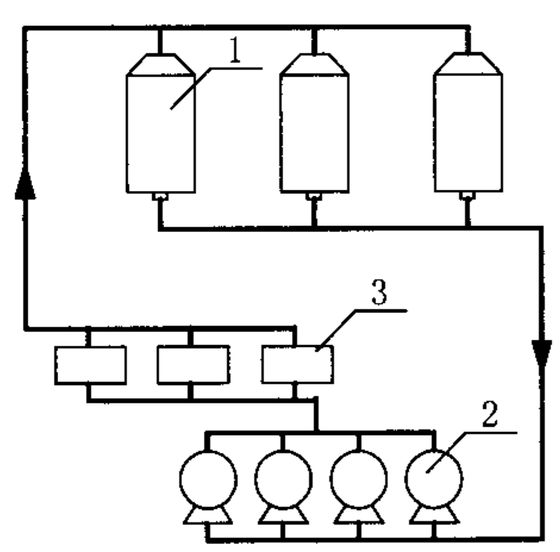


图 8.3.2－4 干管制（并联制）

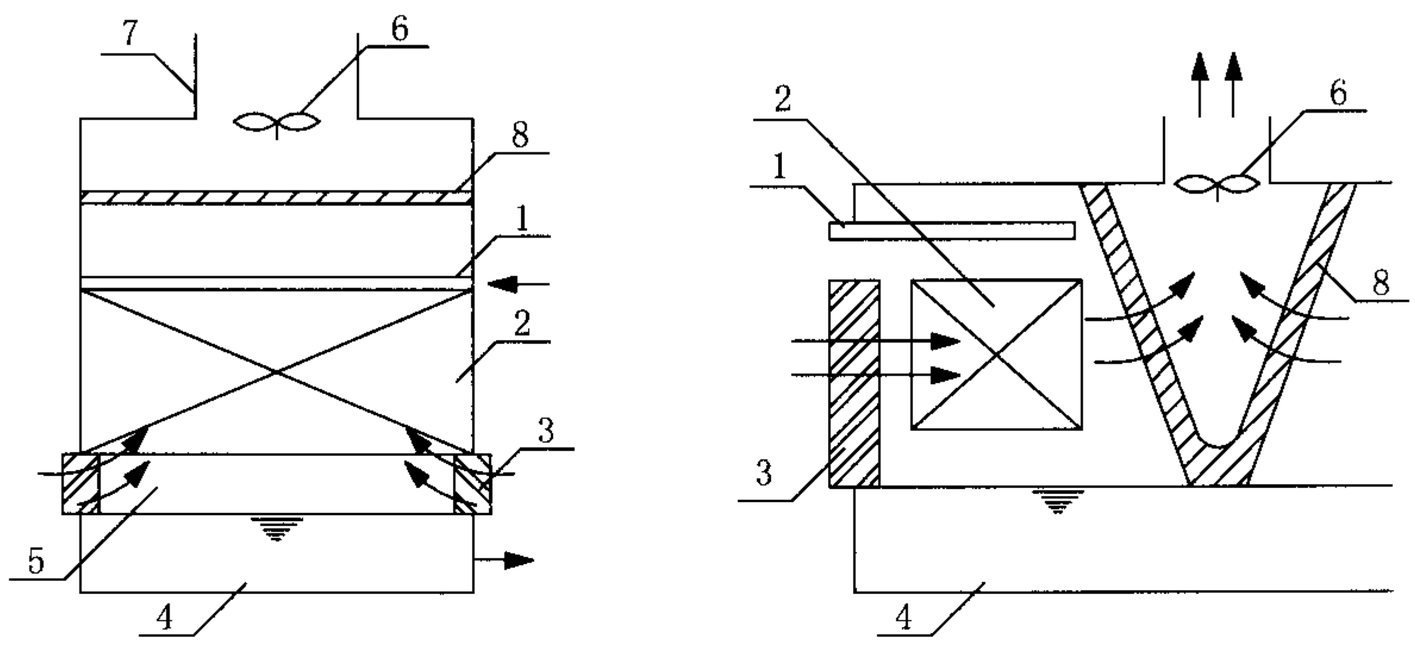
1－冷却塔；2－循环水泵；3－制冷机

干管制和单元制各有优缺点，单元制的优点是冷却塔与制冷机（或空调机）可以一对一配置，运行和管理方便，缺点是系统管道复杂，工程费用高；干管制的优点是系统管道简单，工程费用较低，缺点是对冷却塔安装要求高，必须保证各冷却塔集水盘内的水位在同一高度，而且制冷机组、冷却塔的进水流量难于精确控制。在工程实际中，选用何种系统形式，应与空调制冷专业协调一致，对民用建筑空调循环冷却水系统宜选用干管制但并联机组不宜超过 3 台，当需多台机组并联时，应避免一台水泵工作时电动机过载的可能，并应采取措施，保证各冷却塔集水盘水位平衡。

8.4 冷却塔

8.4.1 选型：敞开式循环冷却水系统通常采用机械通风湿式冷却塔。

1 类型：分为逆流式和横流式，见图 8.4.1。逆流塔又有圆形和方形。



逆流式 **横流式**

图 8.4.1 机械通风湿式冷却塔

1－配水系统；2－淋水填料；3－百叶窗；4－集水池；5－空气分配区；6－风机；7－风筒；8－收水器

2 塔型选择：宜根据冷却水量、水温差（$t_1 - t_2$）、逼近度（$t_2 - \tau$），冷却水水质、运行方式及可供布置冷却塔空间大小和安装条件，通过技术经济比较后确定。

3 在满足工艺要求的冷却水温（t_2）条件下，塔型选择宜遵循下列规定：

1）逼近度（$t_2 - \tau$）≤4℃时，宜采用逆流式冷却塔。

2）逼近度（$t_2 - \tau$）＞4℃时，宜对横流式或逆流式冷却塔进行比较后确定。

4 在水温差（$t_1 - t_2$）已定条件下，当工艺冷却水量参数变化幅度为 ±10% 左右时，宜采用逆流式冷却塔，变化幅度为 ±20% 左右时，宜采用横流式冷却塔。

8.4.2 位置选择

1 气流应通畅，湿热空气回流影响小，且应布置在建筑物的最小频率风向的上风侧。

2 冷却塔不应布置在热源、废气和烟气排放口附近，不宜布置在高大建筑物中间的狭长地带上。

3 冷却塔与相邻建筑物之间距离，除满足冷却塔的通风要求外，还应考虑噪声、飘水等对建筑物的影响。

4 有裙房的高层建筑，当机房在裙房地下室时，宜将冷却塔设在靠近机房的裙房屋面上。

5 冷却塔如布置在主体建筑屋面上，应避开建筑物主立面和主要入口处，以减少水雾对周围的影响，尤其是漂水中携带的军团菌对人体健康的危害。

8.4.3 布置要求

1 冷却塔宜单排布置，当需多排布置时，长轴位于同一直线上的相邻塔排净距不宜小于 4.0m，长轴不在同一直线上相互平行布置的塔排净距不宜小于塔的进风口净高的 4 倍。对于单格冷却水量小于 $1000m^3/h$ 的小型冷却塔，塔排的长宽比宜为 4:1 ~ 5:1，对于单格冷却水量大于 $3000m^3/h$ 的大型冷却塔和单格冷却水量大于 $1000m^3/h$ 而小于 $3000m^3/h$ 的中型冷却塔，其塔排的长宽比宜为 3:1 ~ 5:1。

2 单侧进风塔的进风面宜面向夏季主导风向，双侧进风塔的进风面宜平行于夏季主导风向。

3 根据冷却塔的通风要求，塔的进风口侧与障碍物的净距不宜小于塔进风口净高的 2 倍。

4 周围进风的冷却塔，其塔间净距不宜小于冷却塔进风口净高的 4 倍。

5 冷却塔周边与塔顶应留有检修通道和管道安装位置，通道净宽不宜小于 1.0m。

6 冷却塔应设置在专用基础上，不得直接设置在屋面上。

7 相连的成组冷却塔布置，塔与塔之间的分隔板的位置应保证相互不会产生气流短路，以防降低冷却效果。

8 当冷却塔设在地下或用围墙顶板等遮挡时，宜采用将高温气流送至远离冷却塔进风处的塔型，并应配合生产厂家进行冷却塔气流阻力计算避免湿热空气回流，确保足够进风面积。

8.4.4 冷却塔选用要求

1 冷却塔的出口水温、进出口水温差和循环水量，在夏季空调室外计算湿球温度条件下，应满足冷水机组要求，当工程实际参数与冷却塔名义工况不同时，应对其名义工况的冷却水量进行修正。

2 生产厂家所提供的热力特性曲线，如采用模拟塔上的试验数据，应核对有否进行过修正，一般修正系数可取 0.9 ~ 1.0，视模拟塔和设计塔具体不同条件而定。

3 设计循环水量不宜超过成品冷却塔的额定水量，循环水量达不到额定水量的 80% 时，应对冷却塔的配水系统进行校核。

4 在满足工程要求的前提下，冷却塔应冷效高、能源省、噪声低、重量轻、体积小、寿命长、安装维护简单、飘水少。选用的冷却塔应符合国家标准《玻璃纤维增强塑料冷却塔第 1 部分：中小型玻璃纤维增强塑料冷却塔》GB 7190.1 的规定。

5 材料应为阻燃型，并符合防火要求，应在订货合同中标明。

6 冷却塔的设置台数宜与制冷机组（或空调机）的台数及控制运行相匹配，当制冷机（或空调机）设有备用时，冷却塔同样应设置备用，备用台数同制冷机。

7 冷却塔布置在高层建筑屋面上，高处往往风荷载较大应验证冷却塔结构强度，如固定风筒的螺栓、规格、数量等。

8 应注意电气控制的配合和协调。

1） 塔顶的避雷保护装置和指示灯，以及冷却塔周围的照明应由设计统一考虑。

2） 设计采用风机倒转作为防冻措施时，电气设计应采取相应措施，并应通知制造厂家确认。

3） 风机宜采用自动控制、控制室手动控制和冷却塔现场控制三种方式。当采用现场操作方式时，

必须具备自动切断自控线路，并在控制室内有报警显示，以确保维修人员安全。

4）全年使用的冷却塔宜采用变频风机等节能措施。

8.4.5 冷却塔的噪声要求

1 《城市区域环境噪声标准》GB 3096 中，对城市区域的噪声控制有严格规定，见表 8.4.5。

表 8.4.5 城市区域环境噪声标准

类别	等效声级 LAeq dB（A）		类别	等效声级 LAeq dB（A）	
	昼间	夜间		白天	夜晚
疗养区、高级别墅区、高级宾馆区	50	40	工业区	65	55
居住区、文教区	55	45	城市交通干道两侧、穿越城市的内河航道两侧、穿越城区的铁路主、次干线两侧	70	55
居住、商业、工业混杂区	60	50			

2 噪声的空间衰减，可按下述与塔壁水平距离每增加 1 倍，噪声衰减 6dB（A）计算。圆形塔提供的噪声级为进风口方向离塔壁水平距离一倍塔体直径，高度 1.5m 处的噪声值，矩形塔为进口方向离塔壁水平距离 $1.13\sqrt{长 \times 宽}$，高度 1.5m 处的噪声值。

3 多台型号相同的冷却塔声源的合成声压级应按下式计算：

$$L_n = L + 10\log n \tag{8.4.5}$$

式中 L_n ——多台冷却塔噪声合成的总声压级［dB（A）］；

L ——单台冷却塔噪声传到所要求的建筑物之声压级［dB（A）］；

n ——冷却塔台数。

4 经计算衰减后的噪声仍不能满足表 8.4.5 中控制指标时，可采取以下措施：

1）冷却塔位置宜远离对噪声敏感的区域；

2）选用超低噪声冷却塔；

3）选用变速或双速电机，以满足夜间环境对噪声的要求；

4）增加风筒高度，筒壁和出口采取消音措施；

5）在冷却塔底盘设消声栅，降低淋水噪声；

6）冷却塔基础设隔振装置；

7）降低进、出水管流速，防止夹气并设隔振装置；

8）在布置冷却塔的建筑周边采取隔音、消声屏障。

8.4.6 北方地区冬季运行时，应视具体情况，宜采取以下防冻措施：

1 设旁路水管：在冷却塔进水管上接旁路水管通入集水池，旁路水量占冬季运行循环水量的大部或全部。

2 冷却塔风机定时停转和反转：风机定时停转，可以使水流在填料中流动时不再向冷却塔的内部移动，流经邻近百叶部分的填料水量增加，防止冰冻结在进风百叶口上或使已经冻结在进风百叶口上的冰减少，风机停转时间视具体情况确定；风机定时反转使风机由原来的向外抽风方式改为向冷却塔内部鼓风方式，它可以有效防止冷却塔填料之间的冻结，融化填料进风堆积的冰，风机倒转时间视具体设备而定，一般一次不超过 2min，以防风机损坏和影响冷却。

3 有多台冷却塔时，可将部分塔停运，将热负荷集中到少数塔上，以提高冷却塔的淋水密度。加大水流，提高流速可以有效防冻。

4 设在屋面及不采暖房间的补水管，冷却水供、回水管应采取防冻保温措施（如做电伴热保温等）；存水的冷却塔底盘也应设置电伴热等防冻设施。

5 在冷却塔进水管、补水管和出水管的低点上应设放水管，以便冬季停运时将管道内的水放空。

8.4.7 电气控制和防雷接地

1 制冷机、控制阀、冷却水泵和冷却塔风机的启闭应联锁，开启程序为控制阀、水泵、风机和制冷机，停止程序相反。对多台制冷机并联（干管制）系统应逐台启动。

2 当用停开冷却塔风机控制冷却水温时，冷却塔风机应能在制冷机运行过程中受水温控制启停。

3 系统控制范围包括冷却塔风机、循环水泵，除垢器、加药装置等的就地操作、遥控操作与楼宇自动化联锁和工况显示等。

4 集水池必要时可设液位显示和报警（高、低和溢流液位等）。

5 对大型冷却塔系统宜设风机安全监控器，如风机油位、油温、振动集中监测指示记录报警，自动控制故障风机停机等多种功能。

6 安装于建筑物屋顶的冷却塔，应根据建筑物防雷分类，分别进行保护，冷却塔上电气设备的外露可导电部分应可靠接地。

8.4.8 冷却塔供冷技术

1 在我国部分地区（如西北、东北地区）的空调系统中，冬季若直接利用冷却塔作为冷源设备使用，会收到一定的节能效果。

2 冷却塔供冷系统的运行能耗受气象条件、建筑内部负荷、供冷温度、系统形式等诸多因素的综合影响，在设计方案论证中应予重视。

3 系统设计时，应注意加强冷却水温度和水质的控制，以保证水温稳定和防止冷却水中菌藻、悬浮物堵塞空调表冷器。

8.5 集水设施

8.5.1 类型

1 冷却塔出水集水设施分为两种：集水型塔盘和专用集水池（或冷却水箱）。

2 无论选用何种型式，均应保证足够的容积和满足水泵吸水口的淹没深度，以防水泵启动时缺水气蚀及停泵时出现溢水现象。

3 对于单塔系统可选用非标准型冷却塔底盘为直接吸水型（即集水型塔盘），不需另设专用集水池。

4 多塔并联（干管制）系统，水泵逐台启动条件下，可采用塔盘直接吸水型。

5 若允许冷却塔安装高度适度增加，则多台系统宜采用专用集水池。专用集水池可直接设在冷却塔下面，也可设在冷却塔旁等。

6 冬季运行的制冷系统及使用多台冷却塔的大型循环冷却水系统，宜设置专用集水池。

8.5.2 集水型塔盘

1 有效容积应满足下列要求：

1）湿润冷却塔填料等部件所需水量，由冷却塔生产厂家提供，或按循环水量的1.5%～2.0%估算，逆流塔为1.5%，横流塔为2.0%。

2）停泵时靠重力注入的管道水容量，为冷却塔上部进水水平管的容量。

2 塔盘内最低水位高度应满足水泵吸水口所需的最小淹没深度，见图8.5.2。

3 成品冷却塔底盘容积和深度不符合上述要求时，应向生产厂家提出加大尺寸。

4 多塔并联使用时，为控制各塔集水盘水位保持一致设计时应注意：

1）回水管设计时应使各冷却塔与水泵之间管段压力损失大致相同；

2）各塔集水盘底部设置连通水槽或连通管，其管径不应小于单台冷却塔出水管管径，当连接冷却塔超过4台时，总连通管管径应适当放大，视具体条件而变；

3）连通管、各塔出水管与回水干管连接应为管顶平接；

4）冷却塔出水管上装设控制阀，如未设连通水槽时，宜加电动阀并与水泵连锁。

5 每台冷却塔应分别设置补水管、泄水管和溢水管。

8.5.3 专用集水池

1 有效容积应满足下列要求：

1）集水型塔盘所需的有效容积；

2）集水底盘至集水池间管道的容量。

2 最低水位应满足水泵吸水口所需最小淹没深度，见图 8.5.3。

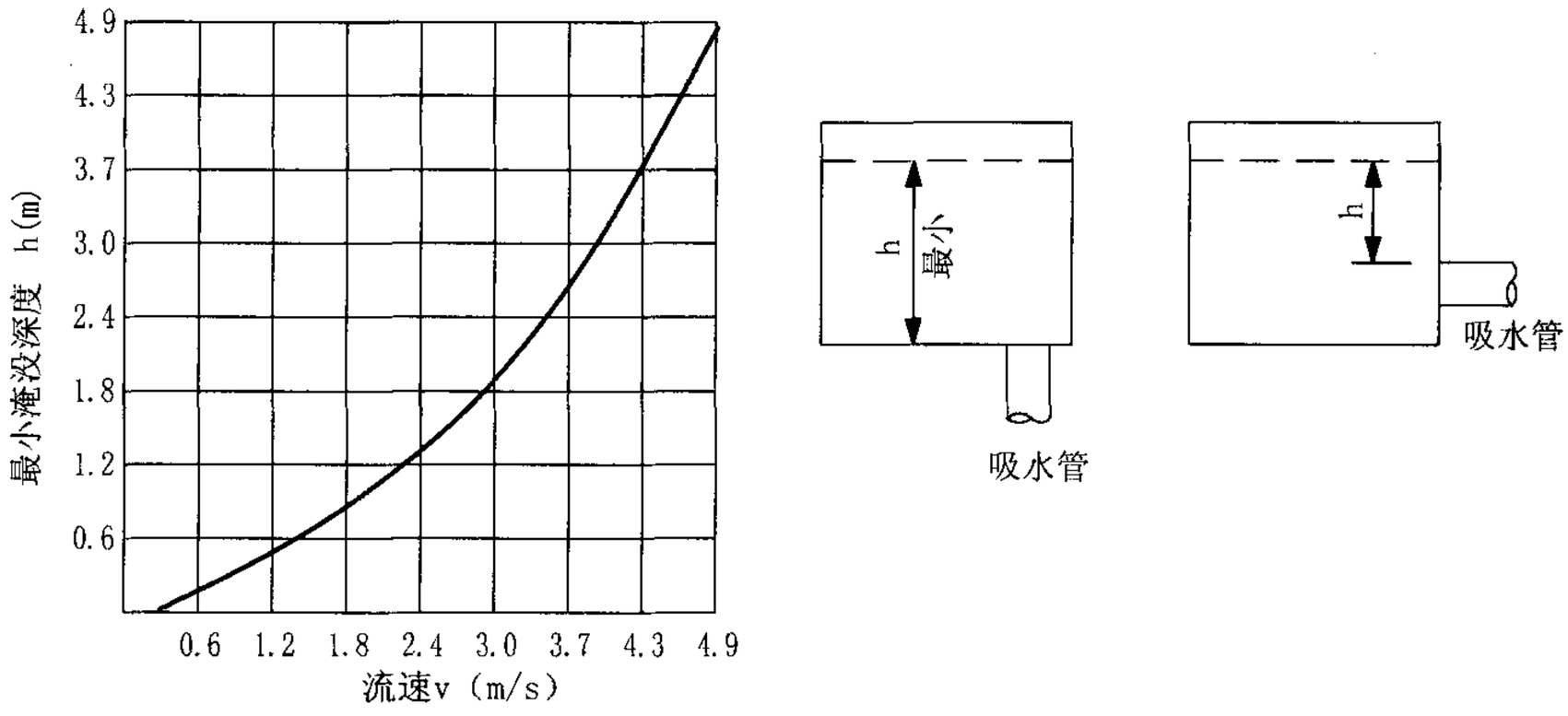


图 8.5.3 吸水管流速与最小淹没深度

3 冷却塔设置在多层或高层建筑屋面时，集水池不应设置在底层，以免因有效水压的损失而增加循环泵的扬程。

4 当多台冷却塔共用集水池时可设置一套补水管，泄水管和溢流管等。

5 冬季不需防冻时，如管道容量很大，可采取在停泵时不使管道内存水泄漏的措施（如管道末端加设电动阀门停泵时自动关闭）。

8.5.4 补水管设计应符合下列要求：

1 集水池或集水型塔盘内应设自动补水管和手动补水管（或称紧急补水管），自动补水宜用浮球阀或补充水箱。

2 自动补水管管径按平均补水量计算，手动补水管比自动补水管大 2 号，补水管上应设水表计量。

3 补水管上应有阀门，有条件时其阀门宜设于机房内溢流信号管出口附近，以利于观察是否溢水。

4 补水管在集水池或集水型塔盘上位置应在最高水位以上，但自动补水管浮球阀应控制最低水位（即保证吸水口淹没深度的水位），并设浮球挡板。

5 当用生活饮用水（如城市自来水）作冷却水补水水源时，补水管或浮球阀出口应高出集水池（盘）溢流口边缘 2.5 倍管径，以防回流污染；否则应采取其他防污染措施。

8.6 循环水泵与配管

8.6.1 循环水泵选型

1 集中设置的冷水机组的冷却水泵的流量和台数宜与冷水机组相匹配，水泵要否备用应与工艺专业协调确定。

2 水泵选型应本着安全可靠、高效节能的宗旨来选择，确定流量、计算扬程是正确选择水泵的关键。

3 确定流量

1）水泵的出水量应按冷却水量确定，冷却水量应与制冷机所需冷却水量相一致。

2）水泵高效区流量宜与制冷机冷却水量允许调节范围尽量一致。

4 计算扬程

1）水泵扬程应根据冷凝器和循环管网水压损失，冷却塔进口水压要求以及水提升净几何高度之和确定。

2）水泵扬程应详细计算，并考虑 1.10 的安全系数。

3）当冷却塔置于高层建筑屋顶，冷却循环水泵置于地下室或建筑低层时，水泵入口及水泵泵壳将承受较高静压，在水泵选型及订货时应明确提出水泵泵壳的承压要求。

4）若设计循环水量大于冷凝器额定水量时，应复核冷凝器的阻力损失。

5 水泵并联

1）如水泵出水管上未设置电动阀时，则宜设置流量控制阀，自动稳定流量，以控制单台水泵运行时，电机超电流现象。

2）当循环冷却水泵并联设置时，其系统流量不能是单泵工作时流量的简单叠加，而应通过计算得出。多台水泵并联运行时，单泵流量衰减非常明显，特别是当管道系统的特性曲线较陡时，流量衰减就显得更为突出。并联设置的水泵，其型号应尽可能相同，管道系统应尽可能对称布置。

8.6.2 配管要求

1 采用多塔并联（干管制）系统时，配管方式有冷却塔合流进水（见图 8.6.2－1）和冷却塔分流进水（见图 8.6.2－2）两种方式。

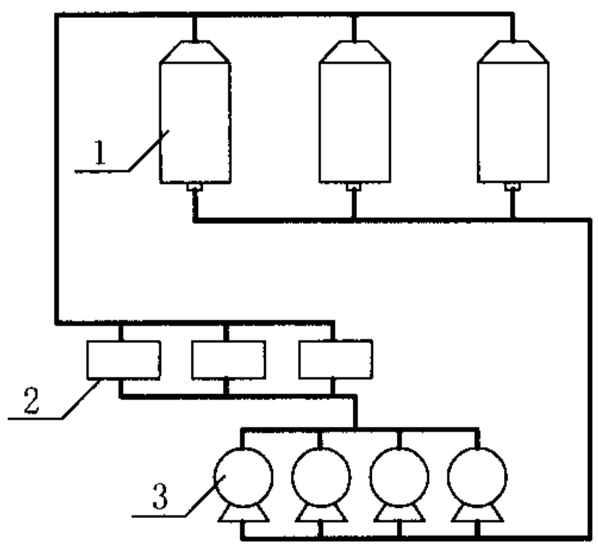


图 8.6.2－1 冷却塔合流进水

1－冷却塔；2－制冷机；3－循环水泵

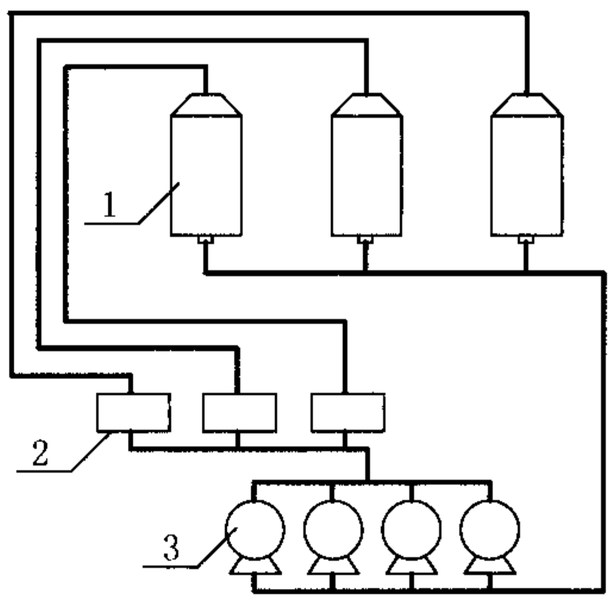


图 8.6.2－2 冷却塔分流进水

1－冷却塔；2－制冷机；3－循环水泵

合流进水使用较多，它的优点是配管简单，占用空间小。缺点是各台冷却塔流量分配不易均匀，并应在每台冷却塔进水管上设电动阀门控制，电动阀宜与对应的冷却水泵联锁；分流进水仅在冷却塔与冷水机组位置相对较近，具有一定布置空间时采用。

2 采用多塔并联（干管制）系统时，每台冷却水泵出口管道上宜设置电动阀，且电动阀宜与对应运行的冷水机组和冷却水泵联锁。

3 循环冷却水管道设计应注意以下几点：

1）集水盘或集水池吸水口处应采取防止空气被吸入措施。

2）回水管道不应返上返下，宜低流速、重力流返回水泵。

3）管道系统的高点宜设排气阀，低点宜设泄水阀。

4）当冷却塔需要在冬季运行时，冷却塔进水和回水干管上应设置旁通管及控制阀，以保证进入制冷机组的冷却水水温不致过低（有些制冷机组，其内部设有冷却水水温保护装置，当冷却水温度太低时，制冷机将自动停机）。

4 循环冷却水管道的流速宜按表 8.6.2 确定。

5 每台冷却塔进、出水管上宜设温度计、放空管、阀门等。

6 沿屋面明设的循环水管道宜采取隔热和防冻（保温）措施。

7 冷却塔的进水管上应设置管道过滤器，根据工程情况亦可设置在出水管上。

表 8.6.2 循环冷却水管道流速

管道类型		管径 DN（mm）	流速（m/s）	备注
循环冷却水给水干管		≤250	1.5～2.0	管径小时取下限，管径大时取上限
		250～500	2.0～2.5	
		>500	2.5～3.0	
循环冷却水回水干管		≤250	1.2～1.5	
		250～500	1.5～2.0	
		>500	2.0～2.5	
冷却水泵出水管		≤250	1.2～1.5	
		>250	1.5～2.0	
冷却水泵吸水管	接循环回水干管	≤250	1.0～1.2	
		>250	1.2～1.5	
	接集水池或集水盘（包括冷却塔出水管）	≤250	0.8～1.0	
		>250	1.0～1.2	

8 管材一般选用焊接钢管或无缝钢管，焊接或法兰连接。

8.7 系统补充水

8.7.1 补充水量计算

1 敞开式循环冷却水系统的水量损失应根据蒸发、风吹和排污等各项损失水量确定。在冷却水温降 5℃时，其补水率可近似取系统循环水量的 1.2%～1.5%。

2 冷却塔的蒸发损失水量占进入冷却塔循环水量的百分数可按下式计算：

$$P_1 = K \cdot \Delta t \tag{8.7.1-1}$$

式中 P_1 ——蒸发损失率（%）；

Δt ——冷却塔进水与出水温度差（℃）；

K ——系数（1/℃），可按表 8.7.1 采用（中间值采用内插法计算）。

表 8.7.1 系数 K

进塔气温干球温度（℃）	-10	0	10	20	30	40
K	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.16

3 冷却塔的风吹损失率 P_2，对设有收水器的机械通风冷却塔，可按 0.1% 计算。

4 冷却水系统的排污损失率 P_3 与循环冷却水质及处理方法、补充水水质和循环水的浓缩倍数有关，估算时可取 0.3%，在给定的水质条件下，排污损失率可按下式计算：

$$P_3 = \frac{P_1}{N-1} - P_2 \tag{8.7.1-2}$$

式中 P_3 ——排污损失率（%）；

P_2 ——风吹损失率（%）；

P_1 ——蒸发损失率（%）；

N ——浓缩倍数。设计浓缩倍数不应小于 3.0，用再生水作为补充水时，不应低于 2.5。

5 冷却塔初次充水时间应根据所服务建筑物的功能性质，由具体工程设计确定，一般宜为 4～6h。

8.7.2 补充水水质要求

1 补充水水源可采用城市自来水，当再生水水质能满足要求时，也可采用再生水。

2 补充水的水质要求应根据循环冷却水水质要求和浓缩倍数确定。如水源的水质不符合要求时，

应对补充水进行处理。

3 再生水直接作为敞开式循环冷却水系统补充水源时，其水质指标宜符合表 8.7.2 的规定或根据实验和类似工程运行数据确定。

表 8.7.2 再生水水质指标

序号	项目	单位	水质控制指标	序号	项目	单位	水质控制指标
1	pH 值（25℃）	–	7.0～8.5	9	钙硬度（以 $CaCO_3$ 计）	mg/L	≤250
2	悬浮物	mg/L	≤10	10	甲基橙碱度（以 $CaCO_3$ 计）	mg/L	≤200
3	浊度	NTU	≤5	11	NH3－N	mg/L	≤5
4	BOD_5	mg/L	≤5	12	总磷（以 P 计）	mg/L	≤1
5	COD_{CR}	mg/L	≤30	13	溶解性总固体	mg/L	≤1000
6	铁	mg/L	≤0.5	14	游离氯	mg/L	末端 0.1～0.2
7	锰	mg/L	≤0.2	15	石油类	mg/L	≤5
8	Cl^-	mg/L	≤250	16	细菌总数	个/mL	<1000

注：表中数据来源于《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050－2007 中表 6.1.3。

1） 当再生水水源不能保证用水的可靠性时，应设置备用补水系统。

2） 为有效控制有机物产生的危害，循环冷却水的浓缩倍数应根据再生水水质、循环冷却水水质、药剂处理配方、换热设备材质等，通过试验或参照类似工程的运行经验确定，一般采用 2.5～3.0。

3） 再生水补水系统的管网应为独立系统，并应设置水质、水量监测设施，严禁与生活用水管网连接。

8.8 冷却水温度调节

8.8.1 冷却水系统，尤其是全年运行的冷却水系统，对冷却水温度采取调节措施，不仅使制冷机能保持稳定运行，而且能起到明显的节能效果，具体方案和参数选用应与工艺专业一起进行技术经济分析确定。

8.8.2 冷却水进口温度最低控制值，应根据所选用的制冷机的性能要求确定，见表 8.2.2－2。

8.8.3 冷却水温度调节可采用以下方法：

1 可采用冷却塔出水温度控制风机的启闭、台数或转速，见图 8.8.3－1；

2 冬季或过渡季节运行的冷却塔，宜在冷却水供、回水管之间设置两通阀控制旁通水量，调节混合比控制水温，见图 8.8.3－2。

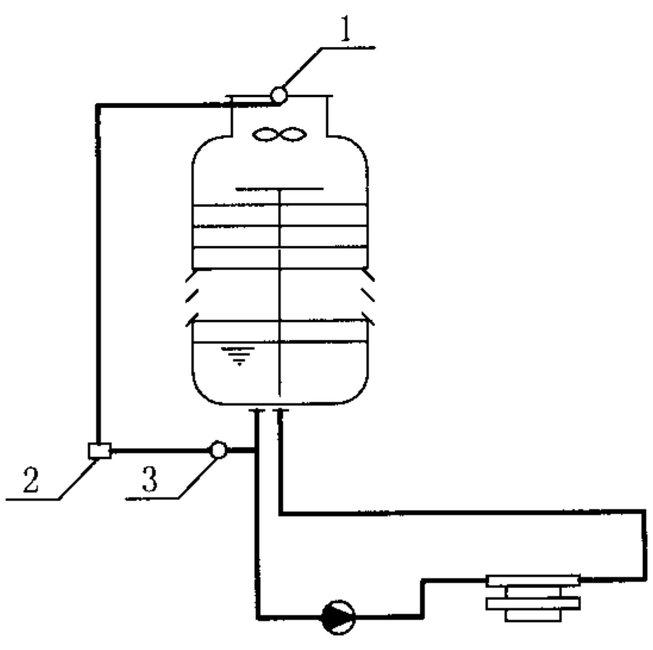


图 8.8.3－1 冷却水温度调节系统（一）

1－风机；2－调节器；3－温度传感器

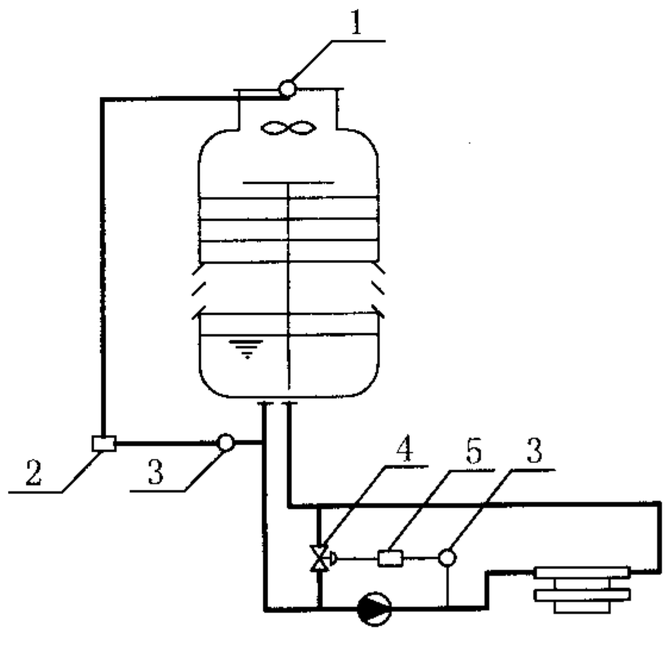


图 8.8.3－2 冷却水温度调节系统（二）

1－风机；2－调节器；3－温度传感器；4－两通阀；5－控制器

8.9 循环冷却水处理

8.9.1 一般要求

1 为了控制循环冷却水系统内由水质引起的结垢、污垢、菌藻和腐蚀，保证制冷机组的换热效率和使用年限，应对循环冷却水进行水质处理。

2 采用化学药剂法进行水质处理时，敞开式系统循环冷却水的水质和微生物控制指标宜符合《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050－2007 中的有关规定。

3 循环冷却水处理方法有化学药剂法和物理水处理法两种，应结合水质条件、循环水量大小和浓缩倍数等因素，合理选择处理方法及设备。

8.9.2 化学药剂法

1 化学药剂法是循环冷却水进行阻垢、缓蚀、杀菌，灭藻的有效方法，近年来的实践表明，该法也是当前防止冷却塔内军团菌的生长、繁殖和传播的首选方法。

2 药剂品种配方可采用处于同一地区，水系相同的类似系统的运行经验配方。选择药剂类型时，要注意其阻垢、缓蚀杀菌、灭藻的协同效应。

3 阻垢、缓蚀剂的首次加药量可按下式计算：

$$G_f = \frac{V \cdot g}{1000} \tag{8.9.2-1}$$

式中 G_f ——系统首次加药量（kg）；

V ——循环冷却水系统容积（m^3）；

g ——单位循环冷却水的加药量（mg/L）。

4 敞开式循环冷却水系统运行时的加药量可按下式计算：

$$G_r = \frac{Q_1 \cdot g}{1000\ (N-1)} \tag{8.9.2-2}$$

式中 G_r ——系统运行时的加药量（kg/h）；

Q_1 ——蒸发水量（m^3/h）；

N ——浓缩倍数。

5 敞开式循环冷却水系统氧化性杀生剂投加量可按下式计算：

$$G_c = \frac{Q \cdot g_c}{1000} \tag{8.9.2-3}$$

式中 G_c ——加氯量（kg/h）；

Q ——循环冷却水量（m^3/h）；

g_c ——单位循环冷却水量的加氯量，宜采用 2～4mg/L（以有效氯计）。

6 药剂投加方式

1）小型循环冷却水系统，可由专业水处理公司承包，配制好液体药剂，可采取手动控制投加方式；

2）大、中型循环冷却水系统，宜设置带搅拌配制槽和计量泵的自动投药装置，药剂可在集水池出水口处投加；也可在水泵吸水管段适当位置投加，计量泵应与循环水泵控制进行联锁；

3）加氯剂宜用次氯酸钠，可连续投加，也可定期投加，连续投加时宜控制水中余氯 0.1～0.5mg/L，定期投加时宜每天投加 1～3 次，每次投加时间宜控制水中余氯 0.5～1.0mg/L 保持 2～3h。

4）当用加氯方法不能达到处理效果时，宜采用非氧化型杀生剂配合使用，根据微生物监测数据不定期投加。每次加药量可按下式计算：

$$G_n = \frac{V \cdot g_n}{1000} \tag{8.9.2-4}$$

式中 G_n——加药量（kg）；

V——系统容积（m^3）。

g_n——单位循环冷却水非氧化性杀生剂加药量（mg/L）

7 清洗和预膜处理

1）系统投入运行前，对管道应采用自来水冲洗，冷凝器应采用药剂清洗；

2）预膜时常以7~8倍的正常投药量作为预膜剂，pH值5.5~6.5，持续时间为120h。

8 药剂品种、配方、投加量、清洗和予膜处理等可由业主请当地水处理公司提供化验配方、供货一体化服务，选择水处理公司时，应注意该公司技术力量和信用情况。

8.9.3 物理水处理法

1 处理设备分以下几种类型

1）静电水处理器：利用高压静电场进行水处理；

2）电子水处理器：利用低压静电场进行水处理；

3）内磁水处理器：利用磁场进行水处理。

2 适用条件见表8.9.3-1。

物理水处理法具有除垢、杀菌灭藻功能，易于安装、便于管理，运行费用较低等特点。与化学药剂法比较，存在缓蚀、阻垢效果不明显，处理效果不够稳定，一次投资较大的弱点。因此，该法可作为水量小于等于300m^3/h，水质以结垢型为主，浓缩倍数小的条件下采用，并应严格控制它的适用条件。

表8.9.3-1 各种水处理器适用条件

类型 / 参数	电子水处理器	静电水处理器	内磁水处理器
水温	≤105℃	≤80℃	≤80℃
流速	-	-	1.5~2.5m/s
适用水质	总硬度 <550mg/L（$CaCO_3$ 计）	总硬度 <700mg/L（$CaCO_3$ 计）	含盐量<3000mg/L pH为7.5~11

注：1 上述三种水处理器用于除垢时，主要适用于结垢成分是碳酸盐型水，当水中含有硫酸盐时要慎用，水中主要结垢成分是磷酸盐、硅酸盐时则不宜使用。

2 内磁水处理器选用前，宜先作除垢杀菌灭藻效果试验，或对工程所在地使用的内磁水处理器的处理效果进行调查。

3 各种水处理器的选用与安装要求见表8.9.3-2。

表8.9.3-2 各种水处理器选用与安装要求

水处理器类型	选用与安装要求
电子水处理器 静电水处理器	1. 垂直安装 2. 设备周围应留有一定的巡检区间 3. 设备至较大容量电器（>20kW）的最小间距为5~6m，如无法满足时，则应在中间设置屏蔽和接地装置 4. 设备可装在系统总干管上，宜靠近制冷机组，应设旁通管 5. 设备应与系统同步运行 6. 重视排污，排污量为0.5%~1.0%，当处理水量为中等以上时，应设旁滤水处理 7. 合理选择电子水处理器的高频值 8. 定期清洗电极 9. 系统运行浓缩倍数宜小于3 10. 选用的产品应符合HG/T3133行业标准

续表 8.9.3－2

水处理器类型	选用与安装要求
内磁水处理器	1. 可水平或垂直安装，但不应设在系统总干管上，以防在系统减少流量时内流速降低而影响处理效果 2. 磁化器前应设置过滤器 3. 定期排污，宜连续排污（排污水量为循环水量 0.5%） 4. 隔 1～2 年要检查磁场强度，当降低至设计强度的 40% 左右，就应调换永久磁铁后再使用 5. 磁水器应避免振动，以免磁化效应减弱 6. 磁水器安装在金属管道上时，应接跨越导线，以免杂散电流干扰磁场 7. 安装位置应避免靠近其他磁场设备（如电机），小于 1.0m 时，应对设备屏蔽处理 8. 选用产品应符合 DJ/T3066 行业标准

注：选用产品应有权威机构的产品性能检测报告，如除垢、防腐、杀菌率、设备寿命等，并注意售后服务问题。其处理效果应达到《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050－2007 中规定的控制指标。

8.9.4 旁流水处理

1 当旁流处理用于去除碱度、硬度或某种离子时，其处理水量可按下式计算。

$$Q_{si} = \frac{Q_m \times C_{mi} - (Q_b + Q_w) \times C_{ri}}{C_{ri} - C_{si}} \tag{8.8.4}$$

式中 Q_{si} ——旁流水处理量（m^3/h）；

Q_m ——循环冷却水补充水量（m^3/h）；

C_{mi} ——补充水某项成分含量（mg/L）；

Q_b ——排污水量（m^3/h）；

Q_w ——风吹损失水量（m^3/h）；

C_{ri} ——循环冷却水某项成分含量（mg/L）；

C_{si} ——旁流处理后水的某项成分含量（mg/L）。

2 对去除水中碱度、硬度或某种离子的敞开式循环冷却水系统的旁滤设施，应根据需要处理的物质，合理确定处理流程和设备。

3 当旁流处理用于去除循环冷却水中悬浮物时，敞开式系统的旁流水量可按循环水量的 1%～5%，对于多沙尘地区或空气灰尘指数偏高地区可适当提高。

4 对去除水中悬浮物的敞开式循环冷却水系统的旁滤设施，宜采用砂、纤维等介质过滤器。旁流过滤器的出水浊度应小于 3NTU。对小型系统可采用蜂房滤芯过滤器或全自动水力清洗过滤器等进行过滤。

8.9.5 全程水处理器

1 全程水处理器是采用“物理法”来解决给水系统中腐蚀、结垢、菌藻、水质恶化的一种综合性水处理设备，可在小型空调制冷循环冷却水系统中采用。

2 选用和安装要求：

1）垂直安装；

2）设备可装在系统总干管上；

3）设备以旁通形式与管道连接，以便在不停机状态下排污及维修；

4）禁止在无水状态下长时间开启设备；

5）当设备进出口压力表显示压力差大于 0.03～0.06MPa（或根据系统选择压差）时，即应停机反冲排污。

8.10 密闭式循环冷却水系统

8.10.1 系统型式与适用条件

1 系统型式：密闭式系统是指循环冷却水与冷却介质间接传热的循环冷却水系统。它可通过设置闭式冷却塔或在敞开式系统中增设中间换热器来实现。以闭式冷却塔为例，其图式见图 8.10.1。

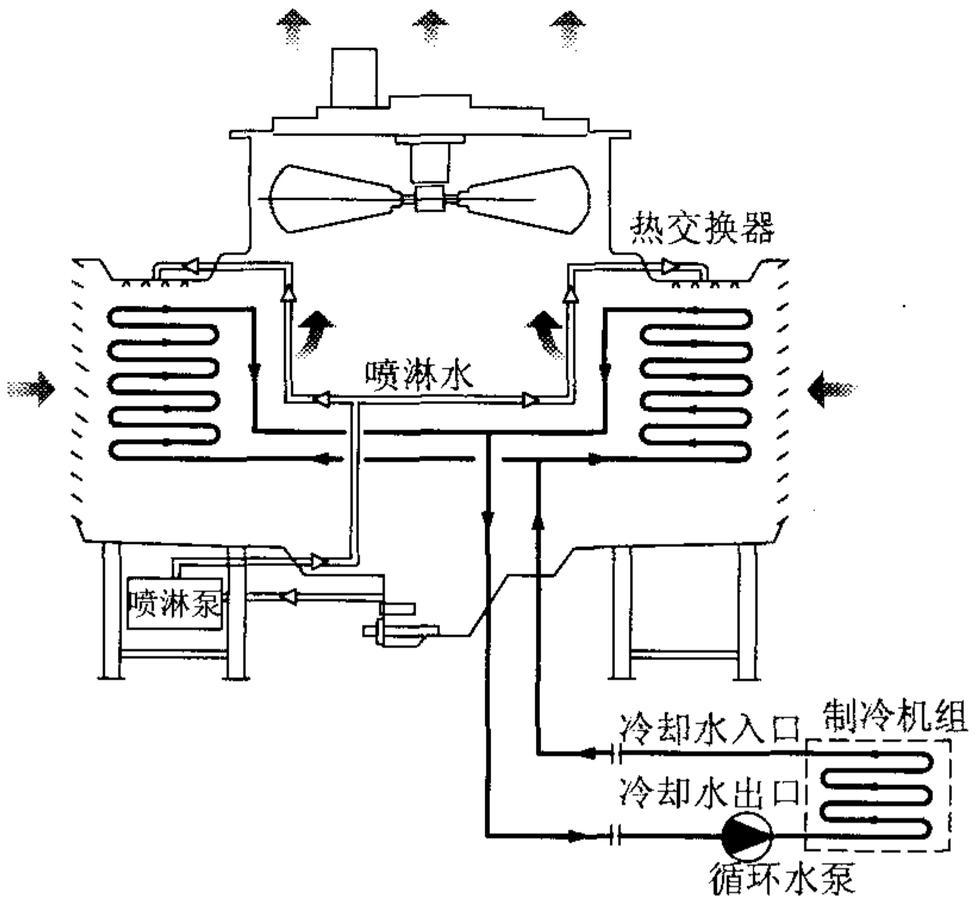


图 8.10.1 密闭式循环冷却水系统

2 适用条件：当一般敞开式循环冷却水系统不能满足制冷设备（如办公楼各电算机房、专用水冷整体式空调器、分户或分区设置水源热泵机组等）的水质要求时，宜采用密闭式循环冷却水系统。

8.10.2 系统设计要点

1 当密闭式系统用于工业生产过程时，循环冷却水水质指标应根据系统特性、用水设备、冷却塔材质要求确定，并宜符合《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050－2007 中的规定，即电导率小于等于 10μs/cm（25℃），pH8.0～9.0。

2 当闭式系统用于民用建筑制冷机组和空调机组时，喷淋循环水及补充水的水质指标宜符合表 8.10.2－1 的规定；密闭循环水的水质指标宜符合表 8.10.2－2 的规定。

表 8.10.2－1 闭式系统喷淋循环水及补充水水质指标

序号	项目	单位	水质指标		倾向	
			喷淋水	补充水	腐蚀	结垢
1	pH 值（25℃）		6.5～8.2	6.8～8.0	○	○
	电导率（25℃）	μs/cm	<80	<30	○	○
2	Cl^-	mg/L	<200	<50	○	
3	SO_4^{2-}	mg/L	<200	<50	○	
4	甲基橙碱度（以 $CaCO_3$ 计）	mg/L	<100	<50		○
5	总硬度（以 $CaCO_3$ 计）	mg/L	<200	<70		○
6	钙硬度（以 $CaCO_3$ 计）	mg/L	<150	<50		○
7	溶解性二氧化硅（以 SiO_2 计）	mg/L	<50	<30		○
8	铁（以 Fe 计）	mg/L	<1.0	<0.3	○	○
9	铜（以 Cu 计）	mg/L	<0.3	<0.1	○	

续表 8.10.2－1

序号	项目	单位	水质指标		倾向	
			喷淋水	补充水	腐蚀	结垢
10	硫化物（以 S^{2-} 计）	mg/L	不得检出	不得检出	○	
11	氨离子（以 NH_4^+ 计）	mg/L	<1.0	<0.1	○	
12	余氯（以 Cl 计）	mg/L	<0.3	<0.3	○	

注：1 表中数据来源于日本冷冻空调工业会标准规格《冷冻空调机用冷却水水质基准》JRA－GL－01－1994。

2 表中有○标记的表示该指标有形成腐蚀或结垢的倾向。

表 8.10.2－2 闭式系统密闭循环水及补充水水质指标

序号	项目	单位	水质指标		倾向	
			低品质密闭循环水（20℃～60℃时）	高品质密闭循环水（20℃～60℃时）	腐蚀	结垢
1	pH 值（25℃）	—	7.0～8.0	7.0～8.0	○	○
	电导率（25℃）	μs/cm	<30	<30	○	○
2	Cl^-	mg/L	<50	<30	○	
3	SO_4^{2-}	mg/L	<50	<30	○	
4	甲基橙碱度（以 $CaCO_3$ 计）	mg/L	<50	<50		○
5	总硬度（以 $CaCO_3$ 计）	mg/L	<70	<70		○
6	钙硬度（以 $CaCO_3$ 计）	mg/L	<50	<50		○
7	二氧化硅（以 SiO_2 计）	mg/L	<30	<30		○
8	铁（以 Fe 计）	mg/L	<1.0	<1.0	○	○
9	铜（以 Cu 计）	mg/L	<1.0	<1.0	○	

注：1 表中数据来源于日本冷冻空调工业会标准规格《冷冻空调机用冷却水水质基准》JRA－GL－01－1994。

2 表中有○标记的表示该指标有形成腐蚀或结垢的倾向。

3 密闭循环水的补充水水质，除铁（以 Fe 计）<0.3mg/L、铜（以 Cu 计）<0.1mg/L 外，其余指标与密闭循环水相同。

3 密闭式系统容积可按下式计算：

$$V = V_f + V_{pc} \tag{8.10.2-1}$$

式中 V ——系统容积（m^3）；

V_f ——设备中的水容积（m^3）；

V_{pc} ——管道和膨胀罐的容积（m^3）。

4 密闭式系统应设置定压膨胀装置，膨胀罐应具有自动调压、水位检测、自动补水与泄水以及防止空气进入水系统等功能。膨胀罐气水容积的比值宜为 0.75～1.00，水容积宜按 4℃水温与最高设计水温的比容差乘以系统容积确定，并应增加 15% 的安全余量。

5 密闭式循环冷却水系统的补充水量宜为循环水量的 1‰；闭式冷却塔淋水系统的补充水设计流量与开式系统相同，宜为循环水量的 1.2%～1.5%。

6 密闭式循环冷却水系统补充水管的输水能力应在 4～6h 内将系统充满。

7 密闭式系统运行中出现腐蚀与补充水水质有关，一般宜投加缓蚀剂，其加药量可按下式计算：

$$G_r = \frac{Q_m \cdot g}{1000} \tag{8.10.2-2}$$

式中 G_r——系统运行时的加药量（kg/h）；

Q_m——系统补充水量（m^3/h）；

g ——单位循环冷却水的加药量（mg/L）。

8 密闭式循环冷却水系统的加药设施应具备向补充水和循环冷却水投药的功能，即注药设备的输出压力应大于循环冷却水系统的水压。

9 密闭式循环冷却水系统的管道最低处应设置泄空阀，管道最高点应设置自动排气阀。

10 循环冷却水泵或冷水机组入口的管道上应设置过滤器或除垢器。

11 当补充水 pH 值小于 7.5 时，其输水管道应采用耐腐蚀管材。

12 设置在寒冷地区，并且冬季需要运行的密闭式系统，必须对冷却盘管、循环水系统、冷却塔淋水泵及淋水管道系统进行防冻保护。闭式塔水盘可以采用电加热、蒸汽、热水盘管等来保持水盘中的水温，所有排水管、给水管、循环泵的配管、溢流接头等都应采用电拌热保温；在冷媒中加入乙二醇或丙二醇，可以防止冷却盘管冰冻；也可以采用给冷却盘管增加热负荷并保证冷却盘管内的冷媒具有一定的最小流量的方法来防止冷却盘管冰冻。

8.10.3 闭式冷却塔

1 特点：闭式冷却塔是将机械通风湿式冷却塔和热交换器（冷却盘管）组合而成的一种冷却塔型式，它的冷却原理是借助喷淋水在盘管外壁蒸发以冷却管内液体，同时利用风机及时地把产生的水蒸气带走。

2 类型：闭式冷却塔与机械通风湿式冷却塔一样，可为横流与逆流、抽风与鼓风。其工艺结构图式见图 8.10.3。

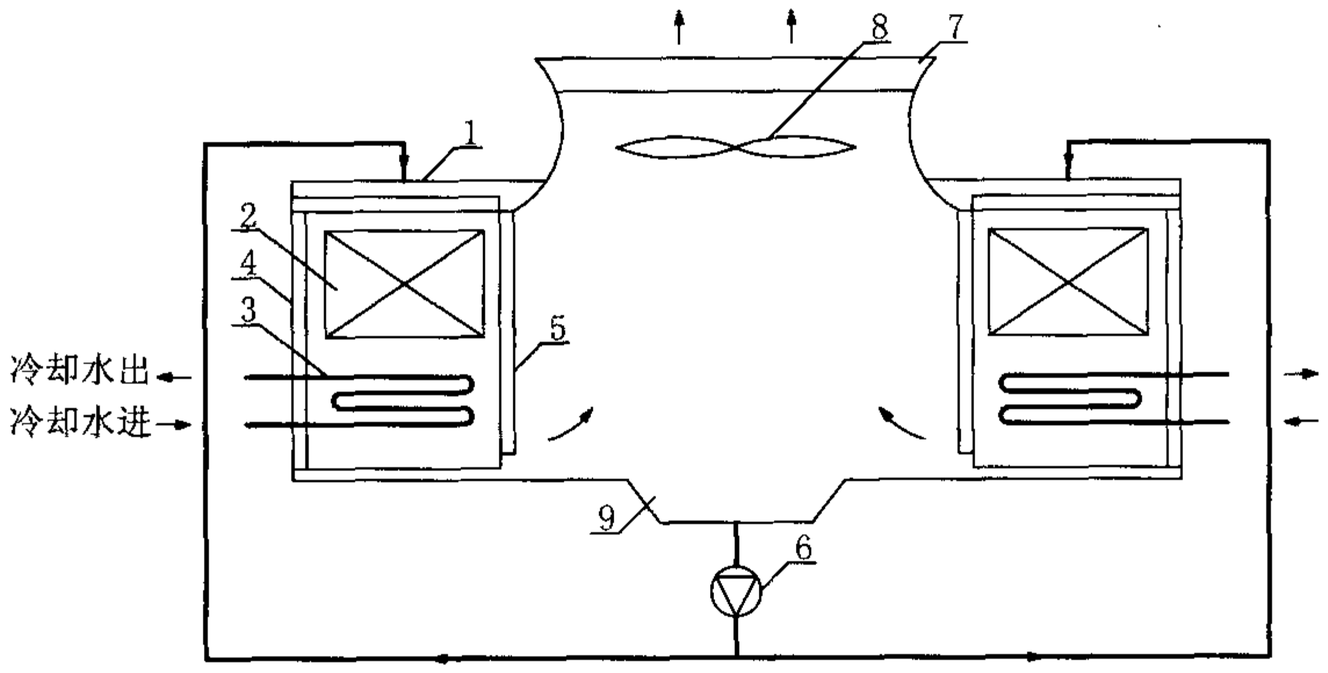


图 8.10.3 机械抽风横流闭式冷却塔

1－池式配水；2－淋水填料；3－冷却盘管；4－进风口；5－收水器；
6－冷却塔淋水泵；7－风筒；8－风机；9－集水盘

3 选用闭式冷却塔时，不仅要满足热力性能上的设计要求，同时应核定管式蒸发冷却器盘管的水力压降特性。

4 闭式冷却塔在冬季或过度季节可直接利用室外空气的低温特点来作为蒸发冷凝器使用，以制备低温冷冻水而不必启动制冷机，但应控制水温大于等于 7℃。

5 由于喷淋水是与大气直接接触的敞开式循环冷却水系统，且补充水多为市政水，运行中由水质引起的结垢、污垢、菌藻和腐蚀问题不可忽视，除采取少量的连续排污外，宜对喷淋水采取阻垢、缓蚀、杀菌等水处理措施。无论采用何种水处理方式，它们必须与闭式冷却塔的制造材质兼容，保证不对冷却塔产生腐蚀。

6 为使盘管内冷却水温度大于等于 7℃，通常当室外气温降到低于 0℃时，可采取停止冷却盘管的喷淋水系统而采取直接风冷的干式操作（开风机，停水泵）甚至停止风机运行（此时，必须将循环水系统水盘、管道内的水排空）。但循环水泵不能经常性间歇运行，否则会产生过量积垢，引起效率下降。

7 闭式冷却塔应布置在屋顶等具有良好空气流通的位置，以避免湿热空气的回流。如果闭式冷却塔置于四周封闭或靠近高墙的位置，在墙壁上应设置通风窗，通风窗的高度应低于冷却塔的进风百叶，在冷却塔排风机上应设置排风导风筒，使其顶部高于邻近的墙顶或与邻近的墙顶持平。应避免将闭式冷却塔的排风直对或靠近建筑物的新风入口处。

8.10.4 中间换热器

1 中间换热器和冷却水泵不宜少于 2 台。

2 中间换热器宜采用板式换热器。

9 中　水

9.1 一般规定

9.1.1 为实现污、废水资源化，节约用水，治理污染，保护环境，各类建筑物和建筑小区建设时，应根据当地有关部门的规定配套建设中水设施，其技术内容应符合《建筑中水设计规范》GB 50336－2002 的要求。

9.1.2 缺水城市和缺水地区在进行各类建筑物和建筑小区建设时，其总体规划设计应包括污水、废水、雨水资源的综合利用和中水设施建设的内容。各种污、废水资源，应根据当地的水资源情况和经济发展水平充分利用。

9.1.3 缺水城市和缺水地区适合建设中水设施的工程项目，应按照当地有关规定配套建设中水设施。中水设施必须与主体工程同时设计，同时施工，同时使用。

9.1.4 北京市是建设中水设施较早且建设经验较为成熟的城市，下面是北京市有关部门对中水设施建设要求的主要内容，可供各地区参考。

凡新建工程符合以下条件的，必须建设中水设施：

1 建筑面积 2 万 m^2 以上的宾馆、饭店、公寓等。

2 建筑面积 3 万 m^2 以上的机关、科研单位、大专院校和大型文化、体育建筑。

3 建筑面积 5 万 m^2 以上，或可回收水量大于 $150m^3/d$ 的居住区和集中建筑区等。

9.1.5 中水工程设计应根据可利用原水的水质、水量和中水用途，进行水量平衡和技术经济分析，合理确定中水水源、系统型式、处理工艺和规模。

9.1.6 中水工程设计必须采取确保使用、维修的安全措施，严禁中水进入生活饮用水给水系统。

9.1.7 中水工程设计应由主体工程设计单位负责，可结合工程具体情况采用标准设计，并配合有施工安装资质的专业公司或厂家进行施工、安装和运行调试，确保工程达标验收、成功运行。当委托具有设计资质的专业公司负责中水工程设计时，主体工程设计单位仍应对工程的完整性、整体功能和设计质量负责，并应负责进行与主体工程各专业的技术协调。

9.1.8 建筑中水设计应采取合理、有效、成熟的处理工艺和设备，确保中水系统功能和效益的实现，并可采用国外成熟的先进工艺。中水工程设计应做到安全可靠、经济适用、技术先进。

9.1.9 本措施适用于各类民用建筑和建筑小区的新建、改建和扩建的中水工程设计。工业建筑中生活污水、废水再生利用的中水工程设计可参照执行。

9.1.10 建筑中水工程设计可参见国标图集 03SS703－1《建筑中水处理工程（一）》和 08SS703－2《建筑中水处理工程（二）》。

9.2 中水水源及其水量水质

9.2.1 建筑物中水水源

1 中水水源应根据排水的水质、水量、排水状况和中水回用的水质、水量及其他相关情况来确定。

2 中水水源可取自建筑物的生活排水和其他可利用的水源。

3 综合医院污水作为中水水源时，必须经过消毒处理，产出的中水仅可用于独立的不与人直接接触的系统。如将产生的中水用于滴灌绿化等。

4 传染病医院、结核病医院污水和放射性废水，不得作为中水水源。

5 建筑屋面雨水可作为建筑物中水水源或水源补充，但设计中应注意解决好雨水量的冲击负荷、雨水的分流、溢流和初期雨水的弃流等问题。

6 中水水源的确定应按照水量平衡需要，可选择的种类和选取顺序为：

1）卫生间、公共浴室的盆浴和淋浴等的排水。

2）盥洗排水。

3）空调循环冷却水系统排污水。

4）冷凝水。

5）游泳池排污水。

6）洗衣排水。

7）厨房排水。

8）冲厕排水。

7 中水水源一般不是单一水源，通常有三种组合方式：

1）盥洗排水和沐浴排水（有时也包括冷却水排水）组合，通常称为优质杂排水，应优先选用。

2）冲厕排水以外的生活排水的组合，通常称为杂排水。

3）生活污水，即所有生活排水之总称，这种水质最差。

9.2.2 建筑小区中水水源

1 建筑小区中水水源的选择要根据水量平衡和技术比较确定，并优先选用水量充裕、稳定、污染物浓度低、水质处理难度小，安全且居民易接受的中水水源。

2 建筑小区中水可选择的水源有：

1）小区内建筑物杂排水，以居民洗浴水为优先水源。

2）小区或城市污水处理厂出水。

3）小区附近相对洁净的工业排水，水质、水量必须稳定，并有较高的使用安全性。

4）小区内的雨水，可作为补充水源。

5）小区生活污水。

9.2.3 原水水量计算

1 建筑物中水原水量

1）中水原水量按公式（9.2.3－1）计算：

$$Q_Y = \sum \alpha \cdot \beta \cdot Q \cdot b \qquad (9.2.3-1)$$

式中 Q_Y ——中水原水量（m^3/d）；

α ——最高日给水量折算成平均日给水量的折减系数，一般取 0.67～0.91，按《室外给水设计规范》GB 50013 中的用水定额分区和城市规模取值。城市规模按特大城市→大城市→中、小城市，分区按三→二→一的顺序，由低至高取值；

β ——建筑物按给水量计算排水量的折减系数，一般取 0.8～0.9；

Q ——建筑物最高日生活给水量，按《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中的用水定额计算确定（m^3/d）；

b ——建筑物分项给水百分率，各类建筑物的分项给水百分率应以实测资料为准，在无实测资料时，可参照表 9.2.3 选取。

2）用作中水水源的水量宜为中水回用水量的 110%～115%，以保证中水处理设备的安全运转。

2 建筑小区中水原水量

1）小区中水原水量可按下列方法计算：

表 9.2.3　各类建筑物分项给水百分率（%）

项目	住宅	宾馆、饭店	办公楼、教学楼	公共浴室	餐饮业、营业餐厅
冲厕	21.3 ~ 21	10 ~ 14	60 ~ 66	2 ~ 5	6.7 ~ 5
厨房	20 ~ 19	12.5 ~ 14	—	—	93.3 ~ 95
沐浴	29.3 ~ 32	50 ~ 40	—	98 ~ 95	—
盥洗	6.7 ~ 6.0	12.5 ~ 14	40 ~ 34	—	—
洗衣	22.7 ~ 22	15 ~ 18	—	—	—
总计	100	100	100	100	100

注：沐浴包括盆浴和淋浴。

①小区建筑物分项排水原水量按公式（9.2.3－1）计算确定；

②小区综合排水量可按公式（9.2.3－2）计算：

$$Q_{Y1} = Q_1 \cdot \alpha \cdot \beta \qquad (9.2.3-2)$$

式中　Q_{Y1}——小区综合排水量（m^3/d）；

Q_1 ——小区最高日给水量，按《建筑给水排水设计规范》GB 50015 规定计算（m^3/d）。

2）小区中水水源的水量应根据小区中水用量和可回收排水项目水量平衡计算确定。

9.2.4　原水水质

1　原水的水质随建筑物所在地区及使用性质不同，其污染成分和浓度各不相同，设计时可根据实际水质调查分析确定。

2　在无实测资料时，各类建筑物的各种排水污染浓度可参照表 9.2.4 确定。建筑物排水的污染浓度与用水量有关，用水量越大，其污染浓度越低，反之则越高。选用表中数值时应注意按此原则取值。

3　小区中水水源设计水质，当无实测资料时，可参照：

1）当采用生活污水作中水水源时，可按表 9.2.4 中综合水质指标取值。

2）当采用城市污水处理厂出水为水源时，可按污水处理厂实际出水水质取值；或根据污水处理厂执行的排放标准，按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918 中城镇污水处理厂水污染物排放基本控制项目最高允许排放浓度（日均值）取值，详见附录 H－1。

3）利用其他种类原水的水质需进行实测。

表 9.2.4　各类建筑物各种排水污染浓度表（mg/L）

类别	住宅			宾馆、饭店			办公楼、教学楼			公共浴室			餐饮业、营业餐厅		
	BOD_5	COD_{CR}	SS	BOD_5	COD_{cr}	SS	BOD_5	COD_{cr}	SS	BOD_5	COD_{cr}	SS	BOD_5	COD_{cr}	SS
冲厕	300 ~ 450	800 ~ 1100	350 ~ 450	250 ~ 300	700 ~ 1000	300 ~ 400	260 ~ 340	350 ~ 450	260 ~ 340	260 ~ 340	350 ~ 450	260 ~ 340	260 ~ 340	350 ~ 450	260 ~ 340
厨房	500 ~ 650	900 ~ 1200	220 ~ 280	400 ~ 550	800 ~ 1100	180 ~ 220	—	—	—	—	—	—	500 ~ 600	900 ~ 1100	250 ~ 280
沐浴	50 ~ 60	120 ~ 135	40 ~ 60	40 ~ 50	100 ~ 110	30 ~ 50	—	—	—	45 ~ 55	110 ~ 120	35 ~ 55	—	—	—
盥洗	60 ~ 70	90 ~ 120	100 ~ 150	50 ~ 60	80 ~ 100	80 ~ 100	90 ~ 110	100 ~ 140	90 ~ 110	—	—	—	—	—	—

续表 9.2.4

类别	住宅			宾馆、饭店			办公楼、教学楼			公共浴室			餐饮业、营业餐厅		
	BOD_5	COD_{CR}	SS	BOD_5	COD_{cr}	SS	BOD_5	COD_{cr}	SS	BOD_5	COD_{cr}	SS	BOD_5	COD_{cr}	SS
洗衣	220 ~ 250	310 ~ 390	60 ~ 70	180 ~ 220	270 ~ 330	50 ~ 60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
综合	230 ~ 300	455 ~ 600	155 ~ 180	140 ~ 175	295 ~ 380	95 ~ 120	195 ~ 260	260 ~ 340	195 ~ 260	50 ~ 65	115 ~ 135	40 ~ 65	490 ~ 590	890 ~ 1075	255 ~ 285

9.3 中水利用及水质标准

9.3.1 中水利用和要求

1 根据国家标准《城市污水再生利用　分类》GB/T 18919 - 2002，污水再生利用按用途分为五类，包括农林牧渔用水、城市杂用水、工业用水、环境用水、补充水源水等，详见附录 H - 2。

2 建筑中水用途主要是城市杂用水，如冲厕、浇洒道路、绿化用水、消防、车辆冲洗、建筑施工等。

3 中水利用除满足水量外，还应符合下列要求：

1）满足不同的用途，选用不同的水质标准。

2）卫生上应安全可靠，卫生指标如大肠菌群数等必须达标。

3）中水还应符合人们的感官要求，即无不快感觉，以解决人们使用中水的心理障碍，主要指标有浊度、色度、嗅、LAS 等。

4）中水回用的水质不应引起设备和管道的腐蚀和结垢，主要指标有 pH 值、硬度、蒸发残渣、TDS 等。

9.3.2 中水水质标准

1 中水用作城市杂用水，其水质应符合国家标准《城市污水再生利用　城市杂用水水质》GB/T 18920 的规定，详见附录 H - 3。

2 中水用于景观环境用水，其水质应符合国家标准《城市污水再生利用　景观环境用水水质》GB/T 18921 的规定，详见附录 H - 4。

3 中水用于冷却、洗涤、锅炉补给等工业用水，其水质应符合国家标准《城市污水再生利用　工业用水水质》GB/T 19923 的规定，详见附录 H - 5。

4 中水用于食用作物、蔬菜浇灌用水时，应符合《农田灌溉水质标准》GB 5084 的要求，详见附录 M。

5 中水用于采暖系统补水等其他用途时，其水质应达到相应使用要求的水质标准。

6 当中水同时满足多种用途时，其水质应按最高水质标准确定。

9.4 系统的组成与型式

9.4.1 系统组成

1 中水系统由原水系统、处理系统和供水系统三部分组成。

2 中水工程设计应按系统工程考虑，做到统一规划、合理布局，相互制约和协调配合，实现建筑或建筑小区的使用功能、节水功能和环境功能的统一。

9.4.2 系统型式

1 建筑物中水宜采用原水污、废分流，中水专供的完全分流系统。

2 建筑小区中水可采用下列系统型式：

1）全部完全分流系统：原水分流管系和中水供水管系覆盖全区。

2）部分完全分流系统：原水分流管系和中水供水管系均为区内部分建筑。

3）半完全分流系统：无原水分流管系（原水为综合污水或外接水源），只有中水供水管系或将建筑内的杂排水分流出来，处理后用于室外杂用。

4）无分流简化系统：无原水分流管系，中水用于河道景观、绿化及室外其他杂用。

3 中水系统型式的选择，应根据工程的实际情况、原水和中水用量的平衡和稳定、系统的技术经济合理性等因素综合考虑确定。

9.4.3 原水系统

1 原水管道系统宜按重力流设计，靠重力流不能直接接入的排水可采取局部提升等措施接入。

2 原水系统应计算原水收集率，收集率不应低于回收排水项目给水量的75%。

3 室内外原水管道及附属构筑物均应采取防渗、防漏措施，并应有防止不符合水质要求的排水接入的措施。井盖应做“中水”标志。

4 原水系统应设分流、溢流设施和超越管，宜在流入处理站之前能满足重力排放要求。

5 当有厨房排水进入原水系统时，应经过隔油处理后，方可进入原水集水系统。

6 原水应能计量，宜设置瞬时和累计流量的计量装置，如设置超声波流量计和沟槽流量计等。当采用调节池容量法计量时应安装水位计。

7 冲厕排水进入原水系统时，应经过化粪池处理后方可进入。

8 当采用雨水作为中水水源或水源补充时，应有可靠的调储设施，并具有初期雨水剔除和超量溢流功能。

9.4.4 中水供水系统

1 中水供水系统必须独立设置。

2 中水系统供水量按照《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中的用水定额及表9.2.3 中规定的百分率计算确定。

3 中水供水系统的设计秒流量和管道水力计算、供水方式及水泵的选择等可参见第2章。

4 中水供水管道宜采用塑料管、衬塑复合管或其他给水管材，不得采用非镀锌的钢管。

5 中水贮存池（箱）宜采用耐腐蚀、易清垢的材料制作。钢板池（箱）内、外壁及其附配件均应采取防腐蚀处理。

6 中水管道上不得装设取水龙头。当装有取水接口时，必须采取严格的防止误饮、误用的防护措施。如带锁龙头、明显标示不得饮用等。

7 绿化、浇洒、汽车冲洗宜采用有防护功能的壁式或地下式给水栓。

8 中水供水系统上，应根据使用要求安装计量装置。

9.4.5 水量平衡

1 中水系统设计应进行水量平衡计算，宜绘制水量平衡图。它是用直观方法将原水量、处理水量、供水量和补充水量之间关系用图示方法表示出来。水量平衡示意图见图9.4.5。

2 水量平衡措施

1）贮存调节：设置原水调节池、中水调节池、中水高位水箱等进行水量调节，以控制原水量、处理水量、用水量之间的不平衡性。

①原水调节池的调节容积应按中水原水量及处理量的逐时变化曲线求得，当缺少资料时可按下列方法计算：连续运行时，可按日处理水量的35%～50%计算；间歇运行时，调节池的调节容积应为处理设备一个运行周期的处理量；

②中水调节池的调节容积应按处理量与中水用量的逐时变化曲线求得。当缺乏资料时可按下列要求计算：连续运行时，可按中水系统日用水量的25%～35%计算；间歇运行时，可按处理设备运行周期

计算；

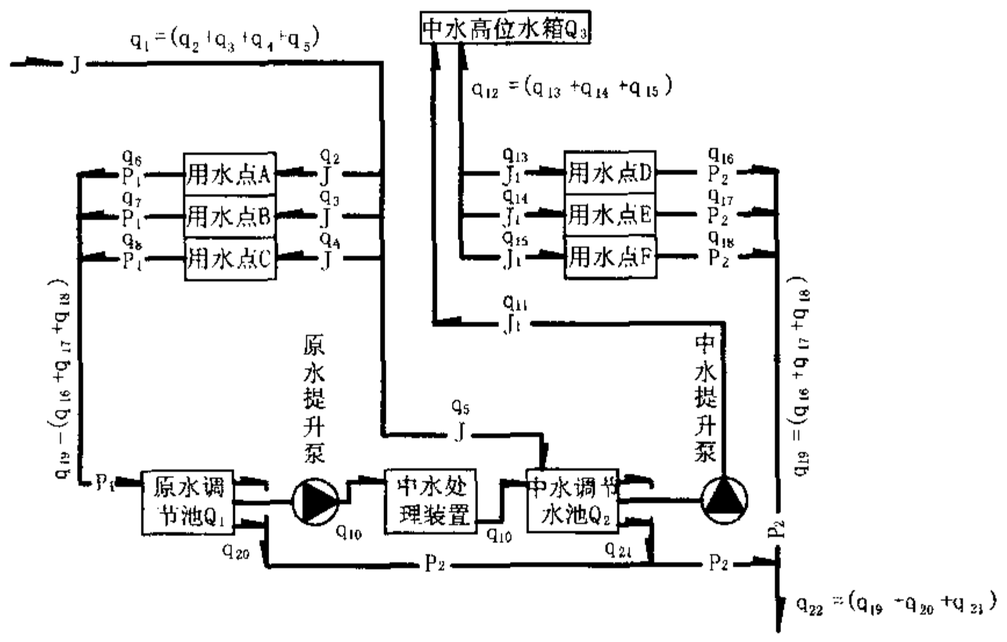


图 9.4.5　水量平衡示意图

J－自来水；P_1－中水原水；J_1－中水供水；P_2－直接排水；$q_{1\sim5}$－自来水总供水量及分项水量；

$q_{6\sim9}$－中水原水分项水量及汇总水量；q_{10}－中水处理水量；q_{11}－中水供水量；$q_{12\sim15}$中水用水总量及分项水量；

$q_{16\sim22}$污水排放分项水量及汇总水量；Q_1－原水调节水量；Q_2－中水调节水量；Q_3－中水高位水箱调节水量

③当中水供水采用水泵—水箱联合供水时，其高位水箱的调节容积不得小于中水系统最大小时用水量的 50%。

2）运行调节：利用水位信号控制处理设备自动运行，并合理调整运行班次，可有效地调节水量平衡。

3）中水使用调节：中水用水量较大时，扩大原水收集范围，如将不能直接接入的杂排水采用局部控制方式接入；中水原水量较大时，应充分开辟中水使用范围，如浇洒道路、绿化、工业冷却水补水等，以调节季节性不平衡。

4）中水调节水池或中水高位水箱上应设自来水补水管，作应急使用。

5）分流、溢流和超越：以平衡原水量出现瞬时高峰、设备故障检修或用水短时间中断的紧急情况。

9.5　处理工艺流程

9.5.1　选择依据

1　原水的水质、水量和中水的水质、水量。

2　使用要求和工程实际情况。

3　技术经济比较结果。

9.5.2　处理工艺流程

1　以优质杂排水或杂排水为中水原水时，可采用物化处理为主的工艺流程，或采用生物处理和物化处理相结合的工艺流程。

1）物化处理工艺流程适用于优质杂排水：

原水→格栅→调节池→絮凝沉淀或气浮→过滤→消毒→中水

2）生物处理和物化处理相结合的工艺流程：

原水→格栅→调节池→生物处理→沉淀→过滤→消毒→中水

3）预处理和膜分离相结合的处理工艺流程：

原水→格栅→调节池→预处理→膜分离→消毒→中水

2　以含有粪便污水的排水作为水源时，宜采用二段生物处理与物化处理相结合的处理工艺流程。

1）生物处理和深度处理结合的工艺流程：

原水→格栅→调节池→生物处理→沉淀→过滤→消毒→中水

2）生物处理和土地处理工艺流程：

原水→格栅→厌氧调节池→土地处理→消毒→中水

3）曝气生物滤池处理工艺流程：

原水→格栅→调节池→预处理→曝气生物滤池→消毒→中水

4）膜生物反应器处理工艺流程：

原水→调节池→预处理→膜生物反应器→消毒→中水

3　以污水处理厂（站）二级处理出水作为中水水源时，宜选用物化或与生化处理结合的深度处理工艺流程。

1）物化法深度处理工艺流程：

二级处理出水→调节池→混凝沉淀或气浮→过滤→消毒→中水

2）物化与生化结合的深度处理流程：

二级处理出水→调节池→微絮凝过滤→生物活性炭→消毒→中水

3）微孔过滤处理工艺流程：

二级处理出水→调节池→微孔过滤→消毒→中水

9.5.3　选用要点

1　中水处理流程是由各种污水处理单元优化组合而成，通常包括三个部分：

1）预处理：格栅、调节池。

2）主处理：絮凝沉淀或气浮、生物处理、膜分离、土地处理等。

3）后处理：过滤（砂、活性炭）、消毒等。

2　絮凝沉淀或气浮

1）适用于有机物污染浓度较低，阴离子表面活性剂（LAS）小于4mg/L的优质杂排水。

2）该工艺具有可间歇运行的优点，故对客房使用率波动较大，水源水量变化显著或间歇性使用的建筑物的中水利用较为适宜。

3）采用混凝沉淀工艺时，必须采取按处理水量定比投加混凝剂，并使其充分混合，达到形成絮凝效果的措施（采用接触过滤时，应保证滤前区的接触混凝效果）。

3　生物接触氧化

1）该工艺具有处理效果比较稳定，易于管理，产生污泥量少，并可在短时间内停止运行等特点，在下列条件下宜用生物接触氧化工艺：

①中水水源为洗浴废水，含有较低的有机物污染浓度时；

②中水水源为优质杂排水或杂排水时。

2）对于杂排水因包括厨房及清洗废水，水质含油，应单独设置有效的隔油装置，隔油后与优质杂排水混合处理。

3）采用生物接触氧化处理工艺时，宜采用比表面积较高、安装维修便利的填料，并应保证曝气布气均匀和充分，防止生物接触氧化池内出现死水区。

4　膜生物反应器

1）该工艺具有耐冲击负荷能力强、有机污染物及悬浮物去除效率高、出水水质好、结构紧凑占地少、污泥产量少、自动化管理程度高等优点，适用于以生活污水和杂排水为原水的中水系统。

2）当采用厨房排水作为中水原水时，应预先设置隔油池等隔油装置，确保进入膜生物反应器的污水中动植物油含量不超过50mg/L。

3）应根据膜材质、组件结构形式等因素，尽量选用质量好、寿命长的膜。

5　生物处理工艺中不推荐采用生物转盘，因在运行中会有部分盘面暴露在空气中，对周围环境会带来较大的臭味。

6　采用膜处理工艺（膜分离、膜生物反应器等）时，应设计可靠的预处理工艺单元及膜的清洗设

施，以保障膜处理系统长期稳定运行。

7 采用新的工艺流程，必须经过试验或实践检验，并能提供相应的评审、鉴定、验收意见和该工艺处理效果、效率、水质检验报告资料。

8 当含有粪便污水的排水作中水水源时，为防止较多的固体悬浮物堵塞原水收集管道，或带入中水处理系统，原水应经化粪池预处理。

9 中水用于水景、采暖、空调、冷却用水等其他用途时，如采用的处理工艺达不到相应的水质标准，应增加深度处理设施，如活性炭、臭氧、超滤或离子交换处理等。

10 中水处理产生的沉淀污泥、活性污泥和化学污泥，应采取妥善处置措施，当污泥量较小时可排至化粪池处理；污泥量较大的中水处理站，可采用机械脱水装置或其他方法进行处理。有关设计可按《室外排水设计规范》GB 50014 中要求执行。

9.6 处理设施

9.6.1 中水处理设施的处理能力按公式（9.6.1）计算：

$$q = \frac{Q_{PY}}{t} \tag{9.6.1}$$

式中 q ——设施处理能力（m^3/h）；

Q_{PY}——经过水量平衡计算后的原水水量（m^3/d），宜按中水日用水量的 110% ~115%；

t ——中水设施每日设计运行时间（h）。

9.6.2 常用构筑物（设备）的设计参数

1 化粪池：以生活污水为原水的中水处理工程，应在建筑物粪便排水系统中设置化粪池，化粪池容积按污水在池内停留时间不小于 12h 计算。

2 格栅

1） 型式：宜选用机械格栅。

2） 数量：

①当原水为杂排水时，可设置一道格栅，栅条空隙宽度不大于 10mm；

②当原水为生活污水时，可设置两道格栅，第一道为粗格栅，栅条空隙宽度为 10 ~20mm，第二道为细格栅，栅条空隙宽度取 2.5mm。

3） 格栅流速宜取 0.6 ~1.0m/s。

4） 设在格栅井内时，格栅倾角不小于 60°。格栅井应设置工作台，其高度应高出格栅前设计最高水位 0.5m，工作台宽度不宜小于 0.7m，格栅井应设置活动盖板。

3 毛发聚集器

1） 以洗浴（涤）排水为原水的中水系统，污水泵吸水管上应设毛发聚集器。

2） 毛发聚集器可按下列规定设计：

①过滤筒（网）的有效过水面积应大于连接管截面积的 2.0 倍；

②过滤筒（网）的孔径宜采用 3mm；

③具有反洗功能和便于清污的快开结构；

④过滤筒（网）应采用耐腐蚀材料制造。

4 原水调节池

1） 容积计算见第 9.4.5 条第 2 款。

2） 池内宜设曝气多孔管（预曝气管），曝气量不宜小于 $0.6m^3/(m^3 \cdot h)$。

3） 池底部应设有集水坑和泄水管，并应有不小于 0.02 坡度，坡向集水坑，池壁应设爬梯和溢水管。当采用地埋式时，顶部应设人孔和直通地面的排气管。

4）中、小型工程的调节池可兼用作提升泵的集水井。

5　中水调节池

1）容积及高位水箱计算均见第 9.4.5 条第 2 款。

2）自来水补水管设计应符合下列规定：

①自来水的应急补水可设在中水调节池或高位水箱中，但要求只能在系统缺水时补水，补水控制水位应设在缺水报警水位；

②管径按中水最大小时供水量计算确定；

③补水管上应设水表计量；

④应有确保不污染自来水的措施。

3）池（箱）应设溢水管、泄水管、人孔及爬梯等设施。

6　沉淀（絮凝沉淀）

1）初次沉淀池的设置应根据原水水质和处理工艺等因素确定。

①原水为优质杂排水或杂排水时，设置调节池后可不再设置初次沉淀池；

②原水为生活污水时，对于规模较大的中水处理站，可根据处理工艺要求设置初次沉淀池。

2）二次沉淀池：当处理水量较小时，絮凝沉淀池和生物处理后的沉淀池宜采用竖流式沉淀池或斜板（管）沉淀池；水量较大时，应参照《室外排水设计规范》GB 50014 中有关部分设计。

3）竖流式沉淀池实际数据：

①表面水力负荷宜采用 0.8 ~ 1.2m^3/（m^2 · h）；

②中心管流速不得大于 30mm/s；

③中心管下口应设喇叭口及反射板，板底面距泥面不小于 0.3m；排泥斗坡度应大于 45°（一般宜为 55° ~ 60°）；

④池子直径或正方形的边与有效水深比值不大于 3；

⑤沉淀时间宜为 1.0 ~ 2.5h；

⑥沉淀池宜采用水力排泥，静水压力不应小于 1.5m，排泥管直径不小于 80mm；

⑦沉淀池集水应设出水堰，其出水最大负荷不应大于 1.70L/s · m。

4）斜板（管）沉淀池设计数据：

①沉淀池宜采用矩形；

②表面负荷宜采用 1 ~ 3m^3/（m^2 · h）；

③斜板（管）间距（孔径）宜大于 80mm，板（管）斜长宜取 1000mm，倾角宜为 60°；

④斜板（管）上部清水深度不宜小于 0.5m，下部缓冲层高度不宜小于 0.8m；

⑤停留时间宜为 30 ~ 60min；

⑥进水采用穿孔板（墙）布水，出水采用锯齿形出水堰，出水最大负荷不应大于 1.70L/（s · m）；

⑦采用水力排泥时，静水压力不应小于 1.5m，排泥管直径不宜小于 80mm；

⑧斜板（管）沉淀池应设冲洗设施。

7　气浮

1）气浮池一般采用溶气泵或微气泡发生器溶气。

2）矩形气浮池的设计应符合下列规定：

①气浮池进水部分设反应室，反应时间为 10 ~ 15min，进入反应室的流速宜小于 0.1m/s；

②接触室水流上升流速一般为 10 ~ 20mm/s；

③气浮池有效水深为 2 ~ 2.5m；

④气浮池分离室水力停留时间一般取 15 ~ 30min，表面水力负荷取 2 ~ 5m^3/（m^2 · h）；

⑤溶气水回流比取处理水量的 10% ~ 30%；

⑥气浮池顶应设集沫槽，可采用水冲溢流排渣或刮渣机排渣。

3）加药：气浮池需要投加混凝剂，必要时还可投加助凝剂。

①混凝剂采用硫酸铝或聚合硫酸铝；助凝剂为 PAM；

②投药点在原水泵吸水管上；

③按处理水量定比投加，并充分混合。

8 生物接触氧化

1）生物接触氧化池由池体、填料、布水装置和曝气系统等部分组成。

2）供气方式宜采用低噪音的鼓风机加布气装置、潜水曝气机或其它曝气设备。布气装置的布置应使布气均匀。一段处理流程气水比一般为 3 ~ 6∶1，二段处理流程气水比一般为 8 ~ 15∶1。

3）接触氧化池处理洗浴废水时，水力停留时间不应小于 2h；处理生活污水时，应根据原水水质情况和出水水质要求确定水力停留时间，但不宜小于 3h。

4）接触氧化池宜采用易挂膜、耐用、比表面积较大、维护方便的固定填料或悬浮填料。当采用固定填料时，安装高度不应小于 2.0m，每层高度不宜大于 1.0m；当采用悬浮填料时，装填体积不应小于池容积的 25%。

5）接触氧化池曝气量可按 BOD_5 的去除负荷计算，宜为 40 ~ 80m^3/kgBOD_5，杂排水取低值，生活污水取高值。

6）填料的体积可按填料容积负荷和平均日污水量计算，容积负荷一般为 1 ~ 1.8kgBOD_5/（m^3 · d），优质杂排水和杂排水取上限值，生活污水取下限值，计算后按接触时间校核。

7）接触氧化池宜连续运行，当采用一班制或二班制运行时，在停止进水时要采用间断曝气的方法来维持生物活性。

9 膜生物反应器

1）处理杂排水时，水力停留时间不应小于 2h；处理生活污水时，应根据原水水质情况和出水水质要求确定水力停留时间，但一般不应小于 3h。

2）MBR 池容积负荷一般为 1 ~ 4kgCOD/（m^3 · d）。

3）MBR 池污泥负荷一般为 0.05 ~ 0.2kgCOD/（kg · d）。

4）污泥龄：

①当采用好氧处理流程时，污泥龄一般不大于 360d；

②当中水有除磷要求，采用缺氧—好氧处理流程时，污泥龄应根据原水中的总磷浓度以及除磷药剂的种类和投加量综合确定，一般不大于 30d。

5）污泥浓度一般为 3000 ~ 12000mg/L。

6）膜通量与膜的制作材料、膜的类型等因素有关：

①当采用中空纤维帘式膜时，膜通量一般为 10 ~ 18L/（m^2 · h）；

②当采用平板膜时，膜通量一般为 20 ~ 32L/（m^2 · h）；

③设计时膜通量按膜生产企业提供的数值确定。

10 过滤

1）中水过滤宜采用过滤池或过滤器，当采用新型滤器、滤料和新工艺时，可按实际试验资料设计。

2）采用压力过滤器时，滤料可选用单层或双层滤料，滤料常用石英砂、无烟煤，常用过滤设备的技术参数见表 9.6.2。

11 活性炭过滤

1）活性炭过滤是一种中水进行深度处理单元，主要用于去除常规处理方法难于降解和难于氧化的物质，以及除臭、除色和去除阴离子表面活性剂等。

2）活性炭过滤通常采用人工更换炭的固定床，压力式过滤器数目不宜少于两个，以便换炭维修。

3）反洗时间 10 ~ 15min，冲洗水量为产水量的 5% ~ 10%。

表 9.6.2　常用过滤设备的技术参数

设备类型	滤速（m/h）	反冲洗强度［L/（m^2·s）］	反洗时间（min）	最大运行阻力（m）	滤料级配	
					粒径（mm）	厚度（mm）
石英砂压力过滤器	8～12	12～15	5～7	≯9	石英砂 0.5～1.0	600～800
					承托层 3～25	250～350
双层滤料压力过滤器	12	10～12.5	8～15	≯8	上层无烟煤 下层石英砂	500 250
					承托层 3～25	250～350

4）活性炭高度应根据出水水质和工作周期确定：

①活性炭应保持一定的高度，防止短流穿透，一般不宜小于 1.5m；

②过滤器中炭层高和过滤器直径比一般为 1～2：1。

5）接触时间应根据出水水质要求确定：

①当出水 CODcr 要求为 10～20mg/L 时，采用 10～20min；

②当出水 CODcr 要求为 5～10mg/L 时，采用 20～30min；

③对于物化处理一般采用 30min。

6）炭的 CODcr 负荷能力为 0.3～0.8kgCODcr/kg 炭。

7）过滤器应耐腐蚀。

8）过滤器应装有冲洗、排污、取样等管道及必要仪表。

12　一体化装置

选用中水处理一体化装置或组合装置时，必须具有可靠的设备处理效果参数和组合设备中主要处理环节处理效果参数，其出水水质应符合使用用途要求的水质标准。

13　消毒

1）中水处理必须设有消毒设施。

2）中水消毒应符合下列要求：

①消毒剂宜采用次氯酸钠、二氧化氯、二氯异氰尿酸钠或其他消毒剂；

②消毒剂宜采用自动定比投加方式，应与被消毒水充分混合接触；

③采用氯化消毒时，加氯量一般为 5～8mg/L（有效氯），消毒接触时间应大于 30min，当中水水源为生活污水时，应适当增加加氯量，余氯量应控制在 0.5～1.0mg/L。

3）当处理站规模较大并采取严格的安全措施时，可采用液氯作为消毒剂，但必须使用加氯机。

4）选用次氯酸钠消毒剂时应注意：

①投加量按有效氯量计算，一般商品次氯酸钠溶液含有有效氯为 10%～12%；

②投加方式：可用商品溶液或用次氯酸钠发生器制取，前者用溶液投加设备投加，后者直接投加。

14　其他处理方法及污泥处理设计，按《室外排水设计规范》GB 50014 中的有关要求执行。

9.7　中水处理站

9.7.1　处理站设计技术要求

1　中水处理站位置应根据建筑的总体规划、中水原水的产生、中水用水的位置、环境卫生和管理维护要求等因素确定。

1）室外处理站

①小区中水处理站按规划要求独立设置，处理构筑物宜为地下式或封闭式；

②应设置在靠近主要集水和用水地点；

③处理站应与环境绿化结合，应尽量做到隐蔽、隔离和避免影响生活用房的环境要求，其地上建筑宜与建筑小品相结合；

④以生活污水为原水的地面处理站与公共建筑和住宅的距离不宜小于 15m。

2）室内处理站

①建筑物内的中水处理站宜设在建筑物的最底层，建筑群（组团）的中水处理站宜设在其中心建筑物的地下室或裙房内；

②中水处理站应独立设置；

③应避开建筑的主立面、主要通道入口和重要场所，选择靠近辅助入口方向的边角，并与室外结合方便的地方；

④高程上应满足原水的自流引入和事故时重力排入污水管道。

2 处理站除设置处理设备的房间外，还应根据规模和需要设药剂贮存、配制、系统控制、化验及值班室等用房。

3 处理站的土建要求

1）处理站的大小，可按处理流程和使用要求确定。处理构筑物、设备应布置合理、紧凑，满足构筑物的施工、设备安装、管道敷设及维护管理的要求。构筑物、设备一般可按工艺流程顺序排列，简化管路布置，并留有发展及设备更换的余地。

2）水处理间高度应满足最高的处理构筑物及设备的安装和维修要求。顶部有人孔的设备或构筑物，其人孔上方应有不小于 0.8m 的净空。

3）水处理间应有满足最大设备的进出口。药剂贮存和制备用房也应满足药剂、设备的运输要求。

对于建筑小区中水处理站，加药贮药间和消毒药剂制备贮药间，宜与其他房间隔开，并有直接通向室外的大门，对于建筑内中水处理站宜单独设置药剂贮存间。

4）处理站设计，应满足主要处理环节运行观察、水量计量、水质取样化验监（检）测和进行中水处理成本核算的条件。如设通行梯道、采样孔口等。

5）处理站有适应处理工艺要求的采暖、通风、换气、照明、给水排水设施：

①有人员操作的室温一般宜为 16℃，当采用生物处理方式时，应满足处理工艺要求；

②换气次数一般可为 8～12 次/h，排气口宜与建筑物结合设置，设在建筑物的顶部；

③处理系统的供电等级应与中水用水设备的用水要求相适应。照明应满足运行管理要求，在需要观测的主要设备处，应设照明灯，灯具应采用防潮型，并应设应急灯。当有可能产成易爆气体时，配电应采取防爆措施；

④处理站内应设集水坑，当不能重力排放时，应设潜水泵排水。排水泵一般设两台，一用一备，排水能力不应小于最大小时来水量。

6）对中水处理中产生的臭气应采取有效的除臭措施，如稀释法、天然植物提取液法、活性炭吸附法、化学法、催化法等，并应通风排气。

7）处理站设计中，应尽量避免采用产生有毒、有害气体或易损害人员健康的处理方法和设备，否则应采取有效的防护措施，确保安全。

8）中水处理站产生的噪音值应符合国家标准《城市区域环境噪声标准》GB 3096 的要求。应选用低噪音的设备，当采用空压机、鼓风机时宜单独设置在经隔音处理的房间内。采用的机电设备的基础，应采取隔振措施，管道应采用可曲挠橡胶接头隔振，并采用隔振支、吊架等。

9）处理站应具备污泥、渣等的存放和外运的条件。

9.8　安全防护和监（检）测控制

9.8.1　安全防护

1　中水管道严禁与生活饮用水给水管道连接。

2　除卫生间外，中水管道不宜暗装于墙体内。

3　中水池（箱）内的自来水补水管应采取自来水防污染措施，补水管出水口应高于中水贮存池（箱）内溢流水位，其间距不得小于2.5倍管径。严禁采用淹没式浮球阀补水。

4　中水管道与生活饮用水给水管道、排水管道平行埋设时，其水平净距不得小于0.5m；交叉埋设时，中水管道应位于生活饮用水给水管道下面，排水管道的上面，其净距均不得小于0.15m。中水管道与其他专业管道的间距按《建筑给水排水设计规范》GB 50015中给水管道要求执行。

5　中水贮存池（箱）设置的溢流管、泄水管，均应采用间接排水方式排出。溢流管应设隔网。

6　中水管道应采取下列防止误接、误用、误饮的措施：

1）中水管道外壁应按有关标准的规定涂色和标志，一般涂浅绿色。

2）水池（箱）、阀门、水表及给水栓、取水口均应有明显的“中水”标志。

3）公共场所及绿化的中水用水口应设带锁装置。

4）工程验收时应逐段进行检查，防止误接。

7　中水处理的池、箱，应采用使维修管理人员方便到达、检验察看、维修管理的设施，如通行梯道、扶栏、检修人孔等。

8　地下式处理站或处理构筑物，尤其是缺氧、厌氧处理构筑物，应采取确保人员进入安全的措施。

9.8.2　监（检）测控制

1　中水处理站的处理系统和供水系统应采用自动控制装置，并应同时设置手动控制。

2　中水处理系统应对使用对象要求的主要水质指标定期检测，对常用控制指标（水量、主要水位、pH值、浊度、余氯等）实现现场监测，有条件的可实现在线监测。

3　中水系统的自来水补水宜在中水池或供水箱处，采取最低报警水位控制的自动补给。

4　中水处理站应根据处理工艺和管理要求设置水量计量、水位观察、水质观测、取样监（检）测、药品计量的仪器、仪表。

5　中水处理站应对自耗用水、用电进行单独计量。

6　中水水质应按现行国家有关水质检验法进行定期检测。

10 特殊地区建筑给水排水

10.1 湿陷性黄土地区给水排水

10.1.1 湿陷性黄土地基湿陷等级的划分

湿陷性黄土地基湿陷等级划分，是根据湿陷量的计算值和自重湿陷量的计算值等因素，按表10.1.1判定。湿陷等级越高，对防水的要求也就越严。我国湿陷性黄土工程分区详见附录J-1及附录J-2。

表10.1.1 湿陷性黄地基的湿陷等级

湿陷类型 / Δzs（mm） / Δs（mm）	非自重湿陷性场地	自重湿陷性场地	
	$\Delta zs \leqslant 70$	$70 < \Delta zs \leqslant 350$	$\Delta zs > 350$
$\Delta s \leqslant 300$	Ⅰ（轻微）	Ⅱ（中等）	—
$300 < \Delta s \leqslant 700$	Ⅱ（中等）	Ⅱ（中等）或Ⅲ（严重）	Ⅲ（严重）
$\Delta s > 700$	Ⅱ（中等）	Ⅲ（严重）	Ⅳ（很严重）

注：当湿陷量的计算值 $\Delta s > 600$mm，自重湿陷量的计算值 $\Delta zs > 300$mm 时，可判为Ⅲ级，其他情况可判为Ⅱ级。

10.1.2 建筑物分类与举例

拟建在湿陷性黄土场地上的建筑物，应根据其重要性、地基受水浸湿可能性的大小和在使用期间对不均匀沉降限制的严格要求程度，分为甲、乙、丙、丁四类。按其类别不同而采取相应的设计措施，做到既安全可靠又经济合理。

1 甲类建筑：高度大于60m和14层及14层以上体型复杂的建筑；高度大于50m的构筑物；高度大于100m的高耸结构；特别重要的建筑；地基受水浸湿可能性大的重要建筑；对不均匀沉降有严格限制的建筑。

2 乙类建筑：高度为24～60m的建筑；高度为30～50m的构筑物；高度为50～100m高耸结构；地基受水浸湿可能性较大的重要建筑；地基受水浸湿可能性大的一般建筑。

3 丙类建筑：除甲类、乙类以外的一般建筑和构筑物。

4 丁类建筑：次要建筑。

甲、乙、丙、丁类建筑物的划分，可结合表10.1.2各类建筑物的举例确定。

表10.1.2 各类建筑物分类举例

各类建筑	举例
甲	高度大于60m；14层及14层以上的体型复杂的建筑；高度大于50m的筒仓；高度大于100m的电视塔；大型展览馆、博物馆；一级火车站主楼；6000人以上的体育馆；标准游泳馆；跨度不小于36m、吊车额定起重量不小于100t的机加工车间；不小于10000t的水压机车间；大型热处理车间；大型电镀车间；大型炼钢车间；大型轧钢压延车间，大型电解车间；大型煤气发生站；大型火力发电站主体建筑；大型选矿、选煤车间；煤矿主井多绳提升井塔；大型水厂；大型污水处理厂；大型游泳池；大型漂、染车间；大型屠宰车间；10000t以上的冷库；净化工房；有剧毒或放射污染的建筑

续表 10.1.2

各类建筑	举例
乙	高度为 24～60m 的建筑；高度为 30～50m 的筒仓；高度为 50～100m 的烟囱；省（市）级影剧院、民航机场指挥及候机楼、铁路信号、通讯楼、铁路机务洗修库、高校试验楼；跨度等于或大于 24m、小于 36m 和吊车额定起重量等于或大于 30t、小于 100t 的机加工车间；小于 10000t 的水压机车间；中型轧钢车间；中型选矿车间、中型火力发电厂主体建筑；中型水厂；中型污水处理厂；中型漂、染车间；大中型浴室；中型屠宰车间
丙	7 层及 7 层以下的多层建筑；高度不超过 30m 的筒仓、高度不超过 50m 的烟囱；跨度小于 24m、吊车额定起重量小于 30t 的机加工车间，单台小于 10t 的锅炉房；一般浴室、食堂、县（区）影剧院、理化试验室；一般的工具、机修、木工车间、成品库
丁	1～2 层的简易房屋、小型车间和小型车库

10.1.3 根据湿陷性黄土地基的湿陷等级、建筑物的不同类别的不同要求，凡埋地管道、排水沟、雨水明沟和水池等与建筑物之间的防护距离不宜小于表 10.1.3 中所规定的数值。

表 10.1.3 埋地管道、排水沟、雨水明沟和各类水池等与建筑物之间的防护距离（m）

建筑类别	地基湿陷等级			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
甲	—	—	8～9	11～12
乙	5	6～7	8～9	10～12
丙	4	5	6～7	8～9
丁	—	5	6	7

注：1 陇西地区和陇东—陕北—晋西地区，当湿陷性黄土层的厚度大于 12m 时，压力管道与各类建筑的防护距离不宜小于湿陷性黄土的厚度。

2 当湿陷性黄土层内有碎石土、砂土夹层时，防护距离可大于表中数值。

3 采用基本防水措施的建筑，其防护距离不得小于一般地区规定。

10.1.4 新建水渠与各建筑物之间距离，在非自重湿陷性黄土场地不得小于 12m；在自重湿陷性黄土场地不得小于湿陷性黄土层厚度的 3 倍，并不应小于 25m。

10.1.5 防护距离的计算，对建筑物，应自外墙轴线算起；对高耸结构，应自基础外缘算起；对水池应自池壁外边缘（喷水池等应自回水坡边缘）算起；对管道、排水沟，应自其外壁算起。

10.1.6 给水、排水管道一般规定

1 室内给水、排水管道安装

1） 室内地面（标高 ±0.000）以上的管道，位于普通建筑物内的管道一般应尽量明装；重要或高层建筑内的竖向管道应尽可能敷设在管道井内。当横管穿越承重墙时应预留比穿越管大两号的穿墙套管。

2） 室内地面（标高 ±0.000）以下的管道，原则上都应敷设在检漏管沟内，但当结构专业将地基的湿陷量全部消除后也可直埋敷设。室内检漏管沟由建筑专业设计，做法要求应与室外检漏管沟保持一致。当管沟穿越地下室外墙或基础时管沟的底和顶与管道的净空高度：对消除地基全部湿陷量的建筑物，不应小于 200mm；对消除地基部分湿陷量和未处理地基的建筑物，不应小于 300mm。洞边与管沟外壁必须脱离。洞边与承重外墙转角外缘的距离不宜小于 1m。

3） 屋面雨水排水首先采用有组织的外排水，直接排至室外散水坡外的雨水明沟、雨水口、雨水检查井或绿地，避免漫流。落水管末端距散水坡面距离不应大于 300mm，并不得设置在沉降缝处。

4） 位于地下室的给、排水管道尽量明装，地下室的排水点宜尽量减少，一般地下室不宜设卫生间，

需要设卫生间时，其粪便污水应采取隔离措施单独提升排出，集水坑做好防水防腐蚀处理，不得漏水。

2 室外给水、排水管道安装

1）距建筑物的距离小于表 10.1.3 规定值的室外给水排水管道应设在检漏管沟内。

2）建筑物外墙上不得装设洒水栓。场地绿化用水点应尽量远离建筑物。

3）室外雨水管道、雨水明沟设计时应充分考虑能使雨水迅速排至场地之外，进入排水管道系统，防止地面积水，室外散水坡的坡度不应小于 0.05，散水坡的宽度应根据屋面是否有组织排水及是否位于自重湿陷性黄土地基场地而定，一般不得小于 1.0m 但最宽不宜大于 2.5m。

4）位于建筑物距离大于表 10.1.3 规定的室外给水排水管道可不设检漏管沟，但应对管道基础进行处理，施工详见 04S531－1《湿陷性黄土地区给水排水管道基础及接口》。

10.1.7 给水排水管道管材选用

1 室内压力管用于生活饮用水时宜选用不锈钢管、钢塑复合管、涂塑管、铜管、PE－RT 管、PP－R 管、铝塑复合管、给水 PVC－U 管等，管件应与管材相匹配，连接方法根据材料不同而异，接口应严密不漏水，并具有柔性；用于生活热水时应注意其热膨胀而设置伸缩节。

2 室内排水管道可采用机制排水铸铁管，柔性接口；PVC－U 管，粘接。

3 室外压力管道宜采用球墨铸铁给水管、给水塑料 PVC－U、PE 管、预应力钢筋混凝土给水管等。

4 室外自流管道宜采用机制排水铸铁管、PVC－U 双壁波纹排水管、PE 双壁波纹排水管、PE 缠绕结构壁排水管、玻璃纤维夹砂排水管道、钢筋混凝土排水管等。

10.1.8 防水及检漏措施

1 防水措施

1）基本防水措施：在Ⅰ级湿陷性黄土地基上的丙类、丁类建筑物应采取基本防水措施，即场地排水、屋面排水、地面防水、散水、排水沟、管道敷设、管道材料和接口等方面，应采取措施防止雨水或生产、生活用水的渗漏，可不作检漏管沟。

2）检漏防水措施：在Ⅰ、Ⅱ级湿陷性黄土地基上的甲、乙类建筑物和在Ⅱ级湿陷性黄土地基上的丙类建筑物应采取检漏防水措施，即对防护范围内的地下管道，应增设检漏管沟和检漏井，如采用 B 型管沟和砖砌检漏井。

3）严格防水措施：在Ⅱ级自重级湿陷性黄土地基和Ⅲ、Ⅳ级湿陷性黄土地基上的各类建筑物在检漏防水措施的基础上，应提高防水地面、排水沟、检漏管沟和检漏井等设施的材料标准，增设可靠的防水层、采用钢筋混凝土排水沟检漏井等，如采用 C 型管沟和钢筋混凝土检漏井。

2 检漏管沟

1）检漏管沟又称防漏管沟，是用来防止因管道渗漏或破裂而流出的水浸泡地基后而造成地基沉陷影响建筑的安全所设置的防漏设施。检漏管沟又分为检漏管沟（B 型）和严格防水管沟（C 型）两类，其特征见表 10.1.8－1。管沟选择的原则是建筑物重要性越大和湿陷性黄土地基场地湿陷等级越高，要求防水就越严格，选用管沟型号可参考表见表 10.1.8－2。

表 10.1.8－1 检漏管沟型号特征表

管沟种类	管沟型号	管沟构造特征
检漏管沟	B_1 型	砖壁，防水混凝土槽形底板，防水砂将抹面
	B_2 型	砖壁，防水钢筋混凝土槽形底板，防水砂将抹面
严格防水管沟	C 型	防水钢筋混凝土，合成高分子防水涂膜

2）检漏管沟应做好防水处理，对于高层建筑或重要建筑，当有成熟经验时，可采用其他形式的检漏管沟或有电讯检漏系统的直埋管中管设施。

3）对直径较小的管道（DN≤200），当采用检漏管沟有困难时，可采用金属管或钢筋混凝土套管（套管长度宜小于等于 6m）。

表 10.1.8-2 室外检漏管沟型号选用参考表

湿陷类型 / 湿陷等级 / 建筑物类别	非自重湿陷性		自重湿陷性		
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
甲类	B_2	B_2	C	C	C
乙类	B_1	B_2	C	C	C
丙类	不设	B_2	C	C	C
丁类	不设	不设	C	C	C

4）检漏管沟的盖板不宜明设。当明设时或在人孔周围，应采用防止地面水流入沟内的措施。

5）检漏管沟的沟底应设坡度，并应坡向检漏井。进、出户管的检漏管沟、沟底坡度宜大于 0.02。

6）检漏管沟的截面，应根据管道安装与检修的要求确定。在使用和构造上需保持地面完整或当地下管道较多并需集中设置时，宜采用半通行或通行地沟。

7）不得利用建筑物和设备基础作为沟壁或井壁。

8）检漏管沟在穿过建筑物基础或墙处不得断开，并应加强其刚度。检漏管沟穿出外墙的施工缝，宜设在室外检漏井处或超出基础 3m 处。

9）对甲类建筑和自重湿陷性黄土场地上乙类中的重要建筑，室内地下管线宜敷设在地下室或半地下室的设备层内。穿出外墙的进、出户管段，宜集中设置在半通行管沟内。

10）检漏沟施工可详见 04S531-2《湿陷性黄土地区给水排水检漏管沟》。

3 检漏井

1）检漏井应设置在管沟末端和管沟沿线的分段检漏处。

2）检漏井内宜设集水坑，其深度不得小于 300mm。

3）当检漏井与排水系统接通时，应防止倒灌。

4）检漏井不得兼作阀门井、水表井、检查井、消火栓井、洒水栓井、水泵接合器井，必须单独设置，作好井内防水，并应防止地面水、雨水流入检漏井内。

5）检漏井可与检查井或阀门井共壁合建。

6）检漏井施工可详见 04S531-3《湿陷性黄土地区给水排水检漏井》。

4 阀门井、水表井、检查井、消火栓井、洒水栓井、水泵接合器井等

1）凡位于自重湿陷性黄土地基场地的阀门井、水表井、检查井、消火栓井、洒水栓井、水泵接合器井等宜采用钢筋混凝土井室。在防护范围内宜采用与检漏管沟相同的建筑材料。

2）不宜采用闸阀套筒代替阀门井。

3）给水阀门井和排水检查井施工分别详见 04S531-4《湿陷性黄土地区给水阀门井》和 04S531-5《湿陷性黄土地区排水检查井》；水表井、消火栓井、洒水栓井、水泵接合器井施工可详见相关国家标准图，但基础均要做相应处理。

10.1.9 给水、排水构筑物

1 水池类

1）水池类构筑物一般包括蓄水池、喷水池、游泳池等，与建筑物的距离应按表 10.1.3 执行，这些构筑物应采用钢筋混凝土结构。

2）对地基应作勘探并做相应处理。

3）要求严格的水池或水池处在地基差、湿陷等级大时可做双层池体，以便排除池体渗漏水。

4）所有穿越池壁的管道宜设柔性防水套管并预埋或在管道上加设柔性接头。

5）水池溢水、泄水管应间接排入排水系统，不得就地排放。

6）位于水池周围防护范围以内的管道应敷设在严格防水的检漏管沟内。

2 水塔

1）与其他建筑物的距离除应满足表 10.1.3 所规定的最小值外还应同时满足抗震要求。

2）对地基应作勘探并做相应处理。

3）水塔周围地面应做不透水散水坡，不得积水，坡度不得小于 0.05，宽度宜超出基础底边缘 1m，并不得小于 5m。

4）水塔的溢水、泄水管应间接排入排水系统，不得接至散水坡上就地排放，应有组织的排入到排水沟或排水井。

5）位于水塔周围防护距离以内的管道，均应敷设在检漏管沟内。

3 水泵房

1）按乙类建筑物的规定确定防护距离和有关措施。

2）当设于半地下室或地下室时，应作严格的防水措施，防止地下水和室外渗水进入室内。

3）室内管道应尽量明装，排水宜设排水明沟坡向集水坑，经管道自流或提升排至室外排水系统。

4）位于水泵房周围防护距离以内的管道，均应敷设在严格防水的检漏管沟内。

5）水泵房周围应做不透水的散水坡，坡度不小于 0.05，其宽度应大于 1.5m。

4 化粪池

除与建筑物的距离应按表 10.1.3 执行外，还应按《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中化粪池距离地下取水构筑物不得小于 30m，距建筑物外墙不宜小于 5m，且化粪池的基础要做防湿陷性处理。

10.1.10 管道和水池施工

1 管道

1）敷设管道时，管道接口应严密不漏水，管道应与管基（或支架）密合。金属管道的接口焊缝不得低于Ⅲ级。新、旧管道连接时，应先做好排水设施。当昼夜温差大或在 0℃下施工时，管道敷设后宜及时保温。

2）穿过池（或井、沟）壁的管道与埋件，应预先设置防水套管及埋件，不得打洞。

3）管道施工完毕，必须进行水压试验。不合格的应返修，直到合格为止。清洗管道用水应将其引至排水系统，不得任意排放。

2 埋地压力管道的水压试验，应符合下列规定：

1）管道试压应逐段进行，每段长度在场地内不宜超过 400m，在场地外空旷地区不得超过 1000m。分段试压合格后，两段之间管道连接处的接口，应通水检查，不漏水后方可回填。

2）在非自重湿陷性黄土场地，管基经检查合格后，沟槽间回填至管顶上方 0.5m 后（接口处暂不回填），应进行 1 次强度和严密性试验。

3）在自重湿陷性黄土场地，非金属管道的管基经检查合格后，施工单位应进行 2 次强度和严密性试验；沟槽回填前，应分段进行强度和严密性的预先试验；沟槽回填后，应进行强度和严密性的最后试验。对金属管道，施工单位应进行 1 次强度和严密性试验。

4）对城镇和建筑群（小区）的室外埋地压力管道，试验压力应符合表 10.1.10 的规定值。

表 10.1.10 管道水压的试验压力（MPa）

管材种类	工作压力 P	试验压力
钢管	P	$P+0.50$ 且不应小于 0.90
球墨铸铁管	≤0.50	$2P$
	>0.50	$P+0.50$
预应力钢筋混凝土管及塑料管	≤0.60	$1.50P$
	>0.60	$P+0.30$

注：压力管道强度和严密性试验的方法与质量标准，应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

5）建筑物内埋地压力管道的试验压力，不应小于0.6MPa；生活饮用水和生产、消防合用管道的试验压力为工作压力的1.5倍。

强度试验，应先加压至试验压力，保持恒压10min，检查接口、管道和管道附件无破损及无漏水现象时，管道强度试验为合格。

严密性试验，应在强度试验合格后进行，对管道进行严密性试验时，宜将试验压力降至工作压力加0.1MPa；金属管道恒压2h不漏水，非金属管道恒压4h不漏水，可认为合格，并记录为保持试验压力所补充的水量。

在严密性的最后试验中，为保持试验压力所补充的水量，不应超过预先试验时各分段补充水量及阀件等渗水量的总和。

3 埋地无压管道（包括检查井、雨水管）的水压试验，应符合下列规定：

1）水压试验采用闭水法进行。

2）试验应分段进行，宜以相邻两座检查井间的管段为一分段。对每一分段均应进行两次严密性试验：沟槽回填前进行预先试验，沟槽回填至管顶上方0.5m以后，再进行复查试验。

3）室外埋地无压管道闭水试验的方法，应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的有关规定。

4）对埋地管道的沟槽，应分区回填夯实，具体做法见04S531－1《湿陷性黄土地区给水排水管道基础及接口》。

5）对水池（包括给水、排水）应按设计水位进行满水试验。其方法与质量标准应符合现行国家标准《给水排水构筑物施工及验收规范》GB 50141的有关规定。

6）室内埋地无压管道闭水试验的水头应为一层楼的高度，并不应超过8m；对室内雨水管道闭水试验的水头，应为注满立管上部雨水斗的水位高度。

按上述试验水头进行闭水试验，经24h不漏水，可认为合格，并记录在试验时间内为保持试验水头所补充的水量。

复查试验时，为保持试验水头所补充的水量不应超过预先试验的数值。

10.2 地震区给水排水

我国是一个地震多发的国家之一。建国以来国家投入大量人力、物力，对地震的预报和震后的重建进行了长期大量的不间断调研和相应的模拟实验，取得了丰富成果，从而制定和颁布了若干有关抗震方面的设计规范、规定和标准。提出应遵循“小震不坏，大震不倒”的设计原则，并指出“震后可修”。就给水排水专业而言，在设计时应采取一定的防震措施，以减少地震损失或在震后尽快恢复使用。

10.2.1 震区给水排水设计的一般规定：

1 对抗震设防烈度不超过9度的建筑物，其建筑给水排水（消防系统除外）应按《建筑给水排水设计规范》GB 50015设计，满足建筑抗震变形的要求。抗震设防烈度超过9度时，应按其他有关专门规范或规定执行。

2 根据《建筑抗震设计规范》GB 50011－2001（2008年版），对于建筑内的消防系统，设防烈度6度以下可不设防，6～9度应设防，9度以上或有特殊抗震要求的工程应专门研究处理设防。各地区抗震设防烈度详见《建筑抗震设计规范》附录A。

3 室内给水排水的抗震设防要求，以建筑结构设计为主体，对消防系统与建筑结构的连接构件和部件采取相应措施进行设防。对重力不超过1.8kN的设备和吊杆计算长度不超过300mm的吊杆悬挂管道，可无抗震设防要求。

4 室外给水排水设施的抗震设计要求按《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032－2003执行。

10.2.2 建筑抗震变形验算，其楼层内最大的弹性层间位移是给水排水抗震设计考虑的依据。计算公式如下：

$$\Delta u_e \leqslant [\theta_e]\, h \tag{10.2.2}$$

式中 Δu_e ——多遇地震作用标准值产生的楼层最大的弹性层间位移；

$[\theta_e]$ ——弹性层间位移角限值，宜按表 10.2.2 采用；

h ——计算楼层层高。

表 10.2.2 弹性层间位移角限值

结构类型	$[\theta_e]$
钢筋混凝土框架	1/550
钢筋混凝土框架－抗震墙、板柱－抗震墙、框架－核心筒	1/800
钢筋混凝土抗震墙、筒中筒	1/1000
钢筋混凝土框支层	1/1000
多、高层钢结构	1/300

根据以上公式验算结果，在多遇地震作用下，层间位移的距离是不大的，只要我们在设计中考虑到这个因素，采取相应的措施，是不难解决的。对管材的确定和连接方式提出要求就可以达到抗震的目的，具体做法见第 10.2.3 条。

10.2.3 室内给水排水管道及设备

总的原则要求是让管道要么固定在主体结构上，要么留有一定的自由空间，以利于保护管道的安全性。

1 室内给水管道

1）金属管道是一种比较好的具有一定弹性变形的管道，对克服由于抗震作用所形成的层间位移是有利的。因此采用铜管、薄壁不锈钢管、钢塑复合管、铝塑管等，连接方式无论是管件连接、焊接或其他连接基本上都能满足抗震要求。

2）非金属管材可采用 PP－R 管、PE－RT 管、PVC 管及其他适合于给水的管材。

3）消防给水管道：用于消火栓系统的管道可采用焊接钢管，焊接或丝扣连接；也可以采用涂塑钢管。用于自动喷水灭火系统的管道可采用内、外热镀锌钢管，卡箍连接，也可采用双面涂塑钢管，卡箍连接；还可采用薄壁不锈钢管等。

2 室内排水管道

1）室内排水管道宜采用柔性接口承插式铸铁管及管件，不宜采用非承插接口的铸铁管和管件。

2）塑料排水管在抗震地区宜在多层或高度不超过 50m 的建筑中采用，或支管全部采用塑料管而立管及排出管采用柔性接口承插式铸铁管及管件。

3 管道布置

1）室内管道应按有关设计和施工规范（程）设置支、吊、托架和支墩，自动喷水和气体灭火等消防系统还应按相关施工规范设置防晃支架。防晃吊架做法见图 10.2.3－1。

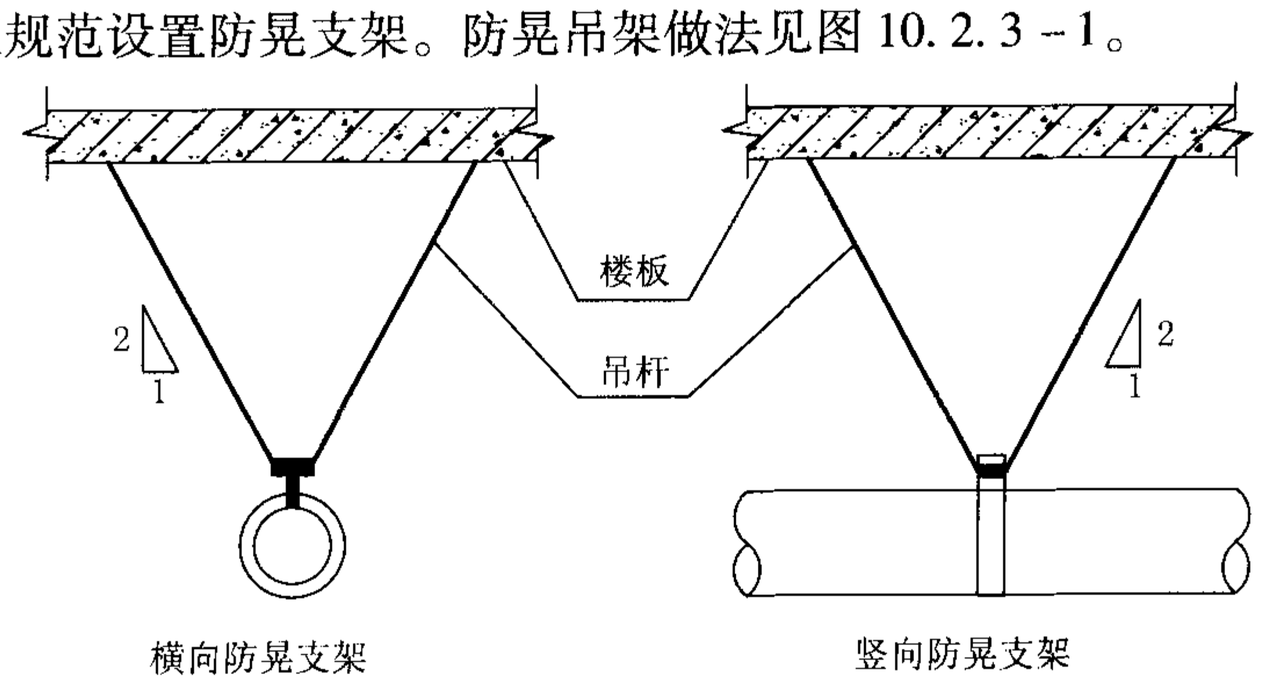


图 10.2.3－1 防晃支架

2）管道不应穿过抗震缝，要求抗震缝两边各成独立系统。当给水管道必须穿越抗震缝时，须在抗震缝两边各装一个柔性管接头或在通过抗震缝处安装冂形弯或设伸缩节。

3）管道穿过内墙或楼板时，宜设置套管，套管与管道间的缝隙，应填柔性耐火材料。

4）管道穿越建筑物基础时，基础与管道间须留一定空隙。

4 给水设备

1）水泵采用限位器进行固定，见图 10.2.3－2 所示。设置限位器的作用是防止水泵地震时产生移动、甚至倾覆，扭坏管道，限位器应根据计算确定。

2）水箱固定可采用如图 10.2.3－3 所示的做法。

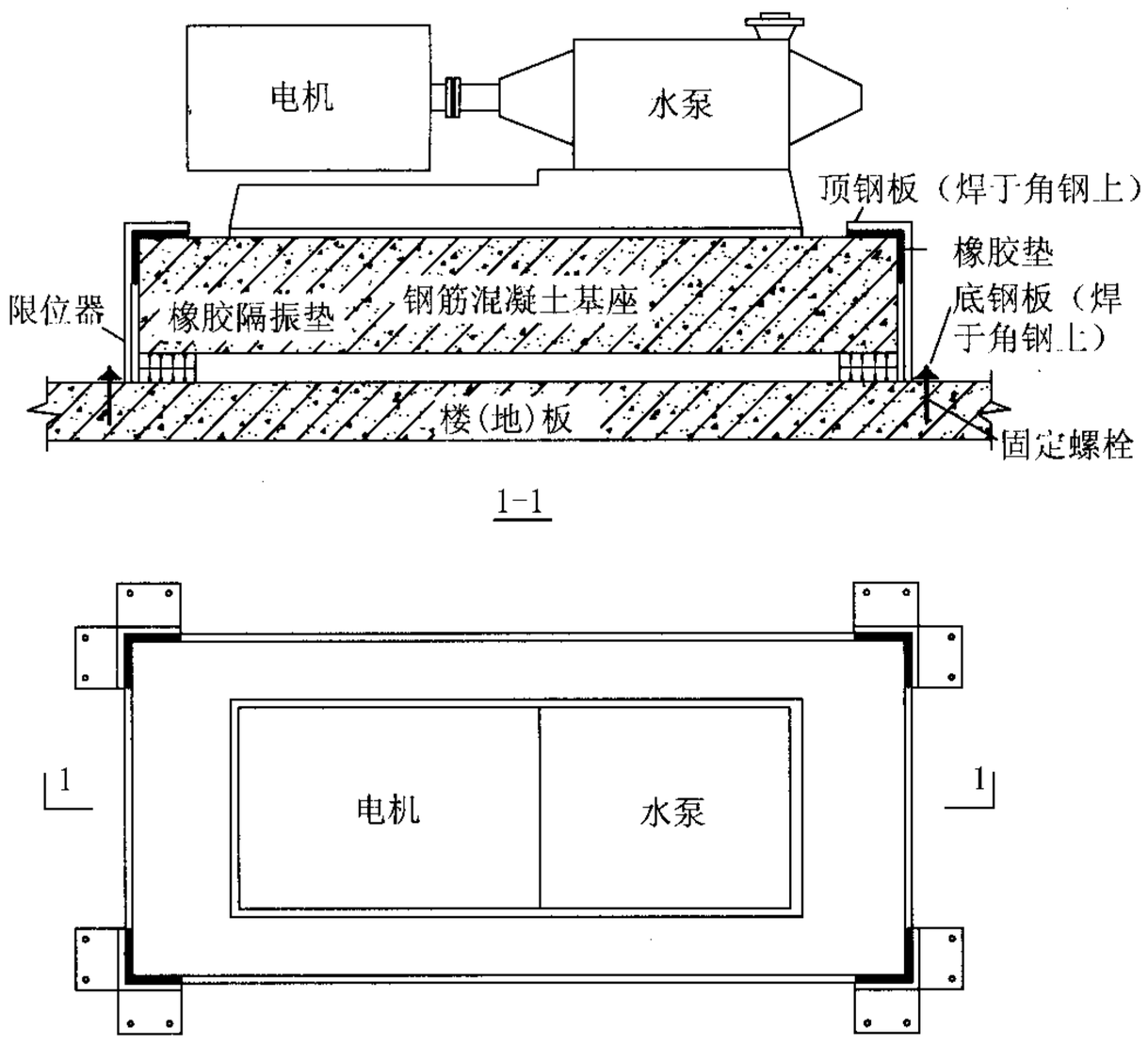


图 10.2.3－2 限位器

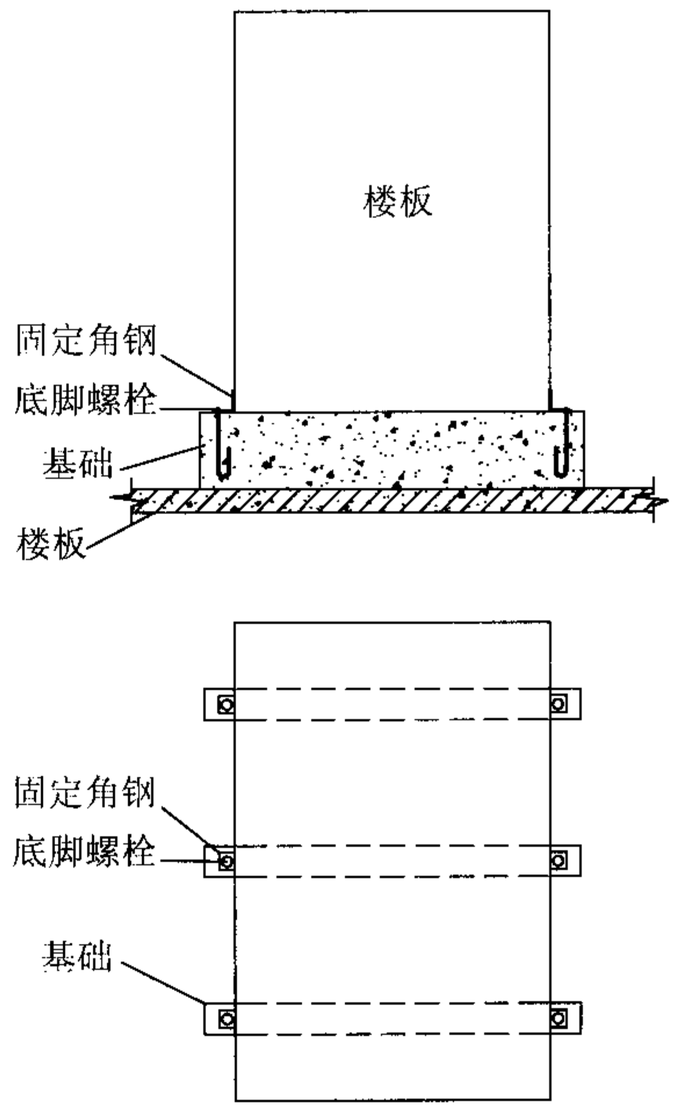


图 10.2.3－3 固定角钢焊在水箱上

3）加热器固定可采用如图 10.2.3－4 所示的做法。

4）其他如氯瓶、气体灭火采用的钢瓶等可采用如图 10.2.3－5 所示进行固定。

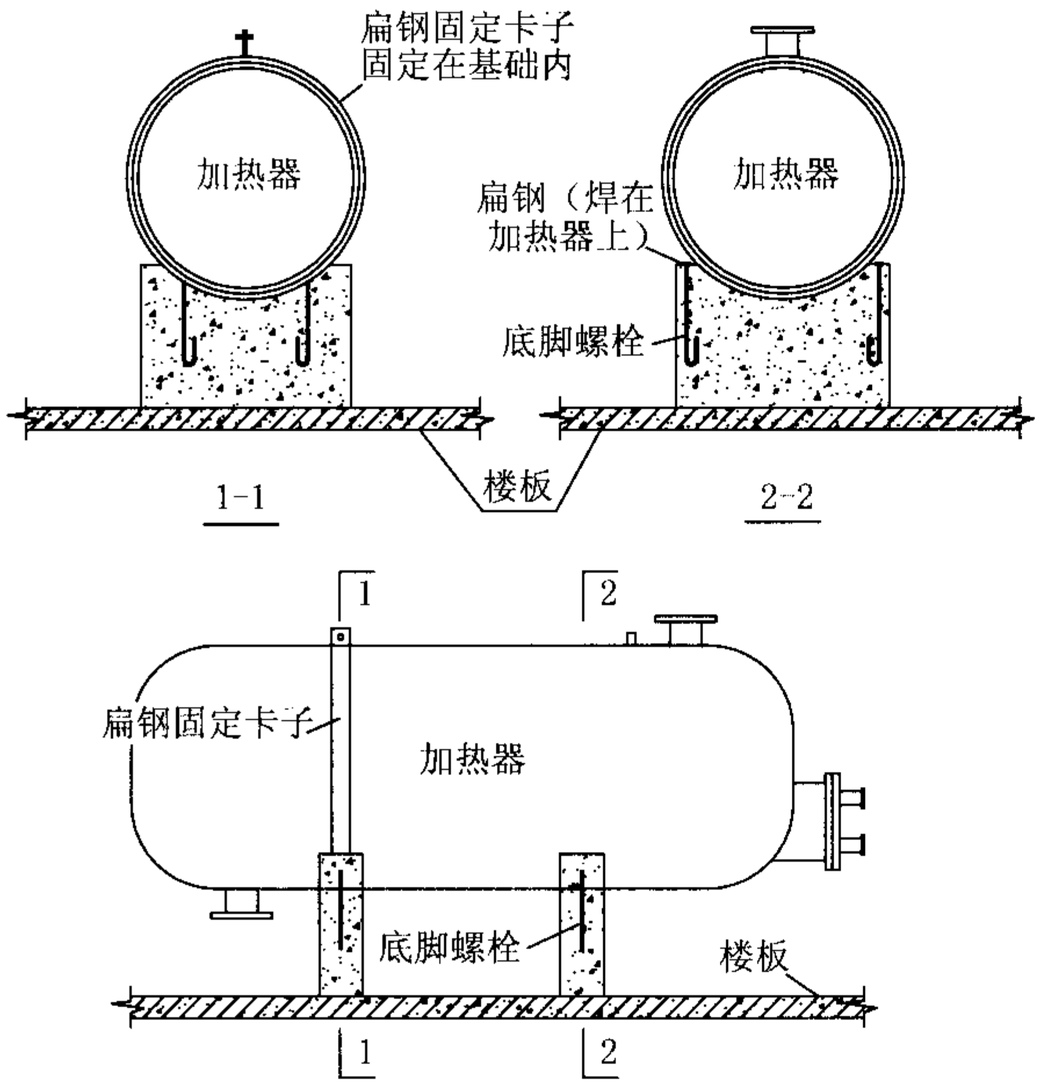


图 10.2.3－4 加热器固定（允许胀缩）

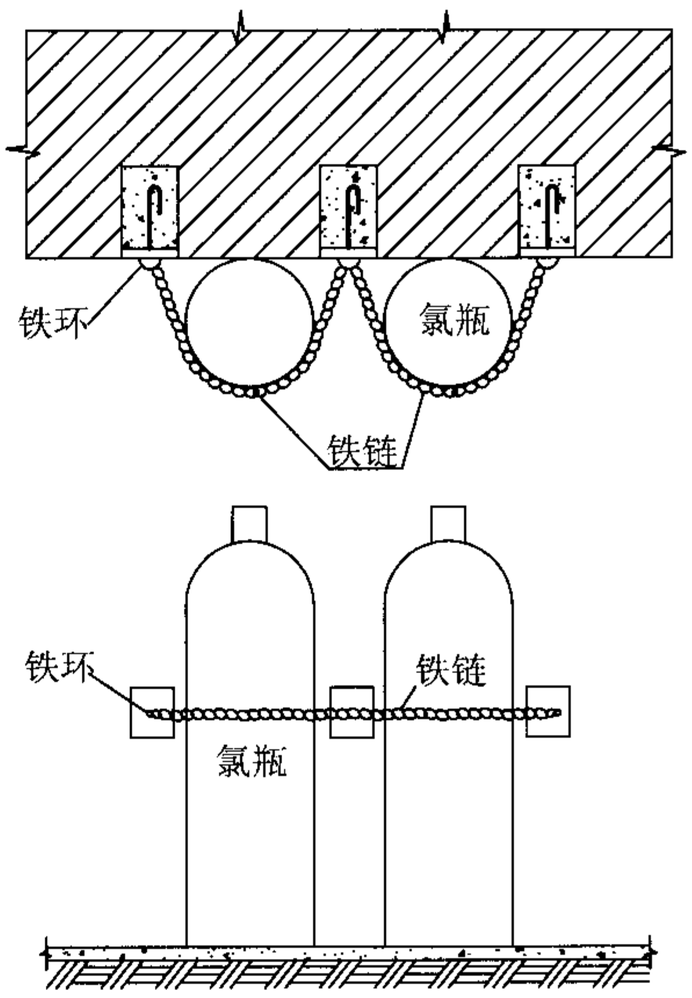


图 10.2.3－5 利用铁链和铁环固定

以上各种固定方式是一种措施，目的就是防止因地震而发生移动所造成的次生灾害，也可以采取其

他可靠的措施。

10.2.4 室外给水排水管道

1 一般规定

1）埋地管道应计算在水平地震作用下，剪切波所引起管道的变位或应变。

2）承插式接头的埋地圆形管道，在地震作用下应满足下式要求：

$$\gamma_{EHP}\Delta_{pl,k} \leqslant \lambda_c \sum_{i=1}^{n} [u_a]_i \tag{10.2.4-1}$$

式中 $\Delta_{pl,k}$——剪切波行进中引起半个视波长范围内管道沿管轴向的位移量标准值；

γ_{EHP}——计算埋地管道的水平向地震作用分项系数，可取 1.20；

$[u_a]_i$——管道 i 种接头方式的单个接头设计允许位移量；

λ_c——半个视波长范围内管道接头协同工作系数，可取 0.64 计算；

n——半个视波长范围内，管道接头总数。

3）整体连接的埋地管道，在地震作用下的作用效应基本组合，应按下式确定：

$$S = \gamma_G S_G + \gamma_{EHP} S_{EK} + \psi_t \gamma_t C_t \Delta_{tk} \tag{10.2.4-2}$$

式中 S_G——重力荷载（非地震作用）的作用标准值效应；

S_{EK}——地震作用标准值效应。

4）整体连接的埋地管道，其结构截面抗震验算应符合下式要求：

$$S \leqslant \frac{|\varepsilon_{ak}|}{\gamma_{PRE}} \tag{10.2.4-3}$$

式中 $|\varepsilon_{ak}|$——不同材质管道的允许应变量标准值；

γ_{PRE}——埋地管道抗震调整系数，可取 0.90 计算。

5）符合下列条件的管道结构可不进行抗震计算：

①各种材质的埋地预制圆形管材，其连接接口均为柔性构造，且每个接口的允许轴向拉、压变位不小于 10mm。

②设防烈度 6 度、7 度，符合 7 度抗震构造要求的埋地雨、污水管道。

③设防烈度为 6 度、7 度或 8 度Ⅰ、Ⅱ类场地的焊接钢管和自承式架空平管。

④管道上的阀门井、检查井等附属构筑物。

2 室外给水管道

1）给水管道布置原则：

①给水输送的专用管道应避免敷设在高坎、深坑、崩塌、滑坡地段；

②干管宜敷设成环状，合理设置阀门井，有利于供水和抢修；

③管道宜采用埋地敷设，应尽量避免架空敷设；

④利用城市市政给水管网作为供水源者宜采用两路供水，增强供水的安全度。

2）管材的选用与接口：

①宜选用抗震性能好的管材如钢管（双面防腐）、球墨铸铁管、PE 管等；

②给水管道的接口以采用柔性接口为最有效的抗震措施。柔性接口中以橡胶圈接口的抗震性能最好。橡胶圈水泥或橡胶圈自应力水泥接口为半柔性接口，抗震性能较差一些。而青铅接口或膨胀水泥接口、水泥接口由于允许变形量小，不能满足抗震要求，同时卫生条件也差，故不得在抗震设计中采用；

③一般住宅小区、学校、机关、城镇公共建筑小区的给水管道大多埋地且以市政给水管网为水源，只要能满足在管材和接口上的要求则可以不作专门的抗震计算。但属于重要行业、企业等重要部门，对给水要求不能中断者一定要进行抗震验算，特别是水源的输送管、渠以及重要的输配送管须进行抗震计算，保证供水安全。

3 室外排水管道

1）排水管道布置原则：

①排水管道应避免敷设在高坎、深坑、崩塌、滑坡地段；

②宜采用分区布置，就近处理和分散出口；

③有条件时应适当增设连通管或设置事故排出口；

④建议接入城市市政排水管网时宜设有一定跌水高度，防止水流倒灌。

2）排水管材与接口：

①排水管材目前宜采用塑料类管材，如双壁波纹管（PVC、PE）或其他类型的化学管材，钢筋混凝土管也是常用的排水管，排水管的接口应采用柔性接口。禁用陶土管、石棉水泥管；

② 8 度Ⅲ、Ⅳ类场地或 9 度时，应采用承插式管，其接口处填料应采用柔性材料；

③地下直埋承插式圆形管道和矩形管道在下列部位应设置柔性接头及变形缝：

a　地基土质突变处；

b　穿越铁路及其他重要交通干线两端；

c　承插式管道的三通、四通、大于 45°的弯头等附件与直线管段连接处；

d　附件支墩的设计应符合该处设置柔性连接的条件。

④当地震设计烈度为 8 度以下及 8 度时混凝土排水管道可按 04S516《混凝土排水管道基础及接口》图集进行施工。

⑤当地震设计烈度为 9 度时埋地塑料排水管道可按 04S520《埋地塑料排水管道施工》和 08SS523《建筑小区塑料排水检查井》图集要求进行。

10.2.5　给水排水构筑物

1　水池

1）水池应尽量采用地下式，结构的平面宜采用圆形。当设计地震烈度为 9 度时，水池采用钢筋混凝土结构，其强度等级不应低于 C25。

2）水池尽可能采用单独的进水管。出水管上应设置控制阀门。

3）所有水池配管预埋柔性套管，在水池壁（底）外应设置柔性接口。

4）当设防烈度为 8 度、9 度不应采用砖砌或石砌水池，其他情况采用上述材料时，其砖的强度等级不应低于 MU7.5，块石强度等级不应低于 MU20。

2　水塔

1）采用钢筋混凝土倒锥壳水塔。

2）水塔的进、出水管，溢水及泄水均采用钢管，托架或支架应牢固，弯头、三通、阀门等配件前后应设柔性接口，埋地管道可采用给水铸铁管或 PE 管。

3）水塔距其他建筑物的距离不应小于水塔高度的 1.5 倍，避免发生次生灾害。

3　水泵房

1）给水排水工程中的泵房应尽量设在地下室内。

2）泵房内的管道应有牢靠的横向支撑，沿墙管道应作支架或托架，避免晃动。

3）凡穿越外墙壁或水池壁的管道均作柔性防水套管，同时在墙外侧或池外侧设柔性接口。若采用刚性套管时应增设可曲挠接头。

11 水景喷泉

本章所述水景喷泉工程包括人造静水、流水和喷水，以喷水为主。

11.1 水景喷泉工程的类型

11.1.1 按工程规模划分

水景喷泉工程可按规模划分为：特小型、小型、中型、大型和特大型等，表 11.1.1 所列数据可供参考。

表 11.1.1 喷泉工程规模

规模 / 划分依据	特小型	小型	中型	大型	特大型
设备投资（万元）	<10	10～50	50～500	500～1000	>1000
喷头数量（个）	<100	100～300	300～1000	1000～3000	>3000
装机总功率（kW）	<10	10～100	100～400	400～2000	>2000

注：1 特小型三项划分依据应全符合，其他型仅一项符合即可。

2 设备投资仅包括设备、材料、器件等部分的投资额，不包括土建、电源、给排水、绿化等工程费用。

11.1.2 按控制方式划分

1 手控喷泉：喷水造型和照明灯光固定不变或靠手动操作变换的喷泉工程。

2 程控喷泉：喷水造型和照明灯光的变换组合采用程序控制器按预编程序自动运行的喷泉工程。

3 音乐喷泉：喷水造型和照明灯光的变换组合采用音乐信号自动控制与音乐信号同步协调运行的喷泉工程。控制系统除音乐信号的采集、处理、放大等功能外，还可以包括乐曲管理、计算机辅助配曲、喷泉多媒体仿真演示等人工智能。

4 特控喷泉：喷水造型和照明灯光的变换组合采用特殊控制方式（如定时、光电、感应、风速、水力、声响等控制）自动运行的喷泉工程。多应用于功能性和娱乐性喷泉，如时钟喷泉、踏泉、喊泉、追随泉等。

11.1.3 按喷泉水池形式划分

1 水泉：喷泉水池水面敞露的喷泉工程，包括设在江、河、湖、海中的喷泉工程。

2 旱泉：喷泉水池水面隐蔽在地下，地面敞露，游人可在喷水间穿行、戏耍，停喷后喷泉地面可作其他用途的喷泉工程。

3 水旱泉：既可形成敞露水面供游人观赏、涉水，也可降低水位后露出地面，供游人玩耍、通行或作其他用途的，兼有水泉和旱泉特点的喷泉工程。

11.1.4 按造景水泵类型划分

1 潜水泵喷泉：造景循环水采用潜水泵加压提升，水泵在水池内就近布置，不设专用水泵房的喷泉工程，目前国内大多数水景工程为此类型。

2 陆用泵喷泉：造景循环水采用陆用泵加压提升，水泵布置在专用水泵房或水泵井内的喷泉工程。

11.1.5 按喷泉设备移动性划分

1 固定式喷泉：喷水设备（喷头、管道、水泵等）、照明设备、控制设备和喷泉水池均固定设置，不可随意移动的喷泉工程。大多数喷泉工程，尤其是中型以上工程为此类型。

2 半移动式喷泉：喷水设备和照明设备可随意移动，但控制设备和喷泉水池固定设置的喷泉工程。

3 移动式喷泉：喷水设备、照明设备、控制设备和喷泉水池均可移动，一般是将四者组装在一起的定型化、设备化、可整体移动的特小型或小型喷泉设备。

11.1.6 按喷水高度划分

1 普通喷泉：垂直喷水高度在50m以内，基本可按一般水力计算公式计算（包括修正系数的应用）的喷泉工程。

2 高喷喷泉：垂直喷水高度在50～100m范围内，常用水力计算公式已不适用的喷泉。

3 超高喷泉（百米喷泉）：垂直喷水高度在100m以上的喷泉工程。

11.2 水景喷泉的基本水流形式及其采用的喷头

11.2.1 水景喷泉的基本水流形式（姿态）和为形成该水流形式采用的喷头如表11.2.1所述。

表11.2.1 基本水流形式及其采用的喷头

大类		分类		种类		采用的喷头
名称	特征	名称	特征	名称	特征	
静水	水面开阔不流动	镜池	水面平静	–	–	–
		浪池	水面波动	–	–	–
流水	在重力作用下的流动水流	平流	基本沿水平方向流动	溪流	蜿蜒曲折的潺潺水流	–
				渠流	规整有序的水流	–
				漫流	四处漫溢的水流	–
		跌流	突然跌落	叠流	落差较小、多次跌落	–
				瀑布	落差、流量较大的挑射跌落	–
				水帘	落差较大的膜状或线状跌落	–
				壁流	落差较大的附壁跌流	–
				孔流	自孔口或管嘴流出的跌流	–
		旋流	沿同心作圆周流动	单旋流	仅有一个旋心	–
				多旋流	有两个或两个以上旋心	–
喷水	在压力作用下自特制喷头喷出的水流	射流	自射流喷头喷出的细长、透明、束状水流	固定单射	固定单喷嘴射流	固定单射喷头
				可调单射	可调节方向的单喷嘴射流	可调单射喷头
				单层层花	喷嘴单环分布的辐射形射流	单层花喷头
				多层层花	喷嘴多层分布的辐射形射流	多层花喷头
				平行射流	喷嘴环形分布的平行射流	集流喷头
				开屏射流	多喷嘴在同一平面内的辐射射流	开屏喷头
		膜流	自成膜喷头喷出的透明、膜状水流	半球膜流	半球形膜状水流	半球喷头
				喇叭花膜流	喇叭花形膜状水流	喇叭花喷头
				扇形膜流	扇形膜状水流	扇形喷头
				锥形膜流	锥形膜状水流	锥形喷头

续表 11.2.1

大类		分类		种类		采用的喷头
名称	特征	名称	特征	名称	特征	
其他水流	特殊形式的水流	泡沫流	自吸气喷头喷出的气水混合水流	冰塔	高大粗壮的冰塔状掺气水流	冰塔喷头
				玉柱	柱状掺气水流	玉柱喷头
				涌泉	低矮粗壮的涌泉状掺气水流	涌泉喷头
		雾流	自造雾喷头喷出的雾状水流	扇形水雾	扇形雾状水流	扇形水雾喷头
				玉柱水雾	玉柱形雾状水流	玉柱水雾喷头
				锥形水雾	锥形雾状水流	锥形水雾喷头
				细雾	漂浮云雾状水流	细雾喷头
		旋转	自旋转喷头喷出多股水流，在反作用力下形成绕轴心旋转的水流	旋转水柱	多股旋转水柱形成的缠绕形水流	旋转喷头
				盘龙水柱	多股旋转水柱形成的盘龙形水流	盘龙喷头
		复合流	由多种喷头组合喷出的复合形水流	扶桑	由喇叭花和多个可调单射组成的水流	扶桑喷头
				半球蒲公英	多个半球膜状水流构成的半球形蒲公英状水流	半球蒲公英喷头
				蒲公英	多个半球膜状水流构成的球形蒲公英状水流	蒲公英喷头
		珠泉	自水面下涌起的气泡流	自由珠泉	自水底自由涌起的单个或成串气泡流	-
				干涉珠泉	自水底涌起的单个或成串气泡流，在上升途中受各种干涉形成的流态	-
		涌流	自水面或地面下向上涌出的非掺气水流	地面涌流	从地面、石面等下面涌出的非掺气水流	-
				水面涌流	从水面下涌出的非掺气水流	-
		爆炸流	从特制喷头瞬间喷出的爆炸形水流	气压爆炸水流	特制水下储气罐瞬间释放高压空气，携带大量池水冲向高空形成的爆炸形水流	水雷喷头
				汽水混合爆炸水流	特制气压水罐瞬间将高压汽水混合物抛向高空形成的爆炸形水流	爆炸喷头
		变形流	从特制喷头喷出可自动变换水流形态的水流	射流 - 水膜变形水流	利用喷头出流形式的自动变换，可使水流在射流和各种水膜间变换的水流	射 - 膜变形喷头
				射流 - 水雾变形流	利用水压和出流形式的自动变换，可使水流在射流和水舞之间变换的水流	射 - 雾变形喷头

11.3 喷水造型设计

11.3.1 喷水造型设计原则

1 统一协调

1）与总体规划协调一致，按照总体规划要求水景可为中心主体景观，也可为其他景观的辅景、点缀或衬托，应服从总体规划需要设计喷水造型。

2）与环境特征、建筑形式相协调。环境和建筑形式可能是西式或中式，可能热烈或宁静，可能庄重或活泼，水景喷泉形式应与之相协调。

3）与场地和建筑的体量相协调。喷水高度、水景范围与场地和建筑物的体量协调相称，其最大视角一般应接近建筑物的视角要求，对于热烈、庄重环境，为了取得震撼作用，其视角可以适当增大。

2 对称和规则布置

对于热烈、庄重尤其是大型喷泉，喷水造型应尽量对称布置（可为中心对称、轴线对称或多中心轴对称），使之有规律、有节奏、有中心、避免杂乱无章；对于活泼、宁静、随意的环境喷泉也可以自由散点布置。

3 突出重点水型

一座喷泉由多组水形组成时，其位置布局、体量大小、控制方式等都应有所侧重，使水景可以形成中心重点，使喷水造型有主次、疏密、集散、高低、虚实、粗细、刚柔、动静、明暗等起伏变化。避免各种水形平均分配，平淡无奇。

4 喷头和灯光要密度适当

根据喷泉特征要求确定喷头和灯具的数量。对于热烈多变的程控和音乐喷泉单位面积的平均数量可多一些（一般喷头 1 ~3 个/m^2，灯具 0.5 ~2 只/m^2），其他情况下可适当减少。有些庄重而宁静的场合甚至可仅设几只高大水柱。

5 水形选择要适当

应根据水景特性选择适当的水形。

1）热烈喜庆、活泼欢快的场合：可选择纵向和横向摇摆、扭摆、海鸥、旋转、水轮、跑泉、跳泉、波浪、踏泉、礼花、孔雀开屏、变形水幕等水形。

2）庄重肃穆、开阔大气的场合：可选择冰塔、高喷、超高喷、集流、玉柱、水幕、水炮、彩虹、镜池、瀑布等水形。

3）祥和、抒情、轻柔、幽静的场合：可选择珠泉、涌泉、半球、喇叭花、蒲公英、水雾、镜池、溪流、叠流、壁流、孔流、漫流等水形。

4）特殊场合和有条件时：也可创意设计一些特殊水形，如旋流、波浪、激浪、爆炸、跳泉、水雕塑、字幕显示等。

5）有些场合常兼有多种特性，水形选择范围更加广泛。

6 留意水形对环境的影响

有些水形水滴飘散较远，如高喷、超高喷、摇摆、水雾等；有些水形噪声较大，如瀑布、冰塔、玉柱、集流及其他高喷等，选用时应留意其对环境的影响。

7 充分利用地形地貌、自然景物、建筑物（或构筑物）的高低错落特点，使水景与环境融为一体，自然协调。

8 注意发挥水景工程的综合作用

水景工程常常具有较大的水池，处理得当可兼作儿童戏水池、喷灌储水池、消防储水池、冷却水循环水池等，不仅可节省其他工程费用，还有利喷泉水池的换水净化。

9 充分满足人们的亲水习性

有条件时应尽量抬高水泉池水的水面，使之更接近人体，旱泉则应尽量创造条件使游人能够参与戏水。

10 发挥多专业协作配合和专业公司的作用

大型程控和音乐喷泉需要多工种协作配合才能设计好，由专业公司配合或承担设计是搞好复杂喷泉工程设计的捷径。

11 冬季结冰地区的水景工程，管道、水池等都应便于泄空，有些工程还应考虑冬季加热、保温、覆盖保护等。

11.3.2 喷水造型的构成

1 独立喷水造型的构成

独立喷水造型由前述要求水压接近的基本水形组成，是喷泉工程的最小独立运行单元或系统。它可由一台水泵或一个阀门供水的一组喷头组成，也可由多台水泵或阀门并联供水的一组喷头组成。

2 组合喷水造型的构成

组合喷水造型由若干独立喷水造型组合而成，构成完整的喷水景观。简单的喷泉工程可仅由一组独立喷水造型构成。复杂一些的尤其是程控和音乐喷泉工程，常由多组独立喷水造型构成，它们依靠水泵或阀门的相互切换、组合，构成多种组合喷水造型。

3 构成喷水造型的注意事项

1）构成喷水造型的美学原则与一般绘画、摄影、雕塑等艺术构图原理相同，所以喷泉工程设计者应具备一定的美术理论知识和丰富的想象能力。

2）要避免各基本水形和各独立喷水造型的水柱相互碰撞干扰。

3）为有利供电系统稳定运行，各组合喷水造型的用电总功率不要悬殊太大。

4）构成组合喷水造型的各独立喷水造型最好不要一起切换，可一组组地切换，逐步由一种喷水景观向另一种喷水景观过渡，以便减少对电力系统的负荷冲击和防止水景景观“冷场”。

5）为提高观赏效果，应充分发挥自动控制的作用，尽量使水流的运行表演处于连续不断的动态变化过程之中。动态变化包括：水形组合变化、喷水高低变化、喷水射程变化、喷水疏密变化、喷水方向变化、喷水动作频率变化、喷水色彩和照度变化等。

11.3.3 最大喷水高度

1 为避免风吹水量损失过大、影响观赏和周围环境，一般情况下最大喷水高度应小于或等于收水距离（喷头至水池收水边际即池内壁或收水坡度起始线的距离）。个别短时喷水的水柱可适当增大喷水高度，但也应小于或等于 2 倍收水距离。

2 一定的喷嘴直径，在达到一定的喷水高度后，水柱就会开始严重分散或雾化，这不仅影响观瞻还浪费能量和水量，所以对不同型号和规格的喷头，其最大喷水高度要加以限制。在附录 K－1《射流喷头垂直喷水的水力计算表》中，有一条加粗的网格线，即为最大喷水高度的参考限制线，喷水参数应在其右上方选用。

11.4 水景喷泉的运行控制

11.4.1 喷泉的控制对象和内容

喷泉的控制对象往往布置在条件恶劣的环境中（大部分布置于水下或潮湿环境中）；一般布置分散、控制距离较长；控制对象常是连续、频繁动作；所以选用时对其应有严格要求。喷泉的控制对象及控制内容主要有以下几部分：

1 电机部分

1）水泵电机——控制水泵的启停和转速变化。

2）摇摆机构电机——控制摇摆机构的启停、转速和停止位置。

3）摇摆机构步进电机——控制摇摆机构的启停、转速、转数和停止位置。

2 阀门部分

1）电磁阀——控制阀门的开关。

2）气动阀——控制阀门的开关和开启度。

3）液压伺服阀——控制阀门的开关和开启度。

4）比例调节阀——控制阀门的开关和开启度。

5）电动调节阀——控制阀门的开关和开启度。

3 灯光部分

1）水下灯——控制灯的开关、亮度和颜色变化。

2）强光灯——控制灯的开关、亮度、颜色和图案变化。

3）光纤灯——控制灯的开关、颜色和组合变化。

4）激光灯——控制灯的开关、亮度、颜色、图案变化。

4 自动开关部分

有些喷泉工程需要对多种自动开关进行控制，常用的有液位开关、压力开关、光电开关、感应开关、行程开关等。

5 综合控制部分

大型音乐喷泉和水景表演系统，要求喷水与大型投影系统、大型激光表演系统、大型灯光表演系统、喷火系统、烟花系统、烟雾系统、现场音响系统等进行联合表演控制。

11.4.2 喷泉工程的控制方法

1 手动控制：即将喷头和照明灯具分成若干组，每组分别设置控制阀门（或专用水泵）和开关。根据需要可手动开启其中一组、多组或全部。每组喷头设置有流量、压力调节阀，可人工调节其喷水流量、喷水高度和射程等。是最简单的运行控制方式。

2 程序控制：各独立喷水造型分别设置专用水泵或电动阀（或气动阀、电磁阀等），利用时间继电器、可编程序控制器或计算机，按照预先输入的程序，使其喷头和灯具按照程序运行。因为可编程序控制器具有很大的内存容量，又有很多触点可以接出，同时每对触点还允许相当的电流容量，所以为组编丰富多彩、变化多端的水流造型和照明灯具的色彩变化创造了有利条件。

3 音乐控制

1）简单音乐控制：对音乐的节奏、节拍、高低等简单元素，进行实时跟踪采集、分解处理并转换成模拟量或数字量讯号，用以控制水形的高低变化、色彩变换和运行组合。简单音乐控制需要一定的处理速度，以适应多种、迅速变化的要求，一般采用计算机和音频处理器实现。音频处理器负责实现音频到控制信号的转换，然后由计算机进行音频数字量采集处理，输出到控制设备。工作方框图如图11.4.2-1所示。这种控制方式不必对音乐光盘预先进行编辑处理，所以对任何新版光盘甚至现场即兴演奏都可以响应。

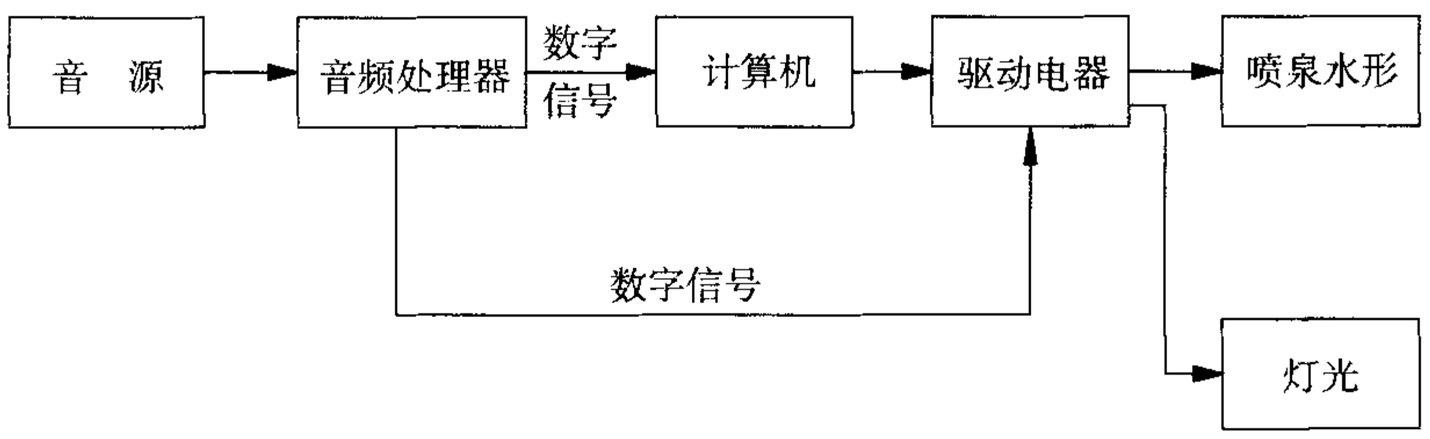


图11.4.2-1 简单音乐控制工作方框图

2）预编辑音乐控制：对特定音乐经过分析后，将其分成若干部分，选择最能表达音乐内涵的一种或几种水形及灯光控制信号，按序存储在控制器内，并接受音乐开始信号启动。工作时，控制器将编辑的每部分音乐的时间，传送给水形组合电路，把预编辑的水形命令，发送给驱动电路，使音乐与喷水造型既保证同步又按指定组合表演。

3）多媒体音乐控制：应用多媒体计算机把音源、水形、图像、灯光、激光和焰火等多个不同系统的管理集成于一体的控制，是目前喷泉的最高表现形式。由于多媒体音乐控制系统的复杂性，加上对其它表演媒体的控制，可能需要多台工业计算机联网同步运行。以喷泉为主体的控制方框图如图11.4.2-2所示。

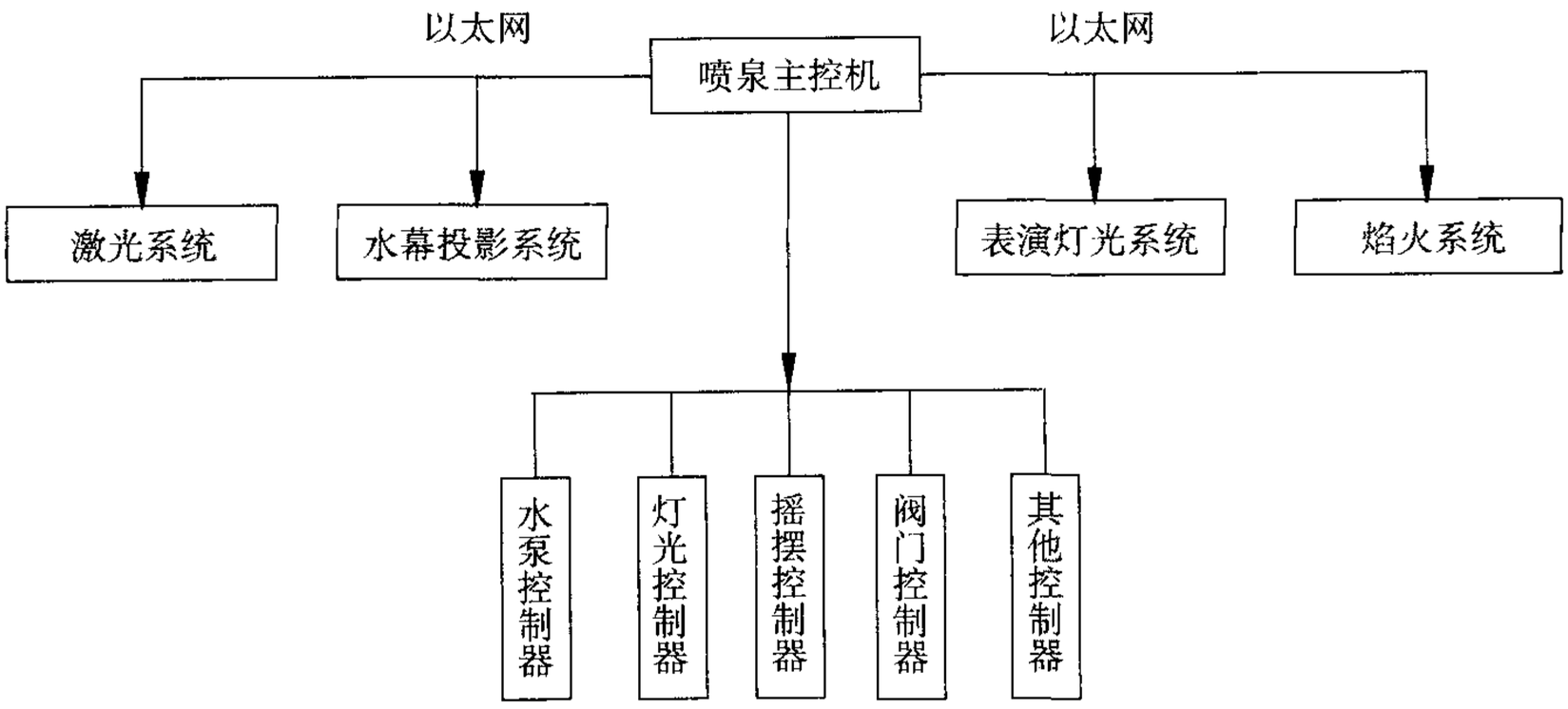


图 11.4.2-2　以喷泉为主体的多媒体音乐控制方框图

随着其他表演系统的重要性提高，为了使多个系统同步工作和系统管理，有时增加一台总控计算机，来实现多系统整合，使其他表演系统不再附属于喷泉系统而独立起来。总控系统通过网络（以太网）与各分系统连接起来，总控软件设计是以时间为主线的多轨控制，随时间的发展向各系统发送表演控制指令，通过网络采用远程管理软件，可远程管理各系统计算机，控制系统方框图如图 11.4.2-3 所示。

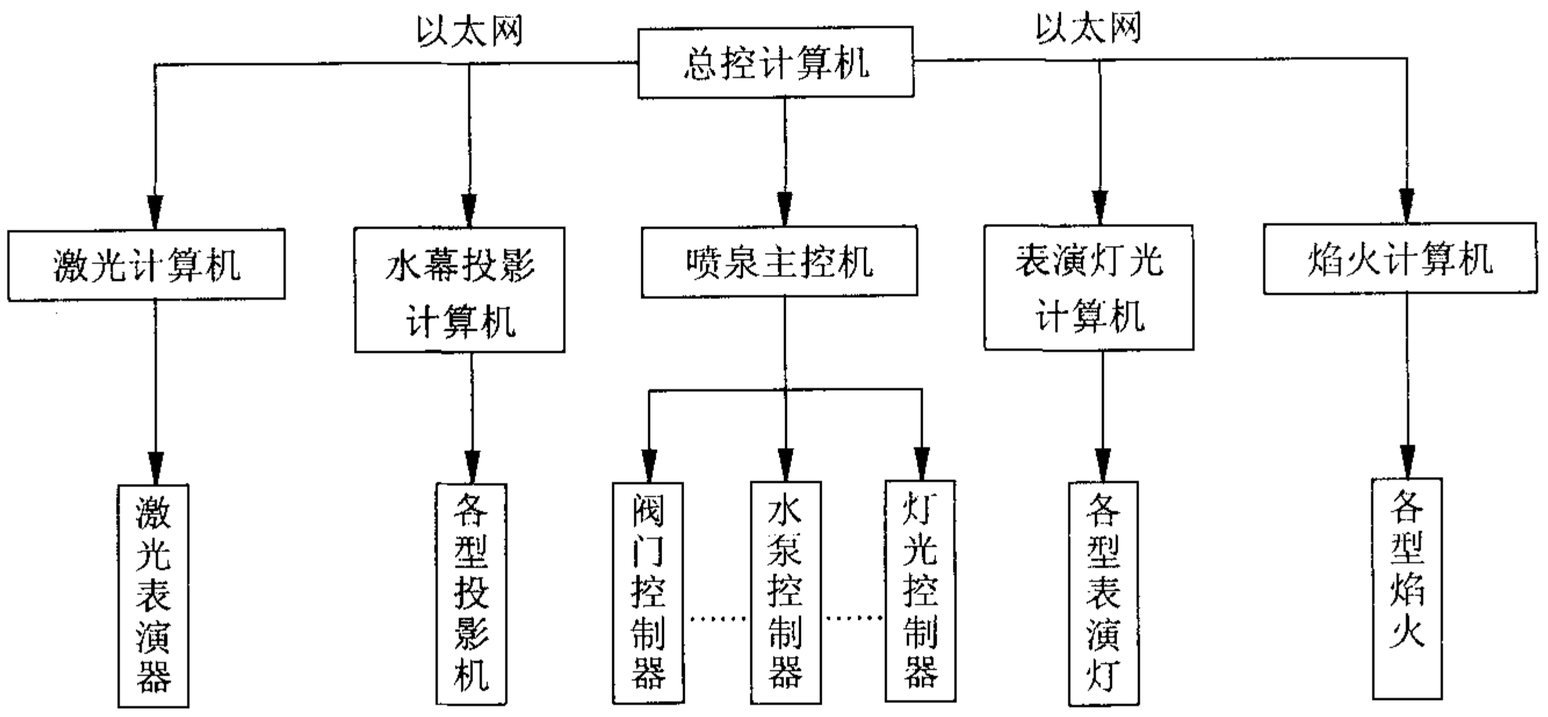


图 11.4.2-3　独立总控的多媒体音乐控制方框图

多媒体音乐喷泉控制软件方框图，如图 11.4.2-4 所示。

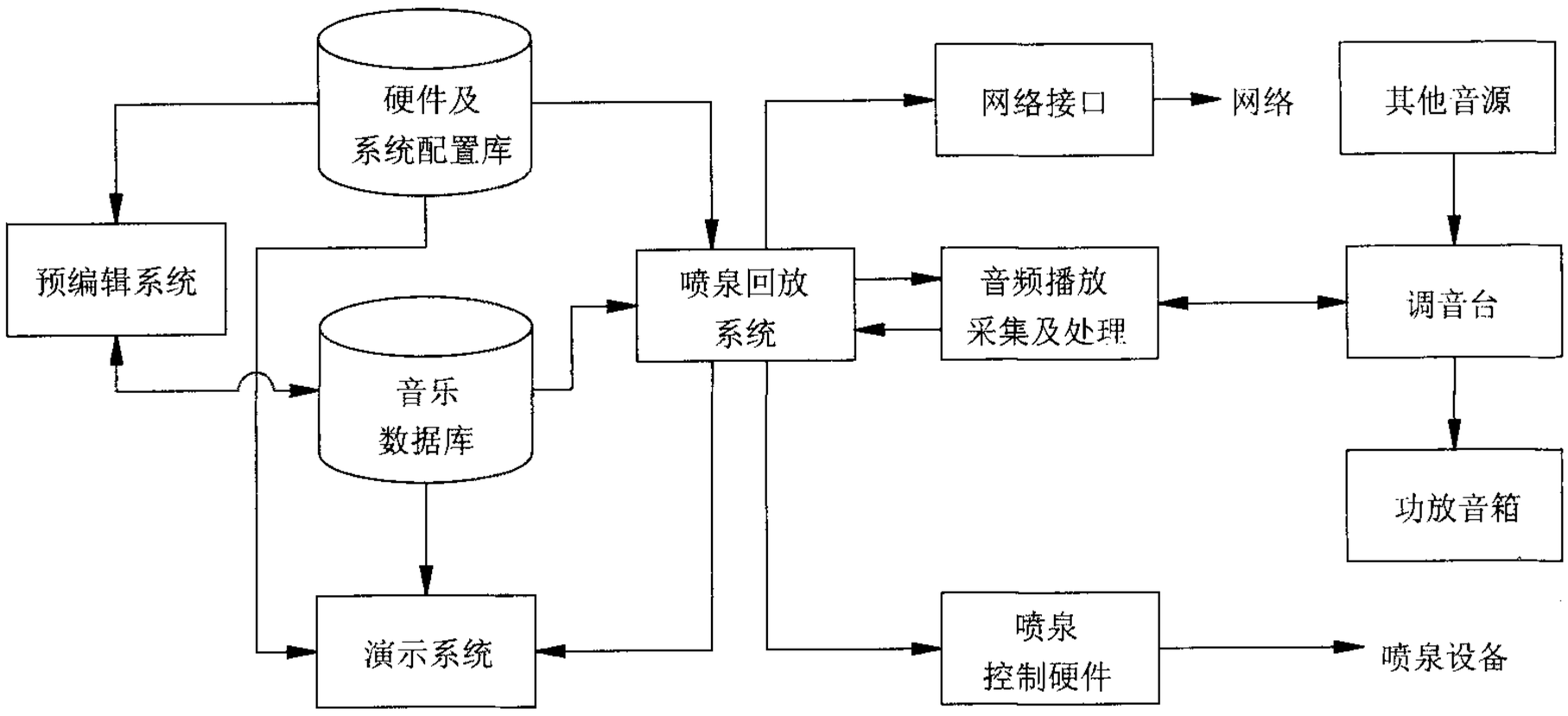


图 11.4.2-4　多媒体音乐控制软件方框图

11.4.3 喷泉控制系统类型，应根据喷水系统和其他相关系统的具体情况、要求经成本核算后确定，常用控制系统类型有以下几种：

1 集中式控制系统：由一台主控机实现控制的运算和信号输出，即所有的控制线路都由一台控制机引出，发出执行指令。优点是便于系统的组织和管理，缺点是线路集中可靠性差，当控制机发生故障时，整个系统将无法工作，适合设备布置较集中，控制距离不远的系统采用。

2 分布式控制系统：以多个现场专用控制设备为基础，通过某种网络方式连接成一个系统。现在已开发出现场阀门控制器、现场灯光控制器、现场变频控制器等专用控制设备。这些设备可分布在喷泉工作的现场，通过通讯线路把这些控制器连接到控制主机。适合多处喷泉景点，分散布置相距较远的工程采用。

3 现场总线控制系统：采用现有的标准现场总线系统实现对设备的控制，如 ProfiBus、INTERBus、CANBus 等，总线上可连接各种 IO、DA、AD 等模块，也可连接上面提到的现场专用喷泉控制设备。现场总线系统可靠性较高，设备成熟，适合各种大型水景工程的控制。

4 网络控制系统：以以太网为基础的控制系统，偏向于控制管理和数据应用，实时性差，在喷泉控制中主要是用来管理多个系统间的事务管理、数据交换、操作管理等，一般与其他控制系统互补应用，形成更强大更易于管理的系统。

5 综合控制系统：对于大型、综合性喷泉工程，往往综合采用以上各种系统类型。

11.5 水景喷泉工程的给排水系统设计

11.5.1 水景喷泉工程的水源种类与给排水方式

根据给水水源种类和排水去向不同，水景喷泉工程的常用给排水方式举例如下。图中仅绘出了主要管线的联系，设计时应根据具体情况加以完善。

1 雨水—雨水道方式：以回收雨水为水源，尾水排至雨水道的方式，见图 11.5.1－1。

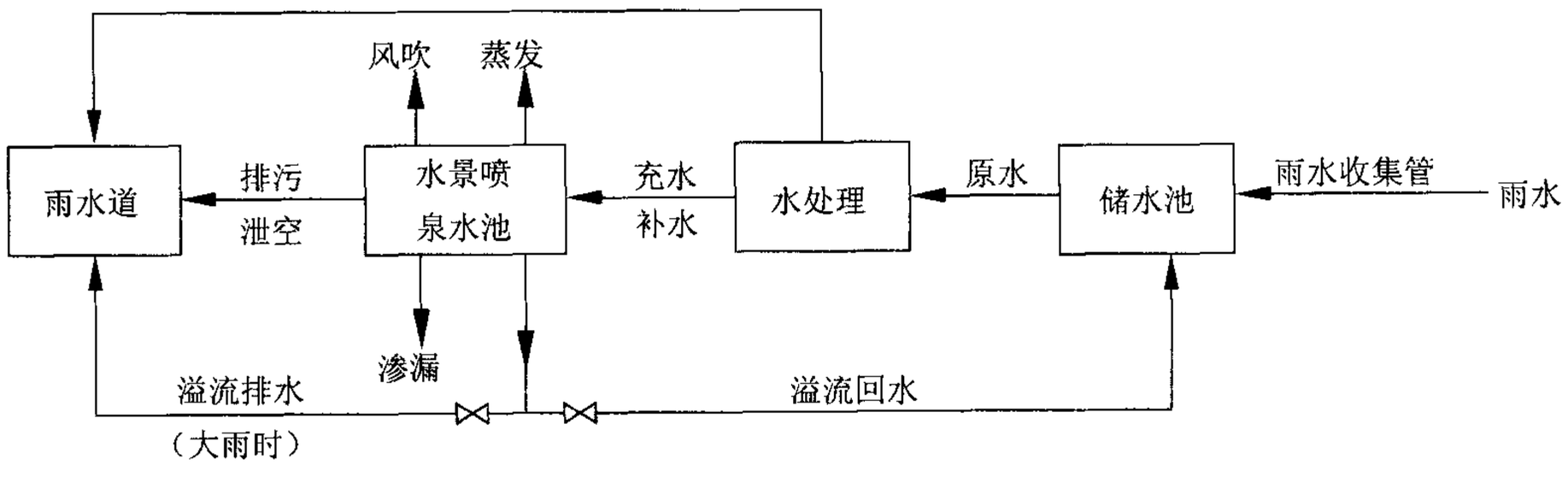


图 11.5.1－1 雨水—雨水道方式

2 水体—水体方式：以天然或人工水体（河、湖、库、海）为水源，尾水再排至水体的方式，见图 11.5.1－2。

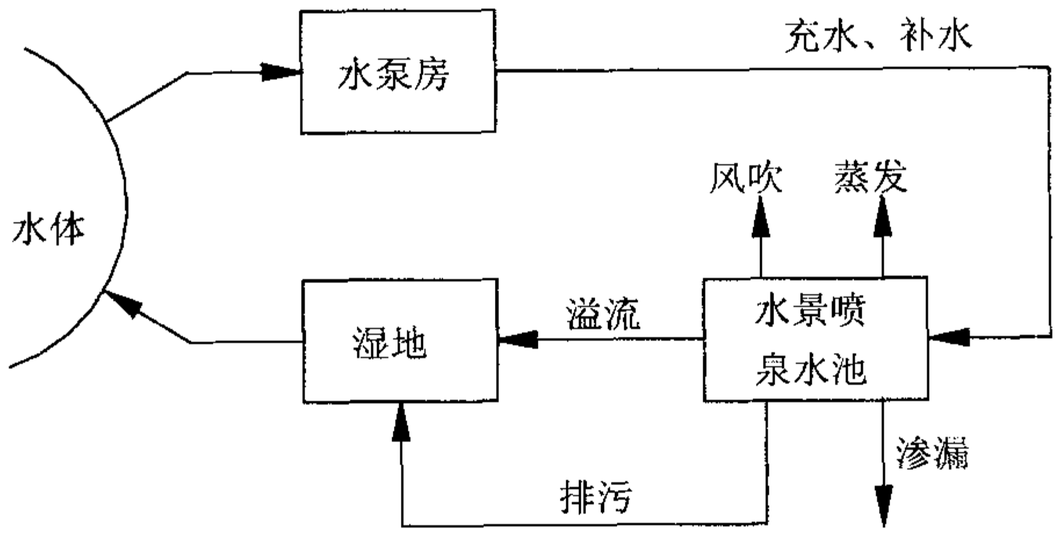


图 11.5.1－2 水体—水体方式

3 再生水—雨水道方式（重力回水）：以再生水为水源，尾水排至雨水道，且重力回水的方式，

见图 11.5.1－3。

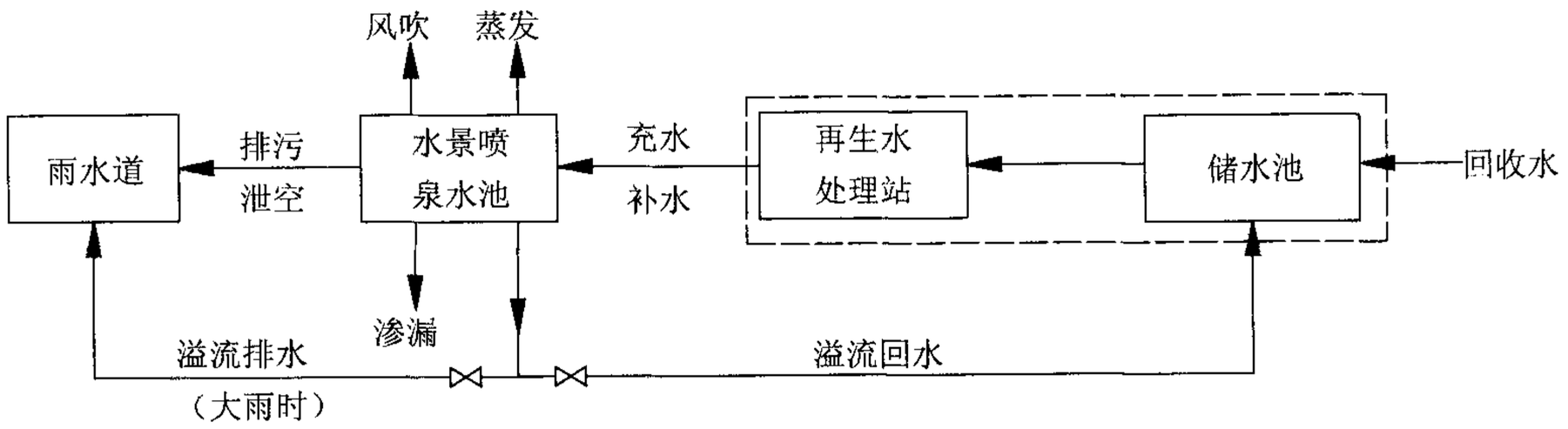


图 11.5.1－3　再生水—雨水道方式（重力回水）

4　再生水—雨水道方式（提升回水）：以再生水为水源，尾水排至雨水道，且水泵提升回水的方式，见图 11.5.1－4。

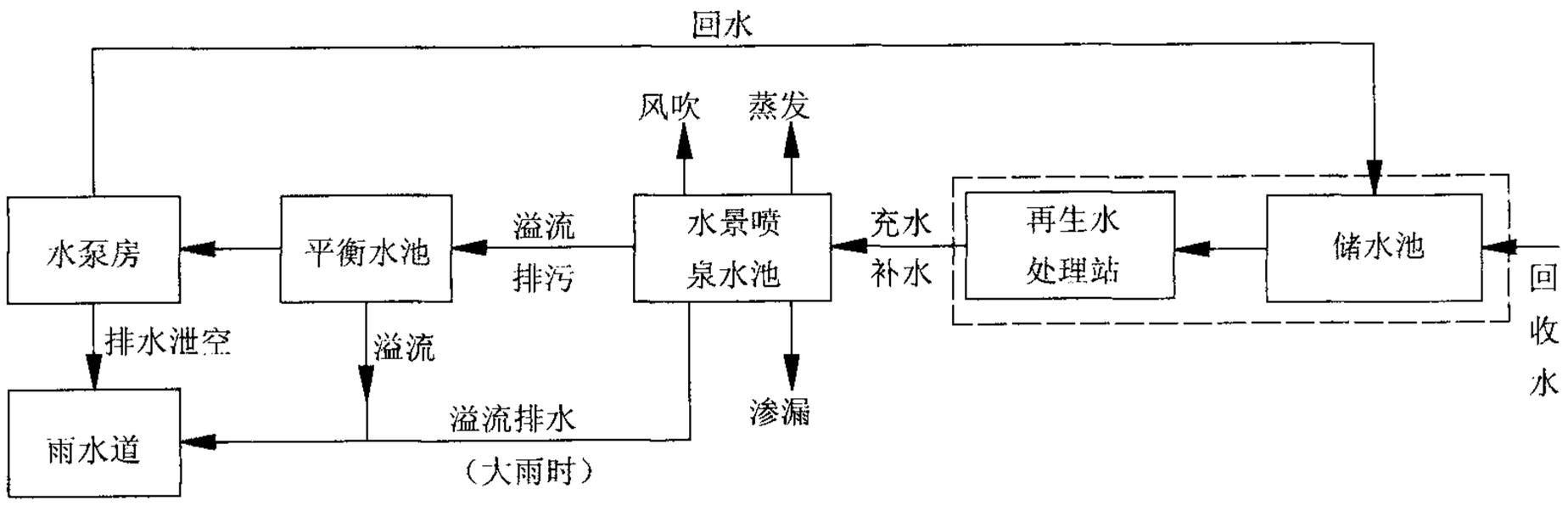


图 11.5.1－4　再生水—雨水道方式（提升回水）

5　自来水—雨水道方式：以自来水为水源，尾水排至雨水道的方式，见图 11.5.1－5。

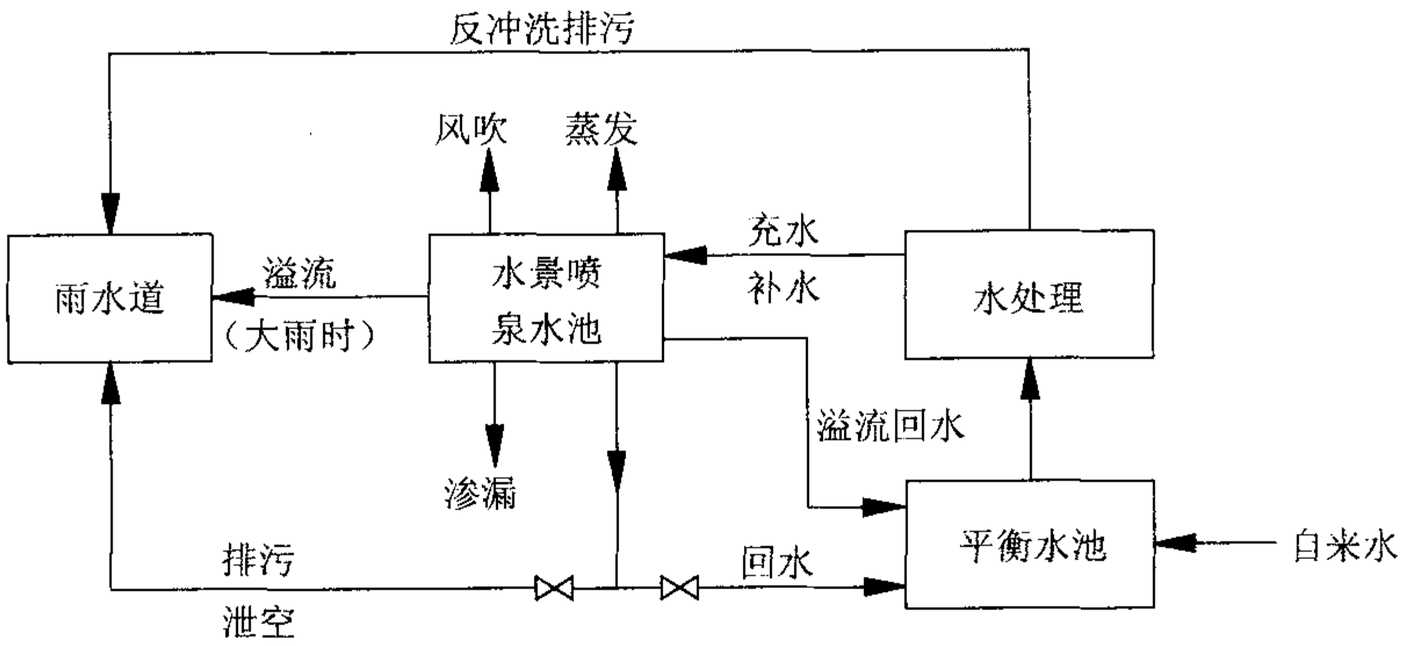


图 11.5.1－5　自来水—雨水道方式

6　水体中方式：在天然或人工水体（江、河、湖、海、库）的水质满足要求时，可以将喷泉设备直接布设在水体中，就近取水加压循环利用，省去水池、部分管道、水处理设备等。

11.5.2　水造景循环系统设计

1　水造景循环系统划分

1）除具有足够流量和水压的水源可供利用外，绝大多数喷泉工程均采用喷泉水池池水加压循环供水方式。

2）水造景循环系统一般均按照独立喷水造型划分，每个独立喷水造型的水泵、管道、阀门和喷头构成一个独立运行单元。

3）每个水造景循环系统中的喷头，其型号规格宜相同；在型号规格不同时，要求其工作水压基本相同。

2 水造景循环系统的水力计算

1）喷头水力计算。

①各种型号、规格喷头前的水压与喷水流量、喷水高度和射程等之间的关系，均由试验获得，可参照专业公司提供的资料选用。

②常用射流喷头垂直喷射时，喷水流量、喷水高度与水压的关系如下：

$$q = K\sqrt{H} \tag{11.5.2-1}$$

$$h = H/\ (1 + \alpha H) \tag{11.5.2-2}$$

式中 q ——喷头的喷水流量（m^3/h）；

h ——喷水高度（m）；

K ——与喷嘴直径和形状有关的流量系数；

H ——喷头前水压（m）；

α ——压力损失系数。

③常用射流喷头倾斜喷射时，喷水流量同式（11.5.2-1）；、喷水射程、喷水高度与水压的关系如下：

$$La = L_1 + L_2 = B_1 H + B_2 H = B_0 H \tag{11.5.2-3}$$

$$h_\alpha = B_3 H \tag{11.5.2-4}$$

式中 La ——喷水射程（m）；

L_1、L_2 ——倾斜射流时射流轨迹上升段和下降段的水平投影长度（m）；

B_0、B_1、B_2、B_3 ——与喷头仰角有关的系数；h_α —倾斜喷水的最大高度（m）。

④以上各计算式中的系数以及其它类型喷头的计算，可查阅有关手册。

⑤以上各计算式是在水压小于和等于 $20m$ 的条件下试验得到的，且未考虑喷嘴直径的影响。手册中虽然提供了其他水压和喷嘴直径时的修正系数，但其适用范围仍然有限，且计算繁琐。本书附录 $K-1$ 和 $K-2$ 根据上述计算式，并参考大量工程实践数据，对计算结果进行了修正和扩展。在喷嘴直径 $d=3\sim140mm$，喷水高度 $h=1\sim215m$ 的范围内，列出了 d、h、H、q 之间和 α、h_α、L_1、L_2、L_a 之间的关系，在工程计算时可直接参考查用。

⑥附录 $K-1$ 和 $K-2$ 适用的喷头形式：对于普通喷泉为普通窄角固定单射喷头，对于高喷和超高喷为广角和超广角固定单射喷头。对于可调单射喷头，表中的喷水高度和喷水流量应乘 0.95 的修正系数。

2）喷泉的水造景循环系统配管

①直线（弧线）配管：一组沿直线或弧线布置的喷头，由一台或多台水泵（或阀门）供水。如图 11.5.2-1 所示。

②环形配管：一组沿环形布置的喷头，由一台多台水泵（或阀门）供水。如图 11.5.2-2 所示。

③分支配管：总配水管连接多根分支管和多个喷头，再由一台或多台水泵（或阀门）供水。如图 11.5.2-3 所示。

④单喷头配管：一个喷头由一台或多台水泵并联供水。如图 11.5.2-4 所示。

⑤综合配管方式

实际喷泉工程多是前述各种典型配管方式的综合应用，有时还可能需要两层或三层管道叠加，穿插配管，应视具体情况确定。

⑥以上是采用潜水泵的配管图式，采用陆用泵的图式类似。

3）管道水力计算

①一般喷泉工程管道较短（尤其是采用潜水泵时），且管道多设在水下或地下，对噪声要求不严，其设计流速可以较室内给水工程适当提高，见表 11.5.2-1。

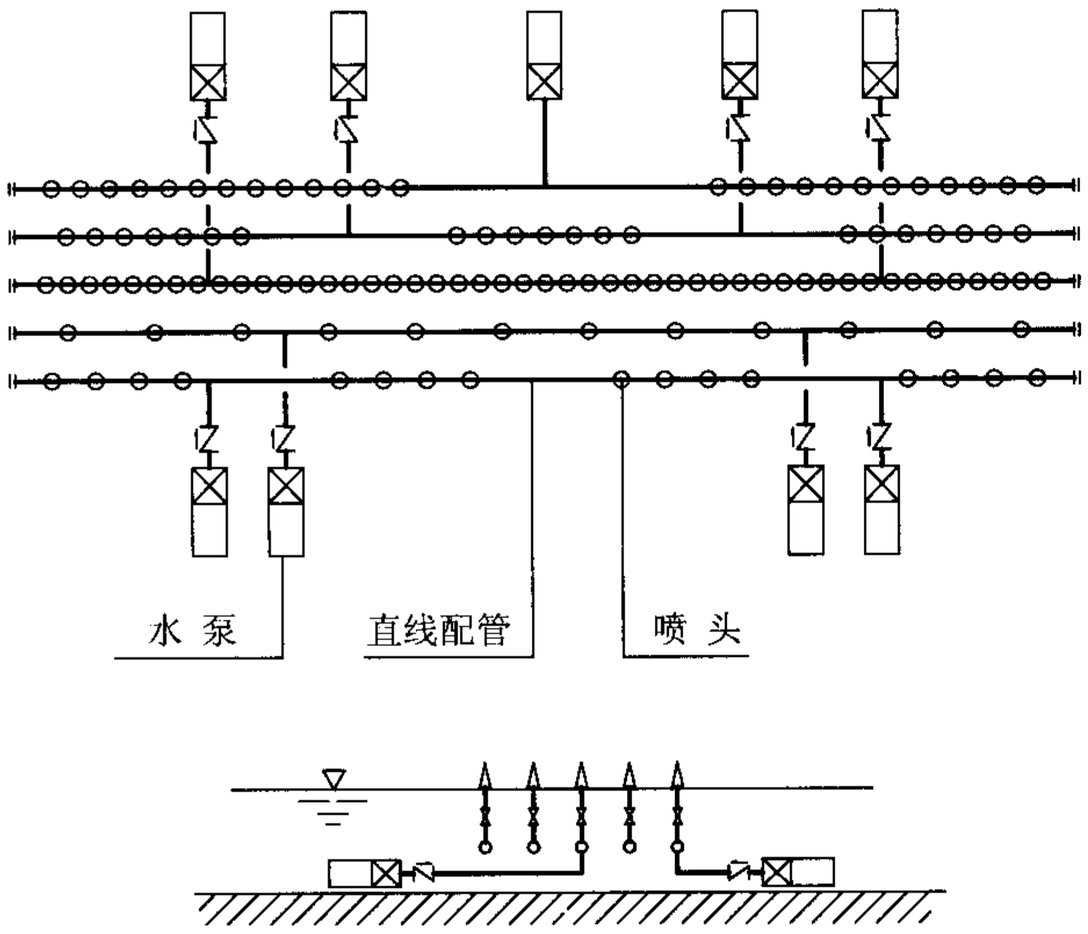


图 11.5.2－1 直线配管图

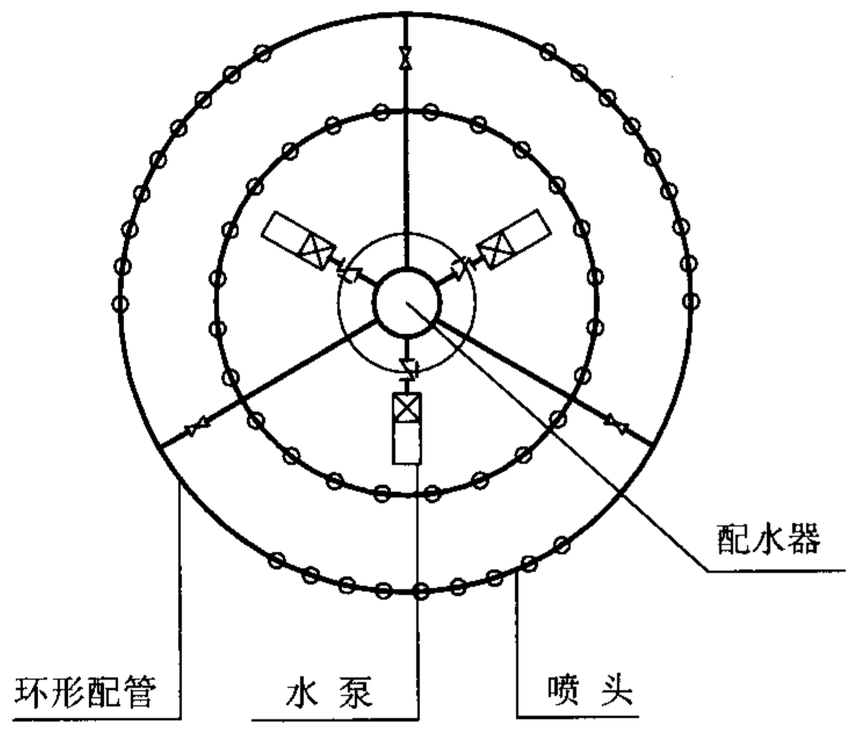
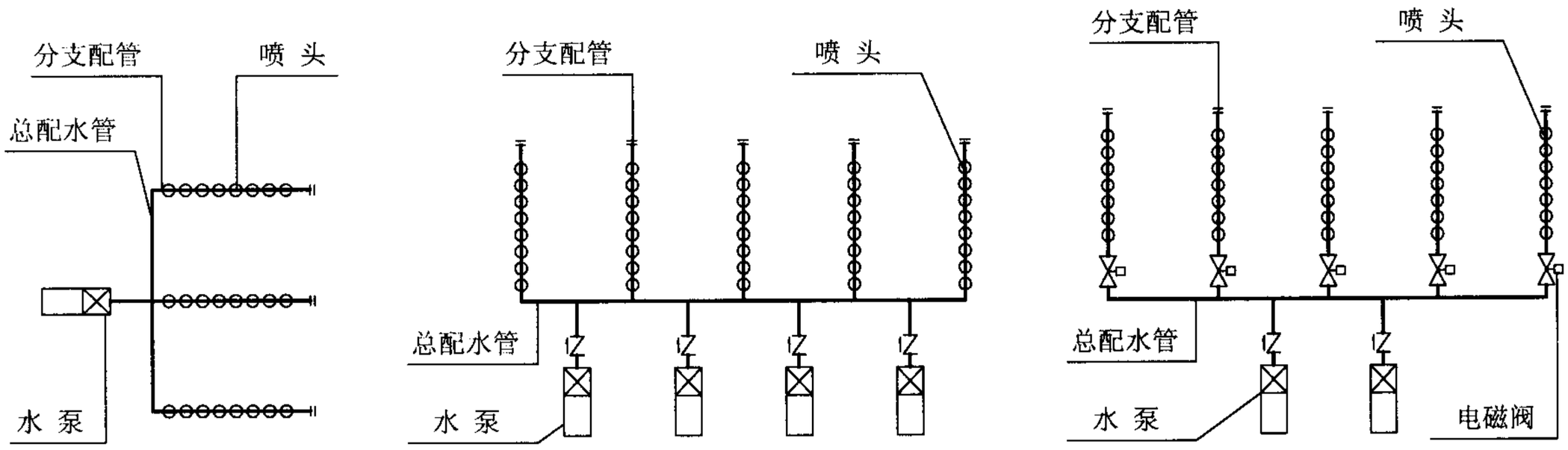


图 11.5.2－2 环形配管



11.5.2－3 分支配管图

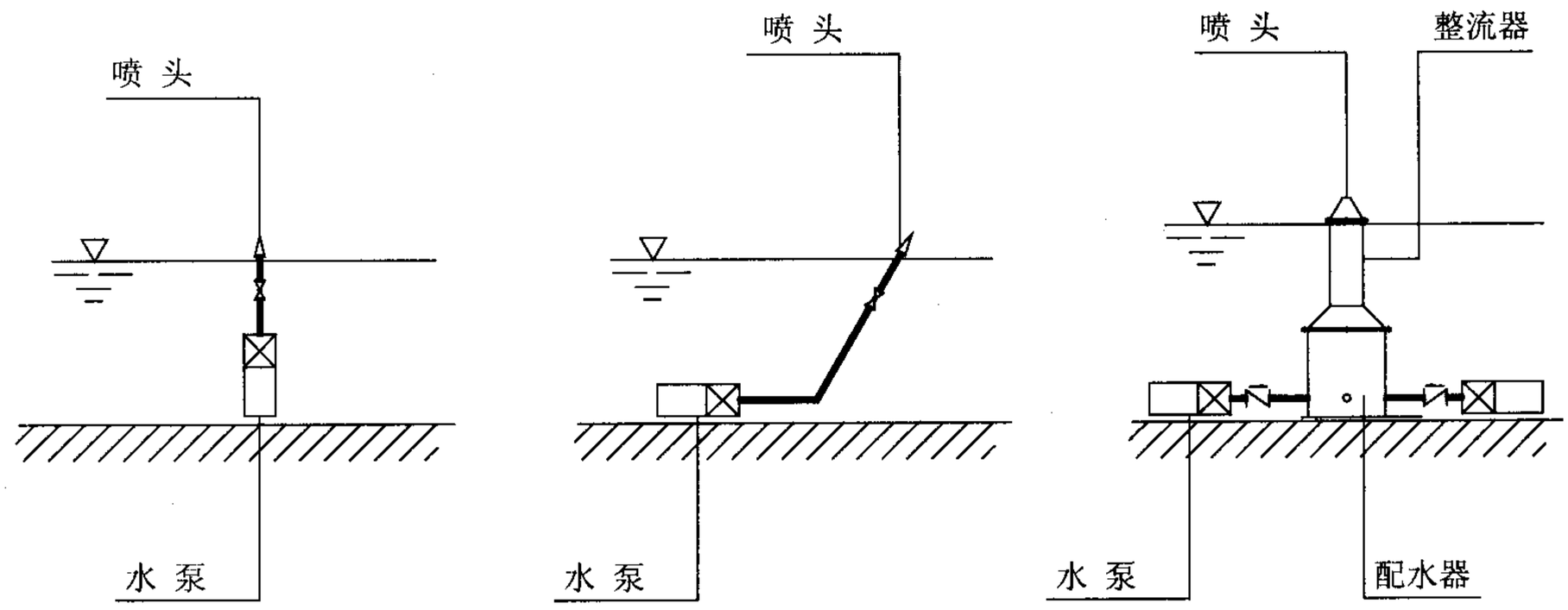


图 11.5.2－4 单喷头配管

表 11.5.2－1 管道设计流速

管径（mm）	≤25	32～50	70～100	>100
钢管和不锈钢管（m/s）	≤1.5	≤2.0	≤2.5	≤3.0
铜管和塑料管（m/s）	≤1.0	≤1.2	≤1.5	≤2.0

②水景喷泉的一般管道水力计算方法与给水工程相同，可参考有关资料进行计算。

③多口出流水力计算：对于向同一组喷头供水，要求喷水高度相近，且喷头前不设调节装置的多口

出流配水管（见图11.5.2-5），其干管设计流速，应根据同一干管上，相距最远两个喷头间的管段长度和最大允许喷水高度差计算确定。先算出设计1000i值，再从管道水力计算表中查出符合该条件的管径和流速。设计1000i值按式（11.5.2-5）计算：

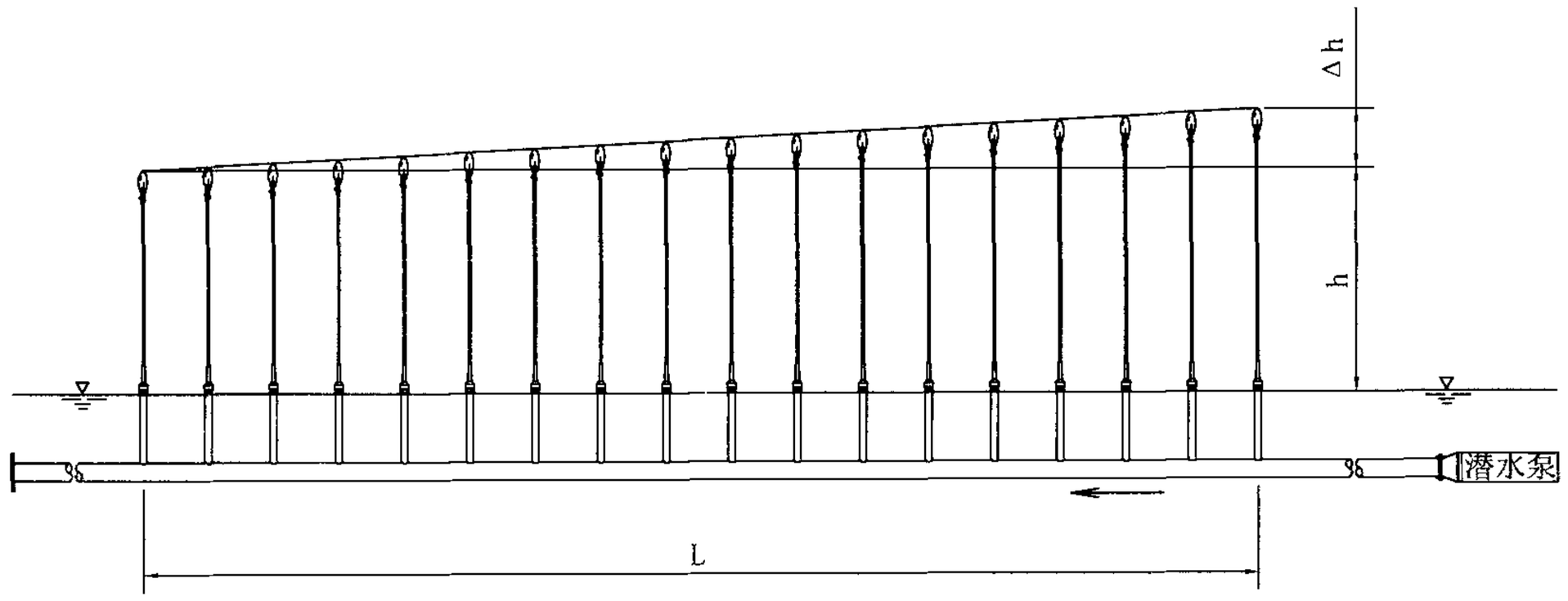


图11.5.2-5 多口出流配管

$$1000i = \frac{1000\alpha}{\frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2}} \frac{\Delta h}{L} = K\frac{\Delta h}{L} \qquad (11.5.2-5)$$

式中 i ——管道的水力坡降；

Δh ——允许最大喷水高度差（m）；

L ——相距最远的两喷头间的管段长度（m）；

α ——供水方式系数，单向供水时 $\alpha=1$，双向供水时 $\alpha=2$；

m ——计算管道沿程水头损失所用公式中的流量指数；

N ——计算管段的喷头个数；

K ——综合系数，可从表11.5.2-2中查出。

公式（11.5.2-5）是根据以下条件推导出来的：

a 干管计算管段管径不变。

b 每个出水口（喷头）的间距和流量相等。

c 干管供水流量全部从沿途出水口（喷头）流出。

d 若为双向供水，两侧供水流量相等。

e 流量指数m值，对于钢管为2，对于塑料管为1.77。

表11.5.2-2 综合系数K值表

N	钢管		塑料管	
	单向供水	双向供水	单向供水	双向供水
2	1600	3200	1543	3086
3	1929	3857	1838	3637
4	2134	4267	2020	4040
5	2273	4545	2141	4283
6	2374	4748	2232	4464
7	2450	4900	2299	4598
8	2510	5020	2353	4706
9	2558	5115	2392	4785

续表 11.5.2－2

N	钢管		塑料管	
	单向供水	双向供水	单向供水	双向供水
10	2597	5195	2421	4843
11	2630	5260	2457	4914
12	2658	5316	2475	4950
13	2682	5365	2500	5000
14	2703	5407	2519	5038
15	2723	5445	2532	5063
16	2737	5474	2545	5089
17	2753	5505	2546	5128
18	2765	5531	2571	5141
19	2777	5554	2577	5155
20	2788	5576	2584	5168
22	2807	5613	2604	5208
24	2820	5640	2616	5231
26	2835	5671	2632	5263
28	2846	5692	2639	5277
30	2864	5727	2646	5291
32	2865	5729	2655	5309
34	2873	5745	2661	5322
36	2879	5759	2667	5333
38	2885	5770	2672	5343
40	2891	5782	2677	5353
42	2896	5792	2681	5362
44	2900	5800	2685	5369
46	2904	5809	2688	5376
48	2909	5817	2692	5384
50	2912	5824	2695	5391

4）水景构筑物的水力计算

①瀑布、叠流、水帘、水盘等水景构筑物，其溢流流量、流速可按堰口形式选择类似堰形进行计算。

a　常用堰形有宽顶堰（进水口分无侧面收缩和有侧面收缩，堰墙有直角、圆角、斜角和坡角等）和薄壁堰，均为非淹没流。

b　各种堰流的基本计算公式为：

$$q = K_1 H^{3/2} \tag{11.5.2-6}$$

$$V = K_2 H^{1/2} \tag{11.5.2-7}$$

式中　q——单宽溢流量［$m^3/$（h·m）］；

V——堰上流速（m/s）；

K_1、K_2——与堰形有关的系数；

H——堰上静水头（m）。

c 最常用的宽顶堰和薄壁堰的计算表，见附录 K－3 和 K－4。

d 堰上静水头值由设计人根据要求的观瞻效果、跌落高差、水膜不破裂高度等因素确定。

②水盘、壁流、水帘等用的孔口或管嘴出流，应按孔口和管嘴形式，选择适当的出流公式进行计算。

a 常用的孔口为圆形薄壁直边孔口；常用管嘴为直线形、流线形或收缩形的外管嘴及直线形内管嘴。

b 各种孔口和管嘴的基本计算公式为：

$$q = K_3 H^{1/2} \tag{11.5.2-8}$$

$$V = K_4 H^{1/2} \tag{11.5.2-9}$$

式中 q——出流量（L/s）；

V——出流速度（m/s）；

K_3、K_4——与孔口和管嘴直径及形式有关的系数；

H——静水头（m）。

c 常用孔口和管嘴的计算表，详见附录 K－5

3 喷水设备器材选择

1） 喷头选择

①喷头应能喷出理想的水流形态、能耗小、噪声低、外型美观，还应能在运行环境下长期使用不锈蚀、不变形、不老化，材质还应便于加工。

②用于室外工程时常采用铜、不锈钢等材质，个别情况也有采用陶瓷和玻璃的。用于室内工程时也可采用工程塑料。

③我国现行行业标准《喷泉喷头》CJ/T 209－2005 对喷头的术语、分类、技术要求、试验方法等作了具体规定，但因种种原因目前各厂家产品名称、型号、规格、技术性能等仍不尽相同，更无全国统一标准设计，这给喷泉工程设计造成了一定困难。选用时应参照具体厂家的产品型号、规格和性能。

④不同喷水高度时的喷嘴口径，不宜小于喷头水力计算表（见附录 K－1、K－2）中粗线右上侧的直径。

⑤由于目前国产喷头技术性能不够稳定，安装时应逐个挑选，有下列弊病之一者不得使用：材质不符合设计要求，有明显材质不均、砂眼、裂纹、夹渣、毛刺、变形、喷嘴偏心等，活动（摇摆、升降、旋转等）部件动作不灵活或大量漏水（在工作压力下允许有滴漏现象）、相同规格的连接件不能互换、喷水效果达不到要求（水形走样、高度超过最大允许喷水高度差等）。

2） 整流器的选择

①喷头前的直线管段（简称喷管）的长度小于 10 倍公称管径时，应装设整流器。

②一般整流器只能削弱横向涡流，减少水流阻力，并不能使不均匀的纵向水流得到改善，所以整流器前与形成纵向涡流的配件（弯头、阀门等）的距离应大于 2 倍喷管管径，一般采用 3～4 倍喷管管径。

③整流器后面应为等径或收缩管段，其长度应不小于喷管管径。

④整流器要有一定的长度，一般不小于 2 倍喷管管径。

⑤装设整流器后的过流面积，应尽可能和喷管的过流面积相近，所以常采用薄板或薄壁管制作，也可采用塑料制品。

⑥常用整流器断面形式，如图 11.5.2－6 所示。

⑦有些厂家将整流器安装在喷头之中，也有一定的整流效果，但效果不是很理想。

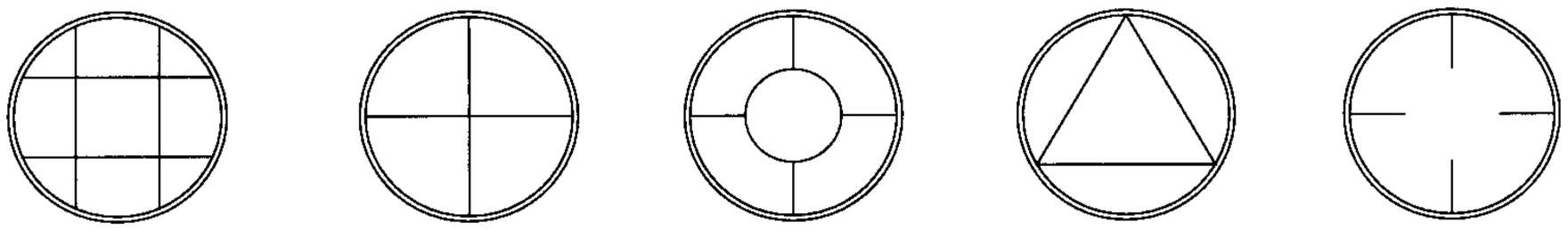


图 11.5.2-6 常用整流器断面形式

3）管材选择

①水景喷泉工程宜采用不锈钢等耐腐蚀管材。

②受投资条件限制和临时性水景喷泉工程，在管径小于或等于 DN80 时，可采用热镀锌钢管，丝扣连接。管径大于等于 DN100 时，可采用焊接钢管，加工后整体热镀锌。在管径小于或等于 DN80 但与支管焊接连接时，也应加工后整体热镀锌。

③不锈钢（常用 06Cr19Ni10、12Cr18Ni9）管或铜管的壁厚不得小于 2mm。

④室内水景喷泉工程除不锈钢管和热镀锌钢管外，也可选用塑料管（UPVC、PE、PP、ABS 等）、复合管和玻璃钢管。

⑤高喷和超高喷喷泉的配管、配水箱、整流器、喷头等，应经强度计算确定材料、壁厚和结构形式。

⑥管道支吊架可参照国家标准图 03S402《室内管道支架及吊架》选用加工。

⑦喷泉水池内的管道一般不需进行水压试验，但阀门、水池以外较长的管段，应按《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 要求，进行水压试验。高喷和超高喷喷泉的配水箱，整流器等，应按相应压力容器要求进行密封和强度试验。

4）阀门选择

①连接喷头的支管上的调节阀，对于不锈钢管可选用不锈钢球阀，对于热镀锌钢管可选用铜球阀。在支管上不装调节阀时，应在每台水泵的出水管上或干管上安装调节阀，一般可选用与管道材料相当的蝶阀或闸阀，在管径小于或等于 50mm 时可采用截止阀。

②两台以上水泵并联时，每台水泵出水管上应装止回阀，一般选用与管道材料相当的蝶式止回阀，不宜选用旋启式止回阀。

③对于程控、音控喷泉和跑泉工程，自动控制阀门是关键装置之一，对它的基本要求是：能够实时控制，保证水流形态的变化与程控讯号或音频讯号同步，保证长时间反复动作无故障。调节阀的开启度应与通过的流量成线性关系。常用的自动控制阀有水下电磁阀、比例调节阀、液压阀、气压阀等。对其基本参数的要求如下：

a 每分钟允许启闭次数不小于 120 次。

b 启闭一致性误差不大于 0.03s。

c 无故障运行寿命不小于 100 万次。

d 进口流速 3m/s 时的水头损失不宜大于 3m。

e 同型号、规格的阀门，其水头损失误差不宜大于 0.2m。

f 阀体材料在水中不得锈蚀。

5）水泵选择

①根据喷泉工程的功能要求和环境情况，可选用潜水泵或陆用泵。根据每个独立喷水造型的喷头计算总流量及水压要求，可选用一台或多台水泵。水泵的工作流量和扬程应为计算值的 1.1～1.15 倍。一般不需设置备用水泵。

②潜水泵

a 常用国产潜水泵型号有 QS，QY、QX、QJ、QRJ、QKSG 及其改进型号等，国外潜水泵型号有 SPA、SP、BS、SD、SDS 和 UPS 等。

b 上述各型号潜水泵，原设计均为垂直立式安装，若要求倾斜或卧式安装，应向生产厂说明，以

便采取相应措施。

c QJ、QRJ、QKSG、SPA、SP 等型号潜水泵，原则上应外装导流筒以利电机散热。若工程仅在短时间内、间断运行，也可省略导流筒，但应征得生产厂同意。

d 若所选喷头的喷嘴直径小于潜水泵进水滤网孔径，应在水泵进水口外增设细滤网。细滤网应采用不锈钢材料，一般网眼直径不应大于 5mm。在装有普通水雾喷头时，网眼直径不得大于 1mm。对于细雾喷头应按产品要求确定。

e 在允许观众涉水的区域内，不允许设置潜水泵。

f 音乐喷泉专用潜水泵的基本要求是：启动转矩和启动电流小，适合喷泉的快速、频繁启动需要。此外还宜：

a）允许卧式安装，以减少喷泉水池的水深要求。

b）进水口的面积较大，以减小水流速度和堵塞可能。

c）进口设有细密过滤网。

d）最好体形细长、采用薄壁冲压叶轮和空心轴，以降低其重量和转动惯性。

e）适当提高绝缘等级和加大定、转子线径。

f）外形较美观。

g）适当提高安全保护和接地措施的可靠性。

③陆用水泵

a 陆用水泵虽然型号、规格远较潜水泵齐全，但暂无喷泉专用产品，常采用普通给水离心泵，其型号有 IS、ISG、S、SH、SA、GD、BG、SG 等。

b 陆用水泵的进水方式应设计成自灌式或自吸式。

c 水泵吸水口滤网要求同潜水泵。

6）摇摆机构选择

①常用摇摆机构，有定式摇摆机构和可控式摇摆机构。前者摇摆频率、方向和角度均固定不变或只能手动调节，后者则可在设计范围内任意自动变化。

②摇摆机构的传动部件应运行灵活、工作可靠、动作流畅。

③摇摆机构的供水旋转接头应密封可靠，不得有线状漏水。

④摇摆机构的材料应与管道材料相匹配。

11.5.3 水景喷泉工程用水及水处理系统

1 水景喷泉工程的水源和水质要求

1）水景喷泉工程的充水和补水水质要求，与其水源种类和功能性质有关。详见表 11.5.3－1。

表 11.5.3－1 水景喷泉工程水体水质标准

水源种类	地下水、再生水、雨水、雪水			天然或人造水体	
人体与水的接触程度和水景功能	非直接接触、观赏性	非全身接触、娱乐性	全身接触、娱乐性	非直接接触、观赏性	非全身接触、娱乐性
适用标准	《城市污水再生利用．景观环境用水水质》GB/T 18921－2002		《游泳池水质标准》CJ 244－2007	《地表水环境质量标准》GB 3838－2002	
				Ⅴ类	Ⅳ类

2）表中“非直接接触”指游人身体不直接与水接触，仅在水景以外观赏。“非全身接触”指游人参与水上娱乐，但仅有部分身体可能与水接触，如允许游人涉水、划船的水景喷泉工程。“全身接触”指游人可能全身浸入水中进行戏水、游泳等活动，如旱喷泉、戏水喷泉等。

3）以往常见以自来水作为水景喷泉的水源，今后应尽量避免，严格执行有关标准规范。对于居住小区的人工景观水体则应禁止使用自来水。

4）除海上和滨海的水景喷泉工程外，应优先采用天然淡水为水源，在缺水地区应优先采用再生水和雨水为水源。

5）旱泉、水旱泉的补水和充水水质，应符合《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定。

6）细雾等微孔喷头的供水水质，应符合《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定。

7）当水景喷泉工程的水体水质达不到上表要求时，应进行补充水的水质净化处理。

8）对于室内水景喷泉工程水质标准宜适当从严控制。

2 补水量

1）水景喷泉工程的水量损失，包括喷水风吹损失、蒸发损失、水池排污损失、水处理设备反冲洗损失和水池渗漏损失等。损失总量应根据计算和工程调查确定，一般室内工程可按最大水造景循环流量的 1% ~3% 估算，室外工程可按最大水造景循环流量的 3% ~5% 估算（水造景循环流量较小、喷水高度较高、水滴较小、风速较大、气温较高、湿度较小、水池防水等级较低、无水处理系统时取上限值）。若绿化和浇洒道路也采用水景喷泉水池的水时，补水量还应包括其实际用水量。

2）水景喷泉水池充水的充满时间，应根据水池容积、使用性质、供水或水源条件等因素确定，当缺少资料时，可按下列规定确定：

①容积不大于 500m^3 的，不宜超过 12h，最长不应超过 24h。

②容积大于 500m^3 的，不宜超过 24h，最长不应超过 48h。

③在以再生水、雨水为水源时，充水时间可适当放宽。

3）水景喷泉工程的补充水管管径，应按补水和充水流量较大者确定。

4）每天最大耗水量，应按补水流量与每天最长运行时间的乘积确定。

3 水质净化处理

1）水体循环周期

①水处理循环系统的设计流量，应根据水体的容积和循环周期确定。

②不同水体容积和水源水质下，其设计循环周期，见表 11.5.3 -2。

表 11.5.3 -2 水体水质净化的设计循环周期

水体容积（m^3）	水源水质	设计循环周期（d）
≤500	符合国家标准《地表水环境质量标准》GB 3838 -2002Ⅳ、Ⅴ类	1 ~2
≤500	符合现行国家标准《城市污水再生利用．景观环境用水水质》GB/T 18921 -2002	0.5 ~1.5
>500	机械提升流动的动态水体，符合国家标准《地表水环境质量标准》GB 3838 -2002Ⅳ、Ⅴ类	4 ~7
>500	机械提升流动的动态水体，符合现行国家标准《城市污水再生利用．景观环境用水水质》GB/T 18921 -2002 的再生水	2.5 ~5
>500	静态水体，符合《地表水环境质量标准》GB 3838 -2002Ⅳ类、Ⅴ类	3 ~5
>500	符合现行国家标准《城市污水再生利用．景观环境用水水质》GB/T 18921 -2002 的再生水	2 ~4

2）水质处理方法

①在景观水体容积不大于 500m^3 时，宜采用物理化学处理方法，如混凝沉淀、气浮、过滤、消毒等。

②在景观水体容积大于 500m^3 时，宜采用生态、生化处理方法，如人工湿地、接触氧化等。

③有些地区水质稳定性较差，具有明显的腐蚀或结垢倾向。宜根据具体条件采用物理、化学稳定方法，如电、磁场处理、化学 pH 值调节等。

11.5.4 水景喷泉工程的水池设计

1 水景喷泉水池水深和有效容积

1）水池的水深应满足喷头、管道、水泵、灯具等的布置要求。一般情况下可按表 11.5.4 设计。

表 11.5.4 水池的水深要求

水泵、管道和灯具安装方式		水深要求（mm）
水泉	全部明装	≥600
	仅灯具明装	≥300
	全部暗装	≤50
旱泉		≥800

注：一般旱泉水池还应有大于等于 400mm 的干舷，以便维修人员呼吸。

旱泉水池除满足上述要求外，还应满足安装、维护空间要求。当水池兼作其他用途时还应满足其他用途要求。

2）水池的有效水容积（即水泵吸水口以上的总水容积）应不小于 5 ~ 10min 的最大循环流量，在水流回流路程较远时采用较大值，在水流直接回落到水池内时采用最小值。

2 喷水池平面尺寸和底坡

1）喷水池平面形状和尺寸一般由总体设计确定，但池内喷水水柱距水池边缘或收水线的距离（收水距离），应根据水滴飘散距离进行核算，且不得小于喷水高度的一半。在水柱距池边的最小距离小于收水距离时，池岸应设坡向水池的坡度，且进行防水处理。

2）旱泉水池上的地面可以不做坡度，但旱泉收水线与水池之间的地面应有坡向水池的坡度，坡度不小于 0.005。

3 常用喷泉水池池壁形式

1）喷泉水池池壁形式除满足功能要求和造型美观外，还应因地制宜设计，便于给水口、溢流口、泄空口、水处理供回水口和电缆进出口等设置，同时应尽量满足人们的亲水要求，使水池水位适当抬高更接近游人。

2）常用水泉池壁形式参见图 11.5.4 -1。

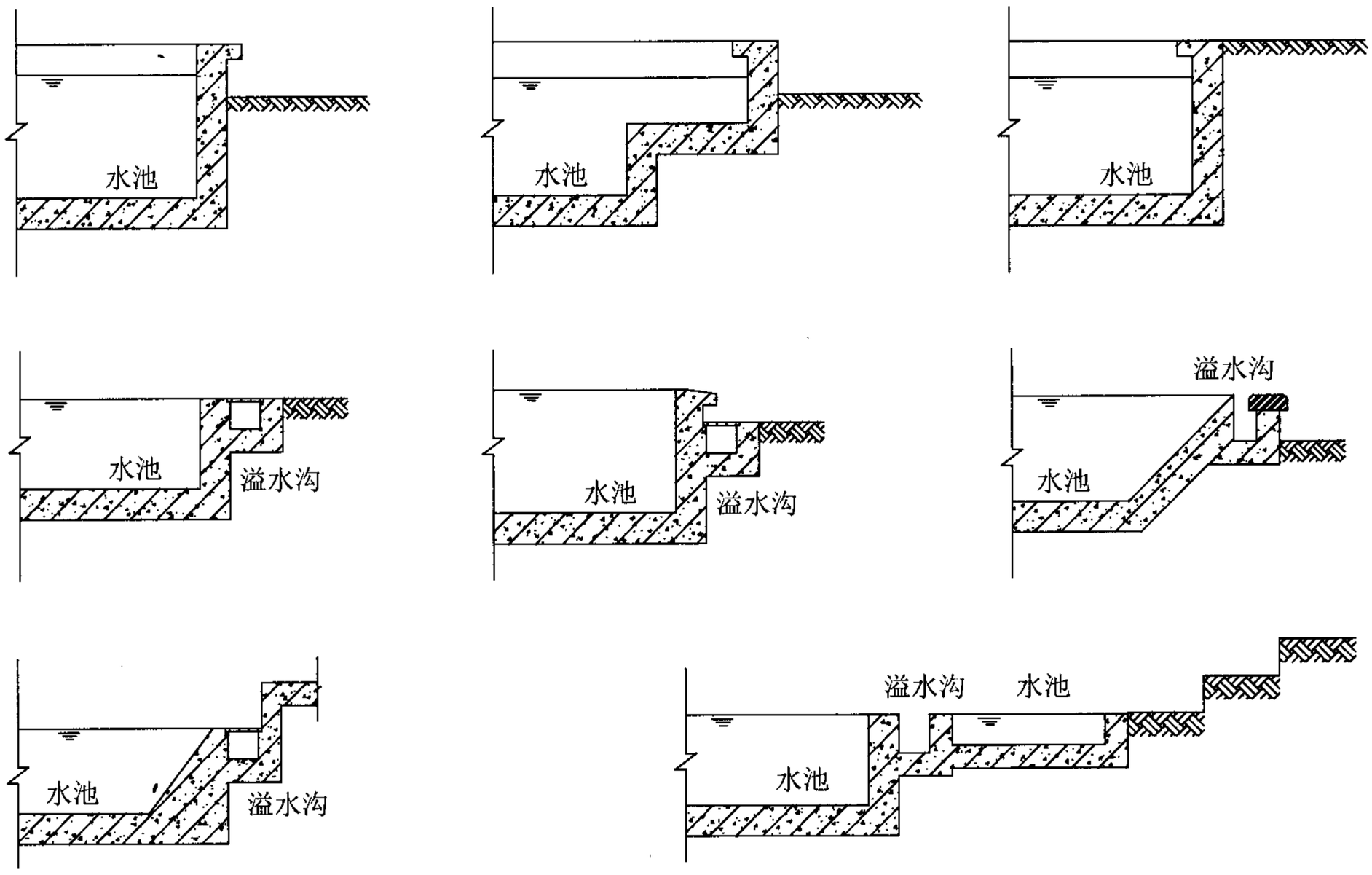


图 11.5.4 -1 常用水泉池壁形式

3）常用旱泉池壁形式参见图 11.5.4－2。

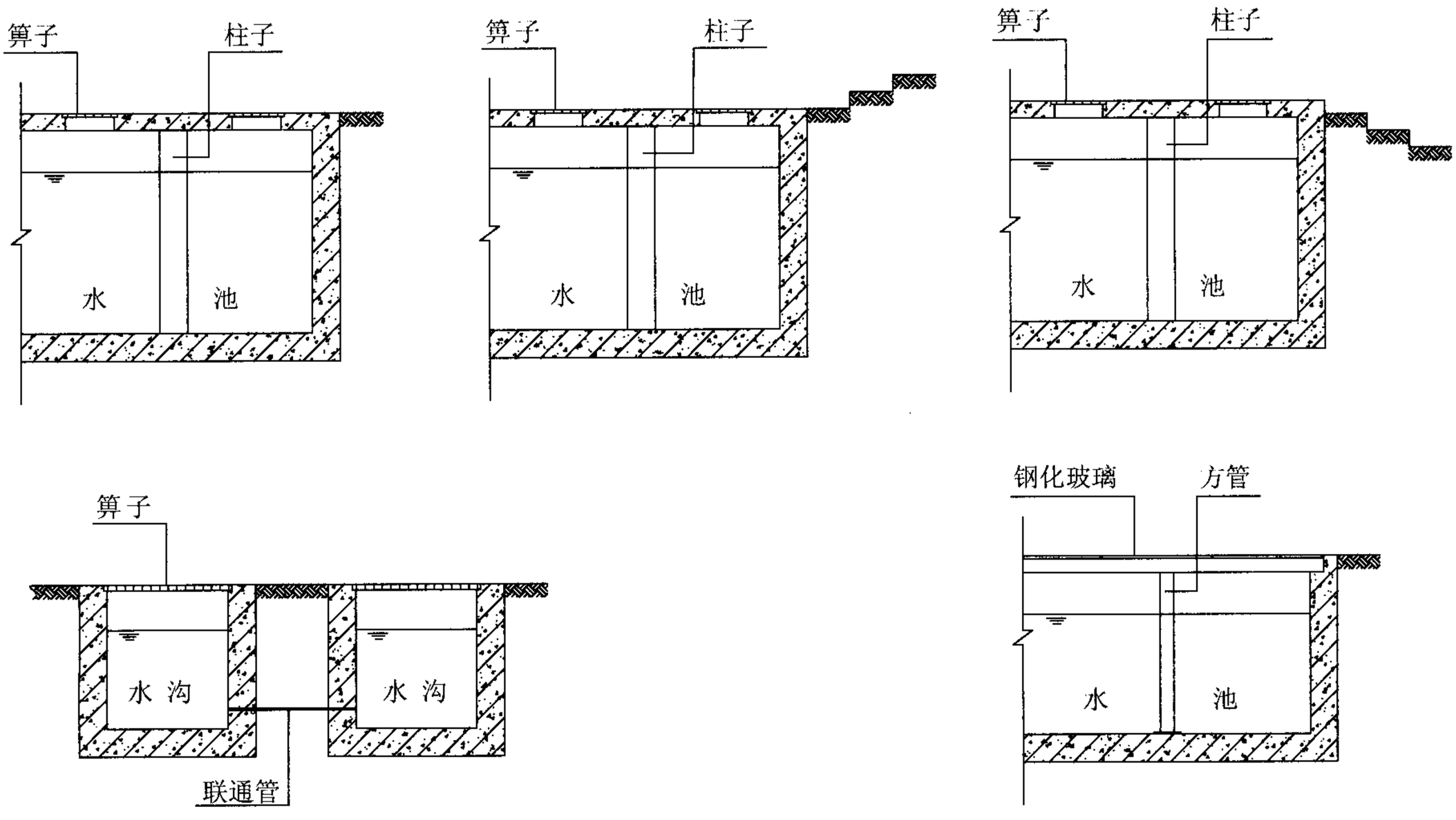


图 11.5.4－2　常用旱泉池壁形式

4）常用水旱泉池壁形式参见图 11.5.4－3。

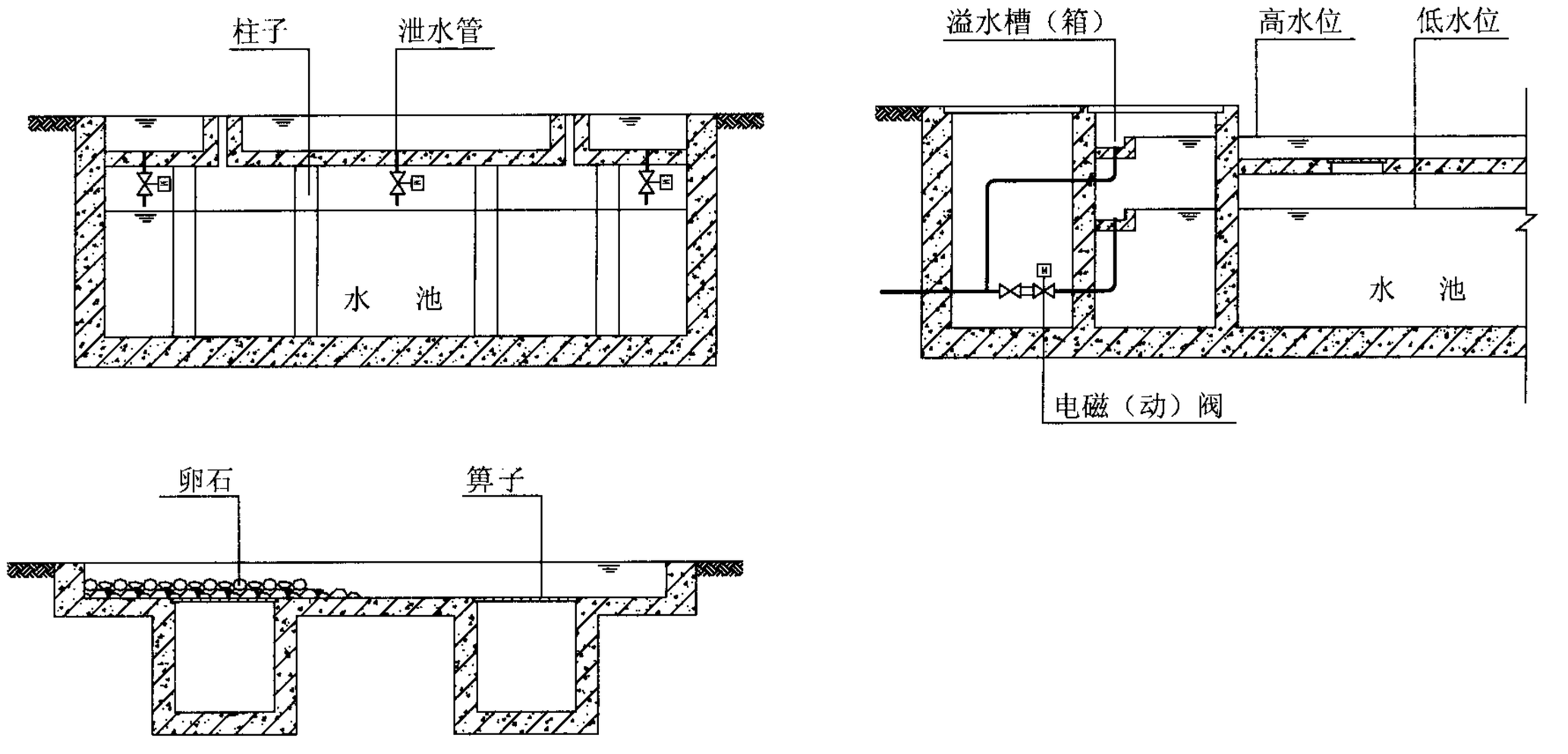


图 11.5.4－3　常用水旱泉池壁形式

4　水池的给水口

1）为向水池充水和在运行时不断补充损失水量，大、中型水景工程应设有自动补水的给水口，以便维持水池中水位稳定。小型和特小型水景工程可设手动补充水的给水口，间断式补水。

2）给水口的管径和数量应根据补充水流量计算确定。

3）当利用自来水作为补给水水源时，给水口应设有防止回流污染给水管网的措施，如设置倒流防止器等。空气隔断间距应不小于 2.5 倍给水口直径，否则还应设置真空破坏器。安装倒流防止器的场地应有排水措施，不得被水淹没。

4）固定式水景喷泉工程的给水管上应安装用水计量装置。

5）为了美观和防止游人误动作，补水阀、计量装置宜隐蔽设置。

6）常用自动补水给水口形式参见图 11.5.4－4。

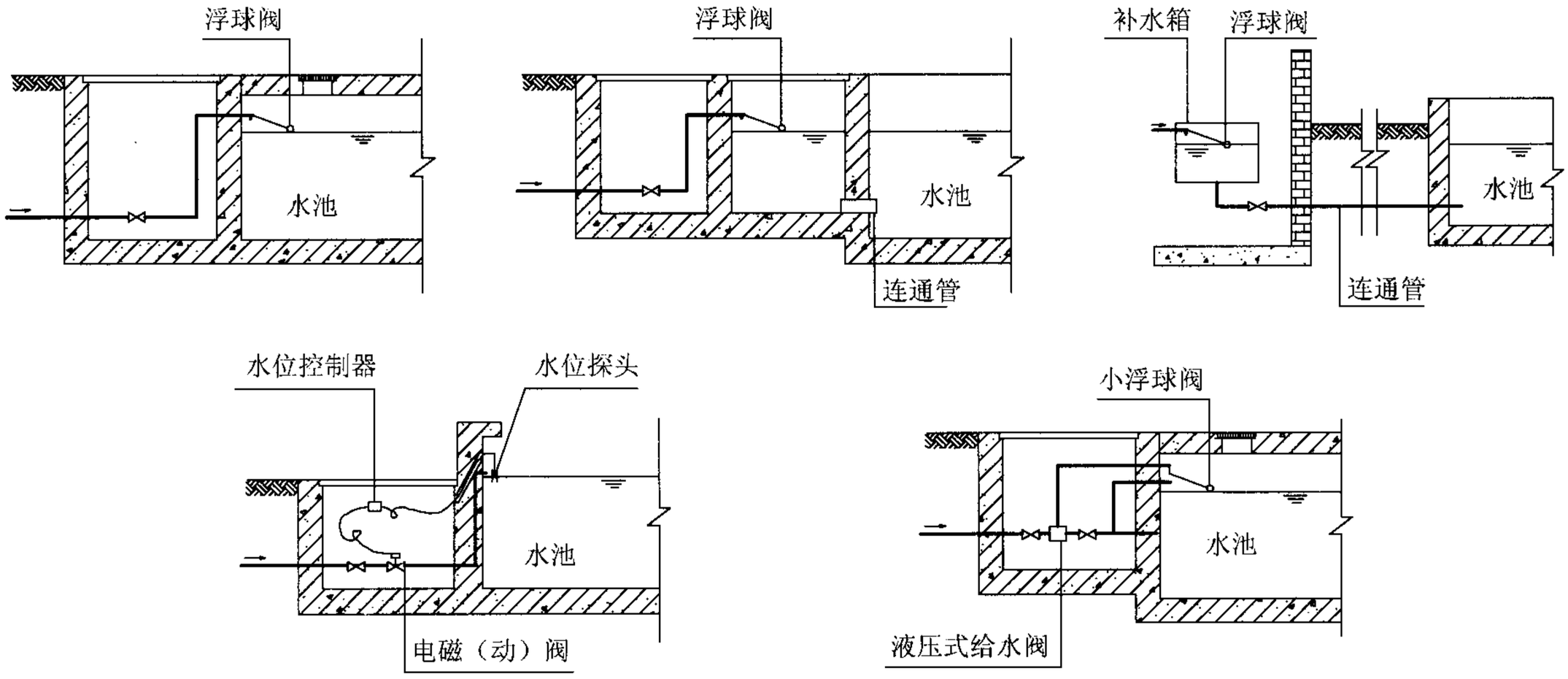


图 11.5.4-4　常见自动补水给水口形式

5　水池的溢水口

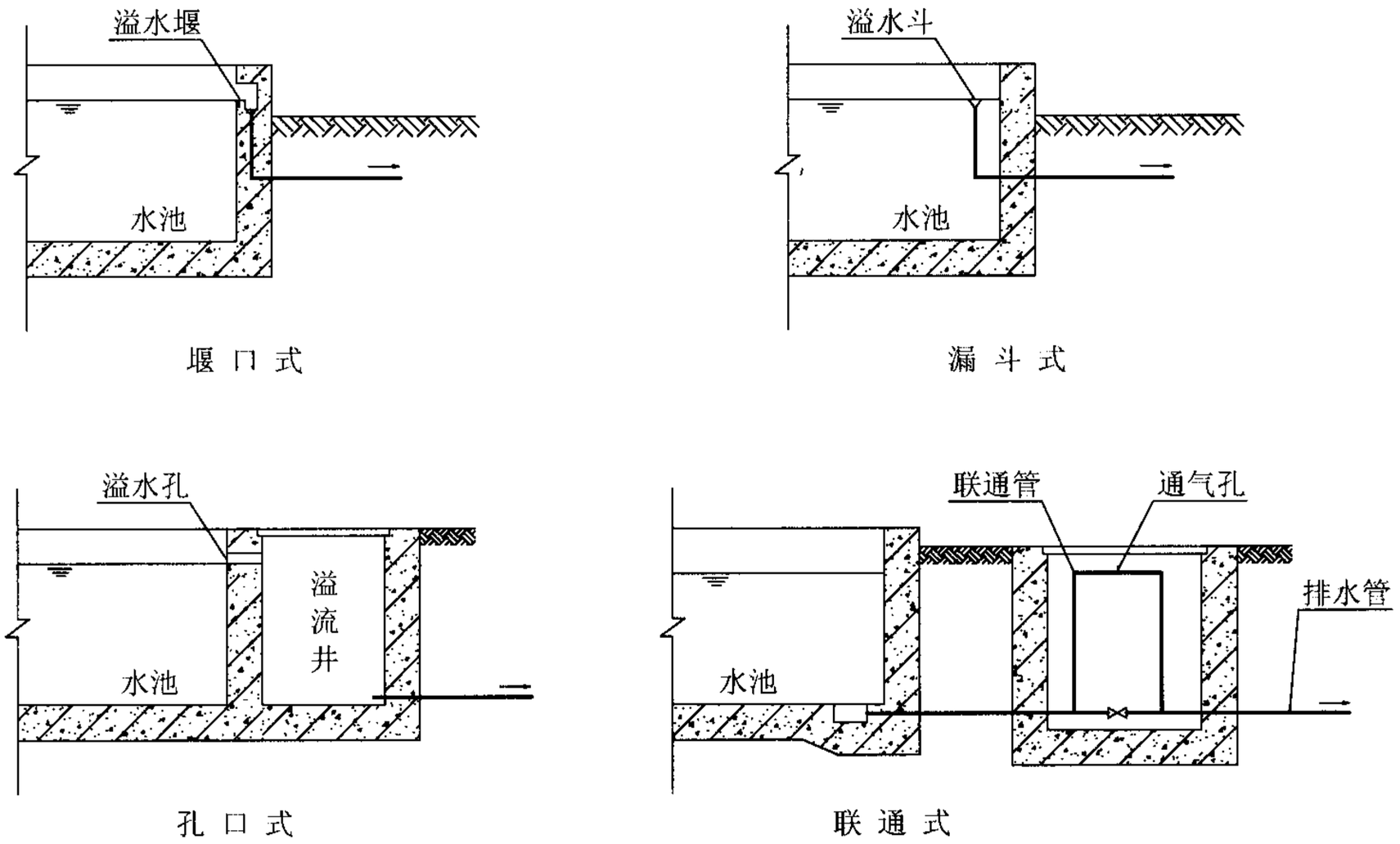
1）为稳定水位、实现水面排污和回流，保持池水水质，一般水池应设有溢水口。

2）重要水景工程和不允许暴雨时水位升高或溢出池外时，溢水堰口宽度应根据暴雨流量和堰流计算确定。一般溢流堰宽度不宜小于400mm。溢流堰计算表见附录K-3和K-4。

3）溢流口宜设有格栅，以免较大漂浮物堵塞排水管道。栅条间隙不得大于排水管直径的1/4。

4）设有水处理循环系统时，溢流排水应回收利用。

5）常用溢水口形式参见图11.5.4-5



11.5.4-5　常用溢水口形式

6　水池的泄水口

1）为排空维修、冬季维护和池底清淤，水景水池应设有泄水措施。宜采用重力泄水方式，不具备重力泄水条件时，应设置专用排水泵或利用造景水泵强制排水。

2）对于陆用泵水景喷泉工程，池底回水口可兼作泄水口，利用造景水泵强制排水。

3）泄水口宜设有格栅，栅条间隔不得大于排水管管径的1/4，利用水泵强制排水时，还应满足排水泵的要求。

4）重力泄水时泄水管管径应根据允许泄空时间计算确定。一般泄空时间可按12~48h确定。

5）常用泄水口形式参见图 11.5.4－6。

6）在设有水处理循环系统时，水池的排水，宜回收利用；不能回收时，可排至人工湿地或雨水道。不得已必须排至污水道时，应有可靠的防倒流措施。

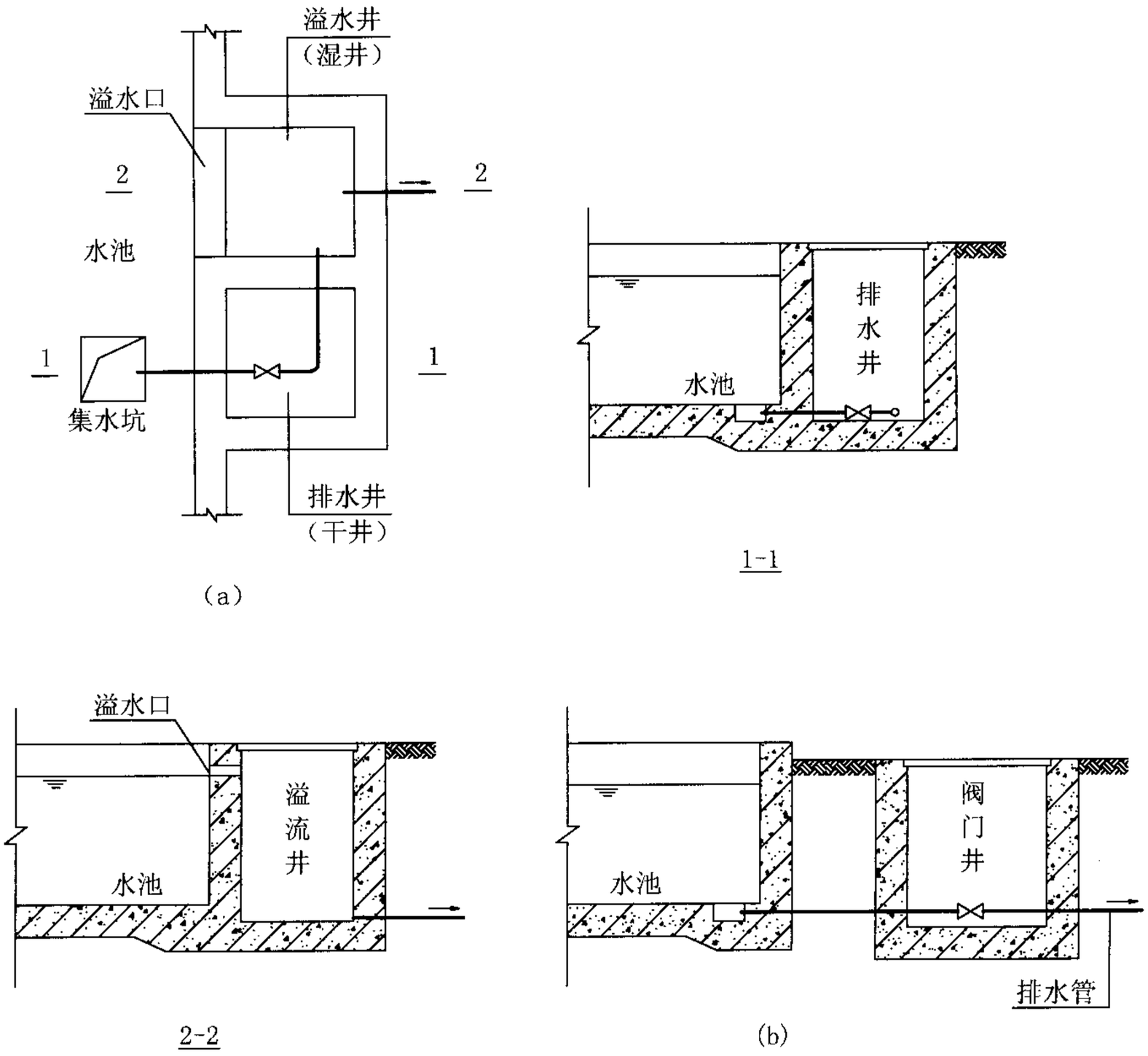


图 11.5.4－6　常用泄水口形式

7　喷水池的防水和配筋措施

1）喷泉水池防水方法不当和质量低劣，是造成大量浪费水源和喷水造型走形的重要原因之一，因此对于永久性水景工程，一定要重视作好防水工程。推荐采用钢筋混凝土结构自防水加防水抹面或贴面方法。当地下水位较高时，也可采用水池外防水。

2）所有穿池壁和池底的管道，均应设止水环或防水套管。水池的沉降缝、伸缩缝等应设止水带。

3）水池若采用钢筋混凝土结构，宜将结构纵横主要配筋焊接成网，并用扁钢引出结构层外，以便用作电气设备的接地极。引出扁钢间距不宜大于 10m。

8　喷水池的安全措施

1）水泉的水深大于 0.5m 时，水池外围应设维护措施（池壁、台阶、护栏、警戒线等）。水池中设有汀步、平桥时，其周围 2m 以内的水深不应大于 0.5m。

2）水泉水深大于 0.7m 时，池内岸边宜作缓冲台阶等。

3）旱泉、水旱泉的地面和水泉供儿童涉水部分的池底应采取防滑措施。

4）当水泉水池设在坡道下方时，水池与坡道之间至少应有 3m 的平坦缓冲段。

5）水泉水池距城市道路的间距不应小于 5m。

6）水池的周边宜设排水设施。

7）水景喷泉的供电系统，应根据喷水池的不同安全防护区域，采用不同的安全电压、短路保护、过载保护、接地保护、漏电保护、等电位联接、隔离变压器等措施，详见相关电气设计规范、标准。

11.5.5　水景喷泉工程防冻

1　冰冻地区水景喷泉工程的管道、设备应因地制宜采取防冻措施。这些措施应运行可靠耐久、操

作维护简单、经济实用。

2 冰冻时期停止运行的水景喷泉工程，所有管段和设备均应有放空措施。

3 冰冻时期运行的水景喷泉工程，可采用池水加热措施（池水循环加热、池底池壁采暖、安装水池散热器、管等）。对于小型、特小型水景喷泉工程，也可采用在池水中投加防冻剂措施。

4 江河、湖、海上的水景喷泉工程，水面以上管道可采用放空措施。在冰冻层较薄时，冰冻层内的管道、喷头可采用电热带伴热措施。在冰冻层较厚时，应避免在冰冻层内设置喷头、阀门、水泵、灯具等。也可采取管道、喷头、水泵、灯具等整体升降措施，冬天将设备沉降至冰冻层以下。

5 冰冻地区的室外水景喷泉工程，管道、阀门、喷头、灯具和其他配件，不宜采用带有塑料、橡胶等易老化、脆化、变形、变质的材料。

11.6 景观水体的修复与维护

11.6.1 水体修复

1 水体修复指已被各种污染物质污染的水体，进行净化还清的过程。

2 水体中污染物质可存在于水、水生物和底部沉淀物之中，且三种介质可以相互影响，污染物质可以相互转移。不同水体修复方法，对以上三种介质会造成不同的影响，在水体修复时应统筹考虑。

3 水体修复的不同处理方法，对水体介质的影响以及对该方法的评价，详见表 11.6.1。

4 多数情况下，单一修复处理方法很难达到预期效果，需要采取系列措施才能成功修复水体。

表 11.6.1 水体修复技术措施概要

类型	处理方式	对水生物的影响	对水质的影响	对底部沉积物的影响	特点及评价
物理方法	深层曝气	能降低藻类浓度	由于面层水和底层水混合，能改进总体上的水质	由于底层保持了好氧条件，减少了底泥污染物质析出	曝气法可增加水体的溶解氧含量，资金投入较大，运行费用高，影响水体的景观功能
	流场扰动	用机械搅拌使水体流动，可抑制藻类过快繁殖	无明显影响	增加表面充氧效率，减少底泥污染物析出	单独使用效果缓慢，运营成本高。可结合人造瀑布、喷泉等水景设计
	引水稀释	可降低水生植物营养物质浓度	可降低污染物浓度	无明显影响	成本高，水体中污染物总量没有减少，不能解决根本问题
	底泥疏浚	可除去疏浚区域内生存的着根水生物	会将额外的营养质释放入水体，疏浚后还需要抑制营养质的措施	可去除底部沉淀物，如沉淀层营养质含量不高，则营养质可停止释放	工程量大、费用高，会破坏水体底部的生物和水生植物，对环境的负面影响大，不能彻底解决问题
	机械除藻	可去除部分藻类	无明显影响	无明显影响	能捞出的藻量微乎其微，开支大，花费人力、物力，影响景观
物化方法	混凝过滤	可去除藻类	可去除悬浮物和胶体	可减少底泥沉积	投资、维护费用较高，能源消耗较大，不能从源头进行控制，容易导致二次污染
	加药气浮	可去除藻类	可去除悬浮物和胶体	充氧能阻止污染物质释放	

续表 11.6.1

类型	处理方式	对水生物的影响	对水质的影响	对底部沉积物的影响	特点及评价
化学方法	投沉磷剂	可降低水中磷的浓度，抑制藻类生长	改变了水体的化学属性	可防止底泥污染物释放磷	见效快，有二次污染，需反复投加，不能解决水体富营养化的根本问题
	投除藻剂	能杀死藻类或草类，或两者均杀死	腐烂植物会将营养质释放回水中	沉淀物中有毒因子有积聚趋势，死亡植物会增加底泥	化学药品可快速杀死藻类，但死亡藻类产生的二次污染，化学药品的生物富集和生物放大的负面影响较大，剂量难以掌握，风险较大，长期使用低浓度的化学药物会使藻类产生抗药性，不适宜在景观水体中广泛使用，只能作为应急措施
生物方法	投加菌种	微生物与水中藻类竞争营养物质，使藻类缺乏营养而死亡	可将水中无机、有机碳源和其他营养物质转化为生物体	无明显影响	生物制剂的选择十分严格，价格昂贵，需定期投放，存在外来物种破坏水体生态系统的风险
	水生植物净化	可向水体提供大量氧气，为微生物生存和分解污染物质提供条件	水生植物能吸收部分污染物质，改善水质	可降低底泥中磷的含量	净化水体的同时，有良好的景观效果，需及时收割，否则植物腐烂后易造成二次污染，易使大面积水面受其覆盖，降低水体的自净能力，受季节影响大
	生态浮床	浮床通过遮挡阳光，抑制藻类的光合作用，降低浮游植物生长	可吸附水体中的悬浮物、氮、磷以及其他有害物质，使水质得到改善	无明显影响	为微生物和其他水生生物提供栖息、繁衍场所，可美化水域景观，维护费用低，但受季节影响大，低温下难以达到理想效果
	人工湿地	可减少水生植物营养物质供应	可截留不溶性污染物，可溶性有机物可被吸收	无明显影响	运行费用低，占地面积大、见效慢，存在水生植物生长失控、湿地堵塞或瘫痪的隐患。受季节影响大
	水生生物净化	可减少水中藻类和微生物	–	–	在水中养殖鱼、蚌、蜗牛等一般不需要投放饲料且可收获鱼类，维护费用低
其它方法	超声波灭藻	在杀死藻类的同时也会杀死部分微生物	无明显影响	无明显影响	能耗低、操作简便，可选择性使用，但不能从根本上解决水体富营养化问题

11.6.2 水体的维护

水体维护的关键是切断污染源。水体维护常用措施如下：

1 首先应截流排入景观水体的各种污水管道。

2 禁止在水体岸边倾倒、贮存各种垃圾。

3 景观水体的补充水应达到相关标准要求。否则应进行必要净化处理。

4 要合理组织地面径流，防止初期雨水直接流入水体。

5 结合景观设计、水体护坡要求，沿水体周围设置截流沟、渗滤沟或人工湿地等措施。

6 及时清除水面漂浮物。

7 景观水体中设有喷泉、瀑布等动态水景时，应经常运行，有专人维护管理。

12 体育场馆

12.1 给　　水

12.1.1 用水量标准

1 生活用水标准应按表 12.1.1－1 确定。

表 12.1.1－1 生活用水定额及小时变化系数

序号	用水名称	单位	最高日生活用水定额（L）	使用时间（h）	小时变化系数 K_h
1	观众	每人每场	3	4	1.2
2	运动员、裁判、领队和官员淋浴	每人每次	30～40	–	3.0～2.0
3	工作人员	每人每日	100	8～10	2.0～1.5
4	记者	每人每日	10～15	4～6	1.5～1.2

注：体育场馆观众饮水定额 0.2l/每观众·每场，工作人员饮水定额 1～2l/每人·每日。体育场馆最大场次按 3 场/每日计，其使用时间为 6～8h。

2 消防用水标准应按第 12.4.1 条。

3 空调设备冷却用水由空调专业提供，空调补给水量一般按冷却塔循环水量的 1%～2% 计。

4 道路、绿化、跑道、场地浇洒用水标准应按表 12.1.1－2 确定。

表 12.1.1－2 道路、绿化、跑道、场地浇洒用水定额及小时变化系数

序号	用水名称	单位	（最高日）用水定额（L）	每日使用次数	小时变化系数
1	道路	每平方米每日	2～3	2 次	1.0
2	绿化	每平方米每日	1～3	2 次	1.0
3	塑胶跑道和场地	每平方米每次	3～10	根据气候条件确定	1.0
4	足球场草坪	每平方米每次	10～12	根据气候条件确定	1.0
5	其他比赛用草坪	每平方米每次	10～12	根据气候条件确定	1.0

注：足球场草坪和其他比赛用草坪浇洒每次持续时间应根据一次浇洒水量和一次开启喷头的总流量来确定。

5 管网漏失水量和未预见水量之和一般按最高日用水量（不包括空调补水量）的 10%～15% 计。

12.1.2 水质和防水质污染

1 水质

1） 生活饮用水系统和场地浇灌系统的水质应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的要求。

2）跑道、绿化、道路浇洒用水采用非饮用水作为水源时，应优先选用雨水、淋浴水、空调冷却水等为水源，其水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用　城市杂用水水质》GB/T 18920 的要求。

3）管道直饮水应对原水进行深度净化处理，其水质应符合现行标准《饮用净水水质标准》CJ 94 的规定。

2　防水质污染

1）为防止水质污染，应严格执行现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中有关防止水质污染条文的要求。

2）采用设置循环管道的直饮水系统，为防止水质污染，应严格执行《管道直饮水系统技术规程》CJJ 110 中有关防止水质污染的规定。对于赛后间断运行的直饮水系统，可采用饮水点设自动泄水装置，以保证系统用水点的水质，饮水点泄水可收集，通过间接排水方式排至中水清水池或雨水回用水池。

3）当采用生活饮用水作为杂用水补充给水时，应有防止回流污染的措施。

4）当生活饮用水的贮水池（箱）只作为有赛事时才使用的体育场（馆）和生活饮用水的贮水池（箱）的水容积超过最高日用水量的 50% 时，宜设置二次消毒装置。

5）当采用非饮用水作为浇洒、冲洗用水时，其加压设备、贮存装置、输送管道、用水器具等均应用明显的标志标识，以防误饮误用。非饮用水管道不得与饮用水管道相连接。

6）当采用生活饮用水作为浇洒用水时，宜将生活贮水与浇洒贮水存于同一水池，并要求在浇洒水泵的供水管道上设置真空破坏器。

12.1.3　系统设计要点

1　给水系统

1）体育场（馆）给水设计应综合利用各种水资源，宜实行分质供水，充分利用再生水、雨水等非传统水源。

2）由于体育场（馆）在有赛事时，用水量较大且用水较集中，没有赛事时相对用水量较小。因此如当地市政供水水量和水压能满足要求时，其配水点应充分利用市政给水管网的水压直接供水。

3）当市政给水管网的水量、水压周期性不足或经常不足时，应在不足部分的配水点设置贮水调节和加压装置，其供水方式可采用调节水池→加压水泵→高位水箱；或调节水池→变频恒压供水设备。

4）为确保大中型比赛时供水安全可靠，给水管道布置宜从室外环管不同侧管段设两条或两条以上引入管，在室内连成环状或贯通枝状双向供水，见图 12.1.3－1 和图 12.1.3－2。

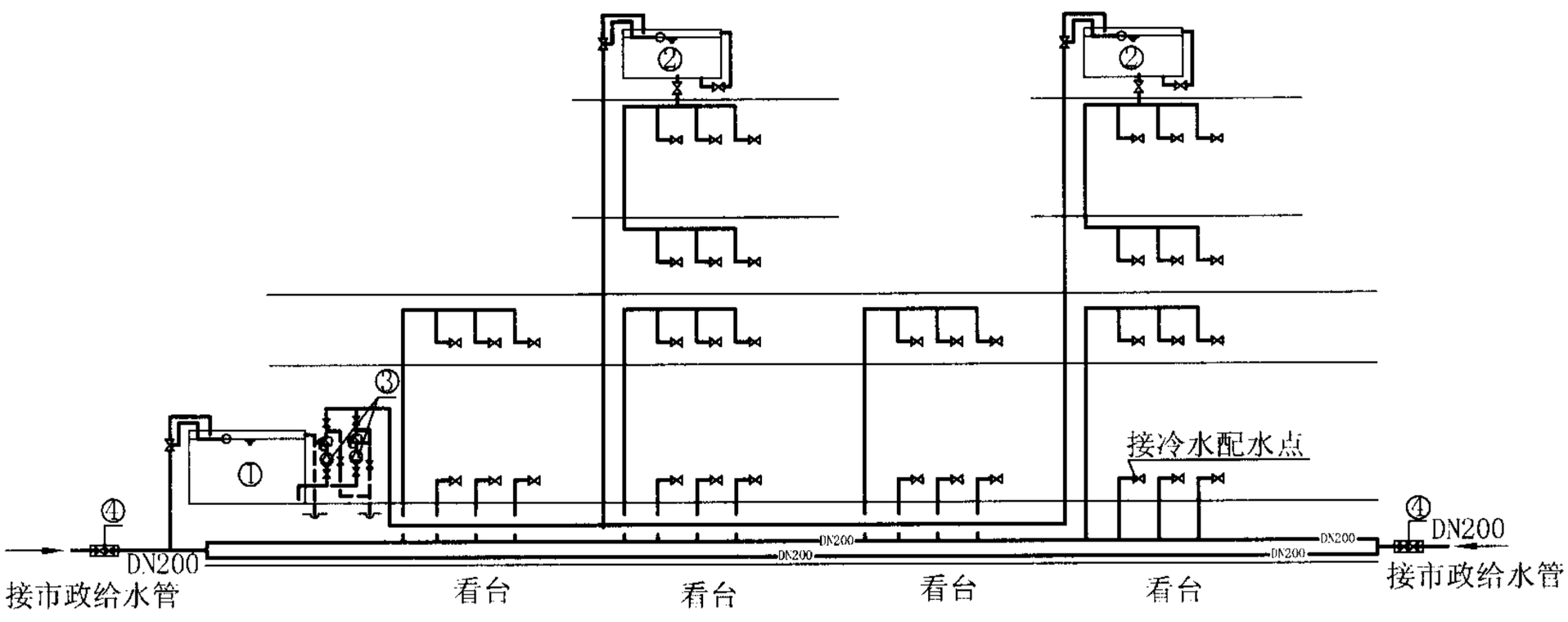


图 12.1.3－1　生活给水系统原理图（一）

①生活及足球场草坪浇灌水池；②高位水箱；③生活给水泵；④倒流防止器

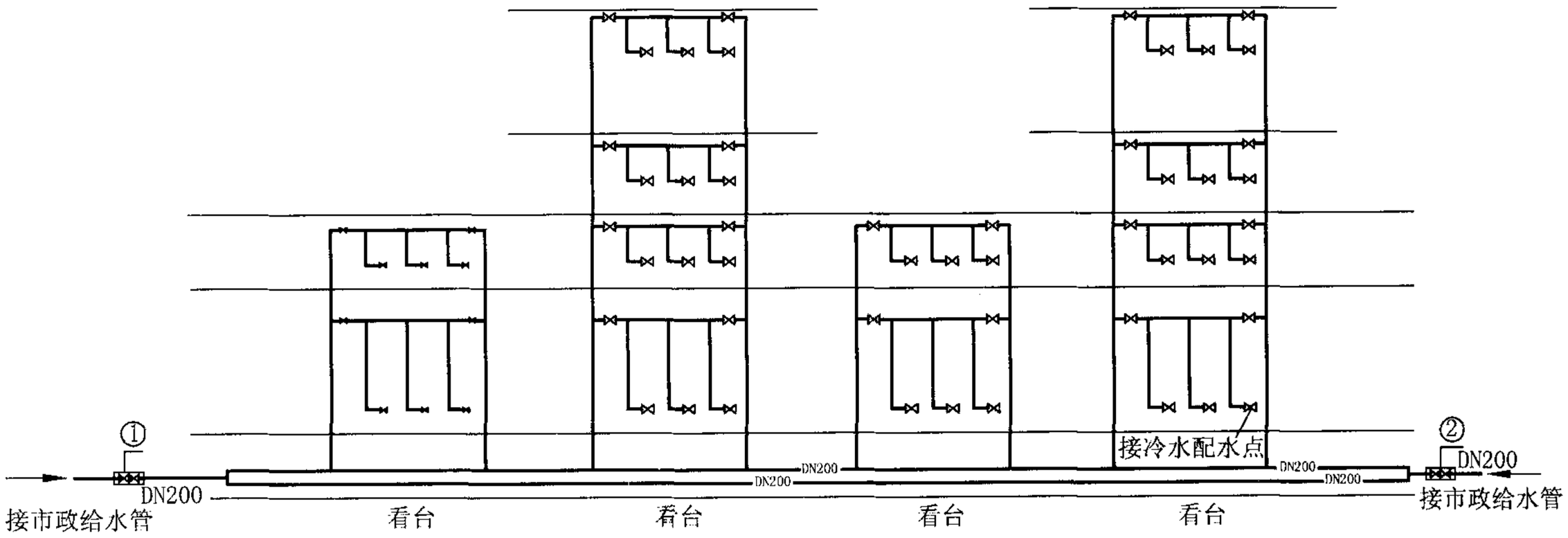


图 12.1.3-2 生活给水系统原理图（二）

①生活及足球场草坪浇灌水池；②倒流防止器

5）给水管道的敷设应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的相应条文的要求。相关的技术措施详见第 2.6 节。

6）室内给水环状管道宜与其他管道一同敷设在环形共用沟内，便于安装与维修。

2 直饮水系统

1）体育场（馆）观众区饮用水可供应直饮水，也可采用销售饮料或两者相结合的供水方式；工作人员可采用供应直饮水的饮水方式。

2）当观众区供应直饮水时，可采用设置循环管道的直饮水系统，也可采用经省部级卫生防疫部门检测合格的直饮水终端处理机，供水方式应经技术经济比较后确定。

3）根据体育场馆的规模、性质，直饮水系统可设计一个系统，也可设计多个系统。

4）直饮水处理工艺的选择应根据原水水质，经技术经济比较后确定，处理后的出水应达到水质标准。当原水指标全部符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 时，可采用超滤膜，当部分符合时应采用纳滤膜，水处理应采取消毒灭菌措施。

5）观众区饮水器可单独设置，采用碗式饮水器，也可集中设置在饮水台上，采用手掀式、按钮式饮水器，饮水台上每只饮水器间距不宜小于 700mm，饮水器所需压力为 0.05MPa。工作人员饮水可采用直饮水专用水嘴，也可采用桶装水饮水器。直饮水专用水嘴的额定流量为 0.04～0.06L/s，最低工作压力不宜小于 0.03MPa。

6）直饮水管道敷设应符合《管道直饮水系统技术规程》CJJ 110 的相关规定，具体技术措施详见第 3 章。

3 跑道和场地浇洒系统

1）规模较大、设施比较完善的比赛场地和跑道宜设置自动浇洒系统；规模较小、设施简单的训练场地和跑道宜采用人工浇洒。

2）用于比赛的甲级、特级田径和足球的综合体育场，在田径跑道外圈均匀设置自动升降式洒水器，数量按喷头喷射半径确定。如为人工浇洒，则宜均匀设置若干个 DN25 埋地式或嵌墙式洒水栓，间距不宜大于 60m。

足球场草坪洒水，应在跑道内圈设置埋地式喷射角可调型自动升降式喷头，足球场地四个角落采用 90°旋转喷头，场地边缘或跑道内沿采用 180°旋转喷头，场地内采用 360°旋转喷头，不同用途的洒水喷头宜分别接至各自的给水管道上，并配套相应的电控、水泵和水池等设施。

3）田径场和足球场草坪的喷头布置原则是浇洒均匀，不出现盲区，且场地不产生径流现象，同时还要考虑风速对浇洒时的影响。

标准足球场喷头数一般有 12 只、24 只和 35 只三种，布置方式见图 12.1.3－3～图 12.1.3－11。选用 12 只喷头的布置方式时，其喷头的射程即浇洒半径应大于等于 30m；选用 24 只喷头的布置方式时，其喷头的射程应大于 20m；选用 35 只喷头的布置方式时，喷头的射程应大于 12.2m；设置在场地内的喷头表面盖板直径应小于等于 50mm。当选用的喷头表面盖板直径大于 50mm 时，喷头应布置在场地外的四周，布置方式见图 12.1.3－9，喷头应选用大射程喷头。

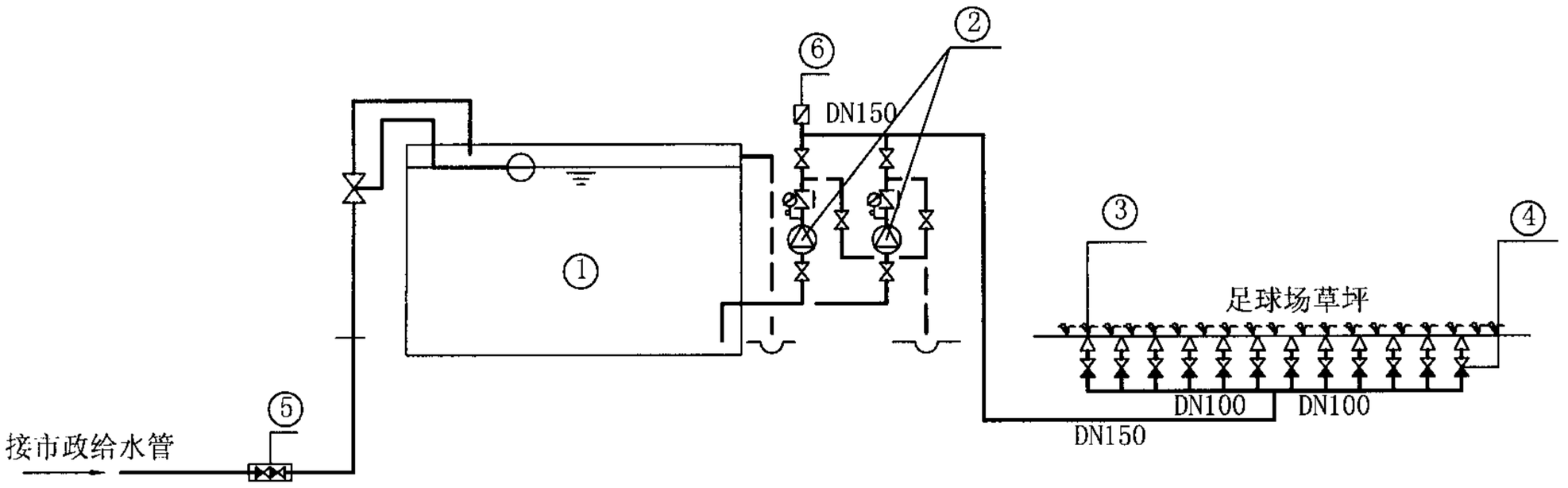


图 12.1.3－3　12 只埋地升降式喷头按角球区、边线区、内场区分区的给水浇灌原理图

①足球场草坪浇灌水池；②足球场草坪浇灌水泵；③地埋式伸缩喷头（用于足球场草坪浇灌）；④电磁阀；⑤倒流防止器；⑥自动排气阀

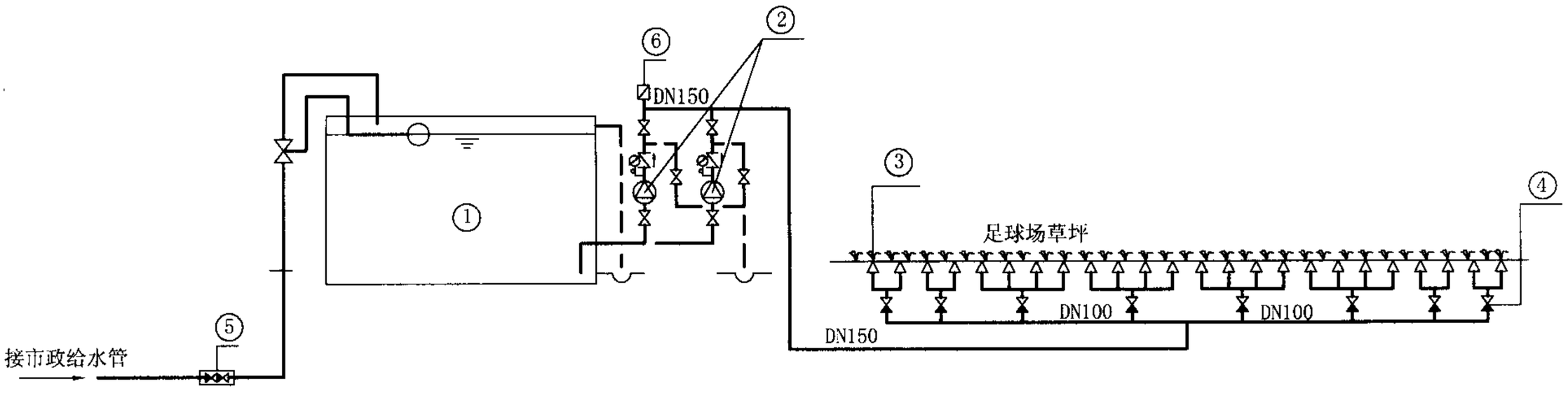


图 12.1.3－4　24 只埋地升降式喷头按角球区、边线区、内场区分区的给水浇灌原理图

①足球场草坪浇灌水池；②足球场草坪浇灌水泵；③地埋式伸缩喷头（用于足球场草坪浇灌）；④电磁阀；⑤倒流防止器；⑥自动排气阀图

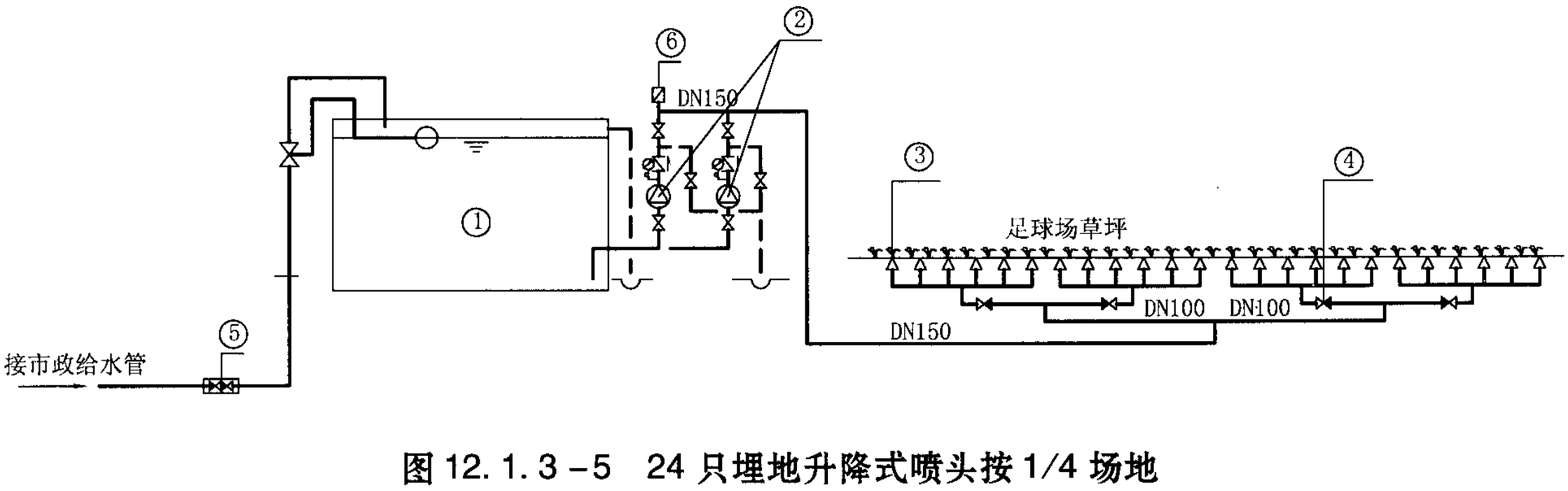


图 12.1.3－5　24 只埋地升降式喷头按 1/4 场地分区的给水浇灌原理图

①足球场草坪浇灌水池；②足球场草坪浇灌水泵；③地埋式伸缩喷头（用于足球场草坪浇灌）；④电磁阀；⑤倒流防止器；⑥自动排气阀

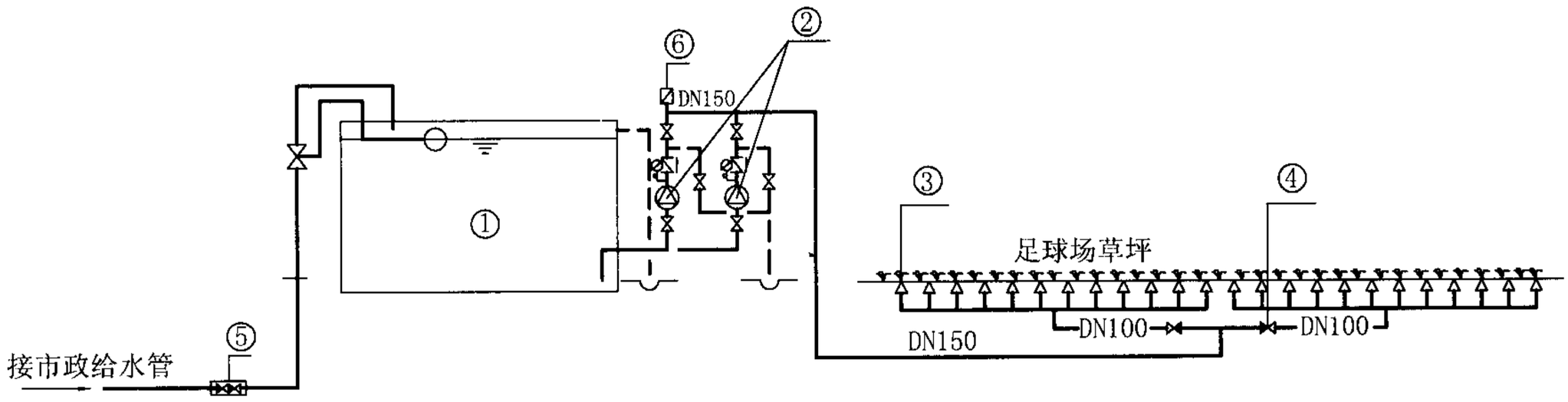


图 12.1.3-6　24 只埋地升降式喷头按 1/2 场地分区的给水浇灌原理图

①足球场草坪浇灌水池；②足球场草坪浇灌水泵；③地埋式伸缩喷头（用于足球场草坪浇灌）；④电磁阀；⑤倒流防止器；⑥自动排气阀

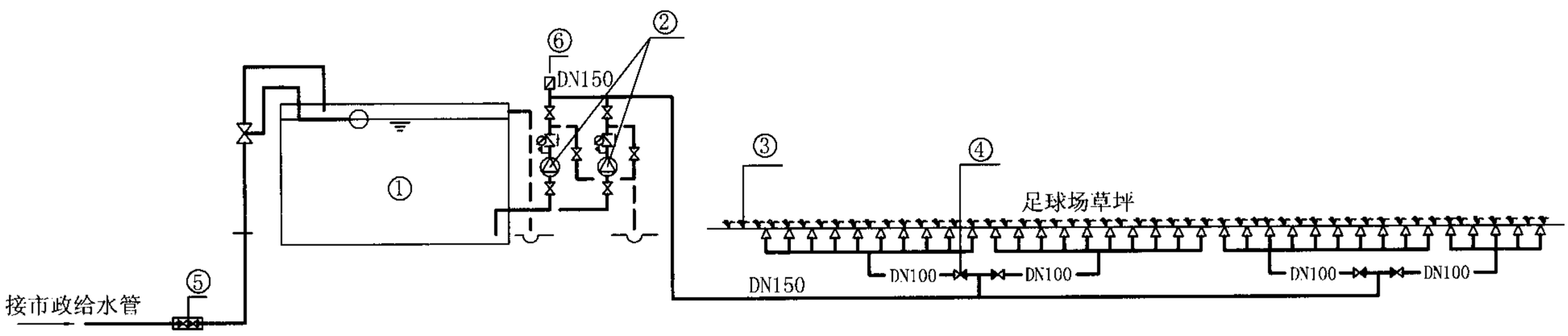


图 12.1.3-7　35 只埋地升降式喷头按 1/4 场地分区的给水浇灌原理图

①足球场草坪浇灌水池；②足球场草坪浇灌水泵；③地埋式伸缩喷头（用于足球场草坪浇灌）；④电磁阀；⑤倒流防止器；⑥自动排气阀

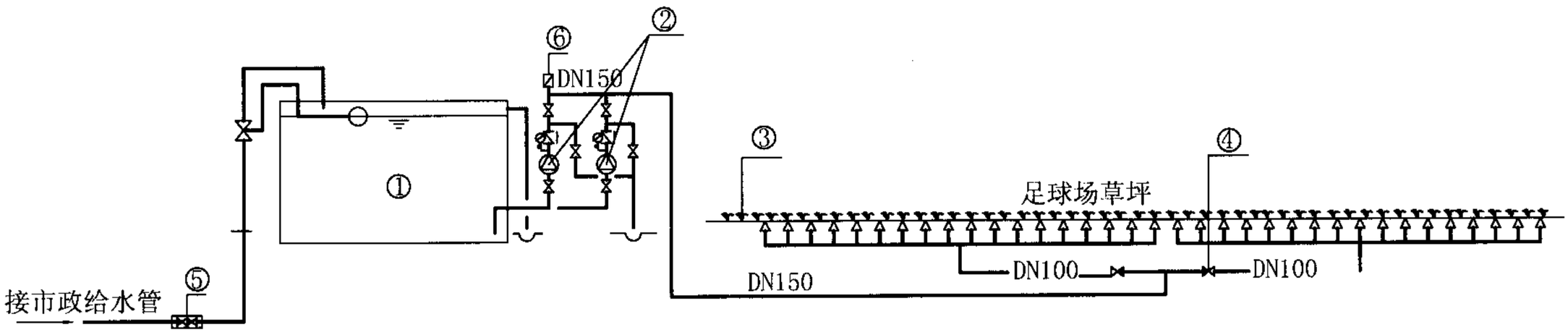


图 12.1.3-8　35 只埋地升降式喷头按 1/2 场地分区的给水浇灌原理图

①足球场草坪浇灌水池；②足球场草坪浇灌水泵；③地埋式伸缩喷头（用于足球场草坪浇灌）；④电磁阀；⑤倒流防止器；⑥自动排气阀

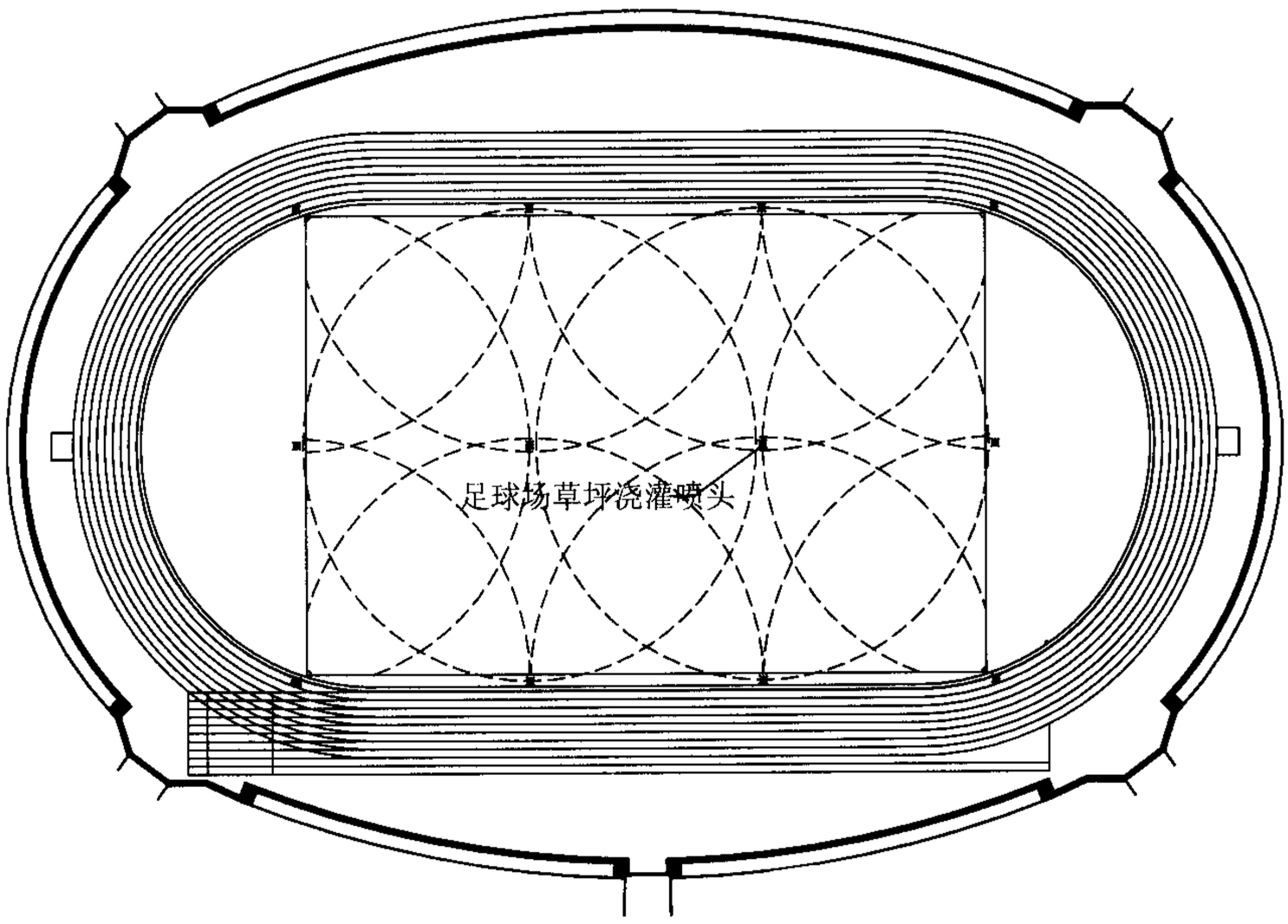


图 12.1.3-9　足球场草坪 12 只埋地升降式喷头平面布置图

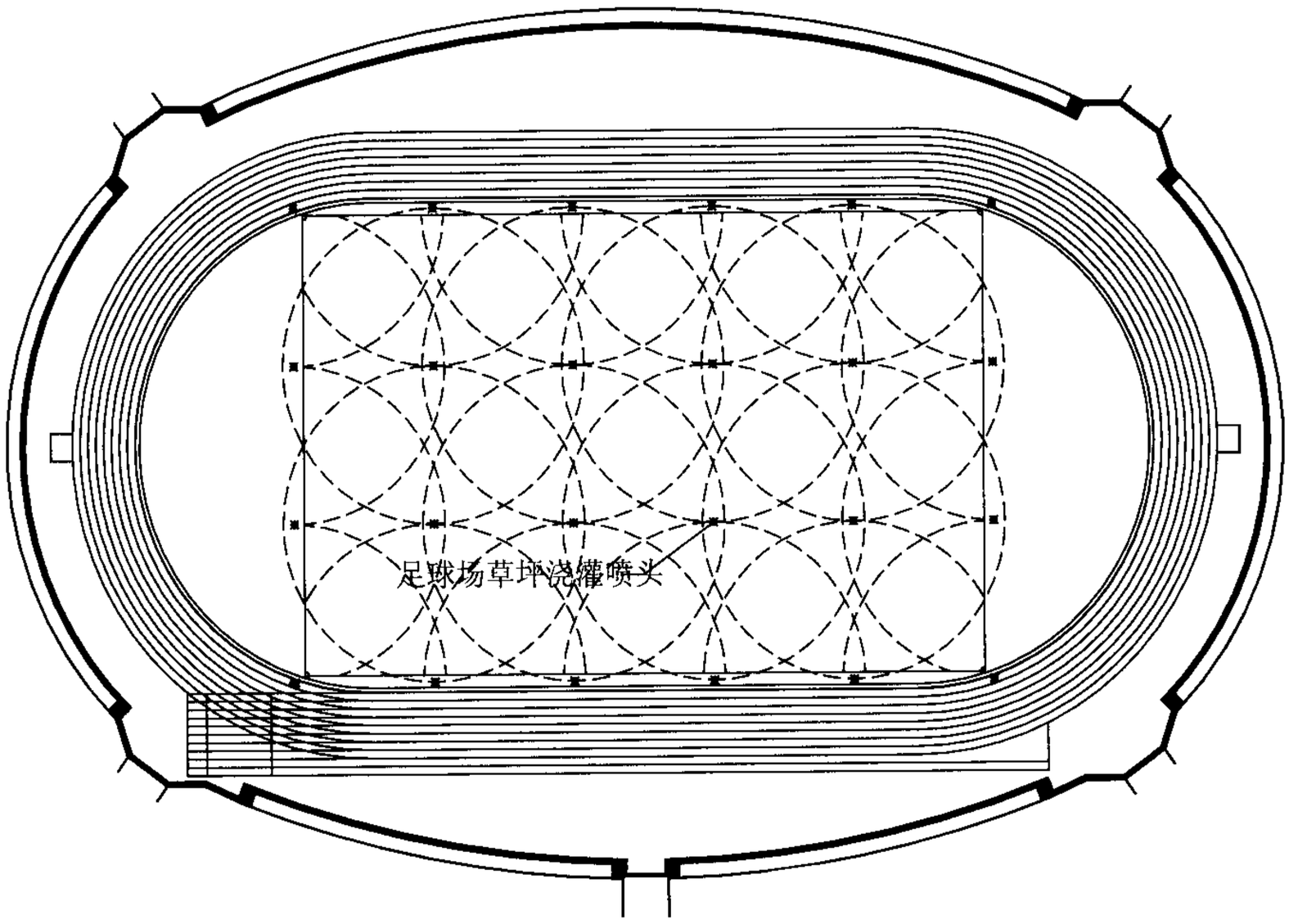


图 12.1.3－10　足球场草坪 24 只埋地升降式喷头平面布置图

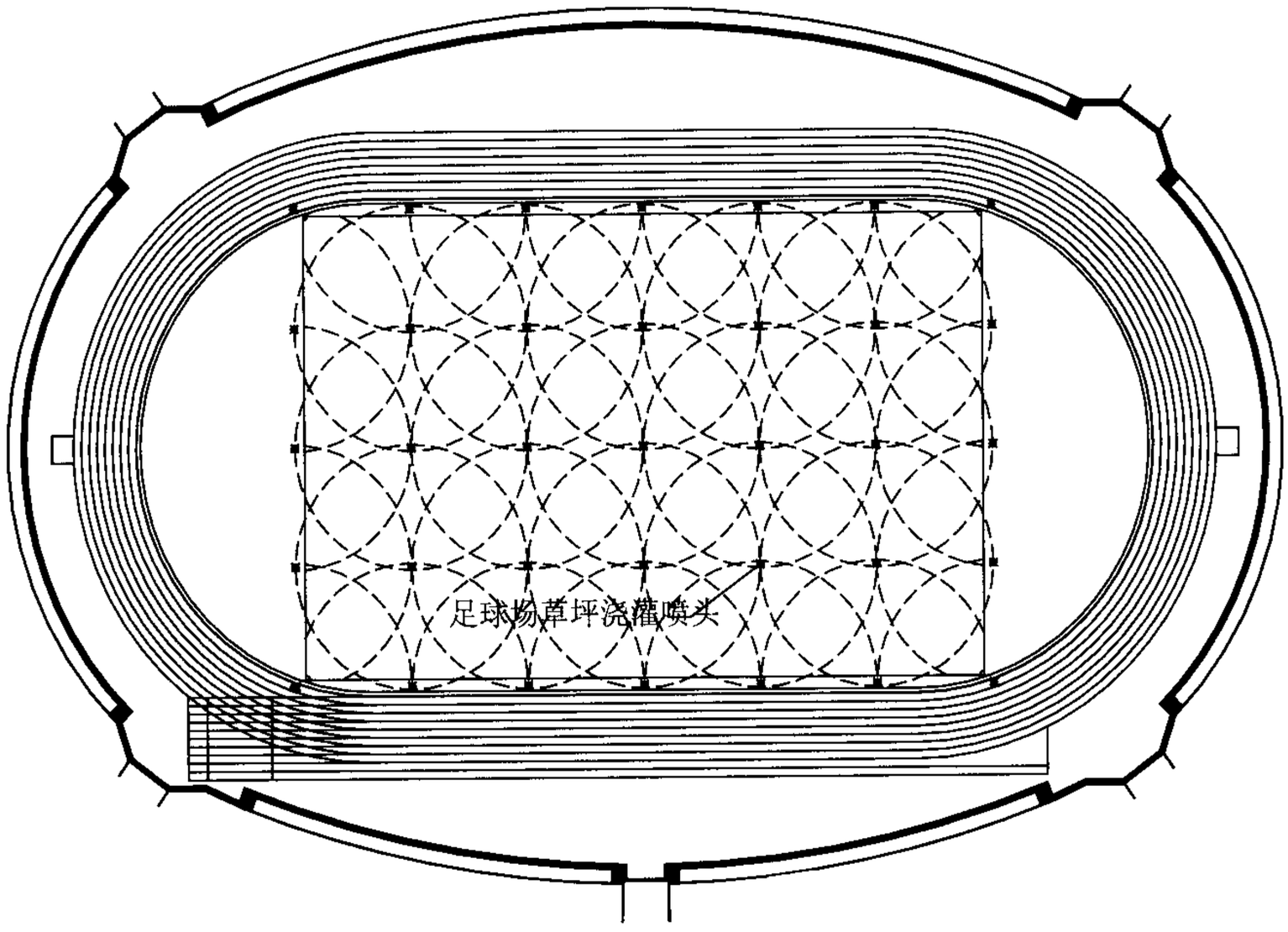


图 12.1.3－11　足球场草坪 35 只埋地升降式喷头平面布置图

4）由于埋地升降式喷头浇酒时所需的压力较大，如市政水压、水量不能满足要求时，应设置独立的加压装置，其供水方式由浇洒调节水池→浇洒水泵→升降式喷头等组成。控制系统由电磁阀或电磁阀组和自动浇洒控制箱等组成。浇洒控制箱应具有自动启闭电磁阀组控制喷头进行浇洒的功能和对土壤进行测湿及雨天自动停喷的功能。

5）根据产品样本，电磁阀对最高工作压力和最小启动压力是有要求的。一般电磁阀的最高工作压力为 0.8MPa，最小启动压力为 0.03MPa。因此在选用水泵时，其扬程应小于电磁阀的最高工作压力且大于电磁阀的最小启动压力。由于电磁阀容易受环境温度和湿度影响而导致失灵，甚至损坏，维修率较高，因此电磁阀宜设在室内。如要设在室外时，电磁阀组应设置在草坪四周不影响比赛的地方，并放置在专用的阀门盒内，便于维修保养。

6）由于足球场草坪浇洒水量较大，如采用全场同时浇洒时，浇洒水泵的流量过大，不经济合理，所以应分区进行浇洒。分区进行浇洒的形式为三种。其一，半个场地同时进行浇洒；其二，1/4 场地同

时进行浇洒；其三，角球区、边线区、内场区分别进行浇洒，分区进行浇洒的三种形式其控制方式均由电磁阀进行控制。

7）场地浇洒的给水管可直接埋入地下，但管道接口处必须严密，不得出现漏水现象，以防造成地面沉降影响足球场地的平整度。给水管管径按同时开启的喷头数的流量决定，其管内流速应符合现行规范。用于重要赛事的体育场其场地浇洒的给水总管宜呈环状布置。

8）升降式喷头不宜设置在足球场中圈圆心内。喷头安装必须垂直地面，不得倾斜，否则将影响喷头的正常工作。

9）浇洒水泵房和其调节水池的设置部位应尽量靠近被浇洒场地，以方便操作和管理。

10）埋地升降式喷头、埋地洒水栓和障碍水池的供水管，如由生活饮用水管道直接供给时，其供水管的起端应设倒流防止器。严寒和寒冷地区且无采暖的场地的浇洒系统，在冬季结冰之前应将系统内的水事先排空。

4 中水系统

1）中水用水量应按表 12.1.1－1 和表 12.1.1－2 确定，其中分项给水百分率应按表 12.1.3 确定。

表 12.1.3 分项给水百分率（%）

序号	项目	观众	运动员淋浴	工作人员
1	冲厕	66～70	2～5	60～66
2	淋浴	–	98～95	–
3	盥洗	34～30	–	40～34
4	总计	100	100	100

2）当体育场馆周围有市政中水时，首选采用市政中水用于浇洒、冲厕、景观补水。

3）无市政中水时，赛后利用率在 50% 以上的场馆可统一自建中水处理站，应优先选择淋浴水、盥洗排水作为中水源水，处理规模应经源水量及回用水量平衡计算后确定，处理后的中水应优先用于浇洒、景观补水，当水量富裕时可用于卫生间冲厕。

4）中水处理工艺应根据中水源水水质和回用中水的水质、使用要求等因素，经技术经济比较后确定。

5）当以优质杂排水或杂排水作为中水源水时，可采用以物化或生物与物化相结合的处理工艺，当以生活污水作为中水源水时，宜采用生物与物化相结合的处理工艺流程，具体要求详见第 9.5 节。

6）当体育场馆使用中水的水质指标有特殊要求且市政中水水质无法满足时，采用物化法对市政中水做深度处理，处理工艺根据市政中水水质和使用要求确定，可选择过滤→臭氧消毒→活性炭过滤、超滤等工艺流程。

7）中水管道敷设应符合《建筑给水排水设计规范》GB 50015 和《建筑中水设计规范》GB 50336 的相关规定。

8）中水系统的水量平衡计算、处理构筑物计算等详见第 9.4 节和第 9.6 节。

12.1.4 设计计算

1 给水设计

1）生活给水设计流量计算参照第 2.4 节；

2）最高日用水量按式（2.4.3－2）～式（2.4.3－5）计算；

3）最大小时用水量按式（2.4.6－1）计算；

4）体育场馆的生活给水管道的设计秒流量按式（2.4.10）计算；

5）若体育场（馆）平时对公众开放时，应按用水量最大的工况计算。

2 直饮水计算

1）观众区饮水器设置标准为每 1000 名观众设置不低于 6 只饮水器。

2）观众直饮水量，应按下式计算：

$$Q_d = mNq \tag{12.1.4-1}$$

式中 Q_d——观众直饮水量（L/d）；

m——比赛场次（场/d）；

N——一场观众人数（人）；

q——直饮水标准（L/人·场）。

3）直饮水处理设备产水量及设备选择等应符合《管道直饮水系统技术规程》CJJ110－2006 的相关规定，具体详见第 3 章。

3 场地和跑道的浇洒计算

1）最高日用水量，应按下式计算：

$$q_d = F_j q_0 n \tag{12.1.4-2}$$

式中 q_d——最高日用水量（m^3/d）；

F_j——浇洒面积（m^2）；

q_0——浇洒用水量标准［L/（m^2·次）］，见表 12.1.1－2；

n——每日浇洒次数（根据当地气候条件确定，一般夏季为每日 1～2 次）。

2）浇洒水泵

①浇洒水泵设计流量，应按下式计算：

$$q_b = \alpha_a q_0 m \tag{12.1.4-3}$$

式中 q_b——浇洒水泵设计流量（m^3/h）；

q_0——每只浇洒喷头流量（m^3/h），一般由供货商提供参数；

m——同时开启的喷头数（按最大一区同时开启的喷头数计）；

α_a——安全系数（取值为 1.05～1.1）。

②浇洒水泵设计扬程，应按下式计算：

$$H_b = \alpha_a\ (0.01H_1 + 0.001H_2 + H_3) \tag{12.1.4-4}$$

式中 H_b——浇洒水泵设计扬程（MPa）；

H_1——贮水池最低水位至喷头的几何高差（m）；

H_2——管道沿程损失和局部损失（KPa）；

H_3——最不利点喷头所需压力（MPa）（根据产品样本确定）；

α_a——安全系数（取值为 1.05～1.1）。

3）浇洒调节水池

调节水池容积宜大于等于浇洒一次的用水量。如当地水源充沛时可减去水源补给水量（用于重要赛事的体育场宜不减），但不宜小于 $50m^3$。调节水池容积按下式计算：

$$V_t = \frac{F_j q_0}{1000} \cdot n_j \tag{12.1.4-5}$$

式中 V_t——浇洒调节水池有效调节容积（m^3）；

F_j——浇洒面积（m^2）；

q_0——浇洒用水量标准［L/（m^2·次）］；

n_j——浇洒次数（一般取 1）。

12.1.5 管材和设备

1 管材

1）埋地生活给水管和浇洒管应选用耐腐蚀和能承受相应地面荷载能力的管材，宜选用公称压力大于等于 1.0MPa 的管道及配件或由设计确定。管材一般可采用塑料埋地给水管和有衬里的球墨铸铁给水管、经可靠防腐处理的钢管及其配件。

2）室内生活给水管和浇洒管应选用耐腐蚀和安装连接方便的管材。一般可采用塑料给水管、塑料和金属复合管、铜管、不锈钢管、经可靠防腐处理的钢管及其配件。

3）直饮水管应选用符合食品级要求的薄壁不锈钢管、薄壁铜管、优质塑料给水管。系统中应采用与管道同种材质的管件及附配件，否则应采取防止电化学腐蚀的措施。

4）中水给水管应选用耐腐蚀、安装连接方便的管材，一般可选用给水塑料管、复合管或其他给水管材，不得采用非镀锌钢管。

2 设备

1）饮水器应采用不锈钢、铜镀铬或瓷质、搪瓷制品，其表面应光滑易于清洁。

2）直饮水处理设备应采用省部级卫生防疫部门检测合格的产品。

3）直饮水水嘴应采用不锈钢材质，其产品根据操作形式分为普通型、拨动型和监测型（进口产品）。

4）场地浇洒升降式喷头宜采用喷洒雾化指标值为 2000 ~ 3000 的产品。

5）生活给水泵、浇洒给水泵应采用高效率、低噪声的节能环保型产品。

6）生活饮用水的贮水池（箱）的消毒装置宜采用成套产品，且符合有关国家标准的规定。

7）卫生器具应符合行业标准《节水型生活用水器具》CJ 164 的有关规定。

3 管道设备防腐、保温详见第 2.6 节。

12.2 排　　水

12.2.1 设计参数

1 卫生器具设置标准

1）贵宾席和观众席的厕所厕位最低标准应符合表 12.2.1 -1 和表 12.2.1 -2 规定。

表 12.2.1 -1 贵宾厕所厕位指标（人数/厕位）

贵宾席规模	100 人以内	100 ~ 200 人	200 ~ 500 人	500 人以上
每厕位使用人数	20	25	30	35

注：男女比例 1:1，男厕大小便厕位比例 1:2。

表 12.2.1 -2 观众厕所厕位指标

项目	男厕			女厕
	大便器（个/1000 人）	小便器（个/1000 人）	小便槽（m/1000 人）	大便器（个/1000 人）
指标	8	20	12	30

注：1 男女比例 1:1，男厕小便器和小便糟二者取一。

2 当体育场馆还可作非体育比赛时，最低厕位数标准可参照相关标准。

2）每一个卫生器具使用人数参见表 12.2.1 -3 选用。

表 12.2.1 -3 每一个卫生器具使用人数

器具名称 / 使用对象	大便器		小便器	洗脸盆	淋浴器
	男	女			
运动员	30	20	30	每 6 个厕位	10 ~ 15
观众	125	34	50	（大小便器）设 1 个	-

注：1 男女比例按要求确定，一般为 1：1。运动员人数按最多人数计算。

2 0.6m 长小便槽可折算成 1 个小便器。

3 每个卫生间至少设 1 个洗脸盆和 1 个污水池。

4 运动员休息室厕所的厕位不少于 2 个，淋浴器不少于 4 个。

3）游泳场馆淋浴器设置应满足比赛时和平时的综合利用，其数目不应小于表 12.2.1－4 的规定。

表 12.2.1－4　游泳场馆淋浴器数目

使用人数	性别	淋浴器数目
100 人以下	男	1 个/20 人
	女	1 个/15 人
100～300 人	男	1 个/25 人
	女	1 个/20 人
300 人以上	男	1 个/30 人
	女	1 个/25 人

4）兴奋剂检查用的男、女卫生间至少应各设一个坐便器；医务室应设洗手盆。

2　场地排水设计参数

1）体育场雨水设计重现期按表 12.2.1－5 选用。

表 12.2.1－5　体育场雨水设计的重现期

比赛场地级别		重现期（a）
国际比赛场地		10
大型运动会场地		5、10
一般比赛场地		2、3
训练场地		1、2
屋面、看台区	中、小型	2、3
	大型	5
	特大型	10

2）体育场的雨水径流系数按表 12.2.1－6 选用。

表 12.2.1－6　体育场的雨水径流系数

覆盖种类	径流系数（ψ）
塑胶跑道及混凝土铺面	0.9
煤碴跑道	0.6
非铺砌地面	0.4
草地	0.25

3）体育场的地面坡度按表 12.2.1－7 选用。

表 12.2.1－7　体育场的地面坡度

比赛场地		坡度	
		横向	纵向
足球场	草皮铺面	≤5/1000	≤5/1000
	土地面	≤4/1000	≤4/1000
跑道	塑胶、煤碴	≤1/100	≤1/1000
	跳远、三级跳远助跑道		
田径跳跃	跳高扇形区	≤1/100	≤4/1000
	撑杆跳高		≤1/1000
田径投掷	铅球落地区	≤1/100	≤1/1000
	铁饼落地区		
	链球		
	标枪助跑道		

注：设计中应以体育工艺要求为准。

12.2.2 系统设计要点

1 生活排水系统

1）排水系统可分为分流制和合流制两种。采用何种方式，应根据污废水性质、污染情况，结合室外排水系统体制、综合利用及水处理要求等确定。具体划分参照第 4.1 节和第 4.2 节。

2）卫生间的小便器应采用感应式或延时自闭式冲洗阀，大便器应采用节水型冲洗水箱或延时自闭式冲洗阀。

3）观众厕所间坐便器与蹲便器的比例一般为 1∶1。坐便器宜选用加长型坐式大便器。

4）小便槽应设置自动冲洗水箱定时冲洗，自动冲洗水箱容量按表 12.2.2－1 选用。

表 12.2.2－1 小便槽自动冲洗水箱容量

小便槽长度（m）	≤4	≤6	≤10
水箱容量（L）	15	20	30

5）观众厕所间内设置成组小便器或小便槽时，自动冲洗水箱定时冲洗间隔时间采用 10～30 分钟。同一厕所间内的小便器分组冲洗时，每组小便器的数量应一致，但每组最多不得超过 5 个。

6）管道布置敷设应符合现行《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中有关的要求，相应的技术措施参见第 4.6 节。

7）生活排水管道均应设置伸顶通气管。通气管设置条件、连接方法和管径应符合现行《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。其设置的相关技术措施参见第 4.8、4.9、4.10 节。

8）体育场馆具有阶段性使用的特征，赛时和赛后的排水量相差较大。排水系统应按赛时高峰流量设计，按赛后流量校核，赛后排水横干管内的流速不小于 0.6m/s 的自净流速。

2 体育场地排水系统

1）排水流域划分。比赛场地沿跑道内侧和全场外侧各设一道环形排水明沟，把整个体育场地划分成三个排水区域。一区排除看台及跑道外侧雨水，主要采取地面径流方式将地面水排入外侧明沟。二区排除径赛跑道及南北两端半圆田赛场地雨水，当跑道为塑胶跑道时采用径流排水方式，将地面水排入跑道内侧排水明沟，当跑道为炉碴跑道时采用排渗结合方式排入内侧明沟。三区是跑道内侧和田赛场地以内区域，包括足球场及其缓冲地带，一般采取排渗结合方式。排水区域划分见图 12.2.2－1。

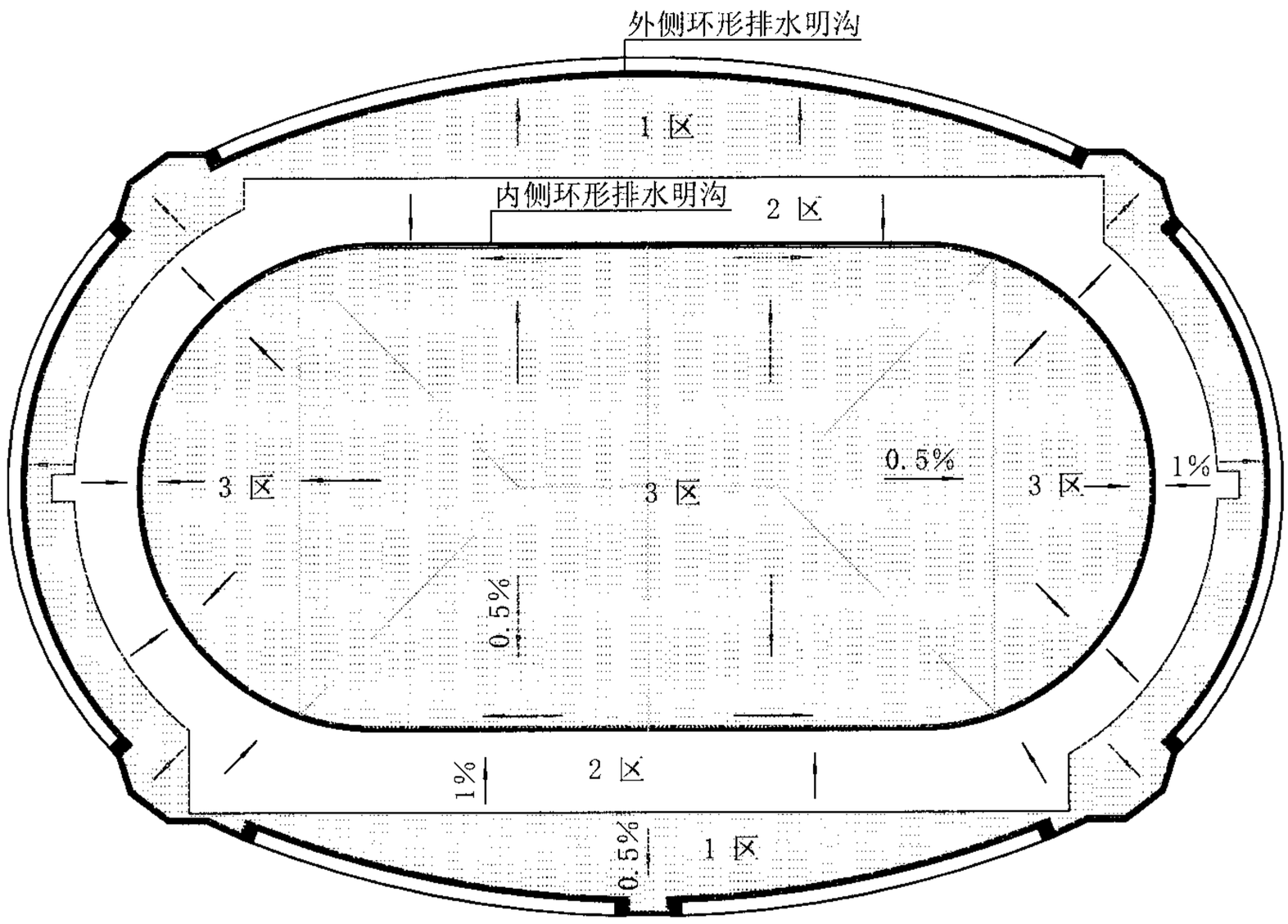


图 12.2.2－1 排水区域划分示意图

2）地面径流排水方式

①径流排水用于看台、一区、塑胶跑道排水。对于排水要求不高的足球场、小型比赛场地、训练场也可用此法。

②径流区域地面必须平整，坡度均匀。比赛场地坡度见表 12.2.1－7，其他地面做 0.5% ~1% 的坡度径流向排水沟。

③环形排水沟宽度一般为 0.4 ~0.6m，沟内纵坡一般为 2‰ ~3‰。外侧明沟应做格栅盖板，内侧明沟面应设进水口。明沟做法见图 12.2.2－2。

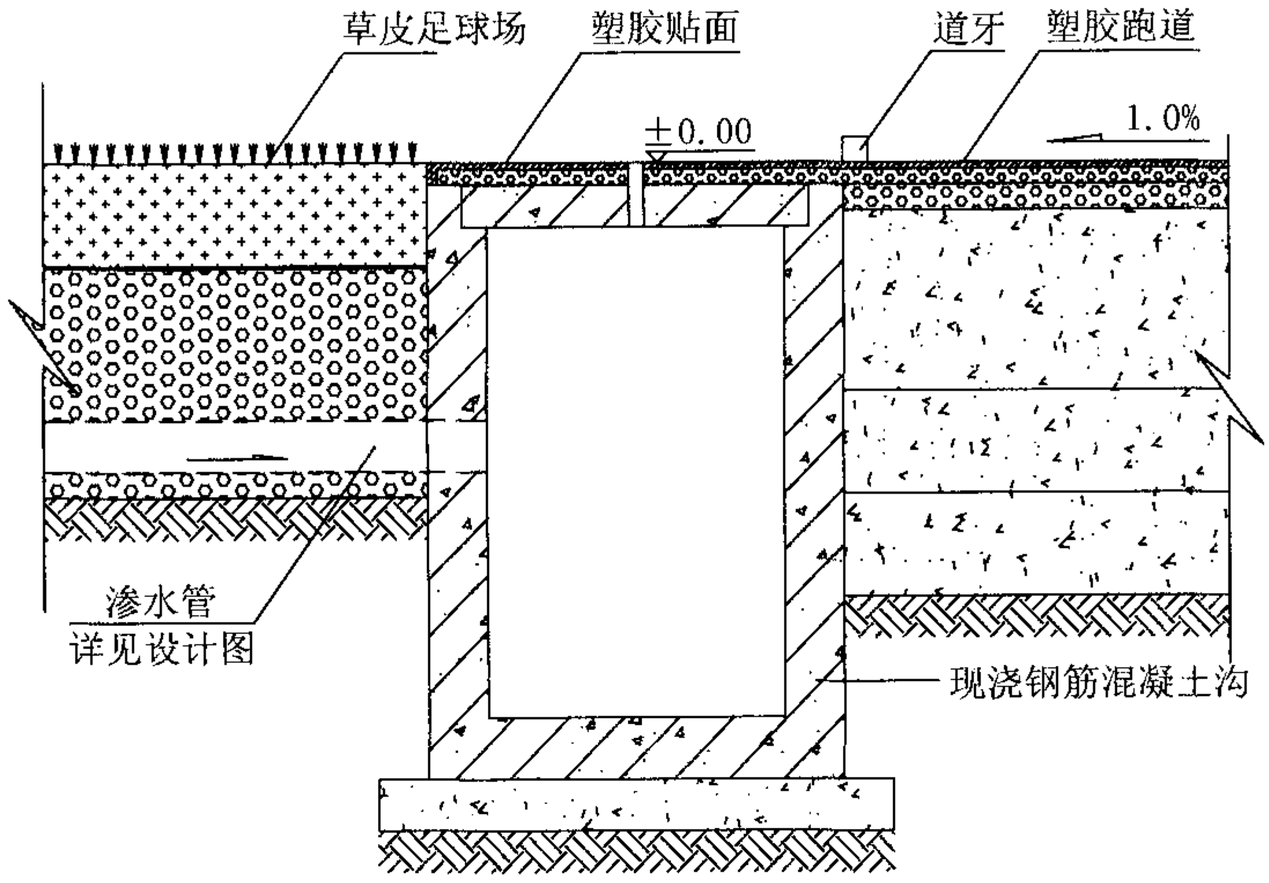


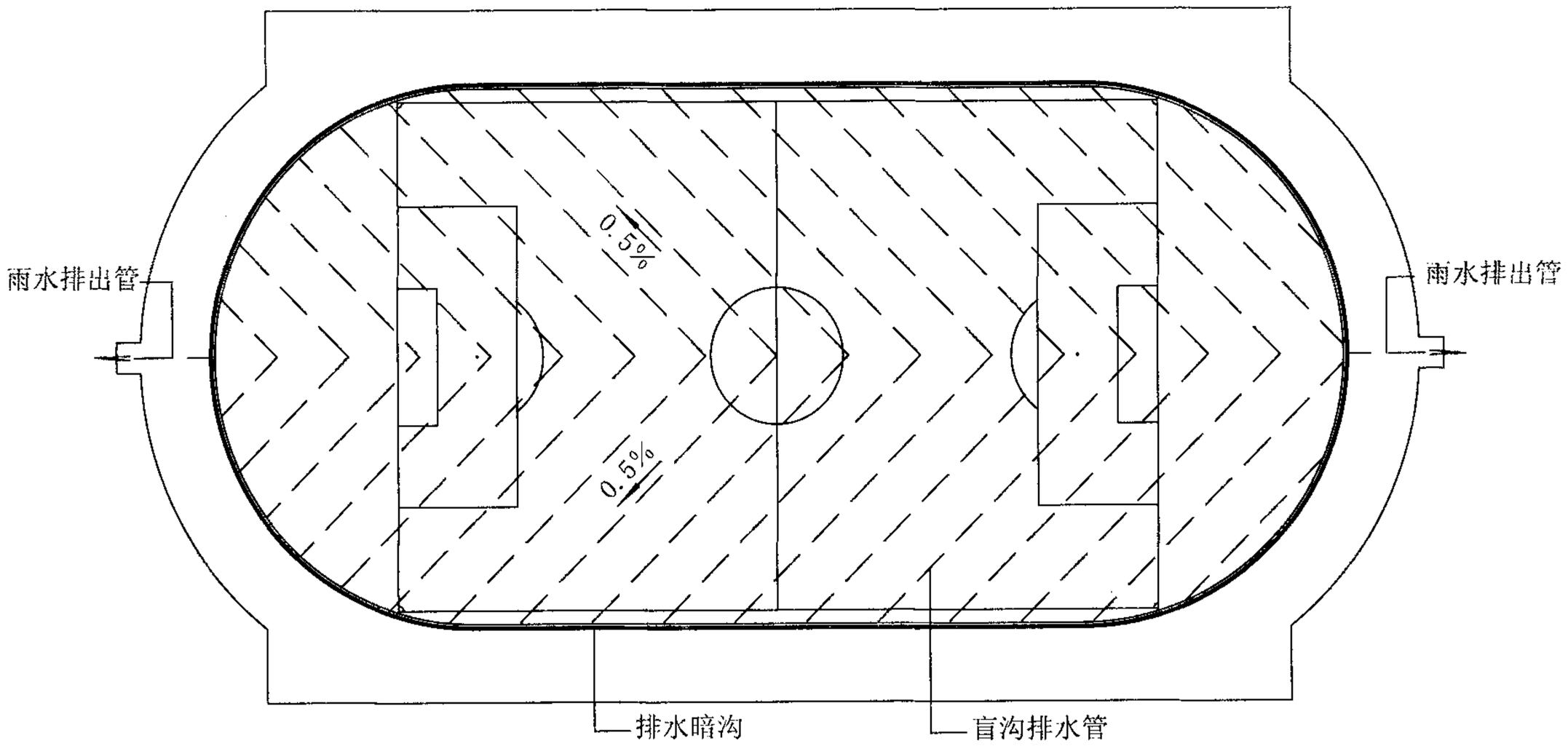
图 12.2.2－2 排水沟示意图

3）排渗结合方式

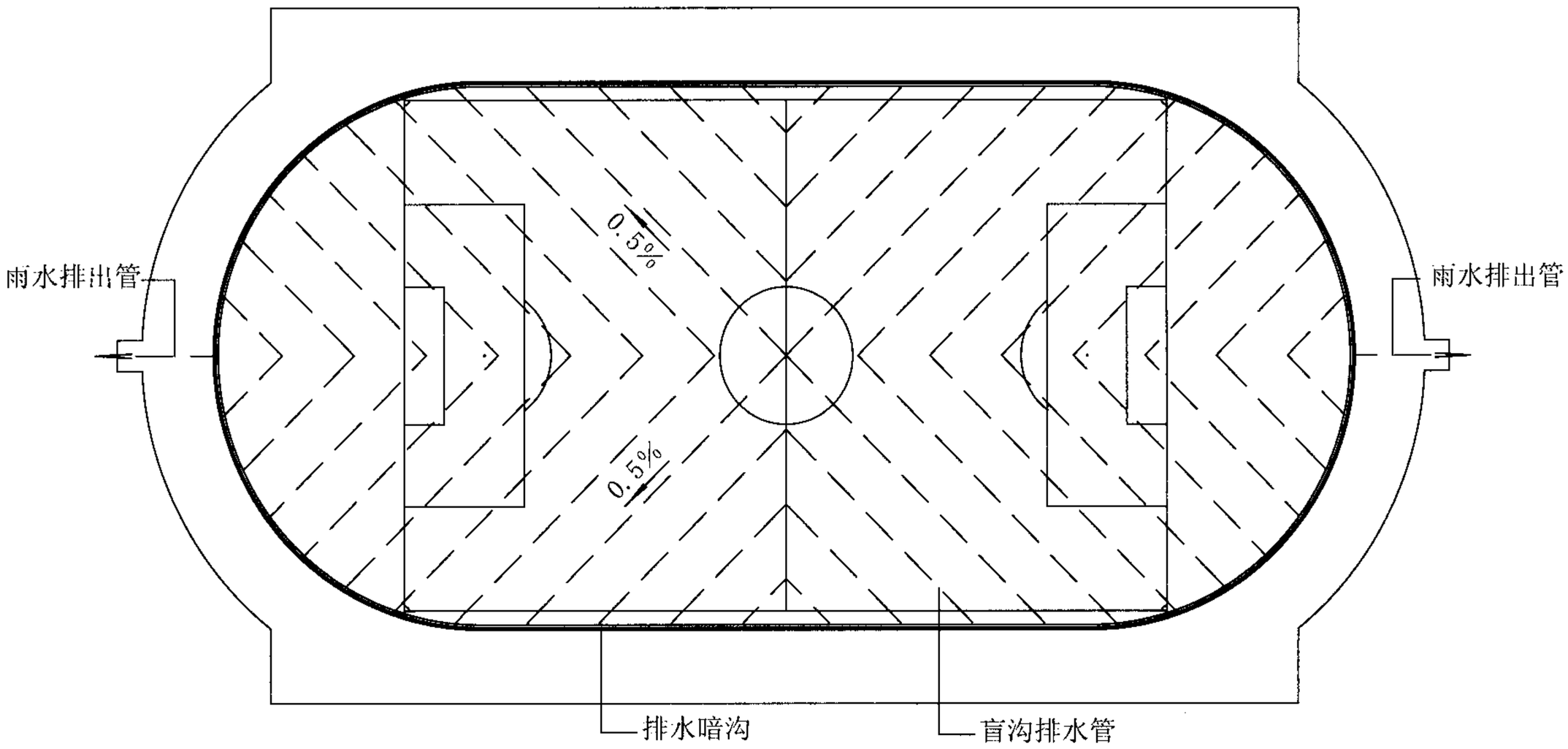
①排渗结合排水方式用于足球场草坪排水，炉碴跑道也可用此法。

②足球场地一般采用 5‰的鱼背式坡度坡向内侧环形排水沟，盲沟排水管的坡度应与球场坡度一致。常规盲沟布置见图 12.2.2－3（a、b、c）。

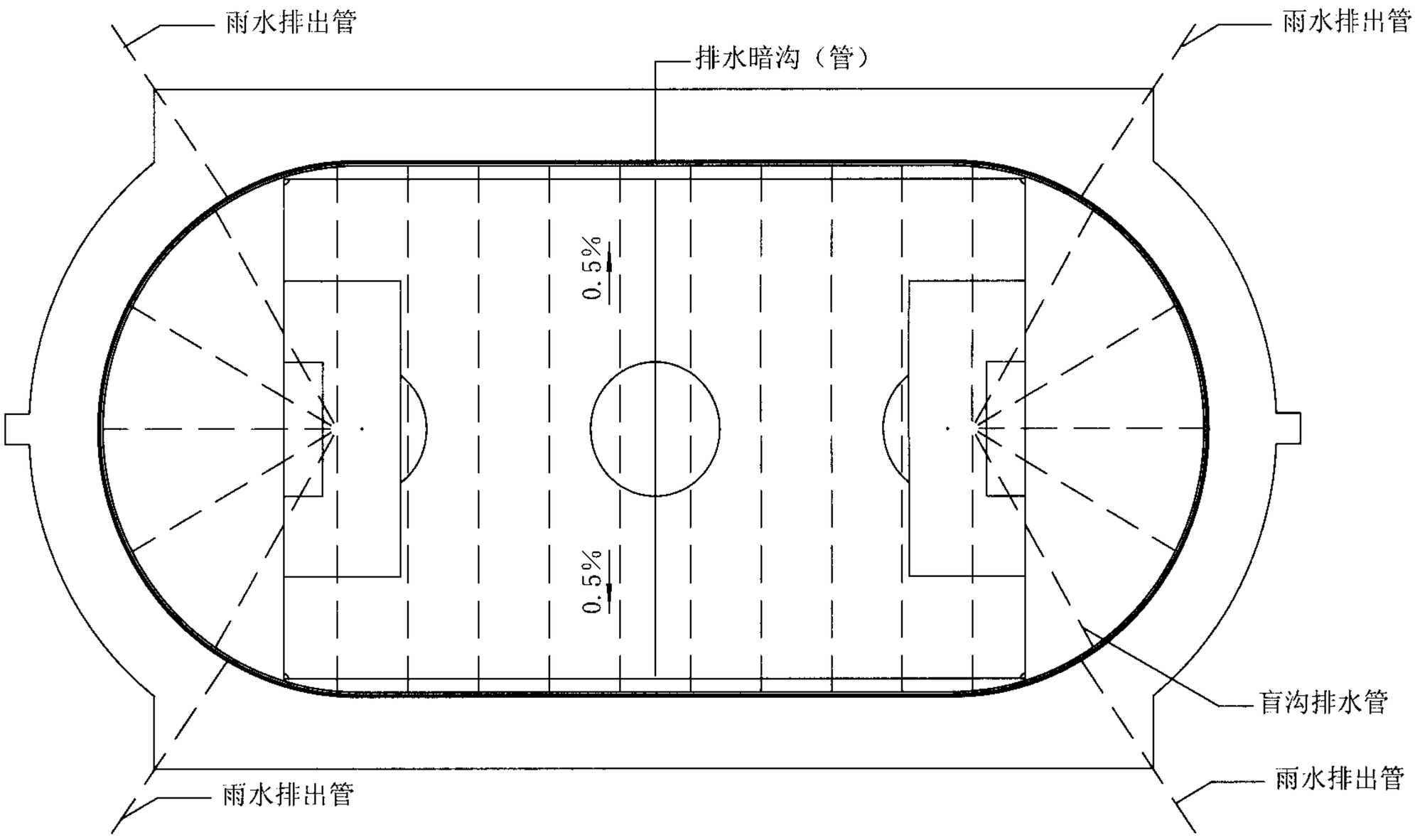
③足球场草坪下应设渗水层，其滤料应整洁，层次分明。滤料种类、粒径配比、滤层厚度均与场地草皮种类有关，一般由草皮供货商提供。足球场渗水层常见分布做法见图 12.2.2－4。



(a)



(b)



(c)

图 12.2.2-3 盲沟管道布置方式

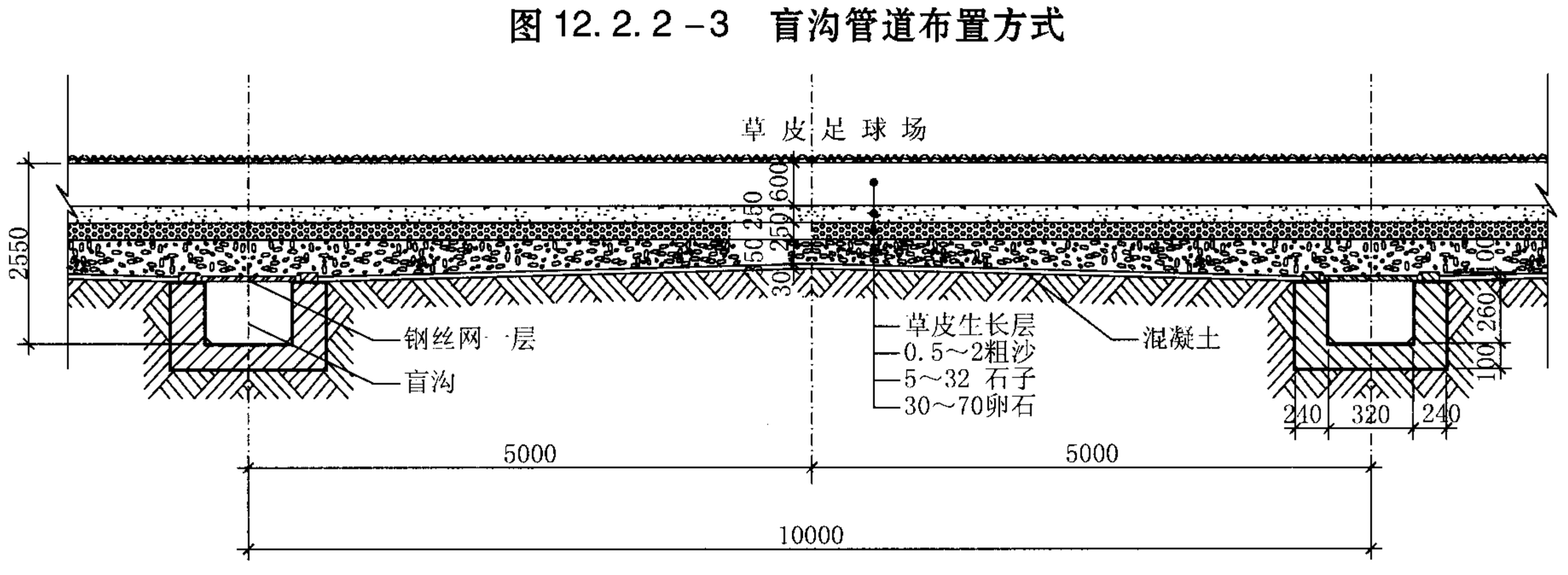
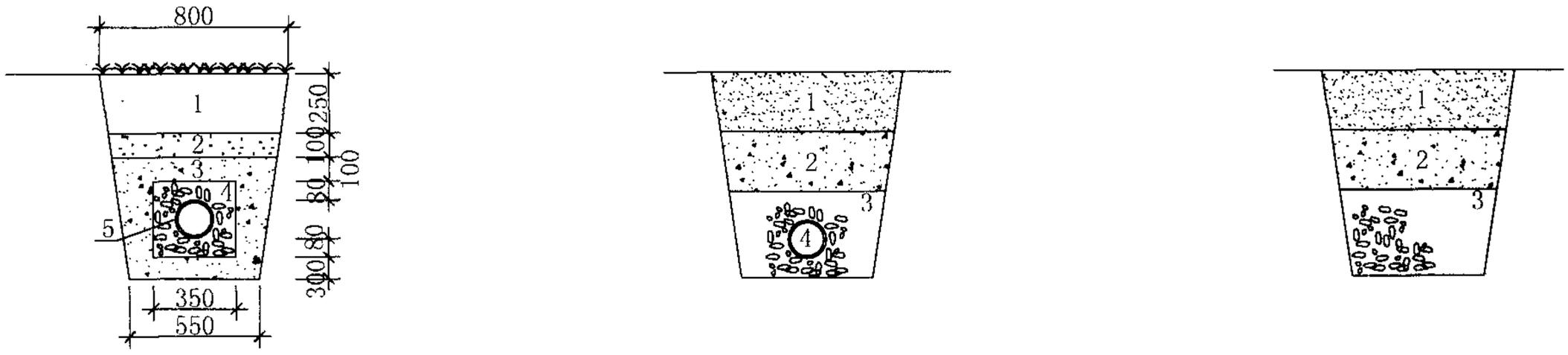


图 12.2.2-4 草皮足球场的渗水层和盲沟

④盲沟优先采用有滤管盲沟，也可采用无滤管盲沟。盲沟一般做法见图 12.2.2－5。



有滤管盲沟（草皮场地）

1－填土；2－粗沙；3－矿渣或石子；4－卵石或矿渣；5－滤管

有滤管盲沟（土场地）

1－土（或场地铺装面层）；2－粗沙、碎砖（或炉渣）；3－卵石；4－滤管

无滤管盲沟

1－场地铺装地面；2－碎砖；3－豆石、卵石

图 12.2.2－5　盲沟

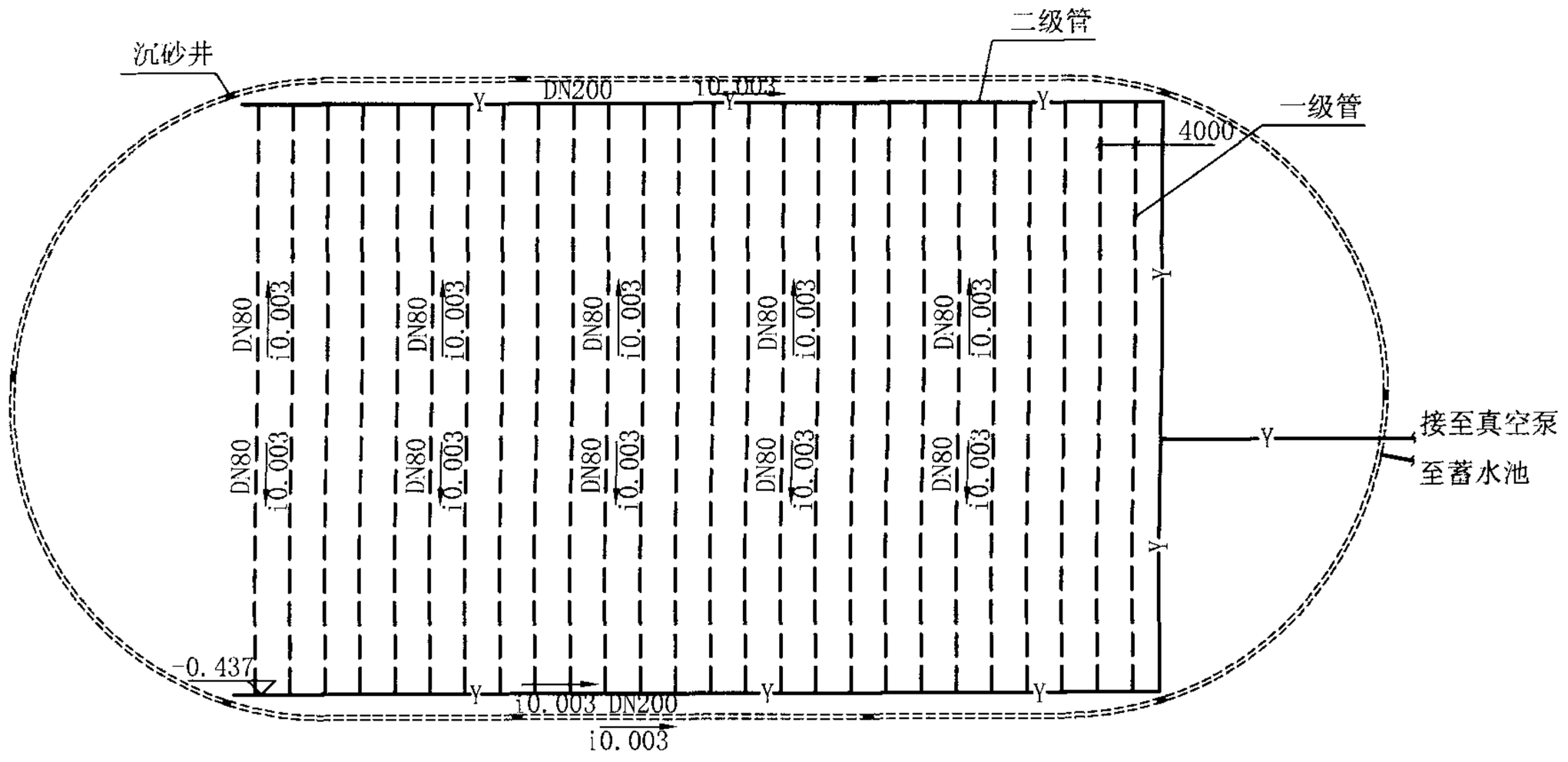
⑤盲沟排水滤管管径为 DN100～DN150，其间距为 5～10m。排水滤管的外壁宜包扎粗织尼龙网布一道，以防止细微泥砂进入内侧环沟。

4）强制快速排水方式

①强制快速排水方式是通过真空泵对草坪级配层以下的排水盲管施以负压，加大雨后场地土壤里水分下渗的水力坡降，从而加快场地的排渗速度。适用于举办奥运会、亚运会及世界级比赛场地。

②系统由真空泵、气水分离器、场地盲管和电动阀门组成。具有强制抽吸排水和自流排水的双重功能。适逢大雨需及时排除场地积水时，关闭自流排水阀门，启动真空泵，实现负压强制排水。在小雨量或无特殊比赛要求的情况下，场地渗水将通过盲管的坡度自流排水。

③场地排水管道采用两级设置。一级管由 DN80 的透水管，外缠 50g/m² 无纺布一层；二级管采用 DN200 承压塑料管，与真空泵相连。一级管埋深 0.45～0.6m，二级管埋深 0.6～0.95m，管间距 2～5m。管道均需设有 2‰～5‰的披度，以满足自流排水要求。强制排水管道布置见图 12.2.2－6。

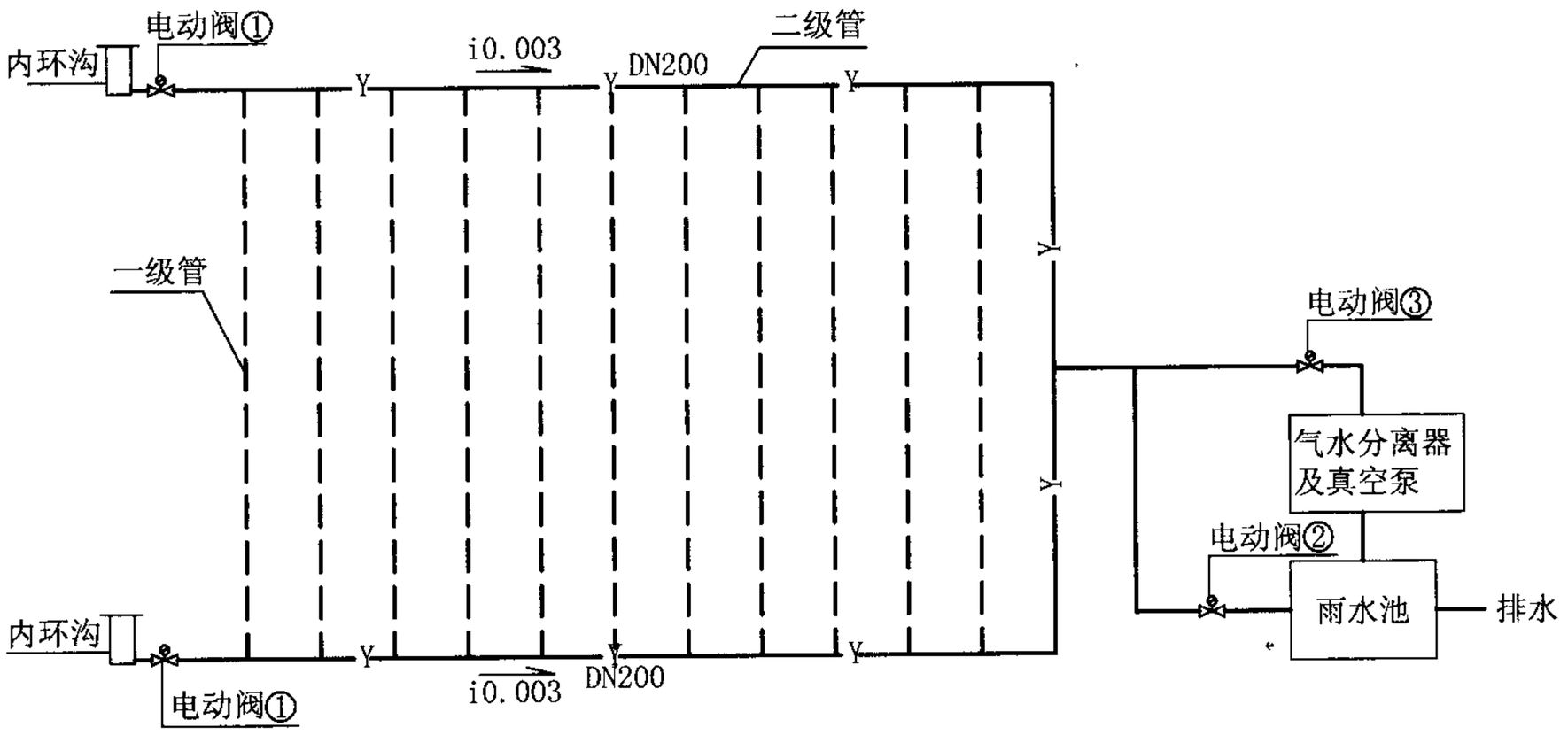


12.2.2－6　强制排水管道布置示意图

④真空泵应设于机房内，真空泵经气水分离器后与场地排水盲管相连。真空泵的负压真空度宜控制在 0～0.01MPa。

⑤系统控制：草坪积水达 30mm 厚时，关闭自流管路电动阀，打开强制排水管路电动阀，同时启动真空泵，对场地进行负压强制快速排水。草坪积水降至草坪下 100mm 时，开启管网起点的电动阀，对

管网进行补气，起到疏松土层，防止板结的作用。真空泵与各路阀门的控制关系见图 12.2.2－7 和表 12.2.2－2。



12.2.2－7　真空泵与各路阀门的控制示意图

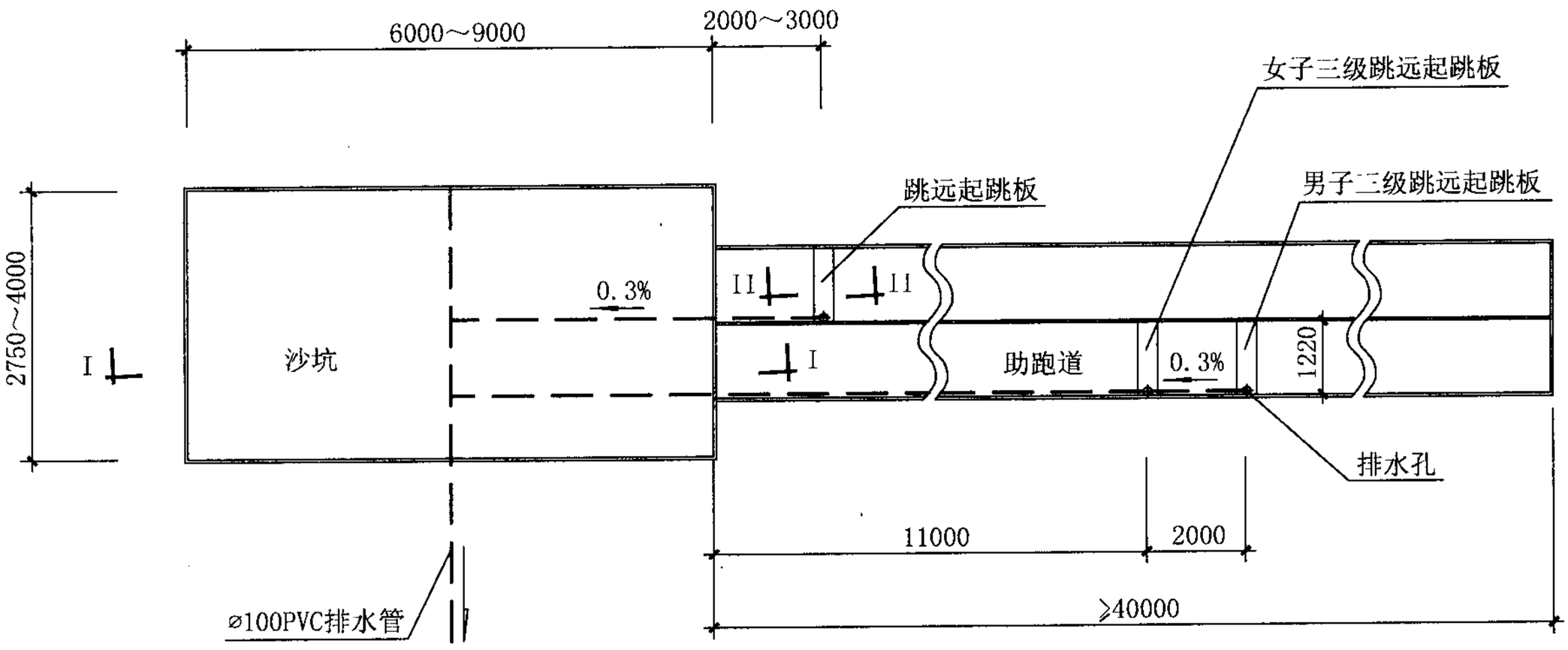
表 12.2.2－2　真空泵和电动阀工作状态

	①阀	②阀	③阀	真空泵	作用
草坪积水达 30mm 厚	关	关	开	开	强制排水
积水降至草坪下 100mm	开	关	开	开	向土层和育管补气，疏松土层
积水降至草坪下 500mm	开	开	关	关	自流排水

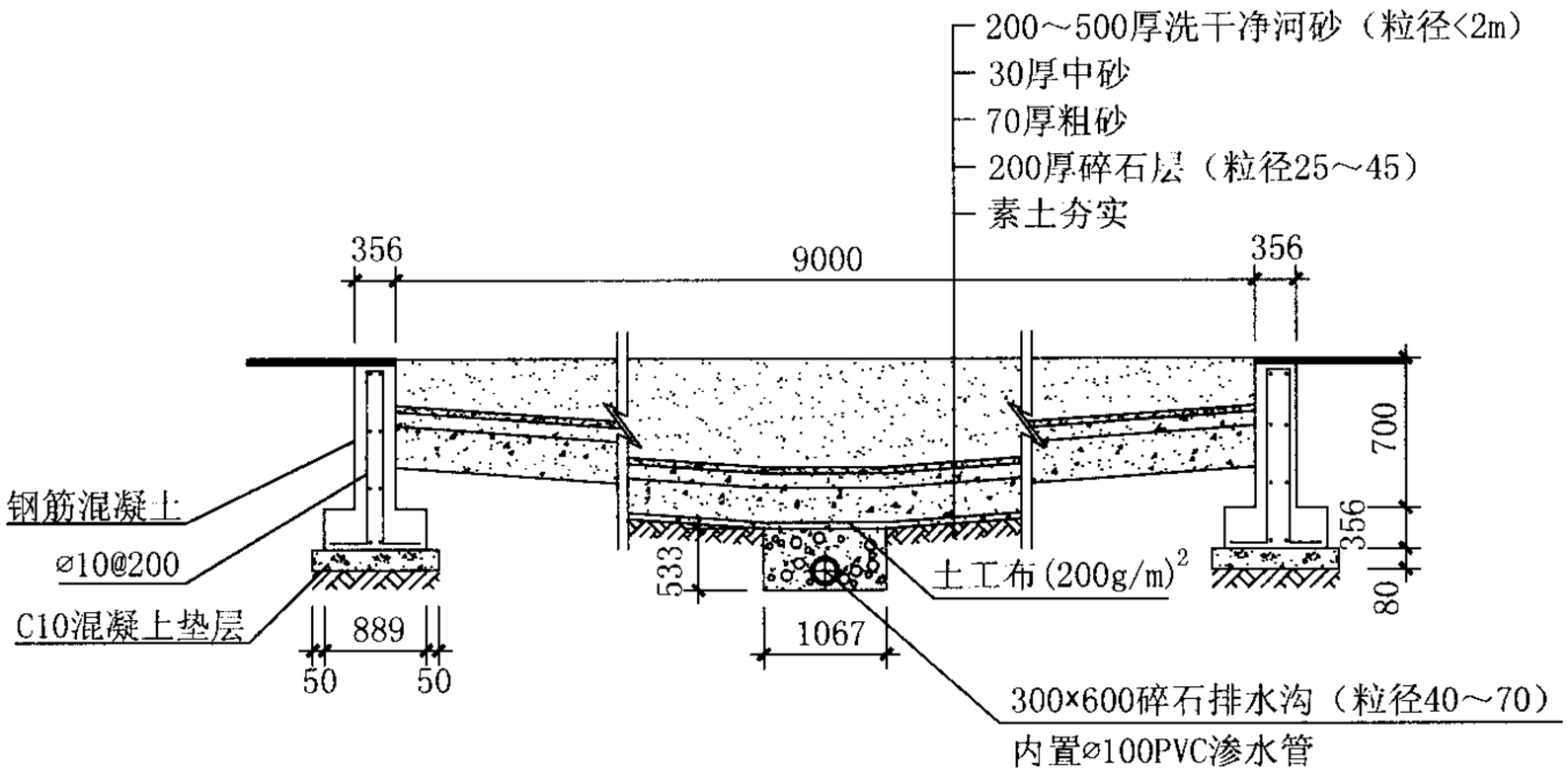
⑥强制快速排水系统一般都由专业公司设计施工。

5） 田赛场地排水

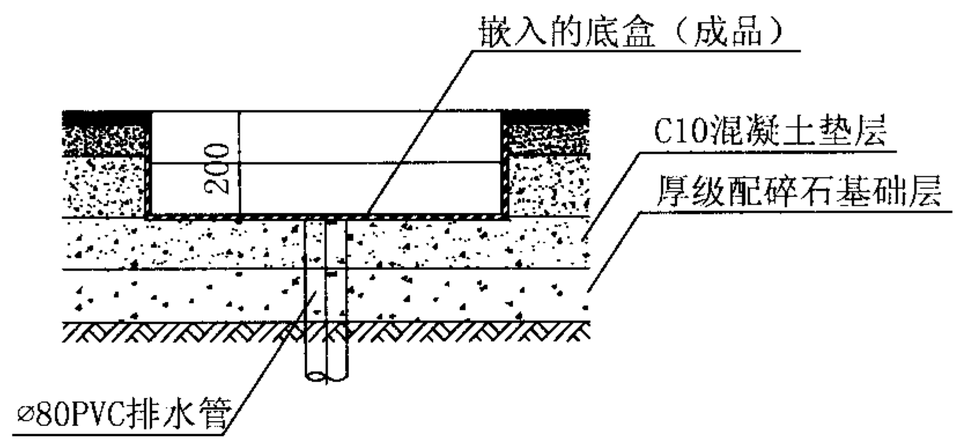
①跳远及三级跳远的沙坑排水采用地下渗流。做法见图 12.2.2－8。



跳远沙坑及起跳板平面图



Ⅰ－Ⅰ沙坑纵剖面图

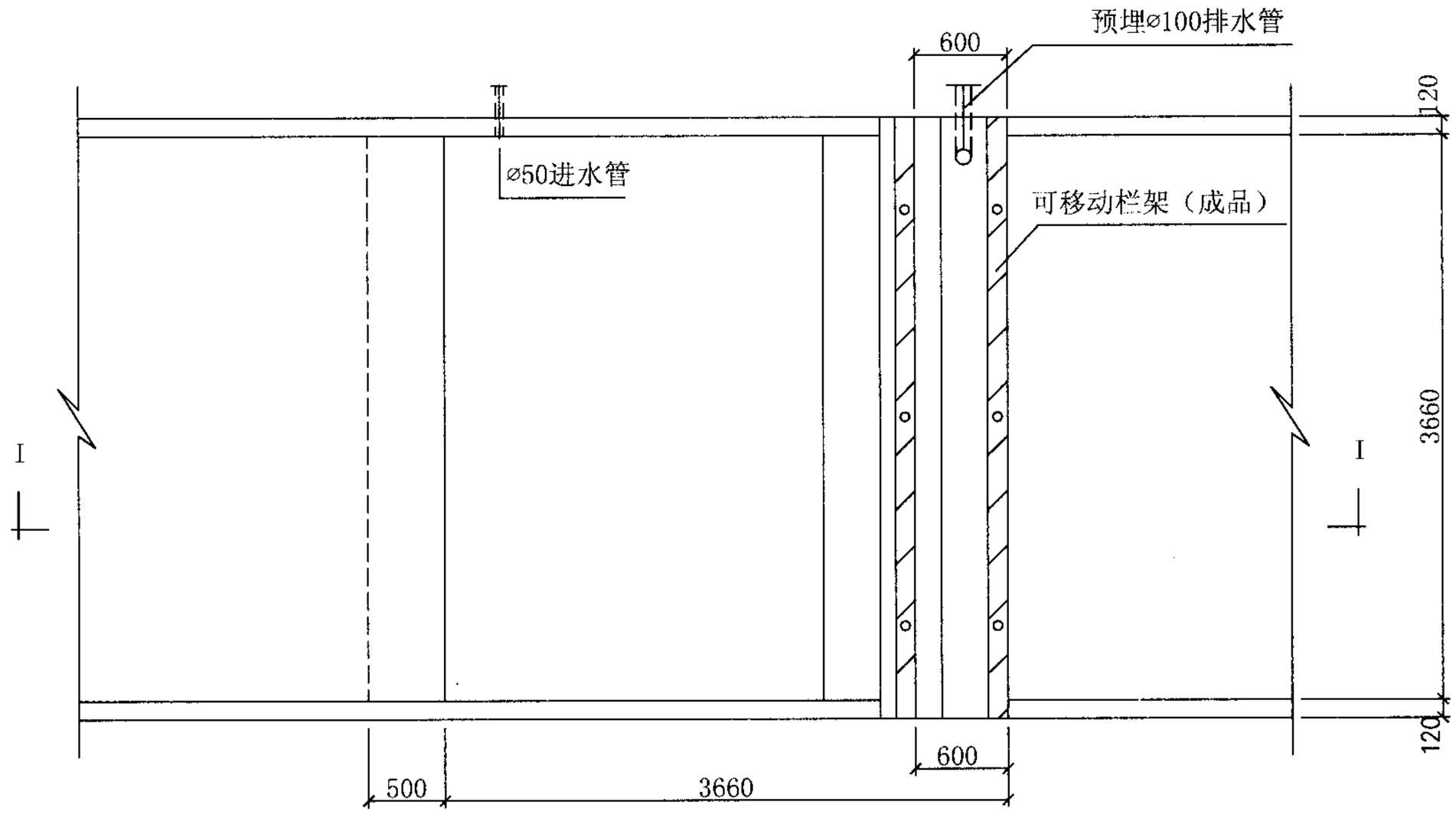


Ⅱ－Ⅱ起跳板坑剖面图

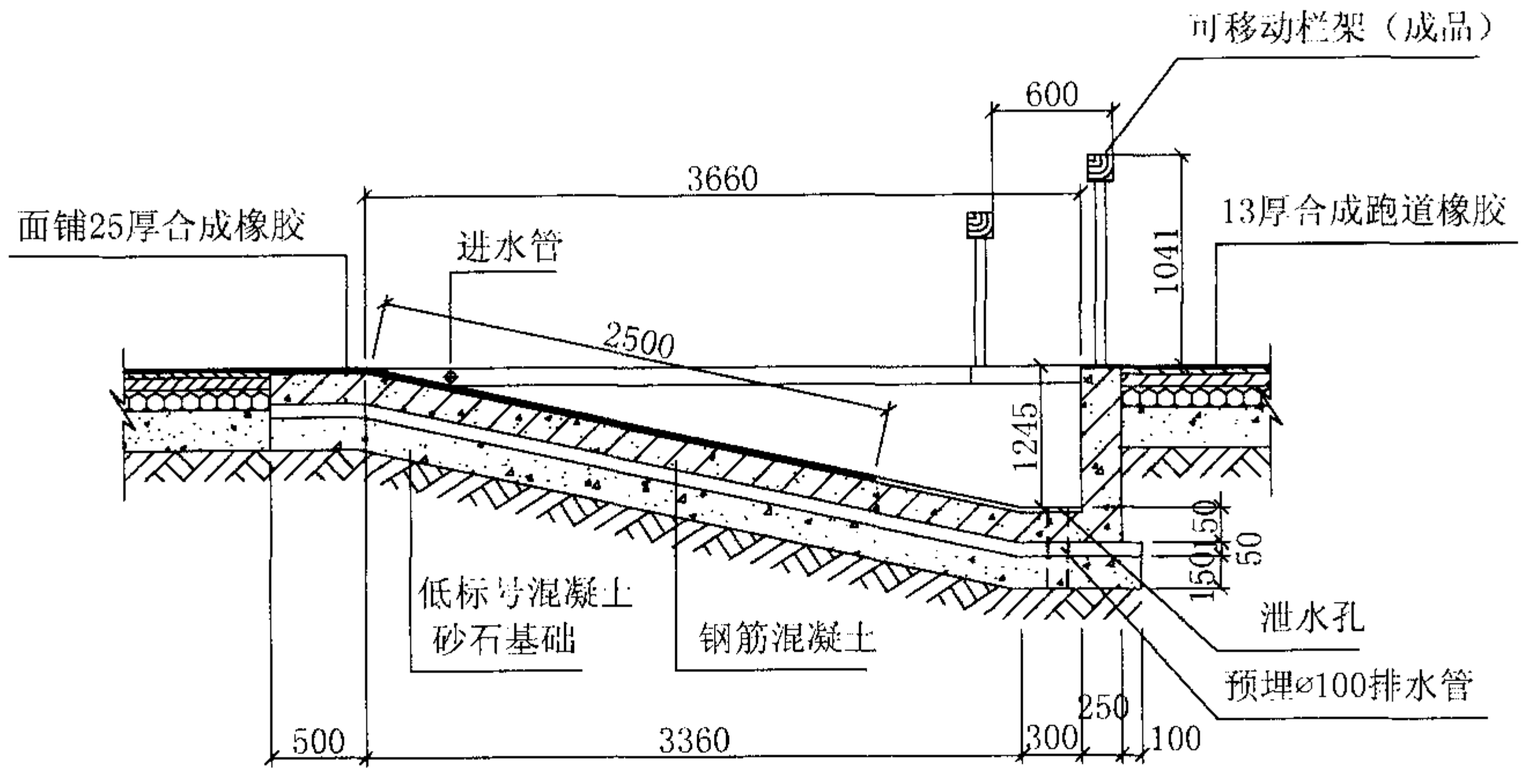
图 12.2.2－8　沙坑及起跳板排水管及沙坑渗水层示意图

②障碍跑水池排水做法见图 12.2.2－9。

③撑杆跳高插斗排水口应避开运动员撑杆位置，宜做侧向排水。场地排水做法见图 12.2.2－10。

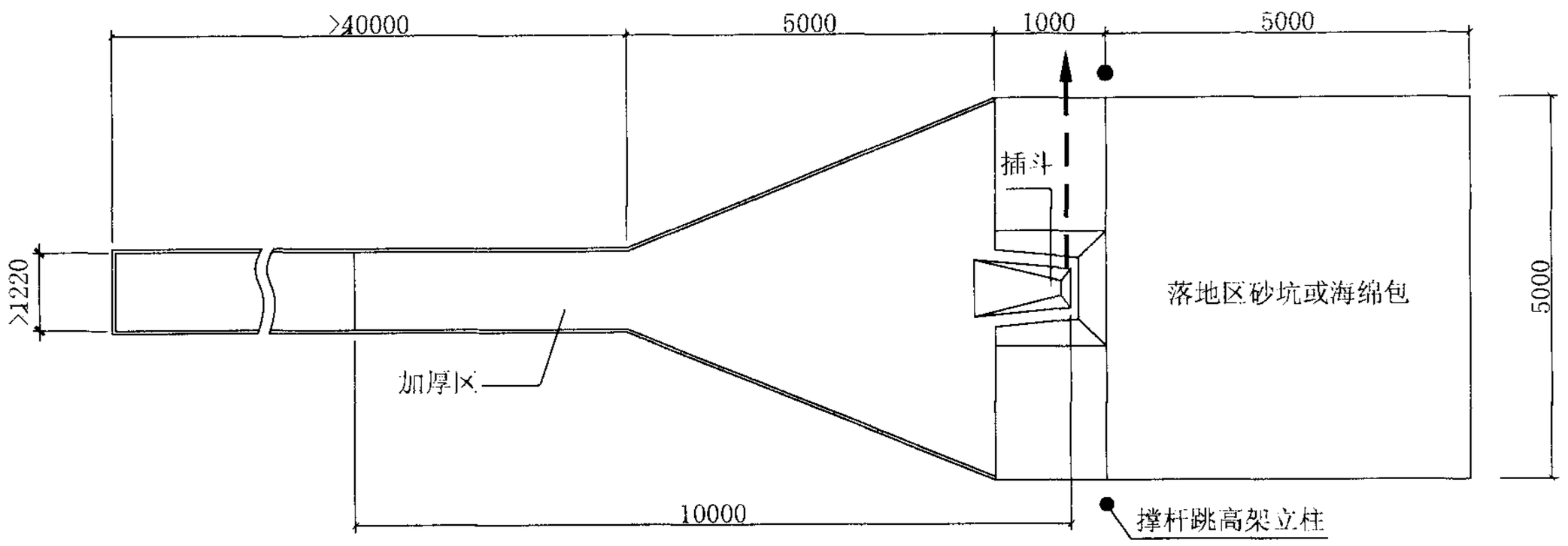


障碍跑跳跃水池平面

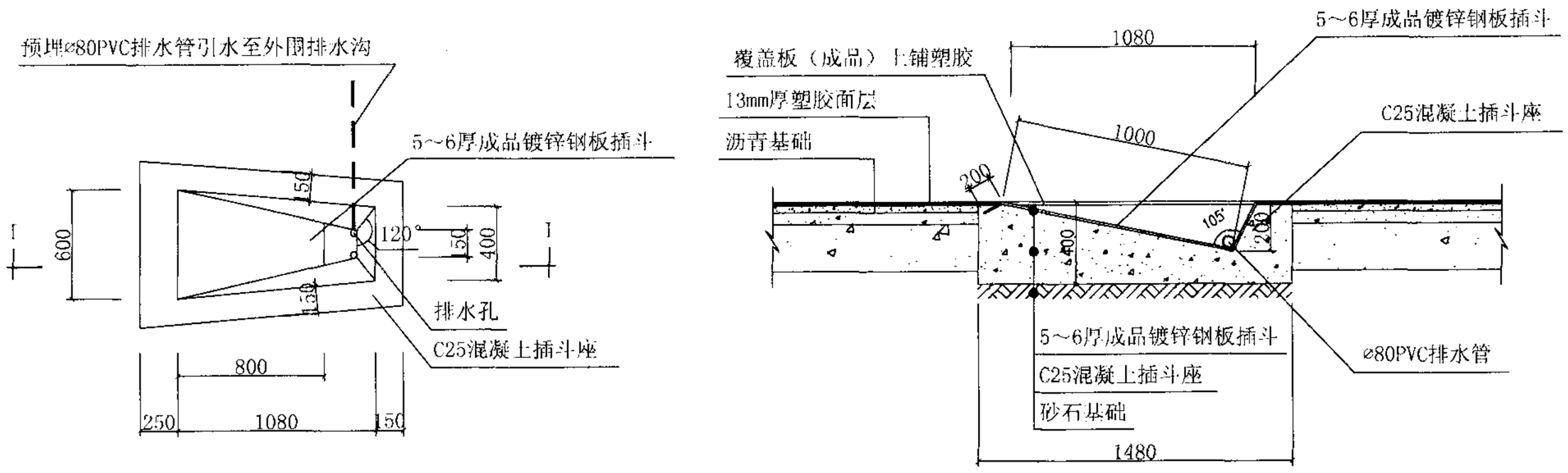


Ⅰ－Ⅰ剖面

图 12.2.2－9　障碍跑水池给排水管示意图



撑杆跳高平面图



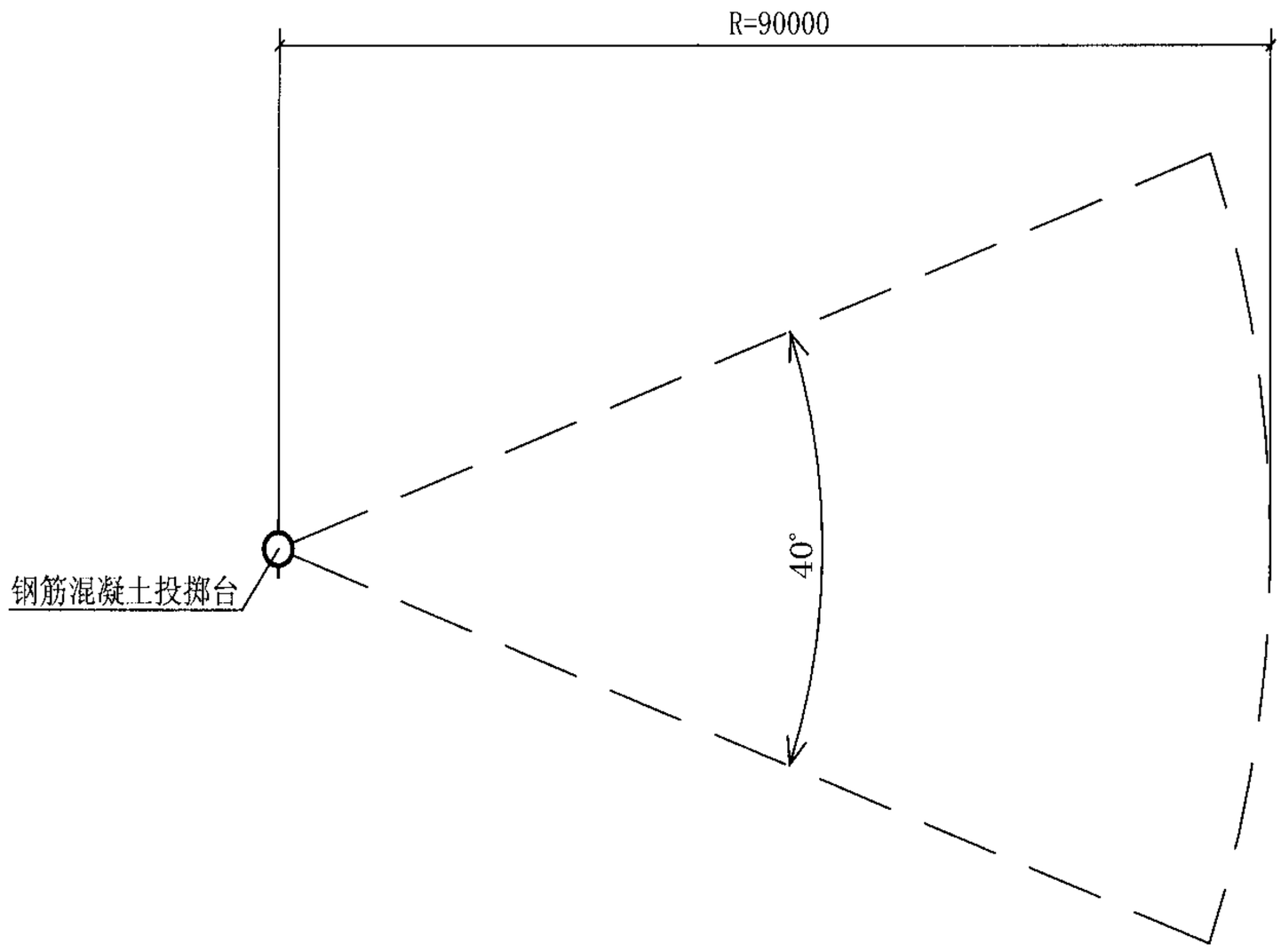
撑杆跳高插斗平面　　Ⅰ－Ⅰ插斗剖面

图 12.2.2－10　撑杆跳高场地泄水管示意图

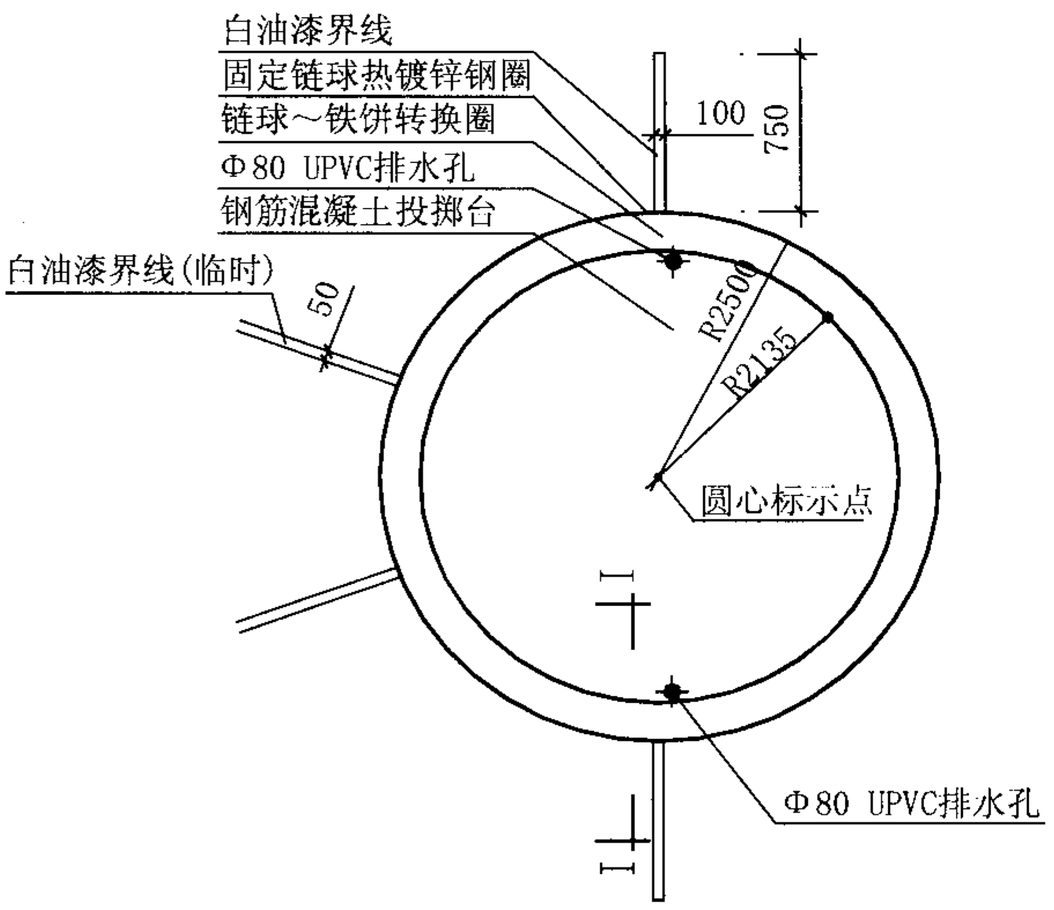
④铅球、铁饼、链球场地排水做法见图 12.2.2－11。

⑤田赛场地泄水管管径应大于等于 DN80，泄水管以 5‰的坡度就近排入内侧环形排水沟。

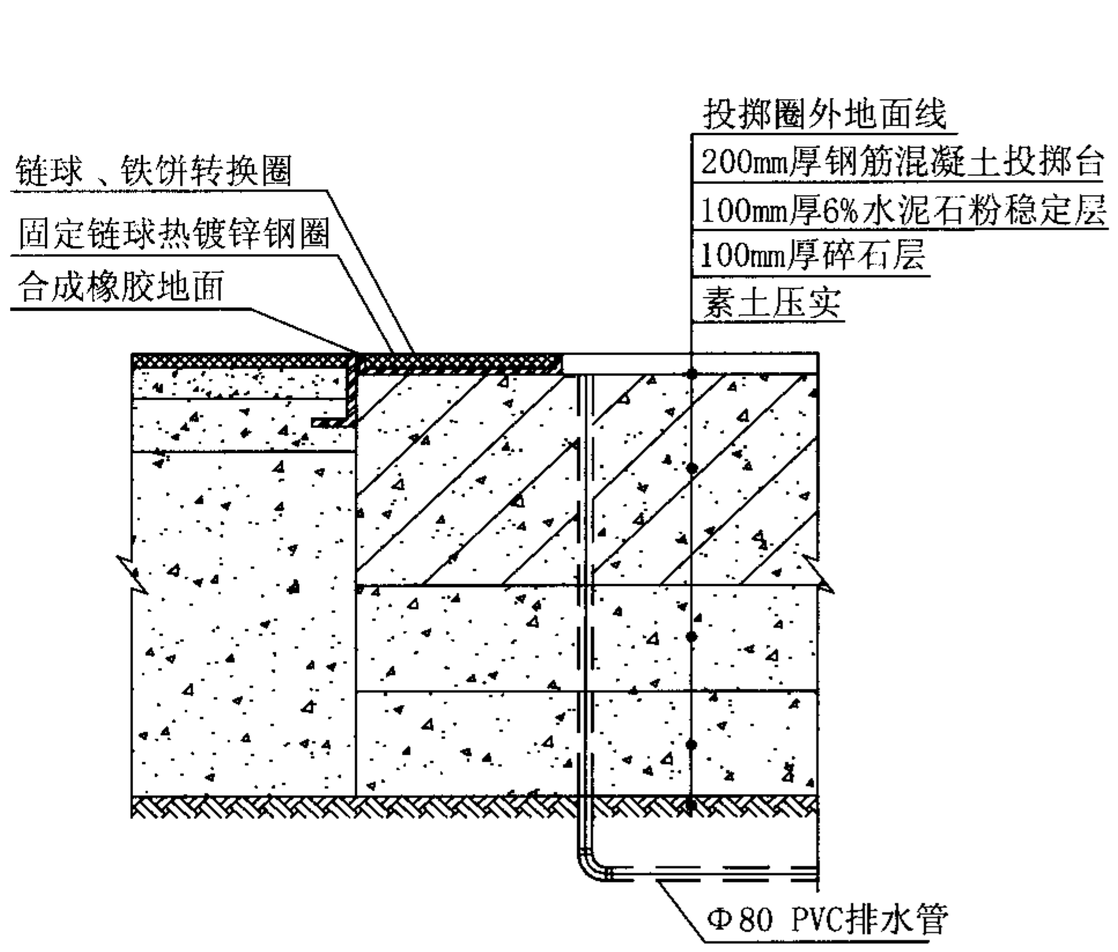
⑥田赛场地局部设施排水标高要和场地排水系统标高相协调，环形排水沟的深度应满足局部设施排水管埋深要求。



铅球、铁饼、链球场地平面



投掷台平面



Ⅰ－Ⅰ投掷台剖面

图 12.2.2－11　铅球、铁饼、链球场地排水示意图

6）附属构筑物

①进水口：一般设在内侧环形排水沟盖板上，采用20mm宽的环形缝，见图12.2.2－12。当场地设有跑道牙时，在牙上每隔10m设过水孔或格栅孔。

②雨水口：对于排水要求不高的足球场、训练场，地面径流基本上采用雨水口截流。内圈雨水口一般布置在跑道内侧和足球场边之间，足球场守门栏两侧应设置，数量应通过计算确定。雨水口间距一般为15～20m。雨水口铸铁盖上应铺塑胶垫，垫面应与附近地面平。

③暗井：当内圈采用雨水管道排水时，盲沟与盲沟、盲沟与管道、泄水管与管道交接处均需设暗井，暗井不考虑工作室。盲沟接入管道的交角应大于等于90°，否侧应有落差。

④检查井：考虑养护、维修及观察的需要，在不影响比赛前提下，场地内允许设置个别的检查井。井盖上需铺与附近地面齐平的塑胶垫，保持场区美观。

⑤沉泥井：管道最后一个井应设计为沉泥井，井底比管底低0.5m，便于清掏泥砂。

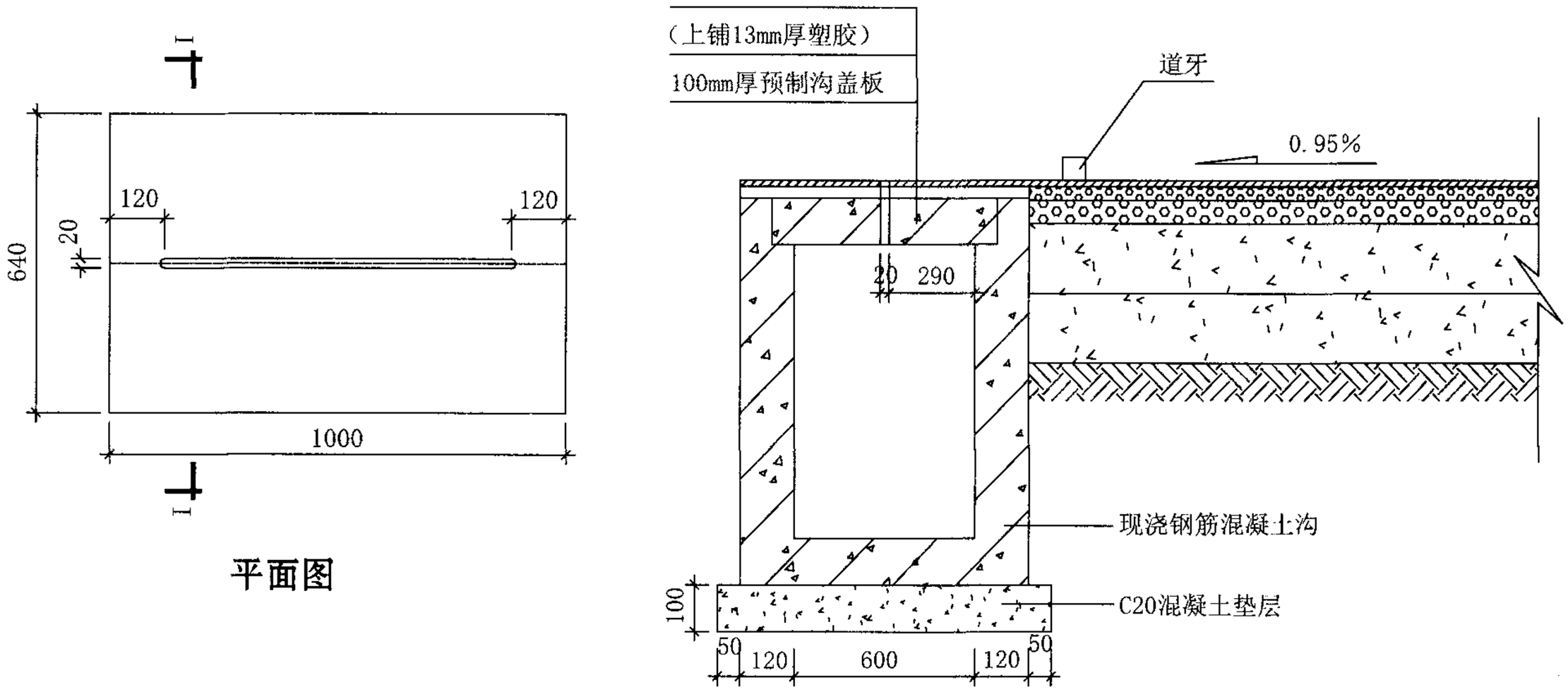


图 12.2.2－12　预制钢筋混凝土盖板进水口示意图

3　其他比赛场地排水

1）室外网球场。

①室外网球场一般采用径流排水方式，三合土类及全天候（透水）型场地也可采用排渗结合排水方式。

②一般沿档网设置排水沟，沟大小应根据当地降雨量及网球场的块数决定，沟上应有雨水箅。

③场地应有 2‰～5‰的地面倾斜度，斜度应坡向明沟。

④不同类型场地排水沟断面、平面布置见图 12.2.2－13～图 12.2.2－16。

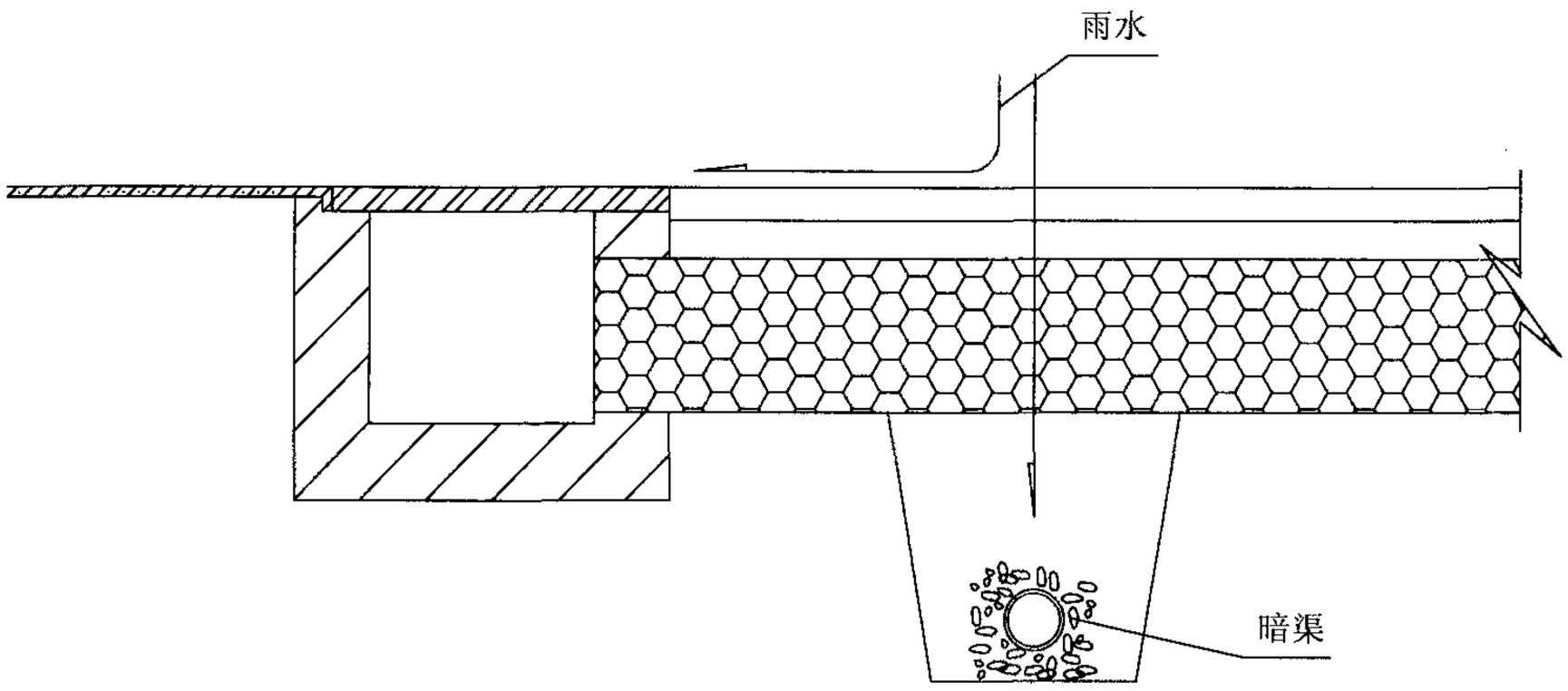


图 12.2.2－13　三合土类场地排水断面示意图

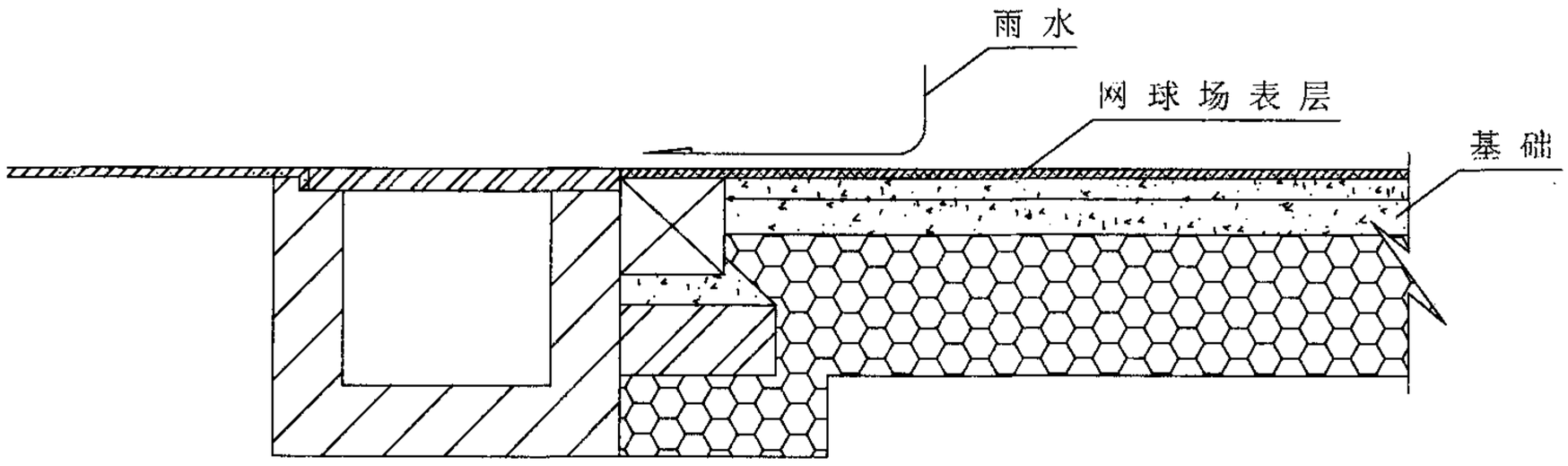


图 12.2.2－14　全天候（非渗水）场地排水断面示意图

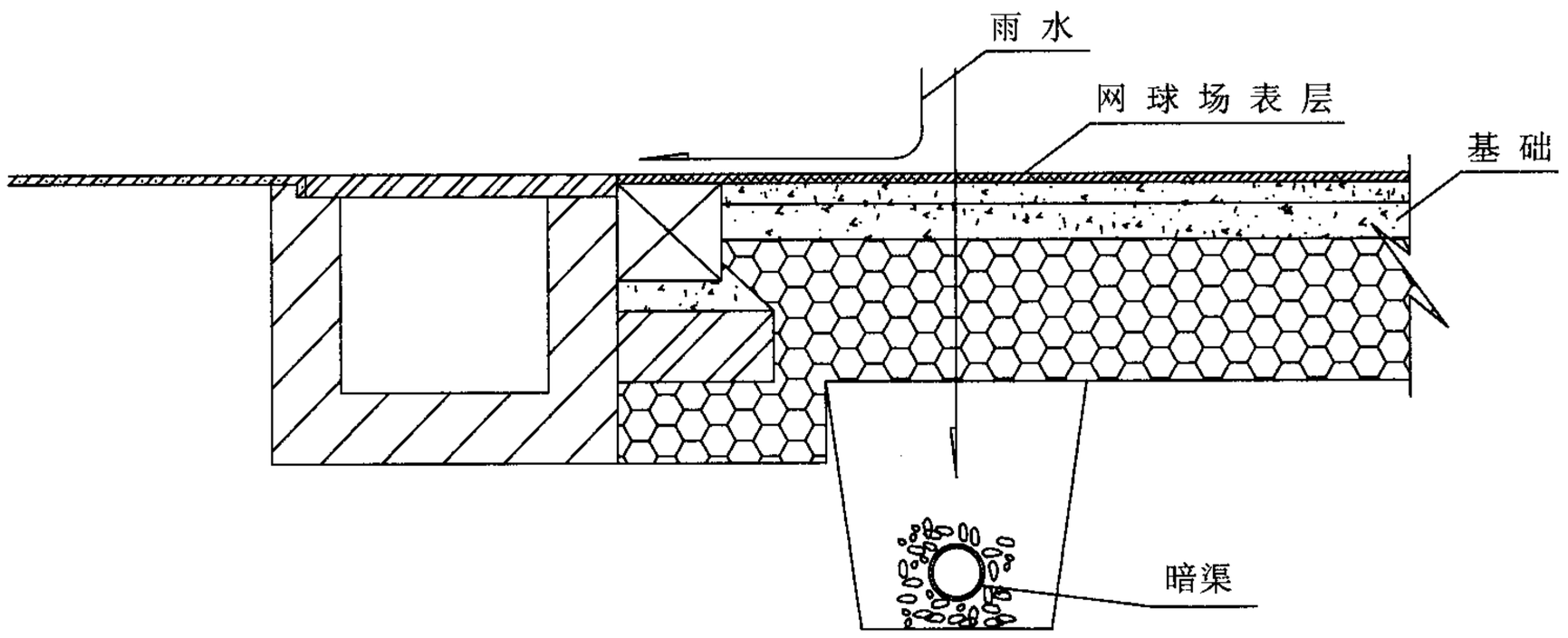


图 12.2.2－15　全天候（渗水）场地排水断面示意图

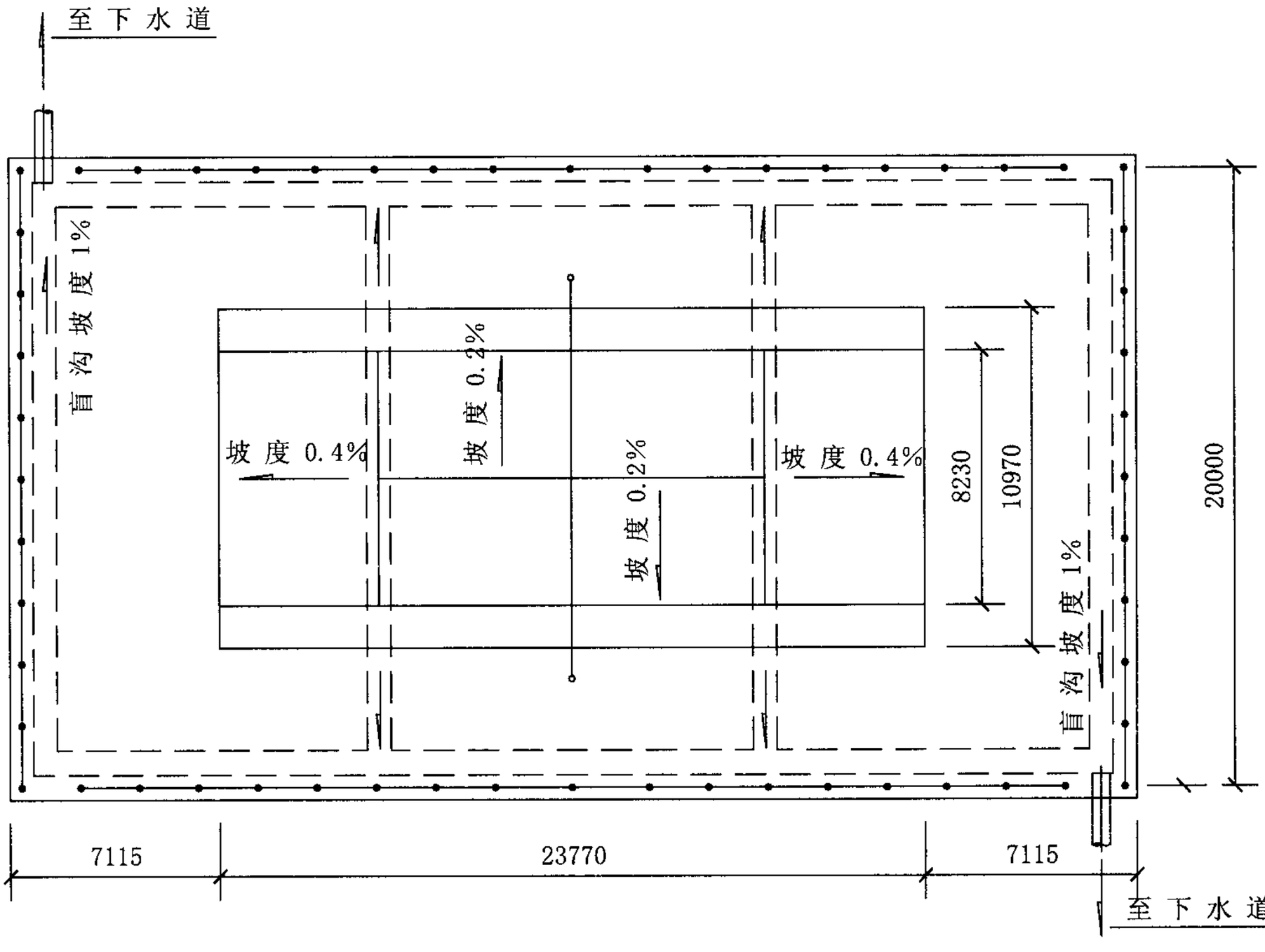


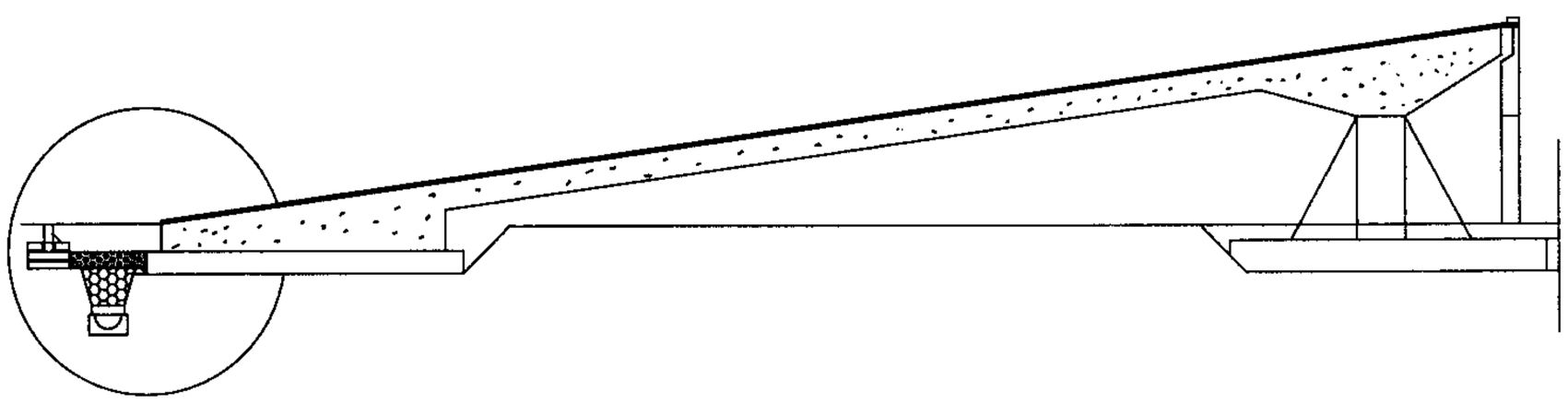
图 12.2.2－16　室外网球场平面及场地构造示意图

⑤当场地采用排渗结合排水方式时，盲沟做法参见足球场盲沟。

2）自行车赛道一般在内侧设排水暗沟排水，做法见图 12.2.2－17。

3）人造冰场

人造冰场排水主要考虑化冰时排水，在冰场两侧应设倒冰口和排水沟，倒冰口内应设有喷水口。倒冰口、排水沟做法见图 12.2.2－18。



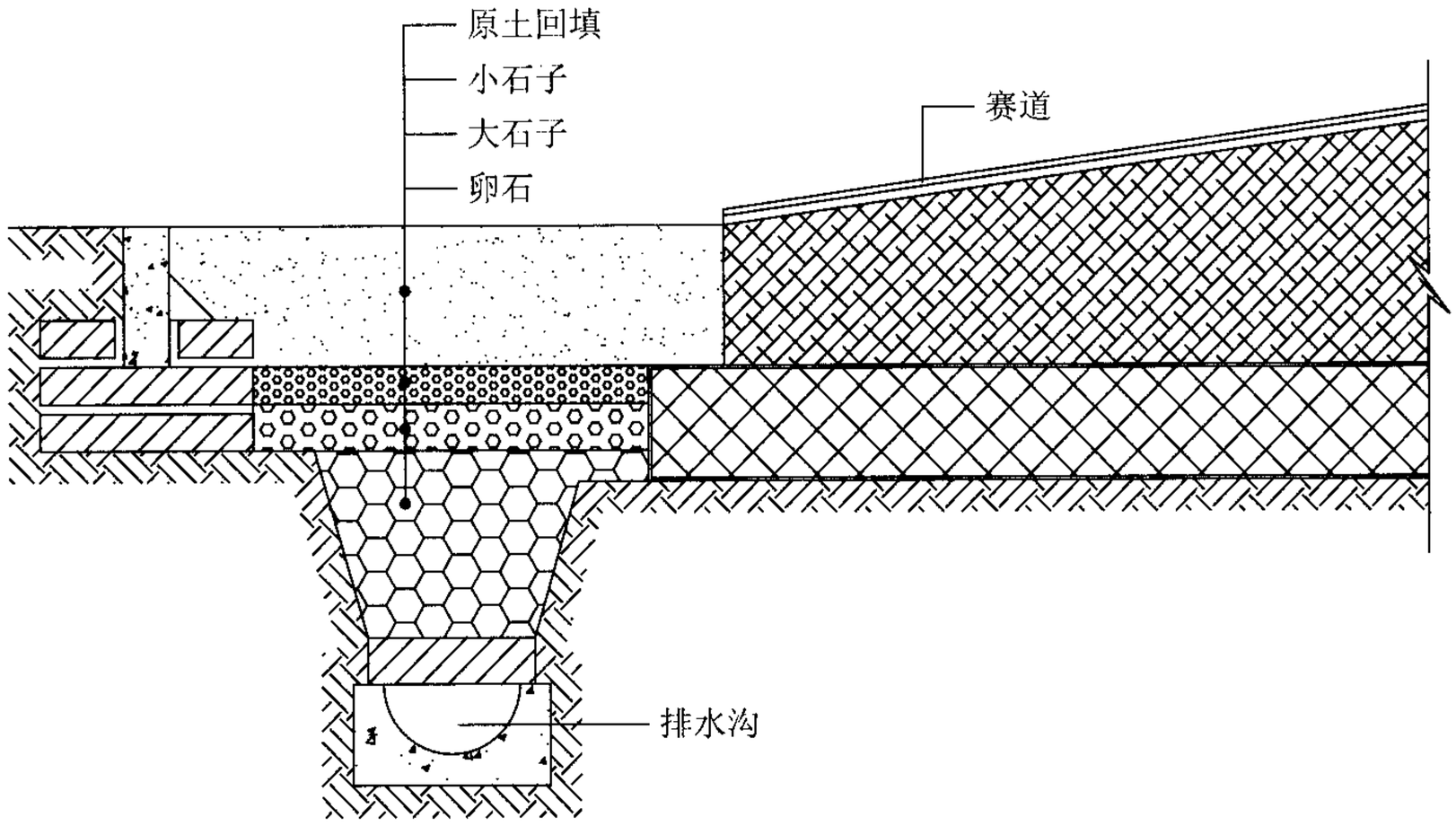
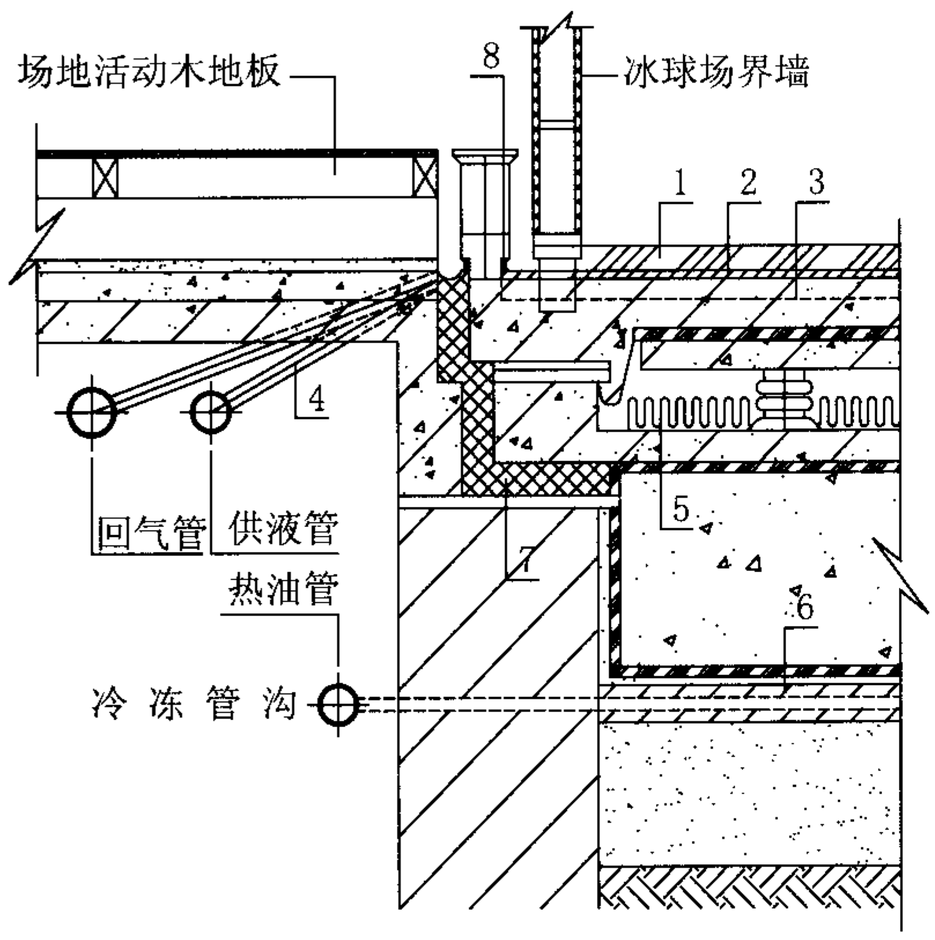
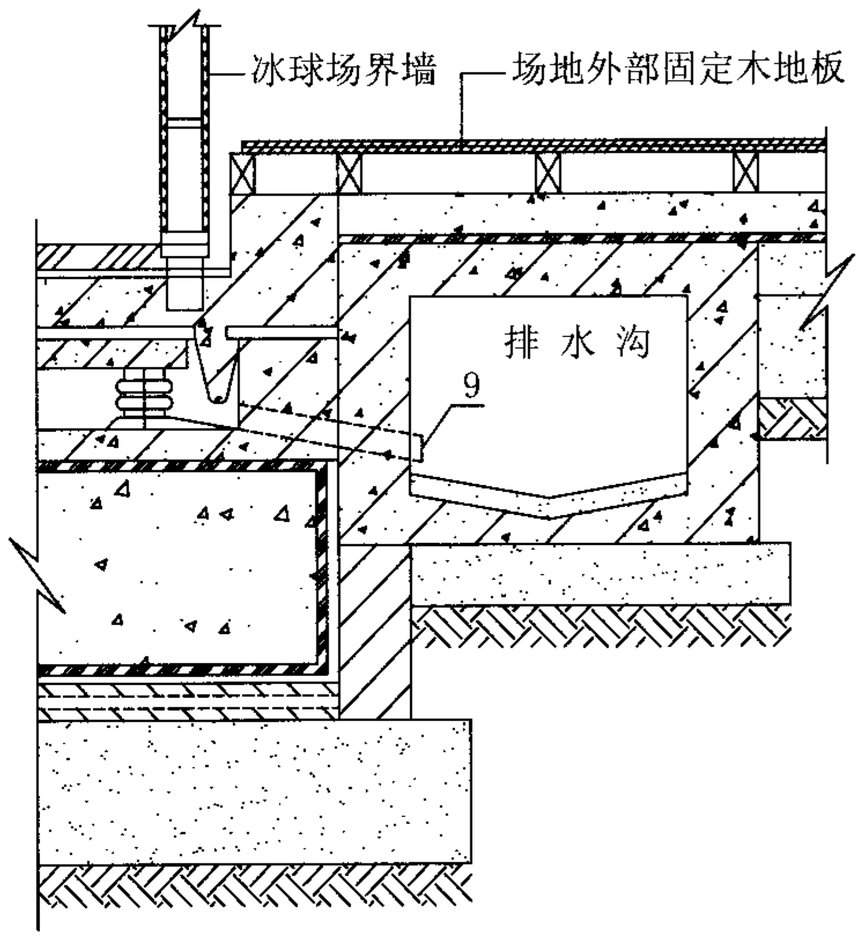


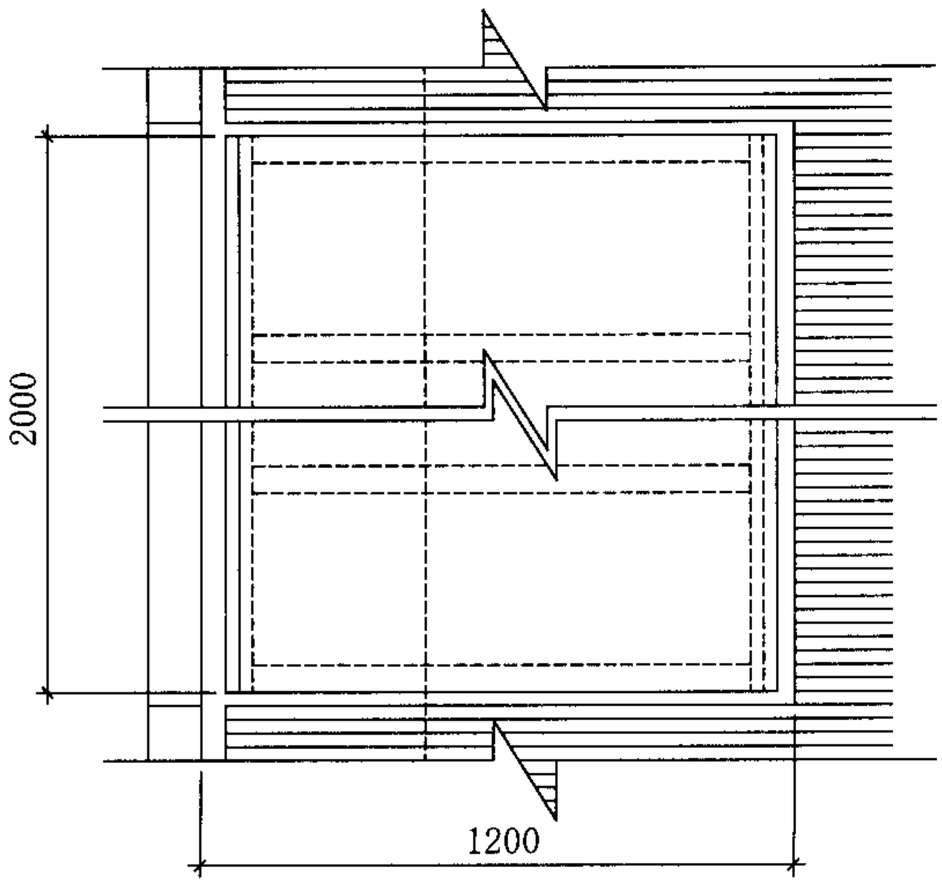
图 12.2.2－17　自行车赛道排水断面示意图



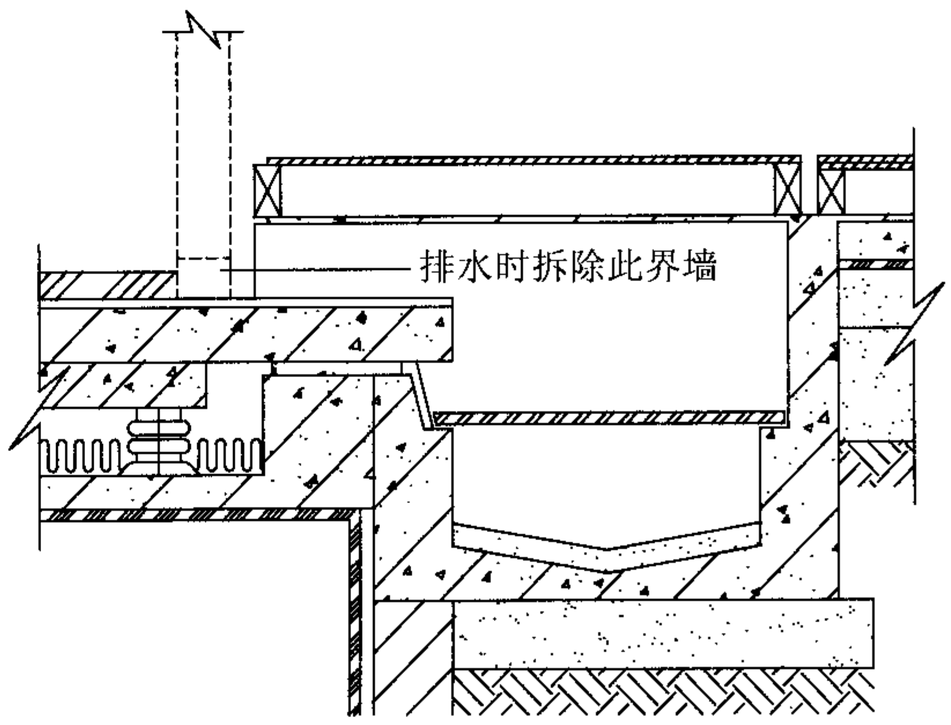
端线界墙处剖面



边线界墙处剖面



倒冰口平面



倒冰口示意图

图 12.2.2－18　界墙与倒冰口、排水沟示意图

1－30～40mm 厚冰层；2－20mm 厚钢丝网水磨石；3－130mm 厚防冻混凝土；4－冷冻排管；5－50mm 厚矿渣棉保温；6－基础防冻加温管；7－50mm 厚绝缘层；8－挡水橡皮条；9－架空通气层

4 屋面、看台雨篷雨水排水系统

1）屋面、看台雨篷雨水应通过独立的排水管系排至室外雨水管。在缺水地区，宜根据降雨情况采取雨水收集回用的措施。

2）对于汇水面积大、结构跨度大或屋面结构形式特殊（如膜结构）的大型场馆屋面雨水系统，宜采用满管压力流排水系统。

3）屋面雨水排水系统应设置雨水斗，重力流排水系统应采用重力流排水型雨水斗，满管压力流排水系统应采用压力流排水型雨水斗。

4）屋面雨水排水系统应设置溢流设施，可采用溢流管道、溢流口等方式。

5）雨水管布置，应将雨水以最短距离排至室外。

6）埋地管道起始检查井的起始管段管径不得小于200mm。

7）立管在地面以上1m处及长度大于15m的悬吊管、埋地管应设置检查口或清扫口，检查（清扫）口间距不得大于20m，设置位置应便于清通。

8）当采用重力流屋面雨水排水管系时，悬吊管应按非满流设计，其充满度不宜大于0.8，管内流速不宜小于0.75m/s。埋地管按满流设计，管内流速不宜小于0.75m/s。

9）当采用满管压力流屋面雨水排水管系时，其排水管道应符合现行《建筑给水排水设计规范》GB 50015中的有关规定。

10）连接满管压力流屋面雨水排水出户管的检查井，宜采用密闭承压井，如钢筋混凝土井。

11）雨量及管道水力计算、雨水斗选择和布置、管道敷设和连接详见第5章。

5 雨水利用

1）年均降雨量大于400mm的地区，宜收集场馆屋面和看台雨篷的雨水，用于场地浇洒等。

2）当场地、跑道、绿化、道路浇洒等用水采用屋面和看台雨篷的雨水作为水源时，水质应符合国家现行标准《城市污水再生利用　城市杂用水水质》GB/T 18920的要求

3）收集的雨水应进行处理后利用，处理工艺流程应根据收集雨水的水质和浇洒水质要求等因素，经技术经济比较后确定，相关技术措施详见第5章。

4）雨水收集利用规模，应满足体育场馆建设用地内排雨水量不大于建设前的水平或规定的值，一般设计重现期不小于1年，可按2年确定。雨水弃流池、雨水贮存池等规模计算详见第5章。

5）雨水利用的加压设备、贮存装置、输送管道、用水器具等均应采用明显的标志标识。其管道不得与饮用水管道相连接，应采取严格的防止误饮、误用的措施。

12.2.3 设计计算

1 生活排水计算

1）体育场馆生活排水定额和小时变化系数与其生活给水定额和小时变化系数相同，应按表12.1.1－1确定。

2）生活排水设计秒流量，应按下式计算：

$$q_p = \sum q_o n_o b \qquad (12.2.3-1)$$

式中 q_p——计算管段排水设计秒流量（L/s）；

q_o——同类型的一个卫生器具排水流量（L/s）；

n_o——同类型卫生器具数；

b——卫生器具同时排水百分数，按表2.4.10－1采用。冲洗水箱大便器的同时排水百分数应按12%计算。

注：当计算排水流量小于一个大便器排水流量时，应按一个大便器的排水流量计算。

3）生活排水管道水力计算详见第4.4节。

2 场地排水计算

1）场地径流雨水设计流量，应按下式计算：

$$q_j = \frac{\psi q F}{100} \tag{12.2.3-2}$$

式中 q_j ——场地径流雨水设计流量（L/s）；

ψ ——场地径流系数，按表 12.2.1-6 选用；

q ——设计降雨强度［L/（s·100m²）］，设计重现期按表 12.2.1-5 选用，重要场地的降雨历时不大于 10min；

F ——场地汇水面积（m²）。

2）足球场草坪渗流雨水设计流量，应按下式计算：

$$q_s = \frac{\alpha_s q F_1}{100} \tag{12.2.3-3}$$

式中 q_s ——草坪渗流雨水设计流量（L/s）；

α_s ——草坪渗流系数，取 0.75；

F_1 ——草坪面积（m²）。

3）盲沟排水管排水量，应按下式计算：

$$q_{my} = K_s q_s \tag{12.2.3-4}$$

式中 q_{my} ——盲沟排水管排水量（L/s）；

K_s ——考虑草坪垫层下面土壤渗水影响的系数，混凝土垫层取 1.0，土及其他渗水材料垫层取 0.8～0.9。

4）盲沟排水管的数量，应按下式计算：

$$N = \frac{q_{my}}{q_m} \tag{12.2.3-5}$$

式中 N ——盲沟排水管根数；

q_m ——每根盲沟排水管排水负荷（L/s），按式（12.2.3-6）计算。

5）盲沟排水管水力计算：

①盲沟排水管的排水负荷采用非满管重力流计算方式，计算公式为：

$$q_m = vA \tag{12.2.3-6}$$

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \tag{12.2.3-7}$$

式中 q_m ——盲沟排水管的排水负荷（m³/s）；

v ——排水流速（m/s）；

A ——水流断面（m²）；

R ——水力半径（m）；

I ——盲沟排水管的坡度；

n ——粗糙系数，铸铁管为 0.013；塑料管为 0.009；钢管为 0.012；混凝土管、钢筋混凝土管为 0.013～0.014。

②盲沟排水管的坡度与足球场的坡度一致，一般为 0.005。

③盲沟排水管的设计充满度（h/D）小于等于 0.6。

④盲沟排水管公称直径不宜大于 150mm。

⑤常用的塑料盲沟排水管的排水负荷（q_m）按表 12.2.3 选用。

⑥如采用成品全透型软式排水管时，应由专业生产厂家提供具体设计数据。

6）环形排水沟水力计算：

①环形排水沟按明渠均匀流设计。

②环形排水沟宽度不小于 0.4m，不大于 0.6m，坡度一般为 0.002～0.003，流速不小于 0.4m/s。

表 12.2.3 塑料盲沟排水管的排水负荷（q_m）

坡度（I）	充满度（h/D）0.5		充满度（h/D）0.6	
	dn110		dn160	
	q_m（L/s）	v（m/s）	q_m（L/s）	v（m/s）
0.004	2.59	0.61	9.68	0.85
0.0045	2.75	0.65	10.27	0.90
0.005	2.90	0.69	10.82	0.95

12.2.4 管材和设备

1 室内排水管应采用建筑塑料排水管及管配件，或采用柔性接口机制排水铸铁管及管配件。

2 屋面雨水排水管宜采用承压塑料管、钢塑复合管或金属管。用于满管压力流排水的塑料管，其管材抗环变形外压力应大于 0.15MPa。

3 室外排水管宜采用埋地塑料排水管、混凝土管或钢筋混凝土管。室外生活排水检查井应优先采用塑料排水检查井。

4 雨水利用管道应选用耐腐蚀、安装连接方便的管材，一般可选用给水塑料管、复合管或其他给水管材，不得采用非镀锌钢管。

5 盲沟排水管宜采用塑料排水管，其进水孔应满足下列要求：

1）进水孔应沿管道上部 1/2 ~ 1/3 圆周布置。dn110 管的开孔面积大于等于 100cm^2/m，dn160 管的开孔面积大于等于 200cm^2/m。

2）进水孔为圆孔时，其孔径一般为 20 ~ 30mm。呈梅花状布置，孔净距宜为孔径的 2 ~ 2.5 倍。

3）进水孔为条孔时，其宽度一般为 20mm，长为宽的 3 ~ 5 倍，条孔间纵向间距为 100 ~ 200mm，环向间距为 20mm。

6 内侧环形排水沟上的进水口宜采用成品铸钢、玻璃钢或预制混凝土板，其表面应贴与周围地面颜色相同的塑胶。

7 环形排水沟一般采用钢筋混凝土现捣或砖砌，内壁用防水砂浆抹面。

12.3 热　　水

12.3.1 设计计算

1 淋浴器设置标准：体育场（馆）淋浴器设置数量参见表 12.2.1 -3 和表 12.2.1 -4 选用。

2 设计小时耗热量计算方式如下：

$$Q_h = \sum q_h \ (t_r - t_l) \ \rho_r n_0 b C \qquad (12.3.1)$$

式中 Q_h ——设计小时耗热量（kJ/h）；

q_h ——卫生器具的热水小时用水定额（L/h）；

C ——水的比热，C = 4.187［kJ/（kg · ℃）］；

t_r ——热水温度（℃）；

t_l ——冷水温度（℃）；

ρ_r ——热水密度（kg/L）；

n_0 ——同类型卫生器具数；

b ——卫生器具同时使用百分数。

体育场（馆）的耗热量一般按淋浴器和洗脸盆的设置数量 100% 计算，非赛事时有经营功能的体育场（馆）的耗热量应根据建筑功能进行复核。

12.3.2 系统设计要点

1 供水范围

1）运动员、裁判员和部分工作人员的淋浴。

2）非竞赛期间其他需用热水的房间及部位。

2 热源

1）热源可根据当地供热情况选择。如当地城市能保证全年热网供应，则尽可能利用热网的蒸汽或高温热水。

2）体育场（馆）内自建燃油、燃气锅炉或热水机组。

3）小型体育场（馆）也可采用电或太阳能。当环境条件、用水条件、场地条件等基础资料均能满足要求时，优先考虑采用太阳能生活热水系统，当采用太阳能热水系统时，应考虑非赛事季节的防晒措施。

4）具有可再生低温能源的地区可采用热泵热水供应系统。

3 系统选择

1）中型以上综合体育场的运动员、裁判员的卫生间宜采用集中热水供应系统，定时供应。

2）小型体育场可采用分散的局部加热系统。

3）系统设计应满足赛时和平时使用要求，设备管道按最不利工况设计。

4 加热设备的选择

加热设备应根据使用特点、水质情况、加热方式、耗热量、热源、维护管理等因素确定。一般可选用节能、传热效果好的容积式、半容积式、半即热式、快速式水加热器等。当选用容积式水加热器时，设计小时供热量按现行规范计算，贮热量不小于 45min 设计小时耗热量。加热器的出口最高水温在 60℃，配水点最低水温为 50℃。加热设备的选择应能满足有赛事时和非赛事时需求。

5 管道布置和敷设

管道布置可根据冷水供水系统选择相应的热水管道布置形式。如冷水采用市政管网直接供水，热水可采用闭式系统，管道布置为下行上给式，利用最高配水点放气。如冷水采用水池→水泵→水箱联合供水系统，热水可采用开式系统，管道布置为上行下给式，配水干管的最高点应设排气装置。热水管道敷设：浴室热水管应布置成环状。一般采用机械循环，并应有以下措施：

1）热水管道应根据选用的管材计算伸缩量，当不能自然补偿时应设置伸缩节。

2）热水横管应有不小于 0.003 的坡度，坡向应考虑便于放水和排出管道内的气体。

3）热水管道穿墙及楼板均应加设套管，套管管径比设计管径大两档，并高出地坪 50mm，套管与管道之间用难燃材料填实。

4）热水管应设固定支架和活动导向支架。

6 保温

热水供水管、回水管、加热设备等均应有保温措施，以减少系统的热损失。

7 饮水供应

运动员和工作人员活动区应供应开水，标准为 2L/（人·d）。

一般采用不锈钢电开水炉。炉上应装设温度计和水位计，炉上的溢流管和放水管不得与排水管道直接连接。

12.3.3 管材和设备

1 管材

热水管道应选用耐腐蚀和安装连接方便可靠的管材，可选用薄壁铜管、薄壁不锈钢管、塑料热水管、塑料和金属复合热水管等。

2 保温材料

热水供水管、热水回水管、热水透气管、热交换器在选用保温材料时，应选择导热系数小、性能好、重量轻、无腐蚀、施工方便的材料。常用的保温材料有超细玻璃棉、膨胀珍珠岩、发泡橡塑等制品。

12.4 消　　防

12.4.1 消防用水量

1 体育馆室内外消火栓系统用水量不应小于表 12.4.1 的规定。

表 12.4.1 体育馆消火栓系统用水量

座位数（个）	消火栓用水量（L/s）		每根竖管最小流量（L/s）	每支水枪最小流量（L/s）	同时使用水枪数量（支）
	室外	室内			
1200 < n≤5000	(20)	15	10	5	3
5000 < n≤10000	(30)	20	15	5	4
n > 10000	(30)	30	15	5	6

注：括号内数字为参考数。

2 自动喷水灭火系统用水量应按现行《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的有关规定确定。

3 水喷雾灭火系统用水量应按现行《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219 的有关规定确定。

4 泡沫灭火系统用水量应按现行《低倍数泡沫灭火系统设计规范》GB 50151、《高倍数、中倍数泡沫灭火系统设计规范》GB 50196 的有关规定确定。

5 消防炮灭火系统用水量应按现行《固定消防炮灭火系统设计规范》GB 50338、《自动消防炮灭火系统技术规程》CECS 245 的有关规定确定。

6 大空间智能型主动喷水灭火系统用水量应按现行《大空间智能型主动喷水灭火系统技术规程》CECS 263 的有关规定确定。

7 体育场（馆）的消防总用水量应按室内、室外消防用水量之和计算。当室内设有室内消火栓系统、自动喷水灭火系统、水喷雾等灭火系统、泡沫灭火系统、消防炮灭火系统或大空间智能型主动喷水灭火系统时，其室内消防用水量应按需要同时开启的上述系统用水量之和计算。

8 赛后有其他用途的体育场（馆）消防用水量，应按赛时和赛后分别计算，取其大值。

12.4.2 系统设计要点

1 消火栓系统

1） 超过 1200 个座位的体育馆和体育场的室内空间应设室内消火栓给水系统。消火栓宜设在门厅、休息厅、观众厅的主要入口及靠近楼梯的明显位置。

2） 赛后有其他用途的体育场（馆），室内消火栓设置应满足平时使用要求。

3） 体积大于 25000m^3 的体育馆和净空高度大于 8m 的场所，水枪的充实水柱不应小于 13m。其他场所，水枪的充实水柱不应小于 10m。

4） 体育馆和体育场的室内空间应设消防软管卷盘。其布置应保证一股水流能到达室内地面任何部位，设置的间距不宜大于 50m。消防软管卷盘可与室内消火栓给水管道连接，也可与生活给水管道连接。

5） 座位超过 10000 个的体育场，在比赛场地与看台间的防护（交通）沟内宜设室内消火栓。

6） 室外消火栓应按《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定设置。在大型体育场的比赛场地入口处，应设室外消火栓，供消防车进入中心场地对看台和进入场地内的各种设备及车辆进行保护。

2 自动喷水灭火系统

1） 超过 3000 个座位的体育馆（游泳馆除外）和超过 5000 人的体育场的室内观众厅、贵宾室、器材室、运动员休息室、办公室和走道等部位应设置闭式自动喷水灭火系统，按中危险Ⅰ级设计。

2） 赛后有其他用途的房间，应按平时使用功能确定设置自动喷水灭火系统。

3）在需要设置自动喷水灭火系统的体育场（馆）中，室内最大净空高度大于 12m 的场所，可采用大空间智能型主动喷水灭火系统或消防炮灭火系统。

3 室内消防给水系统宜与生活给水系统分开设置。

4 室内消火栓给水系统与自动喷水灭火系统的管网应分开。如有困难可合用消防泵，但管网应在自动喷水灭火系统的报警阀前分开。

5 体育场（馆）应配置灭火器。灭火器配置的类型和数量应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的规定。

6 体育场（馆）的灯控室、声控室、配电室、发电机房、通讯主机房、电视转播机房、贵重设备室等不宜用水扑救的部位，可用气体、水喷雾、泡沫灭火系统。

7 大型体育场首层环形通道可按照避难走道防火设计的规定，设置室内消火栓和自动喷水灭火系统。

8 消火栓、自动喷水、水喷雾、大空间智能型主动喷水、消防炮、泡沫和气体灭火系统设计应符合现行的国家标准、规范的规定。各灭火系统设计技术措施详见第 7 章。

13 游泳池和水上游乐池

13.1 池水特征

13.1.1 原水水质应符合下列规定：

1 游泳池应尽量采用城市给水管网的自来水作为游泳池的初次充水、重新换水和正常使用过程中补充水的水源。

2 游泳池直接采用地下水（含地热水）、泉水或河水、水库水作为游泳池的初次充水、重新换水和正常使用过程中补充水的水源，而且达不到《生活饮用水水质标准》GB 5749 的要求时，应进行净化处理以达到该标准的规定要求。

13.1.2 池水水质应根据下列规定选用：

1 游泳池的水质应符合《游泳池水质标准》CJ 244－2007 的规定。

2 游泳池水水质检验项目和限值，应符合《游泳池水质标准》CJ 244－2007 的规定，详见附录 L。

3 举办重要国际竞赛，如奥林匹克运动会、世界锦标赛、世界大学生运动会和亚运会等游泳竞赛用游泳池的池水水质，应符合国际游泳联合会（FINA）的相关要求。

4 有特殊要求的游泳池，如温泉、医疗用、康复用及海水等游泳池的池水水质，应符合该类游泳池专业工艺设计的要求。

13.1.3 池水温度应根据下列规定选用：

1 室内游泳池的池水温度，应根据其用途和类型，按表 13.1.3－1 选用。

表 13.1.3－1 游泳池的池水设计温度

序号	游泳池的用途及类型		池水设计温度（℃）	备注
1	竞赛类	竞赛游泳池	25～27	
		花样游泳池		
		水球池		
		跳水池	27～28	
2	专用类	教学池	25～27	
		训练池		
		热身池		
		冷水池	≤16	室内冬泳池
		社团池	27～28	
3	公共游泳池	成人池	27～28	
		儿童池	28～29	
		残疾人池	29～30	

续表 13.1.3－1

序号	游泳池的用途及类型		池水设计温度（℃）	备注
4	水上游乐池	成人戏水池	27～28	
		幼儿戏水池	29～30	
		造浪池	27～28	
		环流河		
		滑道跌落池		
		放松池	36～38	与跳水池配套
5	多用途池		25～28	
6	多功能池		25～28	

2 露天游泳池的池水温度，宜符合表 13.1.3－2 的规定。

表 13.1.3－2 露天游泳池的池水设计温度

序号	类　　型	池水设计温度（℃）
1	有加热装置	26～28
2	无加热装置	≥23

13.1.4 游泳池充水及补水应根据下列要求确定：

1 游泳池初次充满水所需要的时间应根据游泳池的使用性质、池子规模、充水量和城市给水条件或水源条件等因素，一般可按下列规定确定：

1）游泳用游泳池一般不宜超过 48h；

2）休闲用游泳池不宜超过 72h；

3）水上游乐池类型较多，水池容积大，为不影响城市供水，可采取单个池子逐个充水的方式进行充水，充水持续时间可延长至 100h。

2 游泳池运行过程中每日需要补充的水量，应根据池水的表面蒸发、池子排污、游泳者带出池外和过滤设备反冲洗（如用池水冲洗时）等所损耗的水量确定，当资料不完备时，宜按表 13.1.4 确定：

表 13.1.4 游泳池每日的补充水量

序号	游泳池类型	游泳池环境	补水量（占游泳池水容积的百分数）（%）
1	竞赛类游泳池 专用类游泳池	室内	3～5
		室外	5～10
2	公共类游泳池 休闲类游泳池	室内	5～10
		室外	10～15
3	儿童游泳池 幼儿戏水池	室内	不小于 15
		室外	不小于 20
4	私人游泳池	室内	3
		室外	5
5	放松池	室内	3～5

注：1 室内游泳池、休闲池、水上游乐池等池的新鲜水的最小补水量，也可按一个月内将全部池水更新一次计算。

2 如当地卫生监督部门对游泳池的新鲜水补充有规定时，应按当地卫生监督部门的规定执行。

3 游泳池初次充水和使用过程中补充新鲜水的方式应符合下列规定：

1）通过平衡水池、均衡水池及补水水箱间接地向池内充水或补水；

2）通过池壁管口直接向游泳池充水时，充水管道上应采取防回流污染措施；

3）游泳池的充水管和补水管的管道上应分别设置独立的水量计量仪表。

13.2 池水循环

13.2.1 池水循环系统应根据下列原则选定：

1 游泳池的池水应采用循环净化水系统，以节约水资源。

2 游泳池水的循环应保证被净化过的水能均匀到达游泳池的各个部位，使用过的水能均匀、有序的有效排除，并回到池水净化处理系统进行处理。

3 竞赛类、训练教学类、专用类和特殊类等游泳池，由于水温、水质和循环周期要求不同，为了使用、操作运行和管理上的方便，对于不同使用要求的游泳池，应分别设置各自独立的池水循环水净化过滤系统。但符合本条第4款规定的水上游乐池，允许多座小型水上游乐池共用一套池水循环净化处理系统。

4 水上游乐池采用多座互不连通的池子共用一套池水循环净化系统时，应符合下列规定：

1）净化后的池水应经过分水装置分别接至不同用途的游乐池；

2）应有确保每个池子的循环水流量、水温的措施。

5 功能性和水景等循环给水系统的设置，应符合下列规定：

1）滑道润滑水和环流河的水推流系统应采用独立的循环给水系统；

2）瀑布和喷泉宜采用独立的循环给水系统；

3）一般水景应根据数量、水量、水压和分布地点等因素，宜组合成一个或若干组循环给水系统。

6 儿童戏水池设置的水滑梯的润滑水供应，应符合下列规定：

1）儿童戏水池补充水利用城市自来水直接供应时，该供水管应设真空破坏器；

2）从池水循环水净化系统单独接出管道供水时，该供水管应设调节控制阀门；

3）润滑水供水量和供水管径由供应商产品要求确定，但设计应进行核算。

13.2.2 游泳负荷应根据下列规定计算确定：

1 游泳池的设计游泳负荷宜根据池水面积、水深、舒适程度、使用性质、安全卫生、水净化系统运行状况和当地条件等因素，按表13.2.2-1计算确定。

表13.2.2-1 每位游泳者最小游泳水面面积定额

游泳池水深（m）	<1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	>2.0
人均游泳面积（m^2/人）	2.0	2.5	3.5	4.0

注：本表数据不适用于跳水池。

2 水上游乐池的设计游泳负荷宜根据游乐设施的安全要求、活动功能及趣味性等因素，按表13.2.2-2计算确定。

表13.2.2-2 休闲游乐池人均最小水面面积定额

水上游乐池类型	造浪池	环流河	休闲池	按摩池	滑道跌落池
人均游泳面积（m^2/人）	4.0	4.0	3.0	2.5	按滑道高度、坡度计算确定

13.2.3 池水循环方式应符合下列要求：

1 游泳池池水循环的水流组织应符合下列规定：

1）净化后的水与池内待净化的水，能有序更新、交换和混合；

2）游泳池的给水口与回水口的布置，应使净化后的水在不同水深区内分布均匀、不出现短流、涡流和死水区；

3）能使游泳池的表面水得到有效溢流至溢水槽或溢流回水槽；

4）设有应对突然状况快速通畅的泄水口；

5）满足循环水泵自灌式吸水；

6）有利于环境卫生的保持和管道、附件及设备的施工安装、维修管理。

2 池水循环方式的选择应根据下列原则确定：

1）竞赛和训练用游泳池、团体专用游泳池，应采用逆流式或混合流式的池水循环方式；

2）公共游泳池宜采用逆流式或混合流式的池水循环方式；

3）露天游泳池及季节性组装游泳池，宜采用顺流式池水循环方式；

4）水上游乐池宜采用混合流式或顺流式的池水循环方式。

3 混合流式池水循环应符合下列规定：

1）从池表面溢流的回水量不得小于游泳池循环水量的 60%；

2）从池底回水口回流的回水管上应设置流量控制装置。

4 池水循环宜按 24h 连续循环进行设计。

5 造浪池的池水循环应符合下列规定：

1）采用逆流式池水循环方式；

2）池子浅水端应设带格栅宜填有砂石的排水回水沟；水面低于池岸的水域应在池岸设置撇沫器；

3）造浪机房与制浪水池间应采取防止池水回流淹没机房的措施。

6 滑道跌落池的池水循环应符合下列规定：

1）滑道跌落池宜采用高沿游泳池，池水宜采用顺流式池水循环方式；

2）滑道润滑水水源采用滑道跌落池池水；

3）滑道润滑水量和滑道跌落水池的规格尺寸、水深、容积应由水上娱乐设施专业公司提供。

7 环流河的池水循环应符合下列规定：

1）环流河应采用高沿游泳池，池水采用顺流式池水循环方式；

2）环流河的水流速度应不大于 1.0m/s；

3）环流河应根据河流形状设置若干座推流水泵站；

4）推流水泵在河道底吸水口的流速不得大于 0.5m/s，在河道侧壁的水泵出水口流速宜大于 3.0m/s；

5）吸水口和出水口应设格栅。出水口位置应远离上、下河道的扶梯；

6）推流水泵宜设在河道侧壁的地下，且泵房应设配电、照明、通风和排水设施。

8 放松池的设计应符合下列规定：

1）池体应采用高沿水池。水源可采用跳水池经净化处理后的池水；

2）放松池的功能循环水系统应为独立的系统，并宜采用气－水分流循环系统；

3）供水系统应采用环状管道，且水流速度不得大于 3.0m/s；回水管道水流速度不得大于 1.8m/s；

4）供气管道应高于池内水表面 0.45m，且送入池内的空气应清洁、卫生、无二次污染。

13.2.4 循环周期应根据下列规定选用：

1 游泳池池水净化循环周期应根据泳池类型、用途、游泳负荷、池水容积、消毒剂种类、池水净化设备效率及运行时间等因素，按表 13.2.4 的规定采用。

2 多用途游泳池和多功能游泳池宜按最小水深确定池水循环周期。

3 同一游泳池有两种使用水深时，其深水区与浅水区应分别按表 13.2.4 中相应水深规定的循环周期分别计算其循环次数。

13.2.5 循环流量应按下列规定计算：

1 游泳池池水净化循环系统的循环水流量，应按式（13.2.5）计算：

$$q_c = \frac{V_p \cdot \alpha_p}{T_p} \tag{13.2.5}$$

式中 q_c——游泳池的循环水流量（m^3/h）；

V_p——游泳池的池水容积（m^3）；

α_p——游泳池管道和设备的水容积附加系数，$\alpha_p = 1.05 \sim 1.10$；

T_p——游泳池的池水循环周期（h），按表 13.2.4 的规定选用。

表 13.2.4 游泳池的循环周期

序号	游泳池分类		池水深度（m）	循环次数（次/d）	循环周期（h）
1	竞赛类	竞赛游泳池	2.0	6～4.5	4～5
		花样游泳池	3.0	4～3	6～8
		水球池	1.8～2.0	6～4	4～6
		跳水池	5.5～6.0	3～2.4	8～10
2	专用类	教学池	1.4～2.0	6～4	4～6
		训练池			
		热身池	1.35～1.6		
		残疾人池			
		冷水池	1.8～2.0	6～4.5	4～6
3	公共游泳池	社团池	1.35～1.6	6～4	4～6
		成人游泳池	1.35～2.0	6～4.5	4～6
		大学校池			
		成人初学池	1.2～1.6	6～4	4～6
		中学校池			
		儿童池	0.6～1.0	24～12	1～2
4	水上游乐池	成人戏水池	1.0～1.2	6	4
		幼儿戏水池	0.3～0.4	>24	<1
		造浪池	2.0～0	12	2
		环流河	0.9～1.0	12～6	2～4
		滑道跌落池	1.0	4	6
		放松池	0.9～1.0	80～48	0.3～0.5
5	多用途池		2.0～3.0	6～4.5	4～5
6	多功能池		2.0～3.0	6～4.5	4～5
7	私人游泳池		1.2～1.4	4～3	6～8

注：1 池水的循环次数可按每日设备运行时间与循环周期的比值确定。

2 社团池是指俱乐部、会所、酒店、企业、机关单位等特定使用人群使用的游泳池。

2 滑道设有滑水延伸水道而不设滑道跌落池的延伸水道的水净化系统的循环水流量按每条滑道不小于 $30m^3/h$ 计算确定。

3 滑道润滑水流量，应根据滑道型式和数量，由滑道专业设计公司提供。

4 水上游乐池内设置的水景（瀑布、涌泉、水帘、喷泉等）所需要的功能循环给水流量，应按设置数量和产品参数计算确定。

13.2.6 循环水泵的选择应符合下列要求：

1 游泳池池水循环净化系统循环水泵的选择，应符合下列规定：

1）水泵的总额定流量不得小于第 13.2.5 条计算出的保证游泳池循环周期的流量；

2）水泵的扬程不得小于送水几何高度和循环系统设备、管道阻力及流出水头之和；

3）水泵应为耐腐蚀、低噪声、节能、低转数离心水泵；

4）不同用途游泳池的循环水泵应分别设置；

5）水泵扬程宜以计算扬程乘以 1.10 后的值作为选泵扬程；

6）如为石英砂过滤设备时宜设备用水泵。水景系统可不设备用泵，硅藻土过滤系统不设备用泵。

2 过滤器反冲洗水泵，宜采用循环水泵的工作水泵与备用水泵并联工作设计，并按反冲洗所需的流量和扬程校核、调整循环水泵的工况参数。

3 水景类功能循环给水系统的循环水泵，宜按不少于 2 台水泵并联运行设计，可不设置备用水泵。

4 滑道润滑水循环水泵必须设置备用水泵，并确保备用水泵及时投入正常运行。

5 循环水泵装置的设计应符合下列规定：

1）应设计成自灌式，且每台水泵宜设独立的吸水管；

2）宜靠近平衡水池、均衡水池或游泳池回水口处；功能性循环水泵应靠近功能用水点；

3）水泵吸水管内的水流速度宜采用 1.0～1.2m/s；水泵出水管内的水流速度宜采用 1.5～2.0m/s，但不得大于 2.5m/s；

4）每台水泵的吸水管上应装设可曲挠橡胶接头、阀门、毛发聚集器和压力真空表；其出水管上应装设可曲挠橡胶接头、止回阀、阀门和压力表；

5）水泵泵组和管道，应设置减振和降低噪声的措施。

13.2.7 循环管道的确定应符合下列规定：

1 循环管道内的水流速度，宜按下列规定选定：

1）循环给水管道内的水流速度不宜超过 2.0m/s；

2）循环回水管道内的水流速度宜采用 0.7～1.0m/s。

2 循环水管的敷设，应符合下列规定：

1）循环水干管应尽量沿游泳池周边设置管廊或管沟进行敷设；

2）循环水干管如沿游泳池周边埋设时，应采取管道不被各种荷载重压和防止不均匀沉降损坏的措施。如为金属管道时，还应采取防腐措施；

3）管廊或管沟应留有人孔、吊装孔、排水装置、通风换气装置及维修照明措施。

3 池底给水口配水管敷设在池底板下面时，池底板与建筑地面间应有保证管道安装、检修的空间；如配水管埋设在池底板垫层内或管槽内时，应有保证管道不被损坏和不被移位的保护措施。

4 逆流式池水循环系统的池岸溢流回水槽的回水口接管，宜采用等行程或溢流回水槽设集水坑分路设回水管分别接入均衡水池，并符合下列规定：

1）回水口数量和回水管径应经计算确定，并需满足循环回水量的要求；

2）回水管应有不小于 0.005 坡度坡向均衡水池；

3）回水管管底应高出均衡水池最高水位 300mm 以上。

5 循环水管道材质的选用，应符合下列规定：

1）采用 ABS、CPVC、PVCU 等给水塑料管；

2）有特殊要求时，可选用铜管或不锈钢管；

3）管道公称压力不宜小于 1.0MPa。

13.2.8 平衡水池和均衡水池

1 在下列情况下，宜设置平衡水池，其特点是游泳池水面与平衡池水面相平。

1）顺流式和混合式的池水循环系统中，循环水泵从池底直接吸水，吸水管过长影响水泵吸水高度时；

2）多个相同水面高程的游乐池共用一组循环水泵，致使循环水泵无条件设计成自灌式时。

2 平衡水池的有效容积不得小于过滤器反冲洗用水量与循环水系统5min循环水量的和，其构造应符合下列规定：

1）水池的最高水面与游泳池的水表面保持一致；

2）水池内底表面应低于游泳池回水管以下700mm；

3）游泳池采用城市给水补水时，补水管应接入该池，如补水管口与该池内最高水面的间隙小于2.5倍补水管管径时，补水管上应装设倒流防止器；

4）水池应设检修人孔、水泵吸水坑和有防虫网的溢水管、泄水管；

5）有效尺寸应满足施工安装和检修等构造要求；

6）水池应采用表面光滑、耐腐蚀、不污染水质、不变形和不透水的材料建造。如采用钢筋混凝土材质时，其内壁应涂刷或衬贴不污染水质的防腐涂料和材料。

3 游泳池池水采用逆流式和混合流式循环时，应设置均衡水池，其特点是均衡池水面低于游泳池水面。

4 均衡水池的有效容积，应按式（13.2.8-1）计算：

$$V_j = V_a + V_f + V_c + V_s \tag{13.2.8-1}$$

$$V_s = A_s h_s \tag{13.2.8-2}$$

式中 V_j——均衡水池的有效容积（m^3）；

V_a——游泳者入池后所排出的水量（m^3），每位游泳者按$0.056m^3$计；

V_f——单个最大过滤器反冲洗所需的水量（m^3）；

V_c——充满循环系统管道和设备所需的水容量（m^3）；

V_s——池水循环系统运行时所需的水量（m^3）；

A_s——游泳池的水表面面积（m^2）；

h_s——游泳池溢流回水时的溢流水层厚度（m），$h_s = 0.005 \sim 0.01m$。

5 均衡水池的构造应符合下列规定：

1）池内最高水面应低于游泳池溢流回水管管底不小于300mm；

2）池内应设置能反映三个以上水位的程序电磁阀补水装置；

3）接入该池的补水管应根据第13.1.4条第3款规定安装倒流防止器；

4）水池应设检修人孔、进水管、水位计、水泵吸水坑和有防虫网的溢水管、泄水管；

5）水池采用的材质和内表面处理等，应符合本条第2款的有关要求。

13.2.9 给水口的选用和设计应符合下列规定：

1 给水口的设置应符合下列规定：

1）应采用出水流量为可调节型给水口，给水口出水格栅的空隙不宜大于8mm；

2）给水口的设置数量应满足总过水量不小于游泳池循环水量的要求；

3）给水口的设置位置应保证池水水流均匀、不发生短流。

2 池底垂直布水时，给水口的布置应符合下列规定：

1）矩形游泳池，应均匀的布置在泳道分隔线在池底的水平面上的垂直投影线上，且纵向间距不宜大于3.0m；

2）异形平面形状的游泳池，应按每个给水口的最大服务面积不超过$8m^2$布置给水口；

3）应采用池底型给水口。

3 池壁水平布水时，给水口的布置应符合下列规定：

1）如为两端壁布水时，给水口应设在每条泳道线在端壁固定点垂直下方的端壁上；

2）如为两侧壁布水时，给水口的间距不宜超过3.0m，但在池子拐角处距端壁的距离不得大于1.5m；

3）池内水深超过 2.5m 时，应至少设置两层给水口，但上层及下层给水口错开布置，且最低一层给水口应高出池底内表面 0.5m；

4）给水口应采用池壁型给水口，且设在水面以下 0.5 ~ 1.0m 处，同一池内同一层的给水口在池壁的位置应处于同一水平线。

4 儿童池、幼儿戏水池宜采用池底垂直布水方式。

5 设有升降活动游泳池底板或可拆装式游泳池底板以及可移动分隔墙隔板时，给水口的布置应符合下列规定：

1）池壁水平布水时，应在升降池底板升降标高处的上面及下面均须设置给水口；

2）池底垂直布水时，升降池底板应均匀开凿过水的小孔或缝隙，以保证池内布水均匀和不出现死水区；

3）可移动分隔墙隔板上应开凿足够的小孔，以保证池水的正常循环。

6 给水口应设置格栅护盖，且格栅空隙的水流速度应满足下列规定：

1）池端壁给水时采用 1.0m/s；池侧壁给水时不应大于 1.0m/s；如为儿童池、幼儿戏水池以及台阶处、教学区不宜大于 0.5m/s；

2）池底给水时不宜小于 1.0m/s。

7 给水口的构造应符合下列规定：

1）形状应为喇叭口形，喇叭口面积不得小于连接管截面积的 2 倍；

2）应配有流量调节装置；

3）喇叭口格栅护盖的格栅孔隙不得大于 8mm；

4）给水口和保护格栅护盖的材质应与循环水管道相匹配，宜选用铜、不锈钢、ABS 塑料等耐腐蚀、不污染水质、不变形、抗冲击坚固牢靠的材质制造，且表面光洁。

13.2.10 回水口和泄水口的设计应符合下列规定：

1 溢流回水槽内回水口的设置应符合下列规定：

1）回水口数量应满足池水循环水流量的要求；

2）跳水池采用溢流回水时，回水口的数量还应考虑安全保护气浪运行时增加的瞬间溢水量；

3）溢流回水槽内回水口的间距不宜大于 3.0m；

4）应采用有消声措施的回水口。

2 池底回水口的设置应符合下列规定：

1）回水口数量应满足循环水流量的要求，每座游泳池的回水口数量不应少于 2 个；

2）回水口的位置应满足各给水口水流均匀一致地流入回水口，不出现短流现象；

3）回水口应采用坑槽形式，坑槽顶面应设格栅盖板并与游泳池底表面相平；格栅盖板、盖座与坑槽之间应固定牢靠，紧固件应设有不伤害游泳者的措施；

4）回水口格栅盖板开口孔隙的宽度不应大于 8mm，且孔隙的水流速度不应大于 0.2 m/s。

3 回水口与回水管的连接应符合下列规定：

1）逆流式池水循环系统应符合第 13.2.7 条的有关规定；

2）顺流式池水循环系统及混合流式池水循环系统的池底回水口应与循环水泵吸水管并联连接。

4 泄水口的设置应符合下列规定：

1）泄水口应设在游泳池最低标高处，每座游泳池不得少于 2 个，并按设计泄空时间计算泄水口过水面积，泄水口格栅表面应与池底表面相平；

2）重力式泄水时，泄水管不得与排水管道直接连接；

3）池底回水口可兼作泄水口；

4）泄水口的构造应符合本条第 2 款的有关规定。

5 回水口及泄水口的构造和材质应符合下列规定：

1）成品回水口和泄水口应为喇叭口形式，且顶面应设格栅盖板；

2）回水口及泄水口格栅盖板及盖座应采用铜、不锈钢、工程塑料等耐腐蚀、不变形、抗冲击、不污染水质的高强度和高刚度的材料制造。

13.2.11 溢流回水槽和溢水槽的设计应符合下列要求：

1 逆流式池水循环系统和混合式池水循环系统，应沿池壁两侧或四周边设置池岸溢流回水槽，并应符合下列规定：

1）溢流回水槽截面尺寸应按其过流量不小于游泳池设计循环流量计算确定，但宽度不宜小于300mm，深度不应小于300mm。如溢流回水槽兼做空调专业回风口时，前述尺寸为有效过水截面尺寸；

2）跳水池设有即时安全气浪时，应考虑气浪造成的瞬时流量增加不得溢没跳水池池岸的要求，应适当加大溢流回水槽的构造尺寸；

3）溢流回水槽内回水口数量由计算确定，应满足循环水量回水的要求；回水槽底应以1%的坡度坡向回水口。

2 顺流式池水循环系统，应沿池壁两侧或四周边设置溢水槽，并应符合下列规定：

1）溢水槽截面尺寸应按其过流量不小于游泳池设计循环流量的15%计算确定；

2）溢水槽的最小宽度不宜小于200mm；

3）溢水槽应设排水口，且接管管径不得小于50mm、间距不宜大于3.0m，沟底应以1%的坡度坡向排水口。由于溢流回水口尚无国家及行业产品标准，设计应根据生产厂商的技术参数计算。

3 溢流回水槽和溢水槽的构造应符合下列规定：

1）游泳池向槽内溢水的溢流堰应保持水平，其误差不得超过±2mm；

2）与游泳池池壁相邻一侧的槽壁应与池壁铅垂线有10～12°的夹角，以减少溢流跌水噪声；

3）槽的内表面应衬贴耐腐蚀、不污染池水水质、不透水、表面光滑、易清洗、坚固耐用的非金属或金属材质的表面层或涂刷耐腐蚀涂层膜。槽壁与槽底交角应为圆弧形状，以防污物积聚；

4）溢流回水槽和溢水槽的上口应设置与游泳池岸颜色相协调的组合式高强度、高刚度的ABS塑料格栅盖板。格栅盖板应平整、光洁、安全、不易积污和方便清洗。格栅盖板宜采用格栅条平行游泳池池壁型。

13.2.12 补水水箱的设计应符合下列要求：

1 游泳池在下列情况下应设置补水水箱：

1）循环水泵直接从池底回水口吸水时；

2）无平衡水池和均衡水池时。

2 补水水箱的有效容积应按下列要求确定：

1）单纯作补水使用时，不宜小于游泳池的小时补水量，但不得小于2.0m^3；

2）同时兼回收游泳池的溢水用途时，应按循环流量的5%～10%计算确定。

3 补水水箱的设计应符合下列规定：

1）补水水箱进水管应高出箱内最高水面2.5倍进水管管径的空隙，并装设水位控制阀门；补水进水管上应装计量水表；

2）补水水箱出水管管径宜按小时补水量或小时溢流水量确定，并应装设阀门；如补水箱低于游泳池水面时，出水管还应装设止回阀；

3）补水水箱兼作游泳池初次充水的隔断水箱时，应另行配置进水管和出水管，并应装设阀门；

4）补水水箱还应配置人孔、通气管、溢水管、泄水管和水位计等。

4 补水水箱应采用不污染水质、不变形和耐腐蚀的材料建造。

13.3 池水净化

13.3.1 游泳池净化处理应符合下列要求：

1 游泳池池水净化工艺及设备配置，应保证出水水质符合第 13.1.2 条的规定。

2 池水净化工艺应保证各工序单元设备、设施及装置等工作运行可靠，且符合安全运行要求。配置的设备设施等应有适量的备用余量。

3 池水净化工艺流程中的主要设备，宜设置运行参数检测和动态监测控制的仪表。

4 过滤器（机组）的设置，应符合下列规定：

1）数量应根据循环水量、出水水质、运行时间和维护条件等，经技术经济比较确定，可以不设备用机组，但每座游泳池不宜少于 2 台；

注：过滤器可不设备用。

2）过滤器宜按 24h 连续运行设计；

3）不同用途的游泳池的过滤器应分开设置；

4）压力过滤器宜采用立式；如石英砂压力过滤器直径大于 2.6m 时应采用卧式；为保证布水和配水均匀，单个石英砂过滤器的过滤面积不宜大于 10.0m^2；

5）重力式过滤器应有防止因突然停电池水溢流事故的措施。

13.3.2 净化工艺可根据过滤器的形式按下列要求选定：

1 池水循环净化工艺流程应根据游泳池的用途、水质要求、游泳负荷、消毒方式等因素经技术经济比较后确定。

2 如采用石英砂过滤器时，宜采用图 13.3.2－1 所示的池水净化工艺流程。

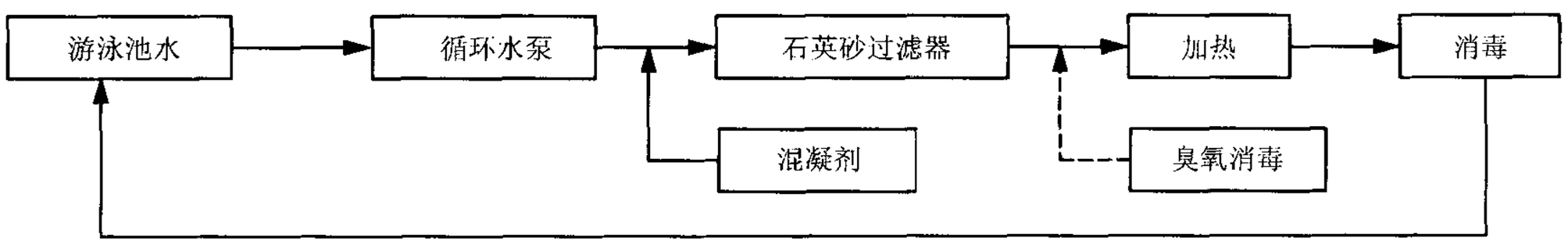


图 13.3.2－1 石英砂过滤设备池水净化工艺流程

3 如采用硅藻土过滤器时，宜采用图 13.3.2－2 所示的净化工艺流程。

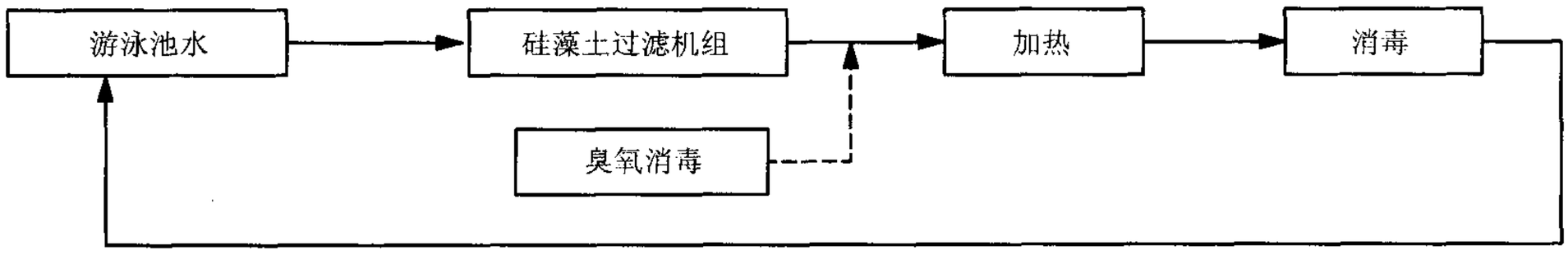


图 13.3.2－2 硅藻土过滤器池水净化工艺流程

4 如采用臭氧消毒时，应按本条第 2 款、第 3 款所示池水净化工艺流程中虚线和实线所示要求执行。

13.3.3 预过滤设备应符合下列要求：

1 使用过的游泳池池水，在进行过滤净化之前，应先经过毛发聚集器对池水进行预净化，去除水中的大块杂质、毛发、树叶等，以保护后续净化工序过滤器的过滤效果。

2 毛发聚集器的设置应符合下列规定：

1）应装设在循环水泵的吸水管上；

2）过滤筒（网）应可清洗或更换，以防截留杂物堵塞过水孔，增加水流阻力；

3）如为两台循环水泵，应交替运行。如有一台循环水泵时，毛发聚集器应设置备用过滤芯，以便清洗时用。

3 毛发聚集器的构造应符合下列规定：

1）外壳耐压不应小于 0.4MPa，且构造应简单，方便安装和拆卸，密封性能好；

2）外壳应为耐腐蚀的材料。如为碳钢或铸钢材质时，应采取抗腐涂料或内衬抗腐蚀衬里等防锈蚀

处理；

3）过滤芯为过滤筒时，孔眼的总面积，不应小于连接管道截面面积的2.0倍，过滤筒的孔眼直径宜采用3～4mm；

4）过滤芯为过滤网时，过滤网眼宜采用10～15目；

5）过滤筒（网）应采用耐腐蚀的铜、不锈钢和高密度塑料等材料制造。

13.3.4 过滤器的设计应符合下列要求：

1 过滤器内的滤料应符合下列规定：

1）比表面积大、孔隙率高、截污能力强、使用周期长；

2）不含杂物和污泥，不含危害游泳者健康的有毒和有害物质；

3）化学稳定性能稳定，不恶化水质；

4）机械强度高，耐磨损，抗压性能好。

2 石英砂压力过滤器的过滤速度，宜按下列规定选用：

1）竞赛池、公共池、专用池、休闲游乐池等，宜采用15～25m/h中速过滤；

2）私人池、放松池等，允许采用超过表13.3.4－1规定的过滤速度。

3 压力过滤器的滤料组成、过滤速度和滤料层厚度，应经试验后确定。如试验有困难时，可按表13.3.4－1选用。

表13.3.4－1 压力过滤器的滤料组成和过滤速度

序号	滤料种类		滤料组成粒径（mm）			过滤速度（m/h）
			粒径（mm）	不均匀系数（K_{80}）	厚度（mm）	
1	单层滤料	级配石英砂	$D_{min}=0.50$ $D_{max}=1.00$	<2.0	≥700	15～25
		均质石英砂	$D_{min}=0.60$ $D_{max}=0.80$	<1.40	≥700	15～25
			$D_{min}=0.50$ $D_{max}=0.70$			
2	双层滤料	无烟煤	$D_{min}=0.85$ $D_{max}=1.60$	<2.0	300～400	4～18
		石英砂	$D_{min}=0.50$ $D_{max}=1.00$		300～400	
3	多层滤料	沸石	$D_{min}=0.75$ $D_{max}=1.20$	<1.70	350	20～30
		活性炭	$D_{min}=1.20$ $D_{max}=2.00$	<1.70	600	
		石英砂	$D_{min}=0.80$ $D_{max}=1.20$	<1.70	400	

注：1 其他滤料如纤维球、树脂、纸芯等，按生产厂商提供并经有关部门认证的数据选用

2 滤料的相对密度：石英砂2.5～2.7，无烟煤1.4～1.6，重质矿石4.4～5.2。

3 压力过滤器的承托层厚度和卵石粒径，根据配水型式按生产厂提供并经有关部门认证的资料确定。

4 压力过滤器设置应符合下列规定的附件：

1）布水均匀的布水装置；

2）集水装置的集水和配水应均匀，且应采用抗腐蚀材质制造；

3）集水、配水装置下面的死水区宜采用混凝土填充；

4）设有检修孔、进水管、出水管、泄水管、自动排气及人工排气管、取样管、观察窗、卸料口、各类阀件和各种仪表；

5）必要时，还应设置空气反冲洗或表面冲洗装置；

6）反冲洗排水管应设可观察冲洗排水清澈度的透明管段或装置。

5 压力过滤器采用石英砂或石英砂－无烟煤或沸石的活性炭－石英砂等作为滤料时，承托层的组成和厚度，应根据配水形式经试验确定，如有困难时，可按下列规定确定：

1）采用大阻力配水系统时，可按表 13.3.4－2 采用：

表 13.3.4－2 大阻力配水系统承托层的组成和厚度

层次（自上而下）	材料	粒径（mm）	厚度（mm）
1	卵石	2.0～4.0	100
2	卵石	4.0～8.0	100
3	卵石	8.0～16.0	100
4	卵石	16.0～32.0	100（从配水系统管顶算起）

2）采用中阻力配水系统和小阻力配水系统时，承托层由粒径为 1～2mm 的粗砂层组成，其厚度应高出配水系统管顶或滤头帽顶不小于 100mm。

6 重力式过滤器的设计应符合下列规定：

1）单层滤料层或多层滤料层的总厚度（不含承托层）均不应小于 700mm；

2）采用敞口式重力过滤器且水处理机房在水面以下时，在回水管路上必须设置停电时能自动关闭的电磁阀。

7 过滤器应采用耐腐蚀、不透水、不污染水质和不变形的材料制造，并符合下列规定：

1）采用碳钢材质时，其内壁及罐体内附配件应涂刷或衬贴食品级无毒涂料或材料；

2）采用不锈钢材质时，应视氯离子程度确定不锈钢的牌号；

3）采用非金属材质时，应符合《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的要求。

8 过滤器的强度和刚度应符合下列规定：

1）压力过滤器罐体及内部附配件的耐压能力不宜小于 0.6MPa，并有足够的刚度，确保使用中不变形；

2）非金属压力过滤器的耐热温度应大于 60℃；

3）重力式过滤器外壳及内部附配件的耐压强度和刚度，由设备制造厂商经计算确定，并确保安全。

13.3.5 硅藻土过滤器

1 游泳池过滤池水用硅藻土的卫生要求和物理化学特性应符合《硅藻土卫生标准》GB14936 和《食品工业用助滤剂硅藻土》QB/T2008 的规定。

2 硅藻土过滤器的选用宜符合下列规定：

1）采用牌号宜为 700#硅藻土助滤剂；

2）单位过滤面积的硅藻土用量为 0.5～1.0kg/m^2；

3）硅藻土预涂膜厚度不应小于 2mm，且厚度应均匀一致；

4）过滤速度根据所用硅藻土特性和出水水质要求，应经试验确定。

3 硅藻土过滤器的外壳及附件材质质量应符合下列规定：

1）板框式硅藻土过滤器的板框应采用高强度、耐压、耐腐蚀、不变形和不污染水质的工程塑料；

2）烛式压力硅藻土过滤器的外壳材质，应符合第13.3.4条第7款和第8款的有关规定；

3）硅藻土过滤器的滤元材质应不变形、耐腐蚀；

4）滤布（网）纺织密度应均匀、伸缩性小、捕捉性能强。

4 采用硅藻土过滤机时，由于硅藻土过滤器与水泵一一对应，为确保游泳池正常开放和水质要求，每座游泳池的机组数量不应少于2台。

13.3.6 辅助过滤设备

1 如过滤器采用石英砂、无烟煤等重质滤料时，应配套设置絮凝剂投加设备。

2 絮凝剂品种应根据原水水质和当地化学药品供应情况确定，一般宜选用精制硫酸铝或聚合氯化铝。

3 絮凝剂的投加应符合下列规定：

1）投加量按絮凝试验资料确定，如缺乏该资料时，投加量宜按1～3mg/L设计；

2）絮凝剂应配制成5%的溶液采用液体连续而均匀地自动计量投加；

3）重力式投加时，宜投加在循环水泵的吸水管内；压力式投加时，应投加在循环水泵之后过滤器之前的循环水管道内，并应设混合装置。

4 絮凝剂投加装置及管材应符合下列规定：

1）压力式投加时应采用计量泵投加，计量泵应按最大投药量选定，并具有自动调节功能；

2）重力式投加时，应设置人工可调的计量装置；

3）絮凝剂的溶解采用水力、电动或机械搅拌方式。溶药槽和溶液槽容积宜按1d所需要的投药量确定；

4）计量泵、人工计量装置、溶药槽、溶液槽、管道、阀门等，均应采用耐腐蚀材质制造。计量泵吸液管和溶液槽（桶）宜采用透明型聚乙烯塑料制品。

13.3.7 过滤器反冲洗

1 过滤器应采用水进行反冲洗。有条件时，石英砂过滤器宜采用气、水组合进行反冲洗。

2 过滤器宜采用池水进行反冲洗，如采用城市生活饮用水反冲洗时，应设隔断水箱。

3 重力式过滤器的反冲洗，应按有关标准和设备制造厂商提供的产品要求确定。

4 压力过滤器采用水反冲洗时的反冲洗强度和反冲洗时间，可按表13.3.7-1采用。

表13.3.7-1 压力过滤器反冲洗强度和反冲洗时间（水温20℃时）

序号	滤料类别		反冲洗强度 [L/（s·m²）]	膨胀率（%）	冲洗持续时间（min）
1	单层石英砂		12～15	45	10～8
2	双层滤料		13～16	50	10～8
3	三层滤料		16～17	55	7～5
4	硅藻土	板框式	1.4	—	1～2
		烛式	3.0		1～2

注：1 设有表面冲洗装置的砂过滤器，取下限。

2 采用城市生活饮用水冲洗时，应根据水温变化适当调整冲洗强度。

3 膨胀率数值仅作为压力过滤器设计计算之用。

5 过滤器的反冲洗用水水质应符合下列要求：

1）利用城市生活饮用水时，应符合《生活饮用水水质标准》GB 5749的要求，并不得直接用城市生活给水冲洗，应设隔断防污措施；

2）利用游泳池水时，反冲洗应在游泳池每日停止使用后进行。

6 压力过滤器采用气、水组合反冲洗时，应符合下列规定：

1）气源应洁净、不含杂质、无油污；

2）气水冲洗强度及冲洗持续时间，可按表 13.3.7－2 采用。

表 13.3.7－2　压力过滤器气水冲洗强度和反冲洗时间

序号	滤料类别	先气冲洗		后水冲洗	
		强度［L/（m^2 · s）］	持续时间（min）	强度［L/（m^2 · s）］	持续时间（min）
1	单层级配砂滤料	15～20	3～1	8～10	7～5
2	双层煤、砂级配滤料	15～20	3～1	6.5～10	6～5

注：气冲洗时的供气压力宜为 0.10MPa。

7　过滤器的反冲洗排水管不得直接与其他排水管连接。如有困难时，应设置防止污水或雨水倒流的装置。

8　过滤器的反冲洗周期应根据游泳池水质、过滤器的进水与出水的压力差按下列规定确定：

1）颗粒压力过滤器的进水与出水压力差超过 0.05MPa 时，应进行反冲洗；

2）硅藻土过滤器的进水与出水压力差超过 0.07 MPa 时，应进行反冲洗；

3）过滤器的进水与出水压力差未达到上述规定，但池水浑浊度超过《游泳池水质标准》CJJ244－2007 的规定，应进行反冲洗；

4）重力式过滤器应根据有关标准及设备制造商提供的技术参数进行反冲洗。

13.4　池水消毒

13.4.1　游泳池池水消毒应符合下列基本要求：

1　游泳池的循环水净化处理系统中必须含有池水消毒工艺。

2　游泳池池水所选用的消毒剂应采用卫生监督和疾病预防控制中心等有关部门批准使用的产品。

3　游泳池的消毒剂和消毒方式，应根据使用性质和使用要求确定，并符合下列规定：

1）世界级和国家级竞赛和训练游泳池应采用臭氧－氯联合消毒或臭氧消毒；

2）对于使用负荷较大、季节性和露天的游泳场所，宜使用长效消毒剂；

3）室外和阳光直接照射的游泳池宜采用含有稳定剂的消毒剂；

4）室内游泳池不宜使用含有稳定剂的消毒剂。

4　消毒设备的选择，应符合下列规定：

1）设备简单、安全可靠、操作和维修简便；

2）计量装置的计量准确，且灵活可调；

3）投加系统能自动控制，且安全可靠；

4）建设费和经常运行费用合理。

13.4.2　臭氧消毒

1　臭氧消耗量应根据消毒方式，按下列规定计算确定：

1）臭氧投加量应按游泳池循环流量计算；

2）采用全流量半程式臭氧消毒方式时，臭氧投加量宜采用 0.8～1.2mg/L；

3）采用分流量或全流量全程式臭氧消毒方式时，臭氧投加量应采用 0.4～0.6 mg/L。

2　臭氧应采用负压方式投加在过滤器之后或之前的循环水管道上。

3　臭氧的投加应符合下列规定：

1）应在投加点之后、反应罐之前设置在线混合器；

2）应在在线混合器之后设置臭氧与水接触反应的反应罐，其接触反应所需的时间，应符合下式规定：

$$C \cdot t \geqslant 1.6 \qquad (13.4.2-1)$$

$$V = \frac{q_c}{60} \cdot t \qquad (13.4.2-2)$$

式中：C——臭氧投加量（mg/L）；

t——臭氧与水接触反应所需要的时间（min）；

V——反应罐的有效容积（m^3）；

q_c——游泳池的循环水量（m^3/h）。

3）游泳池水面上空空气中的臭氧含量不得超过0.2mg/m^3；

4）臭氧投加系统应采用全自动控制，并与循环水泵联锁。

4 臭氧的消毒方式，应根据游泳池的类型和使用要求，按下列情况确定：

1）游泳池的游泳负荷经常低于设计负荷的专用游泳池，并对氯消毒剂的使用有限制时，宜采用图13.4.2-1所示全流量全程式的臭氧消毒系统。图中，$Q = Q_1 + Q_2$。

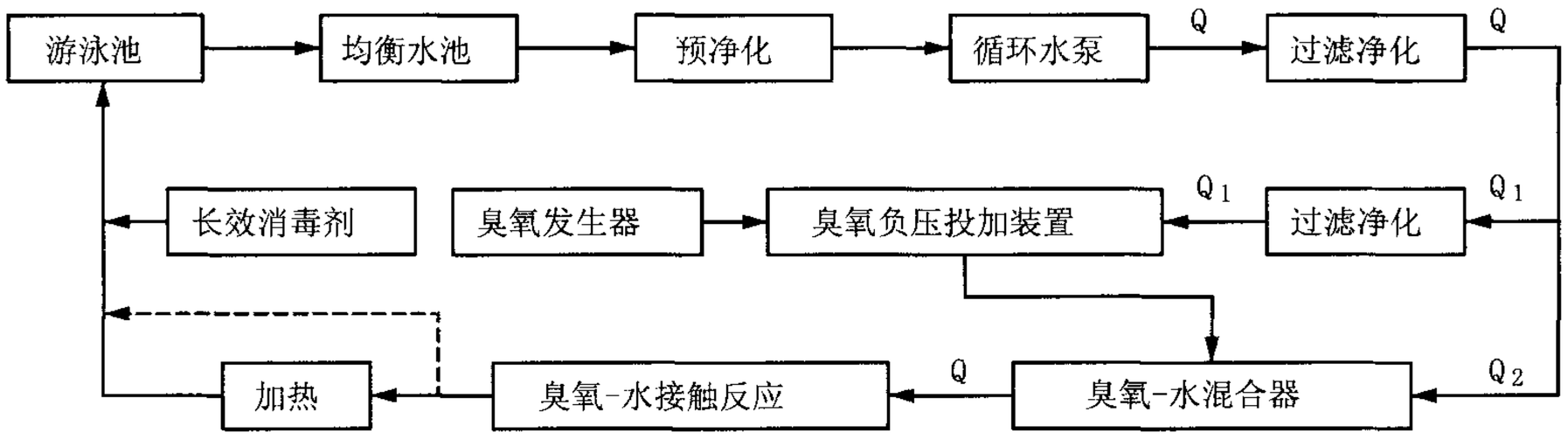


图13.4.2-1 全流量全程式臭氧消毒流程

2）游泳池的游泳负荷经常保持满负荷或可能出现超负荷竞赛用和公众用的公共游泳池，宜采用图13.4.2-2所示全流量半程式臭氧辅以氯的消毒系统。图中，$Q = Q_1 + Q_2$。

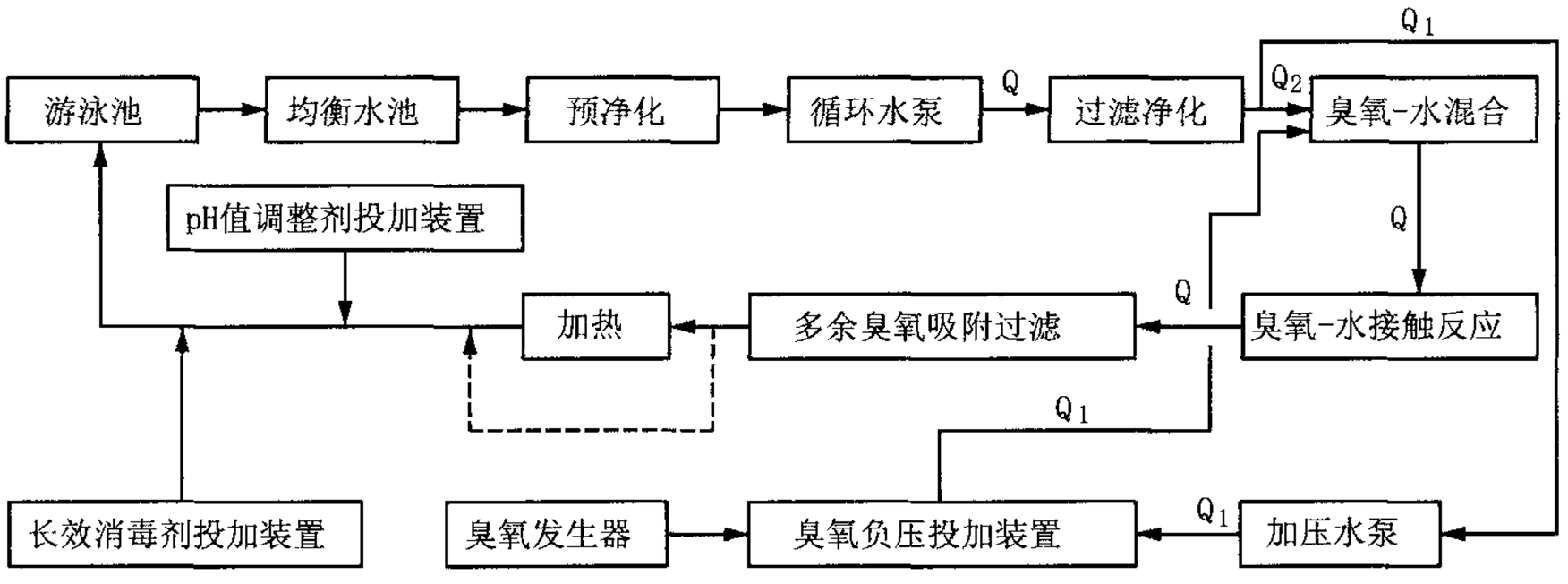


图13.4.2-2 全流量半程式臭氧消毒流程

3）游泳池的游泳负荷稳定及对原有游泳池增设臭氧消毒时，宜采用图13.4.2-3所示分流量的全程式臭氧消毒系统。图中，$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$。

分流量臭氧消毒的流量应不小于游泳池循环水流量的25%。

5 臭氧与水的接触反应罐构造，应符合下列规定：

1）反应罐的有效容积应按第13.4.2条第3款的有关要求计算确定；

2）罐内应设气-水混合装置，确保臭氧在水中充分溶解和水流不出现短流现象，传质系数不得小于90%；

3）应设反应罐臭氧尾气消除或再利用装置；

4）罐体应设检修人孔、进水管、出水管、观察窗；

5）反应罐应采用022Cr17Ni14Mo2（S31603）不锈钢或抗臭氧腐蚀的材质制造；

6）反应罐应能承受系统1.5倍工作压力的水压力，且不宜小于0.6MPa。

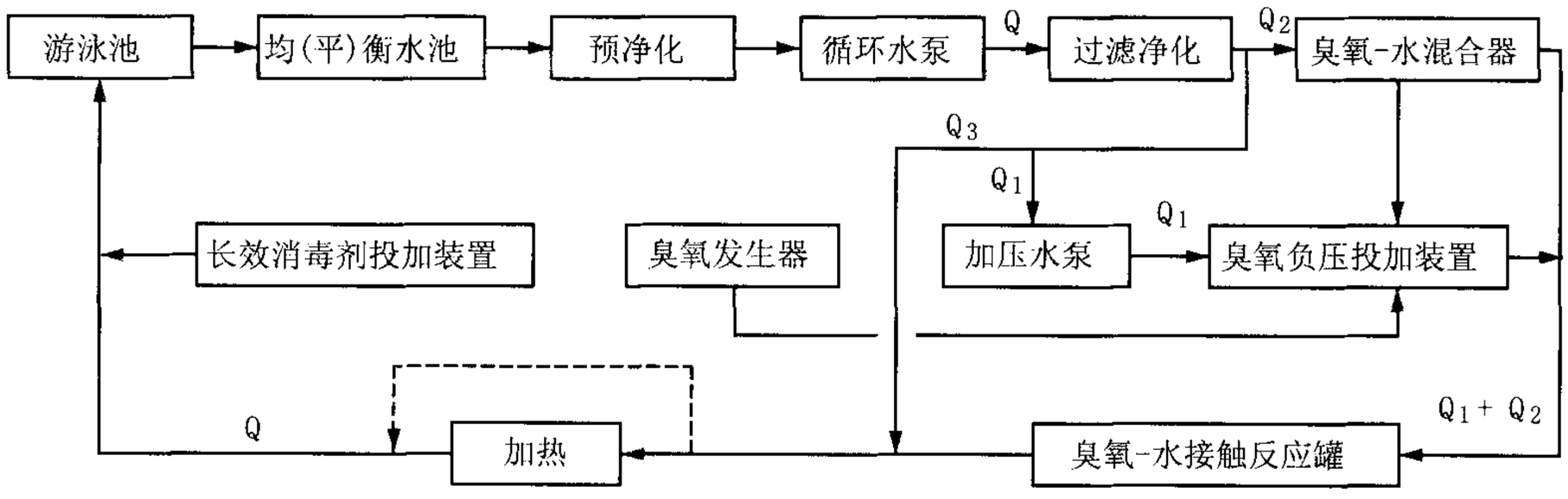


图 13.4.2-3 分流量全程式臭氧消毒流程

6 全流量半程式臭氧消毒时，应设置活性炭吸附过滤罐，并应符合下列规定：

1）宜采用颗粒活性炭，并应具有吸附性能好、机械强度高、化学稳定性好、再生能力强等特性；

2）活性炭的粒径宜为 0.9～1.6mm，比表面积不应小于 1000m^2/g；

3）活性炭层的有效厚度不得小于 500mm，过滤速度为 30～35m/h；

4）承托层的组成应符合第 13.3.4 条第 5 款的规定；

5）活性炭吸附过滤罐宜采用不锈钢制造，耐压不得小于系统工作压力的 1.5 倍，其构造除配水系统宜采用中、小阻力配水系统外，其余部分均应符合第 13.3.4 条第 4 款的规定。

7 活性炭吸附过滤罐的反冲洗，应符合下列规定：

1）活性炭层的最终水头损失为 0.05M Pa 时应进行反冲洗；

2）反冲洗强度为 15～18L/（m^2·s），冲洗历时为 5～8min，膨胀率为 25%～35%；

3）反冲洗用水采用游泳池池水。

8 臭氧发生装置的选型应符合下列规定：

1）世界级和国家级的竞赛游泳池，宜按 2 台臭氧发生器各 60% 产量同时工作配置而不设备用；

2）臭氧发生器的气源应满足发生器最大产量的要求，气源质量应符合所选用设备的要求；

3）臭氧发生器的产量应是可调的，且生产的臭氧浓度不宜低于 50mg/L；

4）臭氧发生器应具有出现异常可自动关机的实时监控装置，应包括臭氧发生器、气源处理装置、冷却装置、供电及控制设备、臭氧和臭氧泄漏探测及报警设备；

5）臭氧发生器应有不间断的冷却水。

9 输送臭氧气体和臭氧溶液的管道应采用能抗正压及负压变形的、抗化学及电解腐蚀的 022Cr17Ni14Mo2（S31603）不锈钢阀门、附件和管材，并有与其他管道不同的标志。

13.4.3 氯消毒

1 用于游泳池的氯消毒剂宜优先选用有效氯含量高、杂质少的氯消毒剂。

2 氯消毒剂的消耗量应根据游泳池循环流量按下列规定确定：

1）如以臭氧为主进行池水消毒时，应按池水中余氯量不大于 0.5mg/L（有效氯计）计算确定；

2）如以氯为主进行池水消毒时，以池水中余氯量不大于 1.0mg/L（有效氯计）计算确定；

3）如采用含有氰尿酸的氯化合物消毒时，以池水中氰尿酸含量不超过 150mg/L 计算确定；

4）池水中的余氯含量应符合附录 L 的规定。

3 采用次氯酸钠消毒时，应符合下列规定：

1）采用湿式投加，次氯酸钠应配制成含氯浓度宜为 3mg/L 的溶液；

2）投加位置应根据池水循环净化处理系统的自动化程度确定，人工控制时，投加在循环水泵的吸水管上；自动控制时，投加在循环水泵的出水管上；

3）采用成品次氯酸钠时，应避光运输和贮存，且贮存时间不宜超过 5d；

4）现场制取次氯酸钠时，设备不应少于 2 台，安装次氯酸钠溶液设备的房间应通风良好，并设置防火、防爆等安全设施；制取次氯酸钠溶液设备的氢气应排至室外。

4 采用瓶装氯气消毒时，应遵守下列规定：

1）必须遵守《氯气安全规程》GB 11984 的有关规定；

2）加氯系统应与循环水泵联锁；

3）应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 的有关规定。

5 采用氯气消毒时，必须采用负压自动投加到游泳池循环进水管道中的方式，严禁将氯直接注入游泳池水中的投加方式。

6 采用固体氯消毒剂时，应符合下列规定：

1）固体氯消毒剂应置于专用的水溶解器内充分溶解后再投加；

2）投加量应按固体消毒剂所含有效氯的含量计算，并配制成含氯浓度为 3mg/L 有效氯的氯消毒液。

7 除对游泳池冲击消毒处理外，应采用有流量调节阀门的自动投药器投加。

8 输送氯液、氯气的管道及配件应为耐氯腐蚀的材质，管道连接应严密、无泄漏。

13.4.4 紫外线消毒应符合下列要求：

1 游泳池采用紫外线消毒时，必须配合其它长效消毒剂同时使用。

2 游泳池池水采用紫外线消毒时，应符合下列规定：

1）宜选用中压紫外线发生器，室内游泳池采用紫外线剂量不小于 60MJ/cm^2；室外游泳池采用紫外线剂量不宜小于 40MJ/cm^2；

2）用于游泳池消毒的紫外线消毒器应安装在过滤设备之后，加热设备之前，并应设置旁通；

3）紫外线消毒器的安装应保证水流方向与灯管长度方向相平行；

4）紫外线消毒器耐压不应低于 0.6MPa；

5）紫外线消毒器宜设置不可调节的在线强度监测装置，并采用湿式探头；

6）紫外线消毒器宜配备在线自动清洗装置。

3 紫外线消毒器出口应设置安全过滤器。

4 紫外线消毒器的电器控制应有可靠的安全措施。

5 紫外线消毒器宜设置可与中央控制系统结合的自动控制系统。

13.4.5 采用其他消毒剂时，应符合下列要求：

1 采用二氯异氰尿酸盐和三氯异氰尿酸钠进行消毒时，应符合下列规定：

1）应将其溶解配制成消毒液进行湿式投加；

2）投加量按氰尿酸浓度为 50 ~ 150 mg/L 计算确定，确保池水中游离性氯的浓度不得低于 0.5 ~ 1.0 mg/L；

3）池水中 pH 值应保持在 7.0 ~ 7.8 范围内；

4）不同化学药品投加点的相互间距不应小于 10 倍的管道直径的长度；

5）投加化学药品的计量泵出水管必须设置止回阀。

2 二氯异氰尿酸盐和三氯异氰尿酸钠消毒剂宜用于露天游泳池、季节性露天游泳池和室内阳光游泳池。

3 除藻剂采用硫酸铜时，投加量不得超过 1.0mg/L，且应视池水水质情况定期投加。

13.4.6 化学药品的投加应符合下列要求：

1 游泳池池水在进行循环净化处理和水质平衡处理过程中，向循环水中投加各种化学药品时应符合下列规定：

1）不同品种的化学药品应设置各自独立的投加系统和计量装置；

2）管道应有化学药品品种和流向的明显标记；

3）管道布线应简短，并方便安装和安全检修。

2 化学药品的溶液配制浓度应符合下列规定：

1）使用盐酸时，盐酸溶液浓度不应超过 3%；

2）使用硫酸铜时，其溶液的浓度不宜超过 5%；

3）使用硫酸铝（精制、粗制）、聚合氯化铝（PAC）、碳酸钠、碳酸氢钠、氯化钙、次氯酸钠等药品时，其溶液浓度不宜超过 5mg/L；

4）使用次氯酸钙时，溶液浓度（以有效氯计）不得超过 3mg/L。

3 化学药品投加系统，应符合下列规定：

1）化学药品投加点应有保证化学药品溶液与水充分混合的装置；

2）化学药品投加系统应与池水循环净化处理系统同时运行和终止。但硫酸铜应间断投加，其间隔时间根据气候条件及池水透明度确定；

3）化学药品的溶解宜采用水力、机械或电动搅拌方式；

4）各种化学药品均应采用计量泵自动投加，并能根据传感器参数自动调节投加量。

4 计量泵、计量装置、溶药槽、溶液槽、投药液管道、阀门、附件等均应采用能承受系统压力的耐腐蚀材质的制品。计量泵吸液管和溶液桶宜采用透明型塑料材质，且溶液桶宜有容量刻度标志，以方便检查桶内药液容量。

13.5 池水加热

13.5.1 游泳池池水加热应符合下列基本规定：

1 游泳池池水加热的热源选择，应符合下列规定：

1）有条件的地区应优先采用温度不低于 400℃的余热和废热、太阳能、热泵作为热源；

2）充分利用城市或区域锅炉房供热的热力网作为热源；

3）利用建筑内锅炉房供热热源；

4）自设燃油、燃气或电力作热源。

2 温水游泳池的池水加热方式，应根据热源条件和使用性质，按下列规定选定：

1）竞赛用游泳池及大、中型其他用途游泳池应采用间接式池水加热方式；

2）小型游泳池可采用燃气、燃油、燃煤及电热等锅炉直接加热的加热方式；

3）有条件的地区可采用直接或间接太阳能及热泵加热方式。

3 游泳池池水的温度应符合第 13.1.3 条的规定。

4 池水加热系统的控制设施应具有较大幅度调节池水温度的功能，以适应不同竞赛项目及不同使用人群对池水温度的要求。

5 游泳池池水初次加热所需时间，应根据池体结构和衬贴材料温升膨胀过快是否出现缺陷及热源供应条件等因素确定，一般采用宜 24～48h，并满足按每小时池水温度升高不超过 0.5℃的要求。

6 池水加热设备的设置应符合下列规定：

1）不同用途游泳池的加热设备应分开设置；

2）每座游泳池加热设备的设置数量，应按初次池水加热时不少于 2 台同时工作选定；

3）多个游乐池共用一组加热设备时，应符合下列条件：

① 共用一组循环过滤器；

② 不同池子的水温相同；

③ 不同池子的循环给水管道应从分水器上设置各自独立的给水管，该给水管还应设调节阀门。

4）每台加热设备应装设温度自动控制装置。

13.5.2 池水加热所需热量按下列规定计算：

1 游泳池池水加热所需热量，应为下列各项耗热量的总和：

1）游泳池池水表面蒸发损失的热量；

2）游泳池池壁和池底传导损失的热量；

3）管道和净化水设备损失的热量；

4）补充新鲜水加热所需要的热量。

2 游泳池池水表面蒸发损失的热量，应按式（13.5.2-1）计算：

$$Q_s = \frac{1}{\beta}\rho \cdot \gamma \left(0.0174 v_w + 0.0229\right)\left(P_b - P_q\right) A_s \frac{B}{B'} \qquad (13.5.2-1)$$

式中 Q_s ——游泳池池水表面蒸发损失的热量（kJ/h）；

β ——压力换算系数，取133.32Pa；

ρ ——水的密度（kg/L）；

γ ——与游泳池池水温度相等的饱和蒸汽的蒸发汽化潜热（kJ/kg）；

v_w ——游泳池池水表面上的风速（m/s），按下列规定采用：

室内游泳池：0.2～0.5m/s；室外游泳池：2～3m/s；

P_b ——与游泳池池水温度相等时的饱和空气的水蒸气分压力（Pa）；

P_q ——游泳池的环境空气的水蒸气分压力（Pa）；

A_s ——游泳池的水表面面积（m^2）；

B ——标准大气压力（Pa）；

B' ——当地的大气压力（Pa）。

3 游泳池的水表面、池底、池壁、管道和设备等传导所损失的热量，应按游泳池水表面蒸发损失热量的20%计算确定。

4 游泳池补充新鲜水加热所需要的热量，应按式（13.5.2-2）计算：

$$Q_b = \frac{\rho V_b c \left(T_d - T_f\right)}{t_h} \qquad (13.5.2-2)$$

式中 Q_b ——游泳池补充新鲜水加热所需的热量（kJ/h）；

ρ ——水的密度（kg/L）；

V_b ——游泳池新鲜水的补充量（L/d）；

c ——水的比热取4.1876kJ/（℃·kg）；

T_d ——游泳池的池水设计温度（℃），按第13.1.3条的规定选用；

T_f ——游泳池补充新鲜水的温度（℃），按当地自来水温度确定；

t_h ——加热时间（h）。

13.5.3 加热设备的选用应符合下列要求：

1 加热设备应根据热源条件、耗热量、使用要求、卫生及运行管理等因素选择，并符合下列要求：

1）换热效果好，效率高，节能，体积小，重量轻；

2）结构简单，安全可靠，操作灵活，维护保养方便；

3）材质应耐氯等化学药剂的腐蚀。

2 加热设备的容量应根据第13.5.2条所需热量的有关规定，并结合热源条件、热源种类和热源工况等因素计算确定。

3 加热设备的形式应根据下列规定选用：

1）如热源为高温热水或高压蒸汽时，宜选用不锈钢材质换热器；

2）如采用自备热源时，宜采用直接加热的燃气、燃油、燃煤等燃料的热水机组（锅炉）及热泵；

3）小型游泳池及电力供应充沛的地区可采用电热水器（炉）；

4）如采用太阳能为热源时，可采用光滑材质（如玻璃真空管、平板、热管等）或非光滑材质（如塑料、橡胶等）集热器；

5）如采用板式换热器，换热器的换热面积等应按第 6 章规定的公式进行计算。

4 游泳池循环水量采用分流量加热时，应符合下列规定：

1）被加热的水量应不小于全部池水循环水量的 25%（流程如图 13.4.2－1～图 13.4.2－3 所示）；

2）被加热水的出水温度不宜超过 40℃；

3）加热设备宜采用被加热水侧阻力损失小于 0.02MPa 的不对称型换热设备；

4）设置被加热水与未加热水的压力平衡装置，如设增压水泵等措施；

5）每台加热或换热设备均应设置可调温度自控阀，且自动温控阀的可调幅度不宜大于 ±1.0℃。

5 加热设备的进水管口与出水管口的水温差，应按下式计算：

$$\Delta T_h = \frac{Q_s + Q_t + Q_b}{1000\rho \cdot c \cdot q_r} \tag{13.5.3}$$

式中 ΔT_h ——加热设备进水管口与出水管口的水温差（℃）；

Q_s ——游泳池池水表面蒸发损失的热量（kJ/h），按第 13.5.2 条的规定确定；

Q_t ——游泳池的水面、池底、池壁、管道和设备传导损失的热量（kJ/h），按第 13.5.2 条的规定确定；

Q_b ——游泳池补充新鲜水加热所需的热量（kJ/h）；

c ——水的比热［4.1876kJ/（℃·kg）］；

ρ ——池水的密度（kg/L）；

q_r ——通过水加热设备的循环水量（m^3/h），采用分流量加热时按本条第 4 款规定选定。

13.5.4 太阳能加热系统的设计应符合下列规定：

1 利用太阳能作为游泳池池水加热热源时，应符合下列规定：

1）太阳年日照时数应大于 1200h；

2）年太阳辐照量应大于 4200MJ/m^2；

3）年极端最低温度不得低于 －45℃。

2 太阳能集热面积，应根据不同地区的纬度，太阳能年辐照总量，年日照小时数、年晴天光照时间等参数按下列规定计算确定：

1）集热器集热效率以实际产品实测数据确定，但不宜小于 50%；

2）太阳能的保证率宜为 40%～80%；

3）太阳辐照热量应按春、秋两个季节平均太阳辐照量为依据；

4）集热水箱热水温度宜按不小于 50℃计，如采用直接式加热方式时，不设集热水箱；

5）系统热损失宜按 20% 计。

3 游泳池太阳能集热系统应采用组合或承压式循环系统设计，并符合下列规定：

1）宜综合利用游泳池池水加热与淋浴热水制备热能；

2）冷水进水及热水流出应配水均匀，无死水区，无气阻区；

3）储热水箱应有足够的容积，且系统应不结垢和不发生冰冻；

4）如为间接式池水加热方式宜采用低温升大流量换热器；

5）系统应有各种水温、水位、水压、水泵开启及关闭、自动或手动排空等控制，并满足自动化、智能化、远距离和按季节可调设定的控制要求；

6）系统应有漏电保护设计；

7）系统管道应有抗紫外线的措施或采用抗紫外线的管材。

4 太阳能集热器应根据当地太阳能资源、气候环境、因地制宜地选用光滑材质或非光滑材质集热器，并符合下列规定：

1）集热效率高，产热快，承压高，长期连续运行性能稳定；

2）具有防渗漏水、防爆裂、防冻裂、防雷、防漏电、防强风及抗雪载防冰雹等性能；

3）集热器材质应耐腐蚀，符合卫生及环保要求，对被加热水不产生二次污染。

5 光滑材质的太阳能集热器的布置和安装，应符合下列规定：

1）集热器的布置应与土建专业密切配合及协调，做到满足加热系统要求，又不影响建筑外观和结构安全；

2）集热器的朝向应保证集热面最大限度能够获得太阳光的照射，且不被自身建筑、周围建筑和设施、树木的遮挡，保证集热器的日照时数不应小于4h；

3）集热器的布置不应跨越建筑变形缝；

4）集热器的安装倾角宜与当地纬度相同。

6 如采用低温升大流量直接加热游泳池池水的非光滑材质集热器的设置和安装除应符合本条第4款的规定外，还应符合下列规定：

1）材质应具有抗紫外线、耐氯及化学药品和不污染游泳池池水水质的功能；

2）集热器宜沿屋面设置；如架空设置时，应加设垫板；

3）每组集热器单元应设置泄水装置；

4）集热器配水管、集水管的最高部位应设自动排气阀。

7 太阳能加热系统的管材应符合下列规定：

1）太阳能热水系统的管道和附配件，应为耐紫外线材质；

2）与集热器配套的管道应有伸缩措施。

8 太阳能加热系统应按设计总热负荷配置辅助热源和加热设备。

9 太阳能集热器的设计，还应符合《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50346 和《太阳能热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T 18713 的规定。

13.5.5 热泵加热系统

1 采用空气源热泵对游泳池池水进行加热时，应符合下列规定：

1）适宜用于非寒冷地区；

2）适宜用于专用游泳池。

2 空气源热泵辅助热源的设置应符合下列规定：

1）当地最冷月平均气温≥10℃时，可不设辅助热源；

2）当地最冷月平均气温在10～0℃时，应设辅助热源。

3 空气源热泵的产热量计算，应遵守下列原则：

1）不设置辅助热源时，应按当地最冷月的平均气温和水温计算；

2）设置辅助热源时，宜按当地春分、秋分两个节气所在月份的平均气温和水温计算。

4 游泳池池水初次加热时，应按热泵与辅助热源同时使用进行设计。

5 如选用混合型空气源热泵时，应符合下列规定：

1）应满足池水温度的参数要求；

2）应与空调专业密切配合，满足游泳池大厅空气温度、相对湿度、风速及噪声的要求。

6 热泵冷凝热交换器应选用钛合金或022Cr17Ni14Mo2（S31603）不锈钢材质的热交换器。

7 热泵的选型应符合下列规定：

1）机组效能比较高，且适合当地的气候条件和使用要求；

2）具有水温控制、水流保护、过流保护、冷媒高低压保护和压缩机延时启动等功能；

3）机组循环工质应安全洁净，符合环境保护要求。

8 空气源热泵和混合型热泵，应设有可靠的冷凝水排除措施。

13.6 水质监测和系统控制

13.6.1 池水水质监测和系统控制应符合下列规定：

1 游泳池的池水水质宜采用自动监测和控制系统。

2 游泳池的水温、浊度、余氯和 pH 值还应具备人工检测手段。

3 游泳池的池水净化处理设备根据设备配置情况、游泳池用途及管理运行要求等采用全自动或半自动监测和控制，采用全自动控制时应保留手动控制；季节性游泳池的池水净化处理设备宜采用手动控制。

4 游泳池循环水净化处理系统应对循环水流量进行监测。

5 游泳池的自动监测和控制系统的仪器仪表，应保证池水净化处理系统的安全和可靠、方便运行、改善操作条件和提高科学管理水平，并宜设置与其所在的楼宇中央控制系统的接口。

6 人工检测用仪器仪表应简洁、携带方便、操作简便、检测数据准确和可靠。

13.6.2 池水水质监测项目应包括下列各项内容：

1 游泳池池水水质在线监测的内容，应符合下列规定：

1）游泳池进水和回水中的 pH 值、游离性余氯、水温和浑浊度；

2）采用臭氧消毒时，还应监测游泳池进水和回水中的臭氧含量。

2 游泳池池水净化处理系统在线监测的内容，应符合下列规定：

1）臭氧或氯等消毒剂的投加量；

2）反应罐出水口、活性炭吸附器出水口等部位的臭氧含量；

3）分流量臭氧消毒的分流量和分流量加热时的分流量；

4）臭氧发生器房间空气中臭氧含量和加氯间空气中氯气含量；

5）各种化学品药剂溶液的浓度、投加量和药液容器的液位；

6）每台循环水泵、臭氧加压水泵、过滤器、臭氧反应罐、活性碳吸附器、水加热器等设备的进水口和出水口的水压力，以及水加热器热媒的进口压力；

7）循环水泵出水总管和过滤器进水管的流量；

8）氯气瓶自动切换信号、泄漏氯检测仪报警信号；

9）设备机房内每台（套）转动设备运行情况；

10）各种设备还应在出水口预留人工检测取样管及水嘴。

3 游泳池除设置在线监测外，还应进行人工检测，其内容应符合下列规定：

1）池水中的 pH 值、游离性余氯、尿素、化合性余氯、浑浊度、水温；

2）池水中的氧化还原电位、菌落总数、总大肠菌群；

3）池水中的钙硬度、碱度、溶解性总固体；

4）池水中的氰尿酸、三卤甲烷；

5）池水表面上空空气中的臭氧含量。

13.6.3 池水循环净化处理系统的控制应满足下列要求：

1 游泳池监控系统宜提供各监测项目参数的上限、下限值、各项设备运行状况和超限报警等功能。

2 游泳池水质监测系统应对下列项目进行显示和自动控制：

1）根据 pH 值传感信号能连续显示 pH 值并相应按比例调整 pH 值调整剂的投加量，以维持设定值；

2）根据余氯量传感信号能连续监视余氯浓度，并相应的调整消毒剂的投加量，以维持设定值；

3）根据游泳池进出水中臭氧浓度监测器能连续监视臭氧浓度，并相应的调整臭氧的投加量；

4）根据池水温度传感信号能连续显示池水温度，并能相应地调整热交换器工况及热媒流量；

5）根据池水浊度监测数据按比例调整絮凝剂的投加量。

3 全自动水质监测系统，应具有在池水循环系统出现故障时，能自动停止设备运行和报警的功能。

4 游泳池循环水净化处理设备系统宜对下列项目进行显示、自动控制和报警：

1）循环水泵和其他转动设备应能远距离开启、关闭及与备用泵自动互换运行；

2）根据过滤器进出水口压力控制过滤器的反冲洗的报警信号；

3）各种药剂和消毒剂投加系统应与循环水泵设置联锁装置，当循环水泵启动时，自动启动；当循环水泵停止时，自动停止。

5 不同用途的游泳池的水质监控系统的参数应分别配置相应的探测器和记录、显示仪表、不得共用一套仪表。

6 设备机房内各种转动设备均应设置就地手动控制。防雷接地保护应符合国家现行相关规范、规程的规定。

13.6.4 池水应具有水质平衡处理设计，并符合下列要求：

1 游泳池应进行水质平衡处理，并符合下列规定：

1）池水的 pH 值应符合附录 L 中表的规定；

2）池水的总碱度控制在 60～200mg/L 范围；

3）池水的钙硬度控制在 200～450mg/L 范围；

4）池水的总溶解固体控制在原水总溶解固体量加 1500mg/L 范围。

2 水质平衡使用的化学药品应符合下列规定：

1）应采用当地卫生部门批准的化学药品；

2）对健康应是无害的，并对池水不产生二次污染；

3）不与有机物发生反应；

4）能快速溶解，且使用方便。

3 水质平衡处理应保证池水水质符合《游泳池水质标准》CJ 244－2007。

4 化学药品的投加方式应符合下列规定：

1）应采用湿式投加；

2）重力式投加时，应投加在循环水泵的吸水管内；

3）压力式投加时，pH 值调整剂应投加在加热器之后长效消毒剂投加点之前的循环水管上，并设置良好的混合装置；

4）投加点应远离水质取样点。

13.7 特殊设施

13.7.1 跳水池应配套设计如下特殊设施：

1 跳水池必须同时设置池底、水面制波和喷水水面装置。

2 跳水池的水面制波应符合下列规定：

1）池水表面应为均匀的小波浪，不得出现翻滚的大波；

2）池水表面的波高宜为 25～40mm；

3）波浪应气泡多、范围广、分布均匀。

3 跳水池起泡制波和安全保护气浪所供给的压缩空气的气体应不含杂质、无油污、无异味低温而洁净。

13.7.2 跳水池制波系统的设计应符合下列要求：

1 跳水池应采用起泡、涌泉法制波并辅助喷水制波。

2 采用起泡制波时，应符合下列规定：

1）空气压力宜为 0.1 ~ 0.2MPa；

2）喷嘴喷气孔的直径可采用 1.5 ~ 3.0mm，每个喷嘴喷气量可按 0.019 ~ 0.024$m^3/(mm^2 \cdot min)$计；

3）喷气嘴成组布置应以跳台和跳板在池底面水平面投影的正前方 1.5m 处为中心、以 1.5m 为半径的位置分组布置。或喷嘴在池底满天星布置，应按 3.0m × 3.0m 的方格均匀布置；

4）喷嘴顶表面应与所在处池底表面相齐平；

5）供气管道应埋设在池底结构底板与瓷砖面层之间的垫层内，如供气管道明设在池底时，应设置防护跳水人员不被碰伤或擦伤的措施；

6）喷气嘴和供气管应采用耐腐蚀的铜、不锈钢或 ABS 塑料等材料制造。

3 采用涌泉法制波时，应符合下列规定：

1）涌泉法制波给水管应与池水循环净化处理管道分开设置；

2）涌泉水源应采用跳水池池水；

3）喷嘴宜采用游泳池可调式给水口或按摩池水力按摩喷嘴；

4）涌泉给水泵的容量应按同时使用的喷嘴数量计算确定，水泵的出水压力不宜小于 0.10MPa。

4 采用喷水法制波时，应符合下列规定：

1）水源应为跳水池池水；

2）应设置独立的加压水泵和管道系统；

3）喷水口压力不宜小于 0.10MPa；

4）喷水嘴应设置在有跳台及跳板一侧的池岸上的溢流回水槽内或跳台、跳板的支撑柱上；

5）设置在溢流回水槽内的喷水嘴宜采用水力升降型。喷嘴直径宜为 15 ~ 20mm；

6）喷水嘴和供水管应采用耐腐蚀的铜、不锈钢或 ABS 塑料等材料制造。

13.7.3 跳水池设有安全保护气浪时，应符合下列要求：

1 教学和训练用跳水池的 3.0m 跳板，以及 5.0m、7.5m、10.0m 跳台，宜设置安全保护气浪。

2 安全保护气浪的供气环管，应在跳台（板）在池底水平投影的正前方 0.5m 处开始居中布置。

3 安全保护气浪的供气环管的平面尺寸（宽度 × 长度），应根据跳台（板）距池水表面的高度，按下列规定确定：

1）为 3.0m 跳板时，应为 1.0m × 3.5m；

2）为 5.0m 和 7.5m 跳台应为 1.0m × 4.0m；

3）为 10.0m 跳台时，应为 2.5m × 5.0m。

4 安全保护气浪供气环管的构造，应符合下列要求：

1）供气环管应为网格形状环管；

2）供气环管上应均匀设置内径为 8mm，数量不少于 40 只的喷气管嘴；

3）供气环管应采用铜管、ABS 塑料管等阻力小、高强度、耐腐蚀和不变形的管道。

5 安全保护气浪系统应确保一经启动，气浪形成时间不应超过 3s，且气浪持续时间不宜少于 12s。安全保护气浪高度一般为 400 ~ 800mm。

6 安全保护气浪与起泡制波系统宜共用一套供气设备，也可以分别设置各自供气设备，但均应符合下列规定：

1）安全保护气浪供气与起泡制波供气应分别设置各自独立的供气管道；

2）每个跳板或跳台设置各自独立的供气管道、流量调节装置和控制器；

3）安全保护气浪的供气压力为 1.0 ~ 1.2MPa；

4）起泡制波的供气压力不应大于 0.2MPa；

5）供气管道应有确保池水不得倒流至制气设备的有效措施。

7 安全保护气浪供气系统的控制，应符合下列规定：

1）跳水池大厅的侧墙应设置可以开启设备机房内安全保护气浪设备和池内每个安全保护气浪的控制屏；

2）池内安全保护气浪应设置池岸遥控器，控制开启任意一个供气环管运行；

3）设备机房内设置就地控制开关装置。

13.7.4 跳水池应配套设置放松池和淋浴，并符合下列要求：

1 跳水池宜在设有跳板、跳台的一侧的池岸设置土建型或可移动成品型、可拆装型水力放松池，并应符合下列规定：

1）水力放松池的直径不宜小于2.0m；

2）水力放松池的水温宜为36～38℃；

3）水力放松池宜设独立的循环水净化系统。

2 跳水池在设有水力放松池的池岸一侧还应设置淋浴喷头，其数量不得少于2只。

3 放松池内水力按摩喷嘴的出水量和工作压力，应根据使用要求和生产厂商提供的数据，与工艺设计共同商定，其布置应符合下列规定：

1）喷嘴应沿放松池池壁布置，间距宜为0.7～1.0m；

2）喷嘴在放松池池壁上的位置，宜高出座位坐板0.2m；

4 放松池进气管的设计应符合下列要求：

1）水、气合用喷嘴时，进气管应设调节进气量的管帽，且管帽应高出放松池池内水面200mm以上；

2）风泵供气时，如风泵位置低于放松池水面，应有防止池水倒流的措施。

13.7.5 高沿游泳池设置撇沫器时，应符合下列要求：

1 如水上游乐池没有条件设置池岸溢流水槽时，可设置撇沫器。

2 撇沫器的数量应根据生产厂商提供产品的收水流率计算确定，但不规则形状休闲池还应在池壁内弯区域另行增设。

3 撇沫器的设置应符合下列规定：

1）撇沫器受水口无浮板时，受水口中心应与水面相平；受水口有浮板时，受水口浮板顶沿应与池水水面相平；

2）撇沫器安装时不得突出游泳池内壁；

3）露天游泳池设置撇沫器时，受水口宜面向主导风向；

4）撇沫器宜为独立的管道系统，与池水的循环水净化系统相连接。

13.8 洗净设施

13.8.1 浸脚消毒池的设置应符合下列要求：

1 公共游泳池的入口通道应设置浸脚消毒池，并应符合下列要求：

1）池长不得小于2.0m，池宽应与通道宽度相同；

2）池内的有效水深不得小于0.15m；

3）池内消毒液的含氯浓度，应保持在5～10mg/L。

2 池内消毒液宜采用连续供给、连续排放的供应方式。如有困难时，可采用定期更换消毒液的供应方式，且更换周期不得超过4h。

3 当设有强制淋浴装置时，浸脚消毒池宜设在强制淋浴之后。

4 浸脚消毒池和配管应采用耐腐蚀材料制造。

13.8.2 强制淋浴的设置应符合下列要求：

1 公共游泳池，宜在游泳池入口通道内设置强制淋浴。

2 强制淋浴通道长度应采用 2.0 ~ 3.0m。

3 强制淋浴的布置应符合下列规定：

1）淋浴喷头在设计通道长度内不应少于 3 排，每排淋浴喷头间距宜为 0.8 m；

2）每排所设淋浴喷头间距宜为 0.8 m，顶端喷头数根据入口通道宽度确定，但每排不宜少于 3 只；如为多孔管时，孔径不宜小于 0.8mm，孔间距不宜大于 0.4 m；侧壁喷头每侧不少于 2 只，首层喷头距地面高度不超过 1.0m；

3）顶端喷头或多孔管的安装高度不宜小于 2.2m。

4 喷头或多孔管的开启，应采用光电感应自动控制，其反应时间不应超过 0.5s，喷水持续时间宜为 6s。

5 强制淋浴的供水应符合下列规定：

1）水源采用城市自来水或经净化处理的游泳池池水；

2）水温宜采用 35 ~ 40℃，夏季可采用常温水；

3）水量应按喷头数量或开孔数量计算确定；给水压力不得小于 0.1 MPa。

13.8.3 池岸清洗水嘴的设置应符合下列要求：

1 游泳池两侧的池岸应设置冲洗池岸用的水嘴，每侧设置的数量不宜少于 2 个，位置宜在游泳池端壁两侧的看台墙处，并予以隐蔽。

2 池岸冲洗水量应按 1.5 L/（m^2 · 次），以每开放一场次冲洗一次进行计算。每次冲洗时间按 30min 计。

3 室内游泳池的池岸冲洗水嘴宜设在看台或建筑的墙槽内；无看台的室外游泳池应设在阀门井内。冲洗水宜采用 DN25mm 冲洗水嘴。

13.8.4 池底清污器的设计应符合下列要求：

1 游泳池应设置消除池底积污的装置。

2 池底清污器的选择，应根据池子的使用性质和规模确定：

1）大、中型游泳池和休闲游泳池，宜采用全自动移动式池底清污器；

2）小型游泳池无条件采用移动式真空池底清污器或电动清污器时，可采用在池壁游泳池水面以下 0.5m 处设置吸污接口的方式清洁池底积污，吸污接口的接口宜接至池水循环净化处理系统循环水泵的吸水管上，利用池水过滤设备对池底积污进行处理。

13.9 排水及回收利用

13.9.1 游泳池应设置排水及废水回收利用系统，并符合下列要求：

1 顺流式池水循环系统的溢流水应回收利用。

2 游泳池池岸冲洗排水、过滤设备反冲洗排水和初滤水应优先回收作为建筑中水的原水，经处理后用于建筑内冲厕及绿化等用水水源。

3 强制淋浴、跳水池池岸淋浴的排水和露天游泳池的池面、地面雨水宜回收利用。

4 如果用臭氧消毒时，其臭氧发生器一般采用自来水进行冷却，因其仅温度升高，未改变水质，故应回收，并宜用于游泳池的补充水水源。

13.9.2 池岸排水的设计应符合下列要求：

1 游泳池溢水槽为非淹没式时，如溢流水不循环利用，冲洗池岸的排水可排入溢水槽内，并按第 13.9.1 条的规定予以回收利用。

2 游泳池溢流回水槽为淹没式时，冲洗池岸的排水不得排入溢流回水槽内。池岸应于远离游泳池溢流回水槽的观众看台底部另设排水沟，作冲洗池岸排水之用。该排水也应回收作为中水原水。

3 游泳池溢水槽如需排放时应排入雨水管道，但不得与雨水管道直接连接，应设置防止雨水回流污染游泳池池水的有效措施。

13.9.3 游泳池的泄水系统应符合下列要求：

1 游泳池的应急和检修需泄空池水时的泄水时间不宜超过8h。

2 如为重力流泄水并排至排水管道时，应设置防止雨水或污水回流污染的有效措施。

3 如为压力流泄水时，宜采用循环水泵和设备机房内集水坑内潜水排水泵兼做泄水排水泵，但必须关闭进入各类设备内管道上的阀门。

4 如因池水出现传染性致病微生物或病毒需要泄水时，必须按当地卫生监督部门的要求，对池水进行消毒处理达到卫生监督部门认可后方可排放。

5 如池水排放至天然水体时，应按当地卫生监督部门、环保部门的要求，对池水进行处理达到排放标准后方可排放。

13.9.4 游泳池的其他排水应符合下列要求：

1 硅藻土反冲洗排水中的污染杂质经过与其他排水混合稀释后，仍达不到排放要求时，应设置废弃硅藻土回收装置。

2 清洗化学药品设备、容器的废水，应与其他排水进行中和、稀释或处理并达到排放标准后，方可直接排入排水管道。

3 室外露天游泳池应考虑雨季雨水的排除或回收利用措施，雨水量可按重限期5～10年计算。

13.10 池水净化设备机房

13.10.1 设备机房的设计应符合下列要求：

1 游泳池循环水净化设备机房应设均衡水池（平衡水池）、循环水泵、过滤器、加药、换热器、消毒设备、药品库、控制间等，并宜按工艺流程顺序排列。

2 游泳池循环水净化设备机房的位置和要求应符合下列规定：

1）房间高度和面积应满足水净化设备的布置、施工安装和维修要求，其位置宜靠近游泳池周边；

2）设备机房设在地面层时，宜设有直接通向室外的设备运输出入口；

3）设备机房设置在地下层或地面以上楼层时，应设置运输设备，管道和化学药品的通道和垂直吊装孔，其尺寸和承重能力应满足最大设备的运输需要；

4）设备机房应与其他用房有明确的土建分隔；设在楼板上的设备应向结构专业提出设备荷载资料；

5）设备机房应设有通向循环水管道管廊或管沟的出入口；

6）设备机房的耐火等级及防火设计应符合现行的有关国家标准和规范的规定。

3 设备机房的环境应符合下列要求：

1）设备机房的环境温度不得低于5℃，但控制间的环境温度不得低于16℃，最高温度不宜超过35℃；

2）应有良好的照明、通风换气和地面排水措施；

3）所有转动设备的基础和连接管道应有良好的隔振减噪措施；

4）设备机房应与其他房间分隔开，并宜采取建筑隔音措施。

4 设备机房内的所有设备、装置、容器及管道均应设置在高出地面不小于0.10m的基础或支座上。

13.10.2 循环水泵及均衡水池的布置应符合下列要求：

1 均衡水池或平衡水池应靠近游泳池，其有效容积和构造应符合第13.2.8条的规定；

2 循环水泵机组应贴近平衡水池或均衡水池。如无平衡水池或均衡水池时，宜靠近游泳池回水

口。

3 水泵机组的布置应符合国家现行的《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定；

4 水泵机组装置应设计成自灌式，且基础表面高度应满足毛发聚集器的安装要求；

5 设在楼层上的水泵应有良好的隔振设施，且水泵运行噪声应符合国家现行的标准和规范规定；

6 循环水泵间的高度不应小于 3.0m。

13.10.3 过滤设备的布置应符合下列要求：

1 过滤器宜邻近循环水泵。

2 石英砂压力式过滤器的布置应符合下列规定：

1）距建筑墙面的净间距不小于 0.70m；

2）过滤器之间的净间距不小于 0.80m；

3）过滤器间的高度应满足设备安装、检修和操作要求，并符合下列规定：

① 设备顶端距建筑结构最低点的净间距不小于 0.80m；

② 运输、操作的主要通道宽度不应小于最大设备的直径的 1.2 倍。

3 硅藻土过滤机组的布置应符合下列规定：

1）硅藻土过滤机由过滤器、硅藻土溶液罐和循环水泵组成，该机组应靠近平衡水池或均衡水池；

2）机组布置应符合本条第 2 款的规定。

4 重力式过滤器的布置除应符合本条第 2 款的规定外，还应有防止因突然停电而造成过滤器溢水的安全事故的可靠措施。

5 石英砂压力式过滤器和硅藻土过滤机组均应安装在高出设备机房地面 0.10m 的混凝土基础上。

13.10.4 加药间及药品库的设计应符合下列要求：

1 加药设备间与化学药品储存库，宜为各自独立的又毗邻的独立房间，并靠近循环水泵间。

2 加药装置的净间距不宜小于 0.80m，操作通道的宽度不宜小于 1.00m。

3 絮凝剂、pH 值调整剂、消毒剂及除藻剂等化学药品所需储存库房的面积，应根据当地化学药品的供应和运输情况确定，一般除成品次氯酸钠按不大于 5d，其他化学药品按不少于 15d 的储存量计算所需库房面积。

4 加药设备间和药品库的设计应符合下列规定：

1）应有良好的通风。如为机械通风时，宜为独立的系统，且排风口远离其他排风口不少于 10.0m；

2）应根据化学药品性质，采取防热或防冻措施，并有给水和排水条件；

3）墙面、地面和门窗均应为耐腐蚀材料；

4）房间高度不宜小于 3.0m。

5 化学药品的存放应符合下列规定：

1）不同品种的化学药品应分开存放，相互间留有不小于 1.0m 的通道，并遵守化学药品的产品说明；

2）不同品种的化学药品应放入不同容器内并有清晰明显的药品名称和标志；

3）不同品种化学药品应放置在平台上、垫板上或柜架内，不得堆放在地面上；

4）液体化学药品不得倒置存放；

5）次氯酸钙、三氯异氰尿酸钠与调节池水 pH 值用酸碱应隔离存放。

6 不同化学药品的容器和用具不得相互混用。

7 不同加药设备均应放置在高出设备机房地面不小于 0.10m 表面贴有防腐材料的混凝土基础上，相互间的净间距不宜小于 1.0m。

13.10.5 消毒设备

1 消毒设备宜为单独的房间，并应设置独立的通风通道，保持房间清洁、干燥。房间地面、墙

面、门窗及设备等均应为耐腐蚀材料。

2 采用成品氯制品消毒剂时，应符合下列规定：

1）消毒剂为成品次氯酸溶液时，设备机房及库房的设计要求，应符合第13.10.4条的规定；

2）采用次氯酸钠、次氯酸钙为消毒剂时，设备机房应根据投加方式确定。如采用计量泵投加时，宜集中设置；

3 采用瓶装氯气消毒剂时，加氯间及氯库应符合《室外给水设计规范》GB 50013的有关规定。

4 采用臭氧作为消毒剂时，臭氧发生器及配套设备、臭氧与水混和器、臭氧与水接触反应罐宜合设在同一个隔间内，且靠近通风良好的地区，并设置独立的排风设施。

5 臭氧发生器设备的布置应有足够的维护空间，并符合下列规定：

1）设备距建筑墙净距离不小于0.70m；

2）设备相互之间的净间距不小于0.80m；

3）设备顶端距建筑结构最低点净间距不小于0.80m；

4）设备基础应高出房间地面不小于0.10m；

5）主要设备操作面操作距离应不小于1.0m，如操作面朝向维修更换设备运输通道，还应满足最大设备运输要求。

6 设置臭氧发生器的房间环境应满足下列规定：

1）有良好的通风和排水条件，房间温度为5～35℃，湿度应满足产品要求；

2）房间空气应保持清洁、干燥、无有害物质；

3）房间内应设置空气臭氧监测器，监测环境臭氧含量；

4）应设紧急切断电源装置。

7 臭氧发生器应有连续不断的冷却臭氧发生器的符合生活饮用水水质的冷却水供应。

8 设有臭氧发生器的房间，必须采用防爆型用电设备，设备应设置良好的接地装置。

13.10.6 池水加热设备的布置应符合下列规定：

1 加热设备应远离氯气瓶存放间，但方便与池水循环管道的连接和集中管理。

2 热源为燃油或燃气的水加热器间应为独立的房间，其设备布置、安全设施等应符合消防和安全等有关规范。

3 房间通风、排水宜与循环水泵间、过滤器间合并设计。

4 热源为高压蒸汽或高温热水时，水加热器的布置应遵守国家现行的《建筑给水排水设计规范》GB 50015的规定。

13.10.7 控制设备间的布置应符合下列要求：

1 控制设备及电气设备宜设置在单独房间内，且不得设置在下列场所：

1）有灰尘和有腐蚀气体的场所；

2）有直接振动的场所；

3）有强磁场、强电场和有辐射的场所。

2 控制间设计应满足下列要求：

1）位置应设在整个池水净化设备机房内视野较好处；

2）房间温度宜为16～30℃；

3）电源电压波动范围不应超过±10%；

4）房间应有良好的照明，并有事故照明措施。

3 电气控制设备，自动监测设备间地面应高出池水净化设备机房地面不小于0.15m。

13.11 水上游乐池

13.11.1 水上游乐池的种类较多，包括造浪池、环流河、滑道跌落池、跳水池、潜水池、游泳池、休闲池、探险池、逆流池和暗河等。设置种类的多少，应根据适用对象和设置环境由业主及专业公司协商确定。给水排水专业仅进行游乐池的池水净化处理系统的设计。本节仅就本专业在进行设计过程中的一些技术原则作出规定，以方便给水排水设计。

13.11.2 水上游乐池一般按下列原则进行规划：

1 水上游乐池由水面和陆地两部分组成，其陆地面积与水面面积之比一般为 6:4。

2 水上游乐池的布置，应符合下列原则：

1）从浅水区到深水区；

2）从惊险性小的水域到惊险性大的水域；

3）从低处向高处过渡；

4）不同游乐池可互通连接，加强水池的连贯性。

3 为保证卫生健康和观察要求，均需配备池水净化处理设备机房。

13.11.3 水上游乐池的设计，应符合下列要求：

1 池子周壁构造应圆滑，不得出现有棱角的突出物。

2 池底应基本成水平底；池子应设下池、上岸的踏步；池壁宜设供练习浮水用的栏杆。

3 池子水深应符合下列要求：

1）成人池宜为 1.0m。

2）儿童池应为 0.6m。

3）幼儿池宜为 0.3 ~ 0.4m。

4 幼儿池与儿童池合建在一起时，应采用栏杆将不同年龄段所用的池子分隔开。而且在池内宜附设必要的水伞、水蘑菇、水刺猬、水滑梯、卡通动物喷水等戏水设施。

5 池内设有滑梯时，应设置滑梯润滑水的装置。

6 水上游乐池的水质可参照第 13.1.2 条第 2 款的规定执行，为保证游乐人员的安全，不允许中断供水，故功能循环水泵宜设备用泵。

13.11.4 造浪池应根据建设业主关于波浪形式、波浪高度、波浪种类及波浪长度等要求，按生产厂商提供的产品技术参数选择造浪机机型和池型，并应符合下列要求：

1 造浪池宜为略带扇形或梯形，其健身用途的造浪池的尺寸，宜按表 13.11.4 的规定选用。

表 13.11.4 健身造浪池的基本尺寸

序号	池长（m）	池宽（m）	水深（m）		池底坡度（%）
			深水端	浅水端	
1	34 ~ 36	12.5	1.8 ~ 2.0	0（有踏步部分不超过 0.3）	6 ~ 8（不大于 10）
2	36 ~ 45	16.66			
3	45 ~ 50	21.00			
4	50 ~ 60	25.00			

注 1 池子各段池坡由工艺设计决定。

2 最小池长为 33.0m。

2 造浪池深水端池边的直线边长，宜为池长的 1/3，并以一侧边或两侧边为准向外扩展至 15 度角的扇形或梯形波浪区。池底从造浪机房开始设有约 5.0m 的平底，此后池底以 6% ~ 8% 的坡度向上坡至 ±0.000 标高当浅水端。

3 造浪机房应设在造浪池的深水端，一般宜采用鼓风机制浪，宜设备用机组，相互交替工作。

4 造浪池宜采用逆流式循环系统。

5 造浪机运行时，池水循环系统应暂停工作。

6 造浪池的浅水区的末端宜设置消浪排水沟，且排水沟内应有级配的砂石滤水层；如浅水区末端有踏步池岸时，应在踏步底侧面设撇抹区。

7 造浪机造浪室的构造，不得出现池水回流到造浪机的现象。

8 造浪池最大人数负荷，宜为每人 $2.5m^2$ 的水面面积。

13.11.5 滑道池的设计一般应符合下列要求：

1 滑道型式、类型、坡度、滑道安全尺寸和质量等，应根据建设业主要求，按照专业公司或生产厂商提供的技术资料和产品选用。但应符合《水上游乐池通用技术条件》GB18168 的有关规定。滑道跌落池根据滑道型式、滑道坡度由滑道工艺设计提供详细规格、尺寸和水源等参数。

2 滑道的润滑水量应根据滑道的水层厚度、长度、宽度、坡度、形状和用途计算确定。除高速滑道外，一般滑道坡度为 10% 时，也可按表 13.11.5 估算水泵的流量。

表 13.11.5 各种滑道需水量

滑道名称	最小水量（L/min）
宽 1000mm 水滑道	2000
宽 2000mm 家庭滑道	1500
宽 4000mm 家庭滑道	2000
宽 1400mm 浮筏滑道	4000～6000
管状滑道 ϕ800mm	1500
管状圆滑道 ϕ800mm	2000
快速滑道（高度 15m，i = 90%）	2000
隧道和管状滑道（ϕ1300mm，i = 11%）	2 台 14000 或 3 台 7000
三峡滑道 2000～3000mm	2000

3 提升润滑水的水泵扬程，应根据滑道平台的高度、管道阻力等计算确定；水泵数量宜按不少于 2 台水泵同时工作确定，以方便润滑水流量的调节和保证滑道开放使用期间不间断供水。

4 润滑水供水管道应采用流量调节阀。

5 润滑水水源宜采用滑道跌落池池水。

6 滑道跌落池宜采用顺流式循环水净化系统。

7 池壁的可调给水口与池底回水口的数量，应满足循环水量的要求，其布置应保证水流均匀，不得出现涡流及极端偏流。

8 滑道跌落池的池水净化系统，可以与其水质、水温和循环周期相接近的其他游乐池共用一组净化过滤和消毒设备。

13.11.6 环流河的设计应符合下列要求：

1 环流河应根据场地大小及其他游乐池的布置确定河流路线，一般应符合下列要求：

1）河道应呈环形闭合弯曲状；

2）河道水流长度不宜小于 200m，河道水流宽度不宜小于 4.0m；

3）河道水表面流速应小于 1.0m/s；

4）河道沿岸可设置必要水景景观。

2 环流河的最大人数负荷应按每人 $4.0m^2$ 的水面计算。

3 环流河应设置河水推流水泵。推流水泵站房的数量和位置应根据河道弯曲形状、长度和河水流

量确定。

4 推流水泵吸水口的水流速度，应小于 0.5m/s；出水口的水流速度，应大于 3.0m/s 并设置格栅。

5 推流水泵房宜设在设置点环流河道侧的地下室内，其推流泵房应设排水和通风装置。

6 如在河道内侧设置手扶装置，应凹入河道内侧岸壁内，以防对游乐者造成伤害。

13.12 休闲健身池

13.12.1 休闲健身类游泳池及其配套设施的类型繁多，如水力按摩池、气泡休闲池、水中健身池、各种药浴池和蒸汽浴等。由于休闲健身池目前还没有国家标准和行业标准，一般由专业公司根据业主要求进行设计、设备供应及安装、调试。给水排水设计人员可依据本节所述的技术原则，经与专业设计公司、建筑和电气专业、业主、设备制造商等单位密切配合预留必要的给水排水条件。

13.12.2 水力按摩池

1 水力按摩池一般分为成品型和土建型两种。

1）成品型水力按摩池均为池体和小型循环净化装置（循环水泵、过滤器、自动消毒器、电加热器、按摩水泵、喷嘴和管道等）组成的成套产品。成品型水力按摩池分为单人型、双人型及多人型。单人及双人型用于家庭及旅馆客房，多人型用于公共浴场。

2）土建型水力按摩池一般由钢筋混凝土建造，表面饰面材质与游泳池一致。该类型按摩池一般为独立建造，平面形状可为圆形、矩形或其他形状。亦可以与休闲游泳池合建，但分区应明确，两者不能相互影响各自的使用。一般按摩喷嘴设在休闲游泳池的一端或一侧。

土建型水力按摩池的池水净化处理系统与水力按摩供水系统宜分开设置。

3）气水合用喷嘴按摩池的池水净化、按摩供水、按摩供气三者应分开设置。

2 水力按摩池的技术参数应符合下列规定：

1）池水循环周期：家庭及客房专用时为 0.5 ~ 1.0h，公用时为 0.1 ~ 0.3h。

2）池水温度：热水池为 40 ~ 50℃，温水池为 36 ~ 40℃，冷水池为 8 ~ 13℃，常温池与游泳池水温相同。

3）池水有效水深一般为 0.9 ~ 1.0m，座位板上水深宜为 0.4m。

4）水力按摩系统的供水管管内水流速度不得大于 3.0m/s，回水管内的水流速度不得大于 1.8m/s。

5）喷嘴宜采用内水型，流量可调型喷嘴，供水压力一般为 0.05 ~ 0.12MPa，以方便调节喷嘴的喷水效果。

6）水力按摩池的水质标准在尚无国家及行业标准的情况下，可按表 13.1.2 的规定执行或按当地疾病控制中心的规定执行。

3 水力按摩池的设计应符合下列要求：

1）水力按摩池为高沿水池，沿池壁外侧应设置格栅排水沟。

2）按摩喷嘴设在座位板之上 200mm 处，喷嘴间距不应小于 0.8m，且不得相对布置。

3）采用气泵供气时，气泵的设置应符合第 13.12.3 条第 2 款的规定。

4）采用自然空气供气时，进气帽应为可调气量型式，并带有消声措施。进气帽应设置空气环境较好的部位，并高出池水水面不小于 100mm。

5）按摩喷嘴的供水管、供气管、应分别采用环状布置，减小阻力，以保证各喷嘴的出水流量和出水压力一致。

6）按摩池与游泳池合建时，按摩池的供水管应从游泳池净化处理后的循环给水管接出。

4 不同用途的按摩池、健身池，如冷水池、温水池、热水池、药液池等，均应各自设置独立的池水循环净化处理系统。

13.12.3 气泡休闲池

1 气泡休闲池的池水净化处理系统应为独立的系统，设计参数应符合下列要求：

1）池水循环周期 2 ~4h；

2）池水温度为 28 ~30℃；

3）池水有效水深一般为 0.8 ~1.0m；

4）池水净化处理工艺流程与游泳池一致。

2 气泡气源由气泵提供，并应符合下列要求：

1）供气量和供气压力根据池内设施数量和功能，如气泡躺席、气泡坐席、气泡站席、池底气泡等，由专业公司确定；

2）供气质量应为无油污，无气味的洁净气体；

3）气泵设置位置宜高出池内水面 450mm。如气泵位置低于池水水面时，供气管应向上敷设并高出池水水面 450mm 后，再向下弯曲敷设形成防止虹吸的弯曲管。也可采取在供气管上装设止水阀方法，以防止池水回流到气泵；

4）气泵容量一般由专业设计公司根据各类气泡席位数量确定，本专业配合气泵与池水净化处理设备的机房位置和面积的确定。

13.12.4 休闲健身池给水排水专业配合设计要点：

1 各种休闲健身池或桑那浴房等均应配套设置独立的淋浴室（区）和卫生间。

1）淋浴区应远离水力按摩池、桑那浴房等健身区，淋浴喷头一般按每 20 名顾客设置一个；

2）淋浴水温一般为 38 ~40℃，并保证恒温，而且水量应充沛；

3）淋浴喷头应为自动调温节水型产品，淋浴喷头距地面高度一般为 2.0m。

2 桑那房内应设置排水地漏。

3 擦背房间每个床位应设置温水水龙头和排水地漏。

4 水净化处理设备机房应靠近水力按摩池。

1）给水、排水、热源、电源应齐备；

2）设备布置要排列整齐，间距要方便维修，照明要明亮；

3）机房内应设有通风系统，保证要有良好的环境条件；

5 休闲洗浴设施的给水、热水系统应与其他用途的给水排水系统分开单独设计。

14 绿地灌溉

绿地灌溉是以草坪、花卉、灌木和乔木等园林植物为施水对象的控制性灌水，主要应用在市政、公园、庭院、屋顶和运动场绿地。

14.1 基本构成和系统分类

14.1.1 基本构成

绿地灌溉系统通常由水源、加压设备、过滤设备、控制设备、管网和灌水器构成，见图 14.1.1。

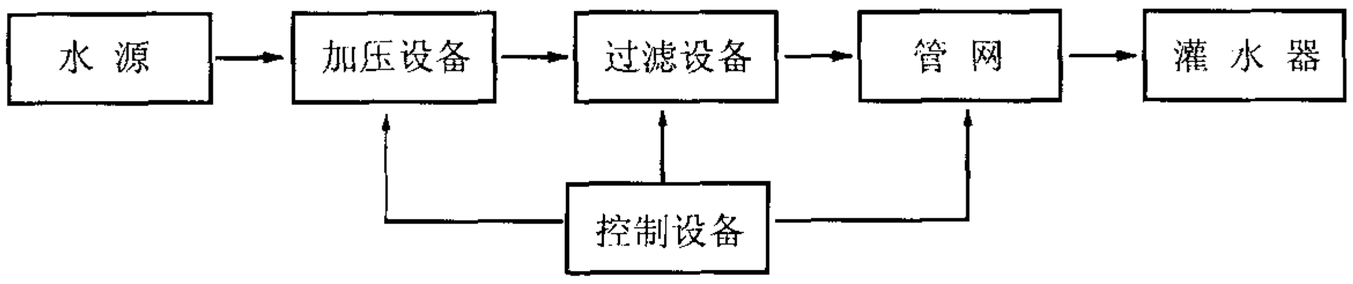


图 14.1.1 绿地灌溉系统基本构成

14.1.2 系统分类

绿地灌溉系统的类型、特点和适用场合见表 14.1.2。规划设计绿地灌溉系统时，应根据植物种类和土壤、地形、气象、水源等条件合理选择。

表 14.1.2 绿地灌溉系统的类型、特点及适用场合

分类方式	类 型	特 点	适用场合
按灌水方式	喷灌系统	对地形的适应性强，可降低表层土壤的盐度，有利于植物降温和增强植物叶面的光合作用；供水压力较大，气象因素对灌水效果的影响较大，水的蒸发和飘逸损失较大，建设成本较高	草坪、花卉（限微喷）和低矮灌木
	滴灌系统	节水效果明显，对土壤和地形的适应性强，不增加环境湿度，灌水量和灌溉范围的可控性强，系统运行时不影响养护作业；易造成土壤中的盐分积累，对水质的要求较高，限制植物根系发展	狭长草坪绿化带、花卉、灌木及乔木
	涌灌系统	节能效果明显，对水质的要求较低，灌水量和灌溉范围的可控性强；在土壤渗透性很大和地面坡度很陡的场合不宜使用	花卉、灌木和乔木
	渗灌系统	节水效果明显，施工安装简便，系统运行时不影响养护作业；对水质的要求严格，限制植物根系发展，不宜发现渗水管堵塞，不便维修，在土壤渗透性很大和地面坡度很陡的场合不宜使用	狭长草坪绿化带、花卉及灌木
按管网铺设方式	固定系统	投资较大，易实现科学灌水，运行管理成本较低，系统使用寿命较长，便于实现自动控制	新建、改建或面积较大、养护等级较高的绿地
	移动系统	投资较小，不易实现科学灌水，运行管理成本较高，系统使用寿命较短，无法实现自动控制	已建或面积较小、养护等级不高的绿地

续表 14.1.2

分类方式	类 型	特　　点	适用场合
按控制方式	程控系统	投资较大，易实现科学灌水，运行管理成本较低，专业化管理要求较高	面积较大或养护等级较高的绿地
	手控系统	投资较小，不易实现科学灌水，运行管理成本较高，专业化管理要求较低	面积较小或养护等级不高的绿地
按供水方式	自压系统	建设和运行管理成本均较低，系统运行的稳定性受外界影响较大	水源压力和水量能够满足设计要求时
	加压系统	建设和运行管理成本均较高，系统运行的稳定性受外界影响较小	水源压力和水量不能满足设计要求时

14.2　基本资料和设计原则

14.2.1　基本资料

1　土壤资料

1）土壤资料包括土壤类型和容重、土层厚度、田间持水率、渗透率等。

2）土壤资料的作用在于确定灌溉方式、灌水强度和灌溉制度。

3）可通过查阅当地水文、水利文献获得土壤资料，也可通过实测方法获得。

2　地形资料

1）地形资料包括绿地平面图和地形图，图中应能反映灌溉区域地上建筑、小品和埋深小于 1.5m 的地下设施。

2）规划设计前应进行现场勘察，验证地形资料的完整性和准确性。

3　气象资料

1）气象资料包括降水量、蒸发量、日照、气温、湿度和冻土层厚度，以及灌溉季节的平均风速和主风向等。

2）气象资料的作用在于结合绿化种植方案，选择灌水器类型、型号和布置方式。

3）对于喷灌系统，主风向资料是管网走向和喷头间距的设计依据。

4）可从当地气象、农业、水利或水务部门获得气象资料。

4　水源资料

1）水源资料包括水源类型、水量、水压、水质、取水点位置以及供水保证率。

2）水源资料的作用在于选择供水方式和灌溉制度，决定是否采用和采取何种水质处理设备。

5　种植资料

1）种植资料包括植物种类、种植区域、植物耗水强度和根系分布情况。

2）种植资料是选择灌溉方式、灌溉制度以及灌水器类型和规格的重要依据。

14.2.2　设计原则

1　节水

1）认真勘察灌溉区域及其附近的水源状况，优先选择雨水、再生水或地表水作为灌溉水源。

2）根据植物种类合理选择灌溉方式，提高水的利用率，减少飘逸和蒸发损失。

3）根据灌溉区域的土壤和地形资料，严格控制灌水强度，避免产生地表积水或径流。

4）根据灌水定额和灌水器的流量，严格控制灌水历时，避免产生灌溉水向深层土壤渗漏。

5）合理选择和布置灌水器，避免灌溉水湿润范围超出种植边界，尤其在屋顶绿化场合。

6）在条件允许的情况下，应使用程控灌溉系统，减少人为因素造成的过量灌水。

7）位于地势较低区域的灌水器应具有止溢功能，避免产生无效灌水。

8）屋顶绿化灌溉应优先选择滴灌和渗灌，喷灌应选择低射角微喷头。

9）具备条件时，应建立屋顶雨水和空调冷凝水收集回灌系统。

10）在需要冬季泄水的地区，不宜采用自动泄水方式。

2 节能

1）根据水源条件、灌溉面积和种植方案合理划分轮灌区，降低系统的工作压力。

2）根据当地经济流速合理选择管径，降低管网的沿程水头损失。

3）同等条件下，优先选择工作压力较低的灌水器。

4）当选用高位地表水作为灌溉水源时，应有效利用水源具有的势能。

5）当选用市政给水作为灌溉水源时，应有效利用管网压力。

6）如果当地有“分时供水”或“分时供电”的优惠政策，应加以利用。

3 经济

1）方案设计时，应进行经济技术分析，严格控制建设成本和运行费用。

2）选择设备和器材时，应进行寿命分析，有效降低系统的折旧成本。

3）优先选择覆盖范围较大的灌水器，有效降低系统的单位面积造价。

4）合理选择管材，既要满足承压要求，又要降低管材成本。

5）合理选择管径，既要降低建设成本，又要减少运行费用。

4 实用

1）灌溉系统设计与种植方案必须一致，确保满足绿地灌溉的基本要求。

2）在灌溉系统的运行、管理和维护方面应力求简单，便于操作。

3）在灌溉系统的安全措施方面应保证有效和便于监控。

4）选择和布置灌水器时，应满足灌溉技术要求，保证技术上的合理性。

5）管网布置和水力计算时，应利用管网压力平衡法则，以便获得良好的水力条件。

5 可靠

1）根据投资预算和期望使用年限，做好系统选型和寿命设计。

2）灌溉设备的性能和功能应满足设计要求，保证系统的合理性和稳定性。

3）管材和管件应具有物理和化学稳定性，保证系统使用寿命达到设计要求。

4）制定合理的灌溉制度，确保水源条件能够满足灌溉系统对水量的要求。

5）对过滤器进、出口水质进行定期或实时监控，保证灌溉系统运行的可靠性。

6）在灌溉水质不稳定的场合，应对灌溉水质实施定期检测，并采取必要的水处理措施。

7）在需要冬季泄水地区，系统管网应以 0.2% 的坡度向泄水井找坡，保证系统安全越冬。

8）对于加压灌溉系统，应采取有效的预防水锤措施。

9）对于非临时性绿地，应优先考虑采用固定灌溉系统。

10）对于屋顶绿化，应按照相关技术规范采取必要的排（蓄）水措施。

14.3 设计参数和灌溉制度

14.3.1 设计参数

1 灌水强度

灌水强度是指单位时间内洒落在单位面积上的水量，即：

$$\rho = 1000 \times \frac{V}{t \cdot S} = 1000 \times \frac{h}{t} \qquad (14.3.1-1)$$

式中 ρ——灌水强度（mm/h）；

V——灌溉水量（m^3）；

S——灌溉面积（m^2）；

h——灌水深度（m）；

t——灌水历时（h）。

组合平均灌水强度是指若干个工作压力相同的灌水器按照一定方式布置，这些灌水器在同一灌溉区域内平均灌水强度的叠加。

组合平均灌水强度不得大于允许灌水强度。允许灌水强度是指在特定土壤质地条件下，组合平均灌水强度的最大允许值。表 14.3.1-1 给出不同土壤质地的允许灌水强度。

表 14.3.1-1 土壤质地和允许灌水强度

土壤质地	允许灌水强度（mm/h）
砂 土	20
砂壤土	15
壤 土	12
壤粘土	10
粘 土	8

对于屋顶绿化使用的复合种植土，可参照砂壤土选择允许灌水强度。

当地面有良好的植被覆盖时，允许灌水强度可适当提高，但不宜超过表 14.3.1-1 中数值的 20%。

如果存在地面坡度，允许灌水强度应随地面坡度的增加而减小。表 14.3.1-2 给出不同地面坡度允许灌水强度折减系数。

表 14.3.1-2 允许灌水强度折减系数

地面坡度（%）	允许灌水强度折减系数
5 ~ 8	0.80
9 ~ 12	0.60
13 ~ 20	0.40
>20	0.25

2 灌水均匀度

灌水均匀度是指灌溉区域水量分布的均匀程度。灌水均匀度与灌水器的水力性能、布置方式、工作压力和气象条件有关。

灌水均匀度一般用灌水均匀系数表示，可按下式计算：

$$C_u = 1.0 - \frac{\Delta h}{h} \qquad (14.3.1-2)$$

式中 C_u——灌水均匀系数；

h——各测点平均灌水深度（mm）；

Δh——各测点灌水深度的平均离差（mm）。

喷灌系统设计灌水均匀系数不得低于 0.75，其他灌溉方式的设计灌水均匀系数不得低于 0.80。

3 水滴打击强度

水滴打击强度是指单位受水面积内水滴对植物和土壤的打击动能，它与水滴大小、降落速度和密集程度有关。

通常用水滴直径法或雾化指标法间接表示水滴打击强度。

1）水滴直径法

水滴直径是指洒落在地面或植物叶面上水滴的直径，以 mm 为单位。水滴平均直径是指在喷洒范围内某一点观测到的所有水滴直径的平均值，中数直径是指在喷洒范围内某一点观测到的大于和小于它的水滴总体积相等的直径。

中数直径沿喷头射程的分布规律是随距离的增加而增加，一般以最远处的中数直径作为设计依据。对于绿地喷灌系统，水滴的中数直径不得超过 2mm。

2）雾化指标法

雾化指标可按下式计算，并应满足表 14.3.1－3 的规定：

$$W_h = \frac{H}{d} \tag{14.3.1-3}$$

式中 W_h ——喷灌雾化指标；

H ——喷头的工作压力水头（m）；

d ——喷头主喷孔直径（m）。

表 14.3.1－3 不同植物的适宜雾化指标

植物种类	雾化指标
草　坪	2000 ~ 3000
灌　木	3000 ~ 4000
花　卉	4000 ~ 5000

4 土壤湿润比

土壤湿润比是被灌溉水湿润土壤的体积与计划湿润层土壤总体积的比值。园林绿地灌溉设计土壤湿润比可参考表 14.3.1－4 确定。

表 14.3.1－4 灌溉设计土壤湿润比（%）

植物种类	喷灌	滴灌	涌灌	渗灌
草坪	100	100	—	100
花卉	100	100	100	100
灌木	100	100	100	100
乔木	—	20 ~ 30	20 ~ 40	—

5 土壤计划湿润层深度

不同绿地的土壤计划湿润层深度应根据植物主要根系分布深度，通过实测确定。当无实测资料时，可参考表 14.3.1－5 确定。

表 14.3.1－5 土壤计划湿润层深度（m）

草坪	花卉	灌木	乔木
0.2 ~ 0.3	0.3 ~ 0.5	0.5 ~ 0.7	0.6 ~ 0.8

6 植物耗水强度

单位时间消耗于植株蒸腾和棵间蒸发的水量称为植物耗水强度，其大小受气象、土壤和植物种类等因素影响，一般由试验确定。当无实测资料时，可参考表 14.3.1－6 确定。

7 灌溉水利用系数

灌溉水利用系数是指可被植物利用的水量与灌溉系统实际供水量的比值，不同灌溉方式设计灌溉水利用系数不应小于表 14.3.1－7 的规定值。

表 14.3.1-6 植物耗水强度（mm/d）

植物种类	喷灌	滴灌	涌灌	渗灌
冷季型草	5 ~ 8	4 ~ 6	—	4 ~ 6
暖季型草	3 ~ 5	2 ~ 4	—	2 ~ 4
花卉	3 ~ 8	2 ~ 6	3 ~ 8	2 ~ 6
灌木	4 ~ 7	3 ~ 5	4 ~ 7	3 ~ 5
乔木	—	2 ~ 4	3 ~ 6	—

表 14.3.1-7 灌溉水利用系数

喷灌	涌灌	滴灌	渗灌
0.80	0.85	0.90	0.95

8 适宜土壤含水量

适合植物正常生长的土壤水分含量称为适宜土壤含水量。对于草坪而言，不同质地土壤的设计适宜土壤含水量应控制在表 14.3.1-8 给出的范围。

表 14.3.1-8 不同质地土壤适宜土壤含水量（体积比）

土壤质地	适宜土壤含水量下限（%）	适宜土壤含水量上限（%）
砂　土	13 ~ 16	26 ~ 32
砂壤土	16 ~ 21	32 ~ 42
壤　土	15 ~ 18	30 ~ 35
壤粘土	16 ~ 21	32 ~ 42
粘　土	20 ~ 25	40 ~ 50

9 轮灌区

轮灌区是指灌溉系统中能够同时灌水的最小单元。划分轮灌区应遵循以下原则：

1）最大轮灌区的设计流量必须小于或等于水源的设计供水流量，即：

$$Q_{轮max} \leqslant Q_{供} \tag{14.3.1-4}$$

式中 $Q_{轮max}$——最大轮灌区设计流量（m^3/h）；

$Q_{供}$——水源的设计供水流量（m^3/h）。

2）确定轮灌区数量时，应进行经济技术分析，兼顾建设成本和管理成本。

3）不同轮灌区的设计流量不宜相差太大，以便提高系统运行的稳定性和安全性。

4）同一轮灌区内不宜覆盖需水要求不同的植物。

14.3.2 灌溉制度

灌溉制度是灌溉系统运行管理的依据，主要包括年灌水量、灌水定额、灌溉周期、灌水历时和运行时间。设计灌溉制度应满足最不利情况下植物的生长要求。

1 年灌水量

单位面积绿地全年灌水总量称为年灌水量。年灌水量不仅与植物种类、水文和气象条件有关，也与当地水资源状况和绿地养护等级有关。设计年灌水量应参考园林绿地节水灌溉地方标准确定，如无地方标准，可会同水务管理与园林绿化专业人员商定。

2 灌水定额

单位面积绿地每次灌水的灌水量称为灌水定额。灌水定额应按下式计算：

$$m_0 = \frac{0.1zr\ (\theta_{max} - \theta_{min})}{\eta} \tag{14.3.2-1}$$

式中 m_o ——灌水定额（mm）；

z ——设计计划土壤湿润层深度（m）；

r ——设计土壤湿润比（%）；

θ_{max} ——按体积比计算的适宜土壤含水率上限（%）；

θ_{min} ——按体积比计算的适宜土壤含水率下限（%）；

η ——灌溉水利用系数。

3 灌溉周期

两次灌水之间的间隔天数称为灌溉周期。灌溉周期可按下式计算：

$$T = \frac{m_o}{M}\eta \tag{14.3.2-2}$$

式中 T ——灌溉周期（d）；

m_o ——灌水定额（mm）；

M ——设计植物耗水强度（mm/d）；

η ——灌溉水利用系数。

屋顶绿化的灌溉周期一般控制在 10 ~ 15d。当屋顶绿化基质较薄时，可根据植物种类和季节适当缩短。

4 灌水历时

轮灌区一次灌水的持续时间称为灌水历时。灌水历时与灌溉方式、灌水定额、灌水器的布置形式及出水量有关。对于喷灌系统，如果喷头按三角形布置，灌水历时可按下式计算：

$$t = \frac{slm_o}{2000q} \tag{14.3.2-3}$$

式中 t ——灌水历时（h）；

s ——喷头布置三角形的高（m）；

l ——喷头布置三角形的底（m）；

m_o ——灌水定额（mm）；

q ——喷头流量（m^3/h）。

如果喷头按矩形布置，灌水历时可按下式计算：

$$t = \frac{slm_o}{1000q} \tag{14.3.2-4}$$

式中 s ——喷头横向间距（m）；

l ——喷头纵向间距（m）。

5 运行时间

运行时间是指灌溉系统每天工作的小时数。设计运行时间应根据绿地功能、水源条件和运行管理要求确定，应保证必要的系统维修时间。一般园林绿地，设计运行时间不宜大于 16h；高尔夫球场绿地，不宜大于 20h。

14.4 灌溉水源和首部设备

选择水源是灌溉系统规划设计的重要任务。水源条件不仅影响到灌溉系统的经济指标，也关系到灌溉系统的节水效果、使用寿命和绿地养护质量。当水源的压力或水质不能满足设计要求时，应采用加压设备或过滤设备。加压设备和过滤设备统称为首部设备。

14.4.1 灌溉水源

1 水源类型

雨水、再生水、地表水、地下水和市政给水都能作为灌溉水源。在同等条件下，应优先选择雨水、再生水和地表水。

1） 雨水

① 在降雨量不充沛或降雨的时空分布不均匀的地区，雨水不宜作为唯一的灌溉水源。

② 每次降雨过程的初期雨水不宜用于绿地灌溉，可采取弃流措施予以排放。

③ 应根据设计要求对水中的有机和无机污物进行处理，尤其当用于滴灌和渗灌时。

2） 再生水

① 再生水生产单位应具备规范的生产工艺流程、严格的质量控制标准和可靠的水质测量手段。

② 灌溉用水部门应与再生水生产单位保持密切联系，随时掌握再生水水质，确保灌溉用水安全。

③ 使用再生水作为灌溉水源时，应在灌溉区域设置明显的再生水使用标志。

④ 在人员较密集的区域，应谨慎使用再生水作为喷灌系统水源。

⑤ 当用于滴灌和渗灌时，应对水中的有机污物进行深化处理。

3） 地表水

① 灌溉区域附近有人工湖、溪流或大型喷泉时，不得直接使用地下水或市政给水作为灌溉水源。

② 使用地表水作为灌溉水源，应确保水质符合绿地灌溉要求，并应保证供水可靠性和稳定性。

③ 应根据设计要求对水中的有机和无机污物进行处理，尤其当用于滴灌和渗灌时。

4） 地下水

① 不宜采用深层地下水作为灌溉水源。

② 当用于滴灌和渗灌时，应对水中的各类无机污物进行深化处理。

5） 市政给水

① 在灌溉系统的水源接入处，采取有效的防止回流措施，避免市政给水管网受到污染。

② 根据绿地面积和灌溉方式，参考表 14.4.1 为自压灌溉系统预留取水点。

③ 当用于滴灌和渗灌时，应根据设计要求采取必要的水质处理和减压措施。

表 14.4.1　市政给水预留管径

绿地面积	小于 5000m^2	5000m^2 ~ 10，000m^2	10，000m^2 ~ 20，000m^2
喷　灌	DN50 ~ 65	DN65 ~ 80	DN80 ~ 100
涌　灌	DN40 ~ 50	DN50 ~ 65	DN65 ~ 80
滴灌、渗灌	DN32 ~ 40	DN40 ~ 50	DN50 ~ 65

2 水源要素

1） 水量

① 灌溉水源的水量包含水源总量和供水流量两个概念。

② 水源总量应满足特指绿地的设计年灌水量要求。

③ 供水流量应满足灌溉系统最大轮灌区的设计流量要求。

④ 当单一水源的水量不能满足设计要求时，可采用两种或两种以上的水源。

2） 水压

① 如果水源压力不能满足最不利灌水点的设计工作压力，则需加压设备。

② 如果水源压力超过管材或灌水器的设计承压能力，应采取降压措施。

③ 对于加压灌溉系统，应采取有效措施防止水锤危害和降低运行能耗。

3） 水质

① 绿地灌溉水质应符合现行国家标准《农田灌溉水质标准》GB 5084（见附录 M）中“旱作”的规定。

② 再生水用于绿地灌溉时，水质应符合《城市污水再生利用、景观环境用水水质》GB/T 18921（见附录 H－4）的规定。

③ 当水质不能满足设计要求时，应根据水中的污物特点和设计要求采取相应的处理措施。

4） 取水点位置

① 取水点的位置应有利于降低工程造价，便于系统的运行管理。

② 以地表水作为灌溉水源时，取水点位置应位于灌溉区域的“重心”。

③ 以市政给水作为灌溉水源时，应保证每块绿地至少有一个符合管径要求的取水点。

14.4.2 加压设备

绿地灌溉系统常用的加压设备有离心泵、潜水泵、管道泵和深井泵。水泵选型应遵循以下原则：

1 根据水源条件和灌溉方式选用加压设备，并通过经济技术分析，使灌溉系统的建设成本和运行费用最低。

2 水泵的扬程应满足灌溉系统最不利灌水点的设计工作压力。

3 水泵的流量应满足灌溉系统最大轮灌区的设计工作流量。

4 对于灌水保证率要求较高的加压灌溉系统，应配置备用水泵。

5 当不同轮灌区设计流量差值超过 25% 或多种灌溉方式并存时，应采用变频供水设备。

14.4.3 过滤设备

过滤设备的作用在于清除水中各种有机和无机污物。对于喷灌和涌灌系统，如果采用市政给水，可不选用过滤设备；对于滴灌和渗灌系统，无论采用哪种水源，都应使用过滤设备。

1 设备分类

绿地灌溉系统常用过滤设备有离心过滤器、砂石过滤器、叠片过滤器和筛网过滤器，不同类型过滤器的特点及其适用场合见表 14.4.3－1。

表 14.4.3－1 特点及适用场合

类型	特　　点	适用场合
离心过滤器	对固体颗粒有较好的去除效果，不能去除比重较水轻的有机或悬浮污物；系统启动和停止时的过滤效果较差，水头损失大	高含砂水的初级过滤
砂石过滤器	对有机和悬浮污物有较好的去除效果，不能去除淤泥和极细土粒；对运行管理的要求较高，价格较贵	地表水的初级过滤
叠片过滤器	对有机和悬浮污物有较好的去除效果，过滤精度高，效果好，反冲洗方便	较好水质的初级或末级过滤
筛网过滤器	对极细的砂粒有较好的去除效果，对有机污物的去除效果较差，易被藻类等有机污物堵塞	较好水质的初级或末级过滤

2 设备选型

根据水源的污物种类和污染程度，参考表 14.4.3－2 选择过滤器。

表 14.4.3－2 过滤器的选型

污物种类	污染程度	定量指标（mg/L）	离心过滤器	砂石过滤器	叠片过滤器	筛网过滤器	控制过滤器的选择
泥沙颗粒	低	≤50	A	B	—	C	筛网
	高	>50	A	B	—	C	筛网
固体悬浮物	低	≤50	—	A	B	C	叠片
	高	>50	—	A	B	—	叠片
藻　类	低	—	—	B	A	C	叠片
	高	—	—	A	B	C	叠片
氧化铁和锰	低	≤0.5	—	B	A	A	叠片
	高	>0.5	—	A	B	B	叠片

注：1　A、B、C 分别为第一、二、三选择方案；

2　控制过滤器指末级过滤器。

3 设计工作流量

过滤器的设计工作流量可根据制造商提供的产品技术参数确定。没有产品技术参数时，可参考表14.4.3-3确定。

表14.4.3-3 常用规格过滤器的允许设计工作流量（m^3/h）

类型	DN25	DN50	DN80	DN100	DN150
离心过滤器	1.0 ~ 8.0	6.0 ~ 25.0	20.0 ~ 50.0	40.0 ~ 90.0	80.0 ~ 160.0
砂石过滤器	—	5.0 ~ 20.0	10.0 ~ 40.0	25.0 ~ 70.0	50.0 ~ 100.0
叠片过滤器	1.0 ~ 5.0	3.0 ~ 20.0	15.0 ~ 40.0	30.0 ~ 80.0	—
筛网过滤器	0.5 ~ 6.0	5.0 ~ 20.0	10.0 ~ 40.0	30.0 ~ 80.0	70.0 ~ 140.0

注：过滤器的规格指其出水管的管径。

4 注意事项

1）根据灌水器类型和规格选择过滤器的过滤精度，允许进入灌溉系统的固体颗粒粒径不得大于灌水器最小孔道直径的1/10。

2）过滤器进、出口压差是反冲洗条件，具备条件时应选用自动反冲洗过滤器。

3）进行管网水力计算时，过滤器的局部水头损失应按工作状态下最大值考虑。

4）当灌溉系统中有施肥设备时，过滤器应安装在施肥设备下游。

14.5 灌水器

用于喷灌、滴灌、涌灌和渗灌系统的灌水器分别是喷头、滴头、涌水头和渗水管。绿地灌溉常用灌水器的工作压力和流量范围见表14.5，详细参数由产品制造商提供。

表14.5 常用灌水器主要性能参数

灌水器		工作压力（kg/cm^2）	流量（m^3/h）
喷头	射程<2m	1.0 ~ 2.0	0.02 ~ 0.15
	2m<射程<6m	1.4 ~ 3.0	0.10 ~ 1.50
	6m<射程<16m	2.0 ~ 5.0	0.80 ~ 3.20
	16m<射程<35m	3.5 ~ 7.0	2.50 ~ 16.00
滴头		0.5 ~ 3.0	0.001 ~ 0.016
涌水头		1.0 ~ 3.0	0.15 ~ 1.00
渗水管		0.5 ~ 2.0	0.002 ~ 0.005

注：渗水管的流量单位为$m^3/（h·m）$。

14.5.1 喷头

1 喷头类型

绿地喷灌喷头的类型、特点及适用场合见表14.5.1-1。规划设计时应根据水源条件、土壤质地、地形资料、气象条件、植物种类和绿地的使用功能合理选择喷头。绿地喷灌系统应优先选择地藏式喷头；在同一轮灌区里，不宜选择不同类型和规格的喷头。

2 喷头性能

喷头性能包括工作压力、流量、喷灌强度、射程和射角。

1）工作压力

工作压力是指喷头在正常工作状态下进水口处的水压力。喷头工作压力的大小对于加压喷灌系统的

运行费用影响明显。

表 14.5.1－1 喷头的类型、特点及适用场合

分类方式	类 型	特 点	适用场合
按安装方式	外露式喷头	工作压力较小，对水质的要求不高，价格较低；雾化效果差，有碍园林景观，影响绿地养护作业	养护等级要求不高的非运动场绿地
	地藏式喷头	雾化效果好，不影响园林景观，不影响绿地养护作业，能够较好地满足不规则绿地的喷灌要求；价格较高	各类庭院、公园、市政及运动场绿地
按喷洒方式	固定式喷头	结构简单，工作压力小，射程近，价格低，风对灌溉效果的影响明显	庭院、公园和市政小面积绿地，以及狭长绿化带
	旋转式喷头	结构复杂，工作压力大，射程远，单价高，风对灌溉效果的影响不明显	庭院、公园、市政等大面积绿地和运动场绿地
按喷洒射程	微喷头	射程小于 2m，工作压力小，结构简单，多安装在绿地表面	庭院绿地、狭长绿化带、花卉喷灌
	近射程喷头	射程为 2m ～ 6m，工作压力较小，结构简单，可地藏式安装	庭院、公园和市政小面积绿地，以及狭长绿化带
	中射程喷头	射程为 6m ～ 16m，工作压力较大，结构复杂，可地藏式安装	庭院、公园、市政等大面积绿地和运动场绿地
	远射程喷头	射程为 16m ～ 35m，工作压力大，结构复杂，可地藏式安装	公园、市政等大面积绿地和运动场绿地

考虑到水压或电压波动因素，为了保证系统运行的可靠性，喷头设计工作压力应满足下式：

$$1.1P_{min} \leqslant P_{设} \leqslant P_{max} \tag{14.5.1}$$

式中 $P_{设}$——喷头设计工作压力（kg/cm^2）；

P_{min}——喷头最小工作压力（kg/cm^2）；

P_{max}——喷头最大工作压力（kg/cm^2）。

对于自压喷灌系统，应根据水源的设计供水压力选择喷头，有效利用水源压力；对于加压喷灌系统，应针对不同工作压力的喷头进行经济技术分析，合理选择喷头。一般情况下，应优先选择工作压力较小的喷头。

如果绿地面积较大，可利用减压阀对临近系统首部的轮灌区实施减压，使所有喷头的工作压力都能满足公式（14.5.1）的要求。

2）流量

流量是指单位时间内经喷嘴喷出的水量。喷头流量大小对管网造价和灌溉制度的影响明显。对于自压喷灌系统，应优先选择流量较小的喷头。当选择旋转式喷头时，旋转角度为 90°、180°和 360°喷头的流量比例应近似选为 1:2:4，以获得较高的灌水均匀度。

3）喷灌强度

喷灌强度是指单位时间内喷洒在单位面积的水量，或单位时间内喷洒在灌溉区域的水深。喷头的组合平均灌水强度不得大于土壤的允许灌水强度，见表 14.3.1－1 和表 14.3.1－2。

4）射程

射程是指在无风情况下，从喷头到喷灌强度为0.3mm/h（喷头流量小于0.25m³/h时为0.15mm/h）处的距离。喷头的射程对喷灌系统的工程造价和运行费用（指加压喷灌系统）的影响较大。对于规模较大的喷灌系统，应针对喷头射程进行经济技术分析，合理选择。

如果植物种类较多，生长习性差异较大，应选用近射程喷头；反之，如果植物种类单一或习性相近，应选用远射程喷头。

在绿地边界宜选择可调角度或特殊角度的喷头；对于狭长绿地，应选用喷洒范围为矩形的喷头；对于屋顶绿地，如果采用喷灌方式应选择低射角微喷头。

5）射角

射角是指喷嘴射流轴线与水平面的夹角。绿地喷灌喷头常见射角有：

① 低射角（7°～20°）：低射角喷头的抗风能力强，常用于灌溉季节多风地区或屋顶绿地场合。

② 标准射角（20°～30°）：标准射角喷头常用于一般的气象和地形条件。

③ 高射角（30°～40°）：高射角喷头的抗风能力差，多用于坡地和其他特殊场合。

3 喷头布置

1）一般原则

① 在同类植物绿地，应尽量等间距、等密度布置喷头。

② 在无风或微风情况下，不向绿地外大量喷洒。

③ 充分考虑风对喷洒水量分布的影响，将风对灌水均匀度的影响降到最低。

④ 充分考虑喷灌区域内大型乔灌木或其他构筑物对喷洒效果的影响，尽量避免漏喷现象。

2）布置形式

一般用相邻几个喷头组成的平面图形表示喷头的布置形式。喷头的基本布置形式有矩形和三角形两种。三角形布置形式有以下优点：

① 中心区域有更多的水量重叠，可获得较高的灌水均匀度。

② 在同样的灌水均匀度下，可以增加喷头的组合间距，减少喷头用量。

③ 更适合不规则的绿地。

④ 具有较强的抗风能力。

3）组合间距

组合间距是指相邻两个喷头之间的距离。由于风会改变喷灌水的覆盖区域，所以，确定喷头组合间距必须考虑风的影响。表14.5.1-2给出不同设计风速时，不同方向喷头组合间距的参考值。

表14.5.1-2 喷头组合间距

设计风速（m/s）	垂直风向	平行风向	无主风向
0.3～1.6	1.1R	1.3R	1.2R
1.7～3.3	1.0R	1.2R	1.1R
3.4～5.4	0.8R	1.1R	1.0R

注：1 R为喷头射程。

2 “设计风速”表示当地在喷灌季节的平均风速。

3 “无主风向”表示当地在喷灌季节不存在主风向。

沿绿地边界布置喷头时，除了参考表14.5.1-2中的数据，还应考虑相邻两个拐点之间的实际边长，力求均匀布置。

4 喷头安装

1）连接方式

对于普通绿地，喷头与管道可采用PVC管直接连接。对于运动场绿地，喷头与管道宜采用铰接杆或其他柔性连接，见图14.5.1。

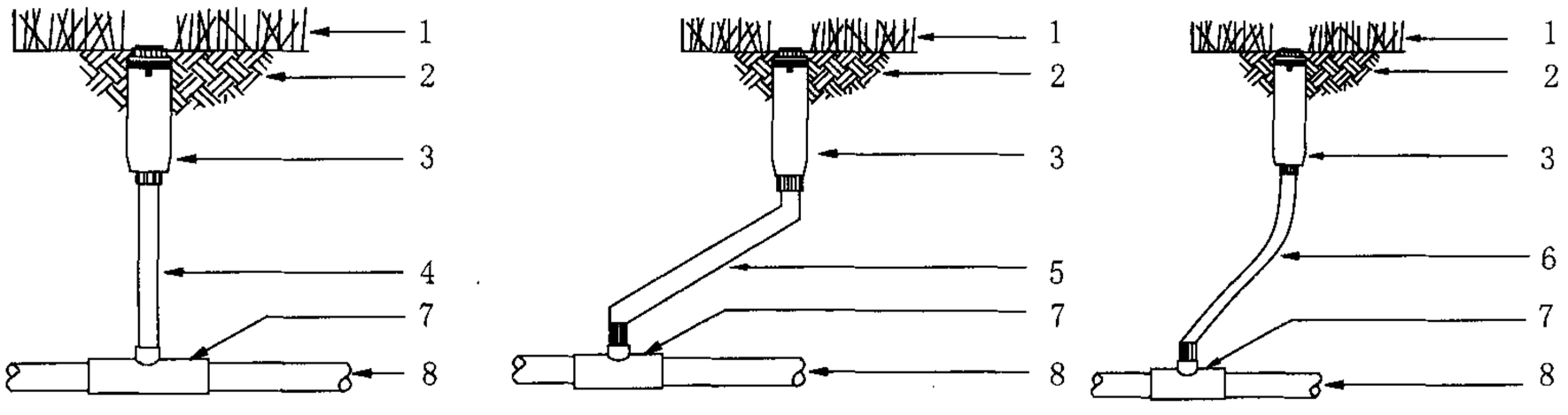


图 14.5.1 喷头的连接

1－草坪；2－回填土；3－地藏式喷头；4－PVC 竖管；5－铰接杆；6－PE 连接管；7－异径三通；8－PVC 支管

2） 安装位置

在绿地边界处，喷头距边界的距离应小于 20cm；在绿地拐角处，喷头应安装在拐角的平分线上；喷头与乔灌木或其他构筑物的距离应大于 2/3 射程。

3） 安装高度

在非工作状态下，地藏式喷头的顶部应与草坪根部或灌木的正常养护高度平齐；在工作状态下，喷头喷嘴应能高于草坪或灌木顶部，完成正常喷洒。

4） 安装角度

对于平坦或坡度不大的绿地，喷头的安装轴线应与地面垂直；当地形坡度大于 20°时，喷头的安装轴线应平分铅垂线和地面垂线构成的夹角。

14.5.2 滴头

1 滴头类型

绿地滴灌滴头的类型及特点见表 14.5.2－1。

表 14.5.2－1 滴头的类型、特点及适用场合

分类方式	类 型	特 点
按连接方式	管上式滴头	滴头安装在毛管上，便于精准灌水
	管间式滴头	滴头是毛管的一部分，便于施工铺设
按滴头流态	层流式滴头	流量随温度变化较大，灌水均匀度不高
	紊流式滴头	流量随温度变化较小，灌水均匀度较高
按消能方式	压力补偿式滴头	安装灵活，出水均匀，自冲洗能力强，结构复杂，价格较高
	涡流式滴头	流量对工作压力的变化不敏感，出水均匀
	孔口式滴头	流量大，结构简单，工作可靠，价格较低
	长流道式滴头	靠流道壁的沿程阻力消能，抗堵塞性能好

2 滴头性能

1） 堵塞敏感性

堵塞敏感性是指滴头受水中杂质堵塞的容易程度。滴头的流道尺寸越小，堵塞的敏感性越高，对灌溉水质的要求也就越高。

滴头流道尺寸和流道中水流的速度是控制堵塞敏感性的两个特征值。根据最小流道尺寸将滴头堵塞敏感性分为非常敏感（流道小于 0.7mm）、敏感（流道介于 0.7～1.5mm 之间）和不敏感（流道大于 1.5mm）三种。

水在流道中的流速大，水中的细小颗粒不易沉积，滴头的堵塞敏感性低；流速小则水中的细小颗粒容易沉积，滴头的堵塞敏感性高。

2） 水温敏感性

水温敏感性是指水温对滴头流量影响的敏感程度，一般用温度－流量比（TDR）表示。温度－流量比是水温高于 20℃时的流量与 20℃时的流量之比。

水温对滴头流量的影响来自以下因素：

① 水温对水的粘滞性的影响。

② 滴头流道尺寸随水温的变化。

③ 带有弹性部件滴头的材料性能随温度的变化。

3）制造偏差

滴头的制造偏差是指生产工艺偏差对滴头流量的影响。由于滴头的流量很小，其流道尺寸、形状和表面光洁度等方面的微小差异，都会引起滴头流量发生较大的变化。

一般用偏差系数 C_v 表示滴头的制造偏差，通常由制造商提供；也可通过实测数据按下式计算：

$$C_v = \frac{\delta}{\bar{q}} \tag{14.5.2-1}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(q_i - \bar{q})^2} \tag{14.5.2-2}$$

$$\bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i}{n_d} \tag{14.5.2-3}$$

式中 C_v ——滴头制造偏差系数，一般应小于 0.07；

δ ——样品的流量标准偏差（L/h）；

$\bar{q}$ ——样品平均流量（L/h）；

n_d ——滴头样本数量，一般不小于 25。

4）流态指数

滴头流态指数表示滴头的流态特征以及压力与流量的关系。压力与流量的关系是滴头的重要性能指标，对于大多数滴头而言，滴头流量可用下式表示：

$$q = kH^x \tag{14.5.2-4}$$

式中 q ——滴头流量（L/h）；

k ——滴头流量系数，一般由滴头制造商提供；

H ——滴头工作压力水头（m）；

x ——滴头流态指数，常用滴头的流态指数见表 14.5.2-2。

表 14.5.2-2 滴头流态指数

类　　型	流态指数
压力补偿式滴头	0.0 ~ 0.3
涡流式滴头	0.4
孔口式滴头	0.5
长流道式滴头	0.6

滴头流态指数 x 的变化范围为 0 ~ 1，流态指数越大，流量随压力的变化越大。当流态指数超过 0.5 时，滴头流量对水温比较敏感。

3 滴头选型

在绿地滴灌系统设计中，应根据设计条件、植物种类和灌溉技术要求选择滴头。同时，应考虑系统的建设投资、运行费用和使用寿命等因素。

1）根据植物种类和种植方式合理选择滴头类型，同一轮灌区里滴头的型号和规格应统一。

2）在满足灌溉制度的情况下，尽量选择流量较小的滴头。

3）对于砂质土壤宜选择流量较大的滴头，对于粘性土壤宜选择流量较小的滴头。

4）在毛管和滴头布置方式已确定的情况下，滴头流量应满足湿润比的要求。

5）如果沿毛管铺设方向地形平坦且铺设长度较短，宜选择非压力补偿式滴头。

6）如果沿毛管铺设方向地形起伏且铺设长度较长，宜选择压力补偿式滴头。

7）不宜选择流量对工作压力或环境温度变化敏感的滴头。

8）不宜选择抗堵塞性能较差或制造偏差较大的滴头。

9）对于季节性绿地，宜选择滴灌带。

4 滴头布置

滴头的布置形式取决于植物种类、种植方式、土壤质地、气象条件和所选用滴头的类型。同时，还应兼顾经济上合理和施工、管理方便。

1）一般情况下，滴头应布置在绿地表面，靠近植物根部。

2）毛管走向应与种植方向一致，避免穿越庭院道路，毛管的允许最大长度应满足灌水均匀度要求。

3）滴灌管可采取浅埋方式，埋设深度应根据土壤质地、植物根系深度和灌溉制度确定。

4）对于狭长草坪绿地，可选用滴灌管沿长向铺设。

5）对于行栽密植的灌木或花卉，可根据植物的行距和株距布置滴头。

6）针对乔木灌溉，一般应采取多点对称供水方式布置滴头，滴头到树干的距离约为树冠半径的2/3。

7）在多风地区，对于乔、灌木滴灌，应根据主风向布置滴头，以增加植物的抗风能力。

14.5.3 涌水头

涌水头是一种安装在灌溉系统末端、能够向外稳定而缓慢涌水的灌水装置。根据涌水头的结构形式可将涌水头分为微管式涌水头和孔口式涌水头。设计选用涌水头时，应注意以下几点：

1 被选涌水头应具有压力补偿功能，保证同一轮灌区里涌水头的流量偏差小于10%。

2 当绿地存在地形变化时，低洼区域的涌水头应具有止溢功能。

3 涌水头可安装在绿地表面，也可安装在地面以下。当安装在绿地表面时，应设积水坑；当安装在地面以下时，应与专用蓖笼配套使用。

4 当用于乔木灌溉时，在有条件的情况下应采用多点对称布置方式，涌水头到树干的距离约为树冠半径的2/3。

5 在多风地区，对于乔、灌木涌灌，应根据主风向布置涌水头，以增加植物的抗风能力。

14.5.4 渗水管

渗水管是一种安装在灌溉系统末端、通过管壁上无数微孔向外稳定渗水的管状灌水装置。根据渗水管的材质可将渗水管分为塑料渗水管和橡胶渗水管。设计选用渗水管时，应注意以下几点：

1 渗水管应具有稳定的物理、化学性质，防腐蚀、抗拉伸、外表光洁，应满足出水均匀、不易堵塞、使用寿命长和工作压力低等要求。

2 具备条件时宜对渗水管双向供水，渗水管长度不宜超过150米；在同一轮灌区，渗水管的工作压差不得大于20%。

3 在坡地使用渗水管时，应沿等高线铺设；在土壤渗透性很大或地面坡度较陡且无法沿等高线铺设渗水管时不宜采用渗灌方式。

4 渗水管宜地下铺设，特殊情况下也可铺设在绿地表面，但应避免阳光直射。

5 渗水管的埋设深度取决于土壤质地和植物种类。一般情况下，粘性土壤可深埋，砂性土壤可浅埋。针对不同植物，渗水管的埋设深度可参考表14.5.4－1确定。另外，埋设深度还应满足绿地养护作业和渗水管抗压强度的要求。

表14.5.4－1 渗水管的埋设深度（m）

草坪	花卉	灌木
0.1 ~ 0.2	0.2 ~ 0.3	0.3 ~ 0.5

6 渗水管的铺设间距取决于土壤质地。对于规模较大的渗灌系统，应根据实测资料确定。没有实测资料时，可参考表 14.5.4-2 确定。

7 应定期对渗水管内壁进行清洗，排除杂物，保证正常的渗水效果。

表 14.5.4-2 渗水管的铺设间距（m）

砂土	砂壤土	粘土
1.2	1.0 ~ 1.5	1.2 ~ 1.8

14.6 管网设计

绿地灌溉系统的管网由干管和支管组成。干管的作用是将灌溉水配送到轮灌区，支管的作用是向灌水器供水。绿地灌溉系统一般采用聚氯乙烯管（PVC）或聚乙烯管（PE），不宜采用镀锌管等无内衬金属管道。

14.6.1 设计流量和设计流速

1 设计流量应按下式计算：

$$Q = \sum_{i=1}^{n_p} q_p / \eta_G \tag{14.6.1}$$

式中 Q——设计流量（m^3/h）；

q_p——设计工作压力下灌水器流量（m^3/h）；

n_p——同时工作的灌水器数目；

η_G——管道系统水利用系数，取 0.95 ~ 0.98。

2 设计流速应根据设计流量、经济流速和系统安全等因素确定。对于聚氯乙烯管（PVC），当管径不超过 DN50 时，设计流速不得超过表 14.6.1 给出的数据。

表 14.6.1 管道最大设计流速

公称外径（mm）	15	20	25	32	40	50
最大流速（m/s）	0.9	1.0	1.2	1.5	1.8	2.1

注：一般情况下，绿地灌溉系统管网的设计流速不应低于 0.3m/s。

14.6.2 灌溉系统的设计水头应按下式计算：

$$H = Z_d - Z_s + h_s + h_p + \sum h_f + \sum h_j \tag{14.6.2}$$

式中 H ——灌溉系统设计水头（m）；

Z_d ——最不利灌水点的地面高程（m）；

Z_s ——系统水源的水面高程（m）；

h_s ——最不利灌水点的竖管高度（m）；

h_p ——最不利灌水点的设计工作压力水头（m）；

$\sum h_f$——由水泵进水管至最不利灌水点之间管道的沿程水头损失（m）；

$\sum h_j$——由水泵进水管至最不利灌水点之间设备及管道的局部水头损失（m）。

14.6.3 水头损失

1 管道沿程水头损失应按下式计算，各种管材的 f、m、b 值可按表 14.6.3 确定。

$$h_f = f \frac{LQ^m}{D^b} \tag{14.6.3-1}$$

式中 h_f ——沿程水头损失（m）；

f ——摩阻系数；

L ——管长（m）；

Q ——流量（m^3/h）；

D ——管道内径（mm）；

m ——流量指数；

b ——管径指数。

表 14.6.3 常用管材 f、m、b 取值表

管材		f	m	b
混凝土管、钢筋混凝土管	n = 0.013	1.312×10^6	2.00	5.33
	n = 0.014	1.516×10^6	2.00	5.33
	n = 0.015	1.749×10^6	2.00	5.33
钢管、铸铁管		6.250×10^5	1.90	5.10
硬塑料管		0.948×10^5	1.77	4.77
铝管、铝合金管		0.861×10^5	1.74	4.74

注：n 为粗糙系数。

2 等距等流量多喷头（孔）支管的沿程水头损失可按下式计算：

$$h'_f = Fh_f \tag{14.6.3-2}$$

$$F = \frac{N\left(\frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2}\right) - 1 + X}{N - 1 + X} \tag{14.6.3-3}$$

式中 h'_f——多喷头（孔）支管沿程水头损失（m）；

F ——多口系数；

N ——支管上喷头（孔）数；

X ——多孔支管首孔位置系数，即支管入口至第一个喷头（孔）的距离与喷头（孔）间距之比。

3 管道局部水头损失应按下式计算，也可按沿程水头损失的 10% ~ 15% 估算：

$$h_j = \xi \frac{v^2}{2g} \tag{14.6.3-4}$$

式中 h_j——局部水头损失（m）；

ξ ——局部阻力系数；

v ——管道流速（m/s）；

g ——重力加速度，$9.81 m/s^2$。

14.6.4 水锤防护措施

1 水锤压力验算

当灌溉系统管网存在易滞留空气的凸起部位或阀门启闭时间小于压力波传播周期时，应进行水锤压力验算。

当关阀历时满足下式时，可不验算关阀水锤压力。

$$T_s \geqslant 40 \frac{L}{C} \tag{14.6.4-1}$$

$$C = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{K}{E}\frac{D}{e}}} \tag{14.6.4-2}$$

式中 T_s——关阀历时（s）；

L ——管长（m）；

C ——水锤波传播速度（m/s）；

K——水的弹性模数，常温时 $K = 2.025GPa$；

E——管壁的弹性模量，使用聚氯乙烯管（PVC）时 $E = 2.8 \sim 3.0GPa$，使用聚乙烯管（PE）时 $E = 1.4 \sim 2.0GPa$；

D——管径（m）；

e——管壁厚度（m）。

2 水锤防护措施

1）确保各种规格的管道流速不超过其最大设计流速。

2）选择具有缓慢启闭功能的阀门，以减少水锤的诱发因素。

3）在管道的适当位置安装减压阀，在止回阀后安装空气罐。

4）对于加压灌溉系统，应避免供水压力过高，并在管网的适当位置安装水锤消除阀。

14.6.5 绿地灌溉系统管网布置应满足以下要求：

1 干管走向应与绿地几何轴线一致，力求管线顺畅、折点少、管道用量小。

2 当存在地面坡度时，干管应顺坡铺设、支管应与等高线平行。

3 灌溉季节存在主风向时，喷灌系统干管应与主风向平行。

4 干管宜与道路、林带以及电力、通讯、油、气等地下管（线）路平行。

5 绿地灌溉系统管道与其他专业地下管（线）路的距离应满足有关规范要求。

6 管道应避免穿过乔、灌木根区或构筑物基础。

7 管道应以不小于0.2%的坡度向泄水井或阀门井找坡。

8 管道埋深应满足灌水器安装和泄水要求，但不得小于30cm。

9 过路管的埋深与防护应使其具有承受道路设计荷载的能力。

14.7 附属设施

14.7.1 控制阀门

1 球阀

在手控灌溉系统中，球阀可用于轮灌区的运行控制，但应避免使用DN65以上的球阀。在程控灌溉系统中，球阀一般与电磁阀组合使用。这时，球阀应安装在电磁阀上游，并处于常开状态（图14.7.1-1）。

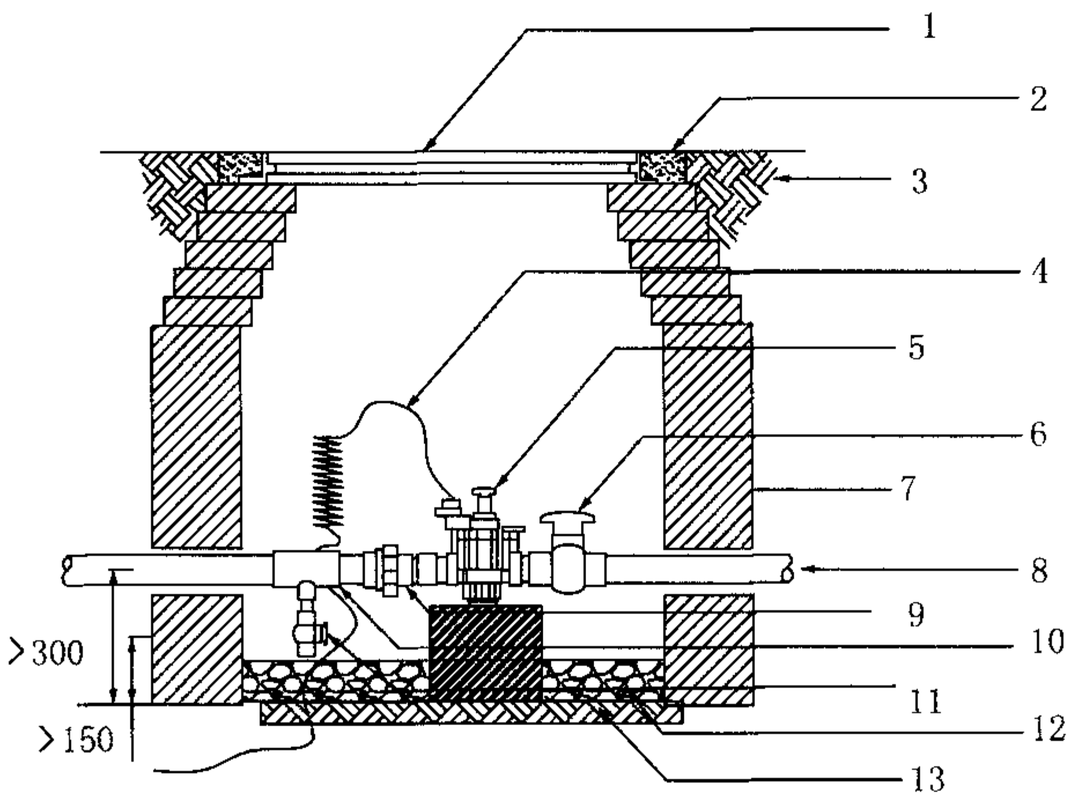


图14.7.1-1 程控灌溉系统专用阀门井

1-阀门井盖；2-混凝土井圈；3-回填土；4-控制电缆；5-电磁阀；6-控制球阀；7-阀门井壁；8-PVC管；9-活接头；10-异径三通；11-泄水球阀；12-砾石层；13-原土

球阀也可用于人工泄水。这时，可构筑专用泄水井（图14.7.1-2），也可与控制阀门井或雨水井

共用。泄水井中应构置脚磴，井底用碎石铺垫。

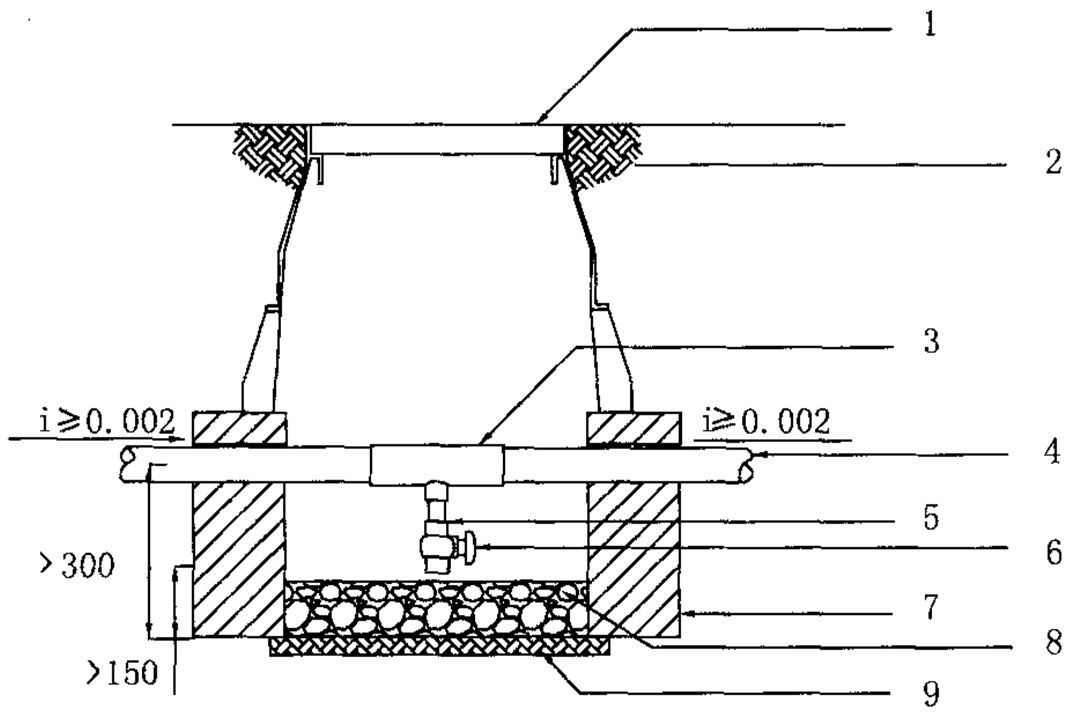


图 14.7.1-2　灌溉系统专用泄水井

1－阀门箱；2－回填土井圈；3－异径三通；4－PVC 管；5－PVC 短管；
6－泄水球阀；7－砖基；8－砾石层；9－原土

2　闸阀

在绿地灌溉系统中，闸阀多与加压设备或过滤器配套使用，也可用于相邻两个轮灌区的连接管上。

3　碟阀

当管径大于 DN75 时，应选择碟阀作为轮灌区控制阀。

4　电磁阀

电磁阀是程控灌溉系统常用的控制轮灌区工作的阀门。用于绿地灌溉系统的电磁阀应使用安全电压，并具备压力调节功能，其规格和推荐流量见表 14.7.1。

表 14.7.1　电磁阀的规格和推荐流量

规格（mm）	20	25	32	40	50	75
流量（m^3/h）	0.1 ~ 4.0	4.0 ~ 9.0	9.0 ~ 18.0	18.0 ~ 30.0	30.0 ~ 43.0	43.0 ~ 60.0

5　取水阀

取水阀是绿地灌溉系统必备的便捷取水装置，用于对植物的补充灌水。在灌溉区域内，应按照一定间距设置独立于轮灌区的取水阀。取水阀的服务半径不宜超过 25m。

取水阀的安装可直接埋地，也可设置在阀门井里，但应适当加固，见图 14.7.1-3。

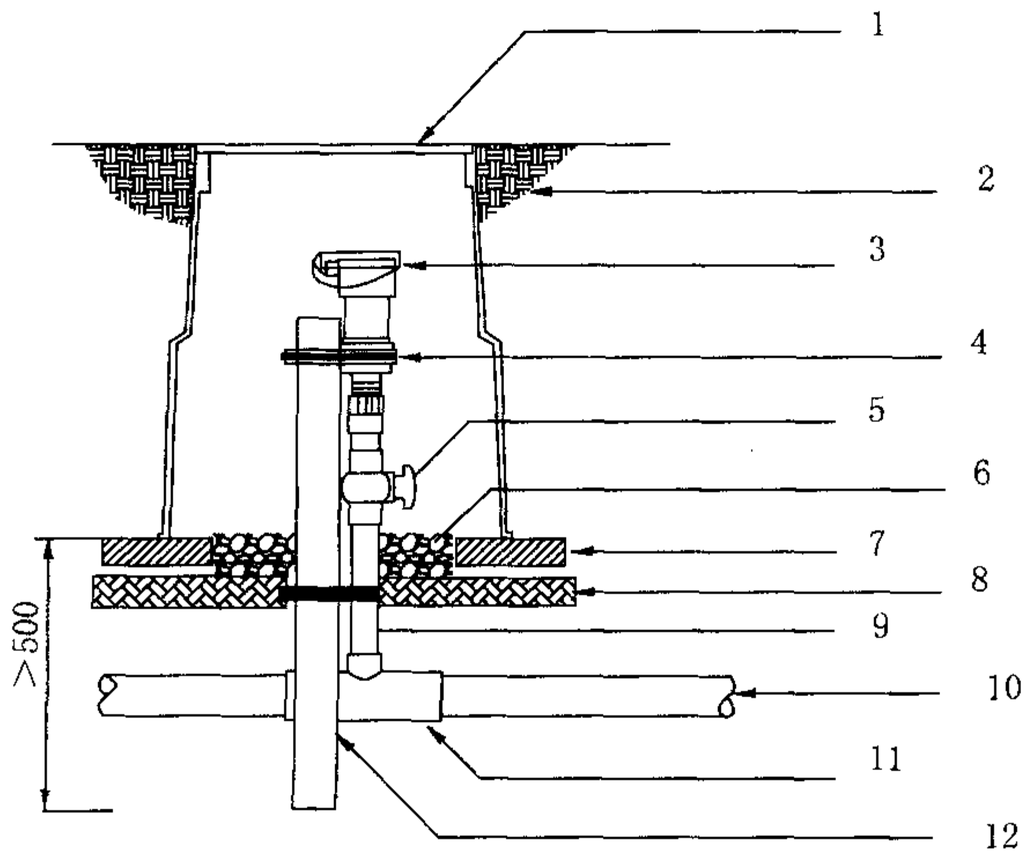


图 14.7.1-3　取水阀的安装

1－阀门箱；2－回填土；3－取水阀；4－固定卡；5－球阀；6－砾石层；7－砖基；
8－原土；9－PVC 竖管；10－PVC 横管；11－异径三通；12－固定钢管

14.7.2 安全阀门

1 减压阀

绿地灌溉系统常用的减压阀有薄膜式、弹簧薄膜式和波纹管式。减压阀一般安装在管道急剧下降的较低位置、大规格的直长管道或弯头处。选用减压阀时，应根据灌溉系统运行时设备或管道的允许承受压力确定减压阀的压力参数。

2 止回阀

对于加压灌溉系统，应在水泵出口处安装止回阀，避免停泵引起的水流倒灌。

3 真空破坏阀

当使用市政给水作为灌溉水源且灌水器被安装在绿地表面或地面以下时，在水源接入处应设置真空破坏阀，防止灌溉系统的水倒流进入市政给水管网。

4 排气阀

加压灌溉系统应安装排气阀。排气阀的安装位置应在主干管的最高点，在灌溉系统首部设备附近也可安装排气阀。

5 水锤消除阀

对于加压或大型灌溉系统，为了防止意外停电或误操作失误引发的水锤事故，应安装水锤消除阀。

6 自动泄水阀

自动泄水阀的作用是防止冰冻对灌溉系统的破坏。自动泄水阀应安装在地势较低的管道上，阀底向下。应在自动泄水阀的安装位置构筑一个铺垫厚度不小于 15cm 碎石坑，以汇集管道中排出的水，并防止回流。碎石坑的大小可根据泄水量确定。

一般情况下，应使用手动球阀代替自动泄水阀，通过人工泄水防止冰冻危害。

14.7.3 控制器

1 基本要求

1）绿地灌溉系统选用的控制器应输出安全工作电压。

2）对电磁场有一定的抗干扰能力。

3）对环境温度和湿度有一定的适应能力。

4）具有主阀联动信号输出。

5）能够根据天然降水或土壤湿度自动修正预设控制程序。

2 控制器安装

1）控制器的安装位置应具有良好的通风和防水条件，安装高度应便于操作和检修。

2）控制器的安装应符合电气设备安装规范，与电气设备的距离应大于 3m。

3 附件

1）遥控器

遥控器由接收器和发射器组成，接收器通常安装在控制器附近，其安装位置应远离电机、配电箱和金属构件等物体；接收器应避免直接与墙体接触，其前方不得有物体遮挡。

2）传感器

传感器包括降水传感器和土壤湿度传感器。降水传感器将降水量作为监控对象，其受水部件的安装位置不得受到遮挡，应具有真实性和代表性。

土壤湿度传感器将土壤湿度作为监测对象，其受水部件应埋设在灌溉区域里，平面位置应具有代表性，埋设深度应能够反映植物根系土壤的湿度情况。

附录 A 主要依据的标准规范目录

1 《建筑给水排水设计规范》GB 50015－2003（局部修改版 2008 年报批稿）
2 《建筑设计防火规范》GB 50016－2006
3 《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025－2004
4 《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032－2003
5 《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045－95（2005 年版）
6 《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050－2007
7 《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB 50067－97
8 《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084－2001（2005 年版）
9 《喷灌工程技术规范》GB 50085－2007
10 《人民防空工程设计防火规范》GB 50098－2009
11 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140－2005
12 《低倍数泡沫灭火系统设计规范》GB 50151－92（2000 年版）
13 《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219－95
14 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242－2002
15 《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB 50261－2005
16 《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263－2007
17 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268－2008
18 《污水再生利用工程设计规范》GB 50335－2002
19 《建筑中水设计规范》GB 50336－2002
20 《固定消防炮灭火系统设计规范》GB 50338－2003
21 《干粉灭火系统设计规范》GB 50347－2004
22 《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364－2005
23 《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366－2005
24 《住宅建筑规范》GB 50368－2005
25 《气体灭火系统设计规范》GB 50370－2005
26 《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400－2006
27 《城市绿地设计规范》GB 50420－2007
28 《体育建筑设计规范》JGJ 31－2003
29 《种植屋面工程技术规程》JGJ 155－2007
30 《管道直饮水系统技术规范》CJJ 110－2006
31 《游泳池给水排水工程设计规程》CJJ 122－2008
32 《气压给水设计规范》CECS 76：95
33 《建筑给水减压阀应用设计规程》CECS 109：2000
34 《燃油、燃气热水机组生活热水供应设计规程》CECS 134：2002
35 《建筑排水柔性接口铸铁管管道工程技术规程》CECS 168：2004
36 《虹吸式屋面雨水排水系统技术规程》CECS 183：2005
37 《水景喷泉工程技术规程》CECS 218：2007

38　《管网叠压供水技术规程》CECS 221：2007

39　《建筑小区塑料排水检查井应用技术规程》CECS 227：2007

40　《AD 型单立管排水系统技术规程》CECS 232：2007

41　《园林绿地灌溉工程技术规程》CECS 243：2008

42　《建筑同层排水技术规程》CECS 247：2008

附录 B－1　生活饮用水的卫生指标

表 1　水质常规指标及限值

指标	限值
1. 微生物指标[a]	
总大肠菌群（MPN/100mL 或 CFU/100mL）	不得检出
耐热大肠菌群（MPN/100mL 或 CFU/100mL）	不得检出
大肠埃希氏菌（MPN/100mL 或 CFU/100mL）	不得检出
菌落总数（CFU/mL）	100
2. 毒理指标	
砷（mg/L）	0.01
镉（mg/L）	0.005
铬（六价）（mg/L）	0.05
铅（mg/L）	0.01
汞（mg/L）	0.001
硒（mg/L）	0.01
氰化物（mg/L）	0.05
氟化物（mg/L）	1.0
硝酸盐（以 N 计）（mg/L）	10 地下水源限制时为 20
三氯甲烷（mg/L）	0.06
四氯化碳（mg/L）	0.002
溴酸盐（使用臭氧时）（mg/L）	0.01
甲醛（使用臭氧时）（mg/L）	0.9
亚氯酸盐（使用二氧化氯消毒时）（mg/L）	0.7
氯酸盐（使用复合二氧化氯消毒时）（mg/L）	0.7
3. 感官性状和一般化学指标	
色度（铂钴色度单位）	15
浑浊度（散射浑浊度单位）/NTU	1 水源与净水技术条件限制时为 3
臭和味	无异臭、异味
肉眼可见物	无
pH	不小于 6.5 且不大于 8.5
铝（mg/L）	0.2

续附录 B－1 表 1

指标	限值
铁（mg/L）	0.3
锰（mg/L）	0.1
铜（mg/L）	1.0
锌（mg/L）	1.0
氯化物（mg/L）	250
硫酸盐（mg/L）	250
溶解性总固体（mg/L）	1000
总硬度（以 $CaCO_3$ 计）（mg/L）	450
耗氧量（COD_{Mn}法，以 O_2 计）（mg/L）	3 水源限制，原水耗氧量 >6mg/L 时为 5
挥发酚类（以苯酚计）（mg/L）	0.002
阴离子合成洗涤剂（mg/L）	0.3
4. 放射性指标 b	指导值
总 α 放射性（Bq/L）	0.5
总 β 放射性（Bq/L）	1

注：a　MPN 表示最可能数；CFU 表示菌落形成单位。当水样检出总大肠菌群时，应进一步检验大肠埃希氏菌或耐热大肠菌群；水样未检出总大肠菌群，不必检验大肠埃希氏菌或耐热大肠菌群。

b　放射性指标超过指导值，应进行核素分析和评价，判定能否饮用。

表 2　饮用水中消毒剂常规指标及要求

消毒剂名称	与水接触时间	出厂水中限值（mg/L）	出厂水中余量（mg/L）	管网末梢水中余量（mg/L）
氯气及游离氯制剂（游离氯）	≥30min	4	≥0.3	≥0.05
一氯胺（总氯）	≥120min	3	≥0.5	≥0.05
臭氧（O_3）	≥12min	0.3	—	0.02 如加氯，总氯≥0.05
二氧化氯（ClO_2）	≥30min	0.8	≥0.1	≥0.02

表 3　水质非常规指标及限值

指标	限值
1. 微生物指标	
贾第鞭毛虫（个/10L）	<1
隐孢子虫（个/10L）	<1
2. 毒理指标	
锑（mg/L）	0.005
钡（mg/L）	0.7
铍（mg/L）	0.002
硼（mg/L）	0.5

续附录 B－1 表 3

指标	限值
钼（mg/L）	0.07
镍（mg/L）	0.02
银（mg/L）	0.05
铊（mg/L）	0.000 1
氯化氰（以 CN－计）（mg/L）	0.07
一氯二溴甲烷（mg/L）	0.1
二氯一溴甲烷（mg/L）	0.06
二氯乙酸（mg/L）	0.05
1，2－二氯乙烷（mg/L）	0.03
二氯甲烷（mg/L）	0.02
三卤甲烷（三氯甲烷、一氯二溴甲烷、二氯一溴甲烷、三溴甲烷的总和）	该类化合物中各种化合物的实测浓度与其各自限值的比值之和不超过 1
1，1，1－三氯乙烷（mg/L）	2
三氯乙酸（mg/L）	0.1
三氯乙醛（mg/L）	0.01
2，4，6－三氯酚（mg/L）	0.2
三溴甲烷（mg/L）	0.1
七氯（mg/L）	0.000 4
马拉硫磷（mg/L）	0.25
五氯酚（mg/L）	0.009
六六六（总量）（mg/L）	0.005
六氯苯（mg/L）	0.001
乐果（mg/L）	0.08
对硫磷（mg/L）	0.003
灭草松（mg/L）	0.3
甲基对硫磷（mg/L）	0.02
百菌清（mg/L）	0.01
呋喃丹（mg/L）	0.007
林丹（mg/L）	0.002
毒死蜱（mg/L）	0.03
草甘膦（mg/L）	0.7
敌敌畏（mg/L）	0.001
莠去津（mg/L）	0.002
溴氰菊酯（mg/L）	0.02
2，4－滴（mg/L）	0.03

续附录 B－1 表 3

指标	限值
滴滴涕（mg/L）	0.001
乙苯（mg/L）	0.3
二甲苯（总量）（mg/L）	0.5
1，1－二氯乙烯（mg/L）	0.03
1，2－二氯乙烯（mg/L）	0.05
1，2－二氯苯（mg/L）	1
1，4－二氯苯（mg/L）	0.3
三氯乙烯（mg/L）	0.07
三氯苯（总量）（mg/L）	0.02
六氯丁二烯（mg/L）	0.000 6
丙烯酰胺（mg/L）	0.000 5
四氯乙烯（mg/L）	0.04
甲苯（mg/L）	0.7
邻苯二甲酸二（2－乙基已基）酯（mg/L）	0.008
环氧氯丙烷（mg/L）	0.000 4
苯（mg/L）	0.01
苯乙烯（mg/L）	0.02
苯并（a）芘（mg/L）	0.000 01
氯乙烯（mg/L）	0.005
氯苯（mg/L）	0.3
微囊藻毒素－LR（mg/L）	0.001
3. 感官性状和一般化学指标	
氨氮（以 N 计）（mg/L）	0.5
硫化物（mg/L）	0.02
钠（mg/L）	200

表 4　小型集中式供水和分散式供水部分水质指标及限值

指标	限值
1. 微生物指标	
菌落总数（CFU/mL）	500
2. 毒理指标	
砷（mg/L）	0.05
氟化物（mg/L）	1.2
硝酸盐（以 N 计）（mg/L）	20
3. 感官性状和一般化学指标	
色度（铂钴色度单位）	20

续附录 B－1 表 4

指标	限值
浑浊度（散射浑浊度单位）NTU	3 水源与净水技术条件限制时为 5
pH	不小于 6.5 且不大于 9.5
溶解性总固体（mg/L）	1500
总硬度（以 $CaCO_3$ 计）（mg/L）	550
耗氧量（COD_{Mn}法，以 O_2 计）（mg/L）	5
铁（mg/L）	0.5
锰（mg/L）	0.3
氯化物（mg/L）	300
硫酸盐（mg/L）	300

表 5　生活饮用水水质参考指标及限值

指标	限值
肠球菌（CFU/100mL）	0
产气荚膜梭状芽孢杆菌（CFU/100mL）	0
二（2－乙基已基）已二酸酯（mg/L）	0.4
二溴乙烯（mg/L）	0.000 05
二噁英（2，3，7，8－TCDD）（mg/L）	0.000 000 03
土臭素（二甲基萘烷醇）（mg/L）	0.000 01
五氯丙烷（mg/L）	0.03
双酚 A（mg/L）	0.01
丙烯腈（mg/L）	0.1
丙烯酸（mg/L）	0.5
丙烯醛（mg/L）	0.1
四乙基铅（mg/L）	0.000 1
戊二醛（mg/L）	0.07
甲基异莰醇－2（mg/L）	0.000 01
石油类（总量）（mg/L）	0.3
石棉（>10μm）（万个/L）	700
亚硝酸盐（mg/L）	1
多环芳烃（总量）（mg/L）	0.002
多氯联苯（总量）（mg/L）	0.000 5
邻苯二甲酸二乙酯（mg/L）	0.3
邻苯二甲酸二丁酯（mg/L）	0.003
环烷酸（mg/L）	1.0
苯甲醚（mg/L）	0.05

续附录 B－1 表 5

指标	限值
总有机碳（TOC）（mg/L）	5
β－萘酚（mg/L）	0.4
丁基黄原酸（mg/L）	0.001
氯化乙基汞（mg/L）	0.000 1
硝基苯（mg/L）	0.017

注：表 1～表 5 摘自《生活饮用水卫生标准》GB 5749－2006

附录 B－2　住宅建筑给水管段设计秒流量计算表

U_0	1.0		1.5		2.0		2.5		3.0		3.5	
N_g	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）
1	100.00	0.20	100.00	0.20	100.00	0.20	100.00	0.20	100.00	0.20	100.00	0.20
2	70.94	0.28	71.20	0.28	71.49	0.29	71.78	0.29	72.08	0.29	72.39	0.29
3	58.00	0.35	58.30	0.35	58.62	0.35	58.96	0.35	59.31	0.36	59.66	0.36
4	50.28	0.40	50.60	0.40	50.94	0.41	51.30	0.41	51.66	0.41	52.03	0.42
5	45.01	0.45	45.34	0.45	45.69	0.46	46.06	0.46	46.43	0.46	46.82	0.47
6	41.12	0.49	41.45	0.50	41.81	0.50	42.18	0.51	42.57	0.51	42.96	0.52
7	38.09	0.53	38.43	0.54	38.79	0.54	39.17	0.55	39.56	0.55	39.96	0.56
8	35.65	0.57	35.99	0.58	36.36	0.58	36.74	0.59	37.13	0.59	37.53	0.60
9	33.63	0.61	33.98	0.61	34.35	0.62	34.73	0.63	35.12	0.63	35.53	0.64
10	31.92	0.64	32.27	0.65	32.64	0.65	33.03	0.66	33.42	0.67	33.83	0.68
11	30.45	0.67	30.80	0.68	31.17	0.69	31.56	0.69	31.96	0.70	32.36	0.71
12	29.17	0.70	29.52	0.71	29.89	0.72	30.28	0.73	30.68	0.74	31.09	0.75
13	28.04	0.73	28.39	0.74	28.76	0.75	29.15	0.76	29.55	0.77	29.96	0.78
14	27.03	0.76	27.38	0.77	27.76	0.78	28.15	0.79	28.55	0.80	28.96	0.81
15	26.12	0.78	26.48	0.79	26.85	0.81	27.24	0.82	27.64	0.83	28.05	0.84
16	25.30	0.81	25.66	0.82	26.03	0.83	26.42	0.85	26.83	0.86	27.24	0.87
17	24.56	0.83	24.91	0.85	25.29	0.86	25.68	0.87	26.08	0.89	26.49	0.90
18	23.88	0.86	24.23	0.87	24.61	0.89	25.00	0.90	25.40	0.91	25.81	0.93
19	23.25	0.88	23.60	0.90	23.98	0.91	24.37	0.93	24.77	0.94	25.19	0.96
20	22.67	0.91	23.02	0.92	23.40	0.94	23.79	0.95	24.20	0.97	24.61	0.98
22	21.63	0.95	21.98	0.97	22.36	0.98	22.75	1.00	23.16	1.02	23.57	1.04
24	20.72	0.99	21.07	1.01	21.45	1.03	21.85	1.05	22.25	1.07	22.66	1.09
26	19.92	1.04	20.27	1.05	20.65	1.07	21.05	1.09	21.45	1.12	21.87	1.14
28	19.21	1.08	19.56	1.10	19.94	1.12	20.33	1.14	20.74	1.16	21.15	1.18
30	18.56	1.11	18.92	1.14	19.30	1.16	19.69	1.18	20.10	1.21	20.51	1.23
32	17.99	1.15	18.34	1.17	18.72	1.20	19.12	1.22	19.52	1.25	19.94	1.28
34	17.46	1.19	17.81	1.21	18.19	1.24	18.59	1.26	18.99	1.29	19.41	1.32
36	16.97	1.22	17.33	1.25	17.71	1.28	18.11	1.30	18.51	1.33	18.93	1.36
38	16.53	1.26	16.89	1.28	17.27	1.31	17.66	1.34	18.07	1.37	18.48	1.40

续附录 B－2

U_0	1.0		1.5		2.0		2.5		3.0		3.5	
N_g	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）
40	16.12	1.29	16.48	1.32	16.86	1.35	17.25	1.38	17.66	1.41	18.07	1.45
42	15.74	1.32	16.09	1.35	16.47	1.38	16.87	1.42	17.28	1.45	17.69	1.49
44	15.38	1.35	15.74	1.39	16.12	1.42	16.52	1.45	16.92	1.49	17.34	1.53
46	15.05	1.38	15.41	1.42	15.79	1.45	16.18	1.49	16.59	1.53	17.00	1.56
48	14.74	1.42	15.10	1.45	15.48	1.49	15.87	1.52	16.28	1.56	16.69	1.60
50	14.45	1.45	14.81	1.48	15.19	1.52	15.58	1.56	15.99	1.60	16.40	1.64
55	13.79	1.52	14.15	1.56	14.53	1.60	14.92	1.64	15.33	1.69	15.74	1.73
60	13.22	1.59	13.57	1.63	13.95	1.67	14.35	1.72	14.76	1.77	15.17	1.82
65	12.71	1.65	13.07	1.70	13.45	1.75	13.84	1.80	14.25	1.85	14.66	1.91
70	12.26	1.72	12.62	1.77	13.00	1.82	13.39	1.87	13.80	1.93	14.21	1.99
75	11.85	1.78	12.21	1.83	12.59	1.89	12.99	1.95	13.39	2.01	13.81	2.07
80	11.49	1.84	11.84	1.89	12.22	1.96	12.62	2.02	13.02	2.08	13.44	2.15
85	11.15	1.90	11.51	1.96	11.89	2.02	12.28	2.09	12.69	2.16	13.10	2.23
90	10.85	1.95	11.20	2.02	11.58	2.09	11.98	2.16	12.38	2.23	12.80	2.30
95	10.57	2.01	10.92	2.08	11.30	2.15	11.70	2.22	12.10	2.30	12.52	2.38
100	10.31	2.06	10.66	2.13	11.04	2.21	11.44	2.29	11.84	2.37	12.26	2.45
110	9.84	2.17	10.20	2.24	10.58	2.33	10.97	2.41	11.38	2.50	11.79	2.59
120	9.44	2.26	9.79	2.35	10.17	2.44	10.56	2.54	10.97	2.63	11.38	2.73
130	9.08	2.36	9.43	2.45	9.81	2.55	10.21	2.65	10.61	2.76	11.02	2.87
140	8.76	2.45	9.11	2.55	9.49	2.66	9.89	2.77	10.29	2.88	10.70	3.00
150	8.47	2.54	8.83	2.65	9.20	2.76	9.60	2.88	10.00	3.00	10.42	3.12
160	8.21	2.63	8.57	2.74	8.94	2.86	9.34	2.99	9.74	3.12	10.16	3.25
170	7.98	2.71	8.33	2.83	8.71	2.96	9.10	3.09	9.51	3.23	9.92	3.37
180	7.76	2.79	8.11	2.92	8.49	3.06	8.89	3.20	9.29	3.34	9.70	3.49
190	7.56	2.87	7.91	3.01	8.29	3.15	8.69	3.30	9.09	3.45	9.50	3.61
200	7.38	2.95	7.73	3.09	8.11	3.24	8.50	3.40	8.91	3.56	9.32	3.73
220	7.05	3.10	7.40	3.26	7.78	3.42	8.17	3.60	8.57	3.77	8.99	3.95
240	6.76	3.25	7.11	3.41	7.49	3.60	7.88	3.78	8.29	3.98	8.70	4.17
260	6.51	3.28	6.86	3.57	7.24	3.76	7.63	3.97	8.03	4.18	8.44	4.39
280	6.28	3.52	6.63	3.72	7.01	3.93	7.40	4.15	7.81	4.37	8.22	4.60
300	6.08	3.65	6.43	3.86	6.81	4.08	7.20	4.32	7.60	4.56	8.01	4.81
320	5.89	3.77	6.25	4.00	6.62	4.24	7.02	4.49	7.42	4.75	7.83	5.01
340	5.73	3.89	6.08	4.13	6.46	4.39	6.85	4.66	7.25	4.93	7.66	5.21
360	5.57	4.01	5.93	4.27	6.30	4.54	6.69	4.82	7.10	5.11	7.51	5.40

续附录 B－2

U_0	1.0		1.5		2.0		2.5		3.0		3.5	
N_g	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）
380	5.43	4.13	5.79	4.40	6.16	4.68	6.55	4.98	6.95	5.29	7.36	5.60
400	5.30	4.24	5.66	4.52	6.03	4.83	6.42	5.14	6.82	5.46	7.23	5.79
420	5.18	4.35	5.54	4.65	5.91	4.96	6.30	5.29	6.70	5.63	7.11	5.97
440	5.07	4.46	5.42	4.77	5.80	5.10	6.19	5.45	6.59	5.80	7.00	6.16
460	4.97	4.57	5.32	4.89	5.69	5.24	6.08	5.60	6.48	5.97	6.89	6.34
480	4.87	4.67	5.22	5.01	5.59	5.37	5.98	5.75	6.39	6.13	6.79	6.52
500	4.78	4.78	5.13	5.13	5.50	5.50	5.89	5.89	6.29	6.29	6.70	6.70
550	4.57	5.02	4.92	5.41	5.29	5.82	5.68	6.25	6.08	6.69	6.49	7.14
600	4.39	5.26	4.74	5.68	5.11	6.13	5.50	6.60	5.90	7.08	6.31	7.57
650	4.23	5.49	4.58	5.95	4.95	6.43	5.34	6.94	5.74	7.46	6.15	7.99
700	4.08	5.72	4.43	6.20	4.81	6.73	5.19	7.27	5.59	7.83	6.00	8.40
750	3.95	5.93	4.30	6.46	4.68	7.02	5.07	7.60	5.46	8.20	5.87	8.81
800	3.84	6.14	4.19	6.70	4.56	7.30	4.95	7.92	5.35	8.56	5.75	9.21
850	3.73	6.34	4.08	6.94	4.45	7.57	4.84	8.23	5.24	8.91	5.65	9.60
900	3.64	6.54	3.98	7.17	4.36	7.84	4.75	8.54	5.14	9.26	5.55	9.99
950	3.55	6.74	3.90	7.40	4.27	8.11	4.66	8.85	5.05	9.60	5.46	10.37
1000	3.46	6.93	3.81	7.63	4.19	8.37	4.57	9.15	4.97	9.94	5.38	10.75
1100	3.32	7.30	3.66	8.06	4.04	8.88	4.42	9.73	4.82	10.61	5.23	11.50
1200	3.09	7.65	3.54	8.49	3.91	9.38	4.29	10.31	4.69	11.26	5.10	12.23
1300	3.07	7.99	3.42	8.90	3.79	9.86	4.18	10.87	4.58	11.90	4.98	12.95
1400	2.97	8.33	3.32	9.30	3.69	10.34	4.08	11.42	4.48	12.53	4.88	13.66
1500	2.88	8.65	3.23	9.69	3.60	10.80	3.99	11.96	4.38	13.15	4.79	14.36
1600	2.80	8.96	3.15	10.07	3.52	11.26	3.90	12.49	4.30	13.76	4.70	15.05
1700	2.73	9.27	3.07	10.45	3.44	11.71	3.83	13.02	4.22	14.36	4.63	15.74
1800	2.66	9.57	3.00	10.81	3.37	12.15	3.76	13.53	4.16	14.96	4.56	16.41
1900	2.59	9.86	2.94	11.17	3.31	12.58	3.70	14.04	4.09	15.55	4.49	17.08
2000	2.54	10.14	2.88	11.53	3.25	13.01	3.64	14.55	4.03	16.13	4.44	17.74
2200	2.43	10.70	2.78	12.22	3.15	13.85	3.53	15.54	3.93	17.28	4.33	19.05
2400	2.34	11.23	2.69	12.89	3.06	14.67	3.44	16.51	3.83	18.41	4.24	20.34
2600	2.26	11.75	2.61	13.55	2.97	15.47	3.36	17.46	3.75	19.52	4.16	21.61
2800	2.19	12.26	2.53	14.19	2.90	16.25	3.29	18.40	3.68	20.61	4.08	22.86
3000	2.12	12.75	2.47	14.81	2.84	17.03	3.22	19.33	3.62	21.69	4.02	24.10
3200	2.07	13.22	2.41	15.43	2.78	17.79	3.16	20.24	3.56	22.76	3.96	25.33
3400	2.01	13.69	2.36	16.03	2.73	18.54	3.11	21.14	3.50	23.81	3.90	26.54

续附录 B－2

U_0	1.0		1.5		2.0		2.5		3.0		3.5	
N_g	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）
3600	1.96	14.15	2.13	16.62	2.68	19.27	3.06	22.03	3.45	24.86	3.85	27.75
3800	1.92	14.59	2.26	17.21	2.63	20.00	3.01	22.91	3.41	25.90	3.81	28.96
4000	1.88	15.03	2.22	17.78	2.59	20.72	2.97	23.78	3.37	26.92	3.77	30.13
4200	1.84	15.46	2.18	18.35	2.55	21.43	2.93	24.64	3.33	27.94	3.73	31.30
4400	1.80	15.88	2.15	18.91	2.52	22.14	2.90	25.50	3.29	28.95	3.69	32.47
4600	1.77	16.30	2.12	19.46	2.48	22.84	2.86	26.35	3.26	29.96	3.66	33.64
4800	1.74	16.71	2.08	20.00	2.45	23.53	2.83	27.19	3.22	30.95	3.62	34.79
5000	1.71	17.11	2.05	20.54	2.42	24.21	2.80	28.03	3.19	31.95	3.59	35.94
5500	1.65	18.10	1.99	21.87	2.35	25.90	2.74	30.09	3.13	34.40	3.53	38.79
6000	1.59	19.05	1.93	23.16	2.30	27.55	2.68	32.12	3.07	36.82	$N_g=5714$ $u=3.5\%$ $Q=40.00$	
6500	1.54	19.97	1.88	24.43	2.24	29.18	2.63	34.13	3.02	39.21		
6667									3.00	40.00		
7000	1.49	20.88	1.83	25.67	2.20	30.78	2.58	36.11				
7500	1.45	21.76	1.79	26.88	2.16	32.36	2.54	38.06				
8000	1.41	22.62	1.76	28.08	2.12	33.92	2.50	40.00				
8500	1.38	23.46	1.72	29.26	2.09	35.47						
9000	1.35	24.29	1.69	30.43	2.06	36.99						
9500	1.32	25.10	1.66	31.58	2.03	38.50						
10000	1.29	25.90	1.64	32.72	2.00	40.00						
11000	1.25	27.46	1.59	34.95								
12000	1.21	28.97	1.55	37.14								
13000	1.17	30.45	1.51	39.29								
14000	1.14	31.89	$N_g=13333$ $u=1.5\%$ $Q=40.00$									
15000	1.11	33.31										
16000	1.08	34.69										
17000	1.06	36.05										
18000	1.04	37.39										
19000	1.02	38.70										
20000	1.00	40.00										

续附录 B－2

U_0	4.0		4.5		5.0		6.0		7.0		8.0	
N_g	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）
1	100.00	0.20	100.00	0.20	100.00	0.20	100.00	0.20	100.00	0.20	100.00	0.20
2	72.70	0.29	73.02	0.29	73.33	0.29	73.98	0.30	74.64	0.30	75.30	0.30
3	60.02	0.36	60.38	0.36	60.75	0.36	61.49	0.37	62.24	0.37	63.00	0.38
4	52.41	0.42	52.80	0.42	53.18	0.43	53.97	0.43	54.76	0.44	55.56	0.44
5	47.21	0.47	47.60	0.48	48.00	0.48	48.80	0.49	49.62	0.50	50.45	0.50
6	43.35	0.52	43.76	0.53	44.16	0.53	44.98	0.54	45.81	0.55	46.65	0.56
7	40.36	0.57	40.76	0.57	41.17	0.58	42.01	0.59	42.85	0.60	43.70	0.61
8	37.94	0.61	38.35	0.61	38.76	0.62	39.60	0.63	40.45	0.65	41.31	0.66
9	35.93	0.65	36.35	0.65	36.76	0.66	37.61	0.68	38.46	0.69	39.33	0.71
10	34.24	0.68	34.65	0.69	35.07	0.70	35.92	0.72	36.78	0.74	37.65	0.75
11	32.77	0.72	33.19	0.73	33.61	0.74	34.46	0.76	35.33	0.78	36.20	0.80
12	31.50	0.76	31.92	0.77	32.34	0.78	33.19	0.80	34.06	0.82	34.93	0.84
13	30.37	0.79	30.79	0.80	31.22	0.81	32.07	0.83	32.94	0.86	33.82	0.88
14	29.37	0.82	29.79	0.83	30.22	0.85	31.07	0.87	31.94	0.89	32.82	0.92
15	28.47	0.85	28.89	0.87	29.32	0.88	30.18	0.91	31.05	0.93	31.93	0.96
16	27.65	0.88	28.08	0.90	28.50	0.91	29.36	0.94	30.23	0.97	31.12	1.00
17	26.91	0.91	27.33	0.93	27.76	0.94	28.62	0.97	29.50	1.00	30.38	1.03
18	26.23	0.94	26.65	0.96	27.08	0.97	27.94	1.01	28.82	1.04	29.70	1.07
19	25.60	0.97	26.03	0.99	26.45	1.01	27.32	1.04	28.19	1.07	29.08	1.10
20	25.03	1.00	25.45	1.02	25.88	1.04	26.74	1.07	27.62	1.10	28.50	1.14
22	23.99	1.06	24.41	1.07	24.84	1.09	25.71	1.13	26.58	1.17	27.47	1.21
24	23.08	1.11	23.51	1.13	23.94	1.15	24.80	1.19	25.68	1.23	26.57	1.28
26	22.29	1.16	22.71	1.18	23.14	1.20	24.01	1.25	24.98	1.29	25.77	1.34
28	21.57	1.21	22.00	1.23	22.43	1.26	23.30	1.30	24.18	1.35	25.06	1.40
30	20.93	1.26	21.36	1.28	21.79	1.31	22.66	1.36	23.54	1.41	24.43	1.47
32	20.36	1.30	20.78	1.33	21.21	1.36	22.08	1.41	22.96	1.47	23.85	1.53
34	19.83	1.35	20.25	1.38	20.68	1.41	21.55	1.47	22.43	1.53	23.32	1.59
36	19.35	1.39	19.77	1.42	20.20	1.45	21.07	1.52	21.95	1.58	22.84	1.64
38	18.90	1.44	19.33	1.47	19.76	1.50	20.63	1.57	21.51	1.63	22.40	1.70
40	18.49	1.48	18.92	1.51	19.35	1.55	20.22	1.62	20.10	1.69	21.99	1.76
42	18.11	1.52	18.54	1.56	18.97	1.59	19.84	1.67	20.72	1.74	21.61	1.82
44	17.76	1.56	18.18	1.60	18.61	1.64	19.48	1.71	20.36	1.79	21.25	1.87
46	17.43	1.60	17.85	1.64	18.28	1.68	19.15	1.76	20.03	1.84	20.92	1.92
48	17.11	1.64	17.54	1.68	17.97	1.73	18.84	1.81	19.72	1.89	20.61	1.98

续附录 B－2

U_0	4.0		4.5		5.0		6.0		7.0		8.0	
N_g	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）
50	16.82	1.68	17.25	1.73	17.68	1.77	18.55	1.86	19.43	1.94	20.32	2.03
55	16.17	1.78	16.59	1.82	17.02	1.87	17.89	1.97	18.77	2.07	19.66	2.16
60	15.59	1.87	16.02	1.92	16.45	1.97	17.32	2.08	18.20	2.18	19.08	2.29
65	15.08	1.96	15.51	2.02	15.94	2.07	16.81	2.19	17.69	2.30	18.58	2.42
70	14.63	2.05	15.06	2.11	15.49	2.17	16.36	2.29	17.24	2.41	18.13	2.54
75	14.23	2.13	14.65	2.20	15.08	2.26	15.95	2.39	16.83	2.52	17.72	2.66
80	13.86	2.22	14.28	2.29	14.71	2.35	15.58	2.49	16.46	2.63	17.35	2.78
85	13.52	2.30	13.95	2.37	14.38	2.44	15.25	2.59	16.13	2.74	17.02	2.89
90	13.22	2.38	13.64	2.46	14.07	2.53	14.94	2.69	15.82	2.85	16.71	3.01
95	12.94	2.46	13.36	2.54	13.79	2.62	14.66	2.79	15.54	2.95	16.43	3.12
100	12.68	2.54	13.10	2.62	13.53	2.71	14.40	2.88	15.28	3.06	16.17	3.23
110	12.21	2.69	12.63	2.78	13.06	2.87	13.93	3.06	14.81	3.26	15.70	3.45
120	11.80	2.83	12.23	2.93	12.66	3.04	13.52	3.25	14.40	3.46	15.29	3.67
130	11.44	2.98	11.87	3.09	12.30	3.20	13.16	3.42	14.04	3.65	14.93	3.88
140	11.12	3.11	11.55	3.23	11.97	3.35	12.84	3.60	13.72	3.84	14.61	4.09
150	10.83	3.25	11.26	3.38	11.69	3.51	12.55	3.77	13.43	4.03	14.32	4.30
160	10.57	3.38	11.00	3.52	11.43	3.66	12.29	3.93	13.17	4.21	14.06	4.50
170	10.34	3.51	10.76	3.66	11.19	3.80	12.05	4.10	12.93	4.40	13.82	4.70
180	10.12	3.64	10.54	3.80	10.97	3.95	11.84	4.26	12.71	4.58	13.60	4.90
190	9.92	3.77	10.34	3.93	10.77	4.09	11.64	4.42	12.51	4.75	13.40	5.09
200	9.74	3.89	10.16	4.06	10.59	4.23	11.45	4.58	12.33	4.93	13.21	5.28
220	9.40	4.14	9.83	4.32	10.25	4.51	11.12	4.89	11.99	5.28	12.88	5.67
240	9.12	4.38	9.54	4.58	9.96	4.78	10.83	5.20	11.70	5.62	12.59	6.04
260	8.86	4.61	9.28	4.83	9.71	5.05	10.57	5.50	11.45	5.95	12.33	6.41
280	8.63	4.83	9.06	5.07	9.48	5.31	10.34	5.79	11.22	6.28	12.10	6.78
300	8.43	5.06	8.85	5.31	9.28	5.57	10.14	6.08	11.01	6.61	11.89	7.14
320	8.24	5.28	8.67	5.55	9.09	5.82	9.95	6.37	10.83	6.93	11.71	7.49
340	8.08	5.49	8.50	5.78	8.92	6.07	9.78	6.65	10.66	7.25	11.54	7.84
360	7.92	5.70	8.34	6.01	8.77	6.31	9.63	6.93	10.50	7.56	11.38	8.19
380	7.78	5.91	8.20	6.23	8.63	6.56	9.49	7.21	10.36	7.87	11.24	8.54
400	7.65	6.12	8.07	6.46	8.49	6.80	9.35	7.48	10.23	8.18	11.10	8.88
420	7.53	6.32	7.95	6.68	8.37	7.03	9.23	7.76	10.10	8.49	10.98	9.22
440	7.41	6.52	7.83	6.89	8.26	7.27	9.12	8.02	9.99	8.79	10.87	9.56
460	7.31	6.72	7.73	7.11	8.15	7.50	9.01	8.29	9.88	9.09	10.76	9.90

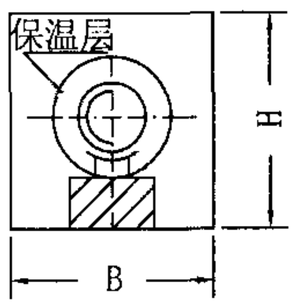
续附录 B－2

U_0	4.0		4.5		5.0		6.0		7.0		8.0	
N_g	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）
480	7.21	6.92	7.63	7.32	8.05	7.73	8.91	8.56	9.78	9.39	10.66	10.23
500	7.12	7.12	7.54	7.54	7.96	7.96	8.82	8.82	9.69	9.69	10.56	10.56
550	6.91	7.60	7.32	8.06	7.75	8.52	8.61	9.47	9.47	10.42	10.35	11.39
600	6.72	8.07	7.14	8.57	7.56	9.08	8.42	10.11	9.29	11.15	10.16	12.20
650	6.56	8.53	6.98	9.07	7.40	9.62	8.26	10.74	9.12	11.86	10.00	13.00
700	6.42	8.98	6.83	9.57	7.26	10.16	8.11	11.36	8.98	12.57	9.85	13.79
750	6.29	9.43	6.70	10.06	7.13	10.69	7.98	11.97	8.85	13.27	9.72	14.58
800	6.17	9.87	6.59	10.54	7.01	11.21	7.86	12.58	8.73	13.96	9.60	15.36
850	6.06	10.30	6.48	11.01	6.90	11.73	7.75	13.18	8.62	14.65	9.49	16.14
900	5.96	10.73	6.38	11.48	6.80	12.24	7.66	13.78	8.52	15.34	9.39	16.91
950	5.87	11.16	6.29	11.95	6.71	12.75	7.56	14.37	8.43	16.01	9.30	17.67
1000	5.79	11.58	6.21	12.41	6.63	13.26	7.48	14.96	8.34	16.69	9.22	18.43
1100	5.64	12.41	6.06	13.32	6.48	14.25	7.33	16.12	8.19	18.02	9.06	19.94
1200	5.51	13.22	5.93	14.22	6.35	15.23	7.20	17.27	8.06	19.34	8.93	21.43
1300	5.39	14.02	5.81	15.11	6.23	16.20	7.08	18.41	7.94	20.65	8.81	22.91
1400	5.29	14.81	5.71	15.98	6.13	17.15	6.98	19.53	7.84	21.95	8.71	24.38
1500	5.20	15.60	5.61	16.84	6.03	18.10	6.88	20.65	7.74	23.23	8.61	25.84
1600	5.11	16.37	5.53	17.70	5.95	19.04	6.80	21.76	7.66	24.51	8.53	27.28
1700	5.04	17.13	5.45	18.54	5.87	19.97	6.72	22.85	7.58	25.77	8.45	28.72
1800	4.97	17.89	5.38	19.38	5.80	20.89	6.65	23.94	7.51	27.03	8.38	30.15
1900	4.90	18.64	5.32	20.21	5.74	21.80	6.59	25.03	7.44	28.29	8.31	31.58
2000	4.85	19.38	5.26	21.04	5.68	22.71	6.53	26.10	7.38	29.53	8.25	33.00
2200	4.74	20.85	5.15	22.67	5.57	24.51	6.42	28.24	7.27	32.01	8.14	35.81
2400	4.65	22.30	5.06	24.29	5.48	26.29	6.32	30.35	7.18	34.46	8.04	38.60
2600	4.56	23.73	4.98	25.88	5.39	28.05	6.24	32.45	7.10	36.89	$N_g=2500$ u=8.0% Q=40.00	
2800	4.49	25.15	4.90	27.46	5.32	29.80	6.17	34.52	7.02	39.31		
3000	4.42	26.55	4.84	29.02	5.25	31.53	6.10	36.59	$N_g=2857$ u=7.0% Q=40.00			
3200	4.36	27.94	4.78	30.58	5.19	33.24	6.04	38.64				
3400	4.31	29.31	4.72	32.12	5.14	34.95	$N_g=3333$ u=6.0% Q=40.00					
3600	4.26	30.68	4.67	33.64	5.09	36.64						
3800	4.22	32.03	4.63	35.16	5.04	38.33						
4000	4.17	33.38	4.58	36.67	5.00	40.00						
4200	4.13	34.72	4.54	38.17								
4400	4.10	36.05	4.51	39.67								

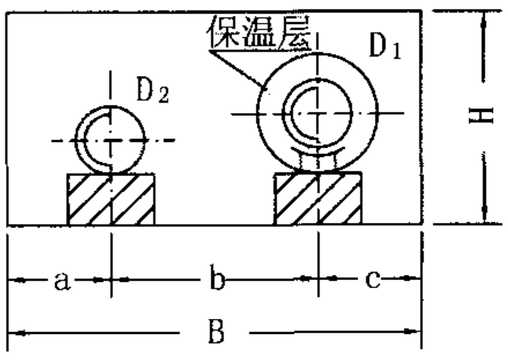
续附录 B－2

U_0	4.0		4.5		5.0		6.0		7.0		8.0	
N_g	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）	U（%）	Q（L/s）
4600	4.06	37.37	$N_g=4444$ $u=4.5\%$ $Q=40.00$									
4800	4.03	38.69										
5000	4.00	40.00										

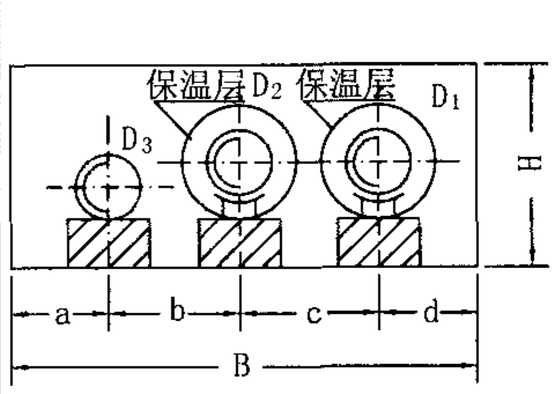
附录 B－3　管沟中管道的中心距



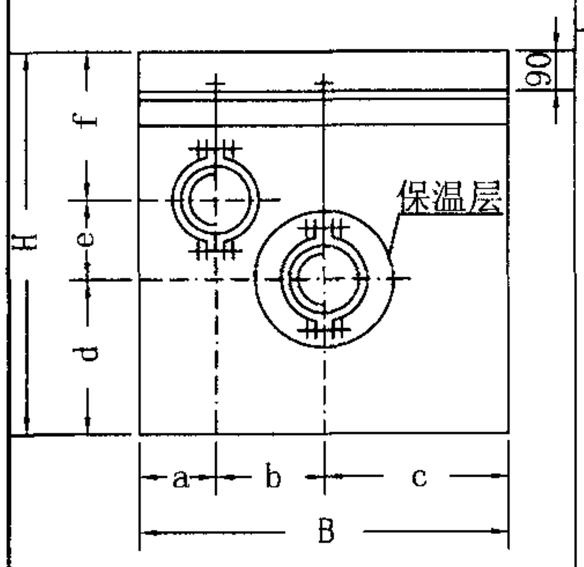
DN		20～40	50～65	80	100～125	150	200	250	300
保温	B	400	500	500	600	600	700	800	850
	H	400	450	500	550	650	700	800	800
非保温	B	300	300	300	400	400	500	500	600
	H	300	300	350	350	400	450	500	550



D_1	25～40	50	65	80	100～125	150	200	250	300
D_2	25～40	32～50	40～65	50～80	70～125	100～150	125～200	125～200	150～250
B	600	600	700	700	800	900	1000	1100	1200
H	400	450	450	500	550	650	700	750	800
a	140	140	150	150	170	180	220	220	250
b	250	250	310	310	360	420	430	500	550
c	210	210	240	240	270	300	350	380	400



D_1	25～40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
D_2、D_3	25～40	32～50	40～65	50～80	80～100	80～125	80～150	100～150	125～200	150～200
B	900	900	1000	1000	1100	1200	1300	1400	1700	1700
H	400	450	450	500	550	550	650	700	750	800
a	140	140	140	140	160	170	180	180	220	220
b	245	245	270	270	305	340	365	365	455	455
c	305	305	350	350	385	420	455	505	625	625
d	210	210	240	240	250	270	300	350	400	400



DN	25～40	50	70	80	100	125	150	200	250
B	800	900				1000		1100	1200
H	1200	1200				1200		1200	1300
a	150	180				200		240	270
b	70	90				120		130	130
c	580	630				680		730	800
d	710	520				470		380	410
e	180	290				330		390	450
f	310	390				400		430	440

附录 B－4　管道中心距和管中心至墙面距离（钢管）

表 1　管道中心距和管中心至墙面距离（钢管）（mm）

管径	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	管中心至墙面
（1）非保温管道与非保温管道													
25	135												110
32	165	165											120
40	165	175	175										130
50	180	180	190	190									130
70	195	195	205	205	215								140
80	210	210	210	220	230	240							150
100	220	220	230	230	240	250	260						160
125	235	245	245	255	255	265	275	295					180
150	255	255	265	265	275	285	295	305	325				190
200	270	270	270	280	290	300	310	320	330	360			220
250	305	305	315	315	325	335	345	355	375	395	425		250
300	340	340	360	360	360	370	380	390	400	430	460	480	280
保温层厚度	管径	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	管中心至墙面
（2）保温管道与非保温管道														
35	25	170												145
50		185												160
35	32	200	200											155
55		220	220											175
35	40	200	210	210										165
55		220	230	230										185
35	50	215	215	225	225									165
60		240	240	250	250									190
35	65	230	230	240	240	250								175
65		260	260	270	270	280								205
35	80	245	245	245	255	265	275							185
70		280	280	280	290	300	310							220
40	100	260	260	270	270	280	290	300						200
75		295	295	305	305	315	325	335						235
45	125	280	290	290	300	300	310	320	340					225
80		315	325	325	335	335	345	355	375					260
45	150	300	300	310	310	320	330	340	350	370				235
85		340	340	350	350	360	370	380	390	410				275

续附录 B－4 表 1

50	200	320	320	320	330	340	350	360	370	380	410			270
90		360	360	360	370	380	390	400	410	420	450			310
55	250	360	360	370	370	380	390	400	410	430	450	480		305
100		405	405	415	415	425	435	445	455	475	495	525		350
60	300	400	400	420	420	420	430	440	450	460	490	520	540	340
105		445	445	465	465	465	475	485	495	505	535	565	585	385
保温层厚度	管径	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	管中心至墙面
（3）保温管道与保温管道														
35	25	205												145
50		225												160
35	32	235	235											155
55		275	275											175
35	40	235	245	245										165
55		275	285	285										185
35	50	250	250	260	260									165
60		300	300	310	310									190
35	65	265	265	275	275	285								175
65		325	325	335	335	345								205
35	80	280	280	280	290	300	310							185
70		350	350	350	360	370	380							220
40	100	300	300	310	310	320	330	340						200
75		370	370	380	380	390	400	410						235
45	125	325	335	335	345	345	355	365	385					225
80		395	405	405	415	415	425	435	455					260
45	150	345	345	355	355	365	375	385	395	415				235
85		425	425	435	435	445	455	465	475	495				275
50	200	370	370	370	380	390	400	410	420	430	460			270
90		450	450	450	460	470	480	490	500	510	540			310
55	250	415	415	425	425	435	445	455	465	485	505	535		305
100		505	505	515	515	525	535	545	555	575	595	635		350
60	300	460	460	480	480	490	490	500	510	520	550	580	600	340
105		550	550	570	570	580	580	590	600	610	640	670	690	385

注：1 保温材料为泡沫混凝土。

2 表内上面数字适用于管道中介质温度小于 100℃；下面数字适用于 100～200℃。

3 管道安装方式：室内或通行及半通行地沟内架空安装。

表 2 阀门并列时管道的中心距（mm）

DN	≤25	40	50	80	100	150	200	250
≤25	250							
40	270	280						
50	280	290	300					
80	300	320	330	350				
100	320	330	340	360	375			
150	350	370	380	400	410	450		
200	400	420	430	450	460	500	550	
250	430	440	450	480	490	530	580	600

注：管道未考虑保温。

附录 B－5　暗装铜管管中心线至墙面、柱面的最大距离

（mm）

公称直径 DN	不保温管	保温管
15	90	130
20	95	135
25	100	140
32	110	150
40	115	155
50	120	160
65	130	175
80	145	185
100	155	195
125	170	210
150	180	225
200	210	260
250	240	300
300	265	325

附录 B－6　建筑物及城市区域的允许噪声级

表 1　民用建筑各类主要用房的室内允许噪声级（昼间）

建筑类别	房间类别	允许噪声级（A 声级 dB）			
		特级	一级	二级	三级
住宅	卧式、书房（或卧式兼起居室）	–	≤40	≤45	≤50
	起居室	–	≤45	≤50	≤50
学校	有特殊安静要求的房间	–	≤40	–	–
	一般教室	–	–	≤50	–
	无特殊安静要求的房间	–	–	–	≤55
医院	病房、医护人员休息室	–	≤45	≤45	≤50
	门诊室	–	≤55	≤55	≤60
	手术室	–	≤45	≤45	≤50
	听力测听室	–	≤25	≤25	≤30
旅馆	客房	≤35	≤40	≤45	≤55
	会议室	≤40	≤45	≤50	≤50
	多用途大厅	≤40	≤45	≤50	–
	办公室	≤45	≤50	≤55	≤55
	餐厅、宴会厅	≤50	≤55	≤60	–

注：1　本表引自《民用建筑设计通则》GB 50352－2005。

2　特级为特殊标准；一级为较高标准；二级为一般标准；三级为最低标准。

3　夜间室内允许噪声级的数值比昼间小 10dB（A）。

表 2　城市 5 类环境噪声标准值

类别	昼间	夜间
0	50	40
1	55	45
2	60	50
3	65	55
4	70	55

注：1　本表引自《城市区域环境噪声标准》GB 3096－93。

2　0 类标准适用于疗养区、高级别墅区、高级宾馆区等特别需要安静的区域。位于城郊和乡村的这一类区域分别按严于 0 类标准 5dB 执行。

1 类标准适用于以居住、文教机关为主的区域。乡村居住环境可参照执行该类标准；

2 类标准适用于居住、商业、工业混杂区；

3 类标准适用于工业区；

4 类标准适用于城市中的道路交能干线道路两侧区域，穿越城区的内河航道两侧区域。穿越城区的铁路主、次干线两侧区域的背景噪声（指不通过列车时的噪声水平）限值也执行该类标准。

3　等效声级 LAeq：dB。

附录 C　饮用净水水质标准

饮用净水水质不应超过下表中规定的限值。

项　　目		限　　值
感官性状	色	5 度
	浑浊度	0.5NTU
	臭和味	无异臭异味
	肉眼可见物	无
一般化学指标	pH	6.0～8.5
	总硬度（以 $CaCO_3$ 计）	300mg/L
	铁	0.20mg/L
	锰	0.05mg/L
	铜	1.0mg/L
	锌	1.0mg/L
	铝	0.20mg/L
	挥发性酚类（以苯酚计）	0.002mg/L
	阴离子合成洗涤剂	0.20mg/L
	硫酸盐	100mg/L
	氯化物	100mg/L
	溶解性总固体	500mg/L
	耗氧量（COD_{Mn}，以 O_2 计）	2.0mg/L
毒理学指标	氟化物	1.0mg/L
	硝酸盐氮（以 N 计）	10mg/L
	砷	0.01mg/L
	硒	0.01mg/L
	汞	0.001mg/L
	镉	0.003mg/L
	铬（六价）	0.05mg/L
	铅	0.01mg/L
	银（采用载银活性炭时测定）	0.05mg/L
	氯仿	0.03mg/L
	四氯化碳	0.002mg/L
	亚氯酸盐（采用 ClO_2 消毒时测定）	0.70mg/L
	氯酸盐（采用 ClO_2 消毒时测定）	0.70mg/L

续附录 C

项　　目		限　　值
	溴酸盐（采用 O_3 消毒时测定）	0.01mg/L
	甲醛（采用 O_3 消毒时测定）	0.90mg/L
细菌学指标	细菌总数	50cfu/mL
	总大肠菌群	每 100mL 水样中不得检出
	粪大肠菌群	每 100mL 水样中不得检出
	余氯	0.01mg/L（管网末梢水）*
	臭氧（采用 O_3 消毒时测定）	0.01mg/L（管网末梢水）*
	二氧化氯（采用 ClO_2 消毒时测定）	0.01mg/L（管网末梢水）* 或余氯 0.01mg/L（管网末梢水）*

注：1　表中带“*”的限值为该项目的检出限，实测浓度应不小于检出限。

2　本表摘自《饮用净水水质标准》CJ 94－2005。

附录 D－1　综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值（日均值）

序号	控制项目	排放标准	预处理标准
1	粪大肠菌群数（MPN/L）	500	5000
2	肠道致病菌	不得检出	—
3	肠道病毒	不得检出	—
4	pH	6～9	6～9
5	化学需氧量（COD） 浓度（mg/L） 最高允许排放负荷（g/床位）	 60 60	 250 250
6	生化需氧量（BOD） 浓度（mg/L） 最高允许排放负荷（g/床位）	 20 20	 100 100
7	悬浮物（SS） 浓度（mg/L） 最高允许排放负荷（g/床位）	 20 20	 60 60
8	氨氮（mg/L）	15	—
9	动植物油（mg/L）	5	20
10	石油类（mg/L）	5	20
11	阴离子表面活性剂（mg/L）	5	10
12	色度（稀释倍数）	30	—
13	挥发酚（mg/L）	0.5	1.0
14	总氰化物（mg/L）	0.5	0.5
15	总汞（mg/L）	0.05	0.05
16	总镉（mg/L）	0.1	0.1
17	总铬（mg/L）	1.5	1.5
18	六价铬（mg/L）	0.5	0.5
19	总砷（mg/L）	0.5	0.5
20	总铅（mg/L）	1.0	1.0
21	总银（mg/L）	0.5	0.5
22	总 A（Bq/L）	1	1
23	总 B（Bq/L）	10	10
24	总余氯[1)2)]（mg/L）	0.5	—

注：1　采用含氯消毒剂消毒的工艺控制要求为：

一级标准：消毒接触池接触时间≥1h，接触池出口总余氯 3～10 mg/L。

二级标准：消毒接触池接触时间≥1h，接触池出口总余氯 2～8 mg/L。

2　采用其他消毒剂对总余氯不作要求。

3　本表引自国家标准《医疗机构水污染物排放标准》GB 18466－2005。

附录 D－2　传染病、结核病医疗机构水污染物排放限值（日均值）

序号	控制项目	标准值
1	粪大肠菌群数（MPN/L）	100
2	肠道致病菌	不得检出
3	肠道病毒	不得检出
4	结核杆菌	不得检出
5	pH	6～9
6	化学需氧量（COD） 浓度（mg/L） 最高允许排放负荷（g/床位）	 60 60
7	生化需氧量（BOD） 浓度（mg/L） 最高允许排放负荷（g/床位）	 20 20
8	悬浮物（SS） 浓度（mg/L） 最高允许排放负荷（g/床位）	 20 20
9	氨氮（mg/L）	15
10	动植物油（mg/L）	5
11	石油类（mg/L）	5
12	阴离子表面活性剂（mg/L）	5
13	色度（稀释倍数）	30
14	挥发酚（mg/L）	0.5
15	总氰化物（mg/L）	0.5
16	总汞（mg/L）	0.05
17	总镉（mg/L）	0.1
18	总铬（mg/L）	1.5
19	六价铬（mg/L）	0.5
20	总砷（mg/L）	0.5
21	总铅（mg/L）	1.0
22	总银（mg/L）	0.5
23	总 A（Bq/L）	1
24	总 B（Bq/L）	10
25	总余氯[1)2)]（mg/L）（直接排入水体的要求）	0.5

注：1　采用含氯消毒剂消毒的工艺控制要求为：消毒接触池的接触时间≥1.5h，接触池出口总余氯 6.5～10 mg/L。

2　采用其他消毒剂对总余氯不作要求。

3　本表引自国家标准《医疗机构水污染物排放标准》GB 18466－2005。

附录 D－3　医疗机构污泥控制标准

医疗机构类别	粪大肠菌群数（MPN/g）	肠道致病菌	肠道病毒	结核杆菌	蛔虫卵死亡率（%）
传染病医疗机构	≤100	不得检出	不得检出	—	>95
结核病医疗机构	≤100	—	—	不得检出	>95
综合医疗机构和其他医疗机构	≤100	—	—	—	>95

注：本表引自国家标准《医疗机构水污染物排放标准》GB 18466－2005。

附录 D－4　污水处理站周边大气污染物最高允许浓度

序号	控制项目	标准值
1	氨（mg/m^3）	1.0
2	硫化氢（mg/m^3）	0.03
3	臭气浓度（无量纲）	10
4	氯气（mg/m^3）	0.1
5	甲烷（指处理站内最高体积百分数 %）	1%

注：本表引自国家标准《医疗机构水污染物排放标准》GB 18466－2005。

附录 E-1　我国部分城镇降雨强度

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P=1	P=2	P=3	P=4	P=5	P=10
北京		$q=\frac{2001\ (1+0.811\lg P)}{(t+8)^{0.711}}$	3.23	4.02	4.48	4.81	5.06	5.85
			116	145	161	173	182	211
上海		$i=\frac{9.4500+6.7932\lg T_E}{(t+5.54)^{0.6514}}$	3.40	4.14	4.57	4.88	5.11	5.85
			123	149	165	176	184	211
天津		$q=\frac{3833.34\ (1+0.85\lg P)}{(t+17)\ 0.85}$	2.77	3.48	3.89	4.19	4.42	5.12
			100	125	140	151	159	184
河北	石家庄	$q=\frac{1689\ (1+0.898\lg P)}{(t+7)\ 0.729}$	2.76	3.51	3.94	4.25	4.49	5.24
			99	126	142	153	162	189
	承德	$q=\frac{2839\ [1+0.728\lg\ (P-0.121)]}{(t+9.60)^{0.87}}$	2.64	3.30	3.68	3.94	4.14	4.75
			95	119	132	142	149	171
	秦皇岛	$i=\frac{7.369+5.589\lg T_E}{(t+7.067)^{0.615}}$	2.66	3.27	3.62	3.88	4.07	4.68
			96	118	130	140	147	168
	唐山	$q=\frac{935\ (1+0.87\lg P)}{t^{0.6}}$	3.56	4.49	5.04	5.42	5.72	6.66
			128	162	181	195	206	240
	廊坊	$i=\frac{16.956+13.017\lg T_E}{(t+14.085)^{0.785}}$	2.80	3.44	3.82	4.09	4.30	4.94
			101	124	138	147	155	178
	沧州	$i=\frac{10.227+8.099\lg T_E}{(t+4.819)^{0.671}}$	3.69	4.57	5.08	5.45	5.73	6.61
			133	164	183	196	206	238
	保定	$i=\frac{14.973+10.266\lg T_E}{(t+13.877)^{0.776}}$	2.56	3.09	3.39	3.61	3.78	4.31
			92	111	122	130	136	155
	邢台	$i=\frac{9.609+8.583\lg T_E}{(t+9.381)^{0.677}}$	2.64	3.35	3.76	4.06	4.29	5.00
			95	121	136	146	154	180
	邯郸	$i=\frac{7.802+7.500\lg T_E}{(t+7.767)^{0.602}}$	2.81	3.63	4.10	4.44	4.70	5.52
			101	131	148	160	169	199
	衡水	$q=\frac{3575\ (1+\lg P)}{(t+18)^{0.87}}$	2.34	3.04	3.45	3.74	3.97	4.67
			84	109	124	135	143	168
	任丘	—	3.42	4.34	4.88	5.27	5.56	—
			123	156	176	190	200	—
	张家口	—	2.14	2.80	3.19	3.46	3.67	—
			77	101	115	125	132	—

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
山西	太原	$q=\frac{1446.22\ (1+0.867\lg T)}{(t+5)^{0.796}}$	2.31	2.92	3.27	3.52	3.72	4.32
			83	105	118	127	134	155
	大同	$q=\frac{2684\ (1+0.85\lg T)}{(t+13)^{0.947}}$	1.74	2.18	2.44	2.63	2.77	3.22
			63	79	88	95	100	116
	朔县	$q=\frac{1402.8\ (1+0.8\lg T)}{(t+6)^{0.81}}$	2.01	2.50	2.78	2.98	3.14	3.62
			72	90	100	107	113	130
	原平	$q=\frac{1803.6\ (1+1.04\lg T)}{(t+8.64)^{0.8}}$	2.23	2.93	3.34	3.63	3.85	4.55
			80	105	120	131	139	164
	阳泉	$q=\frac{1730.1\ (1+0.61\lg T)}{(t+9.6)^{0.78}}$	2.14	2.53	2.76	2.92	3.05	3.44
			77	91	99	105	110	124
	榆次	$q=\frac{1736.8\ (1+1.08\lg T)}{(t+10)^{0.81}}$	1.94	2.57	2.94	3.20	3.40	4.03
			70	92	106	115	122	145
	离石	$q=\frac{1045.4\ (1+0.81\lg T)}{(t+7.64)^{0.7}}$	1.77	2.20	2.45	2.62	2.76	3.19
			64	79	88	94	99	115
	长治	$q=\frac{3340\ (1+1.43\lg T)}{(t+15.8)^{0.93}}$	1.99	2.84	3.34	3.70	3.97	4.83
			71	102	120	133	143	174
	临汾	$q=\frac{1207.4\ (1+0.94\lg T)}{(t+5.64)^{0.74}}$	2.10	2.69	3.04	3.29	3.48	4.07
			76	97	109	118	125	147
	侯马	$q=\frac{2212.8\ (1+1.04\lg T)}{(t+10.4)^{0.83}}$	2.29	3.00	3.42	3.72	3.95	4.67
			82	108	123	134	142	168
	运城	$q=\frac{993.7\ (1+1.04\lg T)}{(t+10.3)^{0.65}}$	1.69	2.22	2.52	2.74	2.91	3.44
			61	80	91	99	105	124
内蒙	包头	$i=\frac{9.96\ (1+0.985\lg P)}{(t+5.40)^{0.85}}$	2.27	2.95	3.34	3.62	3.84	4.51
			82	106	120	130	138	162
	集宁	$q=\frac{534.4\ (1+\lg P)}{t^{0.63}}$	1.94	2.52	2.86	3.11	3.29	3.88
			70	91	103	112	119	140
	赤峰	$q=\frac{1600\ (1+1.35\lg P)}{(t+10)^{0.8}}$	1.83	2.58	3.01	3.32	3.56	4.31
			66	93	109	120	128	155
	海拉尔	$q=\frac{2630\ (1+1.05\lg P)}{(t+10)^{0.99}}$	1.80	2.37	2.70	2.94	3.12	3.69
			65	85	97	106	112	133
黑龙江	哈尔滨	$q=\frac{2989.3\ (1+0.95\lg P)}{(t+11.77)^{0.88}}$	2.50	3.22	3.63	3.93	4.16	4.88
			90	116	131	141	150	176
	漠河	$q=\frac{1469.6\ (1+1.0\lg P)}{(t+6)^{0.86}}$	1.87	2.43	2.76	2.99	3.18	3.74
			67	88	99	108	114	135

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
黑龙江	呼玛	$q=\frac{2538\ (1+0.857\lg P)}{(t+10.4)^{0.93}}$	2.00	2.51	2.81	3.03	3.19	3.71
			72	90	101	109	115	133
	黑河	$q=\frac{2608\ (1+0.83\lg P)}{(t+8.5)^{0.93}}$	2.32	2.90	3.24	3.48	3.66	4.24
			83	104	116	125	132	153
	嫩江	$q=\frac{1703.4\ (1+0.8\lg P)}{(t+6.75)^{0.8}}$	2.37	2.94	3.28	3.52	3.70	4.27
			85	106	118	127	133	154
	北安	$q=\frac{1503\ (1+0.85\lg P)}{(t+6)^{0.78}}$	2.32	2.91	3.25	3.50	3.69	4.28
			83	105	117	126	133	154
	齐齐哈尔	$q=\frac{1902\ (1+0.89\lg P)}{(t+6.4)^{0.86}}$	2.35	2.97	3.34	3.60	3.80	4.43
			84	107	120	130	137	160
	大庆	$q=\frac{1820\ (1+0.91\lg P)}{(t+8.3)^{0.77}}$	2.23	2.84	3.19	3.45	3.64	4.25
			80	102	115	124	131	153
	佳木斯	$q=\frac{3139.6\ (1+0.98\lg P)}{(t+10)^{0.94}}$	2.46	3.19	3.61	3.92	4.15	4.88
			89	115	130	141	149	176
	同江	$q=\frac{2672\ (1+0.84\lg P)}{(t+9)^{0.89}}$	2.55	3.20	3.57	3.57	4.05	4.69
			92	115	129	129	146	169
	抚远	$q=\frac{1586.5\ (1+0.81\lg P)}{(t+6.2)^{0.78}}$	2.41	3.00	3.34	3.59	3.77	4.36
			87	108	120	129	136	157
	虎林	$q=\frac{1469.4\ (1+1.01\lg P)}{(t+6.7)^{0.76}}$	2.27	2.96	3.36	3.64	3.87	4.56
			82	106	121	131	139	164
	鸡西	$q=\frac{2054\ (1+0.76\lg P)}{(t+7)^{0.87}}$	2.36	2.91	3.22	3.45	3.62	4.16
			85	105	116	124	130	150
	牡丹江	$q=\frac{2550\ (1+0.92\lg P)}{(t+10)^{0.93}}$	2.05	2.62	2.96	3.19	3.38	3.95
			74	94	106	115	122	142
	伊春	—	2.16	2.86	3.26	3.55	3.77	—
			78	103	117	128	136	—
	东宁	—	2.09	2.64	2.96	3.19	3.36	—
			75	95	107	115	121	—
	尚志	—	2.43	3.02	3.37	3.62	3.81	—
			87	109	121	130	137	—
	勃利	—	2.44	3.18	3.61	3.91	4.15	—
			88	114	130	141	149	—
	饶河	—	2.01	2.46	2.73	2.92	3.06	—
			72	89	98	105	110	—

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
黑龙江	绥化	—	2.70	3.39	3.79	4.07	4.29	—
			97	122	136	147	154	—
	通河	—	2.48	3.00	3.30	3.52	3.68	—
			89	108	119	127	132	—
	绥芬河	—	2.02	2.47	2.72	2.91	3.05	—
			73	89	98	105	110	—
	讷河	—	2.36	3.00	3.38	3.64	3.85	—
			85	108	122	131	139	—
	双鸭山	—	2.39	2.95	3.28	3.51	3.69	—
			86	106	118	126	133	—
吉林	长春	$q=\frac{896\ (1+0.68\lg P)}{t^{0.6}}$	3.41	4.11	4.52	4.81	5.03	5.73
			123	148	163	173	181	206
	白城	$q=\frac{662\ (1+0.70\lg P)}{t^{0.6}}$	2.52	3.05	3.36	3.58	3.75	4.28
			91	110	121	129	135	154
	前郭尔罗斯蒙古族自治区	$q=\frac{696\ (1+0.68\lg P)}{t^{0.6}}$	2.65	3.19	3.51	3.73	3.91	4.45
			95	115	126	134	141	160
	四平	$q=\frac{937.7\ (1+0.70\lg P)}{t^{0.6}}$	3.57	4.32	4.76	5.07	5.32	6.07
			129	156	171	183	191	218
	吉林	$q=\frac{2166\ (1+0.68\lg P)}{(t+7)^{0.831}}$	2.75	3.31	3.64	3.87	4.05	4.61
			99	119	131	139	146	166
	海龙	$i=\frac{16.4\ (1+0.899\lg P)}{(t+10)^{0.867}}$	2.39	3.04	3.41	3.68	3.89	4.54
			86	109	123	133	140	163
	通化	$q=\frac{1154.3\ (1+0.70\lg P)}{t^{0.6}}$	4.39	5.32	5.86	6.25	6.55	7.47
			158	192	211	225	236	269
	浑江	$q=\frac{696\ (1+1.05\lg P)}{t^{0.6}}$	2.37	3.12	3.55	3.86	4.11	4.85
			85	112	128	139	148	175
	延吉	$q=\frac{666.2\ (1+0.70\lg P)}{t^{0.6}}$	2.54	3.07	3.38	3.61	3.78	4.31
			91	111	122	130	136	155
	辽源	—	3.39	4.08	4.49	4.78	5.00	—
			122	147	162	172	180	—
	双江	—	2.67	3.21	3.52	3.76	3.93	—
			96	116	127	135	141	—
	长白	—	2.99	3.62	3.99	4.25	4.45	—
			108	130	144	153	160	—

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
吉林	敦化	—	2.74	3.32	3.66	3.90	4.08	—
			99	120	132	140	147	—
	图门	—	2.44	2.95	3.25	3.46	3.63	—
			88	106	117	125	131	—
	桦甸	—	3.86	4.68	5.16	5.49	5.76	—
			139	168	186	198	207	—
辽宁	沈阳	$i=\frac{11.522+9.348\lg P_E}{(t+8.196)^{0.738}}$	2.87	3.57	3.98	4.27	4.49	5.19
			103	128	143	154	162	187
	本溪	$q=\frac{1393\ (1+0.63\lg P)}{(t+5.045)^{0.67}}$	2.97	3.53	3.86	4.10	4.28	4.84
			107	127	139	147	154	174
	丹东	$q=\frac{1221\ (1+0.668\lg P)}{(t+7)^{0.605}}$	2.72	3.26	3.58	3.81	3.98	4.53
			98	117	129	137	143	163
	大连	$q=\frac{1900\ (1+0.66\lg P)}{(t+8)^{0.8}}$	2.44	2.93	3.21	3.41	3.57	4.05
			88	105	116	123	128	146
	营口	$q=\frac{1686\ (1+0.77\lg P)}{(t+8)^{0.72}}$	2.66	3.28	3.64	3.89	4.09	4.71
			96	118	131	140	147	169
	鞍山	$q=\frac{2306\ (1+0.70\lg P)}{(t+11)^{0.757}}$	2.83	3.42	3.77	4.02	4.21	4.81
			102	123	136	145	152	173
	辽阳	$q=\frac{1220\ (1+0.75\lg P)}{(t+5)^{0.65}}$	2.73	3.35	3.71	3.96	4.16	4.78
			98	121	134	143	150	172
	黑山	$q=\frac{1676\ (1+0.9\lg P)}{(t+7.4)^{0.747}}$	2.56	3.25	3.65	3.94	4.16	4.86
			92	117	132	142	150	175
	锦州	$q=\frac{2322\ (1+0.875\lg P)}{(t+10)^{0.79}}$	2.73	3.45	3.87	4.17	4.41	5.13
			98	124	139	150	159	185
	锦西	$q=\frac{1878\ (1+0.8\lg P)}{(t+6)^{0.732}}$	3.25	4.03	4.49	4.81	5.06	5.84
			117	145	161	173	182	210
	绥中	$q=\frac{1833\ (1+0.806\lg P)}{(t+9)^{0.724}}$	2.71	3.37	3.76	4.03	4.24	4.90
			98	121	135	145	153	176
	阜新	—	2.23	2.95	3.47	3.89	4.25	—
			80	106	125	140	153	—
山东	济南	$q=\frac{1869.916\ (1+0.7573\lg P)}{(t+11.0911)^{0.6645}}$	2.95	3.62	4.02	4.30	4.51	5.19
			106	130	145	155	162	187
	德州	$q=\frac{3082\ (1+0.7\lg P)}{(t+15)^{0.79}}$	2.89	3.50	3.86	4.11	4.31	4.91
			104	126	139	148	155	177

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
山东	淄博	$i=\frac{15.873\ (1+0.78\lg P)}{(t+10)^{0.81}}$	2.96	3.65	4.06	4.34	4.57	5.26
			106	131	146	156	164	189
	潍坊	$q=\frac{4091.17\ (1+0.824\lg P)}{(t+16.7)^{0.87}}$	2.81	3.51	3.92	4.21	4.43	5.13
			101	126	141	151	160	185
	掖县	$i=\frac{17.034+17.322\lg T_E}{(t+9.508)^{0.837}}$	3.03	3.96	4.50	4.89	5.19	6.12
			109	143	162	176	187	220
	龙口	$i=\frac{3.781+3.118\lg T_E}{(t+2.605)^{0.467}}$	2.45	3.06	3.41	3.66	3.86	4.47
			88	110	123	132	139	161
	长岛	$i=\frac{5.941+4.976\lg T_E}{(t+3.626)^{0.622}}$	2.60	3.25	3.64	3.91	4.12	4.77
			93	117	131	141	148	172
	烟台	$i=\frac{6.912+7.373\lg T_E}{(t+9.018)^{0.609}}$	2.31	3.05	3.49	3.80	4.04	4.78
			83	110	126	137	145	172
	莱阳	$i=\frac{5.824+6.241\lg T_E}{(t+8.173)^{0.532}}$	2.47	3.26	3.73	4.06	4.32	5.11
			89	117	134	146	155	184
	海阳	$i=\frac{4.953+4.063\lg T_E}{(t+0.158)^{0.523}}$	3.51	4.37	4.88	5.24	5.52	6.38
			126	157	176	189	199	230
	枣庄	$i=\frac{65.512+52.455\lg T_E}{(t+22.378)^{1.069}}$	3.18	3.95	4.40	4.71	4.96	5.73
			114	142	158	170	179	206
	青岛	—	2.10	2.54	2.80	2.98	3.12	—
			76	91	101	107	112	—
江苏	南京	$q=\frac{2989.3\ (1+0.671\lg P)}{(t+13.3)^{0.80}}$	2.92	3.51	3.86	4.10	4.29	4.88
			105	126	139	148	155	176
	徐州	$q=\frac{1510.7\ (1+0.514\lg P)}{(t+9.0)^{0.64}}$	2.79	3.22	3.47	3.65	3.79	4.22
			100	116	125	132	137	152
	连云港	$q=\frac{3360.04\ (1+0.82\lg P)}{(t+35.7)^{0.74}}$	2.16	2.70	3.01	3.23	3.40	3.94
			78	97	108	116	123	142
	淮阴	$q=\frac{5030.04\ (1+0.887\lg P)}{(t+23.2)^{0.88}}$	2.66	3.37	3.79	4.08	4.31	5.02
			96	121	136	147	155	181
	盐城	$q=\frac{945.22\ (1+761\lg P)}{(t+3.5)^{0.57}}$	2.79	3.43	3.80	4.07	4.27	4.91
			100	123	137	146	154	177
	扬州	$q=\frac{8248.13\ (1+0.641\lg P)}{(t+40.3)^{0.95}}$	2.20	2.63	2.88	3.05	3.19	3.62
			79	95	104	110	115	130
	南通	$q=\frac{2007.34\ (1+0.752\lg P)}{(t+17.9)^{0.71}}$	2.17	2.67	2.95	3.16	3.32	3.81
			78	96	106	114	119	137

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
江苏	镇江	$q=\frac{2418.16\ (1+0.787\lg P)}{(t+10.5)^{0.78}}$	2.85	3.53	3.92	4.20	4.42	5.10
			103	127	141	151	159	183
	常州	$q=\frac{3727.44\ (1+0.742\lg P)}{(t+15.8)^{0.88}}$	2.58	3.16	3.49	3.73	3.92	4.49
			93	114	126	134	141	162
	无锡	$q=\frac{10579\ (1+0.828\lg P)}{(t+46.4)^{0.99}}$	2.14	2.67	2.99	3.21	3.38	3.91
			77	96	108	115	122	141
	苏州	$q=\frac{2887.43\ (1+0.794\lg P)}{(t+18.8)^{0.81}}$	2.22	2.75	3.05	3.27	3.45	3.97
			80	99	110	118	124	143
	清江	—	2.88	3.45	3.79	4.02	4.20	—
			104	124	136	145	151	—
	高淳	—	2.87	3.62	4.06	4.37	4.62	—
			103	130	146	157	166	—
	泗洪	—	2.17	2.57	2.80	2.97	3.10	—
			78	93	101	107	112	—
	阜宁	—	2.69	3.13	3.36	3.52	3.65	—
			97	113	121	127	131	—
	沭阳	—	2.97	3.52	3.85	4.08	4.25	—
			107	127	139	147	153	—
	响水	—	2.56	3.20	3.57	3.84	4.04	—
			92	115	129	138	145	—
	泰州	—	2.22	2.59	2.81	2.97	3.09	—
			80	93	101	107	111	—
	江阴	—	2.52	3.28	3.72	4.03	4.27	—
			91	118	134	145	154	—
	溧阳	—	1.71	2.10	2.33	2.50	2.62	—
			62	76	84	90	94	—
	高邮	—	2.84	3.37	3.69	3.91	4.08	—
			102	121	133	141	147	—
	东台	—	2.74	3.30	3.63	3.86	4.04	—
			99	119	131	139	145	—
	太仓	—	2.00	2.46	2.73	2.92	3.06	—
			72	89	98	105	110	—
	吴县	—	2.29	2.90	3.26	3.52	3.72	—
			82	104	117	127	134	—

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
江苏	句容	—	2.70	3.26	3.59	3.82	4.00	—
			97	117	129	138	144	—
安徽	合肥	$q=\frac{3600\ (1+0.76\lg P)}{(t+14)^{0.84}}$	3.03	3.73	4.14	4.42	4.65	5.34
			109	134	149	159	167	192
	蚌埠	$q=\frac{2550\ (1+0.77\lg P)}{(t+12)^{0.774}}$	2.85	3.51	3.89	4.16	4.38	5.04
			102	126	140	150	158	181
	淮南	$i=\frac{12.18\ (1+0.71\lg P)}{(t+6.29)^{0.71}}$	3.64	4.42	4.87	5.19	5.44	6.22
			131	159	175	187	196	224
	芜湖	$q=\frac{3345\ (1+0.78\lg P)}{(t+12)^{0.83}}$	3.19	3.93	4.37	4.68	4.92	5.67
			115	142	157	169	177	204
	安庆	$q=\frac{1986.8\ (1+0.777\lg P)}{(t+8.404)^{0.689}}$	3.32	4.10	4.55	4.88	5.13	5.90
			120	148	164	176	185	213
浙江	杭州	$i=\frac{20.120+0.639\lg P}{(t+11.945)^{0.825}}$	3.25	3.28	3.30	3.32	3.33	3.36
			117	118	119	119	120	121
	诸暨	$i=\frac{20.688+17.734\lg T_E}{(t+6.146)^{0.891}}$	4.03	5.07	5.68	6.11	6.45	7.49
			145	183	204	220	232	270
	宁波	$i=\frac{154.467+109.494\lg T_E}{(t+34.516)^{1.177}}$	3.41	4.13	4.56	4.86	5.09	5.82
			123	149	164	175	183	209
	温州	$i=\frac{13.274+0.573\lg P}{(t+12.641)^{0.663}}$	3.31	3.35	3.37	3.39	3.41	3.45
			119	121	121	122	123	124
	衢州	$q=\frac{2551.010\ (1+0.567\lg P)}{(t+10)^{0.780}}$	3.09	3.61	3.92	4.14	4.31	4.84
			111	130	141	149	155	174
	余姚	$i=\frac{21.901+14.775\lg P}{(t+14.426)^{0.817}}$	3.24	3.90	4.28	4.56	4.77	5.43
			117	140	154	164	172	195
	浒山	$i=\frac{33.141+28.559\lg T_M}{(t+31.506)^{0.874}}$	2.39	3.00	3.37	3.62	3.82	4.44
			86	108	121	130	138	160
	镇海	$i=\frac{127.397+108.830\lg T_M}{(t+39.331)^{1.145}}$	2.77	3.48	3.90	4.19	4.42	5.14
			100	125	140	151	159	185
	溪口	$i=\frac{42.004+30.861\lg T_M}{(t+24.272)^{0.954}}$	2.80	3.42	3.78	4.04	4.24	4.86
			101	123	136	145	153	175
	绍兴	$i=\frac{21.032+0593\lg P}{(t+11.814)^{0.827}}$	3.40	3.43	3.45	3.46	3.47	3.50
			123	124	124	125	125	126
	湖州	$i=\frac{25.248+0.738\lg P}{(t+16.381)^{0.834}}$	3.28	3.31	3.32	3.34	3.35	3.37
			118	119	120	120	120	121

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
浙江	嘉兴	$i=\frac{21.086+0.675\lg P}{(t+15.153)^{0.799}}$	3.20	3.23	3.24	3.26	3.27	3.30
			115	116	117	117	118	119
	台州	$i=\frac{12.769+0.537\lg P}{(t+13.457)^{0.671}}$	3.01	3.05	3.08	3.09	3.10	3.14
			109	110	111	111	112	113
	舟山	$i=\frac{48.386+0.701\lg P}{(t+25.201)^{0.982}}$	2.84	2.86	2.86	2.87	2.87	2.89
			102	103	103	103	103	104
	丽水	$i=\frac{20.527+0.604\lg P}{(t+12.203)^{0.852}}$	3.04	3.06	3.08	3.09	3.10	3.13
			109	110	111	111	112	113
	金华	$i=\frac{10.599+0.771\lg P}{(t+5.084)^{0.707}}$	3.45	3.53	3.57	3.61	3.63	3.71
			124	127	129	130	131	133
	兰溪	—	3.80	4.40	4.77	5.02	5.22	—
			137	158	172	181	188	—
江西	南昌	$q=\frac{1386\ (1+0.69\lg P)}{(t+1.4)^{0.64}}$	4.22	5.10	5.62	5.98	6.26	7.14
			152	184	202	215	225	257
	庐山	$q=\frac{2121\ (1+0.61\lg P)}{(t+8)^{0.73}}$	3.26	3.86	4.21	4.46	4.65	5.25
			117	139	152	161	167	189
	修水	$q=\frac{3006\ (1+0.78\lg P)}{(t+10)^{0.79}}$	3.54	4.37	4.86	5.20	5.47	6.30
			127	157	175	187	197	227
	波阳	$q=\frac{1700\ (1+0.58\lg P)}{(t+8)^{0.66}}$	3.13	3.67	3.99	4.22	4.40	4.94
			113	132	144	152	158	178
	宜春	$q=\frac{2806\ (1+0.67\lg P)}{(t+10)^{0.79}}$	3.30	3.97	4.36	4.64	4.85	5.52
			119	143	157	167	175	199
	贵溪	$q=\frac{7014\ (1+0.49\lg P)}{(t+19)^{0.96}}$	3.32	3.81	4.09	4.30	4.46	4.94
			119	137	147	155	160	178
	吉安	$q=\frac{5010\ (1+0.48\lg P)}{(t+10)^{0.92}}$	4.15	4.75	5.10	5.35	5.54	6.14
			149	171	184	192	199	221
	赣州	$q=\frac{3173\ (1+0.56\lg P)}{(t+10)^{0.79}}$	3.74	4.37	4.73	5.00	5.20	5.83
			134	157	170	180	187	210
	景德镇	—	3.70	4.36	4.75	5.03	5.25	—
			133	157	171	181	189	—
	萍乡	—	3.08	3.81	4.23	4.53	4.76	—
			111	137	152	163	171	—
	九江	—	3.83	4.52	4.93	5.21	5.43	—
			138	163	177	188	195	—

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
江西	湖口	—	3.65	4.31	4.69	4.97	5.18	—
			131	155	169	179	186	—
	上饶	—	4.63	5.28	5.67	5.94	6.15	—
			167	190	204	214	221	—
	婺源	—	3.54	4.05	4.34	4.55	4.71	—
			127	146	156	164	170	—
	资溪	—	3.98	4.82	5.32	5.66	5.93	—
			143	174	192	204	213	—
	莲花	—	3.47	4.01	4.33	4.56	4.73	—
			125	144	156	164	170	—
	新余	—	2.54	3.06	3.36	3.57	3.74	—
			91	110	121	129	135	—
	清江	—	4.12	4.98	5.48	5.83	6.11	—
			148	179	197	210	220	—
	上高	—	3.26	3.97	4.38	4.68	4.90	—
			117	143	158	168	176	—
	瑞金	—	4.43	5.14	5.57	5.86	6.10	—
			159	185	201	211	220	—
	兴国	—	4.31	4.99	5.38	5.66	5.88	—
			155	180	194	204	212	—
	井岗山	—	2.15	2.51	2.73	2.88	2.99	—
			77	90	98	104	108	—
	龙南	—	3.23	3.77	4.09	4.31	4.49	—
			116	136	147	155	162	—
	南丰	—	3.90	4.51	4.87	5.12	5.32	—
			140	162	175	184	192	—
	都昌	—	2.20	2.59	2.83	2.99	3.12	—
			79	93	102	108	112	—
	彭泽	—	2.48	2.92	3.17	3.35	3.49	—
			89	105	114	121	126	—
	永修	—	4.05	4.90	5.39	5.74	6.01	—
			146	176	194	207	216	—
	德安	—	2.51	3.04	3.35	3.57	3.74	—
			90	109	121	129	135	—

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
江西	玉山	—	4.74	5.41	5.80	6.08	6.29	—
			171	195	209	219	226	—
	安福	—	3.96	4.53	4.87	5.10	5.29	—
			143	163	175	184	190	—
	弋阳	—	4.19	4.81	5.17	5.42	5.62	—
			151	173	186	195	202	—
	临川	—	3.81	4.44	4.81	5.07	5.27	—
			137	160	173	183	190	—
	遂川	—	4.40	5.09	5.49	5.78	6.00	—
			158	183	198	208	216	—
	寻乌	—	3.74	4.37	4.74	5.00	5.20	—
			135	157	171	180	187	—
	信丰	—	5.07	5.93	6.43	6.78	7.06	—
			183	213	231	244	254	—
	会昌	—	3.72	4.35	4.72	4.98	5.18	—
			134	157	170	179	186	—
	宁都	—	3.06	3.54	3.82	4.02	4.17	—
			110	127	138	145	150	—
	广昌	—	3.94	4.56	4.92	5.17	5.37	—
			142	164	177	186	193	—
	德兴	—	3.92	4.47	4.80	5.03	5.21	—
			141	161	173	181	188	—
	进贤	—	4.18	4.94	5.38	5.69	5.94	—
			150	178	194	205	214	—
	泰和	—	4.98	5.70	6.12	6.42	6.65	—
			179	205	220	231	239	—
	乐平	—	3.59	4.15	4.48	4.71	4.89	—
			129	149	161	170	176	—
	东乡	—	3.95	4.66	5.08	5.37	5.60	—
			142	168	183	193	202	—
	金溪	—	3.31	3.86	4.18	4.41	4.59	—
			119	139	150	159	165	—
	余干	—	3.67	4.31	4.68	4.95	5.16	—
			132	155	168	178	186	—

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
江西	武宁	—	2.68	3.30	3.67	3.93	4.13	—
			96	119	132	141	149	—
	丰城	—	3.50	4.23	4.65	4.95	5.19	—
			126	152	167	178	187	—
	峡江	—	3.72	4.26	4.58	4.80	4.97	—
			134	153	165	173	179	—
	奉新	—	4.57	5.58	6.18	6.60	6.93	—
			165	201	222	238	249	—
	铜鼓	—	2.98	3.68	4.09	4.38	4.61	—
			107	132	147	158	166	—
	乐安	—	4.04	4.71	5.11	5.38	5.60	—
			145	170	184	194	202	—
福建	福州	$q=\frac{2136.312\ (1+0.700\lg T_E)}{(t+7.576)^{0.711}}$	3.53	4.27	4.71	5.02	5.26	6.00
			127	154	170	181	189	216
	福清	$q=\frac{1220.705\ (1+0.505\lg T_E)}{(t+4.083)^{0.593}}$	3.30	3.80	4.09	4.30	4.46	4.97
			119	137	147	155	161	179
	长乐	$q=\frac{1310.144\ (1+0.663\lg T_E)}{(t+3.929)^{0.624}}$	3.34	4.01	4.40	4.68	4.89	5.56
			120	144	158	168	176	200
	连江	$q=\frac{2145.118\ (1+0.635\lg T_E)}{(t+5.803)^{0.723}}$	3.84	4.57	5.00	5.31	5.54	6.28
			138	165	180	191	200	226
	闽侯	$q=\frac{4118.863\ (1+0.543\lg T_E)}{(t+13.651)^{0.855}}$	3.38	3.93	4.25	4.48	4.66	5.21
			122	141	153	161	168	187
	罗源	$q=\frac{2765.289\ (1+0.506\lg T_E)}{(t+10.713)^{0.767}}$	3.34	3.85	4.15	4.36	4.53	5.04
			120	139	149	157	163	181
	厦门	$q=\frac{1432.348\ (1+0.582\lg T_E)}{(t+4.560)^{0.633}}$	3.43	4.03	4.38	4.63	4.83	5.43
			124	145	158	167	174	195
	漳州	$q=\frac{2618.151\ (1+0.571\lg T_E)}{(t+7.732)^{0.728}}$	4.11	4.81	5.23	5.52	5.75	6.45
			148	173	188	199	207	232
	龙海	$q=\frac{1273.318\ (1+0.624\lg P)}{(t+3.208)^{0.569}}$	3.84	4.57	4.99	5.29	5.52	6.24
			138	164	180	190	199	225
	漳浦	$q=\frac{2253.448\ (1+0.563\lg P)}{(t+12.114)^{0.703}}$	3.06	3.58	3.88	4.10	4.26	4.78
			110	129	140	148	154	172
	云霄	$q=\frac{1184.218\ (1+0.446\lg P)}{(t+4.660)^{0.540}}$	3.48	3.95	4.22	4.41	4.56	5.03
			125	142	152	159	164	181

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
福建	诏安	$q=\frac{1219.148\ (1+0.495\lg P)}{(t+4.527)^{0.558}}$	3.47	3.98	4.28	4.50	4.66	5.18
			125	143	154	162	168	187
	东山	$q=\frac{1210.683\ (1+0.721\lg P)}{(t+3.382)^{0.538}}$	3.86	4.69	5.18	5.53	5.80	6.64
			139	169	187	199	209	239
	泉州	$q=\frac{1639.461\ (1+0.591\lg P)}{(t+7.695)^{0.658}}$	3.08	3.63	3.95	4.18	4.35	4.90
			111	131	142	150	157	176
	晋江	$q=\frac{1742.815\ (1+0.585\lg P)}{(t+6.065)^{0.668}}$	3.50	4.11	4.48	4.73	4.93	5.55
			126	148	161	170	177	200
	南安	$q=\frac{1663.367\ (1+0.546\lg P)}{(t+6.724)^{0.637}}$	3.47	4.08	4.44	4.69	4.89	5.50
			125	147	160	169	176	198
	惠安	$q=\frac{892.031\ (1+0.688\lg P)}{(t+2.055)^{0.534}}$	3.14	3.79	4.17	4.44	4.65	5.30
			113	137	150	160	168	191
	德化	$q=\frac{2328.859\ (1+0.431\lg P)}{(t+7.747)^{0.731}}$	3.62	4.09	4.37	4.56	4.71	5.18
			130	147	157	164	170	187
	永春	$q=\frac{1974.454\ (1+0.541\lg P)}{(t+5.990)^{0.636}}$	4.30	5.00	5.41	5.70	5.92	6.62
			155	180	195	205	213	238
	莆田	$q=\frac{1950.220\ (1+0.629\lg P)}{(t+6.756)^{0.697}}$	3.50	4.16	4.55	4.83	5.04	5.70
			126	150	164	174	181	205
	仙游	$q=\frac{3604.085\ (1+0.486\lg P)}{(t+12.490)^{0.798}}$	3.67	4.21	4.53	4.75	4.92	5.46
			132	152	163	171	177	197
	三明	$q=\frac{3973.398\ (1+0.494\lg P)}{(t+12.17)^{0.848}}$	3.57	4.10	4.41	4.63	4.80	5.33
			128	147	159	167	173	192
	永安	$q=\frac{2635.188\ (1+0536\lg P)}{(t+8.508)^{0.789}}$	3.38	3.92	4.24	4.47	4.64	5.19
			122	141	153	161	167	187
	沙县	$q=\frac{3560.956\ (1+0.481\lg P)}{(t+9.975)^{0.844}}$	3.63	4.15	4.46	4.68	4.85	5.37
			131	149	161	168	174	193
	南平	$q=\frac{2109.869\ (1+0.513\lg P)}{(t+6.597)^{0.720}}$	3.61	4.17	4.50	4.73	4.91	5.47
			130	150	162	170	177	197
	邵武	$q=\frac{2555.940\ (1+0.547\lg P)}{(t+6.530)^{0.769}}$	3.90	4.54	4.92	5.18	5.39	6.03
			140	163	177	187	194	217
	建瓯	$q=\frac{2787.609\ (1+0.528\lg P)}{(t+8.614)^{0.787}}$	3.57	4.14	4.47	4.71	4.89	5.46
			129	149	161	169	176	196
	建阳	$q=\frac{3134.242\ (1+0.524\lg P)}{(t+7.996)^{0.807}}$	3.96	4.58	4.95	5.20	5.41	6.03
			142	165	178	187	195	217

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
福建	武夷山	$q=\frac{2247.563\ (1+0.495\lg P)}{(t+8.638)^{0.704}}$	3.57	4.10	4.41	4.64	4.81	5.34
			129	148	159	167	173	192
	浦城	$q=\frac{2563.662\ (1+0.512\lg P)}{(t+7.403)^{0.771}}$	3.68	4.25	4.58	4.81	5.00	5.56
			132	153	165	173	180	200
	龙岩	$q=\frac{2339.136\ (1+0.471\lg P)}{(t+8.162)^{0.756}}$	3.42	3.90	4.19	4.39	4.54	5.03
			123	141	151	158	164	181
	漳平	$q=\frac{2234.704\ (1+0.590\lg P)}{(t+5.238)^{0.763}}$	3.79	4.46	4.85	5.13	5.35	6.02
			136	161	175	185	193	217
	连城	$q=\frac{3054.798\ (1+0.508\lg P)}{(t+10.675)^{0.787}}$	3.50	4.04	4.35	4.57	4.75	5.28
			126	145	157	165	171	190
	长汀	$q=\frac{2690.159\ (1+0.475\lg P)}{(t+8.911)^{0.758}}$	3.66	4.18	4.49	4.70	4.87	5.39
			132	150	161	169	175	194
	宁德	$q=\frac{1750.121\ (1+0.541\lg P)}{(t+6.799)^{0.633}}$	3.67	4.27	4.62	4.86	5.06	5.65
			132	154	166	175	182	204
	福安	$q=\frac{2488.427\ (1+0.532\lg P)}{(t+8.710)^{0.745}}$	3.54	4.11	4.44	4.67	4.85	5.42
			127	148	160	168	175	195
	福鼎	$q=\frac{2995.282\ (1+0.634\lg P)}{(t+9.587)^{0.776}}$	3.74	4.46	4.88	5.17	5.40	6.12
			135	160	176	186	194	220
	霞浦	$q=\frac{2180.616\ (1+0.669\lg P)}{(t+8.240)^{0.723}}$	3.37	4.05	4.44	4.73	4.94	5.62
			121	146	160	170	178	202
河南	郑州	$q=\frac{3073\ (1+0.892\lg P)}{(t+15.1)^{0.824}}$	2.59	3.29	3.70	3.98	4.21	4.91
			93	118	133	143	152	177
	安阳	$q=\frac{3680P^{0.4}}{(t+16.7)^{0.858}}$	2.63	3.46	4.07	4.57	5.00	6.59
			95	125	147	165	180	237
	新乡	$q=\frac{1102\ (1+0.623\lg P)}{(t+3.20)^{0.60}}$	3.12	3.70	4.04	4.29	4.48	5.06
			112	133	146	154	161	182
	济源	$i=\frac{22.973+35.317\lg T_M}{(t+27.857)^{0.926}}$	1.51	2.21	2.62	2.91	3.14	3.84
			54	80	94	105	113	138
	洛阳	$q=\frac{3336\ (1+0.827\lg P)}{(t+14.8)^{0.884}}$	2.38	2.98	3.32	3.57	3.76	4.35
			86	107	120	128	135	157
	开封	$q=\frac{4801\ (1+0.74\lg P)}{(t+17.4)^{0.913}}$	2.81	3.43	3.80	4.06	4.26	4.89
			101	124	137	146	153	176
	商丘	$i=\frac{9.821+9.068\lg T_E}{(t+4.492)^{0.694}}$	3.44	4.40	4.96	5.35	5.66	6.62
			124	158	178	193	204	238

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
河南	许昌	$q=\frac{1987\ (1+0.747\lg P)}{(t+11.7)^{0.75}}$	2.41	2.95	3.26	3.49	3.66	4.20
			87	106	117	126	132	151
	平顶山	$q=\frac{883.8\ (1+0.837\lg P)}{t^{0.57}}$	3.53	4.42	4.94	5.31	5.60	6.49
			127	159	178	191	202	234
	南阳	$i=\frac{3.591+3.970\lg T_M}{(t+3.434)^{0.416}}$	2.47	3.29	3.77	4.11	4.38	5.20
			89	119	136	148	158	187
	信阳	$q=\frac{2058P^{0.341}}{(t+11.9)^{0.723}}$	2.66	3.52	4.14	4.64	5.07	6.69
			96	127	149	167	183	241
	卢氏	—	3.10	3.96	4.50	4.83	5.16	—
			112	143	162	174	186	—
	驻马店	—	2.54	3.24	3.65	3.94	4.17	—
			91	117	131	142	150	—
湖北	汉口	$q=\frac{983\ (1+0.65\lg P)}{(t+4)^{0.56}}$	2.87	3.43	3.76	4.00	4.18	4.74
			103	124	135	144	150	171
	老河口	$q=\frac{6400\ (1+1.059\lg P)}{(t+23.36)}$	2.26	2.98	3.40	3.70	3.93	4.65
			81	107	122	133	141	167
	随州	$q=\frac{1190\ (1+0.9\lg P)}{t^{0.7}}$	3.86	4.90	5.51	5.95	6.28	7.33
			139	176	198	214	226	264
	恩施	$q=\frac{1108\ (1+0.73\lg P)}{t^{0.626}}$	4.05	4.93	5.45	5.82	6.11	7.00
			146	178	196	210	220	252
	荆州	$i=\frac{18.007+16.535\lg T_E}{(t+14.300)^{0.847}}$	2.69	3.43	3.87	4.18	4.41	5.16
			97	124	139	150	159	186
	沙市	$q=\frac{684.7\ (1+0.854\lg P)}{t^{0.526}}$	2.94	3.69	4.13	4.45	4.69	5.44
			106	133	149	160	169	196
	黄石	$q=\frac{2417\ (1+0.79\lg P)}{(t+7)^{0.7655}}$	3.61	4.46	4.97	5.32	5.60	6.46
			130	161	179	192	202	232
	宜昌	—	3.28	3.72	3.94	4.09	4.20	—
			118	134	142	147	151	—
	荆门	—	2.25	2.68	2.93	3.11	3.25	—
			81	96	105	112	117	—
湖南	长沙	$q=\frac{3920\ (1+0.68\lg P)}{(t+17)^{0.86}}$	2.75	3.31	3.64	3.87	4.05	4.61
			99	119	131	139	146	166
	常德	$i=\frac{6.890+6.251\lg T_E}{(t+4.367)^{0.602}}$	2.99	3.81	4.29	4.63	4.89	5.71
			108	137	154	167	176	205

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
湖南	益阳	$q=\frac{914\ (1+0.882\lg P)}{t^{0.584}}$	3.57	4.52	5.07	5.47	5.77	6.72
			129	163	183	197	208	242
	株洲	$q=\frac{1108\ (1+0.95\lg P)}{t^{0.623}}$	4.07	5.23	5.91	6.39	6.76	7.93
			146	188	213	230	244	285
	衡阳	$q=\frac{892\ (1+0.67\lg P)}{t^{0.57}}$	3.56	4.28	4.70	5.00	5.23	5.95
			128	154	169	180	188	214
	娄底	—	3.53	4.29	4.74	5.05	5.29	—
			127	154	171	182	190	—
	醴陵	—	2.93	3.63	4.04	4.33	4.56	—
			105	131	145	156	164	—
	冷水江	—	3.32	3.81	4.10	4.30	4.46	—
			120	137	148	155	161	—
广东	广州	$q=\frac{2424.17\ (1+0.533\lg T)}{(t+11.0)^{0.668}}$	3.80	4.41	4.77	5.02	5.22	5.83
			137	159	172	181	188	210
	韶关	$q=\frac{958\ (1+0.63\lg P)}{t^{0.544}}$	3.99	4.75	5.19	5.51	5.75	6.51
			144	171	187	198	207	234
	汕头	$q=\frac{1042\ (1+0.56\lg P)}{t^{0.488}}$	4.75	5.55	6.02	6.35	6.61	7.41
			171	200	217	229	238	267
	深圳	$i=\frac{9.194\ (1+0.460\lg T)}{(t+6.840)^{0.555}}$	3.99	4.55	4.87	5.10	5.28	5.83
			144	164	175	184	190	210
	佛山	$q=\frac{1930\ (1+0.58\lg P)}{(t+9)^{0.66}}$	3.38	3.97	4.32	4.56	4.75	5.34
			122	143	155	164	171	192
海南	海口	$q=\frac{2338\ (1+0.4\lg P)}{(t+9)^{0.65}}$	4.21	4.71	5.01	5.22	5.38	5.89
			151	170	180	188	194	212
广西	南宁	$i=\frac{32.287+18.194\lg T_E}{(t+18.880)^{0.851}}$	3.62	4.24	4.60	4.85	5.05	5.66
			130	153	165	175	182	204
	河池	$q=\frac{2850\ (1+0.597\lg P)}{(t+8.5)^{0.757}}$	3.97	4.69	5.11	5.40	5.63	6.35
			143	169	184	194	203	228
	融水	$q=\frac{2097\ (1+0.516\lg P)}{(t+6.7)^{0.65}}$	4.24	4.90	5.28	5.56	5.77	6.43
			153	176	190	200	208	231
	桂林	$q=\frac{4230\ (1+0.402\lg P)}{(t+13.5)^{0.841}}$	3.64	4.08	4.33	4.52	4.66	5.10
			131	147	156	163	168	184
	柳州	$i=\frac{6.598+3.929\lg T_E}{(t+3.019)^{0.541}}$	3.57	4.21	4.59	4.85	5.06	5.70
			129	152	165	175	182	205

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
广西	百色	$q=\frac{2800\ (1+0.547\lg P)}{(t+9.5)^{0.747}}$	3.80	4.42	4.79	5.05	5.25	5.88
			137	159	172	182	189	212
	宁明	$q=\frac{4030\ (1+0.62\lg P)}{(t+12.5)^{0.823}}$	3.82	4.54	4.95	5.25	5.48	6.19
			138	163	178	189	197	223
	东兴	$i=\frac{4.557+2.485\lg T_E}{(t+1.738)^{0.314}}$	4.18	4.87	5.27	5.55	5.77	6.46
			150	175	190	200	208	233
	钦州	$q=\frac{1817\ (1+0.505\lg P)}{(t+5.7)^{0.58}}$	4.60	5.29	5.70	5.99	6.22	6.92
			165	191	205	216	224	249
	北海	$q=\frac{1625\ (1+0.437\lg P)}{(t+4.0)^{0.57}}$	6.49	7.35	7.85	8.20	8.48	9.33
			234	264	282	295	305	336
	玉林	$q=\frac{2170\ (1+0.484\lg P)}{(t+6.4)^{0.665}}$	4.30	4.93	5.29	5.55	5.76	6.38
			155	177	191	200	207	230
	梧州	$q=\frac{2070\ (1+0.466\lg P)}{(t+7)^{0.72}}$	3.46	3.94	4.23	4.43	4.59	5.07
			125	142	152	159	165	183
	全州	—	3.31	3.87	4.19	4.43	4.61	—
			119	139	151	159	166	—
	阳朔	—	3.73	4.27	4.58	4.80	4.97	—
			134	154	165	173	179	—
	贵县	—	4.38	5.06	5.46	5.75	5.97	—
			158	182	197	207	215	—
	桂平	—	4.53	5.17	5.55	5.82	6.02	—
			163	186	200	210	217	—
	贺县	—	3.57	4.06	4.34	4.55	4.70	—
			129	146	156	164	169	—
	罗城	—	3.54	4.16	4.52	4.77	4.97	—
			127	150	163	172	179	—
	南丹	—	3.64	4.29	4.68	4.95	5.16	—
			131	154	168	178	186	—
	平果	—	3.70	4.25	4.57	4.80	4.97	—
			133	153	165	173	179	—
	田东	—	3.82	4.58	5.02	5.34	5.58	—
			138	165	181	192	201	—
	田阳	—	3.62	4.28	4.67	4.95	5.16	—
			130	154	168	178	186	—

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
广西	来宾	—	3.92	4.54	4.91	5.17	5.37	—
			141	163	177	186	193	—
	鹿寨	—	4.46	5.10	5.47	5.73	5.94	—
			161	184	197	206	214	—
	宜山	—	3.56	4.14	4.47	4.71	4.89	—
			128	149	161	170	176	—
	兴安	—	3.45	4.00	4.32	4.54	4.72	—
			124	144	156	163	170	—
	昭平	—	4.26	5.07	5.54	5.88	6.14	—
			153	183	199	212	221	—
	柳城	—	3.50	4.11	4.47	4.73	4.93	—
			126	148	161	170	177	—
	武鸣	—	3.57	4.15	4.50	4.74	4.93	—
			129	149	162	171	177	—
	田林	—	4.00	4.62	4.99	5.25	5.45	—
			144	166	180	189	196	—
	隆林	—	3.32	3.86	4.18	4.41	4.58	—
			120	139	150	159	165	—
	崇左	—	4.07	4.67	5.02	5.27	5.46	—
			147	168	181	190	197	—
陕西	西安	$i=\frac{16.8815\ (1+1.317\lg T_E)}{(t+21.5)^{0.9227}}$	1.37	1.91	2.23	2.46	2.63	3.18
			49	69	80	88	95	114
	榆林	$i=\frac{8.22\ (1+1.152\lg P)}{(t+9.44)}$	1.87	2.52	2.90	3.17	3.38	4.03
			67	91	104	114	122	145
	子长	$i=\frac{18.612\ (1+1.04\lg P)}{(t+15)^{0.877}}$	2.25	2.95	3.36	3.65	3.88	4.58
			81	106	121	132	140	165
	延安	$i=\frac{5.582\ (1+1.292\lg P)}{(t+8.22)^{0.7}}$	1.53	2.12	2.47	2.72	2.91	3.51
			55	76	89	98	105	126
	宜川	$i=\frac{15.64\ (1+1.01\lg P)}{(t+10)^{0.856}}$	2.57	3.35	3.81	4.14	4.39	5.17
			93	121	137	149	158	186
	彬县	$i=\frac{8.802\ (1+1.328\lg P)}{(t+18.5)^{0.737}}$	1.43	2.01	2.34	2.58	2.77	3.34
			52	72	84	93	100	120
	铜川	$i=\frac{5.94\ (1+1.39\lg P)}{(t+7)^{0.67}}$	1.88	2.66	3.12	3.45	3.70	4.49
			68	96	112	124	133	161

续附录 E-1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P=1	P=2	P=3	P=4	P=5	P=10
陕西	宝鸡	$i=\frac{11.01\ (1+0.94\lg P)}{(t+12)^{0.932}}$	1.31	1.68	1.90	2.05	2.17	2.54
			47	61	68	74	78	92
	商县	$i=\frac{6.8\ (1+0.941\lg P)}{(t+9.556)^{0.731}}$	1.60	2.06	2.32	2.51	2.66	3.11
			58	74	84	90	96	112
	汉中	$i=\frac{2.6\ (1+1.041\lg P)}{(t+4)^{0.518}}$	1.39	1.83	2.08	2.26	2.40	2.84
			50	66	75	81	87	102
	安康	$i=\frac{8.74\ (1+0.961\lg P)}{(t+14)^{0.75}}$	1.60	2.07	2.34	2.53	2.68	3.15
			58	74	84	91	97	113
	咸阳	—	1.69	2.45	2.90	3.22	3.46	—
			61	88	104	116	125	—
	蒲城	—	2.01	2.73	3.16	3.46	3.69	—
			72	98	114	125	133	—
宁夏	银川	$q=\frac{242\ (1+0.83\lg P)}{t^{0.477}}$	1.12	1.40	1.57	1.68	1.77	2.06
			40	51	56	61	64	74
甘肃	兰州	$i=\frac{6.862539+9.128435\lg T_E}{(t+12.69562)^{0.830818}}$	1.05	1.47	1.72	1.90	2.03	2.45
			38	53	62	68	73	88
	张掖	$q=\frac{88.4P^{0.623}}{t^{0.456}}$	0.42	0.65	0.84	1.01	1.16	1.78
			15	24	30	36	42	64
	临夏	$q=\frac{479\ (1+0.86\lg P)}{t^{0.621}}$	1.76	2.22	2.49	2.68	2.82	3.28
			63	80	90	96	102	118
	靖远	$q=\frac{284\ (1+1.35\lg P)}{t^{0.505}}$	1.26	1.77	2.07	2.28	2.45	2.96
			45	64	75	82	88	107
	平凉	$i=\frac{4.452+4.481\lg T_E}{(t+2.570)^{0.668}}$	1.92	2.51	2.85	3.09	3.28	3.86
			69	90	102	111	118	139
	天水	$i=\frac{37.104+33.385\lg T_E}{(t+18.431)^{1.131}}$	1.75	2.22	2.50	2.70	2.85	3.32
			63	80	90	97	103	120
	敦煌	—	1.39	1.73	1.93	2.07	2.18	—
			50	62	69	75	78	—
	玉门	—	1.59	1.98	2.21	2.37	2.50	—
			57	71	80	85	90	—
青海	西宁	$q=\frac{461.9\ (1+0.993\lg P)}{(t+3)^{0.686}}$	1.11	1.44	1.63	1.77	1.88	2.21
			40	52	59	64	68	80
	同仁	—	0.81	1.10	1.28	1.40	1.49	—
			29	40	46	50	54	—

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
新疆	乌鲁木齐	$q=\frac{195\ (1+0.82\lg P)}{(t+7.8)^{0.63}}$	0.39	0.49	0.54	0.58	0.62	0.71
			14	18	20	21	22	26
	塔城	$q=\frac{750\ (1+1.1\lg P)}{t^{0.85}}$	1.91	2.54	2.91	3.17	3.38	4.01
			69	92	105	114	122	144
	乌苏	$q=\frac{1135P^{0.583}}{t+4}$	1.26	1.89	2.39	2.83	3.22	4.83
			45	68	86	102	116	174
	石河子	$q=\frac{198P^{1.318}}{t^{0.56}P^{0.306}}$	0.80	1.62	2.44	3.27	4.10	8.26
			29	58	88	118	148	298
	奇台	$q=\frac{68.3P^{1.16}}{t^{0.45}P^{0.37}}$	0.80	1.39	1.92	2.40	2.87	5.20
			29	50	69	87	103	187
	吐鲁番	—	0.73	0.90	1.00	1.08	1.14	—
			26	32	36	39	41	—
重庆		$q=\frac{2509\ (1+0.845\lg P)}{(t+14.095)^{0.753}}$	2.72	3.42	3.82	4.11	4.33	5.02
			98	123	138	148	156	181
四川	成都	$q=\frac{2806\ (1+0.803\lg P)}{(t+12.8P^{0.231})^{0.768}}$	3.07	3.49	3.68	3.79	3.87	4.05
			111	126	132	137	139	146
	内江	$q=\frac{1246\ (1+0.705\lg P)}{(t+4.73P^{0.0102})^{0.597}}$	3.20	3.20	4.27	4.54	4.76	5.42
			115	115	154	164	171	195
	自贡	$q=\frac{4392\ (1+0.59\lg P)}{(t+19.3)^{0.804}}$	3.38	3.98	4.33	4.58	4.77	5.37
			122	143	156	165	172	193
	泸州	$q=\frac{10020\ (1+0.56\lg P)}{t+36}$	2.44	2.86	3.10	3.27	3.40	3.81
			88	103	111	118	122	137
	宜宾	$q=\frac{1169\ (1+0.828\lg P)}{(t+4.4P^{0.428})^{0.561}}$	3.33	3.82	4.04	4.16	4.24	3.95
			120	138	145	150	153	142
	乐山	$q=\frac{13690\ (1+0.695\lg P)}{t+50.4P^{0.038}}$	2.47	2.92	3.17	3.34	3.47	3.87
			89	105	114	120	125	139
	雅安	$i=\frac{7.622\ (1+0.63\lg P)}{(t+6.64)^{0.56}}$	3.22	3.83	4.19	4.44	4.64	5.25
			116	138	151	160	167	189
	渡口	$q=\frac{2495\ (1+0.49\lg P)}{(t+10)^{0.84}}$	2.57	2.94	3.17	3.32	3.44	3.82
			92	106	114	120	124	138
	南充	—	1.81	1.95	2.00	2.04	2.06	—
			65	70	72	73	74	—
	广元	—	3.24	4.20	4.67	4.93	5.13	—
			117	151	168	177	185	—

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
四川	遂宁	—	2.86	3.28	3.54	3.70	3.82	—
			103	118	127	133	138	—
	简阳	—	2.55	3.04	3.37	3.54	3.70	—
			92	109	121	127	133	—
	甘孜	—	0.64	0.80	0.89	0.96	1.00	—
			23	29	32	35	36	—
贵州	贵阳	$q=\frac{1887\ (1+0.707\lg P)}{(t+9.35P^{0.031})^{0.695}}$	2.96	3.56	3.90	4.14	4.33	4.90
			107	128	140	149	156	176
	桐梓	$q=\frac{2002\ (1+0.674\lg P)}{(t+9.58P^{0.044})^{0.733}}$	2.84	3.36	3.66	3.87	4.03	4.52
			102	121	132	139	145	163
	毕节	$q=\frac{5005\ (1+0.473\lg P)}{(t+17)^{0.95}}$	2.68	3.06	3.29	3.45	3.57	3.95
			97	110	118	124	128	142
	水城	$i=\frac{42.25+62.60\lg P}{t+35}$	1.76	2.55	3.01	3.34	3.59	4.38
			64	92	108	120	129	158
	安顺	$q=\frac{3756\ (1+0.875\lg P)}{(t+13.14P^{0.158})^{0.827}}$	3.42	4.04	4.36	4.56	4.71	5.10
			123	145	157	164	169	184
	罗甸	$q=\frac{763\ (1+0.647\lg P)}{(t+0.915P^{0.775})^{0.51}}$	3.08	3.49	3.66	3.75	3.79	3.80
			111	126	132	135	137	137
	榕江	$q=\frac{2223\ (1+0.767\lg P)}{(t+8.93P^{0.168})^{0.729}}$	3.26	3.79	4.07	4.25	4.38	4.75
			117	137	147	153	158	171
	湄潭	—	2.91	3.37	3.63	3.84	3.98	—
			105	121	131	138	143	—
	铜仁	—	3.36	4.06	4.50	4.76	4.86	—
			121	146	162	171	175	—
云南	昆明	$i=\frac{8.918+6.183\lg P}{(t+10.247)^{0.649}}$	2.54	3.07	3.38	3.60	3.77	4.30
			91	111	122	130	136	155
	丽江	$q=\frac{317\ (1+0.958\lg P)}{t^{0.45}}$	1.54	1.98	2.24	2.42	2.57	3.01
			55	71	81	87	92	108
	下关	$q=\frac{1534\ (1+1.035\lg P)}{(t+9.86)^{0.762}}$	1.96	2.57	2.93	3.18	3.38	3.99
			71	93	106	115	122	144
	腾冲	$q=\frac{4342\ (1+0.96\lg P)}{t+13P^{0.09}}$	2.41	2.97	3.27	3.47	3.62	4.05
			87	107	118	125	130	146
	思茅	$q=\frac{3350\ (1+0.5\lg P)}{(t+10.5)^{0.85}}$	3.26	3.75	4.04	4.24	4.40	4.89
			117	135	145	153	158	176

续附录 E－1

城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
云南	昭通	$q=\frac{4008\ (1+0.667\lg P)}{t+12P^{0.08}}$	2.36	2.72	2.92	3.05	3.15	3.44
			85	98	105	110	113	124
	沾益	$q=\frac{2355\ (1+0.654\lg P)}{(t+9.4P^{0.157})^{0.806}}$	2.74	3.10	3.28	3.40	3.48	3.71
			99	112	118	122	125	134
	开远	$q=\frac{995\ (1+1.15\lg P)}{t^{0.58}}$	3.91	5.27	6.06	6.62	7.06	8.41
			141	190	218	238	254	303
	广南	$q=\frac{977\ (1+0.641\lg P)}{t^{0.57}}$	3.90	4.66	5.10	5.41	5.65	6.41
			141	168	184	195	204	231
	临沧	—	2.80	3.19	3.40	3.53	3.63	—
			101	115	122	127	131	—
	蒙自	—	2.29	3.02	3.44	3.75	3.98	—
			82	109	124	135	143	—
	河口	—	3.70	4.11	4.42	4.60	4.73	—
			133	148	159	166	170	—
	玉溪	—	3.41	4.73	5.50	6.05	6.48	—
			123	170	198	218	233	—
	曲靖	—	2.30	3.18	3.96	4.05	4.34	—
			83	114	143	146	156	—
	宜良	—	2.11	2.91	3.38	3.71	3.97	—
			76	105	122	134	143	—
	东川	—	1.80	2.45	2.83	3.10	3.31	—
			65	88	102	112	119	—
	楚雄	—	2.59	3.32	3.75	4.05	4.29	—
			93	120	135	146	154	—
	会泽	—	1.79	2.29	2.59	2.80	2.96	—
			64	82	93	101	107	—
	宜威	—	4.09	5.41	6.18	6.73	7.15	—
			147	195	222	242	257	—
	大理	—	1.98	2.42	2.73	2.95	3.13	—
			71	87	98	106	113	—
	保山	—	2.50	3.23	3.65	3.95	4.19	—
			90	116	131	142	151	—
	个旧	—	1.96	2.62	3.00	3.28	3.49	—
			71	94	108	118	126	—

续附录 E－1

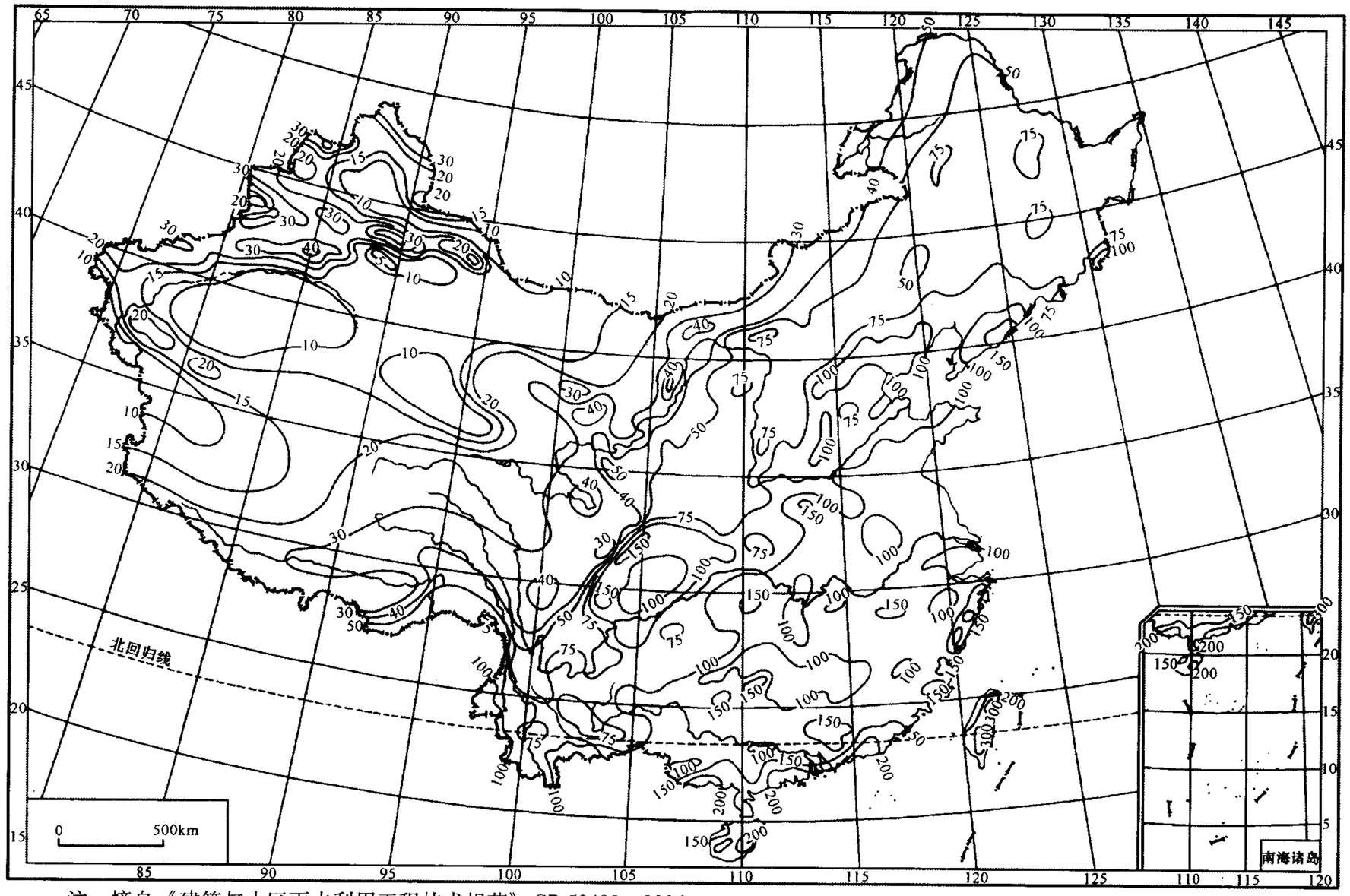
城镇名称		暴雨强度公式	降雨强度 q_5［L/（s·100m²）］/H（mm/h）					
			P＝1	P＝2	P＝3	P＝4	P＝5	P＝10
云南	芒市	—	3.14	4.02	4.53	4.90	5.18	—
			113	145	163	176	186	—
	陆良	—	2.46	3.41	3.97	4.36	4.67	—
			89	123	143	157	168	—
	文山	—	1.48	1.95	2.22	2.42	2.57	—
			53	70	80	87	93	—
	晋宁	—	2.21	3.10	3.62	3.99	4.28	—
			80	112	130	144	154	—
	允景洪	—	2.48	3.20	3.62	3.92	4.15	—
			89	115	130	141	149	—
西藏	拉萨	—	2.57	3.15	3.49	3.72	3.91	—
			93	113	126	134	141	—
	林芝	—	2.70	3.17	3.51	3.75	3.94	—
			97	114	126	135	142	—
	日喀则	—	2.68	3.29	3.64	3.89	4.09	—
			96	118	131	140	147	—
	那曲	—	2.33	2.87	3.17	3.39	3.56	—
			84	103	114	122	128	—
	泽当	—	2.51	3.08	3.41	3.64	3.83	—
			90	111	123	131	138	—
	昌都	—	2.70	3.17	3.51	3.75	3.94	—
			97	114	126	135	142	—

注：1　表中 P、T 代表设计降雨的重现期；T_E 代表非年最大值法选样的重现期；T_M 代表年最大值法选样的重现期。

2　表中 q_5 为 5min 的降雨强度；H 为小时降雨厚度，根据 q_5 值折算而来（$H=36q_5$）。

3　i 的单位为 mm/min。

附录 E－2　中国年最大 24h 点雨量均值等值线



注：摘自《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400－2006

附录 F－1　我国太阳能资源分区及分区特征

分区	太阳辐照量 [MJ/(m² · a)]	主　要　地　区	月平均气温≥10℃、日照时数≥6h 的天数
Ⅰ 资源丰富区	≥6700	新疆南部、甘肃西北一角	275 左右
		新疆南部、西藏北部、青海西部	275～325
		甘肃西部、内蒙古巴彦淖尔盟西部、青海一部分	275～325
		青海南部	250～300
		青海西南部	250～275
		西藏大部分	250～300
		内蒙古乌兰察布盟、巴彦淖尔盟及鄂尔多斯市一部分	>300
Ⅱ 资源较富区	5400～6700	新疆北部	275 左右
		内蒙古呼伦贝尔市	225～275
		内蒙古锡林郭勒盟、乌兰察布盟、河北北部一隅	>275
		山西北部、河北北部、辽宁部分	250～275
		北京、天津、山东西北部	250～275
		内蒙古鄂尔多斯市大部分	275～300
		陕北及甘肃东部一部分	225～275
		青海东部、甘肃南部、四川西部	200～300
		四川南部、云南北部一部分	200～250
		西藏东部、四川西部和云南北部一部分	<250
		福建、广东沿海一带	175～200
		海南	225 左右
Ⅲ 资源一般	4200～5400	山西南部、河南大部分及安徽、山东、江苏部分	200～250
		黑龙江、吉林大部分	225～275
		吉林、辽宁、长白山地区	<225
		湖南、安徽、江苏南部、浙江、江西、福建、广东北部、湖南东部和广西大部分	150～200
		湖南西部、广西北部一部分	125～150
		陕西南部	125～175
		湖北、河南西部	150～175
		四川西部	125～175
Ⅳ 资源贫乏区	<4200	云南西南一部分	175～200
		云南东南一部分	175 左右
		贵州西部、云南东南一隅	150～175
		广西西部	150～175
		四川、贵州大部分	<125
		成都平原	<100

注：摘自郑瑞澄主编的《民用建筑太阳能热水系统工程技术手册》2006。

附录 F-2 我国 72 个城市典型年太阳能设计用气象参数

城市名称	纬度	H_{ha}	H_{ht}	H_{La}	H_{Lt}	T_a	S_Y	S_t	f	N
北京	39°56′	14.180	5178.754	16.014	5844.400	12.9	7.5	2755.5	40%～50%	10
哈尔滨	45°45′	12.923	4722.185	15.394	5619.748	4.2	7.3	2672.9	40%～50%	10
长春	43°54′	13.663	4990.875	16.127	5885.278	5.8	7.4	2709.2	40%～50%	10
伊宁	43°57′	15.125	5530.671	17.733	6479.176	9.0	8.1	2955.1	50%～60%	8
沈阳	41°46′	13.091	4781.456	14.980	5466.63	8.6	7.0	2555.0	40%～50%	10
天津	39°06′	14.106	5152.363	15.804	5768.782	13.0	7.2	2612.7	40%～50%	10
二连浩特	43°39′	17.280	6312.236	21.012	7667.933	4.1	9.1	3316.1	50%～60%	8
大同	40°06′	15.202	5554.111	17.346	6332.744	7.2	7.6	2772.5	50%～60%	8
西安	34°18′	11.878	4342.079	12.303	4495.737	13.5	4.7	1711.1	40%～50%	10
济南	36°41′	13.167	4809.78	14.455	5277.709	14.9	7.1	2597.3	40%～50%	10
郑州	34°43′	13.482	4925.519	14.301	5222.523	14.3	6.2	2255.7	40%～50%	10
合肥	31°52′	11.272	4122.817	11.873	4341.379	15.4	5.4	1971.3	≤40%	15
武汉	30°37′	11.466	4192.96	11.869	4339.349	16.5	5.5	1990.2	≤40%	15
宜昌	30°42′	10.628	3887.618	10.852	3968.500	16.6	4.4	1616.5	≤40%	15
长沙	28°14′	10.882	3984.009	11.061	4048.902	17.1	4.5	1636.0	≤40%	15
南昌	28°36′	11.792	4316.409	12.158	4449.184	17.5	5.2	1885.2	40%～50%	10
南京	32°00′	12.156	4444.666	12.898	4714.471	15.4	5.6	2049.3	40%～50%	10
上海	31°10′	12.300	4497.261	12.904	4716.445	16.0	5.5	1997.5	40%～50%	10
杭州	30°14′	11.117	4068.653	11.621	4252.141	16.5	5.0	1819.9	≤40%	15
福州	26°05′	11.772	4307.124	12.128	4436.527	19.6	4.6	1665.5	40%～50%	10
广州	23°08′	11.216	4102.517	11.513	4210.564	22.2	4.6	1687.4	≤40%	15
韶关	24°48′	11.677	4274.501	11.981	4384.906	20.3	4.6	1665.8	40%～50%	10
南宁	22°49′	12.690	4642.457	12.788	4677.737	22.1	4.5	1640.1	40%～50%	10
桂林	25°20′	10.756	3936.810	10.999	4025.320	19.0	4.2	1535.0	≤40%	15
昆明	25°01′	14.633	5337.074	15.551	5669.130	15.1	6.2	2272.3	40%～50%	10
贵阳	26°35′	9.548	3493.043	9.654	3530.934	15.4	3.3	1189.9	≤40%	15
成都	30°40′	9.402	3438.352	9.305	3402.674	16.1	3.0	1109.1	≤40%	15
重庆	29°33′	8.669	3174.724	8.552	3131.848	18.3	3.0	1101.6	≤40%	15
拉萨	29°40′	19.843	7246.092	22.022	8038.284	8.2	8.6	3130.4	≥60%	5
西宁	36°37′	15.636	5712.065	17.336	6329.704	6.5	7.6	2776.0	50%～60%	8

续附录 F－2

城市名称	纬度	H_{ha}	H_{ht}	H_{fa}	H_{ft}	T_a	S_Y	S_t	f	N
格尔木	36°25′	19.238	7029.169	21.785	7955.565	5.5	8.7	3190.1	≥60%	5
兰州	36°03′	14.322	5232.783	15.135	5526.917	9.8	6.9	2508.3	40% ~50%	10
银川	38°29′	16.507	6030.888	18.465	6742.000	8.9	8.3	3011.4	50% ~60%	8
乌鲁木齐	43°47′	13.884	5078.441	15.726	5748.627	6.9	7.3	2662.1	40% ~50%	10
喀什	39°28′	15.522	5673.439	16.911	6178.789	11.9	7.7	2825.7	50% ~60%	8
哈密	42°49′	17.229	6296.969	20.238	7390.591	10.1	9.0	3300.1	50% ~60%	8
漠河	52°58′	12.935	4727.574	17.147	6254.374	－4.3	6.7	2434.7	40% ~50%	10
黑河	50°15′	12.732	4651.737	16.253	5929.060	0.4	7.6	2761.8	40% ~50%	10
佳木斯	46°49′	12.019	4391.131	14.689	5360.745	3.6	6.9	2526.4	40% ~50%	10
阿勒泰	47°44′	14.943	5462.996	18.157	6631.225	4.5	8.5	3092.6	50% ~60%	8
奇台	44°01′	14.927	5456.112	17.489	6387.316	5.2	8.5	3087.1	50% ~60%	8
吐鲁番	42°56′	15.244	5573.03	17.114	6251.978	14.4	8.3	3014.9	50% ~60%	8
库车	41°48′	15.770	5763.318	17.639	6443.517	11.3	7.7	2804.0	50% ~60%	8
若羌	39°02′	16.674	6093.686	18.260	6670.228	11.7	8.8	3202.6	50% ~60%	8
和田	37°08′	15.707	5739.433	17.032	6221.590	12.5	7.3	2674.1	50% ~60%	8
额济纳旗	41°57′	17.884	6535.737	21.501	7850.923	8.9	9.6	3516.2	50% ~60%	8
敦煌	40°09′	17.480	6388.071	19.922	7276.161	9.5	9.2	3373.1	50% ~60%	8
民勤	38°38′	15.928	5818.724	17.991	6568.829	8.3	8.7	3172.6	50% ~60%	8
伊金霍洛旗	39°34′	15.438	5639.461	17.973	6561.603	6.3	8.7	3161.5	50% ~60%	8
太原	37°47′	14.394	5259.107	15.815	5774.811	10.0	7.1	2587.7	40% ~50%	10
侯马	35°39′	13.791	5039.715	14.816	5411.905	12.9	6.7	2455.6	40% ~50%	10
烟台	37°32′	13.428	4905.477	14.792	5400.072	12.6	7.6	2756.4	40% ~50%	10
噶尔	32°30′	19.013	6943.19	21.717	7926.455	0.4	10.0	3656.2	≥60%	5
那曲	31°29′	15.423	5633.032	17.013	6211.557	－1.2	8.0	2911.8	50% ~60%	8
玉树	33°01′	15.797	5771.158	17.439	6368.517	3.2	7.1	2590.6	50% ~60%	8
昌都	31°09′	16.415	5995.896	18.082	6602.136	7.6	6.9	2502.0	50% ~60%	8
绵阳	31°28′	10.049	3675.079	10.051	3675.106	16.2	3.2	1182.2	≤40%	15
峨眉山	29°31′	11.757	4290.836	12.621	4604.691	3.1	3.9	1437.6	40% ~50%	10
乐山	29°30′	9.448	3455.72	9.372	3426.930	17.2	3.0	1080.5	≤40%	15
威宁	26°51′	12.793	4671.782	13.492	4924.531	10.4	5.0	1837.9	40% ~50%	10
腾冲	25°01′	14.960	5457.679	16.148	5889.004	15.1	5.8	2107.2	50% ~60%	8
景洪	22°00′	15.170	5532.070	15.768	5747.762	22.3	6.0	2197.2	50% ~60%	8
蒙自	23°23′	14.621	5334.100	15.247	5559.737	18.6	6.1	2227.6	40% ~50%	10
南充	30°48′	9.946	3639.914	9.939	3636.549	17.3	3.2	1177.2	≤40%	15
万县	30°46′	9.653	3533.956	9.655	3534.288	18.0	3.6	1302.3	≤40%	15

续附录 F－2

城市名称	纬度	H_{ha}	H_{ht}	H_{La}	H_{Lt}	T_a	S_Y	S_t	f	N
泸州	28°53′	8.807	3225.726	8.770	3211.848	17.7	3.2	1183.1	≤40%	15
遵义	27°41′	8.797	3221.330	8.685	3179.993	15.3	3.0	1093.1	≤40%	15
赣州	25°51′	12.168	4453.617	12.481	4567.442	19.4	5.0	1826.9	40% ~50%	10
慈溪	30°16′	12.202	4463.771	12.804	4682.430	16.2	5.5	2003.5	40% ~50%	10
汕头	23°24′	12.921	4725.103	13.293	4860.517	21.5	5.6	2044.1	40% ~50%	10
海口	20°02′	12.912	4721.413	13.018	4759.480	24.1	5.9	2139.0	40% ~50%	10
三亚	18°14′	16.627	6074.573	16.956	6193.388	25.8	7.0	2546.8	50% ~60%	8

注：1 H_{ha}为水平面年平均日辐照量［MJ/（m^2 · d）］；H_{ht}为水平面年总日辐照量［MJ/（m^2 · a）］；H_{La}为当地纬度倾角平面年平均日辐照量［MJ/（m^2 · d）］；H_{Lt}为当地纬度倾角平面年总辐照量［MJ/（m^2 · a）］；T_a 为年平均环境温度（℃）；S_y 为年平均日照小时数（h）；S_t 为年总日照小时数（h）；f 为年太阳能保证率推荐范围；N 为回收年限允许值（a）。

2 摘自郑瑞澄主编的《民用建筑太阳能热水系统工程技术手册》2006。

附录 G　暖通空调设计用气象参数

省份及台站	海拔高度(m)	大气压力(100Pa)		室外计算干球温度(℃)			夏季空调室外计算湿球温度(℃)	室外平均风速(m/s)		冬季最多风向	夏季最多风向	极端温度(℃)	
		冬季	夏季	供暖	冬季空调	夏季空调		冬季	夏季			最高	最低
北京市													
北京市	31.3	1025.7	999.87	-7.5	-9.8	33.6	26.3	2.7	2.2	NNW	SE	41.9	-18.3
密云	71.8	1020.8	995.23	-8.9	-11.7	33.7	26.4	2.6	2.2	NE	SSW	40.7	-23.3
天津市													
天津市	2.5	1029.6	1002.9	-7.0	-9.4	33.9	26.9	2.1	1.7	NNW	S	40.5	-17.8
河北省													
张北	1393.3	863.3	856.0	-21.6	-24.6	27.2	19.0	3.6	3.0	WNW	S	33.4	-34.8
石家庄	81.0	1020.2	993.9	-6.0	-8.6	35.2	26.8	1.4	1.5	N	SSE	42.9	-19.3
邢台	77.3	1020.6	994.6	-5.4	-7.7	35.2	26.9	1.5	1.9	NNE	S	41.1	-20.2
丰宁	661.2	947.4	931.2	-15.4	-17.7	31.2	22.7	2.0	1.7	NW	S	40.5	-28.5
怀来	536.8	963.6	943.8	-11.7	-14.3	33.0	23.6	3.4	2.1	W	E	39.7	-21.7
承德	385.9	982.7	961.8	-13.3	-15.8	32.8	24.0	1.0	1.0	NW	S	43.3	-24.9
乐亭	10.5	1029.0	1002.9	-9.9	-12.4	31.7	26.2	2.5	2.4	ENE	SW	38.7	-23.7
饶阳	19.0	1028.0	1000.5	-7.9	-10.6	34.8	26.9	1.8	2.4	NNE	SSW	42.1	-22.6
山西省													
大同	1067.2	901.5	888.0	-16.3	-19.1	31.0	21.1	2.4	2.3	NNW	N	37.2	-28.1
原平	828.2	928.8	913.0	-12.2	-14.5	31.9	22.9	1.8	1.6	N	N	38.1	-25.8
太原	778.3	934.7	918.5	-9.9	-12.7	31.6	23.8	1.8	2.1	NNW	NW	37.4	-23.3
榆社	1041.4	903.5	890.9	-10.9	-13.5	30.9	22.3	1.1	1.6	ENE	S	36.7	-25.1

续附录G

省份及台站	海拔高度（m）	大气压力(100Pa)		室外计算干球温度(℃)			夏季空调室外计算湿球温度(℃)	室外平均风速(m/s)		冬季最多风向	夏季最多风向	极端温度(℃)	
		冬季	夏季	供暖	冬季空调	夏季空调		冬季	夏季			最高	最低
介休	743.9	938.3	922.2	-9.1	-12.0	32.7	23.9	1.6	2.5	SW	NE	38.7	-23.3
运城	365.0	983.9	959.6	-4.4	-7.4	35.9	26.0	2.1	3.0	NE	SE	41.4	-18.9
侯马	433.8	976.3	954.1	-5.7	-9.5	36.8	26.7	1.2	2.4	N	N	41.2	-21.4
内蒙古自治区													
图里河	732.6	932.8	923.4	-34.9	-37.7	27.3	19.3	1.6	1.8	S	E	35.1	-49.6
满洲里	661.7	944.1	929.1	-28.6	-31.9	29.3	19.9	3.5	2.9	SW	ENE	38.0	-42.5
海拉尔	610.2	949.1	934.5	-31.5	-34.7	29.2	20.5	1.8	3.0	S	S	38.2	-42.9
博克图	739.7	930.9	922.4	-26.2	-29.0	27.3	19.9	2.6	1.8	WNW	SSE	36.8	-37.4
阿尔山	997.2	899.5	892.0	-32.3	-35.8	26.4	18.9	1.7	2.9	SE	SE	33.0	-45.3
索伦	499.7	962.7	946.6	-22.5	-26.0	30.4	21.5	2.7	2.3	W	WNW	38.1	-38.7
东乌珠穆沁旗	838.9	924.4	910.1	-26.3	-30.3	31.2	20.0	1.8	3.0	WSW	NW	39.7	-39.7
额济纳旗	940.5	918.8	896.6	-15.9	-20.4	36.2	19.3	2.6	3.2	W	E	42.5	-32.6
巴音毛道	1323.9	872.4	860.1	-16.3	-20.6	32.8	18.5	3.1	3.6	WNW	E	41.1	-33.2
二连浩特	964.7	913.3	896.9	-24.1	-27.6	33.2	19.3	3.0	3.8	WNW	SSW	41.1	-37.1
阿巴嘎旗	1126.1	894.3	881.6	-27.2	-30.2	30.6	18.9	1.7	3.2	W	W	38.6	-41.5
海力素	1509.6	852.0	843.2	-19.8	-23.4	30.7	17.3	5.1	5.4	S	SSE	38.1	-32.6
朱日和	1150.8	891.7	878.7	-21.2	-24.4	31.8	19.2	4.7	4.3	WSW	SW	40.4	-32.6
乌拉特后旗	1288.0	877.1	864.4	-19.3	-22.3	30.5	19.3	2.0	2.7	NW	S	38.7	-31.7
达尔罕联合旗	1376.6	867.2	857.2	-21.1	-25.6	30.4	18.5	2.9	2.7	SE	SE	38.0	-39.4
化德	1482.7	852.8	846.4	-21.9	-25.3	28.0	18.4	4.2	2.7	WNW	S	33.6	-33.8
呼和浩特	1063.0	903.1	888.4	-16.8	-20.3	30.7	21.0	1.1	1.5	NW	E	38.5	-30.5
吉兰太	1031.8	907.0	888.8	-14.8	-18.9	34.9	20.5	2.5	3.1	SW	NE	41.8	-31.4
鄂托克旗	1380.3	866.4	855.3	-16.0	-19.9	31.4	19.6	2.3	2.8	N	S	37.3	-31.5

省份及台站	海拔高度(m)	大气压力(100Pa)		室外计算干球温度(℃)			夏季空调室外计算湿球温度(℃)	室外平均风速(m/s)		冬季最多风向	夏季最多风向	极端温度(℃)	
		冬季	夏季	供暖	冬季空调	夏季空调		冬季	夏季			最高	最低
东胜	1461.9	857.0	848.6	-16.6	-19.4	29.2	19.1	2.3	2.9	NW	S	35.3	-28.4
西乌珠穆沁旗	995.9	907.4	894.6	-25.5	-28.5	29.5	19.6	3.5	2.6	WSW	ESE	37.4	-37.8
扎鲁特旗	265.0	993.6	972.3	-17.8	-20.9	32.8	23.4	2.6	2.2	NW	NW	40.6	-29.5
巴林左旗	486.2	965.7	948.4	-18.5	-21.9	31.8	22.6	2.2	2.3	NNW	N	40.2	-32.2
锡林浩特	1003.0	909.0	894.6	-25.1	-27.7	31.2	19.9	2.6	3.3	SW	S	39.2	-38.0
林西	799.5	928.6	914.8	-19.3	-22.1	30.9	21.1	2.7	1.9	WSW	WSW	40.4	-32.2
开鲁	241.0	998.3	975.1	-18.6	-21.6	32.8	24.0	3.5	3.4	WNW	S	41.7	-33.6
通辽	178.7	1004.1	982.9	-18.8	-21.9	32.4	24.5	3.4	3.7	NW	S	38.9	-33.9
多伦	1245.4	879.5	869.7	-23.7	-26.4	28.3	19.5	2.7	2.5	WNW	SSE	36.1	-38.5
赤峰	568.0	956.8	939.4	-16.1	-18.8	32.7	22.6	1.9	2.5	WSW	SW	40.4	-28.8
辽宁省													
彭武	79.4	879.5	993.9	-17.1	-19.8	31.4	24.9	2.9	3.9	WNW	SSW	38.3	-36.3
朝阳	169.9	956.8	983.1	-15.2	-18.3	33.6	25.0	1.8	2.5	S	S	43.3	-34.4
新民	30.7	1019.0	1000.7	-16.0	-19.8	33.8	26.0	2.9	2.6	NW	S	37.5	-29.7
锦州	65.9	1021.1	996.2	-13.0	-15.7	31.4	25.1	2.1	3.0	NE	S	41.8	-24.8
沈阳	44.7	1023.3	998.5	-16.8	-20.6	31.4	25.2	2.0	2.8	ENE	SSW	36.1	-32.9
本溪	185.4	1005.4	983.8	-18.0	-21.5	30.9	24.2	2.3	2.2	E	E	37.5	-34.5
兴城	10.5	1028.7	1003.1	-12.5	-15.1	29.4	25.5	0.9	2.2	NNE	SSW	40.8	-27.5
营口	3.3	1029.3	1003.5	-14.1	-17.4	30.3	25.5	2.6	3.6	NNE	SSW	34.8	-28.4
宽甸	260.1	994.6	976.3	-17.9	-21.8	29.7	24.1	1.0	0.9	NW	SE	36.5	-34.0
丹东	13.8	1026.6	1006.7	-12.7	-15.9	29.5	25.2	3.3	2.3	NNW	NNE	35.3	-25.8
大连	91.5	1017.3	994.5	-9.5	-12.9	29.0	24.8	5.0	4.0	N	S	35.3	-18.8
吉林省													

续附录G

省份及台站	海拔高度（m）	大气压力（100Pa）		室外计算干球温度（℃）			夏季空调室外计算湿球温度（℃）	室外平均风速（m/s）		冬季最多风向	夏季最多风向	极端温度（℃）	
		冬季	夏季	供暖	冬季空调	夏季空调		冬季	夏季			最高	最低
白城	155.3	1007.7	984.5	-21.8	-25.6	31.8	23.9	2.4	2.8	NW	S	40.0	-38.1
前郭尔罗斯	136.2	1010.2	987.8	-21.8	-25.6	31.3	24.3	2.0	2.4	W	SSW	37.7	-39.8
四平	165.7	1006.7	984.9	-19.6	-22.9	30.7	24.5	1.9	2.7	SW	SSW	37.3	-32.3
长春	236.8	996.5	976.8	-20.9	-24.3	30.4	24.0	3.1	3.5	SW	SW	36.7	-33.7
敦化	524.9	958.4	946.4	-22.5	-25.6	28.6	22.5	2.5	1.5	W	SSW	36.4	-35.9
东岗	774.2	928.3	920.4	-22.4	-25.7	27.6	21.5	1.7	2.2	SW	SW	34.1	-38.9
延吉	176.8	1003.8	985.5	-18.3	-21.3	31.2	23.6	2.2	1.9	WNW	ENE	37.7	-32.7
临江	332.7	985.6	968.4	-21.3	-24.3	30.7	23.5	0.4	1.1	NNE	N	37.9	-33.8
黑龙江省													
漠河	433.0	980.6	971.3	-37.2	-40.7	29.1	20.8	0.6	1.9	NNW	ESE	38.0	-49.6
呼玛	177.4	1002.1	985.0	-33.3	-36.9	30.0	22.0	0.7	1.8	N	SSE	39.4	-48.2
嫩江	242.2	994.3	977.5	-30.5	-33.7	29.9	22.3	1.6	3.2	SSW	SE	40.0	-43.9
孙吴	234.5	992.2	977.8	-30.8	-33.8	29.3	22.2	1.2	2.2	SSW	E	38.6	-48.1
克山	234.6	995.3	975.8	-27.2	-30.4	30.1	22.6	1.2	2.4	NNW	SSW	38.7	-42.4
富裕	162.7	1005.3	985.0	-26.0	-29.6	30.7	23.1	2.4	3.0	WNW	S	40.7	-40.3
齐齐哈尔	147.1	1008.3	986.5	-23.7	-27.2	31.2	23.5	1.8	2.8	W	SE	40.8	-36.7
海伦	239.2	995.2	976.1	-27.2	-30.6	29.7	22.8	1.8	3.1	SE	SSE	38.0	-40.3
富锦	66.4	1013.9	997.9	-24.6	-27.1	30.6	23.3	3.4	3.0	W	SE	38.9	-37.8
安达	149.3	1005.9	985.7	-24.8	-28.3	31.2	23.5	2.4	2.8	SW	SSW	38.7	-39.3
佳木斯	81.2	1012.6	994.1	-23.8	-27.2	30.8	23.5	2.5	2.9	SW	SW	38.1	-39.5
肇州	148.7	1008.2	985.9	-22.8	-27.3	32.2	24.8	2.9	3.1	NW	S	39.0	-40.7
哈尔滨	142.3	1004.1	986.8	-24.1	-27.2	30.6	23.8	3.2	2.8	SSW	SW	39.2	-37.7
通河	108.6	1011.1	991.9	-26.2	-29.5	30.0	24.0	4.2	3.1	W	ENE	36.7	-41.7

省份及台站	海拔高度（m）	大气压力(100Pa)		室外计算干球温度(℃)			夏季空调室外计算湿球温度(℃)	室外平均风速(m/s)		冬季最多风向	夏季最多风向	极端温度(℃)	
		冬季	夏季	供暖	冬季空调	夏季空调		冬季	夏季			最高	最低
尚志	189.7	1003.1	982.9	-25.6	-29.3	29.9	23.8	2.6	2.5	SW	SW	35.4	-44.1
鸡西	238.3	994.1	978.8	-21.4	-24.3	30.4	23.1	3.3	2.7	W	W	37.6	-33.3
牡丹江	241.4	993.4	977.4	-22.3	-25.9	30.9	23.4	1.8	2.1	SW	SW	38.4	-35.3
缓芬河	567.8	960.0	949.7	-22.1	-24.9	28.5	22.0	3.9	1.7	W	WNW	35.3	-33.4
陕西省													
榆林	1057.5	903.3	888.9	-14.9	-19.2	32.3	21.6	1.5	2.3	NNW	SSE	38.6	-30.0
定边	1360.3	868,0	856.6	-12.8	-18.3	33.2	22.6	2.2	3.5	SW	S	37.7	-29.1
绥德	929.7	918.7	902.2	-11.8	-15.1	33.1	22.5	1.8	2.6	NW	SE	38.8	-24.1
延安	958.5	915.0	898.9	-10.1	-13.3	32.5	22.8	1.8	1.6	WSW	SW	38.5	-23.0
洛川	1159.8	891.6	878.2	-9.1	-12.1	30.0	22.0	2.2	2.0	N	SSE	36.4	-23.0
西安	397.5	981.0	957.1	-3.2	-5.6	35.1	25.8	0.9	1.6	ENE	NE	41.8	-16.0
汉中	509.5	965.0	947.0	0.1	-1.4	32.3	26.0	0.9	1.7	ENE	ENE	38.3	-10.0
安康	290.8	990.9	969.2	1.0	-0.7	34.9	26.8	1.3	1.6	ENE	E	41.3	-9.7
甘肃省													
敦煌	1139.0	895.3	878.0	-12.6	-16.3	34.1	21.1	2.5	1.9	WSW	NE	41.7	-30.5
玉门镇	1526.0	851.1	839.8	-15.0	-19.1	30.7	18.0	4.6	2.3	E	E	36.0	-35.1
酒泉	1477.2	857.0	845.5	-14.3	-18.4	30.4	19.5	2.1	2.2	SW	E	36.6	-29.8
民勤	1367.5	869.9	855.7	-13.3	-17.1	33.0	19.3	1.6	2.5	E	E	41.1	-26.9
乌鞘岭	3045.1	697.7	705.0	-17.4	-20.5	19.1	12.4	5.1	4.6	NW	N	28.1	-30.6
兰州	1517.2	852.8	841.5	-8.8	-11.4	31.3	20.1	0.3	1.3	ENE	E	39.8	-19.7
榆中	1874.4	813.7	806.2	-11.6	-14.7	27.9	18.7	0.8	2.2	WSW	SE	35.8	-27.2
平凉	1346.6	871.1	858.1	-8.5	-11.9	29.8	21.3	1.7	2.2	NW	ESE	36.0	-24.3
西峰镇	1421.0	860.8	851.5	-9.4	-12.9	28.7	20.6	1.9	3.2	N	S	36.4	-22.6

续附录G

省份及台站	海拔高度（m）	大气压力（100Pa）		室外计算干球温度（℃）			夏季空调室外计算湿球温度（℃）	室外平均风速（m/s）		冬季最多风向	夏季最多风向	极端温度（℃）	
		冬季	夏季	供暖	冬季空调	夏季空调		冬季	夏季			最高	最低
合作	2910.0	713.1	715.9	-13.5	-16.3	22.3	14.6	0.7	1.3	NNW	NNW	30.4	-27.9
岷县	2315.0	769.3	767.9	-9.9	-12.5	24.8	17.5	0.6	1.3	NE	SSE	33.3	-24.3
武都	1079.1	899.2	865.6	0.2	-2.1	32.6	22.4	1.1	2.0	SE	SE	38.6	-8.6
天水	1141.7	893.4	879.7	5.5	-8.2	30.9	21.8	1.2	1.3	E	E	38.2	-17.4
宁夏回族自治区													
银川	1111.4	897.3	881.4	-12.9	-17.1	31.3	22.2	1.4	2.4	NNE	S	38.7	-27.7
盐池	1349.3	870.6	858.1	-13.7	-17.7	31.8	20.2	1.9	3.4	WNW	SSE	37.5	-28.5
固原	1753.0	827.7	819.1	-12.9	-17.1	27.7	19.0	2.2	2.8	NW	SE	34.6	-30.9
青海省													
冷湖	2770.0	729.4	725.8	-16.7	-18.9	26.7	12.2	0.8	2.9	NE	NNE	37.5	-41.7
大柴旦	3173.2	690.1	692.0	-17.9	-21.0	24.7	12.3	0.6	2.6	E	W	40.1	-46.0
刚察	3301.5	677.6	681.7	-16.9	-20.2	18.9	12.2	1.5	2.1	N	N	41.3	-37.1
格尔木	2807.6	723.0	723.0	-12.5	-15.6	27.0	13.5	1.4	2.8	NW	W	34.7	-32.0
都兰	3191.1	689.0	690.6	-14.5	-16.8	24.6	12.7	1.1	2.8	NNE	NW	42.7	-34.3
西宁	2295.2	773.4	770.6	-11.4	-13.0	26.4	16.6	0.9	1.8	S	S	41.6	-33.8
民和	1813.9	819.6	813.6	-10.1	-13.0	28.8	19.4	1.1	1.4	E	ESE	37.2	-22.2
兴海	3323.2	678.7	682.1	-15.6	-18.5	21.3	13.3	2.1	1.8	NW	SE	30.2	-31.5
托托河	4533.1	584.0	587.5	-23.3	-31.6	16.4	8.4	1.6	3.1	W	NE	24.7	-45.2
曲麻莱	4175.0	607.5	612.5	-19.5	-22.9	17.5	10.0	0.8	9.9	NW	ENE	24.2	-34.4
玉树	3681.2	648.4	651.4	-11.7	-15.5	21.9	13.2	0.6	0.8	SSW	ENE	28.5	-27.6
玛多	4272.3	603.1	609.2	-23.0	-28.6	15.9	8.9	1.1	3.1	NW	NE	22.4	-48.1
达日	3967.5	626.0	629.5	-17.9	-20.8	17.4	11.0	1.2	1.8	S	NE	23.3	-34.0
囊谦	3643.7	651.3	652.4	-10.6	-13.9	22.5	13.4	1.3	1.3	W	SE	28.7	-25.8

省份及台站	海拔高度（m）	大气压力（100Pa）		室外计算干球温度（℃）			夏季空调室外计算湿球温度（℃）	室外平均风速（m/s）		冬季最多风向	夏季最多风向	极端温度（℃）	
		冬季	夏季	供暖	冬季空调	夏季空调		冬季	夏季			最高	最低
新疆维吾尔自治区													
阿勒泰	735.3	944.9	922.8	-24.3	-29.3	30.8	19.9	0.8	2.9	NE	NNE	37.5	-41.7
富蕴	807.5	936.9	915.3	-28.8	-33.9	32.6	18.2	0.6	2.6	E	W	40.1	-46.0
塔城	534.9	967.0	944.6	-18.9	-24.3	33.5	20.4	1.5	2.1	N	N	41.3	-37.1
和布克赛尔	1291.6	877.0	865.7	-18.6	-22.8	28.6	16.4	1.4	2.8	NW	W	34.7	-32.0
克拉玛依	449.5	983.8	955.7	-21.9	-26.1	36.4	19.8	1.1	2.8	NNE	NW	42.7	-34.3
精河	320.1	999.3	968.6	-21.9	-25.3	34.8	22.5	0.9	1.8	S	S	41.6	-33.8
乌苏	478.7	978.4	951.3	-21.3	-25.3	35	21.4	1.0	2.9	W	SW	41.8	-33.7
伊宁	662.5	950.6	932.5	-16.4	-20.8	32.9	21.3	1.0	1.7	E	E	39.2	-36.0
乌鲁木齐	935.0	933.3	932.1	-19.5	-23.4	33.4	18.3	1.4	3.1	S	S	42.1	-32.8
焉耆	1055.3	905.2	889.2	-15.9	-19.6	32.0	21.3	0.5	1.5	ESE	NW	38.8	-30.7
吐鲁番	34.5	1036.0	996.0	-12.5	-16.8	40.3	24.2	0.5	1.3	E	W	47.7	-25.2
阿克苏	1103.8	901.2	882.6	-12.3	-15.7	32.6	21.6	1.5	1.8	NNW	WNW	39.6	-25.2
库车	1081.9	903.0	885.2	-11.2	-15.7	33.8	20.2	1.1	2.4	N	N	40.8	-23.4
喀什	1289.4	980.0	864.8	-10.4	-14.3	33.8	21.1	0.7	2.1	NW	SSE	39.9	-23.6
巴楚	1116.5	898.5	879.9	-9.9	-12.8	35.5	21.4	0.3	2.0	NE	NE	42.6	-22.5
铁干里克	846.0	930.4	907.8	-12.3	-15.1	36.2	23.8	1.6	2.3	W	E	42.2	-23.8
若羌	887.7	925.3	903.2	-11.4	-15.0	37.1	22.0	1.7	3.0	SW	NE	43.1	-23.3
莎车	1231.2	885.9	868.7	-9.8	-13.1	34.1	22.6	0.8	1.4	WNW	N	39.6	-22.1
和田	1375.0	870.1	854.2	-8.6	-12.6	34.5	21.4	1.1	2.0	WSW	SW	41.1	-21.0
民丰	1409.5	866.0	851.2	-9.8	-13.6	35.1	20.4	0.9	1.9	NE	NE	41.8	-24.7
哈密	737.2	944.1	919.3	-16.0	-19.1	35.8	22.3	1.8	1.8	NE	ESE	43.2	-28.9
上海市	5.5	1026.5	1005.7	1.2	-1.2	34.6	28.2	3.3	3.4	N	S	39.6	-7.7

续附录G

省份及台站	海拔高度(m)	大气压力(100Pa)		室外计算干球温度(℃)			夏季空调室外计算湿球温度(℃)	室外平均风速(m/s)		冬季最多风向	夏季最多风向	极端温度(℃)	
		冬季	夏季	供暖	冬季空调	夏季空调		冬季	夏季			最高	最低
山东省													
惠民	11.7	1027.8	1001.9	-7.4	-10.1	34.1	27.3	2.6	2.7	NNE	SW	40.8	-21.4
龙口	4.8	1029.1	1003.6	-5.8	-7.9	32.0	26.7	3.4	3.4	N	S	38.3	-21.3
荣成	47.7	1022.7	1002.3	-4.8	-7.1	27.3	25.4	7.1	4.1	NNW	NNW	32.0	-15.7
朝阳	37.8	1024.6	997.7	-6.2	-8.9	34.6	27.6	2.8	2.7	N	S	40.5	-22.7
济南	170.3	1018.5	997.3	-5.2	-7.7	34.8	27.0	2.7	2.8	ENE	SSW	42.0	-14.9
潍坊	22.2	1024.7	1002.1	-6.7	-9.1	34.2	27.1	3.6	3.5	NNW	SE	40.7	-17.9
兖州	51.7	1023.2	997.4	-5.2	-7.4	34.1	27.5	2.0	2.7	NNW	S	41.1	-19.3
莒县	107.4	1016.2	990.8	-6.5	-8.8	32,7	27.3	2.3	2.5	NNE	SE	40.6	-20.1
江苏省													
徐州	41.2	1025.1	998.5	-3.4	-5.6	34.4	27.6	2.1	2.2	ENE	SSE	40.6	-15.8
赣榆	3.3	1028.8	1002.7	-4.0	-6.3	32.7	27.8	2.6	2.6	N	SSW	39.5	-13.8
淮阴(清江)	14.4	1027.4	1001.5	-3.1	-5.2	33.3	28.1	2.2	2.6	NNE	SE	38.2	-14.2
南京	7.1	1027.9	1002.5	-1.6	-4.0	34.8	28.1	2.7	2.4	NNE	SSE	40.0	-13.1
东台	4.3	1028.8	1003.6	-1.9	-4.0	34.0	28.2	2.6	2.7	N	S	38.8	-11.1
吕四	5.5	1027.5	1004.0	-0.8	-2.5	33.3	28.0	4.0	4.0	WNW	SSE	38.7	-8.6
浙江省													
杭州	41.7	1021.8	999.8	0.1	-2.2	35.7	27.9	2.6	2.7	NNW	SSW	40.3	-8.6
舟山	35.7	1021.4	1002.1	1.7	-0.4	32.4	27.6	3.9	3.2	NNW	SE	38.6	-5.5
衢州	82.4	1017.5	996.6	1.1	-0.9	35.9	27.8	3.3	2.5	NNE	WSW	40.9	-10.0
温州	28.3	1025.4	1004.5	3.5	1.5	34.1	28.4	2.2	1.9	NW	ESE	39.6	-3.9
洪家	4.6	1024.1	1005.9	2.0	0	33.3	28.6	3.7	2.7	NW	SSW	40.3	-7.1
安徽省													

省份及台站	海拔高度(m)	大气压力(100Pa)		室外计算干球温度(℃)			夏季空调室外计算湿球温度(℃)	室外平均风速(m/s)		冬季最多风向	夏季最多风向	极端温度(℃)	
		冬季	夏季	供暖	冬季空调	夏季空调		冬季	夏季			最高	最低
亳州	115.5	1025.0	997.5	-3.4	-5.4	35.1	27.9	1.7	1.8	W	W	40.1	-8.5
寿县	116.5	1025.2	1000.5	-2.6	-5.5	34.2	28.7	2.5	2.6	N	S	40.9	-8.0
蚌埠	18.7	1025.9	1000.6	-2.4	-4.6	35.4	28.0	2.2	2.5	ENE	SSW	41.0	-6.0
霍山	68.1	1019.5	995.3	-1.6	-4.0	35.6	28.1	2.1	1.7	N	SSW	40.0	-3.8
桐城	85.4	1017.9	994.2	-0.4	-2.9	36.5	29.0	1.9	1.7	NNE	SW	40.8	-9.6
合肥	26.8	1023.6	999.1	-1.4	-4.0	35.1	28.1	3.4	2.3	N	S	40.1	-9.7
安庆	19.8	1023.6	1001.3	-0.1	-2.6	35.3	28.1	1.5	1.9	NE	SW	41.0	-9.5
黄山	142.7	1008.5	988.6	0.3	-2.1	35.6	27.4	1.7	3.8	NNW	S	40.4	-10.9
江西省													
宜春	131.3	1009.8	989.7	1.2	-0.6	35.4	27.4	1.7	1.8	W	W	40.1	-8.5
吉安	71.2	1015.8	996.1	1.9	-0.4	35.9	27.7	2.5	2.6	N	S	40.9	-8.0
遂川	126.1	1009.8	990.5	2.3	0.1	36.1	27.6	2.2	2.5	ENE	SSW	41.0	-6.0
赣州	137.5	1009.0	991.9	3.0	0.6	35.5	27.1	2.1	1.7	N	SSW	40.0	-3.8
景德镇	61.5	1018.6	998.5	1.2	-1.2	36.0	27.8	1.9	1.7	NNE	SW	40.8	-9.6
南昌	46.9	1019.8	998.7	0.8	-1.3	35.6	28.3	3.4	2.3	N	S	40.1	-9.7
玉山	116.3	1012.0	992.4	1.4	-0.9	36.1	27.4	1.5	1.9	NE	SW	41.0	-9.5
南城	80.8	1015.3	995.2	1.4	-0.9	35.3	27.8	1.7	3.8	NNW	S	40.4	-10.9
福建省													
建瓯	154.9	1005.5	988.2	3.5	1.2	36.1	27.4	0.9	1.6	NW	W	41.7	-7.2
南平	125.6	1008.7	991.7	4.6	2.3	36.2	27.2	1.2	1.1	NE	SE	41.8	-5.1
福州	84.0	1012.9	997.4	6.5	4.6	36.0	28.1	2.2	3.4	NW	SE	41.7	-1.7
上杭	198.0	999.0	984.5	5.2	2.5	34.7	26.8	3.3	1.7	NW	SE	39.7	-5.0
永安	206.0	999.0	983.3	4.5	2.3	35.9	26.8	1.1	2.0	NNW	SW	40.1	-6

续附录G

省份及台站	海拔高度(m)	大气压力(100Pa)		室外计算干球温度(℃)			夏季空调室外计算湿球温度(℃)	室外平均风速(m/s)		冬季最多风向	夏季最多风向	极端温度(℃)	
		冬季	夏季	供暖	冬季空调	夏季空调		冬季	夏季			最高	最低
崇武	21.8	1019.7	1002.6	8.1	6.3	31.1	27.2	7.9	4.9	NNE	NE	36.7	-0.3
厦门	139.4	1004.5	996.7	8.5	6.8	33.6	27.6	4.2	2.5	E	SE	38.5	1.5
河南省													
安阳	62.9	1020.8	994.9	-4.7	-7.1	34.8	27.4	2.0	2.4	N	S	41.8	-17.3
卢氏	568.8	959.3	938.5	-4.3	-6.5	33.9	25.9	1.3	1.3	ENE	NE	40.6	-18.8
郑州	110.4	1015.5	989.1	-3.8	-5.7	35.0	27.5	2.4	2.2	NE	NE	42.3	-17.9
南阳	129.2	1013.9	987.8	-1.8	-4.1	34.4	27.9	2.4	2.4	NE	NE	41.4	-17.5
驻马店	82.7	1019.5	992.9	-2.7	-5.3	35.0	28.0	2.1	2.6	NNW	NW	41.2	-18.1
信阳	114.5	1017.1	991.4	-2.0	-4.5	34.5	27.7	2.5	3.2	N	N	40.0	-16.6
商丘	50.1	1023.7	996.6	-3.9	-6.0	34.7	28.1	2.0	2.4	NNW	SSE	41.3	-15.4
湖北省													
陨西	249.1	998.0	975.2	-0.1	-1.4	36.0	28.7	0.8	1.0	S	S	41.7	-15.6
老河口	90.0	1016.1	991.4	-0.9	-2.9	35.0	28.1	1.4	1.5	NE	ESE	40.7	-17.2
钟祥	65.8	1019.8	995.1	-0.3	-2.1	34.6	28.3	3.7	3.6	NNW	SSE	38.6	-15.3
麻城	59.3	1021.6	996.7	-0.2	-2.3	35.5	28.1	2.1	2.4	N	S	40.2	-15.3
鄂州	457.1	971.3	953.9	2.3	0.7	34.3	26.4	0.8	1.0	S	S	41.7	-15.6
宜昌	133.1	1011.3	988.3	1.1	-0.8	35.6	27.8	1.4	1.5	NE	ESE	40.7	-17.2
武汉	23.1	1024.5	999.7	0.1	-2.4	35.3	28.4	3.7	3.6	NNW	SSE	38.6	-15.3
湖南省													
石门	116.9	1012.6	989.2	0.9	-1.5	35.4	27.8	2.2	2.7	ENE	SW	40.9	-13.0
南县	36.0	1022.6	998.3	0.3	-1.8	34.5	28.7	2.5	2.4	NNE	S	39.5	-13.1
吉首	208.4	1001.2	979.7	1.4	-0.4	34.8	27.2	0.8	1.2	NNE	NE	40.2	-7.5
常德	35.0	1023.2	998.8	0.7	-1.3	35.5	28.6	1.9	2.2	NNE	S	40.1	-13.2

省份及台站	海拔高度(m)	大气压力(100Pa)		室外计算干球温度(℃)			夏季空调室外计算湿球温度(℃)	室外平均风速(m/s)		冬季最多风向	夏季最多风向	极端温度(℃)	
		冬季	夏季	供暖	冬季空调	夏季空调		冬季	夏季			最高	最低
长沙	68.0	1018.3	995.6	0.9	-0.8	36.5	29.0	2.4	2.4	NNW	S	40.6	-10.3
芷江	272.2	992.1	973.0	0.8	-0.9	34.0	27.0	2.1	1.6	NE	NE	39.1	-11.5
株洲	74.6	1017.6	995.0	1.3	-0.4	35.9	28.0	2.0	2.6	NNW	S	40.3	-11.5
武冈	341.0	984.2	966.1	0.7	-1.4	34.2	26.5	1.6	2.0	NNE	WSW	38.7	-8.4
永州	172.6	1004.3	986.2	1.2	-0.9	34.9	27.0	3.5	3.3	NNE	S	39.7	-7.0
常宁	116.6	1012.0	991.8	1.7	-0.6	36.5	27.8	1.8	2.8	N	S	40.8	-7.4
广西壮族自治区													
桂林	164.4	1003.2	986.1	3.3	1.1	34.2	27.3	3.7	1.8	NNE	NNE	39.5	-3.6
河池	211.0	996.4	979.8	6.5	4.3	34.6	27.2	1.2	1.2	E	E	39.4	0
都安	170.8	1000.3	984.2	7.3	5.1	34.3	27.6	2.5	2.0	NNW	SSE	39.6	0.5
百色	173.5	1000.5	983.9	9.1	7.2	36.0	27.8	1.0	1.8	SSE	SE	42.2	0.1
桂平	42.5	1015.9	1000.0	7.3	5.2	34.4	27.8	0.9	1.6	N	SSW	39.4	0.6
梧州	114.8	1007.2	992.1	6.1	3.8	34.8	27.9	1.5	0.9	NNE	SE	39.7	-1.5
龙州	128.8	1004.9	989.5	9.3	7.5	35.0	28.1	1.1	1.1	E	SW	41.6	-0.2
南宁	121.6	1012.1	996.7	7.7	5.8	34.4	27.9	1.3	1.5	E	SSE	39.0	-1.9
灵山	66.6	1012.4	996.9	6.8	4.6	33.9	27.8	2.3	2.0	N	S	38.8	-1.2
钦州	4.5	1019.6	1003.6	8.1	6.1	33.6	28.3	3.0	2.4	N	SSW	37.5	1.2
广东省													
南雄	133.8	1007.5	991.0	4.1	1.7	35.0	27.2	2.3	2.0	ENE	WSW	40.4	-4.1
韶关	61.0	1016.0	998.4	5.1	2.9	35.3	27.4	1.5	2.3	NW	S	40.4	-4.3
广州	41.0	1020.7	1002.9	8.2	5.3	34.2	27.8	2.4	1.5	N	SE	38.1	0
河源	40.6	1017.5	1001.6	7.1	4.4	34.5	27.5	1.9	1.2	N	S	39.0	-0.7
增城	38.9	1020.1	1004.6	8.4	5.6	34.0	27.9	3.4	2.1	NNE	SSW	38.2	-1.1

续附录G

省份及台站	海拔高度（m）	大气压力（100Pa）		室外计算干球温度（℃）			夏季空调室外计算湿球温度（℃）	室外平均风速（m/s）		冬季最多风向	夏季最多风向	极端温度（℃）	
		冬季	夏季	供暖	冬季空调	夏季空调		冬季	夏季			最高	最低
汕头	2.9	1020.4	1007.4	9.6	7.3	33.4	27.7	2.8	2.7	ENE	WSW	38.6	0.3
汕尾	17.3	1019.6	1006.4	10.6	7.5	32.3	27.8	3.1	2.8	NNE	SW	38.5	2.1
阳江	23.3	1017.3	1003.7	9.6	7.1	33.0	27.8	3.3	2.5	NE	S	37.5	2.2
电白	11.8	1018.0	1003.4	10.6	8.1	33.2	28.2	2.5	3.0	E	SSE	37.7	2.0
海南省													
海口	13.9	1017.7	1003.4	12.9	10.5	35.1	28.1	2.6	2.6	NE	SSE	39.6	4.9
东方	8.4	1017.9	1004.0	14.1	11.7	33.2	28.0	4.7	5.9	NE	S	36.5	5.8
琼海	24.0	1016.5	1002.4	13.4	11.1	34.8	28.4	3.0	3.3	NW	S	38.9	5.3
重庆市													
沙坪坝	259.1	993.6	973.1	5.1	3.5	36.3	27.3	0.8	2.1	N	NW	41.9	-1.7
酉阳	664.1	945.7	930.9	0.2	-1.8	32.2	25.0	0.9	0.9	N	SE	37.5	-7.0
四川省													
甘孜	3393.5	671.0	673.6	-9.0	-13.3	22.9	14.5	1.0	1.9	N	ESE	30.5	-26.5
乌尔康	2664.4	736.0	734.2	-3.9	-5.9	27.3	17.3	1.0	1.2	WNW	WNW	34.6	-16.6
红原	3491.6	660.6	666.4	-14.6	-18.8	20.0	13.2	1.7	2.2	SW	N	26.0	-36.0
松潘	2850.7	720.0	721.0	-7.2	-9.3	24.2	15.4	1.3	1.2	NNE	SSW	30.0	-20.7
绵阳	522.7	968.8	950.6	2.6	0.8	32.8	26.3	0.8	1.3	ENE	WNW	38.8	-7.3
理塘	3948.9	627.9	631.1	-9.7	-13.3	18.6	11.4	1.0	1.5	S	SE	24.4	-30.6
成都	506.1	965.1	947.7	2.8	1.2	31.9	26.4	1.0	1.4	NNE	NNW	37.3	-5.9
乐山	424.2	973.3	956.5	4.1	2.3	32.9	26.6	0.8	1.4	N	W	37.5	-2.9
九龙（岳池）	2987.3	712.3	713.5	-1.4	-2.9	24.9	15.4	2.7	2.6	WNW	SSE	31.7	-15.6
宜宾	340.8	983.1	965.4	4.7	3.1	33.8	27.4	0.5	1.0	NE	NW	39.5	-1.7
西昌	1590.9	840.7	834.2	5.0	2.2	30.6	21.8	1.4	2.2	NNW	S	36.6	-3.8

省份及台站	海拔高度(m)	大气压力(100Pa)		室外计算干球温度(℃)			夏季空调室外计算湿球温度(℃)	室外平均风速(m/s)		冬季最多风向	夏季最多风向	极端温度(℃)	
		冬季	夏季	供暖	冬季空调	夏季空调		冬季	夏季			最高	最低
会理	1787.3	822.7	815.7	4.7	2.7	28.0	20.9	1.2	1.2	S	S	34.0	-5.8
万源	674.0	944.0	930.6	0.9	-0.5	33.3	24.9	2.2	2.1	NNW	NNW	39.2	-9.4
南充	309.7	989.0	969.1	3.8	2.3	35.3	24.9	0.8	1.3	NNE	N	41.2	-3.4
泸州	334.8	983.5	965.7	4.7	2.7	34.6	27.2	1.1	1.6	NW	E	39.8	-1.9
贵州省													
威宁	2237.5	776.6	776.3	-4.0	-6.4	24.6	18.2	3.1	2.6	NNE	SSE	31.5	-15.3
桐梓	972.0	909.2	898.6	0.4	-1.7	31.3	24.0	1.7	2.1	E	SSE	36.6	-6.9
毕节	1510.6	850.3	843.4	-1.6	-3.3	29.2	21.9	0.4	1.3	SE	SE	36.2	-10.9
遵义	843.9	923.2	910.9	0.4	-1.6	31.8	24.3	1.0	1.3	E	S	37.4	-7.1
贵阳	1223.8	896.6	888.2	-0.2	-2.5	30.1	23.0	2.3	2.1	NE	S	35.1	-7.3
三穗	626.9	951.2	936.2	-0.8	-2.7	32.0	25.4	1.6	1.5	N	SSE	36.7	-13.1
兴义	1378.5	864.6	857.8	0.7	-1.0	28.7	22.2	1.6	2.3	NE	S	35.5	-6.2
云南省													
德钦	3319.0	660.0	681.9	-5.0	-6.4	19.4	13.5	2.5	1.1	SSW	SSW	26.9	-13.3
丽江	2392.4	763.5	759.9	3.3	1.4	25.5	18.1	4.0	4.0	WSW	W	32.3	-10.3
腾冲	1654.6	836.6	831.4	6.5	5.5	26.3	20.5	1.5	1.3	SSW	SSW	30.1	-3.8
楚雄	1824.1	824.7	817.9	5.8	3.5	27.9	20.0	1.0	1.4	SW	SW	33.0	-4.8
昆明	1892.4	813.5	807.3	3.9	1.1	26.3	19.9	2.0	1.8	SW	SW	30.4	-7.8
临沧	1502.4	851.8	845.7	9.2	7.8	28.5	21.3	1.1	1.4	S	NW	34.1	-1.3
澜沧	1054.8	899.0	891.1	11.1	9.1	31.8	23.1	0.8	1.1	ESE	WNW	36.8	-1.4
思茅	1302.1	871.6	866.0	9.9	7.3	29.6	22.1	1.0	0.9	SW	SSW	35.7	-2.5
元江	400.9	972.0	956.6	13.1	10.5	36.7	26.6	1.8	3.0	ESE	ESE	42.2	-0.1
勐腊	631.9	945.2	934.9	12.6	9.6	33.0	25.4	0.5	0.9	NE	S	38.4	0.5

续附录 G

省份及台站	海拔高度（m）	大气压力（100Pa）		室外计算干球温度（℃）			夏季空调室外计算湿球温度（℃）	室外平均风速（m/s）		冬季最多风向	夏季最多风向	极端温度（℃）	
		冬季	夏季	供暖	冬季空调	夏季空调		冬季	夏季			最高	最低
西藏自治区													
拉萨	3648.9	652.8	652.0	-4.9	-7.2	24.0	13.5	1.9	2.2	E	E	29.9	-16.5
昌都	3306.0	681.1	680.0	-5.7	-7.4	26.2	15.1	0.7	1.5	SSW	WNW	33.4	-20.7
林芝	2991.8	706.5	707.0	-1.8	-3.4	22.9	15.6	1.7	1.4	ENE	ENE	30.3	-13.7

注：1 本附录摘自陆耀庆主编的《实用供热空调设计手册》（第二版）2008。

2 表中统计数据的年份统一为 1971 - 2003 年，统计方法符合《采暖通风与空气调节设计规范》GB50019 - 2003 的要求。

附录 H－1　城镇污水处理厂水污染物排放基本控制项目最高允许排放浓度（日均值）

（mg/L）

序号	基本控制项目		一级标准		二级标准	三级标准
			A 标准	B 标准		
1	化学需氧量（COD）		50	60	100	120①
2	生化需氧量（BOD_5）		10	20	30	60①
3	悬浮物（SS）		10	20	30	50
4	动植物油		1	3	5	20
5	石油类		1	3	5	15
6	阴离子表面活性剂		0.5	1	2	5
7	总氮（以 N 计）		15	20	—	—
8	氨氮（以 N 计）②		5（8）	8（12）	25（30）	—
9	总磷（以 P 计）	2005 年 12 月 31 日前建设的	1	1.5	3	5
		2006 年 1 月 1 日起建设的	0.5	1	3	5
10	色度（稀释倍数）		30	30	40	50
11	pH		6～9			
12	粪大肠菌群数（个/L）		10^3	10^4	10^4	—

注：1　下列情况下按去除率指标执行：当进水 COD 大于 350mg/L 时，去除率应大于 60%；BOD 大于 160mg/L 时，去除率应大于 50%。

2　括号外数值为水温大于 12℃时的控制指标，括号内数值为水温小于等于 12℃时的控制指标。

3　本表引自国家标准《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918－2002。

附录 H－2　城市污水再生利用分类

序号	分类	范围	示例
1	农、林、牧、渔业用水	农田灌溉	种籽与育种、粮食与饲料作物、经济作物
		造林育苗	种籽、苗木、苗圃、观赏植物
		畜牧养殖	畜牧、家畜、家禽
		水产养殖	淡水养殖
2	城市杂用水	城市绿化	公共绿地、住宅小区绿化
		冲厕	厕所便器冲洗
		道路清扫	城市道路的冲洗及喷洒
		车辆冲洗	各种车辆冲洗
		建筑施工	施工场地清扫、浇洒、灰尘抑制、混凝土制备与养护、施工中的混凝土构件和建筑物冲洗
		消防	消火栓、消防水炮
3	工业用水	冷却用水	直流式、循环式
		洗涤用水	冲渣、冲灰、消烟除尘、清洗
		锅炉用水	中压、低压锅炉
		工艺用水	溶料、水浴、蒸煮、漂洗、水力开采、水力输送、增湿、稀释、搅拌、选矿、油田回注
		产品用水	浆料、化工制剂、涂料
4	环境用水	娱乐性景观环境用水	娱乐性景观河道、景观湖泊及水景
		观赏性景观环境用水	观赏性景观河道、景观湖泊及水景
		湿地环境用水	恢复自然湿地、营造人工湿地
5	补充水源水	补充地表水	河流、湖泊
		补充地下水	水源补给、防止海水入侵、防止地面沉降

注：本表引自国家标准《城市污水再生利用 分类》GB/T 18919－2002。

附录 H－3　城市杂用水水质标准

序号	项目 / 指标		冲厕	道路清扫、消防	城市绿化	车辆冲洗	建筑施工
1	pH		6.0～9.0				
2	色（度）	≤	30				
3	嗅		无不快感				
4	浊度（NTU）	≤	5	10	10	5	20
5	溶解性总固体（mg/L）	≤	1500	1500	1000	1000	—
6	5 日生化需氧量 BOD5（mg/L）	≤	10	15	20	10	15
7	氨氮（mg/L）	≤	10	10	20	10	20
8	阴离子表面活性剂（mg/L）	≤	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0
9	铁（mg/L）	≤	0.3	—	—	0.3	—
10	锰（mg/L）	≤	0.1	—	—	0.1	—
11	溶解氧（mg/L）	≥	1.0				
12	总余氯（mg/L）		接触 30min 后≥1.0，管网末端≥0.2				
13	总大肠菌群（个/L）	≤	3				

注：1　混凝土拌合用水还应符合《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

2　本表引自国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920－2002。

附录 H－4　景观环境用水的再生水水质指标（mg/L）

序号	项　　目		观赏性景观环境用水			娱乐性景观环境用		
			河道类	湖泊类	水景类	河道类	湖泊类	水景类
1	基本要求		无漂浮物，无令人不愉快的嗅和味					
2	pH 值（无量纲）		6～9					
3	五日生化需氧量（BOD5）	≤	10	6		6		
4	悬浮物（SS）	≤	20	10		—		
5	浊度（NTU）	≤	—			5.0		
6	溶解氧	≥	1.5			2.0		
7	总磷（以 P 计）	≤	1.0	0.5		1.0	0.5	
8	总氮	≤	15					
9	氨氮（以 N 计）	≤	5					
10	粪大肠菌群（个/L）	≤	10000		2000	500		不得检出
11	余氯	≥	0.05					
12	色度（度）	≤	30					
13	石油类	≤	1.0					
14	阴离子表面活性剂	≤	0.5					

注：1　对于需要通过管道输送再生水的非现场回用情况加氯消毒方式；而对于现场回用情况不限制消毒方式。

2　若使用未经过除磷脱氮的再生水作为景观环境用水，鼓励使用本标准的各方在回用地点积极探索通过人工培养具有观赏价值水生植物的方法，使景观水体的氮磷满足表中的要求，使再生水中的水生植物有经济合理的出路。

3　“—”表示对此项无要求。

4　氯接触时间不应低于 30min 的余氯。对于非加氯方式无此项要求。

5　本表引自国家标准《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921－2002。

附录 H－5　再生水用作工业用水水源的水质标准

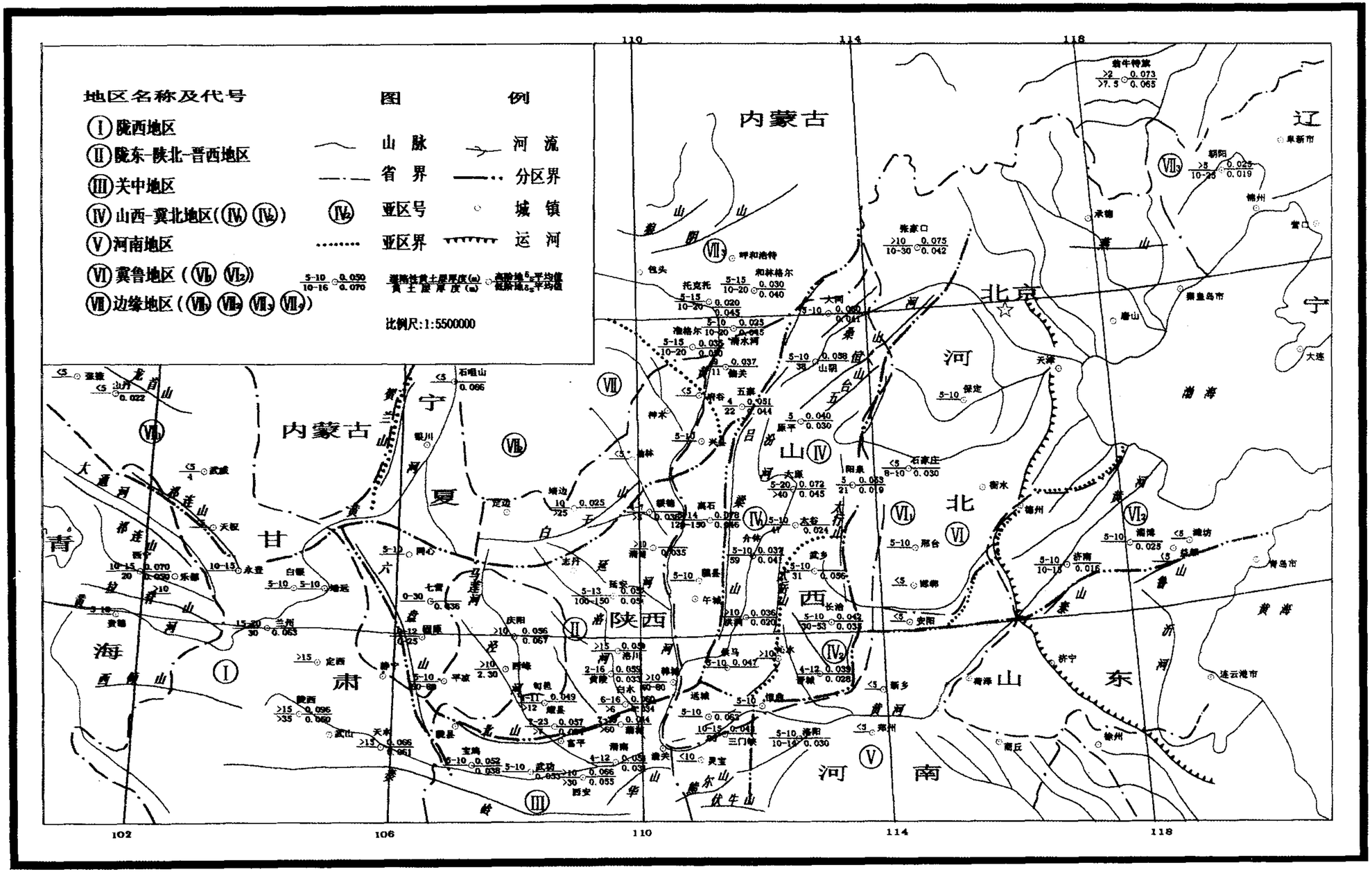
序号	控制项目	冷却用水		洗涤用水	锅炉补给水	工艺与产品用水
		直　流冷却水	敞开式循环冷却水系统补充水			
1	pH 值	6.5～9.0	6.5～8.5	6.5～9.0	6.5～8.5	6.5～8.5
2	悬浮物（SS）（mg/L）　≤	30	—	30	—	—
3	浊度（NTU）　≤	—	5	—	5	5
4	色度（度）　≤	30	30	30	30	30
5	生化需氧量（BOD5）（mg/L）　≤	30	10	30	10	10
6	化学需氧量（COD Cr）（mg/L）　≤	—	60	—	60	60
7	铁（mg/L）　≤	—	0.3	0.3	0.3	0.3
8	锰（mg/L）　≤	—	0.1	0.1	0.1	0.1
9	氯离子（mg/L）　≤	250	250	250	250	250
10	二氧化硅（SiO_2）　≤	50	50	—	30	30
11	总硬度（以 $CaCO_3$ 计/mg/L）　≤	450	450	450	450	450
12	总碱度（以 $CaCO_3$ 计 mg/L）　≤	350	350	350	350	350
13	硫酸盐（mg/L）　≤	600	250	250	250	250
14	氨氮（以 N 计 mg/L）　≤	—	10①	—	10	10
15	总磷（以 P 计 mg/L）　≤	—	1	—	1	1
16	溶解性总固体（mg/L）　≤	1000	1000	1000	1000	1000
17	石油类（mg/L）　≤	—	1	—	1	1
18	阴离子表面活性剂（mg/L）　≤	—	0.5	—	0.5	0.5
19	余氯②（mg/L）　≥	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
20	粪大肠菌群（个/L）　≤	2000	2000	2000	2000	2000

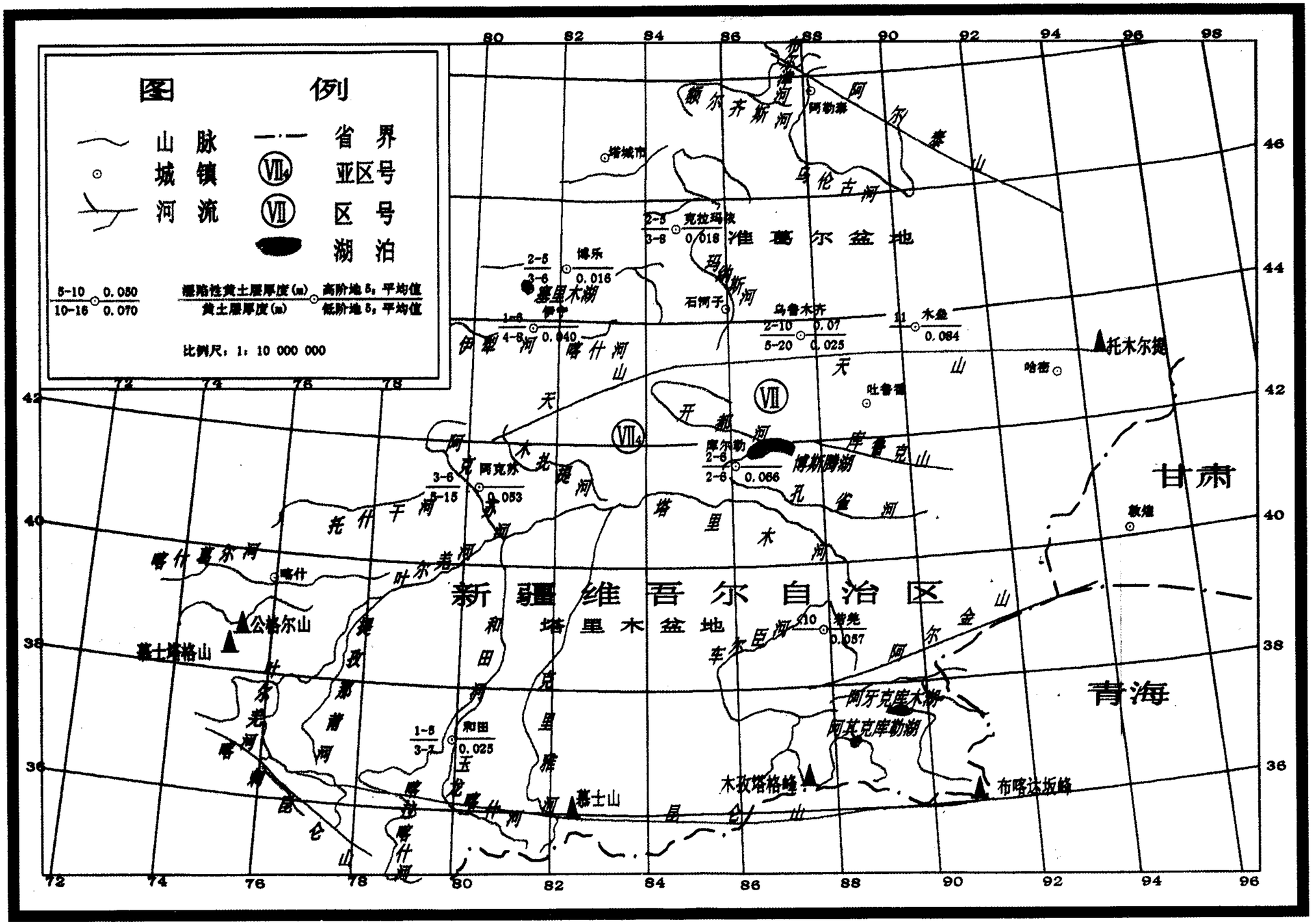
注：1　当敞开式循环冷却水系统换热器为铜质时，循环冷却系统中循环水的氨氮指标应小于 1 mg/L。

2　加氯消毒时管末梢值。

3　本表引自国家标准《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923－2005。

附录J-1 中国湿陷性黄土工程地质分区略图





注：摘自现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025－2004。

附录J-2 湿陷性黄土的物理力学性质指标

分区	亚区	地貌	黄土层厚度（m）	湿陷性黄土层厚度（m）	地下水埋藏深度（m）	物理力学性质指标								特征简述
						含水量 w（%）	天然密度 ρ（g/cm³）	液限 w_L（%）	塑性指数	孔隙比 e	压实系数 a（MPa⁻¹）	湿陷系数 δ_s	自重湿陷系数 δ_{zs}	
陇西地区Ⅰ		低阶地	4～25	3～16	4～18	6～25	1.20～1.80	21～30	4～12	0.70～1.20	0.10～0.90	0.020～0.200	0.010～0.020	自重湿陷性黄土分布很广，湿陷性黄土层厚度通常大于10m，地基湿陷等级多为Ⅲ～Ⅳ级，湿陷性敏感
		高阶地	15～100	8～35	20～80	3～20	1.20～1.80	21～30	5～12	0.80～1.30	0.10～0.70	0.020～0.220	0.010～0.020	
陇东-陕北-晋西地区Ⅱ		低阶地	3～30	4～11	4～14	10～24	1.40～1.70	20～30	7～13	0.97～1.18	0.26～0.67	0.019～0.079	0.005～0.041	自重湿陷性黄土分布很广泛，湿陷性黄土层厚度通常大于10m，地基湿陷等级一般为Ⅲ～Ⅳ级，湿陷性较敏感
		高阶地	50～150	10～15	40～60	9～22	1.40～1.60	26～31	8～12	0.80～1.20	0.17～0.63	0.023～0.088	0.006～0.048	
关中地区Ⅲ		低阶地	5～20	4～10	6～18	14～28	1.50～1.80	22～32	9～12	0.94～1.13	0.24～0.64	0.029～0.076	0.003～0.039	低阶地多属非自重湿陷性黄土，高阶地和黄土塬多属自重湿陷性黄土，湿陷性黄土厚度：在渭北高原一般大于10m；在渭河流域两岸多为4～10m，秦岭北麓地带有的小于4m。地基湿陷等级一般为Ⅱ～Ⅲ级，自重湿陷性黄土层一般埋藏较深，湿陷发生较迟缓
		高阶地	50～100	6～23	14～40	11～21	1.40～1.70	27～32	10～13	0.95～1.21	0.17～0.63	0.030～0.080	0.005～0.042	
山西-冀北地区Ⅳ	汾河流域区-冀北区Ⅳ1	低阶地	5～15	2～10	4～8	6～19	1.40～1.70	25～29	8～12	0.58～1.10	0.24～0.87	0.030～0.070	—	低阶地多属非自重湿陷性黄土，高阶地（包括山麓堆积）多属自重湿陷性黄土。湿陷性黄土厚度多为5～10m，个别地段小于5m或大于10m，地基湿陷等级一般为Ⅱ～Ⅲ级。在低阶地新近堆积（Q_4^2）黄土分布较普遍，土的结构松散，压缩性较高。冀北部分地区黄土含砂量大
		高阶地	30～100	5～20	50～60	11～24	1.50～1.60	27～31	10～13	0.97～1.31	0.12～0.62	0.015～0.089	0.007～0.040	
	晋东南区Ⅳ2		30～53	2～12	4～7	18～23	1.50～1.80	27～33	10～13	0.85～1.02	0.29～1.00	0.030～0.070	0.015～0.052	

分区	亚区	地貌	黄土层厚度（m）	湿陷性黄土层厚度（m）	地下水埋藏深度（m）	物理力学性质指标								特征简述
						含水量 w（%）	天然密度 ρ（g/cm³）	液限 w_L（%）	塑性指数	孔隙比 e	压实系数 a（MPa⁻¹）	湿陷系数 δ_s	自重湿陷系数 δ_{zs}	
河南地区Ⅴ			6～25	4～8	5～25	16～21	1.60～1.80	26～32	10～13	0.86～1.07	0.18～0.33	0.023～0.045	—	一般为非自重湿陷性黄土。湿陷性黄土层厚度一般为5m，土的结构较密实，压缩性较低。该区浅部分布新近堆积黄土，压缩性较高
冀鲁地区Ⅵ	河北区Ⅵ1		3～30	2～6	5～12	14～18	1.60～1.70	25～29	9～13	0.85～1.00	0.18～0.60	0.024～0.048	—	一般为非自重湿陷性黄土。湿陷性黄土层厚度一般小于5m，局部地段为5～10m，地基湿陷等级一般为Ⅱ级，土的结构密实，压缩性低。在黄土边缘地带及鲁北山麓的局部地段，湿陷性黄土层薄，含水量高，湿陷系数小，地基湿陷等级为Ⅰ级或不具湿陷性
	山东区Ⅵ2		3～20	2～6	5～8	15～23	1.60～1.70	28～31	10～13	0.85～0.90	0.19～0.51	0.020～0.041	—	
边缘地区Ⅶ	宁－陕区Ⅶ1		5～30	1～10	5～25	7～13	1.40～1.60	22～27	7～10	1.02～1.14	0.22～0.57	0.032～0.059	—	为非自重湿陷性黄土，湿陷性黄土层厚度一般小于5m，地基湿陷等级一般为Ⅰ～Ⅱ级，土的压缩性低，土中含砂量较多，湿陷性黄土分布不连续
	河西走廊区Ⅶ2		5～10	2～5	5～10	14～18	1.60～1.70	23～32	8～12	—	0.17～0.36	0.029～0.050	—	
	内蒙古中部－辽西区Ⅶ3	低阶地	5～15	5～11	5～10	6～20	1.50～1.70	19～27	8～10	0.87～1.05	0.11～0.77	0.026～0.048	0.04	靠近山西、陕西的黄土地区，一般为非自重湿陷性黄土，地基湿陷等级一般为Ⅰ级，湿陷性黄土厚度一般为5～10m。低阶地新近堆积（Q_4^2）黄土分布较广，土的结构松散，压缩性较高，高阶地土的结构较密实，压缩性较低
		高阶地	10～20	8～15	12	12～18	1.50～1.90	—	9～11	0.85～0.99	0.10～0.40	0.020～0.041	0.069	
	新疆－甘西－青海区Ⅶ4		3～30	2～10	1～20	3～27	1.30～2.00	19～34	6～18	0.69～1.30	0.10～1.05	0.015～0.199	—	一般为非自重湿陷性黄土场地，地基湿陷等级为Ⅰ～Ⅱ级，局部为Ⅲ级，湿陷性黄土层厚度一般小于8m，天然含水量较低，黄土层厚度及湿陷性变化大。主要分布于沙漠边缘，冲、洪积扇中上部，河流阶地及山麓斜坡，北疆成连续条状分布，南疆呈零星分布

注：摘自现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025－2004。

附录K-1 射流喷头垂直喷水时的水力计算表[$\frac{H(m)}{q(m^3/h)}$]

h \ d	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
1	1.09	1.07	1.05	1.04	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
	0.12	0.21	0.32	0.46	0.81	1.27	1.82	2.48	3.05	4.08	5.04	6.10	7.24	8.51	9.86	11.32	12.87	14.52	16.28	18.14	20.10
2	2.40	2.29	2.22	2.18	2.13	2.10	2.08	2.07	2.06	2.05	2.05	2.04	2.04	2.03	2.03	2.03	2.03	2.02	2.02	2.02	2.02
	0.17	0.30	0.47	0.67	1.17	1.82	2.61	3.53	4.35	5.82	7.17	8.66	10.30	12.07	14.00	16.06	18.25	20.61	23.08	25.71	28.48
3	4.00	3.69	3.53	3.43	3.31	3.24	3.19	3.16	3.14	3.12	3.11	3.10	3.10	3.08	3.07	3.07	3.06	3.05	3.05	3.05	3.04
	0.23	0.38	0.59	0.83	1.46	2.26	3.22	4.37	5.36	7.17	8.83	10.67	12.68	14.86	17.21	19.74	22.44	25.31	28.35	31.57	34.96
4	6.00	5.33	4.99	4.79	4.56	4.44	4.35	4.30	4.25	4.22	4.20	4.17	4.16	4.14	4.13	4.12	4.11	4.10	4.09	4.08	4.08
	0.28	0.46	0.70	0.99	1.71	2.64	3.77	5.08	6.24	8.34	10.27	12.38	14.71	17.23	19.96	22.87	26.00	29.32	32.83	36.55	40.47
5	8.56	7.26	6.66	6.31	5.91	5.70	5.56	5.47	5.40	5.35	5.31	5.27	5.24	5.22	5.20	5.18	5.17	5.15	5.14	5.13	5.12
	0.33	0.54	0.81	1.13	1.95	2.99	4.26	5.74	7.03	9.38	11.54	13.93	16.52	19.35	22.39	25.67	29.16	32.87	36.80	40.97	45.36
6	11.98	9.58	8.55	7.98	7.36	7.03	6.83	6.69	6.59	6.51	6.55	6.40	6.36	6.32	6.29	6.26	6.24	6.22	6.20	66.19	6.17
	0.39	0.62	0.82	1.27	2.18	3.32	4.71	6.35	7.77	10.50	12.72	15.33	18.19	21.29	24.64	28.22	32.05	36.13	40.44	45.00	49.81
7	10.76	12.41	10.74	9.86	8.92	8.45	8.15	7.96	7.81	7.70	7.62	7.54	7.49	7.44	7.40	7.36	7.33	7.30	7.27	7.26	7.24
	0.46	0.71	1.03	1.42	2.40	3.64	5.15	6.93	8.46	11.27	13.83	16.66	19.74	23.10	26.71	30.59	34.73	39.14	43.79	48.73	53.93
8	23.92	15.95	13.28	11.96	10.62	9.95	9.54	9.28	9.07	8.93	8.82	8.72	8.64	8.58	8.52	8.48	8.44	8.40	8.36	8.34	8.31
	0.55	0.80	1.14	1.56	2.61	3.95	5.57	7.48	9.12	12.13	14.88	17.90	21.21	24.81	28.68	32.83	37.25	41.97	46.95	52.23	57.79
9	35.83	20.49	16.28	14.35	12.45	11.55	11.00	10.65	10.38	10.19	10.05	9.92	9.82	9.74	9.67	9.61	9.56	9.51	9.46	9.43	9.40
	0.68	0.91	1.26	1.71	2.83	4.26	5.98	8.01	9.76	12.96	15.88	19.10	22.62	26.42	30.54	34.95	39.66	44.66	49.93	55.55	61.45
10	59.52	26.53	19.88	17.07	14.45	13.25	12.53	12.08	11.74	11.49	11.31	11.15	11.03	10.92	10.83	10.76	10.69	10.63	10.57	10.53	10.49
	0.87	1.03	1.40	1.86	3.05	4.56	6.38	8.53	10.37	13.77	16.85	20.24	23.96	27.99	32.33	36.92	41.95	47.22	52.79	58.71	64.93

h \ d	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	25.42	31.36	37.95	45.15	52.98	61.45	70.54	80.22	90.55	101.53	113.12	125.34	138.19	151.66	165.77	180.49	195.75	211.72	228.32	245.55
2	2.02	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	36.02	44.44	53.74	63.94	75.01	86.97	99.81	113.53	128.17	143.66	160.06	177.31	195.48	214.54	234.43	255.26	276.97	299.58	323.06	347.35
3	3.04	3.03	3.03	3.02	3.02	3.02	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.00	3.00	3.00	3.00
	44.20	54.52	65.69	78.41	91.94	106.61	122.34	139.16	157.07	176.03	196.09	217.25	239.52	262.82	287.21	312.73	339.28	366.96	395.73	425.51
4	4.06	4.06	4.05	4.04	4.03	4.03	4.03	4.02	4.02	4.02	4.02	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01
	51.15	63.06	76.22	90.64	106.30	123.22	141.38	160.80	181.46	203.39	226.55	250.97	276.66	308.44	331.74	361.17	391.89	423.81	456.98	491.47
5	5.10	5.08	5.07	5.06	5.05	5.05	5.04	5.03	5.03	5.03	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.01	5.01	5.01	5.01	5.01
	57.29	70.62	85.34	101.46	118.97	137.88	158.19	179.89	203.00	227.50	253.40	280.72	309.43	339.51	371.04	403.92	438.19	473.95	511.06	549.55
6	6.15	6.12	6.10	6.09	6.08	6.07	6.06	6.05	6.04	6.04	6.03	6.03	6.03	6.02	6.02	6.02	6.02	6.02	6.01	6.01
	62.88	77.49	93.62	111.28	130.46	151.18	173.41	197.20	222.51	249.35	277.71	307.64	399.08	372.03	407.36	442.59	480.17	519.30	559.93	602.12
7	7.20	7.17	7.14	7.12	7.10	7.09	7.08	7.07	7.06	7.05	7.05	7.04	7.04	7.03	7.03	7.03	7.02	7.02	7.02	7.02
	68.06	83.84	101.27	120.35	141.06	163.44	187.47	213.15	240.47	269.46	300.10	332.40	366.37	401.98	439.26	478.19	518.29	561.00	604.91	650.49
8	8.26	8.22	8.18	8.16	8.13	8.12	8.10	8.09	8.08	8.07	8.06	8.05	8.05	8.04	8.04	8.03	8.03	8.03	8.03	8.02
	72.91	89.78	108.41	128.81	150.97	174.89	200.57	228.01	257.23	288.21	320.98	355.21	391.83	429.88	469.70	511.34	554.34	599.89	646.80	695.51
9	9.33	9.28	9.23	9.20	9.17	9.15	9.13	9.11	9.10	9.09	9.08	9.07	9.06	9.05	9.05	9.04	9.04	9.04	9.03	9.03
	77.49	95.38	115.15	136.79	160.29	185.66	212.90	242.01	273.00	305.86	340.60	377.24	415.74	456.10	498.35	542.50	588.52	636.41	686.19	737.83
10	10.41	10.34	10.29	10.25	10.21	10.18	10.16	10.14	10.12	10.11	10.10	10.08	10.08	10.07	10.06	10.05	10.05	10.04	10.04	10.04
	81.85	100.71	121.56	144.37	169.13	195.87	224.58	255.28	287.80	322.58	359.20	397.82	438.41	480.92	525.45	571.99	620.49	670.97	723.43	777.89

续附录 K－1

h \ d	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
12	47.54	29.73	23.85	19.04	17.00	15.84	15.12	14.59	14.22	13.94	13.69	13.51	13.35	13.22	13.11	13.01	12.92	12.83	12.78	12.72
	1.38	1.71	2.20	3.50	5.17	7.18	9.55	11.56	15.31	18.71	22.44	26.52	30.95	35.71	40.82	46.26	52.05	85.16	64.66	71.48
14		46.02	33.30	24.61	21.81	19.52	18.44	17.66	17.12	16.71	16.36	16.10	15.88	15.69	15.53	15.39	15.27	15.14	15.07	14.99
		2.12	2.60	3.98	5.79	7.97	10.54	12.72	16.80	20.49	24.52	28.95	33.74	38.90	44.42	50.33	56.59	63.18	70.22	77.60
16		78.13	47.39	31.55	26.32	23.64	22.08	20.69	20.20	19.65	19.16	18.80	18.50	18.25	18.03	17.84	17.68	17.51	17.41	17.30
		2.77	3.10	4.50	6.43	8.78	11.53	13.86	18.24	22.21	26.54	31.29	36.42	41.96	47.87	54.19	60.89	67.93	75.49	83.38
18			70.64	40.40	32.20	28.28	26.07	24.54	23.50	22.75	22.10	21.62	21.22	20.91	20.61	20.36	20.16	19.93	19.81	19.66
			3.79	5.10	7.11	9.60	12.54	15.00	19.68	23.90	28.50	33.55	39.01	44.91	51.18	57.89	65.02	72.49	80.51	88.89
20				52.08	39.22	33.56	30.49	28.41	27.03	26.04	25.19	24.57	24.06	23.64	23.27	22.96	22.70	22.42	22.26	22.08
				5.79	7.84	10.45	13.55	16.14	21.11	25.57	30.44	35.67	41.54	47.75	54.39	61.48	68.99	76.87	85.34	90.55
22				68.24	47.72	39.60	35.39	32.92	30.81	29.54	28.45	27.66	27.02	26.48	26.03	25.64	25.31	24.96	24.76	24.54
				6.62	8.66	11.35	14.61	17.37	22.53	27.23	32.34	37.95	44.02	50.54	57.52	64.96	72.85	81.11	90.02	99.29
24				92.03	58.25	46.58	40.87	37.22	34.88	33.26	31.88	30.90	30.10	29.43	28.87	28.40	27.99	27.57	27.33	27.05
				7.69	9.56	12.31	15.70	18.47	33.98	28.90	34.23	40.11	46.46	53.29	60.58	68.36	76.61	85.24	94.56	104.26
26					71.63	54.76	47.03	42.26	39.28	37.23	35.51	34.29	33.31	32.50	31.82	31.24	30.75	30.24	29.95	29.62
					10.61	13.35	16.84	19.68	25.44	30.57	36.13	42.25	48.87	55.99	63.59	71.70	80.31	89.27	99.00	109.10
28					89.17	64..46	54.01	47.81	44.03	41.47	39.35	37.86	36.67	35.68	34.86	34.17	33.59	32.98	32.63	32.24
					11.83	14.48	18.04	20.94	26.94	32.27	38.03	44.40	51.28	58.67	66.57	74.99	83.92	93.23	103.34	106.07
30					113.21	76.14	61.98	53.96	49.18	46.01	43.42	41.61	40.17	39.00	38.02	37.20	36.51	35.91	35.38	34.92
					13.33	15.74	19.33	22.23	28.47	34.00	39.96	46.54	53.68	61.34	69.52	78.24	87.50	97.12	108.25	113.82

h \ d	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140
12	12.59	12.50	12.42	12.36	12.30	12.26	12.23	12.20	12.17	12.15	12.13	12.12	12.11	12.10	12.08	12.08	12.07	12.06	12.06	12.05
	90.02	110.71	133.55	158.53	185.67	14.96	246.42	280.04	315.79	353.68	393.85	436.13	480.42	527.18	575.95	626.94	680.07	735.32	792.77	852.45
14	14.81	14.68	4.57	14.49	14.42	14.36	14.31	14.27	14.24	14.21	14.18	14.16	14.15	14.13	14.12	14.11	14.10	14.09	14.08	14.07
	97.70	119.99	144.66	171.66	200.97	232.61	266.59	302.88	341.51	382.48	425.80	471.47	519.51	569.79	622.47	677.54	734.91	794.60	856.62	921.09
16	17.07	16.89	16.75	16.64	16.55	16.47	16.41	16.35	16.31	16.27	16.24	16.21	16.19	16.17	16.15	16.14	16.12	16.11	16.10	16.09
	104.81	128.72	155.36	183.97	215.30	249.18	285.44	324.23	365.52	409.32	455.62	504.44	555.79	609.87	665.83	724.69	786.03	849.83	916.14	985.04
18	19.37	19.14	18.96	18.81	18.69	18.60	18.52	18.45	18.39	18.34	18.30	18.27	18.24	18.21	18.19	18.17	18.16	18.14	18.13	18.12
	111.64	137.01	164.99	195.62	228.58	264.72	302.24	344.38	388.17	434.61	483.72	535.49	589.94	646.94	706.73	769.06	834.11	901.75	972.10	1045.15
20	21.70	21.41	21.19	21.01	20.86	20.74	20.64	20.56	20.48	20.43	20.38	20.33	20.30	20.26	20.24	20.21	20.19	20.17	20.16	20.15
	118.18	144.93	174.44	206.72	241.75	279.55	320.16	363.51	409.65	458.61	510.36	564.91	622.32	682.36	745.30	811.10	879.65	950.94	1025.09	1102.10
22	24.08	23.72	23.44	23.23	23.04	22.90	22.78	22.67	22.59	22.52	22.45	22.40	22.36	22.32	22.28	22.26	22.24	22.21	22.19	22.18
	124.48	153.15	183.50	217.36	254.09	293.74	336.32	381.79	430.17	481.51	535.77	592.09	653.18	716.15	782.12	851.15	923.04	997.79	1075.55	1156.32
24	26.49	26.06	25.73	25.47	25.25	25.07	24.93	24.80	24.70	24.61	24.54	24.48	24.43	24.38	24.34	24.31	24.28	24.25	24.23	24.21
	130.58	159.90	192.23	227.60	265.96	307.37	351.83	399.32	449.86	503.45	560.12	619.88	682.94	748.49	817.39	889.46	964.55	1042.62	1123.82	1208.15
26	28.95	28.44	28.04	27.73	27.47	27.26	27.01	26.95	26.82	26.72	26.64	26.57	26.51	26.45	26.40	26.36	26.33	26.29	26.27	26.25
	136.50	167.02	200.68	237.50	277.43	320.52	366.79	416.21	468.78	542.57	583.55	645.72	711.16	779.57	851.27	926.27	1004.67	1085.67	1170.16	1257.96
28	31.45	30.85	30.38	30.02	29.71	29.47	29.27	29.10	28.96	28.84	28.74	28.66	28.59	28.52	28.46	28.42	28.38	28.34	28.31	28.29
	142.28	173.97	208.89	251.18	288.53	333.24	381.25	432.52	487.08	544.96	606.14	670.66	738.55	809.53	883.91	961.77	1042.83	1127.14	1214.81	1305.92
30	34.00	33.30	32.75	32.33	31.98	91.69	31.46	31.27	31.10	30.97	30.85	30.76	30.68	30.60	30.53	30.49	30.44	30.39	30.36	30.34
	147.93	180.72	216.88	256.43	299.31	345.59	395.28	448.34	504.79	564.75	628.02	674.79	765.05	838.50	915.48	996.07	1079.96	1167.21	1257.95	1350.25

续附录 K－1

h \ d	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
32	90.50	71.17	60.79	54.80	50.89	47.73	45.56	43.84	42.45	41.29	40.32	39.51	38.67	38.20	37.67
	17.16	20.71	23.61	30.04	35.74	41.89	48.70	56.07	63.99	72.44	81.46	91.03	100.97	111.81	123.02
34	108.56	81.89	68.44	60.93	56.14	52.32	49.72	47.68	46.04	44.68	43.55	42.60	41.63	41.08	40.47
	18.80	22.22	25.04	31.68	37.55	43.86	50.88	58.48	66.64	75.36	84.66	94.53	104.75	115.95	127.52
36	131.96	94.54	77.06	67.67	61.81	57.22	54.12	51.71	49.78	48.20	46.89	45.79	44.67	44.04	43.33
	20.72	23.87	26.57	33.39	39.39	45.86	53.08	60.90	69.30	78.27	87.84	98.00	108.51	120.05	131.96
38		109.70	86.84	75.10	67.95	62.44	58.77	55.94	53.69	51.85	50.34	49.08	47.79	47.07	46.26
		25.72	28.21	35.18	41.31	47.91	55.32	63.34	71.97	81.19	91.02	101.45	112.24	124.10	136.34
40		128.21	98.04	83.33	74.63	68.03	63.69	60.39	57.77	55.65	53.91	52.47	50.99	50.18	49.26
		27.81	29.98	37.05	43.29	50.01	57.59	65.81	74.65	81.10	94.19	104.90	115.94	128.13	140.69
45		199.12	134.73	108.43	94.14	83.88	77.39	72.56	68.81	65.82	63.40	61.42	59.41	58.30	57.07
		34.65	35.14	42.26	48.62	55.53	63..48	72.14	81.48	91.48	102.15	113.50	125.15	138.12	151.43
50			192.31	142.86	119.05	103.09	93.46	86.51	81.24	77.10	73.80	71.12	68.45	66.98	65.36
			41.98	48.52	54.68	61.56	69.76	78.76	88.52	99.00	110.21	122.13	134.33	148.05	162.05
55				192.98	151.93	126.87	112.59	102.65	95.31	89.67	85.24	81.69	78.18	76.27	74.17
				56.38	61.76	68.30	76.56	85.81	95.89	106.76	118.43	130.89	143.55	157.98	172.63
60				272.73	197.37	157.07	135.75	121.56	111.40	103.77	97.88	93.23	88.68	86.23	83.57
				67.03	70.40	75.99	84.07	93.37	103.67	114.86	126.91	139.83	152.89	167.98	183.24
65					264.23	196.67	164.35	144.00	139.96	119.69	111.92	105.88	100.05	96.45	93.59
					81.46	85.03	92.51	101.62	111.96	123.35	135.71	149.02	162.40	177.65	193.62

h \ d	36	38	40
70	112.41	108.51	104.32
	172.13	188.44	204.73
75	125.89	121.02	115.83
	182.17	199.01	215.73
80	140.65	134.59	128.21
	192.55	209.87	226.98
85	156.87	149.37	141.55
	203.35	221.09	238.49
90	174.79	165.53	155.98
	214.65	232.74	250.36
95	194.69	183.27	171.64
	266.54	244.90	262.61
100	216.92	202.84	188.68
	236.67	257.64	275.34
105	241.91	224.53	207.31
	252.52	271.07	288.62
110	270.21	248.70	227.74
	266.89	285.28	302.50
115	302.51	275.81	250.27
	282.39	300.43	317.11

h \ d	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140
32	36.59	35.78	35.15	34.66	34.26	33.93	33.67	33.45	33.26	33.10	32.97	32.86	32.78	32.68	32.61	32.55	32.50	32.45	32.40	32.37
	153.47	187.34	224.69	265.53	309.81	357.60	408.91	463.70	522.01	585.23	649.21	718.18	790.77	866.59	946.09	1029.30	1115.96	1206.03	1299.74	1397.14
34	39.23	38.30	37.58	37.02	36.56	36.19	35.89	35.64	35.42	35.25	35.10	34.98	34.88	34.77	34.68	34.62	34.56	34.50	34.46	34.42
	158.89	193.83	232.32	274.42	320.06	369.30	422.19	478.41	538.70	602.45	669.86	740.91	815.72	893.86	975.78	1061.56	1150.86	1243.70	1340.28	1440.65
36	41.42	40.85	40.04	39.41	38.88	38.47	38.13	37.84	37.60	37.40	37.23	37.10	36.90	36.86	36.77	36.70	36.63	36.57	36.51	36.47
	163.26	200.19	239.79	281.12	330.07	380.73	435.15	493.22	555.02	620.59	689.93	763.05	838.98	920.39	1004.67	1092.92	1184.80	1280.32	1379.69	1482.98
38	44.62	43.45	42.53	41.81	41.23	40.76	40.38	40.06	39.78	39.56	39.38	39.22	39.10	38.96	38.86	38.78	38.71	38.63	38.57	38.53
	170.67	206.45	247.13	291.65	339.83	391.91	447.79	507.54	570.93	638.20	709.51	784.61	863.67	946.23	1032.80	1123.48	1217.87	1315.98	1418.07	1524.16
40	47.44	46.08	45.05	44.25	43.59	43.07	42.64	42.28	41.98	41.74	41.53	41.36	41.22	41.07	40.95	40.87	40.78	40.70	40.63	40.58
	174.73	212.62	254.36	300.02	349.49	402.86	460.19	521.37	586.49	655.61	728.63	805.68	886.80	971.47	1060.27	1153.28	1250.11	1350.75	1455.47	1564.32
45	54.64	52.85	51.49	50.45	49.60	48.62	48.37	47.91	47.52	47.21	46.94	46.72	46.55	46.36	46.21	46.10	45.99	45.89	45.80	45.74
	191.66	227.69	271.39	320.34	372.78	429.42	490.12	554.98	623.99	697.25	774.69	856.36	942.39	1032.12	1126.45	1224.90	1327.57	1434.25	1545.29	1660.74
50	62.19	59.88	58.14	56.82	55.74	54.89	54.20	53.62	53.14	52.72	52.41	52.14	51.92	51.68	51.49	51.36	51.23	51.10	50.99	50.92
	200.06	242.37	288.97	339.97	395.18	454.80	518.82	587.12	659.81	736.81	818.56	904.63	995.27	1089.78	1188.94	1292.91	1401.12	1513.51	1630.50	1752.16
55	70.12	67.20	65.01	63.36	62.03	60.97	60.13	59.41	58.82	58.34	57.93	57.60	57.33	57.04	56.81	56.65	56.49	56.33	56.21	56.11
	212.50	256.75	305.57	359.02	416.89	479.34	546.44	618.00	694.19	775.09	860.59	950.82	1045.86	1145.01	1248.85	1357.87	1471.30	1589.12	1711.79	1839.38
60	78.45	74.81	72.12	70.07	68.46	67.17	66.15	65.29	64.57	63.99	63.51	63.11	62.79	62.44	62.16	61.97	61.78	61.59	61.44	61.33
	224.71	270.91	321.83	377.55	437.97	503.14	573.17	647.87	727.86	811.75	901.05	995.28	1094.48	1197.82	1306.33	1420.20	1538.62	1661.62	1789.69	1922.94
65	87.23	82.75	79.46	77.01	75.05	73.50	72.28	71.25	70.40	69.71	69.13	68.66	68.28	67.87	67.55	67.32	67.10	66.87	66.69	66.56
	236.94	284.92	337.82	395.80	458.55	526.31	599.15	676.79	759.47	847.26	940.12	1038.11	1141.38	1248.83	1361.73	1480.15	1630.43	1731.38	1864.63	2003.29

续附录 K－1

h \ d	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140
70	96.47	91.03	87.07	84.14	81.80	79.96	78.52	77.31	76.30	75.50	74.82	74.26	73.82	73.34	72.96	72.70	72.42	72.17	71.97	71.81
	1249.19	298.82	353.63	413.70	478.72	584.95	624.45	704.98	790.68	881.74	978.01	1079.64	1186.78	1298.20	1415.26	1538.20	1665.91	1798.71	1936.96	2080.84
75	106.23	99.67	94.94	91.46	88.71	86.56	84.87	83.45	82.83	81.35	80.56	79.92	79.41	78.84	78.41	78.11	77.80	77.50	77.26	77.08
	261.48	312.69	369.26	431.34	498.53	571.12	649.21	732.44	823.78	915.26	1014.84	1119.97	1230.84	1346.05	1479.21	1594.39	172665	1863.91	2006.95	2155.86
80	116.55	108.70	103.09	99.01	95.79	93.28	91.21	89.69	88.34	87.26	86.36	85.62	85.03	84.39	83.89	83.54	83.20	82.85	82.58	82.37
	273.89	327.75	384.79	448.78	518.05	592.91	673.47	759.33	850.76	947.93	1050.71	1159.23	1273.70	1392.58	1517.57	1648.95	1785.50	1927.18	2074.85	2228.63
85	127.47	118.14	111.55	106.78	103.02	100.15	97.90	96.02	94.48	93.24	92.21	91.37	90.71	89.97	89.41	89.01	88.62	88.23	87.91	87.68
	286.44	340.43	400.27	466.05	537.26	614.25	697.27	785.67	879.81	979.87	1085.75	1197.54	1315.48	1437.90	1566.66	1702.05	1842.76	1988.72	2140.86	2299.35
90	139.06	128.02	120.32	114.80	110.48	107.17	104.59	102.45	100.69	99.29	98.16	97.17	96.41	95.61	94.96	94.51	94.06	93.62	93.27	93.01
	299.17	354.39	415.70	483.24	556.37	635.52	720.70	811.55	908.28	1011.16	1120.03	1234.96	1356.30	1484.92	1614.55	1753.84	1898.56	2048.66	2205.15	2368.22
95	151.37	138.38	129.43	123.06	118.12	114.33	111.40	108.98	106.99	105.42	104.10	103.03	102.18	101.25	100.54	100.04	99.54	99.05	98.66	98.36
	312.13	368.44	431.16	500.16	575.28	656.40	743.80	837.02	936.27	1041.91	1153.68	1271.67	1396.22	1525.37	1661.33	1804.43	1953.02	2107.15	2267.87	2435.37
100	164.47	149.25	138.89	131.58	125.94	121.65	118.34	115.61	113.38	111.61	110.13	108.93	107.99	106.95	106.16	105.60	105.04	104.49	104.06	103.73
	325.35	382.64	446.63	517.36	594.02	677.08	766.62	862.10	963.82	1072.06	1186.56	1307.57	1435.36	1567.72	1703.51	1853.90	2006.27	2164.30	2329.17	2500.93
105	178.45	160.67	148.73	140.37	133.98	129.14	125.41	122.34	119.85	117.87	116.23	114.89	113.71	112.69	111.81	111.19	110.57	109.96	109.48	109.12
	338.90	397.01	462.18	534.35	612.69	697.62	789.19	886.84	990.94	1101.71	1218.98	1342.87	1473.80	1609.24	175197	1902.34	2058.41	2220.22	2389.05	2565.08
110	193.39	172.68	158.96	149.46	142.23	136.78	132.61	129.18	126.41	124.21	122.39	120.91	119.75	118.47	117.50	116.81	116.13	115.46	114.93	114.54
	350.81	411.58	477.82	551.39	631.27	717.95	811.53	911.30	1017.71	1130.95	1280.87	1377.59	1511.49	1649.99	1796.00	1968.84	2109.52	2275.07	2447.80	2628.01
115	209.40	185.33	169.62	158.84	150.70	144.60	139.95	136.13	133.06	130.62	128.61	126.97	125.70	124.29	123.22	122.46	121.72	120.98	120.40	119.97
	367.11	426.39	493.58	568.48	649.80	738.20	833.69	935.49	1044.13	1159.77	1282.26	1411.70	1548.60	1690.04	1839.20	1996.41	2159.70	2328.81	2505.38	2689.58

h \ d	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140
120	226.59	198.68	180.72	168.54	159.40	152.59	147.42	143.20	139.79	137.11	134.89	133.10	131.69	130.15	128.98	128.15	127.33	126.53	125.89	125.42
	381.89	441.48	509.47	585.53	668.29	758.32	855.64	959.47	1070.21	1188.25	1313.19	1445.38	1585.7	1729.41	1881.70	2042.27	2208.90	2381.63	2561.86	2749.99
125	245.10	212.77	192.31	178.57	168.35	160.77	155.04	150.38	146.63	143.68	141.24	139.28	137.74	136.05	134.77	133.87	132.98	132.10	131.41	130.89
	397.17	456.85	525.54	602.68	686.78	778.36	877.46	983.27	1096.05	1216.37	1342.72	1478.52	1621.03	1768.14	1923.42	2087.30	2257.33	2433.44	2617.36	2805.25
130	265.09	227.67	204.40	188.95	177.55	167.14	162.81	157.67	153.56	150.32	147.66	145.51	143.84	142.00	140.60	139.62	138.65	137.70	136.94	136.38
	413.05	472.58	541.81	619.95	705.29	793.63	899.18	1006.78	1121.65	1244.16	1373.92	1511.22	1656.53	1806.39	1964.58	2130.66	2304.95	2484.48	2671.86	2867.56
135	286.75	243.46	217.04	199.70	187.01	177.70	170.72	165.09	160.58	157.05	154.14	151.80	149.98	147.99	146.47	145.40	144.35	143.32	142.50	141.90
	429.59	488.69	558.31	637.34	723.84	818.32	920.76	1030.20	1147.01	1271.70	1403.74	1543.54	1691.52	1844.10	2005.17	2175.34	2351.85	2534.67	2725.57	2925.02
140	310.28	260.22	230.26	210.84	196.74	186.47	178.80	172.63	167.70	163.86	160.70	158.16	156.18	154.02	152.37	151.22	150.09	148.97	148.09	147.43
	446.87	505.23	575.06	654.88	742.43	838.27	942.30	1053.46	1172.16	1298.98	1433.30	1575.45	1726.13	1881.29	2045.16	2218.45	2398.16	2584.15	2778.51	2981.47
145	335.96	278.04	244.11	222.39	206.76	195.44	187.04	180.29	174.93	170.75	167.32	164.57	162.43	160.09	158.31	157.07	155.85	154.65	153.69	152.99
	465.00	522.24	592.11	672.58	761.10	858.19	963.77	1076.58	1197.16	1326.01	1462.52	1607.15	1760.33	1918.00	2084.64	2260.94	2443.74	2636.87	2830.56	3037.17
150	364.08	297.03	258.62	234.38	217.08	204.64	195.44	188.09	182.26	177.73	174.01	171.04	168.73	166.20	164.29	162.95	161.64	160.34	159.32	158.56
	484.06	539.79	609.45	690.47	779.86	878.16	985.17	1099.67	1221.98	1352.48	1491.48	1638.44	1794.14	1954.26	2123.65	2302.88	2488.72	2680.95	2881.94	3091.97
155	395.01	317.30	273.85	246.82	227.71	214.06	204.01	196.02	189.70	184.79	180.78	177.57	175.08	172.37	170.31	168.87	167.46	166.07	164.97	164.16
	504.21	557.90	627.14	708.56	798.73	898.14	1006.54	1122.57	1246.68	1379.45	1520.21	1669.42	1827.59	1990.21	2162.21	2344.34	2533.19	2728.44	2932.59	3146.09
160	429.18	338.98	289.86	259.74	238.66	223.71	212.77	204.08	197.24	191.94	187.62	184.16	181.49	178.57	176.37	174.83	173.31	171.82	170.65	169.78
	525.65	576.65	645.21	726.86	817.21	918.16	1027.92	1146.41	1271.21	1405.88	1548.70	1700.12	1861.74	2025.68	2200.34	2385.35	2577.00	2775.27	2982.65	3199.49
165	467.16	362.24	306.69	273.18	249.96	233.61	221.70	212.29	204.89	199.18	194.53	190.82	187.95	184.82	182.46	180.81	179.19	177.60	176.35	175.42
	548.33	596.11	663.68	745.43	836.84	938.26	1049.27	1168.22	1295.63	1432.15	1576.97	1730.59	1893.57	2060.83	2238,01	2421.04	2620.35	2821.56	3032.05	3252.20

续附录 K－1

h \ d	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140
170	509.59	387.24	324.43	287.16	261.62	243.76	230.82	220.64	212.66	206.51	201.52	197.54	194.46	191.12	188.60	186.83	185.10	183.41	182.07	181.08
	572.69	616.33	681.54	764.27	856.14	958.43	1070.63	1190.98	1319.97	1458.27	1605.06	1760.80	1926.09	2095.66	2275.35	2465.86	2663.21	2867.35	3080.84	3304.25
175	557.32	414.20	343.14	301.72	273.65	254.18	240.14	229.13	220.54	213.94	208.58	204.32	201.03	197.46	194.77	192.89	191.05	189.24	187.82	186.77
	598.90	637.23	702.01	783.40	875.60	978.70	1093.03	1219.68	1344.20	1484.27	1632.92	1790.76	1958.35	2130.13	2312.27	2505.53	2705.67	2912.56	3129.11	3355.76
180	611.41	443.35	362.90	318.90	286.08	264.86	249.65	237.78	228.54	221.46	215.72	211.17	207.66	203.85	200.98	198.98	197.02	195.10	193.59	192.47
	627.30	659.47	721.94	805.40	895.27	999.05	1113.45	1236.37	1368.36	1510.13	1660.63	1820.53	1990.38	2164.32	2348.84	2544.77	2747.62	2957.31	3176.81	3406.59
185		474.97	383.82	332.73	298.92	275.83	259.38	246.58	236.66	229.07	222.95	218.08	214.34	210.29	207.24	205.11	203.03	200.99	199.39	198.20
		682.59	742.46	822.68	915.14	1019.53	1134.94	1259.04	1392.46	1535.86	1688.23	1850.08	2022.14	2198.25	2385.14	2583.67	2789.21	3001.62	3224.04	3456.92
190		509.38	405.98	349.26	312.19	287.10	269.31	255.55	244.91	236.79	230.25	225.07	221.08	216.77	213.53	211.28	209.07	206.90	205.21	203.95
		706.87	763.59	842.87	935.23	1040.15	1156.46	1281.74	1416.52	1561.52	1715.65	1879.49	2053.69	2231.86	2421.07	2622.25	2830.40	3045.43	3270.77	3506.71
195		546.98	429.52	365.94	325.92	298.67	279.47	264.68	253.28	244.61	237.63	232.12	227.88	223.30	219.87	217.48	215.14	212.85	211.05	209.72
		732.50	785.41	863.47	955.47	1060.90	1178.09	1304.43	1440.52	1587.10	1742.93	1908.70	2085.04	2265.23	2455.80	2660.44	2871.19	3088.91	3316.97	3555.97
200		588.24	454.55	384.62	340.14	310.56	289.86	273.97	261.78	252.53	245.10	239.23	234.74	229.89	226.24	223.71	221.24	218.82	216.92	215.52
		759.63	807.98	884.50	976.20	1081.81	1199.77	1327.13	1464.49	1612.59	1770.11	1937.71	2116.19	2298.41	2492.09	2698.28	2911.61	3131.93	3362.78	3604.80
205		633.69	481.22	403.54	354.86	322.78	300.48	283.44	270.41	260.55	252.65	246.42	241.66	236.52	232.66	229.99	227.37	224.82	222.81	221.33
		788.43	831.34	906.00	997.10	1102.89	1221.55	1349.87	1488.44	1637.99	1797.17	1966.62	2147.15	2331.32	2527.19	2735.89	2951.67	3174.58	3403.13	3653.07
210		684.04	509.71	423.39	370.11	335.36	311.34	293.09	279.18	268.68	260.29	253.68	248.64	243.20	239.13	236.30	233.54	230.85	228.73	227.17
		819.15	855.60	928.01	1018.30	1124.17	1243.43	1372.66	1512.38	1663.35	1824.14	1995.38	2177.94	2364.01	2562.09	2773.17	2991.45	3216.87	3453.11	3700.95
215		740.10	540.20	444.21	385.93	348.29	322.46	302.92	288.09	276.92	268.01	261.02	255.68	249.93	245.63	242.65	239.74	236.90	234.68	233.04
		852.05	880.82	950.56	1039.84	1145.64	1265.44	1395.49	1536.33	1688.67	1850.99	2024.04	2208.56	2396.50	2596.68	2810.18	3030.90	3258.75	3497.74	3748.46

注：1　计算公式：$H = h/(1 - \alpha h)$

$$q = K\phi\varepsilon\sqrt{H} = K\mu\sqrt{H}$$

$$\alpha = \frac{0.25}{d + (0.059d)^3}$$

$$K = 0.0125d^2$$

式中　H——喷头前水压（m）；

h——喷水高度（m）；

q——喷水流量（m^3/h）；

K——折算系数；

ϕ——流速系数；

ε——出流断面收缩系数；

μ——流量系数；

α——压力损失系数；

d——喷嘴直径（mm）。

2　为减少射流水柱的分散雾化，数据应在表中粗实线的右侧选用。即在确定喷水高度 h 的条件下，选择表中粗实线右侧的喷嘴直径 d。

3　适用的喷头形式：喷水高度在 50m 以内时，适用于窄角固定单射喷头，对于可调单射喷头，喷水高度和喷水流量应乘以系数 0.95；50m ~ 100m 时，适用于广角固定单射喷头；大于 100m 时，适用于超广角固定单射喷头。

附录 K－2　射流喷头倾斜喷水时的水力计算表

α	C_h	C_L	C_h/C_L	C_1	C_2	α	C_h	C_L	C_h/C_L	C_1	C_2
1	0.0004	0.1014	0.0039	0.0525	0.0489	46	0.6647	2.7927	0.2380	1.4054	1.3873
2	0.0018	0.2085	0.0086	0.1047	0.1038	47	0.6828	2.7795	0.2457	1.3991	1.3804
3	0.0042	0.3154	0.0133	0.1585	0.1569	48	0.7004	2.7612	0.2537	1.3897	1.3715
4	0.0072	0.4162	0.0173	0.2088	0.2074	49	0.7176	2.7393	0.2620	1.3780	1.3613
5	0.0114	0.5208	0.0219	0.2610	0.2598	50	0.7335	2.7125	0.2704	1.3640	1.3485
6	0.0164	0.6235	0.0263	0.3125	0.3111	51	0.7508	2.6859	0.2795	1.3502	1.3357
7	0.0223	0.7257	0.0307	0.3631	0.3626	52	0.7666	2.6407	0.2903	1.3340	1.3067
8	0.0288	0.8214	0.0351	0.4123	0.4091	53	0.7821	2.6193	0.2986	1.3157	1.3036
9	0.0364	0.8803	0.0413	0.4486	0.4317	54	0.7969	2.5812	0.3087	1.2959	1.2853
10	0.0448	1.0225	0.0438	0.5116	0.5110	55	0.8100	2.5407	0.3188	1.2760	1.2647
11	0.0542	1.1179	0.0485	0.5601	0.5578	56	0.8251	2.5031	0.3296	1.2589	1.2442
12	0.0642	1.2149	0.0528	0.6079	0.6070	57	0.8385	2.4480	0.3548	1.2265	1.2215
13	0.0748	1.3075	0.0572	0.6547	0.6528	58	0.8512	2.3976	0.3550	1.2002	1.1974
14	0.0865	1.3994	0.0618	0.7006	0.6988	59	0.8634	2.3447	0.3682	1.1725	1.1722
15	0.0988	1.4894	0.0663	0.7456	0.7438	60	0.8745	2.2906	0.3818	1.1456	1.1450
16	0.1117	1.5766	0.0708	0.7896	0.7870	61	0.8861	2.2303	0.3973	1.1126	1.1177
17	0.1255	1.6625	0.0755	0.8326	0.8299	62	0.8965	2.1696	0.4132	1.0808	1.0888
18	0.1396	1.7448	0.0800	0.8742	0.8706	63	0.9064	2.1066	0.4303	1.0478	1.0588
19	0.1547	1.8261	0.0847	0.9150	0.9111	64	0.9157	2.0409	0.4487	1.0135	1.0274
20	0.1705	1.9026	0.0896	0.9536	0.9490	65	0.9240	1.9523	0.4733	0.9575	0.9948
21	0.1863	1.9792	0.0941	0.9922	0.9870	66	0.9327	1.9031	0.4901	0.9415	0.9621
22	0.2029	2.0517	0.0989	1.0288	1.0229	67	0.9404	1.8316	0.5134	0.9036	0.9280
23	0.2201	2.1195	0.1038	1.0616	1.0579	68	0.9474	1.7575	0.5391	0.8643	0.8932
24	0.2376	2.1884	0.1086	1.0978	1.0906	69	0.9540	1.6842	0.5664	0.8268	0.8574
25	0.2549	2.2537	0.1131	1.1324	1.1213	70	0.9600	1.6071	0.5973	0.7865	0.8206
26	0.2739	2.3259	0.1178	1.1738	1.1521	71	0.9655	1.5298	0.6311	0.7461	0.7837
27	0.2926	2.3705	0.1234	1.1899	1.1806	72	0.9705	1.4504	0.6691	0.7048	0.7456
28	0.3117	2.4249	0.1285	1.2175	1.2074	73	0.9750	1.3703	0.7115	0.6631	0.7072
29	0.3246	2.4638	0.1317	1.2433	1.2205	74	0.9791	1.2890	0.7596	0.6211	0.6679
30	0.3508	2.5139	0.1395	1.2599	1.2540	75	0.9825	1.2068	0.8141	0.5787	0.6281
31	0.3716	2.5773	0.1442	1.2898	1.2875	76	0.9858	1.1245	0.8767	0.5362	0.5883
32	0.3901	2.6079	0.1496	1.3105	1.2974	77	0.9886	1.0415	0.9492	0.4936	0.5479
33	0.4101	2.6447	0.1551	1.3291	1.3156	78	0.9910	0.9580	1.0344	0.4510	0.5070
34	0.4302	2.6785	0.1606	1.3466	1.3319	79	0.9931	0.8744	1.1358	0.4087	0.4657
35	0.4498	2.7104	0.1660	1.3649	1.3455	80	0.9945	0.7910	1.2573	0.3669	0.4241
36	0.4705	2.7345	0.1721	1.3753	1.3592	81	0.9968	0.7077	1.4085	0.3252	0.3825
37	0.4907	2.7571	0.1780	1.3868	1.3703	82	0.9973	0.6259	1.5034	0.2841	0.3418

续附录 K－2

α	C_h	C_L	C_h/C_L	C_1	C_2	α	C_h	C_L	C_h/C_L	C_1	C_2
38	0.5107	2.7759	0.1840	1.3966	1.3793	83	0.9982	0.5422	1.8410	0.2439	0.2983
39	0.5306	2.7909	0.1901	1.4044	1.3865	84	0.9989	0.4600	2.1715	0.2041	0.2559
40	0.5505	2.8011	0.1965	1.4100	1.3911	85	0.9992	0.3874	2.5792	0.1740	0.2134
41	0.5701	2.8100	0.2029	1.4143	1.3957	86	0.9997	0.3150	3.1737	0.1440	0.1710
42	0.5848	2.8209	0.2073	1.4240	1.3969	87	0.9999	0.2212	4.5203	0.0931	0.1281
43	0.6088	2.8142	0.2163	1.4164	1.3978	88	0.9999	0.1452	6.8863	0.0597	0.0855
44	0.6278	2.8071	0.2236	1.4110	1.3961	89	0.9999	0.0712	14.0435	0.0283	0.0429
45	0.6465	2.8001	0.2309	1.4084	1.3917	90	1.0000	0.0000	∞	0.0000	0.0000

注：1　符号意义：α——喷射方向与水平线的夹角（°）；

h_{90}——垂直喷水高度（m）；

h_α——倾斜喷水的最大高度（m）；

L_1——倾斜喷水上升段的水平投影长度（m）；

L_2——倾斜喷水下降段的水平投影长度（m）；

L_a——倾斜喷水时的射程（m），$L_a = L_1 + L_2$；

C_h——喷高系数，$C_h = h_\alpha / h_{90}$；

C_L——射程系数，$C_L = L_\alpha / h_{90}$；

C_h/C_L——喷高射程比，$C_h/C_L = h_\alpha / L_\alpha$；

C_1——上升段系数，$C_1 = L_1 / h_{90}$；

C_2——下降段系数，$C_2 = L_2 / h_{90}$。

2　使用方法举例：

①已知 $h_{90} = 20m$，$\alpha = 40°$，求算 L_α、L_1、L_2 和 h_α。

查附录 K－2：$C_L = L_\alpha / h_{90} = 2.8011$，$\therefore L_\alpha = 56.02m$。

$C_1 = L_1 / h_{90} = 1.4100$，$\therefore L_1 = 28.20m$。

$C_2 = L_2 / h_{90} = 1.3911$，$\therefore L_2 = 27.82m$。

$C_h = h_\alpha / h_{90} = 0.5505$，$\therefore h_\alpha = 11.01m$。

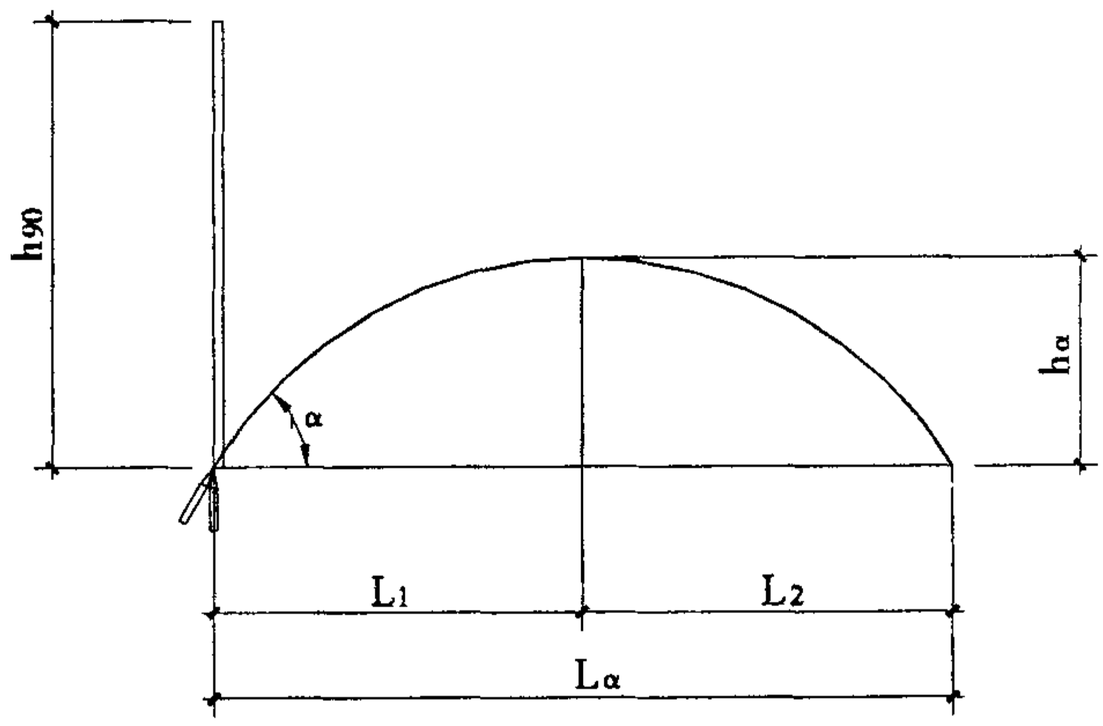
②已知 $h_\alpha = 15m$，$L_\alpha = 30m$，求算 α、d、H 和 q。

$C_h/C_L = h_\alpha / L_a = 0.50$。

查附录 K－2：$\alpha = 66°$，$C_h = h_\alpha / h_{90} = 0.9327$，$\therefore h_{90} = 16.08m$。

查附录 K－1：可选择 $d = 20mm$，$H = 19.65m$，$q = 22.21m^3/h$。

或 $d = 22mm$，$H = 19.16m$，$q = 26.54m^3/h$ 等。



附录 K－3　宽顶堰水力计算表

H (mm)	q [L/(s·m)]	q [m^3/(h·m)]	v (m/s)	h_0 (m)	H (mm)	q [L/(s·m)]	q [m^3/(h·m)]	v (m/s)	h_0 (m)
5	0.58	2.09	0.12	0.20	115	64.07	230.65	0.55	
6	0.76	2.74	0.13	0.25	120	68.30	245.88	0.57	
7	0.96	3.46	0.14	0.35	125	72.61	261.40	0.58	
8	1.18	4.25	0.15	0.45	130	77.01	277.24	0.59	
9	1.40	5.04	0.16	0.50	135	81.50	293.40	0.60	
10	1.64	5.90	0.17	0.60	140	86.07	309.85	0.61	
12	2.16	7.78	0.18	0.75	145	90.72	326.59	0.62	
14	2.72	9.79	0.19	0.90	150	95.45	343.62	0.63	
16	3.33	11.99	0.21	1.15	155	100.26	360.94	0.64	
18	3.97	14.29	0.22	1.30	160	105.15	378.54	0.65	
20	4.65	16.74	0.23	1.40	165	110.12	396.43	0.66	
25	6.49	23.36	0.26	1.80	170	115.16	414.58	0.67	
30	8.54	30.74	0.28	2.20	175	120.28	433.01	0.68	
35	10.76	38.74	0.31	2.60	180	125.47	451.69	0.69	
40	13.14	47.30	0.33	3.00	185	130.74	470.66	0.70	
45	15.68	56.45	0.35	3.40	190	136.07	489.85	0.71	
50	18.37	66.13	0.37	3.70	195	141.48	509.33	0.72	
55	21.19	76.28	0.38	4.10	200	146.95	529.02	0.73	
60	24.15	86.94	0.40	4.50	210	158.11	569.20	0.75	
65	27.23	98.03	0.42	4.90	220	168.61	607.00	0.77	
70	30.43	109.55	0.43	5.30	230	181.23	652.43	0.78	
75	33.75	121.50	0.45	5.70	240	193.18	695.45	0.80	
80	37.18	133.85	0.46	6.10	250	205.38	739.37	0.82	
85	40.72	146.59	0.48	6.50	260	217.82	784.15	0.83	
90	44.36	159.70	0.49	6.90	270	230.51	829.84	0.85	
95	48.11	173.20	0.50	7.30	280	243.43	876.35	0.86	
100	51，96	187.06	0.52	7.70	290	256.59	923.72	0.88	
105	55.90	201.24	0.53	8.10	300	269.97	971.89	0.89	
110	59.94	215.28	0.54	8.50					

注：1　计算公式：$q = 1643H^{3/2}$

$$V = 1.643H^{1/2}$$

式中　q——单宽流量（L/s·m）；

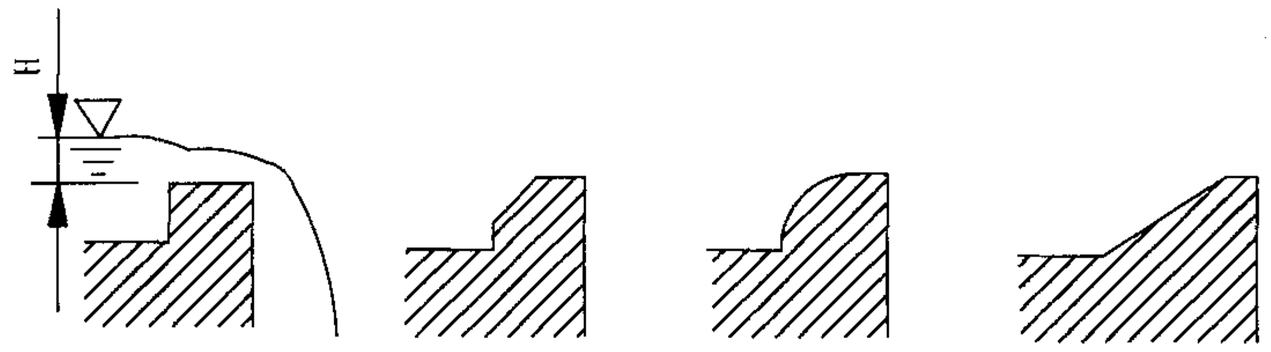
H——不计流速水头的堰上水头（m）；

V——堰上流速（m/s）；

h_0——跌水的连续不破水膜高度（m）。

2　表中数据适用于堰面及边沿较光滑的直角宽顶堰。

3　其他堰形的流量和流速，可根据表中数值乘以系数得到：圆角和斜角宽顶堰乘1.13，坡角宽顶堰在坡角为20°～80°时，乘1.18～1.06。



直角　斜角　圆角　坡角

附录 K－4　薄壁堰水力计算表

H (mm)	q [m^3/（h·m）]	v (m/s)	H (mm)	q [m^3/（h·m）]	v (m/s)
5	2.65	0.15	115	292.10	0.71
6	3.48	0.16	120	311.35	0.72
7	4.39	0.17	125	331.01	0.74
8	5.36	0.19	130	351.07	0.75
9	6.40	0.20	135	371.52	0.76
10	7.49	0.21	140	392.35	0.78
12	9.85	0.23	145	413.56	0.79
14	12.41	0.25	150	435.13	0.81
16	15.16	0.26	155	457.07	0.82
18	18.09	0.28	160	479.36	0.83
20	21.18	0.29	165	502.00	0.85
25	29.61	0.33	170	525.00	0.86
30	38.92	0.36	175	548.33	0.87
35	49.04	0.39	180	571.99	0.88
40	59.92	0.42	185	596.00	0.89
45	71.50	0.44	190	620.31	0.91
50	83.74	0.47	195	644.96	0.92
55	96.61	0.49	200	669.93	0.93
60	110.08	0.51	210	720.79	0.95
65	124.12	0.53	220	772.89	0.98
70	138.72	0.55	230	826.18	1.00
75	153.84	0.57	240	880.64	1.02
80	169.48	0.59	250	936.25	1.04
85	185.61	0.61	260	992.98	1.06
90	202.23	0.62	270	1050.82	1.08
95	219.31	0.64	280	1109.73	1.10
100	236.85	0.66	290	1169.71	1.12
105	254.84	0.67	300	1230.73	1.14
110	273.26	0.69			

注：计算公式：$q = 7490H^{3/2}$

$V = 2.08H^{1/2}$

式中　q——单宽流量（m^3/h. m）；

H——不计流速水头的堰上水头（m）；

V——堰上流速（m/s）。

附录K－5　管嘴水力计算表

H（m）	管嘴直径d（mm）									出口流速v（m/s）
	5	8	10	15	20	25	32	40	50	
0.1	0.023	0.060	0.090	0.20	0.36	0.56	0.92	1.44	2.25	1.15
0.2	0.032	0.082	0.13	0.29	0.51	0.80	1.31	2.04	3.19	1.26
0.3	0.039	0.10	0.16	0.35	0.63	0.98	1.60	2.50	3.91	1.99
0.4	0.045	0.12	0.18	0.41	0.72	1.13	1.85	2.89	4.51	2.29
0.5	0.050	0.13	0.20	0.45	0.81	1.26	2.07	3.23	5.04	2.57
0.6	0.055	0.14	0.22	0.50	0.88	1.38	2.26	3.54	5.53	2.82
0.7	0.060	0.15	0.24	0.53	0.96	1.49	2.45	3.82	5.97	3.04
0.8	0.064	0.16	0.26	0.57	1.02	1.59	2.61	4.08	6.38	3.25
0.9	0.068	0.17	0.27	0.61	1.08	1.69	2.77	4.33	6.77	3.45
1.0	0.071	0.18	0.29	0.64	1.14	1.78	2.92	4.56	7.13	3.63
1.2	0.078	0.20	0.31	0.70	1.25	1.95	3.20	5.00	7.81	3.98
1.4	0.085	0.22	0.34	0.76	1.35	2.11	3.46	5.40	8.44	4.30
1.6	0.090	0.23	0.36	0.81	1.44	2.26	3.70	5.77	9.02	4.59
1.8	0.096	0.25	0.38	0.86	1.53	2.39	3.92	6.13	9.57	4.87
2.0	0.10	0.26	0.40	0.91	1.61	2.52	4.13	6.45	10.09	5.14
2.5	0.11	0.29	0.45	1.06	1.80	2.82	4.62	7.22	11.28	5.74
3.0	0.12	0.32	0.49	1.11	1.98	3.09	5.06	7.91	12.35	6.29
3.5	0.13	0.34	0.53	1.20	2.14	3.34	5.47	8.54	13.34	6.80
4.0	0.14	0.37	0.57	1.28	2.28	3.57	5.84	9.13	14.26	7.26
4.5	0.15	0.39	0.61	1.36	2.42	3.78	6.20	9.68	15.13	7.70
5.0	0.16	0.41	0.64	1.44	2.55	3.99	6.53	10.21	15.95	8.12

注：1　计算公式：$q=0.00285d^2\cdot H^{1/2}$

$V=3.632H^{1/2}$

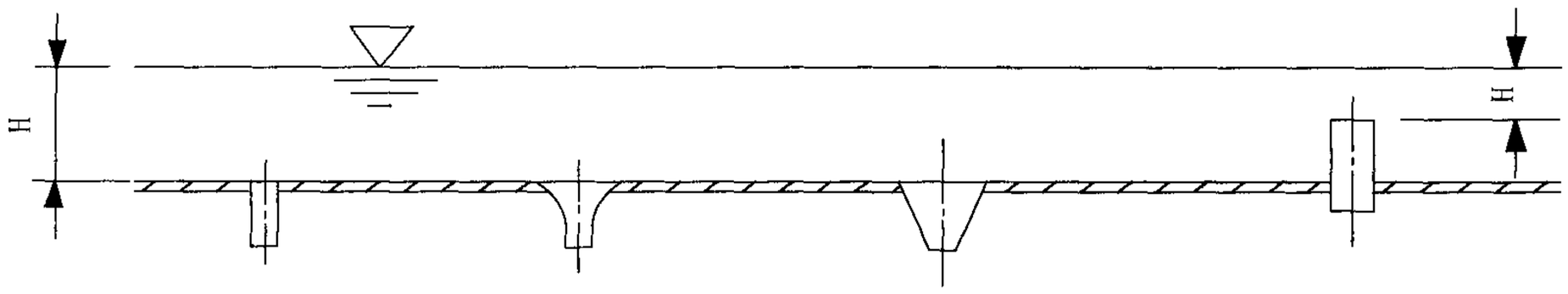
式中　q——直线外管嘴的出流量（L/s），直线外管嘴出流量见上表；

d——管嘴直径（mm）；

H——管嘴前水头（m）；

V——管嘴出口流速（m/s）。

2　其他形式管嘴和孔口的出流量和出口流速，可将表中数值乘以系数得到：直线内管嘴乘0.62，流线外管嘴乘1.23，收缩外管嘴乘1.15，，孔口乘0.75。



直线外管嘴　　流线外管嘴　　收缩外管嘴　　直线内管嘴

附录 L　游泳池水质标准

1　游泳池原水和补充水水质必须符合《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的要求。详见附录 B－1。

2　游泳池池水水质常规检验项目及限值应符合表 1 的规定。

表 1　游泳池池水水质常规检验项目及限值

序号	项　　目	限　　值
1	浑浊度	≤1 NTU
2	pH 值	7.0～7.8
3	尿素	≤3.5 mg/L
4	菌落总数（36±1℃，48 h）	≤200 CFU/mL
5	总大肠菌群（36±1℃，24 h）	每 100 mL 不得检出
6	游离性余氯	0.2 mg/L～1.0 mg/L
7	化合性余氯	≤0.4 mg/L
8	臭氧（采用臭氧消毒时）	≤0.2 mg/m^3 以下（水面上空气中）
9	水温	23℃～30℃

3　游泳池池水水质非常规检验项目及限值应符合表 2 的规定。

表 2　游泳池池水水质非常规检验项目及限值

序号	项　　目	限　　值
1	溶解性总固体（TDS）	≤原水 TDS＋1500 mg/L
2	氧化还原电位（ORP）	≥650 mV
3	氰尿酸	≤150 mg/L
4	三卤甲烷（THM）	≤200 μg/L

4　以上均摘自《游泳池水质标准》CJ 244－2007。

附录 M　农田灌溉水质标准

农田灌溉用水质应符合表 1、表 2 的规定。

表 1　农田灌溉用水水质基本控制项目标准值

序号	项目类别		作物种类		
			水　作	旱　作	疏　菜
1	五日生化需氧量/（mg/L）	≤	60	100	40[a]，15[b]
2	化学需氧量/（mg/L）	≤	150	200	100[a]，60[b]
3	悬浮物/（mg/L）	≤	80	100	60[a]，15[b]
4	阴离子表面活性剂/（mg/L）	≤	5	8	5
5	水温/℃	≤	35		
6	pH		5.5～8.5		
7	全盐量/（mg/L）	≤	1000[c]（非盐碱土地区），2000[c]（盐碱土地区）		
8	氯化物/（mg/L）	≤	350		
9	硫化物/（mg/L）	≤	1		
10	总汞/（mg/L）	≤	0.001		
11	镉/（mg/L）	≤	0.01		
12	总砷/（mg/L）	≤	0.05	0.1	0.05
13	铬（六价）/（mg/L）	≤	0.1		
14	铅/（mg/L）	≤	0.2		
15	粪大肠菌群数/（个/100mL）	≤	4000	4000	2000[a]，1000[b]
16	蛔虫卵数/（个/L）	≤	2		2[a]，1[b]

a　加工、烹调及去皮蔬菜

b　生食类蔬菜、瓜类和草本水果

c　具有一定的水利灌排设施，能保证一定的排水和地下水径流条件的地区，或有一定淡水资源能满足冲洗土体盐分的地区，农田灌溉水质全盐量指标可以适当放宽

表 2　农田灌溉用水水质选择性控制项目标准值

序号	项目类别		作物种类		
			水　作	旱　作	疏　菜
1	铜/（mg/L）	≤	0.5	1	
2	锌/（mg/L）	≤	2		
3	硒/（mg/L）	≤	0.02		
4	氟化物/（mg/L）	≤	2（一般地区），3（高氟区）		
5	氰化物/（mg/L）	≤	0.5		

续附录 M 表 2

序号	项目类别		作物种类		
			水　作	旱　作	蔬　菜
6	石油类/（mg/L）	≤	5	10	1
7	挥发酚/（mg/L）	≤	1		
8	苯/（mg/L）	≤	2.5		
9	三氯乙醛/（mg/L）	≤	1	0.5	0.5
10	丙烯醛/（mg/L）	≤	0.5		
11	硼/（mg/L）	≤	1^{a}（对硼敏感作物），2^{b}（对硼耐受性较强的作物），3^{c}（对硼耐受性强的作物）		

a　对硼敏感作物，如黄瓜、豆类、马铃薯、笋瓜、韭菜、洋葱、柑橘等

b　对硼耐受性较强的作物，如小麦、玉米、青椒、小白菜、葱等

c　对硼耐受性强的作物，如水稻、萝卜、油菜、甘蓝等

注：以上内容均摘自现行国家标准《农田灌溉水质标准》GB 5084－2005。