全国民用建筑工程设计技术措施 2009

建筑产品选用技术
（水 暖 电）

National Technical Measures for Design of Civil Construction

Selected Technologies of Building Products

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

建筑产品选用技术

（水 暖 电）

Selected Technologies of
Building Products

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．建筑产品选用技术．水暖电/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 978-7-80242-471-5

Ⅰ．全… Ⅱ．①住… ②中… Ⅲ．①民用建筑—建筑设计 ②民用建筑—房屋建筑设备 Ⅳ．TU24

中国版本图书馆CIP数据核字（2009）第220332号

全国民用建筑工程设计技术措施
建筑产品选用技术
（水 暖 电）

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 29.75印张 913.32千字
2009年12月第1版 2009年12月第1次印刷

☆

ISBN 978-7-80242-471-5
定价：72.00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　陈远椿
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

《建筑产品选用技术》
（给水排水　暖通空调·燃气　电气）编审名单

编写组负责人：李　军　左亚洲　赵继豪　董宇松
编 写 组 成 员：（按姓氏笔画为序）
丁文铎　井　洁　方晓军　水浩然　王世杰　王冠军　左亚洲
刘　志　刘益萱　吕静刚　孙　巍　朱　然　张　统　张　磊
沈　健　姜文源　赵力军　赵世明　赵　昕　徐　凤　徐志通
郭汝艳　（给水排水）
冯继蓓　左贤龄　石文星　刘　览　严　健　张寒晶　张锡虎
李　军　李晓鹏　杨永慧　肖曰嵘　陈建新　罗文斌　施寸阴
赵继豪　袁代光　诸　秦　郭建雄　曹　阳　童杏生　路　宾
蔡小荣　（暖通空调·燃气）
丁　杰　王少华　王素英　朱立彤　闫　磊　孙成群　汪　猛
张　伟　张路明　张振勇　李　伟　李道本　李炳华　李俊民
李隆浩　杨宇飞　陈烜卓　赵亦宁　姚家祎　郝　刚　钱　祺
黄德明　焦鹤勇　董宇松　谢承鑫　翟华昆　（电气）
审 查 组 成 员：（按姓氏笔画为序）
王真杰　冯旭东　刘文镔　刘晓敏　应明康　肖睿书　杭世珺
郗燕秋　郑克白　贾　苇　黄晓家　（给水排水）
叶　鸣　许佐达　李著萱　林向阳　罗　英　徐洪庆
（暖通空调·燃气）
朱立彤　李雪佩　张路明　胥正祥　（电气）
顾 问 组 成 员：（按姓氏笔画为序）
王真杰　刘屏周　刘栋权　安在宇　何少平　杜克俭　金祖宁

参 编 单 位：中国建筑设计研究院
中国建筑科学研究院
中元国际工程设计研究院
中国航空规划设计研究总院
中国航天建筑设计研究院（集团）
中国电子工程设计院
中国纺织工业设计院
五洲工程设计研究院
核工业第二研究设计院
总装备部工程设计研究总院
总后勤部建筑设计研究院
华东建筑设计研究院有限公司
上海建筑设计院有限公司
广州市设计院
中建国际（深圳）设计顾问有限公司
北京市建筑设计研究院
北京煤气热力工程设计院
中国建筑金属结构协会采暖散热器委员会
中国安装协会
清华大学
北京城市开发集团有限责任公司
北京大成房地产开发公司
北京城建兴华地产有限公司
福建天广消防科技股份有限公司
淄博亚华电子有限公司

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。

《建筑产品选用技术》分册包括“建筑·装修”和“给水排水、暖通空调·燃气、电气”，内容涉及所涵盖专业的常用类别建筑产品以及部分建筑新产品，用于指导工程设计和相关人员正确选用建筑产品。

本分册的修编，继续秉承 2003 年版《建筑产品选用技术》分册的宗旨，对建筑产品选择和应用过程中普遍关注的包括主要技术性能要求、选用要点等内容给予重点阐述，还特别突出了新产品、新技术内容。如隔断、建筑遮阳、防腐木、透水砖、小区生活污水处理设备、建筑中水设施、室内真空排水系统、蓄冰装置、冷热电联供系统、空气热回收装置、建筑设备监控系统、智能家居控制系统、综合布线系统等。

本分册修编由“建筑·装修”、“给水排水”、“暖通空调·燃气”和“电气”4 个专业编写组共同完成。修编工作凝聚了各个领域专家的辛勤劳动，特别吸纳了全国各地读者的宝贵意见和建议，并得到了自 03 版以来全体编写和审查人员的大力支持。编入内容为业内有关人士多年共同研究的成果。在此，特向各有关单位和专家致以真挚的谢意。

本卷《建筑产品选用技术》分册，涵盖“给水排水、暖通空调·燃气、电气”三个专业范畴，编写具体分工如下：

第一部分　给水排水

1　建筑给水设备

1.1　增压给水设备　　水浩然

1.2　建筑给水处理设备　　赵　昕

2　建筑排水设备

2.1　小区生活污水处理设备　　张　统、方晓军

2.2　建筑中水设施　　王冠军

2.3　雨水收集装置　　赵世明、徐志通

2.4　特殊单立管排水系统　　姜文源、朱　然

2.5　真空排水系统　　徐　凤

3　建筑供热水设备

3.1 太阳能热水系统应用技术　　张　磊

4 建筑消防设备
4.1 室内外消火栓及消火栓箱 姜文源、朱 然
4.2 自动喷水灭火系统 姜文源、朱 然
4.3 气体消防灭火系统 郭汝艳
4.4 大空间智能型主动喷水灭火系统 赵力军
4.5 消防炮 王世杰
4.6 细水雾消防技术 刘 志
5 特殊建筑给水排水设备
5.1 喷泉、灌溉设备 丁文铎
6 循环冷却水系统
6.1 冷却塔 沈 健
6.2 循环冷却水处理设备 沈 健
7 管材与管件
7.1 混凝土管 刘益萱
7.2 塑料给水管 左亚洲、吕静刚
7.3 塑料排水管 左亚洲、吕静刚
7.4 复合给水管 左亚洲、吕静刚
8 阀门、仪表
8.1 阀门 姜文源、朱 然
8.2 仪表 孙 巍
第二部分 暖通空调·燃气
1 冷热源设备
1.1 锅炉 左贤龄
1.2 电动压缩式冷水机组 赵继豪
1.3 热泵型冷（热）源装置 张锡虎
1.4 蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组 蔡小荣、赵继豪
1.5 直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组 蔡小荣、赵继豪
1.6 蓄冰装置 刘 览、赵继豪
1.7 换热机组 左贤龄
1.8 冷热电联供系统 冯继蓓
2 供暖设备
2.1 户用燃气供暖设备 赵继豪、杨永慧
2.2 室内散热设备 肖曰嵘、路 宾
3 通风及防排烟设备
3.1 通风机 施寸阴
3.2 室内换气设备 施寸阴
3.3 消防专用通风设备 施寸阴
3.4 引射通风器 施寸阴
3.5 消声器 施寸阴
3.6 风管 严 健、赵继豪、李 军
3.7 防空地下室通风设备 袁代光
4 空调设备
4.1 组合式空调机组 诸 秦
4.2 户用空调机组 陈建新、石文星
4.3 机房专用空调机组 诸 秦、赵继豪
4.4 医用空调机组 诸 秦、赵继豪

4.5 除湿机、加湿器 施寸阴
4.6 空气热回收装置 曹 阳、童杏生、罗文斌
4.7 空调末端装置 曹 阳、郭建雄
4.8 房间空调器 童杏生、赵继豪
5 空气净化设备
5.1 空气过滤器 施寸阴
6 供热、通风和空调辅助设备及管材
6.1 阀 门 李晓鹏、张寒晶、张锡虎
6.2 热量计量仪表 李晓鹏
6.3 管 材 张锡虎
7 室内燃气设备
7.1 室内燃气管道 杨永慧
7.2 燃气阀门 杨永慧
7.3 燃气计量仪表 杨永慧
7.4 燃气安全装置 杨永慧
第三部分 电 气
1 高压配电装置及高压电器
1.1 高压开关柜 姚家祎
1.2 高压断路器 姚家祎
2 低压配电装置及低压电器
2.1 低压成套开关设备 杨宇飞、李俊民、董宇松
2.2 低压断路器、剩余电流保护器 王素英
2.3 接触器、电机起动器 王素英
2.4 隔离器、隔离开关、熔断器组合电器 王素英
3 变压器及电源系统
3.1 配电变压器 谢承鑫
3.2 预装式变电站 丁 杰
3.3 静态交流不停电电源装置（UPS） 黄德明
3.4 柴油发电机组 黄德明
3.5 直流电源成套开关设备 董宇松、陈烜卓、赵亦宁
4 防雷及接地装置
4.1 电涌保护器（SPD） 李炳华
5 照明开关、插座
5.1 照明开关、插头和插座 翟华昆
6 照明装置及调光设备
6.1 照明灯具 汪 猛
7 输、配电器材
7.1 电线、电缆 李道本
7.2 母 线 李道本
7.3 预制分支电力电缆 李道本
7.4 电缆桥架及线槽 张振勇
7.5 电线、电缆配线管材 董宇松、李 伟
8 电气消防及报警装置
8.1 火灾自动报警系统 张路明
9 广播及有线电视系统、同声传译及会议系统
9.1 有线广播系统 钱 祺、陈烜卓
9.2 扩声系统 杨宇飞、董宇松

9.3 有线电视系统　　钱　祺、董宇松、郝　刚
10 建筑设备自动化系统
10.1 建筑设备监控系统　　朱立彤、张振勇、焦鹤勇
10.2 智能家居控制系统　　朱立彤
10.3 照明设施控制系统　　朱立彤、闫　磊
11 安全防范系统
11.1 视频监控系统　　朱立彤
12 通讯网络系统
12.1 程控用户交换机　　孙成群、董宇松、张　伟
12.2 综合布线系统　　朱立彤
12.3 计算机网络设备　　王少华

由于本分册编制涉及的建筑产品类别多、技术更新快，加之时间仓促，编制工作量大，因此涵盖范围与编制深度还很不够，有待于补充和完善，也难免会存在一些缺点和问题，敬请批评指正，以便我们在今后的修订中，不断更新和扩展。本分册修编截止日期为 2009 年 8 月 31 日，对于所引用的相关标准、规范更新情况，以公布的最新版本为准，恕不另行通知。

联系地址：北京海淀区首体南路 9 号
中国建筑标准设计研究院
邮　　编：100048
联系电话：010－68799400
联系人/E-mail：吕静刚（给水排水）/lvjg@chinabuilding.com.cn
罗文斌（暖通空调·燃气）/luowb@chinabuilding.com.cn
陈烜卓（电气）/chenxz@chinabuilding.com.cn
网　　址：www.chinabuilding.com.cn　国家建筑标准设计网

《建筑产品选用技术》分册编写组
二〇〇九年八月

目 录

第一部分 给水排水

1 建筑给水设备 …… (3)

1.1 增压给水设备 …… (3)

1.2 建筑给水处理设备 …… (5)

2 建筑排水设备 …… (8)

2.1 小区生活污水处理设备 …… (8)

2.2 建筑中水设施 …… (17)

2.3 雨水收集装置 …… (21)

2.4 特殊单立管排水系统 …… (34)

2.5 真空排水系统 …… (37)

3 建筑供热水设备 …… (40)

3.1 太阳能热水系统应用技术 …… (40)

4 建筑消防设备 …… (47)

4.1 室内外消火栓及消火栓箱 …… (47)

4.2 自动喷水灭火系统 …… (50)

4.3 气体消防灭火系统 …… (57)

4.4 大空间智能型主动喷水灭火系统 …… (62)

4.5 消防炮 …… (67)

4.6 细水雾消防技术 …… (73)

5 特殊建筑给水排水设备 …… (76)

5.1 喷泉、灌溉设备 …… (76)

6 循环冷却水系统 …… (89)

6.1 冷却塔 …… (89)

6.2 循环冷却水处理设备 …… (93)

7 管材与管件 …… (95)
7.1 混凝土管 …… (95)
7.2 塑料给水管 …… (105)
7.3 塑料排水管 …… (144)
7.4 复合给水管 …… (160)

8 阀门、仪表 …… (168)
8.1 阀门 …… (168)
8.2 仪表 …… (173)

第二部分 暖通空调·燃气

1 冷热源设备 …… (181)
1.1 锅炉 …… (181)
1.2 电动压缩式冷水机组 …… (189)
1.3 热泵型冷(热)源装置 …… (194)
1.4 蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组 …… (198)
1.5 直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组 …… (201)
1.6 蓄冰装置 …… (203)
1.7 换热机组 …… (206)
1.8 冷热电联供系统 …… (209)

2 供暖设备 …… (214)
2.1 户用燃气供暖设备 …… (214)
2.2 室内散热设备 …… (215)

3 通风及防排烟设备 …… (225)
3.1 通风机 …… (225)
3.2 室内换气设备 …… (232)
3.3 消防专用通风设备 …… (235)
3.4 引射通风器 …… (238)
3.5 消声器 …… (238)
3.6 风管 …… (240)
3.7 防空地下室通风设备 …… (246)

4 空调设备 …… (257)
4.1 组合式空调机组 …… (257)
4.2 户用空调机组 …… (259)
4.3 机房专用空调机组 …… (264)
4.4 医用空调机组 …… (267)

4.5　除湿机、加湿器 …… (269)
4.6　空气热回收装置 …… (273)
4.7　空调末端装置 …… (278)
4.8　房间空调器 …… (290)

5　空气净化设备 …… (294)
5.1　空气过滤器 …… (294)

6　供热、通风和空调辅助设备及管材 …… (297)
6.1　阀　　门 …… (297)
6.2　热量计量仪表 …… (308)
6.3　管　　材 …… (312)

7　室内燃气设备 …… (315)
7.1　室内燃气管道 …… (315)
7.2　燃气阀门 …… (317)
7.3　燃气计量仪表 …… (317)
7.4　燃气安全装置 …… (319)

第三部分　电　　气

1　高压配电装置及高压电器 …… (323)
1.1　高压开关柜 …… (323)
1.2　高压断路器 …… (330)

2　低压配电装置及低压电器 …… (336)
2.1　低压成套开关设备 …… (336)
2.2　低压断路器、剩余电流保护器 …… (341)
2.3　接触器、电机起动器 …… (348)
2.4　隔离器、隔离开关、熔断器组合电器 …… (352)

3　变压器及电源系统 …… (358)
3.1　配电变压器 …… (358)
3.2　预装式变电站 …… (361)
3.3　静态交流不停电电源装置(UPS) …… (362)
3.4　柴油发电机组 …… (366)
3.5　直流电源成套开关设备 …… (370)

4　防雷及接地装置 …… (373)
4.1　电涌保护器(SPD) …… (373)

5 照明开关、插座 …… (379)
5.1 照明开关、插头和插座 …… (379)

6 照明装置及调光设备 …… (384)
6.1 照明灯具 …… (384)

7 输、配电器材 …… (389)
7.1 电线、电缆 …… (389)
7.2 母　　线 …… (392)
7.3 预制分支电力电缆 …… (396)
7.4 电缆桥架及线槽 …… (398)
7.5 电线、电缆配线管材 …… (402)

8 电气消防及报警装置 …… (405)
8.1 火灾自动报警系统 …… (405)

9 广播及有线电视系统、同声传译及会议系统 …… (410)
9.1 有线广播系统 …… (410)
9.2 扩声系统 …… (413)
9.3 有线电视系统 …… (417)

10 建筑设备自动化系统 …… (420)
10.1 建筑设备监控系统 …… (420)
10.2 智能家居控制系统 …… (426)
10.3 照明设施控制系统 …… (434)

11 安全防范系统 …… (438)
11.1 视频监控系统 …… (438)

12 通讯网络系统 …… (446)
12.1 程控用户交换机 …… (446)
12.2 综合布线系统 …… (448)
12.3 计算机网络设备 …… (455)

第一部分

给水排水

1 建筑给水设备

1.1 增压给水设备

1.1.1 管网叠压给水设备

1 概述

1）定义：管网叠压给水设备是在设备密闭条件下，从市政供水管网直接抽水，采用叠压原理充分利用市政供水管网的水压，经过工频或变频水泵加压后向用户供水的设备。管网叠压给水设备是国内从二十世纪九十年代后期开发的新型给水设备。与传统给水方式相比，具有防止水质二次污染和节能的特点。

2）分类及组成：管网叠压给水设备按结构型式分为整体箱式和分体式。按水泵台数分为单台式和多台式。按控制方式分为微机控制型、PLC 控制型和智能控制型。按对储水容器（稳流补偿器）的取舍和选择分为通用型、不带稳流补偿器型和带储水箱型。

①通用型：该类设备是由变频调速水泵、稳流补偿器、真空抑制器、控制柜和进水管上的倒流防止器、压力监测仪表等组成。在市政管网正常供水情况下，设备从市政管网直接抽水，通过变频调速泵组向用户输送水。但当市政管网水压能满足用户所需水压时，变频泵组自动停泵，市政自来水通过旁通管直接供给用户使用。当市政管网供水压力小于安全供水限定压力值时或用户用水量过大，使稳流补偿器与大气相通并用完其内的储存水前，变频调速泵组也将自动停泵，从而对市政管网的供水和管网上其它用户起保护作用。稳流补偿器采用不锈钢材质，且是密封的。凡是可能与大气连通的地方必须装有过滤膜，以确保进入稳流补偿器的空气洁净。

②不带稳流补偿器型：这类设备除省略了稳流补偿器外，其它均与通用型相同。它能正常运行的前提是市政管网通过引水管至水泵的供水必须时刻大于用户的最大用水量。设备常采用管中泵来代替普通离心泵以降低噪声。

③带储水箱型：这类设备是在通用型的基础上，带有一个小型储水箱（有时仍设有稳流补偿器）。平时与通用型一样，直接从市政管网抽水，当市政管网短时供水不足或因故障停水时，设备可抽取储水箱内的存水，以保证在一定时间内不间断供水。为保证储水箱内的水质，经程序控制，每天保证用净一次储存水，做到天天补充新水。

3）优缺点

①优点：与普通变频调速给水设备一样，可通过变频器调节水泵转速的方法调节水泵的出水量与水压。采用叠压的原理，充分利用市政管网供水压力，比普通变频调速给水设备更节能。不采用低位水池（水箱）临时储水，从市政管网抽水后直接向用户供水，减少了水的二次污染。省去了储水池（带储水箱型是小型储水箱），比普通变频调速给水设备更节省材料，节约占地。产品采用真空抑制器和压力监控仪表，避免从市政管网直接抽水时产生负压，对市政管网其它用户不产生影响。管理方便，维修简单，可全自动运行。

②缺点：对市政管网供水状况有一定要求，水量不足、水压偏低、管径偏小、供水不稳定地区不宜采用。对用户性质也有一定要求，对用水集中、瞬间用水量过大、不允许停水用户，以及加工、制造、贮存有毒物质、药品等危险化学品的工厂、科研单位和仓库不应使用。该产品要保证正常供水的监控点较多，与普通变频调速给水设备相比，故障率增加，其供水稳定性差，易出现瞬间断水、水表空转、计量不准的现象。

4）适用范围：适用于新建、扩建和改建的城镇居民区和企事业单位生活用水供给。采用该类设备有可能对周边其它用户用水产生严重影响的区域，或市政主管部门认为不宜使用该设备的区域不应采用。

2 选用要点

1）与管网叠压给水设备连接和取水的市政供水管网应水量充裕、水压稳定。设置前应征得地方自来水公司同意。与市政管网接驳点的正常供水水压应由各地供水部门给出，但不应低于0.1MPa（从地面算起）。

2）管网叠压给水设备的吸水管管径应比市政供水管小至少两级或两级以下，或不大于市政供水管管径的1/3。也可参考表1.1.1－1确定。

表1.1.1－1 管网叠压给水设备吸水管管径

市政供水管管径（mm）	150	200	300	400	500
吸水管管径（mm）	≤50	≤80	≤100	≤125	≤150

3）对于将“水池＋水泵＋高位水箱”和“水池＋变频调速水泵”供水方式改造成管网叠压给水设备供水方式时，必须对吸水管管径和过流量进行核算，以避免改造后产生市政供水量经常性小于用户用水量的不正常供水状态。

4）为杜绝管网叠压给水设备使用后，产生针对市政供水管网的污染性事故，在接驳点与给水设备之间必须设置倒流防止器（不能用止回阀代替）。

5）管网叠压给水设备应留有水消毒装置接口。当供水管网水中余氯含量达不到《生活饮用水卫生标准》规定时，应加装水消毒设备。

6）稳流补偿器上所有与外界连通的接口（包括真空抑制器）应装有针对尘粒与微生物的过滤装置。

7）设备与水接触组件、容器、管件和阀门等应选用铜、不锈钢或者耐腐蚀塑料及复合材质，并应取得地方卫生行政部门颁发的卫生许可批件。

8）为达到节能目的，水泵必须在高效区内工作。在非用水高峰期，设备应有利用市政水压经旁通管道向用户直接供水，满足用户用水需求，同时停止运行水泵的功能。

9）当低谷用水量时，且时间持续较长或断续出现时，设备宜配有适合低谷用水量的小泵或气压罐。

10）设备应在稳流补偿器处设置清洗管道和阀门。稳流补偿器为不锈钢材质。卫生指标应符合卫生部《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 17219－1998。

11）设备应有防负压控制系统。设备工作状态应有明显标志，并应有水源无水时停机、泵互为备用、自动切换和巡检等保护功能。设备电机及电气部分应符合电气专业有关要求。

12）设定供水压力调节精度在0.01MPa以内。设备正常运行时，单机功率≤2.2kW的设备噪声应≤55dB(A)；单机功率介于3～15kW的设备噪声应≤75dB(A)。

3 参考价格（见表1.1.1－2）

表1.1.1－2 参考价格

性能参数		配用水泵	参考价格（万元）
供水量 Q（m^3/h）	扬程 H（m）		
10	40	一用一备	约24
20			约26
30			约31
10	60	一用一备	约26
20			约30
30			约32

注：管网叠压（无负压）给水设备包含水泵、稳流补偿器以及控制柜。选用品种多，选择余地大，不同制造商的设备价格有一定差异，表中价格仅供参考。

4 相关标准、规范

《微机控制变频调速给水设备》JG/T 3009－1993。

《管网叠压供水工程技术规程》CECS 221:2007。

《管网叠压供水设备》CJ/T 254－2007。

《无负压给水设备》CJ/T 265－2007。

1.2 建筑给水处理设备

1.2.1 直饮水系统

1 直饮水系统主要设备

直饮水系统主要分为两大类：管道直饮水系统和终端直饮水系统。

管道直饮水系统指原水经过深度净化处理达到标准后，通过管道供给用户直接饮用的供水系统。

终端直饮水系统指直接在用水点终端安装的深度净化处理设备供给用户直接饮用水的系统。

管道直饮水所采用的水处理设备类型见表1.2.1－1。

表1.2.1－1 管道直饮水系统主要设备

处理阶段	名称		性能/主要作用	备注
预处理	砂过滤器		过滤/悬浮物、胶体	—
	活性炭过滤器		过滤、吸附/悬浮物、胶体、有机物	—
	精密过滤器		悬浮物、胶体	—
	离子交换器		Ca^{2+}、Mg^{2+}离子	—
	KDF处理器		氯、重金属离子	—
深度处理	电渗析		分离/非电解质大分子	—
	膜过滤	微滤	过滤/悬浮物、胶体	本节介绍
		超滤	过滤/胶体、细菌	本节介绍
		纳滤	过滤/病毒、盐	本节介绍
		反渗透	过滤/金属离子、盐	本节介绍
消毒处理	臭氧消毒		消毒、氧化/分解有机物	—
	紫外线消毒		消毒	本节介绍
	二氧化氯消毒		消毒	本节介绍
	氯消毒		消毒	—
附属设备	水泵		高卫生要求	—
	管道		不锈钢管、铜管及高卫生要求管材	—
	阀门		高卫生要求	—
	水表		不锈钢等高卫生要求材质	—
	水质调整设备		活化、磁化、矿化	—

2 膜过滤

1） 概述

①定义：膜过滤（膜分离）是利用膜对流体混合物中各组分的选择性渗透而将各组分分离的方法统称。膜分离过程的推动力可以是膜两侧的电位差，也可以是压力差、浓度差及化学位差等。

②分类：一般膜分离过程按照膜对物质的分离范围和分离过程应用的推动力分类，见表1.2.1－2。

4）适用范围：适用于新建、扩建和改建的城镇居民区和企事业单位生活用水供给。采用该类设备有可能对周边其它用户用水产生严重影响的区域，或市政主管部门认为不宜使用该设备的区域不应采用。

2 选用要点

1）与管网叠压给水设备连接和取水的市政供水管网应水量充裕、水压稳定。设置前应征得地方自来水公司同意。与市政管网接驳点的正常供水水压应由各地供水部门给出，但不应低于0.1MPa（从地面算起）。

2）管网叠压给水设备的吸水管管径应比市政供水管小至少两级或两级以下，或不大于市政供水管管径的1/3。也可参考表1.1.1－1确定。

表1.1.1－1 管网叠压给水设备吸水管管径

市政供水管管径（mm）	150	200	300	400	500
吸水管管径（mm）	≤50	≤80	≤100	≤125	≤150

3）对于将“水池＋水泵＋高位水箱”和“水池＋变频调速水泵”供水方式改造成管网叠压给水设备供水方式时，必须对吸水管管径和过流量进行核算，以避免改造后产生市政供水量经常性小于用户用水量的不正常供水状态。

4）为杜绝管网叠压给水设备使用后，产生针对市政供水管网的污染性事故，在接驳点与给水设备之间必须设置倒流防止器（不能用止回阀代替）。

5）管网叠压给水设备应留有水消毒装置接口。当供水管网水中余氯含量达不到《生活饮用水卫生标准》规定时，应加装水消毒设备。

6）稳流补偿器上所有与外界连通的接口（包括真空抑制器）应装有针对尘粒与微生物的过滤装置。

7）设备与水接触组件、容器、管件和阀门等应选用铜、不锈钢或者耐腐蚀塑料及复合材质，并应取得地方卫生行政部门颁发的卫生许可批件。

8）为达到节能目的，水泵必须在高效区内工作。在非用水高峰期，设备应有利用市政水压经旁通管道向用户直接供水，满足用户用水需求，同时停止运行水泵的功能。

9）当低谷用水量时，且时间持续较长或断续出现时，设备宜配有适合低谷用水量的小泵或气压罐。

10）设备应在稳流补偿器处设置清洗管道和阀门。稳流补偿器为不锈钢材质。卫生指标应符合卫生部《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 17219－1998。

11）设备应有防负压控制系统。设备工作状态应有明显标志，并应有水源无水时停机、泵互为备用、自动切换和巡检等保护功能。设备电机及电气部分应符合电气专业有关要求。

12）设定供水压力调节精度在0.01MPa以内。设备正常运行时，单机功率≤2.2kW的设备噪声应≤55dB(A)；单机功率介于3～15kW的设备噪声应≤75dB(A)。

3 参考价格（见表1.1.1－2）

表1.1.1－2 参考价格

性能参数		配用水泵	参考价格（万元）
供水量 Q（m^3/h）	扬程 H（m）		
10	40	一用一备	约24
20			约26
30			约31
10	60	一用一备	约26
20			约30
30			约32

注：管网叠压（无负压）给水设备包含水泵、稳流补偿器以及控制柜。选用品种多，选择余地大，不同制造商的设备价格有一定差异，表中价格仅供参考。

4 相关标准、规范

《微机控制变频调速给水设备》JG/T 3009－1993。

《管网叠压供水工程技术规程》CECS 221:2007。

《管网叠压供水设备》CJ/T 254－2007。

《无负压给水设备》CJ/T 265－2007。

1.2 建筑给水处理设备

1.2.1 直饮水系统

1 直饮水系统主要设备

直饮水系统主要分为两大类：管道直饮水系统和终端直饮水系统。

管道直饮水系统指原水经过深度净化处理达到标准后，通过管道供给用户直接饮用的供水系统。

终端直饮水系统指直接在用水点终端安装的深度净化处理设备供给用户直接饮用水的系统。

管道直饮水所采用的水处理设备类型见表1.2.1－1。

表1.2.1－1 管道直饮水系统主要设备

处理阶段	名称		性能/主要作用	备注
预处理	砂过滤器		过滤/悬浮物、胶体	—
	活性炭过滤器		过滤、吸附/悬浮物、胶体、有机物	—
	精密过滤器		悬浮物、胶体	—
	离子交换器		Ca^{2+}、Mg^{2+}离子	—
	KDF处理器		氯、重金属离子	—
深度处理	电渗析		分离/非电解质大分子	—
	膜过滤	微滤	过滤/悬浮物、胶体	本节介绍
		超滤	过滤/胶体、细菌	本节介绍
		纳滤	过滤/病毒、盐	本节介绍
		反渗透	过滤/金属离子、盐	本节介绍
消毒处理	臭氧消毒		消毒、氧化/分解有机物	—
	紫外线消毒		消毒	本节介绍
	二氧化氯消毒		消毒	本节介绍
	氯消毒		消毒	—
附属设备	水泵		高卫生要求	—
	管道		不锈钢管、铜管及高卫生要求管材	—
	阀门		高卫生要求	—
	水表		不锈钢等高卫生要求材质	—
	水质调整设备		活化、磁化、矿化	—

2 膜过滤

1） 概述

①定义：膜过滤（膜分离）是利用膜对流体混合物中各组分的选择性渗透而将各组分分离的方法统称。膜分离过程的推动力可以是膜两侧的电位差，也可以是压力差、浓度差及化学位差等。

②分类：一般膜分离过程按照膜对物质的分离范围和分离过程应用的推动力分类，见表1.2.1－2。

表 1.2.1－2 膜过滤（膜分离）

过滤级别	孔径	渗透压（MPa）	截留分子量（D）	膜通量（单支）	截留率（Nacl）
微滤（MF）	0.02～10μm	0.05～0.3	悬浮物和胶体	>99%	0
超滤（UF）	1～20nm	0.04～0.4	500～1000000	>99%	0
纳滤（NF）	1～2nm	0.3～1	200～1000	15%～20%	<95%
反渗透（RO）	0.1～1nm	1～10	30～300	15%～20%	>95%

2）技术性能要求：膜过滤主要性能指标包括膜通量（单位时间、单位面积的透过物量）、水通量（单位时间、单位面积的透过水量）、截留率（被分离物质在料液中的浓度与透过液中的浓度差与料液中的浓度之比）、渗透压及截留分子量（截留率为 90% 的物质的分子量）。膜产品应具有高选择性，截留率高。具有尽可能大的透过能力，即膜通量尽量大。具有良好的化学稳定性和物理机械强度。产品质量稳定，经济性高。

3）选用要点：应根据原水水质选择合适过滤级别的膜。反渗透和纳滤必须控制进水水质，膜前应加预过滤装置。饮水系统应有妥善的浓水回收或利用措施。直饮水系统配件和附件必须能够满足膜过滤压力和强度要求。膜组件不应单支设置，应保证系统中膜组件不少于两支。如采用多级膜过滤，每级膜组件也应不少于两支。采用膜过滤系统必须设置相应的机械或化学膜清洗装置。国内目前尚无膜过滤材料的相关标准。

4）施工安装要点

①膜组件安装必须严格按照组件的水流方向，不得反向安装。膜过滤组件进出口应安装压力表。

②安装膜组件时应注意保持场地、环境清洁，防止灰尘、杂质进入膜组件。

③膜组件和连接膜组件的管道应稳固固定，不得使膜组件承担管道及附件的重量和固定作用。

④膜组件的安装应便于拆卸检修和维护，所有管道连接处不得使用影响水质卫生的材料。

5）参考价格（表 1.2.1－3）

表 1.2.1－3 膜材料参考价格

膜类型	微滤（<2μm）	超滤	纳滤（4040）	反渗透（4040）
单位	元/m^2	元/m^2	元/支	元/支
高档：	¥2500.00	¥10000.00	¥2200.00	¥2000.00
中档：	¥1500.00	¥4000.00	¥1800.00	¥1600.00
低挡：	¥600.00	¥600.00	¥1400.00	¥1300.00

3 紫外线发生器

1）概述

①定义：利用高强度紫外线杀菌灯照射，破坏细菌和病毒的 DNA 等内部结构，杀灭水中病原微生物的消毒装置。

②分类：按紫外线的波段分为 A、B、C、D 四个波段，饮用水消毒可采用 C 波段和全波段的紫外线发生器。按紫外线灯管的电源电压分为低压、中压和高压三种类型。

③适用范围：民用领域一般采用低压和中压紫外线灯管。对原水的要求是浊度≤5 度，色度≤15 度，总 Fe≤0.3mg/L，锰≤0.05mg/L，水温为 5～60℃。对环境的要求是温度应为 5～40℃，湿度≤90%（25℃）。

2）技术性能要求

①低压紫外线发生器的性能指标包括灯管辐射强度[（μW·s）/cm^2]、流量（m^3/h）、工作压力（MPa）、功率（kW）、使用寿命（h）。其中对于 30W 新灯管要求距其 1m 的辐射强度应≥90（μW·s）/cm^2，起始工作辐射强度应>12000（μW·s）/cm^2。

②中压紫外线发生器性能指标要求紫外线剂量应 >42mJ/cm^2，设备承压应≥0.10MPa，应有灯管工作状态指示、温度及流量显示等监控措施，并应有不可调节的在线强度监测装置及采用湿式探头。

3）选用要点

①紫外线消毒是瞬间消毒，不能起到长效消毒作用，建议和长效消毒措施结合使用。

②低压紫外线发生器应按一用一备选用。中压紫外线发生器宜配备在线清洗装置。

③必须控制进水水质，原水不能达到水质要求时应加预处理措施。

④低压紫外线灯管寿命应大于8000h，中压紫外线灯管寿命应大于9000h。

⑤紫外线发生器的外壳应采用304或316不锈钢。

⑥紫外线发生器应配有完善的强度检测和电气控制设备。

4）施工安装要点

①不应将紫外线发生器安装在紧靠水泵的出水管上，防止停泵水锤损坏石英玻璃管和灯管。应将紫外线发生器安装在过滤设备之后。

②紫外线发生器应严格按照进出水方向安装，应保证水流方向与灯管长度方向平行。

③紫外线发生器应有高出建筑地面的基础，基础高出地面不应小于100mm。

④紫外线发生器及其连接管道和阀门应稳固固定，不得使紫外线发生器承担管道及附件的重量。

⑤紫外线发生器的安装应便于拆卸检修和维护，所有管道连接处不得使用影响水质卫生的材料。

5）参考价格（表1.2.1-4，以处理水流量30m^3/h的紫外线消毒器为例）

表1.2.1-4 参考价格（元/台）

名称	高档	中档	低档
低压紫外线发生器	50000.00	30000.00	15000.00
中压紫外线发生器	150000.00	125000.00	100000.00

6）低压紫外线消毒器相关标准

《城市给排水紫外线消毒设备》GB/T 19837-2005。

《生活饮用水紫外线消毒器》CJ/T 204-2000。

4 二氧化氯发生器

1）概述：

①定义：二氧化氯发生器是用化学或电解方法产生二氧化氯气体或水溶液，对水进行消毒的设备。

②分类：二氧化氯发生器分电解法和化学法两种。建议用亚氯酸钠、氯酸钠和盐酸反应的化学方法。

③使用要求：二氧化氯应现场制备、负压投加。二氧化氯发生器的原料中不应有危害水质卫生的杂质。对环境的要求是温度为0~40℃，湿度≤90%（25℃）。

2）技术性能要求：主要性能指标包括产量（g/h）、浓度（mg/L）、使用寿命（h）、水源压力（MPa）、功率（kW）、流量（m^3/h）及纯度。二氧化氯发生器产生的二氧化氯纯度应≥95%。

3）选用要点：二氧化氯发生器可不设备用，且应具有安全防爆措施和自动保护功能。二氧化氯发生器的出口亚氯酸盐浓度应<0.05mg/L，氯酸盐浓度应<0.6mg/L。

4）施工安装要点：安装二氧化氯发生器的场所应有良好的通风设施。二氧化氯发生器应有高出建筑地面的基础，基础高出地面应≥100mm。二氧化氯发生器及其连接管道和阀门应稳固固定。所有管道连接处不得使用影响水质卫生的材料。

5）参考价格（以100g/h的化学法二氧化氯发生器为例）：高档：65000元/台；中档：35000元/台；低档：25000元/台。

6）相关标准

《环境保护产品技术要求 化学法二氧化氯消毒剂发生器》HJ/T 272-2006。

《化学法复合二氧化氯发生器》GB/T 20621-2006。

2 建筑排水设备

2.1 小区生活污水处理设备

2.1.1 格栅

1 概述

1）定义：格栅是由一组（或多组）相平行的金属栅条和框架组成，倾斜或垂直安装在进水的渠道里，或进水泵站集水井的进口处，用于拦截污水中悬浮和漂浮固形物的污水预处理设备。

2）产品分类：格栅种类及分类方式很多，总体可分为格栅机和筛网两大类。格栅机适用于尺寸较大、悬浮物浓度较高污水，筛网适用于含有尺寸细小、比重轻及低悬浮物浓度的污水。常用格栅机类型有：臂式、弧形格栅机、链式格栅机、阶梯式格栅机、钢绳式格栅机、回转式格栅机等。小区污水处理中通常使用回转式格栅机。

3）格栅机通用技术要求

①格栅机在运行过程中，齿耙、传动机构等运动部件应运转灵活、平稳，无卡滞、无碰撞、无梗阻、无异声等现象，整机运行平稳可靠。

②在正常工况条件下，格栅机平均无故障运行时间应不少于 2000h，正常工作寿命应不少于 15 年。

③设备的控制方式分为手动控制、自动控制两种运行方式，其中自动控制方式分定时、液位差控制两种方式。

④设备应设置机械过载保护装置和电气过载保护装置，并应设置报警系统。

⑤运行噪声不应大于 80dB(A)。

2 回转式格栅机技术性能要求

选用回转式格栅机时，需要控制有效深度（沟深）、有效宽度（栅宽）、栅条间隙、安装角度、排渣高度及水质等技术指标。回转式格栅机基本性能参数见表 2.1.1－1。

表 2.1.1－1 回转式格栅机基本性能参数

项目	系列
机宽（mm）	300、400、500、600、700、800、900、1000、1200、1500 等
栅隙（mm）	3、5、10、20、30、40、50
安装倾角（°）	60°～80°（机械式格栅 45°～75°）
齿耙运行线速度（m/min）	1.5～3.5
沟深范围（m）	0.8～8

3 选用要点

1）栅条间隙根据污水种类、流量、代表性杂物种类和大小来确定，一般选取范围为：机械清栅（3～25mm），人工清栅（25～50mm），筛网（0.1～2mm）。

2）在中小型污水站，应设置两道机械格栅：第一道为粗格栅（10～40mm），第二道为细格栅（3～10mm）。在小污水站，设置一道格栅即可，栅条间隙应为 3～15mm。

3）过栅流速：污水在栅前渠道内流速应控制在 0.4～0.9m/s，经过格栅时流速应为 0.6～1.0m/s。过栅水头损失与过栅流速相关，一般应控制在 0.1～0.3m 之间。栅后渠底应比栅前相应降低 0.1～

0.3m。

4）格栅有效过水面积按流速0.6～1.0m/s计算，但总宽度不小于进水管渠宽度的1.2倍，格栅倾角应为45°～75°，如果为人工格栅则采用安装角度30°～60°。

5）根据进水水质、水深可以确定格栅的材质、种类。格栅的耙齿、链节长时间浸泡在水中，为了防止腐蚀生锈，一般选用高强度塑料或不锈钢制成，其链轴也应采用不锈钢。

6）根据流量、过栅流速、安装角度、栅条间隙等可以计算出格栅的宽度。

4 施工安装要点

1）格栅机安装前应配合土建做好基础和预埋件，并牢固安装于基础上。

2）格栅机应定位准确。安装角度偏差应符合产品随机技术文件规定。各机架的连接应牢固。

3）格栅机安装完毕后，其两侧与沟渠壁间隙宜小于格栅栅条间隙。

4）格栅必须设置工作台，台面应高出栅前最高水位0.5m，台上应设安全和冲洗设施。工作台两侧过道宽度不应小于0.7m。台正面宽度，当采用人工清渣时，不应小于1.2m，当采用机械清渣时，不应小于1.5m。

5）格栅间应设置机械通风设施，常用轴流排风扇。如果污水中含有有毒气体则格栅间应设置有毒有害气体的检测与报警系统。中小型格栅间应安装吊运设备，便于设备检修和栅渣的日常清除。

5 参考价格

根据格栅机的栅宽、安装渠深、栅条间隙、设备材质等不同，其价格也不同，不同厂家的产品价格也相差较大。回转式格栅机大致价格范围见表2.1.1－2。

表2.1.1－2 回转式格栅机参考价格范围

规格型号	栅宽（mm）	间隙范围（mm）	价格范围（万元）	
			沟深1m	沟深2m
HF300	300	3～10	2.5～3.0	3.5～4.5
HF400	400	3～10	3.0～4.0	4.4～5.6
HF500	500	3～10	3.6～4.8	5.5～6.6
HF600	600	3～10	4.2～5.5	6.5～7.6
HF700	700	3～10	4.8～6.1	7.4～8.5
HF800	800	3～10	5.4～6.8	8.4～9.5
HF900	900	3～10	6.0～7.6	9.4～10.5
HF1000	1000	3～10	6.5～8.4	10.5～11.5

6 相关标准、规范

《环境保护产品技术要求 格栅除污机》HJ/T 262－2006。

《环境保护产品技术要求 旋转式细格栅》HJ/T 250－2006。

《室外排水设计规范》GB 50014－2006。

2.1.2 曝气设备

1 概述

1）定义：曝气设备是用于给生化处理单元提供氧气（空气）的设备。

2）分类：小区污水曝气设备主要有鼓风机和曝气机两大类。鼓风机的类型主要有：回转式鼓风机、罗茨鼓风机等。曝气机为水下曝气机。水下曝气机类型主要有：水下射流曝气机和自吸式曝气机。小区污水处理曝气设备特点见表2.1.2－1。

2 技术性能要求

表 2.1.2-1 小区污水处理曝气设备特点

设备类型	优缺点	适应范围	主要类型	分类特点
鼓风机	氧气利用率高，能耗小；但噪声较大、需要安装房间和配套曝气设施	需曝气量较大的处理站	回转式鼓风机	风量和风压小，噪声略低
			罗茨鼓风机	风量大、噪声大
水下曝气机	噪声低、不需安装房间和配套曝气设施、维修方便；但设备数量多，控制点多，氧利用率较低	安装空间小，噪声要求高的处理站	水下射流曝气机	搅拌激烈，不适用生物膜法
			自吸式曝气机	搅拌均匀，投资略高

1）鼓风机

①当进气温度不高于 40℃，空气中微粒含量不大于 100mg/m^3 的情况下，最大粒径应不大于鼓风机气缸内各相对运动部件最小工作间隙的一半。

②鼓风机累计无故障运行时间应不少于 6000h。

③鼓风机、驱动机及其附属设备，在规定工作条件下，其设计寿命应不少于 15 年（易损件除外）。

④罗茨鼓风机型号较多，小区常用产品口径范围约 40～500mm，风量范围约 0.6～450m^3/min，风压范围 0.1～0.8kg/cm^2。

⑤回转式风机常用产品口径范围约 20～80mm，风量范围约 0.25～5.5m^3/min，风压范围 0.1～0.5kg/cm^2。

⑥压缩机应采用其风量、风压适用于小区生活污水处理的压缩机类型。

2）水下曝气机

①射流曝气机气水比应 >1。

②产品标准测试工况下，射流曝气机氧转移效率应≥20%，理论动力效率应≥2.0kg/(kW·h)。

③射流曝气机工作寿命应不少于 8 年。

④射流曝气机运行噪声应不大于 80dB(A)。

3 选用要点

1）根据总体工艺设计，选择确定曝气方式和曝气设备类型。

2）根据污水水质、处理要求、曝气池容积等计算需氧量（或空气量）。需氧量计算时应考虑维持曝气池混和液有 2～3mg/L 的溶解氧量。

3）选择鼓风曝气方式时，主要考虑以下因素：

①根据曝气池水深、空气管道布置、曝气器形式及水头损失等计算出所需风压。风压计算应考虑系统阻力和运行后的阻力增加等因素。

②根据计算的风量、风压，考虑电机功率，对应设备技术性能指标，选择合适的风机型号和数量。风机至少应有 1 台备用。

③宜设置成多台风机的配置，当仅有一台风机时，应设置成变频，以便可根据需要调节供给空气量。

④配套的空气扩散装置（曝气器）应具有较小的阻力损失和氧转移利用率，同时应性能稳定、故障少、耐腐蚀。

4）选择水下曝气机时，主要考虑以下因素：

①根据系统需氧量及设备传氧速率，求出需要的总功率。

②根据设置深度和曝气机的功率特性曲线选择合适的机型。

③根据需要的总功率及合适的机型群，得到几种不同的组合，再根据水池形状，选出最优组合。

④根据水质，选定曝气机材质及轴封型式。

4 施工安装要点

1）鼓风机

①鼓风机机组的布置和通道宽度，应满足机电设备安装、运行和操作要求。

②土建施工时应根据设备要求做好基础和预埋，鼓风机基础与鼓风机房应采用分离式基础。

③设备安装应牢固，按要求安装配套的隔振、消声等设施。

④风机与输气管道连接处，宜设置柔性连接管。输气立管进入曝气池宜高出水面0.5m，管道上需设置控制阀。

⑤宜设置单独的风机房，门、窗等需采取隔音措施。

2）水下曝气机

①土建施工时应根据设备要求做好基础和预埋，处理池应预留设备安装、维修设施。

②设备安装应牢固，应按要求安装配套的隔振、消声等设施。

5 参考价格（表2.1.2-2）

表2.1.2-2 曝气设备参考价格范围

罗茨鼓鼓风机	出口口径	*DN*40	*DN*50	*DN*65	*DN*80	*DN*100
	价格范围（万元）	1.4～1.7	1.6～1.9	1.8～2.1	2.3～2.7	2.8～3.3
回转式鼓风机	空气量（m^3/min）	0.28～0.31	0.31～0.35	0.38～0.42	0.59～0.66	0.67～0.80
	价格范围（万元）	0.56	0.63	0.7	0.84	0.87
射流曝气机	供氧量（kgO^2/h）	0.35～0.45	1.0～1.2	1.75～1.95	3.5～3.95	5.3～5.9
	价格范围（万元）	0.55～0.7	0.7～0.9	0.8～1.0	1.1～1.4	1.5～1.9
圆盘式曝气机	供氧量（kgO^2/h）	1～2	2～3	3～5	5～7	7～13
	价格范围（万元）	1.0～1.2	1.2～1.4	1.5～1.7	2.2～2.8	2.6～3.2

注：罗茨鼓风机的同一出口口径可以配套多种电机，其风量也不同，但价格差别不大。

6 相关标准、规范

《环境保护产品技术要求　罗茨鼓风机》HJ/T 251－2006。

《环境保护产品技术要求　鼓风式潜水曝气机》HJ/T 260－2006。

《环境保护产品技术要求　射流曝气器》HJ/T 263－2006。

《室外排水设计规范》GB 50014－2006。

2.1.3 滗水设备

1 概述

滗水器是SBR等间歇式生化法处理污水的关键设备。其作用是排出间歇（周期）运行的曝气池静沉后的上清液。

国内目前开发研究出多种形式的滗水器，主要有固定式、升降式。其中固定式分为虹吸式和旋转式，升降式分为浮筒式和提升式等。不同形式滗水器的特点见表2.1.3-1。

表2.1.3-1 滗水器特点

类型	主要组成	主要特点
旋转式	滗水堰、软管、推动杆、驱动电机	排水水质好、排水量大，产品成熟可靠，但价格较高，安装空间大。
虹吸式	吸水短管、U型虹吸排水管、控制阀	设备运行稳定、价格较低，排水深度大，但出水水质较差。
浮筒式（重力式）	浮筒、堰口、连接软管、控制阀	排水水质好、排水量大，但设备运行故障率高。
提升式（套筒式）	吸水装置、排水泵、软管	运行稳定，排水高度可变，但能耗大、排水量较小。

2 技术性能要求

1）堰口、载体管道等与水接触的部件应采用耐腐蚀的材料。

2）驱动装置应能满足滗水器的动作要求。动作应灵活，不得有卡阻现象。

3）电控系统应有自控保护功能。

4）在正常工况条件下，滗水器连续正常运行时间应不少于 12 个月。设计寿命不少于 15 年。

5）滗水器排水量不得低于标定值。

6）运行的控制方式应采用程序控制或智能控制。

7）滗水器运行噪声不大于 75dB(A)。

3 选用要点

1）根据工艺高程、水池结构形式、排水要求、安装要求等选择合适的滗水器形式。

2）根据工艺运行周期、排水水位、池体宽度等计算排水量。

3）根据排水量和排水宽度选择对应的滗水器型号。

4 施工安装要点

1）根据选用产品安装要求，安装前应配合土建做好基础和预埋件。

2）安装时应保证设备在基础上安装牢固。

3）注意各部件的安装与连接应顺畅省力，不得变形强力连接。

4）设备周围应预留安装检修空间，地下安装时应预留安装洞和检修孔。

5）集中控制柜尽可能安放在水处理厂的中心控制室内，电控柜要求有效接地。室内环境应整洁，且便于设备维护。

5 参考价格：不同类型的滗水器价格差别较大，同一类型滗水器价格主要和排水量相关。滗水器参考价格范围见表 2.1.3－2。

表 2.1.3－2 滗水器参考价格范围

排水量（m^3/h）		80	120	180	240	360	600
价格（万元）	旋转式	4.5～5.5	5.0～6.0	5.5～6.5	6.0～7.0	6.5～7.5	8.0～9.0
	虹吸式	1.5～2.0	1.8～2.4	2.2～2.8	2.6～3.2	3.0～3.5	3.5～4.0
	浮筒式	2.5～3.0	3.0～3.5	3.5～4.0	4.0～4.5	5.0～5.5	6.5～7.0
	提升式	1.8～2.4	2.0～2.6	2.4～3.2	/	/	/

注：滗水器大多为非标产品，需根据工艺要求定制，价格变动较大。

6 相关标准

《环境保护产品技术要求　旋转式滗水器》HJ/T 277－2006。

《旋转式滗水器》CJ/T 176－2007。

2.1.4 填料

1 概述

1）定义：填料是生物膜法污水处理工艺中，用于微生物附着生长的载体。

2）分类

①根据其使用状态可以分为悬浮式填料和悬挂式填料两大类。悬浮式填料指使用时在被处理水体中处于悬浮、流化状态的填料；悬挂式填料是指安装时把填料两端分别拴扎在各种类型支架上使用的填料。

②按形状可以分为蜂窝状、束状、筒状、列管状、波纹状、板状、网状、盾状、圆环辐射状以及不规则粒状等。

③按性状可以分为硬性、软性、半软性及弹性等。

④按材质可以分为塑料、玻璃钢、纤维、陶瓷及金属等。

2 技术性能要求

1）通用技术要求

①水力特性：要求比表面积大、空隙率高、水流畅通、阻力小、流速均一。

②生物膜附着性：有一定的生物膜附着性能。在物理方面主要是填料的外观形状，应当形状规则、尺寸均一（不规则粒状填料和软性纤维状填料除外），表面粗糙度较大。同时还与微生物和填料表面的静电作用有关，微生物多带负电，填料表面电位愈高，附着性也愈强。此外，微生物为亲水的极性物质，因此在亲水性填料表面易于附着生物膜。在生化反应过程中，老化污泥应易于脱落。

③化学与生物稳定性：要求经久耐用，不产生有害物质，不导致产生二次污染。

④经济性：要求价格便宜、货源广，便于运输和安装。

⑤使用寿命：应保证5年以上连续使用，且填料结构损坏率不超过5%。

⑥需定期反冲洗。

2）蜂窝状填料

①蜂窝状填料的材质为玻璃钢及塑料，其主要特性为：

a 比表面积大，（133～360m^2/m^3，根据内切圆直径而定）。

b 空隙率高（97%～98%），质轻但强度高，堆积高度可达4～5m。

c 管壁光滑无死角，衰老生物膜易于脱落等。

②蜂窝状填料的主要缺点

a 如选定的蜂窝孔径与BOD_5负荷率不相适应，生物膜的生长与脱落失去平衡，填料易堵塞。

b 如采用的曝气方式不适宜时，蜂窝管内的流速难以均匀。

因此选定的蜂窝孔径应与BOD_5负荷率相适应，应用全面曝气方式并采取分层充填措施，在二层之间留有200～300mm的间隙，每层高1.0m，使水流在层间再次分配，形成横流与紊流，使水流得到均匀分布，并防止中下部填料因受压而变形。

玻璃钢蜂窝填料主要技术参数见表2.1.4－1。

表2.1.4－1 玻璃钢蜂窝填料主要技术参数

孔径(mm)	密度（kg/m^3）	壁厚(mm)	比表面积（m^2/m^3）	空隙率（%）	适用的进水BOD_5（mg/L）	块体规格（mm）
19	40～42	0.2	208	98.4	<100	700×500×500
25	31～33		158	98.7	100～200	800×800×230
32	24～26		139	98.9	200～300	1000×500×500
36	23～25		110	99.1	300～400	800×500×200

3）波纹板状填料

波纹板状填料用硬聚氯乙烯平板和波纹板相隔粘接而成，其规格和主要性能见表2.1.4－2。

这种填料孔径大，不易堵塞，结构简单，便于运输、安装、可单片保存，现场粘合。该类填料还具有质量轻、强度高、防腐蚀性能好的特点。其主要缺点是难以得到均一的流速。

表2.1.4－2 波纹板状填料规格和主要性能

型号	材质	比表面积（m^2/m^3）	空隙率（%）	密度（kg/m^3）	梯形断面孔径（mm）	规格（mm）
立波－1型	硬聚氯乙烯	113	>96	50	50×100	1600×800×50
立波－1型		150	>93	60	40×85	1600×800×40
立波－1型		198	>90	70	30×65	1600×800×30

4）改型软性填料

也称软性纤维状填料，具有比表面积大，利用率高、空隙可变不堵塞、重量轻、强度高、性能稳定、运输方便、组装容易等优点，近年来已被广泛应用于印染、丝绸毛纺、食品、制药、石油化工、造

纸、麻纺、医院、含氰等废水处理中。

经改型后产品已发展成第二型（包括 A2、B2、C2、D2、E2、F2 型）、第三型（包括 A3、B3、C3、D3、E3、F3 型）系列产品。具体性能参数见表 2.1.4－3、表 2.1.4－4、表 2.1.4－5。

表 2.1.4－3 第一型软性填料产品规格

项目	A1	B1	C1	D1	E1	F1
纤维束长度（mm）	60	80	100	120	140	160
束间距离（mm）	30	40	50	60	70	80
安装距离（mm）	60	80	100	120	140	140
纤维束量（束/m）	9259	3906	2000	1157	729	488
密度（kg/m^3）	10～17	6～7	4～5	2.5～3	2～2.5	1.5～2
成膜后密度（kg/m^3）	200	110	72	50	39	28
孔隙率（%）	>99					
理论比表面积（m^2/m^3）	9891	5563	3560	2472	1987	1390

表 2.1.4－4 第二型软性填料产品规格

项目	A1	B1	C1	D1	E1	F1
纤维束长度（mm）	60	80	100	120	140	160
束间距离（mm）	30	40	50	60	70	80
安装距离（mm）	60	80	100	120	140	140
纤维束量（束/m）	9259	3906	2000	1157	729	488
密度（kg/m^3）	12～14	6～7	5～6	3～3.5	2.5～3	2～2.5
成膜后密度（kg/m^3）	200	110	72	50	39	28
孔隙率（%）	>99					
理论比表面积（m^2/m^3）	9891	5563	3560	2472	1987	1390

表 2.1.4－5 第三型软性填料产品规格

项目	A1	B1	C1	D1	E1	F1
纤维束长度（mm）	80	100	120	140	160	180
束间距离（mm）	30	40	50	60	70	80
安装距离（mm）	60	80	100	120	140	160
纤维束量（束/m）	9259	3906	2000	1157	729	488
密度（kg/m^3）	14～16	8.5～10	6～7	3.5～4	3～3.5	2.5～3
成膜后密度（kg/m^3）	266	137	78	58	45	32
孔隙率（%）	>99					
理论比表面积（m^2/m^3）	11188	6954	4273	2884	2270	1564

软性填料改型后，适用范围加大，其中 D2、D3、E2、E3 型适用于印染、炼染、毛纺、地毡、棉纺、丝绸、制药、含氰、石油化工等工业废水和生活污水的好氧处理，A2、A3、B2、B3、C2、C3 型

适用于麻纺、酒精、制糖、造纸、食品、发酵等行业高浓度废水的厌氧处理。

5）半软性填料

由变性聚乙烯塑料制成具有一定的刚性和柔性，能保持一定形状，又有一定变形能力。具有散热性能好，阻力小，布水、布气性能好，质量轻，耐腐蚀，不堵塞，安装、运输方便等优点。表 2.1.4－6 为半软性填料主要技术指标。

表 2.1.4－6　半软性填料主要技术指标

材质	比表面积（m^2/m^3）	空隙率（%）	密度（kg/m^3）	单片尺寸（mm）
变性聚乙烯塑料	87～93	97.1	13～14	ϕ120　ϕ160　100×100　120×120　150×150

6）多孔球形悬浮填料

高密度聚乙烯制成直径为 80mm 的球体，其重量为 17g 左右，外壳重 13～14g，填充料仅为 3.5g，它的特点是微生物挂膜快，老化的生物膜易脱落，材质稳定，抗酸碱，耐老化，使用寿命长达 15 年，长期不需要更换，产品耐生物降解，安装方便。

7）组合填料

组合填料是在软性与半软性填料基础上发展而成的，由高分子聚合塑料和合成纤维组成，采用高密度塑料制成。它的特点是塑料片体经特殊加工能与纤维同时挂生物膜，且能有效地切割气体，提高氧利用率。纤维均匀分布在塑料片体周围，使纤维的有效表面积充分地利用起来，大大提高生化池有效容积内的生物污泥量，从而提高污水处理效果。它的性能优于软性和半软性填料，弥补了前两种填料的不足，使得它易于挂生物膜，老化的生物膜又容易脱落。

8）不规则粒状填料

有砂粒、碎石、无烟煤、焦炭、矿渣及陶粒等，粒径一般由几毫米到数十毫米。这类填料的主要特点是表面粗糙、易于挂膜，截留悬浮物的能力较强，易于就地取材，价格便宜等。存在的问题是水流阻力大，易于产生堵塞现象，应根据污水水质选择合适的填料及其粒径。

3　选用要点

填料的选择主要根据污水的性质、构筑物或设备种类以及去除对象选择。主要以比表面积大、质量轻、造价低、容易取材、使用时间长、可重复利用的填料作为选择对象。大致可按如下规律选择：

1）沉淀池内填料：一般选择波纹板（管）、蜂窝状填料。这类填料有利于污泥的附着及沉淀，使沉淀效果更佳。

2）厌氧池内填料：多用半软性填料、软性填料、组合填料、改型软性填料、多孔球形填料。有时也选择无规则填料比如卵石、砾石等。

3）好氧池内填料：一般选择比表面积大、生物膜容易附着的填料：半软性填料、软性填料、组合填料、改型软性填料、多孔球形填料、活性炭等都有使用。

4）过滤器内滤料：过滤器内使用的滤料也属于填料的一种，截留污水内的悬浮物，主要使用不规则矿物填料、活性炭填料、纤维滤料等。

4　施工安装要点

1）根据填料安装技术要求做好填料支架的安装，检查所有焊接点牢固性，复核支架能够承受的荷载。

2）填料支架应做好防腐处理。

3）填料安装前要保持填料表面干净，严禁沾染油污，堵塞填料，严禁填料长时间在烈日下暴晒。

4）按照设计要求安装填料，使填料分布均匀统一。

5　参考价格（表 2.1.4－7）

6　相关标准

《环境保护产品技术要求　悬挂式填料》HJ/T 245－2006。

《环境保护产品技术要求　悬浮填料》HJ/T 246－2006。

表 2.1.4－7　填料参考价格范围

填料种类	规格范围（mm）	参考价格范围（元/m^3）
蜂窝状填料	直径 50（PP）	360～560
波纹板填料	双通孔	700～1000
改型软性填料		200～350
半软性填料	直径 150	200～400
多孔球形弹性填料	直径 150	350～650
组合填料	直径 150	260～380
不规则填料	2～64	60～300
活性炭填料		4500～8000

2.1.5　气浮溶气设备

1　概述

1）定义：气浮处理法就是向废水中通入空气，并以微小气泡形式从水中析出，粘附在废水中的油、悬浮颗粒等污染物质上，使污染物的比重小于 1 而上浮到水面，形成泡沫—气、水、颗粒（油）三相混合体。通过收集泡沫或浮渣达到分离杂质、净化废水的目的。利用这种原理来处理污水的设备或构筑物就是气浮设备或气浮池。此类设备多用于小区及建筑优质杂排水的水处理中。

2）产品分类

①气浮净水工艺分类

气浮净水工艺已开发出多种形式，一般根据产生气泡方式进行分类。

a　布气法气浮（包括转子碎气法、微孔布气法，叶轮散气浮选法等）。

b　溶解空气气浮（包括真空气浮法，压力气浮法的全溶气式、部分溶气式及部分回流溶气式）。

c　电解气浮法。

d　生化气浮法（包括生物产气气浮法及化学产气气浮）。

其中溶气气浮是使用最广泛、操作最方便的一种气浮法。

②压力溶气气浮装置类型

压力溶气气浮装置是污水溶气气浮处理设备中使用最广泛的装置。

压力溶气气浮装置采用加压方法将空气溶解于水，再在减压条件下释放出微小气泡粘附于悬浮物上，使其整体比重小于水而上浮于水面，通过机械装置刮除，实现固液分离的装置。压力溶气气浮主要分为加压溶气气浮和射流溶气气浮。

a　加压溶气气浮装置：由水泵、空气压缩机、压力溶气罐、溶气水释放控制阀、释放器、刮渣机、电气控制箱、流量计和气浮池等构成。

b　射流溶气气浮装置：由水泵、射流器、压力溶气罐、溶气水释放控制阀、释放器、刮渣机、电气控制箱、流量计和气浮池等构成。

2　压力溶气气浮主要技术性能

1）溶气释放器在工作压力 0.3～0.5MPa 范围内释放的气泡应细密、均匀，气泡在 1000mL 量筒中的消失时间应大于 4min。

2）溶气罐的溶释气效率不应小于 80%。

3）当 100mg/L≤进水 SS≤500mg/L 时，装置的 SS 去除率应大于 80%；当 500mg/L＜进水 SS≤2500mg/L 时，装置的 SS 去除率应大于 90%。

4）装置运行噪声声压级应小于 76dB(A)。

5）当溶气水回流比为处理水量(Q)30%时，装置能耗为：

①当 $Q \leqslant 25m^3/h$ 时，能耗≤0.4(kW·h)/m^3。

②当 $25m^3/h < Q \leqslant 100m^3/h$ 时，能耗≤0.3(kW·h)/m^3。

③当 $100m^3/h < Q \leqslant 400m^3/h$ 时，能耗≤0.18(kW·h)/m^3。

6）压力溶气罐的工作压力一般为0.25～0.4MPa，压力溶气罐应设置排水口，水位计和溶气水取样口。

3 选用要点

1）根据污水进水水质、处理要求核算设备参数。

2）根据污水处理水量和设备参数选择合适的气浮设备。

3）根据安装空间、系统高程进行设备布置。

4 安装要点

1）设备主体

①安装前对设备基础进行抄平校正，保证设备主体水平。

②设备与周围墙壁要留出>700mm的检修通道，设备要安装检修和观察平台（平台宽度>700mm）并安装保护栏杆。

③安装的刮渣机设备底面应平整，高程和坡度应符合设计要求。

2）溶气罐

①注意与气浮设备主体、溶气泵、空压机之间间距、各管道走向、交叉情况，做到合理布置，留出检修空间。

②溶气罐各支撑脚高度一致，与地面接触面水平，安装完毕的溶气罐应与水平面垂直。

③溶气罐液位计要安装在容易观察和操作的一侧以便于工作人员操作。

5 参考价格（表2.1.5）

表2.1.5 加压溶气气浮装置参考价格范围

型号	最大处理量（m^3/h）	单价（万元）
YF－5	5	7～9
YF－10	10	9～12
YF－15	15	14～17
YF－20	20	17～20
YF－30	30	19～23
YF－40	40	22～26
YF－60	60	24～28
YF－80	80	28～32
YF－100	100	32～38
YF－120	120	35～40

6 相关标准《环境保护产品技术要求 压力溶气气浮装置》HJ/T 261－2006。

2.2 建筑中水设施

2.2.1 中水处理工艺

1 概述

中水是指各种排水经处理后，达到规定的水质标准，可在生活、市政、环境等范围内杂用的非饮用

水。建筑中水是建筑物中水和小区中水的总称，建筑中水的用途主要是冲厕、绿化、道路清扫、车辆冲洗、建筑施工、消防等。中水利用是污水资源化的一个重要方面，具有明显的社会效益和经济效益。

2 工艺流程选用要求

中水工程应用的成败与其采用的工艺流程关系密切。适用的中水处理工艺流程应当符合以下要求：

1）技术先进，安全可靠，处理后出水能够达到回用目标的水质标准。

2）经济适用，在保证中水水质的前提下，尽可能节省投资、运行费用和占地面积。

3）处理过程中，噪声、气味和其它因素对环境不造成严重影响。

4）经过一定时间的运行实践，技术成熟、实用的处理工艺流程。

中水处理工艺流程较多，本节仅对工程中常用的混凝气浮—过滤、生物接触氧化、毛管渗滤土地处理、膜生物反应器、曝气生物滤池、速分处理等六种常见的中水处理工艺流程进行介绍。

3 技术性能及选用要点

1）混凝气浮—过滤处理工艺流程（适用于优质杂排水的处理回用）

原水 →格栅→调节池→混凝气浮→过滤→消毒→中水

①技术特点：物化处理方法，无需生物培养，具有设备体积小、占地省、可间歇运行、管理维护方便等特点。

②适用范围：原水的有机物浓度较低（CODcr≤100mg/L，BOD_5≤50mg/L，LAS≤4mg/L）、住房率浮动较大或间歇性使用的建筑物，特别适用于季节性旅游高档公寓、宾馆的洗浴废水。

③选用要点

a 混凝气浮可以设备化，占地小，适用于层高较小的地下室等。

b 气浮和过滤对悬浮物去除效果较好，对溶解性有机物的去除效果较差，但对洗涤剂有一定的去除效果。设计中应对原水有机物浓度指标严格控制。

c 为了保证水质处理的效果，对高级公寓、宾馆等建筑，最好在气浮和过滤后，增加活性炭吸附装置，并应在设计中明确，根据实际水质情况，半年至 1 年更换活性炭。

④施工安装要点：当气泡发生方式采用溶气泵式时，应在溶气泵吸气管路吸嘴前安装气体流量计，以便调节和控制吸气量。当采用组合式气浮处理设备时，安装后应注意对成套设备外表面破损部位进行防腐处理。

2）生物接触氧化处理工艺流程

原水→格栅→调节池→生物接触氧化→沉淀→过滤→消毒→中水

①技术特点：生物接触氧化是一种成熟实用的处理工艺。它对原水适应性强，经济实用，运行管理方便，对操作管理水平的要求较低。

②适用范围：该工艺适用范围较广，对于杂排水、生活污水和二级出水均适用。

③选用要点

a 接触氧化池的曝气应尽量做到布气均匀。

b 填料上生物膜的更新是保证生物膜法有效工作的重要条件。因此，生物接触氧化法在单位面积上要有足够的曝气强度，曝气量宜按 BOD_5 的去除负荷计算，根据工程经验取值 40 ~ 60m^3/kgBOD_5。球形填料曝气强度要求比固定填料小，因为其本身的漂移运动有利生物膜的脱落。

c 当接触氧化池面积过大时，接触氧化池的供气量设计应依据所需曝气强度进行，以满足池体搅动强度的需要。

d 生物接触氧化池内建议优先选用弹性立体填料（该填料具有使用寿命长，价格便宜等特点）。也可采用安装和维修较为方便的球形填料。

④施工安装要点：生物接触氧化池内填料需要支架时，应根据填料供应商提出的要求做支架预埋件。支架安装完毕后应对其进行防腐处理。弹性立体填料与支架之间应连接牢固，并应方便填料的更换和调整。其它安装要点需参见国家建筑标准设计图集 03SS703 - 1《建筑中水处理工程（一）》。

3） 毛管渗滤土地处理工艺流程

原水→格栅→厌氧调节池→毛管渗滤土地处理→消毒→中水

①技术特点：系统运行稳定可靠，抗冲击负荷能力强。无需建设复杂的构筑物，综合投资和运行费用低。运行管理简单，便于维护。

②适用范围：分散的居民点、休假村、疗养院、机关和学校等小规模污水处理，并与绿化相结合。对于杂排水和生活污水均适用。

③选用要点

a 布置在草坪、绿地、花园等之下的土壤中，日处理 $1m^3$ 生活污水大约需占用 $8m^2$ 土地。

b 根据小区内建筑物的位置，处理装置可集中设置，也可分散设置，经处理的水就地回用。

c 根据地形地势，利用自然地形，宜采用重力流布置。

d 格栅及厌氧调节池应将原水中所含的大颗粒固体物去除，避免阻塞毛管渗滤土地处理系统。

e 处理装置应设置在冻土层之下。

f 当毛管渗滤处理装置设置在硬质地面（如道路、广场等）之下时，硬质地面的面积不得超过装置占地总面积的 30%。

④施工安装要点：毛管渗滤土地处理系统所采用的土壤渗滤介质应优先使用现地土壤，如现地土壤无法符合处理功能要求时，应根据设计需求进行改良。应严格控制配水管和集水管的坡度，配水管和集水管管材均采用塑料管。其它安装要点需参见国家建筑标准设计图集 03SS703－1《建筑中水处理工程（一）》。

4） 膜生物反应器处理工艺流程

原水→格栅→调节池→毛发聚集器→保安过滤器→膜生物反应器→消毒→中水

①技术特点：膜生物反应器是在活性污泥法的曝气池中设置微滤膜，用微滤膜替代二沉池和后续的过滤装置，将生化与物化处理在同一池内完成，并对原水中的细菌和病毒具有一定的阻隔作用。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。

②适用范围：以生活污水和杂排水为原水的中水系统。

③选用要点

a 厨房排水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。

b 膜组件的寿命是影响中水工程投资、设备运行管理和运行成本的主要问题，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。

c 毛发聚集器选型应确保对毛发等长纤维状物质的去除能力，防止其进入 MBR 池后对膜组件造成不利影响。

d MBR 池内的曝气方式宜选用鼓风曝气系统，曝气量应参照膜供应商提供的技术数据确定。

e 膜生物反应器具有对水中细菌和病毒的阻隔功能，但工艺流程中不应缺少消毒环节。

f 室内中水处理站的净高应符合膜分离设备（或称膜组件、膜组件单元）安装和检修对最小吊装高度的要求，一般不宜低于 4.5m。

g 宜设置自动计量、在线监测等设备，提高自动化管理水平。

④施工安装要点：在池内焊接工作全部结束、且焊渣等清扫完毕后，方可安装膜组件。膜分离设备的出水管路在安装膜组件之前应完成管道试压，确保该段管路不存在漏气现象。移动膜组件时，不应拿中空纤维膜组件的膜丝部分或平板膜组件的中间部位，应用双手拿中空纤维膜组件两端的集水管（或集水端头）或平板膜组件的框边，禁止拉伸中空纤维膜丝或按压平板膜框。MBR 池内布气装置的安装应确保散气孔水平度符合设计要求，避免曝气不均匀。膜组件安装完毕后宜浸没于清水之中，或在其上方用防火布遮盖，避免粉尘或火花溅到膜组件上。其它安装要点需参见国家建筑标准设计图集 08SS703－2

《建筑中水处理工程（二）》。

5）曝气生物滤池工艺流程

原水→格栅→调节池→初沉池（水解池）→曝气生物滤池→过滤→消毒→中水

①技术特点：曝气生物滤池处理工艺是生物膜法的一种，与生物接触氧化法不同之处在于它采用孔隙率较小、颗粒较规则的球形陶粒滤料作为微生物载体，不仅具有生物膜工艺技术的优势，同时也起有效过滤作用，因而在运行过程中需要反冲洗。该工艺流程简单，不需二沉池，占地少，投资省，处理效率高，自动化运行程度高，对污水浓度和水量的变化适应性强。

②适用范围：以生活污水、杂排水和二级出水为原水的中水系统。

③选用要点

a 要求有前处理，对来水中的悬浮固体及纤维状物质应有效去除，否则易造成布水、布气长柄滤头堵塞及滤池反冲洗频繁。因此在曝气生物滤池前宜设有粗细格栅、初沉池或水解池，必要时在初沉池前加絮凝剂，以强化一级处理。在初沉池或水解池出水堰上宜设置 2mm 不锈钢格网，以拦截纤维状悬浮物。当原水中的悬浮固体含量较少时，可以省去初沉池或水解池。

b 滤料要求：为细菌生长提供理想的表面，促进气、水的平均分配，保证能截留固体悬浮物，具有机械耐久性，易于进行反冲洗。宜采用多孔的陶粒滤料，其硬度和耐磨性可使滤料保持颗粒大小和形状多年不变，其多孔性为菌胶团提供最佳生长条件。

c 曝气生物滤池的工艺稳定性和运行能力取决于正确的布水、配气设计和实际运行时的调控情况，布水、布气应参照相关规范或设计单位图纸施工。

d 曝气生物滤池一般采用上向流，纳污能力强，工作周期长。

e 当进水总磷浓度较高且有去除总磷要求时，可采用辅助化学除磷，可在进水中投加铝盐、铁盐等。

f 设计时应严格计算滤池及管路的阻力损失，保证水顺畅通过滤池。

④施工安装要点：空气管路进入滤池前应设置超高部分，超高高度不应低于 1.8m。滤池采用混凝土结构形式时，滤板安装应保证水平度及接缝密封性能。曝气系统安装应保证其牢固性和布气均匀性。卵石填装时应采取避免砸坏长柄滤头和曝气系统的措施，滤料填装应按级配要求进行，避免包装带混入其中。其它安装要点需参见国家建筑标准设计图集 08SS703 - 2《建筑中水处理工程（二）》。

6）速分处理工艺流程

原水→格栅→调节池→速分生化池→过滤→消毒→中水

①技术特点：速分生化技术是浸没式固定床生物膜的变型，是将流体力学中的“流离”原理与微生物处理技术结合在一起形成的一种新型污水处理技术。利用特殊的固—液—气三相运动，使污水中的固体颗粒富集在速分生化球表面及内部，在一定长度距离的速分生化球内、外表面生成的完整生物链及反复进行的好氧 - 厌氧 - 好氧的生物处理系统的作用下，污水中各种污染物得到充分降解，并在系统内部直接进行了污泥消化，实现基本不排泥。

②适用范围：对生活污水、杂排水和二级出水均可适用。

③选用要点：速分生化池容积，应根据原水水质不同情况，按 8 ~ 12 小时设计，气水比（10 ~ 15）:1。过滤宜采用纤维球过滤器，滤速一般取 30m/h，根据进出水压差，调节反冲洗时间。

④施工安装要点：速分生化池内曝气管贴地安装，开孔向上。曝气管安装完毕后，再将速分球一层层码入速分池内，最上层速分球要求高出设计水位半个球体。其它安装要点需参见国家建筑标准设计图集 08SS703 - 2《建筑中水处理工程（二）》。

4 经济性能分析

中水工程的经济情况与中水工程的规模有直接的关系。一般情况下，处理规模大，单方投资指标和运行成本相对较低，容易取得较好经济效益。中水工程参考建设费用和运行成本，参见表 2.2.1。

5 相关规范《建筑中水设计规范》GB 50336 - 2002。

表2.2.1 中水工程参考建设费用和运行成本

处理工艺流程		建设费用［元/（m^3/d）］	运行成本（元/m^3）	备注
气浮—过滤		1000～1900	0.80～1.50	按5～20m^3/h考虑
生物接触氧化	土建式	1200～2300	0.65～1.40	按5～20m^3/h考虑
	设备式	1500～3000	0.70～1.50	按5～20m^3/h考虑
毛管渗滤土地处理		500～3000	0.15～0.30	
膜生物反应器	土建式	2500～5000	1.20～1.60	按5～20m^3/h考虑
	设备式	3000～5500	1.50～2.00	按5～20m^3/h考虑
曝气生物滤池	土建式	1200～2000	0.65～1.20	按50～100m^3/h考虑
	设备式	1500～3000	0.65～1.30	按5～50m^3/h考虑
速分处理		2500～4000	0.65～1.20	按5～20m^3/h考虑

说明：1 表中数据系依据北京部分中水工程资料汇总及中水公司提供的有关资料整理而成。

2 “土建式”是指调节池、中水池和处理构筑物均为混凝土结构。“设备式”是指中水处理站内的设施均为厂家供应的设备，包括调节池和中水池。

3 建设费用和运行成本均不包括中水供水部分。

4 运行成本包括电费、药剂费、人工费、维修费、土建和设备折旧费。

2.3 雨水收集装置

2.3.1 65型、87型斗屋面雨水排水系统

1 概述

65型、87型斗屋面雨水排水系统区别于虹吸式屋面雨水系统和《建筑给水排水设计规范》GB50015中的重力(无压)流排水系统。系统的设计流态介于无压流和有压流之间的过渡流态，水流中掺有空气，可用水、气两相流规律描述。系统的流量负荷、管材、管道布置等都需考虑水流压力的作用。65型、87型斗屋面雨水排水系统适用于各类工业和民用建筑中，是我国应用最普遍、时间最久的雨排水系统。

1）系统组成：65型、87型斗屋面雨水排水系统由65型或87型雨水斗、连接管、悬吊管、立管、排出管组成。系统形式有檐沟或天沟外排水、密闭式或敞开式内排水、高低跨混合式排水等多种型式。65型、87型雨水斗由阻气顶盖和格栅整流罩、出水短管、压板等组成。

2）适用范围：65型、87型斗屋面雨水排水系统适用于各种民用和工业建筑屋面雨水的排除。系统设计必须考虑雨水压力的作用。设计数据根据试验验证的资料确定。

2 技术性能要求

1）雨水斗基本性能见表2.3.1－1。产品在达到不进气排水时，所需斗前水深比虹吸斗大，比自由堰流斗小。

表2.3.1－1 常用雨水斗基本性能

斗型	出水管直径 d（mm）	进出口面积比	水力性能			材料
			斗前水深	水流稳定性	掺气量	
65	100	1.5:1	浅	稳定，旋涡少	较少	铸铁
87（79）	75、100、150、200	2.0:1	较浅	稳定，旋涡少	少	钢板或不锈钢板，铸铁

2）雨水斗规格及流量范围见表2.3.1－2。

3）悬吊管的坡度可按不小于0.005敷设，单斗系统的悬吊管流量范围和雨水斗相同。

表 2.3.1－2 雨水斗规格及流量范围

规格（mm）	75	100	150	200
泄流量（L/s）	8	12～16	26～36	40～56

4）雨水立管规格及流量范围见表 2.3.1－3。

表 2.3.1－3 雨水立管规格及流量范围

公称直径（mm）	75	100	150	200	250	300
排水流量（L/s）	10～12	19～25	42～55	75～90	135～155	220～240

注：建筑高度≤12m 时不超过表中低限值，高层建筑不超过表中上限值。

5）排出管（又称出户管）和其它横管（如管道层的汇合管等）可近似按悬吊管的方法计算。排出管管径根据系统总流量确定。排出管在出建筑外墙时流速若大于 1.8m/s，管径应放大。

6）系统的设计工况应选在非满管流态，以留有余地，可耐受短时超量雨水冲击（包括屋面集水时间小于 5min 时的高强雨汇流、超设计重现期降雨等）。

7）系统对溢流设施的依赖性小，安全运行实践经验已十分丰富。

8）系统管材及选用：管材可选用钢管、给水铸铁管、钢塑复合管及抗环变形外压力大于 0.15MPa 的承压塑料管等，管材规格及技术要求同“给水管材”对应章节。

3 选用要点：应选用金属材料雨水斗，雨水斗应有整流格栅。平屋面和带天沟的屋面均可选用各种口径的雨水斗。高层建筑室内雨水管道不得采用生活排水塑料管。

4 施工安装要点

1）雨水斗安装参见国家建筑标准设计图集 09S302《雨水斗选用及安装》。

2）管道接口应能抵抗系统灌满水产生的压力。给水铸铁管应采用承插接口的管道，立管的转弯处应设支墩，横管的转弯处应设固定支架。

3）地面不允许冒水时，埋地管上不得安装敞开式检查井。

4）多斗立管的顶端不得安装雨水斗。

5）一个悬吊管上安装的雨水斗不应超过 4 个。

5 雨水斗参考价格（表 2.3.1－4）

表 2.3.1－4 雨水斗参考价格

规格（mm）	*DN*75	*DN*100	*DN*150	*DN*200
钢制	490	630	720	860
铸铁	—	280	330	—

6 相关规范《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400－2006。

2.3.2 虹吸式屋面雨水排水系统

1 概述

虹吸式屋面雨水排水系统，也称为压力流屋面雨水排水系统，它是区别于重力流屋面雨水排水系统和 65 型、87 型斗屋面雨水排水系统的一种排水形式。其工作原理是充分利用雨水斗与排出管之间的有效位差，快速排除雨水，管道内有明显负压。

1）组成及分类：虹吸式屋面雨水排水系统由虹吸式雨水斗、连接管、悬吊管、立管、排出管、配套管件和固定件组成。为满足不同屋面雨水排水要求，虹吸式雨水斗按使用功能分为带集水槽型雨水斗、无集水槽型雨水斗和防冻型雨水斗。带集水槽型雨水斗适用于平屋面。雨水斗由格栅罩、反涡流装置、斗体、连接压板、防水翼环、出水短管等组成，防冻雨水斗带加热包。

2）适用范围：虹吸式屋面雨水排水系统，特别适用于会展中心、体育场馆、航站楼、机库、大型货运

库、物流中心、工业厂房、办公楼等具有大型屋面的公共和工业建筑。该系统必须采用虹吸式雨水斗。

2 技术性能要求

1）雨水斗规格及流量范围见表2.3.2－1。

表2.3.2－1 雨水斗规格及流量范围

雨水斗出水短管（mm）		最大斗前水深（mm）	设计排水量（L/s）
*DN*50	dn63	45～65	6～12
*DN*80	dn90	55～95	25～30
*DN*100	dn110	80～100	30～36
*DN*125	dn125	90～110	60～70
*DN*150	dn160	100～120	100～120

注：雨水斗不锈钢出水短管公称直径以 *DN* 表示，HDPE 出水短管公称外径以 dn 表示。

2）雨水斗材质：不锈钢 S30408（06Cr19Ni10）为斗体，格栅罩及反涡流装置采用硅铝合金材质。

3）雨水斗应具有一定的承载能力、密封性、耐候性和水力特性。测试方法须遵守行业标准 CJ/T 245－2007。

4）系统管材选用

①材质：不锈钢 S30408（06Cr19Ni10）、HDPE 管材及管件（选用 PE80、PE100 原材料）、镀锌钢管、涂塑钢管等。

②规格及技术要求

a 不锈钢管材规格 *DN*50～*DN*300，要求耐腐蚀，耐正、负压，外表光洁美观。

b HDPE 管材规格 dn50～dn315，要求选用高密度聚乙烯为主要原材料，添加少量抗氧化剂、抗紫外线吸收剂，管材线膨胀系数为0.2mm/（m·℃），并可耐正、负压。符合行业标准 CJ/T 250－2007。

c 钢塑复合管规格 *DN*50～*DN*300，用内外涂塑的钢塑复合管，不应使用衬塑钢管。

3 选用要点

1）产品选用时，应对雨水斗规格、雨水斗材质、雨水斗排水量、管材材质及连接方式提出要求。

2）平屋面建筑宜选用 *DN*50、*DN*80 的雨水斗，带天沟的屋面可选用各种类型雨水斗。

3）寒冷地区配合屋面伴热，应选用防冻型雨水斗。

4）虹吸式屋面雨水排水系统选用镀锌钢管、不锈钢管或涂塑钢管时，雨水斗出水短管应选用不锈钢管材。排水系统选用 HDPE 管材时，雨水斗出水短管应选用 HDPE 管材。

4 施工安装要点

1）雨水斗安装

根据屋面材质采用不同的安装方式，可按照国家建筑标准设计图集 09S302《雨水斗选用及安装》选用。斗体安装时最关键的控制点是防止渗漏，保证不渗漏的安装方式有压紧防水卷材，氩弧焊接和夹紧密封填料等措施。

2）管道连接

①HDPE 管

a 采用专用悬吊装置和立管管卡，以承担管道负荷、防止管道摆动和控制管道轴向伸缩。

b 管道采用热熔连接或电焊管箍连接。

c 安装时首先在建筑物上放线，确定合适的悬吊点，而后将安装片和悬吊杆安装在建筑物上。在地面上将方钢导轨和管卡装配在一起，将装配在一起的悬吊系统悬挂在吊杆上。最后将管道安装在管卡上。

②镀锌钢管、涂塑钢管及不锈钢管

a 镀锌钢管、涂塑钢管采用法兰连接或沟槽连接。不锈钢采用氩弧焊接或氩电联焊。

b 管卡可采用扁钢或圆钢管卡。支吊架安装参见国家建筑标准设计图集 03S402《管道支架及吊架》。

c 立管底部应设支墩。

d 管道支架间距按《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242－2002 执行。

5 参考价格：虹吸雨水斗参考价格见表 2.3.2－2，虹吸排水系统管材参考价格见表 2.3.2－3。

表 2.3.2－2 虹吸雨水斗规格及参考价格

规格（mm）	*DN*50	*DN*80	*DN*100	*DN*125	*DN*150
单价（元）	1800	2180	2680	3280	3580

表 2.3.2－3 虹吸排水系统管材参考价格区间

材质	HDPE 管材及管件	镀锌钢管、涂塑钢管管材及管件	不锈钢管管材及管件
单价（元/米）	25～40	25～40	50～100

6 相关标准、规范

《建筑给水排水设计规范》GB 50015。

《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400－2006。

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242－2002。

《虹吸式屋面雨水排水技术规程》CECS 183:2005。

《虹吸雨水斗》CJ/T 245－2007。

《建筑排水用高密度聚乙烯（HDPE）管材与管件》CJ/T 250－2007。

《流体输送用不锈钢焊接钢管》GB/T 12771－2008。

《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091－2008。

《给水涂塑复合钢管》CJ/T 120－2008。

《建筑给水钢塑复合管管道工程技术规程》CECS 125:2001。

2.3.3 建筑雨水排水用聚乙烯塑料检查井

1 概述

建筑雨水排水用聚乙烯塑料检查井适用于建筑小区（居住区、公共建筑区、厂区等）范围内的外径不大于 800mm，埋深不大于 6m 的雨水排水管道上的雨水检查井。

1）构成：聚乙烯塑料雨水检查井由井座、井筒、井盖（或井箅）、盖座、承重圈及其配件组成。井筒有整体式和分体式两种做法。应根据需要在雨水检查井井底做沉砂室。

2）分类和命名

①聚乙烯塑料检查井按使用规能、井筒的成型方式和井的组装形式进行分类和命名。

②按检查井的功能分类

a 普通雨水检查井：雨水管道上常用的供管道连接、检查、清通的雨水检查井。

b 雨水集水检查井：具有雨水收集功能及一定沉砂容积的雨水检查井。

c 雨水渗透检查井：具有雨水渗透功能及一定沉砂容积的雨水检查井。

d 雨水集水渗透检查井：具有雨水收集、渗透功能及一定沉砂容积的雨水检查井。

e 渗透弃流井：具有一定储水容积和过滤、截污能力，将初期雨水渗透到地下的一种雨水检查井。

③按雨水检查井井筒的成型方式分类

a 滚塑成型做法，井座与井筒一次滚塑成型。

b 分体组合的雨水检查井与井用管件焊接组合。

④分体管件焊接组合的雨水检查井按组装形式可细分为：

a 直壁式雨水检查井：井筒为截取的管段。

b 收口式雨水检查井：井筒为收口形，收口锥体与上部井筒及下部井室焊接。

c 承插式雨水检查井：上部井筒的收口锥体落座在下部井室的承口内。

d 台阶式雨水检查井：上部井筒落座在下部井室的顶部平台上

e 三通管件式雨水检查井：井筒与雨水排水管的一管段连体成三通形式。

f 四通管件式雨水检查井：井筒与雨水排水管的一管段连体成四通形式。

井筒滚塑成型的各种雨水检查井规格、性能见表2.3.3－1。

六种分体管件焊接组合的雨水检查井的规格见表2.3.3－2。

六种分体管件焊接组合的雨水检查井结构图示见图2.3.3－1～图2.3.3－6。

2 技术性能要求

1）材料

①井座材料：以聚乙烯（PE）树脂为主，允许掺入与原材料相同材质的回用料和增强纤维，树脂含量（质量分数）在80%以上。

②井筒材料：滚塑成型检查井井筒使用低密度聚乙烯树脂。分体组合检查井井筒用聚乙烯缠绕结构壁管管材截取焊接，环刚度≥6.3kN/m^2。管材符合GB/T 19472.2－2004标准。

③连接管管材：雨水检查井使用的连接管管材与井筒材料相同。

④井盖：详见CJ/T 211－2005。

⑤井箅：详见CJ/T 212－2005。

2）雨水检查井设沉泥室，深300mm。

3）渗透检查井、集水渗透检查井、渗透弃流井的井壁及井底开孔。

4）最大井深是在使用机械清淤时的井深。

5）井径为700mm的雨水检查井可下人检修，井径300～600mm的雨水检查井采用专业机械或工具实施水力清通和吸泥。

3 选用要点

1）井筒一次滚塑成型的雨水检查井用于人行道及绿地内。分体组合雨水检查井可用于小区内的各种使用场所，选用时需对井筒和井盖提出荷载要求。

2）井径选择：需要下人检修的雨水检查井井径选700mm，用专业机械检修的雨水检查井井径采用300～600mm。

3）根据雨水排水管管径、雨水井连接管管径、接入管管径及井深选择井的型式。

4）井盖及盖座可根据井径和承载要求选用，宜用高分子材料。井盖分轻型、普通型和重型，强度级别分别为20kN、100kN和200kN。

5）结构壁管截取的井筒环刚度按需要提出，应≥6.3kN/m^2。

6）车行道上的雨水检查井承压圈应使用钢筋混凝土制品。

4 施工安装要点

1）检查井焊接质量要求。具体包括：焊接前必须清理焊接部位，不得有泥土、污渍、油污等物质存在。焊缝平整，焊接时不容许有漏焊、虚焊。焊缝强度应不小于焊接件强度。

2）井坑施工时，井坑可与沟槽同时开挖。如地下水水位高于井坑坑底，应实施人工降水。井坑底部如有砖、石等坚硬物体时应将其清除。对于一般土质，基底应铺设粗砂基础。软土地基应做处理。管件式检查井的基础处理执行《建筑小区塑料排水检查井应用技术规程》CECS 227:2007标准。

3）检查井与连接管件连接可在工厂完成，也可在现场制作安装，采用PE焊条进行管双面焊接。

4）井体就位施工时，将普通雨水检查井直接在井坑基础上就位。渗透雨水检查井就位前，先在砂基础上放置土工布袋，袋内填碎石，然后再进行井体就位。渗透检查井应做渗透层，土工布袋与井坑壁间填粗砂。

5）回填施工时，回填高度应为检查井承压圈褥垫层的底面，回填土必须夯实，回填土内不得有石块、砖块及其他硬杂物。

6）承压圈安装应在检查井回填后进行，检查井与井筒间设挡圈。

7）井盖及盖座安装应在褥垫层承压圈完成后进行。

5 参考价格

滚塑成型雨水检查井的规格及参考价格见表 2.3.3－3，管件焊接组合雨水检查井的规格及参考价格见表 2.3.3－4。

6 相关标准、规范

《建筑小区排水用塑料检查井》CJ/T 233－2006。

《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400－2006。

《埋地用聚乙烯（PE）结构壁管道系统第 2 部分：聚乙烯缠绕结构壁管材》GB/T 19472.2－2004。

《聚合物基复合材料检查井井盖》CJ/T 211－2005。

《聚合物基复合材料水箅》CJ/T 212－2005。

《埋地聚乙烯排水管道工程技术规范》CECS 164:2004。

《室外排水设计规范》GB 50014－2006。

表 2.3.3－1 井筒滚塑成型雨水检查井规格及性能

序号	名称	简图	规格（mm）	材质	技术特征及功能
1	普通检查井		$\phi600$ $H=1000$	复合材料井盖 LDPE 整体井筒	普通井盖，普通井筒，普通检查井
			$\phi600$ $H=1400$		
			$\phi800$ $H=1400$		
2	集水检查井		$\phi600$ $H=1000$	树脂材料井盖 LDPE 整体井筒	带蓖井盖，普通井筒，井内有截污筐，检查井有集水截污功能
			$\phi600$ $H=400$		
			$\phi800$ $H=1400$		
3	集水渗透检查井		$\phi600$ $H=1000$	树脂材料井盖 LDPE 整体井筒	带蓖井盖，井壁、井底开孔，井内有截污筐，检查井有集水、截污、渗透功能
			$\phi600$ $H=1400$		
			$\phi800$ $H=1400$		
			$\phi800$ $H=1800$		

续表 2.3.3－1

序号	名称	简图	规格（mm）	材质	技术特征及功能
4	渗透检查井		$\phi600$ $H=1000$ $\phi600$ $H=1400$ $\phi800$ $H=1400$	复合材料井盖 LDPE 整体井筒	普通井盖，井壁、井底开孔，有雨水渗透功能
5	渗透弃流井		$\phi800$ $H=1400$	复合材料井盖 LDPE 整体井筒	普通井盖，井壁、井底开孔，井内有隔污板、截污筐，检查井有雨水初期弃流功能
6	雨水溢流井		$\phi600$ $H=1000$ $\phi600$ $H=1400$ $\phi800$ $H=1400$	复合材料井盖 LDPE 整体井筒	普通井盖，普通井筒，有超量雨水的溢流排放功能

表 2.3.3－2　六种分体管件焊接组合雨水检查井规格

井型	井径 D（mm）	连接管径 DN（mm）	连接管径 $DN1$（mm）	接入管径 $DN2$（mm）	常用井深 $H1$（m）	最大井深 $H2$（m）	沉砂室深 t（mm）
直壁式	400	200	200	150	<2	6	300
	500	300	300	200	<2	6	300
	600	400	400	300	<3	6	300
	700	500	500	400	<3	6	300
收口式 承插式 台阶式	700～1000	600	600	500	<4	6	300
	700～1200	800	800	600	<4	6	300
	700～1500	900	900	800	<4	6	300
三通式 四通式	300	400	400	150	<3	6	300
	300	500	500	150	<3	6	300
	400	500	500	200	<4	6	300
	400	600	600	200	<4	6	300
	500	600	600	300	<4	6	300
	500	700	700	300	<4	6	300
	600	700	700	400	<4	6	300
	600	800	800	400	<4	6	300
	700	800	800	500	<4	6	300

注：本表中井筒环刚度为 6.3kN/m²，井盖和井箅选用聚合物复合材料。

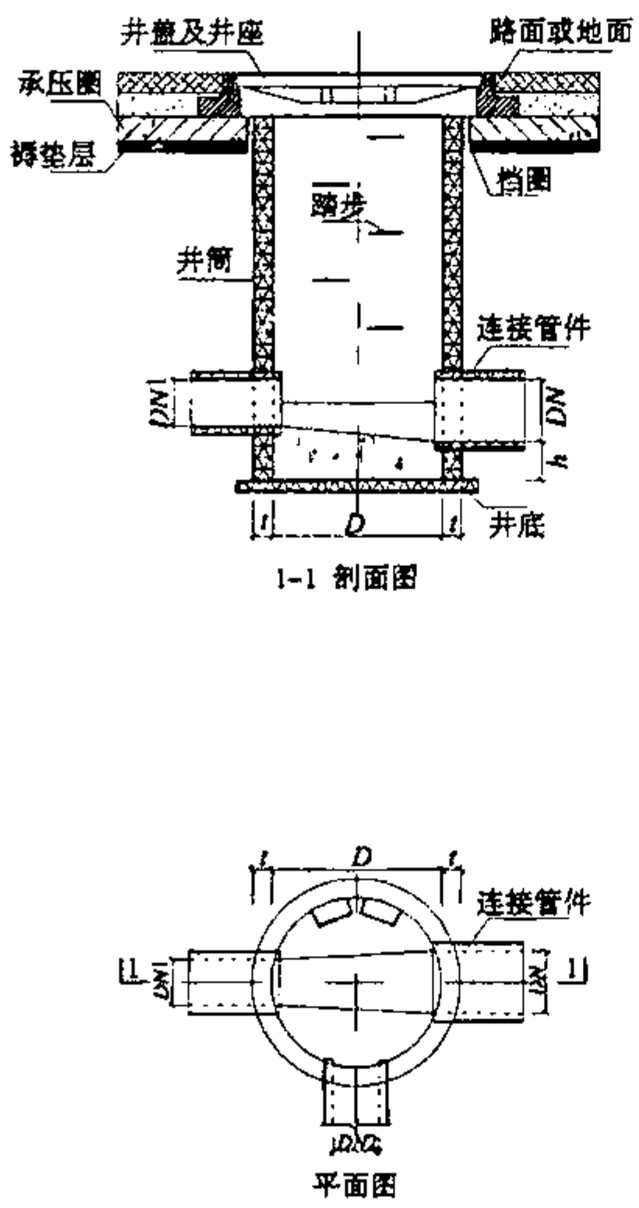


图 2.3.3-1
直壁式检查井结构图

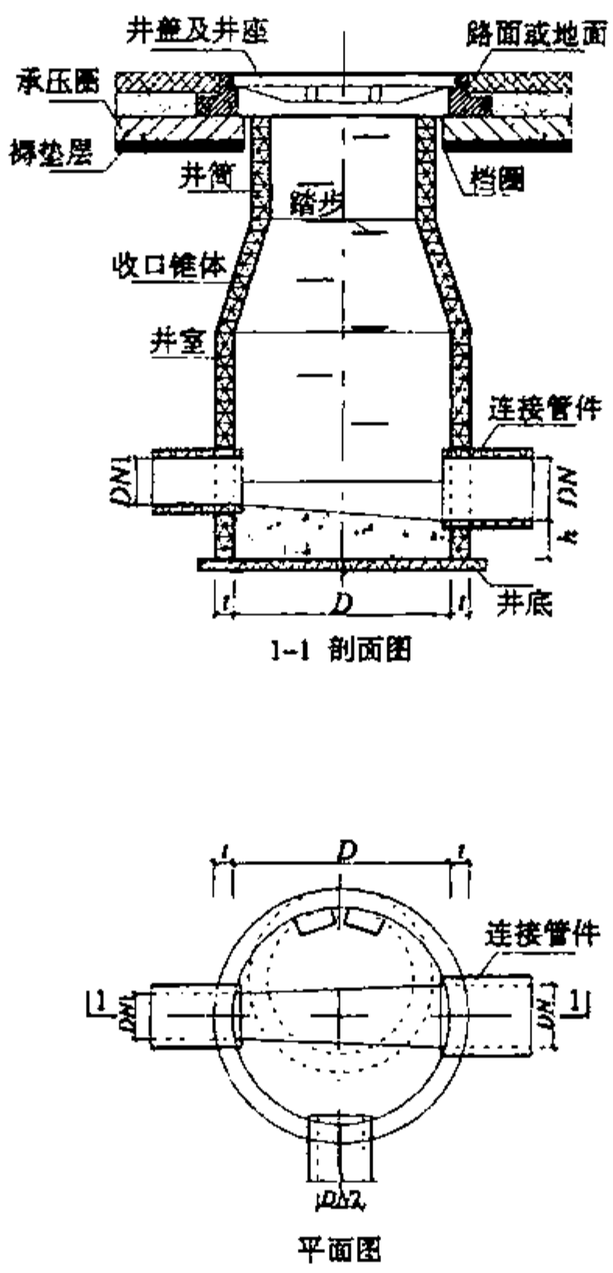


图 2.3.3-2
收口式检查井结构图

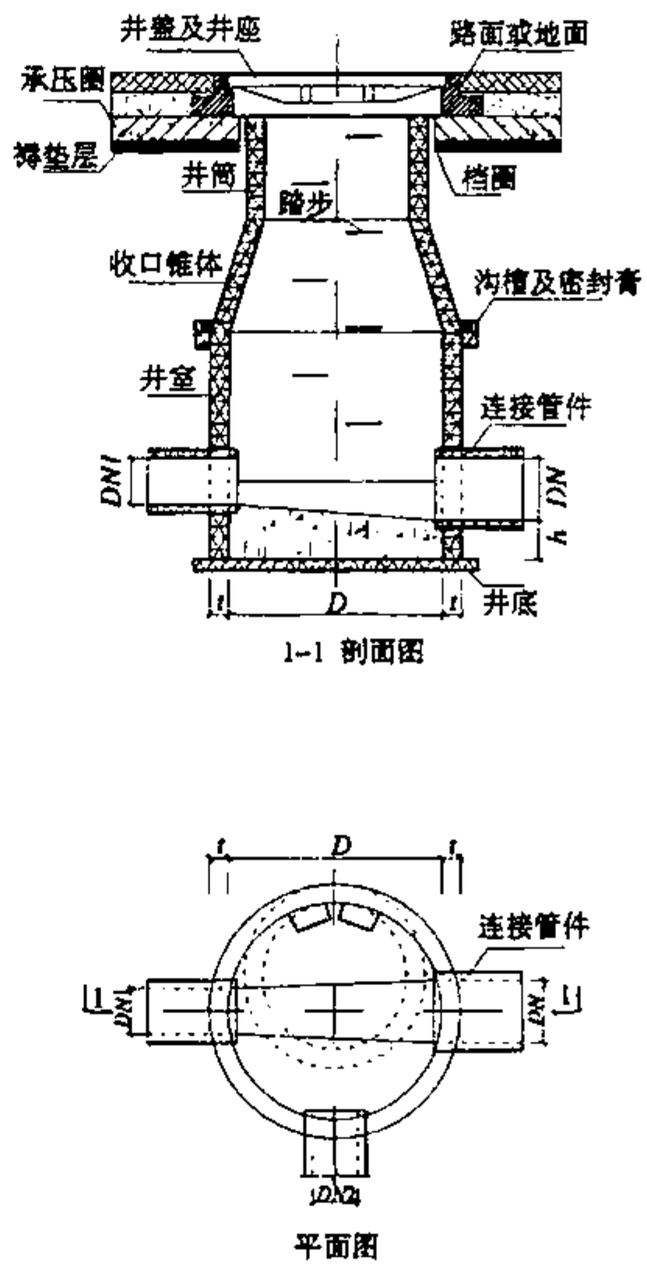


图 2.3.3-3
承插式检查井结构图

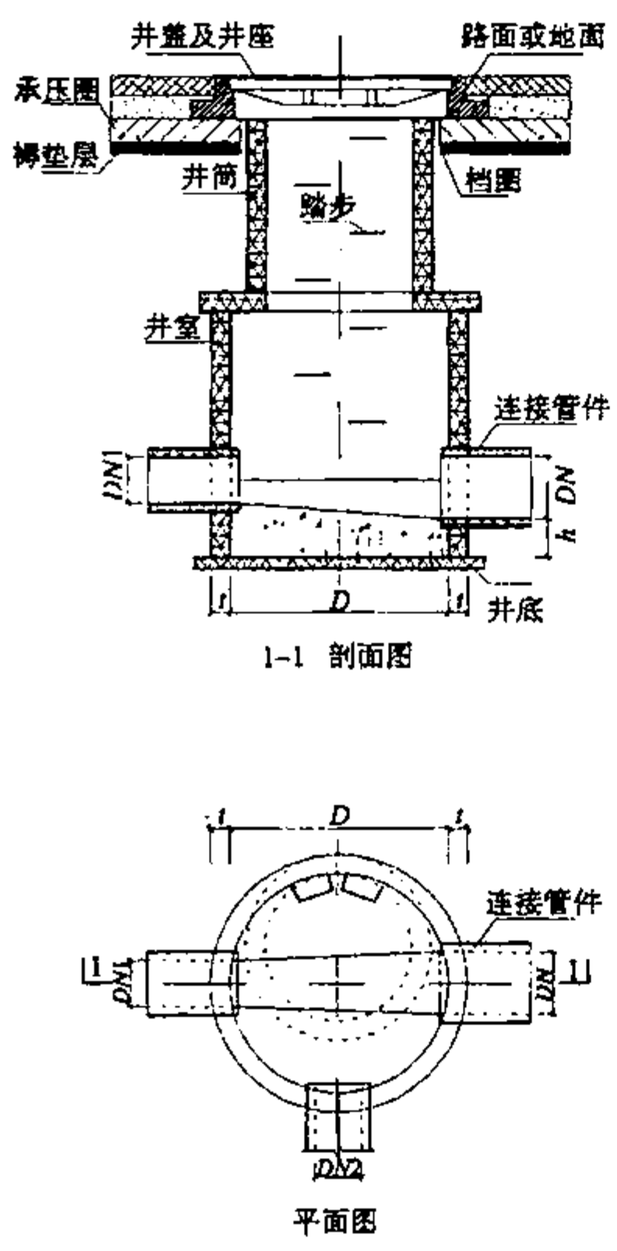


图 2.3.3-4
台阶式检查井结构图

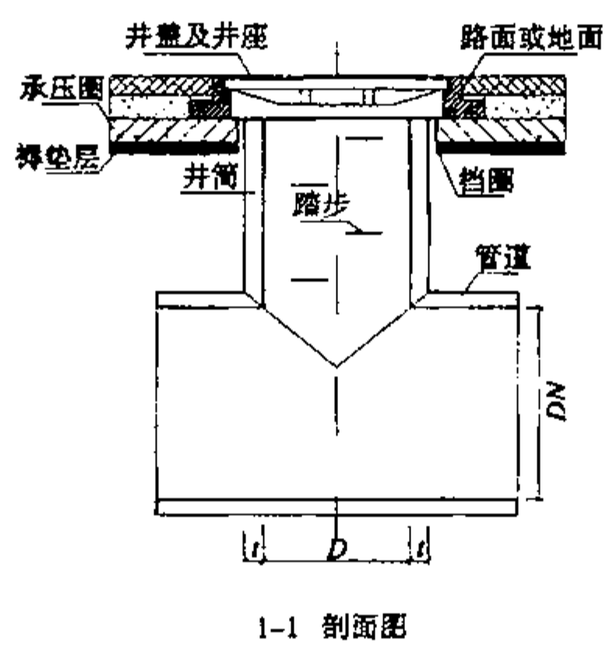


图 2.3.3-5
管件式检查井结构图（一）

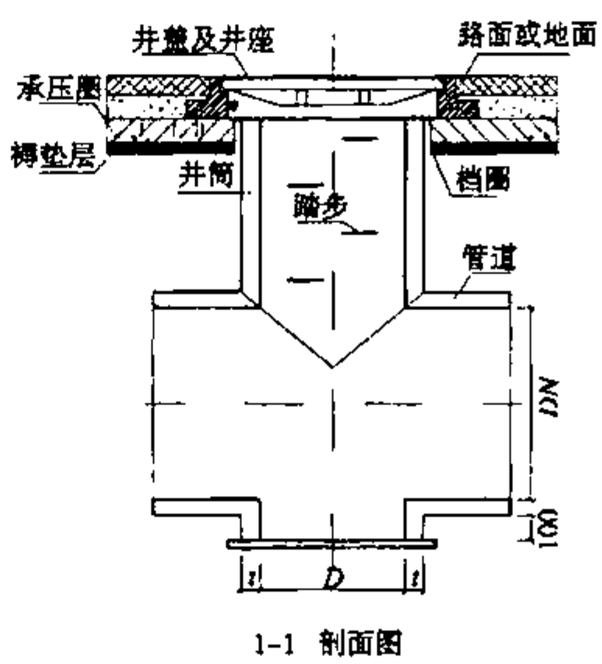


图 2.3.3-6
管件式检查结构图（二）

表2.3.3-3 滚塑成型雨水检查井规格及参考价格

序号	名称	简图	规格（mm）	材质	价格（元）
1	普通检查井		$\phi600$ $H=1000$	复合材料井盖 LDPE 整体井筒	1920
			$\phi600$ $H=1400$		2690
			$\phi800$ $H=1400$		3000
2	集水检查井		$\phi600$ $H=1000$	树脂材料井盖 LDPE 整体井筒	2250
			$\phi600$ $H=1400$		3050
			$\phi800$ $H=1400$		3390
3	集水渗透检查井		$\phi600$ $H=1000$	树脂材料井盖 LDPE 整体井筒	2260
			$\phi600$ $H=1400$		3050
			$\phi800$ $H=1400$		3390
4	渗透检查井		$\phi600$ $H=1000$	复合材料井盖 LDPE 整体井筒	1920
			$\phi600$ $H=1400$		2690
			$\phi800$ $H=1400$		3000
5	渗透弃流井		$\phi800$ $H=1400$	复合材料井盖 LDPE 整体井筒	3000
6	雨水溢流井		$\phi600$ $H=1000$	复合材料井盖 LDPE 整体井筒	1920
			$\phi600$ $H=1400$		2690
			$\phi800$ $H=1400$		3000

表 2.3.3－4 管件焊接组合雨水检查井尺寸规格及参考价格

井型	井径 D (mm)	连接管径 DN (mm)	连接管径 $DN1$ (mm)	接入管径 $DN2$ (mm)	井深 $H1$ (m)	沉砂室深 t (mm)	价格 (元)
直壁式	400	200	200	150	2	300	1432
	500	300	300	200	2	300	1298
	600	400	400	300	3	300	3274
	700	500	500	400	3	300	4213
收口式承插式台阶式	700/1000	600	600	500	4	300	6350
	700/1200	800	800	600	4	300	6763
	700/1500	900	900	800	4	300	7263
三通式四通式	300	400	400	150	3	300	1108
	300	500	500	150	3	300	1108
	400	500	500	200	4	300	1914
	400	600	600	200	4	300	1914
	500	600	600	300	4	300	2646
	500	700	700	300	4	300	2646
	600	700	700	400	4	300	3482
	600	800	800	400	4	300	3482
	700	800	800	500	4	300	4734

注：本表中井筒环刚度为 6.3kN/m^2，井盖和井箅选用聚合物复合材料。

2.3.4 雨水初期弃流装置

1 概述

降雨过程中，受下垫面的影响，初期径流中所含污染物的量较中、后期的雨水径流大很多。为了收集到水质良好的雨水，减少雨水处理成本，对初期雨水弃之不用，而把中、后期雨水收集起来的做法称之为雨水初期弃流，实现这一功能的设备称之为雨水初期弃流装置。

1）分类：根据雨水初期弃流装置提取降雨或径流的特征元素的区别，可以分为水质型、容积型、流量型、雨量型等。本章节重点介绍自控式流量型雨水初期弃流装置和自控式雨量型雨水初期弃流装置。

2）装置组成

①自控式流量型雨水初期弃流装置，主要由流量传感器、控制器、执行机构、供电和信号电缆、雨水进水管、弃流水管、收集水管等组成。

②自控式雨量型雨水初期弃流装置，主要由雨量传感器、控制器、执行机构、供电和信号电缆、雨水进水管、弃流水管、收集水管等组成。

3）适用范围

①自控式流量型雨水初期弃流装置，用于以降雨下垫面上的雨水初期径流量为弃流装置控制信号，要求能准确控制弃流量，自动运行的雨水收集系统。

②自控式雨量型雨水初期弃流装置，用于以降雨的初期弃流雨量为控制信号，要求能准确控制弃流量，自动运行的雨水收集系统。

2 技术性能要求

1）装置规格

雨水弃流装置的规格，用弃流装置弃流管的公称直径表示，详见表2.3.4－1。

表2.3.4－1　雨水弃流装置规格

弃流装置规格	弃流水管直径（mm）	进水水管直径（mm）	收集水管直径（mm）	控制数量（个）
*DN*50	*DN*50	*DN*100	*DN*100	1～10
*DN*100	*DN*100	*DN*200	*DN*200	
*DN*150	*DN*150	*DN*300	*DN*300	
*DN*200	*DN*200	*DN*400	*DN*400	
*DN*250	*DN*250	*DN*500	*DN*500	

2）基本功能要求

①雨水初期弃流装置平时开通，雨水系统处于弃流状态。

②一场降雨的径流量或降雨厚度达到初期弃流设定值时，弃流装置执行机构关闭，雨水系统从弃流状态自动转入收集状态。

③降雨过后，当达到设定的雨水初期弃流装置复位时间间隔时，弃流装置执行机构重新开通，雨水系统自动恢复弃流状态。

④通过弃流装置弃流量等于初期降雨厚度与汇水面积的乘积。无资料时，屋面雨水初期弃流径流厚度采用2～3mm，地面弃流采用2～5mm。

⑤一台雨水初期弃流装置的控制器可以控制10台执行机构同时工作。

3　选用要点

1）雨水利用工程需要自动准确控制雨水初期弃流量的情况如下：

①使用累计流量计将从1个雨水收集利用系统获取径流量作为信号源时，选用自控式流量型雨水初期弃流装置。

②使用雨量传感器从雨水收集利用区域的某一地点获取降雨量信号源时，选用自控式雨量型雨水初期弃流装置。

2）在一座建筑物或可以认为降雨量分布基本均匀的区域，可以选用一个自控式雨水初期弃流装置为降雨信号源，通过控制器控制多达10个执行机构。

3）自控式雨水初期弃流装置可实现有线或无线控制。

4　施工安装要点

1）自控式雨量型雨水初期弃流装置的雨量传感器，宜安装在收集雨水的建筑物或小区雨水利用控制间的屋面上，或雨水收集区域中央气流平稳的地点。自控式雨量型雨水初期弃流装置应安装在弃流井内。

2）自控式流量型雨水初期弃流装置设于弃流井内

①弃流井分成两个井室，第一井室内雨水进水管从井室一端进入，雨水收集水管从井室的侧端引出。侧墙引出弃流水管，管口设筛网，在弃流井的第二井室内安装弃流装置。

②弃流井采用钢筋混凝土结构，要求不渗漏，井盖、井座应不漏水。

3）弃流水管出口应安装满管流调整管段，使水管出水为满管流。弃流管引至小区雨水管道检查井。

4）在弃流井内，雨水进水管、雨水收集水管、弃流水管的管内底关系：弃流水管低于雨水进水管，雨水收集水管比雨水进水管高或相平。

5）控制器布置在控制间内。

5　参考价格：自控式流量型雨水初期弃流装置参考价格见表2.3.4－2，自控式雨量型雨水初期弃

流装置见表 2.3.4－3。

表 2.3.4－2 自控式流量型雨水初期弃流装置参考价格

弃流装置规格	流量传感器（个/套）	控制器（个/套）	执行机构（个/套）	附件（个/套）	合计（元/套）
*DN*50	1	1	1	1	9300
*DN*100	1	1	1	1	10000
*DN*150	1	1	1	1	10800
*DN*200	1	1	1	1	12800
*DN*250	1	1	1	1	15000

注：执行机构数量调整时，价格做相应调整。

表 2.3.4－3 自控式雨量型雨水初期弃流装置参考价格

弃流装置规格	雨量传感器（个/套）	控制器（个/套）	执行机构（个/套）	附件（个/套）	合计（元/套）
*DN*50	1	1	1	1	9500
*DN*100	1	1	1	1	10500
*DN*150	1	1	1	1	11500
*DN*200	1	1	1	1	12500
*DN*250	1	1	1	1	14500

注：执行机构数量调整时，价格做相应调整。

6 相关规范《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB50400－2006。

2.3.5 塑料模块组合水池

1 概述

塑料模块组合水池是雨水收集与利用的一种新型储水装置，它与钢筋混凝土储水池的最大区别是，使用了一种储水池用塑料模块，以塑料模块组装成水池骨架，配合不同的包覆材料，构成具有不同功能的水池。

1）塑料模块组合水池组成：由水池池体及附件组成。附件包括进水井、出水井、鼓风通气管系等。

①塑料模块由聚丙烯塑料注塑成型，上、下两个塑料模块对扣，组成一个储水单元，储水单元外形尺寸为1000mm(L)×500mm(W)×400mm(H)。若干个储水单元，通过模块连接卡连接在一起，组装成水池骨架。

②在塑料模块水池骨架的外围包裹不透水土工膜，组成储水池。包裹透水土工布组成渗透水池。

③进水井做成沉砂井型，进水管口设截污网。

④鼓风通气管系用于水质保洁和水池保洁。

2）适用范围：塑料模块组合水池是钢筋混凝土水池的替代品，可作为雨水储水池和渗透水池。

2 技术性能要求

1）塑料模块组合水池的有效容积见表 2.3.5。

2）塑料模块组合水池从侧面的上部进水，下部出水，预留的进、出水管管径为 dn160 及 dn125。

3）压缩空气管从塑料模块组合水池侧面的下部进入，水池通气帽应设于水池顶部。水池的水位计应设于进水井内。

4）水池的外形宜为长方形、F或E字形。

5）单体水池最大容积应<500m³。水池池顶覆土0.5~1.5m，池底最深4.0m（含覆土）。

6）建于停车场下的塑料模块组合水池，单台机动车的总重量应小于2500kg。

表2.3.5 塑料模块组合水池有效容积（m³）

塑料模块储水单元数量（长）（m）	塑料模块储水单元数量（宽）（m）									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.19	0.38	0.57	0.76	0.95	1.14	1.33	1.52	1.71	1.90
2	0.38	0.76	1.14	1.52	1.91	2.28	2.66	3.04	3.42	3.80
3	0.57	1.14	1.71	2.28	2.85	3.42	3.99	4.56.	5.13	6.70
4	0.46	1.52	2.28	3.04	3.80	4.56	5.32	6.08	6.84	7.60
5	0.95	1.90	2.85	3.40	4.75	5.70	6.65	7.60	8.55	9.50
6	1.14	2.28	3.42	4.56	5.70	6.84	7.98	9.12	10.26	11.40
7	1.33	2.66	3.99	5.32	6.65	7.98	9.31	10.64	11.97	13.30
8	1.52	3.04	4.58	6.08	7.60	9.12	10.64	12.16	13.68	15.20
9	1.71	3.42	5.13	6.84	8.55	10.26	11.97	13.68	15.39	17.10
10	1.90	3.80	5.70	7.60	9.50	11.40	13.30	15.20	17.10	19.00
11	2.09	4.18	6.27	8.36	10.45	12.54	14.63	16.72	18.81	20.90
12	2.28	4.56	6.84	9.12	11.40	13.68	15.96	18.24	20.52	22.80
13	2.47	4.94	7.41	9.88	12.35	14.82	17.29	19.76	22.23	24.70
14	2.66	5.32	7.98	10.64	13.30	15.96	18.62	21.28	23.94	26.60
15	2.85	5.70	8.55	11.40	14.25	17.10	19.95	22.80	25.65	28.50
16	3.04	6.08	9.12	12.16	15.20	18.24	21.28	24.32	27.36	30.40
17	3.23	6.46	9.69	12.92	16.15	19.38	22.61	25.84	29.07	32.30
18	3.42	6.54	10.26	13.68	17.10	20.52	23.94	27.36	30.78	34.20
19	3.61	7.22	10.32	14.44.	18.05	21.66	25.27	28.88	36.49	36.10
20	3.80	7.60	11.40	15.20	19.00	22.80	26.60	30.40	34.20	38.00

3 选用要点

1）根据工程的具体要求，确定水池的功能分类和构造。

2）由需要的储水量计算储水单元的数量。

3）根据水池的覆土厚度、池底深度和水池的平面形式决定水池塑料模块骨架的基本尺寸。

4）根据地基的土壤类型和地下水情况，确定地基做法和土壤的硬化措施。

5）根据水池功能选择土工包裹材料，并确定数量。储水池应采用不透水土工膜，渗透水池应采用透水土工布。

6）确定进、出水管和进、出水井的位置和数量。

7）确定通气帽及鼓风通气系统的布置和数量。

4 水池施工安装要点

1）基坑开挖深度应符合设计要求，注意不要超挖。

2）基坑地基应根据土壤性质和类型做相应的处理。

3）渗透蓄水池应使用透水土工布平整地铺设在基坑内。

4）塑料模块的铺设和安装是从最下层开始，逐层向上进行。

5）在安装底层模块时，同时安装鼓风通气管。

6）在蓄水池骨架的四周紧紧地包裹土工布。

7）组合水池进、出口法兰及管道安装时，将法兰连接件固定在塑料蓄水池的设计预留进、出口上，做好与土工布之间的密封，并接好管道。

8）把蓄水池进水管接入沉砂井，把出水管接入出水井。

9）在塑料模块组合蓄水池骨架的顶面铺设一层土工布，起保护作用。

10）回填时，在蓄水池四周填粗砂，在顶面土工布上回填土层，回填土至与地面相平。

5 参考价格：每个储水单元体积为 1000mm ×500mm ×400mm，5 个储水单元体积为 $1m^3$，参考价格为 2000 ~2200 元/m^3。

6 相关规范《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400 -2006。

2.4 特殊单立管排水系统

2.4.1 概述

1 定义：特殊单立管排水系统是管件特殊或管材特殊的单根排水立管的排水系统。

2 分类：按管件特殊或管材特殊分为管件特殊类单立管排水系统、管材特殊类单立管排水系统、管件及管材特殊类单立管排水系统。按管件特殊分为苏维托单立管排水系统、CHT 型单立管排水系统和漩流降噪单立管排水系统。按管材特殊分为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和加强型螺旋管单立管排水系统。另外，还有管材、管件特殊的 AD 型单立管排水系统。

3 系统组成

1）苏维托系统

排水立管和横管采用 HDPE 管、PVC - U 管或柔性接口排水铸铁管。上部特制管件采用材质为 HDPE 或铸铁的苏维托特制管件（原称混合器）（见图 2.4.1 -1）。排水立管底部采用泄压管（见图 2.4.1 -2）。

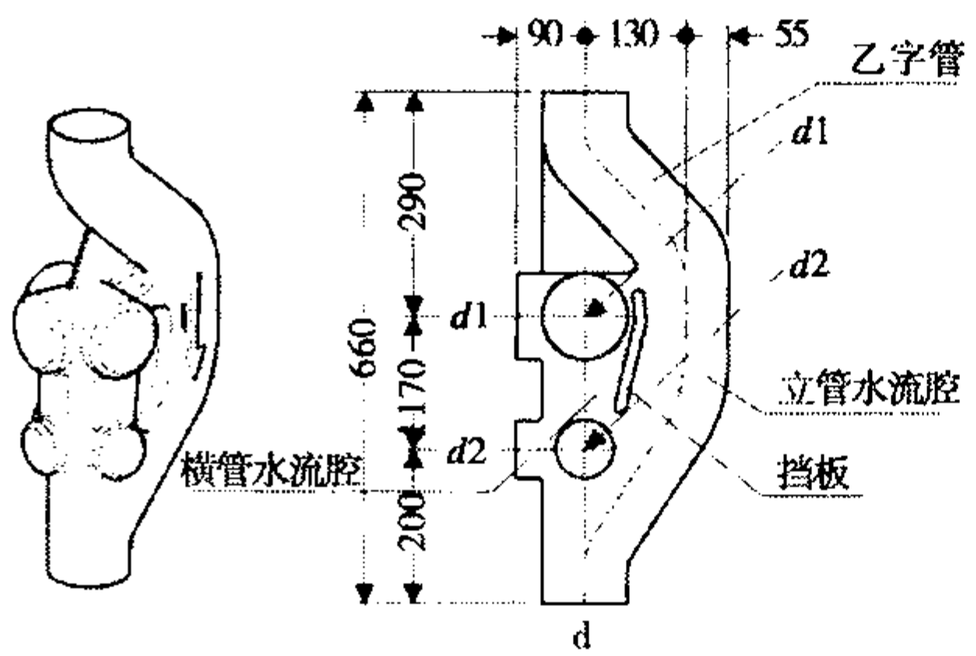


图 2.4.1 -1 HDPE 苏维托特制管件构造图

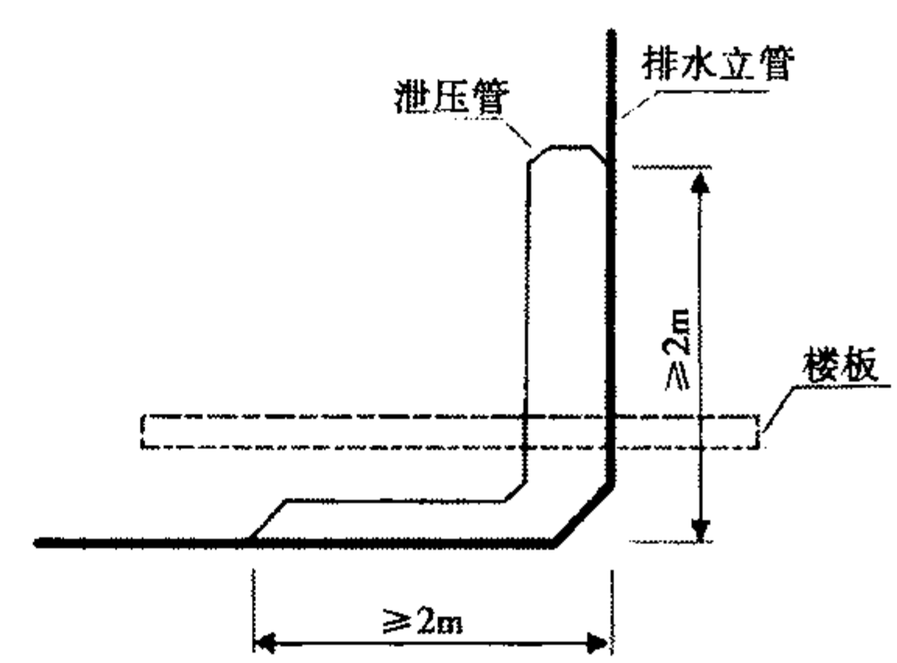


图 2.4.1 -2 底层泄压管图

2）CHT 型系统

排水立管和横管采用柔性接口排水铸铁管或 PVC－U 管。上部特制管件采用铸铁材质的 CHT 型接头（导流叶片上下设置的旋流器），下部特制管件采用铸铁材质的 CHT 型底部接头。

3）漩流降噪系统

排水立管和横管采用 PVC－U 管。上部特制管件采用 PVC－U 材质的漩流降噪接头（内有螺旋肋的旋流器），下部特制管件采用 PVC－U 材质的漩流降噪弯头。

4）内螺旋管系统、中空壁内螺旋管系统、加强型螺旋管系统

排水立管采用 PVC－U 内螺旋管、PVC－U 中空壁内螺旋管、PVC－U 加强型螺旋管或加强型钢塑复合螺旋管，横管采用 PVC－U 管。上部特制管件采用材质为 PVC－U 或 FRPP 的旋转进水型三通及四通（即普通型旋流器）。下部特制管件采用变径弯头。

5）AD 型系统

立管管材采用 PVC－U 加强型螺旋管或加强型钢塑复合螺旋管。排水横支管和排水立管连接采用铸铁材质的内有导流叶片的 AD 型细长接头（导流叶片对向设置的旋流器）或 AD 型小型接头（导流叶片为单片的旋流器）。排水立管底部采用铸铁材质、变径、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。

2.4.2 特殊管材规格尺寸

PVC－U 内螺旋管规格尺寸见表 2.4.2－1。PVC－U 中空壁内螺旋管规格尺寸见表 2.4.2－2。PVC－U加强型螺旋管规格尺寸见表 2.4.2－3，加强型钢塑复合螺旋管规格尺寸表 2.4.2－4。

表 2.4.2－1 PVC－U 内螺旋管规格尺寸（mm）

公称外径 dn	壁厚 e	螺旋高 E	长度 L
75	2.1	2.3	4000 或 6000
110	3.1	3.0	
160	3.8	3.8	

表 2.4.2－2 PVC－U 中空壁内螺旋管规格尺寸（mm）

公称外径 dn	壁厚 t	外壁厚 e_1	内壁厚 e_2	格肋厚 b	螺棱高 h	空格数（孔）
75	5.0	1.3	1.0	0.9	1.5	22
110	6.0	1.8	1.2	1.0	1.7	24
160	7.0	2.2	1.5	1.1	1.8	32

表 2.4.2－3 PVC－U 加强型螺旋管规格尺寸（mm）

公称外径 dn	壁厚 t	内径 d_1	螺旋肋高	螺旋方向	螺距	肋线条数 n	长度 L
90	3.1	83.3	2.3	逆时针	600	12	4000 或 6000
110	3.8	101.8	3.0		760		

表 2.4.2－4 加强型钢塑复合螺旋管规格尺寸（mm）

公称直径 DN	外径 dn	壁厚 t	内径 d_1	螺旋肋高	螺旋方向	螺距	肋线条数 n	长度 L
90	59.1	3.9	81.1	2.3	逆时针	600	12	5500
110	114.3	4.7	104.7	3.0		760		

注：公称直径 90、110 分别对应于日本标准规格 80A、100A。

2.4.3 设置要求

当特殊单立管排水系统宜在下列情况下采用：

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 当生活排水立管所承担的卫生器具排水设计流量超过《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中规定仅设伸顶通气管的排水立管最大排水能力（排水立管管径为 100mm 和 110mm）。

3 建筑标准要求较高的多层和高层住宅及公共建筑。10 层及 10 层以上高层建筑的生活污、废水立管。

4 同层接入排水立管的横支管数较多的排水系统。卫生间或管道井面积较小的建筑。

5 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。需设置环形通气管或器具通气管，但不设置通气立管的建筑。要求降低排水水流噪声和改善排水水力工况的场所。

6 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。

2.4.4 立管最大排水能力：特殊单立管排水系统排水立管最大排水能力应按表 2.4.4 确定。

2.4.5 选用要点

1 苏维托系统

1） 排水横支管与排水立管连接处应采用苏维托特制配件。当排水横支管只有一个卫生器具时（不含大便器），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时，该楼层的排水立管上可不设苏维托特制配件。

2） 排水立管苏维托特制配件的垂直距离不应大于 6m。

表 2.4.4 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）
特殊单立管	苏维托（混合器）		—	—	4.5	—	—
	内螺旋管+旋流器	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。

3） 苏维托单立管排水系统的管材和管件的材质有铸铁、HDPE 或 PVC。同一管道系统宜采用相同材质管材和管件。当采用硬聚氯乙烯（PVC－U）管材时，苏维托特制配件可采用 PVC 材质、HDPE 材质或铸铁材质。当管材、管件材质与苏维托特制配件材质不同时，应确保密封性。

4） 苏维托单立管排水系统排水立管不得采用内螺旋管、加强型螺旋管和中空壁内螺旋管。排水立管顶端应设伸顶通气管，其管径应与立管管径相同。当两根或两根以上通气管汇合连接时，汇合通气管应按不小于 0.01 的上升坡度与总伸顶通气管连接，汇合通气管和伸顶通气管管径应按照《建筑给水排水设计规范》GB 50015 确定。接入苏维托配件的横支管管径不得大于立管管径。

5） 苏维托单立管排水系统排水立管管径应为 100mm 或 110mm。当排水立管排水量超过立管最大排水能力时，应设置两根立管予以分流。不得采用管径为 160mm 的苏维托特制配件。

6） 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为苏维托单立管排水系统的组成部分。底层卫生器具排水管应接入泄压管。

2 CHT 型系统

1） 排水管道为承插式排水管时应采用 CA 型接头，排水管道为无承口直管时应采用 CB 型接头。

2） 当排水横支管为一根时应采用 CA 型或 CB 型三通。当排水横支管为两根时应采用 CA 型或 CB 型四通接头。当排水横支管数量更多时应采用五通或六通接头。不得采用不扩容 CA 型接头或 CB 型接头。

3） CHT 型系统可不设通气立管。当 CHT 型系统有环形通气管或器具通气管时，可将通气管与接

头连接。

3 漩流降噪系统

1）漩流降噪系统排水横支管与排水立管连接处应采用漩流降噪三通或漩流降噪四通。螺纹连接时应采用螺纹连接漩流降噪三通或四通。粘接连接时应采用非螺纹连接漩流降噪三通或四通。

2）排水立管采用漩流降噪弯头，可螺纹连接和粘接连接。漩流降噪接头有效漩流高度为6m。

3）漩流降噪系统可不设通气立管，也不宜设环形通气管和器具通气管。

4 内螺旋管系统、中空壁内螺旋管系统、加强型螺旋管系统

1）立管宜敷设在建筑物的管道井内。管径≥110mm的明设立管，在穿越管道井内楼层楼板处应有防止火势贯穿措施。管径≥110mm的明设排水横管接入管道井内立管时，在穿越井壁处应有防止火势贯穿措施。

2）排出管以上的立管不得设置转弯管段。排水立管底部和排出管应比立管大一号管径。接入立管的横管管径不得大于立管管径。

5 AD型系统

1）AD型细长接头和AD型小型接头不能用于同一排水立管上。

2）AD型细长接头、AD型小型接头、AD型底部接头、AD型加长型底部接头和PVC－U加强型螺旋管、加强型钢塑复合螺旋管应选用同一厂家的配套产品。

3）当排水立管上部有横支管接入，而下部无横支管接入时，无横支管接入的楼层，可每两层设置一个AD型细长接头或AD型小型接头。

4）底层排水管宜单独排出。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；当接入排水立管时，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≥0.6m。

5）AD型特殊单立管排水系统可不设专用通气立管、主通气立管和副通气立管。当按《建筑给水排水设计规范》GB 50015规定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型接头处与排水立管连接。

6）排水立管不宜偏置，当必须设置偏置管时宜采用45°弯头连接，并采取相应技术措施。

2.4.6 相关规范

《建筑给水排水设计规范》GB 50015。

《特殊单立管排水系统设计规程》CECS 79:96。

《建筑排水用硬聚氯乙烯内螺旋管管道工程技术规程》CECS 94:2002。

《建筑排水中空壁消音硬聚氯乙烯管管道工程技术规程》CECS 185:2005。

《AD型特殊单立管排水系统技术规程》CECS 232:2007。

2.5 真空排水系统

2.5.1 室内真空排水系统

1 概述

1）工作原理：真空排水系统通过气动传感原理将真空阀门打开，真空泵维持真空排水管道内－0.05～－0.06MPa的负压，使进入管道的污水处于负压状态，以4.5m/s左右的流速吸入真空管道至真空泵站的污水收集罐中，通过控制器控制管道内的压力变化，以实现真空传输装置的启动和停止。当污水收集罐内污水储存达到某一水位时，污水泵将自动开启，将污水提升排入就近重力流污水管道。

2）优点：室内真空排水系统卫生器具和管道布置灵活。便器冲洗水量少，节省用水量，减少排水量，管径小。无污水渗漏，管线内液体高速流动无污物沉积。无气味外泄，不影响环境。

3）系统组成：室内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、真空坐便器、真空蹲便器、真空地漏、污水收集装置、伸顶排气管或透气管滤池等组成。

2 适用范围

1）坡度不足、空间有限、吊顶偏低或建筑物结构限制等原因很难安装重力排水系统的地方。

2）对现有建筑物进行装修、重建、改建有困难或费用较高的地方。

3）需要将污水远距离传输至指定区域的地区（如工厂、大型购物中心或大型住宅建筑群等）。

4）洁净水资源有限的地方，可节约水资源。

3 主要设备材料见表 2.5.1。

4 选用要点

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、节约水资源等。

2）准确计算所接纳的污废水排水量，系统的气水比。

3）真空泵站设计负压在 -0.05 ~ -0.06MPa 之间，系统提升高度应限制在 4.5m 范围内。

4）真空管道内流速应大于 1m/s，不宜大于 7m/s。根据工作环境条件，系统服务半径最大可达到 1km 范围以内。

5）管道应敷设成锯齿形，坡度不小于 1%，一般每隔 25 ~ 30m 距离设提升弯。

6）系统应进行真空管道系统密闭测试、系统性能测试、真空管线监测。

7）系统中若一个真空传输装置损坏不得影响其他传输装置的工作。

8）选用管材：PVC - U(≥PN10)SDR - 21 粘接连接。HDPE(≥PN10)SDR - 11 电焊连接。

无承口的铸铁管（PN10）快速夹具连接。镀锌钢管（PN10）有承插和真空密封垫连接。

5 相关标准

1）系统执行标准参照：《建筑物内的真空排水系统》EN 12109

2）管道执行标准参照：U - PVC(PN10)《未增塑聚氯乙烯管：一般质量要求. 检验》DIN 8061。

《未增塑聚氯乙烯管(PVC - U. PVC - H)尺寸》DIN 8062。

HDPE（PN10）《给水用聚乙烯（PE）管材》GB/T 13663。

表 2.5.1 主要设备材料表

名称	规格或构造	材质	性能要求
污水收集罐	立式罐或卧式罐	钢制或 PE	压力等级≥0.1MPa
真空泵	旋转活塞式/旋叶式		
污水泵	干式安装		具有研磨功能，通径大于 50mm
真空传输阀	由膜片、传输阀体组成	ABS	通径要求大于 40mm，使用寿命不应少于 30 万次开启次数。
真空坐便器	由真空传输阀、控制按钮和水阀等组成	陶瓷/不锈钢	通径要求大于 40mm 每次冲洗水量 1 升左右
污水收集装置	由收集室、真空传输阀、感应管、通风阀等组成	PVC/PE	
真空蹲便器	由真空传输阀、感应控制开关和水阀等组成	陶瓷/PE	通径要求大于 40mm 每次冲洗水量 3 ~ 4 升
真空地漏	由污水收集室、传输膜片等组成	不锈钢/铸铁	
真空管道	*DN*25 ~ *DN*200	HDPE	SDR11，≥PN10
检修阀	与管道直径相同	铸铁/铸钢	PN10
排气管道	*DN*65 ~ *DN*200	PVC - U	
排水管道	*DN*80 ~ *DN*200	HDPE	≥PN10，SDR11

续表 2.5.1

名称	规格或构造	材质	性能要求
控制柜	内部设备的规格型号，由设计进行确定	钢制	要求具有以下功能： 1 真空罐体压力保护（过压及低压）； 2 电压保护（过压、缺相）； 3 液位保护（超高或超低水位）； 4 电机过载保护； 5 系统运行保护（超时工作）； 6 温度保护

注：检修阀采用弹性塑封闸阀，控制柜一般设于真空泵房内。

3 建筑供热水设备

3.1 太阳能热水系统应用技术

3.1.1 概述

太阳能热水系统是将太阳光能转换为热能以加热水所需的部件及附件组成的完整装置，通常由集热器、贮热水箱、连接管道、控制器等组成。由于太阳能是低密度、间断性、不可控能源，单独作为热源不能保证稳定的热水供应，所以工程选用时应与其它能源（辅助能源）组合提供生活热水。系统包括集热系统及热水供应系统两大部分。

1 太阳能热水系统分类，见表 3.1.1。

表 3.1.1 太阳能热水系统分类

分类要素	型式	主要特征
集热器	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
	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，水流经玻璃管直接被加热
	玻璃—金属真空管型	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
运行方式	强制循环系统	利用水泵等外部动力迫使传热工质通过集热器进行循环的系统
	自然循环系统	太阳集热系统仅利用传热工质内部的温度梯度产生的密度差进行循环的系统
	直流式系统	传热工质一次流过集热系统加热后，进入贮热水箱或用热水点的非循环系统
传热类型	直接式	耗用的热水流经集热器的系统
	间接式（热交换）	非耗用的传热流体工质流经集热器的系统
集热器与贮水箱的放置	分离式	集热器与贮热水箱分开放置的系统
	紧凑式	集热器与贮热水箱直接相连或相邻的系统
	闷晒式	集热器和贮水箱结合为一体的系统
集热器安装方式	一体型	集热器作为建筑构件，一体安装。整体感好，美观，热效率受安装部位建筑物角度的制约
	叠合型	集热器紧贴建筑表面安装，较美观，热效率受安装部位建筑物角度的制约
	支架型	利用支架固定在建筑物上，热效率高，维修方便
系统承压类型	承压式	水箱承压，闭式系统
	非承压式	水箱不承压，开式系统
供热水范围	集中供热水系统	供给一幢或数幢建筑物所需热水的系统
	局部供热水系统	采用太阳能热水器（贮热水容积 600L 以下）供给单个或数个配水点所需热水的小型系统

注：一个太阳能热水系统由多种要素的不同型式组合而成。

2 适用范围：年日照时数大于1400小时，年太阳辐照量大于4200MJ/m^2，极端最低气温不低于-45℃的地区，宜采用太阳能热水系统。安装太阳能热水系统的建筑应具备安装太阳能热水系统的技术条件，并保证安装太阳能集热器的建筑部位日照不受遮挡，或至少能保证4h的日照。安装太阳能热水系统对相邻建筑不会造成不利影响。

3.1.2 技术性能要求

1 系统总体性能要求

1）系统提供的热水水质卫生指标应符合国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749-2006的要求。

2）太阳能作为预热热源，其贮热水箱供水温度无要求。太阳能作为直接加热供应热水的热源，其贮热水箱供水温度宜≥50℃，并保证最不利用水点的供热水温度不低于45℃。

3）太阳能热水系统必须采取防过热措施，并应符合《太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T 18713-2002的要求；在有冰冻可能的地区还应有可靠的集热系统防冻措施。

4）如果系统含有电器设备，其电器安全应符合《家用和类似用途电器的安全第1部分：通用要求》GB 4706.1-2005的要求。

5）当集热器成为建筑物顶部较高部件时，应按照国家现行《建筑物防雷设计规范》GB 50057-1994的要求做防雷保护。

2 集热器产品热性能要求及主要参数

集热器产品应具备国家认可的太阳能热水器检测单位出具的性能检测报告。

1）大型太阳能热水系统（水箱容积>600升）应检测项目

①太阳集热器瞬时效率曲线：平板型太阳能集热器基于采光面积、进口工质温度T_i的瞬时效率截距η_0应不小于0.70。以T_i为参考的总热损系数U应不大于6.0W/(m^2·K)。无反射器真空管型太阳能集热器基于采光面积、进口工质温度T_i的瞬时效率截距η_0应不小于0.60，有反射器真空管型太阳能集热器基于采光面积、进口工质温度T_i的瞬时效率截距η_0应不小于0.50。以T_i为参考的总热损系数U应不大于2.5W/(m^2·K)。

②单位面积集热器的流量、阻力损失。

2）小型户用系统（水箱容积≤600升）应检测项目

①单位面积日有用得热量：一定日太阳辐照量下，贮热水箱（罐）内的水温不低于规定值时，单位轮廓采光面积贮热水箱（罐）内水的日得热量。紧凑式≥7.5MJ/m^2，分离式、间接式≥7.0MJ/m^2（轮廓采光面积：太阳光投射到集热器的最大有效面积）

②太阳热水系统的平均热损因数：在无太阳辐照条件下的一段时间内，单位时间内、单位水体积太阳热水系统贮水温度与环境温度之间单位温差的平均热量损失：紧凑式、分离式≤22W/(m^3·℃)

3.1.3 系统设计与设备选用要点

1 总原则

优先、充分利用太阳能。提供稳定的热水供应。设备、部件的安装位置及连接形式，应与建筑设计统筹考虑。系统的安装应保证安全可靠、维修方便。太阳能热水系统应与建筑同步规划、同步设计、同步施工、同步验收。

2 集热系统设计与设备选用

1）选择集热器安装位置

①集热器安装倾角宜等于当地纬度。如系统侧重在夏季使用，其安装倾角等于当地纬度减10°。如系统侧重在冬季使用，其安装倾角等于当地纬度加10°。

②集热器安装方位角宜朝向正南，或南偏东、偏西30°的范围内设置。

③集热器应避免安装在受建筑自身及周围设施和绿化树木遮挡的部位，满足不少于4h日照时数的要求。

④太阳能集热器设置还应符合《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364 - 2005 的要求。

2） 选用集热器

集热器类型应根据太阳能热水系统在一年中的运行时间、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考虑，可参考表 3.1.3 - 1 选用。

表 3.1.3 - 1　集热器类型选用

选用要素		集热器类型		
		平板型	全玻璃真空管型	玻璃一金属真空管型
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（注 1）	可用（注 2）	可用
运行方式		承压、非承压	非承压	承压、非承压
易损程度		低	高	中

注：1　采用防冻措施后可用。

2　建议采用防冻措施。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） 确定系统太阳能保证率

太阳能保证率是对应必要的生活热水负荷量，由太阳能供给的比率。根据当地的日照条件、供热水目标和投资能力，参照表 3.1.3 - 2 的推荐值选用。

表 3.1.3 - 2　太阳能热水系统集热参数推荐选用表

等级	太阳能条件	年日照时数（h）	水平面上年太阳辐照量（$MJ/m^2 \cdot a$）	地区	太阳能保证率
Ⅰ	资源丰富区	3200 ~ 3300	> 6700	宁夏北、甘肃西、新疆东南、青海西、西藏西	60% ~ 80%
Ⅱ	资源较富区	3000 ~ 3200	5400 ~ 6700	冀西北、京、津、晋北、内蒙及宁夏南、甘肃中东、青海东、西藏南、新疆南	50% ~ 60%
Ⅲ	资源一般区	2200 ~ 3000	5000 ~ 5400	鲁、豫、冀东南、晋南、新疆北、吉林、辽宁、云南、陕北、甘东南、粤南	40% ~ 50%
		1400 ~ 2200	4200 ~ 5000	湘、桂、赣、江、浙、沪、皖、鄂、闽北、粤北、陕南、黑龙江	
Ⅳ	资源贫乏区	1000 ~ 1400	< 4200	川、黔、渝	≤40%

4） 计算集热器面积

①按照国家标准 GB/T 18713 - 2002 规定的方法进行计算。

②按照日平均热水用量计算集热系统的热水负荷，并折算出集热器面积。当采用局部热水供应系统时，居民的平均热水用量取 30 ~ 40L/（人 · d），贮水箱内水的终止温度取 45 ~ 55℃；当采用集中热水供应系统时，居民的平均热水用量取 50 ~ 60L/（人 · d），贮水箱内水的终止温度取 55 ~ 60℃。

③对集中热水供应系统，为了弥补管网的热损失，按照规范的方法计算出集热面积后，还可以适当乘以修正系数，增加集热器面积。

5） 选用传热类型：单纯从集热系统的集热效率考虑，直接式系统优于间接式系统，但间接式系统有利于保证供水水质卫生。因此，在经济条件允许的情况下，优先推荐采用间接式系统。

6） 太阳热水系统运行方式应根据用户基本条件、用户的使用需求及集热器与贮热水箱的相对安装位置等因素综合考虑，可以按照 GB/T 18713 - 2002 推荐的方式选用，见表 3.1.3 - 3。

表 3.1.3－3 集热系统运行方式选用

运行条件		运行方式		
		自然循环	直流式	强制循环
水压不稳		可用	不宜用（注 1）	可用
供电不足		可用	不宜用（注 2）	不宜用（注 3）
即时用热水		不宜用	可用	不宜用
集热器与贮热水箱的相对位置	集热器位置高	不宜用	可用	可用
	集热器位置低	可用	可用	可用
使用环境温度	高于 0℃	可用	可用	可用
	低于 0℃	采用防冻措施可采用		

注：1 在温控器控制泵的方式下可用。

2 在温控阀控制的方式下可用。

3 在光电池控制直流泵的方式下可用。

3 贮热水箱设计

$$V_{集} = A \times B1 \tag{3.1.3}$$

式中 $V_{集}$——集热系统贮热水容积（L）；

A ——太阳能集热器集热面积（m^2）；

$B1$——单位采光面积平均每日的产热水量（L/m^2）。

具体数值应根据当地日照条件、集热器产品的实际测试结果而定。方案阶段可根据太阳能行业的经验数值选取。对于直接供水系统，$B1 = 40 \sim 80L/m^2$，取值范围可参照表 3.1.3－4。对于间接换热时的热媒水系统，$B1 = 30 \sim 70L/m^2$。

表 3.1.3－4 直接供水系统单位采光面积平均每日的产热水量

等级	太阳能条件	单位集热面积产热水量（L/m^2）
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

注：产热水温度为 45～50℃。

4 强制循环系统集热循环泵设计应由厂家配套提供，其噪声应满足安装部位的建筑要求。

5 辅助热源系统设计与设备选用

1）辅助热源及其加热设施宜按无太阳能热水系统状态配置。在农村或市政基础设施配套不全，热水用水要求不高的地区，可根据当地实际情况，适当降低辅助热源的供热量标准。

2）辅助热源及其加热设施应在保证太阳能集热系统充分工作的条件下辅助运行。

3）当采用集中热水供应系统时，配置宜不少于两套。一套检修时，其它各套加热设备的总供热能力不小于 50% 的系统耗热量。应按照《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中的规定进行辅助热源加热设备的设计。

4）当采用局部热水供应系统时，加热设备通常为一套电热水器，也可采用燃气热水器或燃气热水采暖两用炉为辅助热源，但其允许的进水温度应能满足集热系统出水温度要求，并具有恒温出水的功能。选型方法可以参见国家建筑标准设计图集 08S126《热水器选用及安装》。

5）辅助能源启动方式分为按需手动启动、全日自动启动和定时自动启动三种，因关系到太阳能热

水系统节能效果，应结合不同热水供应方式，采用适宜的控制方式。

6 确定系统控制方式

1）太阳能热水系统的控制系统应具有集热系统自动运行控制、辅助热源自动切换控制、防冻、防超温、防漏电、防空晒等功能。集中热水供应系统还有热水循环控制。控制方式应尽量安全、可靠。全自动运行，便于用户操作。并设置可数字化显示的控制仪表盘。

2）为保证系统的使用功能与安全，应相应设置电磁阀、温度控制阀、压力控制阀、泄水阀、自动排气阀、止回阀、安全阀等控制元件，阀门性能应符合相关产品标准的要求，并预留检修空间。

7 管材选用要点

1）集热系统管道设置在室外时，直接受到四季环境温度变化和日照、雨淋等气候条件的影响，在选用管材及管件时，不仅要考虑工程造价和管道敷设条件，还应针对各种管材特性，结合太阳能热水系统特点合理选用。

2）集热系统管道采用塑料管材时，应避免因阳光直射和热引起伸缩、膨胀以及防止管材老化。

3）热水供应系统采用塑料热水管，管道工作压力应按相应温度下允许工作压力选择。

8 相关建筑设计要点

1）规划设计时，采用计算机逐时模拟日照分析，得出集热器适宜的安装范围和安装位置。

2）施工图设计时，确定集热器位置、热水系统与建筑（建筑的造形、平面功能）结合的方式，进行集热器安装基座定位设计，并绘制构造节点详图、集热器、水箱安装图、厨房卫生间设计详图，进行贮水箱的位置、空间及设施空间设计，预留管井（管线区）位置和维护检修的通道，采取建筑防水、保温构造保护措施等。

9 相关结构设计要点

1）进行荷载（自重荷载、装载荷载、雪荷载、风荷载、地震作用等）计算，进行建筑结构主体与设备支撑部件之间的连接件计算，绘制建筑构件设计详图、安装设计详图。

2）在正常维护下，连接件的材料、构造及设备支撑部件应至少与太阳热水器同寿命，其中连接件的材料及构造宜同建筑结构的使用年限。

3.1.4 施工安装要点

系统的施工安装应确保安全性和功能性，同时考虑与建筑结合。

1 集热器

1）预留集热器施工安装、日常维护检修的通道，并对安装集热器的部位采取建筑防水、保温构造保护等措施。

2）要安装集热器（热水器）的结构上预先设置预埋件或固定螺栓，当集热器安装在砌体墙上时，应在预埋件处增设构造柱。非结构受力构件如轻质填充墙上不得设置集热器。

3）采用支架安装时，应按照设计图纸的要求检查强度、耐久性、与建筑物的固定方式。

2 贮热水箱

1）贮热水箱上方及周围应有安装、检修空间，净空不宜小于600mm。设置贮热水箱的位置应具有相应的排水、防水措施。

2）贮水箱基座必须设在建筑物承重墙（梁）上，并预留固定用预埋件。预埋件与基座之间的空隙，应用细石混凝土填捣密实。

3）贮水箱应用地脚螺栓与基础连接牢固。

4）钢板焊接的储水箱，水箱内外壁均应按设计要求做防腐处理。内壁防腐涂料应卫生、无毒，且应能承受所贮存热水的最高温度。水箱外壁应为带有优质防腐介质的金属材质，厚度不得低于0.6mm。

5）贮水箱应进行检漏试验，试验方法应符合设计与《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364－2005 的相关规定。

6）贮水箱保温应在检漏试验合格后进行。水箱保温应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工

程质量检验评定标准》GB 50185－1993 的要求。

7）贮水箱内箱应作接地处理，接地应符合现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169－2006 的要求。

3 管路系统

1）应采取措施保证冷热水系统压力平衡，系统冷、热水压差不应超过 0.02MPa。

2）管道设计应合理有序安排走向，室外管线宜隐蔽设置，不影响建筑外观。如不能隐蔽设置，则应具有一定建筑装饰效果。

3）竖向管线宜安设在竖向管道井中，做到安全隐蔽，又便于维护、检修。室内水平管线应隐蔽设置，在楼板和墙体面层中设置水平管道沟槽，或隐蔽于吊顶内，隐蔽工程内的管线应无接头。

4）管路安装时，不得在结构梁柱、抗震墙的暗柱、端柱处穿管。管线穿过屋面、墙面等围护结构时应及时预埋套管，避免在已做好防水保温的屋面上凿孔打洞。

5）按照《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定进行管道保温，保证系统的供水温度。

6）室外管路采用防冻布置，即管路中不得有滞留水的管路死角，按照水可以排出的方向顺坡布置。

7）管路安装应符合《建筑给水排水及采暖工程施工验收规范》GB 50242－2002 的相关要求。

8）太阳能热水器、集热器的安装节点做法可以参见国家建筑标准设计图集 08S126《热水器选用及安装》。

4 电气系统

1）根据太阳能热水系统所需的用电功率（如循环泵、辅助电加热等）及位置，预留用电负荷及插座（宜选用防潮防溅型面板）位置，且插座回路设置漏电断路器。如具有远程控制功能，还应就近预留控制管线。

2）按照国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169－2006 及《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008，确定用电设备接地系统及安全措施设计方案。

3）设置可靠的避雷措施，而且放置于室内的贮水装置其金属外壳应可靠接地。

3.1.5 技术经济分析

采用太阳能作为热源供应生活热水是我国大力推广的节能技术。太阳热水系统设置除考虑系统类型、辅助热源种类和比例、集热器类型、贮热水容积以及集热系统热性能和居民用热水负荷等诸多技术因素外，其经济性还取决于当地太阳能资源和气候条件、居民经济承受能力等非技术因素。经济技术分析可从经济性能和技术因素两方面进行。分为设计阶段的预评价和系统运行评价。

1 经济性能指标

预评价是在系统设计完成后，根据系统形式，确定的集热器面积及集热器性能参数、设计的集热器倾角及给定的气象条件下，在系统寿期内的节能效益分析。系统运行评价是系统建成投入运行后，进行长期监测，计算实际的节能效益。经济性能指标包括太阳热水系统的投资回收年限和太阳能保证率分析等。

2 技术评价指标（表 3.1.5）

表 3.1.5 集热器技术评价指标

设计阶段预评价	系统设计指标	集热系统设计指标，供应系统设计指标，必要的防水质污染措施等
	建筑结合指标	规划同步设计，建筑整合设计，确定合理的集热器，管井和贮热水箱位置等
	结构安全指标	连接件的材料、构造及设备支撑部件与太阳热水器同寿命设计，结构设计应考虑自重、施工和检修荷载以及雪荷载、风荷载和地震作用对太阳热水设备和建筑结构的作用等
系统运行评价	使用功能指标	卫生的水质，适宜的水温，充足的水量，稳定的水压，可靠性，节水效果，管理水平等
	建筑结合指标	集热器与集热器之间，建筑与集热器之间无日照遮挡，集热器布局整齐、产品外观与建筑设计协调，不影响安装位置处原有的排水、防水、保温隔热功能，有检修通道，室内、外管线布置合理等
	结构安全指标	安装构造不破坏防水、保温、不产生冷桥，考虑设备安装的连接技术、接口技术，建立日常维护制度等

3.1.6 相关标准、规范

《建筑给水排水设计规范》GB 50015。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 - 2008。

《家用太阳热水系统技术条件》GB/T 19141 - 2003。

《家用太阳热水系统热性能试验方法》GB/T 18708 - 2002。

《太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T 18713 - 2002。

《平板型太阳能集热器》GB/T 6424 - 2007。

《真空管型太阳能集热器》GB/T 17581 - 2007。

4 建筑消防设备

4.1 室内外消火栓及消火栓箱

4.1.1 概述

1 定义：消火栓是与消防给水系统或给水系统相接，设有开关阀门和一个或多个出口被用于给消防水带供水或给消防车供水的装置。

2 分类

1）按设置位置和构造分为室外消火栓和室内消火栓。

2）室外消火栓按设置位置和型式分为地上式室外消火栓和地下式室外消火栓。按连接形式分为内扣式和螺纹式。

3）室内消火栓按出水口数量分为单出口室内消火栓和双出口室内消火栓。按栓阀数量分为单栓阀室内消火栓和双栓阀室内消火栓。按结构型式分为直角出口型室内消火栓、45°出口型室内消火栓、旋转型室内消火栓、减压型室内消火栓、旋转减压型室内消火栓、减压稳压型室内消火栓和旋转减压稳压型室内消火栓。

4）消火栓箱按安装方式为明装式、暗装式和半明装式。按栓箱箱门开启型式分为单开门式和双开门式。按栓箱箱门材料分为全钢型、钢框镶玻璃型、铝合金镶玻璃型和其它材料型。按水带安置方式分为挂置式、盘卷式、卷置式和托架式。

4.1.2 主要技术参数

每个室外消火栓的用水量按 10 ~ 15L/s 计算，栓口水压（从室外设计地面算起）不应小于 0.10MPa。室内消火栓主要技术参数见表 4.1.2 -1，消防软管卷盘性能见表 4.1.2 -2。

4.1.2 -1 室内消火栓设置要求

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">建筑物类别</th><th colspan="2">消火栓参数选择</th><th colspan="2">消火栓种类选择</th></tr>
<tr><th>每个消火栓流量（L/s）</th><th>消火栓栓口直径</th><th>普通消火栓</th><th>减压消火栓</th></tr>
<tr><td rowspan="2">低层和多层建筑</td><td>1 高度≤24m、体积≤10000m³ 的厂房；
2 面积 5000 ~ 10000m² 病房楼、门诊楼等；
3 ≥8 层住宅</td><td>2.5</td><td>DN50</td><td rowspan="5">消火栓栓口出水压力不超过 0.5MPa 时</td><td rowspan="5">消火栓栓口出水压力超过 0.5MPa 时</td></tr>
<tr><td>需要设室内消火栓的其它低层和多层建筑</td><td>5</td><td>DN65</td></tr>
<tr><td colspan="2">高层民用建筑</td><td>5</td><td>DN65</td></tr>
<tr><td colspan="2">人防地下室（除去不需要设消防给水的建筑面积小于 300m² 的人防工程）</td><td>5</td><td>DN65</td></tr>
<tr><td colspan="2">汽车库（除去不需要设消防给水的耐火等级为一、二级且停车数不超过 5 辆的汽车库和车位不超过 2 辆的修车库）</td><td>5</td><td>DN65</td></tr>
</table>

注：只有在十八层及十八层以下的单元式住宅和十八层及十八层以下、每层不超过 8 户、且建筑面积不超过 650m² 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。

表 4.1.2－2 消防软管卷盘的性能

型号	消防软管卷盘栓口直径（mm）	胶管内径（mm）	水枪喷嘴直径（mm）	工作压力（MPa）	流量（L/s）	有效射程（m）	软管长度（m）
SP－20（25、30）	25	ϕ19	ϕ6	≤0.8	≥0.3	≥6	20（25、30）
XS460－20	25	ϕ19	ϕ6、ϕ8	≤0.8	0.3～1.0	6.7～12.5	20

4.1.3 选用要点

1 消火栓

1）室外消火栓宜采用地上式消火栓。寒冷地区设置的室外消火栓应有防冻措施。

2）消火栓应采用同一型号规格。消火栓的栓口直径应为65mm，水带长度应≯25m，水枪喷嘴口径应≮19mm。

3）室内消火栓栓口处的出水压力大于0.5MPa时，可选用减压消火栓。

4）消火栓栓口离地面高度宜为1.10m，栓口方向宜向下或与设置消火栓的墙面垂直。

2 水带、水枪配置要求（表4.1.3－1）

表 4.1.3－1 水枪、水带配置要求

建筑物类别	每支水枪流量（L/s）	水枪喷嘴口径	水枪、水带口径	水带接口
低层和多层建筑	≥2.5	16mm（个别情况下，根据流量计算，也可采用口径为13mm水枪）	*DN*50	*KD*50
低层厂房、体育馆、剧院、礼堂等	≥5.0	19mm	*DN*65	*KD*65
高层民用建筑				
人防地下室				
汽车库				

注：一般宜采用防腐性能好的化纤衬胶水带。水带的长度可分为10m、15m、20m、25m几种，消防电梯前室消火栓处宜配备较短的水带，其它部位配备的水带长度不应超过25m。

3 报警按钮：临时高压消防给水系统的每个消火栓处，应设有报警功能和直接启动消防水泵的按钮，并应设保护按钮的设施。根据需要，消火栓箱内还可设警铃、指示灯、电话插头等。

4 消防软管卷盘设置（表4.1.3－2）

表 4.1.3－2 消防软管卷盘设置

建筑物类别		设置位置	设置要求
低层和多层建筑	设有室内消火栓的人员密集公共建筑	1 走道、楼梯附近； 2 明显易于取用处； 3 有管理人员值班的服务台	建议增设
	可不设室内消火栓的其他公共建筑		
	建筑面积大于200m² 的商业服务网点		
高层民用建筑	高级旅馆		应设
	重要办公楼		
	一类建筑的商业楼、展览楼、综合楼		
建筑高度超过100m的超高层民用建筑			

5 消火栓箱：消火栓箱的选择首先应满足设计功能，满足建筑物防火的基本需要。选择消火栓箱，还应根据需安装区域、建筑物类别、墙体结构及建设单位具体要求，综合考虑选定。例如：车库、库房等区域可选用明装钢制组合消火栓箱。

4.1.4 施工安装要点

1 室外消火栓

1）室外消火栓各项安装尺寸应符合设计要求，栓口安装高度允许偏差为±20mm。

2）地下式消火栓顶部出水口与消防井盖底面距离应≥400mm，井内应有足够的操作空间，并设爬梯。寒冷地区井内应做防冻保护。消火栓位置标志应明显，栓口位置应方便操作。

3）室外消火栓安装应参见国家建筑标准设计图集01S201《室外消火栓安装》。

2 室内消火栓

1）栓口应朝外，并不应安装在门轴侧。栓口中心距地面为1.1m，允许偏差±20mm。

2）阀门中心距箱侧面为140mm，距箱后内表面为100mm，允许偏差±5mm。箱体安装垂直度允许偏差为3mm。安装消火栓水带时，水带、水枪和快速接头绑扎好后，应根据箱内构造将水龙带挂放在箱内的挂钉、托盘或支架上。

3）室内消火栓系统安装完成后应取屋顶层（或水箱间内）试验消火栓并在首层取二处消火栓作试射试验，达到设计要求为合格。

4）室内消火栓安装应参见国家建筑标准设计图集04S202《室内消火栓安装》。

4.1.5 参考价格（表4.1.5）

表4.1.5 铝合金消火栓箱（带栓、枪、水带）参考价格表

产品名称	规格（mm）	单价（元/套）	配置
单出水Ⅲ型减压稳压消火栓箱	800×650×240	986.00	Ⅲ型减压稳压消火栓一台、25m水带一条、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个
单出水旋转型消火栓箱	800×650×160	1043.00	旋转型消火栓一台、25m水带一条、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个
单出水旋转Ⅲ型减压稳压消火栓箱	800×650×160	1058.00	Ⅲ型旋转消火栓一台、25m水带一条、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个
双出水Ⅲ型减压稳压消火栓箱	1000×700×240	1479.00	Ⅲ型减压稳压消火栓二台、25m水带二条、水枪二支、接扣二副、报警按钮一个
双出水旋转型消火栓箱	1000×700×160	1593.00	旋转型消火栓二台、25m水带二条、水枪二支、接扣二副、报警按钮一个
双出水旋转Ⅲ型减压稳压消火栓箱	1000×700×160	1643.00	Ⅲ型旋转消火栓二台、25m水带二条、水枪二支、接扣二副、报警按钮一个
自救单出水Ⅲ型减压稳压消火栓箱	1000×700×240	1265.00	Ⅲ型减压稳压消火栓一台、25m水带一条、自救转盘一套、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个
自救单出水旋转型消火栓箱	1000×700×160	1322.00	旋转型消火栓一台、25m水带一条、自救转盘一套、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个
自救单出水旋转Ⅲ型减压稳压消火栓箱	1000×700×160	1350.00	Ⅲ型旋转消火栓一台、25m水带一条、自救转盘一套、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个
自救双出水Ⅲ型减压稳压消火栓箱	1200×750×240	1522.00	Ⅲ型减压稳压消火栓二台、25m水带一条、自救转盘一套、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个

续表 4.1.5

产品名称	规格（mm）	单价（元/套）	配置
自救双出水旋转型消火栓箱	1200 × 750 × 160	1636.00	旋转型消火栓二台、25m 水带一条、自救转盘一套、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个
自救双出水旋转Ⅲ型减压稳压消火栓箱	1200 × 750 × 160	1665.00	Ⅲ型旋转消火栓二台、25m 水带一条、自救转盘一套、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个
自救单出水Ⅲ型减压稳压消火栓箱	1800 × 700 × 240	1679.00	Ⅲ型减压稳压消火栓一台、25m 水带一条、自救转盘一套、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个
自救单出水旋转型消火栓箱	1800 × 700 × 160	1736.00	旋转型消火栓一台、25m 水带一条、自救转盘一套、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个
自救单出水旋转Ⅲ型减压稳压消火栓箱	1800 × 700 × 160	1750.00	Ⅲ型旋转消火栓一台、25m 水带一条、自救转盘一套、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个
自救双出水Ⅲ型减压稳压消火栓箱	2000 × 750 × 240	2036.00	Ⅲ型减压稳压消火栓二台、25m 水带一条、自救转盘一套、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个
自救双出水旋转型消火栓箱	2000 × 750 × 160	2150.00	旋转型消火栓二台、25m 水带一条、自救转盘一套、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个
自救双出水旋转Ⅲ型减压稳压消火栓箱	2000 × 750 × 160	2179.00	Ⅲ型旋转消火栓二台、25m 水带一条、自救转盘一套、水枪一支、接扣一副、报警按钮一个

注：1 全钢消火栓箱（带栓、枪、水带）价格为铝合金消火栓箱 1.1 倍。

2 本价格表由上海菲茨机电设备有限公司提供。

4.1.6 相关标准、规范

《建筑设计防火规范》GB 50016:2006。

《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 - 95（2005 年版）。

《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB 50067 - 97。

《人民防空工程设计防火规范》GB 50098 - 98（2001 年版）。

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 - 2002。

《室外消火栓通用技术条件》GB 4452 - 1996。

《室内消火栓》GB 3445 - 2005。

《消防软管卷盘》GB 15090 - 2005。

《消火栓箱》GB 14561 - 2003。

4.2 自动喷水灭火系统

4.2.1 自动喷水灭火系统

1 概述

1）定义：自动喷水灭火系统是由洒水喷头、报警阀组、水流报警装置（水流指示器或压力开关）等组件，以及管道、供水设施组成，能在发生火灾时喷水用以控制和扑灭火灾的固定式自动灭火系统。

2）分类

- 自动喷水灭火系统
  - 闭式系统
    - 湿式系统
    - 干式系统
    - 预作用系统
    - 重复启闭预作用系统
    - 闭式自动喷水－泡沫联用系统
  - 开式系统
    - 雨淋系统
    - 开式自动喷水－泡沫联用系统
  - 水幕系统
    - 防火分隔水幕
    - 防护冷却水幕

3）适用范围

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的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放遇水发生爆炸或加速燃烧的物品、遇水发生剧烈化学反应或产生有毒有害物质的物品以及洒水将导致喷溅或沸溢液体的场所。

③露天场所不宜选用闭式系统

2 系统选型

1）温度不低于4℃，或不高于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，如寒冷地区不采暖地下车库和库房等。

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）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区域等。

②当采用闭式系统时，民用建筑和工业厂房室内最大净空高度超过8m，仓库室内最大净空高度超过9m，采用早期抑制快速响应喷头的仓库室内最大净空高度超过13.5m，非仓库类高大净空场所室内最大净空高度超过12m，且必须迅速扑救初期火灾。

③严重危险级Ⅱ级。

5）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。

6）水幕系统：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被称为水幕系统。按功能分为防火分隔水幕（密集喷洒形成水墙或水帘的水幕，用于挡烟阻火）和防护冷却水幕（冷却防火卷帘等分隔物的水幕，使防火分隔物耐火极限符合要求，背火面温度不致导致火势蔓延）

7）自动喷水—泡沫联用系统：自动喷水—泡沫联用系统是配置供给泡沫混合液设备后，组成既可喷水又可喷泡沫的自动喷水灭火系统。自动喷水—泡沫联用系统按洒水喷头类型分为闭式自动喷水—泡沫联用系统（采用闭式洒水喷头的联用系统）和开式自动喷水—泡沫联用系统（采用开式洒水喷头的联用系统）。

①闭式自动喷水—泡沫联用系统应执行闭式自动喷水灭火系统设计规定。湿式系统自喷水至喷泡沫的转换时间，按4L/s流量计算，不应大于3min。泡沫比例混合器应在流量≥4L/s时，符合水与泡沫灭火剂的混合比规定。持续喷泡沫的时间不应小于10min。

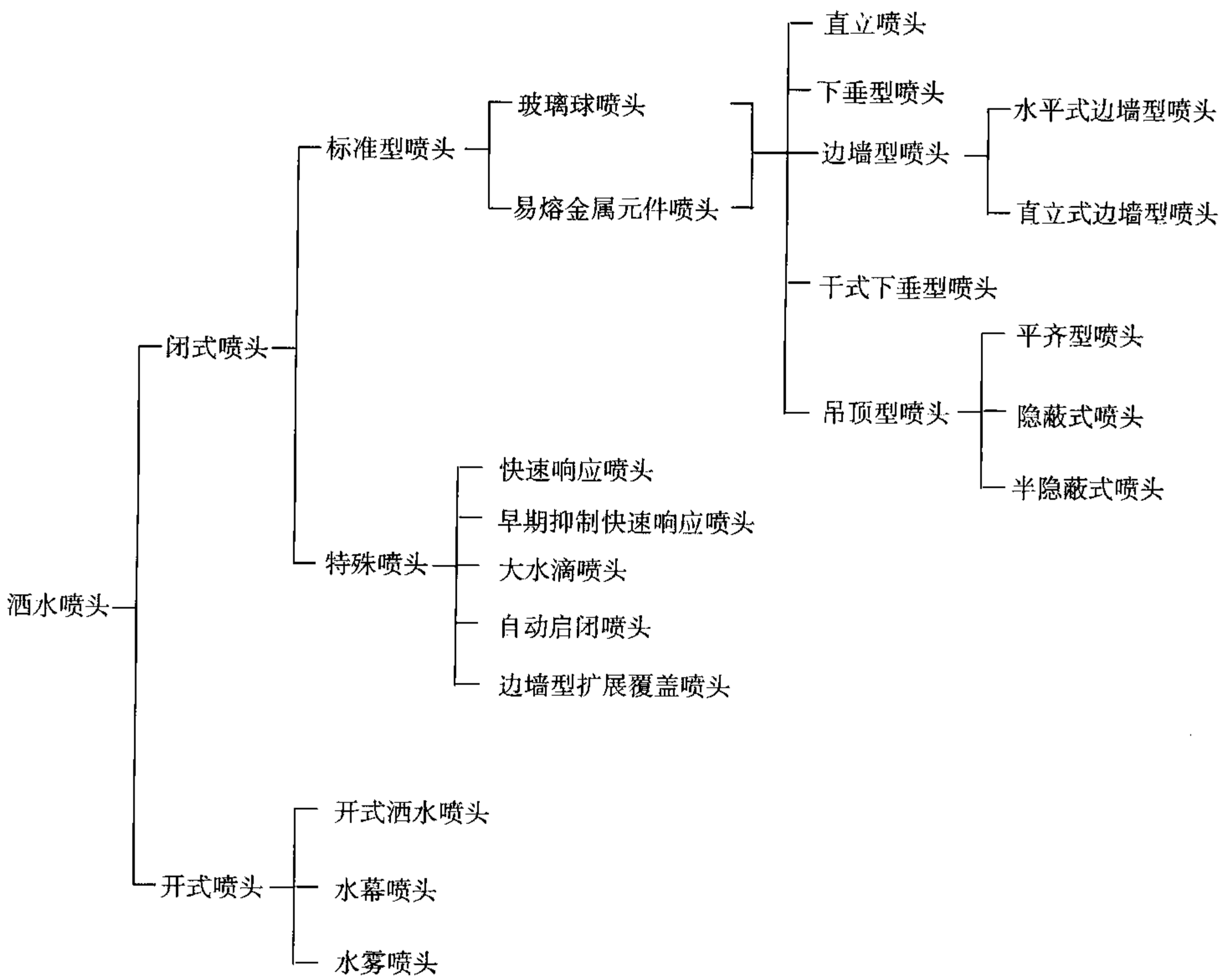
②开式自动喷水—泡沫联用系统的前期喷水后期喷泡沫系统，喷水强度与喷泡沫强度均不应低于《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084－2001（2005年版）有关规定。前期喷泡沫后期喷水的系统，

喷泡沫强度与喷水强度均应执行现行国家标准《低倍数泡沫灭火系统设计规范》GB 50151－1992 规定。持续喷泡沫时间不应小于 10min。

3 主要部件

1）喷头

①分类



②技术性能要求

a 常用玻璃球闭式喷头（表 4.2.1－1）

表 4.2.1－1 常用玻璃球闭式喷头

喷头型号				连接螺纹（in）	公称动作温度（℃）	最高环境温度（℃）	工作液色标
普通型	边墙型	直立型	下垂型				
ZSTP15/57	ZSTB15/57	ZSTZ15/57	ZSTX15/57	ZG1/2"	57	27	橙
ZSTP15/68	ZSTB15/68	ZSTZ15/68	ZSTX15/68	ZG1/2"	68	38	红
ZSTP15/79	ZSTB15/79	ZSTZ15/79	ZSTX15/79	ZG1/2"	79	49	黄
ZSTP15/93	ZSTB15/93	ZSTZ15/93	ZSTX15/93	ZG1/2"	93	63	绿
ZSTP15/141	ZSTB15/141	ZSTZ15/141	ZSTX15/141	ZG1/2"	141	111	蓝

b 国产快速反应喷头（表 4.2.1－2）

表4.2.1-2 国产快速反应喷头

种类 / 型号 参数	大口径快速反应喷头	特大口径快速反应喷头		快速反应低压喷头
型号	ZSTP-13.5（普通型） ZSTZ-13.5（直立型） ZSTX-13.5（下垂型） ZSTB-13.5（边墙型）	ZSTZ-16.3（直立型） ZSTX-16.3（下垂型）	ZSTZ-17.5（直立型） ZSTX-17.5（下垂型）	ZSDTX-20（下垂型） ZSDTZ-20（直立型） ZSDTB-20（边墙型）
口径或公称通径(mm)	13.5	16.3	17.5	20
连接螺纹	1/2"、3/4"	3/4"		3/4"
*K*值	111.5	163	200	115±9
*RTI*值 $(m \cdot s)^{\frac{1}{2}}$	34、35	34、55		
动作温度（℃）	57、68、79、93	68、93、141		57、68
工作压力（MPa）	0.1~0.5	0.0534~0.12	0.046~0.193	
适用场所	1 公共娱乐场所、中庭环廊； 2 医院、疗养院的病房及治疗区，老年、少儿、残疾人集体活动场所； 3 超出水泵接合器供水高度的楼层； 4 地下的商业及仓储用房			楼层不高、面积不大、建筑耐火等级较低，但火灾隐患较大的中小型文化娱乐场所

c 开式喷头（表4.2.1-3）

表4.2.1-3 开式喷头的分类、性能与技术参数

分类			型号	适用系统	原理及使用场所	公称直径(mm)	连接螺纹	*K*值	安装方式
开式洒水喷头			ZSTR-15（双臂或单臂）	雨淋系统	为去掉热敏元件和密封件的闭式喷头。支架有单臂和双臂之分。开启时形似下雨降水。用于危险性大、火灾蔓延快的场所	*DN*15	1/2"	80	下垂型 直立型 边墙型
水幕喷头	幕帘式	缝隙式	ZSTK-15 ZSTM-10 ZSTM-6	水幕系统	有单缝隙和双缝隙两种，喷洒角度分别为190°和150°，能起冷却和分隔作用。常用于舞台台口和生产装置的分隔	*DN*15	1/2"	43.5 40.5 24.5	下垂型安装并和保护面成45°角
		雨淋式	同开式洒水喷头		能造成防火水幕带、起防火分隔作用、开口部位大，常用于一般水幕难以阻止火势扩大和蔓延的部分				
	窗口式				常用于防止火灾通过窗口蔓延、或增强窗扇、防火卷帘、防火幕的耐火能力而设置				
	檐口式				用于防止邻近建筑火灾对屋檐的威胁，或增加屋檐的耐火能力而设置				

续表 4.2.1－3

分类		型号	适用系统	原理及使用场所	公称直径（mm）	连接螺纹	K 值	安装方式
喷雾喷头	高速喷雾	ZSTW（B）	水喷雾系统	属离心雾化喷头，体积小、雾化均匀、喷出速度高、贯穿力强，可用于可燃性液体火灾扑救和电力设备的保护	*DN*15 *DN*20 *DN*25	1/2" 3/4" 1"	16～160	下垂方向安装或水平方向安装
	中速喷雾	ZSTW6～14		属撞击雾化喷头，结构简单，对需要保护的设备提供整体保护	DN15	1/2"	28～115	下垂方向安装成45°角

d　闭式喷头温度等级

闭式喷头温度等级应严格按环境温度来选，选用的喷头公称动作温度应比安装环境最高温度高30℃左右，具体参考表4.2.1－4。

表 4.2.1－4　闭式喷头动作温度等级选择

喷头设置场所		喷头公称动作温度（℃）
民用建筑的走道、大厅、餐厅、多功能厅、办公室、客房、仓库等处		68
民用建筑天花板吊顶、玻璃屋顶下、厨房等处		79
蒸气压力小于 0.1MPa 的散热器	附近 2m 以内的空间	121～149
	附近 2～6mm 以内空间	79～107
有保温层的蒸汽管道上方 0.76m 两侧 0.3m 以内的空间		79～107
无绝热层无通风的木板或瓦楞铁皮房顶的闷顶内，不通风的密封空间和阁楼内，以及受日光曝晒的玻璃天窗下		79～107
不通风的橱窗内、装有高功率电气照明设备的天花板附近		79～107
锅炉房、洗衣房等处		93
低压蒸汽安全阀旁 2m 以内空间		121～149
大型炊事设备及通风空调系统附近的特殊场所		应实测最高环境温度，提高30℃选择公称动作温度

③选用要点

a　根据设置场所实际状况，依据 GB 50084－2001（2005 年版）的规定，合理选用喷头。

b　喷头的玻璃管壁厚应均匀，管壁应无气泡，玻璃球内有少许空气占有体积，喷头垫圈材质合格，喷头玻璃球安装紧固。喷头经过国家检测机构检测合格，应有抽检检测报告。

④施工安装要点：喷头离顶板、离障碍物间距应符合设计要求，安装时应使用专用扳手进行安装。

⑤参考价格：直立式喷头（68℃），17.00 元/只。下垂式喷头（68℃），17.00 元/只。边墙式喷头（68℃），19.00 元/只。

⑥相关标准

《自动喷水灭火系统第 1 部分洒水喷头》GB 5135.1－2003。

《自动喷水灭火系统第 9 部分：早期抑制快速响应（ESFR）喷头》GB 5135.9－2006。

《自动喷水灭火系统第 12 部分：扩大覆盖面积洒水喷头》GB 5135.12－2006。

《自动喷水灭火系统第 13 部分：水幕喷头》GB 5135.13－2006。

2）报警阀、雨淋阀选用要点

①湿式报警阀

a 报警阀宜设在安全及易于操作的地点，报警阀距地面的高度宜为1.2m。

b 水力警铃是湿式报警阀的一个主要部件。水力警铃应设在有人值班的地点附近。其与报警阀的连接管径为20mm，总长不宜大于20m，安装高度不宜超过2m，并应设排水设施。

②干式报警阀：在干式系统中，火灾发生时为了加快配水管网中空气排放，缩短喷头出水时间，除小型系统外，均应装设排气加速器。

③预作用阀：我国尚无专用预作用阀生产，通常是采用雨淋阀来代替。

④雨淋阀通常分类如下

- 雨淋阀
  - 按控制方法分
    - 减压阀
    - 加压式
  - 按阀的结构形式分
    - 隔膜式
    - 活塞式
    - 杠杆式
    - 蝶阀式
  - 按灭火介质运动轨迹分
    - 直通式（立式）
    - 角阀式
    - 截止阀式
    - 止回阀式
  - 按启动方式分
    - 水动式
    - 气动式
    - 电动式
    - 手动式
    - 机械式
    - 热力式
    - 组合式

⑤参考价格：湿式报警阀装置ZSFZ－100型，3200.00元/套。ZSFZ－150型，3700.00元/套。ZSFC－100型，7500.00元/套。ZSFC－150型，9000.00元/套。

⑥相关标准

《自动喷水灭火系统 第2部分：湿式报警阀、延迟器、水力警铃》GB 5135.2－2003。

《自动喷水灭火系统 第4部分：干式报警阀》GB 5135.4－2003。

《自动喷水灭火系统 第5部分：雨淋报警阀》GB 5135.5－2003。

3）其它组件主要技术指标

国产桨状水流指示器规格及性能见表4.2.1－5。信号阀性能参数见表4.2.1－6。末端试水装置类型见表4.2.1－7。

表4.2.1－5 国产桨状水流指示器规格及性能

型号	ZSJZ型浆状水流指示器
规格	*DN*50 *DN*65 *DN*80 *DN*100 *DN*125 *DN*150 *DN*200
工作压力（MPa）	1.2（或0.14～1.6）
延时（s）	各厂不同（20～30、2～90、0.4～60）
最低动作流量（L/min）	15～40（或17～45）
触点容量	DC24V/3A或AC220V/5A
连接形式	螺纹、法兰、插入焊、法兰对夹

表 4.2.1－6 信号阀性能参数

	型号	公称直径（mm）	工作压力（MPa）	适用温度（℃）	信号触点容量	连接方式
信号蝶阀	XDF 型	*DN*50、65、80、100、125、150	1.6	≤100	DC 24V/1A	对夹式
	(A)XD 型	*DN*50、65、80、100、125、150	1.0、1.6、2.5	≤100	DC 24V/1A	对夹式
	ZSFD 型	*DN*50、65、80、100、150、200	1.6	≤70	DC 24V/0.5A	对夹式
信号闸阀	XZF 型	*DN*50、65、80、100、150、200	1.6	≤100	DC 24V/1A	法兰
信号隔膜阀	YXF 型	*DN*80、100、125、150	1.0、1.6	≤100	DC 24V/1A	法兰

表 4.2.1－7 末端试水装置分类

型号	MDS－XF－XJ 型	ZSJM 型	ZSPP 型
控制方式	手动或自动	手动或自动	手动或自动
规格	*DN*20、*DN*25、*DN*50	*DN*20、*DN*25	*DN*15、*DN*20
最大工作压力（MPa）		1.6	1.2

注：末端试水装置由试水阀、压力表及试水接头组成。

4.2.2 简易自动喷水灭火系统

1 概述

1）定义：简易自动喷水灭火系统是由响应时间指数 RTI≤50（$m \cdot s)^{\frac{1}{2}}$的闭式洒水喷头、供水管网和控制组件等组成，并能在发生火灾时自动喷水灭火的系统。

2）分类：按使用场所分为简化型、通用型和增压型。

①简化型由喷头、管网、闸阀（或蝶阀）、止回阀、末端试水装置（或放空阀）等组成。

②通用型由喷头、管网、水流指示器、简易报警控制器、声光报警器、报警阀、闸阀（或蝶阀）、止回阀、末端试水装置（或放空阀）等组成。

③增压型由喷头、管网、管道泵、水流指示器、简易报警控制器、声光报警器、报警阀、闸阀（或蝶阀）、止回阀、水泵接合器、末端试水装置等组成。

3）适用范围：新建、扩建、改建工程，包括：建筑面积＜500m^2 的小型歌舞娱乐放映游艺场所（歌舞厅、茶楼、保健中心、网吧、酒吧等）及生产作坊，建筑面积＜1000m^2 的商业设施，层数≤三层的旅馆、招待所，饮食建筑的主、副食热加工间以及居住场所。

2 主要技术参数（表 4.2.2）

表 4.2.2 主要技术参数

建筑物名称	设计喷水强度〔L/（m^2 · min）〕	作用面积（m^2）	喷头工作压力（MPa）	
			一般	最低
住宅	≥3	≮50 或最大房间面积	0.05	0.03
小型旅馆、招待所	≥3	≯100 ≮80		
小型公共场所（小型文化娱乐场所、中小型商店、超市、中小型生产作坊）	≥4			

注：1 装设网格、栅板类通透性吊顶的场所，系统的设计喷水强度应按上表规定值的 1.3 倍确定。

2 系统供水压力应经计算确定，但不应低于 0.2MPa。

3 选用要点

1）供水压力能满足喷头工作压力要求，且喷头总数不超过 20 只的场所宜设简化型。供水压力能满足喷头工作压力要求，人员集中且喷头总数超过 20 只的场所宜设通用型。供水压力需通过增压来满足喷头工作压力要求，人员集中的场所宜设增压型。

2）简易灭火系统应采用湿式系统。应确保一路可靠水源供水，可采用市政管网、生活给水管网、屋顶水箱、管道泵从市政管网或储水箱取水、室内消火栓管道等方式供水。选用市政管网供水时，应确保市政管网在压力和流量最小时仍能满足简易灭火系统压力和流量要求。连接市政供水管道的公称外径不应小于60.3mm、公称壁厚不应小于3.5mm。采用屋顶水箱供水的系统，屋顶水箱供水管道的公称外径不应小于60.3mm，公称壁厚不应小于3.5mm。配水管道应采用内外壁热镀锌钢管或其它经消防检测认可的管材，热镀锌钢管的连接应采用螺纹、沟槽式管件或法兰连接。当使用其它管材时，应符合国家现行有关标准的要求。系统管道宜设计成均衡系统管网，应减少转弯、变径。配水管公称外径不应小于48.3mm，公称壁厚不应小于3.5mm。配水支管的公称外径不应小于33.7mm，公称壁厚不应小于3.2mm。短立管的管径应与喷头接口相匹配。可只在配水管上设置一个水流指示器，水流指示器后不应设置除系统以外的其它用水设施。

3）对设置管道泵的系统应保证至少有一路可靠供电，供电线路应穿金属管并做不小于30min的防火保护，电源开关应设置在明显且易操作的地方。对人员集中且比较重要的场所，宜增加管道泵的备用电源，且备用电源供电时间不小于30min。

4）系统配置的阀门，应有明显的启闭标志，并宜设紧锁装置。

5）喷头及其布置

①简易灭火系统应采用响应时间指数 $RTI \leqslant 50\ (m \cdot s)^{\frac{1}{2}}$ 的闭式洒水喷头，动作温度宜为68℃，设置在厨房、饮食店热加工间的喷头公称动作温度宜为93℃。

②喷头选型：对通透性吊顶的场所，应采用直立型。对非通透性吊顶的场所，应采用下垂型或吊顶型喷头。当设置直立型或下垂型喷头有困难时，可采用边墙型喷头。在易受碰撞的部位，应采用带保护罩的喷头或隐蔽型喷头。

4 施工安装要点

1）管网安装应符合《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB 50261－2005相关规定的要求。

2）喷头安装应在系统试压、冲洗合格后进行。管网安装完毕后，应进行强度试验，试验环境温度不宜低于5℃。试验压力应满足现行国家标准《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB 50261－2005的要求。

3）系统与生活用水或生产用水共用的，在进行强度试验时应有严格的措施保证简易灭火系统的水不进入生活用水或生产用水系统。

5 参考价格：简易自动喷水灭火系统得主要组件价格同自动喷水灭火系统。

6 相关规范

《简易自动喷水灭火系统应用技术规程》CECS 219：2007。

《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084－2001（2005年版）。

《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB 50261－2005。

4.3 气体消防灭火系统

4.3.1 概述

1 定义：对一个相对密闭的着火空间（全淹没系统）或不能封闭的防护区内的某个保护对象（局部应用系统）喷放出符合环保要求的气体，气体充满整个空间，在其浓度达到一定值时，与火焰进行物理或化学作用，而达到灭火目的的装置。

2 基本组成：气体灭火系统主要由三部分组成。

1）储存装置——储存容器、容器阀、高压软管、单向阀、安全泄压阀、集流管、压力指示器等。

2）供气管路——选择阀、输送管道、喷咀。

3）控制部分——探测、启动、控制等部件。

3 适用范围

1）适用火灾类型包括可燃液体的火灾、可溶化固体的火灾、可燃固体表面火灾、电气火灾以及灭火前能切断气源的气体火灾。

2）气体灭火系统主要用于保护遇水能造成重大损失的封闭空间。适用的火灾场所包括贵重电气、电子及通讯设备室，国家保护文物中的金属、纸、绢质制品存放室，重要音像、资料档案库等。

4 产品分类及适用条件，见表 4.3.1。

表 4.3.1 气体消防灭火设备分类及适用条件

分类		主要特征	适用条件
按固定方式	半固定式气体灭火装置（预制灭火系统）	无固定的输送气体管道。由药剂瓶、喷咀和启动装置组成的成套装置	适用于保护面积不大于 500m²，体积不大于 1600m³ 的防护区
	固定式气体灭火系统（管网灭火系统）	由储存容器、各种组件、供气管道、喷咀及控制部分组成的灭火系统	适用于保护面积大于 100m²，体积大于 300m³ 的防护区
按管网布置形式	均衡管网系统	从储存容器到每个喷咀的管道长度和等效长度*应大于最长管道长度和等效长度的 90%；每个喷头的平均流量相等	适用于储存压力低，设计灭火浓度小的系统
	非均衡管网系统	不具备均衡管网系统的条件	适用于能使灭火剂迅速均化，各部分空间能同时达到设计浓度的高压系统
按系统组成	单元独立灭火系统	用一套储存装置单独保护一个防护区或保护对象的灭火系统	适用于防护区少而又有条件设置多个钢瓶间的工程
	组合分配灭火系统	用一套灭火剂储存装置保护两个及两个以上防护区或保护对象的灭火系统	适用于防护区多而又没有条件设置多个瓶站，且每个防护区不同时着火的工程
按应用方式	全淹没灭火系统	在规定的时间内，向防护区喷射一定浓度的灭火剂，并使其均匀地充满整个防护区的灭火系统	适用于开孔率不超过 3% 的封闭空间，保护区内除泄压口外，其余均能在灭火剂喷放前自动关闭
	局部应用灭火系统	向保护对象以设计喷射率直接喷射灭火剂，并持续一定时间的灭火系统	保护区在灭火过程中不能封闭，或虽能封闭但不符合全淹没系统所要求的条件。适宜扑灭表面火灾
按气体种类分 氢氟烃类	贮压式七氟丙烷灭火系统	对大气臭氧层损耗潜能值 ODP = 0，温室效应潜能值 GWP = 2050。灭火效率高，设计浓度低，灭火剂以液体储存，储存容器安全性好，药剂瓶占地面积小，灭火剂输送距离较短，驱动气体的氮气和灭火药剂贮存在同一钢瓶内，综合价较高	适用于防护区相对集中，输送距离近，防护区内物品受酸性物质影响较小的工程
	备压式七氟丙烷灭火系统	与贮压式系统不同的是驱动气体的氮气和灭火药剂贮存在不同的钢瓶内。在系统启动时，氮气经减压注入到药剂瓶内推动药剂向喷咀输送，使得灭火剂输送距离大大加长	适用于能用七氟丙烷灭火且防护区相对较多，输送距离较远的场所
	三氟甲烷灭火系统	对大气臭氧层损耗潜能值 ODP = 0，灭火效率高，绝缘性高，设计浓度适中，灭火剂以液体储存，储存容器安全性好，蒸汽压高，不需氮气增压，药剂瓶占地面积小	因为绝缘性能良好，最适合电气火灾。在低温下的储藏压力高，适合寒冷地区。 其气体密度小，适合高空间场所

续表 4.3.1

分类			主要特征	适用条件
按气体种类分	惰性气体类	混合气体灭火系统（IG－541）	是一种氮气、氩气、二氧化碳混合而成的完全环保的灭火剂，ODP＝0，GWP＝0。对人体和设备没有任何危害。灭火效率高，设计浓度较高。灭火剂以气态储存，高压储存对容器的安全性要求较高，药剂瓶占地面积大，灭火剂输送距离长，综合价高	适用于防护区数量较多且楼层跨度大，又没有条件设置多个钢瓶间的工程。防护区经常有人的场所
		氮气灭火系统（IG－100）	存在于大气层中纯氮气，是一种非常容易制成的完全环保的灭火剂，ODP＝0，GWP＝0。对人体和设备没有任何危害。灭火效率高，设计浓度较高。灭火剂以气态储存，高压储存对容器的安全性要求较高，药剂瓶占地面积大	适用于防护区数量较多、防护区容积较大（面积≤1000m²，体积≤4500m³）且楼层跨度大，又没有条件设置多个钢瓶站的工程。防护区经常有人的场所
	其它	高压二氧化碳灭火系统	是一种技术成熟且价廉的灭火剂，ODP＝0，GWP＜1。灭火效率高。灭火剂以液态储存。高压 CO_2 以常温方式储存，储存压力15MPa，高压系统有较长的输送距离，但增加管网成本和施工难度。CO_2 本身具有低毒性，浓度达到20%会对人致死	主要用于工业或仓库等无人的场所
		低压二氧化碳灭火系统	与高压 CO_2 不同的是低压 CO_2 采用制冷系统将灭火剂的储存压力降低到2.0MPa，－18～－20℃才能液化，要求极高的可靠性。灭火剂在释放的过程中，由于固态 CO_2（干冰）存在，使防护区的温度急剧下降，会对精密仪器、设备有一定影响。且管道易发生冷脆现象。灭火剂储存空间比高压 CO_2 小	主要用于工业或仓库等无人场所。高层建筑内一般不选用低压 CO_2 系统
		气溶胶灭火装置	是一种固体燃料混合物，固态常压储存，经过燃烧形成气溶胶。气溶胶中的固体微粒在灭火中起着吸热降温、化学抑制的作用。灭火剂用量小，灭火效率高，环保性能好，ODP＝0，GWP＝0。电绝缘性良好，价格低廉。属于一种半固定灭火装置，不具备组合分配系统的功能。气溶胶喷放后现场为白色金属盐粉末，能见度低，影响人员逃生，所形成的高浓度胶体对电子设备有一定影响	适用于生产、使用或贮存动物油、植物油、重油、润滑油、变压器油、闪点＞60℃的柴油等各种丙类可燃液体，相对空间较小的封闭场所的火灾。变、配电、发电机房及电缆夹层、电缆井（沟）等无人、相对封闭、空间较小场所的火灾。不发生阴燃的可燃固体物体的表面火灾单个气熔胶灭火装置适用于面积不大于60m²，容积不大于240m³的防护区。多个气溶胶灭火装置适用于面积不大于300m²，容积不大于1500m³防护区

注：管道等效长度＝实管长＋管件的当量长度。

4.3.2 几种哈龙替代品灭火剂主要技术性能及参数见表4.3.2。

表4.3.2 哈龙替代品灭火剂的主要技术性能及参数

比较内容	氢氟烃类		惰性气体类		其它	
灭火剂名称	三氟甲烷	七氟丙烷	氮气	IG－541	二氧化碳	气溶胶
化学名称	HFC－23	HFC－227ea	N_2	$N_2+Ar+CO_2$	CO_2	
商品名称	FE－13	FM200	IG－100	烟烙尽		EBM
灭火原理	化学抑制	化学抑制	物理稀释	物理稀释	窒息、冷却	吸热降温、气、固相化学抑制
灭火浓度（A类表面火）V/V%	12.6	5.8	30.0	28.1	20	/
最小设计浓度（A类表面火）V/V%	15.6	7.5	36.0	36.5	34	/
一次灭火剂量（kg/m^3）	0.52	0.63	0.52 m^3/m^3	0.47 m^3/m^3	0.8	0.07～0.1
设计上限浓度 V/V%	23.8	9.5	52	52	/	/
ODP	0	0	0	0	0	0
GWP	13	0.6	0	0	1	0
NOAEL（%V/V）	50	9	43	43	浓度＞20%对人致死	/
LOAEL（%V/V）	＞50	10.5	52	52		/
LC50（%V/V）	＞65	＞80	/	/		/
ALT（a）	280	31～42	0	0	120	0
容器贮存压力（200C时）	4.2MPa	2.5MPa 4.2MPa	15MPa 20MPa	15MPa 20MPa	15MPa（高压） 1.9～2.1MPa（低压）	0MPa
喷放时间（s）	≤10	≤10	≤60	≤60	≤60	≤90*
贮存状态	液体	液体	气体	气体	液体	固体

注：1 为全淹没系统的喷防时间，局部应用系统的最短时间根据各自不同产品的试验参数确定。设计上限浓度：此值是灭火剂的设计浓度最高值，设计时不能超出此浓度。

2 ODP：破坏臭氧层潜能值。GWP：温室效应潜能值。NOAEL：无毒性反应的最高浓度。LOAEL：有毒性反应的最低浓度。LC50：近似致死浓度。ALT：大气中存活寿命。

4.3.3 选用要点

根据不同的工程特点，选用气体灭火系统时主要从以下几个方面考虑。

1 灭火效率高，具有良好的灭火性能。

2 环境指标：ODP小或为0，GWP小或为0，ALT短。

3 安全性能：长期贮存稳定性，化学物质及燃烧和分解产物的低毒性，对设备的腐蚀小，对人体的伤害小。

4 实用性：良好的电绝缘性，快速的分解速度，灭火剂残留物少或为0。

5 经济性：经济合理，可接受的市场价格。

4.3.4 管材和管道敷设安装要求

1 灭火剂输送管道应采用国家标准《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163－2008、《高压锅炉用无缝钢管》GB 5310－2008规定的无缝钢管，管道内外表面应作镀锌防腐处理或符合环保要求的其它防腐方

式。镀锌层的质量可参照国家标准《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091－2008 的规定执行。

2 在易腐蚀镀锌层的环境，管道应采用不锈钢管或其它抗腐蚀材料。不锈钢管道应符合国家标准《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T 14976－2002 的规定。

3 输送启动气体的管道，宜采用铜管，其质量应符合现行国家标准《铜及铜合金拉制管》GB/T 1527－2006 的规定。

4 灭火剂输送管道的连接可采用螺纹连接、法兰连接或焊接方式。DN≤80mm 的管道宜采用螺纹连接，并应符合国家标准《60°密封管螺纹》GB/T 12716－2002 的有关规定。DN＞80mm 的管道宜采用法兰连接，并应符合国家标准《凹凸面对焊钢制管法兰》JB/T 82.2－1994 的有关规定，法兰垫片采用金属齿形垫片，管道与选择阀采用法兰连接时，法兰的密封面形式和压力等级应与选择阀本身的技术要求相符。管道采用焊接连接时，应当符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236－1998、《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235－1997 的有关规定。

5 灭火剂输送管道不应设置在露天场合。不应穿越沉降缝、变形缝，当必须穿越时应采取可靠的抗沉降和变形措施。

6 灭火剂输送管道应设固定支架固定，固定支架的最大间距应符合表 4.3.4 的规定。管道末端喷嘴处应采用支架固定，支架与喷咀间的管道长度不应大于 500mm。DN≥50mm 的管道，垂直方向和水平方向应各设置一个防晃支架。当穿过建筑物楼层时，每层应设置一个防晃支架。当水平管道改变方向时，也应设置防晃支架。

表 4.3.4 灭火剂输送管道固定支吊架的最大距离

管道公称直径（mm）	15	20	25	32	40	50	65	80	100	150
最大间距（m）	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.4	3.5	3.7	4.3	5.2

7 管道穿过墙壁、楼板处应安装套管。穿墙套管的长度应和墙厚相同，穿过楼板的套管应高出楼面 50mm。管道与套管间的空隙应用柔性不燃烧材料填实。

8 钢瓶组应牢固固定在结构楼板上，并应考虑其荷载对结构楼板的影响。

9 钢瓶间的门洞大小应考虑钢瓶组最大组件的进出方便，可适当预留能直接吊装的吊装孔，或就近利用其它设备的吊装孔，但应在二次墙体未砌筑以前将钢瓶组就位。

10 选择阀、集流管、启动系统的安装除应按各厂家设计手册、产品标准的相关要求进行外，还须按照《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263－2007 的有关条款执行。

4.3.5 相关标准、规范

1 国家标准（执行标准）

《气体灭火系统设计规范》GB 50370－2005。

《惰性气体灭火剂》GB 20128－2006。

《七氟丙烷（HFC227ea）灭火剂》GB 18614－2002。

2 地方标准（参照执行）

《洁净气体灭火系统设计、施工及验收规范》DBJ 01－75－2003（北京）。

《气溶胶灭火系统设计、施工及验收规范》DBJ 01－76－2003（北京）。

《七氟丙烷（HFC227ea）洁净气体灭火系统技术规程》DBJ 15－23－1999（广东）。

《IG－100 气体灭火系统设计、施工及验收规范》DBJ 15－47－2005（广东）。

《惰性气体 IG－541 灭火系统技术规程》DG/TJ 08－306－2001（上海）。

《七氟丙烷灭火系统技术规程》DG/TJ 08－307－2002（上海）。

《IG－541 混合气体灭火系统设计、施工及验收规范》DB 33/1010－2003（浙江）。

《EBM 气溶胶灭火系统设计、施工及验收规范》DB 34/T436－2004（安徽）。

《IG－541 惰性气体灭火系统设计、施工及验收规范》DB 34/T437－2004（安徽）。

《七氟丙烷（HFC227ea）灭火系统设计、施工及验收规范》DB 34/T438 - 2004（安徽）。
《三氟甲烷灭火系统设计、施工及验收规范》DGJ32/J 10 - 2005（江苏）。
《洁净气体 IG - 541 灭火系统设计、施工及验收规范》DB 61/296 - 2002（陕西）。
《EBM 气溶胶自动灭火系统设计、施工及验收规范》DBJ 04/225 - 2003（山西）。
《七氟丙烷（HFC227ea）灭火系统技术规程》DBJ 53 - 11 - 2003（云南）。
《混合气体 IG - 541 灭火系统技术规程》DBJ 53 - 12 - 2003（云南）。

3 美国国家标准（参照标准）

《清洁灭火剂灭火系统标准》NFPA 2001（2000 年版）。
《二氧化碳灭火系统标准》NFPA 12（1998 年版）。

4.4 大空间智能型主动喷水灭火系统

4.4.1 概述

1 定义：智能型灭火装置由智能型红外探测组件、大空间大流量喷头（扫描射水喷头；自动扫描射水高空水炮）、电磁阀组等组成，能在发生火灾时自动探测着火部位并主动喷水的灭火装置。

大空间智能型主动喷水灭火系统由智能型灭火装置（大空间智能灭火装置、自动扫描射水灭火装置、自动扫描射水高空水炮灭火装置）、信号阀组、水流指示器等组件以及管道、供水设施等组成，能在发生火灾时自动探测着火部位并主动喷水的灭火系统。

2 产品及系统分类：智能型灭火装置及大空间智能型主动喷水灭火系统分类及组成分别见表 4.4.1 - 1 和表 4.4.1 - 2。

表 4.4.1 - 1 智能型灭火装置分类及组成

分类	名称	组成
洒水类	大空间智能灭火装置	1 智能型红外探测组件；2 大空间大流量喷头；3 电磁阀组
射水类	自动扫描射水灭火装置	1 智能型红外探测组件；2 扫描射水喷头；3 机械传动装置；4 电磁阀组
	自动扫描射水高空水炮灭火装置	1 智能型红外探测组件；2 自动扫描射水高空水炮（简称高空水炮）；3 机械传动装置；4 电磁阀组

表 4.4.1 - 2 大空间智能型主动喷水灭火系统分类及组成

分类	名称	组成
洒水类	配置大空间智能灭火装置的大空间智能型主动喷水灭火系统	1 大空间大流量喷头；2 智能型红外探测组件（独立设置）；3 电磁阀；4 水流指示器；5 信号阀；6 模拟末端试水装置；7 配水支管；8 配水管；9 配水干管；10 减压阀组；11 手动闸阀；12 高位水箱或气压补压装置；13 试水放水阀；14 安全泄压阀；15 止回阀；16 加压水泵或其它供水设施；17 压力表；18 消防水池；19 水泵控制箱；20 火灾报警控制器；21 声光报警器；22 信号模块；23 水泵接合器
射水类	配置自动扫描射水灭火装置的大空间智能型主动喷水灭火系统	1 自动扫描射水灭火装置；2 电磁阀；3 水流指示器；4 信号阀；5 模拟末端试水装置；6 配水支管；7 配水管；8 配水干管；9 手动闸阀；10 高位水箱或气压补压装置；11 试水放水阀；12 安全泄压阀；13 止回阀；14 加压水泵或其它供水设施；15 水泵控制箱；16 消防水池；17 火灾报警控制器；18 压力表；19 信号模块；20 声光报警器；21 减压阀组；22 水泵接合器
	配置自动扫描射水高空水炮灭火装置的大空间智能型主动喷水灭火系统	1 自动扫描射水高空水炮灭火装置（与智能型探测组件一体式）；2 电磁阀；3 水流指示器；4 信号阀；5 模拟末端试水装置；6 配水支管；7 配水管；8 配水干管；9 手动闸阀；10 高位水箱或气压补压装置；11 试水放水阀；12 安全泄压阀；13 止回阀；14 加压水泵或其它供水设施；15 水泵控制箱；16 消防水池；17 火灾报警控制器；18 压力表；19 信号模块；20 声光报警器；21 减压阀组；22 水泵接合器

3 适用条件（表4.4.1-3）

4 设置场所

1）环境温度应不低于4℃，且不高于55℃。

2）凡按照国家有关消防设计规范的要求应设置自动喷水灭火系统，火灾类别为A类，但由于空间高度较高，采用其它自动喷水灭火系统难以有效探测、扑灭及控制火灾的大空间场所应设置大空间智能型主动喷水灭火系统。A类火灾的大空间场所举例见表4.4.1-4。

表4.4.1-3 不同类别标准型智能灭火装置适用条件

装置类别	接口直径（mm）	单个喷头标准喷水流量（L/s）	单个喷头标准保护半径（m）	喷头安装高度（m）	设置场所净空间最大高度（m）	喷水方式
大空间智能灭火装置	*DN*40	5	≤6	≥6 ≤25	顶部安装≤25； 架空安装不限	着火点及周边圆形区域均匀洒水
自动扫描射水灭火装置	*DN*20	2	≤6	≥2.5 ≤6	顶部安装≤6； 架空安装不限； 边墙安装不限； 退层平台安装不限	着火点及周边扇形区域扫描射水
自动扫描射水高空水炮灭火装置	*DN*25	5	≤20	≥6 ≤20	顶部安装≤20； 架空安装不限； 边墙安装不限； 退层平台安装不限	着火点及周边矩形区域扫描射水

表4.4.1-4 A类火灾的大空间场所举例

建筑类型	设置场所
会展中心、展览馆、交易会等展览建筑	大空间门厅、展厅、中庭等场所
商场、超级市场、购物中心、百货大楼、室内商业街等商业建筑	大空间门厅、中庭、室内步行街等场所
办公楼、写字楼、综合楼、邮政楼、金融大楼、电信楼、指挥调度楼、广播电视楼（塔）、商务大厦等行政办公建筑	大空间门厅、中庭、会议厅、多功能厅等场所
医院、疗养院、康复中心等医院康复建筑	大空间门厅、中庭等场所
飞机场、火车站、汽车站、码头等客运站场的旅客候机（车、船）楼	大空间门厅、中庭、旅客候机（车、船）大厅、售票大厅等场所
购书中心、书市、图书馆、文化中心、博物馆、档案馆、美术馆、艺术馆、市民中心、科技中心、观光塔、儿童活动中心等文化建筑	大空间门厅、中庭、会议厅、演讲厅、展示厅、阅读室等场所
歌剧院、舞剧院、音乐厅、电影院、礼堂、纪念堂、剧团的排演场等演艺排演建筑	大空间门厅、中庭、舞台、观众厅等场所
体育比赛场馆、训练场馆等体育建筑	大空间门厅、中庭、看台、比赛训练场地、器材库等场所
旅馆、宾馆、酒店、会议中心	大空间门厅、中庭、会议厅、宴会厅等场所
生产贮存A类物品的建筑	大空间厂房、仓库等场所
其它适合用水灭火的大空间民用与工业建筑	各种大空间场所

3）大空间智能型主动喷水灭火系统不适用于以下场所：

①在正常情况下采用明火生产的场所。

②火灾类别为B、C、D类火灾的场所。

③存在较多遇水发生爆炸或加速燃烧的物品的场所。

④存在较多遇水发生剧烈化学反应或产生有毒有害物质的物品的场所。

⑤存在较多因洒水而导致喷溅或沸溢的液体的场所。

⑥存放遇水将受到严重损坏的贵重物品的场所，如档案库、贵重资料库、博物馆珍藏室等。

⑦严禁管道漏水的场所。

⑧因高空水炮的高压水柱冲击造成重大财产损失的场所。

⑨其它不宜采用大空间智能型主动喷水灭火系统的场所。

4.4.2 单个标准型大空间智能灭火装置的主要技术及性能要求见表 4.4.2。

4.4.3 单个标准型自动扫描射水灭火装置主要技术指标及性能要求见表 4.4.3。

4.4.4 单个标准型自动扫描射水高空水炮灭火装置的主要技术指标及性能要求见表 4.4.4。

表 4.4.2 单个标准型大空间智能灭火装置主要技术指标及性能要求

<table>
<tr><th colspan="3">项目</th><th>技术要求</th></tr>
<tr><td colspan="3">标准喷水流量（L/s）</td><td>5</td></tr>
<tr><td colspan="3">标准喷水强度（L/min · m²）</td><td>2.5</td></tr>
<tr><td colspan="3">接口直径（mm）</td><td>40</td></tr>
<tr><td colspan="3">喷头及探头最大安装高度（m）</td><td>25</td></tr>
<tr><td colspan="3">喷头及探头最低安装高度（m）</td><td>6</td></tr>
<tr><td colspan="3">标准工作压力（MPa）</td><td>0.25</td></tr>
<tr><td colspan="3">标准圆形保护半径（m）</td><td>6</td></tr>
<tr><td colspan="3">标准圆形保护面积（m²）</td><td>113.04</td></tr>
<tr><td rowspan="5">标准矩形保护范围及面积
a（m）×b（m）=S（m²）</td><td colspan="2">轻危险级</td><td>8.4×8.4=70.56
8×8.8=70.4
7×9.6=67.2
6×10.4=62.4
5×10.8=54
4×11.2=44.8
3×11.6=34.8</td></tr>
<tr><td>中危险级</td><td>Ⅰ级</td><td>7×7=49
6×8.2=49.2
5×10=50
4×11.6=46.4
3×11.6=34.8</td></tr>
<tr><td>中危险级</td><td>Ⅱ级</td><td>6×6=36
5×7.5=37.5
4×9.2=36.8
3×11.6=34.8</td></tr>
<tr><td>严重危险级</td><td>Ⅰ级</td><td>5×5=25
4×6.2=24.8
3×8.2=24.6</td></tr>
<tr><td>严重危险级</td><td>Ⅱ级</td><td>4.2×4.2=17.64
3×6.2=18.6</td></tr>
</table>

注：表中设置场所的火灾危险等级根据《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084－2001 确定。

表 4.4.3 单个标准型自动扫描射水灭火装置的主要技术指标及性能要求

项目	标准型
标准喷水流量（L/s）	2
标准喷水强度［L/（min·m^2）］	轻危险级：4（扫描角度：90°） 中危险级级Ⅰ级：6（扫描角度：60°） 中危险级级Ⅱ级：8（扫描角度：45°）
接口直径（mm）	20
喷头及探头最大安装高度（m）	6
喷头及探头最低安装高度（m）	2.5
标准工作压力（MPa）	0.15
最大扇形保护角度（°）	360
标准圆形保护半径（m）	6
标准圆形保护面积（m^2）	113.04
标准矩形保护范围及面积 a（m）×b（m）=S（m^2）	8.4×8.4=70.56 8×8.8=70.4 7×9.6=67.2 6×10.4=62.4 5×10.8=54 4×11.2=44.8 3×11.6=34.8

注：表中设置场所的火灾危险等级根据《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084－2001 确定。

表 4.4.4 单个标准型自动扫描射水高空水炮灭火装置主要技术指标及性能要求

项目		标准型
标准喷水流量（L/s）		5
接口直径（mm）		25
水炮及探头最大安装高度（m）		20
水炮及探头最低安装高度（m）		6
标准工作压力（MPa）		0.6
标准圆形保护半径（m）		20
标准圆形保护面积（m^2）		1256
标准矩形保护范围及面积 a（m）×b（m）=S（m^2）	轻危险级 中危险级　Ⅰ级 中危险级　Ⅱ级	28.2×28.2=795.24 25×31=775 20×34=680 15×37=555 10×38=380

注：表中设置场所的火灾危险等级根据《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084－2001 确定。

4.4.5 选用要点

1 系统选择见表 4.4.5－1，电磁阀的基本参数见表 4.4.5－2，模拟末端试水装置的技术要求见表 4.4.5－3，喷头（高空水炮）的流量系数见表 4.4.5－4。

表 4.4.5-1 大空间智能型主动喷水灭火系统选择

中危险级或轻危险级的场所	可采用配置各种类型大空间灭火装置的系统
严重危险级的场所	宜采用配置大空间智能灭火装置的系统
舞台的葡萄架下部、演播室、电影摄影棚的上方	宜采用配置大空间智能灭火装置的系统
边墙式安装时	宜采用配置自动扫描射水灭火装置或自动扫描射水高空水炮灭火装置的系统
灭火后需及时停止喷水的场所	应采用具有重复启闭功能的大空间智能型主动喷水灭火系统

表 4.4.5-2 灭火装置配套电磁阀基本参数

灭火装置名称	安装方式	安装高度	控制喷头（水炮）数	接管管径
大空间智能灭火装置	与喷头分设安装	不受限制	控制 1 个	*DN*50
自动扫描射水灭火装置	与喷头分设安装	不受限制	控制 1 个	*DN*40
自动扫描射水高空水炮灭火装置	与水炮分设安装	不受限制	控制 1 个	*DN*50

表 4.4.5-3 模拟末端试水装置技术要求

灭火装置名称	模拟末端试水装置				
	压力表	试水阀	电磁阀	智能型红外探测组件	模拟喷头（水炮）流量系数
标准型大空间智能灭火装置	精度不应低于 1.5 级，量程应为试验压力的 1.5 倍	口径：*DN*50 公称压力：≥1.6MPa	口径：*DN*50 公称压力：≥1.6MPa DC24V	分体设置	$K=190$
标准型自动扫描射水灭火装置					$K=97$
标准型自动扫描射水高空水炮灭火装置					$K=122$

表 4.4.5-4 喷头（高空水炮）流量系数

内 容 \ 喷头型式	大空间大流量喷头	扫描射水喷头	高空水炮
型号	标准型	标准型	标准型
流量系数 K 值	190	97	122

2 其它

1）设计该系统时应征得当地消防主管部门的同意。

2）要关注该系统设置场所和不适用场所，如不适合火灾类别为 B、C、D 类火灾的场所。

3）在舞台、演播厅等场所应增设手动与自动控制的转换装置。

4）该系统可与消火栓系统和湿式自动喷水灭火系统管网合并，但要满足各系统设计水量、水压及一次灭火用水量的要求。

5）系统中均配置电磁阀，应确保电磁阀的技术参数、性能及安装要求。

6）大空间智能灭火装置喷头、自动扫描射水灭火装置喷头、高空水炮的布置及系统水力计算应符合规范。

7）系统应设置高位水箱或气压稳压装置。

8）设计时选用的红外探测组件不但应具有探测高温物体的能力，还要具备判定是否为明火的

能力。

9）在布置喷头、水炮时，应避免其喷出的水滴、水柱等在到达火源的过程中受到障碍物的阻挡。

10）大空间智能型灭火装置的喷头及高空水炮既可安装在天花板下，也可悬空安装或边墙安装。

11）当混合采用二种或二种以上的喷头或高空水炮时，如合用一组供水设施，则应在供水管路的水流指示器前将供水管道分开设置及复核是否要设置减压装置。

12）目前市场上的大空间智能型主动喷水灭火系统产品以国内产品为主，国外有类似产品，但其名称、分类、系统组成、探测控制方式、设计参数、适用范围等与国内产品均有较大区别，选用时应注意。

4.4.6 施工安装要点

1 严格按照图纸和产品安装指导文件进行电气线路的接驳，不得错接线路。

2 装置的外接导线应采用金属软管保护，金属软管应与电线管可靠连接。

3 装置的出水口、传感器狭缝不应有堵塞物。传感器的滤光片上有浮尘时，应进行清洁。

4 装置不宜安装在正常情况下有明火的场所。

5 安装位置应便于检修，探测器应固定在支架上。

4.4.7 参考价格（表4.4.7）

表4.4.7 各类大空间智能灭火系统参考价格

内容	国内产品		
	大空间智能灭火装置	自动扫描射水灭火装置	自动扫描射水高空水炮灭火装置
元/套	2520	4868	71828

4.4.8 相关规范

《大空间智能型主动喷水灭火系统设计规范》DBJ 15－34－2004。

《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084－2001（2005年版）。

《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB 50261－2005。

《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116－98。

4.5 消防炮

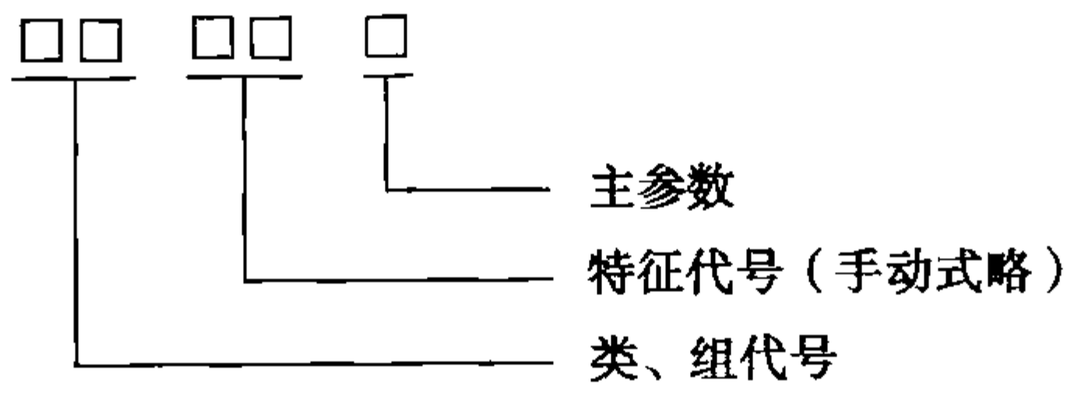
4.5.1 概述

1 定义：水或泡沫混合液流量大于16L/s或干粉喷射率大于7kg/s，以射流形式喷射灭火剂的装置。国家标准规定的水炮最小流量为20L/s，泡沫炮最小流量为24L/s。

2 消防炮分类及应用说明见表4.5.1。

3 消防炮标记

1）消防炮命名由三部分组成



类、组代号：PP－泡沫炮；PS－水炮；PL－泡沫/水两用炮。

特殊代号：KY－液控；KQ－气控；KD－电控；Y－移动式（固定式略）。

主参数：消防炮额定流量（L/s）；泡沫/水两用炮按泡沫混合液额定流量（L/s）。

表 4.5.1 消防炮分类及应用说明

消防炮分类		应用说明
按喷射灭火介质	消防水炮	喷射灭火介质为水。用于一般固体可燃物（如木材、纸张、棉花等）的 A 类火灾的扑救，以及甲、乙、丙类液体火灾的设备冷却。建筑面积大于 3000m² 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 5000m² 且无法采用自动喷水灭火系统的丙类厂房
	消防泡沫炮	喷射灭火介质为泡沫混合液。用于甲、乙、丙类液体及固体可燃物火灾的扑救。广泛用于石化企业、油码头、油库、飞机维修库等
	消防水/泡沫两用炮	喷射灭火介质为水或泡沫混合液。适用于水炮系统和泡沫炮系统的所有场所，特别适用于既需喷泡沫灭火，又需喷水冷却的场所
	消防干粉炮	喷射灭火介质为干粉。适用于液化石油气、天然气等可燃气火灾的扑救，以及油船、油库、输油码头等场所
按安装方式	移动式消防炮	安装在可移动的支座上，适用于室内外流动消防，人力拖动或机械拖动，也可安装在可活动的轨道上
	固定式消防炮	安装在固定支座上不可移动。可在室内安装，也可在室外安装或塔架上安装
	隐蔽式消防炮	平时隐蔽，使用时移动伸出。可安装在地下或墙内
	船用消防炮	安装在船上的专用炮
按控制方式	手动消防炮	由人工操纵炮口对准着火点，有手轮式和手柄式等，用于人工现场灭火
	远控消防炮	由人工判定并远距离操纵消防炮对准着火点。其动力控制方式有电控、液控、气控。电控又有无线远控及有线远控。用于火灾发展迅速，人员难以靠近的场所
	自动消防炮	在无人干预的情况下，自动进行火灾控测、报警、瞄准火源及喷射灭火剂。用于扑灭火灾危险性大的早期火灾，特别适用于无人值守的灭火场所
	数码编程炮	在无人值守的情况下，消防控制室接到报警信号后，根据计算机数码编程设置，自动启动相应区域的消防炮，并按预先设定的喷射方式（如自摆角度、自摆速度、自摆顺序等）进行喷射
按喷射状态	直流水炮	消防炮射水水流为直流状，用于着火点较集中明确的场所
	直流/喷雾水炮	炮头部分装有可手动或电动无级切换装置，由直流变为水雾状喷射。用于室内人员密集场所，及需要雾状喷射的场所
	摇摆炮	水流呈扇形喷射，并自动来回摆摆，有水力摇摆及电动摇摆。用于灭火保护的面积较大并需摇摆喷射的区域，如飞机机翼

2）示例

示例 1：喷射介质为水，驱动方式为电动，额定流量为 60L/s 的远控消防水炮，型号标记为 PSKD60。

示例 2：喷射介质为泡沫，驱动方式为液动，混合液流量为 32L/s 的泡沫炮型号标记为 PPKY32。

示例 3：喷射介质为泡沫或水，驱动方式为电动，泡沫混合液和水的额定流量为 64L/s 的远控消防泡沫—水两用炮，型号标记为 PLKD64。

4.5.2 技术性能

1 水炮性能参数见表 4.5.2－1，泡沫炮性能参数见表 4.5.2－2。

2 消防炮俯仰及水平回转角度

1）地面固定式消防炮最小俯角≤－15°，最大仰角≥60°。举高固定式消防炮最小俯角≤－70°，最

大仰角≥+40°。

表4.5.2-1 水炮性能参数

流量（L/s）	额定工作压力上限（MPa）	射程（m）	流量允差
20	1.0	≥48	±8%
25		≥50	
30		≥55	
40		≥60	
50		≥65	
30	1.2	≥70	±6%
70		≥75	
80		≥80	
100		≥85	
120		≥90	±5%
150	1.4	≥95	
180		≥100	±4%
200		≥105	

注：具有直流—喷雾功能的水炮，最大喷雾角应不小于90°。

表4.5.2-2 泡沫炮性能参数

泡沫混合液流量（L/s）	额定工作压力上限（MPa）	射程（m）	流量允差	发泡倍数（20℃时）	25%析液时间（min）（20℃时）
24	1.0	≥40	±8%	≥6	≥6
32		≥45			
40		≥50			
48		≥55			
64	1.2	≥60	±6%		
80		≥70			
100		≥75			
120		≥80	±5%		
150	1.4	≥85			
180		≥90	±4%		
200		≥95			

注：表中泡沫炮，由外部设备提供泡沫混合液，其混合比应符合6%～7%或3%～4%的要求。配备自吸装置的泡沫炮，可以比表中规定的射程小10%，其混合比也应符合6%～7%或3%～4%的要求。

2）地面固定及举高固定式消防炮水平回转角≥180°。

3 性能要求

1）外观应光洁，铸件无裂纹、气孔、缩孔、砂眼等，焊缝应平整均匀，不得有未焊透、烧穿、疤瘤及其它有损强度的缺陷。外表涂漆层应光洁均匀，无气泡、明显流痕、龟裂等现象。

2）消防炮应采用耐腐蚀材料制造或其材料经防腐蚀处理，使其满足使用环境和介质的防腐要求。

3）消防炮的俯仰回转机构、水平回转机构、各控制手柄（轮）应操作灵活，传动机构安全可靠。消防炮的俯仰回转机构应具有自锁功能或设锁紧装置。

4）消防炮的水压密封性能及水压强度性能应符合《消防炮通用技术条件》GB 19156－2003 的要求。

4 材质：消防炮材质有铸铁、铸铜、铝合金、钢、不锈钢等，根据使用条件及设计要求选用。

4.5.3 自动炮灭火系统

1 双波段火灾探测自动炮灭火系统

采用红外 CCD 传感器（黑白摄像头）和彩色 CCD 传感器（彩色摄像头），获取火灾的红外图像和形象图像，转换为电信号传至信息处理主机，计算机软件对序列图像进行分析比较，以确认是否火灾。如果火灾，则声光报警，并与其他控制设备联动。消防炮上的定位器向控制主机提供现场火灾的空间定位信号，解码器接受火灾指令，启动消防炮扫描、定位、开消防泵及电动阀、喷水灭火。当熄灭后，摄像头照出的图像已没有火灾，自动停泵关阀。双波段火灾探测自动炮系统流程图见图 4.5.3－1。

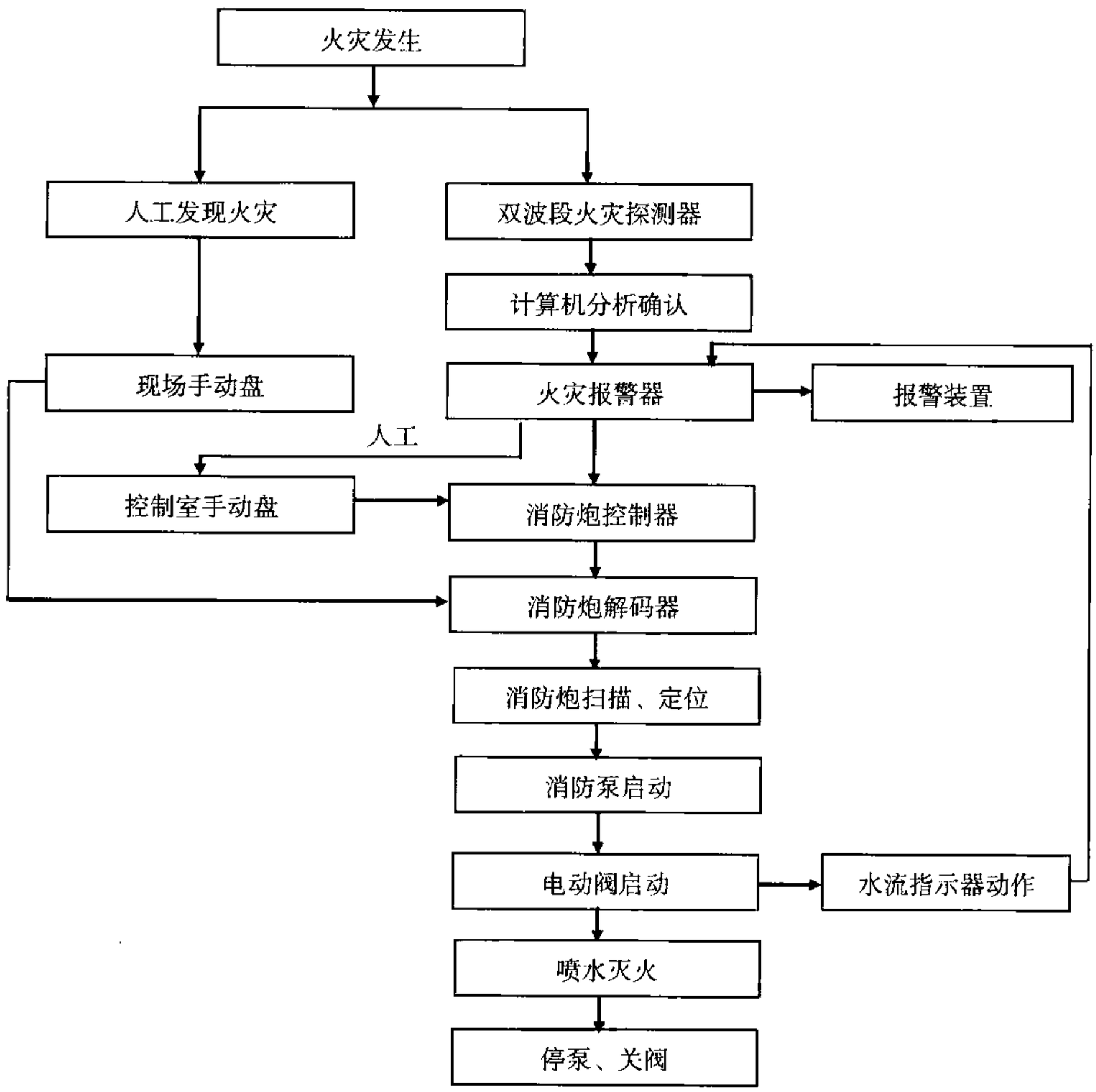


图 4.5.3－1 双波段火灾探测自动炮系统流程图

2 红外线探测器自动寻的消防炮灭火系统

该系统是在消防炮的前端安装有红外探测器（热成像摄像机），随炮头转动而发现火灾，这就是一级探测，火灾的红外辐射被转化为电信号，经计算机筛选，排除其它干扰信号并确认火灾后，消防炮的水平找火机构驱动消防炮水平旋转探测，以确认着火点，这是二次探测，然后垂直找火机构驱动消防炮垂直转动，调整俯仰角，最后确认并瞄准着火点，这是第三次探测。通过三次探测、确认后，即自动开

启水泵、阀门等，将灭火剂喷向目标。火灾扑灭后，自动停泵关阀，恢复至设备初始状态。其系统流程图见图4.5.3－2。

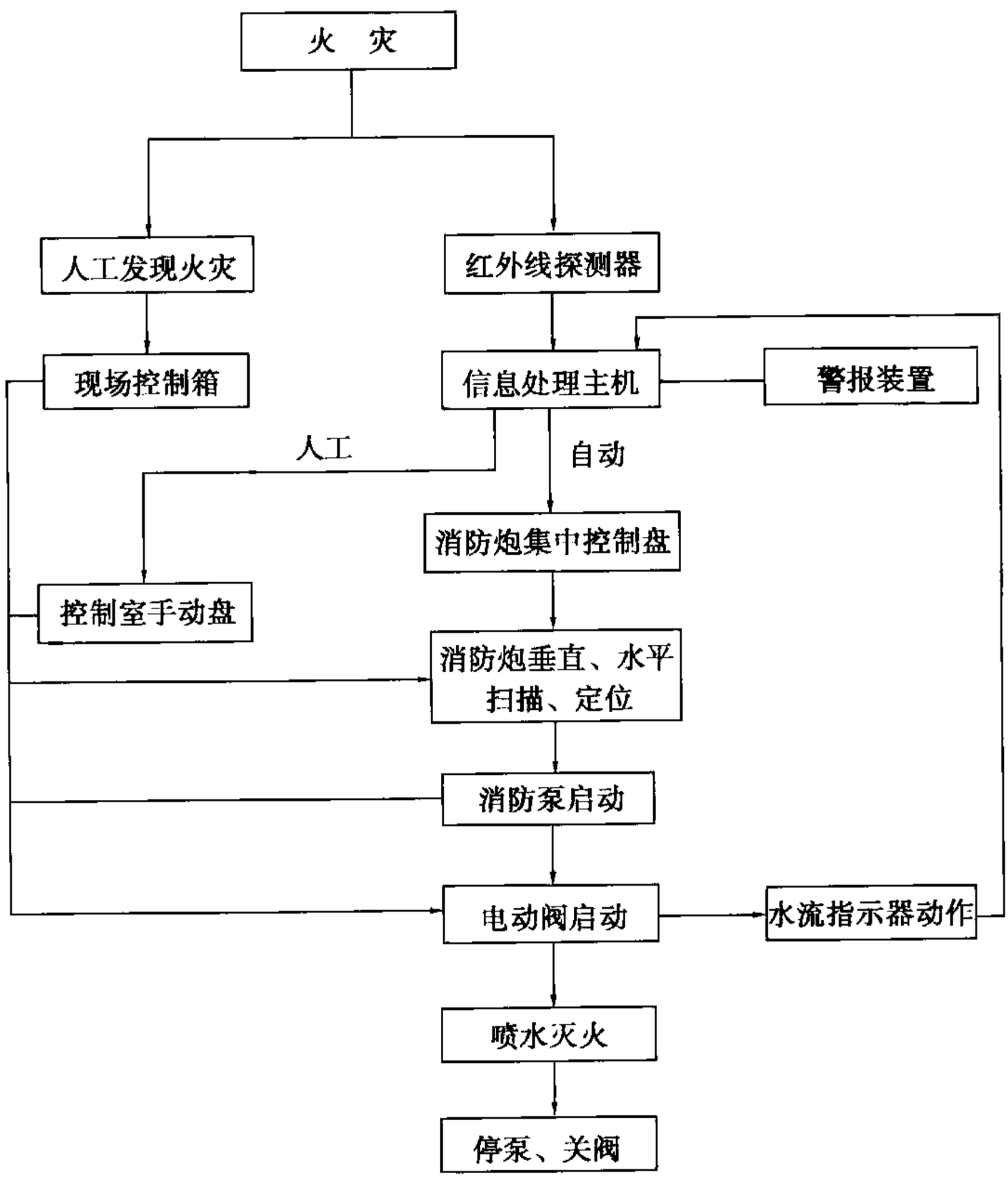


图4.5.3－2 红外线探测和自动寻的消防炮系统流程图

3 数字图像自动消防炮灭火系统

火灾发生时，数字图像火灾探测器（摄像机）将图像传至主计算机，计算机的专用软件模拟人的视觉原理，对火灾图像进行动态分析，区别其他光源以确认是否火灾。炮头上的火灾定位器可以跟踪移动火源和多点火源对火灾进行智能识别，将着火点的空间坐标传输给系统控制主机，以实现对消防炮系统的集中控制和管理。当系统放在自动档时，自动定位系统可根据火灾信号自动精确瞄准着火点，启动消防泵，开阀喷水灭火，火灾扑灭后，计算机根据火灾信号确认已经扑灭，则自动发出指令停泵关阀。其系统流程如图4.5.3－3。

4 所有自动炮灭火系统均有三种控制方式，即自动控制、消防中心远程手动控制、现场手动控制。远程控制尚有无线远控及有线远控，订货时需要向厂商说明。

4.5.4 选用要点

1 首先应根据规范、综合保护对象、现场环境等情况，确定消防炮额定工作压力、额定流量、额定射程及控制方式等性能参数。

2 两用炮的流量及射程应满足喷泡沫时的要求。

3 当设计计算得出的射程不能满足消防炮布置的要求时，应调整原设计消防炮的数量、布置位置或规格型号，直到达到要求。

4 室内消防炮的数量不应少于两门，并应能使两门消防炮的射程同时到达被保护区域的任一部位。

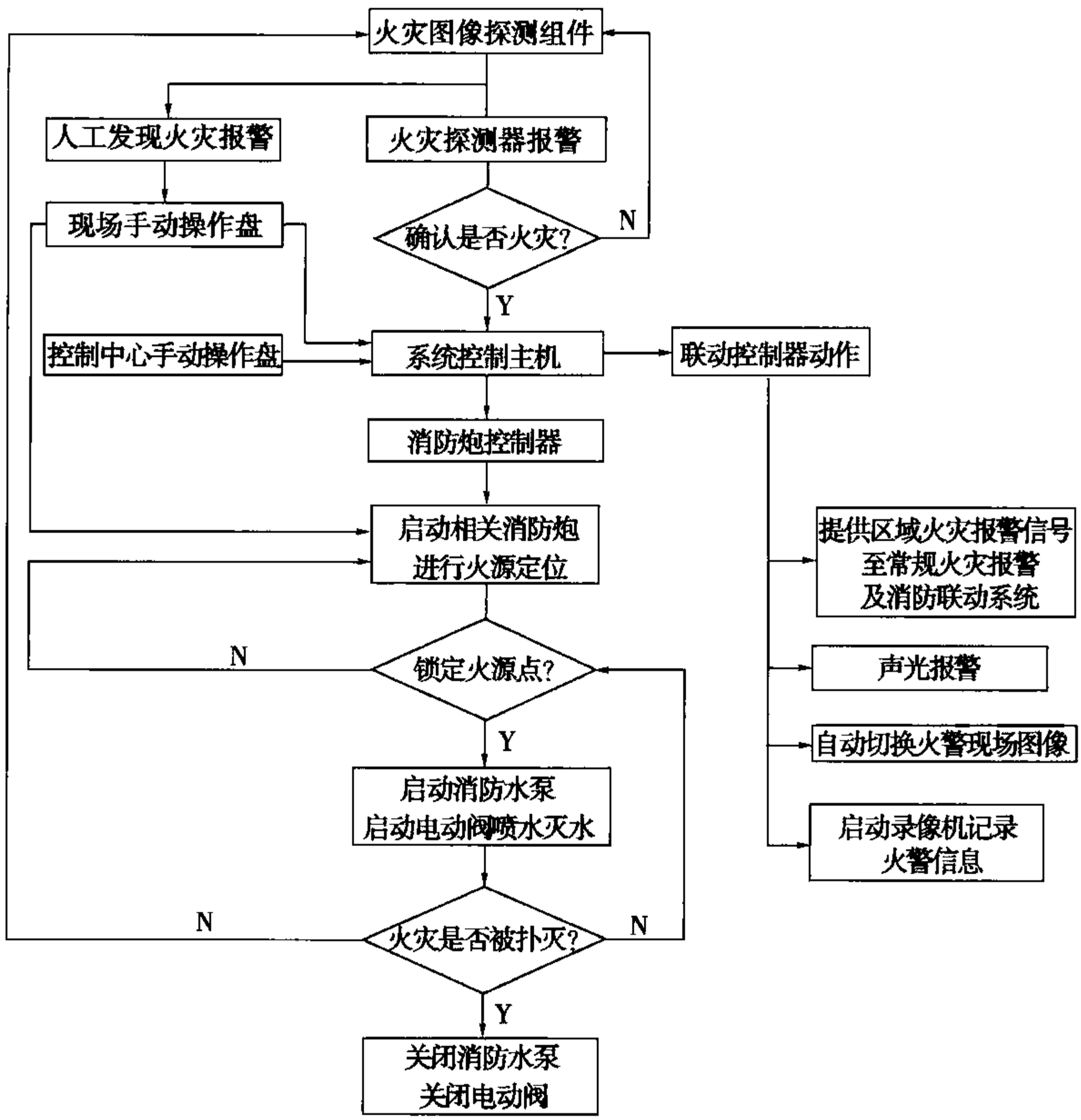


图 4.5.3－3 数字图像自动消防炮系统流程图

4.5.5 施工安装要点

1 消防炮安装应在供水管系统试压、冲洗合格后进行。

2 消防炮根据保护场所的要求可在地面安装或在高空安装，也可设置消防炮平台，其布置的高度及位置应保证消防炮的射流不受上部建筑构件的影响及地面设施的遮挡。

3 消防炮平台、支架等结构除满足消防炮正常使用要求外，还应能承受消防炮喷射反力的要求。消防炮安装要牢固，并不得妨碍其自由转动。

4 当消防炮为电动时，若安装在防爆区域，应采用防爆电机及可隔爆的装置。

4.5.6 参考价格：电动消防炮价格与流量、压力、材质等有关，常用的价格区间约 9～15 万元/台。自动消防炮控制系统综合造价（包括探测及控制系统）10～14 万元/套，当控制的消防炮数量少时，综合价格还将增加。

4.5.7 相关标准、规范

《固定消防炮灭火系统设计规范》GB 50338－2003。

《消防炮通用技术条件》GB 19156－2003。

《远控消防炮系统通用技术条件》GB 19157－2003。

《自动消防炮灭火系统技术规程》CECS 245：2008。

4.6 细水雾消防技术

4.6.1 细水雾消防系统

1 基本概念

1）定义：细水雾是在最小设计工作压力下，在距离喷嘴1.0m处，与水雾锥垂直平面上测得的雾滴直径 $DV_{0.50}$ 小于200μm或 $DV_{0.99}$ 小于400μm的水喷雾。细水雾喷头是由一个或多个微型孔口构成，在设计工作压力下可用于产生细水雾的特殊喷嘴。

2）系统分类（表4.6.1－1）

表4.6.1－1 细水雾消防系统的分类

分类标准	系统类型		系统描述
工作压力	高压系统		P≥3.45MPa
	中压系统		1.21MPa＜P＜3.45MPa
	低压系统		P≤1.21MPa
供水方式	瓶组系统		以高压气体（氮气）驱动的系统
	泵组系统		以水泵驱动的系统
工作方式	开式系统	全淹没系统	对整个空间进行保护
		局部应用系统	保护某一设备或其局部
		区域应用系统	多系统同时启动以保护某一区域
	闭式系统	湿式系统	连接闭式喷头的管道充水
		预作用系统	连接闭式喷头的管道充空气
灭火介质输送方式	单流体系统		水或水与氮气在管道内混合后输送至喷头
	双流体系统		以氮气（或空气）作为水的雾化介质
安装方式	预制式系统		按保护空间尺寸确定瓶组及喷头数量
	非预制式系统		根据保护对象特殊设计

3）安全

①不得用于遇水发生剧烈反应或产生大量有害物质的活泼金属或化合物。

②不得直接用于低温、液化气体存在的场所，如液化石油气。

③与无绝缘带电设备的最小间距应符合《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219－1995的规定。

4）适用范围：固体可燃物、可燃液体及使用该液体的机械设备、电子或电气设备（用于10kV以上开关柜应有导电性测试报告）。

2 选用要点

1）系统选择

①开式系统主要用于保护含有可燃性液体的机械设备或临时储存的可燃液体。

②闭式系统主要用于保护博物馆、档案库或重要的电子、或电气设备机房。

③泵组系统主要用于需要系统长时间工作、或距离较远、或防护区空间几何尺寸较大的场所。

④瓶组系统主要用于单个防护区空间几何尺寸较小、或供电、供水系统不能满足要求、或偏远地区无人值守的机房。

⑤壁挂式细水雾消火栓主要用于图书馆、博物馆、档案库、电子设备机房。

⑥移动式细水雾装备主要用于设置固定消防设施有困难的古建筑的保护，或者作为石油、化工、矿山等行业的机动消防设施。

图 4.6.1－1 开式细水雾喷嘴（Fogtec®）

2）细水雾喷头

根据其构造和工作原理，细水雾喷头可分为开式喷嘴和闭式喷嘴。高压细水雾喷头一般由一组微型喷嘴构成。

①开式细水雾喷头（图 4.6.1－1）：开式细水雾喷头与火灾探测器联动工作。常用喷头的流量系数（K）为 0.5、0.7、0.8、1.2L/min · $bar^{1/2}$（1.0bar = 100kPa）

②闭式细水雾喷头（图 4.6.1－2）：闭式细水雾喷头以感温玻璃球作为其启动元件。常用喷头的流量系数（K）为 1.2、1.7、2.1、2.7L/min · $bar^{1/2}$（1.0bar = 100kPa），额定温度为 57℃，或 68℃，响应时间指数（RTI）为 36（m · s）$^{1/2}$。

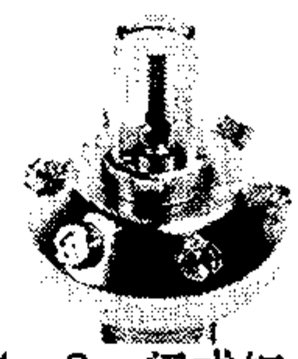


图 4.6.1－2 闭式细水雾喷头（Fogtec®）

3）选择阀（图 4.6.1－3）

①选择阀宜为气动阀组或电磁阀组。该阀组具有手动功能，平时处于常闭状态。

②选择阀与开式喷头一起构成全淹没、区域应用或局部应用系统，与闭式喷头一起构成预作用系统。

③在保护空间内发生火警时，火灾探测器的报警信号传给报警控制器，远距离自动启动选择阀。

④选择阀配备水流传感器，当水流通过阀门时，可发出信号至报警控制器，以显示该区域的水流状态。

图 4.6.1－3 选择阀（Fogtec®）

⑤选择阀的位置可集中布置，亦可分散布置在在防护区的外墙或附近；如集中设置，系统的响应时间应符合有关规范要求，一般不应大于 30s。

4）泵组（图 4.6.1－4）

①高压柱塞泵的流量一般为 110～120L/min，扬程为 12.0MPa。

②泵组配套泄压阀、蓄能器、试验阀、控制柜、稳压泵等。

③稳压泵的流量不宜大于 2.0L/min，工作压力为 1.5～2.0MPa，由设置在集水管上的压力开关自动控制。

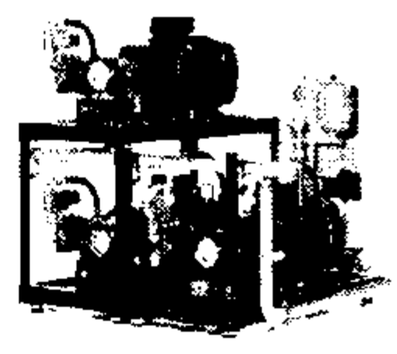


图 4.6.1－4 细水雾泵组（Fogtec®）

5）水箱及水质

①水箱的材质应为不锈钢（AISI316）等耐腐蚀材料制造，且应具有防尘功能。

②水箱内配备液位传感器，用于显示水位，控制补水电磁阀或者补水泵（如果需要）。

③过渡水箱的有效容积不应小于系统或泵组 1.0min 的流量。储水水箱宜根据补水情况，储存全部消防水。水箱可由承包商按厂商的要求制造。

④水箱补水管上的过滤器的精度应与喷头喷口直径相匹配，高压系统不应大于 100μm。该装置应由厂商配套。

⑤过渡水箱补水管的供水压力不应低于 1.8MPa，当低于该数值时，应设增压泵。增压泵可自储水水箱吸水，亦可自市政给水管吸水。该泵应为不锈钢制造。

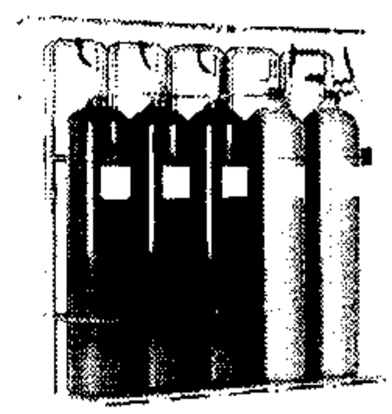


图 4.6.1－5 细水雾瓶组（Fogtec®）

⑥水箱补水水质不应低于饮用水，如柱塞泵直接自储水水箱吸水，宜补充纯净水或软化水。

⑦水箱补水管应采用薄壁不锈钢或同等耐腐蚀的管材。

6）瓶组（图 4.6.1－5）

①高压细水雾瓶组由储水瓶和储气瓶构成，储水瓶内充装常压水，储气瓶内充装 20MPa 的氮气。

②所有的瓶组都可由同一种启动阀启动，启动阀只需放置在一个主瓶上，主瓶启动后就可启动副瓶。

7） 管道

①高压系统应采用冷拔不锈钢无缝管 AISI 316，中低压系统可采用冷拔不锈钢无缝管 AISI 304L。

②管径≤ϕ28mm，宜采用卡套连接。ϕ32mm≥管径≤ϕ60mm，宜采用氩弧焊接或法兰连接。

③管材壁厚应根据系统工作压力、经计算确定。高压系统的管道规格可参照表 4.6.1－2。

表 4.6.1－2　不锈钢无缝管规格表（mm）

公称直径	10	15	20	25	32	40	50
外径	15	18	28	34	42	48	60
壁厚	1.5	1.5	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0

注：表中管道的设计工作压力为 12MPa，不锈钢管材的屈服强度不低于 210N/mm^2。

8） 高压系统管道支架间距可参考表 4.6.1－3 中的数据，中低压系统可参照水喷淋系统。

表 4.6.1－3　高压系统管道的支架间距

管道外径（mm）	<18	18～32	>42
支架间距（m）	1.5	1.8	2.0

9） 高压细水雾装备

①高压细水雾水枪（图 4.6.1－6）

枪体以类似于枪扳机的原理工作，具有防止误动作的功能，可以杠杆调节喷雾的形状，亦可调节喷雾角度。球阀一但打开，位于球阀上的限位开关就动作，该信号传送到控制盘后启动系统。喷雾水枪有 13 个微型喷嘴，3 或 5 种喷雾模式，流量为 25L/min 或 40L/min。

图 4.6.1－6　细水雾水枪（Fogtec®）

②高压细水雾消火栓箱（图 4.6.1－7）

外形尺寸 92cm×92cm，喷雾水枪流量 25L/min，高压软管长 30m 或 50m，应急电源插孔 8VA。

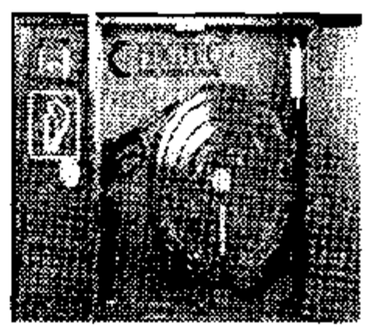


图 4.6.1－7　壁挂式细水雾消火栓箱（Fogtec®）

③移动式高压细水雾灭火装备（图 4.6.1－8）

外形尺寸 105cm×60cm×56cm，喷雾水枪流量 25L/min，喷雾尺寸（$DV_{0.9}$）小于 150μm，汽油机功率 18HP，油箱容积 5.5L，高压柱塞泵压力 12MPa，高压软管长 60m，水箱容积 100L。

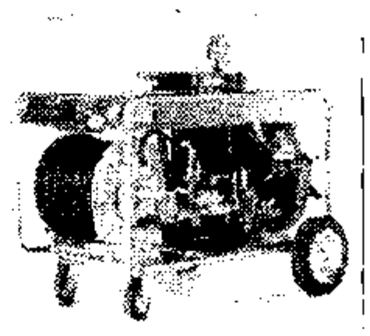


图 4.6.1－8　移动式细水雾装备（Fogtec®）

3　施工安装要点

1） 采用氩弧焊工艺焊接时，严格按照有关技术规程操作。

2） 管道施工现场应做好防污染、防异物的保护工作。

3） 系统试验压力应为设计工作压力的 1.5 倍。

4） 管道系统应以自来水冲洗，冲洗流速不应小 3m/s，冲洗后还应采用压缩空气吹扫。

5） 管道应固定在建筑的结构部件上。

6） 水箱间应有良好的卫生和通风条件。

4　相关标准、规范

《细水雾消防系统规范》NFPA 750：2006。

《固定消防系统—细水雾—设计安装规范》CEN/TS 14972：2008。

《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219－1995。

5 特殊建筑给水排水设备

5.1 喷泉、灌溉设备

5.1.1 喷泉喷头

1 概述

1）定义：水景喷泉中，将压力作用下的水或气水混合物，通过单个或多个喷嘴喷射到空中，构成特定水形效果的单元装置称为喷泉喷头。

2）根据喷射水形的效果，可将喷泉喷头分为：

①纯射流喷头：指在未受干扰的情况下，从喷嘴喷射出水线或水柱的喷泉喷头。这类喷头有固定单嘴喷头、可调单嘴喷头、层花喷头、集流喷头和开屏喷头。纯射流喷头的水形轮廓清晰，可构成丰富的组合造型，具有较大水景艺术创造空间，是程序或音乐控制喷泉主要采用的喷头类型。

②水膜射流喷头：指水流从平整的缝隙或在喷嘴外加上折射面后喷出膜状射流的喷泉喷头。这类喷头有半球喷头、喇叭花喷头、蘑菇喷头、扇形喷头和锥形喷头。水膜射流喷头的水形通透细腻，常单独使用构成特定的水景元素；水膜射流喷头的抗风性能差，多用于室内喷泉或环境风速不大的室外场合。

③泡沫射流喷头：水通过喷嘴喷出的过程中与空气参混形成泡沫状射流的喷头称为泡沫射流喷头。这类喷头有冰塔喷头、玉柱喷头和涌泉喷头。泡沫射流喷头的水形丰满、坚实挺拔、抗风性好，是纯射流喷头和水膜射流喷头的补充，可用于各种水景喷泉。

④雾状射流喷头：水通过喷嘴喷出时形成类似云状射流的喷头称为雾状射流喷头。这类喷头有扇形水雾喷头、玉柱水雾喷头和锥形水雾喷头。雾状射流喷头形成的水雾轻盈飘渺，随风而动，常用于衬托主题水景或雕塑小品，营造宁静祥和的艺术效果。

⑤旋转喷头：在射流的反作用力下，边喷射边旋转的喷头称为旋转喷头。这类喷头有旋转水晶球喷头和盘龙玉柱喷头。旋转喷头可单独使用构成独立的水景单元，既能成为小型喷泉的主题水形，又能作为大型喷泉的点缀。

⑥复合喷头：相同或不同类型的喷头按照一定方式组合构成复合喷头。这类喷头有扶桑喷头、半球蒲公英喷头和蒲公英喷头。复合喷头可单独使用构成独立的水景单元，既可以是小型喷泉的主题水形，又可以是大型喷泉的点缀。

2 技术性能要求

1）额定工作压力：指喷头处于最佳喷射水形效果时，喷头接口上游 200mm 处直管段的表压。

2）额定流量：指喷头在额定工作压力时的出水流量。

3）喷射高度：指喷头在额定工作压力和无风条件下，射流可达到的稳定高度。

4）喷射水平范围：指喷头在额定工作压力和无风条件下，射流在水平面上所能达到的稳定范围，可以用喷射半径、长度和宽度表示。

5）公称接头口径：指喷头接口螺纹的直径。

6）公称喷嘴口径：指喷头喷嘴出口内径，当为多嘴喷头时，可用喷嘴数乘以单个喷嘴口径表示。

3 选用要点

1）选用产品时，应对喷头类型、规格、材质、额定工作压力、额定流量、喷射高度及喷射水平范围提出要求。

2）所选喷头应具有合格证和技术性能资料，喷头的设计工作压力和流量应在产品制造商推荐的范围内。在设计工作压力下，喷头流量的偏差值不得超过规定值的±5%，喷头水形的偏差值不得超过规定值的±8%。

3）室外喷泉应选择铜质或不锈钢喷头，室内喷泉也可选择工程塑料喷头。铜质喷头的材质性能牌号不应低于 Hpb59－1，当使用回收铜铸造加工，铸件材质应符合 GB/T 1176－1987 的规定。不锈钢喷头的机械性能应符合 GB/T 1220－2007 的规定。工程塑料喷头的材质不应透光，应具有良好的抗老化能力，机械性能不应低于铜合金。

4）喷头的铸件或锻件不得有错位、砂眼、气孔、夹渣、飞边和毛刺等缺陷，表面应光洁平整，气割边缘应圆滑、平直。锻件非加工表面允许有长度小于 1mm、深度不大于 0.3mm 的气孔缺陷，但不得多于两处。

5）喷头的内表面应有良好的加工精度，应满足 CJ/T 209－2005 的要求。如喷头或零件有表面镀层，镀层厚度、覆盖层结合强度和耐腐蚀性应满足 GB/T 9797－2005 的要求。

6）对于旋转喷头，在额定工作压力下应能正常旋转，且旋转 1 周所需的时间，相对 5 周平均值的最大偏差不得超过±12%。

7）喷嘴前应有不小于 20 倍喷嘴直径的直线管段或整流装置。带有球形接头的喷泉喷头应能相对于正常射流轴线作不低于 15°的万向调节。

8）不得选用活动部件动作不灵活、大量漏水和喷射效果达不到设计要求的喷头。

9）喷头重量的偏差值不得超过规定值的±5%。

4 施工安装要点

1）完成管网和控制阀门的安装并冲洗管道后，方可进行喷头安装。

2）喷头的安装位置、高度和角度应符合设计要求，喷嘴的淹没深度或出水高度应符合安装要求。

3）同类同组喷头的安装方式应相同，并应具有相同的安装高度。

4）喷头连接时，普通螺纹应满足 GB 196－2003 的要求，锥管螺纹应满足 GB/T 12716－2002 的要求。

5）喷头的喷射方向上不得有障碍物，避免对喷射水形的干扰。

6）喷头配件的安装应完备和正确，连接应牢固可靠，密封性良好。

7）当水压从 0.5 倍额定工作压力急速增至 5.0 倍额定工作压力并持续 15min 时，喷头及其配件不应出现残余变形或机械损伤。

8）在 1.5 倍额定工作压力下持续 15min，喷头的连接部位不应有明显泄漏。

5 参考价格（表 5.1.1）

6 相关标准、规范

《铸造铜合金技术条件》GB/T 1176－1987。

《不锈钢棒》GB/T 1220－2007。

《金属覆盖层》GB/T 9797－2005。

《普通螺纹　基本尺寸》GB 196－2003。

《60°密封管螺纹》GB/T 12716－2002。

《喷泉喷头》CJ/T 209－2005。

《水景喷泉工程技术规程》CECS 218－2007。

5.1.2 水下彩灯

1 概述

1）定义：以增加喷泉的视觉效果为目的、安装在水面以下的灯具称为水下彩灯。

2）分类

①按密封方式分类

a 全封闭水下彩灯：这类彩灯的光源全部安装在防水灯壳内，光线通过灯具的保护玻璃照射水体，

采用密封圈防水，防水效果取决于密封圈的机械压紧程度。

表 5.1.1 常用国产喷泉喷头规格及市场参考价格

类型	名称	规格	材质	单位	单价（元）
纯射流	固定单嘴	*DN*20 ~ *DN*80	铜	只	25 ~ 650
	可调单嘴	*DN*15 ~ *DN*80	铜	只	15 ~ 580
	层花	*DN*15 ~ *DN*50	铜	只	25 ~ 290
			不锈钢	只	50 ~ 530
	集流	*DN*25 ~ *DN*80	铜	只	70 ~ 420
			不锈钢	只	150 ~ 720
	开屏	*DN*20 ~ *DN*25	铜	只	180 ~ 280
水膜射流	半球	*DN*15 ~ *DN*50	铜	只	25 ~ 160
			不锈钢	只	55 ~ 260
	喇叭花	*DN*15 ~ *DN*100	铜	只	25 ~ 360
			不锈钢	只	50 ~ 570
	蘑菇	*DN*15 ~ *DN*50	铜	只	25 ~ 140
			不锈钢	只	50 ~ 280
	扇形	*DN*20 ~ *DN*50	铜	只	40 ~ 160
			不锈钢	只	90 ~ 270
	锥形	*DN*15 ~ *DN*50	铜	只	20 ~ 120
			不锈钢	只	55 ~ 240
泡沫射流	冰塔	*DN*15 ~ *DN*80	铜	只	25 ~ 580
			不锈钢	只	45 ~ 730
	玉柱	*DN*15 ~ *DN*50	铜	只	30 ~ 260
			不锈钢	只	55 ~ 360
	涌泉	*DN*15 ~ *DN*100	铜	只	20 ~ 320
			不锈钢	只	40 ~ 520
雾状射流	扇形水雾	*DN*15 ~ *DN*25	铜	只	15 ~ 45
	玉柱水雾	*DN*15 ~ *DN*20	铜	只	10 ~ 20
	锥形水雾	*DN*15 ~ *DN*20	铜	只	10 ~ 20
旋转	旋转水晶球	*DN*25 ~ *DN*40	铜	只	80 ~ 230
	盘龙玉柱	*DN*15 ~ *DN*40	铜	只	35 ~ 160
复合	扶桑	*DN*40 ~ *DN*50	铜	套	180 ~ 260
	半球蒲公英	*DN*25 ~ *DN*80	铜	套	260 ~ 1800
	蒲公英	*DN*25 ~ *DN*80	铜	套	560 ~ 3580

注：表中的单价为 2008 年三季度数据。

b 半封闭水下彩灯：这类彩灯的光源部分浸在水中，而光源和电源的连接部分安装在灯壳内，采用密封圈防水，防水效果取决于密封圈的机械压紧程度。

c 高密封水下彩灯：这类水下彩灯是用特殊的环氧树脂充实灯壳，将光源以及光源和电源的连接

部分置于其中，使光源和灯壳成为一体，既无漏水间隙，又无蓄水空间，杜绝了漏水的可能性。

②按灯壳材质分类

a 塑料水下彩灯：灯壳材质为塑料的水下彩灯，重量轻，价格便宜。

b 铝合金水下彩灯：灯壳材质为铝合金的水下彩灯，重量较轻，价格较便宜。

c 黄铜水下彩灯：灯壳的材质为黄铜的水下彩灯，材质较重，抗冲击性能差。

d 不锈钢水下彩灯：灯壳的材质为不锈钢的水下彩灯，具有美观和机械强度较高的特点。

③按光源种类分类

a 白炽水下彩灯：光源为白炽灯，灯具结构简单，使用寿命较短。

b 金属卤化物水下彩灯：光源为金属卤化物灯，光效高，光色好，结构比较复杂，光效滞后。

c LED 水下彩灯：光源为 LED 灯，灯具结构简单，光效高，使用寿命长。

④按光源分布形式分类

集中光源水下彩灯：指光源集中分布的水下彩灯，这类灯具的光效较低，但结构简单，价格较便宜（图 5.1.2－1）。环形光源水下彩灯：光源呈环形分布的水下彩灯，环形中央位置可安装喷泉喷头。这类灯具的光效高，但结构复杂，价格较贵（图 5.1.2－2）。

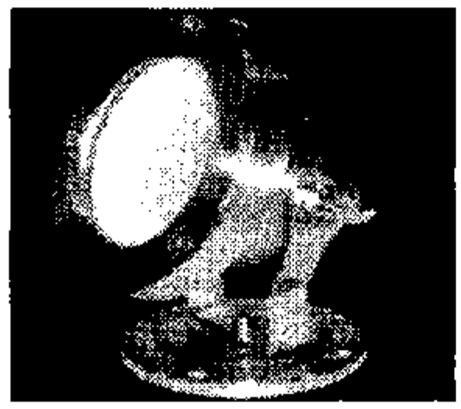


图 5.1.2－1 集中光源水下彩灯

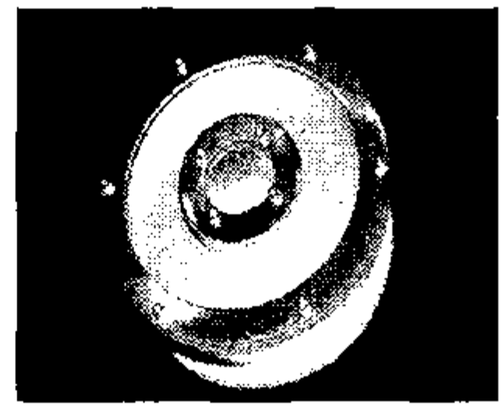


图 5.1.2－2 环形光源水下彩灯

2 技术性能要求

1）防护指标

①防尘等级：水下彩灯的防尘等级必须达到 6 级，即 IP6X。

②防水等级：水下彩灯的防水等级应达到 8 级，即 IPX8。

2）安全指标：水下彩灯防触电保护指标应为Ⅲ类，工作电压不得超过 12V。

3）额定工作电压：水下彩灯的实际工作电压必须与额定工作电压一致。

3 选用要点

1）水下彩灯应具有合格证和技术性能资料，其照射高度、投光范围和色彩变化应满足设计要求。

2）水下彩灯的防腐蚀能力、承受热冲击能力和防护玻璃的承受落水冲击能力应满足设计要求。

3）水下彩灯的外形、结构应便于安装、维修和更换光源。

4）应尽量选择同一材质和规格的水下彩灯，以便备货和维修。

5）当选择环形水下彩灯时，应确保灯具与喷泉喷头尺寸匹配。

4 施工安装要点

1）水下彩灯的安装工作应在喷泉喷头安装调试完成之后进行。

2）水下彩灯的安装位置和投射角度应满足喷泉设计要求。

3）水下彩灯的最佳入水深度为 50～100mm。

4）在水下彩灯的投射方向上不得有明显的遮光物体。

5）水下彩灯的安装应牢固和稳定，并且应便于清洁防护玻璃、更换光源和维修。

6）黄、绿、蓝色彩灯的透射系数较高，宜安装在观赏者主导视线喷泉喷头的背面，红色彩灯的透射系数较低，宜安装在距观赏者较近的位置。

7）金属壳体水下彩灯应有可靠接地，其它安全指标应达到相关行业标准。

8）水下彩灯电缆的选择和铺设应满足行业标准。

5 参考价格（表 5.1.2）

表 5.1.2 常用国产全封闭、集中光源水下彩灯规格及市场参考价格

灯壳材质	光源种类	规格	单位	单价（元）
塑料	白炽灯	80W、12V/24V	盏	75
	金属卤化物灯	300W、220V	盏	240
	LED 灯	5W、12V/24V、ϕ130	盏	120
		10W、12V/24V、ϕ160	盏	150
铝合金	白炽灯	80W、12V/24V	盏	95
	金属卤化物灯	300W、220V	盏	290
	LED 灯	5W、12V/24V、ϕ130	盏	140
		10W、12V/24V、ϕ160	盏	170
黄铜	白炽灯	80W、12V/24V	盏	110
	金属卤化物灯	300W、220V	盏	300
	LED 灯	5W、12V/24V、ϕ130	盏	150
		10W、12V/24V、ϕ160	盏	180
不锈钢	白炽灯	80W、12V/24V	盏	150
	金属卤化物灯	300W、220V	盏	390
	LED 灯	5W、12V/24V、ϕ130	盏	190
		10W、12V/24V、ϕ160	盏	240

注：表中的单价为 2008 年第三季度数据。

6 相关标准《游泳池和类似场所灯具安全要求》GB 7000.8－1997。

5.1.3 喷灌喷头

1 概述

1）定义：将有压水按照设计要求喷洒到园林种植区域的装置称为喷灌喷头。

2）分类

①按安装方式分类

a 外露式喷头：非工作状态下完全暴露在地面上的喷头称为外露式喷头，也称摇臂喷头（图 5.1.3－1）。外露式喷头的内部构造简单，工作压力较低，对水源水质要求不高，价格比较便宜。但是，外露式喷头的雾化程度不高，不利于绿地养护，不适合运动场绿地喷灌。

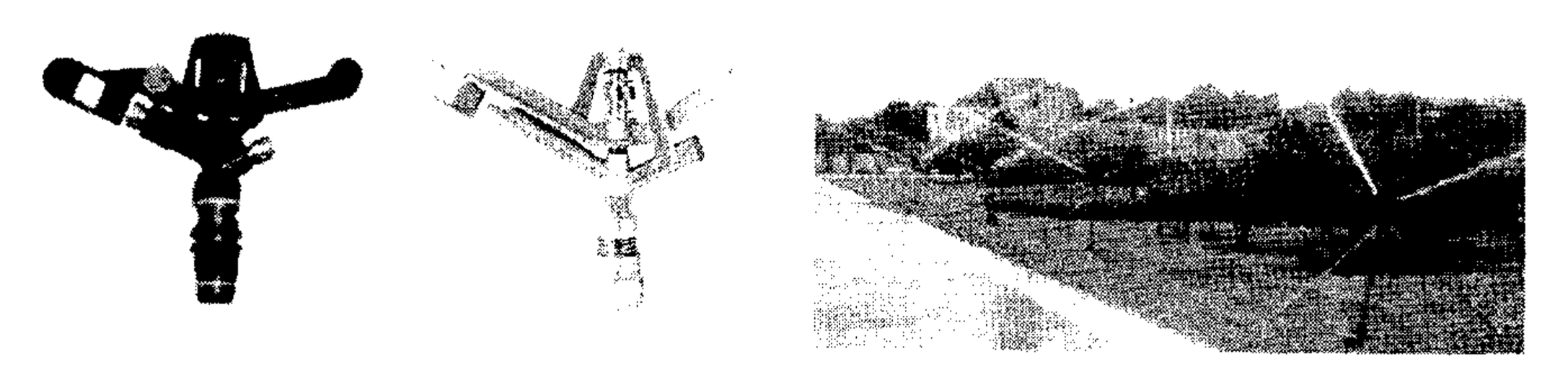


图 5.1.3－1 外露式喷头及其喷洒效果

b 地藏式喷头：非工作状态下隐藏在地面下的喷头称为地藏式喷头。这类喷头工作时中间的伸缩部分在水压力作用下伸出地面，并按照一定方式喷水。关闭水源后，压力消失，伸缩部分在弹簧的作用下缩藏到地面下。

地藏式喷头的优点是不影响园林景观，便于进行绿地养护和场地运动。这类喷头的射程、射角和覆盖范围可现场调节，能够更好地满足园林喷灌要求。绿地喷灌系统应优先选择地藏式喷头。

②按喷洒方式分类

a 固定式喷头：工作状态下喷嘴保持静止状态的喷头称为固定式喷头（图 5.1.3－2）。固定式喷头的结构简单，工作压力较低，多见于地藏式近射程喷头，是小面积庭院绿地、狭长绿化带或自压喷灌系统的首选喷头。

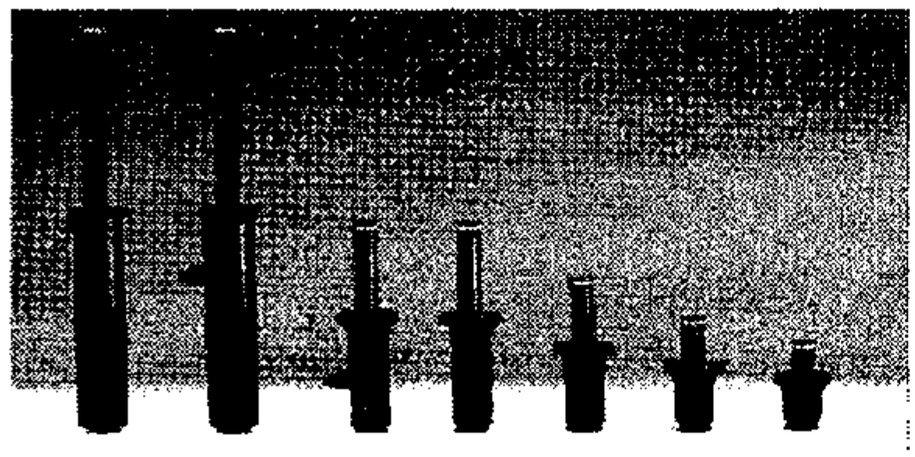
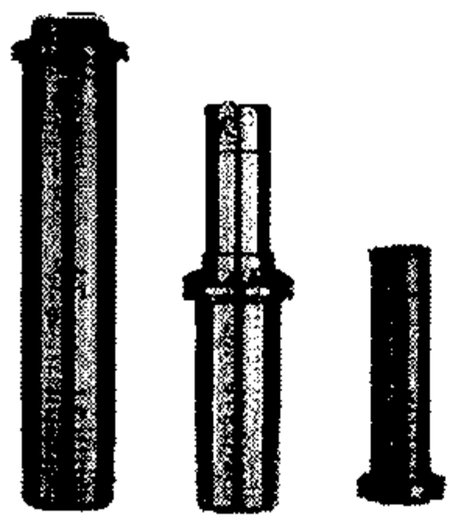


图 5.1.3－2 固定式喷头及其喷洒效果

b 旋转式喷头：工作状态下喷嘴按照一定规律旋转的喷头称为旋转式喷头（图 5.1.3－3）。旋转式喷头的工作压力较高，射程较大，是大面积绿地或运动场草坪喷灌的理想产品。



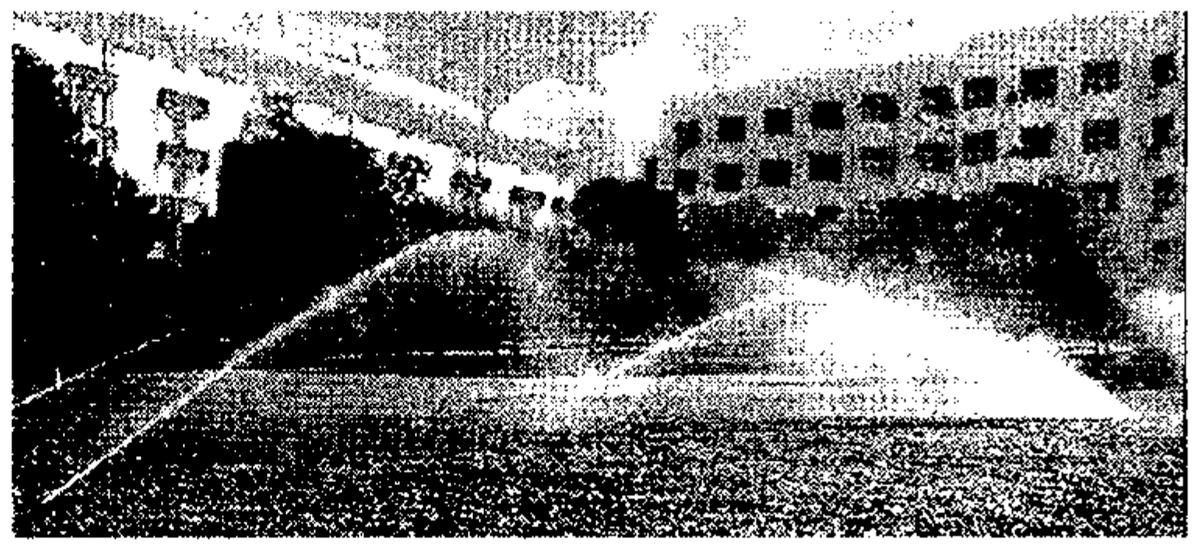


图 5.1.3－3 旋转式喷头及其喷洒效果

③按射程分类

a 微喷头：射程小于 2m，常用于特小面积草坪和花卉喷灌（图 5.1.3－4）。

b 近射程喷头：射程为 2～6m，常用于面积较小或狭长地形草坪和花卉喷灌。

c 中射程喷头：射程为 6～16m，常用于较大面积草坪绿地喷灌。

d 远射程喷头：射程为 16～35m，常用于大面积草坪或运动场绿地喷灌。

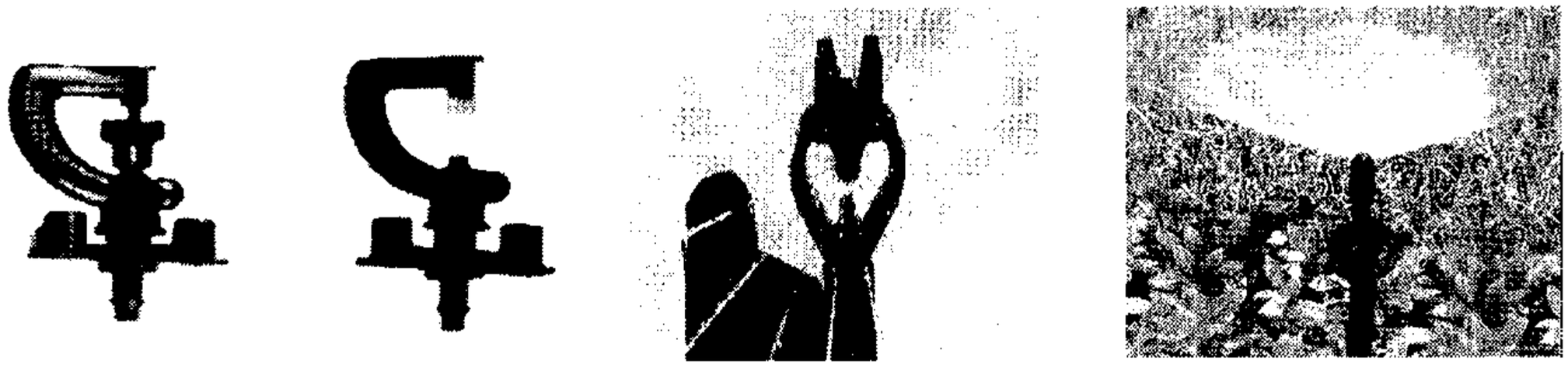


图 5.1.3－4 微喷头及其喷洒效果

2 技术性能要求

1）工作压力：指正常工作状态下喷头进水口压力。喷灌系统设计时，应根据产品制造商提供的技

术参数进行喷头选型和水力计算。无产品技术参数时可参考表 5.1.3－1。

表 5.1.3－1 绿地喷灌喷头的工作压力和流量

射程（m）	工作压力（kg/cm^2）	流量（m^3/h）
<2	1.0～2.0	0.02～0.15
2～6	1.4～3.0	0.10～1.50
6～16	2.0～5.0	0.80～3.20
16～35	3.5～7.0	2.50～16.00

2）流量：指单位时间内经喷嘴喷出的水量。常用绿地喷灌喷头的流量范围见表 5.1.3－1。

3）射程：指无风情况下从喷头到灌水强度为 0.3mm/h（喷头流量小于 $0.25m^3/h$ 时为 0.15mm/h）处的距离。喷头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。对于灌溉面积较大的喷灌系统，规划设计时应针对不同射程的喷头进行经济技术分析，合理选择。

4）射角：指喷头工作时喷射水流的轴线与水平面的夹角。绿地喷灌常见的喷头射角有：

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，多用于坡地和其它特殊场合。

5）喷灌强度：指单位时间内喷洒在单位面积的水量，也可表示为单位时间内喷洒在灌溉区域的水深。组合平均喷灌强度是指若干个相同型号和规格的喷头按照一定方式布置，这些喷头在灌溉区域内平均喷灌强度的叠加。

6）升降高度：指喷头在工作状态下喷嘴的弹升高度，一般为 5cm、10cm、15cm 和 30cm。

3 选用要点

1）绿地喷灌应尽量选择地藏式喷头，在同一轮灌区里，喷头的类型和规格应统一，所选喷头应具有合格证和技术性能资料。

2）同等条件下应优先选择工作压力较小的喷头。考虑到水压或电压波动因素，为了保证系统运行的可靠性，喷头的设计工作压力应满足以下条件：

$$1.1P_{min} \leqslant P_{设} \leqslant 0.9P_{max} \tag{5.1.3}$$

式中 $P_{设}$——喷头的设计工作压力；

P_{min}——喷头的最小工作压力；

P_{max}——喷头的最大工作压力。

3）选用喷头的组合平均喷灌强度不得大于土壤的允许喷灌强度。表 5.1.3－2 给出不同土壤的允许灌水强度。

表 5.1.3－2 土壤质地和允许灌水强度

土壤质地	砂土	砂壤土	壤土	壤粘土	粘土
允许灌水强度（mm/h）	20	15	12	10	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 5.1.3－2 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 5.1.3－3 给出不同地面坡度允许灌水强度折减系数。

表 5.1.3－3 允许灌水强度折减系数

地面坡度（%）	5～8	9～12	13～20	>20
允许灌水强度折减系数	0.80	0.60	0.40	0.25

4）对于自压喷灌系统（以市政给水为水源且管网压力能够满足设计要求），应根据管网供水压力

选择喷头。对于加压喷灌系统（通过加压设备为喷灌系统供水），应针对不同工作压力和射程的喷头进行技术经济分析，合理选择喷头。

5）在喷灌区域如果植物种类较多，生长习性差异较大，应采用近射程喷头。反之，如果植物单一，习性相近，应采用远射程喷头。

6）一般情况下，应选择标准射角喷头。在灌溉季节多风地区，应选择低射角喷头。如果存在地面坡度，在坡地下边界宜选择高射角喷头，在坡地上边界宜选择低射角喷头。

7）在绿地边界应选择可调角度或特殊角度的喷头。当使用旋转式喷头时，旋转角度为90°、180°和360°喷头的流量比应接近1∶2∶4。

4 施工安装要点

1）安装喷头前应完成以下工作：

喷灌系统管道铺设、水压试验和管沟回填。绿地边界、庭院道路和园林小品等土建施工。绿化种植土处理和地形整理。大型乔灌木种植。

2）对于普通绿地喷灌系统，喷头与管道既可采用PVC管直接连接，也可采用铰接杆连接（图5.1.3－5）。对于运动场草坪喷灌系统，喷头与管道的连接应采用铰接杆或其他柔性连接方式。

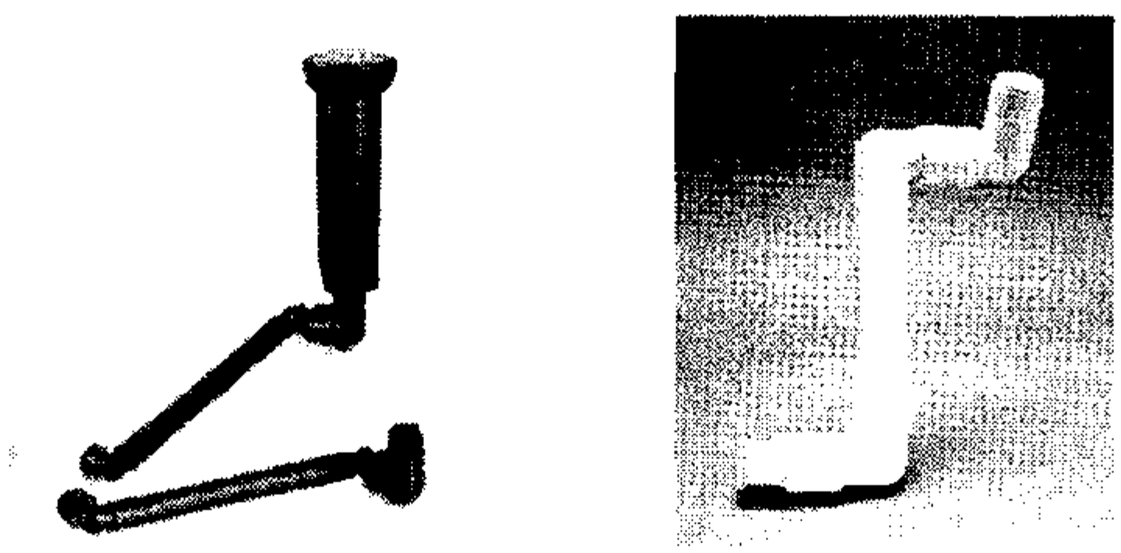


图5.1.3－5 喷头铰接杆

3）位于绿地边界的喷头距边界的距离应小于20cm，位于绿地边界拐角的喷头安装位置应位于该拐角的平分线上。喷头与乔灌木或其他绿地中构筑物的距离应大于喷头射程的2/3。同时，应避免绿地中的电器设备受到喷洒水直射。

4）非工作状态下，喷头顶部应与草坪根部或灌木的正常养护高度平齐。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（图5.1.3－6）。

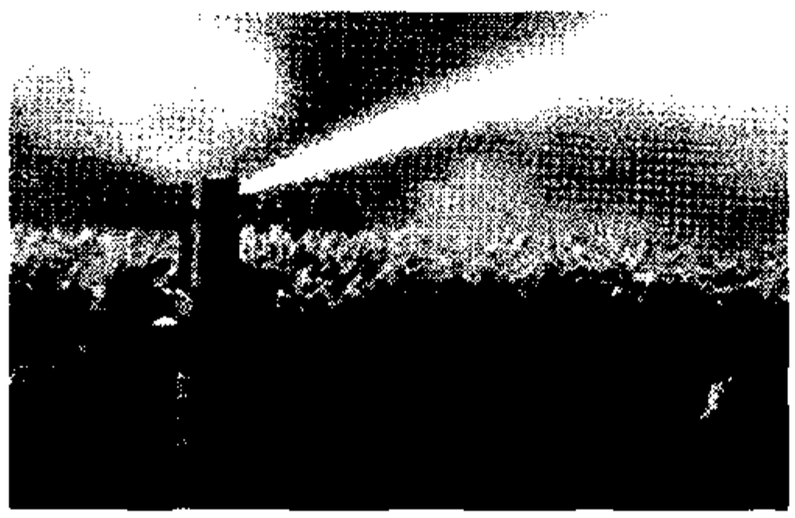


图5.1.3－6 喷头的安装高度

5）在平坦或坡度不大的区域，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（图5.1.3－7）。

5 参考价格（表5.1.3－4）

6 相关标准、规范

《旋转式喷头》JB/T 7867－1997。

《节水灌溉技术规范》SL 207－1998。

《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288－1999。
《喷灌与微灌工程技术管理规程》SL 236－1999。
《喷灌工程技术规范》GB/T 50085－2007。
《园林绿地灌溉工程技术规程》CECS 243:2008。

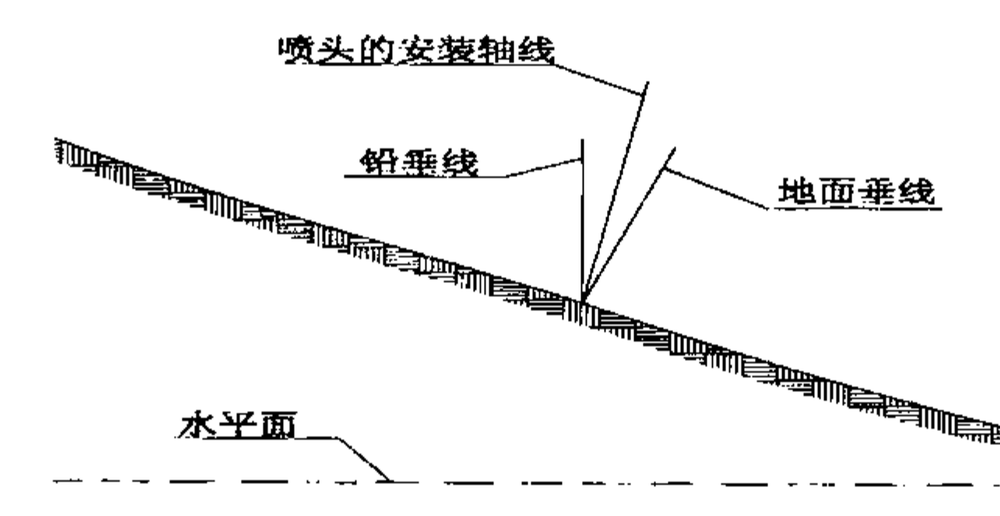


图 5.1.3－7　喷头的安装角度

表 5.1.3－4　进口地藏式喷头规格及市场参考价格

喷头类型	射程（m）	升降高度（cm）	单位	单价（元）
固定式喷头	2～6	5	个	30～45
		10	个	40～60
		15	个	105～135
		30	个	130～160
旋转式喷头	6～16	10	个	130～270
		15	个	225～730
		30	个	330～960
	16～35	10	个	480～2100

注：表中的单价为 2008 年第三季度数据。

5.1.4　滴灌滴头

1　概述

1）定义：将压力作用下的水按照一定要求滴洒到园林植物根系区域的装置称为滴灌滴头。

2）分类

①按连接方式分类

a　管上式滴头：在毛管上打孔，直接安装在毛管上的滴头称为管上式滴头（图 5.1.4－1）。管上式滴头便于实现对植物的精准灌水。

b　管间式滴头：安装在两段毛管之间，本身构成毛管一部分的滴头称为管间式滴头（图 5.1.4－2）。管间式滴头便于施工安装。

图 5.1.4－1　管上式滴头

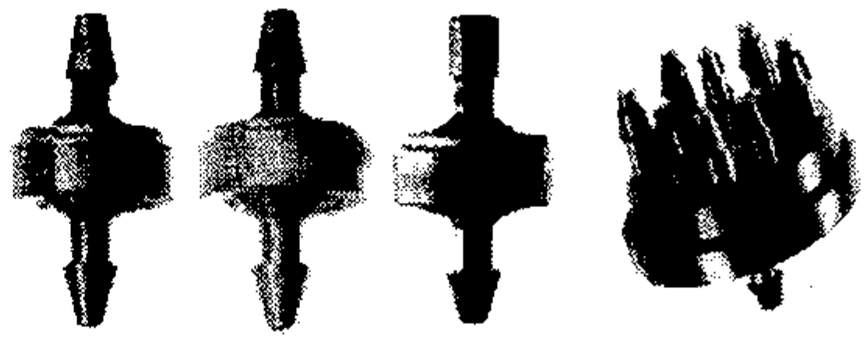


图 5.1.4－2　管间式滴头

c　滴灌带（管）：滴灌带（管）是在制造过程中将滴头和毛管组装成一体的带状或管状灌水器材。滴灌带管壁较薄（一般小于 0.4mm），带内无专用滴头。滴灌管管壁较厚（一般大于 0.4mm），管内装

有专用滴头（图5.1.4－3）。

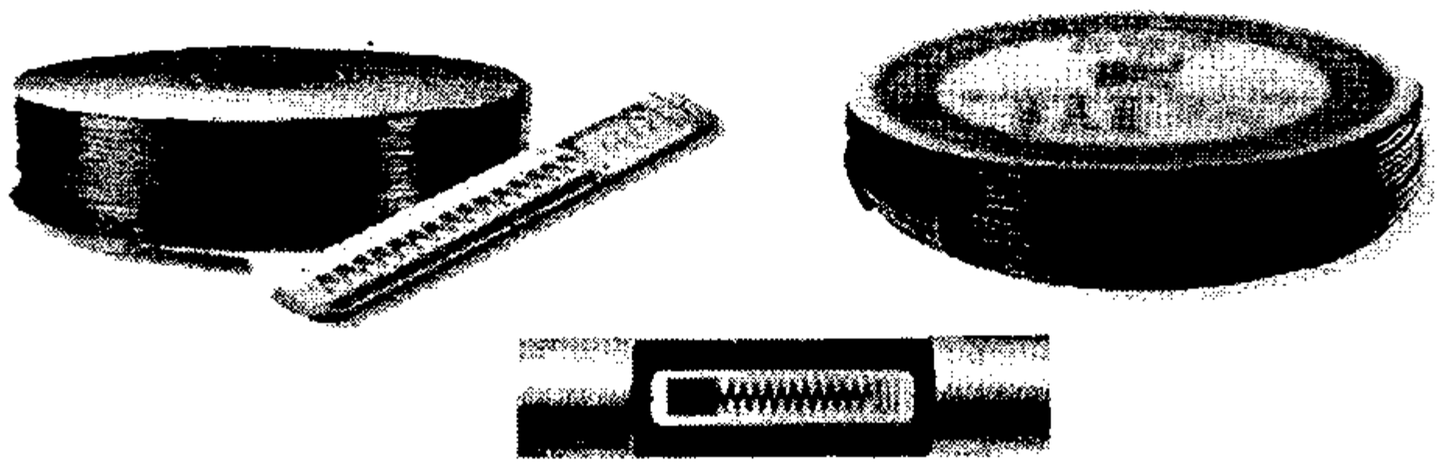


图5.1.4－3 滴灌带（管）及内镶式滴头

②按滴头流态分类

a 层流式滴头：内部水的流态为层流的滴头称为层流式滴头。层流式滴头的流量随温度变化较大，不易实现均匀灌水。

b 紊流式滴头：内部水的流态为紊流的滴头称为紊流式滴头。紊流式滴头的流量随温度变化较小，容易实现均匀灌水。

③按消能方式分类

a 压力补偿式滴头：借助水压力使滴头内部的弹性部件或流道变形致使过水断面变化的滴头称为压力补偿式滴头。压力补偿式滴头利用过水断面变化实现消耗能量和稳定流量的目的，出水较均匀，不易堵塞。

b 涡流式滴头：水流进入滴头的内腔形成涡流的滴头称为涡流式滴头。涡流式滴头利用产生涡流的方式消耗能量，降低出水压力，管网压力变化对流量影响不大，出水较均匀。

c 孔口式滴头：利用孔口处的局部水头损失来消除能量的滴头称为孔口式滴头。孔口式滴头的流量大、结构简单、工作可靠、价格便宜。

d 长流道式滴头：利用流道壁的沿程阻力来消除能量的滴头称为长流道式滴头。长流道式滴头的抗堵塞性能好。

2 技术性能要求

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）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：

$$q = kH^x \tag{5.1.4}$$

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——滴头的工作压力（m）；

x——滴头流态指数，常用滴头的流态指数见表5.1.4－1。

绿地滴灌常用滴头的工作压力范围为0.5～3.0kg/cm^2，流量范围为1.0～16 l/h。

3）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。一般情况下，流态指数超过0.5的滴头具有较强的水温敏感性。

表5.1.4－1 滴头流态指数

类型	压力补偿式滴头	涡流式滴头	孔口式滴头	长流道式滴头
流态指数	0.0～0.3	0.4	0.5	0.6

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。

4）制造偏差：一般用偏差系数表示滴头的制造偏差，通常由制造商提供。

3 选用要点

1）植物种类、土壤质地和灌溉技术要求是选择滴头的主要依据。同时，还应考虑滴灌系统的建设投资、运行费用和使用寿命等因素。

2）同一轮灌区里滴头的型号和规格应统一，所选产品应有合格证和技术性能资料。

3）一般情况下，在满足灌溉制度的情况下，尽量选择流量较小的滴头。但对于砂质土壤宜选择流量较大的滴头。

4）在毛管和滴头布置方式已确定的情况下，滴头流量应满足土壤湿润比（指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）的要求。

5）沿毛管铺设方向地形平坦且铺设长度较短时，宜选择非压力补偿式滴头。沿毛管铺设方向地形起伏且铺设长度较长时，宜选择压力补偿式滴头。

6）不宜选择工作压力或环境温度对流量影响敏感的滴头，不宜选择抗堵塞性能较差或制造偏差较大的滴头。

7）对于季节性绿地，宜选择滴灌带。

4 施工安装要点

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类型。同时，还应兼顾经济上合理和施工、管理方便。

1）在同一轮灌区里，应选择相同型号和规格的滴头。

2）一般情况下，滴头应布置在绿地表面，平面位置应有利于植物根系生长。

3）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。

4）滴灌管可采取浅埋方式（图5.1.4－4），埋设深度应根据土壤质地、植物根系深度和灌溉制度确定。

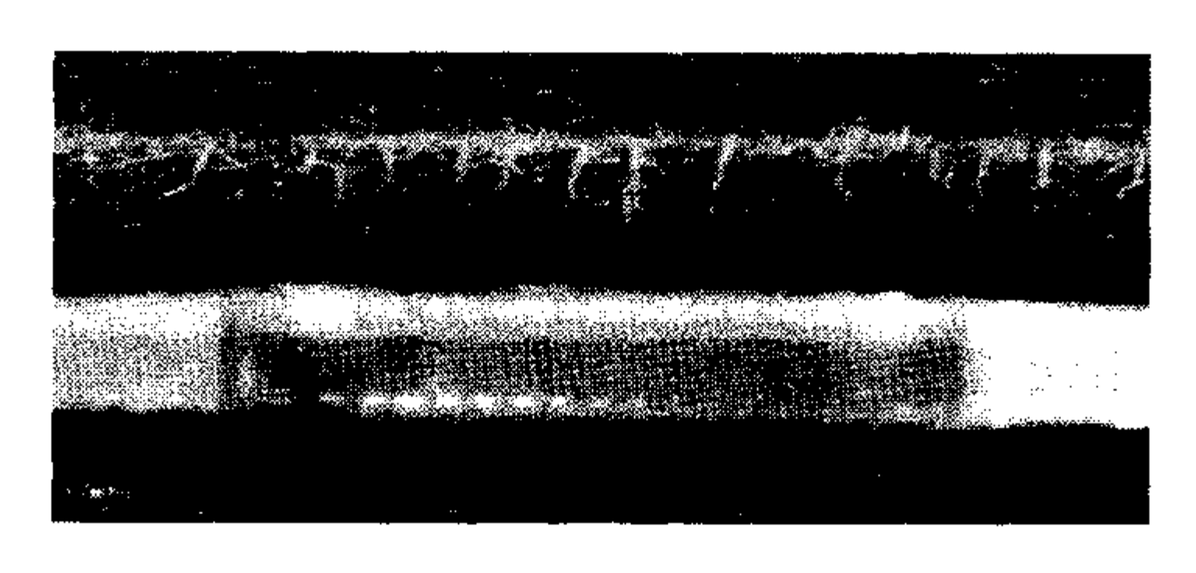


图5.1.4－4 滴灌管浅埋

5）对于狭长草坪绿地，可选用滴灌管沿狭长方向铺设。

6）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，满足植物需水要求。

7）针对乔木灌溉，一般应采取多点对称方式布置滴头，滴头到树干的距离约为树冠半径的2/3。

8）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。

5 参考价格（表5.1.4－2）

表5.1.4－2 国产及进口滴灌滴头规格及参考价格

滴头类型	规格	单位	单价（元）
管上式滴头	2～8 L/h	个	0.7～5.0
	8～16 L/h	个	14.0～20.0
管间式滴头	2～8 L/h	个	7.0～16.0
滴灌管	滴头间距30cm	m	3.5～9.0
	滴头间距50cm	m	3.0～6.5
	滴头间距60cm	m	2.5～5.0
	滴头间距100cm	m	1.9～4.5
滴灌带	壁厚0.225mm	m	0.9～1.3
	壁厚0.355mm	m	1.1～2.1

注：表中的单价为2008年第三季度数据。

6 相关标准、规范

《节水灌溉技术规范》SL 207－1998。

《喷灌与微灌工程技术管理规程》SL 236－1999。

《草坪节水灌溉技术规定》DB 11/T 349－2006。

《喷灌工程技术规范》GB/T 50085－2007。

《园林绿地灌溉工程技术规程》CECS 243:2008。

5.1.5 电磁阀

1 概述

1）定义：在电磁感应的作用下实现对水流控制的阀门称为电磁阀。绿地灌溉系统使用的电磁阀为常闭型。

2）分类

①按水流方向分类

a 平角电磁阀：水流通过阀体后流动方向不发生改变。平角电磁阀的局部水头损失较大，一般用于干、支管在同一标高的场合。

b 直角电磁阀：水流通过阀体后流动方向改变90°。直角电磁阀的局部水头损失较小，一般用于干管标高比支管低的场合。

②按阀体材质分类

a 工程塑料电磁阀：阀体材质为工程塑料。这类电磁阀重量较轻，价格较便宜，承压能力较差。

b 黄铜电磁阀：阀体材质为黄铜。这类电磁阀重量较重，价格较贵，承压能力较强。

2 技术性能要求

1）经济流量：指当该流量的水通过电磁阀时灌溉系统的工程造价和运行费用的总和最小，同时系统运行的安全性最高。表5.1.5－1给出绿地灌溉系统常用电磁阀的规格及经济流量范围，供设计选用。

表5.1.5－1 电磁阀规格及经济流量

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

2）局部水头损失：指水流经过电磁阀时产生的局部能量损耗。在经济流量工作状态下，绿地灌溉

系统常用电磁阀的局部水头损失为 0.2 ~ 1.0kg/cm^2，具体数据可参考制造商提供的技术资料。

3）最大承受压力：是指电磁阀能够承受的管网压力的最大值，具体数据可参考制造商提供的技术资料。

3 选用要点

1）选用的电磁阀应具有合格证和技术性能资料。

2）当干管和支管的标高相同时应选择平角电磁阀，当干管标高比支管低时应选择直角电磁阀。对于自压灌溉系统，应优先选择直角电磁阀。优先选择螺口连接和具有压力调节功能的电磁阀。在满足技术要求的情况下应优先选择工程塑料电磁阀。

3）电磁阀的规格应满足水力计算和经济流量的要求，电磁阀的最大承受压力应满足管网设计要求。

4 施工安装要点

1）电磁阀的安装方向应符合产品设计要求。

2）电磁阀上游应设置手动闸阀（图 5.1.5），以备电磁阀检修。

3）在需要冬季泄水的地区，电磁阀下游应设置泄水球阀。

4）电磁阀应采用活接方式与管道连接，以便维修或更换。

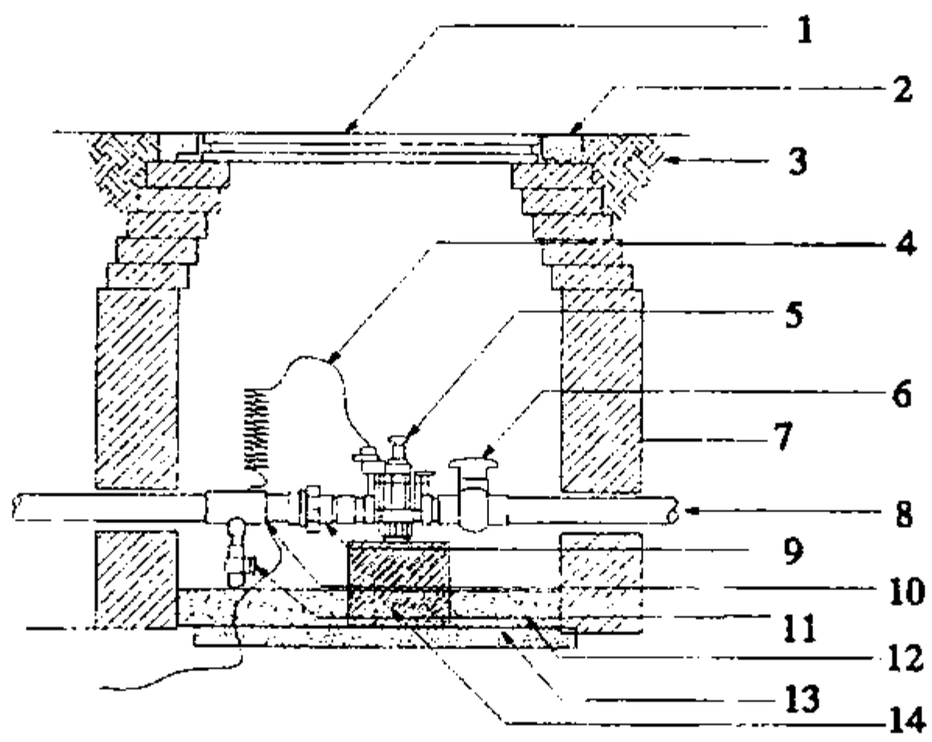


图 5.1.5 电磁阀阀门井

1 - 阀门井盖；2 - 混凝土；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；14 - 支墩

5 参考价格（表 5.1.5 - 2）

表 5.1.5 - 2 进口电磁阀规格及市场参考价格

规格（mm）	25	50	80
单位（元/个）	220 ~ 300	1100 ~ 1400	2800 ~ 4500

注：表中的单价为 2008 年第三季度数据。

6 循环冷却水系统

6.1 冷却塔

6.1.1 冷却塔类型及特点（表6.1.1）

表6.1.1 冷却塔类型及冷却特点

类型	冷却特点
湿式冷却塔	冷却塔与空气直接接触，借助风机进行热质交换的冷却方式
闭式冷却塔	冷却水不与大气直接接触，借助风机将在冷却盘管外壁的循环喷淋水蒸发以冷却盘管内冷却水，实现间接冷却方式； 适用于冷却水水质要求高的密闭式循环冷却水系统
喷射式冷却塔	是湿式冷却塔的另一种型式，它不用风机作动力，借助喷射水流的诱导作用，将周围空气吸入塔内，与喷雾水滴接触，进行热质交换的冷却方式

6.1.2 湿式冷却塔

湿式冷却塔通用名称为机械通风冷却塔(或称机械通风湿式冷却塔),单塔冷却水量≤1000m³/h。

1 塔型

冷却塔有逆流式冷却塔和横流式冷却塔。逆流式冷却塔又有圆形和方形。冷却塔塔型选择，宜根据冷却水量、进出水温差（t_1-t_2）、逼近度（$t_2-\tau$）、冷却水质、运行方式，及可供布置的冷却塔空间的大小和施工安装条件，通过技术经济比较后确定。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。

3）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。

2 技术要求

国家标准GB/T 7190.1－2008中规定了玻璃钢冷却塔的技术要求，厂家应按标准中要求进行制造和检测。按判断规则进行质量验收。达不到者，示为不合格品。

1）设计工况和技术参数（以下参数均为低温型冷却塔的参数）：

①标准型冷却塔的设计工况参数：设计温差$\Delta t=5$℃，进水温度$t_1=37$℃，出水温度$t_2=32$℃，湿球温度$\tau=28$℃，干球温度$\theta=31.5$℃，大气压力$P=99.4$kPa。

②噪声：标准型冷却塔的噪声等级分为低噪声型和超低噪声型。其噪声指标应符合国家标准GB/T 7190.1－2008中规定，见表6.1.2。

③制造厂家应提供根据热力资料计算的热力性能曲线，以满足用户在非标准设计工况时确定各冷却塔参数。

④控制冷却塔的飞溅水，既节水又减少对环境污染。

⑤水质要求：循环冷却水浊度一般不超过20NTU，短期允许为50NTU。同时不可含油脂、脂肪酸和有机溶剂，当判断有结垢或腐蚀倾向时，应采取必要的水质稳定措施。

表 6.1.2 冷却塔的噪声指标规定值

单塔冷却水量（m^3/h）		100	150	200	300	400	500	700	800	900	1000
噪声指标 dB(A)	低噪声（D）型	63.0	63.0	65.0	66.0	66.0	68.0	69.0	70.0	71.0	71.0
	超低噪声（C）型	58.0	58.0	60.0	61.0	62.0	62.0	64.0	67.0	68.0	68.0

2）塔体结构和设备的质量应符合国家标准 GB/T 7190.1－2008 中所规定的要求，包括：外观造型。玻璃钢固化度。树脂含水量和弯曲强度。阻燃性能。金属构件防腐。风机与传动装置。配水系统和淋水填料的加工。

3）工艺性能评价的主要指标

①冷却塔按 6.1.2－1 式评价其热力性能，其比值≥0.95 为合格。

$$\eta=\frac{\text{被测塔水温降}}{\text{该塔设计水温降}}=\frac{\Delta t_A}{5} \tag{6.1.2-1}$$

②比电耗按 6.1.2－2 式中计算，当 $\alpha<0.04kW\cdot h/m^3$ 者为合格。

$$\alpha=\frac{N}{Q} \tag{6.1.2-2}$$

式中 α——风机比电耗[$(kW\cdot h)/m^3$]；

N——实耗功率（kW）；

Q——冷却水量（m^3/h）。

③经收水器后的飘水率应 <0.01%。

6.1.3 闭式冷却塔

1 塔型：闭式冷却塔有逆流式闭式冷却塔和横流式闭式冷却塔。它们各有特点，前者维护方便，后者结构紧凑，设计时视工程条件选用，目前流行横流式闭式冷却塔。

2 工艺结构特点：闭式冷却塔是将湿式冷却塔和热交换器（冷却盘管）的功能集于一体的一种冷却塔型式，其工艺结构图式以横流式为例（图 6.1.3），闭式冷却塔的工艺结构，除冷却盘管外，其它设备、部件均与湿式冷却塔类同。

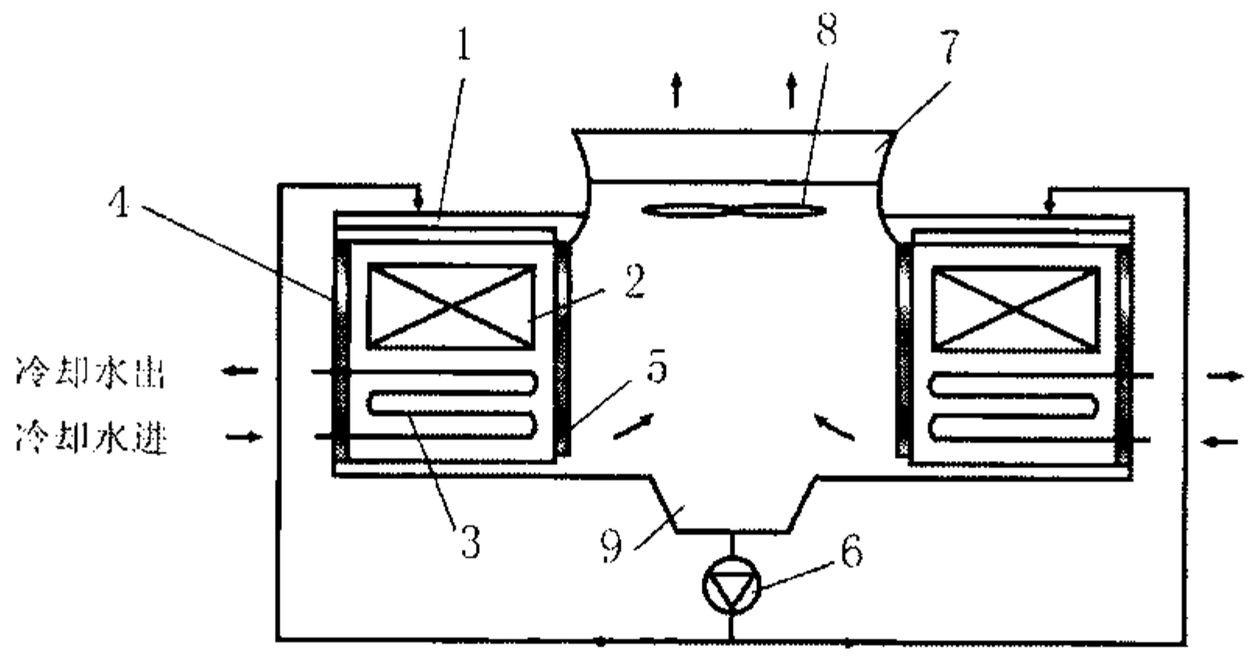


图 6.1.3 横流式闭式冷却塔

1－池式配水；2－淋水填料；3－冷却盘管；4－进风口；
5－收水器；6－喷淋水泵；7－风筒；8－风机；9－集水盘

3 冷却盘管的技术要求

闭式冷却塔的核心部件是冷却盘管，它的结构参数变化会对换热效果和能耗产生重大影响，因此冷却盘管结构优化是产品质量的技术保证。现摘录某厂家技术规范中所列出的技术要求供参考，如选用其它厂商产品时，应核实其技术参数。

1）冷却盘管进、出水管的接口应采用法兰连接。

2）每组盘管的管子排列应有≮0.01 的坡度。坡向应与冷却水流动方向一致，以利于管内冷却水排放。

3）盘管内的水流速度应≮0.5m/s，空气侧迎面空气重量流速（湿工况）应≮2.5kg/(m^2·s)。喷淋水密度应≮4L/(m^2·s)。

4）冷却盘管承压能力为2.8MPa。

5）每组盘管应先经过预检和压力试验，合格后组装，冷却盘管组装后应在水中进行2.8MPa的气压试验，以确保无泄漏。

6）盘管材质采用无缝钢管时，为了增强盘管的防腐能力，盘管应在近430℃高温的熔融纯锌槽内进行热镀锌。

7）喷淋水浊度不应超过20NTU，不应含油、脂、脂肪酸和有机熔剂。当盘管材质为镀锌无缝钢管时，喷淋水水质还应符合表6.1.3中要求。

表6.1.3 镀锌构件对水质要求

PH	CL^-（mg/L）	SO_4^{2-}（mg/L）	SiO_2（mg/L）	Ca^{+2}（mg/L）
6.5－9.0	<300	<250	<150	<200

6.1.4 选用要点

1 选用的成品玻璃钢冷却塔应符合国家产品标准《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/T 7190.1－2008中要求。

2 冷却塔的出口水温、进出口水温差和循环冷却水量，在夏季空调设计室外湿球温度下，应满足冷水机组的要求。当工程实际参数与冷却塔的标准工况不同时，应根据厂家所提供的热力特性曲线（或非标工况冷却水量选用表）对名义工况的冷却水量进行修正。

3 制造厂家所提供的热力性能曲线如采用模拟塔的试验数据整理绘制，则应根据模拟塔的试验条件与设计塔的运转条件的差异，对模拟塔的试验数据进行修正，修正系数取0.9～1.0。

4 设计湿球温度的确定：

1）选用冷却塔时，所采用的湿球温度应为使用地历年平均不保证50h的湿球温度，并应与所服务建筑空调系统设计的湿球温度相一致。

2）根据冷却塔位置和布置条件，如会产生湿热空气回流和干扰时，设计湿球温度宜在选定的气象条件基础上增加0.5～1.0℃。

5 设计循环冷却水量不宜超过成品冷却塔的额定水量，如循环冷却水量达不到冷却塔额定水量的80%时，应对冷却塔配水系统进行校核。

6 根据环境对噪声的要求，对于成品玻璃钢冷却塔应按GB/T 7190.1－2008的要求选用低噪声或超低噪声冷却塔（见表6.1.2－1），对闭式冷却塔也可参照执行。

7 敞开式系统的循环水泵的扬程，应满足选用的湿式冷却塔配水系统进口水压的要求。密闭式系统的循环水泵的扬程，应满足闭式冷却塔所选用的冷却盘管水压损耗的要求。

8 无论是湿式冷却塔或闭式冷却塔，在运行中由循环水水质引起的结垢、污垢、菌藻和腐蚀问题不可忽视，宜对循环水采取水质控制。对闭式冷却塔的循环喷淋水系统，在确定水处理方案时，还应考虑塔体和冷却盘管材质对喷淋水水质要求的因素。

9 对周围气温低于0℃地区，且冬季也需要运行的空调系统，冷却塔选用及订货时应特别说明，并与制造厂家协调制订必要的防冻措施，对于闭式冷却塔，冷却盘管的防冻问题更应引起重视。

10 选用成品冷却塔时，对制造厂家给出的产品所能承受的风荷载与冷却塔所在位置的设计风压核对，必要时对冷却塔的结构进行校核。

11 玻璃钢塔体和淋水填料等材质应选用阻燃型，其性能应符合GB/T 7190.1－2008中要求。

12 不设冷却水箱时，应核对集水盘容积和有效水深是否满足《建筑给水排水设计规范》GB 50015的有关规定，否则应向厂家提出加大要求。

13 选用成品冷却塔时，应注意电气控制的配合和协调。

1）塔顶避雷防护装置、指示灯及冷却塔周围照明应由设计单位统一考虑。

2）如设计采用风机倒转作为防冻措施时，电气设计时应加设可逆磁力起动器，按钮安装在冷却塔附近，并应通知制造厂家确认。

3）风机采用现场操作方式时，必须切断自控线路，并在控制室内有报警显示，以确保维修人员安全。

14 选用的冷却塔应有权威机构的产品性能检测和质量认证文件。

6.1.5 施工安装要点

1 冷却塔安装要求应符合国家标准 GB 50243－2002 和 GB 50411－2007。

2 安装冷却塔时，其纵向和横向不水平度不应超过 0.5‰。

3 冷却塔基础，特别是安装在屋面上的冷却塔基础，应结合屋面结构进行施工并应作好防水，浇制时应与实物或安装资料核对地脚螺栓孔位置及螺栓长度，基础面应为麻面。

4 冷却塔组装就位前，应将基础地脚螺栓孔清除干净，地脚螺栓的螺母应在固定地脚螺栓的砂浆达到设计强度 75% 以后方允许拧紧。

5 设置于建筑屋顶的冷却塔，应根据该建筑物防雷分类进行防雷处理，冷却塔上电气设备的外露可导电部分应可靠接地。

6 塔体拼装时螺栓应对称紧固，不得强行扭曲安装，拼装后不得漏水、漏气。

7 冷却塔安装过程中严禁塔体邻近处进行电焊或气割等明火作业，也不允许在场人员吸烟等。

8 冷却塔进、出水管及补充水管应单独设置支架，避免将管道重量传至塔体。

9 风机组装要求

1）风机叶尖与风筒内壁径向间隙应保持均匀，其间隙为 $0.0075D$（D 为风机叶轮直径），但最小间隙不应小于 8mm。

2）叶片安装角度应一致。

3）风机接线盒应密封，防腐，引线须下弯，以防水汽进入盒内。

4）检查风机转动是否平稳，声音是否正常，从塔顶往下看，叶片应顺时针旋转。

5）试运转时，当电流超过额定电流时，应立即停机，宜控制在 0.90～0.95 的额定值。

6）安装完成后用油布覆盖风机，以防杂物进入和日晒雨淋。

10 冷却塔安装完毕后，应清理管道、填料表面、配水系统、冷却盘管、集水盘等处污物及塔内杂物，并应进行系统清洗。

6.1.6 参考价格（表 6.1.6）

表 6.1.6 冷却塔参考价格

冷却塔类型	价格［元/m^3·水］	备注
湿式冷却塔（成品玻璃钢冷却塔）	300～500	1 单位水量的价格随冷却水量增大而降低； 2 价格随材质、技术含量增大而增加； 3 名牌产品价格为上限； 4 表中价格仅作为项目建议书或可行性阶段作估算用
闭式冷却塔	1500～2500	

6.1.7 相关标准、规范

《建筑给水排水设计规范》GB 50015。

《机械通风冷却塔工艺设计规范》GB/T 50392－2006。

《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050－2007。

《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243－2002。

《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411－2007。

《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019－2003。

《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/T 7190.1－2008。

《冷却塔验收测试规程》CECS 118:2000。

6.2 循环冷却水处理设备

6.2.1 概述

1 定义：循环冷却水处理设备为控制循环冷却水系统内由水质引起的结垢、污垢、菌藻和腐蚀的设备。

2 分类（表6.2.1）

表6.2.1 循环冷却水处理设备类型

设备类型	处理特点	适用条件
循环冷却水加药装置	利用投加化学药剂进行水处理	在敞开式循环冷却水系统中得到广泛采用，也可用于密闭式循环冷却水系统中
静电水处理器 电子水处理器 内磁水处理器	利用高压、低压电场和磁场进行水处理	可在敞开式循环冷却水系统中采用，但应满足以下条件： 1 冷却水量宜小于300m³/h； 2 严格控制进水水质条件，见表6.2.3－1； 3 产品经论证确能保证稳定的处理效果
全程水处理器	利用物理方法解决循环冷却水系统中腐蚀、结垢、除浊、菌藻全过程的综合水处理	可在小型敞开式循环冷却水系统中试用，有待长期运行考察

6.2.2 产品通用技术要求

1 无论选用何种循环冷却水处理设备，其阻垢、缓蚀和杀菌灭藻等处理效果均应达到国家标准GB 50050－2007中规定的控制指标。

1）循环冷却水系统中换热设备传热面水侧污垢热阻，对敞开式应小于$3.44\times10^{-4}(m^2\cdot K)/W$，对密闭式应小于$0.86\times10^{-4}(m^2\cdot K)/W$。

2）敞开式或密闭式循环冷却水系统中换热设备传热面水侧腐蚀速率，对碳钢设备应小于0.075mm/a，铜合金和不锈钢设备应小于0.005mm/a。

3）敞开式循环冷却水系统中微生物控制指标中，异养菌总数不大于1×10^5个/ml，生物黏泥量不大于3ml/m³。

2 选用的产品应有权威机构的检测报告并得到权威机构论证确认。

6.2.3 选用要点

1 循环冷却水加药装置由溶药槽、电动搅拌机、计量泵和电控箱组成。其具有机械溶药和自动投加双重功能。装置每天配药一次24h连续运行，可处理循环冷却水量2000m³/h，投药量在0～30L/h内调节使用。

1）药剂品种、配方、投加剂量、循环冷却水系统清洗和预膜处理等均可由业主委托当地权威的水处理公司提供一体化服务，对药剂配方及投加剂量可根据水质和工况条件相类似的工厂运行经验确定。

2）加药装置宜放入室内，药剂应投加在集水池（盘）出水口处或循环水泵吸水管进水口处。

3）选用产品时，应注意加药装置的防腐性能，特别当配制次氯酸钠溶液时，计量泵、搅拌机和溶药槽的材质应符合要求。

4）循环水加药装置产品设计宜符合行业标准HG/T 20524－2006中要求。

2 电子、静电、内磁水处理器

1）各种水处理器的进水水质要求见表6.2.3－1。

2）各种水处理器选用与安装要求（表 6.2.3－2）。

表 6.2.3－1 各种水处理器的进水水质要求

条件＼类型	电子水处理器	静电水处理器	内磁水处理器
适用水质	总硬度 <550mg/L（以 $CaCO_3$ 计）	总硬度 <700mg/L（以 $CaCO_3$ 计）	含盐量 <3000mg/L PH7.5～11

注：1 上述三种水处理器用于除垢时，主要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、硅酸盐时不宜使用。

2 内磁水处理器选用前，宜先作除垢效果试验，流速控制为 1.5～3.5m/s。

表 6.2.3－2 各种水处理器的选用与安装要求

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，设备周围具有一定的巡检区间；2 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接地装置；3 设备可装在系统总干管上，宜靠近冷冻机组，应设旁通管；4 设备应与系统同步运行。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；5 合理选择电子水处理器的高频值，定期清洗电极；6 系统运行浓缩倍数宜小于 3，选用的产品应符合行业标准 HG/T 3133－2006
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设备内流速降低而影响处理效果；2 磁化器前应设置过滤器，定期排污，宜连续排污（排污水量为循环水量 0.5%）；3 每隔 1～2 年要检查磁场强度，当降低至设计强度的 40% 左右，就应在调换永久磁铁后再使用；4 磁水器应避免振动，以免磁化效应减弱。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；5 安装位置应避免靠近其它磁场设备（如电机），当距离小于 1.0m 时，应对设备屏蔽处理。选用产品应符合行业标准 CJ/T 3066－1997

3 全程水处理器

1）全程水处理器主要由转换器、复合过滤件、射频转换器、控制器等部分组成。根据循环冷却水系统中存在的不同问题，设备可选用 A 型、B 型、C 型、D 型。全程水处理器可实现时间型、压差型全自动控制。

2）全程水处理器应垂直安装在系统总干管上，并应设置旁通管。设备周围留有一定的工作面，且应与系统同步运行，禁止在无水状态下长时间开启设备。当设备进出口压差大于 0.03～0.06MPa 时，即应停机反冲洗排污，反冲洗时间一般为 10～30s。

6.2.4 相关标准、规范

《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050－2007。

《化工企业循环冷却水处理加药装置设计统一规定》HG/T 20524－2006。

《电子式水处理器技术条件》HG/T 3133－2006。

《内磁水处理器》CJ/T 3066－1997。

7 管材与管件

7.1 混凝土管

7.1.1 混凝土管材分类（表7.1.1）

表7.1.1 混凝土管管材分类

分类	公称内径 D_0（mm）	适用范围	使用条件	接口类型	执行标准
混凝土排水管（CP）	100～600	用于生活污水、工业废水、及引水、农田排灌等重力低压或无压排水工程 注:企口混凝土排水管（≤500mm）不得用于城镇市政污水、雨水管道系统	在地下水和土壤无腐蚀作用的环境中埋地铺设，重力流输水、内水压力0.02～0.04MPa，管顶覆土满足外压荷载的分级要求	承插柔性接口 企口柔性接口 钢承口柔性接口 双插口柔性接口 承插刚性接口 企口刚性接口 双插口刚性接口	GB/T 11836－1999
钢筋混凝土排水管（RCP）	200～3000	用于雨水、生活污水、工业废水、合流排水及农田灌溉等水利工程	在地下水和土壤无腐蚀作用的环境中埋地铺设，内水压力小于0.1MPa，管顶覆土满足外压荷载的分级要求	承插柔性接口 企口柔性接口 钢承口柔性接口 双插口柔性接口 承插刚性接口 企口刚性接口 双插口刚性接口	GB/T 11836－1999
预应力钢筋混凝土管（PCP）	一阶段400～2000 三阶段400～3000	用于城市给水排水工程、长距离输水工程、农田灌溉及各种工业和水利输水工程、工厂管网及深覆土涵管	在地下水和土壤无腐蚀作用的环境中埋地铺设，内水压力小于1.2MPa，管顶覆土小于10m	承插滚动橡胶圈密封柔性接口 承插滑动橡胶圈密封柔性接口	GB 5696－2006 JC/T 748－1987 JC/T 749－1987
自应力钢筋混凝土管（SPCP）	100～800	用于城镇给水工程、工农业输水工程及农田喷灌工程	在地下水和土壤无腐蚀作用的环境中埋地铺设，内水压力小于1.2MPa，管顶覆土小于2m	承插式圆形截面橡胶圈密封柔性接口	GB 4084－1999 JC/T 748－1987 JC/T 749－1987
预应力钢筒混凝土管（PCCP）	PCCPL管400～1400 PCCPE管1200～4000或以上	用于城镇给水排水工程、长距离输水工程、农田灌溉、水利引水工程、发电厂管网、隧道管线及深覆土涵管	在地下水和土壤无腐蚀作用的环境中埋地铺设，内水压力小于2.0MPa，管顶覆土小于10m，可设计满足覆土10m以上的管道	承插式单根橡胶密封圈柔性接口、承插式双根橡胶密封圈柔性接口	GB/T 19685－2005 JC/T 748－1987 JC/T 749－1987

7.1.2 特点、技术性能要求

1 混凝土和钢筋混凝土排水管

混凝土和钢筋混凝土排水管道是指采用悬辊、振动及立式成型的混凝土管和钢筋混凝土管。

1）产品按有、无钢筋分为混凝土管和钢筋混凝土管。按外压荷载分级，其中混凝土管分为Ⅰ、Ⅱ两级。钢筋混凝土管分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三级。分别见表 7.1.2－2 混凝土排水管规格、外压荷载级别和内水压力表及表 7.1.2－3 钢筋混凝土排水管规格、外压荷载级别和内水压力表。

2）管道按外压荷载条件铺设，不得埋设在永久冻土层内。对大孔土、膨胀土地区应按相应地基规范进行处理后按规定铺设管道。

3）管道连接方式分为柔性接口管和刚性接口管。柔性接口管按接口型式分为承插口管、企口管、钢承口管和双插口管。柔性接口承插口管的型式又分为甲、乙、丙三型，这三种形式主要区别于承插接口尺寸和胶圈的安装方式。刚性接口分为承插口管型式、企口管型式、双插口管型式。管型详见国家标准 GB/T 11836－1999 中的图示。选用接口形式见表 7.1.2－1 管道基础形式及接口类型选用表。刚性接口的预制钢筋混凝土管道在混凝土基础上，其接口的适用条件为：

①适合在无外力破坏、下卧持力层承载力均匀、无不均匀沉降或局部变形的地段。

②无侧向位移条件，当遇有软弱等不良地基时，应全部清除或部分清除换以砾石或粗砂垫层，以提高该地基及基座的稳定性，确保地基不发生不均匀沉降，保证管道长期稳定运行。

③管道两侧回填土需同步进行，防止回填时发生位移或损伤；当铺设在纵坡大于 36% 时，应采取防止管道下滑的措施。

4）埋地混凝土管道需采用砂石基础（土弧基础）或混凝土基础。选用基础形式见表 7.1.2－1。

表 7.1.2－1 管道基础形式及接口类型选用表

施工方法		开槽法施工			顶进法施工		
管口形式		企口管	承插口管		双插口管	钢承口管	企口管
接口形式		橡胶圈	刚性填料	橡胶圈	橡胶圈	橡胶圈	橡胶圈
接口类型	柔性接口	选用	－	选用	选用	选用	选用
	刚性接口	－	选用	－	－	－	－
基础形式	混凝土基础	－	选用	－	－	－	－
	砂石基础（土弧）	选用	－	选用	选用	选用	选用

5）柔性接口橡胶圈的物理力学性能应符合相应标准的规定，与管道配套供应。

6）对于采用承插式接口的管道，插口插入的方向应与水流方向一致。

2 预应力钢筋混凝土管

预应力钢筋混凝土管是指在混凝土管壁内所置的钢筋预先施加双向预应力而预制的混凝土管。管材包括采用振动挤压工艺成型的一阶段管和采用管芯缠丝工艺成型的三阶段管。一阶段管又分为传统的一阶段管（代号 YYG）和一阶段瑞典逊他布管（代号 YYGS），三阶段管分为传统的三阶段管（代号 SYG）和三阶段澳大利亚罗克拉管（代号 SYGL）。

1）一阶段生产工艺（振动挤压工艺）公称内径为 400～2000mm、三阶段生产工艺（悬辊－离心复合工艺即管芯缠丝工艺）公称内径为 400～3000mm，内水压力不大于 1.2MPa。适用的管顶最大覆土深度为 10m。预应力钢筋混凝土管规格及压力指标见表 7.1.2－4 及表 7.1.2－5。

2）铺设条件为设计内水压力不宜大于 1.2MPa，覆土不大于 2.0m，地面活荷载允许两辆汽－20 级汽车并行。

3）预应力钢筋混凝土管道在抗渗、耐久性和抗腐蚀等方面优于金属管道，管道内壁不易结垢，管内壁粗糙系数 n 值一般取 0.012～0.013，其中振动挤压工艺制管为 0.012（与同等管径的铸铁管相比可

扩大输水能力或减少水头损失），管芯缠丝工艺制管为0.013。

4）管道接口允许借转角度，公称内径400～700mm时为1.5°，公称内径800～1400mm时为1°，公称内径1600～3000mm时为0.5°。

5）该管道采用承插式圆形断面橡胶圈密封接口。橡胶圈的物理力学性能应符合相应标准的规定，与管道配套供应。

3 自应力钢筋混凝土管

自应力钢筋混凝土管是指利用自应力水泥的膨胀力张拉管壁内的钢筋或钢丝网而产生预应力的混凝土管。该管材包括配筋为钢筋的Ⅰ型管、用两半模成型的钢丝网Ⅱ型管和用整体模成型的钢丝网Ⅲ型管。三种管的主要规格尺寸见表7.1.2－6。

1）用于埋地给水工程的自应力钢筋混凝土管的覆土主要根据管材试验压力确定，见表7.1.2－7。

2）自应力钢筋混凝土管具有良好的抗渗性、耐久性和抗腐蚀性。管道内壁不易结垢，可在管道上开孔接设支管，管道损坏后可快速修复。

3）该种管道长期暴露在空气中有干縮现象，同时应力值有所下降，但吸水后会恢复，适用于埋地铺设，多用于给水管道工程，铺设条件为设计内压不宜大于0.8MPa。

4）对管体和密封圈有腐蚀作用的水和土壤，应采取防护措施后方可铺设。

5）各等级自应力钢筋混凝土管道铺设在素土平基上，管顶覆土深厚度为0.8～2.0m，地面允许活荷载为两辆汽－15级汽车并行。

6）公称内径600～800mm的自应力钢筋混凝土管，应使用90°土弧基础。

7）公称内径100～350mm允许的转角为2.0°，公称内径400～800mm允许的转角为1.5°。

8）管道配用的弯管、缩管、三通等管件采用特制铸铁或钢制配件。

4 预应力钢筒混凝土管

预应力钢筒混凝土管是指在带薄钢筒的混凝土管芯外侧缠绕环向预应力钢丝并在管芯的内外浇注水泥砂浆保护层而制成的混凝土管。该管材包括内衬式预应力钢筒混凝土管（代号PCCPL）和埋置式预应力钢筒混凝土管（代号PCCPE）。

1）该种管道是一种复合管，由于使用了密封钢筒，管道材料综合了普通预应力钢筋混凝土管道和钢管的优点，除具有预应力钢筋混凝土管道在抗渗性、耐久性、抗腐蚀性、管道内壁不结垢、输水能力保持不变等方面的优点外，还兼备钢管承压高、安全性好等优点。

2）内衬式预应力钢筒混凝土管是：指由钢筒和混凝土内衬组成管芯并在钢筒外侧缠绕环向预应力钢丝，并涂敷水泥砂浆保护层而制成的管子。管子的接头有单胶圈密封柔性接口和双胶圈密封柔性接口两种。单胶圈密封柔性接口公称内径为400～1400mm，双胶圈密封柔性接口公称内径为1000～1400mm。

3）埋置式预应力钢筒混凝土管是指由钢筒和钢筒内、外两侧混凝土层组成管芯并在管芯混凝土外侧缠绕环向预应力钢丝，并涂敷水泥砂浆保护层而制成的管子。管子的接头有单胶圈密封柔性接口和双胶圈密封柔性接口两种，公称内径为1400～4000mm，需根据压力等级的密封要求选择承插口钢环确定胶圈数量。

4）管道接口允许借转角度：对单胶圈柔性接口，当公称内径为400～1000mm，借转角度为1.5°。公称内径为1200～4000mm，借转角度为1°。对双胶圈柔性接口，公称内径为1200～4000mm，借转角度为0.5°。

5）配套供应管道配件有合拢管、干线阀门连通管、弯管、缩口管、T型三通、Y型三通、短管、变径管、铠装管、斜口管及用于连接支线、人孔、排气阀、泄水阀所需的各类出口管件等。

6）管道粗糙系数n值较小，按振动挤压工艺制管n值为0.0107、按管芯缠丝工艺制管n值为0.012，与同等管径的铸铁管相比可扩大输水能力并减少水头损失，前者与同等管径的预应力钢筋混凝土管相比还可再扩大输水能力并减少水头损失，节省电耗。

7）可以直接在管体上开孔以便于设置出口管件和连接排气阀、泄水阀及其他支线。

8）接头用钢制接口环和橡胶圈，密封性能好、无漏水现象。

5 规格及压力指标

混凝土排水管规格及压力指标见表 7.1.2－2。钢筋混凝土排水管规格及压力指标见表 7.1.2－3。预应力钢筋混凝土管规格及压力指标见表 7.1.2－4 及表 7.1.2－5。自应力钢筋混凝土管规格及压力指标见表 7.1.2－6 及表 7.1.2－7。预应力钢筒混凝土管抗裂检验压力见表 7.1.2－8。

表 7.1.2－2 混凝土排水管规格、外压荷载级别和内水压力表

公称内径 D_0 (mm)	有效长度 (mm)	Ⅰ级管			Ⅱ级管		
		壁厚 (mm)	破坏荷载 (kN/m)	内水压力 (MPa)	壁厚 (mm)	破坏荷载 (kN/m)	内水压力 (MPa)
100	1000	19	12	0.02	25	19	0.04
150		19	8		25	14	
200		22	8		27	12	
250		25	9		33	15	
300		30	10		40	18	
350		35	12		45	19	
400		40	14		47	19	
450		45	16		50	19	
500		50	17		55	21	
600		60	21		60	24	

注：Ⅰ级管计算覆土高度 0.7～3m，内水压力 0.02MPa。Ⅱ级管计算覆土高度 3～5m，内水压力 0.04MPa。

表 7.1.2－3 钢筋混凝土排水管规格、外压荷载级别和内水压力表

公称内径 D_0 (mm)	有效长度 (mm)	Ⅰ级管 内水压力0.06(MPa)			Ⅱ级管 内水压力 0.1(MPa)			Ⅲ级管 内水压力 0.1(MPa)		
		壁厚 (mm)	裂缝荷载 (kN/m)	破坏荷载 (kN/m)	壁厚 (mm)	裂缝荷载 (kN/m)	破坏荷载 (kN/m)	壁厚 (mm)	裂缝荷载 (kN/m)	破坏荷载 (kN/m)
200	2000	30	12	18	30	15	23	30	19	29
300		30	15	23	30	19	29	30	29	44
400		35（40）	17	26	40	27	41	40	39	59
500		42（50）	21	32	50	32	48	50	49	74
600		50（55）	25	38	60	40	60	60	60	90
700		55（60）	28	42	70	47	71	70	67	100
800		65（70）	33	50	80	54	81	80	77	115
900		70（75）	37	56	90	61	92	90	87	130
1000		75（85）	40	60	100	69	100	100	94	141
1100		85（95）	44	66	110	74	110	110	108	162
1200		90（00）	48	72	120	81	120	120	119	179
1350		105（115）	55	83	135	90	140	135	134	201

续表7.1.2-3

公称内径 D_0 (mm)	有效长度 (mm)	Ⅰ级管 内水压力0.06(MPa)			Ⅱ级管 内水压力0.1(MPa)			Ⅲ级管 内水压力0.1(MPa)		
		壁厚 (mm)	裂缝荷载 (kN/m)	破坏荷载 (kN/m)	壁厚 (mm)	裂缝荷载 (kN/m)	破坏荷载 (kN/m)	壁厚 (mm)	裂缝荷载 (kN/m)	破坏荷载 (kN/m)
1500		115 (125)	60	90	150	99	150	150	151	226
1650		125 (140)	66	99	165	110	170	165	166	249
1800		140 (150)	72	110	180	120	180	180	183	274
2000		155 (170)	80	120	200	134	200	200	204	305
2200		175 (185)	84	130	220	145	220	220	227	340
2400		185 (200)	90	140	230	152	230	230	250	376
2600		220	104	156	235	172	260	235	272	407
2800		235	112	168	255	185	280	255	296	445
3000		250	120	180	275	198	300	275	317	475

注：1 括号内数值为推荐壁厚。

2 Ⅰ级管计算覆土高度0.7~3m，内水压力0.06MPa。Ⅱ级管计算覆土高度3~5m，内水压力0.1MPa。Ⅲ级管计算覆土高度5~7m，内水压力0.1MPa。

表7.1.2-4 一阶段预应力钢筋混凝土管规格及抗裂内压指标

公称内径 D_0 (mm)	管道壁厚 (mm)	内水压力（MPa）					
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
400	50-50	0.76	1.03	1.28	1.54	1.70	1.86
500	50-50	0.84	1.11	1.34	1.57	1.76	1.95
600	55-65	0.89	1.16	1.39	1.62	1.81	2.00
700	55-65	0.97	1.24	1.47	1.70	1.89	2.08
800	60-65	0.99	1.26	1.49	1.73	1.92	2.10
900	65-70	1.01	1.28	1.51	1.74	1.93	2.11
1000	70-75	1.02	1.29	1.52	1.75	1.94	2.12
1200	80-85	1.06	1.33	1.56	1.80	1.99	2.17
1400	90-95	1.10	1.37	1.60	1.84	1.99	2.17
1600	100-105	1.12 (1.27)	1.39 (1.54)	1.62 (1.77)	1.85 (2.00)	2.04 (2.19)	2.22 (2.37)
1800	115-115	1.12 (1.27)	1.39 (1.54)	1.62 (1.77)	1.85 (2.00)	2.04 (2.19)	2.22 (2.37)
2000	130-125	1.12 (1.27)	1.39 (1.54)	1.62 (1.77)	1.85 (2.00)	2.04 (2.19)	2.22 (2.37)

注：1 带括弧数字为立式水压检验指标，其余为卧式水压检验指标。

2 管道壁厚前行数字为传统的一阶段管壁厚，后行数字为瑞典“逊他布”管型壁厚。

3 管道有效长度为5m。

4 本表数据适用铺设条件为素土基础，管顶覆土深度0.8~2.0m，地面车辆荷载允许两辆汽-20级汽车并行。超出本使用条件应另行进行结构验算。

表 7.1.2-5 三阶段预应力钢筋混凝土管规格及管抗裂内压检验指标

公称内径 D_0 (mm)	壁厚 (mm)	内水压力（MPa）					
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
400	58	0.68	0.95	1.18	1.41	1.60	1.80
500	58	0.75	1.02	1.25	1.49	1.67	1.86
600-620	63-66	0.78	1.05	1.29	1.52	1.71	1.89
700	63-71	0.84	1.11	1.34	1.57	1.76	1.94
800	68-76	0.87	1.14	1.38	1.61	1.79	1.98
900	74-81	0.88	1.15	1.38	1.61	1.80	1.98
1000	79-86	0.92	1.19	1.42	1.65	1.84	2.02
1200	89-96	0.98	1.22	1.45	1.68	1.87	2.05
1400	100-106	0.98	1.25	1.49	1.72	1.91	2.09
1600	105-116	0.98 (1.13)	1.25 (1.40)	1.49 (1.64)	1.72 (1.87)	1.91 (2.06)	2.09 (2.24)
1800	129	0.98 (1.13)	1.25 (1.40)	1.49 (1.64)	1.72 (1.87)	1.91 (2.06)	2.09 (2.24)
2000	144	0.98 (1.13)	1.25 (1.40)	1.49 (1.64)	1.72 (1.87)	1.91 (2.06)	2.09 (2.24)
2200	145	1.03 (1.22)	1.30 (1.49	1.54 (1.73)	1.77 (1.96)	- (-)	- (-)
2400	160	1.03 (1.23)	1.30 (1.50)	1.57 (1.76)	- (-)	- (-)	- (-)
2600	175	1.03 (1.25)	1.30 (1.52)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
2800	190	1.03 (1.25)	1.30 (1.52)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
3000	205	1.03 (1.25)	1.30 (1.53)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

注：1 表列带括弧的数字为立式水压检验指标，其余为卧式水压检验指标。

2 管道有效长度为 5m。

3 本表数据适用铺设条件为管顶覆土深度 0.8～2.0m，地面车辆荷载允许两辆汽-20 级汽车并行。超出使用条件应另行进行结构验算。

4 管道壁厚前行数字为传统的三阶段管壁厚，后行数字为澳大利亚“罗克拉”管型壁厚。

表 7.1.2-6 自应力钢筋混凝土管道规格

公称内径 D_0（mm）		100	150	200	250	300	350	400	500	600	800
有效长度（mm）		3000	3000	3000	3000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Ⅰ型管	壁厚（mm）	25	25	30	35	40	45	45	55	60	80
Ⅱ型管	壁厚（mm）	25	25	30	30	35	40	40	45	50	60
Ⅲ型管	壁厚（mm）	27	27	30	30	35	40	40	45	50	60

表 7.1.2-7 自应力钢筋混凝土管规格及压力指标

类型	公称内径 D_0（mm）	压力指标（MPa）	
		内水压力	出厂检验压力
工压—4	100～800	0.4	0.8
工压—5	100～800	0.5	1.0
工压—6	100～800	0.6	1.2
工压—8	100～800	0.8	1.4
工压—10	100～800	1.0	1.7
工压—12	100～800	1.2	2.0

注：1 本表数据适用铺设条件为素土平基，管顶覆土深度 0.8～2.0m，地面车辆荷载允许两辆汽-15 级汽车并行。超出本使用条件应另行进行结构验算。

2 公称内径为 600～800mm 的自应力钢丝网水泥管应使用 90°土弧基础。

表 7.1.2-8 预应力钢筒混凝土管抗裂检验压力

管型	公称内径 D_0 (mm)	有效长度 (mm)	压力级别（内水压力）MPa								
			0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
内衬式管	400	5000或6000	0.70	0.95	1.18	1.46	1.74	2.02	2.30	2.58	2.86
	500		0.70	0.95	1.18	1.46	1.74	2.02	2.30	2.58	2.86
	600		0.70	0.95	1.18	1.46	1.74	2.02	2.30	2.58	2.86
	700		0.70	0.95	1.18	1.46	1.74	2.02	2.30	2.58	2.86
	800		0.70	0.95	1.19	1.47	1.75	2.03	2.31	2.59	2.87
	900		0.70	0.95	1.21	1.49	1.77	2.05	2.33	2.61	2.89
	1000		0.70	0.94	1.22	1.50	1.78	2.06	2.34	2.62	2.90
	1200		0.70	0.97	1.25	1.53	1.81	2.09	2.37	2.65	2.93
	1400		0.70	1.04	1.32	1.60	1.88	2.16	2.44	2.72	3.00
埋置式管	1200	5000或6000	0.88	1.16	1.44	1.72	2.00	2.28	2.56	2.84	3.12
	1400		0.90	1.18	1.46	1.74	2.02	2.30	2.58	2.86	3.14
	1600		0，92	1.20	1.48	1.76	2.04	2.32	2.60	2.88	3.16
	1800		0.94	1.22	1.50	1.78	2.06	2.34	2.62	2.90	3.18
	2000		0.98	1.26	1.54	1.82	2.10	2.38	2.66	2.94	3.22
	2200		1.00	1.28	1.56	1.84	2.12	2.40	2.68	2.96	3.24
	2400		1.14	1.42	1.70	1.98	2.26	2.54	2.82	3.10	3.38
	2600		1.16	1.44	1.72	2.00	2.28	2.56	2.84	3.12	3.40
	2800		1.18	1.46	1.74	2.02	2.30	2.58	2.86	3.14	3.42
	3000		1.20	1.48	1.76	2.04	2.32	2.60	2.88	3.16	3.44
	3200		1.20	1.48	1.76	2.04	2.32	2.60	2.88	3.16	3.44
	3400		1.21	1.49	1.77	2.05	2.33	2.61	2.89	3.17	3.45
	3600		1.26	1.54	1.82	2.10	2.38	2.66	2.94	3.22	3.50
	3800		1.25	1.53	1.81	2.09	2.37	2.65	2.93	3.21	3.49
	4000		1.26	1.54	1.82	2.10	2.38	2.66	2.94	3.22	3.50

注：1 表列数据适用于铺设条件为管顶覆土深度 0.8～2.0m，土弧基础（90°），两辆汽－20 级汽车并行。

2 埋置式预应力钢筒混凝土管的单胶圈接头与双胶圈接头的区别只是承口深度和插口长度不同。

3 内衬式预应力钢筒混凝土管只有公称内径 1000～1400mm，有单胶圈接头与双胶圈接头两种接头，其余为单胶圈接头。管材壁厚见国家标准 GB/T 19685－2005。

7.1.3 选用要点

1 混凝土管和钢筋混凝土排水管

1）混凝土管适用于内水压力为 0.02～0.04MPa。主要输送生活污水、雨水、工业废水、引水及农田灌概等低压或无压排水工程。

2）钢筋混凝土管适用于内水压力为 0.06～0.1MPa 主要输送雨水、合流排水、生活污水、工业废

水工程、引水及农田排灌等的输水管道工程。

3）一般根据技术经济要求、施工费用、使用年限、市场供应情况选择管材。

4）在施工条件差（地下水位高、有流砂等）及地基承载力差的场合，使用强度高即外压等级高的管子，敷设费用较低，减少工程投资，在内压大于0.06MPa的管段上必须选用钢筋混凝土管。

5）如输送侵蚀性污水或管外有侵蚀性地下水、腐蚀性土壤时最好选用其它管材。

6）根据管道重要性、用途、输送介质、受力条件、施工方法、工程地质等因素选择管道接口形式。

7）根据地基承载力、管道覆土深度选择混凝土管的基础型式。

2 预应力钢筋混凝土管

1）预应力钢筋混凝土管适用于给水工程中的压力输水，也可用于排水工程。

2）管道铺设在满足承载力要求的素土基础上、管顶覆土深度0.8～2.0m，地面活荷载允许两辆汽－20级汽车并行。

3）当管子用输送具有腐蚀性的污水或海水，或用于含有腐蚀性介质的土壤环境中以及架空铺设时，应按《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046－2008的规定对管体混凝土或水泥砂浆保护层进行防腐处理。涂覆防腐材料时应遵循《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212－2002的规定，防腐施工的质量应按《建筑防腐蚀工程质量检验评定标准》GB 50224－1995的规定进行评定。

4）对用于管体和密封圈有腐蚀作用的水或土壤，应采用防护措施。

5）该管道采用承插式圆形断面橡胶圈密封接口，橡胶圈配套供应。

6）在三通、弯头、缩管、端头处一般采用与预应力钢筋混凝土管配套的钢制管件，管件内外应进行防腐处理，目前国家尚无标准配件，一般由设计单位根据使用条件自行设计或套用有关的国家标准图。

7）由于采用橡胶圈密封接口，管道接口产生外推力，当外推力大于接口所能承受的阻力时，在三通、弯头、端头处须设支墩保护。

3 自应力钢筋混凝土管

1）自应力钢筋混凝土管道多用于农村给水管道工程、农田排灌水力工程。

2）管道铺设在满足承载力要求的素土基础上、管顶覆土深度0.8～2.0m，地面活荷载允许两辆汽－15级汽车并行。

3）铺设条件应按内压等级选择管道规格，一般内水压力不宜大于0.8MPa。

4）自应力钢筋混凝土管道制造工艺简单，自应力钢筋混凝土管道采用承插式圆形断面橡胶圈密封接口，胶圈质量和规格执行JC/T 748－1987和JC/T 749－1987标准，与管道配套供应。

5）管道配用的弯管、缩管、三通等管件采用特制铸铁或钢制配件，与管道配套供应。

6）由于采用橡胶圈密封接口，在弯管、缩管、三通、端头的接口处产生外推力，当外推力大于接口所能承受的阻力时，须设支墩保护。

7）当用于对管体和密封圈有腐蚀作用的水或土壤时，应采取防护措施。

4 预应力钢筒混凝土管

1）预应力钢筒混凝土管适用于给水工程中的压力输水，内水压力0.4～2.0MPa。

2）预应力钢筒混凝土管不适合用于具有腐蚀性的水和土壤环境中使用。

3）采用承插式双凹槽、双胶圈柔性接口，可进行接头水压以检查安装质量。

4）由于采用橡胶圈密封接口，管道产生外推力，当外推力大于接口所能承受的阻力时在弯头、三通、端头处须设支墩保护。

5）管顶覆土超过10m根据工程需要另行设计，管道可承受深覆土。

7.1.4 施工安装要点

1 混凝土管管节安装前应进行外观检查，质量及尺寸公差应符合现行国家产品标准的规定，发现裂缝、保护层脱落、空鼓、接口掉角等缺陷、使用前应修补并经鉴定合格后，方可使用。

2 开槽后管道基础应落在有一定承载能力的满足工程使用条件的原状土层上。

3 当机械开槽时，需保留10cm土层采用人工清槽，且不得超挖，否则应进行地基处理。

4 当采用橡胶圈柔性接口时，使用前必须对橡胶圈进行逐个检查，不得有割裂、破损、气泡、大飞边等缺陷。

5 混凝土及钢筋混凝土管管座分层浇注时，管座混凝土平基抗压强度应大于5.0N/mm²，方可进行安管，管道安装前应将管内外清扫干净，安装时应使管节内底高程符合设计规定，调整管节中心及高程时，必须垫稳，两侧设撑杠，不得发生滚动。

6 混凝土及钢筋混凝土管采用砂及砂石为基础时，应将砂石材料震实，并应与管身和承口外壁均匀接触。采用混凝土管座基础时，管节中心、高程复验合格后，应及时浇筑管座混凝土。管道基础应根据管材、管径、接口型式、工程地质条件的不同参照国家标准图04S516《混凝土排水管道基础及接口》中管道基础及接口选用表进行选择。

7 混凝土管座的模板，可一次或两次支设，每次支设高度宜略高于混凝土的浇筑高度。

8 管道两侧还土应同步进行，高差不大于30cm，胸腔还土，密实度为95%。

9 混凝土及钢筋混凝土管沿直线安装时管口的纵向间隙应符合表7.1.4-1的规定。

表7.1.4-1 管道安装管口的纵向间隙表

管材种类	接口类型	公称内径 D_0（mm）	纵向间隙（mm）
混凝土及钢筋混凝土管	企口	600	1.0～5.0
		700	7.0～15
	承插式甲型口	500～600	3.5～5.0
	承插式乙型口	300～1500	5.0～15

10 预应力混凝土管、自应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管安装应平直、无突起、突弯现象。沿曲线安装时，管口间的纵向间隙最小处不得大于5mm，接口转角不得大于表7.1.4-2的规定。

表7.1.4-2 沿曲线安装接口允许转角

管材种类	公称内径 D_0（mm）	转角（°）	
		单胶圈接头	双胶圈接头
预应力混凝土管	400～700	1.5	—
	800～1400	1.0	—
	1600～3000	0.5	—
自应力混凝土管	100～800	1.5	—
预应力钢筒混凝土管	400～1000	1.5	-
	1200～4000	1.0	0.5

11 预应力、自应力混凝土管及乙型接口的钢筋混凝土管安装时，承口内工作面、插口外工作面应清洗干净；套在插口上的圆形橡胶圈应平直、无扭曲。安装时，橡胶圈应均匀滚动到位，放松外力后不得大于10mm，就位后应在承、插口工作面上。

12 预应力混凝土管、自应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管不得截断使用。

13 当预应力混凝土管、自应力混凝土管采用金属管件连接时，管件应进行防腐处理。

14 承插式甲型接口采用水泥砂浆填缝时，安装前应将接口部位清洗干净。插口进入承口后，应将管节接口环向间隙调整均匀，再用水泥砂浆填满、捣实、抹平。

15 预应力混凝土管及钢筋混凝土管乙型接口对口间隙按表7.1.4-1规定。橡胶圈应位于插口小台内，且应无扭曲现象。

16 当沟槽内有地下水时，必须将地下水降至槽底以下不小于 0.5m，做到干槽施工，当降水不利，地基被扰动时，应进行地基处理达到要求的承载能力。

7.1.5 技术经济性能分析（表 7.1.5）

表 7.1.5 几种管材主要性能及技术经济比较表

管材 / 项目	钢筋混凝土管（RCP）和混凝土管（CP）	预应力钢筋混凝土管（PCP）	自应力钢筋混凝土（SPCP）	预应力钢筒混凝土管（PCCP）
管道压力(MPa)	0.02～0.1	0.4～1.2	0.4～1.0	0.4～2.0
公称内径 D_0(mm)	100～3000	400～1400	100～600	400～3000
接口形式	承插式橡胶圈柔性接口或刚性接口	承插式橡胶圈柔性接口	承插式橡胶圈柔性接口	承插式橡胶圈柔性接口
生产与使用情况	国内生产量大，用于雨水、污水、废水、引水及农田排灌等低压输水的管道。混凝土管用于管径较小的低压管道	国内生产 *DN*1200 以下应用较多，主要用于地质情况良好，工作压力较小及重力输水情况	用于压力输水、和农田水力工程	1 国内生产大口径管道应用较多 2 目前已较多应用于大口径输水工程
优点	1 造价较低，耗费钢材少 2 制造方便（工厂预制和现场浇制） 3 经供需双方协商可生产其他用途的混凝土和钢筋混凝土排水管道	1 防腐蚀性能好 2 使用寿命长 3 价格便宜 4 土基敷设安装方便 5 节省钢材	1 防腐蚀性能好 2 价格便宜 3 节省钢材 4 土基敷设安装方便 5 可在管道上开孔接管 6 能快速修复	1 防腐性能好，使用寿命长 2 管体刚度好，不易受损，不需维修 3 承受外压、内压大，能承受负压 4 接口密封性好，可进行接口水压检查，有配套管件，能带压开孔接管 5 管内不结瘤，粗糙度 n 值 0.0107～0.012 6 安装对槽底无特殊要求，施工速度快，省时省工，综合造价低
缺点	1 管节短，接头多 2 大直径管重量大，搬运不便	1 无标准配件 2 运输较麻烦 3 大直径管材质量不稳定，供水安全性差	1 不适于制作大直径管道，管体运输怕磕碰，使用后期可能膨胀 2 无相应结构规范	运输不便

注：管材价格取自 2008 年北京工程造价信息，其中以钢筋混凝土承插口管管径 600mm 压力 0.1MPa，橡胶圈柔性接口相比较。

7.1.6 相关标准、规范

《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB /T 11836－1999。

《预应力混凝土管》GB 5696－2006。

《自应力混凝土输水管》GB 4084－1999。

《预应力钢筒混凝土管》GB /T 19685－2005。

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242－2002。

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268－2008。

《预应力与自应力钢筋混凝土管用橡胶密封圈》JC/T 748－1987。

《预应力与自应力钢筋混凝土管用橡胶密封圈试验方法》JC/T 749－1987。

7.2 塑料给水管

塑料给水管材主要类别见表7.2.0-1～表7.2.0-4。

表7.2.0-1 塑料给水管材主要类别一

项目＼管材		硬聚氯乙烯管	氯化聚氯乙烯管	高抗冲聚氯乙烯管		聚乙烯管	聚丙烯管
		PVC-U	PVC-C	PVC-M	AGR	PE	PP-R
公称外径 dn(mm)		20～1000	20～160	20～800	20～110	16～1000	12～160
公称压力（MPa）		0.63～2.5	1.0(水温≤45℃) 0.6(水温≤75℃)	0.63～2.0	≤1.6	与S系列对应 PE 80： 0.74～1.6 PE 100： 0.92～1.6	2.0（冷水） 1.0（热水）
适用范围		室内外给水	室内外冷热水	室内外给水	室内外给水	室内外给水	室内外冷热水、采暖
线膨胀系数［mm/（m·℃）］		0.07	0.07	0.06～0.08	0.06～0.08	0.15～0.20	0.18
导热系数［W/（m·℃）］		0.16	0.14	0.16	0.16	0.48	0.24
连接方法	粘接	✓	✓	✓	✓	–	–
	热熔	–	–	–	–	✓	✓
	电熔	–	–	–	–	✓	✓
	机械	密封圈、法兰、螺纹(过渡接头)	法兰、螺纹	弹性密封圈、法兰	法兰、螺纹	法兰	法兰
	挤压夹紧	–	–	–	–	–	–
	热焊	–	–	–	–	✓	–
S系列		S16～S4	S6.3；S5；S4	S25～S8	–	PE 80：S6.3～S4 PE 100：S6.3～S5	S5；S4；S3.2；S2.5；S2
长期使用温度(℃)		≤45	50～75	≤45	≤45	≤40	≤70
抗气体渗透性		较好	较好	–	–	差	差
32mm管材大致价格比		0.7	1.2	–	–	0.8	1

表7.2.0-2 塑料给水管材主要类别二

项目＼管材	ABS管	聚丁烯管	交联聚乙烯管	耐热聚乙烯管
	ABS	PB	PE-X	PE-RT
公称外径 dn（mm）	12～400	12～160	20～160	12～160
公称压力（MPa）	0.6-1.6	1.6～2.5（冷水） 1.0（热水）	1.6（冷水） 1.0（热水）	1.5（冷水） 1.0（热水）

续表 7.2.0－2

项目＼管材		ABS 管	聚丁烯管	交联聚乙烯管	耐热聚乙烯管
		ABS	PB	PE－X	PE－RT
适用范围		室内外给水	室内热水、冷水、采暖	室内热水、冷水、采暖	室内热水、冷水、采暖
线膨胀系数［mm/（m·℃）］		0.9	0.13	0.14－0.20	0.18
导热系数［W/(m·℃)］		0.26	0.22	0.38	0.4
连接方法	粘接	✓	－	－	－
	热熔	－	✓	－	✓
	电熔	－	✓	－	✓
	机械	法兰、粘接	螺纹	✓	✓
	挤压夹紧	－	－	－	－
	热焊	－	✓	－	－
S 系列		S4～S20 等 8 个系列	S3.2；S4；S10 等 6 个系列	S3.2；S4；S5；S8；S6.3	S2.5；S3.2；S4；S5；S6.3
长期使用温度（℃）		≤60	≤70	≤95	≤70
抗气体渗透性		差	差	差	差
32mm 管材大致价格比		2.0	2.0	1.2	1.5

表 7.2.0－3　塑料给水管材主要类别三

项目＼管材	铝塑复合压力管					内层熔接型铝塑复合管	外层熔接型铝塑复合管
	铝塑复合管（搭接焊）		铝塑复合管（对接焊）				
	PAP	XPAP	XPAP1	XPAP2	XPAP3		
公称外径 *dn*（mm）	12～75	12～75	16～50	16～50	16～50	DN10～150	DN10～150
公称压力(MPa)	1.25（冷水）；1.00（热水）	1.0;0.86	2.0（冷水）；1.50（热水）；1.25（热水）	2.0（冷水）；1.50（热水）；1.25（热水）	1.40（冷水）；1.00（热水）	1.00	1.00
适用范围	冷、热水	热水	冷、热水	冷、热水	冷、热水	冷、热水	冷、热水
线膨胀系数［mm/(m·℃)］	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
导热系数［W/（m·℃）］	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
连接方法	机械（卡压式、卡套式、螺纹挤压）					热熔	
长期使用温度（℃）	40；60（分别与公称压力对应）	75；82（与公称压力对应）	40；95（分别与公称压力对应）	40；95（分别与公称压力对应）	40；60（分别与公称压力对应）	≤70	≤70

续表 7.2.0－3

管材 / 项目	铝塑复合压力管					内层熔接型铝塑复合管	外层熔接型铝塑复合管
	铝塑复合管（搭接焊）		铝塑复合管（对接焊）				
	PAP	XPAP	XPAP1	XPAP2	XPAP3		
抗气体渗透性	很好	很好	很好	很好	很好	很好	很好
32mm 管材大致价格比	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
备注	内外层均为 PE	内外层均为 PE－X	内层为 PE－X 外层为 PE	内外层均为 PE－X	内外层均为 PE	内层为 PP－R	内外层均为 PP－R

表 7.2.0－4　塑料给水管材主要类别四

管材 / 项目		钢骨架聚乙烯塑料复合管		玻璃纤维增强塑料（RPM）管
		钢骨架	钢丝网骨架	
公称外径 dn（mm）		50～600（公称内径 di）	50～630	外径系列：200～4000 内径系列：100～4000
公称压力（MPa）		1.00～4.0	0.40～3.50	0.1～2.5
适用范围		室内外给水	室内外给水	室外给水、排水
线膨胀系数[mm/(m·℃)]		<基体原料	<基体原料	－
导热系数［W/（m·℃）］		0.43	0.43	－
连接方法	粘接	－	－	承插型接头、锁件承插型接头、法兰接头、粘接
	热熔	✓	✓	
	电熔	✓	✓	
	机械	法兰	✓	
	挤压夹紧	－	－	
	热焊	－	－	
S 系列		－	－	－
长期使用温度（℃）		常温水	常温水	最高使用温度≤50℃
抗气体渗透性		差	差	－

注：生产企业提供的产品及原材料的检测报告必须完整，应达到国家有关标准且不得缺项。重大定货前不仅要抽样送检，而且要到生产企业考察其生产体系及质量保证体系是否正常运转。

7.2.1　氯化聚氯乙烯（PVC－C）管材与管件

1　概述

1）定义：氯化聚氯乙烯（PVC－C）管材是以氯化聚氯乙烯树脂（PVC－C）为主要原料及必要的添加剂，经挤出成型并用于输送饮用水的管材。

2）分类

①管材按尺寸分为 S6.3、S5、S4 三个管系列，规格用管系列 S、公称外径（dn）、公称壁厚（e_n）表示。

②管材按不同的使用条件级别（见 GB/T 18993.1）和设计压力选择对应的 S 值，见表 7.2.1－1。

③管件按对应的管材系列 S 分为三类：S6.3、S5、S4。管件按连接形式分为溶剂粘接型管件、法兰连接型管件和螺纹连接型管件。

表 7.2.1－1 PVC－C 管材管系列 S 的选择

设计压力 P_n（MPa）	管系列 S	
	级别 1，σ_D = 4.38MPa	级别 2，σ_D = 4.16MPa
0.6	6.3	6.3
0.8	5	5
1.0	4	4

3）特点：该管材防腐性能很强，在酸、碱、盐、氯化、氧化的环境中，暴露在空气中，埋于腐蚀性土壤里，甚至在 95℃高温下，内外均不会被腐蚀。管壁光洁，阻力小，卫生性能好。坚固耐压、耐热，可用于热水。PVC－C 比聚烯烃材料坚固，故所需卡箍、支架也少。管材具有良好的阻燃性（氧指数为 60），保温性能也佳，热传导率低，抗震性好。耐老化和抗紫外线性能优异。

4）适用范围：适用于管道设计压力≯1.0MPa、温度≯45℃的给水管道系统，以及管道设计压力≯0.6MPa、温度≯75℃的热水管道系统。该管材适用于直饮水、纯水、消防给水（有限定条件）的输送。可明装和埋地，并适用于酸、碱腐蚀性环境。

2 技术参数

1）管材颜色需由供需双方协商确定，并应不透光。管材平均外径以及与管系列 S 对应的公称壁厚 e_n 见表 7.2.1－2。其力学性能应符合表 7.2.1－3 的规定。输送饮用水的管材卫生性能应符合 GB/T 17219－1998 的规定。管材与符合 GB/T 18993.3 规定的管件连接后，应通过内压试验（表 7.2.1－4）和热循环（表 7.2.1－5）二项组合试验。管材长度一般为 4m，允许偏差为长度的 $^{+0.4}_{0}$%。

表 7.2.1－2 管材系列和规格尺寸（mm）

公称外径 dn	平均外径		管系列		
			S6.3	S5	S4
	$d_{em.min}$	$d_{em.max}$	公称壁厚 e_n		
20	20.0	20.2	2.0*（1.5）	2.0*（1.9）	2.3
25	25.0	25.2	2.0*（1.9）	2.3	2.8
32	32.0	32.0	2.4	2.9	3.6
40	40.0	40.2	3.0	3.7	4.5
50	50.0	50.2	3.7	4.6	5.6
63	63.0	63.3	4.7	5.8	7.1
75	75.0	75.3	5.6	6.8	8.4
90	90.0	90.3	6.7	8.2	10.1
110	110.0	110.4	8.1	10.0	12.3
125	125.0	125.4	9.2	11.4	14.0
140	140.0	140.5	10.3	12.7	15.7
160	160.0	160.5	11.8	14.6	17.9

注：考虑到刚度要求，最小壁厚为 2.0mm，计算液压试验压力时使用括号中的壁厚。

2）管件颜色由供需双方协商确定，且管件应不透光。溶剂粘接型管件承口的内径与管材的公称外径 dn 应相一致。不同管系列的管件体最小壁厚 e_{min} 应符合表 7.2.1－6 的规定，管件力学性能应符合表 7.2.1－7 规定，其静液压状态下热稳定性应符合表 7.2.1－8 的规定。用于输送饮用水的管件卫生性能应符合 GB/T 17219－1998 的规定，与符合 GB/T 18993.2－2003 规定的管材连接后应通过内压试验

（表 7.2.1－9）和热循环试验（表 7.2.1－10）二项组合试验。

表 7.2.1－3 力学性能

项目	试验参数			要求
	试验温度（℃）	试验时间（h）	静液压应力（MPa）	
静液压试验	20	1	43.0	无破裂、无泄漏
	95	165	5.6	
	95	1000	4.6	
静液压状态下的热稳定性试验	95	8760	3.6	
落锤冲击试验（0℃），TIR				≤10%
拉伸屈服强度（MPa）				≥50

表 7.2.1－4 内压试验

管系列 S	试验温度（℃）	试验压力（MPa）	试验时间（h）	要求
S6.3	80	1.2	3000	无破裂、无渗漏
S5	80	1.59	3000	
S4	80	1.99	3000	

表 7.2.1－5 热循环试验

最高试验温度（℃）	最低试验温度（℃）	试验压力（MPa）	循环次数	要求
90	20	P_D	5000	无破裂、无渗漏

注：1 一次循环的时间为 30^{+2}_{0}min，包括 15^{+1}_{0}min 最高试验温度和 15^{+1}_{0}min 最低试验温度。

2 P_D 值的按 GB/T 18993.2－2003 表 1 规定。

表 7.2.1－6 管件体的壁厚（mm）

公称外径 *dn*	S6.3	S5	S4
	管件体最小壁厚 e_{min}		
20	2.1	2.6	3.2
25	2.6	3.2	3.8
32	3.3	4.0	4.9
40	4.1	5.0	6.1
50	5.0	6.3	7.6
63	6.4	7.9	9.6
75	7.6	9.2	11.4
90	9.1	11.1	13.7
110	11.0	13.5	16.7
125	12.5	15.4	18.9
140	14.0	17.2	21.2
160	16.0	19.8	24.2

3 选用要点：首先确定输送介质及温度，并估算输送介质工作压力。经水力计算求出管材公称尺寸 *DN* 和 S 值。需注意管材与管件应匹配使用。如果用于消防系统，应符合消防要求。

表 7.2.1－7 管件力学性能

项目	试验温度（℃）	管系列	试验压力（MPa）	试验时间（h）	要求
静液压试验	20	S6.3	6.56	1	无破裂、无渗漏
		S5	8.76		
		S4	10.94		
	60	S6.3	4.10	1	
		S5	5.47		
		S4	6.84		
	80	S6.3	1.20	3000	
		S5	1.59		
		S4	1.99		

表 7.2.1－8 静液压状态下热稳定性

试验温度（℃）	试验时间（h）	静液压应力（MPa）	要求
90	17520	2.85	无破裂、无渗漏

注：制成相同管系列的管材形状后进行试验，按相同的管系列计算试验压力。

表 7.2.1－9 内压试验

管系列	试验温度（℃）	试验压力（MPa）	试验时间（h）	要求
S6.3	80	1.20	3000	无破裂、无渗漏
S5	80	1.59	3000	
S4	80	1.99	3000	

表 7.2.1－10 热循环试验

最高试验温度（℃）	最低试验温度（℃）	试验压力（MPa）	循环次数	指标
90	20	P_0	5000	无破裂、无渗漏

注：1 一次循环的时间为 30^{+2}_{0}min，包括 15^{+1}_{0}min 最高试验温度和 15^{+1}_{0}min 最低试验温度。

2 P_0 值的按 GB/T 18993.2－2003 表 1 规定。

4 施工要点

1）不同接口方式，应有不同的施工方法。

2）运抵工地的管材、管件应符合国家现行标准的要求，且有生产企业产品安装说明书和合格证。

3）粘接剂应为氯化聚氯乙烯管专用，且有生产企业产品合格证和使用说明书。

4）施工安装时，应复核冷、热水管道的压力等级和种类，不同压力等级的管道不得混装。

5）管道安装过程中应防止油漆、沥青、丙酮、衡释剂等有机溶剂直接接触管壁。

6）管道搬运时不得抛、摔、拖。管道应存放在阴凉、通风良好的库房内，禁止阳光直射。

7）粘接剂和清洁剂应存放在危险品库房内，远离火源，并应符合粘接施工安全要求。

8）管道间断施工时，管口应及时做临时封堵。

5 经济分析：氯化聚氯乙烯（PVC－C）管优点较多，但因为材料国产化程度低，价格比较昂贵，在给水工程方面推广应用受到较大局限。

6 相关标准、规范

《冷热水用氯化聚氯乙烯（PVC－C）管道系统》GB/T 18993.1～3－2003。

《建筑给水氯化聚氯乙烯（PVC－C）管道工程技术规程》CECS 136:2002。

《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 17219－1998。

7.2.2 给水用抗冲改性聚氯乙烯（PVC－M）管材及管件

1 概述

1）定义：给水用抗冲改性聚氯乙烯（PVC－M）管材是以聚氯乙烯树脂为主要原料，通过物理改性，经挤出成型的高韧性管材和注塑成型的高韧性管件，主要应用于输送生活饮用水和一般用途水工程。

2）分类：管材按连接方式分为弹性密封圈式和溶剂粘接式，其公称压力等级和规格尺寸，见表7.2.2－1。管件按连接方式分为弹性密封圈式承口管件、溶剂粘接式承口管件、螺纹接头管件和法兰连接管件。

表7.2.2－1 公称压力等级和规格尺寸（mm）

公称外径 dn	管材S系列SDR系列和公称压力					
	S25 SDR51 PN0.63	S20 SDR41 PN0.8	S16 SDR33 PN1.0	S12.5 SDR26 PN1.25	S10 SDR21 PN1.6	S8 SDR17 PN2.0
	公称壁厚 e_n					
20	—	—	—	—	2.0	2.0
25	—	—	—	—	2.0	2.0
32	—	—	—	—	2.0	2.0
40	—	—	—	—	2.0	2.4
50	—	—	—	2.0	2.4	3.0
63	—	—	2.0	2.5	3.0	3.8
75	—	2.0	2.3	2.9	3.6	4.5
90	2.0	2.2	2.8	3.5	4.3	5.4
110	2.2	2.7	3.4	4.2	5.3	6.6
125	2.5	3.1	3.9	4.8	6.0	7.4
140	2.8	3.5	4.3	5.4	6.7	8.3
160	3.2	4.0	4.9	6.2	7.7	9.5
180	3.6	4.4	5.5	6.9	8.6	10.7
200	3.9	4.9	6.2	7.7	9.6	11.9
225	4.4	5.5	6.9	8.6	10.8	13.4
250	4.9	6.2	7.7	9.6	11.9	14.8
280	5.5	6.9	8.6	10.7	13.4	16.6
315	6.2	7.7	9.7	12.1	15.0	18.7
355	7.0	8.7	10.9	13.6	16.9	21.1
400	7.9	9.8	12.3	15.3	19.1	23.7
450	8.8	11.0	13.8	17.2	21.5	26.7
500	9.8	12.3	15.3	19.1	23.9	29.7
560	11.0	13.7	17.2	21.4	26.7	33.2
630	12.3	15.4	19.3	24.1	30.0	37.4
710	13.9	17.4	21.8	27.2	33.9	42.1
800	15.7	19.6	24.5	30.6	38.1	47.4

注：公称壁厚（e_n）根据最小要求强度（MRS）24.5MPa、设计应力（σ_s）16MPa确定，管材最小壁厚为2.0mm。

3）特点：管材有较好的韧性，管材的柔韧性介于PVC－U管材和PE管材之间。其抗冲击性能高于PVC－U管材。可应用在抗震设防要求高的地区。该管材密度与PVC－U管材相同，质量轻，便于搬运、安装、运输和维修。管材使用寿命长，正常工作条件下，使用时间可超过50年。

4）适用范围：≯45℃的生活饮用水和一般用途水的输送管道工程。

2 主要技术参数

1）管材、管件共性要求：管材与管材，管材与管件连接后应按表 7.2.2－2 要求做系统适应性试验。当输水温度不同时，应按表 7.2.2－3 给出的不同温度对压力的折减系数（f_t）修正工作压力。输送生活饮用水的管材和管件卫生性能应符合 GB/T 17219－1998，氯乙烯单体含量应≯1.0mg/kg。

表 7.2.2－2　系统适应性试验

项目	要求	试验方法
连接密封试验	无破裂、无渗漏	CJ/T 272－2008 7.3.1 条
偏角试验	无破裂、无渗漏	CJ/T 272－2008 7.3.2 条
负压试验	无破裂、无渗漏	CJ/T 272－2008 7.3.3 条

注：1　连接用胶粘剂应符合行业标准《硬聚氯乙烯（PVC－U）塑料管道系统用溶剂型胶粘剂》QB/T 2568－2000，弹性密封圈应符合行业标准《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 3091－2000。

2　偏角试验及负压试验仅适用于弹性密封圈连接方式。

表 7.2.2－3　温度对压力的折减系数

温度（℃）	$0<t\leqslant25$	$25<t\leqslant35$	$35<t\leqslant45$
折减系数（f_t）	1	0.8	0.63

2）管材颜色一般为灰色，并在管材表面加有蓝色标志线，色泽应均匀一致。其它颜色需由供需双方协商确定。管材应不透光，其长度一般为 4m、6m，也可由供需双方商定，长度不允许负偏差。管材弯曲度应符合表 7.2.2－4 规定，其物理性能、力学性能应分别符合表 7.2.2－5、表 7.2.2－6 规定。

表 7.2.2－4　管材弯曲度

公称外径 dn（mm）	≤32	40～200	≥225
弯曲度（%）	不规定	≤1.0	≤0.5

表 7.2.2－5　管材物理性能

项目	密度（kg/m^3）	维卡软化温度（℃）	纵向回缩率（%）	二氯甲烷浸渍试验（15℃±1℃，30min）
技术指标	1350～1460	≥80	≤5	表面无变化

表 7.2.2－6　管材力学性能

项目	落锤冲击试验（0℃）	高速冲击试验（22℃）（dn≥110mm）	液压试验	切口管材液压试验	C－环韧度试验	长期静液压试验（MPa）
技术指标	TIR≤5%	不发生脆性破坏	无破裂、无渗漏	无破裂、无渗漏	韧性破坏	σ_{LPL}≥24.5

3）管件承插部位以外的主体壁厚应大于同等规格同压力等级的 PVC－M 管材壁厚。管件物理力学性能应符合表 7.2.2－7 的规定。

3　选用要点：产品选用时，应对规格尺寸、公称压力等级、温度对压力折减系数 f_t、连接方式、系统适应性试验、卫生性能、颜色、物理性能和力学性能提出要求。北方室外埋地给水管道宜选用抗冲性能好的 PVC－M、PVC－H（AGR）及 PE 管材。

4　施工安装要点

管材连接形式包括胶粘剂粘接、橡胶圈连接、法兰和丝扣连接（与其它材质管道和设备连接时）。

1）室外埋地管道中，采用橡胶圈连接时一般不设置伸缩节，采用粘接时应按相关规范设置伸缩节。

2）室内直埋管道敷设，应在回填土夯实后重新开挖进行。不得在回填土之前或未夯实的土层上埋设。

表7.2.2-7 管件物理力学性能

项目		技术指标			
维卡软化温度（℃）		≥72			
烘箱试验		符合 GB/T 8803			
坠落试验		无破裂			
液压试验	公称外径 dn（mm）	试验温度（℃）	试验压力（MPa）	试验时间（h）	试验要求
	$dn \leqslant 63$	20	4.2×PN	1	无破裂 无渗漏
			3.2×PN	1000	
	$dn > 63$	20	3.36×PN	1	
			2.56×PN	1000	

3）埋地管道沟底应平整，不得有突出的尖硬物。原土粒径不宜大于12mm，必要时可铺100mm厚的砂垫层。管道周围回填土填至管顶以上300mm处，经夯实后方可回填原土，室内埋地管道埋深不宜小于300mm。

4）安装方法可参见国家建筑标准设计图集02SS405-1《硬聚氯乙烯（PVC-U）给水管安装》。

6 经济分析：PVC-M管材较PVC-U贵，但工程综合费用低。

7 相关标准《给水用抗冲改性聚氯乙烯（PVC-M）管材及管件》CJ/T 272-2008

7.2.3 给水用丙烯酸共聚聚氯乙烯（AGR）管材与管件

1 概述

1）定义：给水用丙烯酸共聚聚氯乙烯（AGR）管材是由丙烯酸与氯乙烯树脂发生化学聚合反应而形成的共聚树脂，经挤出（或注塑）方式生产的用于输送生活饮用水的管材及管件。

2）管件类型：注塑成型粘接式管件、注塑成型嵌入金属式管件。

3）特点：管材、管件材料经化学改性后，增加了低温抗冲性，适用地区范围广，更适用于北方和严寒地区建筑给水及室外埋地给水管道系统。管材安全、卫生、耐蚀耐久、线膨胀系数小，是阻燃管材。管材生产及输水能耗小，正常使用寿命大于50年，其材料可回收利用，是绿色产品。管道系统综合性价比，略高于其它同类管材，但在相同供水条件下，比聚乙烯管材低。

4）适用范围：水温≯45℃，公称压力≯1.6MPa的给水管道系统，也可用于纯水和管道直饮水系统。

2 技术参数

1）任何添加剂的加入不应引起感官不良感觉，损害产品的加工和粘接性能及影响到本部分规定的其它性能，饮水用管材不应使用铅盐稳定剂。产品一般为深灰蓝色，且产品不应透光。也可由供需双方商定选用其它颜色。

2）管材规格尺寸及其偏差，见表7.2.3-1。管材长度一般为6m，也可由供需双方商定。管材长度允许偏差为长度的0%~0.4%。管件规格尺寸应与管材配套，其壁厚不应小于同规格管材的壁厚。

表7.2.3-1 管材规格尺寸（mm）

公称外径	20	25	32	40	50	63	75	90	110
壁厚	2.0	2.0	2.4	3.0	3.7	4.7	5.6	6.7	7.2

注：壁厚适用于管周上任意一点。

3）管材物理力学性能应符合表7.2.3-2的规定，管件物理力学性能应符合表7.2.3-3的规定。

4）产品卫生性能应符合GB/T 17219-1998的规定，氯乙烯单体含量不应大于1.0mg/kg。

5）管材与管件系统适应性应符合标准《给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材》GB/T 10002.1-2006的要求。

3 选用要点：产品选用时，应对稳定剂、颜色、不透光性、规格尺寸、物理力学性能、卫生性能

和系统适应性提出要求。

表 7.2.3－2 管材物理力学性能

<table>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">项目</td><td colspan="4">条件和要求</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">密度</td><td colspan="4">1350～1460kg/m³</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">维卡软化温度</td><td colspan="4">≥76℃</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">纵向回缩率</td><td colspan="4">≤5%</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">压扁试验</td><td colspan="4">无断裂或裂痕（压缩量为管内面互相接触）</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">拉伸试验</td><td colspan="4">23℃时的拉伸强度大于 40MPa，拉伸率≥120%</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">落锤冲击试验（－10℃）</td><td colspan="4">无破裂、无渗漏</td></tr>
<tr><td rowspan="3">7</td><td colspan="2" rowspan="3">液压试验</td><td>试验温度（℃）</td><td>诱导应力（MPa）</td><td>试验时间（h）</td><td>试验要求</td></tr>
<tr><td>20</td><td>42
35</td><td>1
100</td><td rowspan="2">无破裂、无渗漏</td></tr>
<tr><td>60</td><td>12.5
（15）</td><td>1000
（100）</td></tr>
<tr><td rowspan="4">8</td><td rowspan="3">连接密封试验</td><td>公称外径 dn</td><td>试验温度（℃）</td><td>试验应力（MPa）</td><td>试验时间（h）</td><td>试验要求</td></tr>
<tr><td>≤90</td><td>20</td><td>4.2×PN</td><td>1</td><td rowspan="2">无破裂、无渗漏</td></tr>
<tr><td>＞90</td><td>20</td><td>3.36×PN</td><td>1</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="2">二氯甲烷浸渍试验</td><td colspan="4">表面无变化（15℃、15min）</td></tr>
</table>

注：液压试验的括号内选择试验条件可取代 60℃、1000h、12.5MPa 的试验。表中序号 7、8 的规定，标准编制组正在征求修改意见。

表 7.2.3－3 管件物理力学性能

<table>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">项目</td><td colspan="4">条件和要求</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">维卡软化温度</td><td colspan="4">≥74℃</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">烘箱试验</td><td colspan="4">符合 GB/T 8803－2001</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">坠落试验</td><td colspan="4">无破裂</td></tr>
<tr><td rowspan="5">4</td><td rowspan="5">液压试验</td><td>公称外径 dn</td><td>试验温度（℃）</td><td>试验压力（MPa）</td><td>试验时间（h）</td><td>试验要求</td></tr>
<tr><td rowspan="2">≤90</td><td rowspan="2">20</td><td>4.2×PN</td><td>1</td><td rowspan="4">无破裂
无渗漏</td></tr>
<tr><td>3.2×PN</td><td>1000</td></tr>
<tr><td rowspan="2">＞90</td><td rowspan="2">20</td><td>3.36×PN</td><td>1</td></tr>
<tr><td>2.56×PN</td><td>1000</td></tr>
</table>

注：公称外径指与管件相连的管材的公称外径。

4 施工要点：只适用于冷水系统，且管材、管件应同材质。管材接口方式有包括粘接方式和弹性密封圈连接式。粘接时应采用企业提供的专用胶粘剂。弹性密封圈连接时，橡胶圈应采用食品卫生级橡胶。为防止使用有机溶剂和粘合剂造成的中毒和火灾，施工现场应具有良好的通风条件，应避开烟火。

5 相关标准《给水用丙烯酸共聚聚氯乙烯管材及管件》CJ/T 218－2005。

7.2.4 聚乙烯（PE）管材与管件

1 概述

1）定义：聚乙烯（PE）管材是以聚乙烯树脂为主要原料，加入必要的抗氧剂、紫外线稳定剂和颜料制造的混配料，经挤出成型用于输送饮用水的管材。

2）分类：管材根据材料类型（PE）和分级数分类，不同等级材料设计应力的最大允许值见表7.2.4－1。按管材的公称压力（PN）、标准尺寸比（SDR）、公称壁厚分类见表7.2.4－2～表7.2.4－3。管件可按管材分类方式进行分类，也按管件连接方式分为熔接连接管件、机械连接管件和法兰连接管件。其中熔接连接管件分为电熔管件、插口管件和热熔承插连接管件。

表7.2.4－1　不同等级材料设计应力的最大允许值

材料等级	PE63	PE80	PE100
设计应力的最大允许值 σ_S，MPa	5	6.3	8

表7.2.4－2　PE80级聚乙烯管材公称压力和规格尺寸（mm）

公称外径 *dn*	公称壁厚 e_n				
	标准尺寸比				
	SDR33	SDR21	SDR17	SDR13.6	SDR11
	公称压力（MPa）				
	0.4	0.6	0.8	1.0	1.25
16	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	2.3
32	—	—	—	—	3.0
40	—	—	—	—	3.7
50	—	—	—	—	4.6
63	—	—	—	4.7	5.8
75	—	—	4.5	5.6	6.8
90	—	4.3	5.4	6.7	8.2
110	—	5.3	6.6	8.1	10.0
125	—	6.0	7.4	9.2	11.4
140	4.3	6.7	8.3	10.3	12.7
160	4.9	7.7	9.5	11.8	14.6
180	5.5	8.6	10.7	13.3	16.4
200	6.2	9.6	11.9	14.7	18.2
225	6.9	10.8	13.4	16.6	20.5
250	7.7	11.9	14.8	18.4	22.7
280	8.6	13.4	16.6	20.6	25.4
315	9.7	15.0	18.7	23.2	28.6
355	10.9	16.9	21.1	26.1	32.2
400	12.3	19.1	23.7	29.4	36.3
450	13.8	21.5	26.7	33.1	70.9
500	15.3	23.9	29.7	36.8	45.4
560	17.2	26.7	33.2	41.2	50.8
630	19.3	30.0	37.4	46.3	57.2
710	21.8	33.9	42.1	52.2	—
800	24.5	38.1	47.4	58.8	—
900	27.6	42.9	53.3	—	—
1000	30.6	47.7	59.3	—	—

表 7.2.4－3 PE100 级聚乙烯管材公称压力和规格尺寸（mm）

公称外径 dn	公称壁厚 e_n				
	标准尺寸比				
	SDR26	SDR21	SDR17	SDR13.6	SDR11
	公称压力（MPa）				
	0.6	0.8	1.0	1.25	1.6
32	—	—	—	—	3.0
40	—	—	—	—	3.7
50	—	—	—	—	4.6
63	—	—	—	4.7	5.8
75	—	—	4.5	5.6	6.8
90	—	4.3	5.4	6.7	8.2
110	4.2	5.3	6.6	8.1	10.0
125	4.8	6.0	7.4	9.2	11.4
140	5.4	6.7	8.3	10.3	12.4
160	6.2	7.7	9.5	11.8	14.6
180	6.9	8.6	10.7	13.3	16.4
200	7.7	9.6	11.9	14.7	18.2
225	5.6	10.8	13.4	16.6	20.5
250	9.6	11.9	14.8	18.4	22.7
280	10.7	13.4	16.6	20.6	25.4
315	12.1	15.0	18.7	23.2	28.6
355	13.6	16.9	21.1	26.1	32.2
400	15.3	19.1	23.7	29.4	36.3
450	17.2	21.5	26.7	33.1	40.9
500	19.1	23.9	29.7	36.8	45.4
560	21.4	26.7	33.2	41.2	50.8
630	24.1	30.0	37.4	46.3	57.2
710	27.2	33.9	42.1	52.2	—
800	30.6	38.1	47.4	58.8	—
900	34.4	42.9	53.3	—	—
1000	38.2	47.7	59.3	—	—

3）产品特点：产品具有较长的使用寿命，在正常条件下，寿命可达 50 年。管材卫生条件好，不滋生细菌，可耐多种化学介质的腐蚀。管材内壁光滑，耐磨性能好。柔韧性好，抗冲击强度高，耐强震、扭曲。耐低温性能较好。管材重量轻，运输便捷，焊接工艺简单，强度高，施工方便，工程造价低。

4）适用范围：长期工作水温不超过 40℃的冷水系统。

2 技术参数

1）当聚乙烯管道系统在 20℃以上温度连续使用时，其最大工作压力（MOP）等于公称压力（PN）与折减系数 f_t 的乘积，折减系数 f_t 在表 7.2.4－4 中查取。市政饮用水管材颜色为蓝色或黑色，黑色管上应有共挤出蓝色条。色条沿管材纵向至少有三条。其它用途水管可以为蓝色或黑色。暴露在阳光下敷设的管道（如地上管道）必须是黑色。用于饮用水输配的管材、管件卫生性能应符合 GB/T 17219－1998 的规定。

2）管材直管长度一般为 6m、9m、12m，也可由供需双方商定。长度的极限偏差为长度的 +0.4%，

-0.2%。其最小壁厚等于公称壁厚，静液压强度应符合表7.2.4-5要求。物理性能应符合表7.2.4-6要求，当在混配料中加入回用料挤管时，对管材测定的熔体流动速率（MFR）（5kg,190℃）与对混配料测定值之差，不应超过25%。

表7.2.4-4 40℃以下温度的压力折减系数 f_t

温度（℃）	20	30	40
压力折减系数f_t	1.0	0.87	0.74

表7.2.4-5 管材的静液压强度

项目	环向应力（MPa）			要求
	PE63	PE80	PE100	
20℃静液压强度（100h）	8.0	9.0	12.4	不破裂，不渗漏
80℃静液压强度（165h）	3.5	4.6	5.5	
80℃静液压强度(1000h)	3.2	4.0	5.0	

表7.2.4-6 管材物理性能要求

项目		要求
断裂伸长率,%		不破裂，不渗漏
纵向回缩率（110℃),%		
氧化诱导时间（200℃），min		
耐候性（注） （管材累计接受≥3.5GJ/m^2 老化能量后）	80℃静液压强度（165h），试验条件同表10	
	纵向回缩率（110℃),%	
	氧化诱导时间（200℃），min	

注：仅适用于蓝色管材。

3）电熔管件的电阻最大值应为标称值×（1+10%）+0.1Ω，最小值应为标称值×（1-10%）。管件的力学性能应符合表7.2.4-7的要求。管件的物理机械性能应符合表7.2.4-8的要求。机械连接接头的力学性能应符合表7.2.4-9的要求。

表7.2.4-7 管件力学性能（试样数量：3件）

项目	要求	环应力	
20℃静液压强度 （试验时间：100h）	无破裂，无渗漏	PE 63	8.0MPa
		PE 80	10.0MPa
		PE 100	12.4MPa
80℃静液压强度 （试验时间：165h）	无破裂，无渗漏	PE 63	3.5MPa
		PE 80	4.5MPa
		PE 100	5.4MPa
80℃静液压强度 （试验时间：1000h）	无破裂，无渗漏	PE 63	3.2MPa
		PE 80	4.0MPa
		PE 100	5.0MPa

3 选用要点：产品选用时应对材料、标准尺寸比、规格、温度对压力的折减系数 f_t、颜色、卫生性能、管材长度、静液压强度、物理性能、机械性能以及电熔管件的电阻偏差提出要求。

4 施工要点：按设计要求施工，不同接口方式应有不同的施工方法。运抵工地的管材、管件应符

合国家现行有关标准，且应有产品安装说明书和合格证。当电压大于 25V 装配电熔管件时，应确保人无法直接接触到带电部分。其它安装要点参见“7.2.2”4 2）、3）。

表 7.2.4－8 管件物理机械性能

项目	要求	试验参数
熔体质量流动速率（MFR） 对 PE63，PE80，PE100	MFR 的变化小于材料 MFR 值的 ±20%（注）	试验温度 190℃ 载荷 5kg
氧化诱导时间 （热稳定性）	≥20min	试验温度 200℃ 试样数 3
电熔管件的熔接强度	脆性破坏所占百分比≤33.3%	试验温度 23℃
插口管件、对接熔接管件的熔接强度	试验到破坏为止： 韧性：通过 脆性：未通过	试验温度 23℃
鞍形旁通的冲击强度	无破坏，无渗漏	试验温度（0 ± 2）℃ 重锤质量（2500 ± 20）g 下落高度（2000 ± 10）mm

注：管件上取样测量的值与所用混配料测量的值对比。

表 7.2.4－9 机械连接接头力学性能（试验时间 1h，试样数量为 1 件）

项目	要求	试验参数	
内压密封性试验	无渗漏	试验压力	1.5 × 管材［PN］
外压密封性试验	无渗漏	试验压力 试验压力	$\Delta p = 0.01$MPa $\Delta p = 0.08$MPa
耐弯曲密封性试验	无渗漏	试验压力	1.5 × 管材［PN］
耐拉拔试验	管材不从管件上拔脱或分离	试验温度	23℃

5 经济分析：聚乙烯（PE）管突出优点是接口方式多，接口质量好，但管道承压能力较小，耐用温度低，室外埋地应用较多。给水用聚乙烯（PE）管材，行业指导价格（出厂价）为 1.8 万元/t（产品标准为 GB/T 13663－2000），PE 原材料按 1.5 万元/t 计。

7 相关标准、规范

《给水用聚乙烯（PE）管材》GB/T 13663－2000。

《给水用聚乙烯（PE）管道系统第 2 部分：管件》GB/T 13663.2－2005。

《埋地聚乙烯给水管道工程技术规程》CJJ 101－2004。

《给水用聚乙烯（PE）柔性承插式管材》QB/T 2892－2007。

7.2.5 聚丙烯（PP－R）管材与管件

1 概述

1）定义：聚丙烯（PP－R）管是以聚丙烯为原料，加入必需的添加剂经挤出成型的输送饮用水的管材。管件为注射成型。

2）分类：管材按尺寸分为 S5、S4、S3、S2.5、S2 五个管系列。管件按熔接方式分为热熔承插连接件和电熔连接管件。管件按管系列 S 分类与管材相同。管件的壁厚应不小于相同管系列 S 的管材壁厚。

3）特点：产品无毒、卫生，其耐热、保温性能好，长期（50 年）使用温度为 70℃，导热系数只

有钢管的1/200，有良好的保温和节能性能。该管材安装方便，原料可回收。

4）适用范围：适用于冷、热水输送管道系统，热水系统长期工作水温应≯70℃。

2 技术参数

1）共性：管材、管件应不透光，卫生性能应符合GB/T 17219－1998的规定。管材与管件连接后应通过内压试验（表7.2.5－1）和热循环试验（表7.2.5－2）两项系统适应性试验。

表7.2.5－1 内压试验（试验温度为95℃）

管系列	S5	S4	S3.2	S2.5	S2
试验压力（MPa）	0.68	0.80	1.11	1.31	1.64

注：每种管系列所选取的PP－R管试件数量均为3个，试验时间均为1000h、试验结果均应为无破裂、无渗漏。

表7.2.5－2 热循环试验（试验压力1.0MPa）

材料	最高试验温（℃）	最低试验温度（℃）	循环次数	试样数量	指标
PP－H、PP－B、PP－R	95	20	5000	1	无破裂、无渗漏

注：一个循环时间为（30^{+2}_{0}）min，包括（15^{+1}_{0}）min最高试验温度和（15^{+1}_{0}）min最低试验温度。

2）管材管系列S值的选择见表7.2.5－3。管材一般为灰色，其它颜色可由供需双方协商确定。管材壁厚（不包括阻隔层厚度）见表7.2.5－4。管材长度一般为4m或6m，也可以根据用户要求由供需双方协商确定，其长度不允许有负偏差。管材的物理力学和化学性能应符合表7.2.5－5的规定。

3）管件颜色可根据供需双方协商确定，其物理力学性能应符合表7.2.5－6的规定。

表7.2.5－3 PP－R管管系列S的选择

设计压力（MPa）	管系列S	
	级别1，σ_d＝3.09MPa	级别2，σ_d＝2.13MPa
0.4	5	5
0.6	5	3.2
0.8	3.2	2.5
1.0	2.5	2

3 选用要点：对于热水先根据其设计温度及使用年限确定其应用等级，再根据其设计压力确定其S值，然后根据其管径确定其壁厚。对于冷水管，直接根据其设计压力确定其S值，然后根据其管径确定其壁厚，并结合系统布置、敷设方式、连接形式、补偿温度变化的技术措施等，选择质量符合标准的产品。

4 施工要点

1）按设计接口型式要求施工。

2）埋地管道沟底应平整，不得有突出的尖硬物。原土粒径宜≯12mm，必要时可铺100mm厚的砂垫层。管道周围回填土应填至管顶以上300mm处，经夯实后方可回填，室内埋地管道的埋深宜≮300mm。

3）各PP－R管生产厂家均对其产品的设计、使用、安装有具体的要求，实际工程尤其应充分考虑管道的热膨胀影响，依具体情况并采取必要措施。小口径管道应尽量暗敷。在明敷及非直埋（管井、管沟等）暗敷管路中，尽可能采用自由补偿措施，如“L”、“Z”、“U”、“π”等补偿型式。也可采用半圆形金属托板加固管道。当上述方法均受条件限制无法实施的条件下，可采取采用密集的管卡固定以约束管道变形。这些方法可混合使用，根据实际情况采取合适的组合。不提倡使用金属补偿器的补偿方式，因为金属补偿器与PP－R管材之间的机械连接是非永久性连接，容易产生渗漏点。另外，金属补偿器价格较贵，补偿量较小，不太适宜塑料给水管道的热膨胀补偿。

表 7.2.5-4 PP-R 管材壁厚（mm）

公称外径 dn	平均外径		管系列				
			S5	S4	S3.2	S2.5	S2
	$d_{em.min}$	$d_{em.max}$	公称壁厚 e_n				
12	12.0	12.3	—	—	—	2.0	2.4
16	16.0	46.3	—	2.0	2.2	2.7	3.3
20	20.0	20.3	2.0	2.3	2.8	3.4	4.1
25	25.0	25.3	2.3	2.8	3.5	4.2	5.1
32	32.0	32.3	2.9	3.6	4.4	5.4	6.5
40	40.0	40.4	3.7	4.5	5.5	6.7	8.1
50	50.0	50.5	4.6	5.6	6.9	8.3	10.1
63	63.0	63.6	5.8	7.1	8.6	10.5	12.7
75	75.0	75.7	6.8	8.4	10.3	12.5	15.1
90	90.0	90.9	8.2	10.1	12.3	15.0	18.1
110	110.0	111.0	10.0	12.3	15.1	18.3	22.1
125	125.0	126.2	11.4	14.0	17.1	20.8	25.1
140	140.0	141.3	12.7	15.7	19.2	23.3	28.1
160	160.0	161.5	14.6	17.9	21.9	26.6	32.1

表 7.2.5-5 PP-R 管材物理力学和化学性能

项目	试验参数			试样数量	指标
	试验温度（℃）	试验时间（h）	静液压应力（MPa）		
纵向回缩率	135±2	$e_n \leqslant 8$mm：1	—	3	≤2%
		8mm $< e_n \leqslant 16$mm：2	—		
		$e_n > 16$mm：4	—		
简支梁冲击试验	0±2	—		10	破损率<试样的 10%
静液压试验	20	1	16.0	3	无破裂无渗漏
	95	22	4.2		
	95	165	3.8		
	95	1000	3.5		
熔体质量流动速率，MFR（230℃/2.16kg）			g/10min	3	变化率≤原料的 30%
静液压状态下热稳定性试验	110	8760	1.9	1	无破裂无渗漏

注：对于静液压状态下热稳定性试验，用管状试样或管件与管材相连进行试验。管状试样按实际壁厚计算试验压力。管件与管材相连作为试样时，按相同管系列 S 的管材的公称壁厚计算试验压力，如试验中管材破一则试验应重做。相同原料同一生产厂家生产的管材已做过本试验则管件可不做。

表 7.2.5-6 管件的物理力学性能

项目	管系列	试验压力（MPa） 材料 PP-R	试验温度（℃）	试验时间（h）	试样数量	指标
静液压试验	S5	3.11	20	1	3	无破裂，无渗漏
	S4	3.88				
	S3.2	5.05				
	S2.5	6.01				
	S2	7.51				
	S5	0.68	95	1000	3	无破裂，无渗漏
	S4	0.80				
	S3.2	1.11				
	S2.5	1.31				
	S2	1.64				
熔体质量流动速率，MFR（230℃/2.16kg） g/10min					3	变化率≤原料的30%

4）严格按熔接操作规程及其它安全施工规定施工。由于不同温度下，不同管径的 PP-R 管熔接深度、加热时间、插接时间均有严格的要求，且在加热及插接过程中不允许转动管材与管件，否则就容易出现熔接质量问题。该管道操作现场不得有明火，严禁对管道进行明火煨弯。

5）施工具体做法详见国家建筑标准设计图集 02SS405-2《无规共聚聚丙烯（PP-R）给水管安装》。

5 经济分析：PP-R 管突出优点是接口方式较多，接口质量比较好，耐用温度范围较广，目前在室内给水方面推广应用较多。

6 相关标准、规范

《冷热水用聚丙烯管道系统》GB/T 18742.1~3-2002。

《建筑给水聚丙烯管道工程技术规范》GB/T 50349-2005。

7.2.6 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯（ABS）压力管道系统管材与管件

1 概述

1）定义：丙烯腈-丁二烯-苯乙烯（ABS）压力管是以丙烯腈-丁二烯-苯乙烯（ABS）树脂为主要原料，加入必需的添加剂，经挤出成型，且输送饮用水的管道。管件为注射成型。

2）分类：管材按尺寸分为：S20、S16、S12.5、S10、S8、S6.3、S5、S4 共八个系列。管材规格用 S 值×公称外径 dn×公称壁厚 e_n 表示，例：S5dn50×e_n4.6。管件按对应的管系列 S 分为 8 类：S20、S16、S12.5、S10、S8、S6.3、S5、S4。管件按连接方式分为溶剂粘接型和法兰连接型管件。法兰分为活法兰、呆法兰。

3）特点：产品耐腐蚀性强。化学稳定性高，适应于腐蚀性强的工业废水、酸碱液、海水等。管材颜色一般为灰色，无毒性。工作温度为-20~60℃，耐温性能好。产品内壁光滑，水力性能好，不易结垢，不滋生微生物。管材耐撞击、耐内压性能较好。采用胶粘连接方式，施工安装简便、快捷。重量轻，易于搬运。

4）适用范围：根据材料的耐化学性及卫生性，适用于承压给排水输送、污水处理与水处理、石油、化工、电力电子、冶金、采暖、电镀、造纸、食品饮料、空调、医药等工业及建筑领域粉体、液体

和气体等流体的输送，工作温度≯60℃。

2 技术参数

1）共性：饮用水管件及管件应不透光。管材与管件连接后应通过表 7.2.6－1 的系统适应性试验。输送饮水用的管材、管件卫生性能应符合 GB/T 17219－1998 的规定。

2）管材规格尺寸见表 7.2.6－2。有效长度一般为 4m，其它长度由供需双方协商确定。长度允许偏差值为长度的 $^{+0.4}_{0}$%。管材物理、力学性能应分别符合表 7.2.6－3、表 7.2.6－4 的规定，温度对压力的折减系数 f_t 见表 7.2.6－5。

3）管件承口中部以里及管件的主体壁厚的最小壁厚应不小于同等规格的管材壁厚。其物理性能、力学性能应分别符合表 7.2.6－6、表 7.2.6－7 的规定。

表 7.2.6－1 系统适应性试验

项目	试验参数			要求
液压试验	温度（℃）	静液压应力 σ（MPa）	时间（h）	无破裂、无渗漏
	20	15.6	≥1000	

表 7.2.6－2 管材规格尺寸（mm）

公称外径 dn	公称壁厚 e_n 和壁厚公差															
	管系列 S 和标准尺寸比 SDR															
	S20 SDR41		S16 SDR33		S12.5 SDR26		S10 SDR21		S8 SDR17		S6.3 SDR13.6		S5 SDR11		S4 SDR9	
	e_{min}	C	e_{min}	C	e_{min}	C	e_{min}	C	e_{min}	C	e_{min}	C	e_{min}	C	e_{min}	C
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8	+0.4	1.8	+0.4
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8	+0.4	1.8	+0.4	1.8	+0.4
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8	+0.4	1.9	+0.4	2.3	+0.5
25	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8	+0.4	1.9	+0.4	2.3	+0.5	2.8	+0.5
32	—	—	—	—	—	—	1.8	+0.4	1.9	+0.4	2.4	+0.5	2.9	+0.5	3.6	+0.6
40	—	—	—	—	1.8	+0.4	1.9	+0.4	2.4	+0.5	3.0	+0.5	3.7	+0.6	4.5	+0.7
50	—	—	1.8	+0.4	2.0	+0.4	2.4	+0.5	3.0	+0.5	3.7	+0.6	4.6	+0.7	5.6	+0.8
63	1.8	+0.4	2.0	+0.4	2.5	+0.5	3.0	+0.5	3.8	+0.6	4.7	+0.7	5.8	+0.8	7.1	+1.0
75	1.9	+0.4	2.3	+0.5	2.9	+0.5	3.6	+0.6	4.5	+0.7	5.6	+0.8	6.8	+0.9	8.4	+1.1
90	2.2	+0.5	2.8	+0.5	3.5	+0.6	4.3	+0.7	5.4	+0.8	6.7	+0.9	8.2	+1.1	10.1	+1.3
110	2.7	+0.5	3.4	+0.6	4.2	+0.7	5.3	+0.8	6.6	+0.9	8.1	+1.1	10.0	+1.2	12.3	+1.5
125	3.1	+0.6	3.9	+0.6	4.8	+0.7	6.0	+0.8	7.4	+1.0	9.2	+1.2	11.4	+1.4	14.0	+1.6
140	3.5	+0.6	4.3	+0.7	5.4	+0.8	6.7	+0.9	8.3	+1.1	10.3	+1.3	12.7	+1.5	15.7	+1.8
160	4.0	+0.6	4.9	+0.7	6.2	+0.9	7.7	+1.0	9.5	+1.2	11.8	+1.4	14.6	+1.7	17.9	+2.0
180	4.4	+0.7	5.5	+0.8	6.9	+0.9	8.6	+1.1	10.7	+1.3	13.3	+1.6	16.4	+1.9	20.1	+2.3
200	4.9	+0.7	6.2	+0.9	7.7	+1.0	9.6	+1.2	11.9	+1.4	14.7	+1.7	18.2	+2.1	22.4	+2.5
225	5.5	+0.8	6.9	+0.9	8.6	+1.1	10.8	+1.3	13.4	+1.6	16.6	+1.9	20.5	+2.3	25.2	+2.8
250	6.2	+0.9	7.7	+1.0	9.6	+1.2	11.9	+1.4	14.8	+1.7	18.4	+2.1	22.7	+2.5	27.9	+3.0
280	6.9	+0.9	8.6	+1.1	10.7	+1.3	13.4	+1.6	16.6	+1.9	20.6	+2.3	25.4	+2.8	31.9	+3.4

续表 7.2.6－2

公称外径 dn	公称壁厚 e_n 和壁厚公差															
	管系列 S 和标准尺寸比 SDR															
	S20 SDR41		S16 SDR33		S12.5 SDR26		S10 SDR21		S8 SDR17		S6.3 SDR13.6		S5 SDR11		S4 SDR9	
	e_{min}	C	e_{min}	C	e_{min}	C	e_{min}	C	e_{min}	C	e_{min}	C	e_{min}	C	e_{min}	C
315	7.7	+1.0	9.7	+1.2	12.1	+1.5	15.0	+1.7	18.7	+2.1	23.2	+2.6	28.6	+3.1	35.2	+3.8
355	8.7	+1.1	10.9	+1.3	13.6	+1.6	16.9	+1.9	21.1	+2.4	26.1	+2.9	32.2	+3.5	39.7	+4.2
400	9.8	+1.2	12.3	+1.5	15.3	+1.8	19.1	+2.2	23.7	+2.6	29.4	+3.2	36.3	+3.9	44.7	+4.7

注：1 考虑到使用情况及安全，最小壁厚不得小于 1.8mm。

2 e_{min}为管材最小壁厚，C 为壁厚公差。

3 除了有其它规定之外，尺寸应与标准《热塑性塑料管材通用壁厚表》GB/T 10798－2001 一致。

表 7.2.6－3 管材物理性能

项目	密度（kg/m³）	维卡软化温度（℃）	纵向回缩率（%）
要求	1000～1070	≥90	≤5

表 7.2.6－4 管材力学性能

项目	试验参数			要求
	温度（℃）	静液压应力 σ（MPa）	时间（h）	
静液压试验	20	25.0	≥1	无破裂、无渗漏
	20	20.6	≥100	
	60	7.0	≥1000	
落锤冲击试验（0℃）	落锤质量与高度见 GB/T 20207.1－2006 表 7			TIR≤10%

表 7.2.6－5 温度对压力的折减系数 f_t

≤20℃	20℃ < t < 30℃	30℃ ≤ t < 35℃
1.0	0.80	0.63

表 7.2.6－6 管件物理性能

项目	密度（kg/m³）	维卡软化温度（℃）	烘箱试验
要求	1000～1070	≥90	按 GB/T 8803－2001

表 7.2.6－7 管件力学性能

项目	试验参数			要求
	温度（℃）	静液压应力 σ（MPa）	时间（h）	
静液压试验	20	25.0	≥1	无破裂、无渗漏
	20	20.6	≥100	
	60	7.0	≥1000	

3 选用要点：产品选用时，应对管材管系列 S 值、连接方式、颜色、不透光性、系统适用性、卫生性能、规格尺寸、长度、物理性能、力学性能、折减系数 f_t 以及壁厚提出要求。管系列 S、标准尺寸比 SDR 与公称压力 *PN* 的对照，见表 7.2.6－8。

4 施工要点：管道施工中，采用冷胶溶接法连接时，必须使用专用清洁剂（MEK）和 ABS 胶合

剂，并根据管径不同按厂家的技术规程进行 ABS 胶合剂涂抹。通常管材、管件及胶合剂均为同一厂商供应，厂商还应提供检验文件以确保产品品质。其它安装要点参见本章第 7.2.2 条第 4 款第 2）、3）项。

表 7.2.6－8 管系列 S、标准尺寸比 SDR 与公称压力 PN 对照表

管系列 S、标准尺寸比 SDR 与公称压力对照							
S20 SDR41	S16 SDR33	S12.5 SDR26	S10 SDR21	S8 SDR17	S6.3 SDR13.6	S5 SDR11	S4 SDR9
*PN*0.4MPa	*PN*0.5MPa	*PN*0.7MPa	*PN*0.87MPa	*PN*1.1MPa	*PN*1.38MPa	*PN*1.75MPa	*PN*2.2MPa
以上数据基于 MRS 值为 14MPa；*C* 值为 1.6。							
S20 SDR41	S16 SDR33	S12.5 SDR26	S10 SDR21	S8 SDR17	S6.3 SDR13.6	S5 SDR11	S4 SDR9
*PN*0.32MPa	*PN*0.45MPa	*PN*0.6MPa	*PN*0.87MPa	*PN*1.0MPa	*PN*1.2MPa	*PN*1.5MPa	*PN*2.0MPa
以上数据基于 MRS 值为 14MPa；*C* 值为 1.86。							

5 相关标准《丙烯腈－丁二烯－苯乙烯（ABS）压力管道系统》GB/T 20207.1～2－2006。

7.2.7 冷热水用聚丁烯（PB）管材与管材

1 概述

1）定义：冷热水用聚丁烯（PB）管是以聚丁烯（PB）管用材料为原料，经挤出成型，且用于工业及民用冷热水系统的管材。

2）分类：管材按 S 值分为 S3.2、S4、、S5、S6.3、S8 和 S10 六个管系列。按使用条件级别分为级别 1、级别 2。管材按使用条件级别和设计压力选择对应的管系列 S 值见表 7.2.7－1。管件分为熔接管件和机械连接管件。熔接管件按熔接方式分为热熔承插连接管件和电熔连接管件。管件按管系列 S 分类与管材相同。管件的主体壁厚应不小于相同管系列 S 的管材的壁厚。

表 7.2.7－1 管系列 S 的选择

设计压力 P_D（MPa）	级别 1	级别 2
0.4	10	10
0.6	8	8
0.8	6.3	6.3
10	5	5

3）特点：管材有良好的耐温性能。其长期使用温度（在此温度范围内使用寿命达 30～50 年）为≤70℃。这种管材也有耐压性能极佳和极强抗蠕变能力，并有极好的韧性和耐冲击力。有极好的抗腐蚀能力，较好的隔热性能。这种管材无毒，可回收再利用。

4）适用范围：工业及民用冷、热水系统。

2 技术参数

1）管材、管件共性

①颜色由供需双方协商确定。给水用管材应不透光。

②卫生性能应符合 GB/T 17219－1998 的规定。

③管件与所配管材连接后，根据连接方式，按照表 7.2.7－2 的要求，应通过耐内压、弯曲、耐拉拔、热循环、压力循环、耐真空六种系统适应性试验。

④按表 7.2.7－3 规定的参数进行静液压试验，试验中管材、管件以及连接处应无破裂，无渗漏。

⑤按表 7.2.7－4 规定的条件进行弯曲试验，试验中管材、管件以及连接处应无破裂、无渗漏。

⑥按表 7.2.7－5 规定的试验条件进行耐拉拔试验，将管材与等径或异径直通管件连接而成的组件施加恒定的轴向拉力，并保持规定的时间，试验过程中管材与管件连接处应不发生松脱。

⑦按表7.2.7-6规定的条件进行热循环试验，试验中管材、管件以及连接处应无破裂，无渗漏。

⑧按表7.2.7-7规定的条件进行循环压力冲击试验，试验中管材、管件以及连接处应无破裂，无渗漏。

⑨按表7.2.7-8给出的参数进行真空试验。

2）管材的平均外径和最小壁厚应符合表7.2.7-9的要求，但对于熔接连接的管材，最小壁厚应为1.9mm。聚丁烯管材的壁厚值不包括阻隔层的厚度。管材的力学性能应符合表7.2.7-10的规定，物理和化学性能应符合表7.2.7-11的规定。

3）管件的力学性能应符合表7.2.7-12的规定，物理和化学性能应符合表7.2.7-13的规定。

表7.2.7-2 系统适应性试验

系统适用性试验项目	热熔承插连接SW	电熔焊接EF	机械连接M
耐内压试验	Y	Y	Y
弯曲试验	N	N	Y
耐拉拔试验	N	N	Y
热循环试验	Y	Y	Y
循环压力冲击试验	N	N	Y
真空试验	N	N	Y

注：Y—需要试验，N—不需要试验。

表7.2.7-3 耐内压试验条件

管系列	S10	S8	S6.3	S5	S4	S3.2
试验压力(MPa)	0.55	0.71	0.95	1.19	1.39	1.39

注：试验温度为95℃，试验时间为1000h，试样数量均为3件。

表7.2.7-4 弯曲试验条件

管系列	试验温度（℃）	试验压力（MPa）	试验时间（h）	试验数量
S10	20	1.42	1	3
S8	20	1.85	1	
S6.3	20	2.46	1	
S5	20	3.08	1	
S4 S3.2	20	3.60	1	

注：1 仅对与公称外径大于等于32mm管材连接的管件做此试验。

2 试验温度20℃，试验时间为1h，试验数量为3件。

表7.2.7-5 耐拉拔试验条件

温度（℃）	系统设计压力（MPa）	轴向拉力（N）	试验时间（h）
23±2	所有压力等级	$1.178dn^2$	1
95	0.4	$0.314dn^2$	1
95	0.6	$0.471dn^2$	1
95	0.8	$0.628dn^2$	1
95	1.0	$0.785dn^2$	1

注：1 对各种设计压力的管道系统均应按本表规定进行（23±2）℃的拉拔试验，同时根据管道系统的设计压力选取对应的轴向拉力，进行拉拔试验，试件数量为3个。

2 *dn*为管材的公称外径，单位为mm。

表 7.2.7－6 热循环试验条件（试样数量为 1 件）

试验条件	级别 1	级别 2
最高试验温度（℃）	90	60
最低试验温度（℃）	20	20
试验压力（MPa）	P_D	P_D
循环次数	5000	5000
每次循环的时间（min）	30^{+2}_{0}（冷热水各 15^{+1}_{0}）	

注：较高温度、较高压力下的试验结果也可适用于较低温度或较低压力下的应用级别。

表 7.2.7－7 循环压力冲击试验条件（试样数量为 1 件）

试验压力（MPa）			试验温度（℃）	循环次数	循环频率（次/min）
设计压力	最高试验压力	最低试验压力			
0.4	0.6	0.05	23 ± 2	10000	30 ± 5
0.6	0.9	0.05			
0.8	1.2	0.05			
1.0	1.5	0.05			

注：较高压力下的试验结果也可适用于较低压力下的应用级别。

表 7.2.7－8 真空试验参数

项目	试验压力	要求
真空密封性	－0.08MPa	真空压力变化≤0.005MPa

注：试验温度为 23℃，试验时间为 1h，试样数量为 3 件。

表 7.2.7－9 聚丁烯（PB）管材规格（mm）

公称外径 dn	平均外径		公称壁厚 e_n					
	$d_{em.min}$	$d_{em.max}$	S10	S8	S6.3	S5	S4	S3.2
12	12.0	12.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.7
16	16.0	16.3	1.3	1.3	1.3	1.5	1.8	2.2
20	20.0	20.3	1.3	1.3	1.5	1.9	2.3	2.8
25	25.0	25.3	1.3	1.5	1.9	2.3	2.8	3.5
32	32.0	32.3	1.6	1.9	2.4	2.9	3.6	4.4
40	40.0	40.4	2.0	2.4	3.0	3.7	4.5	5.5
50	50.0	50.5	2.4	3.0	3.7	4.6	5.6	6.9
63	63.0	63.6	3.0	3.8	4.7	5.8	7.1	8.6
75	75.0	75.7	3.6	4.5	5.6	6.8	8.4	10.3
90	90.0	90.9	4.3	5.4	6.7	8.2	10.1	12.3
110	110.0	111.0	5.3	6.6	8.1	10.0	12.3	15.1
125	125.0	126.2	6.0	7.4	9.2	11.4	14.0	17.1
140	140.0	141.3	6.7	8.3	10.3	12.7	15.7	19.2
160	160.0	161.5	7.7	9.5	11.8	14.6	17.9	21.9

表7.2.7-10 聚丁烯（PB）管材力学性能

项目	要求	静液压应力（MPa）	试验温度（℃）	试验时间（h）
静液压试验	无渗漏，无破裂	15.5	20	1
		6.5	95	22
		6.2	95	165
		6.0	95	1000

表7.2.7-11 聚丁烯（PB）管材物理和化学性能

项目	要求	试验参数	
纵向回缩率	≤2%	程度 试验时间： $e_n \leq 8mm$ $8mm < e_n \leq 16mm$ $e_n > 16mm$	110℃ 1h 2h 4h
静液压状态下的热稳定性	无破裂 无渗漏	静液压应力 试验温度 试验时间 试样数量	2.4MPa 110℃ 8760h 1
熔体质量流动速率 MFR	与对原料测定值之差，不应超过0.3g/10min	质量 试验温度	5kg 190℃

表7.2.7-12 聚丁烯（PB）管件力学性能

项目	管系列	试验压力（MPa）	试验温度（℃）	试验时间（h）	要求
静液压试验	S10	1.42	20	1	无破裂 无渗漏
	S8	1.85			
	S6.3	2.46			
	S5	3.08			
	S4	3.60			
	S3.2				
	S10	0.55	95	1000	
	S8	0.71			
	S6.3	0.95			
	S5	1.19	95	1000	
	S4	1.39			
	S3.2				

注：试样数量均为3件。

3 选用要点

1）产品选用时，应对管系列S值、使用条件级别、连接方式、颜色、不透光性、卫生性能、规格尺寸、系统适用性、力学性能、物理和化学性能提出要求。

2）选择产品一般程序：应根据管道敷设环境需要和输送介质温度确定允许承压力及使用条件级

别，由此从相关标准中选择管道系统的 S 系列壁厚，再根据水力计算选择系统管径，并结合系统布置、敷设方式、连接形式、补偿温度变化的技术措施等，选择质量符合国家现行有关产品标准的产品。

表 7.2.7－13 聚丁烯（PB）管件物理和化学性能

项目	要求	参数	数值
静液压状态下的热稳定性*	无破裂 无渗漏	静液压应力 试验温度 试验时间 试样数量	2.4MPa 110℃ 8760h 1
液体质量流动速率 MFR	与原料测定值之差， 不应超过 0.3g/10min	质量 试验温度 试验时间 试样数量	5kg 190℃ 10min 3

注：1 用管状试样或管件与管材相连进行试验。管状试样按实际壁厚计算试验压力。管件与管材相连作为试样时，按相同管系列 S 的管材的公称壁厚计算试验压力，如试验中管材破裂则试验应重做。

2 相同原料同一生产厂家的管材已做过本试验则管件可不做。

4 施工要点：PB 管主要采用热熔式或电熔式承插接头连接，也采用胶圈密封连接。接头是 PB 材料。PB 材料属于易燃材料，安装加工或使用的场所必要时需采取防火措施。其它安装要点，见本章第 7.2.2 条 4 款 2）、3）项。

5 经济分析：在国内应用的管材及管件的原材料，以及施工连接的专用工具等大多依赖进口，价格昂贵，且施工技术要求较高等原因，故在国内应用有限。

6 相关标准《冷热水用聚丁烯（PB）管道系统》GB/T 19473.1～3－2004。

7.2.8 冷热水用交联聚乙烯（PE－X）管材与管件

1 概述

1）定义：交联聚乙烯（PE－X）管是以高密度聚乙烯为主要原料，加入必要的添加剂，采用专用机械加工成型，聚乙烯在成型过程中或成型后进行交联并用于输送冷热水的管材。

2）分类

①管材：交联聚乙烯管道系统按使用条件选用表 7.2.8－1 中的 1、2 使用条件级别。每个级别均对应着特定应用范围及 50 年使用寿命，在具体应用时，还应考虑 0.4MPa、0.6MPa、0.8MPa、1.0MPa 不同设计压力。管材按交联工艺分为过氧化物交联聚乙烯（PE－Xa）管材、硅烷交联聚乙烯（PE－Xb）管材、电子束交联聚乙烯（PE－Xc）管材和偶氮交联聚乙烯（PE－Xd）管材。管材按尺寸分为 S6.3，S5，S4，S3.2 四个系列。管材按使用条件级别和设计压力选择对应的管系列 S 值见表 7.2.8－2。

表 7.2.8－1 使用条件级别

使用条件级别	设计温度 T_D（℃）	T_D 下的使用时间（年）	T_{max}（℃）	T_{max} 下的使用时间（年）	故障温度 T_{mal}（℃）	T_{mal} 下的使用时间（h）	典型应用范围
1	60	49	80	1	95	100	供应热水（60℃）
2	70	49	80	1	95	100	供应热水（70℃）

注：T_D、T_{max} 和 T_{mal} 值超出本表范围时，不适用本表，表中所列各种级别的管道系统均应同时满足在 20℃ 和 1.0MPa 下输送冷水，达到 50 年寿命。

表 7.2.8－2 管系列 S 的选择

设计压力 P_D（MPa）	级别 1，σ_D = 3.85MPa	级别 2，σ_D = 3.54MPa
	管系列 S	
0.4	6.3	6.3
0.6	6.3	5
0.8	4	4
1.0	3.2	3.2

注：σ_D 设计应力是在规定的使用条件下，管材材料或塑料管件材料的许用应力。

②管件按材料分为不锈钢材质、黄铜材质、紫铜材质和铸造铜合金材质。管件按连接方式分为卡箍式、卡套式和卡压式。

3）特点：热水管道有优良的耐温性能，在表 7.2.8－1 中的 1、2 使用条件级别下分别可长时间工作在 70℃下。管材有较长的使用寿命，可安全使用 50 年以上。抗化学腐蚀，并有良好的恢复形状记忆性能。管材抗振动，耐冲击性能强，水力特性优良，且有良好的环保性能，但不能回收。

4）适用范围：工业与民用建筑物内冷热水管道系统，但不适用于灭火系统和非水介质的流体输送系统。

2 主要技术参数

1）管材管件共性

①颜色由供需双方协商确定，明装有遮光要求的管材应不透光。

②输送生活饮用水的管材卫生性能应符合 GB/T 17219－1998 的规定。

③管材与管件连接后应通过静液压、热循环、循环压力冲击、耐拉拔、弯曲、真空六种系统适应性试验。

按表 7.2.8－3 规定的参数进行静液压试验，试验中管材、管件以及连接处应无破裂、无渗漏。

按表 7.2.8－4 规定的条件进行热循环试验，试验中管材、管件以及连接处应无破裂、无渗漏。

按表 7.2.8－5 规定的条件进行循环压力冲击试验，试验中管材、管件以及连接处应无破裂、无渗漏。

按表 7.2.8－6 规定的条件进行耐拉拔试验，将管材与等径或异径直通管件连接而成的组件施加恒定的轴向拉力，并保持一定的时间，试验过程中管材与管件连接处应不发生相对轴向移动。

按表 7.2.8－7 规定的条件进行弯曲试验，试验中管材、管件以及连接处应无破裂、无渗漏。

按表 7.2.8－8 给出的参数进行真空试验。

2）管材的平均外径 d_{em} 应符合表 7.2.8－9 的要求。按表 7.2.8－10 规定的参数进行静液压试验，管材应无渗漏、无破裂，管材试样数量均为 3 个。管材的物理和化学性能应符合表 7.2.8－11 的规定。

3）管件耐液压性能应符合表 7.2.8－12 的规定。

4）管系列 S 与公称压力 PN 的关系

①当管道系统的总使用系数 C 为 1.25 时管系列 S 与公称压力 PN 的关系见表 7.2.8－13。

②当管道系统的总使用系数 C 为 1.5 时管系列 S 与公称压力 PN 的关系见表 7.2.8－14。

3 选用要点：产品选用时应对使用条件级别、交联工艺、S 系列、规格尺寸、公称压力、管件材料、连接方式、颜色、系统适应性、力学性能、管材的物理和化学性能以及卫生性能提出要求。当公称直径≤25mm 时，宜采用卡箍式或锥面卡套式。当公称直径≥32mm 时，宜采用锥面卡套式或卡压式。

4 施工要点

1）埋地管道沟底应平整，不得有突出的尖硬物。原土粒径宜≯12mm，必要时可铺 100mm 厚的砂垫层。管道周围的回填土应分层夯实，每层厚度应为 0.2～0.3m，填至管顶以上 500mm 处，经夯实后

方可回填原土，室内埋地管道的埋深不宜小于300mm。

表 7.2.8－3 静液压试验条件

管系列	试验温度（℃）	试验压力（MPa）	试验时间（h）	试样数量
S6.3	20 95	$1.5P_D$ 0.70	1 1000	3
S5	20 95	$1.5P_D$ 0.88	1 1000	
S4	20 95	$1.5P_D$ 1.10	1 1000	
S3.2	20 95	$1.5P_D$ 1.38	1 1000	

表 7.2.8－4 热循环试验条件

项目	级别 1	级别 2
最高设计温度 T_{max}（℃）	80	80
最高试验温度（℃）	90	90
最低试验温度（℃）	20	20
试验压力（MPa）	P_D	P_D
每次循环的时间（min）	30^{+2}_{0}（冷热水各 15^{+1}_{0}）	

注：循环次数为5000次，试样数量为1件。

表 7.2.8－5 循环压力冲击试验条件

最高试验压力（MPa）	最低试验压力（MPa）	试验温度（℃）	循环次数	循环频率（次/min）	试样数量
1.5±0.05	0.1±0.05	23±2	10000	≥30	1

表 7.2.8－6 耐拉拔试验条件

温度（℃）	系统设计压力（MPa）	轴向拉力（N）	试验时间（h）
23±2	所有压力等级	$1.178dn^2$	1
95	0.4	$0.314\ dn^2$	1
95	0.6	$0.471\ dn^2$	1
95	0.8	$0.628\ dn^2$	1
95	1.0	$0.785\ dn^2$	1

注：1 对各种设计压力的管道系统均应按表中规定进行（23±2）℃的拉拔试验，同时根据管道系统的设计压力选取对应的轴向拉力，进行拉拔试验，试件数量为3个。级别1、2也可以按 T_{max}+10℃进行试验。

2 dn 为管材的公称外径，单位为mm。

2）PE－X管的线膨胀系数在各类管材中是较高的，这也决定了PE－X管支承间距很小，存在着管道架空跨度小，支承件安装多的缺点。由于施工过程中交叉作业等复杂情况的影响，PE－X管容易被扎破，预留的管端部分被压扁等，造成了多次重修及返工。该种材料不能回收重复再利用。

3）施工做法详见国家建筑标准设计图集02SS405－4《交联聚乙烯（PE－X）给水管安装》。

5 经济分析：该种管材维修费用低，长期效益好，但不能回收，机械连接一次性投资较高。

6 相关标准、规范

《冷热水用交联聚乙烯（PE－X）管道系统》GB/T 18992.1～2－2003。

《建筑给水用交联聚乙烯（PE－X）管材》CJ/T 205－2000。

《建筑给水用交联聚乙烯（PE－X）管用管件 技术条件》CJ/T 138－2001。

《建筑给水聚乙烯类管道工程技术规程（附条文说明）》CJJ/T 98－2003。

表7.2.8－7 弯曲试验条件

项目	级别1	级别2
最高设计温度 T_{max}（℃）	80	80
管材材料的设计应力 σ_{DP}（MPa）	3.85	3.54
管材材料的静液压应力 σ_D（MPa）	12	12
设计压力 P_D 为：0.4MPa	1.58	1.58
0.6MPa	1.87	2.04
0.8MPa	2.50	2.72
1.0MPa	3.12	3.39

注：仅当管材公称直径大于等于32mm时做此试验。试验温度为20℃，试样数量为3件，试验时间均为1h。

表7.2.8－8 真空试验参数

项目	试验压力	要求
真空密封性	－0.08MPa	真空压力变化≤0.005MPa

注：试验温度为23℃，试验时间为1h，试样数量为3个。

表7.2.8－9 管材规格（mm）

公称外径 dn	平均外径		最小壁厚 e_{min}（数值等于 e_n）			
			管系列			
	$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	S6.3	S5	S4	S3.2
16	16.0	16.3	1.8*	1.8*	1.8	2.2
20	20.0	20.3	1.9*	1.9	2.3	2.8
25	25.0	25.3	1.9	2.3	2.8	3.5
32	32.0	32.3	2.4	2.9	3.6	4.4
40	40.0	40.4	3.0	3.7	4.5	5.5
50	50.0	50.5	3.7	4.6	5.6	6.9
63	63.0	63.6	4.7	5.8	7.1	8.6
75	75.0	75.7	5.6	6.8	8.4	10.3
90	90.0	90.9	6.7	8.2	10.1	12.3
110	110.0	111.0	8.1	10.0	12.3	15.1
125	125.0	126.2	9.2	11.4	14.0	17.1
140	140.0	141.3	10.3	12.7	15.7	19.2
160	160.0	161.5	11.8	14.6	17.9	21.9

注：考虑到刚性与连接的要求，该厚度不按管系列计算。

表 7.2.8－10 管材力学性能

项目	要求	试验参数		
		静液压应力（MPa）	试验温度（℃）	试验时间（h）
耐静液压	无渗漏、无破裂	12.0	20	1
		4.8	95	1
		4.7	95	22
		4.6	95	165
		4.4	95	1000

表 7.2.8－11 管材的物理和化学性能

项目	要求	试验参数	
		参数	数值
纵向回缩率	≤3%	温度 试验时间： $e_n \leq 8mm$ $8mm < e_n \leq 16mm$ $e_n > 16mm$ 试样数量	120℃ 1h 2h 4h 3
静液压状态下的热稳定性	无破裂 无渗漏	静液压应力 试验温度 试验时间 试样数量	2.5MPa 110℃ 8760h 1
交联度	过氧化物交联≥70%，硅烷交联≥65%，电子束交联≥60%，偶氮交联≥60%		

表 7.2.8－12 管件耐液压性能

项目	技术指标
短期	20℃，环应力 12MPa，1h 不破裂，不渗漏
	95℃，环应力 4.8MPa，1h 不破裂，不渗漏
长期	95℃，环应力 4.6MPa，165h 不破裂，不渗漏
	95℃、环应力 4.4MPa，1000h 不破裂，不渗漏*

注：此项可做 165h 替换试验。

表 7.2.8－13 管系列 S 与公称压力 PN 的关系（$C=1.25$）

管系列	S6.3	S5	S4	S3.2
公称压力 PN（MPa）	1.0	1.25	1.6	2.0

表 7.2.8－14 管系列 S 与公称压力 PN 的关系（$C=1.5$）

管系列	S6.3	S5	S4	S3.2
公称压力 PN（MPa）	1.0	1.25	1.25	1.6

7.2.9 冷热水用耐热聚乙烯（PE－RT）管材与管件

1 概述

1）定义：冷热水用耐热聚乙烯（PE－RT）管是以乙烯—辛烯共聚物为主要原料，加入必须的抗氧化剂等添加剂共挤成型的用于输送饮用水的管材。

2）分类：管材按结构分为带阻隔层的管材和不带阻隔层的管材，按尺寸分为 S6.3、S5、S3.2、S2.5 四个管系列（用于级别1、级别2）。管件按连接方式分为热熔承插连接管件、电熔连接管件和机械连接管件。热熔连接管件中，热熔对接管件规格为 $dn \geqslant 63$，热熔承插管件规格为 $dn32 \sim dn160$，电熔承插管件规格为 $dn20 \sim dn160$，承插柔性连接管件规格为 $dn20 \sim dn160$。管件按管系列 S 分类与管材相同，管件的壁厚应不小于相同管系列 S 的管材壁厚。

3）产品特性及适用范围：该管材与交联聚乙烯管的特性接近，但工艺中不需交联，且可回收，适用于室内冷、热水管道，尤其是热水系统。

2 主要技术性能

1）管道系统按使用条件级别和设计压力选择对应的 S 值，见表 7.2.9－1。对明装有遮光要求时，管材应不透光。

2）管材规格用管系列 S、公称外径×公称壁厚表示。管材的公称外径、平均外径、圆度及与管系列 S 对应的壁厚（不包括阻隔层厚度）见表 7.2.9－2。

3）管材和管件物理力学性能应符合表 7.2.9－3 的规定。

表 7.2.9－1 PE－RT 管道系统管系列 S 值的选择

设计压力（MPa）	管系列 S 值		
	$\sigma_D = 7.36$MPa	$\sigma_D = 3.06$MPa	$\sigma_D = 2.15$MPa
0.4	6.3	6.3	5
0.6	6.3	5	3.2
0.8	6.3	3.2	2.5
1.0	6.3	2.5	

表 7.2.9－2 管材管系列和规格尺寸（mm）

公称外径 dn	平均外径		圆度		管系列			
					S6.3	S5	S3.2	S2.5
	$de_{em,min}$	$D_{em,max}$	直管	盘管	公称壁厚 e_n			
12	12.0	12.3	≤1.0	≤1.0	—	—	—	2.0
16	16.0	16.3	≤1.0	≤1.0	—	—	2.2	2.7
20	20.0	20.3	≤1.0	≤1.2	—	2.0	2.8	3.4
25	25.0	25.3	≤1.0	≤1.5	2.0	2.3	3.5	4.2
32	32.0	32.3	≤1.0	≤2.0	2.4	2.9	4.4	5.4
40	40.0	40.4	≤1.0	≤2.4	3.0	3.7	5.5	6.7
50	50.0	50.5	≤1.2	≤3.0	3.7	4.6	6.9	8.3
63	63.0	63.6	≤1.6	≤3.8	4.7	5.8	8.6	10.5
75	75.0	75.7	≤1.8	—	5.6	6.8	10.3	12.5
90	90.0	90.9	≤2.2	—	6.7	8.2	12.3	15.0
110	110.0	111.0	≤2.7	—	8.1	10.0	15.1	18.3
125	125.0	126.2	≤3.0	—	9.2	11.4	17.1	20.8
140	140.0	141.3	≤3.4	—	10.3	12.7	19.2	23.3
160	160.0	161.6	≤3.9	—	11.8	11.6	21.9	26.6

4）对于带气体阻隔层的管材，在 40℃的温度下的透氧率应不超过 0.10g/（m^3·d）。

表 7.2.9－3 管材和管件物理力学性能

项目	试验环应力（MPa）	试验温度（℃）	试验时间（h）	试样数量（件）	指标
纵向回缩率	—	110	$e_n \leqslant 8mm$ 1 $8mm < e_n \leqslant 16mm$ 2 $e_n > 16mm$ 3	3	<3%
静液压试验	10.00	20	1	3	无破裂 无渗漏
	3.55	95	165	3	
	3.50	95	1000	3	
静液压状态下热稳定性试验	1.90	110	8760	1	无破裂 无渗漏
熔体质量流动速率，MPa（190℃，2.16kg）			g/10min	3	变化率≤原料的 30%

注：1 用管状试样或管件与管材相连接进行试验。管状试样按实际壁厚计算试验压力。管件与管材相连作为试样时，按相同管系列 S 的管材的公称壁厚计算试验压力。如试验中管材破裂则试验应重做。

2 相同原料同一生产厂家生产的管材已做过本试验则管件可不做。

3 95℃、165h 条件下的静液压试验仅适用于管材。

5）用于输送生活饮用水的管材和管件的卫生性能应符合 GB/T 17219－1998 的规定。

6）管材与机械连接管件连接后应通过系统静液压、耐拉拔、热循环、循环压力冲击、耐弯曲五种系统适应性试验，管材与熔接管件连接后应通过系统静液压、热循环两种系统适应性试验。静液压试验要求为在试验温度 95℃、试验环应力 3.50MPa 条件下，持续时间 1000h 内，试验中管材、管件及连接处应无破裂、无渗漏，试件为 3 个。按表 7.2.9－4 规定的条件进行耐拉拔试验，对由管材与直通管件连接而成的组件施加恒定的轴向拉力，并保持一定时间，试验过程中管材与管件的连接处应不产生相对轴向移动。按表 7.2.9－5 的条件进行热循环试验，试验中管材、管件以及连接处应无破裂、无渗漏。耐弯曲试验要求为 1h，20℃下承受 1.5MPa 的静液压，管材与管件的连接处应无渗漏。

表 7.2.9－4 耐拉拔试验

管系列	试验温度（℃）	轴向拉力（N）	试验时间（h）	试样数量（件）
S6.3	23	$1.178dn^2$	1	3
	90	$0.314dn^2$		
S5	23	$1.178dn^2$	1	3
	90	$0.471dn^2$		
	95	$0.314dn^2$		
S3.2	23	$1.178dn^2$	1	3
	90	$0.628dn^2$		
	95	$0.471dn^2$		
S2.5	23	$1.178dn^2$	1	3
	90	$0.785dn^2$		
	95	$0.628dn^2$		

3 选用要点：产品选用时应对管系列 S 值、不透光性、规格及尺寸、物理力学性能、系统适应性、透氧率及卫生性能提出要求。

4 施工做法：室内地坪以下管道埋设，应在回填土夯实后重新开挖进行。不得在回填土之前或未

经夯实土层上埋设。管道连接方式均要求是同种牌号、材质的管材与管材、管材与管件连接。从 PE－RT 的物理性能来看，其线胀系数在各类管材中是较高的，故 PE－RT 管支承间距很小，存在着管道架空跨度小，支承件安装多的缺点。由于施工过程中交叉作业等复杂情况，PE－RT 管容易被扎破，预留的管端部分被压扁，造成多次返修及返工现象较多。

表 7.2.9－5　热循环试验（循环周期为 5000 次，试样数量为 1 件）

管系列	S6.3	S5	S3.2	S2.5
试验压力（MPa）	0.4	0.6	0.8	1.0

注：一个循环周期的时间为 30min，包括 15min 最高试验温度和 15min 最低试验温度。最高试验温度为 95℃，最低试验温度为 20℃。

5　经济分析：该种管材维修费用低，长期效益好，可回收。

6　相关标准、规范

《冷热水用耐热聚乙烯（PE－RT）管道系统》CJ/T 175－2002。

《建筑给水聚乙烯类管道工程技术规程》CJJ/T 98－2003。

7.2.10　铝塑复合压力管材与管件

1　概述

1）定义：铝塑复合压力管材是用搭接焊或对接焊铝管作为嵌入增强金属层，通过共挤热熔粘合剂与内外层聚乙烯塑料复合，达到需要的性能且塑料层厚度至少是管壁厚 60% 的输送流体承压管材。

2）分类

①管材

a　搭接焊铝塑复合管按输送流体分类见表 7.2.10－1。外径规格（mm）为 12、16、20、25、32、40、50、63、75。

表 7.2.10－1　搭接焊铝塑管品种分类

流体类别	用途代号	铝塑管代号	长期工作温度 T_0（℃）	允许工作压力 P_0（MPa）
冷水	L	PAP	40	1.25
冷热水	R	PAP	60	1.00
			75	0.82
			82	0.69
		XPAP	75	1.00
			82	0.86

b　对接焊铝塑复合管按输送流体分类见表 7.2.10－2。外径规格（mm）为 16、20、25（26）、32、40、50。接口方式有卡压式、内层熔接式和外层熔接式。按复合组分材料分类如下：

聚乙烯/铝合金/交联聚乙烯（XPAP1）——一型铝塑管。交联聚乙烯/铝合金/交联聚乙烯（XPAP2）——二型铝塑管。聚乙烯/铝/聚乙烯（PAP3）——三型铝塑管。

表 7.2.10－2　对接焊铝塑管品种分类

流体类别		用途代号	铝塑管代号	长期工作温度 T_0（℃）	允许工作压力 P_0（MPa）
水	冷水	L	PAP3	40	1.40
			XPAP1、XPAP2		2.00
	冷热水	R	PAP3	60	1.00
			XPAP1、XPAP2	75	1.50

②管件分为卡压式管件和熔接式管件两种形式。

3）特点：管材有良好的耐腐蚀性能，抗老化能力好，经久耐用，寿命可达 50 年。其化学性能稳定，无毒无味，输送饮用水安全性评价为合格。该管材水力性能好，内壁光滑，不易结垢，不滋生微生物。其机械性能、阻氧渗透性较高，保温性、抗冻性、耐高温性均较 PVC－U 管材好。铝塑管管材抗振动、耐冲击，能有效缓冲管路中的水锤作用，减少管内水流噪声。这种管材安装容易，可以弯曲而不反弹，弯曲操作简单，管线连接方便。铝塑管重量轻（仅为同规格镀锌管的 1/15～1/17），易于搬运。如使用专用铜质管配件，可与现行其它管材、管配件等相配接。

4）适用范围：系统工作压力不大于 0.6MPa、温度不大于 75℃的室内冷、热水管道系统。

2 主要技术参数

1）材料

①生产搭接焊铝塑复合管所用材料为中密度聚乙烯树脂（MDPE）或高密度聚乙烯树脂（HDPE），其性能应符合表 7.2.10－3 要求。用于输送高于 60℃的冷热水的铝塑管，应采用中、高密度交联聚乙烯料或中密度聚乙烯（乙烯与辛烯的共聚物）。

②生产对接焊铝塑复合管材所用材料为中密度聚乙烯树脂（MDPE）或高密度聚乙烯树脂（HDPE），其性能应符合表 7.2.10－4 要求。

③主要零件材料见表 7.2.10－5。除采用表中推荐的材料外，在保证产品性能的条件下，允许用其它材料代替，订货时由供需双方协定。

表 7.2.10－3 搭接焊铝塑管用聚乙烯树脂基本性能要求

项目		要求	材料类别
密度（g/cm³）		0.926～0.940	MDPE
		0.941～0.959	HDPE
熔体质量流动速率（190℃、2.16kg）（g/10min）		0.1～10	MDPE、HDPE
拉伸屈服度（MPa）		≥15	HDPE
		≥21	HDPE
长期静液压强度（MPa）	（80℃、50 年，预测概率 97.5%）	≥3.5	MDPE（乙烯与辛烯的共聚物）
	（20℃、50 年，预测概率 97.5%）	≥8.0	
		≥6.3	MDPE、HDPE
		≥8.0	
热应力开裂（设计应力 5MPa、80℃、持久 100h）		不开裂	MDPE、HDPE
耐慢性裂纹增长（165h）		不破坏	MDPE、HDPE
热稳定性（200℃）		氧化诱导时间不小于 20min	Q 类管材用 PE
耐气体组分（80℃、环应力 2MPa）		≥30h	

2）冷水用铝塑管颜色为黑色、蓝色或白色。热水用铝塑管颜色为橙红色。室外用管材外层应采用黑色，但管材上应标有表示用途颜色的色标。

3）结构尺寸

①搭接焊铝塑复合管内外塑料层厚度及铝管层壁厚应符合表 7.2.10－6 要求。在铝管搭接焊缝处的塑料外层厚度至少为表 7.2.10－6 所示厚度的二分之一。

②对接焊铝塑复合管公称外径、圆度、内外塑料层厚度及铝管层壁厚应符合表 7.2.10－7 要求。

4）搭接焊铝塑复合管管环径向最大拉力应不小于表 7.2.10－8 规定值。对接焊铝塑复合管管环径向最大拉力应不小于表 7.2.10－9 规定值。

表 7.2.10－4 对接焊铝塑管用聚乙烯树脂基本性能要求

项目		要求	材料类别
密度（g/cm³）		≥0.926	MDPE、HDPE
		≥0.941	PEX
熔体质量流动速率（g/10min）	190℃、2.16kg	≤0.4（±20%）	MDPE、HDPE
	190℃、21.6kg	≤4	PEX
拉伸屈服度（MPa）		≥15	MDPE、HDPE
		≥21	PEX
长期静液压强度（20℃、50 年、预测概率 97.5%）（MPa）		≥6.3	MDPE[a]、HDPE
		≥8.0	Q 类管材用 PE
耐慢性裂纹增长（165h）		不破坏	MDPE、HDPE
热稳定性（200℃）		氧化诱导时间不小于 20min	Q 类管材用 PE
耐气体组分（80℃、环应力 2MPa）		≥30h	

注：对 PEX 材料可不作要求。

表 7.2.10－5 管件零件材料

零件名称	材料		
	名称	推荐牌号	标准号
本体	黄铜	HPb59－1	GB/T 5231－2001
		ZCuZn33Pb2	GB/T 1176－1987
		ZCuZn40Pb2	
本体	不锈钢	06Cr19Ni10 06Cr17Ni12Mo2 022Cr17Ni12Mo2	GB/T 1220－2007
夹套		06Cr19Ni10 12Cr18Ni9	
定位挡圈	塑料	中高密度聚乙烯	—
密封圈	三元乙丙橡胶（注 1）		GB/T 14832－2008
	丁腈橡胶（注 2）		
	氟橡胶（注 3）		

注：1 适用冷水、热水、空气。

2 适用冷水、空气。

3 适用冷水、热水、空气。

5）管环是小平均剥离力空应符合表 7.2.10－10 要求，且任意一件试样的最小剥离力应不小于表 7.2.10－10 规定值二分之一。

6）扩径试验中，管环扩径后，其内层和外层与嵌入金属层之间不出现脱胶，内外层管壁不应出现损坏。

7）对盘卷式铝塑管进行气密试验时，管壁应无泄漏。

8）爆破试验

①搭接焊铝塑复合管按表 7.2.10－8 给出的值进行爆破试验时，管材不应发生破裂。

②对接焊铝塑复合管按表 7.2.10－9 给出的值进行爆破试验时，管材不应发生破裂。

9）静液压强度

①搭接焊铝塑复合管进行静液压强度试验时应符合表 7.2.10－11 要求。

②对接焊铝塑复合管进行 1h 静液压强度试验时应符合表 7.2.10－12 要求，进行 1000h 静液压强度试验时应符合表 7.2.10－13 要求。

表 7.2.10－6 铝塑管结构尺寸要求（mm）

公称外径 dn	参考内径 di	圆度		管壁厚 e_m	内层塑料最小壁厚 e_n	外层塑料最小壁厚 e_w	铝管层最小壁厚 e_a
		盘管	直管	最小值			
12	8.3	≤0.8	≤0.4	1.6	0.7	0.4	0.18
16	12.1	≤1.0	≤0.5	1.7	0.9		
20	15.7	≤1.2	≤0.6	1.9	1.0		0.23
25	19.9	≤1.5	≤0.8	2.3	1.1		
32	25.7	≤2.0	≤1.0	2.9	1.2		0.28
40	31.6	≤2.4	≤1.2	3.9	1.7		0.33
50	40.5	≤3.0	≤1.5	4.4	1.7		0.47
63	50.5	≤3.8	≤1.9	5.8	2.1		0.57
75	59.3	≤4.5	≤2.3	7.3	2.8		0.67

表 7.2.10－7 铝塑管结构尺寸要求（mm）

公称外径 dn	参考内径 di	圆度		公称壁厚 e_m	内层塑料公称壁厚 e_n	外层塑料最小壁厚 e_w	铝管层公称壁厚 e_a
		盘管	直管				
16	10.9	≤1.0	≤0.5	2.3	1.4	0.3	0.28
20	14.5	≤1.2	≤0.6	2.5	1.5		0.36
25（26）	18.5（19.5）	≤1.5	≤0.8	3.0	1.7		0.44
32	25.5	≤2.0	≤1.0		1.6		0.60
40	32.4	≤2.4	≤1.2	3.5	1.9	0.4	0.75
50	41.4	≤3.0	≤1.5	4.0	2.0		1.00

表 7.2.10－8 搭接焊铝塑管管环径向拉力及爆破压力

公称外径 dn（mm）	管环径向拉力（N）		爆破压力（MPa）
	MDPE	HDPE、PEX	
12	2000	2100	7.0
16	2100	2300	6.0
20	2400	2500	5.0
25	2400	2500	4.0
32	2500	2650	
40	3200	3500	
50	3500	3700	3.8
63	5200	5500	
75	6000	6000	

10）交联铝塑管交联层塑料进行交联度测定时，出厂时其交联度对于硅烷交联应不小于 65%；对于辐射交联应不小于 60%。

表 7.2.10－9 对接焊铝塑管管环径向拉力及爆破强度

公称外径 *dn*（mm）	管环径向拉力（N）		爆破压力（MPa）
	MDPE	HDPE、PEX	
16	2300	2400	8.00
20	2500	2600	7.00
25（26）	2890	2990	6.00
32	3270	3320	5.50
50	4200	4300	5.00
70	4800	4900	4.50

表 7.2.10－10 管环最小平均剥离力

公称外径 *dn*（mm）	12	16	20	25	32	40	50	63	75
最小平均剥离力（N）	25	25	28	30	35	40	50	40	70

注：对接焊铝塑复合管无 *dn*12、*dn*63、*dn*75。

表 7.2.10－11 搭接焊铝塑管静液压强度试验

<table>
<tr><th rowspan="3">公称外径 dn（mm）</th><th colspan="5">用途代号</th><th rowspan="3">试验时间（h）</th><th rowspan="3">要求</th></tr>
<tr><th colspan="2">L</th><th colspan="3">R</th></tr>
<tr><th>试验压力（MPa）</th><th>试验温度（℃）</th><th colspan="2">试验压力（MPa）</th><th>试验温度（℃）</th></tr>
<tr><td>12</td><td rowspan="5">2.72</td><td rowspan="8">60</td><td colspan="2" rowspan="5">2.72</td><td rowspan="8">82</td><td rowspan="8">10</td><td rowspan="8">应无破裂、局部球型膨胀、渗漏。</td></tr>
<tr><td>16</td></tr>
<tr><td>20</td></tr>
<tr><td>25</td></tr>
<tr><td>32</td></tr>
<tr><td>40</td><td rowspan="4">2.10</td><td rowspan="4">2.00</td><td rowspan="4">2.10*</td></tr>
<tr><td>50</td></tr>
<tr><td>63</td></tr>
<tr><td>75</td></tr>
</table>

注：系采用中密度聚乙烯（乙烯与辛烯共聚物）材料生产的铝塑管。

表 7.2.10－12 对接焊铝塑管 1h 静液压强度试验

铝塑管代号	公称外径 *dn*（mm）	试验温度（℃）	试验压力（MPa）	试验时间（h）	要求
XPAP1 XPAP2	16～32	95±2	2.42±0.05	1	应无破裂、局部球型膨胀、渗漏
	40～50		2.00±0.05		
PAP3	16～50	70±2	2.10±0.05		

11）饮水用铝塑管应符合 GB/T 17219－1998 的规定。其它饮用流体用铝塑管还应符合相关卫生性能要求。

12）冷热水用铝塑管应将管材与管件连接成管道系统进行冷热水循环、循环压力冲击、真空、拉拔四项系统适应性试验。按表 7.2.10－14 规定条件进行冷热水循环试验，试验中管材、管件及连接处应无破裂、泄漏。按表 7.2.10－15 规定条件进行循环压力冲击试验，试验中管材、管件及连接处应无破裂、泄漏。按表 7.2.10－16 规定条件进行真空试验。按表 7.2.10－17 规定条件进行短期拉拔试验和

持久拉拔试验，管材与管件连接处应无任何泄漏、相对轴向移动。

表 7.2.10－13 铝塑管 1000h 静液压强度试验

铝塑管代号	公称外径 dn（mm）	试验温度（℃）	试验压力（MPa）	试验时间（h）	要求
XPAP1	16～32	95±2	1.93±0.05	1000	应无破裂、局部球型膨胀、渗漏
XPAP2	40～50		1.90±0.05		
PAP3	16～50	70±2	1.50±0.05		

表 7.2.10－14 冷热水循环试验条件

最高试验温度（℃）	最低试验温度（℃）	试验压力（MPa）	循环次数	每次循环时间（min）
T_0+10℃	20±2	P_0±0.05	5000	30±2

注：最高试验温度不超过 90℃，每次循环冷热各（15±1）min。

表 7.2.10－15 循环压力冲击试验条件

最高试验压力（MPa）	最低试验压力（MPa）	试验温度（℃）	循环次数	循环频率（次/min）
1.5±0.05	0.1±0.05	23±2	10000	≥30

表 7.2.10－16 真空试验条件

试验温度（℃）	试验压力（MPa）	试验时间（h）	压力变化（MPa）
23	－0.08	1	≤0.005

表 7.2.10－17 耐拉拔性能

公称外径 dn（mm）	短期拉拔性能		持久拉拔性能	
	拉拔力（N）	试验时间（h）	拉拔力（N）	试验时间（h）
16	1500	1	1000	800
20	2400		1400	
25	3100		2100	
32	4300		2800	
40	5800		3900	
50	7900		5300	

13）管件性能

①管道系统对管件的附加要求应按 GB/T 18997.1－2003 中附录 C 的要求。

②气密性能试验压力为 1.0MPa±0.1MPa，保持 30s，管件本体无渗漏。

③循环压力冲击性能应按 GB/T 18997.1－2003 中 6.12.2 的要求。

④真空性能试验按 GB/T 18997.1－2003 中 6.12.3 的要求。

⑤短期拉拔性能按 GB/T 18997.1－2003 中 6.12.4.1 的要求。持久拉拔性能按 GB/T 18997.1－2003 中 6.12.4.2 的要求。

3 选用要点：产品选用时，应对材料、结构尺寸、接口方式、复合强度、爆破试验、静液压强度、交联度、卫生性能及系统适应性提出要求。铝塑复合管有多种结构形式，而每种结构形式只有一种壁厚。应根据系统工作压力和输送的水温，并考虑工程安全余量来选择符合国家现行有关产品标准的管材结构形式及管件。

4 施工要点：室内地坪以下管道埋设，在回填土夯实后重新开挖进行。不得在回填土前或未经夯实的土层上埋设。管端切断处，必须用整圆器整圆，并用倒角器倒内角。卡压式采用专用压力钳（手动或电动）进行施工。埋地（埋设）管道系统的埋设部位不允许有接头。埋设部位应做好标记，以免

钉钉子、钻孔，破坏管道系统。管道埋地敷设且管沟底部为岩石时，应做100mm厚砂垫层，底部为松散填土或淤泥时，应超挖换土，但不宜做刚性条形基础。管道应远离热源，立管距灶台边缘应≥400mm，距燃气热水器边缘应≥200mm。不满足时应采取隔热措施。具体施工做法详见国家建筑标准设计图集02SS405－3《铝塑复合给水管安装》。

5 经济分析：与PP－R管相比较，价格要便宜30%。

6 相关标准、规范

《铝塑复合压力管》GB/T 18997.1～2－2003。

《铝塑复合管用卡压式管件》CJ/T 190－2004。

《建筑给水铝塑复合管管道工程技术规程》CECS 105：2000。

7.2.11 玻璃纤维增强塑料夹砂管材与管件

1 概述

1）定义：玻璃纤维增强塑料夹砂管材是以玻璃纤维及其制品为增强材料，以不饱和聚酯树脂等为基体材料，以石英砂及碳酸钙等无机非金属颗粒材料为填料，采用定长缠绕工艺、离心浇铸工艺、连续缠绕工艺方法制成的管道。

2）分类：按工艺方法分为定长缠绕工艺、离心浇铸工艺和连续缠绕工艺。按压力等级*PN*分为*PN* 0.1、0.25、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4、1.6、2.0、2.5。按刚度等级SN分为SN 1250、SN 2500、SN 5000和SN 10000。

3）适用范围：长期使用温度≯40℃，最高≯50℃的室外冷水管道系统。

2 材料：原材料中包括的增强材料、树脂及颗粒材料应符合GB/T 21238－2007的规定。

3 主要技术参数

1）管材尺寸

①外径系列公称直径*DN*200～*DN*4000，内径系列公称直径*DN*100～*DN*4000。

②管的有效长度为3m、4m、5m、6m、9m、10m、12m。如果有特殊需求，订货时由供需双方商定。管的长度偏差为有效长度的±5%。

③任一截面的管壁平均厚度应不小于规定的设计厚度，其中最小管壁厚度不小于设计厚度的90%。

④管壁通常由内衬层、结构层和外表层组成。内衬层的厚度应不小于1.2mm。

⑤管端面垂直度应符合表7.2.11－1的规定。

表7.2.11－1 管端面垂直度要求（mm）

公称直径*DN*	*DN*<600	600≤*DN*<1000	*DN*≥1000
管端面垂直度偏差	4	6	8

2）管材外表面的巴氏硬度应不小于40，管壁中树脂的不可溶分含量应不小于90%，直管段管壁中玻璃纤维、树脂和颗粒材料的含量由管材设计确定，并应在相关技术文件中明确给出。

3）长期静水压设计压力基准*HDP*

长期静水压设计压力基准*HDP*应满足下列要求：

$$HDP \geq C_3 \cdot PN \tag{7.2.11}$$

式中 *HDP*——长期静水压设计压力基准（MPa）；

PN——压力等级（MPa）；

C_3——系数见表7.2.11－2。

表7.2.11－2 系数C_3

压力等级（MPa）	≤0.25	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	2.5
系数C_3	2.1	2.05	2.0	1.95	1.9	1.87	1.84	1.8	1.7	1.6

4）接头（管件）材料：同管材，采用模制方法或接缝方法制造。

5）接头分为柔性接头和刚性接头两种类型，这两类接头又按能否承受端部荷载分为能承受端部荷载和不能承受端部荷载两种类型。

①柔性接头是指在相连接的部件之间允许发生位移的接头。这类接头的形式包括承插型接头（包括套筒式双插口型式）和锁件承插型接头（包括套筒式双插口型式）。

②承受端部荷载的柔性接头形式包括带高弹性密封材料的承插型接头（包括套筒式双插口型式）、带高弹性密封材料的锁件承插型接头（包括套筒式双插口型式）和机械加压型接头，例如，包括采用有别于玻璃纤维增强塑料在内的材料制成的螺栓联结器。

③刚性接头是指在相连接的部件之间不允许发生位移的接头。这类接头形式包括法兰型接头和粘接固定接头。

④承受端部荷载的刚性接头形式包括安装盲板等的法兰接头和粘接固定接头。

6）管件的力学特征：当管件应用于管道系统时，必须按照相关的设计规范进行设计和制造，使得它的力学性能等于或者优于具有相同压力和刚度等级的玻璃钢直管。尤其对于端部承受载荷的管件，不仅要求其管件的环向强度等于或者优于具有相同压力和刚度等级的玻璃钢夹砂直管，而且其轴向强度有更高的要求。例如：对于带盲板的管件等，其轴向强度应不小于玻璃钢夹砂直管环向强度的二分之一；对于承受不均匀沉降引起的弯曲荷载的管件，其轴向强度应满足结构设计要求。接缝管件的粘接部分材料的环向与轴向拉伸强度均不得小于 80MPa。可通过检验与管件同炉的板材的力学性能来代替管件的力学性能检验。管件的制造者应将管件的设计和制造程序整理成文件的形式。

7）管件安装的密封性：当采购方单独或与制造商经协商共同提出进行特定的现场安装测试时，管件和其接头必须能够承受测试而不会出现渗漏情况。

8）柔性接头允许偏转角应满足表 7.2.11－3 的要求，且测试项目和性能要求见表 7.2.11－4。

表 7.2.11－3　接头允许偏转角

公称直径 *DN*（mm）	≤500	600 < *DN*≤900	900 < *DN*≤1800	>1800
接头允许偏转角 δ	3°	2°	1°	0.5°

注：当压力等级超过 1.6MPa 时，宜经供需双方商定，减小表中的接头允许偏转角 δ。

表 7.2.11－4　柔性接头测试项目和性能要求

项目	安装要求	压力类型	测试压力	性能要求
密封性（ISO 8639:2000，7.2）	正常安装	初始压力	1.5×*PN*	保持 15min，无渗漏
外部压力变化（ISO 8639:2000，7.3）	插口端面处于最大允许平移位置	负压	－0.08MPa	保持 1h，负压降不超过 0.008MPa
极限状态的密封性（ISO 8639:2000，7.5）	最大允许平移量和最大允许偏转角同进发生	持续压力	2.0×*PN*	保持 24h，接头无破坏，无渗漏
拉伸载荷试验（ISO 8639:2000，7.6）	最大允许平移量，同时接口处承受 20*DN* 拉伸载荷	循环压力	从 0 增加到 1.5×*PN*，再返回到 0	10 个循环，每个循环持续 1.5～3min，接头无破坏、无渗漏
偏转时拉伸载荷试验（ISO 8639:2000，7.4）	最大允许偏转角，同进接口处承受 20*DN* 的拉伸载荷	预备压力	1.5×*PN*	保持 15min，接头无破坏、无渗漏
		持续压力	2.0×*PN*	保持 24h，接头无破坏、无渗漏

注：1　公称直径 *DN* 以 mm 为单位，拉伸载荷以 N 为单位。

2　在试样安装时，接头处应设鞍形支座，圆心角宜取 120°。若管的有效长度较大时，可在管的中间设置支座，但支座间距不得小于 2m。

3　正常安装时，管接口两侧的管轴线应一致（无偏转），插口端面应处在接口内的设计位置。

9）刚性接头的测试项目和性能要求见表7.2.11－5。

10）法兰接头的测试项目和性能要求见表7.2.11－6。

表7.2.11－5 刚性接头测试项目和性能要求

项目	压力种类	测试压力	持续时间	性能要求
初始渗漏（ISO 8533:2003，7.3）	初始压力	1.5×*PN*	15min	无渗漏或泄漏，不得出现任何其他形式的失效
外部压力变化（ISO 8533:2003，7.2）	负压	－0.08MPa	1h	接头不得出现任何可见的失效，且压力变化值不得大于0.008MPa/h
弯曲下内压（ISO 8533:2003，7.4）	预备压力	1.5×*PN*	15min	无渗漏或泄漏，不得出现任何其他形式的失效
	持续压力	1.5×*PN*	24h	
循环压力（ISO 8533:2003，7.5.1～7.5.6）	持续压力	1.5×*PN*	24h	
	循环压力	从大气压变化到1.5×*PN*，再返回到大气压	10个循环，每个循环持续1.5～3min	
短期水压（ISO 8533:2003，7.5.7～7.5.9）	持续压力	3.0×*PN*	6min	

注：对于承受端部荷载的接头，上面的测试是在接头加端部荷载的条件下进行的。对于非承受端部荷载的接头，在测试时不加端部荷载，并且压力传到测试配件的其它部分。

表7.2.11－6 法兰接头测试项目和性能要求

项目	压力种类	测试压力	持续时间	性能要求
初始渗漏（ISO 8483:2003，7.3）	初始压力	1.5×*PN*	15min	无渗漏或泄漏，不得出现任何其他形式的失效
外部压力变化（ISO 8483:2003，7.2）	负压	－0.08MPa	1h	接头不得出现任何可见的失效，且压力的变化值不得大于0.008MPa/h
循环压力（ISO 8483:2003，7.4）	预备压力	1.5×*PN*	15min	无渗漏或泄漏，不得出现任何其他形式的失效
	循环压力	从大气压变化到1.5×*PN*，再返回到大气压	10个循环，每个循环持续1.5～3min	
弯曲下内压（ISO 8483:2003，7.5）	预备压力	1.5×*PN*	15min	
	持续压力	1.5×*PN*	24h	
短期水压6min	持续压力	2.5×*PN*	100h	
		3.0×*PN*	6min	

注：1 对于承受端部正荷载的接头，在测试时将荷载直接作用于接头端部。对于非承受端部荷载的接头，在测试时不承受端部荷载。

2 对于用于与金属法兰连接的接头，在测试时应与金属法兰连接。对于用于与玻璃钢法兰连接的接头，在测试时应与玻璃钢法兰连接。

11）用于饮用水系统的管材、管件卫生性能应符合标准GB/T 17219－1998的规定。

3 选用要点：产品选用时，应对生产工艺、压力等级、刚度等级、规格尺寸、HDP、接头类型及

卫生性能提出要求。

4 施工要点：室外地坪以下管道埋设，应在回填土夯实后重新开挖进行。不得在回填土之前或未经夯实的土层上埋设。该类管材是可燃的复合材料，严禁被放置在热源附近的地方。安装过程中应避免电焊及切割的火星引起燃烧。

5 经济分析：综合比较给水玻璃纤维增强塑料夹砂管承压、耐腐等性能以及管材造价、开挖施工、维护等各种费用，选用 *DN*500 以上的管材，其优势突出。

6 相关标准、规范

《玻璃纤维增强塑料夹砂管》GB/T 21238－2007。

《埋地给水排水玻璃纤维增强热固性树脂夹砂管管道工程施工及验收规程》CECS 129：2001。

7.3 塑料排水管

塑料排水管主要类型及选用要点见表 7.3.0。

表 7.3.0 塑料排水管主要类型及选用要点

项目＼管材	硬聚氯乙烯（PVC－U）管							聚乙烯（PE）管		高密度聚乙烯（HDPE）管	聚丙烯（PP－B）静音管
	实壁管	中空壁消音管	中空壁消音螺旋管	内螺旋管	芯层发泡管	玻璃微珠复合管	无压埋地管	双壁波纹管	缠绕结构壁管		
外径范围（mm）	32～315	50～160	70～160	75～160	40～500	40～400	110～1000	110～1200 内径 100～1200	内径 150～3000	32～315	50～160
公称压力（MPa）	0.2	—	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—
SN 环刚度（kN/m²）	—	—	—	—	2、4、8	3、4.5	2、4、8	2、4、8、16	2、4、8、16	BD 型≥4	—
冲击性能（TIR）%	≤10	≤10	≤10	9/10	—	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10
适用范围	室内排水	室内排水	室内排水	室内排水	室内外排水	室内外排水	室外排水	室外排水	室外排水	室内排水	室内排水
连接方法：粘接	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—
连接方法：密封胶圈	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
连接方法：承插式	—	—	—	—	—	✓	✓	✓	—	✓	✓
连接方法：机械	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—
连接方法：热熔	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—
连接方法：电熔	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	✓	—
连接方法：热焊	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	✓	—
连接方法：热收缩带	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—
S 系列	20、16.7	—	—	—	—	—	—	4、6.3、8	—	12.5、16	—
长期使用温度（℃）	≯40	≯40	≯40	≯40	≯40	≯40	≯40	≯45	≯45	≤65	≤60

续表 7.3.0

项目 \ 管材	硬聚氯乙烯（PVC－U）管							聚乙烯（PE）管		高密度聚乙烯（HDPE）管	聚丙烯（PP－B）静音管
	实壁管	中空壁消音管	中空壁消音螺旋管	内螺旋管	芯层发泡管	玻璃微珠复合管	无压埋地管	双壁波纹管	缠绕结构壁管		
选用要点	1 室内的塑料排水管道注重选用有消音作用的管材，减少对环境的噪声，立管布置应尽量避开卧室； 2 埋地塑料排水管道要按柔性管的理论（管土共同发挥作用）进行设计。同时在设计状态下管道垂直方向的变形不得大于管直径的5%； 3 管材环刚度的选择是塑料埋地管道设计的一项重要指标，因此应从管道埋深、地面荷载、沟槽回填土的性质和压实系数以及施工荷载等综合考虑确定。盲目采用高环刚度不经济。对车行道下埋深小于1.0m的管道，还应考虑管道变形对路面的影响； 4 管道水力计算对管壁的粗糙系数应根据不同类型管材管壁的光滑程度区别采用，不能笼统的都采用0.01； 5 沟槽回填土的变形模量取决于回填土材料的种类和回填的压实系数，对管道的变形和安全起决定性作用。变形模量越大，对管道的支承作用越大，管子的变形越小。设计对回填材料和回填的压实系数必须提出明确要求，严格控制。粗颗粒的材料易于压实，变形模量大，宜优先考虑； 6 可参考国家建筑标准设计图集04S520《埋地塑料排水管道施工》设计选用； 7 玻璃纤维增强塑料夹砂(RPM)管详见“塑料给水管”相关内容										

7.3.1 建筑排水中空壁消音硬聚氯乙烯（PVC－U）管材与管件

1 概述

1）定义：中空壁消音硬聚氯乙烯管是以硬聚氯乙烯（PVC－U）为主要原料，加入必要的添加剂，经挤出成型具有中空壁的能降低排水噪声的管材。中空壁消音硬聚氯乙烯螺旋管是以硬聚氯乙烯（PVC－U）为主要原料，加入必要的添加剂，经挤出成型在内壁具有若干条凸出三角形螺旋肋的、能降低排水噪声和提高通水能力的管材。

2）分类：管材按管内壁构造分为中空壁消音硬聚氯乙烯管和中空壁消音硬聚氯乙烯螺旋管。按连接方式分为粘接连接管材和螺母挤压胶圈连接管材。管件包括粘接管件和螺母挤压胶圈管件两种类型。

3）特点：管材质量轻、强度高、水流噪声低、施工便捷。

4）适用范围：新建、改建且高度≯100m的工业与民用建筑中连续排水温度≯40℃的排水管道工程。

2 主要技术参数

1）中空壁消音硬聚氯乙烯管规格见表7.3.1－1。中空壁消音硬聚氯乙烯螺旋管规格见表7.3.1－2。管材物理力学性能见表7.3.1－3。

2）管件物理力学性能见表7.3.1－4。橡胶密封圈应采用耐油橡胶模压制作，其物理力学性能见表7.3.1－5。

3 选用要点：根据产品分类，确定选用中空壁消音PVC－U管或中空壁消音PVC－U螺旋管。对要求排水噪声低的工业和民用建筑，排水管道宜采用中空壁消音硬聚氯乙烯管。当要求降低排水噪声的建筑，其排水立管宜采用中空壁消音硬聚氯乙烯螺旋管。产品选用时，应对产品的尺寸及偏差、力学性能、橡胶密封圈和接口形式提出要求。

4 施工安装要点：先按要求设置固定支架和滑动支架，然后进行立管安装。安装时先将管段吊正，随即将立管固定在预设的支架上。立管安装完毕后，应将其穿楼板孔洞封严。施工操作时，应注意胶粘剂、清洁剂防火和劳动卫生安全要求。

表 7.3.1－1 中空壁消音硬聚氯乙烯管规格（mm）

外径 dn	壁厚 e	外层壁厚 e_1	内层壁厚 e_2
50	4.8	1.1	1.0
75	5.0	1.3	1.0
110	6.0	1.8	1.2
160	7.0	2.2	1.5

表 7.3.1－2 中空壁消音硬聚氯乙烯螺旋管规格（mm）

外径 dn	壁厚 e	外层壁厚 e_1	内层壁厚 e_2
70	5.0	1.3	1.0
110	6.0	1.8	1.2
160	7.0	2.2	1.5

表 7.3.1－3 管材物理力学性能

项目	维卡软化温度（℃）	拉伸屈服强度（MPa）	断裂伸长度（%）	密度（g/cm^3）	扁平试验	落锤冲击试验（TIR%）	20℃纵向回缩率（%）
技术要求	≥79	≥40	≥80	≤1.55	无破裂	9/10 通过	≤9

表 7.3.1－4 管件物理力学性能

项目	维卡软化温度（℃）	热烘箱试验	坠落试验	内衬件硬度（IRHD）
技术要求	≥70	合格	无破裂	≤80

表 7.3.1－5 橡胶密封圈物理力学性能

项目	硬度（IRHD）	拉伸强度（MPa）	拉断伸长率（%）	使用温度范围（℃）	脆性温度（℃）	耐老化系数（70℃×72h）
技术要求	50～62	>5	>200	－30～＋60	－35	≥0.8

5 经济分析：由于采用了中空壁，加大了管壁的厚度，从而提高了管道的承载力、节省了原材料、降低了水流噪声。中空壁螺旋管增加了管材强度、增强了通水能力、降低了噪声。出厂参考价约 1.1 万元/t（PVC 树脂按 9000 元/t 计）。

6 相关标准、规范

《建筑排水硬聚氯乙烯管道工程技术规程》CJJ/T 29－98。

《埋地硬聚氯乙烯排水管道工程技术规程》CECS 122：2001。

《建筑排水用硬聚氯乙烯内螺旋管道工程技术规程》CECS 94：2002。

《建筑排水中空壁消音硬聚氯乙烯管管道工程技术规程》CECS 185：2005。

7.3.2 建筑排水硬聚氯乙烯（PVC－U）内螺旋管材与管件

1 概述

1）定义：建筑排水硬聚氯乙烯内螺旋管材是以硬聚氯乙烯（PVC－U）为主要原料，加入必要的添加剂，经挤出成型的内壁具有若干条凸出三角形螺旋肋的，能降低排水噪声和提高通水能力的管材，是建筑物内生活排水系统中用作立管的专用管材。

2）分类及适用范围：产品按公称外径 dn 分为 $dn75$、$dn110$ 及 $dn160$。按连接方式分为胶粘连接型和螺母挤压密封圈连接型。适用于连续排放温度≯40℃的重力式生活排水管道系统。

2 主要技术参数

1）内螺旋立管的规格尺寸见表7.3.2－1。管材与管件的理力学性能见表7.3.2－2、表7.3.2－3。

2）密封胶圈应采用耐油橡胶模压制作，其物理力学性能应符合表7.3.2－4的规定。

表7.3.2－1 PVC－U内螺旋管排水立管规格尺寸（mm）

公称外径 dn	壁厚 e	螺旋高 E	长度 l
75	2.1	2.3	4000或6000
110	3.1	3.0	
160	3.8	3.8	

表7.3.2－2 管材物理力学性能

项目	技术指标
拉伸屈服强度（MPa）	≥40
断裂伸长率（%）	≥80
维卡软化温度（℃）	≥79
扁平试验（压至管外径1/2）	无破裂
落锤冲击试验，20℃，TIR%	9/10通过
纵向回缩率（%）	≤9

表7.3.2－3 管件物理力学性能

项目	维卡软化温度（℃）	烘箱试验	坠落试验
技术指标	70	合格	无破裂

表7.3.2－4 密封圈物理力学性能

硬度（邵尔A）	拉伸强度	拉断伸长率	使用温度	脆性温度	老化系数（70℃×72h）
55～62	>13MPa	>300%	－40～＋60℃	－35℃	0.8

3 选用要点：产品选用时，应对规格尺寸、连接方式、物理力学性能及密封胶圈提出要求。排水系统横管不应采用硬聚氯乙烯内螺旋管。

4 施工要点：粘接接头不宜在环境温度0℃以下操作，应防止胶粘剂结冻。不得采用明火或电炉等设施加热胶粘剂，并应注意胶粘剂、清洁剂施工防火和劳动卫生安全要求。

5 经济分析：由于内壁采用了螺旋肋，强度增加，通水能力强，水流噪声降低，管材用料省。

6 相关标准、规范

《建筑排水硬聚氯乙烯内螺旋管管道工程技术规程》CECS 94：2002。

《建筑排水中空壁消音硬聚氯乙烯管道工程技术规程》CECS 185：2005。

7.3.3 排水用芯层发泡硬聚氯乙烯（PVC－U）管材

1 概述

1）定义：排水用芯层发泡硬聚氯乙烯（PVC－U）管是以聚氯乙烯树脂为主要原料，加入必要添加剂，经复合共挤成型的管壁为芯层发泡并能降低排水噪声的管材。

2）分类：管材按连接方式分为直管（Z）、弹性密封连接型管材（M）和溶剂粘接型管材（N）。管材按环刚度分级，见表7.3.3－1。

表7.3.3－1 管材环刚度分级

级别	S_2	S_4	S_8
环刚度（kN/m^2）	2	4	8

注：S_2管材供建筑物排水选用。S_4、S_8管材供埋地排水选用，也可用于建筑物排水。

3）适用范围：要求排水噪声低的连续排放温度≯40℃的重力式生活排水管道系统。

2 主要技术参数

1）制造管材的材料性能应符合表 7.3.3－2 规定。

2）管材规格见表 7.3.3－3。管材一般为白色或灰色。管材有效长度为 4m 或 6m，不允许有负偏差。

3）管材物理力学性能应符合表 7.3.3－4 的规定。

表 7.3.3－2 管材材料性能

性能	维卡软化温度（℃）	拉伸掘服强度（MPa）	断裂伸长率（%）
技术要求	≥79	≥43	≥80

表 7.3.3－3 管材规格

公称外径 *dn*	壁厚 *e*		
	S_2	S_4	S_8
40	2.0	—	—
50	2.0	—	—
75	2.5	3.0	—
90	3.0	3.0	—
110	3.0	3.2	—
125	3.2	3.2	3.9
160	3.2	4.0	5.0
200	3.9	4.9	6.3
250	4.9	6.2	7.8
315	6.2	7.7	9.8
400	—	9.8	12.3
500	—	—	15.0

注：壁厚 *e* 包括内、外皮层及芯层厚度。要求芯层与内外皮层紧密熔接，无分脱现象。

表 7.3.3－4 管材物理力学性能

试验项目	技术要求		
	S_2	S_4	S_8
环刚度（kN/m^2）	≥2	≥4	≥8
表观密度（g/cm^3）	0.90～1.20		
扁平试验	不破裂、不分脱		
落锤冲击试验 TIR	≤10%		
纵向回缩率（%）	≤9%，且不分脱、不破裂		
连接密封试验	连接处不渗漏、不破裂		
二氯甲烷浸渍	内外表面不劣于 4L		

3 选用要点：产品选用时，应对连接方式、环刚度、管材规格、颜色、长度和物理机械性能提出要求。

4 施工要点：明、暗装管道施工安装应符合行业标准《建筑排水硬聚氯乙烯管道工程技术规程》CJJ/T 29－98 规定。管道应敷设在原状土地基或经开槽处理后回填密实的地基上。沟槽槽底净宽度可按管径大小、土质条件、埋设深度施工工艺等确定。开挖沟槽时，应严格控制基底高程，不得扰动基面。

5 经济分析：由于采用了加芯技术，在低价位的原则下加大管壁的厚度，从而提高了管道的承载

能力，节省原材料，降低水流噪声，也降低了造价。

6 相关标准、规范

《埋地硬聚氯乙烯排水管道工程技术规程》CECS 122：2001。

《排水用芯层发泡硬聚乙烯（PVC－U）管材》GB/T 16800－2008。

7.3.4 排水用硬聚氯乙烯（PVC－U）玻璃微珠复合管材

1 概述

1）定义：排水用硬聚氯乙烯（PVC－U）玻璃微珠复合管材是以聚氯乙烯树脂和中空玻璃微珠为主要原料并加入必要添加剂、经共挤成型的能降低排水噪声的圆形管材。

2）分类：管材按连接型式可分为直管材（Z）、弹性密封圈连接管材（M）和溶剂粘接型管材（N）。管材按环刚度分为 S_0（环刚度为 3.0kN/m²）和 S_1 级（环刚度为 4.5kN/m²）。其中 S_0 级管材适用于建筑物明、暗装排水管，S_1 级管材适用于埋地排水管，也可用于建筑物明、暗装排水管。

3）适用范围：要求排水噪声低的连续排放温度不大于 40℃的重力式生活排水管道系统。

2 主要技术参数

1）管材原材料以聚氯乙烯树脂为主要原料，并配以中空玻璃微珠及相关加工助剂。制造管材的材料维卡软化温度应≥79℃，拉伸屈服强度应≥40MPa。

2）管材规格见表 7.3.4－1，颜色为白色。管材端口应平整，且与轴线垂直，不应有分层。

3）管材长度应为 4000mm 或 6000mm，也可供需方商定。管材的物理机械性能应符合表 7.3.4－2 的规定。

表 7.3.4－1 管材规格（mm）

公称外径 *dn*	壁厚 *e*	
	S_0	S_1
40	2.0	—
50	2.0	2.5
75	2.5	3.0
90	3.0	3.2
110	3.0	3.2
125	3.0	3.2
160	3.2	4.0
200	3.9	4.9
250	4.9	6.2
315	6.2	7.7
400	—	9.8

3 选用要点：产品选用时，应对连接型式、环刚度、原材料、规格、颜色、长度和物理机械性能提出要求。

4 施工要点：同本章第 7.3.3 节第 4 条的规定。

5 经济分析：由于采用了玻璃微珠加芯技术，加大了管壁的厚度，提高了管道的承载能力，降低了水流噪声，性价比优于 PVC－U 实壁管。

6 相关标准、规范

《建筑排水硬聚氯乙烯管道工程技术规程》CJJ/T 29－98。

《埋地硬聚氯乙烯排水管道工程技术规程》CECS 122:2001。

《排水用硬聚氯乙烯（PVC－U）玻璃微珠复合管材》CJ/T 231－2006。

表 7.3.4－2 管材物理机械性能

试验项目	技术要求	
	S_0	S_1
环刚度（kN/m^2）	≥3.0	≥4.5
表观密度（g/cm^3）	1.10～1.45	
扁平试验（注 1）	不破裂、不分脱	
落锤冲击试验（0℃）（注 2）	真实冲击率法	通过法
	TIR≤10%	12 次冲击，12 次不破裂
纵向回缩率（%）	≤5%，且不分脱、不破裂	
连接密封试验	连接处不渗漏、不破裂	
二氯甲烷浸渍试验	内外表面不劣于 4L	

注：1 公称外径大于或等于 200mm 的管材可不做此项试验。

2 真实冲击率法适用于型式检验，通过法适用于出厂检验。

7.3.5 无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯（PVC－U）管材

1 概述

1）定义：无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯（PVC－U）管材是以聚氯乙烯树脂（含量占 80% 以上）为主要原料，加入必要的添加剂，经挤出成型重力输送污废水的实壁管道。

2）分类：管材按连接方式分为弹性密封圈连接管材和胶粘剂粘接连接管材。按公称环刚度分为 SN2、SN4 和 SN8 三级。

3）适用范围：适用于排水温度≤40℃、无压埋地污排水系统。弹性密封圈连接管材外径为 *dn*110～*dn*1000，粘接式连接管材外径为 *dn*110～*dn*200。

2 主要技术参数

1）管材颜色应均匀一致，管材内外壁应光滑，不允许有气泡、裂纹、凹陷及分解变色线。管材端部应切割平整并应与轴线垂直。

2）管材长度一般为 4m、6m，长度不允许有负偏差。规格尺寸应符合表 7.3.5－1 的规定。其物理力学性能应符合表 7.3.5－2 的规定。

3）管材用胶粘剂应符合行业标准《硬聚氯乙烯（PVC－U）塑料管道系统用溶剂型胶粘剂》QB/T 2568－2002 要求，弹性密封圈应符合行业标准《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 3091－2000 要求。

4）弹性密封圈连接管材应采用 GB/T 20221－2006 规定的试验方法进行连接密封性试验，试验后试样应不破裂，不渗漏。

3 选用要点：产品选用时，应对连接方式、环刚度、规格尺寸、颜色、外观、长度、胶粘剂、弹性密封圈、物理力学性能和密封性提出要求。当室外采用 PVC－U 注塑工艺检查井时，对小口径管材，应采用胶粘剂粘接方法连接。

4 施工要点：施工安装应符合 CECS 122:2001 的规定。

5 相关标准、规范

《埋地硬聚氯乙烯排水管道工程技术规程》CECS 122:2001。

《无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯（PVC－U）管材》GB/T 20221－2006。

表 7.3.5－1 管材规格尺寸（mm）

公称外径 dn	平均外径 d_{em}		壁厚					
			SN2 SDR51		SN4 SDR41		SN8 SDR34	
	min	max	min	max	min	max	min	max
110	110.0	110.3	—	—	3.2	3.8	3.2	3.8
125	125.0	125.3	—	—	3.2	3.8	3.7	4.3
160	160.0	160.4	3.2	3.8	4.0	4.6	4.7	5.4
200	200.0	200.5	3.9	4.5	4.9	5.6	5.9	6.7
250	250.0	250.5	4.9	5.6	6.2	7.1	7.3	8.3
315	315.0	315.6	6.2	7.1	7.7	8.7	9.2	10.4
(355)	355.0	355.7	7.0	7.9	8.7	9.8	10.4	11.7
400	400.0	400.7	7.9	8.9	9.8	11.0	11.7	13.1
(450)	450.0	450.8	8.8	9.9	11.0	12.3	13.2	14.8
500	500.0	500.9	9.8	11.0	12.3	13.8	14.6	16.3
630	630.0	631.1	12.3	13.8	15.4	17.2	18.4	20.5
(710)	710.0	711.2	13.9	15.5	17.4	19.4	—	—
800	800.0	801.3	15.7	17.5	19.6	21.8	—	—
(900)	900.0	901.5	17.6	19.6	22.0	24.4	—	—
1000	1000.0	1001.6	19.6	21.8	24.5	27.2	—	—

注：括号内为非优选尺寸。

表 7.3.5－2 管材力学性能要求（密度≤1.55g/cm³）

项目	技术指标
环刚度（kN/m²）	SN2≥2，SN4≥4，SN8≥8
落锤冲击（TIR）（%）	≤10
维卡软化温度（℃）	≥79
纵向回缩率（%）	≤5，管材表面应无气泡和裂纹
二氯甲烷浸渍	表面无变化

7.3.6 聚乙烯（PE）双壁波纹管材

1 概述

1）定义：聚乙烯（PE）双壁波纹管材是以聚乙烯（PE）树脂（含量占 80% 以上）为主要原料，加入必要的添加剂，经挤出成型内壁光滑平整，外壁为梯形或弧形波纹状肋，内外壁波纹间为中空的圆形管材。

2）分类：管材按环刚度区分等级，见表 7.3.6－1。按管材形状可分为带扩口管材和不带扩口管材。

表 7.3.6－1 公称环刚度等级

等级	SN2	SN4	(SN6.3)	SN8	(SN12.5)	SN16
环刚度（kN/m²）	2	4	(6.3)	8	(12.5)	16

注：仅在 de≥500mm 的管材中允许有 SN2，括号内数值为非首选等级。

3）特点：管材摩阻小，流量大，并具有良好的耐摩擦，耐低温，抗冲击性能。管材抗外压能力比较强，管壁薄，重量轻，施工便捷。另外，这种管材的化学稳定性佳。使用寿命长。在不受阳光紫外线的条件下，HDPE 双壁波纹管使用年限可达 50 年以上。

4）适用范围：大区域长期温度≯45℃的重力式埋地排水工程。

2 主要技术参数

1）PE 管材的材料性能见表 7.3.6－2，弹性密封圈材料应符合 HG/T 3091－2000 的要求。

2）连接方式包括承插式弹性密封圈连接、双承口管件弹性密封圈连接和哈夫管件弹性密封圈连接。

3）管材内外层各自颜色应均匀一致，外层一般为黑色。其它颜色可由供需双方商定。管材有效长度（不包括承口部分）一般为 6m。如有特殊需求，由供需双方协商确定。

4）外径系列管材尺寸应符合表 7.3.6－3 要求，且承口最小平均内径应不小于管材最大平均外径。内径系列管材尺寸应符合表 7.3.6－4 要求，且承口最小平均内径应不小于管材最大平均外径。

5）管材物理力学性能应符合表 7.3.6－5 规定。采用弹性密封圈连接时，应按表 7.3.6－6 要求进行系统适应性测试。

表 7.3.6－2 PE 管材材料性能

项目	要求
耐内压(80℃,环应力 3.9MPa,165h)(注);耐内压(80℃,环应力 2.8MPa,1000h)(注)	无破坏，无渗漏
熔体质量流动速率（5kg，190℃）	MFR≤1.6g/10min
热稳定性（200℃）	OIT≥20min
密度	≥930kg/m³（基础树脂）

注：用相应的挤出料加工的实壁管进行试验。

表 7.3.6－3 外径系列管材尺寸（mm）

公称外径 DN/OD	最小平均外径 $d_{em,min}$	最大平均外径 $d_{em,min}$	最小平均内径 $d_{im,min}$	最小层压壁厚 e_{min}	最小内层壁厚 $e_{1,min}$	接合长度 A_{min}
110	109.4	110.4	90	1.0	0.8	32
125	124.3	125.4	105	1.1	1.0	35
160	159.1	160.5	134	1.2	1.0	42
200	198.8	200.6	167	1.4	1.1	50
250	248.5	250.8	209	1.7	1.4	55
315	313.2	316.0	263	1.9	1.6	62
400	397.6	401.2	355	2.3	2.0	70
500	497.0	501.5	418	2.8	2.8	80
630	626.3	631.9	527	3.3	3.3	9.3
800	795.2	802.4	669	4.1	4.1	110
1000	994.0	1003.0	837	5.0	5.0	130
1200	1192.8	1203.6	1005	5.0	5.0	150

3 选用要点：产品选用时，应对材料性能、弹性密封圈、连接方式、颜色、长度、尺寸、物理力学性能要求和系统适应性提出要求。

4 施工要点

1）管材下管前，必须按产品标准逐节进行外观检验，不合格产品，严禁下管敷设。

2）管道应敷设在原状土地基或经开槽后回填密实的地基上。当管道在车行道下面时，管顶覆土应≮0.7m。

表7.3.6-4 内径系列管材尺寸（mm）

公称内径 DN/ID	最小平均内径 $d_{im,min}$	最小层压壁厚 e_{min}	最小内层壁厚 $e_{1,min}$	接合长度 A_{min}
100	95	1.0	0.8	32
125	120	1.2	1.0	38
150	145	1.3	1.0	43
200	195	1.5	1.1	54
225	220	1.7	1.4	55
250	245	1.8	1.5	59
300	294	2.0	1.7	64
400	392	2.5	2.3	74
500	490	3.0	3.0	85
600	588	3.5	3.5	96
800	785	4.5	4.5	118
1000	985	5.0	5.0	140
1200	1185	5.0	5.0	162

表7.3.6-5 管材物理力学性能

项目	要求
环刚度（kN/m^2）	SN2≥2，SN4≥4，（SN6.3）≥6.3，SN8≥8，（SN12.5）≥12.5，SN16≥16
冲击性能（TIR）（%）	≤10
环柔性	试样圆滑，无反向弯曲，无破裂，两壁无脱开
烘箱试验	无气泡，无分层，无开裂
蠕变比率	≤4

注：括号内数值为非首选的环刚度等级。

表7.3.6-6 系统性能要求

试验条件	项目	要求
条件B：径向变形 连接密封处变形：5% 管材变形：10% 温度：(23±2)℃	较低的内部静液压（15min）0.005MPa	不泄漏
	较高的内部静液压（15min）0.05MPa	不泄漏
	内部气压（15min）-0.03MPa	≤-0.027MPa
条件C：角度偏差 dn≤315：2° 315<dn≤630：1.5° dn>630 温度：(23±2)℃	较低的内部静液压（15min）0.005MPa	不泄漏
	较高的内部静液压（15min）0.05MPa	不泄漏
	内部气压（15min）-0.03MPa	≤-0.027MPa

3）施工时，管顶的最大允许覆土，应按设计规定对管材环刚度、沟槽及其两侧原状土状况进行核对，如与设计要求不符，可要求改变设计或采取相应的保证管道承载能力的技术措施。

4）在地下水位高于开挖沟槽槽底高程的地区，地下水位应降至槽底最低点以下。管道在敷设、回填的全部过程中，槽底不得积水或受冻。必须在工程不受地下水影响，基础达到强度和管道达到抗浮要求时方可停止降低地下水。

5）对采用承插式接头的管道，插口插入的方向应与水流方向一致。

6）管道连接宜在环境温度较低或接近最低时进行。

7）管道敷设后，因意外造成的管壁局部损坏，当局部损坏的孔径≯60mm 或环向、纵向裂缝不超过管周长的 1/12 时，可采用焊枪进行修补。当局部损坏超过以上范围时，应切除破损管段，采取换管或砌筑检查井、连接井等措施。

8）雨期施工时应采取防止管材上浮的措施。当管道安装完毕尚未覆土而遭到水泡时，应进行管中心和管底高程的复测和外观检测，如发现位移、漂浮、拔口等现象，应及时返工处理。

5 经济分析：由于管壁结构合理，使同样等级的环刚度，材料用量更省。出厂参考价约 1.5 万元/t（PE 原材料按 1.25 万元/t 计）。

6 相关标准、规范

《埋地用聚乙烯（PE）结构壁管道系统 第 1 部分：聚乙烯双壁波纹管材》GB/T 19472.1－2004。

《埋地聚乙烯排水管道工程技术规程》CECS 164：2004。

7.3.7 聚乙烯（PE）缠绕结构壁管材

1 概述

1）定义：聚乙烯（PE）缠绕结构壁管材是以聚乙烯（PE）为主要原料，加入必要的添加剂，经挤出缠绕成型工艺制成的各种肋型结构壁管材，包括 PE 缠绕双壁矩形中空肋壁管和 PE 缠绕圆形中空肋壁管。

2）分类：管材按环刚度等级分为 6 个等级，见表 7.3.7－1。按结构型式分为 A 型结构壁管（具有平整的内外表面，在内外壁之间由内部的螺旋形肋连接的管材，或内表面光滑，外表面平整，管壁中埋螺旋型中空管的管材）和 B 型结构壁管（内表面光滑，外表面为中空螺旋形肋的管材）。管件采用相应类型的管材或实壁管二次加工成型。

3）特点：管材耐化学药品腐蚀和侵蚀能力强，柔韧性好，抗冲击性强。耐寒性及耐老化能力强。连接简单，安全可靠，重量轻、施工方便。排水性能优越，卫生性好，可循环回收使用。耐磨性能强，使用寿命 50 年以上（寿命期内免维护）。

4）适用范围：大区域长期温度≯45℃的重力式埋地排水工程。

表 7.3.7－1 环刚度等级

等级	SN2	SN4	(SN6.3)	SN8	(SN12.5)	SN16
环刚度（kN/m^2）	2	4	(6.3)	8	(12.5)	16

注：括号内数值为非首选等级。管材 DN/ID≥500mm 时允许有 SN2 等级 。管材 DN/ID≥1200mm 时，可按工程条件选用环刚度低于 SN2 等级的产品。

2 主要技术参数

1）管材连接方式包括弹性密封件连接、承插口电熔焊接连接、热收缩套连接和电热熔带连接四种，弹性密封件性能应符合 HG/T 3091－2000 规定的要求。

2）管材和管件颜色应为黑色。管材有效长度一般为 6m，不允许有负偏差。管材内径和壁厚见表 7.3.7－2。

3）管材纵向回缩率应≤3%（针对 A 型管材），且无分层及开裂现象。烘箱试验（针对 B 型管材）时，管材熔缝处应无分层及开裂现象。力学性能见表 7.3.7－3。管件物理力学性能见表 7.3.7－4。系统适应性见表 7.3.7－5。

3 选用要点：产品选用应对环刚度、结构壁管型式、原材料性能、连接方式、颜色、长度、内径

和壁厚、物理力学性能和系统适应性提出要求。

表7.3.7-2 内径和壁厚尺寸（mm）

公称尺寸 DN/ID	最小平均内径 $D_{im,min}$	最小壁厚	
		A 型 $e_{5,min}$	B 型 $e_{4,min}$
150	145	1.0	1.3
200	195	1.1	1.5
(250)	245	1.5	1.8
300	294	1.7	2.0
400	392	2.3	2.5
(450)	441	2.8	2.8
500	490	3.0	3.0
600	588	3.5	3.5
700	673	4.1	4.0
800	785	4.5	4.5
900	885	5.0	5.0
1000	985	5.0	5.0
1100	1085	5.0	5.0
1200	1185	5.0	5.0
1300	1285	6.0	5.0
1400	1385	6.0	5.0
1500	1485	6.0	5.0
1600	1585	6.0	5.0
1700	1685	6.0	5.0
1800	1785	6.0	5.0
1900	1885	6.0	5.0
2000	1985	6.0	6.0
2100	2085	6.0	6.0
2200	2185	7.0	7.0
2300	2285	8.0	8.0
2400	2385	9.0	9.0
2500	2485	10.0	10.0
2600	2585	10.0	10.0
2700	2685	12.0	12.0
2800	2785	12.0	12.0
2900	2885	14.0	14.0
3000	2985	14.0	14.0

注：加（ ）的为非首选尺寸。

表 7.3.7－3 管材力学性能

项目	要求
环刚度（kN/m²）	SN2≥2，SN4≥4，（SN6.3）≥6.3，SN8≥8 （SN12.5）≥12.5，SN16≥16
冲击性能	TIR≤10%
蠕变比率	≤4
缝的拉伸强度（N） *DN/ID*≤300 400≤*DN/ID*≤500 600≤*DN/ID*≤700 *DN/ID*≥800	管材能承受的最小拉伸力 380 510 760 1020

注：加（ ）的为非首选环刚度等级。

表 7.3.7－4 管件物理力学性能

项目	要求
烘箱试验	加工管件所用管材应符合 GB/T 19472.2－2004
环刚度	管件应不低于与其配合使用的管材的环刚度级别。

注：用管材二次加工制成的管件视为与使用管材具有相同的环刚度等级。

表 7.3.7－5 系统适应性

项目	试验参数	要求	
弹性密封件连接的密封性	条件 B：径向变形 管材变形 10% 承口变形 5% 温度：23℃±2℃	较低的内部静液压（15min）0.005MPa	无泄漏
		较高的内部静液压（15min）0.05MPa	无泄漏
		内部气压（15min）－0.03MPa	≤－0.027MPa
	条件 C：角度偏转 *DN/ID*≤300：2° 400≤*DN/ID*≤600：1.5° *DN/ID*＞600：1° 温度：23℃±2℃	较低的内部静液压（15min）0.005MPa	无泄漏
		较高的内部静液压（15min）0.05MPa	无泄漏
		内部气压（15min）－0.03MPa	≤－0.027MPa
焊接或熔接连接的拉伸强度	最小拉伸力应符合表 7.3.7－3 中的缝的拉伸强度要求。	连接不破坏	

4 施工要点：施工安装要点同第 7.3.6 条第 4 款。

5 经济分析：由于工序比聚乙烯（PE）双壁波纹管要多，价格要高，特别是 A 型管材耗材量多。

6 参考价格：出厂参考价约 1.8 万元/t（PE 原材料按 1.25 万元/t 计）。

7 相关标准、规范

《埋地用聚乙烯（PE）结构壁管道系统第 2 部分：聚乙烯缠绕结构壁管材》GB/T 19472.2－2004。

《埋地聚乙烯排水管道工程技术规程》CECS 164：2004。

7.3.8 建筑排水用高密度聚乙烯（HDPE）管材及管件

1 概述

1）定义：建筑排水用高密度聚乙烯（HDPE）管是以聚乙烯树脂 PE80 混配料为主要原料，加入必要的添加剂，经挤出成型可用于建筑物内污、废水排放和虹吸式屋面雨水排水系统的圆形管材。

2）分类：按管系列数分为 S12.5 和 S16 两种类型。按应用场所分为“B”型（用于建筑物内重力污、废水排放）和“BD”型（除了用于建筑物内重力污、废水排放，还能用于建筑物内的埋地管重力

污、废水排放以及虹吸式屋面雨水系统的排放）。

3）适用温度范围：无压条件下，高密度聚乙烯管内的流体温度应用范围为0～65℃，瞬间排水温度≯95℃；高密度聚乙烯管材环境温度应用范围为－40～65℃。

2 主要技术参数

1）用于生产管材及管件的原料应是以聚乙烯树脂为基料的“PE80”混配料，其基本性能要求见表7.3.8－1。

2）S12.5管材系列尺寸应符合表7.3.8－2的规定。S16管材系列尺寸应符合表7.3.8－3的规定。

3）管材应用应符合表7.3.8－4的规定。

4）管材连接方式见表7.3.8－5，不同连接方式的公称外径适用范围见表7.3.8－6。

5）三元乙丙橡胶密封圈（EPDM）的材料性能应符合《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 3091－2000的规定。

6）管材、管件颜色为黑色，管材长度一般为5000mm。

7）管材、管件的物理及力学性能应满足表7.3.8－7的规定要求，燃料毒性指数值不大于1。

8）管材、管件按规定连接后，应通过系统耐温升循环、水密性和接口气密性试验（对焊连接不需要做这三项试验）。管材、管件在系统耐温升循环试验前后不渗漏，$dn \leqslant 50$，塌陷应小于或等于3mm。$dn > 50$，塌陷应小于或等于0.05dn。在系统水密性试验和系统接口气密性试验期间不渗漏。

表7.3.8－1　PE80混配料的基本性能要求

项目	要求
炭黑含量（质量分数）（%），参见GB/T 13021－1991	2.5±0.5
炭黑分散，参见GB/T 18251－2000	≤等级3
200℃氧化诱导时间OIT（min）	≥20
5kg，190℃熔体流动速率MFR（g/10 min）	0.2≤MFR≤1.1
密度（g/cm^3）	0.941～0.965

表7.3.8－2　S12.5管系列尺寸（mm）

公称外径 dn	平均外径 dn		壁厚 e_y	
	d_{em}，min	d_{em}，max	e_y，min	e_y，max
32	32	32.3	3.0	3.3
40	40	40.4	3.0	3.3
50	50	50.5	3.0	3.3
56	56	56.5	3.0	3.3
63	63	63.6	3.0	3.3
75	75	75.7	3.0	3.3
90	90	90.8	3.5	3.9
110	110	110.8	4.2	4.9
125	125	125.9	4.8	5.5
160	160	161.0	6.2	6.9
200	200	201.1	7.7	8.7
250	250	251.3	9.6	10.8
315	315	316.5	12.1	13.6

表 7.3.8－3　S16 管系列尺寸（mm）

公称外径 dn	平均外径 dn		壁厚 e_y	
	d_{em}，min	d_{em}，max	e_y，min	e_y，max
200	200	201.1	6.2	6.9
250	250	251.3	7.8	8.6
315	315	316.5	9.8	10.8

表 7.3.8－4　高密度聚乙烯管材应用选择

公称外径 dn（mm）	管系列	应用领域
32～315	S12.5	B，BD
200～315	S16	B

表 7.3.8－5　管材连接方式

系统名称 / 连接方式	生活排水系统	生活排水埋地管道系统	室外重力屋面雨水系统	虹吸式屋面雨水系统及室内重力屋面雨水系统
对焊连接	✓	✓	✓	✓
电熔管箍连接	✓	✓	✓	✓
法兰连接	✓	✓	✓	✓
伸缩承插连接	✓	—	✓	—
密封圈承插连接	✓	—	✓	—
螺纹连接	✓	—	✓	—
卡箍连接	✓	—	✓	—

注：✓表示适用该管系，—表示不适用该管系。

表 7.3.8－6　不同连接方式的公称外径适用范围

对接方式	公称外径 dn（mm）												
	32	40	50	56	63	75	90	110	125	160	200	250	315
对焊连接	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
电熔管箍连接	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
密封圈承插连接	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
螺纹连接	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—	—
伸缩承插连接	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
法兰连接	—	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
卡箍连接	—	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

注：✓表示该公称外径有此连接方法，—表示该公称外径无此连接方式。

3　选用要点：产品选用时，应对材料性能、规格尺寸、连接方式、颜色、长度、物理力学性能、燃料毒性指数和系统适应性提出要求。

4　施工要点：管道安装人员应通过培训，并有上岗证书才能进行 HDPE 管的连接安装。HDPE 管材及管件应符合《建筑排水用高密度聚乙烯（HDPE）管材及管件》CJ/T 250－2007 的规定。当管道需预制安装或操作空间允许时，宜采用对焊连接方式。当管道需现场焊接、改装、修补或在狭窄空间安装管道时，宜采用电熔管箍连接方式。当用于要求便于拆卸的场所时，宜采用螺纹连接或法兰连接。与存水弯、

淋浴盆连接处宜采用螺纹连接。施工应满足《虹吸式屋面雨水排水系统技术规程》CECS 183－2005 的规定。

表 7.3.8－7 管材、管件的物理、力学性能

项目	要求
110℃，管材纵向回缩率	≤3%，管材无分层、开裂和起泡
5kg、190℃，熔体流动速率 MFR（g/10min）	0.2≤MFR≤1.1 管材、管件的 MFR 与原料颗粒的 MFR 相差值不应超过 0.2
200℃氧化诱导时间 OIT（min）	管材、管件的 OIT≥20
80℃、165h、4.6MPa，静液压强度试验	管材、管件在试验期间不破裂，不渗漏
管材环刚度 SR（kN/m^2），仅针对带有“BD”标识的管材	SR≥4
110±2℃、1h，管件加热试验	管件无分层、开裂和起泡

5 经济性分析：HDPE 管密度小、重量轻、寿命长，在焚烧过程中不产生有毒气体，在生产制造、运输过程中比钢管、铸铁管、铜管消耗能源少。

6 相关标准《建筑排水用高密度聚乙烯（HDPE）管材及管件》CJ/T 250－2007。

7.3.9 聚丙烯静音排水管材及管件

1 概述

1）定义：聚丙烯静音排水管材是内、外层均以耐冲击共聚聚丙烯（PP－B）树脂为主要原料，中间层为降噪吸声材料，采用三层共挤成型的管材。目前国内还有采用耐冲击共聚聚丙烯（PP－B）树脂共混专用料经挤出非分层成型的管材（但无行业标准）。聚丙烯静音排水管件是以降噪吸声材料和聚丙烯（PP－B）材料共混专用料，经注射成型的管件。

2）分类：管材分单承口管材和直管管材，管件分带插口管件和承口管件。

3）适用范围：适用于建筑物以降噪吸声为目的的冷、热水排水系统。排水最高瞬时温度≤95℃。

2 主要技术参数

1）管材中间层的降噪吸声材料的物理性能应符合表 7.3.9－1 的规定。管件应采用符合表 7.3.9－1 的降噪吸声材料和聚丙烯（PP－B）材料共混专用料制造。

2）密封圈材料应符合 HG/T 3091－2000 的规定。管材、管件颜色应均匀一致，一般为灰色。

3）管材平均外径、壁厚及内外皮层厚应符合表 7.3.9－2 的规定。管材有效长度一般为 4m 或 6m，不允许有负偏差。

4）物理力学性能应符合表 7.3.9－3 的规定。系统试验应符合表 7.3.9－4 的规定。

表 7.3.9－1 降噪吸声材料物理性能

项目	密度（kg/m^3）	水份含量（%）	颗粒外观（g/kg）	230℃、2.16kg，熔体质量流动速率 MFR（g/10min）
技术要求	1600～1900	≤0.1	≤3	≤0.65

表 7.3.9－2 管材平均外径、壁厚及偏差、内外皮层厚（mm）

公称外径 dn	最小平均外径 $d_{em,min}$	最大平均外径 $d_{em,max}$	公称壁厚 e_1	内外皮层厚
50	50.0	50.3	3.2	0.5
75	75.0	75.3	3.8	0.6
110	110.0	110.4	4.5	0.7
160	160.0	160.5	5.0	0.8

3 选用要点：选用时应对材料性能、密封圈材料、管材颜色、规格尺寸、物理力学性能及系统试验提出要求。

表 7.3.9－3 物理力学性能

项　　目	技术要求	适用范围
密度（kg/m³）	1200～1800	管材、管件
环刚度（kN/m²）	≥12	管材
扁平试验	不破裂、不分脱	管材
落锤冲击试验，TIR（0℃）	≤10%	管材
纵向回缩率（%）	≤3%，且不分裂、不分脱	管材
维卡软化温度（℃）	≥145	管材、管件
烘箱试验	符合 GB/T 8803－2001 的规定	管件
坠落试验	无破裂	管件

表 7.3.9－4 系统试验

项　　目	技术要求
连接密封试验，0.05MPa，15min	连接处不渗漏、不破裂
系统噪声测试 dB(A)	聚丙烯静音水管噪声小于铸铁管噪声

4 施工要点：安装人员应通过培训，并有上岗证书方能施工。管材及管件应符合《聚丙烯静音排水管材及管件》CJ/T 273－2008 的规定。非标管材、管件应有相应的质量证明文件。施工安装应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242－2002 的规定。

5 经济分析：该管材具有降噪性能，适用于高温度介质排放，较常规 PVC－U、PE 管单价高。

6 相关标准《聚丙烯静音排水管材及管件》CJ/T 273－2008。

7.4 复合给水管

7.4.1 钢塑复合压力管（PSP）管材与管件

1 概述

1）定义：钢塑复合压力管（PSP）管材是以焊接碳钢管为中间层，内外层为聚乙（丙）烯塑料，采用专用热熔胶，通过挤出成型方法复合成一体的输送生活给水的圆形管道。

2）分类

①管材按承压等级分为普通管和加强管。按用途分为冷水用复合管和热水用复合管。

②管件包括双热熔管件和机械连接用管件两种类型。

a 双热熔管件按使用材料的不同分为 PE、PP－R、PE－RT 管件三类。按管系列 S 分类分为 S2.5、S2 两类。按输送流体的分类见表 7.4.1－1。

b 机械连接用管件分类见表 7.4.1－2。

3）特点：钢塑复合压力管的抗拉强度为 275～320MPa，是纯塑料管的 7～8 倍。其导热系数 0.46～0.57W/（m·K），约为钢管的 1/100，接近塑料管的导热系数。该管材的线性膨胀系数为 1.2×10^{-5}/℃，是纯塑料管的 1/10～1/12。钢塑复合压力管内壁粗糙度为 0.009，内壁光滑，输送流体时，阻力损失小，不结垢。此管材化学性能非常稳定，能耐各种酸、碱、盐溶液的腐蚀，其卫生性能符合《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 17219－1998 标准。管材隔氧性好。因其金属性，所以可以用磁性金属探测器进行寻踪，不必另外埋设跟踪或保护标记，可避免挖掘性破坏，为抢修和维护提供了极大的便利。

表7.4.1-1 双热熔管件分类

流体类别	用途代号	材料	长期工作温度 T_0（℃）	最大工作压力 MOP（MPa）	
				S2.5	S2
冷水	L	PE	40	1.89	2.36
		PP-R		1.83	2.31
		PE-RT		1.84	2.31
热水	R	PP-R	60	1.27	1.60
		PE-RT		1.44	1.81
		PP-R	70	0.85	1.07
		PE-RT		1.08	1.36
		PP-R	80	0.64	0.80
		PE-RT		0.73	0.91

表7.4.1-2 机械连接用管件分类

接口形式	紧固方式	适用管材公称外径（mm）	本体材料种类
扩口式	螺帽式紧固	20、25、32、40、50、63	可锻铸铁
	螺栓式紧固	75、90、110、60、200	球墨铸铁、可锻铸铁
内胀式	螺帽式紧固	25、32、40、50、63	可锻铸铁
	螺栓式紧固	75、90、110	球墨铸铁、可锻铸铁
承插式	-	63、75、90、110、160、200、250、315、400	球墨铸铁
卡槽式	螺帽式紧固	20、25、32	黄铜
	螺栓式紧固	40、50、63、75	

4）适用范围：城镇和建筑内、外冷热水及饮用水系统。

2 主要技术参数

1）管材

①复合管工作温度应符合表7.4.1-3给出的要求。

表7.4.1-3 复合管工作温度

用途符号	塑料代号	工作温度（℃）
L	PE	≤40
R	PE-RT；PEX；PP-R	≤60、70、80

②材料

a 钢带表面应无油污、无锈斑、无灰垢等污物及无破损、无压痕等对使用有害的缺陷。其延伸率应≮30%，抗拉强度应≮275MPa。钢带的厚度及其允许偏差应符合《冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 708-2006或《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 709-2006的要求。

b 塑料冷水用复合管选用的PE塑料应在《给水用聚乙烯（PE）管材》GB/T 13663-2000中表1内选取，基本性能应符合GB/T 13663-2000中表2给出的要求。热水用复合管聚乙（丙）烯塑料性能应符合下列要求：

——选用PEX，其性能应符合《铝塑复合压力管（对接焊）》CJ/T 159-2006中表1给出的要求；

——选用PE-RT，其性能应符合《冷热水用耐热聚乙烯（PE-RT）管道系统》CJ/T 175-2002

中 5.1 给出的要求；

——选用 PP－R，其性能应符合《冷热水用聚丙烯管道系统　第 1 部分：总则》GB/T 18742.1－2002 中第 5 章给出的要求。

c　复合管选用的专用热熔胶应符合表 7.4.1－4 给出的要求。

表 7.4.1－4　专用热熔胶主要指标

项目	指标		
	L	R（PE 类）	R（PP－R 类）
密度（g/cm³）	≥0.915	≥0.915	≥0.89
维卡软化点（℃）	≥100	≥120	≥120

③外观和颜色：复合管端面封口与管材融接良好，须不可见钢管裸露。冷水用复合管内、外层为白色或蓝色，热水用复合管内、外层：橙红色。如用户有特殊需要，可由供需双方商定其它颜色。

④规格尺寸及最大工作压力

普通系列复合管的公称外径及偏差遵照《流体输送用热塑性塑料管材公称外径和公称压力》GB/T 4217－2001 中第 4 章的规定，应符合表 7.4.1－5 给出的要求。加强系列复合管的公称外径应遵照 GB/T 4217－2001 中第 4 章的规定，应符合表 7.4.1－6 给出的要求。普通系列复合管的壁厚，内、外层聚乙（丙）烯厚度，钢带厚度应符合表 7.4.1－5 给出的要求。加强系列复合管的壁厚，内、外层聚乙（丙）烯厚度，钢带厚度应符合表 7.4.1－6 给出的要求。普通系列复合管最大工作压力为 1.25MPa。加强系列复合管最大工作压力应符合表 7.4.1－7 给出的要求。复合管按直管交货，标准长度为 4m、6m、9m 和 12m，长度允许偏差为 ±20mm。

表 7.4.1－5　普通系列复合管规格尺寸

公称外径（mm）	内层聚乙（丙）烯最小厚度（mm）	钢带最小厚度（mm）	外层聚乙（丙）烯最小厚度（mm）	壁厚（mm）
50	1.4	0.3	1.0	3.5
63	1.6	0.4	1.1	4.0
75	1.6	0.5	1.1	4.0
90	1.7	0.6	1.2	4.5
110	1.8	0.8	1.3	5.0
160	1.8	1.1	1.5	5.5
200	1.8	1.4	1.7	6.0
250	1.8	1.7	1.9	6.5
315	1.8	2.2	1.9	7.0
400	1.8	2.8	2.0	7.5

表 7.4.1－6　加强系列复合管规格尺寸

公称外径（mm）	内层聚乙（丙）烯最小厚度（mm）	钢带最小厚度（mm）	外层聚乙（丙）烯最小厚度（mm）	壁厚（mm）
16	0.8	0.3	0.4	2.0
20	0.8	0.3	0.4	2.0
25	1.0	0.4	0.6	2.5
32	1.2	0.4	0.7	3.0

表 7.4.1－6

公称外径（mm）	内层聚乙（丙）烯最小厚度（mm）	钢带最小厚度（mm）	外层聚乙（丙）烯最小厚度（mm）	壁厚（mm）
40	1.3	0.5	0.8	3.5
50	1.4	0.6	1.5	4.5
63	1.7	0.6	1.7	5.0
75	1.9	0.6	1.9	5.5
90	2.0	0.8	2.0	6.0
110	2.0	1.0	2.2	6.5
160	2.0	1.7	2.2	7.0
200	2.0	2.2	2.2	7.5
250	2.0	2.8	2.3	8.5
315	2.0	3.5	2.3	9.0
400	2.0	4.5	2.3	10.0

表 7.4.1－7　加强系列复合管最大工作压力

用途符号	公称外径（mm）														
	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	160	200	250	315	400
	最大工作压力（MPa）														
L、R	2.5						2.0								

⑤物理力学性能

复合管按 7.4.1－8 所规定要求的短期静液压强度试验时，应无破裂及其他渗漏现象。普通管和加强管进行爆破强度试验时，其最小爆破压力应符合表 7.4.1－9 给出的要求。进行受压开裂稳定性试验时，应无裂纹和开裂现象。复合管剥离强度值应≥100N/25mm，内层和外层的聚乙（丙）烯与钢的层间应无分离和缝隙现象。无损探伤时，焊接完毕的钢管，应逐根进行涡流探伤或超声波探伤检验，涡流探伤钢管应符合标准《钢管涡流探伤检验方法》GB/T 7735－2004 中对比试样人工缺陷（钻孔）验收等级为 A 的要求。超声波探伤钢管应符合标准《焊接钢管（埋弧焊除外）用于确认水压密实性的超声波检测方法》GB/T 18256－2000 的要求。钢管对接焊缝或钢带的任何地方应无撕裂现象。

表 7.4.1－8　复合管静液压强度试验要求

用途符号	试验温度（℃）	静液压力（MPa）	试验时间（h）
L	80±2	最大工作压力×2	165
R	95±2	最大工作压力×2	165

表 7.4.1－9　复合管爆破强度试验要求

复合管系列	公称外径（mm）														
	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	160	200	250	315	400
	最小爆破压力（MPa）														
普通管	≥3.75														
加强管	≥7.5						≥6.0								

⑥管材卫生性能应符合 GB/T 17219－1998 的规定。

⑦交联度（只对 PE－X 复合层提此要求）：辐照交联方式其交联度不应小于 60%，硅烷交联方式其交联度不应小于 65%。

2） 管件

①双热熔管件

a 双热熔管件用原材料的基本物理机械性能应符合表 7.4.1－10 要求。

表 7.4.1－10 双热熔管件用塑料的基本性能要求

序号	项目		要求	测试方法	材料
1	密度（g/cm³）		≥0.926	GB/T 1033－1996 中 B 法	PE、PE－RT
			≥0.89		PP－R
2	熔体质量流动速率（g/10min）	190℃，2.16kg	≤2.0	GB/T 3682－2000	PE、PE－RT
		230℃，2.16kg	≤0.5		PP－R
3	拉伸屈服强度（MPa）		≥15	GB/T 1040－2006	PE、PE－RT
			≥21		PP－R
4	长期静液压强度（MPa）	20℃，50 年，预测概率 97.5%	≥8.0	GB/T 18252－2008	PE、PE－RT、PP－R
4	耐慢速裂纹增长（165h）		不破坏	GB/T 18476－2001	PE

b 双热熔管件金属部分的材料，在管道使用过程中，对塑料管道材料不应造成降解或老化。

c 双热熔管件一般内管及外履层均为白色，其它颜色可根据供需双方协商确定，但应满足相关规定。

d 带金属螺纹接头的双热熔管件其螺纹部分应符合《55°密封管螺纹》GB/T 7306－2000 的规定，公称外径为 dn20～dn160。

e 双热熔管件的短期静液压强度应满足表 7.4.1－11 的要求。

表 7.4.1－11 双热熔管件的短期静液压强度及熔体质量流动速率试验要求

项目	试验参数								指标
	温度（℃）	时间（h）	试验压力（MPa）						
			PE		PP－R		PE－RT		
			S2.5	S2	S2.5	S2	S2.5	S2	
静液压试验	20	1	—	—	6.01	7.51	3.96	4.95	—
	20	100	3.60	4.50	—	—	—	—	
	80	165	1.84	2.30	—	—	—	—	
	95	1000	—	—	1.31	1.64	1.40	1.75	
熔体质量流动速率	PE，MFR（190℃/5kg）g/10min								变化率≤原料的 25%
	PP－R，MFR（230℃/2.16kg）g/10min								变化率≤原料的 30%
	PE－RT，MFR（190℃/2.16kg）g/10min								

注：试样数量为 3 件。

f 饮水用双热熔管件的卫生性能应符合 GB/T 17219－1998 的规定。

g 双热熔管件与符合相关标准规定的管材连接后应通过系统静液压试验（表 7.4.1－12）、冷热循环试验（表 7.4.1－13）及循环压力冲击试验（表 7.4.1－13）三项系统适应性试验。试验中管材、管件及连接处应无破裂、无渗漏。

表 7.4.1－12 系统静液压试验

材料	管系列	试验温度（℃）	试验压力（MPa）	指标
PE	S2.5	80	1.60	无破裂 无渗漏
	S2		2.00	
PP－R	S2.5	95	1.31	
	S2		1.64	
PE－RT	S2.5		1.40	
	S2		1.75	

注：试验时间为 1000h，试样数量为 3 件。

表 7.4.1－13 冷热循环试验

材料	最高试验温度（℃）	最高试验温度（℃）	试验压力（MPa）	循环次数（次）	指标
PP－R	95	20	1.00	5000	无破裂 无渗漏
PE－RT	90				

注：一个循环的时间为 30min±2min，包括 15min±1min 最高试验温度及 15min 最低试验温度。试样数量为 1 件。

表 7.4.1－14 循环压力冲击试验

最高试验压力（MPa）	最低试验压力（MPa）	试验温度（℃）	循环次数（次）	循环频率（次/min）
1.5±0.05	0.1±0.05	23±2	10000	≥30

注：试样数量为 3 件。

②机械连接用管件

a 可锻铸铁材料应符合《可锻铸铁管路连接件》GB/T 3287－2000 中 5.1 的要求。球墨铸铁材料应符合《水及燃气管道用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295－2008 中 6.1 的要求。黄铜材料应符合 CJ/T 190－2004 中表 1 的要求。

b 扩口式、内胀式、承插式接口管件所用密封胶圈应符合《橡胶密封件 110℃热水供应管道的管接口密封圈 材料规范》HG/T 3097－2006 的要求。卡槽式接口管件所用密封胶圈应符合 CJ/T 190－2004 中表 1 的要求。

c 管件螺栓的结构和尺寸应符合《六角头螺栓》GB/T 5782－2000 的规定，力学性能应符合《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1－2000 中规定的 4.8 级要求。管件螺母的结构和尺寸应符合《1 型六角螺母》GB/T 6170－2000 的规定，力学性能应符合《紧固件机械性能 螺母 粗牙螺纹》GB/T 3098.2－2000 中规定的 6 级要求。

d 管件内外表面涂层种类、厚度、外观、颜色应符合 CJ/T 253－2007 的规定。

e 可锻铸铁、球墨铸铁材质管件应按表 7.4.1－15 规定的试验压力进行水压试验，试验过程中不应有渗漏、出汗和破裂。卡槽式接口管件按管道系统最高允许工作温度确定的试验温度（试样在该试验温度下保留至少 1h 再进行试验）下进行表 7.4.1－15 规定的爆破试验，管件不应破裂。

表 7.4.1－15 管件水压及爆破试验压力

适用管材公称外径（mm）	20	25	32	40	50	63	75	90	110	160	200	250	315	400
可锻铸铁材质管件试验压力（MPa）	2.5											—		
球墨铸铁材质管件试验压力（MPa）	—					2.5							1.6	
卡槽式管件爆破压力（MPa）	3.8	3.2	3.2	2.5	2.3	2.0	2.0	—						

f 扩口式、内胀式和卡槽式接口管件与管材连接试样按表 7.4.1－16 规定的静液压强度试验，管材与管件应不泄漏或不分离。

表 7.4.1－16 静液压强度试验

用途	试验温度（℃）	静液压力（MPa）	试验时间（h）
冷水用管件	根据管道系统最高允许工作温度	管材最大工作压力×1.5	165
热水用管件		管材最大工作压力×1.5	

g 连接可靠性扩口式、内胀式和卡槽式接口管件与管材连接可靠，具有防拔脱能力，在常温下，应能承受表 7.4.1－17 中的拉拔力，持续 1h 连接处无松动和断裂，零件应无裂缝或损坏。

表 7.4.1－17 管件组件最小拉拔力

适用管材公称外径（mm）		20	25	32	40	50	63	75	90	110	160	200
拉拔力（N）	扩口式	754	1178	1991	3207	4951	8273	9651	14335	22169	52310	84166
	内胀式	754	1178	1991	3207	4951	8273	9651	14335	22169	—	—
	卡槽式	754	1178	1991	3207	4951	8273	9651	—	—	—	—

h 卡槽式接口管件应进行气密性试验，试验以空气为介质，试验压力为 1.0MPa±0.1MPa，保持 30s，管件本体无泄漏。可锻铸铁材质承受压力的管件应能承受不低于 0.5MPa 的空气压力，管件本体无泄漏。

i 承插式接口管件与符合 CJ/T 183－2003 的管材连接后应做系统适应性试验。

j 扩口式、卡槽式接口管件和管材构成的组件按表 7.4.1－18 规定的条件进行冷热水循环性能试验，管材、管件及连接处应无破裂、泄漏。

表 7.4.1－18 冷热水循环试验条件

最高试验温度（℃）（注 1）	最低试验温度（℃）	试验压力（MPa）	循环次数（次）	每次循环时间（min）（注 2）
管道系统长期工作温度＋10℃	20±2	1.0±0.05	5000	30±2

注：1 最高试验温度不超过 90℃。

2 每次循环冷热各 15min±1min。

k 对于设计工作温度高于 70℃热水用管件应能承受因温控设备故障造成的短时期高温。按表 7.4.1－19 规定的条件进行试验时，要求管件不应泄漏或连接处不应分离。

表 7.4.1－19 故障温度下的静液压强度试验

试验压力（MPa）	试验温度（℃）	试样外部介质	试样内部介质初始温度（℃）	试验时间（h）
1.0	99±2	空气	49	720

l 循环压力冲击性能时，扩口式、卡槽式接口管件应符合《铝塑复合压力管第 1 部分：铝管搭接焊式铝塑管》GB/T 18997.1－2003 中 6.12.2 的要求。

m 进行真空性能实验时，扩口式、卡槽式接口管件应符合 GB/T 18997.1－2003 中 6.12.3 的要求。

n 管件用于输送饮用水时，卫生性能应符合 GB/T 17219－1998 的有关规定，其它涉及饮用水、食品用途的管件也应符合上述卫生性能要求。

3 选用要点

选用时应对产品用途、加强管、普通管、管件种类、颜色、规格尺寸、管长、物理力学性能、卫生性能和系统适应性提出要求。

4 施工要点

1）无系统试验报告报告的产品不得用于工程当中。

2）管道铺设方式可明装、暗装和直埋。

3）管道系统施工人员，必须经培训合格后方可上岗。

4）保护好管材端面，保护好管材及双热熔管件外表层塑料。

5）直埋时，对螺栓、螺母要防腐处理。

5 经济分析：$DN>50$ 时，与衬塑管材价格相当，$DN\leqslant 50$ 时，比衬塑管价格略便宜些。机械式连接管件价格较贵。

6 相关标准

《钢塑复合压力管》CJ/T 183－2003。

《钢塑复合压力管用双热熔管件》CJ/T 237－2006。

《钢塑复合压力管用管件》CJ/T 253－2007。

《铝塑复合管用卡压式管件》CJ/T 190－2004。

8 阀门、仪表

8.1 阀　　门

8.1.1 倒流防止器

1 概述

1）定义：倒流防止器是一种具有严格限定管道有压水单向流动、有效防止回流污染作用的水力控制阀门组合装置。

2）分类

①按防回流污染防护等级和水头损失值分为减压型倒流防止器和低阻力倒流防止器。

减压型倒流防止器：由两级相互独立的止回阀和一个水力控制排水阀组成，具有严格限定管道中有压水单向流动、有效防止回流污染的作用。

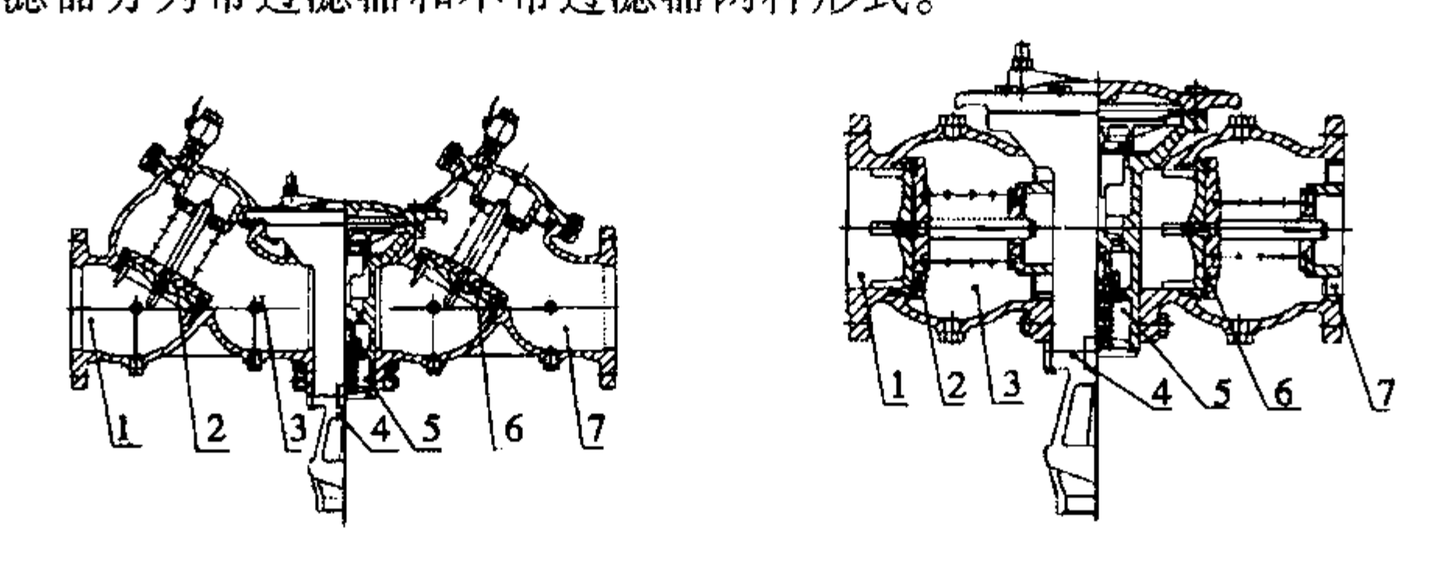
低阻力倒流防止器：由双级止回装置的主阀和自动泄水器组成，采用水力控制原理，具备空气隔断功能，在 2m/s 流速下，水头损失为 0.02 ~ 0.035MPa。

②减压型倒流防止器按结构分为直流式倒流防止器和直通式倒流防止器（图 8.1.1 - 1）。

③低阻力倒流防止器按结构分为内置排水式、直流式及可在线维护式。

④按连接方式包括螺纹连接和法兰连接两种方式。

⑤按是否带过滤器分为带过滤器和不带过滤器两种形式。



（a）直流式倒流防止器　　（b）直通式倒流防止器

图 8.1.1 - 1　倒流防止器

1 - 进水端；2 - 进水止回阀；3 - 阀腔；4 - 漏水斗；5 - 泄水阀；6 - 出水止回阀；7 - 出水端

3）规格尺寸

①YQ 系列减压型倒流防止器，见图 8.1.1 - 2、图 8.1.1 - 3、图 8.1.1 - 4。规格尺寸见表 8.1.1 - 1。

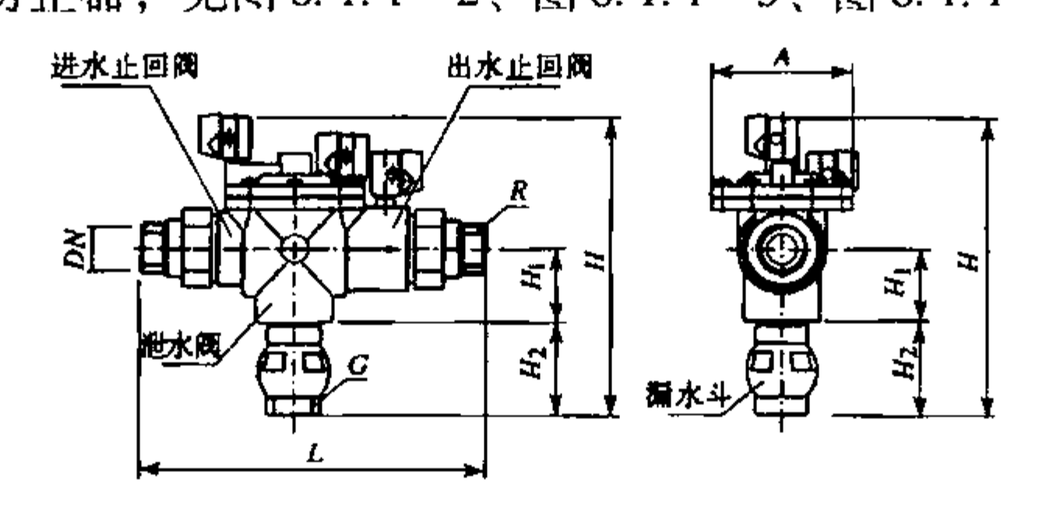


图 8.1.1 - 2　螺纹连接减压型倒流防止器外形图

表 8.1.1-1　YQ 系列减压型倒流防止器外形尺寸表

型号	公称直径 DN	L 不带过滤器	L 带过滤器	H	H1	H2	H3	A	B	排水口内螺纹 G(in)	PN = 1.6MPa 进、出口外螺纹 R(in)	PN = 1.6MPa 重量(kg)	PN = 1.0MPa 连接法兰 D	PN = 1.0MPa 连接法兰 φ	PN = 1.0MPa 连接法兰 n-d	PN = 1.0MPa 重量(kg) 不带过滤器	PN = 1.0MPa 重量(kg) 带过滤器	PN = 1.6MPa 连接法兰 D	PN = 1.6MPa 连接法兰 φ	PN = 1.6MPa 连接法兰 n-d	PN = 1.6MPa 重量(kg) 不带过滤器	PN = 1.6MPa 重量(kg) 带过滤器
YQDFQ4LX-16T	15	265	-	245	130	-	-	100	-	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	265	-	245	130	-	-	100	-	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	290	-	260	150	-	-	110	-	1	1	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	32	290	-	260	150	-	-	110	-	1	$1\frac{1}{4}$	4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	325	-	285	160	-	-	130	-	1	$1\frac{1}{2}$	6.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	325	-	285	160	-	-	130	-	1	2	6.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YQDFQ4LX-10Q　YQDFQ4LX-16Q	50	610	670	540	280	110	113	340	160	$1\frac{1}{2}$	-	-	165	125	4-φ19	70	75	165	125	4-φ19	70	75
	65	660	715	580	280	110	113	350	160	$1\frac{1}{2}$	-	-	185	145	4-φ19	87	93	185	145	4-φ19	87	93
	80	725	785	655	335	155	173	490	200	2	-	-	200	160	8-φ19	108	115	200	160	8-φ19	108	115
	100	825	865	685	335	155	173	515	200	2	-	-	220	180	8-φ19	140	148	220	180	8-φ19	140	148
	150	965	1070	760	360	150	204	615	245	$2\frac{1}{2}$	-	-	285	240	8-φ23	230	239	285	240	8-φ23	230	239
	200	1300	1370	880	400	189	246	715	270	3	-	-	340	295	8-φ23	450	462	340	295	12-φ23	450	462
	250	1364	1732	920	450	189	271	780	300	3	-	-	395	350	12-φ23	533	-	405	355	12-φ28	533	-
	300	1732	2010	980	500	253	286	800	340	4	-	-	445	400	12-φ23	630	-	460	410	12-φ28	630	-
	350	1800	2030	1020	550	273	266	900	380	4	-	-	505	460	16-φ23	825	-	520	470	16-φ28	825	-
	400	2016	2050	1200	610	265	274	920	430	4	-	-	565	515	16-φ28	1100	-	580	525	16-φ31	1100	-
阀体材质		螺纹连接为铸铜											法兰连接为球墨铸铁									

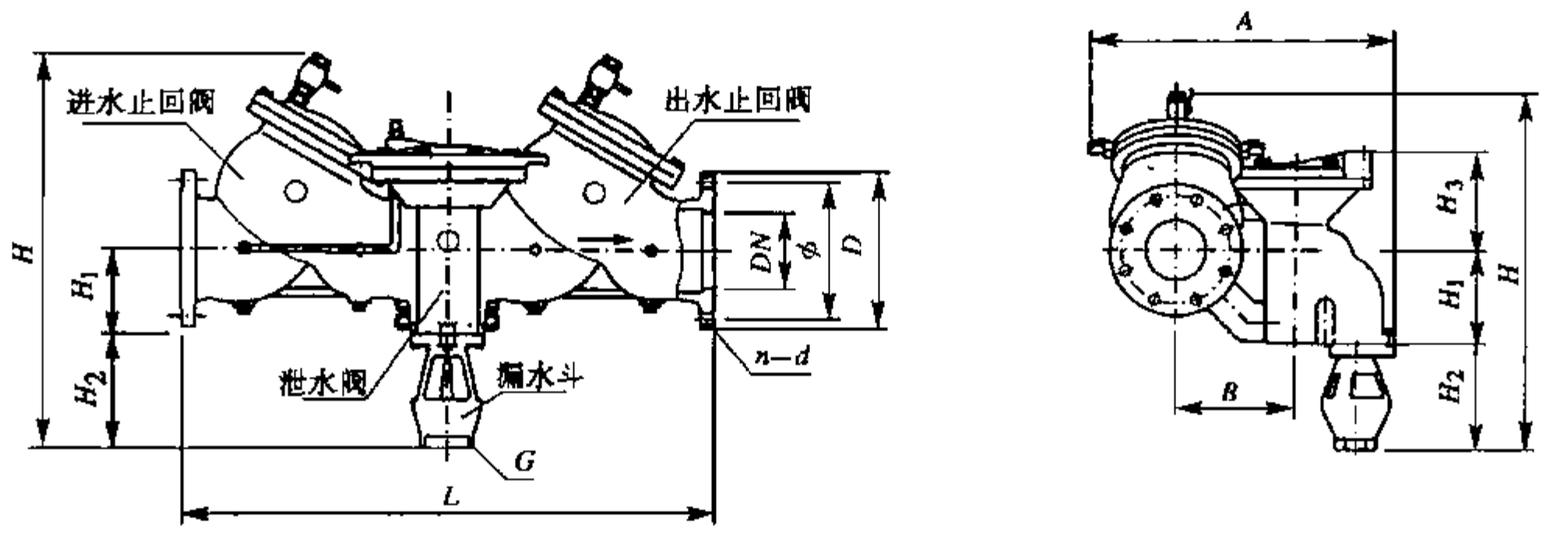


图 8.1.1－3　法兰连接减压型倒流防止器外形图（不带过滤器）

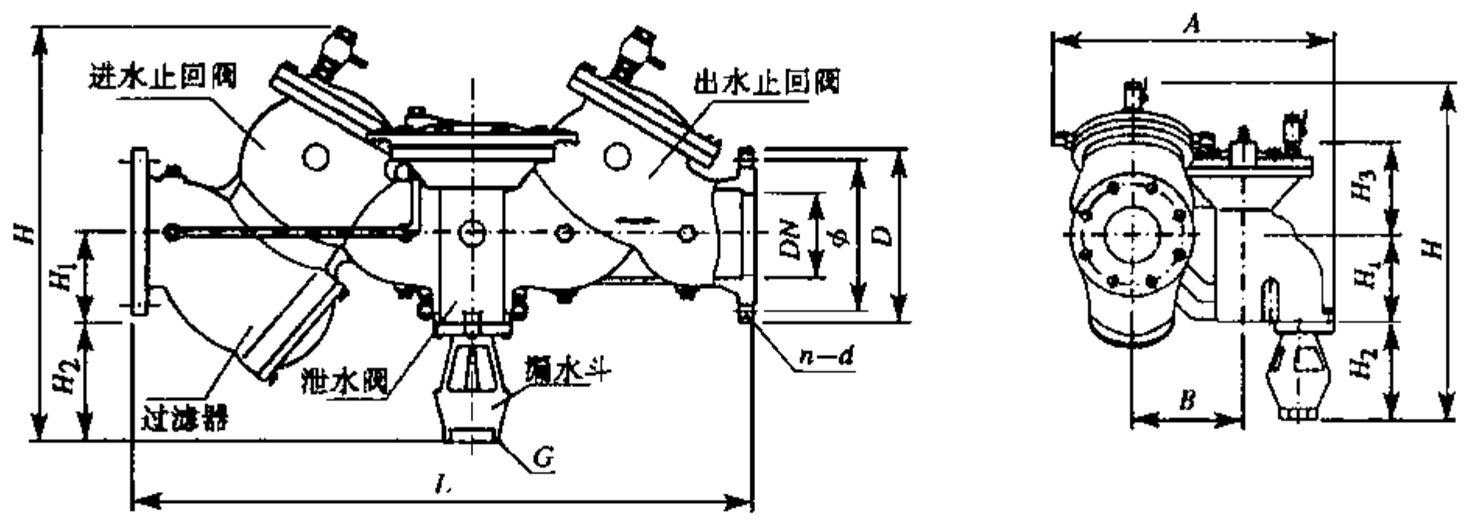


图 8.1.1－4　法兰连接减压型倒流防止器外形图（带过滤器）

②低阻力倒流防止器：

a　内置排水式（图 8.1.1－5、图 8.1.1－6），外形尺寸见表 8.1.1－2。

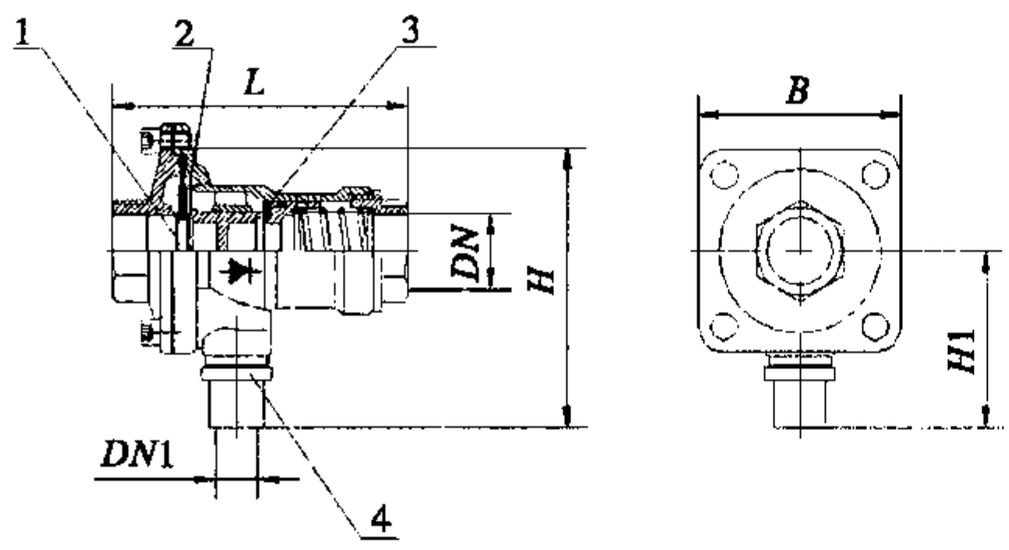


图 8.1.1－5　内置排水式 LHS711X 型

1－进口止回装置；2－内置排水装置；3－出口止回装置；4－排水管

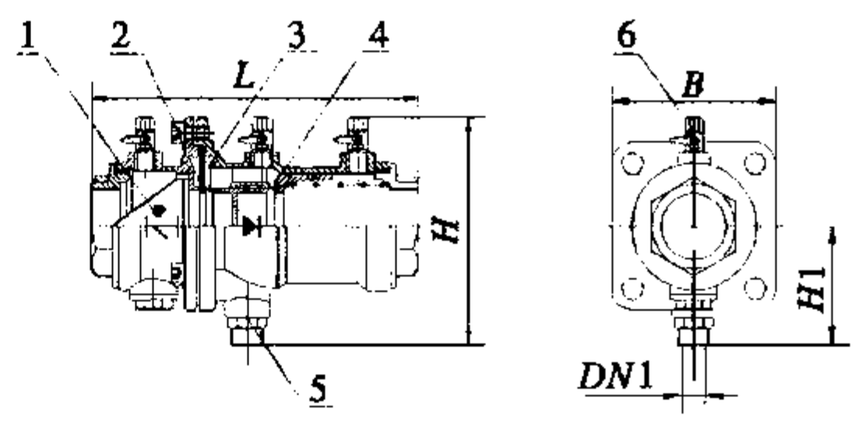


图 8.1.1－6　内置排水式 LHS712X 型

1－滤网；2－进口止回装置；3－内置排水装置

4－出口止回装置；5－排水管；6－测试球阀

表 8.1.1－2　内置排水式低阻力倒流防止器外形尺寸表

型式	公称尺寸 DN（mm）	外形尺寸（mm）				排水口直径 DN1（mm）	重量（kg）	阀体材质	连接方式
		L	H	H1	B				
LHS711X	15	107	115	58	75	10	1.7	S30408 不锈钢	管螺纹
	20	107	115	58	75	10	1.7		
	25	115	125	72	94	10	2.6		
LHS712X	32	235	176	96	112	15	4.6		
	40	235	176	96	112	15	4.6		
	50	255	208	122	132	15	6.5		

b　直流式（图 8.1.1－7）外形尺寸见表 8.1.1－3。

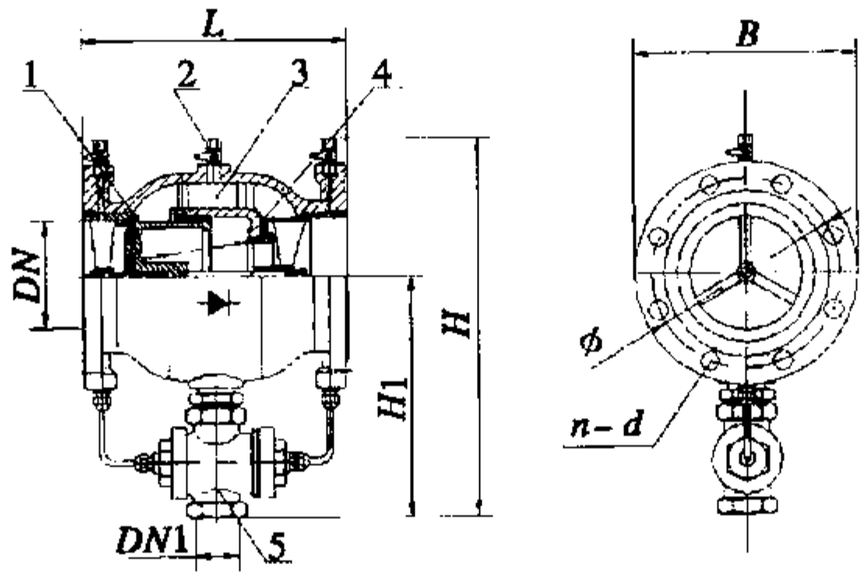


图 8.1.1-7 直流式 LHS743X 型低阻力倒流防止器外形图

1-进口止回装置；2-测试球阀；3-主阀中间腔；4-出口止回装置；5-自动排水器

表 8.1.1-3 直流式 LHS743X 型低阻力倒流防止器外形尺寸表

公称尺寸 DN（mm）	外形尺寸（mm）						排水口直径 DN1（mm）	重量（kg）	阀体材质	连接方式
	L	H	H1	B	ϕ	n-d				
50	185	270	160	165	125	4-ϕ19	15	11.5	球墨铸铁或不锈钢	法兰
65	210	285	166	185	145	4-ϕ19	20	13.6		
80	225	310	176	200	160	8-ϕ19	20	18.8		
100	250	335	195	220	180	8-ϕ19	25	26.5		
150	340	410	235	285	240	8-ϕ22	25	52.5		
200	400	466	266	340	295	8-ϕ22	32	78		

c 可在线维护式（图 8.1.1-8）外形尺寸见表 8.1.1-4。

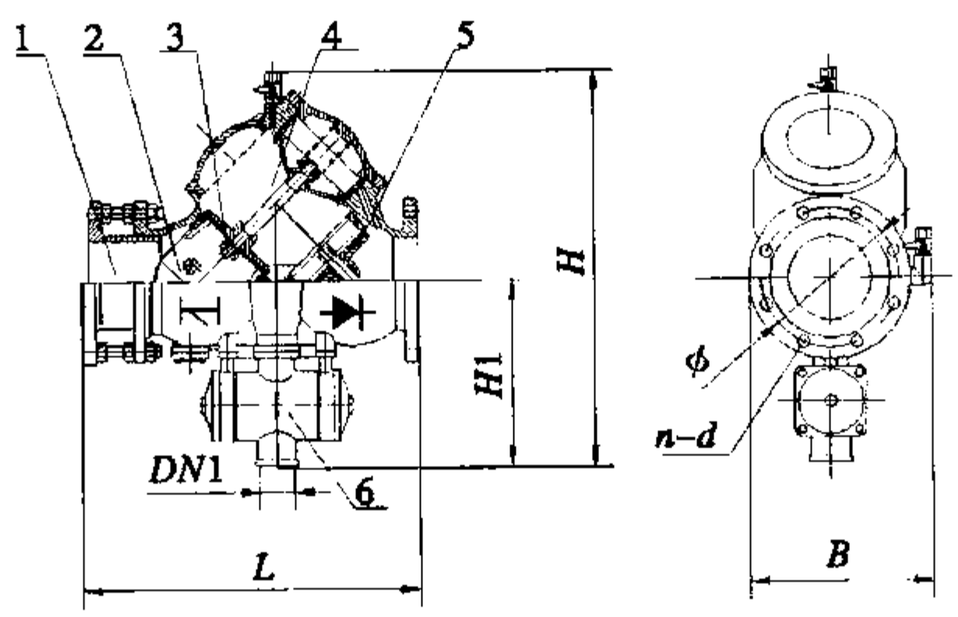


图 8.1.1-8 在线维护式 LHS745X 型低阻力倒流防止器外形图

1-伸缩装置；2-滤网；3-进口止回装置；4-主阀中间腔；5-出口止回装置；6-自动排水器

4） 主要性能参数

①减压型倒流防止器工作压力为 0.4～2.5MPa，常用公称压力为 1.6MPa 以下的系统。使用介质为清水及物理、化学性质类似清水的介质。介质温度应≤80℃。产品规格为 10～400mm。

②低阻力倒流防止器工作压力为 1.0～1.6MPa。使用介质为清水及物理、化学性质类似清水的介质。介质温度≤98℃应采用热水型，介质温度≤65℃应采用常温型。产品规格为 15～400mm。

2 选用与设置要点

1） 减压型倒流防止器

①应根据现行《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定，在需要设置减压型倒流防止器的场所，结合工程具体情况，合理选用减压型倒流防止器。

表 8.1.1－4 在线维护式 LHS745X 型低阻力倒流防止器外形尺寸表

公称尺寸 DN（mm）	外形尺寸（mm）							排水口直径 DN1（mm）	重量（kg）	阀体材质	连接方式
	L		H	H1	B	φ	n－d				
	无伸缩节	带伸缩节									
65	320	390	330	190	185	145	4－φ19	32	31	球墨铸铁	法兰
80	345	410	350	210	200	160	4－φ19	40	43		
100	380	460	385	230	220	180	8－φ19	40	61		
150	500	580	510	285	285	240	8－φ22	50	110		
200	650	730	656	336	340	295	8－φ22	50	170		
250	820	920	830	430	395	350	12－φ22	65	240		
300	1000	1100	980	510	445	400	12－φ22	65	320		
350	1050	1150	1000	600	510	460	16－φ22	80	350		
400	1300	1400	1250	680	570	515	16－φ26	80	400		

②减压型倒流防止器阀组，沿水流方向，依次应由前控制阀、水表或流量计（系统需要时设置）、管道过滤器、倒流防止器、可曲挠橡胶管接头或管道伸缩器（螺纹连接时采用活接头）、后控制阀构成。

③管道过滤器滤网应为不锈钢或铜质材料制作，且应有足够的强度和刚度。滤网网孔水流总面积应不小于管道过水断面面积的 2～3 倍，规格宜为 20～60 目。

④住宅入户支管上设置的减压型倒流防止器阀组，可不设置后控制阀。

⑤上述组件宜由减压型倒流防止器生产厂成套供应，以确保阀组正常可靠运行。

⑥在进行系统水力计算时，除计算减压型倒流防止器的水头损失外，还应考虑管道过滤器、水表等阀组组件的水头损失。减压型倒流防止器的水头损失值应根据生产厂家提供的水头损失曲线或水头损失实测数据确定。

2）低阻力倒流防止器

①应根据现行《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定，在需要设置低阻力倒流防止器的场所，结合工程具体情况，合理选用低阻力倒流防止器。

②内置排水式低阻力倒流防止器，适宜用于有可能产生轻危险级和中危险级污染场所，口径为 *DN*15～*DN*50，螺纹连接。

③直流式低阻力倒流防止器，适宜用于有可能产生轻危险级和中危险级污染场所，口径为 *DN*50～*DN*200，法兰连接。

④在线维护式低阻力倒流防止器，适宜用于有可能产生轻危险级和中危险级污染且要求在线维护的场所，口径为 *DN*65～*DN*400，法兰连接。

⑤低阻力倒流防止器应以阀组形式设置，沿水流方向，依次由前控制阀、管道过滤器（倒流防止器自带过滤网的可不设）、低阻力倒流防止器、可曲挠橡胶接头或管道伸缩器（螺纹连接时采用活接头；倒流防止器自带伸缩接头时可不设）以及后控制阀（小口径入户支管可不设）组成。

⑥低阻力倒流防止器阀组过滤器应符合下列要求：

应采用 S30408 及以上材质的不锈钢滤网或铜合金滤网，并有足够的刚度。滤网网孔总过流面积应

大于管道有效过流面积的2倍。网孔孔径不宜大于2mm。过滤器设置应便于在线清理。在2.0m/s流速时，水头损失不宜大于0.01MPa。

3）设置场所

①减压型倒流防止器

除低阻力倒流防止器设置场所外，凡生活饮用水管道不应与含有对健康有危害物质等有害有毒可能污染的设备直接连接时，均应安装。当无法避免时，应安装在设备供水管上。

②低阻力倒流防止器

a 从城镇给水管网的不同管段接出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，其引入管上应设置。从城镇给水管网直接抽水的水泵的吸水管上应设置。由城镇给水管直接向锅炉、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应设置。

b 从小区或建筑物内生活饮用水管道上单独接出消防用水管道时，在消防用水管道的起端（不包括室外给水管道上接出的室外消火栓）应设置低阻力倒流防止器。

4）设置要点

①应设置在只允许水流单向流动的给水管段上。其公称直径应与连接处管段公称直径一致，公称压力等级不应小于系统最大工作压力。倒流防止器适宜明装，应水平设置，阀盖向上，排水口向下。倒流防止器阀组应单组设置。当用于只有一条进水管且不允许中断供水的用户时，可采用两组并联设置方式，其单组过水能力宜按系统设计流量的70 %～100 %确定。

②从生活给水管道上单独接出消防用水管道时，倒流防止器阀组应设置在尽量靠近消防给水管道接出位置的系统始端，并按照现行消防规范的要求确定该阀组是否配置管道过滤器。

③倒流防止器设置地点应有排水设施，应采用间接排水方式，不应与排水关系直接连接。设置地点的环境应清洁，应保证足够的安装与维修空间。

④在有结冻可能的地区，当倒流防止器阀组设置在非采暖房间或室外时，应对阀组及明设管段采取防冻保温措施。当回流介质温度有可能高于80℃时，应选用热水型倒流防止器或由生产厂家采取相应的技术措施。

3 施工安装要点

1）倒流防止器阀组的安装，应在其上、下游给水管道冲洗干净后进行。

2）安装前应检查倒流防止器阀组各组件之间的紧固螺栓是否有松动现象。如发现异常，应重新紧固。但不得对倒流防止器阀体部件进行分解拆装。

3）倒流防止器阀组各组件阀体上标示的箭头指向应与系统水流方向一致。

4）倒流防止器应采用支架（或支墩）单独固定，不应将阀体重量传递给两端管道，也不应将外部荷载作用在倒流防止器阀体上。

5）倒流防止器阀组安装完毕后，应按有关规定进行调试。

4 相关标准、规范

《建筑给水排水设计规范》GB 50015。

《给水系统防回流污染技术规程》CECS 184：2005。

《倒流防止器》CJ/T 160－2002。

8.2 仪　　表

8.2.1 水表

1 概述：水表按测量原理、测量方法和结构形式、测量目的、测量介质、测量管径、指示值显示方式等进行分类，见表8.2.1。

表 8.2.1 水表分类

分类原则	分类	功能特点、适用范围
按测量原理	速度式水表	安装在封闭管道中，由一个运动元件组成，并由水流运动速度直接使其获得动力速度的水表 典型的速度式水表有旋翼式水表、螺翼式水表。旋翼式水表中又有单流束水表和多流束水表
	容积式水表	安装在管道中，由一些被逐次充满和排放流体的已知容积的容室和凭借流体驱动的机构组成的水表，或简称定量排放式水表。容积式水表一般采用活塞式结构
按公称口径	小口径水表	公称口径 40mm 及以下的水表通常称为小口径水表，螺纹连接
	大口径水表	公称口径 50mm 及以上的水表称为大口径水表，法兰连接
按用途	民用水表	民用水表只是指用于住宅及公建用水结算的水表
	工业用水表	其它用途的都可归入工业用水表。工业用水表一般为大口径水表
按安装方向	水平安装水表	在水表的度盘上用“H”代表水平安装，当水表名称不指明时，一般均为水平安装水表容积式水表没有水平与否的安装要求
	立式安装水表（立式表）	在水表的度盘上用“V”代表垂直安装
按介质温度	冷水水表	介质下限温度为 0℃、上限温度为 30℃的水表。不指明时，一般水表均指冷水水表
	热水水表	介质下限温度为 30℃、上限为 90℃或 130℃或 180℃的水表
按介质压力	普通水表	公称压力一般均为 1.0MPa。当不指明时，水表的公称压力均为 1.0MPa
	高压水表	最大使用压力超过 1.0MPa 的各类水表，主要用于管道输送的油田地下注水及其它工业用水的测量
按计数器是否浸入水中	湿式水表	计数器浸入水中的水表，其表玻璃承受水压，传感器与计数器的传动为齿轮联动，使用一段时间后，水质的好坏将影响水表读数的清晰程度
	干式水表	计数器不浸入水中的水表，结构上传感器与计数器的室腔相隔离，表玻璃不承受水压，传感器与计数器的传动一般用磁铁传动
	液封水表	用于抄表的计数字轮或整个计数器全部采用一定浓度的甘油等配制的液体密封的水表，计数器的清晰度不受外部水质影响，其余结构性能与湿式水表相同 注：计数器的字轮部分液封为小液封，整个计数器液封为大液封
按计数器指示形式	指针式	行业中常把指针式表又称为 C 型表
	字轮式（或称数码式或 E 型表）	—
	指针字轮组合式	—
按驱动叶轮水流束数	单流束水表（单流表）	—
	多流束水表	—

续表 8.2.1

分类原则	分类	功能特点、适用范围
远传水表分类		远传水表通常是以普通水表作为基表，加装了远传输出装置的水表。远传输出装置可以安置在水表本体内或指示装置内，也可以配置在本体外或指示装置外部。 目前远传水表的信号有二类，一类是包括代表实时流量的开关量信号、脉冲信号、数字信号等，传感器一般用干簧管或霍尔元件；另一类代表累积流量的数字信号和经编码的其它电信号等。远传输出的方式包括有线和无线
预付费类水表	IC 卡水表	—
	TM 卡水表	是一种非接触式的智能预付费水表
	代码数据交换式水表	用一组变形的数据码来传输交换预付水购置量数据，采用这种数据控制技术的智能预付费水表
	定量水表	采用电气控制或数控方式，在一定范围内设置和控制用水量的水表。这是在 IC 卡类预付费表研制成功前的同类型表，用于工业生产过程（如化工生产、建筑工程混凝土搅拌等）和投币取水等场合

2 主要性能要求

1）温度系数：最低允许工作温度（*mAT*）为给定内压条件下水表能够持久承受且计量特性不会劣化的最低温度。最高允许工作温度（*MAT*）为给定内压条件下水表能够持久承受且计量特性不会劣化的最高温度。工作温度（*Tw*）是在水表的上、下游测得的管道中的平均水温。

2）工作允许压力：最低允许工作压力（*mAP*）是额定工作条件下水表能够持久承受且计量特性不会劣化的最低压力。最高允许工作压力（*MAP*）是额定工作条件下水表能够持久承受且计量特性不会劣化的最高压力。

3）工作压力（*P*w）：在水表的上、下游测得的管道中的平均水压。

4）压力损失（ΔP）：额定工作条件下，水表的最大压力损失应不超过 0.063MPa，其中包括作为水表部件的过滤器或滤网。

5）流量系数：

常用流量（*Q*3）：额定工作条件下的最大流量。在此流量下，水表应正常工作并符合最大允许误差要求。

过载流量（*Q*4）：要求水表在短时间内能符合最大允许误差要求，随后在额定工作条件下仍能保持计量特性的最大流量。

最小流量（*Q*1）：要求水表的示值符合最大允许误差的最低流量。

分界流量（*Q*z）：出现在常用流量 *Q*3 和最小流量 *Q*1 之间、将流量范围划分成各有特定最大允许误差的“高区”和“低区”两个区的流量。

6）示值误差：对于水表的示值允许误差，最小流量至最大流量的 10% 之间（不包括 10% 这一点），为 ±5%，最大流量的 10% 至最大流量为 ±2%。

7）水表的外型尺寸包括口径、长、宽、高、连接螺纹等。尺寸、重量与包装运输有关。

8）水表压力损失曲线由生产厂家提供，当无资料时，可按常用流量时为 0.025MPa、过载流量时为 0.10MPa 估算，中间流量时用插入法求得。

3 选用要点

1）选择水表需首先考虑水温、供水压力、水的理化特性、水表允许压力损失及预期流量。水表的最小流量 *Q*1 和常用流量 *Q*3 必须与供水设施的预期流量、水流方向、计量范围等相适应。通过水表的设计流量及产生的压力损失不超过规定值确定。

2）公称直径不大于 *DN*50 时，应采用旋翼式水表，按给水系统设计秒流量选用。

3）宜优先选用干式水表。在非采暖地区且极限最低温度低于 -4℃时，室内公共部位的分户水表或毗邻西北两侧外墙的水表应采用干式水表。如采用湿式水表，应做保温处理。

4）水表的类型应与预期安装条件相适应，安装水表及管件应有充足的空间。

5）选用水表时，需注意溶解物质在水表中沉淀的可能性。需注意水表电源的持续运行能力。

4 施工安装要点

1）水表应安装在易于接近的位置，以便读数、维护和拆卸。不适合安装在能产生冲击或震动，并损坏水表的场所。

2）水表不应承受由管子和管件引起的过渡应力。如有必要，水表应安装在底座或托架上，并在水表前加装柔性接头。应防止由表内的水和环境的极限温度损坏水表。

3）水表安装位置应避免曝晒、水淹、冰冻和污染，在雨季和冬季应采取防雨防冻措施。

4）表壳上的水流指示箭头方向必须与水流方向一致。

5）为保证流经水表水流态的稳定，在水表两侧管段宜保证有一定的直管段，以确保水表计量精确。

6）水表前后均宜装设检修阀门，水表与表后阀门间宜装设泄水装置，住宅中分户水表，可不设表后检修阀及专用泄水装置。

7）当水表可能发生反转时，应在水表后设止回阀，特别是加热设备进水管冷水表后应设止回阀。

8）管道冲洗干净后，才可进行水表的安装。安装后，应让水缓慢地进入总管，并对系统排气。

9）热水表的安装要求除工作温度不同外，其它安装要点与冷水表相同。热水表最大工作温度为110℃，若水表安装在锅炉或换热器前，为防止回流，应在水表后设置止回阀。

10）饮用水计量仪要求水质混浊度不超过 1NTU。以水平位置（度盘面朝上）安装为宜。

11）具体施工可参见国家建筑标准设计图集 01SS105《常用小型仪表及特种阀门选用安装》

5 相关标准、规范

《封闭满管道中水流量的测量 饮用冷水水表和热水水表 第 1 部分：规范》GB/T 778.1 -2007/ISO 4064 -1：2005。

《封闭满管道中水流量的测量 饮用冷水水表和热水水表 第 2 部分：安装要求》GB/T 778.2 -2007/ISO 4064 -2：2005。

《封闭满管道中水流量的测量 饮用冷水水表和热水水表 第 3 部分：试验方法和试验设备》GB/T 778.3 -2007/ISO 4064 -3：2005。

8.2.2 温度计

给水排水和消防工程常用的温度计有玻璃液体温度计、压力式温度计、双金属温度计、热电阻和热电偶温度变送器。

1 主要性能指标

1）玻璃液体温度计

根据分度值和测量范围不同，玻璃液体温度计分为精密温度计和普通温度计（见表 8.2.2）。

表 8.2.2 温度计分类

名称	精密温度计		普通温度计	
分度值	0.1，0.2	0.5，1	0.5，1	2，5
温度范围（℃）	-60 ~ 300	300 ~ 500	-100 ~ 300	-30 ~ 600

2）压力式温度计

温包充满低沸点液体蒸汽的压力式温度计型号为 WTZ -280，电接点温度计型号为 WTZ -288。压力式温度计最大测量范围为 -20 ~ 160℃，精度等级为 1.5 和 2.5 两级。仪表正常工作环境温度为 -10 ~ 55℃。毛细管最大长度不大于 20m。电接点温度计的工作电源为 220V/380V。接点容量为 10VA。

压力式温度计温包内充满气体的型号为 WTQ－280；电接点温度计的型号为 WTQ－288。

3）双金属温度计

双金属温度计代号为 WS\WSS,电接点温度计为 WSX\WSSX。温度测量极限范围：最低极限温度为－60℃，最高极限温度为 500℃，正常工作环境温度为－20～60℃。保护套管插入被测介质的深度为 150～500mm/100～1500mm，接头螺纹为 M27×2\G1/2\G3/4\M16×1.5，电接点温度计的接点功率为 10VA，最大工作电压为 220V/380V，最大工作电流为 1A。

4）热电偶和热电阻温度计主要用于工业用途。

2 选用要点

1）一般规定

量程选择：被测介质的正常温度应在仪表最大量程的 1/4～3/4 范围之内。被测介质的脉冲温度不应大于仪表的最大量程。仪表的安装环境应符合产品对环境的要求。有关电气的技术要求详见产品说明。

2）温度计的选型

当被测介质的温度无远传要求时，可选用蒸汽/气体压力式温度计\双金属温度计。当被测介质的温度有远传要求时，应选用热电阻或热电偶温度传感器加二次仪表显示和控制系统。当环境振动条件超过 V. H. 3 级，宜采用压力式温度计或热电阻，也可采用热电偶温度传感。被测介质为腐蚀性介质时，温度仪表的保护套管应采用相应的防腐蚀材质套管。当系统要求有温度控制要求时，可采用电接点温度计或热电阻/热电偶温度传感器。

3 施工安装：参见国家建筑标准设计图集 01SS105《常用小型仪表及特种阀门选用安装》

4 相关标准

《双金属温度计》JB/T 8803－1998。

《蒸气和气体压力式温度计》JB/T 9259－1999。

《工业热电偶技术条件》JB/T 9238－1999。

8.2.3 压力表

给水排水工程和消防工程常用压力表从测量范围上可分为真空表、真空压力表、压力表。从结构型式上分为弹簧压力表和压力变送器两种。从功能上弹簧压力表又分为一般压力表、耐震压力表、隔膜压力表、电接点压力表和远传压力表。压力变送器可分为电容式差压压力变送器和扩散硅压力变送器等。

1 主要性能指标

1）弹簧压力表量程及精度等级：压力表量程（MPa）为 0～0.4/0.6/1/1.6/2.5/4/6，真空表量程（MPa）为－0.1～0。真空压力表量程（MPa）为－0.1～0/0.3/0.5/0.9/1.5/2.4。给水排水及消防给水工程采用的现场直接显示仪表的精度等级采用 2.5 或 1.5 即可。

2）一般压力表：压力比接头螺纹为 M20×1.5 或 G1/2。其正常工作环境温度为－40～70℃，表体最大允许温度为 200℃，正常工作的振动不应超过 V. H. 3 级。

3）耐震压力表：接头螺纹为 M20×1.5 或 G1/2。其具有阻尼和全封闭性能，耐振动、压力瞬间冲击和恶劣环境能力强。耐震压力表有 YTN－100 和 YTNZ－100 两种型号，YTNZ－100 带有阻尼器。

4）隔膜压力表：接头螺纹为 M20×1.5 或 G1/2。被测介质的环境温度为－25～70℃。隔膜有 SUS316、SUS316L、3J1、蒙乃尔合金、巴氏合金、纯钛和纯银等材质。隔膜压力表具有防腐功能，适用于酸碱等腐蚀性介质的压力测量。

5）电接点压力表：接头螺纹为 M20×1.5 或 G1/2。该类压力表触头功率为 10VA，触头最大电压为 380V，触头最大电流为 1A。其工作环境温度为－20～60℃，相对湿度不大于 85%。振动等级超过 V. H. 3 时，应加装耐震阻尼块。如果仪表使用的环境温度超过 20±5℃时，应考虑温度附加系数。电接点压力表的型号有 YTX－100、YTX－150。磁助式电接点压力表型号有 YTXC－100、YTXC－150。防爆电接点压力表型号有 YTX－160－B，磁助耐震电接点压力表型号有 YTXC－150－Z。

6）远传压力表：接头螺纹为 M20 × 1.5 和 G1/2。仪表的电气部分由四芯插头与外部联接。该类压力表的工作环境温度为 -25 ~ 60℃，工作环境相对湿度应≯85%。

本安防爆型远传压力表技术要求：仪表的外接配线要求采用单独的电缆。电缆的公称外径为 6 ~ 9mm，且二芯，电缆的布置尽可能减小对仪表本身安全性能的干扰。尽量，直线布置，不得打卷或与高压线捆成一束。电容最大允许值分别为 5mH 和 0.05uF；仪表外通过接线盒内设置的接地螺钉可靠接地；仪表正常工作的振动条件应不超过 V. H. 3 级规定；被测介质中不应有对黄铜、磷铜、50CrVA 钢起腐蚀作用的物质。

7）压力变送器：精确度等级为 0.2、0.5，其输入电源为 24V，输出信号为 4 - 20mA。量程为 0 ~ 200kPa、0 ~ 10kPa、0 ~ 25MPa、0 ~ 200kPa。压力变送器使用环境温度为 -20 ~ 80℃，环境相对湿度为 5% ~ 95%，大气压为 80 ~ 110kPa。其接头螺纹为 M20 × 1.5、G1/2/2.1/2NPT。电容式差动压力变送器的型号有 YST - 11 - I/II，扩散硅式压力变送器型号有 YRB - 02，防爆型压力变送器型号有 YSZK - 33 - B。

2 选用要点

1）一般规定

量程选择：被测介质的正常压力应在仪表最大量程的 1/4 ~ 3/4 范围之内。被测介质的脉冲压力不应大于压力表的最大量程。压力表或压力变送器的安装环境应符合产品对环境的要求。

2）压力表的选型

①无腐蚀性的液体（如自来水、软化水等）和气体（空气、蒸汽等），且仪表工作环境的振动等级不超过 V. H. 3 级时，采用一般压力表。

②当被测介质为腐蚀性液体或纯水时，应采用隔膜式压力表。

③水泵、空压机等设备的进出口管道上的压力表，或者仪表安装的环境振动等级超过 V. H. 3 级时，压力表应采用耐震压力表。

④被测介质的压力需要有压力范围控制或压力报警功能时，可采用电接点压力表。

⑤当测量介质无腐蚀、振动等级不超过 V. H. 3、介质压力波动较少时，采用普通型电接点压力表。

⑥当被测介质压力波动较大，且有激烈的脉冲时，应采用磁助式电接点压力表。

⑦当被测介质的振动等级超过 V. H. 3 级或水泵空压机的进出管，且介质压力有激烈的脉冲时，应采用磁助耐震电接点压力表。

⑧当仪表安装环境有防爆要求时，应采用防爆电接点压力表。

⑨当被测介质的压力有远传和检测要求时，可采用远传压力表或压力变送器。远传压力表的精确度和压力表的精确度和压力变送器相比较低，可用于测量精度要求低的场所。

⑩压力变送器用于测量精度要求较高的场所。

⑪远传压力表和压力变送器两者都能实现远距离传递压力信号和自动控制。远传式压力表的安装环境振动不应超过 V. H. 3 级。超过时应设减振缓冲装置。压力变送器的安装环境的振动等级超过 V. H. 3 级时，采用毛细管传递压力。

3 施工安装要点：径向型弹簧压力表的表接头应垂直向下安装。压力变送器的接头可向下或水平安装。对于测量介质温度超过 60℃时，弹簧压力表的安装应选用有冷凝管的安装方式。当安装仪表的管道≤DN100 时，压力表的安装宜采用丝扣连接，当安装仪表的管道 > DN100 时，压力表的安装宜采用焊接连接。当安装仪表的管道有保温时，连接 DN15 的短管上的压力表阀门应在保温层外面。具体施工可参见国家建筑标准设计图集 01SS105《常用小型仪表及特种阀门选用安装》

4 相关标准

《一般压力表》GB 1226 - 2001。

《电接点压力表》JB/T 9273 - 1999。

《远传压力表》JB/T 10203 - 2000。

第二部分

暖通空调·燃气

1 冷热源设备

1.1 锅 炉

1.1.1 分类、特点及适用范围（表1.1.1）

表1.1.1 锅炉分类、特点及适用范围

分类	产品名称	特 点	供热量	适用范围
蒸汽锅炉	卧式内燃三回程燃油燃气蒸汽锅炉	结构简单，紧凑，制造成本低，对水处理要求低	单台蒸发量1～10t/h范围	蒸汽用户的汽源，以及作为采暖、通风和空调热负荷的热源
	双锅筒纵置式水管燃油燃气蒸汽锅炉	蒸发量和压力不受限制，水循环较好。对水处理要求较高。本体结构较复杂	单台蒸发量10t/h以上	
	立式水管燃油燃气蒸汽锅炉	单台蒸发量较小，占地面积小，便于安装使用	单台蒸发量1t/h以下	
	电热蒸汽锅炉	无需备用锅炉，仅备用发热元件即可	单台蒸发量4t/h以下	符合用电条件地区蒸汽用户的汽源或蓄热式电锅炉的热源
热水锅炉	卧式内燃三回程燃油燃气热水锅炉	结构简单、紧凑，制造成本低	单台热容量0.7～7.0MW	采暖、通风和空调热负荷的热源
	立式水管燃油燃气热水锅炉	占地面积小，便于安装	单台热容量0.7MW以下	
	双锅筒纵置式水管燃油燃气热水锅炉	热容量和压力不受限制，水循环较好。但对给水品质要求较高。本体结构较复杂，尤其是炉墙密封	单台热容量7MW以上	
	单锅筒纵置式水管燃油燃气热水锅炉			
	常压燃油燃气热水锅炉	常压锅炉为非压力容器	单台热容量2.8MW以下	采暖、通风和空调热负荷的热源。特别适用于锅炉需设置在建筑物内的使用场合
	真空燃油燃气热水锅炉	破裂时碎片不会向外飞，安全性好		
	电热承压热水锅炉	受《热水锅炉技术监察规程》监控，锅炉设置在建筑物内或贴近建筑物时，对其热容量和压力有限制	单台热容量2.1MW以下	宜用作蓄热式电锅炉系统的热源
	电热常压热水锅炉	常压锅炉，为非压力容器		适用于符合用电条件的地区、锅炉需设置在建筑物内的使用场合
	电热真空热水锅炉	如炉体破裂无碎片外溅，安全性好		

1.1.2 蒸汽锅炉

1 蒸汽锅炉主要技术性能指标见表 1.1.2。

表 1.1.2 蒸汽锅炉主要技术性能指标

燃油燃气蒸汽锅炉	卧式内燃三回程	额定蒸发量（t/h）		0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0	2.5	3
		燃料耗量	天然气（Nm^3/h）	——			42	59	83	125	146	182	218
			柴油（kg/h）	——			38	52	73	110	128	160	193
		额定蒸发量（t/h）		4	5	6	8	10	12	15	16	20	——
		燃料耗量	天然气（Nm^3/h）	280	360	432	576	708	850	1060	1222	1528	——
			柴油（kg/h）	254	317	381	508	624	749	936	1076	1345	——
		锅炉设计效率（%）		87～90									
		额定工作压力（MPa）		0.7，1.0，1.25，1.6，2.45									
	双锅筒纵置式水管	额定蒸发量（t/h）		0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0	2.5	3
		燃料耗量	天然气（Nm^3/h）	——									
			柴油（kg/h）	——									
		额定蒸发量（t/h）		4	5	6	8	10	12	15	16	20	——
		燃料耗量	天然气（Nm^3/h）	317	419	468	670	802	1006	——	1340	1476	——
			柴油（kg/h）	256.5	344.8	385	551.7	660	827.6	——	1103	1216	——
		锅炉设计效率（%）		86～91									
		额定工作压力（MPa）		0.7，1.0，1.25，1.6，2.45									
	立式水管	额定蒸发量（t/h）		0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0	2.5	3
		燃料消耗量	天然气（Nm^3/h）	——	26.8	——	44.7	——	87.9	——			
			柴油（kg/h）	13.8	20.9	27.9	34.9	48.8	69.8	——			
		额定蒸发量（t/h）		4	5	6	8	10	12	15	16	20	——
		燃料消耗量	天然气（Nm^3/h）	——									
			柴油（kg/h）	——									
		锅炉设计效率（%）		86～89									
		额定工作压（MPa）		0.7，1.0									
电蒸汽锅炉		额定蒸发量（t/h）		0.05	0.1	0.2	0.3	0.5					
		额定工作压力（MPa）		0.3				0.7					
		输入电功率（kW）		40	80	150	210	360					
		额定电流（A）		60	122	228	320	547					
		额定蒸发量（t/h）		0.75	1	2	3	4					
		额定工作压力（MPa）		0.7	1.0								
		输入电功率（kW）		540	720	1440	2160	2880					
		额定电流（A）		820	1094	2188	3282	4376					
		锅炉设计效率（%）		98%									

注：1 燃料发热量按柴油 41868kJ/kg、天然气 36845.6kJ/Nm^3 计算。

2 所列为部分锅炉生产厂的产品参数，供参考。

2 蒸汽锅炉选用要点

1）燃油燃气蒸汽锅炉选用要点

①应在对产品进行技术和经济比较的基础上，选择具备技术先进、自动化程度高、锅炉效率高的，品牌知名度高、信誉好、售后服务好的锅炉厂商产品，并应确认是否符合国际产品质量管理通用标准。

②应注意锅炉使用燃料类别与燃烧设备是否匹配，接口规格和连接方式、配套辅机、自控装置、安全保护装置、阀门等的情况。

③应要求厂商提供锅炉尾部排烟温度及微正压的压力参数和锅炉排放烟气污染物中二氧化硫（SO_2），氮氧化物（NO_X）的含量，以便考虑余热回收装置的配置，进行尾部烟道阻力和是否满足环保要求的计算。

④应考虑锅炉烟气冷凝结露所引起的腐蚀对锅炉使用寿命的影响。应考虑锅炉尾部增加余热回收装置后，其燃烧器对尾部受热面所增加烟气阻力的适应性，进行核算。

⑤燃气锅炉所用燃气宜采用低压（<5kPa）和中压（5～150kPa）系统，不宜采用高压系统。

⑥燃油燃气锅炉尾部烟道应装有防爆门。

⑦选用锅炉的额定热效率应符合《公共建筑节能设计标准》GB 50189－2005 中有关“燃油燃气蒸汽、热水锅炉额定热效率≥89%”的规定。

2）电蒸汽锅炉选用要点

①选用的电蒸汽锅炉应具有先进、完善的自控系统，应配备安全可靠的超载、超压、缺水、低水位等自动保护装置。

②单台电蒸汽锅炉的电功率，应与变压器容量相匹配。多台电蒸汽锅炉可共用一台变压器，但不允许多台变压器共同给一台电锅炉供电。单台电蒸汽锅炉的功率不宜大于2.4MW。

③电蒸汽锅炉配合蒸汽蓄热器，可蓄存较多、较高参数的热量，但电蒸汽锅炉加蒸汽蓄热器的系统造价高，要求运行管理水平较高。因此，对于供热参数要求不高的采暖、空调及生活用热系统，一般不采用电热蒸汽锅炉加蒸汽蓄热器的系统。

3 蒸汽锅炉施工安装要点

1）锅炉及其辅机、水处理设备等的安装应符合设备制造厂的技术要求。设备基础必须待设备到货并与设计图纸核对无误后，方可施工。

2）管道最高点放气、最低点放水。管道安装后的试压验收，按《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235－1997 进行。

3）设备安装时，应避免设备、安装材料集中堆放在楼板上。利用建筑柱、梁起吊设备时，必须事先核实梁、柱的承载能力。

4）燃油系统必须设二级过滤器。中燃油过滤器（60 目/英寸）设于日用油箱出口管段上，细燃油过滤器（140 目/英寸）设于燃烧器入口管段上。

5）燃气总管上应装设总关闭阀。总关闭阀设在安全和便于操作的地点，高度宜1.0～1.2m。燃气管入户前应装设快速切断阀。

6）燃气管上应装设放散管、取样口和吹扫口。其位置应能满足将管道内的燃气或空气吹净的要求。放散管应设阻火器。引出管应高于锅炉房屋面2.0m 以上。放散管的管径应根据吹扫段的容积和吹扫时间确定。吹扫量按吹扫容积的10～20 倍计算，吹扫时间可采用15～20min。

7）电锅炉的电源应由配电室直接供给，可用电缆或金属排输送。

8）电锅炉控制柜及系统控制柜宜单独设置在控制室内，如布置有困难需设置在锅炉间内时，控制柜必需远离水泵和水处理设备，并应有50～100mm 高的基础。

9）电锅炉房内所有用电设备都需可靠接地。

1.1.3 热水锅炉

1 热水锅炉主要技术性能指标见表1.1.3－1～表1.1.3－3。

表 1.1.3－1 燃油燃气承压式热水锅炉主要技术性能指标

卧式内燃三回程	额定热功率（MW）		0.35	0.49	0.7	1.05	1.4	1.7	1.75	2.1
	燃料耗量	天然气（Nm^3/h）	38	53.2	76	114	148.5	——	185	223
		柴油（kg/h）	33.5	47	67	100.5	131	——	164	195.6
	额定热功率（MW）		2.8	3.5	4.2	5.6	7.0	8.4	10.5	——
	燃料耗量	天然气（Nm^3/h）	297	371	451	601	751.5	902	1127	
		柴油（kg/h）	262	327.5	397.5	530	662.5	795	994	
	锅炉设计效率（%）		89.3～94							
	额定工作压力（MPa）		0.7，1.0，1.25，1.6							
	供水/回水温度（℃）		95/70、115/70							
立式水管	额定热功率（MW）		0.35	0.49	0.7	1.05	1.4	1.7	1.75	2.1
	燃料耗量	天然气（Nm^3/h）	40.4	——	80.8	121	160.1	196.2	——	239.6
		柴油（kg/h）	33.3	——	66.5	99.7	131.9	161.6	——	197.3
	额定热功率（MW）		2.8	3.5	4.2	5.6	7.0	8.4	10.5	——
	燃料耗量	天然气（Nm^3/h）	320.2	——						
		柴油（kg/h）	263.7	——						
	锅炉设计效率（%）		88.6～89.5							
	额定工作压力（MPa）		0.7，1.0							
	供水/回水温度（℃）		95/70，60/50							
双锅筒纵置式水管	额定热功率（MW）		1.4	2.8	4.2	7.0	14.0			
	燃料耗量	天然气（Nm^3/h）	——	307.2	460.8	801.4	1553			
		柴油（kg/h）	——	253	379.5	600	1279			
	锅炉设计效率（%）		87～91							
	额定工作压力（MPa）		0.7，1.0，1.25							
	供水/回水温度（℃）		95/70，115/70，130/70							
单锅筒纵置式水管	额定热功率（MW）		1.4	2.8	4.2	7.0	14.0			
	燃料耗量	天然气（Nm^3/h）	150	306	——					
		柴油（kg/h）	123	252	——					
	锅炉设计效率（%）		88.3～91.37							
	额定工作压力（MPa）		0.7							
	供水/回水温度（℃）		95/70							

表1.1.3-2 燃油燃气常压及真空式热水锅炉主要技术性能指标

常压式	额定热功率（MW）		0.35	0.7	1.05	1.4	2.1	2.8	
	燃料耗量	天然气（Nm^3/h）	40	79.2	118.6	156.2	235.4	313	
		柴油（kg/h）	32.6	65.2	90.5	128.5	193.9	258	
	锅炉设计效率（%）		90.1	90.1	90.5	91.8	91.3	91.6	
	额定工作压力（MPa）		0						
	供水/回水温度（℃）		95/70						
真空式	额定热功率［MW/（kcal/h）］		0.116/100000	0.174/150000	0.233/200000	0.291/250000	0.349/300000	0.407/350000	0.465/400000	0.581/500000
	燃料耗量	天然气（Nm^3/h）	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.8	44.4	55.5
		柴油（kg/h）	10.7	16	21.3	26.7	32	37.3	42.6	53.3
	额定热功率［MW/（kcal/h）］		0.698/600000	0.93/800000	1.16/1000000	1.51/1300000	1.86/1600000	2.33/2000000	2.91/2500000	——
	燃料耗量	天然气（Nm^3/h）	66.6	88.8	111	144.3	177.6	222	277.5	
		柴油（kg/h）	64	85.3	107	138.6	170.7	213.3	269.6	
	锅炉设计效率（%）		——							
	最高使用水压头（MPa）		0.7							
	供水/回水温度（℃）		80/60							

表1.1.3-3 电热水锅炉主要技术性能指标

承压式	输出热功率（MW）	0.06	0.12	0.23	0.35	0.47	0.53
	输入电功率（kW）	60	120	240	360	480	540
	输出热功率（MW）	0.7	0.93	1.2	1.4	1.7	2.1
	输入电功率（kW）	720	960	1200	1440	1800	2160
	额定工作压力（MPa）	≤1.6					
	工作温度（℃）	≤120					
	锅炉设计效率（%）	98%					
常压式	输出热功率（MW）	0.06	0.12	0.23	0.35	0.47	0.53
	输入电功率（kW）	60	120	240	360	480	540
	输出热功率（MW）	0.7	0.93	1.2	1.4	1.7	2.1
	输入电功率（kW）	720	960	1200	1440	1800	2160
	额定工作压力（MPa）	0					
	工作温度（℃）	≤90					
	锅炉设计效率（%）	98%					
真空式	输出热功率（MW）	0.06	0.12	0.23	0.35	0.47	0.53
	输入电功率（kW）	60	120	240	360	480	540
	输出热功率（MW）	0.7	0.93	1.2	1.4	1.7	2.1
	输入电功率（kW）	720	960	1200	1440	1800	2160
	额定工作压力（MPa）	0.8～1.2					
	工作温度（℃）	≤85					
	锅炉设计效率（%）	98%					

注：1 表1.1.3-1～表1.1.3-3中，承压燃油、燃气热水锅炉的燃料发热量按柴油41868kJ/kg、天然气36845.6kJ/Nm^3计算；常压热水锅炉的燃料发热量按柴油42705.4kJ/kg、天然气35162.4kJ/Nm^3计算；真空热水锅炉燃料发热量按柴油43124kJ/kg、天然气41441.4kJ/Nm^3计算。

2 所列为部分锅炉生产厂的产品参数，供参考。

2 热水锅炉选用要点

1）热水锅炉按承压能力分为承压、常压和真空锅炉。承压锅炉系压力容器，其锅炉的设置受国家《热水锅炉技术监察规程》管理，如需将锅炉设置在建筑物内或贴近建筑物时，容量和压力均有限制。常压锅炉为非压力容器，但其系统应符合《小型和常压热水锅炉安全监察规定》的要求。真空锅炉因其意外破裂时，碎片不会向外飞溅，安全性更好。应根据锅炉设置的位置和审批难易的程度，选用热水锅炉的类型。

2）承压锅炉可用于高温热水系统，其工作压力应能保证系统在高温下运行时系统内的任何点均不汽化。常压锅炉的供水温度不高于 95℃，只适用于低温热水采暖。真空热水锅炉可供给的热水温度更低，不超过 85℃，多用于生活及地板辐射采暖或空调用热系统。

3）选用热水锅炉的承压能力应结合供热系统类型（一次水直供系统或二次水间供系统）确定。对于一次水直供高层或超高层建筑的系统，必须考虑管网静压大和循环水管道运行时压力高的问题，应选用承压能力足够大的锅炉。

4）对供热范围大、距离远、供应高温水的系统，应选用承压热水锅炉。

5）选用常压锅炉应考虑系统配置的经济性。一般常压锅炉适用于低层和多层建筑。高层建筑采用常压锅炉时，应考虑循环水泵的电耗。但如将锅炉设置在高层建筑顶层，循环泵设在建筑物底层时，则不受此限。

6）选用锅炉时应要求制造厂提供水阻力特性。宜选用名义工况流量下锅炉水阻力≤0.08MPa 的产品。

7）蓄热式电热系统宜选用承压式电热水锅炉。若选用常压或真空式锅炉，所需水箱体积大，蓄热品质低。

8）从配电、节能、经济、安全性等方面考虑，单台蓄热式锅炉容量以≤1200kW 为宜，最大容量不应超过 2400kW。

注：其它选用及施工安装要点，参见 1.1.2 节蒸汽锅炉的相关内容。

1.1.4 锅炉辅助设备

1 油罐

1）分类及特点见表 1.1.4－1。

表 1.1.4－1 油罐分类及特点

分类方式	类别		特点
材料	金属	立式圆柱	现场焊制，适用于较大油罐
		卧式圆柱	容量比较小，最大到 100m³，一般为加工厂制作
	非金属	整体现浇钢筋混凝土	圆形或矩形，一般适用于地下、半地下使用
		装配式预应力混凝土	现场安装
用途	贮油罐		贮存 20～30 天锅炉最大耗油量
	卸油罐		过渡容器，其容积与所卸油罐车容积有关
	日用油罐		容积不大于锅炉一昼夜需用油量（柴油不超过 1m³）

2）设计选用要点

①油罐应根据工程情况选用。小型油罐一般选用生产厂的定型产品，较大型油罐一般选用标准设计图集加工制作或由油罐专业生产厂家现场制作的产品。

②选用油罐时应注意工作压力、工作温度、接口条件、支座方向、抗震设防烈度、充装系数等。

③油罐可根据设计要求配置以下附件：人孔、油位计、油位控制器、排污管、量油孔、内梯、外梯、呼吸阀、阻火器、防雷接地板，以及消防配件等。

2 油泵

1）分类及特点见表1.1.4－2。

表1.1.4－2 油泵分类及特点

分类方法	类　别	特　点
用　途	卸油泵	流量大、扬程低。可选用往复泵、离心泵、齿轮泵、螺杆泵
	输油泵	从卸油罐送至贮油罐或贮油罐送至日用油罐
	供油泵	流量小，压力高。一般选用齿轮泵、螺杆泵
结　构	往复泵	分电动、蒸汽动力二种。有效吸入压头高，有可靠的自吸能力，对油粘度适应性大，易调节流量。出口油压脉动大，占地较大，投资运行费高
	离心泵	结构简单，运行维护检修方便，对输油杂质不敏感，流量均匀效率低，无自吸能力，不应在低负荷下运转
	齿轮泵	体积小,工作可靠,动力消耗小,设备费用低,结构简单,维护工作量小,具有良好的自吸性能。易磨损,不宜在较高温度下连续工作,压力与流量选择范围不广
	螺杆泵	流量、压力波动小，噪声小，运转平稳，体积小，寿命长，效率比齿轮泵高，自吸性能好。仅适用于清洁油品

2）设计选用要点

①根据用途及所用油的品质选用泵的类型。

②泵的流量选择应综合考虑使用的灵活性、锅炉负荷变化特点及动力消耗等因素，合理确定。

③卸油泵、输油泵、供油泵均应设置备用泵。

④选择油泵的扬程应考虑理论计算与实际情况的误差、油管线摩擦阻力与油种类、温度等因素。油泵扬程应较理论计算加大10%～20%。

⑤选用离心泵时，流量与扬程应根据输送油品的温度、粘度进行换算。

3 油过滤器

1）分类及特点见表1.1.4－3。

表1.1.4－3 油过滤器分类及特点

分类方式	分　类	特　点
安装位置	泵前过滤器	安装在油泵吸入管上，以延长泵的寿命
	炉前过滤器	安装在锅炉喷嘴前，防止喷嘴堵塞
结构形式	普通网式过滤器	结构简单，清洗时取出滤框
	带吹扫管网式过滤器	内有蒸汽清扫管，清洗工作简单
	片状式过滤器	工作过程中可清除杂质。结构复杂，适用于不间断精细过滤的场合
滤网规格	粗过滤器	安装在离心式、往复式油泵的进口母管上
	中过滤器	安装在螺杆式、齿轮式油泵的进口母管上
	细过滤器	一般安装在加热器及喷嘴前

2）设计选用要点

①对有连续工作要求的场合（如炉前及供油泵前），必须设置备用过滤器。便于交替使用。

②充分间断作业的场合（如卸油及输油），可不设置备用过滤器。

③间断作业系统如选用齿轮泵或螺杆泵，也宜设置备用过滤器。

4 电锅炉蓄热装置

1）分类

电锅炉蓄热装置的主要形式是蓄热水箱，目前也有固体蓄热装置和利用固液相变蓄热的其它装置

（尚未广泛应用）。蓄热水箱分类及特点见表 1.1.4－4。

表 1.1.4－4 蓄热水箱分类及特点

分类方式	类别		特点
材料	金属	承压	适用于高寒地区及供热温度要求较高的采暖用户
		常压	适用于一般采暖用户
	非金属	常压	整体现浇钢筋混凝土结构。一般为矩形，适用于地下、半地下放置

2） 设计选用要点

①计算常压蓄热水箱最大可利用温差时，对于直供系统，可取 40℃；对于间供系统，可取 35℃。

②计算承压蓄热水箱可利用温度时，可按照蓄热系统工作压力对应的饱和温度低 20℃取值。

③蓄热水箱的有效容积应保证水箱的蓄热量满足蓄热负荷要求。一般条件下，蓄热水箱保温效率和容积系数均可取 95%。

④对于住宅等需要 24h 供热的用户，蓄热水箱数量应≥2 个，并宜逐个蓄热和放热；对于学校、办公楼等白天供热、夜间保温的用户，可选用 1 个蓄热水箱。

⑤蓄热水箱的材料应根据工程情况选用，一般按图纸现场加工制作。

⑥蓄热水箱应根据设计要求配置以下附件：人孔、液位计、液位控制器、蓄热出水、回水管、供热出水、回水管、排污管、补水管、内梯、外梯等。

⑦蓄热水箱的进、出水位置的设置应考虑温度梯度影响。供热出水和蓄热回水口应在水箱上方，供热回水和蓄热出水口应在水箱下方。

⑧蓄热水箱需作保温。保温厚度按一昼夜（24h）散热损失量小于蓄热量 5% 考虑。相邻设置的两水箱之间也需保温。

1.1.5 相关标准及国家建筑标准设计图集

1 《锅炉房设计规范》GB 50041－2008。

《蒸汽锅炉安全技术监察规程》劳部发［1996］276 号。

《工业锅炉水质》GB 1576－2001。

《工业锅炉通用技术条件》JB/T 10094－2002。

《工业锅炉热工试验规范》GB 10180。

《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271－2001。

《环境空气质量标准》GB 3095－1996。

《城市区域环境噪声标准》GB 3096－1993。

《城镇燃气设计标准》GB 50028－2006。

《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235－1997。

《热水锅炉安全技术监察规程》（1997 年修改版）。

《小型和常压热水锅炉安全监察规定》（2000 版）。

2 国家建筑标准设计图集。锅炉的施工作法及主要节点构造详图参见表 1.1.5 相应国家建筑标准设计图集。

表 1.1.5 图集列表

图集号	图集名称
02R110	《燃气（油）锅炉房工程设计施工图集》
03R102	《蓄热式电锅炉房设计施工图集》
02R111	《小型立、卧式油罐图集》
02R112	《拱顶油罐图集》

1.2 电动压缩式冷水机组

1.2.1 分类与特点（表 1.2.1）

表 1.2.1 电动压缩式冷水机组分类与特点

分类		单机制冷量（kW）	制冷剂	特点、适用范围
活塞式	开启式	114～456	R22 R407C R410A	1 通过活塞往复运动吸入和压缩气体，压缩比小（约 2～3）； 2 系统装置简单，设备造价低； 3 往复运动惯性大，振动大； 4 单机容量小，适用于小型空调系统。采用多机头、高速多缸、大行程、大缸径可增加容量，改善性能
	水冷半封闭式	116～930		
	风冷半封闭式	48～610		
	水冷全封闭式	10～100		
涡旋式	风冷	56～169	R22 R407C R410A	1 由静、动涡盘组成。气态制冷剂从静涡盘外部吸入，在静、动涡盘间形成的月牙形空间中压缩后的高压气态制冷剂从静涡盘中心排出，完成吸气与压缩过程； 2 吸气、压缩连续，效率高。结构简单，零部件少； 3 单机容量小，适用于小型空调系统
	水冷	53～162		
螺杆式	水冷开启式	115～2200	R22 R134a R407C R410A	1 单螺杆通过一个螺旋形转子与两个星轮相互啮合，双螺杆通过转动的两个阴阳螺旋形转子相互啮合而吸入和压缩气体； 2 转速较高，压缩比可达 20； 3 易损件少，运行可靠，制冷量可无级调节； 4 噪声大，单机容量比离心式小； 5 适用于大、中型空调系统。由于制冷温度低，多用于蓄冷空调系统
	水冷半封闭式	115～2200		
	风冷半封闭式	230～693		
离心式	R22 机组	1055～2100	R22	1 通过叶轮离心力作用吸入气体和对气体进行压缩； 2 容量大，体积小，可实现多级压缩提高效率和改善调节性能。能效比高。三级压缩半封闭式机组最小负荷 10% 左右，单级压缩（开启式或半封闭式）最小负荷 30%～40%； 3 单机容量大，适用于大型空调系统；
	R123 机组	703～4222	R123	
	R134a 机组	1407～4503	R134a	

注：本表分类摘自《中央空调设备选型手册》（第一版），中国建筑工业出版社，周邦宁主编。

1.2.2 主要技术指标

1 机组名义工况条件见表 1.2.2－1。

2 机组名义工况能源效率限定值见表 1.2.2－2。

3 机组能源效率等级指标见表 1.2.2－3。

4 公共建筑节能设计标准要求的机组性能系数（COP）下限值见表 1.2.2－4。

5 公共建筑节能标准要求的机组综合部分负荷性能系数（IPLV）下限值见表 1.2.2－5。

6 机组正常工作温度条件范围见表 1.2.2－6。

7 机组实测性能允许偏差限值见表 1.2.2－7。

表 1.2.2-1 机组名义工况条件

项目		蒸发器侧		冷凝器侧					
		冷水		水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
		进口水温	出口水温	进口水温	出口水温	干球温度	湿球温度	干球温度	湿球温度
制冷（℃）		12	7	30	35	35	—	—	24
污垢系数 [(m²·K)/kW]		0.086		0.086		—		—	
额定电压	单相交流	220V（50Hz）							
	三相交流	380V、3kV、6kV 或 10kV（50Hz）							
大气压力（kPa）		101							

表 1.2.2-2 机组名义工况能源效率限定值

类型	额定制冷量（kW）	性能系数（W/W）
风冷式或蒸发冷却式	≤50	2.40
	>50	2.60
水冷式	≤528	3.80
	528～1163	4.00
	>1163	4.20

表 1.2.2-3 能源效率等级指标

类型	能效等级 / 性能系数（W/W） / 额定制冷量（kW）	1	2	3	4	5
风冷式或蒸发冷却式	≤50	3.20	3.00	2.80	2.60	2.40
	>50	3.40	3.20	3.00	2.80	2.60
水冷式	≤528	5.0	4.70	4.40	4.10	3.80
	528～1163	5.50	5.10	4.70	4.30	4.00
	>1163	6.10	5.60	5.10	4.60	4.20

注：机组的节能评价值为表中能效等级 2 级。

表 1.2.2-4 公共建筑节能设计标准要求的机组性能系数下限值

机组类型		额定制冷量（kW）	性能系数下限值（W/W）
水 冷	活塞式/涡旋式	<528	3.8
		528～1163	4.0
		>1163	4.2
	螺杆式	<528	4.10
		528～1163	4.30
		>1163	4.60
	离心式	<528	4.40
		528～1163	4.70
		>1163	5.10
风冷或蒸发冷却	活塞式/涡旋式	≤50	2.40
		>50	2.60
	螺杆式	≤50	2.60
		>50	2.80

表 1.2.2-5 公共建筑节能标准要求的机组综合部分负荷性能系数下限值

类 型		额定制冷量（kW）	综合部分负荷性能系数下限值（W/W）
水冷	螺杆式	<528	4.47
		528～1163	4.81
		>1163	5.13
	离心式	<528	4.49
		528～1163	4.88
		>1163	5.42

注：IPLV 值是基于单台主机运行工况。

表 1.2.2-6 机组正常工作温度条件

项 目		蒸发器侧		冷凝器侧					
		冷 水		水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
		进口水温	出口水温	进口水温	出口水温	干球温度	湿球温度	干球温度	湿球温度
制冷	名义工况	12℃	7℃	30℃	35℃	35℃	—	—	24℃
	最大负荷工况	由名义工况冷水流量决定	15℃	33℃	由名义工况冷水流量决定	43℃	—	—	27℃
	低温工况		5℃	由名义工况冷水流量决定	21℃	21℃	—	—	15.5℃

表 1.2.2－7 机组实测性能允许偏差限值

项 目	实测值
制冷量	>95%
机组耗电量	<110%
冷水及冷却水侧压力损失	<115%

1.2.3 相关标准

《蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组工商业用和类似用途的冷水（热泵）机组》GB/T 18430.1－2001。

《蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组户用和类似用途的冷水（热泵）机组》GB/T 18430.2－2001。

《冷水机组能效限定值及能源效率等级》GB 19577－2004。

《制冷和供热用机械制冷系统安全要求》GB 9237－2001。

《离心式冷水机组》JB/T 3355－1998。

《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019－2003。

《公共建筑节能设计标准》GB 50189－2005。

1.2.4 设计选用要点

1 设计选型时应根据空调系统负荷及运行工况选取额定负荷及部分负荷下性能系数高的机型。

2 冷水机组在名义工况下各类机组的单机调节范围为：活塞式 25%、50%、75%、100%，螺杆式 10%～100%，离心式单级压缩 30%～100%，三级压缩 10%～100%。

3 机组运行条件与名义工况条件不同时，应对机组制冷量进行必要的修正。有特殊要求时应向生产厂家声明。

4 根据国家环保政策和制冷剂限禁用时间表选择制冷剂类型，并根据不同制冷剂的特性考虑机房的通风设施。

5 选用机组时应注意机组的电源要求与工程实际供电条件是否匹配，条件允许时大型离心机组宜选用 10kV 高压机组，以减少变压设施。

6 水冷式机组选型范围见表 1.2.4。

7 为更好的节能，近年来新研发出带热回收的冷水机组，在条件符合的情况可优先选用。

8 选用冷水机组时，应注意名义工况的条件，国产机组的名义工况应符合表 1.2.3－1 的数值。冷水机组的实际产冷量与下列因素有关：

1）冷水出水温度和流量。

2）冷却水的进水温度、流量以及污垢系数。

9 选用冷水机组时，应注意该型号机组的正常工作范围，主要是主电机的电流限值是名义工况下的轴功率的电流值。对离心式冷水机组，还应考虑远离喘振区。

10 在设计选用中应注意：在名义工况流量下，冷水的出口温度不应超过 15℃，风冷机组室外干球温度不应超过 43℃。若必须超过上述范围时，应了解压缩机的使用范围是否允许，所配主电机的功率是否足够。

表 1.2.4 水冷式机组选型范围

单机名义工况制冷量（kW）	冷水机组机型
≤116	往复式、涡旋式
116～700	往复式、螺杆式
700～1054	螺杆式
1054～1758	螺杆式、离心式
≥1758	离心式

1.2.5 施工安装要点

1 设备基础应待机组到货后，校对好尺寸再行施工。机组就位后应找正水平，其纵横向水平度允许偏差为1/1000。

2 机组安装在室内时，应考虑机房的消声与隔声；安装在室外时，应考虑机组噪声对周围环境（特别是对居住建筑）的影响，并应采取电气控制设备的防雨、防结露措施。

3 机组减振器的压缩量应一致，其偏差应不大于2mm。

4 连接机组的管道应采用柔性接头，不允许管道的重量由机组承担。

5 大型机组应有吊装设施。机房高度应考虑吊装设备的起吊空间。

6 机组吊装时应使用机组的吊装点，不准在机组上随意捆吊。

1.2.6 技术经济分析

1 机组正常工作统计使用寿命见表1.2.6－1。

2 机组出厂价格比较见表1.2.6－2。

3 机组选用经济性参照表见表1.2.6－3，其中A、B、C表示优先顺序。

表1.2.6－1 机组统计使用寿命

机组类型	离心式机组	螺杆式机组	活塞式机组
统计使用寿命（年）	20～40	8～14	5～10

注：本表摘自《中央空调设备选型手册》（第一版），中国建筑工业出版社，周邦宁主编。

表1.2.6－2 各类机组出厂价格

机组类型 / 比价	离心式 引进技术	螺杆式 进口压缩机	离心式 全部引进件	模块式 国产风冷	活塞式 进口原装风冷
机组冷量比价（元/kW）	590	726	812～854	1623～1708	2050～2135
冷却水泵和冷却塔冷量比价（元/kW）	115	115	115	0	0
总冷量比价（元/kW）	705	841	927～969	1623～1708	2050～2135

注：1 比较冷量为1756kW（单台或多台）。

2 总冷量比价为单位制冷量所需的出厂价格（含冷却塔、冷却水泵、自控装置）。

3 本表价格统计时间为1997年底，近年来价格变化比较大，仅供参考。

4 本表摘自《中央空调设备选型手册》（第一版），中国建筑工业出版社，周邦宁主编。

表1.2.6－3 机组经济性参照表

比较项目	活塞式、涡旋式	螺杆式	离心式
设备费（规模小）	A	A	B
设备费（规模大）	A	A	B
运行费	C	A	B
容量调节性能	B	A	B
维护管理难易	B	A	C
安装面积	A	A	B
必要层高	A	A	A
运转重量	A	A	B
振动和噪声	A	A	A

1.3 热泵型冷（热）源装置

1.3.1 概述

热泵型冷（热）源装置是指以电动机驱动的压缩机（活塞式、螺杆式、涡旋式、离心式）为主机，配置换热装置（蒸发器、冷凝器，或其它热交换器），以所制取的冷水（风）和热水（风），作为建筑物空调、采暖或其它系统冷（热）源的装置。

1.3.2 分类、特点及适用范围

类别		特点	适用范围
空气源热泵		以空气为低温热源的热泵。通常有空气/空气热泵、空气/水热泵等形式	较适用于夏热冬冷地区的中、小型公共建筑；冬季室外空气调节计算温度条件下，机组性能系数低于 1.8 或具有集中热源、气源的地区，不宜作为采暖的主体热源采用。但可以作为冬初、冬末的辅助热源
地源热泵	地表水系统	以江、河、湖、海（或污水等）的地表水，直接或通过换热盘管间接循环为低温热源的热泵系统；直接循环时，蒸发器（冷凝器）应考虑防垢和防腐问题	水量和水温可以满足热泵系统可靠和经济运行的地区
	地下水系统	以抽取和回灌地下水（单井或双井）为低温热源的热泵系统。制冷时水温宜为 10～25℃，制热时水温宜为 5～25℃	地下水的抽取和回灌水量及其温度，可以满足热泵系统可靠和经济运行，且为当地水文地质管理部门所允许的地区
	地埋管系统	以水平或垂直方式在地下埋设盘管换热器，以水或其它换热介质在盘管内循环、与岩土体进行热交换为低温热源的热泵系统； 制冷时介质温度宜为 10～40℃，制热时介质温度温宜为 －5～25℃（<5℃工况应使用防冻介质）	具备钻孔埋管的地质条件即可应用
水环式系统		通过封闭循环的水系统，将数组水/空气热泵（水/水热泵）机组并联组成一个复合式空气调节系统，可部分机组供暖运行、部分机组供冷运行。系统以回收建筑物余热为主要特征； 循环水系统水温保持在 15～35℃之间，高于 35℃时由冷却塔冷却，低于 15℃时由热源加热补充。水系统无需保温和保冷； 可直接将热泵机组设置在空调房间内，省去机房占地面积	建筑规模较大、有较多常年冷负荷的内区、需要同时供冷和供暖的商业、办公、娱乐等综合大厦；如其内区面积大于或与外区面积相当、冷负荷与热负荷大致相等，为最佳应用场合

1.3.3 主要技术性能要求

1 制冷（热）量，制冷（热）消耗功率

按表 1.3.3－1 和表 1.3.3－2 制冷（热）名义工况条件实测的制冷（热）量，不应小于名义制冷（热）量的 95%；其相应消耗功率不应大于名义制冷（热）消耗功率的 110%。

2 制冷能效比（EER），制热性能系数（COP）

实测制冷量与实测制冷功率的比值［即能效比（EER）］、实测制热量与制热功率的比值［即性能

系数（COP）]，不应小于表 1.3.3－3、表 1.3.3－4 和表 1.3.3－5 中的规定值。机组能效等级按表 1.3.3－6 判定。

3 静压、噪声

水源热泵机组的机外静压、噪声限值应符合表 1.3.3－7 的规定。

4 水系统压力损失

按 GB/T 18430.1－2001 要求测定的水系统压力损失，不应大于机组名义值的 115%。

5 其它要求

机组的制冷系统安全性能、电气安全性能、气密性、液压试验等均应符合国家相关标准中的要求。

表 1.3.3－1 商用冷水（热泵）机组名义工况条件（℃）

工况条件	使用侧		热源侧			
	冷（热）水		水冷式		风冷式	
	进口水温	出口水温	进口水温	出口水温	干球温度	湿球温度
名义制冷工况	12	7	30	35	35	–
名义制热工况	40	45	15	7	7	6

注：上表数据引自 GB/T 18430.1－2001。

表 1.3.3－2 水源热泵机组名义工况条件（℃）

类别	冷（热）风型机组（注 1）						冷（热）水型机组（注 1）					
工况条件	使用侧入口空气状态		热源侧状态				环境空气状态		使用侧进水/出水温度	热源侧进水/出水温度		
	干球温度	湿球温度	环境干球温度	进水/出水温度			干球温度	湿球温度		水环式	地下水式	地下环路式
				水环式	地下水式	地下环路式						
名义制冷工况	27	19	27	30/35	18/29	25/30	15～30	–	12/7	30/35	18/29	25/30
名义制热工况	20	15	20	20/（注 2）	15/（注 2）	0/（注 2）	15～30	–	40/（注 2）	20/（注 2）	15/（注 2）	0/（注 2）
风量静压	20	16	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

注：1 冷（热）风型机组指使用侧换热设备为带送风设备的室内空调盘管机组；冷（热）水型机组指使用侧换热设备为制冷剂－水热交换机组。

2 出水温度依据名义制冷工况水流量确定。

3 上表数据引自 GB/T 19409－2003。

表 1.3.3－3 冷水（热泵）机组名义制冷工况能效比（EER）

类 型	名义制冷量（W）	EER（W/W）
风冷式或蒸发冷却式	≤50000	≥2.40
	>50000	≥2.60
水冷式	≤528000	≥3.80
	528000＜名义制冷量≤1163000	≥4.00
	>1163000	≥4.20

注：上表数据引自 GB 19577－2004。

表 1.3.3－4 公共建筑冷水（热泵）机组名义制冷工况能效比（EER）

类型		额定制冷量（kW）	EER（W/W）
水冷	活塞式/涡旋式	<528	3.8
		528～1163	4.0
		>1163	4.2
	螺杆式	<528	4.10
		528～1163	4.30
		>1163	4.60
	离心式	<528	4.40
		528～1163	4.70
		>1163	5.10
风冷或蒸发冷却	活塞式/涡旋式	≤50	2.40
		>50	2.60
	螺杆式	≤50	2.60
		>50	2.80

注：上表数据引自 GB 50189－2005，为对公共建筑冷水（热泵）机组名义制冷工况能效比的规定。

表 1.3.3－5 水源热泵机组名义工况制冷能效比和制热性能系数

类别	名义制冷（热）量 Q（W）	EER（W/W）			COP（W/W）		
		水环式	地下水式	地下水环式	水环式	地下水式	地下水环式
冷热风型	$Q \leq 14000$	3.2	4.0	3.9	3.5	3.1	2.65
	$14000 < Q \leq 28000$	3.25	4.05	3.95	3.55	3.15	2.7
	$28000 < Q \leq 50000$	3.3	4.10	4.0	3.6	3.2	2.75
	$50000 < Q \leq 80000$	3.35	4.15	4.05	3.65	3.25	2.8
	$80000 < Q \leq 100000$	3.4	4.20	4.1	3.7	3.3	2.85
	$Q > 100000$	3.45	4.25	4.15	3.75	3.35	2.9
冷热水型	$Q \leq 14000$	3.4	4.25	4.1	3.7	3.25	2.8
	$14000 < Q \leq 28000$	3.45	4.3	4.15	3.75	3.3	2.85
	$28000 < Q \leq 50000$	3.5	4.35	4.2	3.8	3.35	2.9
	$50000 < Q \leq 80000$	3.55	4.4	4.25	3.85	3.4	2.95
	$80000 < Q \leq 100000$	3.6	4.45	4.3	3.9	3.45	3.0
	$100000 < Q \leq 150000$	3.65	4.5	4.35	3.95	3.5	3.05
	$150000 < Q \leq 230000$	3.75	4.55	4.4	4.0	3.55	3.1
	$Q > 230000$	3.85	4.6	4.45	4.05	3.6	3.15

注：1 能效比（EER）为机组制冷量与制冷消耗的功率之比。

2 性能系数（COP）为机组制热量与制热消耗的功率之比。

3 上表数据引自 GB/T 19409－2003。

表 1.3.3-6 冷水（热泵）机组能效等级指标

类 型	能效等级 / 能效比 / 名义制冷量（W）	一级	二级	三级	四级	五级
风冷式或蒸发冷却式	≤50000	3.20	3.00	2.80	2.60	2.40
	>50000	3.40	3.20	3.00	2.80	2.60
水冷式	≤528000	5.00	4.70	4.40	4.10	3.80
	528000<名义制冷量≤1163000	5.50	5.10	4.70	4.30	4.00
	>1163000	6.10	5.60	5.10	4.60	4.20

注：1 机组的节能评价值为表中能效等级的二级。

2 上表数据引自 GB 19577-2004。

表 1.3.3-7 水源热泵机组名义工况最小机外静压、噪声限值

名义制冷（热）量 Q（W）	最小机外静压（Pa）	噪声限值[dB(A)]					
		冷热风型					冷热水型
		整体式		分体式			
		带风管	不带风管	室内侧		室外侧	
				带风管	不带风管		
Q≤4500	—	55	53	48	46	48	48
Q≤7100	20	58	56	53	51	53	53
7100<Q≤14000	30	64	62	60	58	58	58
14000<Q≤28000	80	68	66	66	64	63	63
28000<Q≤50000	120	70	68	68	66	67	67
50000<Q≤80000	150	74	72	71	69	72	72
80000<Q≤100000	180	77	75	73	71	74	74
100000<Q≤150000	220	79	–	76	–	77	77
Q>150000	250	–	–	–	–	–	–

注：1 最小机外静压是接风管式室内机的限值。

2 上表数据引自 GB/T 19409-2003。

1.3.4 设计选用要点

1 热泵机组应根据建筑物冬季热负荷及负荷特点进行选型，同时应核算夏季空调冷负荷，两者都需满足。对于低负荷工况运转时间较长的系统，机组应具有较好调节性能。

2 机组选型应优先选用性能系数较高的机型。

3 空气源热泵机组选型时，应考虑以下要点：

1）所选热泵机组应适合当地气候条件，在冬季最低干球温度和最高湿球温度下能正常运行。需注意不同类型和品牌的空气源热泵机组的最低室外温度适用范围。对于产品铭牌或样本提供的名义工况（干球7℃，湿球6℃）制热量，要进行使用工况条件出力核算，还应考虑结霜融霜的热量损失。

2）对于冬季寒冷、潮湿的地区，需连续运行或对室内温度有较高稳定要求的系统，应按最佳平衡点温度（热泵供热量等于建筑物耗热量时的室外计算温度）确定辅助热源容量。

3）长江流域及以南地区，可采用复合式冷却（低温热源）热泵机组。

4）夏热冬暖地区采用时，应以热负荷选型，不足冷量由其它冷源提供。

4 地源热泵系统设计时，应考虑以下要点：

1）地源热泵系统方案设计前，应进行工程场地状况调查，并应对浅层地热能资源进行勘察。

2）采用地表水作为低温热源的热泵系统，应根据水源的水质条件确定机组是采用直接式（地表水直接进入机组换热）还是间接式（通过盘管或板式换热器）换热形式。还应考虑地表水温度变化规律及对机组性能的影响。寒冷地区要采取防冻措施。

3）采用回灌井的热泵系统，应通过闭式循环和可靠的回灌技术措施，确保置换冷量或热量后的地下水全部回灌到同一含水层，并不得对地下水资源造成污染及浪费。为保证系统所需水量长期、稳定地提供，必须采取防止水井老化的措施。

4）采用地埋管式热泵系统，应根据《地源热泵系统工程技术规范》的规定，对岩土层的结构、热物性、温度，地下水的静水位、水温、水质及分布、径流方向及速度，冻土层厚度等岩土体地质条件，先期进行勘察。地埋管换热器的换热量，应满足系统吸热量和释热量的需要，且在计算周期内的总释热量宜与其总吸热量相平衡。

5 水环式热泵选型时，应考虑以下要点：

1）水环式热泵机组的进风温度，一般不应低于13℃，冬季用作新风机组时，进风应经预热处理。

2）水环式热泵机组需要采取可靠的减振和消声措施。

3）由于热泵机组换热器对循环水水质有较高的要求，应采用设置中间换热器的开式冷却塔，或采用闭式冷却塔。

1.3.5 执行标准

《蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组　工商业用和类似用途的冷水(热泵)机组》GB/T 18430.1－2001。

《水源热泵机组》GB/T 19409－2003。

《制冷和供热用机械制冷系统安全要求》GB 9237－2001。

《冷水机组能效限定值及能源效率等级》GB 19577－2004。

《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366－2005。

《公共建筑节能设计标准》GB 50189－2005。

1.4 蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组

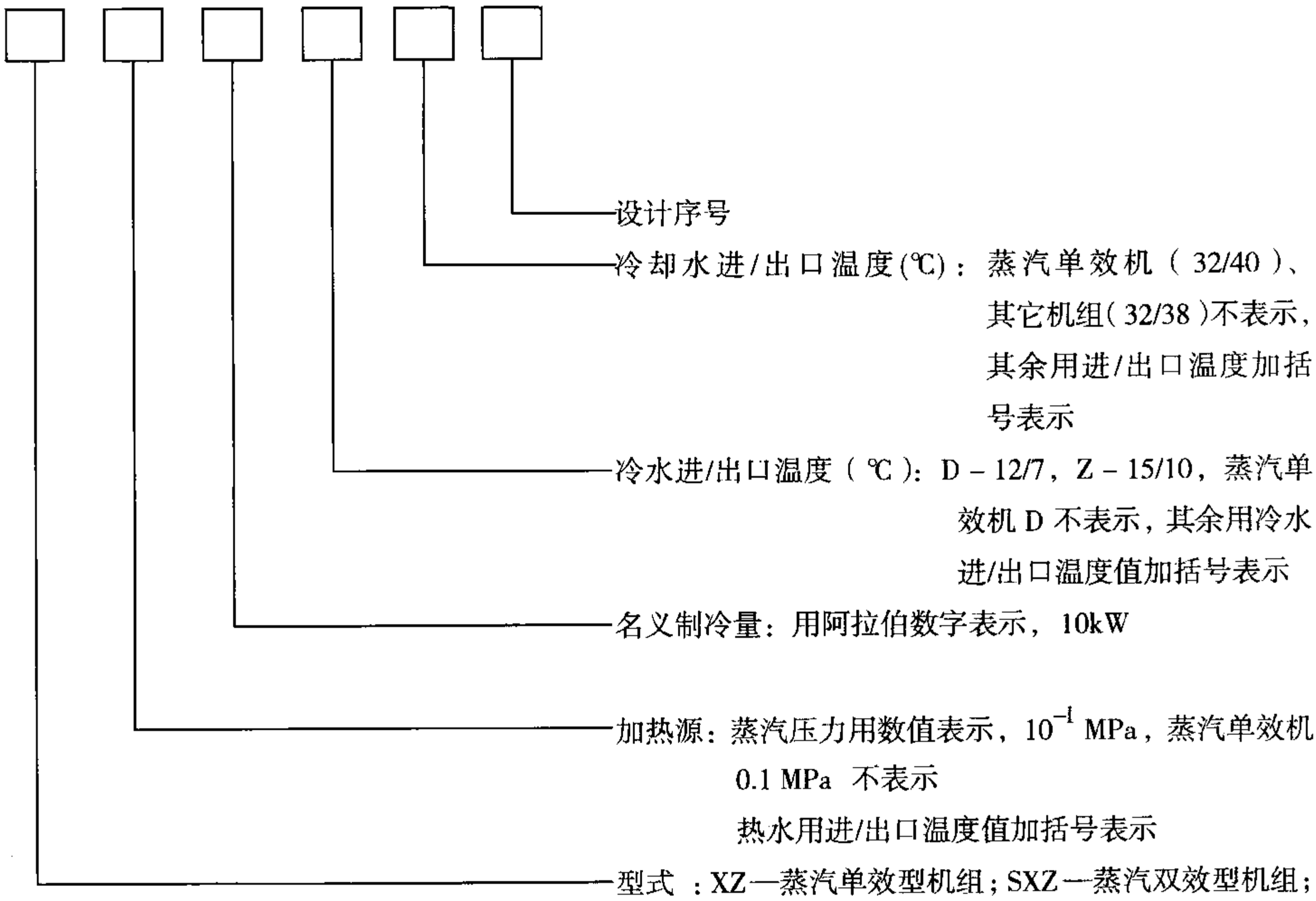
1.4.1 分类

1 蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组（以下简称“机组”）按热源形式分类和命名（表1.4.1）。

表1.4.1 “机组”分类和命名

分类	命 名	特 点	常用规格	适用范围
蒸汽型机组	蒸汽单效型溴化锂吸收式冷水机组	以0.05～0.12MPa压力的蒸汽为热源，制取7～10℃冷水，性能系数（COP）0.7～0.8	350～11630kW	有工艺流程产生的余(废)汽或低压蒸汽场合
	蒸汽双效型溴化锂吸收式冷水机组	以0.25～0.85MPa压力的蒸汽为热源，制取5～13℃冷水，性能系数（COP）1.30～1.43	350～23260kW	有自备锅炉、管网蒸汽或工艺余汽场合
热水型机组	热水单效型溴化锂吸收式冷水机组	以进口温度85～97℃热水为热源，制取7～13℃冷水，性能系数（COP）0.7～0.8	350～4650kW	有余热或工艺流程产生热水场合
	热水二段型溴化锂吸收式冷水机组	以进口温度90～130℃热水为热源，制取7～10℃冷水，性能系数（COP）0.75～0.80	350～4650kW	有余热或管网热水场合

2 机组型号标记



示例1：

XZ－116：表示蒸汽单效型机组，蒸汽压力0.1MPa（表），名义制冷量1160kW，冷水进/出口温度12/7℃，冷却水进/出口温度32/40℃。

示例2：

SXZ6－145D：表示蒸汽双效型机组，蒸汽压力0.6MPa（表），名义制冷量1450kW，冷水进/出口温度12/7℃，冷却水进/出口温度32/38℃。

示例3：

RXZ（95/85）－174Z：表示热水单效型机组，热水进/口温度95/85℃，名义制冷量1740kW，冷水进/出口温度15/10℃，冷却水进/出温度32/38℃。

示例4：

RXZII（120/68）－233D：表示热水二段型机组，热水进/出口温度120/68℃，名义制冷量2330kW，冷水进/出口温度12/7℃，冷却水进/出口温度32/38℃。

1.4.2 技术性能要求

1 机组名义工况条件见表1.4.2－1。

2 机组在名义工况下测试的实测值与名义值的偏差值，应符合表1.4.2－2的规定。

3 机组安全应符合GB 18361－2001的规定。

4 机组的气密性、液压强度要求等均应符合GB/T 18431－2001的规定。

5 机组噪声应符合GB 21－2002的规定。

表 1.4.2－1 机组名义工况条件

型 式	热源		冷水出口温度（℃）	冷水进/出口温差（℃）	冷却水进口温度（℃）	冷却水出口温度（℃）	单位制冷量热源耗量[kg/(h·kW)]
	饱和蒸汽压力（MPa）	热水进/出口温度（℃）					
蒸汽单效型	0.1	－	7	5	30（32）	35（40）	2.35
蒸汽双效型	0.4	－	7			35（38）	1.40
			10				
	0.6		7				1.31
			10				
	0.8		7				1.28
热水单效型	－	95/85	10		32	38	114.65
热水二段型		120/68	7				22.012

注：1 蒸汽压力系指发生器或高压发生器进口管箱处压力。

2 热水型机组工况条件一般由厂家按使用要求制定，表中参数可作选用参考（单位制冷量热源耗量按 COP = 0.75 计）。

3 表中冷水、冷却水侧污垢系数为 0.086[$(m^2 \cdot K)/kW$]。

4 括号内数值引自厂家名义工况数值。

表 1.4.2－2 机组实测限值

项 目	机组实测限值
制冷量	≥95%
单位制冷量热源耗量	≤105%
性能系数	≥95%
冷水、冷却水侧压力损失	≤105%

1.4.3 设计选用要点

1 适用范围

本产品可用于一般工业和民用建筑物空调或生产工艺过程的冷源。选用应根据工程所在地的热源状况、环保要求和项目功能特点，进行综合技术经济分析基础上确定。以下场合利于使用：

1）缺电或电费昂贵地区。

2）民用建筑物备有蒸汽源或有管网蒸汽、管网热水的场合。

3）夏季蒸汽或热水供热有富余的场合。

4）有废热、余热可利用的场合。

2 机型确定原则

根据热源情况及供应的稳定性、可靠性和价格等因素确定机型。饱和蒸汽压力 0.05～0.12MPa 场合，选用蒸汽单效型机组；饱和蒸汽压力≥0.25MPa 场合，选用蒸汽双效型机组；热水温度 >100℃ 场合，宜选用热水大温差的热水二段型机组，否则选用热水单效型机组。

3 温度确定原则

根据空调系统对出口温度、温差和水量的要求，确定对机组的温度要求。冷水出水温度不宜小于 7℃（出水温度太低，热效率降低，系统中容易出现结晶）。采取大温差、小流量措施可有效节约水泵电耗。提高冷水出口温度也可降低能耗。

4 机组规格和台数的确定应根据负荷大小及分布、使用功能、安装场地空间和经济性等综合因素确定。

5 选用机组时应注意机组承压，选用超高压机型时应进行技术比较。

6 当选用蒸汽溴化锂吸收式冷水机组时，应尽量选用在较高蒸汽压力下使用；应考虑无背压情况

下热源蒸汽冷凝水的回收措施。如供汽压力、温度高于机组的允许工作压力和温度，应在蒸汽进入机组前设置降压减温装置。

7 当利用废热制冷时，应考虑结垢、腐蚀对设备和结构材料的影响并采取相应对策。

8 控制功能。标准型机组都具有参数检测、主要故障检测和报警、制冷量调节和保护等功能。其它如楼宇控制、集中控制、电话联网控制和水泵变频等功能，需根据空调系统自控要求另加选择。

1.4.4 施工安装要点

1 机组宜布置在室内，应方便安装、就位、操作和维修保养。

2 机组突出部分与配电盘之间的距离以及和主要通道之间的宽度不应小于1.5m；两机组突出部分之间的距离不应小于1.0m；机组与墙壁之间的距离以及和非主要通道的宽度不应小于0.8m；机组顶部距屋顶或楼板的距离不应小于1.2m。机组轴向任一端应留有传热管长度的拔管空间。

3 机组就位后，应找正水平，其纵、横向水平度允许偏差均为1/1000。

1.4.5 执行标准

《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》GB/T 18431－2001。

《溴化锂吸收式冷（温）水机组安全要求》GB 18361－2001。

1.5 直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组

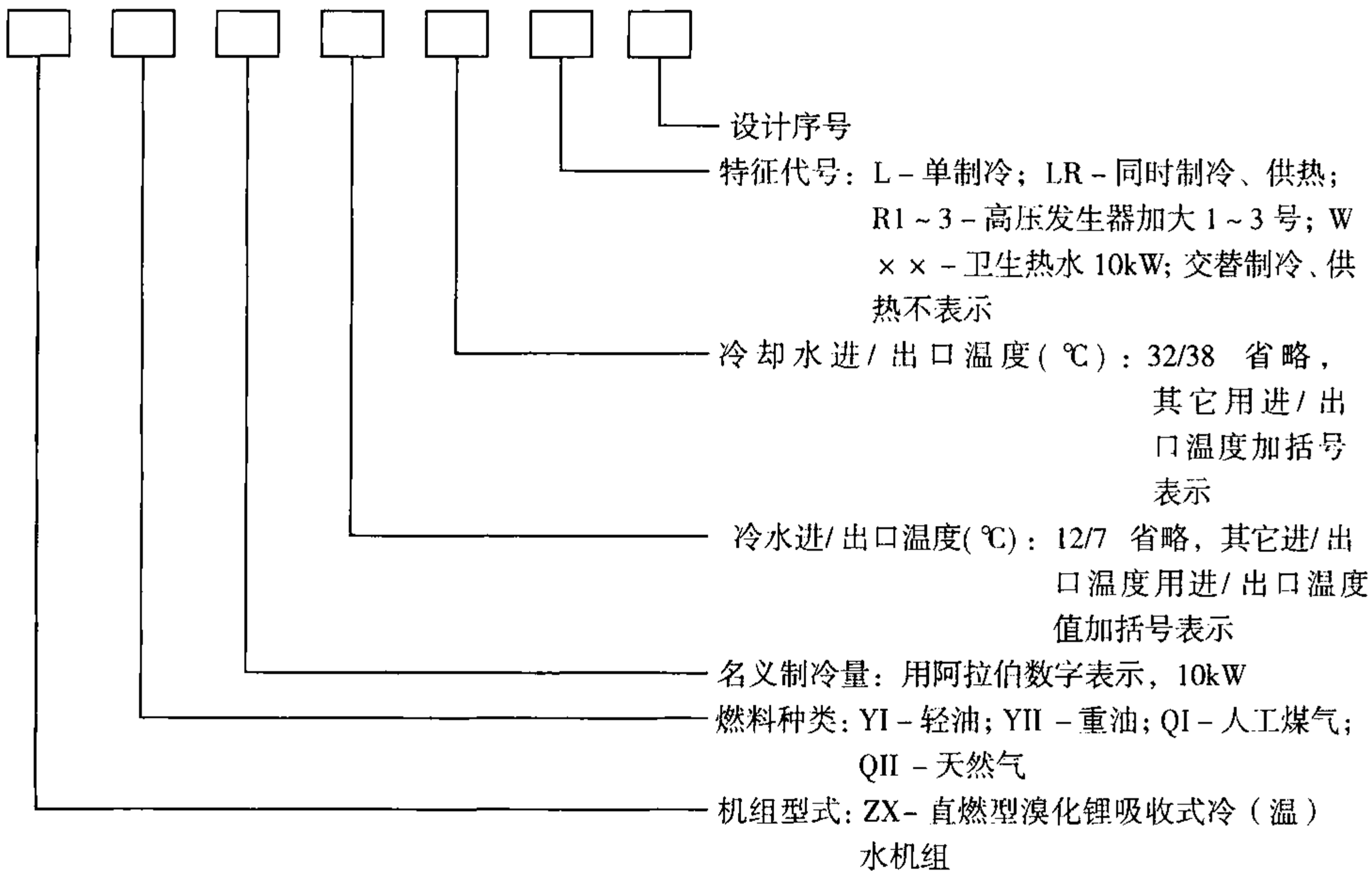
1.5.1 分类

1 直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组（以下简称机组）按使用功能分类，见表1.5.1－1。

表1.5.1－1 机组分类和技术参数

分 类	技术参数	常用规格	适用范围
制冷供热专用型机组	交替制冷和供热。 冷水额定出口温度7℃ 热水额定出口温度65℃ 性能系数（COP）1.25～1.36	制冷量：350～6980kW 供热量：350～6980kW	夏季制冷、冬季供热场合
同时制冷和供热型机组	同时制冷和供热。 冷水额定出口温度7℃ 热水额定出口温度65℃ 性能系数（COP）＞1.1	制冷量：350～6980kW 供热量：350～6980kW	同时需要冷热负荷的场合
单制冷型机组	单制冷。 冷水额定出口温度7℃ 性能系数（COP）1.25～1.36	制冷量：350～6980kW	仅需制冷场合
供热增大型机组	交替制冷和供热，可按需要增大供热量。 冷水额定出口温度7℃ 热水额定出口温度65℃ 性能系数（COP）1.25～1.36	制冷量：350～6980kW 供热量：≤1.2（350～6980）kW	热负荷过大的场合
制冷、供热同时供卫生热水型机组	具有单制冷、供热或同时制冷、供热并兼供卫生热水的三用功能。 冷水额定出口温度7℃ 热水额定出口温度65℃ 卫生热水额定出口温度60℃ 性能系数（COP）＞1.1	制冷量：350～6980kW 供热量：0.8（350～6980）kW	需要兼供卫生热水的场合

2 机组型号标记



示例 1：型号 ZXYⅠ－58。表示直燃型机组，燃用轻油，制冷量 580kW，冷水进/出口温度 12/7℃，冷却水进/出口温度 32/38℃，交替制冷、供热。

示例 2：型号 ZXQⅠ－116LR。表示直燃型机组，燃用人工煤气，制冷量 1160kW，冷水进/出口温度 12/7℃，冷却水进/出口温度 32/38℃，同时制冷、供热。

示例 3：型号 ZXQII－1740L。表示直燃型机组，燃用天然气，制冷量 1740kW，冷水进/出口温度 12/7℃，冷却水进/出口温度 32/38℃，单制冷。

示例 4：型号 ZXQII－233R1。表示直燃型机组，燃用天然气，制冷量 2330kW，冷水进/出口温度 12/7℃，冷却水进/出口温度 32/38℃，交替制冷、供热，高压发生器加大一号。

示例 5：型号 ZXYⅠ/QII－291（13/6）（31/37）LRW35。表示直燃型机组，燃用轻油或天然气，制冷量 2910kW，冷水进/出口温度 13/6℃，冷却水进/出口温度 31/37℃，制冷或（和）供热时兼供卫生热水 350kW。

1.5.2 技术性能要求

1 机组名义工况条件见表 1.5.2。

2 机组在名义工况下测试的实测值与名义值的偏差值，应符合表 1.4.2－2 的规定（参见 1.4 章节）。

3 机组安全要求应符合 GB 18361－2001 的规定。

4 机组气密性、液压强度要求等均应符合 GB/T 18341－2001 的规定。

5 机组噪声应符合 GB 21－2002 的规定。

表 1.5.2 机组名义工况条件

工 况	冷水、温水		冷却水		性能系数
	进口温度（℃）	出口温度（℃）	进口温度（℃）	出口温度（℃）	
制 冷	12	7	30（32）	35（38）	1.1
供 热	—	60	—	—	0.9

注：1 表中冷水、冷却水侧污垢系数为 0.086［（m^2 · K）/kW］。

2 括号内数值引自生产厂家名义工况数值。

1.5.3 选用要点

1 以制冷量、供热量作为直燃型机组选型的主要依据。如供热量不能满足需求时，根据技术经济比较可选高压发生器加大型机组。

2 采用制冷和供热兼供卫生热水机组（三用机）时，所选择机组应同时满足冷/热水与卫生热水的负荷变化和季节负荷变化要求，并符合实用、经济、合理原则。当卫生热水负荷大、波动大或使用要求高时，应另设专用热水器供给卫生热水。

3 民用建筑内设置直燃机的消防要求，应满足有关国家与地方的防火规范和标准要求。

注：决定直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组的其它选用因素（包括适用范围，温度确定原则、机组承压、控制功能和产品认证），参见 1.4 章节对应部分。

1.5.4 施工安装要点

参见 1.4.4 章节对应部分。

1.5.5 执行标准

《直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组》GB/T 18362－2001。

《溴化锂吸收式冷（温）水机组安全要求》GB 18361－2001。

《工业企业设计卫生标准》GB 21－2002。

1.6 蓄冰装置

1.6.1 分类

按蓄冷方式分为显热蓄冷（水蓄冷）、潜热蓄冷（冰蓄冷）二类。按蓄冷剂分为水、冰、共晶盐三类。按载冷剂分为乙二醇、盐水两类。

1.6.2 冰蓄冷装置特点及适用范围（表 1.6.2－1）

1.6.3 产品主要性能参数（基于部分厂家产品样本数据）

1 外融冰整装式标准蓄冰装置主要性能参数见表 1.6.3－1。

2 外融冰散装式标准蓄冰装置主要性能参数见表 1.6.3－2。

3 内融冰整装式标准蓄冰装置主要性能参数见表 1.6.3－3。

4 内融冰散装式标准蓄冰装置主要性能参数见表 1.6.3－4。

5 钢制椭圆形蓄冰装置主要性能参数见表 1.6.3－5。

6 整装式导热塑料蓄冰装置主要性能参数见表 1.6.3－6。

7 金属蕊芯冰球主要性能参数见表 1.6.3－7。

8 圆形冰球主要性能参数见表 1.6.3－8。

9 片冰式蓄冰装置主要性能参数见表 1.6.3－9。

10 标准蓄冰槽主要技术性能参数见表 1.6.3－10。

表 1.6.2－1 冰蓄冷装置特点及适用范围

类别		原理	特点	适用范围
冰盘管蓄冰	外融冰	蓄冷时，冷水机组制出的低温制冷剂或载冷剂在盘管内循环，使盘管外表面结冰，储存冷量。释冷时，温度较高的冷水回水经蓄冰槽盘管外表面，与冰直接接触，冰由盘管外向内融化，释放出冷量	1 由浸没在满水开式蓄冰槽中的盘管构成蓄冷装置。盘管内为制冷剂或载冷剂，管外一般结冰最大厚度 36mm； 2 分为采用 R22 或氨作为制冷剂的直接蒸发式和以乙二醇水溶液作为载冷剂的蓄冷形式； 3 对于盘管内通制冷剂的直接蒸发式蓄冷，供冷水温度可低至 0～1℃；对于盘管内通乙二醇水溶液载冷剂的蓄冷，供冷水温度可低至 1～2℃； 4 瞬间释冷速率高； 5 耗电量较高； 6 空调供冷系统通常采用开式或中间换热式	适用于低温送风或区域供冷等设计供水温度低或瞬时供冷负荷大的场合
	内融冰	蓄冷时，冷水机组制出的低温载冷剂通过盘管进行循环，使盘管外表面结冰，储存冷量。释冷时，温度较高的载冷剂通过盘管循环，冰由盘管内向外融化，释放出冷量	1 由浸没在满水开式蓄冰槽中的盘管构成蓄冷装置。盘管内为乙二醇水溶液载冷剂，管外结冰厚度 10～23mm 或完全结冰； 2 乙二醇水溶液作为载冷剂； 3 供冷水温度可低至 2～4℃； 4 系统充载冷剂量大	适用于包括新风系统、低温送风系统等各种场合
封装式蓄冰		蓄冷时，冷水机组制出的低于蓄冷介质相变温度的载冷剂在球或板之间流动，进行循环，球或板内蓄冷介质结成冰，储存冷量。释冷时，温度较高的载冷剂进入蓄冰槽循环，球或板内的冰融化，释放出冷量	1 由封装有蓄冷介质（去离子水或其它相变材料）的大量球或板形相对较小的容器、浸泡在充满乙二醇水溶液的槽（罐）内构成蓄冷装置； 2 乙二醇水溶液为载冷剂。球或板形容器内的蓄冷介质随槽（罐）型蓄冷装置内充灌的乙二醇水溶液温度变化而结冰或融冰； 3 初始供冷温度可低至 3℃； 4 耐腐蚀。装置故障少，维修费用低； 5 蓄冷装置可为承压或非承压型。空调供冷系统可为开式或闭式	适用于供水温度高于 6℃ 的空调系统。特别适用于间歇式或瞬间供冷负荷较大场合
片冰滑落式蓄冰		制冰时，循环水沿蒸发器外表面流下过程中，依靠制冷剂在垂直板或管状蒸发器内蒸发，使水在蒸发器外表面均匀结成 5～9mm 厚的薄冰。脱冰时，依靠热的制冷剂气体进入蒸发器，使薄冰从蒸发器表面脱落至蓄冰槽内，实现蓄冷	1 供冷温度 1～2℃； 2 占地小。高度要求一般在 4.5m 以上； 3 瞬时释冷速率高； 4 冷量损失大； 5 系统维护、保养技术要求高	适用于出水温度较低及瞬时供冷负荷大的场合。特别适用于工业过程冷却及渔业冷冻
冰晶式蓄冰		将低浓度乙二醇水溶液等载冷剂冷却至 0℃ 以下而产生的细小均匀冰晶（直径 100μm）与载冷剂混合，形成冰浆，储于蓄冰槽中	1 供冷温度 1～2℃； 2 融冰、释冷速率高； 3 制冷机制冷效率高； 4 设备容量小，需长期连续运行储存大量冰浆供短时间大负荷使用； 5 工艺复杂，造价高	适用于出水温度较低、瞬时供冷负荷大的场合，如：生产过程冷却或食品冷藏等
共晶盐蓄冰		利用无机盐或有机物质提高冷水的冰点，使盐水在较高温度工况结冰	1 蒸发温度高，制冷机制冷效率高； 2 使用寿命短。一般相变次数≤2500 次； 3 相变性能随使用时间的延长而衰减，且产生结晶； 4 设计与运行管理技术要求高	适用于常规空调，更利于对原有制冷机的改造利用

表 1.6.3-1 外融冰整装式标准蓄冰装置主要性能参数

数据出处（厂家名称简写）	蓄冷量（kW·h）	蓄冰（潜热）容量（kW·h）	冰槽内水容量（m^3）	盘管内溶液容量（m^3）	装置外型尺寸（mm，宽×长×高）
BAC	1420～3129	1280～2827	24.04～51.93	1.0～2.20	3040×5060×2150～3040×10817×2150
清华同方	844～3222	703～2814	12.4～48.0	0.5～2.0	1730×6380×2480～5324×6380×2480

表 1.6.3-2 外融冰散装式标准蓄冰装置主要性能参数

数据出处（厂家名称简写）	蓄冰（潜热）容量（kW·h）	装置外型尺寸（mm，宽×长×高）
BAC	264～707	956×2677×1569～1349×5067×1569

表 1.6.3-3 内融冰整装式标准蓄冰装置主要性能参数

数据出处（厂家名称简写）	蓄冰（潜热）容量（kW·h）	冰槽内水容量（m^3）	盘管内溶液容量（m^3）	装置外型尺寸（mm，宽×长×高）
BAC	960～2082	11.32～27.03	0.985～2.310	2400×3240×2440～3600×6050×2000
清华同方	703～2814	11.9～44.2	0.5～2.0	1210×6100×2150～3940×6100×2150

表 1.6.3-4 内融冰散装式标准蓄冰装置主要性能参数

数据出处（厂家名称简写）	蓄冰（潜热）容量（kW·h）	盘管内溶液容量（m^3）	装置外型尺寸（mm，宽×长×高）
BAC	419～1041	0.493～1.150	1019×2740×2075～1619×5508×1643

表 1.6.3-5 钢制椭圆形蓄冰装置主要性能参数

数据出处（厂家名称简写）	整装式		散装式	
	蓄冷量（kW·h）	盘管内溶液容量（m^3）	蓄冷量（kW·h）	盘管内溶液容量（m^3）
益美高	647～2567	0.849～3.282	324～1284	0.425～1.641

表 1.6.3-6 整装式导热塑料蓄冰装置主要性能参数

数据出处（厂家名称简写）	蓄冷量（kW·h）	盘管内溶液容量（m^3）	装置外型尺寸（mm，宽×长×高）
杭州华源	1020～2961	0.84～2.43	2500×3760×2230～2980×6700×2700

表 1.6.3-7 金属蕊芯冰球主要性能参数（数据出处：杭州华源）

类别	蕊芯结构	单位热容个数［个/（kW·h）］	结冰时平均传热系数［kW/（m^2·℃）］	直径×长度（mm）
单金属蕊芯冰球	铝合金齿状蕊芯	9.95	≥1.20	ϕ130×140
双金属蕊芯冰球	中空金属蕊芯	4.55	≥1.38	ϕ130×246

注：上表产品相变温度为0℃。

表 1.6.3－8 圆形冰球主要性能参数（数据出处：西亚特）

类别	相变温度（℃）	单位立方米个数（个/m^3）	潜热［（kW·h）/m^3］	直径（mm）	换热面积（m^2）
S27	27.0	2550	44.5	ϕ77	1.0
AC00	0.0	1320	48.4	ϕ96	0.8

表 1.6.3－9 片冰式蓄冷装置主要性能参数

数据出处（厂家名称简写）	制冷工况制冷量（kW）	制冷工况功率（kW）	蓄冰工况制冷量（kW）	蓄冰工况功率（kW）
Mueller（广东国得代理）	879～2638	173～518	598～1794	157～471

注：上表产品的压缩机类型为半封闭螺杆式。

表 1.6.3－10 标准蓄冰槽主要性能参数

数据出处（厂家名称简写）	蓄冷量（kW·h）	蓄冰（潜热）量（kW·h）	盘管内溶液容量（m^3）	装置外型尺寸（mm，宽×长×高）
广州贝龙	1178～4994	100～4185	0.69～3.0	2200×3950×2050～2800×9000×3200

1.6.4 选用要点

1 根据建筑物功能空调逐时负荷特点及电力供应情况，经技术经济比较后确定蓄冰方案。

2 根据空调系统对供水温度、供回水温差、融冰速度等的要求，以及是否采用低温送风、区域供冷或独立新风系统和工程项目的具体情况（冷冻机房空间、空调系统规模等），选择蓄冰装置的类型及流程。

3 根据出水温度、容量范围、效率、能耗、自控系统及价格等因素，选择制冷主机。冰蓄冷系统选用双工况制冷主机时，中小型工程宜优先选用水冷螺杆式冷水机组。

4 冰蓄冷系统为并联流程时，冰槽出口设计供水温度一般为5℃，供回水温差宜为5℃，蓄冰装置宜采用封装式（冰球）或完全冻结式内融冰盘管；冰蓄冷系统为主机下游串联流程时，冰槽出口设计供水温度一般为3～4℃，供回水温差宜为7～10℃，蓄冰装置宜采用完全冻结式内融冰盘管；冰蓄冷系统为主机上游串联流程时，冰槽出口设计供水温度一般为1～4℃，供回水温差宜为7～10℃，蓄冰装置宜采用外融冰或不完全冻结式内融冰盘管。

1.6.5 相关标准

《蓄冷设备》SB/T 10343－2001。

《蓄冷空调系统的测试和评价方法》GB/T 19412－2003。

《蓄冷空调工程技术规程》JGJ 158－2008。

1.7 换热机组

1.7.1 换热器

1 分类及特点见表 1.7.1－1。

2 主要技术性能指标见表 1.7.1－2。

表 1.7.1－1 换热器分类（按结构）及特点

类别		特点
管壳式	固定管板	结构简单，造价低，热膨胀不好，易泄漏，适用小温差
	带膨胀节	制造较复杂，克服了热膨胀补偿问题
	U 型管	管束可自由伸缩，结构简单，传热量低，适用大温差
	浮头式	适应热膨胀，清洗方便
	波纹管	有固定管、U 型管、浮头等结构。内部换热管为波纹管，换热能力比普通管强，一定程度减少了管壁结垢
套管式		两根管子是套装的，内管中流动着一种流体，而内、外管间的环行空间流动着另一种流体
板式	波纹板	带波纹的板，波峰相叠，装配在一个结构框架内，或焊封在一起，形成一个坚固的高效热交换器，装配式换热器的换热面积可任意变换
	螺旋板	传热元件由螺旋形板组成。由于存在不便维修等缺点，已由技术性能更好的波纹板换热器替代
半即热式		热媒在上下、左右自由浮动和伸缩的换热盘管中流动，被加热的水在壳体与盘管间流动，一定程度减少结垢
容积式		有较大的水容积，结构简单，维修方便，传热系数低

表 1.7.1－2 换热器主要技术性能指标

性能参数	管壳式	波纹管式（管壳类）	板式	半即热式
传热系数 [W/（m^2·K）]	水－水 800～1500	水－水 2000～3500	3000～8000	水－水 800～1200
	汽－水 1200～2000	汽－水 2500～4000		汽－水 1500～2000
工作压力（MPa）	≤10	≤8	≤2.5	≤1.6
冷热介质允许压差（MPa）	≤10	≤8	≤0.5	
结垢、堵塞、泄漏	B	A	D	B
占地面积	C	B	A	B
设备投资	B	C	A	D
运行维修	C	A	C	B
调节性能	B	B	A	C

注：表中 A→D 顺序为较好至较差。

3 设计选用要点

1）应根据用途及使用要求选用换热器的类型，各类型换热器的选用应在技术经济比较基础上进行。

2）根据已知冷、热流体的流量，初、终温度及比热容确定所需的换热面积。初步估算换热面积：一般先假定传热系数，确定换热器构造，再校核传热系数 K 值。实际换热面积宜取计算面积的 1.15～1.25 倍。

3）选用换热器时，应尽量使换热系数小的一侧得到大的流速，并且尽量使两流体换热面两侧的换热系数相等或相近，提高传热系数。高温流体宜在内部，低温流体宜在外部，以减少换热器外表面的热损失。经换热器加热的流体温度应比换热器出口压力下的饱和温度低 10℃，且应低于二次水所用水泵的工作温度。

4）当热媒为蒸汽时，宜采用二级换热方式（汽—水和水—水），降低凝结水温度，以提高热能利用率，防止冷凝水在管网二次蒸发。

5）含有泥沙脏物的流体宜通入容易清洗或不易结垢的空间。

6）换热器中流体的流速选择宜遵循以下原则：

①尽量使流体呈湍流状态；

②提高流速应考虑动力消耗与减少换热面积之间的经济比较；

③适当的流速可以使换热器的外形尺寸比较合理；

④换热器的压力降不宜过大，一般控制在 0.01 ~ 0.1MPa 之间；

⑤流速大小应考虑流体的粘度，粘度大的流速应小于 0.5 ~ 1.0m/s。一般流体管内的流速宜取 0.4 ~ 1.0m/s，易结垢的流体宜取 0.8 ~ 1.2m/s。

7）选用换热器时应注意压力等级、使用温度、接口的连接条件。在压力降、安装条件允许的前提下，管壳式换热器宜选用直径小的加长型，有利于提高换热效果。选用板式换热器时，温差较小侧流体的接口处流速不宜过大，应能满足压力降的要求。

1.7.2 整体式换热机组

整体式换热机组是将热交换器、二次水循环系统、补水系统、水温控制系统按需要组合在一起，在工厂完成设备组装、调试、检验，实现热交换站全部功能的机电一体化整件产品。可缩短热交换站的建设工期，简化热交换站的施工难度，提高热交换站的工程质量是该产品的主要特征。

1 分类及特点见表 1.7.2。

表 1.7.2 整体式换热机组分类及特点

分类方式	类 别	特 点
热媒	汽/水	一次侧为蒸汽，二次侧为水
	水/水	一次侧为高温水，二次侧为低温水
用途	采暖	二次热媒为软化水，二次出水温度要考虑气候补偿
	空调	二次热媒为软化水，二次出水温度恒定不变
	生活热水	二次热媒为非软化水，二次出水温度恒定不变
换热器	板式	换热系数大，水流间隙小
	半即热式	水流间隙较大
	管壳式	水流间隙较大
二次侧流量工况	变流量	二次水流量随热负荷变化
	不变流量	二次水流量不随热负荷变化
二次回水压力工况	恒定	回水压力在一个设定值上下作微小波动
	可变	回水压力在上、下限之间变化

2 设计选用要点

1）根据用途确定二次侧的供、回（出、进）水温度，按照热负荷确定二次水流量。

2）根据用途、热负荷和选用的热媒确定换热器的类别和换热量。在确定换热器类别时，应考虑换热器工作压力和一次、二次侧的最大允许压差。

3）按常规选用二次水循环泵和补水泵。

4）根据二次侧流量工况确定二次水的流量控制方式。

5）根据二次回水压力工况确定二次回水压力控制方式。在二次回水压力控制中必须包括超压泄水控制（如设置安全阀），以确保设备安全。

6）根据用途确定二次水温度控制方式，控制方式必须考虑对一次热源的影响。

7）根据机组的一次、二次热媒和二次补、泄水管的空间位置，确定热力站内相应管道的走向，并在管道上安装阀门。

8）根据机组的动力电缆进线位置和用电负荷，敷设电缆至配电柜，并经开关（断路器）接入配电柜内。

9）应设计软化水箱低水位报警信号，用于与补水泵连锁控制。

10）机组中水泵的安装和连接应采取减振措施，以减少噪声通过机架和管道的传导。

3 施工安装要点

1）机组应安装在高出地面的基座上。当直接安装在地面上时，应采取措施避免积水浸泡机组电气设备。

2）当一次热媒为蒸汽时，应采取疏水措施。

3）机组的安装现场应留有可供机组通过的通道，机组周围应留有足够的维修空间。

1.7.3 相关标准

《板式换热器》GB 16409－1996。

《钢制压力容器》GB 150－1998。

1.8 冷热电联供系统

1.8.1 概述

1 定义

冷热电联供系统是布置在用户附近，以燃气为一次能源用于发电，并利用发电余热制冷、供热，同时向用户输出电能、热（冷）的能源供应系统。它首先利用燃料燃烧产生的高温烟气在原动机中作功，将一部分热能转变为高品位的电能，再利用发电后的余热供热和制冷，以实现能源的高效梯级利用，降低供热和制冷成本。该系统可用于一栋或多栋建筑的冷、热、电能源供应，系统发电供用户自用，同时供应冷、热负荷。

2 适用领域

1）全年有冷热负荷需求的用户，系统年运行时间宜≥4000h。

2）电力负荷与冷、热负荷使用规律相似的用户。

3）燃气供应充足、稳定的地区。

4）经过方案优化设计和经济分析，确定经济可行的项目。

5）一般条件下，医院、宾馆、商场、休闲场所、写字楼、大学、车站、机场、工业企业、农业园区等用户适用性较好。

3 余热形式、特点（表1.8.1－1）

表1.8.1－1 常用发电设备余热形式、特点

原动机型式		燃气轮机	内燃机	微燃机
单机发电功率（kW）		600～10000	50～6000	30～250
发电效率（%）		20～38	30～45	20～30
常用燃料		天然气、柴油	天然气、沼气、柴油	天然气、柴油
燃气入口压力（MPa）		1.0～2.2	≤0.2	0.4～0.8
余热型式	烟气（℃）	350～550	350～600	200～350
	高温冷却水（℃）	—	70～100（缸套水）	—
	低温冷却水	不用或少量（润滑油冷却水）	少量（中冷器冷却水）	不用或少量（润滑油冷却水）
系统能源综合利用率（%）		70～85	70～90	70～80

4 余热利用设备型式、特点、适用范围（表 1.8.1－2、表 1.8.1－3）

表 1.8.1－2 余热利用设备型式、特点、适用范围

余热利用设备型式	余热形式	供热方式	供冷方式	适用范围
余热锅炉	烟气	高压蒸汽	蒸汽双效吸收式制冷机	生产、空调、采暖、生活热水
		低压蒸汽	蒸汽单效吸收式制冷机	
		热水	热水单效吸收式制冷机	空调、采暖、生活热水
烟气双效吸收式冷温水机	烟气	热水	冷水	空调、采暖、生活热水
烟气热水吸收式冷温水机	烟气、高温冷却水	热水	冷水	
换热器	高温冷却水	热水	热水单效吸收式制冷机	
换热器	低温冷却水	热水	—	生活热水

表 1.8.1－3 主要余热利用设备技术性能指标

余热利用设备型式		制冷/供热量（kW）	供水温度（℃）	排烟温度（℃）
烟气双效吸收式冷温水机	制冷工况	200～20000	7	170
	供热工况	150～15000	60	120
烟气热水吸收式冷温水机	制冷工况	200～20000	7	120～170
	供热工况	150～15000	60	120～145

1.8.2 主要技术性能要求

1 余热利用设备与原动机宜采用一一对应的配置方式，在原动机排烟及冷却水系统上应设自动调节阀，保证发电设备正常运行。

2 余热锅炉及余热吸收式冷（温）水机可仅利用余热或加装补燃装置。

3 应优先利用发电余热制冷、供热，当发电余热不能满足设计冷、热负荷时补燃。

4 燃气轮机宜采用烟道补燃方式，其它机组可设置燃烧器补燃。

1.8.3 选用要点

系统的组成形式、设备容量、工艺流程及运行方式，应经技术经济比较确定。系统的年平均能源综合利用率应大于 70%，余热利用率应大于 60%。

1 负荷预测

1）对既有建筑，应调查实际冷、热、电负荷数据，根据实测运行数据绘制不同季节典型日逐时负荷曲线和年负荷曲线。

2）对新建建筑或不能获得实测运行数据的既有建筑，应根据相似建筑实测负荷数据，参考本建筑设计负荷资料进行估算，并绘制不同季节典型日逐时负荷曲线和年负荷曲线。

2 余热利用设备选择

1）当热负荷主要为空调制冷、供热负荷时，余热利用设备宜采用吸收式冷（温）水机组，直接利用烟气和高温水热量。

2）当热负荷主要为蒸汽或热水负荷时，余热利用设备宜采用余热锅炉，将发电余热转化为蒸汽或热水再利用。

3）应按发电机组满负荷运行时产生的余热量，确定余热利用设备容量。

4）应按发电机组的运行规律，逐时核算的余热量，余热不足部分可由补充冷热能供应设备补充。

3 辅助设备选择

1）补充冷热能供应设备可采用吸收式冷（温）水机组、压缩式冷水机组、热泵、锅炉等。

2）根据负荷变化规律和设备容量，可设置蓄热、蓄冷装置，在冷热负荷低谷时段充分利用发电余热。

3）冷却水排热装置可采用冷却塔或风冷散热器，将未完全利用的冷却水热量排至室外。寒冷地区冷却水系统应采取防冻措施。

4）烟气排热装置可采用烟气三通调节阀和直排烟道，将未完全利用的烟气排空。

4 能源综合利用率计算

1）系统年平均能源综合利用率应按下式计算：

$$v_1 = \frac{Q_1 + Q_2 + 3.6W}{BQ_L} \times 100\% \qquad (1.8.3-1)$$

式中 v_1——年平均能源综合利用率（%）；

Q_1——年供热总量（MJ）；

Q_2——年供冷总量（MJ）；

W——发电总量（kWh）；

B——年燃料总耗量（m^3）；

Q_L——燃料低位发热量（MJ/m^3）。

2）系统年平均余热利用率应按下式计算：

$$v_2 = \frac{q_1 + q_2}{q_3 + q_4} \times 100\% \qquad (1.8.3-2)$$

式中 v_2——年平均余热利用率（%）；

q_1——年余热供热总量（MJ）；

q_2——年余热供冷总量（MJ）；

q_3——排烟温度降至120℃时可利用的热量（MJ）；

q_4——冷却水温度降至85℃时可利用的热量（MJ）。

1.8.4 典型系统

1 燃气轮机+蒸汽吸收式制冷机系统流程图（图1.8.4-1）

2 燃气轮机+烟气吸收式制冷机系统流程图（图1.8.4-2）

3 内燃机+热水吸收式制冷机系统流程图（图1.8.4-3）

4 内燃机+烟气吸收式制冷机系统流程图（图1.8.4-4）

5 内燃机+烟气热水吸收式制冷机系统流程图（图1.8.4-5）

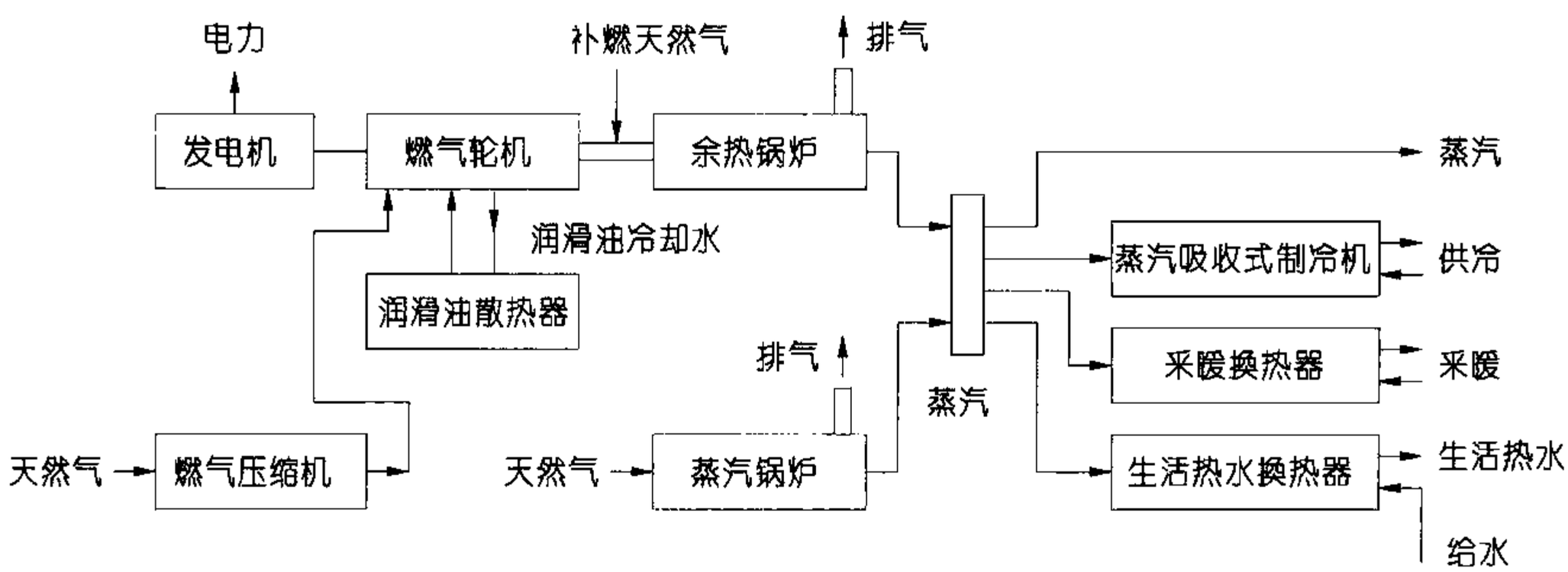


图1.8.4-1 燃气轮机+蒸汽吸收式制冷机

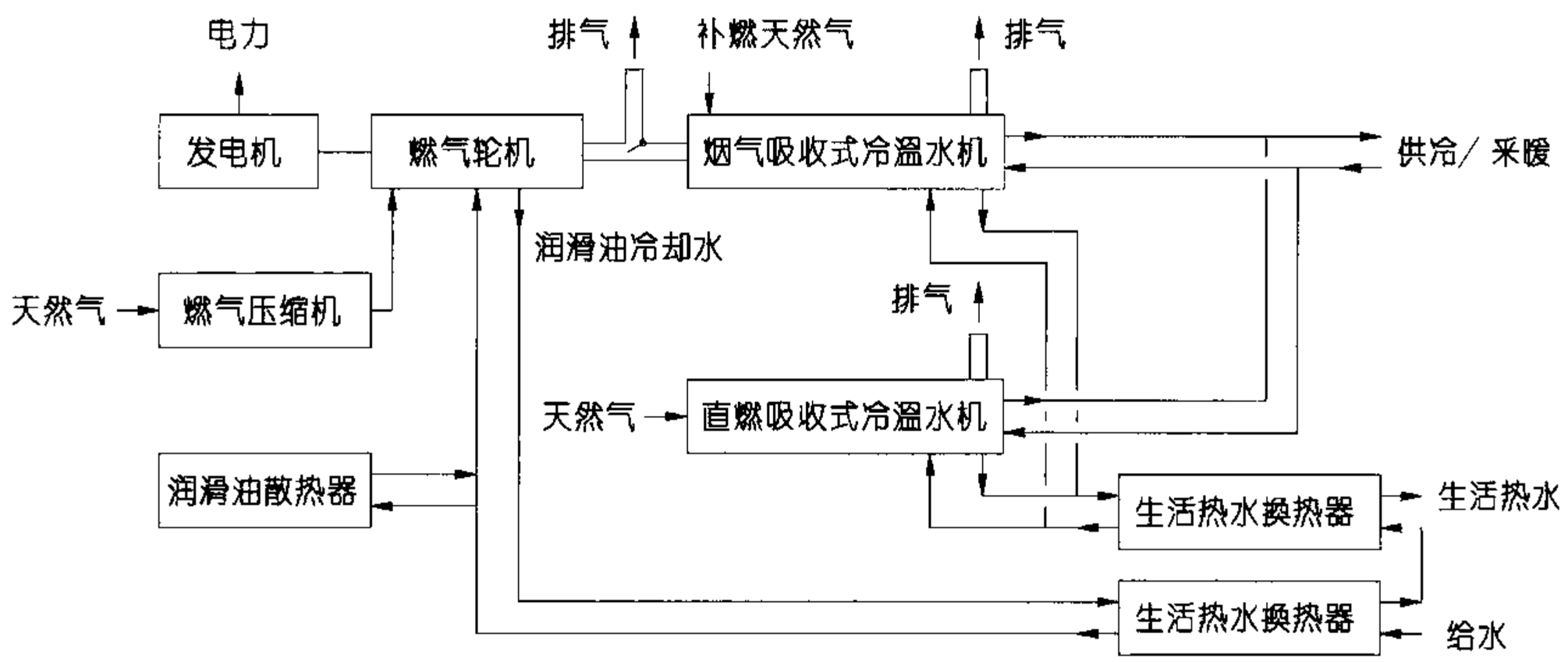


图 1.8.4－2　燃气轮机＋烟气吸收式制冷机

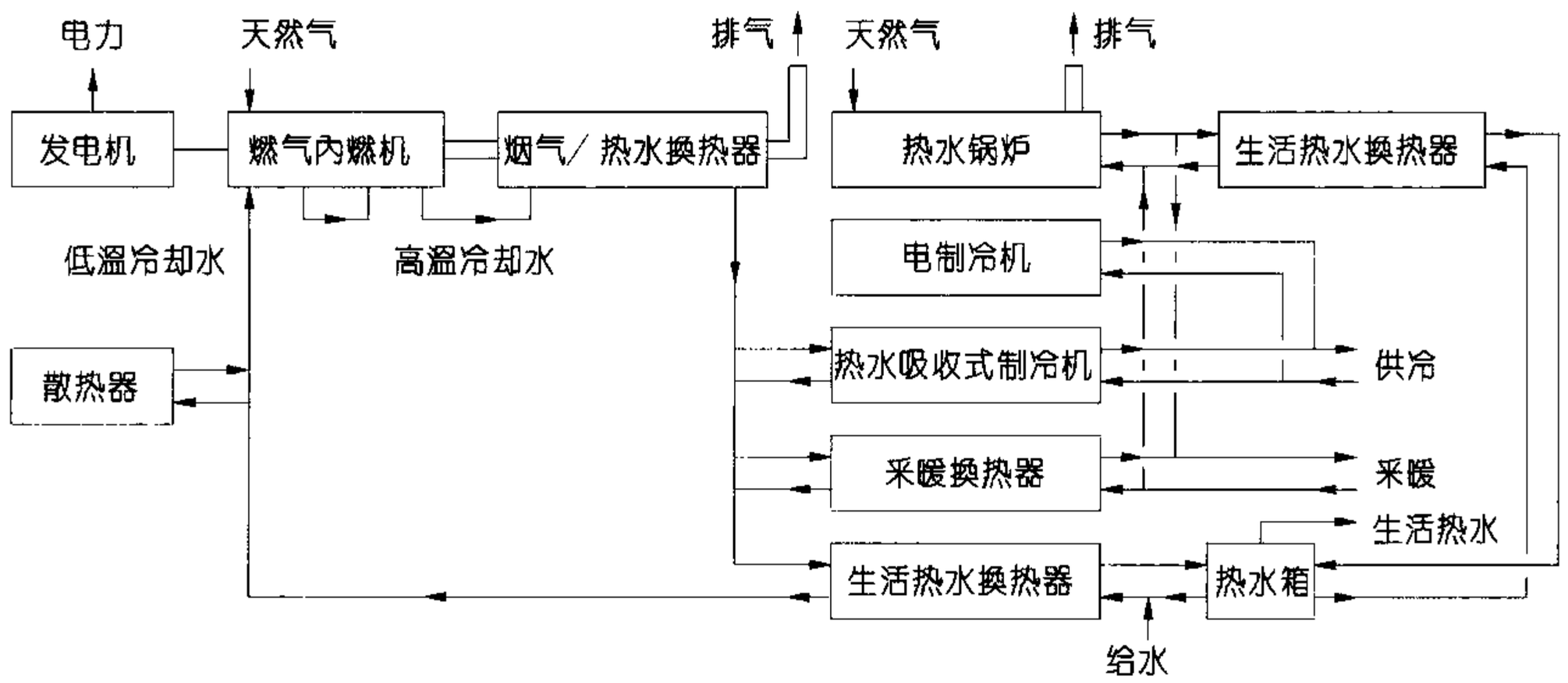


图 1.8.4－3　内燃机＋热水吸收式制冷机

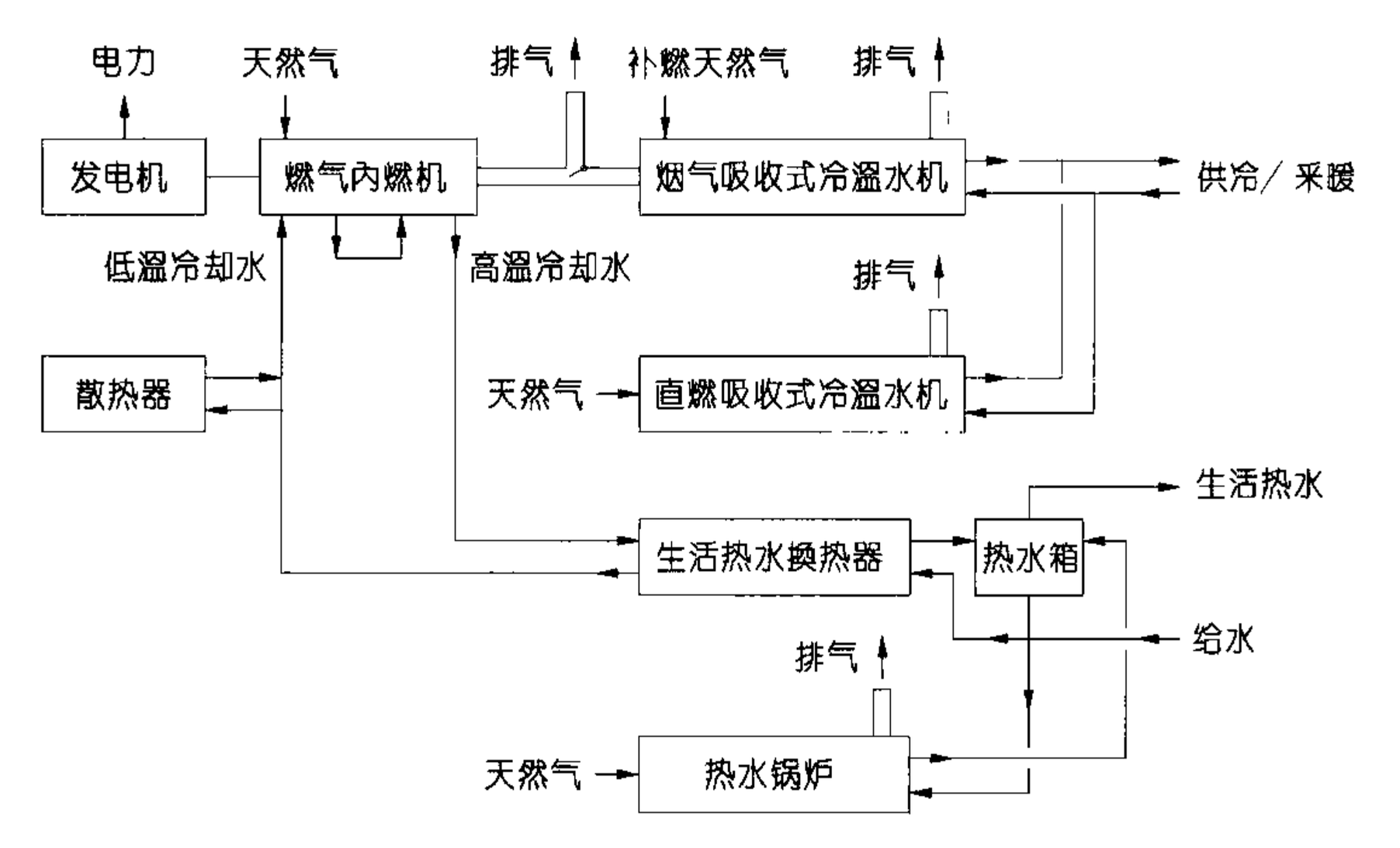


图 1.8.4－4　内燃机＋烟气吸收式制冷机

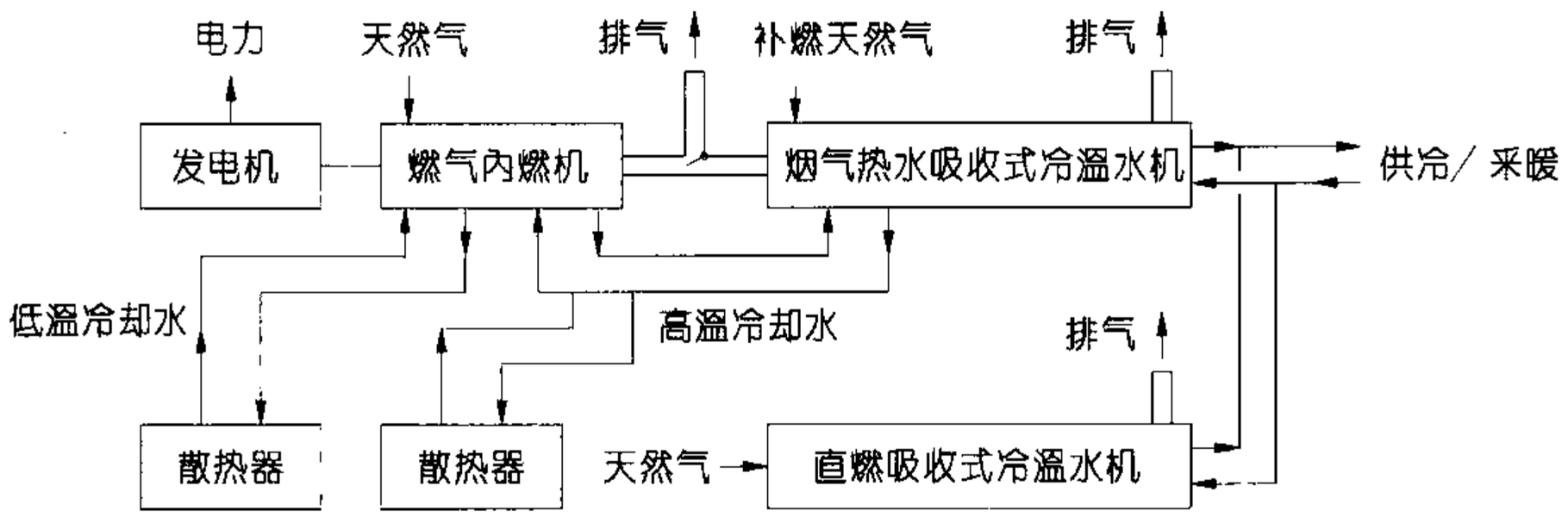


图 1.8.4-5 内燃机+烟气热水吸收式制冷机

1.8.5 技术经济分析

冷热电联供系统的技术经济分析可以采用增量分析方法，与常规供能系统进行比较。作为比较对象的常规供能系统，可以选定为电力由市电供应；供热采用燃气锅炉或燃气直燃机；供冷采用电制冷机、吸收式制冷机或燃气直燃机。

1 环境效益

冷热电联供系统替代燃煤火力发电厂、燃煤锅炉房及电制冷机供应冷、热、电负荷，可减少烟尘、SO_2、NO_X 等污染物的排放量。

2 节能效果

冷热电联供系统相对于常规系统，可减少一次能源消耗量。

3 经济性评价

冷热电联供系统的经济性评价应与常规供能系统比较，在供应同样的冷、热、电负荷条件下，计算增量投资回收期；或者以同样的冷、热、电销售价格，分别计算投资回收期和内部收益率。

运行成本包括：外购电费、燃气费、水费、人工工资、维修费、管理费、折旧费、占用电力设备补偿费等。

1.8.6 相关标准

《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》GB/T 18431-2001。

《直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组》GB/T 18362-2001。

《烟道式余热锅炉 通用技术条件》JB/T 6503-1992。

《燃气—蒸汽联合循环设备采购 余热锅炉》JB/T 8953.3-1999。

《蒸汽锅炉安全技术监察规程》。

《热水锅炉安全技术监察规程》。

《压力容器安全技术监察规程》。

2 供暖设备

2.1 户用燃气供暖设备

2.1.1 分类（表2.1.1）

2.1.2 主要技术性能参数（表2.1.2）

表2.1.1 户用燃气供暖设备分类

类别	特 点	适用范围
燃气热水采暖炉	以天然气、液化石油气、人工煤气为燃料，自动化燃烧。包括：进风/排烟，热水循环，定压补水系统，安全保护和温度控制等装置。除用于采暖外，可兼供生活热水	适用于多层或低层住宅。不适用于公共建筑和非节能建筑
燃气热风采暖炉	以天然气、液化石油气、人工煤气为燃料，自动化燃烧，加热空气送入室内采暖。包括：进风/排烟，热风加热及循环系统，安全保护和温度控制等装置	使用热风采暖的房间如配置相应的电力制冷机组，系统可扩展为冬季供暖、夏季供冷的空调系统

表2.1.2 户用燃气供暖设备主要技术性能参数

性能＼类型	户用燃气热水采暖炉	户用燃气热风采暖炉
供热量（kW）	18～32	12～30
供回水温差（°C）	20	-
炉外剩余压头（kPa）	30	0.125
理论效率（%）	88	80

2.1.3 选用要点

1 燃气热水采暖炉

1）额定供热量应和采暖（含生活热水）负荷相适应，容量不宜过大。

2）采暖炉的额定效率应≥88%，部分负荷热效率≥85%。

3）采暖炉配套循环水泵的流量和扬程应与采暖系统特性相匹配。

4）采暖系统在非采暖期必须满水保养，不得放空。设置燃气采暖炉的房间应设地漏，地面需作防水处理。

2 燃气热风采暖炉

1）户用燃气热风采暖炉有高、中、低三档风速，可根据风管系统阻力条件选择，而燃气量和风量需在系统调试时整定，用户不能自行任意调节改变。

2）采暖炉采用全负荷燃烧和停止燃烧的简易两位燃烧调节方式，室温控制只能依靠运行时间的间隔，因此容量的合理选择，对于采暖舒适度和热效率至关重要。采暖炉的额定供热量应与采暖负荷相适合，容量的余量不宜超过采暖设计负荷的20%。

3）送风口距地面高度≤3.5m时，送风温度35～45℃。额定燃气量和风量在调试整定时，应满足

上述条件。

4）由于一般只设送风管道送至各采暖空间，不设回风管道。故应考虑集中回风时各房间的回风气流通路。

主要房间应设置电动或手动风口，满足分室温度控制的风量分配和调节要求。

3 燃气采暖炉应有熄火保护装置，应放置在通风良好、符合防火规范、留有安全距离的场所。

4 应选用平衡式燃气采暖炉，必须采用生产厂家提供的给排气管并应直接通至室外。风帽排气出口周围不应有门窗等开口及障碍物，以免烟气回流室内。

5 在冬季室外温度≤5℃地区使用时，需选用具备防冻功能的采暖炉。

6 当需要提供较低温度和较小温差热水时（如热水地板采暖或风机盘管系统），应注意解决烟气冷凝水和循环水流量不足的问题。

2.1.4 施工安装要点

3.1 燃气炉安装必须由经过专业培训并执有安装许可证的人员进行，安装时，应有标示和记录。

3.2 燃气炉应安装在不燃地板或墙壁上，如需要设置在可燃、难燃地板或墙壁上时，应采取有效防火隔热措施。

2.1.5 相关标准

《城镇燃气设计规范》GB 50028－2006。

《燃气燃烧器具安全技术通则》GB 16914－2003。

《家用燃气燃烧器具安装及验收规程》CJJ 12。

《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019－2003。

《家用燃气快速热水器》GB 6932－2001。

2.2 室内散热设备

2.2.1 散热器

散热器主要类型见表2.2.1－1。

表2.2.1－1 散热器主要类型

分类方式	类别		说明
散热方式	辐射型		通过辐射和对流两种方式共同散热，多数散热器为辐射型
	对流型		主要靠对流方式散热
材质	灰铸铁制：柱型、翼型、柱翼型		内腔粘砂灰铸铁散热器不得用于集中供暖系统；灰铸铁长翼型散热器禁止用于房屋建筑供暖系统（引自“建设部第659号公告”）
	钢制：柱型、板型、扁管型、钢管型、卫浴型、翅片管对流型、闭式串片型		包括不锈钢制。其中，闭式串片型散热器不得用于民用建筑供暖系统（引自“建设部第659号公告”）
	铝制：柱翼型、压铸铝合金单片组装型		多用于分户供暖系统
	金属复合型	铜铝复合柱翼型、钢铝复合柱翼型	两种或两种以上金属材料复合制成
		铜管对流散热器	铜管铝片制作

1 产品主要技术经济性能

1）钢制散热器

①主要类型、适用范围（表 2.2.1－2）。

②主要技术经济性能（表 2.2.1－3）。

③相关标准（表 2.2.1－4）。

表 2.2.1－2 钢制散热器主要类型、适用范围

类　　型	基本要求	适用范围
柱型、板型	无缝钢管与优质冷轧钢板制作，承压不低于 0.46～0.8MPa。主要技术指标必须达到行业标准要求	民用建筑热水供暖系统符合表 2.2.1－17 散热器使用条件的场合。在供暖水质与运行管理不规范的情况下应用，产品必须进行合格的内部防蚀处理
扁管型、管型		
卫浴型		
翅片管散热器	对水质无特殊要求	民用或工业建筑

表 2.2.1－3 钢制散热器主要技术经济性能

类　　型	金属热强度［W/（kg·℃）］	工作压力（MPa）	使用寿命（年）	热价（元/W）
钢制板型散热器	1.0～1.2	0.4～0.8	≮15	0.8～0.9
钢管散热器	≮1.0	1.0		0.9～1.3
卫浴型采暖散热器	≮1.0	1.0		1.0～10.0

注：本章节所列使用寿命和热价均指：1. 使用寿命为在正常使用条件下的最低使用年限。2. 热价为按单位标准散热量（W）计算出的散热器价格（为 2008 年底北京市现阶段场零售价格，仅供参考）。

表 2.2.1－4 钢制散热器相关标准

产品名称	执行标准	备　　注
钢制柱型散热器	JG/T 1－1999	行业标准
钢制板型散热器	JG 2－2007	
钢管散热器	JG/T 148－2002	
卫浴型采暖散热器	JG 232－2008	
钢制扁管散热器技术条件（暂行）	企业标准	无行业标准
钢制闭式串片散热器	JG/T 3012.1－94	行业标准
钢制翅片管对流散热器	JG/T 3012.2－1998	
采暖散热器系列参数，螺纹及配件	JG/T 6－1999	
采暖散热器散热量测定方法	GB/T 13754－2008	国家标准

2） 铜（钢）铝复合型散热器

①主要类型、适用范围（表 2.2.1－5）。

②主要技术经济性能（表 2.2.1－6）。

③相关标准（表 2.2.1－7）。

表 2.2.1－5 铜（钢）铝复合型散热器主要类型、适用范围

类　　型	基本要求	适用范围
铜铝复合柱翼型	采用 TP2 或 TU2 挤压轧制拉伸铜管、无缝钢管和 LD31 铝材制作，承压不低于 1.0MPa	民用建筑热水供暖系统符合表 2.2.1－17 散热器使用条件的场合
钢铝复合柱翼型		

表2.2.1-6 铜（钢）铝复合型散热器主要技术经济性能

类　型	金属热强度［W/（kg·℃）］	工作压力（MPa）	使用寿命（年）	热价（元/W）
铜铝复合柱翼型散热器	1.8~2.5	1.0	≤15	0.5-1.0
钢铝复合柱翼型散热器	无行业标准	1.0	≤15	—

表2.2.1-7 铜（钢）铝复合型散热器相关标准

产品名称	执行标准	备　注
铜铝复合柱翼型散热器	JG 220-2007	行业标准
钢铝复合柱翼型散热器	企业标准	暂无行业标准
采暖散热器系列参数，螺纹及配件	JG/T 6-1999	行业标准
采暖散热器散热量测试方法	GB/T 13754-2008	国家标准

3）铜管对流散热器

①适用范围（表2.2.1-8）。

②主要技术经济性能（表2.2.1-9）。

③相关标准（表2.2.1-10）。

表2.2.1-8 铜管对流散热器适用范围

基本要求	适用范围
采用TP2或TU2挤压轧制拉伸铜管和铝片制作，承压不低于1.0MPa	民用建筑热水供暖系统符合表2.2.1-17散热器使用条件的场合

表2.2.1-9 铜管对流散热器主要技术经济性能

金属热强度［W/（kg·℃）］	工作压力（MPa）	使用寿命（年）	热价（元/W）
1.8~2.5	1.0	≤15	0.3-0.6

表2.2.1-10 铜管对流散热器相关标准

产品名称	执行标准	备　注
铜管对流散热器	JG 211-2007	行业标准
采暖散热器系列参数，螺纹及配件	JG/T 6-1999	
采暖散热器散热量测试方法	GB/T 13754-2008	国家标准

4）铝制柱翼型散热器

①适用范围（表2.2.1-11）。

②主要技术经济性能（表2.2.1-12）。

③相关标准（表2.2.1-13）。

表2.2.1-11 铝制柱翼型散热器适用范围

基本要求	适用范围
采用ADC12铝合金或LD31铝材制作，承压不低于0.8MPa。集中供暖系统使用时必须进行合格的内防蚀处理	内部无防蚀处理的产品适用于中性热水的分户供暖系统。集中供暖系统使用时，必须有合格的内防蚀保护处理

表 2.2.1－12 铝制柱翼型散热器主要技术经济性能

类　型	金属热强度［W/（kg·℃）］	工作压力（MPa）	使用寿命（年）	热价（元/W）	备　注
铝制柱翼型散热器（型材焊接）	≮1.5	0.8	≮10	0.6～0.7	压铸铝合金散热器适用范围：内部无防蚀处理的产品适用于中性热水的分户供暖系统。集中供暖系统使用时，必须有合格的内防蚀保护处理
压铸铝合金散热器	无行业标准	1.0	—	—	

表 2.2.1－13 铝制柱翼型散热器相关标准

产品名称	执行标准	备　注
铝制柱翼型散热器（型材焊接）	JG 143－2002	行业标准
压铸铝合金散热器	企业标准	行业标准在编
采暖散热器系列参数，螺纹及配件	JG/T 6－1999	行业标准
采暖散热器散热量测试方法	GB/T 13754－2008	国家标准

5）内腔无砂灰铸铁散热器

①适用范围（表 2.2.1－14）。

②主要技术经济性能（表 2.2.1－15）。

③相关标准（表 2.2.1－16）。

表 2.2.1－14 内腔无砂灰铸铁散热器适用范围

类　型	基本要求	适用范围
柱型散热器	采用牌号 HT150 或 HT100 的灰铸铁，主要技术指标必须达到国家标准要求	以热水或蒸汽为热媒的民用建筑供暖系统。对供暖水质与运行管理无严格要求。内腔无砂产品能够满足计量供热要求
翼型散热器		
柱翼型散热器		

表 2.2.1－15 内腔无砂灰铸铁散热器主要技术经济性能

名　称	金属热强度［W/（kg·℃）］	工作压力（MPa）	使用寿命（年）	热价（元/W）
灰铸铁柱型散热器	≥0.32	0.4/0.8/0.2（蒸汽）	≮20	0.3～0.6
灰铸铁翼型散热器				
灰铸铁柱翼型散热器				

表 2.2.1－16 内腔无砂灰铸铁散热器相关标准

名　称	执行标准	备　注
铸铁采暖散热器	GB 19913－2005	国家标准
采暖散热器系列参数，螺纹及配件	JG/T 6－1999	行业标准
采暖散热器散热量测试方法	GB/T 13754－2008	国家标准

2 设计选用要点

1）按建筑物使用功能、特点进行散热器选型，主要依据：工作压力、散热能力、耐用性能、热价、水阻特性、工艺外观等。根据国家对节能环保要求的不断提高，在选用散热器时，还应考虑散热器生产过程及使用过程的节能，以及散热器金属热强度等因素。

2）散热器散热量应按 GB/T 13754－2008《采暖散热器散热量测试方法》，经国家认定单位测试得到（测试条件为上进下出连接方式，闭式小室内进行。辐射器进水温度 $t_1=95℃$，出水温度 $t_2=70℃$；

对流器进水温度 $t_1 = 88.7℃$，出水温度 $t_2 = 76.3℃$；室内温度 $t_3 = 18℃$，即 $\Delta t = (t_1 + t_2)/2 - t_3 = 64.5℃$，测试得到的散热量称为标准散热量）。厂家提供产品时，需核对对应产品检测报告。若设计条件（如热水供回水温度、室内温度、有无散热器罩等）与标准散热量计算条件不同，则应对散热量进行修正。

3）散热器的散热功能与装饰效果相统一的产品，不应再加装暖气罩。

4）辐射型散热器外表面涂刷银粉漆或金粉漆，将显著降低辐射散热能力，故应禁用。宜采用不含金属材质的表面涂层，以改善散热器热工性能和装饰效果。

5）避免在轻型隔断墙上直接挂装散热器。

6）针对集中供暖系统，钢制、铝制散热器应选用具有严格涂装工艺进行内防蚀保护处理的产品，但在满足下列条件时，则对产品无内防蚀要求。

①钢制散热器：闭式循环供热采暖系统，热媒符合 GB 1576 工业锅炉水质标准要求，能够实现非采暖季节满水保养。

②铝制散热器：中性热水的分户供暖系统，或 pH 值 6.5～8.5 的二次水供暖系统。

7）住房装修时更换散热器，需注意：

①换装为不同材质（如铸铁更换为铝）的轻型散热器，将可能使混装系统中的轻型散热器提前蚀穿（水流程不接触铝材的铜、钢铝复合型散热器除外），不应轻易采用。

②系统要进行校核计算和调节，避免更换散热器破坏原有系统的水力平衡。

8）钢、铝、铜（钢）铝复合、铜管对流器等轻型散热器宜带包装安装，在室内装饰装修完成后或使用前拆除包装物（膜）。

9）散热器连接宜选用专用配件。禁止铝制散热器的铝制螺纹与系统钢管直接连接。

10）散热器供暖（灰铸铁散热器除外）应采用闭式循环系统，膨胀水箱宜选用带隔膜式类型产品，防止空气通过水箱进入系统。在非采暖季节中要求满水保养，如供热系统不能保证满水养护，则应将散热器内部的存水全部排出，严禁部分水在散热器内长期残留。

11）各类散热器使用条件汇总见表 2.2.1－17。为确保散热器寿命，应注意对使用条件的控制。

表 2.2.1－17　散热器使用条件

散热器类型	使用条件			
	热媒温度（℃）	工作压力（MPa）	系统水质要求	
钢制板型散热器	≯120	1　工作压力≯0.4 条件：水道板厚度不得小于 1.0mm； 2　工作压力≯0.6 条件：水道板厚度不得小于 1.2mm	pH 值 = 10～12	氯离子含量≯300mg/L、溶解度≯0.1mg/L
钢管散热器	≯120	1.0	pH 值≮8（20℃）	含氧量≯0.1g/m³，氯离子质量分数≯120×10^{-6}
钢制翅片管对流散热器	无特殊要求	热水：1.0 蒸汽：0.3	无特殊要求	—
铜铝复合柱翼型散热器	≯95	1.0	pH 值 = 7～12	氯离子和硫酸根含量分别≯100mg/L
铜管对流散热器	≯95	1.0	pH 值 = 7～12	氯离子和硫酸根含量分别≯100mg/L

续表 2.2.1－17

散热器类型		使用条件			
		热媒温度（℃）	工作压力（MPa）	系统水质要求	
铝制柱翼型散热器		≯95	0.8	pH 值 = 6.5 ~ 8.5	氯离子质量分数≯120×10^{-6}
灰铸铁柱型散热器	材质不低于 HT100	≯130	热水：0.5 蒸汽：0.2	无特殊要求	
	材质不低于 HT150	≯150	热水：0.8 蒸汽：0.2		
灰铸铁翼型散热器	材质为 HT150	≯130	热水：0.5 蒸汽：0.2		
	材质 > HT150	≯130	热水：0.7 蒸汽：0.2		

注：牌号 HT100、HT150 灰铸铁最小抗拉强度对应为 $100N/mm^2$ 和 $150N/mm^2$（针对Φ 30mm 单铸试棒。引自 GB 9439－88）。

2.2.2 电热散热装置

产品选用主要技术指标：散热装置种类、型式，功率密度，工作温度、升温时间、散热量，输入功率，安全性能等。

1 产品主要类型、特点（表 2.2.2－1）

表 2.2.2－1 电热散热装置主要类型、特点

类 别	组 成	特 点
低温加热电缆	由专用加热电缆、感应器、恒温控制器等组成	地板敷设，为低温加热装置。通过埋设于地板混凝土中的电缆加热地面。有直接供暖和蓄热供暖方式，也可用于融雪、电伴热等
电采暖散热器	由电热元件和温度控制器等组成，为通过温度控制器实现供热控制的电采暖散热设备	按采暖形式分为直接作用式和蓄热式；按构造分为吊装式、壁挂式、落地式和踢角板等。 电热转换效率高；控制器可按要求供热；采暖过程无废气排放和二次污染问题
低温辐射电热膜	由导电特制油墨经印刷金属载流条、热压在两层绝缘的聚脂薄膜之间制成，配以独立温控装置	布置在天花板、地板或墙面

注：电热散热装置目前还有其它产品，如浴室用电热暖风机和电热采暖灯，利用平面发热器的导电发热水泥板，电热壁炉等。

2 技术性能要求

1）加热电缆和电热膜均应通过安全保护、输入功率、发热、绝缘、防水、抗老化和机械强度等检验，合格后才能应用。

2）电采暖散热器电气安全性能（包括泄漏电流、电气强度、接地电阻、防潮等级和防触电保护等），应符合标准规范的技术要求。

3）电采暖散热器应具有温度调节功能。直接作用式电采暖散热器达到稳定运行时，其升温时间应

不大于20min。辐射式电采暖散热器表面温度均匀度不应小于80%。电热膜在正常使用状态下，连续工作时间不应小于30000h。

4）蓄热式电采暖散热器蓄热率应≥75%，蓄热量不应小于名义规定值的93%。

5）电采暖散热器应具备室内温度控制功能。温度控制器应能在5～30℃（±3℃）范围内设定温度，对所设定环境温度控制精度应为±2℃；蓄热式电采暖散热器应具有对蓄热和放热过程的控制功能，对所设定环境温度控制精度应为±3℃。

6）加热电缆和电热膜应具有温度控制功能、过热保护功能和防水自动保护功能。

7）加热电缆应符合IEC800（1992）《额定电压300V/500V生活设施加热和防结冰用加热电缆》或NEK－IEC800的要求。温控器应符合JG874－94或CE，QS9000/ISO9001的要求。

8）加热电缆的额定线功率不宜大于10W/m。

3 设计选用要点

1）低温加热电缆辐射采暖，宜采用地板式；低温电热膜辐射采暖，宜采用天花板式；电采暖散热器根据使用场所选用适合的型式。

2）电热散热装置的加热元件及其表面工作温度，应符合国家现行有关产品标准规定的安全要求。产品需通过国家授权的质量监督检验部门的检测。

3）根据不同使用条件和产品特性，应配套设置专用温度控制器和安全保护装置。应注意温控器最大允许控制功率和一个回路的最大功率限制。与电热散热装置配套的电路设计，应与其电力功率相匹配，并符合电气专业的有关设计规范要求。

4）绝热层、龙骨和饰面板等材料的选用及使用环境，均应满足建筑防火要求。

5）采暖辐射体的表面平均温度，应符合表2.2.2－2的要求。

6）针对峰、谷采用不同电价的地区，因为谷时用电可有效降低运行费用，设计中宜考虑选用蓄热型电热产品。

7）低温加热电缆和低温电热膜的辐射采暖工程设计应符合国家或地方的标准和规程。

8）加热电缆、电热膜和踢脚板散热的采暖方式不宜用于卫生间和浴室等潮湿房间；电采暖散热器用于卫生间时，其电器开关和电线的防护等级应符合有关国家标准。

4 相关标准

《电采暖散热器》JG/T236－2008。

《地面辐射供暖技术规程》JGJ142－2004。

表2.2.2－2 采暖辐射体表面平均温度要求

设置位置		宜采用的温度（℃）	温度上限值（℃）
地面	人员经常停留	24～26	28
	人员短期停留	28～30	32
	无人停留	35～40	42
天花板	房高2.5～3.0m	28～30	—
	房高3.1～4.0m	33～36	—
墙面	距地面<1.0m	35	—
	距地面1.0～3.5m	45	—
电采暖散热器	表面温度	—	95
	格栅温度	—	115

2.2.3 低温热水地面辐射采暖装置

产品选用主要技术指标：热媒温度，工作压力，环路数量，加热管的管材种类等。

低温热水地面辐射采暖装置由热源、集配装置、加热管、辐射地板等构成。以不高于 60℃的低温热水为热媒，自加热地板以辐射和对流传热方式向室内供暖。此种采暖方式具有热舒性好、不占用室内使用面积、节约能源等优点，适用于住宅、公寓、别墅、医院、幼儿园及游泳池周边、宾馆大厅等的采暖。

1 技术性能要求

1）低温热水地面辐射采暖系统的设计供、回水温度应由计算确定，供水温度不应超过 60℃。民用建筑供水温度宜采用 40～60℃，供回水温差宜≤10℃。

2）低温热水地面辐射采暖系统的工作压力不应大于 0.8MPa；当建筑物高度超过 50m 时，宜竖向分区设置。

3）低温热水地面辐射采暖系统地面构造的面层宜采用热阻小于 0.05(m^2·K)/W 的材料。填充层的材料宜采用 C15 豆石混凝土，豆石粒径宜为 5～12mm。加热管的填充层厚度不宜小于 50mm。

4）住宅建筑中的低温热水地面辐射采暖系统应按户划分系统，配置分水器、集水器；户内各主要房间宜分环路布置加热管。每一环路的加热管长度宜接近，并不宜超过 120m。加热管内的流速不宜小于 0.25m/s。

5）低温热水地面辐射采暖系统的分水器、集水器内径不应小于供、回水管内径，且最大断面流速不宜大于 0.8m/s。分水器、集水器上的环路不宜多于 8 路。每个环路供回水管上均应设置可关断阀门。

2 设计选用要点

1）低温热水地面辐射采暖系统的热负荷应按《采暖通风及空气调节设计规范》GB 50019－2003 进行计算。室内计算温度取值应比对流采暖系统低 2℃，或取对流采暖系统计算总热负荷的 90%～95%。

2）计算辐射采暖的地面向房间的有效散热量时，应考虑下列因素：

①扣除来自上层房间（地板）传入的热量。

②考虑家具、设备覆盖地面造成散热量的折减。

③热媒的供热量（即加热管传热量）应包括地面向房间的有效散热量和户间传热的热量。

3）住宅建筑采用地面辐射采暖系统时，应分户设置入口装置和热水分、集水器，以便分室调控温度。

4）低温热水地面辐射采暖对建筑构造的要求为：

①加热水管采用浇筑于混凝土楼板内的方式宜慎重。

②当加热水管埋设于楼板上地面垫层内时，加热管与楼板和外墙间应设置绝热层。

③绝热层宜选用密度不小于 20kg/m^3 的难燃型聚苯乙烯泡沫塑料板，或按 JGJ 142－2004 选用其它材料。

④当加热管敷设于土壤上时，绝热层下应设防潮层；当加热管敷设于潮湿房间（如卫生间、厨房、游泳池等）楼板上时，加热管覆盖层上应设防潮层。

5）热水地面辐射采暖系统应进行阻力计算。每个环路阻力不宜超过 30kPa。

6）热水地板辐射采暖加热管的材质和壁厚的选择，应根据建筑物使用寿命、管材性能、加热管累计使用时间以及系统的运行水温、工作压力等条件确定。

4 施工安装要点

1）敷设在垫层等建筑物构造层内的热水管路不应有接头。

2）热水地面辐射采暖系统调试与试运行必须严格按照程序要求进行，对升温速度加以控制。

3）施工作法及主要节点构造参见国家建筑标准设计图集 03K404《低温热水地板辐射供暖系统施工安装》。

4）加热管安装时应防止管道扭曲；弯曲管道时，圆弧的顶部应用管卡进行固定；塑料及铝塑复合管的弯曲半径不宜小于 6 倍管外径，铜管的弯曲半径不宜小于 5 倍管外径。

5）加热管弯头两端宜设固定卡；加热管直管段固定点间距宜为0.5～0.7m，弯曲管段固定点间距宜为0.2～0.3m。

6）分水器、集水器附近以及加热管排列比较密集的部位，当管间距小于100mm时，加热管外部应采取设置柔性套管的措施。

7）加热管出地面至分水器、集水器下部球阀接口之间的明装管段，外部应加装塑料套管；套管应高出装饰面150～200mm。

8）加热管与分水器、集水器连接，应采用卡套式、卡压式挤压夹紧连接；连接件材料宜为铜质；铜质连接件与PP－R或PP－B直接接触的表面必须镀镍。

9）分水器、集水器宜在开始铺设加热管之前进行安装。水平安装时，宜将分水器安装在上，集水器安装在下，中心距宜为200mm，集水器中心距地面不应小于300mm。

10）加热管的环路布置不宜穿越填充层内的伸缩缝。必须穿越时，伸缩缝处应设长度不小于200mm的柔性套管。

5 相关标准

《地面辐射供暖技术规程》JGJ142－2004。

《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019－2003。

《冷热水用交联聚乙烯（PE－X）管道系统》GB/T 18992.1～2－2003。

《冷热水用耐热聚乙烯（PE－RT）管道系统》GB/T 175－2002。

《冷热水用聚丙烯管道系统》GB/T 18742.1～3－2002。

《铝塑复合压力管》GB/T 18997.1～2－2003。

2.2.4 燃气红外线辐射采暖器

产品选用主要技术指标：热能发生器性能，供热能力，安全控制装置，噪声，辐射管的管材等。

1 分类（表2.2.4）

表2.2.4 燃气红外线辐射采暖器分类

分类	辐射波长范围	特点	适用范围
强强辐射	辐射表面产生0.7～6μm的热能辐射波	由热能发生器、电子激发器、发热室、辐射管、反射器、真空泵和电控箱组成。以天然气或管道煤气为能源。辐射表面产生0.7～20μm的热能辐射波，经上部的反射器导向被辐射表面进行采暖	高大空间的采暖。如展览大厅、候车站（台）、飞机维修机库、喷漆车间等
柔强辐射	辐射表面产生2～20μm的热能辐射波		

2 技术性能要求

1）燃气红外线辐射采暖器的热能发生器应能根据气源品质调整运行，保证供暖性能；应配带燃气阀门、点火控制装置；应具有火焰检测、熄火保护、点火控制盒和欠压保护功能；

2）燃气红外线辐射采暖器系统需全封闭运行。燃烧过程应无明火，与室内空气没有接触；燃烧后排放到室外的废气应符合当地环保排放要求。

3）燃气红外线辐射采暖器应为负压运行，并具有前置、运行和后置三重负压保护装置。

4）燃气红外线辐射采暖器辐射管的长度应与热能发生器的功率保持合理的匹配。

5）燃气红外线辐射采暖器单台供热能力应≤50kW，真空泵噪声应≤55dB(A)。

3 产品选用要点

1）当有燃气供应、又无集中采暖热源时，宜采用燃气红外线辐射器采暖。

2）应根据采暖工程特点和热源条件，经技术经济比较后决定燃气红外线辐射采暖类型。

3）设计按《采暖通风和空气调节设计规范》GB 50019－2003要求进行。

4）选用燃气红外线辐射采暖器产品时，应根据工程的具体技术要求，选择技术性能指标要求的产

品，特别关注其控制功能和安全保护功能。

5）采用燃气红外线辐射采暖时，应遵循国家现行有关安全、防火、防爆规范，采取相应防火防爆和通风换气安全措施。

6）燃气红外线辐射采暖器大部分是国外进口产品，目前我国还没有制定国家或行业标准。

4 施工安装要点

1）燃气红外线辐射采暖器的安装应按照产品说明书技术要求进行。

2）燃气红外线辐射采暖器的热能发生器应保持与可燃物的安全距离，燃气供气系统应在管道试压合格后安装。

3）燃气红外线辐射采暖器的辐射管应无热应力，不发生扭曲变形的现象。辐射管的安装坡度应不小于 3‰，坡向真空泵。

4）燃气红外线辐射采暖器的反射器应按顺序搭接，搭接重叠部分不少于 180mm。

5）燃气红外线辐射采暖器的真空泵的安装应做减震处理，并保证真空泵的水平度和垂直度。

6）燃气红外线辐射采暖器的控制箱应安装在有人值班或便于操作的场所，温度感应器安装位置应能正确反映室内温度。

3 通风及防排烟设备

3.1 通 风 机

3.1.1 分类和命名

1 按作用原理或用途分类见表3.1.1－1。

2 按用途可分为通用，消防排烟用，屋顶、诱导、防腐、排尘和防爆型等。常用通风机用途代码见表3.1.1－2。

3 型号标记

1）离心通风机型号标记见表3.1.1－3。

2）轴流通风机型号标记见表3.1.1－4。

表3.1.1－1 通风机分类

分类方式	类别		适用范围
按作用原理分	离心式		低/中/高压系统，一般的通风空调和防排烟系统
	轴流式		大流量、较低压头的系统，一般的通风空调和防排烟系统
	混流式		一般的通风系统，消防一防烟系统
	斜流式		一般的通风系统，可直接安装于风管上
	贯流式		为设备配套，如风机盘管、分体式空调机
按压力分（Pa）	高压	$10kPa < P \leqslant 30kPa$	主要用于工业通风和特殊工程通风
	中压	$2kPa < P \leqslant 10kPa$	工业和民用建筑的通风、空调
	低压	$P < 2kPa$	用于通风和空调系统

表3.1.1－2 常用通风机用途代码

用途类别	代码	
	汉字	代码
一般通用通风换气	通用	T
防爆气体通风换气	防爆	B
防腐气体通风换气	防腐	F
纺织工业通风换气	纺织	FZ
船舶用通风换气	船通	CT
矿井通风换气	矿井	K
隧道通风换气	隧道	CD
排尘通风	排尘	C
锅炉通风	锅通	G
锅炉引风	锅引	Y

表 3.1.1－3 离心通风机型号标记

型号	
型式	规格
□—□—□□— □ 表示设计序号 表示比转数 表示压力系数 表示用途，代码见表3.1.1-2	№ □ 表示机号

表 3.1.1－4 轴流通风机型号标记

型号	
型式	规格
□ □□ □ □ □ 表示设计序号 表示转子位置 表示叶轮毂比 表示用途，代码见表3.1.1－2 表示叶轮数，单叶轮不表示	№ □ 表示机号

3.1.2 技术性能

1 离心式通风机

1）三种离心式通风机类型见表 3.1.2－1，传动结构特点见表 3.1.2－2。

表 3.1.2－1 三种离心式通风机类型

类型	后向离心式通风机	径向离心式通风机	前向离心式通风机
叶轮型式	β_2 后向直叶片 β_2 后向弯曲叶片 后向机翼叶片角度：$\beta<90°$	β_2 径向直板叶片 β_2 径向弯曲叶片 角度：$\beta=90°$	β_2 前向多叶 β_2 前弯叶片 角度：$\beta>90°$
性能曲线及特点	P Q 压力－流量曲线呈凸形，随着流量的增加，轴功率也变大，但达到某一程度后便不再增加	P Q 压力－流量曲线呈凸形，随着流量的增加，轴功率也变大	P Q 压力－流量曲线有凹处，随着流量的增加，轴功率显著增大

续表 3.1.2－1

类　　型	后向离心式通风机	径向离心式通风机	前向离心式通风机
效率	高	中等	差
成本	高	中等	差
尺寸	大	中等	小
工作范围	广	广	狭
叶轮圆周速度	高	中等	差
耐磨性	中等	好	差
噪声	低	高	中、低
电机超载	不易	—	易

表 3.1.2－2　离心式通风机传动结构特点

传动型式	符号	结构特点
电动机直联	A	通风机叶轮直接安装在电动机轴上
皮带	B	叶轮悬臂安装，皮带轮在两轴中间
	C	皮带轮悬臂安装在轴的一端，叶轮悬臂安装在轴的另一端
	E	皮带轮悬臂安装，叶轮安装在两轴承之间（包括双进气和两轴承支撑在机壳或进风口上）的结构形式
联轴器	D	叶轮悬臂安装
	F	叶轮安装在两轴承之间

2　轴流通风机

1）气流流型：气流沿轴向进入叶轮后，近似沿轴向流动。

2）适用范围：流量大，要求提供压力较低的场合。

3　斜流式通风机

1）构造见图 3.1.2－1。

2）特点：兼有离心式风机较高的压力系数和轴流式风机较高流量系数的特点；体积比轴流式、离心式风机小。

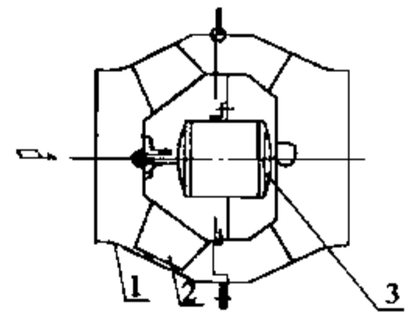


图 3.1.2－1　斜流式通风机

1－机壳；2－叶轮；3－电机

4　贯流式通风机

1）构造：气流沿多叶叶轮半径方向从叶轮的一侧进入，穿过叶轮，从叶轮另一侧流出，构造示意见图 3.1.2－2。

2）特点：风机动压较高，气流不乱，可获得扁平和高速的气流，效率较低。

3）适用范围：适用于低压通风换气，主要与空气幕、空调机、车辆和家用电器等低压通风、空调设备配套。

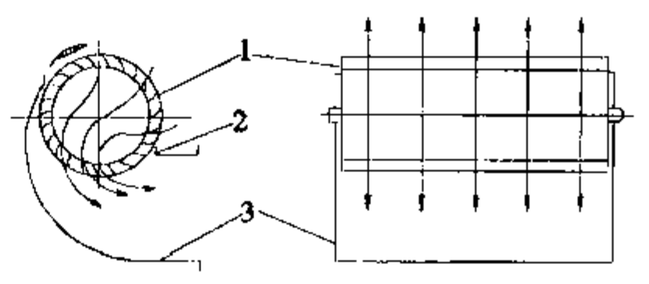


图 3.1.2－2　贯流通风机

1－叶轮；2－蜗舌；3－蜗壳

3.1.3　产品选用要点

1　根据产品特点及用途（表 3.1.3－1）选型。

2　性能计算

1）当通风机实际使用工况与额定条件不同时，如输送空气的温度、大气压力、叶轮转速等不同时，必须按有关手册、资料进行换算。

表 3.1.3－1 通风机产品特点及用途

名　　称	风机型式	主要用途	特　　点
一般通风机	离心式、轴流式、混流式	一般工矿企业及各类民用建筑的通风换气	输送无腐蚀性、不自燃、介质温度小于80℃、含尘量小于 150mg/m³ 的清洁空气
高温通风机	离心式、轴流式	水泥、建材、冶金等工业窑炉	用于排送温度为 250℃以上的气体
排烟风机	离心式、轴流式	用于高层建筑或汽车车库、隧道、商场等场所的消防排烟和平时排风	烟气温度小于 85℃时可长时间运行，烟气温度小于等于 280℃时可连续工作 30min
排尘通风机	离心式	用于输送含有木质碎屑、纤维和尘土、细砂的空气混合物	大多为径向叶轮，叶片表面经防磨损处理
防爆通风机	离心式、轴流式、混流式	用于含有易燃、易爆气体的场所和防爆区域的通风换气	叶轮采用铝合金、不锈钢或玻璃钢制造，当叶轮与进风口、机壳等碰撞时，不产生火花（电动机亦为防爆型）
防腐风机	离心式、轴流式、混流式	用于排送含有腐蚀性气体的场所	叶轮、机壳采用耐腐蚀的 ABS（工程塑料）、FRP（玻璃钢）、不锈钢制造，叶轮表面经过喷涂耐腐蚀涂层，或者叶轮和机壳衬胶
屋顶通风机	离心式、轴流式、混流式	建筑物或厂房通风换气	适合装设在建筑物屋顶，有防爆型、防腐型，叶轮材质有 ABS、FRP、碳钢等多种型式
空调风机	离心式、横流式	用于与净化、空调机组（空气幕等）配套，也可用作办公楼、车间、宾馆饭店、礼堂、影剧院、医院等建筑物室内通风换气	体积较小，噪声较低，效率较低
管道通风机	离心式、轴流式、混流式	一般工矿企业及各类民用建筑的通风换气和系统加压	结构紧凑，特别适用于直管道送、排风，有防爆型、防腐型
射流通风机	轴流式	地下停车场、大型体育馆、商场、展览馆、隧道通风	风机前后均不接管道，特别适用于不便于布置管道的场所
无蜗壳通风机	离心式	用于净化、空调机组配套，办公楼、车间、宾馆饭店、礼堂、影剧院、医院等建筑物室内通风换气时偶有使用	结构紧凑、简单，维护方便
箱型风机（风机箱）	离心式、轴流式	用于对风机噪声、净化等使用要求较高的场所	通风机置于箱体内，具有通风、净化、消声等功能

2）通风机合格出厂性能为：

①流量偏差 ±5%（指在规定通风机全压或静压下所对应值）；

②全压或静压偏差 ±5%（在规定流量下所对应的通风机全压或静压）；

③全压效率值不低于对应点的 5%；

④风机振动速度有效值不超过 6.3mm/s；

⑤通风机噪声符合国家标准规定的通风机噪声限值。

3 通风机的调节、节能与选型

1）通风机主要调节方法见表 3.1.3－2。多种调节方法比较见表 3.1.3－3。

表 3.1.3－2 通风机主要调节方法

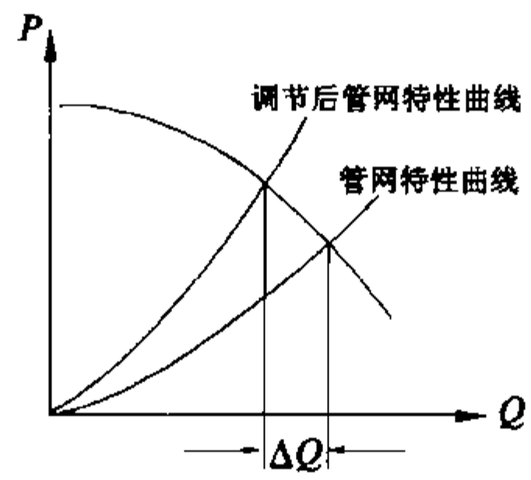
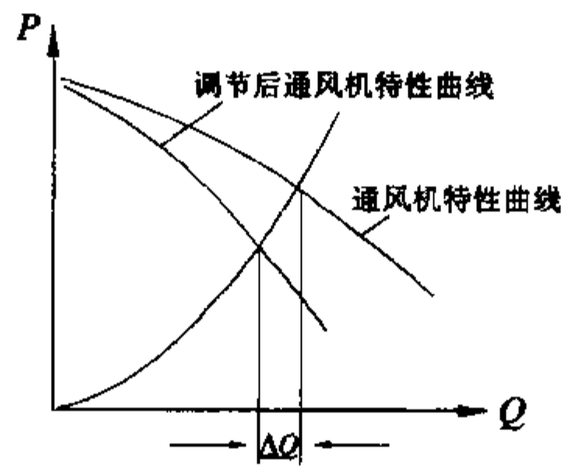
调节方法		原理图	特点
改变管网阻力特性曲线	通风机进口（管道）节流调节		1 经济性差，节能性差 2 调节方法比较简单 3 较广泛使用
	通风机出口（管道）节流调节		1 经济性差，节能性差 2 调节方法最简单 3 主要用于小功率通风机
改变通风机压力特性曲线	通风机变转速调节 1 采用 V 带和改变带轮直径调速 2 采用变极电机调速 3 采用变频电机调速		1 经济性好，最节能 2 调节系统比较复杂 3 主要用于中、大功率通风机

表 3.1.3－3 调节方法比较

调节方法	调节原理	设备费	调节效率	调节时性能稳定性	流量变化	轴功率变化	维修保养
改变管网阻力特性曲线	不调节通风机性能，只能改变管网性能曲线，使通风机工况点移动	低	差	一般愈调节，通风机性能愈差	与阀的角度不成比例，在全开附近灵敏，从全开至半开流量几乎不变	沿通风机功率曲线变化	极容易
改变通风机压力特性曲线	改变叶轮转速，以改变通风机压力曲线	高	好	调节时不影响通风机性能的稳定性	与转速成比例变化	与转速的 3 次方成一定比例变化	麻烦

2） 调速与节能

①变极调速与节能

用变极电机（改变电极对数，一般是双速或三速电机）调速来调节风量，可节约电力。这种调节方法在调节流量的过程中没有节流损失，调节效率高，接近于理想的调节。

②变频调速与节能

异步电机的变频调速由半导体电子元器件构成的电子变换器和三相交流电机组成，通过改变电机定子的供电电源频率来改变旋转磁场的同步转速，从而改变电机转子的转速。

变频调速具有以下优点：

a 调节效率高，调速范围广，接近于理想的调节和调速。最大调速比可达 1∶10、1∶20，如果采用专用电机，调速比可达 1∶133。

b 若传动效率高，可采用变换器变频调速，电机转差率变化小，从高速到低速都能保持低转差率运行。与变极调速、变转差率调速等方法相比，电机的损耗小，效率高，变换器的变频效率也较高，通常在 95% 以上。

c 可以实现软启动、软停止，减少了对电网、设备、电气及机械的冲击。

d 改造设备时，不涉及电机及所驱动的风机本身，停机改造的时间短，影响生产少。

e 变频装置万一发生故障，可以退出运行改由电网直接供电，不会影响风机的连续运行。

f 变频装置可按风量和负荷大小自动调节电机的频率和转速，以达到最经济运行。通常，采用变频调速可节电 30% ~50%。

3）根据 GB 50189 -2005《公共建筑节能设计标准》的规定，选用普通风机（全压 600Pa），单位风量耗功率应≤0.32W/(m^3 · h)。

4）按照工程特点和要求，进行技术经济比较，选择相应的调速技术和设备型号。

4 应用专用软件进行通风机选型

软件基于产品选用要求优选风机。常用选型软件功能见表 3.1.3 -4。

表 3.1.3 -4 通风机选型软件功能

要求类别	产品选用要求	选型结果
第一类要求	1 流量	提供满足要求的机型
	2 压力	
	3 进气条件（介质成分、进气温度…）	
第二类要求	1 使用环境（腐蚀、防爆、耐磨…）	按要求的优化顺序，提供对应满足要求结果
	2 高效率	
	3 低噪声	
	4 尺寸小	
	5 重量轻	
	6 叶轮转动惯量小	
	7 工作可靠性高	
第三类要求	1 性能曲线要求	提供满足要求的通风机全部曲线、图形和数据
	2 流量、压力调节要求	
	3 风机安装要求	
	4 风机进口、出口连接要求	
	5 对配套电机等要求	
第四类要求	1 产品交货期	提供最新数据供用户参考
	2 产品价格	
	3 产品包装、运输等	

5 选型注意事项

1）根据被输送气体的物理、化学性质，选择不同用途的通风机。如输送清洁空气，应选择一般通风机；输送易燃、易爆气体，应选择防爆通风机；输送腐蚀性气体，应选用耐腐蚀风机。

2）通风机选型时，应考虑管路系统的漏风损失、计算误差，以及通风机实际风量、风压的负偏差，一般采用风量为 1.05 ~1.1，风压为 1.10 ~1.15 的安全系数。但也不宜采用过大，以防止通风机长期处在低效率区运行。

3）注意管网阻力特性与通风机特性的匹配关系。为使通风机能稳定运行，应使通风机在其最高效率点附近工作，通风机的额定工作点位于性能曲线中全压峰值点的右侧（即大风量侧），且一般位于全压峰值的 80% 范围内。

4）当有两种以上的通风机可供选择时，应认真加以比较，优先选择效率较高，机器尺寸较小、重量轻、调节范围较大的一种。

5）应尽量避免通风机并联或串联工作，因联合运行与单台运行比较总会引起经济性和可靠性的降低。风机并联工作可以提高风量，一定需要时，应选择同型号、同性能的通风机。风机串联工作可以提

高风压，当必须采用时，通风机之间应有一段管路连接。而且，当采用风机串、并联系统时，应根据风机特性曲线和管网特性曲线进行联合运行风量、风压值计算。

6）对有消声要求的通风系统，应首先选择效率高、叶轮圆周速度低的通风机，且使其在最高效率点附近工作。还应根据通风系统产生噪声和振动的传播方式，采取相应的消声和减振措施。

7）选择通风机时，不仅要考虑一次性投资问题，更重要的是要考虑长期的经济运行效果。

4 施工安装要点

1）通风机应尽可能布置在地坪上或平台上，以便维护和检修；当布置在室外时，电机应设有防日晒雨淋的防护罩。离心通风机当配用的电机功率小于或等于75kW时，可不装设仅为启动用的阀门。当因排送高温烟气或空气而选择离心锅炉引风机时，应设启动用的阀门，以防冷态运转时造成电机过载或烧毁。

2）通风机安装台座（基础）应具有足够的强度、稳定性和耐久性，台座的振动应满足下列规定：

①基础装置的自振频率不得大于电机和通风机转速的1/3；

②通风机运转时的振动速度与通风机静止时的振动速度的差须大于3倍以上。

3）通风机进出口与风管之间连接，应设柔性接头。进风管、出风管等装置应有单独支撑，并由基础或与建筑物其它构件支撑牢固，机壳不应承受其它机件的重量。

4）通风机安装在建筑物构件上时，应采取隔振措施。

5）通风机安装可参照表3.1.3－5中的国家建筑标准设计图集进行。

表3.1.3－5 通风机安装用国家建筑标准设计图集

编 号	名 称	编 号	名 称
94K101－1	轴流式通风机安装	96K110－2	皮带防护罩
94K101－2	玻璃钢屋顶通风机基础及安装	96K110－3	电动机及防雨罩
98K101－3	离心式通风机安装图（A式在钢支架上安装）	—	—

5 参考价格

离心通风机 1000～112000元/台（风量130～363000m^3/h）。

轴流通风机 500～27000元/台（风量400～110000m^3/h）。

斜流通风机 3800～9000元/台（风量1800～29000m^3/h）。

3.1.4 相关标准（表3.1.4）

表3.1.4 通风机相关标准

名 称	标 准	名 称	标 准
一般用途轴流通风机技术条件	GB/T 13274－1991	通风机现场试验	GB/T 10178－88
一般用途离心通风机技术条件	GB/T 13275－1991	空调用通风机安全要求	GB 100080－2001
通风机基本型式、尺寸参数及性能曲线	GB/T 3235－1999	暖通、空调用轴流通风机	JB/T 6411－1992
防爆通风机 技术条件	JB 8523－1997	工业通风机 噪声限值	JB/T 8690－1998
工业通风机－用标准化风道进行性能试验	GB/T 1236－2000	通风机系统经济运行	GB/T 13470－92
风机和罗茨鼓风机噪声测量方法	GB/T 2888	通风机振动控制检测及其限值	JB/T 8689－1999
消防排烟通风机技术条件	HJB/T 10281－2001	前向多叶离心通风机	JB/T 9068－1999
小型贯流式通风机	GB/T 13933－1992	工业通风机 词汇及种类定义	GB/T 19075－2003

3.2 室内换气设备

室内换气设备主要品种有吸油烟机、换气扇、卫生间通风器，还有附有其它功能的设备，如：新风换气机、换气干燥机（浴室暖灯）等。

3.2.1 分类（表 3.2.1）

表 3.2.1 室内换气设备分类

名 称	分 类		适用场所	主要功能
吸油烟机	离心式风机	涡轮式	厨房	1 安装在灶具上方，将空气中的油烟和漂浮的油雾迅速收集（或滤除）后并排出，对厨房进行局部换气； 2 自由进气状态下工作，通过风管直接排到室外，或接共用竖向烟道排气
		多叶式		
	罩型	深罩型		
		浅罩型		
		诱导型		
		烟囱型		
	风机数	单头		
		双头		
	转速	单速		
		双速		
换气扇	轴流式 螺旋叶片风机	排气扇	办公室 厨 房 居 室 卫生间	无风管：安装在外墙、外窗上，对室内进行全面换气
		换气扇		
	离心式	排气扇		接风管：安装在吊顶上，通过风管排气到室外。自由进气状态下工作
		换气扇		
卫生间通风器	风机型式	离心式	卫生间	1 安装在吊顶上，通过风管排到室外或经竖向风道排气；或直接安装在竖向风道壁上排气。对室内进行全面换气； 2 自由进气状态下工作
		轴流式		
	安装部位	壁式		
		顶式		
新风换气机	能量回收式		办公室 居 室	1 设有热（冷）量交换器，回收室内排风中的能量，加热（冷却）室外进风以节约能源； 2 安装在窗上、墙上或吊顶上
多功能换气设备	换气干燥机		浴室	1 除排气外，增加干燥、照明、红外线辐射和暖风等功能； 2 安装在吊顶上或墙上，通过风管排气
	浴室暖灯			
换气风口、风帽	换气风口		外墙	1 安装在外墙内、外侧，用作自然换气口； 2 有防倒风、防雨和装饰作用
	外墙风帽			
	屋顶风帽		屋顶	安装在屋顶上，起有效排气作用

注：因轴流风机噪声大、风压小，在吸油烟机中很少采用。换气风口、风帽：与换气设备配套。

3.2.2 技术性能

1 主要技术性能参数见表3.2.2－1。

2 基本尺寸见表3.2.2－2。

表3.2.2－1 室内换气设备主要技术性能参数

参数 \ 类型		吸油烟机		换气扇（排气扇）		卫生间通风器	
		涡轮式	多叶式	轴流式	离心式	轴流式	离心式
主要技术参数	最大风量（m^3/h）	750～900	720～1000	180～1100	80～800	85	90
	最大静压（Pa）	200～320	180～340	—	40～340	—	90～110
	电机装机功率（W）	2×(50～60)	120～160	15～46	12～125	13	6～20
	噪声［dB(A)］	50～55	50～55	39～55	32～50	51	43
	净重（kg）	18～24	16～28	0.6～4.7	1.8～11	0.8	1.7～2.5
安全性		构造上保证带电部分不外露					
		电气接线牢固					
		排烟管应耐火		—			
耐久性		采用耐热、耐湿材料制造					
		金属材料作防腐、防锈处理		—			
性能		易拆开清洗维护					
		油烟捕集效率高		—			
		耗电少					
		噪声低、振动小					
产品相关标准		GB/T 17713－1999 GB 4706.28－1999		GB 4706.27－1992 GB/T 14806－1993		JG/T 3011－1994	

表3.2.2－2 室内换气设备基本尺寸（mm）

项目			吸油烟机		换气扇、排气扇		卫生间通风器	
			涡轮式	多叶片式	轴流式	离心式	轴流式	离心式
外形尺寸	长度		700～750	700～757	308～350	170～450	150	200
	宽度		500～600	460～590	308～350	170～450	150	180
	高度		140～250	365～483	160～170	108～272	108	204
接口尺寸	出风口	尺寸	ϕ150、ϕ160	ϕ150、ϕ160、ϕ170	—	ϕ75、ϕ100、ϕ150、ϕ180	ϕ100	ϕ100
		位置	上方	上方	—	后方、侧方	侧方、后方	后方、侧方

注：吸油烟机和换气扇的安装可参见国家建筑标准设计图集01SJ913《住宅厨房》。

3.2.3 产品选用要点

1 按照不同房间的换气要求，分别选用以下型式。

1）排风法：住宅、办公室宜采用自然进风和机械排风。

2）正压送风法：手术室等洁净空间采用机械进风和自然排风。

3）送排风法：高气密房间、污染大的室内停车场等采用机械进风和机械排风方法。人员密集的会议室等宜采用新风换气机。

2 根据房间的污染程度，可采用全面换气、局部换气、全面加局部换气，以及分别选定换气设备的品种。

1）厨房灶台上方设吸油烟机，可高浓度排气，作局部换气；如厨房中设置半密闭式燃气热水器时，可加设换气扇作全面换气。

2）居室、办公室、卫生间等可设换气扇、通风器作全面换气。

3）人员密集的会议室等宜采用新风换气机。

3 为有效进行换气，应正确设计进风口。

1）房间的进风口面积：应大于换气扇、通风器的安装面积。进风口过小，风阻大，进入空气少，降低换气能力，且进风口面积大，可使空气流动平缓。门、窗的缝隙也可计入进风口的面积中。

2）进风口位置：进风口原则上应设在外墙上，并远离换气扇、通风器的排风出口，以免气流短路，降低换气效率；厨房的进风口不应设在灶具附近，以免灶具熄火，或气流与烟气在室内短路的现象。

4 换气扇采用轴流风机时，安装在外墙（窗）上，直接排风。其结构简单，风量大，静压低。在室外风压大、风向正对换气扇时，风量衰减很快，甚至会使风机反转，所以，不适用于连接风管排风或高层建筑室外风压高的场合。在居室使用时，应选 45dB(A)以下的低噪声产品。

5 住宅厨房吸油烟机排风方式的选定，应综合考虑住宅楼层数、外形、平面布局及气候等条件，对应选用吸油烟机品种。

1）共用竖向烟道排气方式：

①吸油烟机通过排烟管连接共用竖向烟道排风，出屋顶处可设无动力风帽，有效排风。吸油烟机（灶具）应邻近竖向烟道布置。

②宜采用多叶片离心式风机的吸油烟机，静压高，多为深罩型、单头；也有烟囱型、单头品种，装饰性好。

2）水平直接排气方式：

①吸油烟机排烟管直接穿过外墙排气。吸油烟机（灶具）应邻近外墙，排烟管长度短，应向下倾斜安装，防止冷凝水集结；排出口宜设防风帽。

②采用涡轮离心式风机吸油烟机，排气效率高，多为浅罩型、双头品种。对高层建筑室外风压高的场合，宜采用多叶片离心式吸油烟机，为深罩型、单头品种。

6 通风器适用于暗卫生间，可采用以下安装方式：

1）顶式安装：通风器安装在吊顶上，通过风管将出风口与外墙排风口或共用竖向风道连接。通风器宜用离心式风机，静压高，抗风能力强；也可用轴流式风机，风量大，但机外余压小。顶式安装也适用于换气干燥机、浴室暖灯等品种。

2）壁式安装：通风器直接固定在共同竖向风道上排气，出屋顶处可设无动力风帽，有效排气。宜用多叶片离心式风机，静压高，抗风能力强。

7 换气量 Q（m^3/h）可按照房间面积、室内人数或每小时的换气次数等方法计算。通过共用风道、烟道排气时，还应考虑换气设备的静压—风量（$P-Q$）特性，在一定风量下，换气设备应有足够的静压克服阻力。对吸油烟机，风量应不低于 $420m^3/h$（静压 80Pa）；对壁式安装通风器，风量不宜低于 $80m^3/h$。

8 换气设备的外形尺寸应符合建筑模数协调标准；其外形形状、材质和色彩应适应室内装修要求。

3.2.4 施工安装要点

1 吸油烟机安装高度应与灶台、吊柜、烟道尺寸协调；罩面尺寸应大于灶具尺寸；底面离灶具面距离宜为 800mm 左右。吊顶安装浴室暖灯、通风器的场合，室内净高不应低于 2.2m。

2 应在换气设备附近设置专用带接地的插座。换气扇、通风器可接开关，开关位置应考虑操作方

便；按需要可选用联动开关、延时开关或人体感应开关。

3 安装吸油烟机的墙体，其构造和材料应有足够的吊挂强度。排烟管、风管的外墙开口，可采用砌筑预制带洞混凝土块或预埋钢管留洞方式。

4 共用竖向烟（风）道连接的通风器、吸油烟机、换气扇等均应符合建筑设计防火规范的要求。

3.2.5 参考价格

换气扇：40～2200元/台。

3.2.6 相关标准

《吸油烟机》GB/T 17713－1999。

《家用和类似用途的交流换气扇及其调速器》GB/T 14806－2003。

《卫生间通风器》JG/T 3011－1994。

3.3 消防专用通风设备

消防专用通风设备包括：通风机、排烟阀、排烟口、防火阀。

3.3.1 分类（表3.3.1）

表3.3.1 消防专用通风设备分类

类别	用途	特点	对应产品举例
防烟	火灾时防止烟气侵入和为疏散通道创造相应条件	常闭，当火灾发生时启动防排烟风机，开启防、排烟阀门、风口	机械送风加压防烟系统的风机、送风口
排烟	火灾时排除建筑物内的烟气		排烟风机、排烟口
防火	防止火势沿风管等通道蔓延	常开，当建筑物发生火灾时，由温度熔断器、电信号或手动将阀门关闭	防火阀，排烟防火阀
排烟防火	具有排烟和防火功能	常闭，当火灾发生时开启，当烟气温度达到280℃时，由温度熔断器、电信号或手动将阀门关闭	

3.3.2 技术性能

1 排烟风机

排烟风机可采用离心式风机或专用排烟轴流风机，类型见表3.3.2－1。

表3.3.2－1 排烟风机主要特点

排烟风机类型					技术条件
离心式通风机	风机箱	HTFD－B	消防型	Ⅰ型单速 Ⅱ型双速	排烟风机应保证在280℃时能连续工作≥30min。
	普通离心风机				电机或皮带在气流之外
轴流式通风机	高温排烟型	HTF－Ⅰ 单速			排烟风机应保证在280℃时能连续工作≥30min。
		HTF－Ⅱ 双速			
		HTF－Ⅲ 屋顶排烟风机			
混流式通风机	消防高温排烟风机	PYSWF－Ⅰ 单速 PYSWF－Ⅱ 双速			排烟风机应保证在280℃时能连续工作≥30min。

注：本表所列代号供参考。

2 排烟系统配件

排烟系统配件主要有风口和阀门。基本功能和适用范围见表3.3.2－2。

表 3.3.2－2 排烟系统主要配件

名称		代号	基本功能						适用范围
			手动开启	远程开启	DC24V 信号开启	手动复位	280℃关闭	多档风量调节	
风口	板式排烟口	PYK－YSD	○	○	○	○			排烟系统吸入口，也可用作防烟加压送风口
	多叶排烟口	PYK－SD	○		○	○			排烟系统吸入口
	防火多叶排烟口	PYFHK－FW			○	○	○	○	排烟管道吸入口，并有调节风量要求
	远动多叶排烟口	PYK－YSD	○	○	○	○			排烟管道吸入口，也可用作防烟加压送风口
	远动防火多叶排烟口	PYFHK－YSDW	○	○	○	○	○		排烟管道吸入口
阀门	排烟阀	PY－SD	○		○	○			各防烟分区、排烟支管上设置，排烟口为普通风口
	排烟防火阀	PYFH－SDW	○		○	○	○		装于排烟风机入口
	远动排烟阀	PY－YSD	○	○	○	○			装于排烟风机入口
	远动排烟防火阀	PYFH－YSDW	○	○	○	○	○		装于排烟风机入口

注：1 阀门部分代号：P－排；Y－烟；F－防；H－火；K－口。

2 控制装置代号：S－手动操作；D－电信号动作；F－风量调节；W－温感动作；Y－远距离操作。

3 本表引自陆耀庆主编《实用供热空调设计手册》（第二版）。

3 防火阀技术性能

防火阀适用于通风、空调或排烟系统的管道上，基本功能和适用范围见表 3.3.2－3。

表 3.3.2－3 防火阀基本功能和适用范围

阀门名称	代号	基本功能					适用范围
		70℃关闭	DC24V 电信号关闭	手拉阀索关闭	输出电信号	多档风量调节	
简易防火阀	FH－W	○					火灾时需隔断火源的风管上（无消防控制室）
普通防火阀	FH－W	○			○		火灾时需隔断火源的风管上（有消防控制室）
防火阀	FH－SW	○		○	○		火灾时需隔断火源的风管上（有消防控制室）
防火调节阀	FF－SFW	○		○	○	○	火灾时需隔断火源的风管上，并有调节风量要求
防烟防火阀	FYH－SDW	○	○		○		火灾时需隔断火源及烟气的通风管道上
防烟防火调节阀	FYH－SFDW	○	○		○	○	火灾时需隔断火源及烟气的通风管道上，并有调节风量要求
防火风口	FHK－SFDW	○	○		○	○	火灾时需在送排风口隔断火源

注：1 阀门部分代码：F－防；H－火；Y－烟；K－口。

2 控制装置代码：S－手动操作；D－电信号动作；F－风量调节；W－温感动作；Y－远距离操作。

3 本表引自陆耀庆主编《实用供热空调设计手册》（第二版）。

3.3.3 产品选用要点

1 排烟风机

1）排烟风机可采用普通钢制离心式通风机或专用排烟轴流式通风机。排烟风机规格按《高层民用建筑设计防火规范》中的规定。排烟风机最小风量为 $7200m^3/h$，最大风量不宜超过 $60000m^3/h$（指一个排烟分区的最大风量）。

2）排烟系统的风机宜单独设置。排烟风机的位置宜处于排烟区的同层或上层。

3）排烟风机风量应按所需要的风量值增加不小于 10% ~20% 的富裕量。

2 防烟加压送风机的风压值应按排烟系统最不利环路进行计算，并保证在防烟楼梯间内正压值为 40 ~50Pa。前室、合用前室、消防电梯前室、避难层等内部的正压值为 25 ~30Pa。

3 防火阀、排烟阀

1）选用阀门时应注意阀门的功能，如常开还是常闭、自动关闭开启、手动关闭开启、手动复位、信号输出、远距离控制等要求。

2）阀门若与风机联动的应选用带双微动开关装置。

3）阀体必须为不燃材料制作，外壳钢板厚度必须大于等于 2mm；转动部件应采用耐腐蚀的金属材料，并需转动灵活；易熔件应符合消防部门的认可标准；阀门动作需可靠，关闭时应严密，其允许漏风量应符合表 3.3.3 的规定。

4）对远距离控制的自动开启装置，控制缆绳长度一般不超过 6m，弯曲处不应超过三处，弯曲半径为 R≥300mm。

5）选用阀门时，应注意控制器的安装位置，从气流方向观察左为左式，右为右式。

6）防火阀、排烟阀、排烟口等宜与通风机、排烟风机联锁。

表 3.3.3 防火、排烟阀允许漏风量

阀门类型	两端试验压差（Pa）	允许漏风量［$m^3/(h \cdot m^2)$］
防火阀	300	≤700
排烟阀	300	≤700
板式排烟口	300	≤150

3.3.4 施工安装要点

1 排烟风机

1）安装参照国家建筑标准设计图集《防排烟设备安装》99K103 进行。

2）排烟风机的冷却进风管应接至排烟空间之外。

2 排烟阀、防火阀、排烟口

1）阀门的操作机构一侧应有不小于 200mm 的净空间，以利检修。

2）安装阀门前必须检查阀门的操作机构是否完好，动作是否灵活有效。

3）防火阀应安装在紧靠墙或楼板的风管管段中，防火阀至防火墙的风管壁厚度应大于等于 2.0mm，外包大于等于 35mm 厚的不燃材料。管道穿墙的缝隙，应用防火封堵材料封堵。在防火阀两侧各 2.0m 范围内的风管及其绝热材料应采用不燃材料。

4）防火阀应单独支吊安装，以防止发生火灾时管道变形影响其性能。

5）防火阀的熔断片应装在朝向火灾危险性较大的一侧。

3.3.5 参考价格

高温排烟风机 1500 ~15000 元/台（风量 3350 ~93000m^3/h）。

防烟防火阀 500 ~3000 元/个（规格 250mm ×250mm ~2000mm ×1250mm）。

排烟防火阀 600 ~4100 元/个（规格 320mm ×320mm ~2000mm ×1250mm）。

排烟防火调节阀 800 ~5000 元/个（规格 250mm ×250mm ~2000mm ×1250mm）。

3.3.6 相关标准

《消防排烟通风机技术条件》JB/T 10281 -2001。

《排烟阀（口）》GA 481 - 2004。

《防火阀试验方法》GB 15930 - 1995。

3.4 引射通风器

3.4.1 性能及适用范围

1 引射通风器风量一般为 600 ~ 700m³/h。

2 通风器应用喷口送风技术将空气输送到相应区域，满足温度、湿度、风速、清洁度等的环境空气质量要求。

3 腔体内采用贴吸声材料等降噪措施的通风器，机组噪声可降至 52dB(A)。

4 适用范围：地下停车场、大型体育馆、商场、展览馆等高大空间建筑。也适用于当空气处理机组风压不足或不便于布置送回风管道的空调空间，如大型体育馆、商场、展览馆等，改善气流组织。

3.4.2 产品选用要点

1 射流有效长度和宽度宜基于以下条件计算：射流轴心速度不宜低于 0.35m/s，射流的边界速度不宜低于 0.15m/s。

2 应根据通风器的喷口直径、喷口风速、建筑空间提供的射流条件等因素，依等温或非等温射流公式，计算单台机组的射流有效长度和宽度，按有效射流基本覆盖全部建筑空间进行合理布置。

3 当建筑空间高度≤5m、且无梁等障碍物时，可按照水平射流计算。当建筑空间高度≥5m 时，按照向下倾斜 10°射流计算。当有梁等障碍物时，按照使射流轴线躲开梁的倾斜度射流计算。

4 通风器喷口与自动喷水灭火系统的距离不应小于 0.6m，与前方梁或障碍物的距离不宜小于 2m，吸风口与后方梁或障碍物的距离不宜小于 0.6m。

3.4.3 施工安装要点

1 机组安装可采用吊杆吊装或托架与拉杆结合的型式固定建筑物构件上，但必须做负载校核。

2 当有减震防噪要求时，应在机组下设减震橡胶垫。

3.5 消声器

3.5.1 分类（表 3.5.1）

表 3.5.1 消声器分类

类别		特点	适用范围
阻性消声器		利用吸声材料的吸声作用，使沿管道传播的噪声，在其中不断被吸收和逐渐衰减	主要用于吸收高频噪声
抗性消声器		利用共振原理，当管道截面改变或旁设共振腔等，在声波传播过程中产生共振，形成声阻抗，使声能吸收而衰减。吸收声波的频谱可按消声需要调整共振系统结构	主要用于吸收低频噪声，或低中频为主的噪声
阻抗性消声器	阻抗复合式消声器	综合阻性和抗性消声器的特点，是既有吸声材料、又有共振腔、扩张室、穿孔板等降噪元件构成的消声装置	用于噪声频谱较宽的场合，是工程中最常用的消声器
	微穿孔板消声器	利用微穿孔板的吸声性能，具有阻抗复合式的特点，是有较宽消声频带的消声装置，结构简单，不需要吸声材料	特别适用于有高温、潮湿及洁净要求的管路系统
有声源消声器		用电脑控制电子发声器产生一种与需消声的频率、强度相同，但相位相反的干涉声波来消除噪声	用于特殊项目

注：利用阻性吸声和抗性吸声原理制成消声配件，如消声弯头等。

3.5.2 技术性能

1 阻性消声器

1）阻性消声器是利用声波在多孔而且串通的吸声材料中摩擦吸收声能而消声的，一般有直管式、片式、蜂窝式、折板式和声流式等；由于有多孔的吸声材料所以不能用于有蒸汽侵蚀或高温的场合。

2）阻性消声器对消除高、中频噪声效果显著，对低频噪声的消除则不是很有效，其消声量与消声器的结构形式、空气通道横断面的形状与面积、气流速度、消声器长度，以及吸声材料的种类、密度、厚度等因素有关，护面板材料及其型式对消声效果也有很大影响。

3）护面材料可采用柔软多孔透气的织物，如玻璃纤维布，或穿孔板。护面用的穿孔板一般采用薄钢板、铝板、不锈钢板加工制成。为了发挥吸声材料的吸声性能，穿孔板的穿孔率应大于20%，孔径3～10mm。

2 抗性消声器

1）抗性消声器就是一组声学滤波器，滤掉某些频率成分的噪声，达到消声的目的。它与阻性消声器最大的区别是没有多孔性吸声材料，包括共振式消声器和扩张式消声器等。

2）共振式消声器是利用共振结构的阻抗引起声波的反射而进行消声。它由小孔板和共振腔构成。主要用于消除低频或中频窄带噪声或峰值噪声。结构简单，空气阻力小。

3）扩张式消声器又称膨胀式消声器，由各个扩张室与连管连接起来组成。它是利用横断面积的扩张、收缩引起声波的反射与干涉来进行消声的。其消声性能主要取决于扩张室的扩张比和长度。

3 阻抗复合式消声器

1）阻抗复合式消声器就是将对高、中频噪声消声效果显著的阻性消声器及对中、低频噪声消声效果显著的抗性消声器组合而成。由于声波的波长比较长，阻性和抗性消声器复合在一起时有声的耦合作用，互相有影响，不能看作简单的叠加关系。

2）由于消声器的组合型式较多，阻抗复合式消声器的品种也较多，但定型产品都是按原国家标准图制造。

3）因为消声效果好，频谱特性宽，在通风空调工程中普遍应用。但和阻性消声器一样，不能用于有蒸汽侵蚀或高温的场合。

4 微穿孔板消声器

1）微穿孔板消声器是阻抗复合式消声器的一种特殊型式。它是当抗性消声器的穿孔板的孔径缩小到≤1mm时，就成为微穿孔板消声器。

2）微穿孔板一般采用薄钢板、铝板、不锈钢板，厚度在0.5～1.0mm之间，穿孔的孔径应控制在0.5～1.0mm的范围内，穿孔率以1%～3%较好。

3）有单层微穿孔板和双层微穿孔板两种消声器，在消声量和频带宽度上双层的优于单层。

3.5.3 产品选用要点

1 选用消声器时，除考虑噪声频谱和消声量之外，还应考虑系统允许的阻力损失、安装空间大小、造价高低，以及对消声器的防火、防尘、防霉、防蛀要求等。

2 消声器应设于风管系统中气流平稳的管段上，且应尽量靠近有噪声控制要求的地方。

3 为防止再生噪声的影响，消声器空气通道内流速应根据控制噪声级标准的要求确定。一般宜在8m/s以下，最大不宜>12m/s。微穿孔板消声器大风速的情况下（15～20m/s），风阻较大。

4 消声器不宜设置在空调机房内，也不宜设置在室外，防止噪声穿透进入消声器后的管道。

5 当一根风管输送到多个房间时，宜扩大相邻房间送风口的距离，或采用增加消声弯头、风管内壁粘贴吸声材料等措施，防止房间的噪声干扰。

6 一般空调系统减噪选用阻抗复合式消声器，排风系统可选用阻性消声器。

3.5.4 施工安装要点

1 消声器安装时应单独设置支吊架，和建筑构件稳固连接。对大型消声器，建筑物应考虑其荷

重。

2 阻抗复合式消声器安装时，一定要注意把抗性消声部分放在前面（即气流的入口端），把阻性消声部分放在后面。

3 消声器的位置应尽量靠近噪声被控制空间，如后面有金属风管段，要考虑是否进行隔声处理。

3.5.4 参考价格

微穿孔板消声器:860 ~ 8200 元/个(微穿孔板材质:镀锌板,规格 320mm × 250mm ~ 2000mm × 1250mm)。

3.6 风 管

3.6.1 镀锌钢板风管

1 主要技术参数要求

1）矩形镀锌钢板风管外边长（或外径）对应板材厚度要求见表 3.6.1 - 1，圆形风管板材厚度见表 3.6.1 - 2，风管咬口形式及对应适用范围见表 3.6.1 - 3。

2）圆形镀锌钢板风管连接形式及对应适用范围见表 3.6.1 - 4。

表 3.6.1 - 1 矩形镀锌板风管外边长对应板材厚度

风管边长尺寸 b（mm）	板材厚度（mm）		
	一般用途风管		除尘系统风管
	中、低压系统	高压系统	
$b \leqslant 320$	0.5	0.75	1.5
$320 < b \leqslant 450$	0.6	0.75	1.5
$450 < b \leqslant 630$	0.6	0.75	2.0
$630 < b \leqslant 1000$	0.75	1.0	2.0
$1000 < b \leqslant 1250$	1.0	1.0	2.0
$1250 < b \leqslant 2000$	1.0	1.2	按设计
$2000 < b \leqslant 4000$	1.2	按设计	按设计

表 3.6.1 - 2 圆形镀锌板风管外径对应板材厚度

风管直径 D（mm）	板材厚度（mm）					
	低压风管		中压风管		高压风管	
	螺旋缝	直缝	螺旋缝	直缝	螺旋缝	直缝
$D \leqslant 320$	0.50		0.50		0.50	
$320 < D \leqslant 450$	0.50	0.60	0.50	0.75	0.60	0.75
$450 < D \leqslant 1000$	0.60	0.75	0.60	0.75	0.60	0.75
$1000 < D \leqslant 1250$	0.75	1.00	0.75	1.00	1.00	
$1250 < D \leqslant 2000$	1.00	1.20	1.20		1.20	
> 2000	1.20	按设计				

表 3.6.1－3　矩形风管咬口形式及对应适用范围

咬口形式			适用范围
单咬口		内平咬口	低、中、高压系统
		外平咬口	低、中、高压系统
联合角咬口			低、中、高压系统 矩形风管及配件四角咬接
转角咬口			低、中、高压系统 矩形风管或配件四角咬接
按扣式咬口			低、中压矩形风管或配件四角咬接 低压圆形风管
立咬口			圆、矩形风管横向连接或纵向接缝 圆形弯头制作不加铆钉

表 3.6.1－4　圆形风管连接形式及对应适用范围

连接形式			附件规格	连接要求	适用范围
角钢法兰连接			≥∠25×3	法兰与风管连接采用铆接或焊接	低、中、高压风管
承插连接	普通		—	插入深度≥30mm 应有密封措施	直径<700mm 的低压风管
	角钢加固		≥∠25×3	插入深度≥20mm 应有密封措施	低、中压风管
	压加强筋		—	插入深度≥20mm 应有密封措施	低、中压风管
芯管连接			≥ 风管板厚	插入深度≥20mm 应有密封措施	低、中压风管
立筋抱箍连接			≥风管板厚	风管翻边与抱箍应匹配，结合紧固严密	低、中压风管
抱箍连接			≥风管板厚	管端应对正，抱箍应居中	低、中压风管 抱箍宽度≥100mm

2 选用要点

1）镀锌钢板（带）宜选用镀锌层为 100 号以上的材料，其材质应符合《连续热镀锌薄钢板和钢带》GB 2518 的规定。

2）矩形镀锌钢板角钢法兰风管依用途，风管的角钢规格及对应边长应符合表 3.6.1－5 要求。角钢法兰连接螺栓（或铆钉）间距应为：低、中压系统≤150mm；高压系统≤100mm。

3）矩形薄钢板法兰风管连接形式及对应边长应符合表 3.6.1－6 要求（注：薄钢板法兰风管采用风管法兰与风管管壁为一体（或用镀锌板制作法兰条）的形式，又称为“共板法兰”或“无法兰”连接）。矩形薄钢板法兰风管适用于中、低压通风及空调工程中的送、排风系统（含空调净化系统）。当采用一般加固措施时，风管长边尺寸一般≤2000mm。超出此规格的风管，应采取特殊加固措施。

4）圆形风管咬口形式分为直咬口和螺旋咬口（直咬口采用纵向咬口将板材卷成圆形；螺旋咬口采用螺旋状咬口将钢带卷成圆形）。其中，螺旋风管咬口的间距将影响风管强度，一般螺旋风管的咬口间距应符合表 3.6.1－7 的要求。

表 3.6.1－5 矩形镀锌钢板角钢法兰风管角钢规格及对应边长

角钢法兰连接形式	角钢规格	适用风管边长（mm）		
		低压风管	中压风管	高压风管
	∠25×3，M6 螺栓	≤1250	≤1000	≤630
	∠30×3，M8 螺栓	≤2000	≤2000	≤1250
	∠40×4，M8 螺栓	≤2500	≤2500	≤1600
	∠50×5，M8 螺栓	≤4000	≤3000	≤2500

表 3.6.1－6 矩形薄钢板法兰风管连接形式及对应边长

法兰连接形式		附件规格（mm）（h 为法兰高度，δ 为风管壁厚）		适用风管边长（mm）		
弹簧夹式	h	弹簧夹板厚≥1.0 顶丝卡厚≥3 顶丝螺丝 M8	$h\times\delta=25\times0.6$	≤630	≤630	—
			$h\times\delta=25\times0.75$	≤1000	≤1000	—
插接式	h		$h\times\delta=30\times1.0$	≤2000	≤2000	—
顶丝卡式	h		$h\times\delta=40\times1.2$	≤2000	≤2000	—
组合式	h	h＝法兰高度 δ＝ 组合法兰板厚 顶丝卡厚≥3	$h\times\delta=25\times0.75$	≤2000	≤2000	—
			$h\times\delta=30\times1.0$	≤2500	≤2000	—

表 3.6.1－7 螺旋风管咬口间距

风管公称直径（mm）	咬口间距（mm）
100 以下	≤125
100～1250	≤150

3.6.2 复合风管

1 分类（表 3.6.2－1）

2 风管覆面材料主要类别、适用范围（表 3.6.2－2）

表 3.6.2－1 复合风管分类

分类标准	类别	分类标准	类别
按材料分	无机玻璃钢风管	按用途分	空调通风风管（耐火时间 30min）
	硬聚氯乙烯风管		排烟风管（耐火时间 60min）
	玻纤铝箔复合风管		防火风管（耐火时间 60min）
	酸醛铝箔复合风管	按压力分	低压风管（P≤500Pa）
	聚氨酯铝箔复合风管		中压风管（500Pa＜P≤1500Pa）
	彩钢板保温复合风管		高压风管（1500Pa＜P≤3000Pa）
	防火板风管	—	—
	玻镁复合风管	—	—
	氯氧镁水泥复合风管	—	—
	挤塑复合风管	—	—
	铝箔与阻燃布软管	—	—

表 3.6.2－2 风管覆面材料主要类别、适用范围

覆面材料类别	特点	风管构造	适用范围
彩色钢板（由一定厚度的镀锌薄钢板、经内外表面烤涂耐腐蚀高分子材料涂层制成）	1 表面光滑，风阻小； 2 耐候性优于一般喷（涂）漆风管； 3 外形美观（多种颜色），宜于明装	1 风管板材由保温基材经内外双面或单面覆彩色钢板构成； 2 双面彩板复合风管的保温基材主要采用玻纤棉板、聚苯乙烯板或聚氨酯板等。单面彩板复合风管的保温基材为玻纤棉板（内表面覆玻纤布）； 3 成型风管只有一个纵向接缝	适用于有保温要求的通风和空调系统 其中：双面彩板复合风管适用于风压≤2000Pa 的一般和洁净工程（玻纤棉板基材除外）。单面彩板复合风管不适用于洁净工程，以及输送介质潮湿（相对湿度＞70%）、风压大于 1200Pa 的系统
铝箔	1 一般采用凹凸纹或压浅网纹双面铝箔，厚度有 60、80、120μm； 2 表面美观，重量轻。刚度较小，大型风管需用金属架加固	1 聚氨酯铝箔复合板风管的板材由聚氨酯泡沫塑料经流水线直接发泡成型并覆双面铝箔构成； 2 成型风管只有一个纵向接缝	适用于一般通风空调工程。不宜用作输送腐蚀性介质
铝箔玻纤布	1 玻纤布采用的是氧指数＞32% 的含树脂有机玻璃钢； 2 成本较高，重量较大	玻纤复合风管板材由离心玻纤板基材、树脂玻纤布（有机玻璃钢）粘贴铝箔的外表面材料、以及玻纤布内表面材料构成	适用于一般通风空调工程，不宜用作防火要求高（不燃 A 级）的建筑和高层建筑
无机玻璃钢	1 对潮湿环境有良好适应性； 2 防火性能好； 3 由其构成风管的制作成本低	1 经机械化生产制作的无机玻璃钢风管的板材工艺为：先预制成无机玻璃钢板材，再用专用胶粘贴成复合板（注：另有手工整体成型制作工艺）； 2 一般外覆面层厚度 2～3mm，内覆面层厚度 2～8mm	除用于一般通风空调工程外，特别适用于防火要求较高、以及游泳馆、浴室等潮湿环境（一些系统可采用无保温层的单层无机玻璃钢风管）

3 主要技术性能要求

1）有吸声要求的场合，风管吸声性能应符合表 3.6.2－3 要求。

2）保温风管板材的导热系数，应符合表 3.6.2－4 要求。

3）有抗菌、抗霉菌要求的风管抗细菌率，根据需求应符合表 3.6.2－5～表 3.6.2－6 要求。

4）复合风管内壁的绝对粗糙度应≤0.3mm。

5）复合风管内壁的纤维脱落判定，应按照 JC/T591－1995 规定的方法，试验确定（在风管内风速为 15m/s 的条件下，风管内壁不应有纤维脱落）。

6）普通复合风管的燃烧性能应不低于《建筑材料的燃烧性能分级方法》（GB 8624－1977）中的 B1 级或《建筑材料及制品燃烧性能分级》（GB 8624－2006）中的 C 级标准。

7）无机玻璃钢风管技术性能，应符合表 3.6.2－7 要求。

8）风管的抗凝露性能要求，应符合表 3.6.2－8 要求。

9）柔性风管性能参数见表 3.6.2－9。

10）复合风管的有害气体释放浓度，应符合 GB 50325－2001 中的规定（表 3.6.2－10）。

11）铝箔复合风管的铝箔厚度应≮60μm。当铝箔层复合有增强材料时，其厚度应≮120μm。

表 3.6.2－3 复合风管板材吸声系数

板材密度（kg/m³）	板厚（mm）	各倍频程中心频率（Hz）下平均吸声系数			
		250	500	1000	2000
≥70	25	≥0.50			

表 3.6.2－4 保温风管板材导热系数

密度（kg/m³）	板厚（mm）	导热系数［W/（m·K）］（平均温度 70±5℃条件）
≥70	25	≤0.042

表 3.6.2－5 风管板材抗细菌率

项目名称	抗细菌率（%）	
	Ⅰ（强抗菌）	Ⅱ（抗菌）
抗细菌性能试验	≥99	≥90

表 3.6.2－6 风管板材长霉等级

项目名称	长霉等级	
抗霉菌性能试验	0 级（强抗霉菌）	Ⅰ级（抗霉菌）

3.6.2－7 无机玻璃钢风管技术性能

名称	表层材料密度	燃烧性能	强度	适用范围
水硬性无机玻璃钢风管	≤1700kg/m³	A1 级	弯曲强度≥70MPa	低、中、高压通风、空调及防排烟系统
钙质硫酸盐水泥拔风管	≤1900kg/m³	A1 级	弯曲强度≥40Pa	
改性氯氧镁水泥风管	≤2000kg/m³	A1 级	弯曲强度≥65Pa	
机制玻镁复合风管	面密度≥6kg/m²	通风空调 B 级	抗折荷载≥1000N	
		防排烟 A1 级		

4 设计选用要点

1）按照工程防火安全要求及用途，选择相应燃烧等级的复合风管。

2）应根据复合风管的材质和结构进行系统阻力计算。复合风管内表面为彩色钢板时，可按普通钢

板制风管计算；内表面为铝箔时，阻力系数略有增加，也可按普通钢板制风管计算；内表面为玻纤布时，阻力系数增加较大，但目前尚无实测数据，如按普通钢板制风管计算则应适当考虑裕量。机械压制无机玻璃钢风管可按粗糙度 0.2mm 进行计算。

3.6.2－8 风管抗凝露性能要求

检验工况 / 控制项目	非低温送风	低温送风	检验结果
风管送风温度（℃）	14～16	7～9	风管抗凝露试验 2h 后，管壁、法兰连接处、支撑加固点均不应出现结露现象
风管外环境温度（℃）	26～32	26～32	
风管外环境相对温度（℃）	60～80	60～80	
风管风速（m/s）	6～8	6～8	

3.6.2－9 柔性风管性能参数

风管类别 / 参数	铝箔保温柔性风管、双螺旋铝塑复合保温柔性风管	铝箔柔性风管	PVC 柔性风管	普通硅玻、弹簧增强高硅氧布、普通高硅氧布柔性风管（保温/非保温）
最大空气流速（m/s）	30	30	30	—
温度范围（℃）	－30～140	－30～140	－30～70	—
最大工作压力	铝箔保温 2500Pa；双螺旋铝塑复合 3000Pa	2500Pa	1000Pa	普通硅玻、弹簧增强高硅氧布 5000Pa；普通高硅氧布 3000Pa
燃烧性能	C	C	C	A1
钢丝直径（mm）	ϕ1.0～1.2	ϕ1.0～1.2	ϕ1.0～1.2	—
钢丝螺距（mm）	25	25	25	—
铝箔复合膜厚度（mm）	0.027	0.027	0.02	—
玻璃棉保温层厚度（mm）	25	—	—	—
玻璃棉容重（kg/m^3）	16～20	—	—	—
PVC 厚度（mm）	—	—	0.1～0.2	—

3）复合风管非金属连接件的燃烧性能应为 A 级或 B1 级。复合风管专用的铝箔胶带，热敏胶带等密封材料固化后的燃烧性能为 B1 级，适用温度不小于 80℃，且无有害气体挥发。

4）几种复合风管价格排序（由高至低）

双面彩钢板（酚醛）复合风管→双面彩钢板玻纤复合风管→双面铝箔聚氨脂复合风管→双面彩钢板聚苯复合风管→单面彩钢板玻纤复合风管→单面铝箔玻纤布玻纤复合风管→无机玻璃钢风管。

表 3.6.2－10 复合风管有害气体释放浓度限定值

名称	限定值（mg/m^3）
甲醛	≤0.08
苯	≤0.09
氨	≤0.2
TVOC	≤0.5

5 相关标准、规范

《复合玻纤板风管》JC/T 591 - 1995。
《玻镁风管》JC/T 646 - 2006。
《通风管道技术规程》JGJ141 - 2004。
《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 - 2002。
《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 - 2006。
《室内空气质量标准》GB/T 18883 - 2002。
《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 - 2001。

3.7 防空地下室通风设备

3.7.1 油网滤尘器

1 概述

1）产品功能

油网滤尘器在战时用于过滤空气中由于核爆炸产生的放射性沾染，在平时用于过滤空气中颗粒较大的灰尘。

2）产品构造和原理

防空地下室工程通常采用 LWP 型油网滤尘器，该油网滤尘器由多层铁丝网和钢制外框构成。使用时铁丝网浸有黏性机油，当含尘空气通过前后交错的铁丝网过滤层时，尘粒被浸油的铁丝网粘住而滞留在滤尘器中，达到去处空气中尘埃的目的。

2 产品技术性能

1）油网滤尘器根据铁丝网规格和层数的不同，分为 LWP - D（大）型和 LWP - X（小）型两种。其结构参数详见表 3.7.1 - 1。

2）油网滤尘器主要性能参数见表 3.7.1 - 2。

表 3.7.1 - 1 LWP 型油网滤尘器结构参数

型号	网格层数	波纹（mm）		网层规格（mm）		外形尺寸（mm）		
		高	间距	前一半	后一半	长	宽	厚
LWP - D	18	5.5	11	1.30/0.29*	0.64/0.23	520	520	120
LWP - X	12	4.0	11	1.36/0.23	0.65/0.19	520	520	70

注：1.30/0.29 中的 1.30 为网眼尺寸（1.30mm × 1.30mm），0.29 为网丝直径（0.29mm）。

表 3.7.1 - 2 LWP 型油网滤尘器单个性能参数

型号	过滤面积（m^2）	各风量（m^3/h）下的终阻力（Pa）						容尘量（g）	重量（kg）
		600	800	1000	1200	1400	1600		
LWP - D	0.25	24.5	37.2	53.9	73.5	95.6	122.5	450	15.56
LWP - X	0.25	19.6	29.4	41.7	55.9	71.1	86.2	264	10.73

3 产品设计选用要点

1）防空地下室工程中的医疗救护工程、人员掩蔽所、物资库等工程，以及柴油电站控制室的进风系统均应设置油网滤尘器；专业队装备掩蔽部、柴油电站的发电机房等的进风系统可不设油网滤尘器。

2）选用 LWP 型油网滤尘器时应根据工程的最大进风量和单个油网滤尘器的通风量确定滤尘器的使用个数。单个滤尘器的通风量宜取 800 ~ 1200m^3/h，最大不应超过 1600m^3/h。

3）选用 LWP 型油网滤尘器时可选用 D 型或 X 型。D 型油网滤尘器容尘量较大，使用时间较长，

但终阻力较高；X 型油网滤尘器容尘量较小，使用时间较短，终阻力较小。

4 安装、使用及维护要求

1）油网滤尘器可采用管式安装和墙式加固安装。当油网滤尘器的个数为 1 个、2 个和 4 个时，可采用管式安装；当油网滤尘器的个数大于 4 个时，应采用墙式安装。当滤尘器采用墙式安装时，应设置用于安装油网滤尘器的专用滤尘器。

2）安装油网滤尘器时应将孔眼大的网层置于空气进入侧。

3）在油网滤尘器前后应设压差测量管并连接在微压计上，由此测定油网滤尘器的前后压差（即其阻力）。使用过程中，当阻力升到终阻力时，应取下油网滤尘器进行清洗，然后浸油再用。

4）油网滤尘器在运输和清洗时不得挤压和碰摔网层，以免网片变形影响使用。

5）平时维护时，应根据使用情况定期清洗和浸油（每年至少一次）。

6）战时，当油网滤尘器达到终阻力时，应拆下清洗。在由滤毒式通风转换为清洁式通风时，应首先彻底清洗或更换设于染毒段的油网滤尘器。

3.7.2 过滤吸收器

1 概述

1）产品功能

过滤吸收器是安装在防空地下室进风系统中，用于滤除外界受污染空气中的毒剂和生物战剂，包括毒烟、毒雾、放射性灰尘、细菌气溶胶和毒蒸汽等的设备，保证在滤毒通风时，向防空地下室内部输送掩蔽人员所需要的清洁空气。

2）产品构造和滤毒原理

过滤吸收器是由精滤器和吸收器两部分组成。精滤器的滤毒结构大多采用纤维性滤纸，主要用于过滤染毒空气中以气溶胶形态存在的毒剂；吸收器中填充的是催化活性炭，它通过物理吸附、化学吸收和催化作用，来去除染毒空气中以蒸汽形态存在的毒剂。

过滤吸收器净化污染空气的流程为：污染空气首先经过精滤器，滤除空气中的有害气溶胶，再经过吸收器滤除毒剂蒸汽，净化后的空气由出口流出。

3）国产过滤吸收器有多种型号，在防空地下室实际工程中，目前应用最多的为 SR 型过滤吸收器和 FLD 型过滤吸收器。

2 产品技术性能

1）SR 型过滤吸收器的主要技术性能参数见表 3.7.2－1。

2）FLD 型过滤吸收器主要技术性能参数见表 3.7.2－2。

表 3.7.2－1 SR 型过滤吸收器主要技术性能参数

型号	额定风量（m^3/h）	终阻力（Pa）	油雾透过系数（%）	抗冲击波余压（MPa）	防护能力	重量（kg）
SR78－300	300	<700	≤0.001	0.03	符合人防工程有关战术技术要求	106
SR76－500	500					142
SR78－1000	1000					242

表 3.7.2－2 FLD 型过滤吸收器主要技术性能参数

型号	额定风量（m^3/h）	终阻力（Pa）	油雾透过系数（%）	抗冲击波余压（MPa）	防护能力	重量（kg）
FLD05－500	500	<686	≤0.001	0.03	符合人防工程有关战术技术要求	155
FLD04－1000	1000					270

3 产品设计选用要点

1）过滤吸收器的数量应根据战时滤毒通风新风量确定；通过过滤吸收器的风量严禁大于其额定风量，以确保滤毒通风时不发生透毒现象。

2）当选用两个或两个以上过滤吸收器时，应采用相同型号的过滤吸收器并并联安装。

4 安装、使用及维护要求

1）过滤吸收器可水平安装，也可垂直安装，安装时气流方向必须和设备要求方向一致。

2）安装在通风管道上的过滤吸收器，平时不使用时必须关闭过滤吸收器前后的阀门。长期不使用时，应将过滤吸收器拆下，装上进出口密封挡板。平时不应与通风系统相连，以免受潮失效。

3）过滤吸收器的前后管道上，应设压差测量管并连接在微压计上，由此测定过滤吸收器的前后压差（即其阻力），通过测量过滤吸收器的阻力变化，及时掌握过滤吸收器的滤毒能力。

4）通过过滤吸收器的空气相对湿度应小于90%。

5）过滤吸收器不能与酸碱、消毒剂、发烟剂等存放在一起，以免破坏内部材料使之失效。滤毒室内应保持整洁、干燥，注意防潮。

3.7.3 密闭阀门

1 概述

1）产品功能

密闭阀门是设置在防空地下室进排风系统上，用于保证管路密闭，是进行战时三种防护通风方式转换不可缺少的控制设备。

2）产品构造和原理

密闭阀门分为杠杆式密闭阀门和双连杆密闭阀门两种，每种又分为手动和手电动两用密闭阀门。

手动密闭阀门由壳体、阀门板、密封圈、手柄、主轴、杠杆、弹簧及锁紧装置等组成。人员操作时，通过旋转手柄带动主轴来转动杠杆，达到阀门板启闭的目的。

手电动两用密闭阀门主要由壳体、阀门板、手动装置、减速箱、电动装置等零件组成。该阀门可用手动操作，也可电动操作，当传动装置用电动操纵时，手柄和减速器分开，因而轴转动时，手柄并不转动；当手动操纵时，电动机构和轴脱开，因而即使合上电路，电动机也只能空转。

手电动两用密闭阀门的壳体、阀门板、连接风管的内径等均与同规格的手动密闭阀门相同，由于增加了电动装置，其外形尺寸比手动密闭阀门略大。

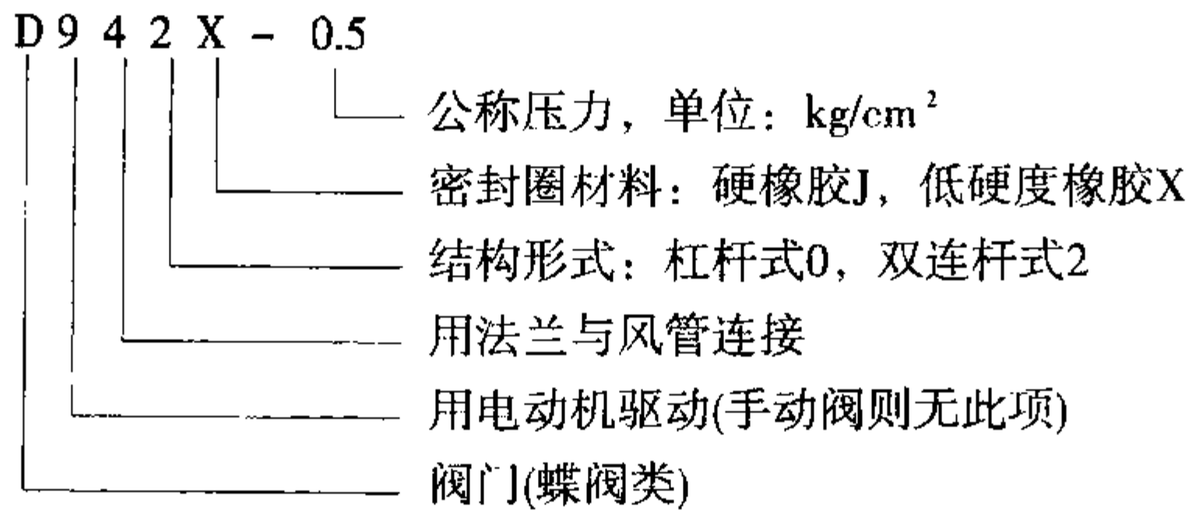
双连杆型密闭阀门与杠杆式密闭阀门的构造基本相似，由双连杆蝶阀及电动装置组成。主轴通过两根连杆机构带动阀门板的启闭，结构紧凑，操作轻便灵活；该种阀门既可用于风管的全开或全闭，也可适当调节流量。

3）密闭阀门的分类和型号见表3.7.3－1。

表3.7.3－1 密闭阀门分类和型号

分类	名称	功能特点	常用型号	使用场所
杠杆式密闭阀门	手动密闭阀门	用于风管的密闭，手动操作；只能用于风管的全开或全关，不能调节风量	D40J－0.5 D40X－0.5	防空地下室进排风管道
	手电动两用密闭阀门	用于风管的密闭，手动和电动操作；只能用于风管的全开或全关，不能调节风量	D940J－0.5	防空地下室进排风管道
双连杆密闭阀门	手动密闭阀门	用于风管的密闭，手动操作；只能用于风管的全开或全关，不能调节风量	D42X－0.5	防空地下室进排风管道
	手电动两用密闭阀门	用于风管的密闭，手动和电动操作；只能用于风管的全开或全关，不能调节风量	D942X－0.5	防空地下室进排风管道

密闭阀门型号各部分代表的意义如下：



2 产品技术性能

1）D40J(X)－0.5 型手动密闭阀门主要技术性能见表 3.7.3－2。

2）D940J－0.5 型手电动两用密闭阀门主要技术性能参数见表 3.7.3－3。

表 3.7.3－2　D40J(X)－0.5 型手动密闭阀门的主要技术性能参数表

公称直径 *DN*（mm）		150	200	300	400	500	600	800	1000
连接管内径（mm）		166	215	315	441	560	666	870	1090
风量（m^3/h）	$V=6m/s$	380	678	1526	2713	4239	6104	10852	16956
	$V=8m/s$	508	904	2034	3617	5652	8139	14469	22608
公称压力 *Pg*（MPa）		0.05							
试验压力 *Ps*（MPa）	密封	0.05							
	强度	0.1							
工作压力 *P*（MPa）		0.05							
温度（℃）		－30～＋40℃							

表 3.7.3－3　D940J－0.5 型手电动两用密闭阀门主要技术性能参数表

公称直径 *DN*（mm）		200	300	400	500	600	800	1000
连接管内径（mm）		215	315	441	560	666	870	1090
风量（m^3/h）	$V=6m/s$	678	1526	2713	4239	6104	10852	16956
	$V=8m/s$	904	2034	3617	5652	8139	14469	22608
公称压力 *Pg*（MPa）		0.05						
试验压力（MPa）	密封	0.05						
	强度	0.10						
工作压力 *P*（MPa）		0.05						
电动机开启及关闭时间（s）		1.6～1.8	1.6～1.8	1.6～1.8	3.6	3.6	3.6	3.6
电动机	型号	JWP	JWP	JWP	JWP	JWP	JWP	JWP
	功率（kW）	0.25	0.25	0.25	0.50	0.50	0.50	0.50
	电压（V）	220	220、380					
	频率（Hz）	50						
	转数（r/min）	1450						
	效率（%）	70						

3）双连杆型手电动两用密闭阀门主要技术性能参数见表 3.7.3－4。

4 产品设计选用要点

表 3.7.3－4 双连杆型手电动两用密闭阀门主要技术性能参数表

介质：空气		阀门口径	阀门口径
公称直径（mm）		*DN*200～*DN*400	*DN*500～*DN*1000
试验压力（MPa）		0.1	0.1
工作压力（MPa）		≤0.05	≤0.05
电动装置	型号	DDI－20	DDI－10
	启闭时间（s）	1.2	1.2
	电机功率（kW）	0.37	0.55
手动启闭时间（s）		5～6	
气密泄漏量（L/min）	正面	≤0.10	≤0.033
	反面	≤0.10	≤0.033

1）设计时应根据管道内风量和风速确定管径，根据管径确定阀门的型号。

2）确定阀门型号后，再根据阀门的实际内径重新调整管径。由于阀门的公称直径不等于其实际内径，公称直径略小于实际内径，所以如果管道的管径不调整，管道与阀门之间无法连接，设计时必须注意这个问题。

3）密闭阀门只控制管道的通断，一般不用来进行风量调节，如要调节风量需另配风量调节阀。

5 安装、使用及维护要求

1）阀门可安装在水平或垂直的管道上，应保证操作、维修或更换方便。

2）阀门安装前应存放在室内干燥处，使阀门板处于关闭位置，橡胶密封面上不允许染有任何油脂性物质，以防腐蚀。壳体密封面上必须涂防锈剂。

3）阀门安装时，应保证阀门受压方向的箭头与所受冲击波方向一致；应调整开关指针，使指针位置与阀门板的实际开关位置相符合；要清洁内腔和密封面，不允许有污物附着，未清洁前切不可启闭阀门板。

4）开启阀门：旋松锁紧装置手柄；将旋转手柄按逆时针方向转动，使阀门开启；旋紧锁紧装置手柄，以防止阀门板受到震动而发生位移或自动关闭。

5）关闭阀门：按与上述相反的顺序进行。

6）阀门在使用过程中，要求阀门板必须全开或全闭，不允许做调节风量用（即半开闭的状态）。

7）电动阀门的电动机行程开关等电气设备必须存放在通风和清洁的干燥场合，不允许与酸、碱、氯等腐蚀性物质共同放置在一起，否则会降低其绝缘强度。

8）安装电动阀门时，应对减速器和齿式联轴节进行检查，用不含水分的煤油将零件上所涂的防腐油洗净，滚动轴承应用汽油洗净吹干。减速器内应加入清洁的润滑油，注油量要达到螺杆齿面。

9）电动密闭阀门若是手动操作时，则应：

①旋松锁紧装置的手柄。

②将离合器拉手向外拉出，此时，离合器与蜗轮离合器脱开，而与大齿轮离合器齿合。

③顺时针方向旋转手柄（依靠手柄带动小齿轮，然后由小齿轮带动大齿轮并带动轴，通过联轴节带动阀门主轴转动杠杆松紧弹簧），使阀门达到开启的目的。

其余步骤同手动密闭阀门操作使用注意事项。

10）电动密闭阀门若是电动操作时，则应：

①将拉手放回，此时离合器与蜗轮离合器齿合。

②按动启动电钮。此时，电动机旋转并带动蜗杆，再由蜗杆带动蜗轮，转动轴通过联轴节带动阀门主轴转动杠杆松紧弹簧，使阀门开启，直至行程开关动作后才会停止。当阀门板处在全开或全闭位置

时，信号灯均发出指示信号。

③关闭时，按动关闭按钮即可。

3.7.4 防爆波活门

1 概述

1）产品功能

防爆波活门是在满足平时和战时正常通风情况下，能阻挡冲击波沿通风口进入工程内部的防护设备。

2）产品构造和原理

悬板活门采用钢结构制作，在悬板活门的底座板上开有若干个通风口，每个通风口正前方（外侧）均设有尺寸大于通风口的悬板，悬板平时在自重作用下以一定的角度保持张开状态。正常通风时，空气通过悬板与底座板之间张开的角度空间和底座板上的通风口流入或流出工程；当有冲击波来临时，悬板在冲击波压力的作用下，紧贴在底座板上，与底座板重合，挡住了底座板上的通风口，将冲击波阻挡在工程外侧。

防爆波活门一般为门式活门，活门的底座板与门扇相似，在底座板的一侧安装铰叶，另一侧安装可使底座开启和关闭的螺栓（相当于普通门扇的把手锁）。活门底座板可以根据需要开启或关闭。底座板处于关闭状态时，可以满足战时通风和防护的需要。底座板完全开启时，活门墙壁上的门孔可作为检修入孔，又可用作平时的通风口，增大了过风面积，可以满足平时大通风量的需要，有利于平战两用和转换。

3）在防空地下室使用较多的是 BMH 系列和 HK 系列悬板防爆波活门。BMH 系列为混凝土结构悬板防爆波活门，HK 系列为钢结构悬板防爆波活门。

2 产品技术性能

1）BMH 系列悬板防爆波活门主要技术参数见表 3.7.4－1。

2）HK 系列悬板防爆波活门主要技术参数见表 3.7.4－2。

表 3.7.4－1 BMH 悬板防爆波活门主要技术参数表

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">活门型号</th><th rowspan="2">战时最大通风风量
（m^3/h）</th><th colspan="2">门孔尺寸（mm）</th><th rowspan="2">平时最大通风风量
（m^3/h）</th></tr>
<tr><th>宽度</th><th>高度</th></tr>
<tr><td>BMH2000－30</td><td>MH2000－15</td><td>2000</td><td rowspan="4">500</td><td rowspan="3">800</td><td rowspan="3">14400</td></tr>
<tr><td>BMH3600－30</td><td>MH3600－15</td><td>3600</td></tr>
<tr><td>BMH5700－30</td><td>MH5700－15</td><td>5700</td></tr>
<tr><td>BMH8000－30</td><td>MH8000－15</td><td>8000</td><td rowspan="2">1250</td><td>22500</td></tr>
<tr><td>BMH11000－30</td><td>MH11000－15</td><td>11000</td><td rowspan="2">600</td><td>27000</td></tr>
<tr><td>BMH14500－30</td><td>MH14500－15</td><td>14500</td><td>1700</td><td>36720</td></tr>
<tr><td>BMH22000－30</td><td>MH22000－15</td><td>22000</td><td>850</td><td>2100</td><td>64260</td></tr>
</table>

注：平时最大通风风量是指打开活门底座板、利用门孔通风，风速最大值为 10m/s 时的通风量。

3 产品设计选用要点

1）根据工程抗力要求和战时最大设计风量选取活门型号，并用活门门扇打开时的通风量来校核平时通风量。

2）设计风量应小于活门战时最大通风风量（最大安全区风量），否则如果进风量过大，活门悬板则会在进风压力的作用下自动关闭；在排风系统中，如果排风量过大，活门悬板则会产生较大幅度的摇摆，影响排风系统的稳定、达不到预期的排风量。

表 3.7.4－2 HK 悬板防爆波活门主要技术参数表

活门型号	通风管径（mm）	战时最大通风风量（m^3/h）	门孔尺寸（mm）		平时最大通风风量（m^3/h）
			宽度	高度	
HK400	ϕ400	3600	620	1400	32100
HK600	ϕ600	8000			31200
HK800	ϕ800	16000	650	2000	46800
HK1000	ϕ1000	24000	850	2100	64260

注：平时最大通风风量是指打开活门底座板、利用门孔通风，风速最大值为 10m/s 时的通风量。

4 安装、使用及维护要求

1）为避免冲击波来临时对悬板活门造成破坏，悬板活门应嵌入墙内，嵌入墙内的深度由土建专业确定。

2）为避免活门上的橡胶被强烈的光辐射烧蚀和在关闭后悬板与底座板粘结在一起，设计时应将活门设置在不受光辐射照射的位置。

3）悬板活门安装后应保证：关闭时悬板与底座板的缓冲胶板紧密结合；开启时悬板与限位座的缓冲胶板结合；悬板应转动灵活，能自行开启。

4）当活门与风管直接连接时，可在现场自行加工变径管与活门的底框连接。

5）两个或两个以上活门并联使用时，应型号相同、对称安装，保证每个活门均匀分配风量。

3.7.5 超压排气活门

1 概述

1）产品功能

超压排气活门是控制工程超压的重要通风设备。当工程主体内形成超压、排气活门内侧的空气压力高于外侧一定值时，排气活门会自动打开，空气经排气活门由高压侧流向低压侧；当工程内超压小于设定值时，活门则会自动关小或关闭，从而保证工程主体的超压。

2）产品构造和原理

超压排气活门主要由活门外套、活盘（又称阀盖）、杠杆、偏心轮、绊闩和重锤等部分构成。当室内外无压差或者压差小于活门启动压力时，活盘处于关闭位置；当室内外压差达到活门的启动压力时，作用在活盘的空气压力将使活盘自动打开，空气流出；反之，当空气压力消失时，活盘依靠杠杆平衡原理，恢复到原来的位置，即达到活门自动关闭的目的，阻断空气流出的通路。重锤在此起调节启动压力的作用。

防爆超压排气活门的作用原理与普通超压排气活门相同，构造也基本相同。所不同的是：防爆超压排气活门的活盘能够直接承受冲击波压力的作用，具有防护密闭功能，达到 5 级人防的抗爆要求。因此，该活门可以安装在 5 级或 5 级以下的人防工程的外墙上，替代战时排风系统上的防爆波活门和超压排气活门组成的消波系统，故称之为防爆超压排气活门，也可单独替代超压排气活门使用。

3）超压排气活门的分类和主要型号见表 3.7.5－1。

2 产品技术性能

1）YF 型超压排气活门适用于公称压力 0.01MPa、空气温度 0～35℃、相对湿度≤95% 的场合，作为防空地下室超压排风、控制工程主体内一定的超压值用。其气体动力性能见表 3.7.5－2，气体动力性能曲线见图 3.7.5－1 和 3.7.5－2。

2）PS－D250 型超压排气活门气体动力性能见表 3.7.5－3，气体动力性能曲线见图 3.7.5－3。

3）FCH 型防爆超压排气活门和 FCS 型防爆超压排气活门的气体动力性能见表 3.7.5－4，气体动力性能曲线见图 3.7.5－4。

表3.7.5-1 超压排气活门分类表

分类	名称	功能特点	常用型号	使用场所
普通型超压排气活门	YF型超压排气活门	不能直接承受冲击波压力	YF-d150、YF-d200	防空地下室超压排风
	PS型超压排气活门	不能直接承受冲击波压力	PS-D250	防空地下室超压排风
防爆型超压排气活门	FCH（S）型防爆超压排气活门	可直接承受冲击波压力	FCH（S）-150、FCH（S）-200、FCH（S）-250	防空地下室超压排风

表3.7.5-2 YF型超压排气活门气体动力性能表

型号	活盘开启偏角	重锤启动压力（Pa）		重锤启动压力调节范围（Pa）	排风量（m^3/h）
YF-d150	20°	80~100	30~50	30~100	80~200
YF-d200	24°	80~100	30~50	30~100	120~600

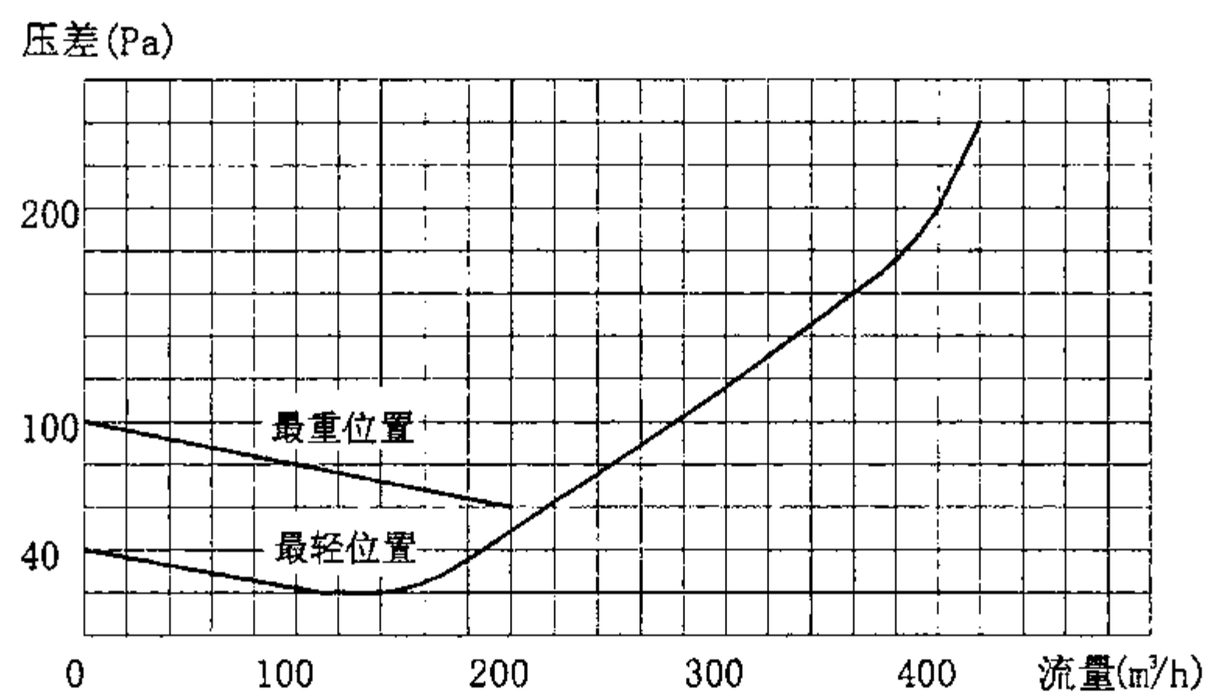


图3.7.5-1 YF-d150型超压排气活门气体动力特性曲线

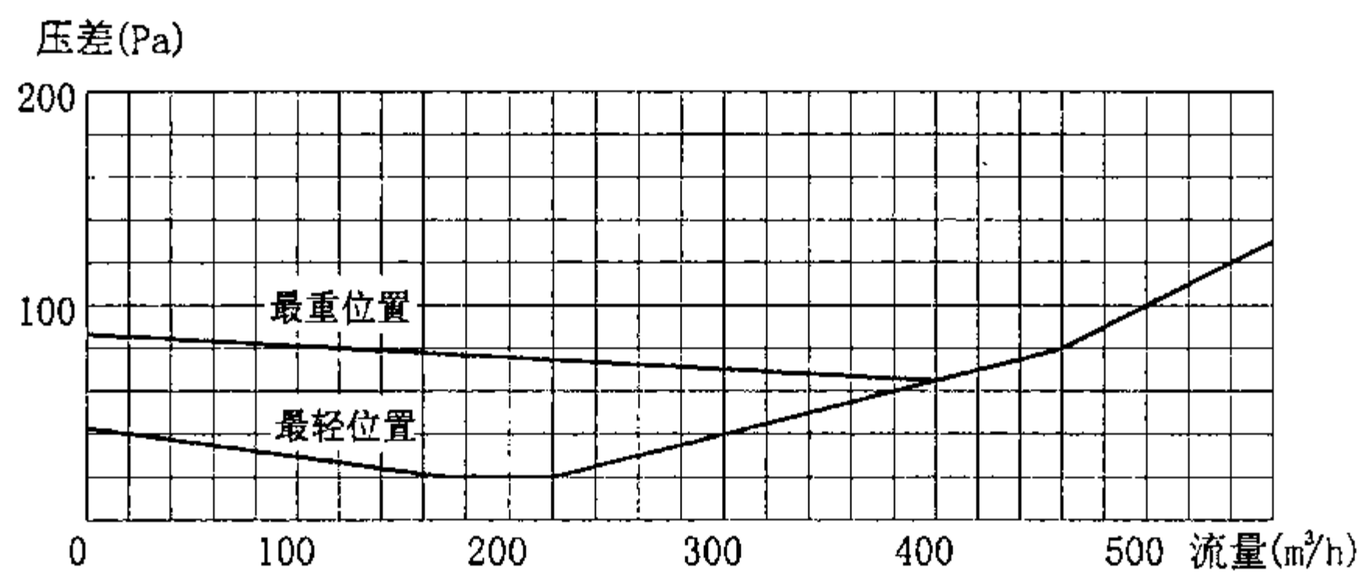


图3.7.5-2 YF-d200型超压排气活门气体动力特性曲线

表3.7.5-3 PS-D250型超压排气活门气体动力性能表

型 号	重锤启动压力（Pa）		重锤启动压力调节范围（Pa）	排风量（m^3/h）
PS-D250	40~50	20~30	20~50	400~1000

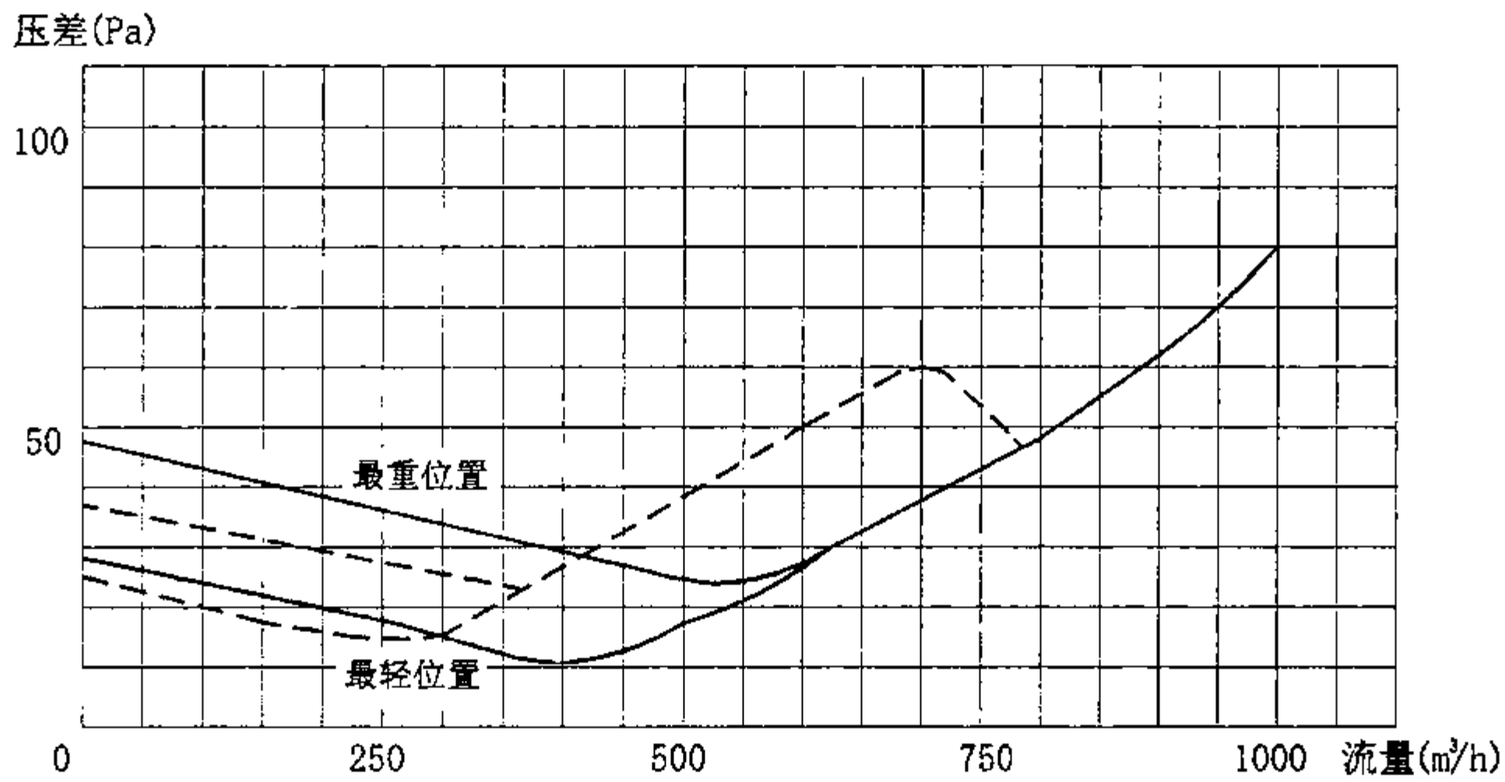


图 3.7.5－3　PS－D250 型超压排气活门气体动力特性曲线

表 3.7.5－4　FCH（S）型防爆超压排气活门主要技术参数表

型　　号	消波率	排风量（m^3/h）	重锤启动压力（Pa）
FCH（S）－150	>90%	280	30～50Pa 可连续调节
FCH（S）－200		500	
FCH（S）－250		800	
FCH－300		1000	

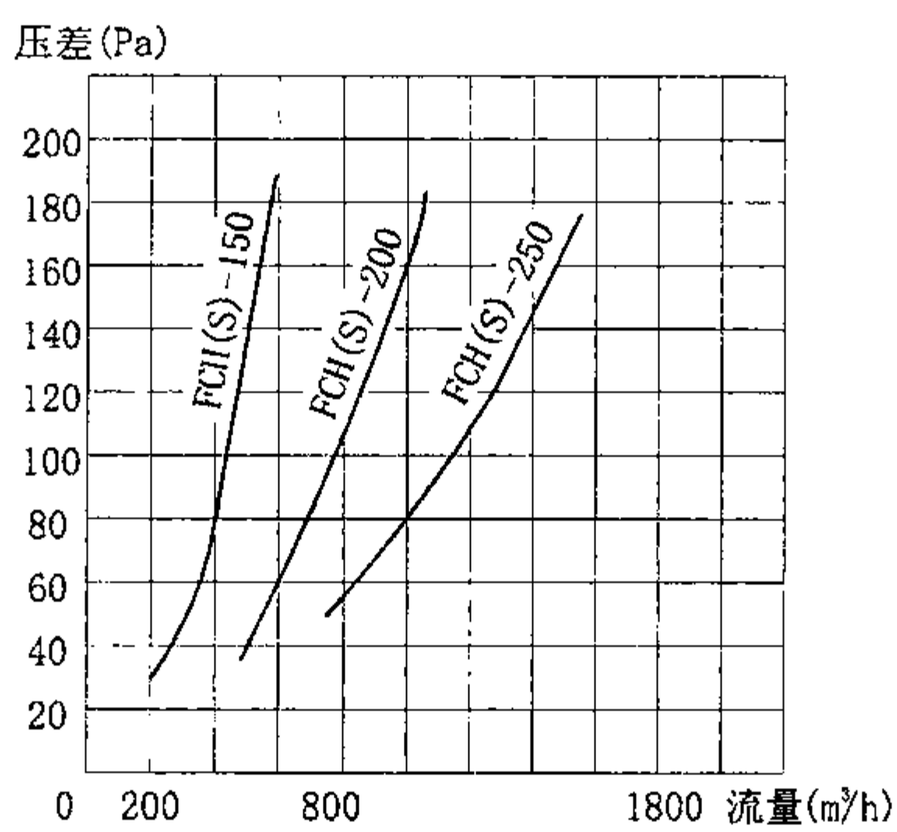


图 3.7.5－4　FCH（S）型防爆超压排气活门气体动力特性曲线

3　产品设计选用要点

1）在进行超压排气活门设计选型时，应根据工程主体内所要求的超压值和超压排气量，查相应活门的特性曲线，选择适宜的活门型号。在确定活门两侧的压差时，应注意到，超压排风需要克服的阻力包括超压排气活门的阻力（即超压排气活门两侧的空气压差）和超压排气系统上其它部件（如排风管、阀门）等的阻力，选择超压排气活门时所依据的压差应为室内超压值减掉超压排气系统上其它部件的阻力。

2）选取活门时应选取一个或同一型号的几个活门并联使用。当一个大号活门的排气量能够满足使用要求时，则应选用一个大号活门而不应选用几个小号活门并联使用。

3）防爆超压排气活门只适用于 5 级或 5 级以下的人防工程，不得应用于高抗力等级的防空地下室中。防爆超压排气活门一般安装在直接承受冲击波的外墙上。

4　安装、使用及维护要求

1）超压排气活门可以安装在墙上或管道上。如果安装在墙上，土建时应将穿墙钢管的位置固定正确、预埋到位，穿墙管必须水平，密闭肋与钢管之间采用满焊，同时密闭肋和钢管要与周围钢筋焊接牢固。

2）超压排气活门未安装前应存放在室内干燥处，活盘处于关闭的位置，橡皮密封面上不允许染有油脂物质，以防腐蚀，外套密封面上必须涂防锈漆。

3）超压排气活门安装时，应先清洁活门外套和密封面，不允许有污物附着，否则不得安装。

4）超压排气活门安装时应考虑工作和拆修方便。活门重锤的位置必须置于超压的一侧，并保证活门外套、杠杆与水平面垂直；安装完毕后，活盘应开关灵活；所有螺栓应均匀旋紧，以防泄漏。

5）超压排气活门的外套与墙面或管道的连接处，应衬垫5mm厚的橡胶板，保证密闭不漏气。

6）超压排气活门使用时，应根据所要求的超压值调整重锤的位置，使活门在保证超压值的情况下自动排风。隔绝式通风时，应将绊闩扳下，使偏心轮与杠杆靠紧，将活门关闭。

7）应定期在超压排气活门的螺栓、重锤部分涂上工业凡士林，以防氧化；在旋转部分注入润滑油，确保转动自如。

8）应加强对超压排气活门的维护保养，如发现橡胶密封圈老化、变形，或因外套密封面锈蚀等情况应及时予以更换；如果在内腔和密封面有污物堆积不能密封而漏气，应及时清理；如果偏心轮与绊闩的连接销子失落或松动时，应立即修配，以保证自锁；检查活门动作是否灵敏，密封面是否密闭，发现问题及时修理；外套等金属部分如有油漆脱落应及时刷漆，不能将漆、油类物质沾污橡胶密封面。

3.7.6 电动与人力两用风机

1 概述

1）产品功能

电动与人力两用风机是可用电动驱动或采用人力驱动的风机。在防空地下室战时电源遭到破坏又无内部电源的情况下，采用人力驱动来确保防空地下室通风的需要。

2）产品构造和原理

电动与人力两用风机除设有驱动风机的正常电机外，脚踏型风机设有类似于自行车的座垫、脚踏、牙盘、车链和飞轮等设备。当无电源时，操作人可像骑自行车那样，坐在座垫上，双脚蹬脚踏，通过牙盘、车链和飞轮等传动机构带动风机运转，达到通风的目的。而电动手摇两用风机则设有手摇机构，操作人通过转动手摇机构带动风机运转，达到通风的目的。

3）电动与人力两用风机的分类和型号见表3.7.6－1。

2 产品技术性能

1）SR900型电动脚踏两用风机是两人脚踏驱动风机，有左90°和右90°两种，主要性能参数见表3.7.6－2。

2）DJF－1型电动脚踏两用风机是四人脚踏驱动风机，只有左90°一种，主要性能参数见表3.7.6－3。

3）F270型电动手摇两用风机主要性能参数见表3.7.6－4。

表3.7.6－1 电动与人力两用风机分类和型号

分类	名称	功能特点	常用型号	使用场所
电动脚踏两用风机	SR900型电动脚踏两用风机	电动驱动；两人脚踏驱动	SR900	战时电源无保障防空地下室
	DJF－1型电动脚踏两用风机	电动驱动；四人脚踏驱动	DJF－1	战时电源无保障防空地下室
电动手摇两用风机	F270型电动手摇两用风机	电动驱动；人力手摇驱动	F270－1 F270－2	战时电源无保障防空地下室

表 3.7.6－2 SR900 型电动脚踏两用风机主要技术性能参数表

脚踏	转速 2000r/min	风量（m^3/h）	900
		风压（Pa）	1250
电动	电源 380V	电机功率（kW）	1.1
	转速 2900r/min	风量（m^3/h）	900～1650
		风压（Pa）	2280～1450

表 3.7.6－3 DJF－1 型电动脚踏两用风机主要技术性能参数表

										转速（r/min）
电动	电动机型号 Y90S－4，三相 380V，1.1kW									
	全压（Pa）	410	548	629	843	964	1204	1370	1430	3000
	风量（m^3/h）	3273	3154	2988	2701	2421	2033	1548	1278	
脚踏	全压（Pa）	353	452	521	702	840	1000	1138	1208	2750
	风量（m^3/h）	2983	2828	2720	2470	2203	1870	1397	1225	

表 3.7.6－4 F270 型电动手摇两用风机主要技术性能参数表

风机型号		F270－1		F270－2	
风量（m^3/h）		300～700		500～1100	
全压（Pa）		1117～568		1205～568	
主轴转速（r/min）		2800		2800	
旋转方向（电机端正视）		顺时针方向		顺时针方向	
配套电机	型号	Q8～S2	YSC122	Q8～S2	Q7～S2
	额定功率（kW）	0.37	0.75	0.75	0.75
	额定电压（V）	220	380	220	380
手摇机构		传动比 1/8×1/8，速度 44r/min			

3 产品设计选用要点

1）战时工程内部电源无保障时，进风机应选用电动与人力两用风机。

2）战时清洁进风和滤毒进风可分设风机，也可合用风机。当清洁进风和滤毒进风合用风机时，风机的风量和风压应同时满足清洁进风和滤毒进风的风量和风压要求。

4 安装、使用及维护要求

1）安装风机时应全面检查机壳内是否有遗留物件，各部件连接是否牢固，转动是否灵活，如发现问题及时排除和调整。

2）安装风机时应注意呈水平位置，送回风管道及阀门的重量不应加在机壳上。

3）风机运转或停车过程中，如发现不正常现象，应立即进行检查，只有在风机设备和线路完全正常情况下方可运转。

4）使用脚踏驱动时，应切断电源，并将电动三角皮带脱卸。风机机座的固定采用预埋钢板。

5）安装电动手摇两用风机时电动机及手柄的转向必须符合产品标志的方向。

6）人力摇动电动手摇两用风机时应均衡回转摇把。

4 空调设备

4.1 组合式空调机组

组合式空调机组（空气处理机组）是由各种空气处理功能段组装而成的不带冷、热源的一种空气处理设备。机组的功能段是对空气进行一种或几种处理的单元体。功能段可包括：空气混合、均流、粗效过滤、中效过滤、高中效过滤或亚高效过滤、冷却、一次和二次加热、加湿、送风机、回风机、中间段、喷水、消声和热回收等。

4.1.1 分类（表4.1.1）

表4.1.1 组合式空调机组分类

<table>
<tr><th>分类方式</th><th colspan="2">分类</th><th>适用范围</th></tr>
<tr><td rowspan="4">结构型式</td><td colspan="2">立式</td><td>中小规模集中空调系统，新风机组</td></tr>
<tr><td colspan="2">卧式</td><td>多用于大风量集中空调系统</td></tr>
<tr><td colspan="2">吊挂式</td><td>风量较小的系统，新风机组</td></tr>
<tr><td colspan="2">混合式（双重卧式）</td><td>多用于机房长度有限而高度允许的大风量集中空调系统</td></tr>
<tr><td rowspan="3">箱体材料</td><td rowspan="2">金属</td><td>镀锌钢板、复合钢板、合金铝板和不锈钢板</td><td>空气清洁、湿度不大的环境
体积小，重量轻，改造时可移动，安装方便，容易保证装配质量和施工进度，可工厂化批量生产，利于提高制造质量和降低生产成本特点</td></tr>
<tr><td>玻璃钢</td><td>空气湿度大，有喷水段的场合。节省钢材，重量轻，电绝缘，防火性能差</td></tr>
<tr><td>非金属</td><td>砖或钢筋混凝土</td><td>节省钢材，造价低廉；体积大，质量重，喷水室易漏水</td></tr>
<tr><td rowspan="8">用途特征</td><td colspan="2">空调机组</td><td>工业、民用建筑的空调系统</td></tr>
<tr><td colspan="2">新风机组</td><td>空调系统的新风系统</td></tr>
<tr><td colspan="2">变风量机组</td><td>新风机组、空调系统需变风量的场合</td></tr>
<tr><td colspan="2">净化机组</td><td>电子、光学、精密仪器、制药行业、医院等室内环境需洁净（无菌）的场合</td></tr>
<tr><td rowspan="2">溶液调湿型空气处理机组</td><td>电驱动溶液热回收型</td><td>分为热泵式溶液调湿新风机组（HVF）、热泵式溶液空气处理机组（HVA）和热泵式溶液深度除湿机组（HCA）</td><td rowspan="2">主要用于全空气空调系统。室内回风与室外新风混合后，可直接处理至期望的送风状态点。无需额外的冷、热源即可对空气进行除湿、降温、加湿、加热等全工况处理</td></tr>
<tr><td>热驱动溶液热回收型</td><td>分为蒸发冷却式溶液调湿新风机组（ECVF）、水冷式溶液调湿新风机组（WCVF）和溶液再生器（WHSR）</td></tr>
<tr><td colspan="2">其他</td><td colspan="2">整体式机电一体化空调机组等</td></tr>
</table>

4.1.2 主要技术性能要求

1 通过冷却盘管的迎面风速超过 2.5m/s［即 3.0kg/（m^2 · s）］时，应在冷却器后设挡水板。

2 壁板的保温热阻应不小于 0.68（m^2 · K）/W。

3 盘管耐压性能

1）水压试验压力应为设计压力的 1.5 倍，保持压力至少 3min。

2）气压试验压力应为设计压力的 1.2 倍，保持压力至少 1min。

4 在试验工况下，风量实测值应不低于额定值的 95%，全压实测值应不低于额定值的 88%。

5 在试验工况下，功率实测值应不大于额定值的 110%。

6 漏风率

机组内静压保持 700Pa 时，漏风率应不大于 3%。

7 供冷量和供热量

机组的供冷量和供热量实测值应不低于额定值的 93%。

8 喷水段的空气热交换效率

在喷水压力不小于 245kPa 时，空气热交换效率不得低于 80%。

9 挡水板过水量应不超过 4×10^{-4}kg/kg 干空气。

10 机组噪声应不超过表 4.1.2－1 中的限值。

11 机组振动不超过表 4.1.2－2 中的数值。

12 机组试验工况

1）通用机组额定供冷量空气焓降不小于 17kJ/kg，新风机组空气焓降不小于 34kJ/kg。

2）供热时空气温升：蒸汽加热时温升 20℃，热水加热时温升 15℃。

表 4.1.2－1 组式空调机组噪声限值

额定风量（m^3/h）	2000～5000	6000～10000	15000～25000	30000～60000	80000～160000
噪声声压级［dB(A)］	≤65	≤70	≤80	≤85	≤90

表 4.1.2－2 组合式空调机组振动速度限值

风机转速（r/min）	>800	≤800
振动速度（mm/s）	<4	<3

4.1.3 设计选用要点

1 机组的选用应按最不利条件确定，应考虑最大限度地利用回风以及过渡季全部利用室外新鲜空气。

2 机组冷却器的迎面空气质量流速一般采用 2.5～3.5kg/（m^2 · s）。

3 机组的壳体保温层所用材料应无毒、无腐蚀、无异味，并具有难燃或自熄性及不易吸水的特性。由于一般机组的保温层厚度是按机组在室内安装设计的，故当机组安装在室外时，应重新核算保温层厚度。同时，对于将机组安装在室外的应用场合，应采取在其顶部应加设整体防雨盖等防雨措施。

4 机组箱体材料为玻璃钢时，应符合 GB/T 14294－1993 中第 5.4.2 条的对玻璃钢树脂含量、固化度、弯曲强度和阻燃性能要求。

5 选用机组时应按产品说明书中的规定，确定检查门位置及接管方式（左、右式）。应考虑机组检修方式及检修面的最小检修尺寸。

6 产品样本的性能规格是系列的标准参数，选用时应按使用条件和要求进行核算，加以确认。如：冷却器、加热器的面积，加湿器的加湿量，风机的风量、风压等。

7 机组的噪声分为机房内噪声和主风道出口噪声两部份，“表 4.1.2－1 组合式空调机组噪声限值”是对机房内噪声的限值。主风道出口的噪声应通过设置消声器消声。

8 对于应用于一定气候类型地区的新风机组，应注意采取防止冬季盘管被冻裂的措施。

9 应注意机组电源的引入位置，以及与电源的连接方式。应有低压（24V/36V）电源。

10 机组水系统的入口、出口管道上，宜装设压力表、温度计，入口管道上宜加装过滤器。

11 选用干蒸汽加湿时，要说明供汽压力和控制方法（手动、电动或气动），并应注意蒸汽管末端的疏水措施。

12 应根据加湿方式留出加湿段及空气净化段尺寸。

13 全空气变风量机组的风机，应采用变频自动调节风机转速的方式，应注明并选择变频器。

14 当为热回收机组时，应留出热回收装置安装位置、注明热回收形式及冬夏热回收量。

15 机组风机的单位风量耗功率应满足节能标准要求。

16 机组应考虑可调新风比。

4.1.4 施工安装要点

1 机组可安装在混凝土平台上或型钢制作的底座上。距地面的高度应能保证冷凝水通畅排出。并应设排水沟（管）、地漏，以排除冷凝水，放空空调底部存水。

2 现场组装空调机组应注意：

1）机组四角及底板、检修门的密封。

2）密封材料的质量。

3 安装前应检查冷却段、喷淋段下部滴水盘排水坡度是否足够，排水点的水封是否可靠。

4 应检查机组保温层厚度是否符合要求，保温材料的铺垫是否均匀，各功能段连接处是否出现冷桥，以防止外壳出现结露现象。

5 核查机组保温材料是否符合防火要求，保温材料应是难燃或不燃材料，并应有消防主管部门的审批证明。

6 机组安装后应检查断面的风速分布是否均匀。在冷却盘管或喷水段后面局部是否有带水现象。应尽量避免这种现象的出现。

4.1.5 相关标准

《组合式空调机组》GB/T 14294－1993。

《组合式空气处理机组噪声限值》GB 13326－1991。

《组合式空气处理机组试验方法》JB/T 5149－1991。

4.2 户用空调机组

户用空调机组是指为满足舒适性目的，以“户”为单元，制冷/热量在7～50kW范围内，对1个或数个房间进行空气调节的机组。其冷/热水（风）或制冷剂集中制备，再输送到需要空调房间的末端设备（或用风管送到各空调空间）内。

4.2.1 分类、特点及适用范围（表4.2.1－1）

1 技术性能

1）产品规格（表4.2.1－2）。

2）机组名义工况条件

①水管式冷水（热泵）机组名义工况条件（表4.2.1－3）。

②风管式空调（热泵）和多联式空调（热泵）机组名义工况条件（表4.2.1－4）。

③不同气候类型机组的正常工作环境温度范围（表4.2.1－5）。

3）制冷能效比和制热性能系数

①冷水（热泵）机组能效比规定值（表4.2.1－6）。

②冷水（热泵）机组能源效率等级及其能效比EER要求（表4.2.1－7）。

③多联式空调（热泵）机组综合性能系数（IPLV（C）及IPLV（H））（表4.2.1－8）。

④多联式空调（热泵）机组能源效率等级及其制冷综合性能系数（IPLV（C））要求（表 4.2.1－9）。

⑤风管送风式空调（热泵）机组能效比规定值（表 4.2.1－10）。

⑥风管式空调（热泵）机组能源效率等级及其能效比 EER 要求（表 4.2.1－11）。

4）噪声限值

①冷水（热泵）机组噪声限值（表 4.2.1－12）。

②多联式空调（热泵）机组噪声限值（表 4.2.1－13）。

③风管式空调（热泵）机组噪声限值（表 4.2.1－14）。

5）机组名义工况下的实测技术性能应不低于表 4.2.1－15 的限值。

表 4.2.1－1　分类、特点及适用范围

分类	机组名称冷热源	特　　点	适用范围
风管式系统	风管式空气源热泵机组	以空气为输送介质，利用冷/热源集中制备的冷/热量对空气进行冷却、加热、减湿或加湿等处理后，由风管送入各空调房间	适用于夏热冬冷（暖）地区，寒冷地区需辅助加热
	风管式水源热泵机组		适用气候区广，但需有可利用的资源如较大土地面积等
水管式系统	空气源热泵冷热水机组	以水为输送介质，利用冷/热源集中制备冷、热水，由管路系统输送到各空调房间末端装置（如风机盘管），与被空调房间进行冷、热交换	适用于夏热冬冷（暖）地区，寒冷地区尚需辅助热源
	水源热泵冷热水机组		适用气候区广，但需有可利用的资源如较大土地面积等
	空气源冷水机组（＋燃气热水炉）		适用于夏季供冷、冬季采暖的地区
	户式直燃型溴化锂冷热水机组		
多联式系统	变频（变转速）控制空气源热泵机组	以制冷剂为输送介质，冷热源属空气源热泵。系统由 1 台或多台室外机、制冷剂管道、数台室内机组成	适用于夏热冬冷（暖）地区，寒冷地区尚需辅助热源。目前已开发出双级或准双级（制冷剂喷射）压缩多联式空调机组，在寒冷地区也可使用
	数码脉冲控制空气源热泵机组		

表 4.2.1－2　产品规格

项目	水管式冷水（热泵）机组名义制冷量（kW）		风管式空调（热泵）机组名义制冷量（kW）	多联式空调（热泵）机组名义制冷量（kW）
规格	优先选用	6.3/8/10/12.8/16/20/25/31.5/40/50	7～50	4.5～50

表 4.2.1－3　水管式冷水（热泵）机组名义工况条件（℃）

项目	使用侧		热源侧（或放热侧）					
	冷、热水温度		水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
	进口水温	出口水温	进口水温	出口水温	干球温度	湿球温度	干球温度	湿球温度
制冷	12	7	30	35	35	－	－	24
热泵制热	40	45	15	7	7	6	－	－

注：上表数据引自 GB/T 18430.2－2001。该标准已修订并形成了报批稿，但还没有颁布实施。由于经修订的新标准给出的名义工况条件与上表不同，使用时请注意与最新颁布的标准对照。

表 4.2.1－4 风管式空调（热泵）和多联式空调（热泵）机组名义工况条件（℃）

项目		使用侧		热源侧（或放热侧）	
		干球温度	湿球温度	干球温度	湿球温度
制冷	T1 气候类型	27	19	35	24
	T2 气候类型	21	15	27	19
	T3 气候类型	29	19	46	24
热泵制热	高温	20	15（最大，针对风管机） －（针对多联机）	7	6
	低温			2	1
	超低温			－7	－8

注：1 T1、T2、T3 气候类型对应工作环境温度见表 4.2.1－5。

2 上表数据引自 GB/T 18836－2002。

表 4.2.1－5 不同气候类型机组的正常工作环境温度范围（℃）

机组型式	气候类型		
	T1	T2	T3
单冷型	18～43	10～35	21～52
热泵型	－7～43	－7～35	－7～52
电热型	～43	～35	～52

注：上表数据引自 GB/T 18837－2002。

表 4.2.1－6 冷水（热泵）机组能效比 EER 规定值

名义制冷量（kW）	能效比（W/W）		
	风冷式	水冷式	蒸发冷却式
≤8	2.30	－	2.60
8～16	2.35	－	2.70
16～31.5	2.40	3.30	2.80
31.5～80	2.45	3.40	2.90

注：上表数据引自 GB/T 18430.2－2001。

表 4.2.1－7 冷水（热泵）机组能源效率等级及其能效比 EER 要求

类型	名义制冷量（W）	能效等级				
		1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
		能效比 EER（W/W）				
风冷式或蒸发冷却式	≤50000	3.20	3.00	2.80	2.60	2.40
水冷式		5.00	4.70	4.40	4.10	3.80

注：1 上表数据引自 GB 19577－2004。

2 机组的节能评价值为表中能效等级 2 级。

表 4.2.1－8 多联式空调（热泵）机组综合性能系数（IPLV（C）及 IPLV（H））

名义制冷量（W）	综合性能系数（W/W）	名义制冷量（W）	综合性能系数（W/W）
≤28000	3.00	>84000	2.90
28000～84000	2.95	－	－

注：1 上表数据引自 GB/T 18837－2002。

2 综合性能系数包括制冷综合性能系数 IPLV（C）及制热综合性能系数 IPLV（H）。

表 4.2.1－9 多联式空调（热泵）机组能源效率等级及其制冷综合性能系数（IPLV（C））要求

名义制冷量（W）	能效等级				
	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
	制冷综合性能系数（IPLV（C））（W/W）				
CC≤28000	3.60	3.40	3.20	3.00	2.80
28000＜CC≤84000	3.55	3.35	3.15	2.95	2.75
CC＞84000	3.50	3.30	3.10	2.90	2.70

注：1 上表数据引自 GB 21454－2008。

2 机组的节能评价值为表中能效等级 2 级。

表 4.2.1－10 风管送风式空调（热泵）机组能效比规定值

名义工况制冷量（W）	能效比（W/W）		
	风冷冷风	空气源热泵	热泵辅助热水、热泵辅助电加热
≤4500	2.75	2.75	2.70
4500～7100	2.65	2.65	2.60
7100～14000	2.60	2.60	2.50
14000～28000	2.55	2.55	2.40
28000～43000	2.50	2.50	2.35

注：上表数据引自 GB/T 18836－2002。

表 4.2.1－11 风管式空调（热泵）机组能源效率等级及其能效比 EER 要求

类型	名义制冷量（W）	能效等级				
		1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
		能效比 EER（W/W）				
风冷式	不接风管	3.20	3.00	2.80	2.60	2.40
	接风管	2.90	2.70	2.50	2.30	2.10
水冷式	不接风管	3.60	3.40	3.20	3.00	2.80
	接风管	3.30	3.10	2.90	2.70	2.50

注：1 上表数据引自 GB 19577－2004。

2 机组的节能评价值为表中能效等级 2 级。

表 4.2.1－12 冷水（热泵）机组噪声限值（声压级）［dB(A)］

名义制冷量（kW）	风冷式、蒸发式	水冷式	名义制冷量（kW）	风冷式、蒸发式	水冷式
≤8	65	–	16～31.5	69	66
8～16	67	–	31.5～80	71	68

注：上表数据引自 GB/T 18430.2－2001。

2 设计选用要点

1）应优先选用符合下列条件的空调机组：

①采用环保型制冷剂。

②机组能效比以及综合性能系数高。

2）选用机组时，应首先根据《采暖通风与空气调节设计规范》（GB 50019－2003）计算室内冷负

荷，以此为依据选用室内机。当机组同时用于供暖特别是针对寒冷地区的供暖，应校核热负荷是否满足供暖要求。

表 4.2.1－13　多联式空调（热泵）机组噪声限值（声压级）[dB(A)]

名义制冷量（W）	室内机		室外机	名义制冷量（W）	室内机		室外机
	不接风管	接风管			不接风管	接风管	
≤2500	40	42	60	14000～28000	60	62	65
2500～4500	43	45	60	28000～56000	–	–	67
4500～7000	50	52	60	56000～84000	–	–	69
7100～14000	57	59	62	>84000	–	–	72

注：上表数据引自 GB/T 18837－2002。

表 4.2.1－14　风管式空调（热泵）机组噪声限值（声压级）[dB(A)]

名义制冷量（W）	室内机	室外机	名义制冷量（W）	室内机	室外机
≤4500	48	58	14000～28000	66	68
4500～7100	53	59	28000～43000	68	69
7100～14000	60	63	43000～80000	71	74

注：上表数据引自 GB/T 18836－2002。

表 4.2.1－15　机组名义工况下实测技术性能限值

项目	冷水（热泵）机组	多联机	风管机
制冷量	≥95%名义值	≥92%名义值	≥95%名义值
制热量	≥95%名义值	≥92%名义值	≥95%名义值
机组消耗总功率	≤110%名义值	≤110%名义值	≤110%名义值
制冷性能系数（W/W）	≥表 4.2.1－6 规定值	≥表 4.2.1－8 规定值的 92%（指综合性能系数）	≥表 4.2.1－10 规定值的 90%
制热性能系数（W/W）	≥表 4.2.1－6 规定值的 97%	≥表 4.2.1－8 规定值的 92%（指综合性能系数）	≥表 4.2.1－10 规定值的 90%
电加热消耗功率	≤105%名义值	名义值的 90～105%	名义值的 90%～105%
冷水、冷却水压力损失	≤115%名义值	–	–

注：上表数据引自 GB/T 18430.2－2001、GB/T 18836－2002 和 GB/T 18837－2002。

3）冷水机组的水系统宜采用闭式循环系统。应考虑户内系统冷冻水的定压、补水，以及因水温度变化引起的热膨胀问题。

4）进行多联机、风管机选型时，室外机总容量应先作如下修正：

①配管长度修正。一般产品样本提供的制冷量数据，以室内干球温度 27℃、湿球温度 19.5℃，室外干球温度 35℃时的配管等效长度 5m、室内外机高差为 0m 为基本条件。由于一般实际系统的配管长度远 >5m，且室内外机组也可能存在高差，故必须基于系统实际安装情况，使用生产厂商提供的技术手册修正机组的实际制冷量数据，以确保选择的机组可有效满足室内冷、热负荷要求。

②安装位置修正。以室内机为基点，即使高差相同，室外机放置在其上部还是下部，修正值不同。

③外温修正。空调机组设计工况条件与机组名义工况条件一般差别很大，必须根据生产厂商提供的机组变工况性能曲线，对机组性能进行修正。

④热泵制热时，积霜和除霜的修正以 7℃时为 1、0℃时为 0.81、－7℃时为 0.96。

5）采用多联式空调系统时，应符合下列规定：

①同一空调系统的规模、制冷剂管道最大长度、设备之间的最大高差、运行工况范围等，应与所选用机组的性能相匹配。

②空调系统制冷剂管道的管径、管材和管道配件应按生产厂商技术要求选用。系统自控设备、制冷剂分配器等主要配件，均应由生产厂商配套供应。

③室外机应放置在空气流通、不影响周边其他居住者、附近应无易燃气体泄漏危险的场所。

④设计多联机、风管机系统时，室内、外机的容量配比（即一个系统的所有室内机额定制冷容量之和与室外机额定制冷容量之比），宜参照表 4.2.1－16 选择。

⑤多联机系统设计中的注意事项：

为保证多联机系统高效、节能运行，系统设计和安装时，必须避免“高”、“大”、“长”、“散”，倡导“低”、“小”、“短”、“匀”。即避免室内外机组之间的高差过大，倡导一套系统的室内机尽可能跨越较少的楼层，室内外机组之间的高差宜小于 30m，室内机之间的最大高差宜小于 20m。避免单一系统容量规模过大，倡导系统容量最好小于 56kW。避免系统输配管路过长，倡导室内外机组最大长度小于 80m。避免多联机在同时使用率低、室内负荷分散的建筑或区域中使用，倡导其应用于室内机同时使用率高、负荷变化均匀的建筑物或区域，且室外机组容量必须按所服务区域的逐时负荷选取。

6）对于舒适度要求较高、人员较长时间逗留的房间，应采取保证新风量的措施。

7）空气处理与分布：

①空调系统的新风和回风应经过滤处理。

②空调房间的风口布置与气流组织应根据室内工作区温度参数、允许风速、噪声标准和空气质量等要求，结合房间特点、内部装修及设备散热等因素综合考虑。

表 4.2.1－16　室内、外机容量配比系数表

同时使用率	最大容量配比系数
≤70%	120%～130%
70%～80%	110%～120%
80%～90%	100%～110%
≥90%	100%

4.2.2　相关标准

《蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组 户用和类似用途的冷水（热泵）机组》GB/T 18430.2－2001。

《多联式空调（热泵）机组》GB/T 18837－2002。

《风管送风式空调（热泵）机组》GB/T 18836－2002。

《水源热泵机组》GB/T 19409－2003。

《单元式空气调节机》GB/T 17758－1999。

《制冷和供热用机械制冷系统安全要求》GB 9237－2001。

《单元式空气调节机能效限定值及能源效率等级》GB 19576－2004。

《冷水机组能效限定值及能源效率等级》GB 19757－2004。

《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能源效率等级》GB 21454－2008。

注：GB/T 17758 标准已修订形成报批稿，但还未颁布实施。新标准给出的性能评价指标与现有标准不同；对于风冷式机组，单冷型机组采用制冷季节能效比 SEER、热泵型机组采用全年性能系数 APF，对于水冷式机组，采用制冷综合部分负荷性能系数 IPLV（C）作为性能评价指标。请使用时参考最新颁布的标准。

4.3　机房专用空调机组

机房（计算机房、数据处理机房及电话程控交换机房等）专用空调机是向机房及类似机房用途的

房间提供大风量的空气循环、空气洁净的恒温恒湿型单元式空调机。

4.3.1 分类（表4.3.1-1）

表4.3.1-1 机房专用空调机组分类

分类方式	分类		特点
冷凝器冷却方式	水冷		一般为整体式，应单独设空调机房
	风冷		压缩机、冷凝器在室外或冷凝器在室外 风冷式机组上加置一个余热回收系统，可利用机组冷凝过程中释放的热量，提供热水给一些需要低温热源的场合使用。例如，在冬季运行时，机组可向需要采暖的房间供热
	乙二醇水溶液冷却（干式、湿式）		机组全年供冷，冬季室外气温0℃以下时，用乙二醇水溶液冷却不会冻结
冷水盘管式（无冷凝器）			采用中央空调冷水机组提供的冷水制冷
结构	整体式		一般为水冷式，空调机不直接放在机房内
	分体式		室内机有顶置式、落地式，接风管和不接风管型式
送风方式	直接吹出		一般为分体式，室内机直接放在机房内
	上回风下送风		接风管的为水冷或风冷式，不接风管的一般为风冷式
	下回风上送风		一般接风管
	前（后）回风上送风		一般接风管
蒸凝器制冷方式	双回路柜式机组		为典型大型机房专用空调机组。两个回路可以独立运行，互不干扰，即使其中一个回路发生故障，另一个回路可以照常运行，承担机组额定制冷量的一半负荷
	单回路柜式机组		适用于大、中型机房系统。特点是结构紧凑、占地面积小，可以靠墙角安装。机组额定制冷量5.5～16kW
	模块式机组		可用于大规模空调系统。采用单元组合方法构成整机（一般由1～10个模块并联组成）。用户可根据机房内制冷量的增加或减小，通过调整模块数量，方便地对空调系统总容量进行重新调整
控制方式	独立控制		机组控制器可以显示机房内温度、湿度、气流速度和洁净度，还可以显示各主要部件的运行时间和报警记录，并自动按照预先设置的程序控制机组起动和停机
	集中控制	网络控制器	一些大型计算机系统用户的机房规模较大，或机房布置较分散，利用网络管理系统可把多台设备的控制器与网络控制器联接，实现集中管理分散运行。此种控制可减少操作人员工作量，有利于及时发现和处理故障，提高空调系统运行安全和可靠性 网络控制器也可与建筑设备管理系统（BMS）联接
		PC网络控制系统	采用配备机组控制器接口的微型计算机（PC机），取代网络控制器。PC机的功能与网络控制器基本相同，采用25行80字符大屏幕显示器，除显示数据外，还可以显示曲线图形，并可进行数据储存和打印 PC网络控制系统一般用于规模较大的空调系统

注：除以上分类外，根据加热或加湿型式不同，还可分为蒸汽加热、热水加热、电加热、远红外加热及干蒸汽加湿和电加湿等型式。

1 技术性能要求

1）能效比（EER）与综合部分负荷性能系数（IPLV）应不小于表 4.3.1－2 中的规定。

2）机组的机外静压：直接吹出式机外静压应为 0Pa；下送风式最小机外静压应为 20Pa；接风管的空调机最小机外静压见表 4.3.1－3。

3）空调机高度一般不应超过 2m。

4）工作环境条件

①温度：室内 0～40℃、室外－30～45℃；相对湿度：30%～95%。

②室外机可抵御风、雨、雪、霜等气候条件。

③机组电气设备应能在海拔高度 1000m 以下正常工作，超过 1000m 时应增加相关措施。

5）空调机在下列条件下应能正常工作：

①水冷式：冷凝器进水温度 4～34℃。

②风冷式：室外环境温度－10～43℃（室内外机垂直位差≤22m，管道水平距离≤40m）。

③乙二醇冷却式：室外环境温度－20～43℃。

6）温湿度控制精度见表 4.3.1－4。

7）噪声限值见表 4.3.1－5。

8）空调机的电气控制采用微处理器时，其电磁兼容性应符合 GB 4343、GB 17625.1、GB 4342.2 中的规定。

9）空调机的制冷剂应采用 GB/T 7778 中安全分类为 A1 或 A1/A1 类制冷剂。

10）空调机过滤器的滤料应符合 GB 8624 中难燃材料（B1 级）的要求。保温隔热和消声吸声材料应符合 GB 8624 中的不燃材料（A 级）的要求。

11）空调机应有较大的送风量，较小的冷风比（制冷量与送风量之比），送风温差不大于 7℃，送风温度应高于计算机房的露点温度。

12）蒸发器面积应足够大，使显热比（显热制冷量与总制冷量之比）不小于 0.87。

13）名义工况条件

①室内侧：空气入口干球温度 23℃，湿球温度 17℃。

②放热侧：冷却空气入口干球温度 35℃，湿球温度 24℃；水冷进水温度 30℃，出水温度 35℃。

表 4.3.1－2 空调机能效比及综合部分负荷性能系数

名义制冷量（W）	水冷		风冷		乙二醇冷却	
	EER（W/W）	IPLV（W/W）	EER（W/W）	IPLV（W/W）	EER（W/W）	IPLV（W/W）
≤14000	2.80	3.10	2.50	3.00	2.35	3.00
>14000～28000	2.85	3.15	2.45	2.95	2.30	2.95
>28000～50000	2.90	3.20	2.40	2.90	2.25	2.90
>50000	3.00	3.30	2.30	2.80	2.15	2.80

表 4.3.1－3 接风管的空调机最小机外静压

名义制冷量（W）	最小机外静压（Pa）
≤14000	50
>14000～28000	75
>28000～50000	100
>50000	150

表 4.3.1－4 空调机温湿度偏差

名义制冷量（W）	温度（℃）	相对湿度（%）
≤20000	±2	±10
>20000	±1	±5

表 4.3.1－5 空调机噪声限制（声压级）

名义制冷量（W）	室内侧[dB(A)]		室外侧[dB(A)]
	接风管	不接风管	
≤14000	64	62	67
>14000～28000	67	66	68
>28000～50000	71	69	71
>50000	74	72	73

2 设计选用要点

1）选用机房用单元式空调机，其技术性能必须满足《电子计算机房设计规范》GB 50174－1994中空调设计要求。

2）选用需注意某些机房特点，即热负荷强度高，设备散热量大，散湿量小。施工图设计时，应按设备发热量计算设备热负荷；初步设计时，可按冷指标估算。一般机房的热负荷为250～400W/(m^2·h)，大型机房热负荷大于400W/(m^2·h)，程控交换机房热负荷约165～222W/(m^2·h)。

3）机房空调的特点是显热比高，送风焓差小，机房显热比一般高达0.85～0.95（舒适性空调的显热比约为0.6～0.7），换气次数约20～40次/h。应选用显热比高的设备，并注意满足机房换气要求。

4）空调机的加热方式有蒸汽加热、热水加热、电加热。加湿方式有干蒸汽加湿、电加湿以及其它加湿方式。所选择的这些附加装置，必须功能可靠，安全性能好。若空调机组直接放置在机房内，严禁漏水、漏汽。若采用电加热装置，必须有相应的安全保护。

5）机房空调为全年运行，其安全、可靠性需具有相应水平。

6）计算机房专用空调机标准配置的空气过滤器为中效过滤器，同时在空调机结构上预留有亚高效或高效过滤器的安装位置或预留了安装附件。一般情况下为A级洁净要求，即要求静态条件下主机房内空气尘粒数应≤18000粒/升空气（针对粒径≥0.5μm）一般选用高效或亚高效过滤器。

7）选择机房空调机时，其基本性能应满足上述要求。特别要提出的是：

①空调机本身的控制不应对计算机房中的设备造成干扰；

②空调送风不允许使机房设备中产生结露现象。

4.3.2 相关标准、规范

《计算机和数据处理机房用单元式空气调节机》GB/T 19413—2003。

《电子计算机房设计规范》GB 50174－1994。

4.4 医用空调机组

医用空调机组是向洁净手术室和为其服务的区域（或其它类似的有生物控制要求场所）直接提供处理空气的专用设备，包括制冷、加热、加湿、过滤、通风装置，控制微生物滋生的特别措施等，可以是单元式机组或分体式机组（不包括组合式空调机组）。

4.4.1 分类（表4.4.1）

表 4.4.1 医用空调机组分类

分类方式	分类
处理空气方式	直接蒸发式
	冷水式
	组合式（直接蒸发与冷水组合）
被处理空气来源	全新风
	循环风
	混合风
用途	医用洁净
	生物洁净
结构	卧式
	立式
	吊顶式

4.4.2 主要技术性能要求

1 各机型机组对应工况条件见表 4.4.2－1，其能效比和机外静压应不低于表 4.4.2－2 中的值，其噪声应符合表 4.4.2－3 中的限值。

2 机组内表面及内置零部件材质表面应光洁（箱体底部交角应为圆角），利于清洗不积灰；其材质或面层应耐消毒药品腐蚀；壁板一般采用经防滋菌措施处理的冷轧钢板或不锈钢钢板（详见《洁净手术室用空气调节机组》GB/T 19569－2004）。

3 机组各功能段除满足空气处理要求外，必须防止积尘滋菌，保证输送空气满足卫生要求。

4 机组的空气过滤材料应具有良好的过滤性能（及针对特殊要求的对特定细菌的杀菌性能），并应无毒、无异味、不吸水、抗菌且具有足够强度。中效过滤器应设置于正压段。

5 空气过滤器的过滤效率应不低于表 4.4.2－4 中的对应数值；过滤器应为一次性使用型，不允许回收以及用木框制品。

6 表面冷却器宜设置在正压段。表面冷却器的冷凝水排出口应设能自动防倒吸、并在负压时能顺利排出冷凝水的装置。在除湿工况下，机组应在运行≤3min 内排出冷凝水。冷凝水管不能直接与下水道连接。

7 机组出口空气相对湿度应不高于 75%，中效空气过滤器进口空气相对湿度应不高于 75%。

8 加热管表面应光洁平滑不积尘。

9 机组宜采用干式蒸汽加湿器作为加湿设备。加湿过程中不应出现水滴。加湿水质应达到生活饮用水卫生标准。

10 机组箱体的密封应可靠。当机组内保持 1000Pa 静压值时，洁净度≥1000 级的系统，箱体漏风率不应大于 1%；洁净度＜1000 级的系统，箱体的漏风率不应大于 2%。

表 4.4.2－1 各机型机组对应工况条件

类型	机型	环境温度（℃）	室内温度（℃）	室内相对湿度（%）
风冷式	热泵	－7～43	（21～27）±1	（40～65）±10
	冷风	18～43		
水冷式	冷凝器进水	≤34		

表 4.4.2－2 机组能效比和机外静压

名义制冷（热）量（W）	能效比				最小机外静压（Pa）	
	直接蒸发式		风冷热泵直接蒸发式			
	低静压	高静压	低静压	高静压	低静压	高静压
≤14000	2.25	2.10	2.20	2.05	100	500
14000～25000	2.25	2.05	2.20	2.05		
25000～70000	2.20	2.00	2.15	1.95	200	600
70000	2.15	2.00	2.10	1.95		

表 4.4.2－3 机组噪声限值

风量（m^3/h）		800～2000	2000～6000	6000～10000	10000～15000	15000～20000	20000～30000
空气处理机组噪声［dB(A)］	高静压	68	70	72	74	78	80
	低静压	61	63	67	69	72	74
制冷量（kW）		5～12	12～29	29～45	45～75	75～150	150～200
压缩冷凝机组噪声［dB(A)］		63	68	73	75	77	80

表 4.4.2－4 过滤效率要求

过滤器类型	粒径（μm）	过滤效率（%）	设置位置
粗效	≥5	>75	新风口
中效	≥1	>80	宜正压段
亚高效	≥0.5	>95	出风段

4.4.3 设计选用要点

1 根据用途、使用要求、气候特征选择机组类型；根据洁净度以及防止微生物滋生、除菌消毒的要求，选配合理的过滤器组合、类型和滤料等。

2 过滤器前，可选用紫外线杀菌灯（以有效杀灭循环空气中和过滤器上的细菌），并可根据要求选配杀菌消毒配件。

注：紫外线杀菌灯应与风机联动，并在机组面板上设有按扭开关。

3 用于排出表冷器凝结水的管道，不能直接与下水道连接。

4.4.4 相关标准、规范

《洁净手术室用空气调节机组》GB/T 19569－2004。

《医院洁净手术部建筑技术规范》GB 50333－2002。

4.5 除湿机、加湿器

4.5.1 除湿机

1 分类（表 4.5.1－1）

表 4.5.1－1 除湿机分类

分类方式	分类		特点	适用范围
除湿方法	冷冻式除湿		性能稳定，工作可靠。设备费和运行费用较高，有噪声	空气露点温度高于4℃的场合
	溶液除湿		除湿效果好，兼有清洁空气的功能。设备复杂，初投资高，冷却水耗量大，需加热再生	除湿量大、室内显热比小于60%，空气出口露点温度低于5℃的场合
	固体除湿		设备简单，投资和运行费较低。除湿性能不太稳定，需加热再生	除湿量小、露点温度低于4℃的场合
	干式除湿		湿度可调，性能稳定，除湿量大，能全自动运行。设备较复杂，需加热再生	适用温度范围宽，特适宜于低温、低湿场合
结构	机械制冷式除湿机	冷冻	除湿、降温	适用于空气温度15～35℃、相对湿度≤90%的场合以及气候潮湿地区的地下建筑，有湿度要求的车间、仓库等
		调温	除湿、调温	
		三用	除湿、制冷、制热	
	转轮式除湿机		吸湿材料有吸附式和吸收式两种	地下建筑、制药、食品、手术室等，与空调系统联合运行，达到所要求的温湿度
	溶液除湿机		淋液式	大面积、大风量和有温湿度要求的场所

2 主要技术性能

1）机械制冷式除湿机性能参数见表4.5.1－2。

2）转轮除湿机基本参数见表4.5.1－3。

表 4.5.1－2 机械制冷式除湿机性能参数

名义除湿量（kg/h）	单位输入功率除湿量［kg/（kW·h）］	除湿机噪声（声压级）［dB(A)］		名义除湿量（kg/h）	单位输入功除湿量［kg/（kW·h）］	除湿机噪声（声压级）［dB(A)］	
		室内机组	室外机组			室内机组	室外机组
≤0.5	1.35	48	–	20.0～30.0	1.80	70	71
0.5～1.0	1.50	55	–	30.0～40.0	1.85	72	74
1.0～5.0	1.60	60	62	40.0～60.0	1.90	74	76
5.0～10.0	1.70	64	68	60.0～80.0	1.95	77	79
10.0～20.0	1.75	67	69	80.0	2.00	按供货合同要求	

注：1 除湿机单位输入功率除湿量应不低于表4.5.1－2中的数值。

2 除湿机的实测值，在干球温度27℃、湿球温度21.2℃、大气压101.325kPa名义工况下进行试验时，其除湿量最大偏差不应超过名义工况规定值的－5%。

3 安全要求：采用单相电源的除湿机、包括可移动式除湿机和名义除湿量在10kg/h以下的除湿机，应符合GB 4706.32有关安全规定；名义除湿量≥10kg/h的除湿机，应符合JB 8655的有关规定。

表 4.5.1－3 转轮除湿机性能参数

名义除湿量（kg/h）	名义除湿风量（m^3/h）	转轮直径（mm）	转轮厚度（mm）
3.0	500	400	300
5.0	800	500	
12.0	2000	800	
19.0	3200	1000	
30.0	5000	1250	
40.0	7200	1500	
80.0	12000	2000	
120.0	20000	2500	
170.0	30000	3000	

3 产品选用要点

1）根据工程特点、能源供应情况、除湿量大小及空气温、湿度条件等选择除湿机类型。

2）机械制冷式除湿机设备较简单、运行管理方便，但耗能大，除湿能力小。转轮式除湿机、溶液除湿机等结构复杂、设备较大，占用建筑空间、投资较大、需再生，但除湿能力大。

3）机械制冷式除湿机有整体式机组（除湿能力较小）和分体式机组；分接风管和不接风管配置；按需选型。

4）转轮除湿机由于适用温度范围宽，吸湿性能稳定，运行管理简单，是目前应用较多的除湿设备。

5）溶液除湿空调是将除湿技术与空调结合，因其有显著节能效果，是近年发展起来的新技术。它把热、湿负荷分开处理，避免了过度冷却和再热的能量浪费；能源利用效率较高，能改善和提高室内度。通过喷淋溶液，使空气除尘灭菌，以及干工况运行避免凝结水造成的污染，提高了室内空气品质。

4 施工安装要点

1）移动式机组一般为小型机组，现场应在合适位置设置电源插座。

2）除湿机的室外空气进口应尽量避免与再生空气排出布置在同一方向侧。再生空气排出管长度宜短，应有2‰的坡度，坡向出口方向。

5 参考价格13000～150000元/台（除湿量6～70kg/h）。

6 相关标准

《转轮式除湿机》JB/T 7229－1994。

《除湿机》GB/T 19411－2003。

《家用和类似用途电气的安全热泵、空调器和除湿机》GB 4706.32－1996。

4.5.2 加湿器

1 分类及技术性能见表4.5.2。

2 产品选用要点

1）按加湿量和供汽等条件选择加湿方法、加湿器类型和规格。当有蒸汽源可利用时，应优先采用干蒸汽加湿器。

2）超声波加湿器品种、规格多，容量可大、可小，既有用于居家的小型加湿器，直接放于室内；也有可组合成大容量商用、工业用的加湿器。容量较大的超声波加湿器，一般要和空调系统（送风系统）联合使用。

3）气化式加湿器，利用自然蒸发，加湿容量较小，设备体积较大，应用范围小。

4）电极式、电热式、干蒸汽、高压喷雾式等加湿器，均是容量较大且可调的加湿设备，大多数要

和空调送风系统联合运行，达到调节室内空气湿度的目的。其还和空气处理机组（组合式空调机组和新风机组的加湿段）配套供应，设计选用时，只需核对加湿能力，提供电源或汽源和水源等。

表 4.5.2 加湿器分类及技术性能

分类方式	类别及名称	空气状态变化过程	加湿能力（kg/h）	耗电量（W/kg）	优缺点
气化式	湿膜气化加湿器	等焓加湿	容量可设定	小	构造简单，耗电量低，加湿量有限，节电省水，投资和运行费小；易产生微生物污染
	板面蒸发加湿器	等焓加湿	容量小	小	加湿效果较好，运行可靠，费用低，板面垫层兼有过滤作用；易产生微生物污染，水必须进行处理
蒸汽式	电极式加湿器	等温加温	4～20	780	加湿迅速、稳定，控制方便，不带水滴，设备构造简单；耗电量大，运行费用高，使用未处理水时内部易结垢，清洗困难
	电热式加湿器	等温加湿	容量大小可设定	依容量确定	—
	干蒸汽加湿器	等温加湿	6～1000	0	加湿迅速、均匀，不带水滴，不耗电，运行费低；必须有汽源和输汽管道系统，设备结构比较复杂，初投资高
	间接式蒸汽加湿器	等温加湿	10～200	0	加湿迅速、均匀稳定，控制性能好，不带水滴，不耗电，运行费低；设备比较复杂，必须有汽源和输汽管道系统
	红外线加湿器	等温加湿	2～20	依容量确定	装置较简单，加湿迅速，不带水滴，动作迅速，控制方便，能自动清洗；耗电量大，运行费用高，使用寿命短，设备贵
水喷雾式	高压喷雾加湿器	等焓加湿	6～600	89	加湿量大，雾粒细，效率高，运行可靠，耗电量低；可能带菌，水质差时喷嘴易堵。高压微雾加湿器，加湿质量高，总耗能大，对水质要求较高
	超声波加湿器	等焓加湿	1.2～20	20	体积小，加湿强度大，耗电量小，控制性能好，雾粒小而均匀；可能带菌，单价较高，使用寿命短
	离心式加湿器	等焓加湿	2～50	50	安装方便，使用寿命长，耗电量低；可能带菌，水滴颗粒大

5）水喷雾加湿方式由于水滴在空气中蒸发气化有个过程，应根据加湿器的类别、加湿量等情况，考虑在加湿器后留有“吸收距离”，及采取防止带水的措施。

6）为了延长加湿设备使用寿命，以及改善室内空气环境（防止水滴蒸发形成尘粒），应按室内环境要求和产品说明书供应相应水质的水源（如纯净水）。

7）选用加湿器时，应考虑防止微生物滋生的措施。

3 施工安装要点

1）加湿器安装时应在周围留出一定的空间，以便进行维修操作。

2）各种加湿器的安装要求不尽相同，应按照其产品说明书要求进行。

4 参考价格 5000 ~ 10000 元/台（加湿量 3 ~ 12kg/h）。

4.6 空气热回收装置

4.6.1 分类、特点及检测性能要求

空气热回收装置（英文为：air - to - air energy recovery ventilation equipment）是指带有独立的风机、空气过滤器，具备单独或与空气输送系统结合完成通风换气、能量回收功能的装置。

在空调系统中使用空气热回收装置具有减小供热（冷）装置容量，减少制冷和供热设备、空气处理设备、水泵等设备与管路的投资，减少全年能耗，降低运行费用，减少对环境的污染等优点。

1 分类及特点见表 4.6.1 - 1。检测性能要求见表 4.6.1 - 2 和表 4.6.1 - 3。技术经济比较见表 4.6.1 - 4。

2 相关规定

《公共建筑节能设计节能标准》（GB 50189 - 2005）中规定：设有集中排风的建筑，当新风与排风温差≥8℃时，在新风量≥4000m³/h 的空调系统、或送风量≥3000m³/h 的直流式空调系统、以及设有独立新风和排风的系统，宜设置热回收装置，要求热回收装置的额定热回收效率不应低于 60%。

3 选用注意事项

1）空气热回收装置的进口处均宜设置空气过滤器。

2）为使排风侧不出现结霜或结冰现象，设计时应校核新风温度。一般不宜低于 - 10℃。否则，宜在热交换器前设置新风预热器，并设低温报警自控系统（一些厂家生产有专门寒冷地区用产品，装置运行温度≥ -20℃）。

表 4.6.1 - 1 空气热回收装置分类及特点

分类依据	分类	特点
风量	小型	名义新风量 $L \leq 250m^3/h$
	中型	名义新风量 $250m^3/h < L < 5000m^3/h$
	大型	名义新风量 $L \geq 5000m^3/h$
能量回收类型	全热型	通过传热和传质过程，同时回收排风中的显热与潜热量
	显热型	通过表面传热，回收排风中的显热量
工作状态	静止式	装置自身没有转动部件
	旋转式	装置自身带有转动部件，如转轮。在旋转过程中将排风中的显热与潜热转移给新风
热交换器类型	板式 板翅式	板式一般新、排风之间以隔板分隔成空气通道，新、排风通过板面进行显热/全热交换 板翅式新、排风之间以隔板分隔为三角形、U 型等不同端面形状的空气通道，新、排风通过板面进行显热/全热交换 全热交换器通常采用经特殊加工的纸或膜作为热交换材料
	转轮式	采用经特殊加工的纸、喷涂氯化锂的金属或非金属膜等加工成蜂窝状转轮，通过传动装置使转轮不停地低速旋转，并让新、排风分别流过转轮的上、下半部，进行热交换
	热管式	利用热管元件，通过其不断的蒸发—冷凝过程，将排风中的能量传递给新风，实现不断的显热交换
	液体循环式	利用分别安装在新、排风管道中的盘管换热器，借助水泵与中间热媒，通过不停的循环，将排风中的显热传递给新风
	溶液吸收式	以具有吸湿、放湿特性的盐溶液（溴化锂、氯化锂、氯化钙及混合溶液）为循环介质，通过溶液的吸湿和蓄热作用在新风和排风之间传递能量和水蒸气，实现全热交换

表 4.6.1－2 空气热回收装置检测性能要求

检测项目名称	要求			
	带风机的装置		不带风机的装置	
	静止式	旋转式	静止式	旋转式
启动与旋转	检查零部件状况：无松动、杂音和发热等异常现象		—	检查零部件状况：无松动、杂音和发热等异常现象
风量	≥名义值的 95%			
静压损失	—	—	≤名义值的 110%	
出口全压	≥名义值的 90%		—	—
输入功率	≤名义值的 120%（输入功率≤30W）/≤名义值的 110%（输入功率 >30W）			
内部漏风率	≤名义值 + 1%，且≤10%	—	≤名义值 + 1%，且≤10%	—
外部漏风率	≤3%			
有效换气率	≥90%			
交换效率	≥名义值的 90% 且满足表 4.6.1－3 要求			
凝露	室内外壳不应有凝露水外滴		—	—
噪声	≤名义值 + 1dB(A)		—	≤名义值 + 1dB(A)

注：表 4.6.1－2～表 4.6.1－3 引自《空气—空气能量回收装置》GB/T 21087－2007。

表 4.6.1－3 空气热回收装置交换效率要求

类型	交换效率（%）	
	制冷	制热
焓效率	>50	>55
温度效率	>60	>65

注：1 交换效率为按《空气—空气能量回收装置》GB/T 21087－2007 标准中的 6.1.2 中表 3 规定工况条件下的测量效率。

2 焓效率适用于全热交换装置，温度效率适用于显热交换装置。

表 4.6.1－4 空气热回收装置技术经济比较

项目	板式、板翅式	转轮式	热管式	液体循环式	溶液吸收式
能量回收形式	显热或全热	显热或全热	显热	显热	全热
换热芯体材质	金属或非金属	金属或非金属	金属	金属	溶液
效率种类	温度或焓	温度或焓	温度	温度	焓
热交换效率（%）	50～80	50～85	45～65	55～65	50～85
迎面风速（m/s）	1.0～5.0	2.0～5.0	2.0～4.0	1.5～3.0	1.5～2.5
压力损失（Pa）	100～1000	100～300	150～500	150～500	150～370
排风泄漏量（%）	0～5	0.5～10	0～1	0	0
初投资	中	中	高	低	较高
运动部件	无	有	无	有	有
适用风量	较小	较大	中	中	中
维护保养	较难	较难	容易	容易	适中
对气体含尘的要求	较高	较高	中	中	低

注：本表引自陆耀庆主编《实用供热空调设计手册》（第二版）。

4.6.2 板式、板翅式空气热回收装置

1 特点、适用范围

板式、板翅式空气热回收装置分为显热和全热型。显热型热回收装置的基材为铝箔等导热性能好的金属，导热铝箔间分为有板翅或无板翅型。全热型热回收装置采用多孔纤维性材料如特殊加工的纸或膜作为隔板材质，当隔板两侧气流之间存在温度差和水蒸汽分压力差时，两侧气流之间就通过所产生的传热和传质过程，进行全热交换。芯体结构示意见图4.6.2。其特点是构造简单，双向换气，效率高，机体内没有运动部件运行，安全、可靠，各出入口接管便利，安装方便，设备费用较低。适用于一般民用空调工程。大型板式显热型热回收装置也可用于工业空调工程。

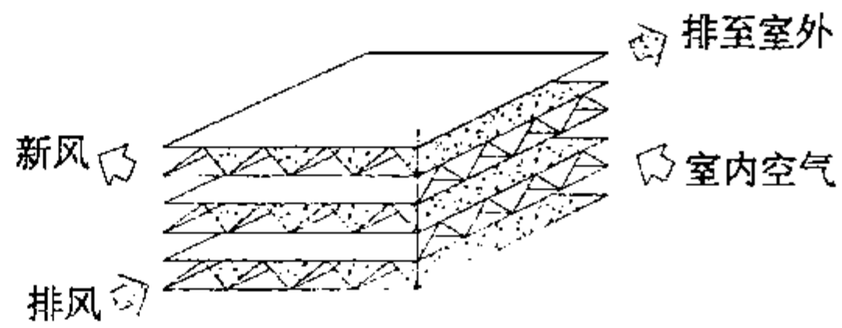


图4.6.2 芯体结构示意图

2 选用要点

1）当排风中含有有害成分时，不宜选用板式全热热回收装置。

2）针对过渡季全新风运行工况，为了减少能耗，在热回收机处应设计旁通风道，并安装密闭性较好的风阀，使空气绕过热回收装置。

3）迎面风速宜取2.5～3.5m/s。

4）新风温度一般不宜低于-10℃，否则，排风侧会出现结霜。宜在新风进入换热器之前进行预热。

5）新风在进入换热器之前，必须先进行净化处理；一般情况下，排风也应该进行过滤处理；但当排风比较干净时，可以不再处理。

4.6.3 转轮式空气热回收装置

1 特点、适用范围

转轮式空气热回收装置是在旋转过程中让排风与新风以相逆的方向流过转轮（蓄热体）而各自释放和吸收能量。它既能回收显热，又能回收潜热。排风与新风交替逆向流过转轮，具有自净作用。它可以通过对转轮转速的控制来适应不同的室内外空气参数；可以采用不同的芯体材质和涂覆层，用于不同介质（图4.6.3）。

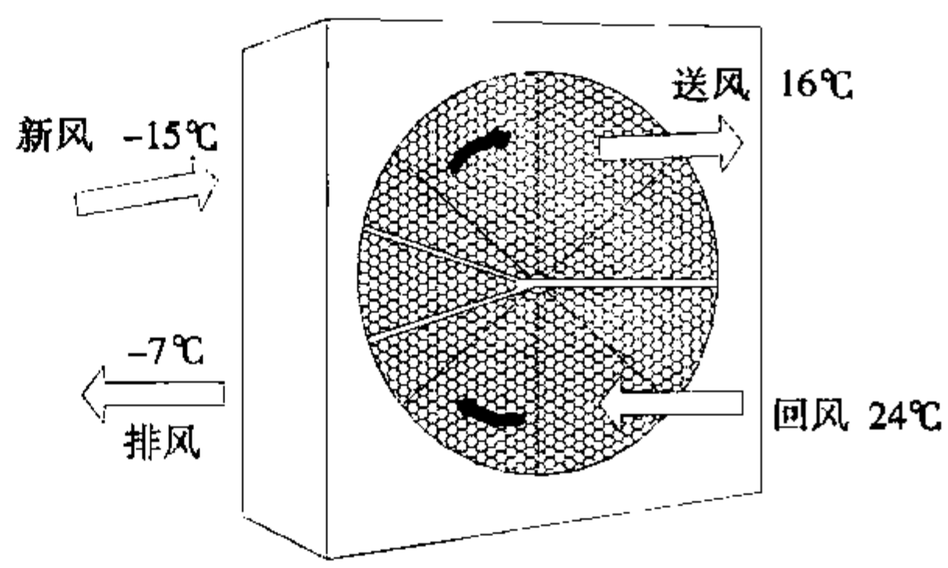


图4.6.3 转轮式热回收装置示意图

转轮式热回收装置回收效率高，可达70%～85%。适用于较高温度的排风系统。其存在的一些问题是：装置较大，占用面积和空间较大，接管位置固定，配管灵活性差，有运动部件，自身消耗动力，压力损失较大，有少量渗漏，无法避免交叉污染。

转轮式热回收装置一般用于有一定湿度要求的空调系统，如旅馆、办公楼、纺织厂等一些大型空调系统。

2 选用要点

1）空气流过转轮时的迎风面流速越大，效率越低，经济流速为2～4m/s。

2）由于转轮热回收装置需要动力，并且装置阻力较板式热回收装置高，所以装置初投资和运行费用都有所增加。选用时，应综合考虑总能耗节约和装置初投资及运行费用三方面因素，通过进行回收效益计算，确定选用方案。

3）当转轮转速<4r/min时，热回收效率将明显下降；但当>10r/min以后，效率几乎不再变化。综合考虑运行费用，转轮转速宜控制在4～10r/min范围内使用。

4）转轮单位体积的换热表面积，通常称为比表面积。比表面积愈大，回收效率愈高。但随着比表面积的增加，空气流过转轮时的压力损失也将增大，一般认为经济比表面积为2800～3000m^2/m^3。

5）一般情况下，转轮式空气热回收装置宜布置在负压段，适用于排风不带有害或有毒物质的场合。

6）由于转轮长期不工作会因局部吸湿过量而导致转轮不平衡，所以，针对断续使用的情况，宜设

计定时开关，使转轮定时做短期运行。

7）为了经济合理，新风量和排风量宜相等。若排风量与新风量差别≥20%时，宜采用旁通风管调节。

8）对于过渡季热回收装置不运行的系统，应设置旁通风管，以减少压力损失，节省能耗。

9）转轮的空气入口处宜设置空气过滤装置。

4.6.4 热管式热回收装置

1 特点、适用范围

热管式热回收装置是一种借助工质（如氨，丙酮，甲醇等）的相变进行热传递的换热元件。热管式热回收装置的工作温度范围一般为 -20 ~ 40℃，热管材质一般为铜铝或铝合金。热管元件结构示意见图 4.6.4 -1，外形见图 4.6.4 -2。

热管为高效传热元件，其导热能力比金属高出几百倍，并具有均温特性好，热流密度可调，传热方向可逆等特性。热管换热器不仅具有热管固有的传热量大、温差小、换热效率高、重量轻、体积小、热响应迅速等特点，而且还具有无转动部件及相应能量消耗低、安装方便、维护工作量小且简便、使用寿命长、阻力损失小、进排风流道间便于分隔、互不渗漏等优点。

适用于空调、通风工程的显热热回收。

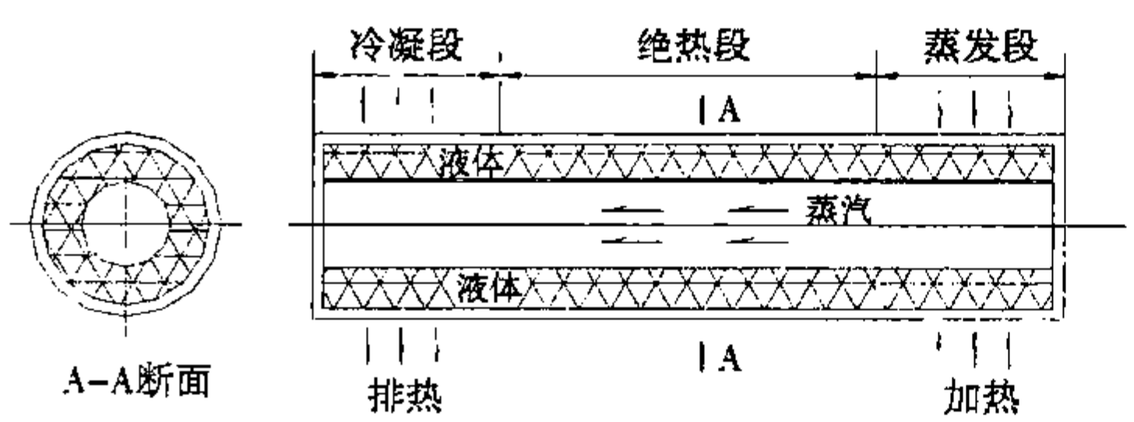


图 4.6.4 -1 热管元件结构示意图

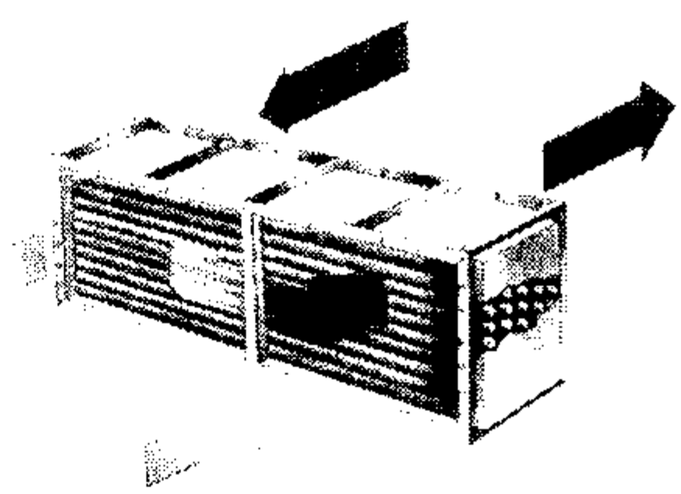


图 4.6.4 -2 热管式热回收装置外形图

2 选用要点

1）冬季和夏季均可使用的热回收装置，应配置可以转动的支架；同时，在热回收装置与风管之间必须设置长度不少于 500mm 的柔性过渡接头，以保证换热器可以转动。

2）水平安装时，低温侧上倾 5° ~ 7°。需注意，热管式热回收装置全年使用，由于冬季的低温侧夏季变成了高温侧，因此宜在换季时，用手动方法将原上倾侧调整为下倾 10° ~ 14°。

3）冷、热端之间的隔板，应为双层结构，以防止因漏风而造成的交叉污染。

4）热回收装置可以垂直或水平安装。多个装置之间的连接根据需要既可以并联，也可以串联。

5）当新风出口温度低于露点温度或热气流的含湿量较大时，应考虑设计安装凝水排除装置。

6）启动热回收装置时，应使冷、热气流同时流动，或使冷气流先流动。停止时，应使冷、热气流同时停止或先停止热气流的流动。

7）迎面风速一般宜采用 2.0 ~ 3.0m/s。

8）考虑热管及翅片上积灰等因素，建议用查出的换热量乘以 0.9 作为安全系数。如冷却端为湿工况，加热端的安全系数值应增加。

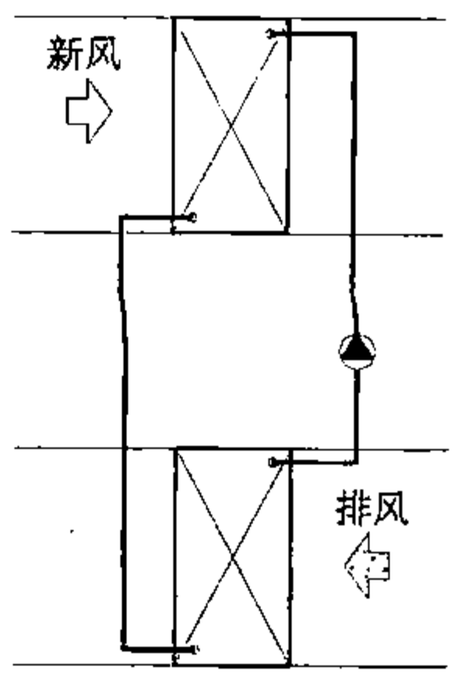


图 4.6.5 -1 工作流程示意图

4.6.5 液体循环式热回收装置

1 特点、适用范围

液体循环式热回收装置采用普通盘管式热交换器，以水作为介质，利用水泵使水在两个热交换器内循环，将排风中的热（冷）量传递给新风，从而实现热能回收，其工作流程见图 4.6.5 -1。

该装置优点包括：新风与排风之间不会产生交叉污染；由于供热与得热两侧通过管路连接，对距离

没有限制；布置方便灵活；换热盘管数经计算选择合适时，显热回收率可达55%～60%。

缺点主要有：只能回收显热，不能回收潜热；由于中间介质造成温差损失，使换热效率较低（一般≤60%，增加盘管数可使换热效率有所提高，但水泵和风机耗电量相应增加因素需考虑）。

液体循环式热回收装置适用于对新风质量要求较高或集中新排风口间距离较远的场合使用。

2 选用要点

1）通常以水作为中间热媒。用于寒冷地区时，通常在水中加入一定比例的乙二醇。不同质量百分比对应乙二醇水溶液的凝固点见图4.6.5－2。

2）盘管的排数宜选6～8排，盘管的迎风面风速宜取2～3m/s；通过管束的水流速宜采用0.6～1m/s。

3）当供热侧与得热侧的风量不相等时，循环水量应按数值大的风量确定。

4）为了防止盘管表面结霜（在寒冷地区用乙二醇水溶液时），宜设水量调节装置。

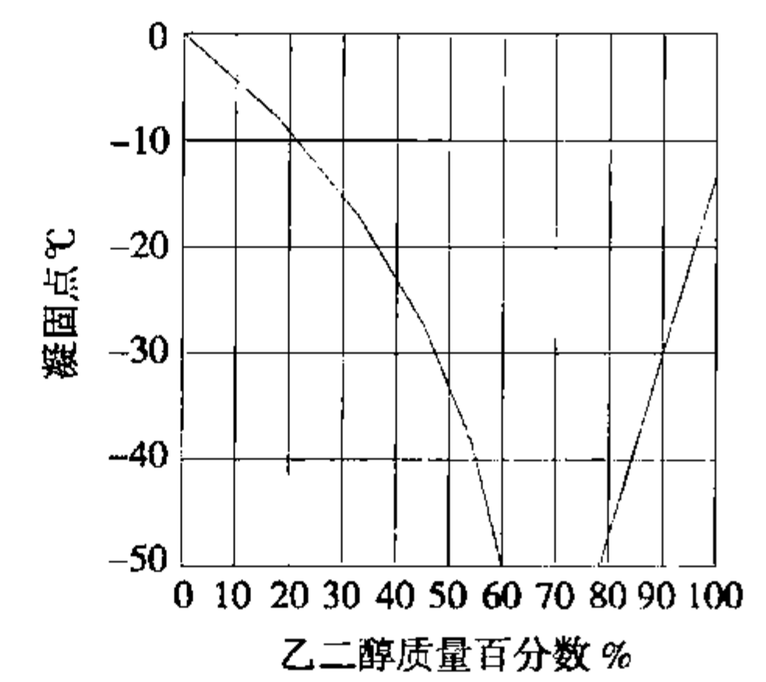


图4.6.5－2 乙二醇溶液凝固点

4.6.6 设计选用要点

1 热回收效率及热回收能量计算公式

1）温度效率计算公式

$$\eta_t = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_3} \times 100\% \qquad (4.6.6-1)$$

2）焓效率计算公式

$$\eta_h = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_3} \times 100\% \qquad (4.6.6-2)$$

式中 t_1, h_1 ——新风初温（℃）、新风初焓值（kJ/kg）；

t_2, h_2 ——新风终温（℃），新风终焓值（kJ/kg）；

t_3, h_3 ——室内空气温度（℃）、室内空气焓值（kJ/kg）。

注：温度、焓值符号的含义见图4.6.6。

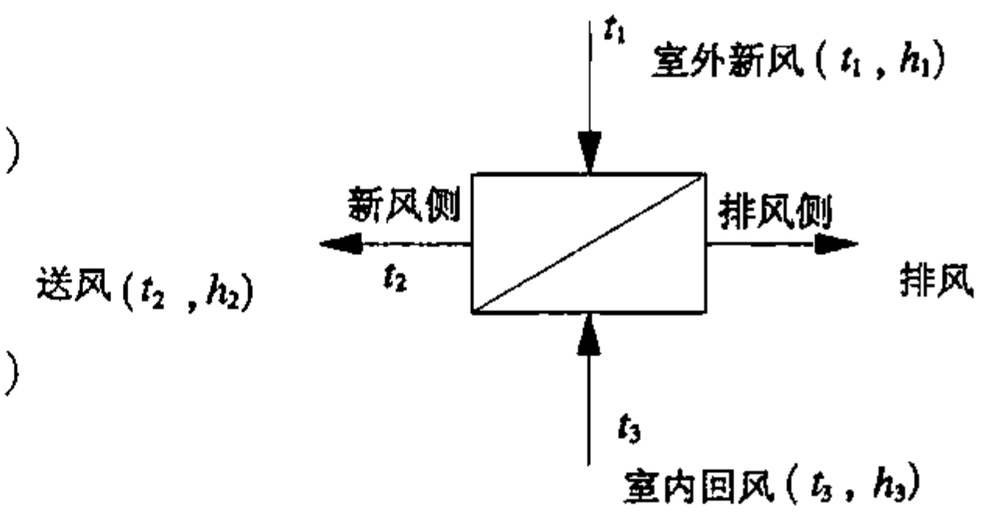


图4.6.6 效率计算公式符号意义

全热交换效率公式有温度效率和焓效率，在排风量Lp与新风量Lw之比不为1时，应在进行以上效率计算的结果基础上减去Δη，Δη的取值见表4.6.6。

表4.6.6 Δη取值

$R = Lp/Lw$	Δη
0.9	4.0
0.8	8.5
0.7	13.5
0.6	20.0

3）显热回收能量计算公式

显热回收体现在新风和排风温差上所含的部分能量计算公式为：

$$Ex = \eta_t \times C_p \times G \times (t_1 - t_3) \qquad (4.6.6-3)$$

式中 Ex ——显热回收能量（kW）；

G ——新风量（kg/h）；

$(t_1 - t_3)$ ——新风温度变化量（℃）；

C_p ——空气的定压比热容，取1.01kJ/（kg·℃）；

η_t ——显热回收效率。

4）全热回收能量计算公式

$$E_q = \eta_h \times G \times (h_1 - h_3) \qquad (4.6.6-4)$$

式中 E_q ——全热回收能量（kW）；

η_h ——全热回收效率。

4.6.7 相关标准、规范

《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019－2003。

《公共建筑节能设计标准》GB 50189－2005。

《民用建筑节能设计标准》JGJ 26－95。

《空气—空气能量回收装置》GB/T 21087－2007。

4.7 空调末端装置

空调末端装置包括风机盘管机组，变风量末端装置，置换送风器，空气幕，风口等。

4.7.1 风机盘管机组

风机盘管机组由风机和盘管组合构成。盘管接受自外部水系统供给的热（冷）水，通过风机向房间直接送热（冷）风。机组一般送风量 250～2500m³/h，出风口静压≤100Pa。

1 分类及特点（表 4.7.1－1）

表 4.7.1－1 风机盘管机组分类及特点

分类	形式	特点
按风机类型分	离心式风机	1 前向多翼型，效率较高 2 采用调节电机输入电压改变风机转速的调节方法，实施高、中、低三档变风量
	贯流式风机	1 前向多翼型、断面封闭，效率较低（一般 30%～50%） 2 进、出风口易与建筑相配合（调节方法同上）
按结构形式分	卧式（代号 W）	1 节省建筑面积，可与室内建筑装饰布置相协调 2 须占用顶棚空间
	立式（代号 L）（含低矮式,代号 Ld）	1 分为暗装和明装型 2 暗装可设在窗台下，明装可放置在地面上
	柱式（代号 LZ）	1 占地面积小，可节省管道间或与顶棚空间。安装、维修、管理方便 2 冬季可依靠机组自然对流散热 3 价格较高
	卡式（代号 K）	1 分为四面送风、双面送风和单面送风类型，铝合金面板，可供不同形式房间使用，易于与室内装饰协调 2 送风叶片可调，适用于全年空调的房间 3 可安装凝结水提升泵
	壁挂式（代号 B）	1 可用于无吊顶或改造增设空调的场合 2 节省建筑面积，安装、维修和管理方便 3 须注意凝结水的排除
按安装形式分	明装（代号 M）	安装、维护方便
	暗装（代号 A）	维护麻烦
按出口静压分	低静压型	在额定风量时，带风口和过滤器的机组，出口静压为零，不带风口和过滤器的机组，出口静压为 12Pa
	高静压型	在额定风量时，出口静压不小于 30Pa
按盘管配置分	单盘管	机组内一个盘管，冷、热兼用
	双盘管（代号 ZH）	1 机组内两个盘管，分别供冷和供热，能同时实现供冷或供热 2 造价高，体积大
按进水方位分	左式（代号 Z）	面对机组出风口，供回水管在左侧
	右式（代号 Y）	面对机组出风口，供回水管在右侧

2 基本性能参数

1）额定风量，供冷及供热量（表4.7.1－2）。

2）额定输入功率，噪声及压力损失（表4.7.1－3）。

表4.7.1－2 机组额定风量、供冷量及供热量

规格	额定风量（m^3/h）	额定供冷量（W）	额定供热量（W）
FP－34	340	1800	2700
FP－51	510	2700	4050
FP－68	368	3600	5400
FP－85	850	4500	6750
FP－102	1020	5400	8100
FP－136	1360	7200	10800
FP－170	1700	9000	13500
FP－204	2040	10800	16200
FP－238	2380	12600	18900

表4.7.1－3 机组额定输入功率、噪声和水阻

规格	风量（m^3/h）	输入功率			噪声［dB(A)］			水阻（kPa）
		低静压机组	高静压机组		低静压机组	高静压机组		
			30Pa	50Pa		30Pa	50Pa	
FP－34	340	37	44	49	37	40	42	30
FP－51	510	52	59	66	39	42	44	30
FP－68	368	62	72	84	41	44	46	30
FP－85	850	76	87	100	43	46	47	30
FP－102	1020	96	108	118	45	47	49	40
FP－136	1360	134	156	174	46	48	50	40
FP－170	1700	152	174	210	48	50	52	40
FP－204	2040	189	212	250	50	52	54	40
FP－238	2380	228	253	300	52	54	56	50

注：表4.7.1－2和表4.7.1－3中的参数均为机组在高档转速下的参数。

3 技术性能要求

1）机组的盘管应在1.6MPa压力下进行耐压和密封性试验，应无渗漏。

2）机组风量的实测值应≮95%额定值。输入功率实测值应≯110%额定值。供冷（热）量的实测值应≮95%额定值。压力损失的实测值应≯110%额定值。噪声的实测值应不大于额定值。

3）对于可进行风量调节机组，设置高、中、低三档调节时，三档风量比例宜为额定风量的1:0.75:0.5。

4）机组试验工况参数（注：产品提供的试验工况参数应符合以下要求）

①额定风量和输入功率的试验工况参数。

a 进口空气：干球温度 14 ~ 27℃；不供水。

b 出口静压：低静压机组，带风口和过滤器的为 0Pa，不带风口和过滤器的为 12Pa；高静压机组不带风口和过滤器的为 30Pa 或 50Pa（此条对出口静压的要求同时适用于本节的②、③条）。

c 风机转速：高档。

②额定供冷（热）量的试验工况参数。

a 进口空气：供冷工况干球/湿球温度为 27℃/19.5℃；供热工况 21℃（高档风量）。

b 供回水温度：供冷工况为 7℃（供回水温差 5℃）；供热工况为 60℃。

c 出口静压：同①条要求。

③凝露和凝结水的试验工况参数。

a 进口空气：干球/湿球温度为 27℃/24℃。

b 供水温度：6℃（水温差 3℃）。

c 风机转速：凝露试验时为低档，凝结水试验时为高档。

d 出口静压：同①条要求。

5）机组与管道的连接宜采用弹性接管或软连接管（金属或非金属软管）。其耐压值应≥1.5 倍工作压力。软管的连接应牢固，不应有强扭和瘪管。

6）机组安装前，宜进行单机三速试运转及水压检漏试验。试验压力为系统工作压力的 1.5 倍，试验观察时间为 2min，不渗漏为合格。

7）机组应设独立的支、吊架，安装的位置、高度及坡度应正确，固定牢固。

8）机组与风管回风箱或风口的连接，应严密、可靠。

9）机组的隔热材料应具有无毒、无异味、吸湿性小的性能，并应符合防火规范要求。粘贴应平整牢固。

10）机组箱体的外表面不应有凝结水，风口不应有凝结水滴下，应采取良好的凝结水排除措施，杜绝凝结水外溢或吹出。所采用的凝水盘应有足够长度和坡度，盘管最高处应设放气阀。

11）机组的安全要求，应符合 JB9063 - 1999《房间风机盘管空调器安全要求》的规定。

4 设计选用要点

1）机组规格的选用，应在综合考虑房间冷、热负荷以及空气热湿比等因素基础上确定。一般原则为：

①当新风与房间空气参数等焓时，风机盘管机组仅负担围护结构和房间内部产生的冷、热负荷。

②当新风焓值大于或小于房间空气焓值时，风机盘管机组应加上或扣除部分新风冷、热负荷。

③当新风的绝对含湿量低于房间空气含湿量、可全部负担房间湿负荷时，风机盘管可仅负担房间显热负荷，宜按干工况配置。

④当房间显热负荷占有较大比重时，应通过显热平衡计算，校核风机盘管机组的风量。

2）选用机组时，应考虑实际性能与额定值的偏差，并注意以下特点：

①机组额定供冷量一般为在空气焓降值等于 15.9kJ/kg 条件下的测试值。

②机组额定供热量一般为额定供冷量的 1.5 倍。

③额定值各项参数均为风机在高档转速下的值，但一般宜按照中档风速下的数值选用产品。

3）对于双管制水系统（适用于只按季节或只按空调区域进行供热或供冷转换的空调系统）的风机盘管机组，应配置一组盘管的供热/供冷兼用机型。对于四管制水系统（适用于供热/供冷频繁转换的空调系统）的风机盘管机组，应配置加热和冷却两组盘管的组合式机型。

一般用途宜选用一组盘管（两管制）、冬夏兼用机型。考虑系统全年经济合理运行或特殊使用功能需要时，可选用有加热和冷却两组盘管（四管制）的组合式机型。

4）对低温或蓄冷空调系统，应选用大温差机组。

5）目前，风机盘管机组有下列控制类型：

①带三速选择开关，可冬、夏转换，通过室温控制器连动水路电动阀，实施自动控制。

②带三速选择开关，可冬、夏转换，通过室温控制器连动风机开停，实施半自动控制。

③仅带三速选择开关，实施手动控制。

④风机无级调速控制。

注：《公共建筑节能设计标准》（GB 50189－2005）中规定，末端变水量系统中，风机盘管应采用电动温控阀和三速风速结合的控制方式。

6）风机盘管的调节方法见表4.7.1－4。

7）由于国内外风机盘管机组标记方法不同，设计选型时需要注意和区别。

表4.7.1－4　风机盘管调节方法

调节方法	特点
风量调节	1　以通过三速开关调节电机输入电压的方式，调节风机转速，进而调节风机盘管冷（热）量输出； 2　简单方便，初投资省； 3　随风量的减少，室内气流分布不理想； 4　选型时，宜按中档转速的风量与冷量确定型号
水量调节	1　通过温度敏感元件、调节器和装在水管上的小型电动直通或三通阀，自动调节水量或水温； 2　初投资高

5　施工安装要点

1）机组供水入口处，应装设过滤器。在冲洗冷媒水系统干管时，污水不应通过盘管。盘管接管的最高点应设排气装置，最低点应设泄水装置。

2）机组的冷凝水排出管必须有一定的坡度，应保证滴水盘中不积水。

3）机组安装可参见国家建筑标准设计图集01K403、01（03）K103《风机盘管安装》（含2003年局部修改版）。

6　相关标准

《风机盘管机组》GB/T 19232－2003。

《立柱式风机盘管机组》JB/T 6412－1992。

《柜式风机盘管机组》JB/T 9066－1999。

《公共建筑节能设计标准》GB 50189－2005。

4.7.2　变风量末端装置

1　分类、特点（表4.7.2－1）

2　基本性能要求（表4.7.2－2）

3　选用要点

1）一次风最大风量的确定。按各温度控制区域内最大显热冷（热）负荷与相应的送风温差，计算出一次最大冷（热）风量，不计各空调温控区内的潜热负荷。取冷（热）一次风最大风量中较大值为选择设备用的一次风最大风量。以最大送风量作为额定风量选择末端装置。

2）一次风最小风量要综合考虑新风量和气流组织确定。对于设备发热量小，人员多的区域（如会议室），应校核一次风最小风量是否满足新风需求，以确定保证新风需求的最小送风量。

3）风机串联型变风量末端装置风机的风量，一般为一次风最大风量的1.0～1.3倍，并联型风机的风量一般为一次风最大风量的0.6倍，也可按一、二次送风温度计算确定。

4）负荷变化特性不同的空间，不应划分在同一变风量末端装置范围内。对于变风量末端装置直接置于空调区域中的情况，设计时应根据末端装置样本的噪声数据，认真进行分析计算和处理。

表 4.7.2－1　变风量末端装置分类、特点

分类方式	类别	图例	特点
集中式	单风道		一次风量经调节供风，可变温或恒温
	双风道		将两个恒温或可变温、独立的一次风源，经调节按比例进行混合
	再热(冷)式		可加热或冷却供风风源，经调节满足个别区域需要
	旁通式		在送风量满足使用区域负荷的同时，将经调节的一次风剩余风量送入回风静压箱
	诱导式		通过改变一次风量和被诱导风的混合比例，满足房间负荷要求（不包括风机驱动式）
	定风量风机串联型驱动		房间总供风量不变。风机与一次风串联，风机风量与一次风的最大风量相同。房间温控器控制调节一次风量，通过改变一次风和二次回风的混合比改变送风温度
	定风量风机并联型驱动		房间总供风量不变。风机与一次风并联，房间温控器控制调节一次风量，当一次风风量减少到最小值时，风机才启动
	变风量风机驱动式		房间温控器控制调节风机风量，并使之与被诱导风混合、调节，提供相对恒温的风量
整体式	进口风门式		进入末端装置的全部空气由风门控制
	出口风门式		只有通过整体式散流器送出的空气受到控制
控制方式	压力无关式	—	利用内设的风量控制器，不受系统压力变化的影响，仅靠温度变化而改变风量
	压力相关式	—	利用内设的风量控制器，靠系统压力和温度变化而改变风量

表 4.7.2-2 变风量末端装置基本性能要求

序号	检验项目名称	性能要求
1	启动与运转	零部件无松动、杂音和发热等异常现象
2	静压损失	≤额定值的 105%
	一次空气风量、诱导风量	≥额定风量的 95%
	输入功率	≤额定值的 110%
3	一次空气阀门、箱体泄露量	1 阀门泄露量≤额定风量的 0.5%； 2 箱体泄露量≤额定风量的 1%
4	一次空气阀最小工作压力	给出风量、最小工作压力曲线
5	压力补偿控制性能	1 给出 100%，50% 额定风量的变化关系； 2 风量变化≤5%
6	进风口空气流量传感器性能	调节范围内，传感器测量风量值与名义风量值的差≤5%
7	温度混合性能	给出温度混合效率
8	凝露	外壳不应有凝结水滴下
9	噪声	倍频带噪声偏差不超过相关标准规定的数值
10	泄漏电流	应符合国家标准 GB 4706.1-2005 中第 13 章 13.2、16.2 的规定
11	电气强度试验	应符合国家标准 GB 4706.1-2005 中第 13 章 13.3、16.3 的规定
12	绝缘电阻	≥2MΩ
13	绕阻温升	应符合国家标准 GB 755-2000 中表 6 的规定
14	接地电阻	其外露金属部分与接地端之间的电阻值应≤0.1Ω

4 相关标准

《空调变风量末端装置》（正在报批阶段）。

4.7.3 置换式送风器

置换式送风器是将经过处理的空气，以较小的送风温差、较低的送风速度直接送到工作区内的空调末端送风装置。置换式送风器由风管、风阀、消声器和蜂窝状外罩组成。

1 分类、特点（表 4.7.3）

表 4.7.3 置换式送风器分类、特点

分类方式	类别	特点
特征	全空气置换式送风器	不带换热盘管，室内冷热负荷由送风承担
	空气-水置换式送风器	带换热盘管，室内冷热负荷由送风和换热盘管承担
结构型式	嵌壁式	1 送风温度较房间温度低 1~6℃； 2 有上进风、下进风两种； 3 风量范围 80~26000m³/h
	1/4 圆柱式	
	半圆柱式	
	圆柱式	
	平板式	

2 技术性能要求

与常规的空调系统气流组织设计相似，必须知道在整个的送风量范围内，下区送风温差为 3℃ 和 6℃时的下列数据：

1）出口邻接区的长度。

2）出口邻接区的宽度。

3）在出口邻接区边界处地面以上 200mm 处的温度。

4）通过置换送风口的压力降。

5）产生的噪声级。

6）噪声的衰减量。

3 选用要点

1）为满足人体热舒适性要求，民用建筑送风口通常设置高度 $h \leqslant 0.8m$，出口风速 $v \leqslant 0.2m/s$；工业建筑置换送风口通常设置高度不限，出口风速 $v \leqslant 0.5m/s$。

2）除系统外送风温度接近室内温度外，通常工作区人员坐姿时的停留处空气流速 $\leqslant 0.2m/s$。

3）室内人员应在置换送风口扩散的平面临近区以外。

4）送风口应布置在室内空气较易流通处，送风口前不应有大量遮挡物。

5）置换送风口不应布置在室内靠外墙或外窗侧处。应尽可能布置在室中央或冷负荷较集中的地方。

6）排风口应尽可能设置在室内最高处。回风后应设置在室内热力分层高度以上。

4.7.4 空气幕

空气幕是依靠空气从风口吹出时足够风速形成的平面气流、以隔断室内外空气对流的送风装置。机组由风机、静压箱、风口等组成。

1 分类、特点（表 4.7.4－1）

2 主要技术性能参数（表 4.7.4－2）

3 选用要点

1）空气幕应根据门宽、门高，出口风速选用。送风温度宜 $\leqslant 50℃$。高大的外门送风温度 $\leqslant 70℃$。出口风速一般为 4～9m/s。

2）选用空气幕时，应注意出口风速及噪声两项指标。这两项指标直接反映产品质量的优劣。

4 相关标准

《空气幕技术条件》JB/T 9067－1999。

表 4.7.4－1 空气幕机组分类、特点

分类方式	类别	特点
功能	非加热空气幕	—
	热空气幕	带加热盘管（汽或水）或电热管
安装型式	水平安装	当门（洞口）高度大时采用
	垂直安装	当门（洞口）宽度大时采用
热源种类	热水	—
	蒸汽	—
	电	—
风机型式	贯流式	公共建筑采用较多
	离心式	—
	轴流式	—

表 4.7.4－2 空气幕机组主要技术性能参数

风机型式	风机叶轮名义直径（mm）	名义风量（m^3/h）	名义出口风速（m/s）	电机额定输入功率（kW）	风量（m^3/h）	噪声［dB(A)］
贯流式	90	350～900	4～9	0.09	350～500	52
	150	720～2500	4～11	0.26	>500～1000	57
					>1000～2000	74
	200	1800～5000	8～18	0.50	>2000～3000	68
					>3000～5000	72
轴流式	250	1000～1600	6～14	0.26	1000～1600	74
离心式	250	1500～9000	8～18	2.2	1500～3000	63
	350	7000～21000	8～18	4.4	>3000～5000	66
					>5000～8000	69
	450	17500～52000	8～18	13.2	>8000～16000	72
					>16000～52000	75

4.7.5 风口

1 主要技术性能参数

1）侧装式风口主要技术性能参数（表 4.7.5－1）。

2）顶装式风口主要技术性能参数（表 4.7.5－2）。

3）地面安装式风口主要技术性能参数（表 4.7.5－3）。

4）喷口主要技术性能参数（表 4.7.5－4）。

5）变风量风口主要技术性能参数（表 4.7.5－5）。

6）特殊风口主要技术性能参数（表 4.7.5－6）。

注：表 4.7.5－1～表 4.7.5－6 中：有效面积率为风口有效面积（风口的空气流通净面积）/面板面积（包括风口框架结构），以百分数表示；表中所列压力损失、噪声、有效面积率、构造、组成部件等受品牌影响，仅供参考。

表 4.7.5－1 侧装式风口主要技术性能参数

名称	图例	用途	特点	基本技术参数			
				风口风速 v（m/s）	压力损失 ΔP（Pa）	噪声［dB(A)］	有效面积率（%）
格栅百叶风口		送风、回风或新风进风口	叶片固定，可带 V 型风量调节阀。适用于要求不高的空调工程	2～5	10～50	32～55	30～60
单层百叶风口		送风、回风、排风	带水平百叶，叶片有固定或可调节方式，可调节上下送风角度。适用于要求一般的空调工程	2～5	16～64	38～60	30～60
		送风、回风	带竖装叶片，叶片有固定或可调节方式，可调节左右送风角度。适用于要求一般的空调工程	2～5	16～84	38～60	35～70

续表 4.7.5－1

名称	图例	用途	特点	基本技术参数			
				风口风速 v（m/s）	压力损失 ΔP（Pa）	噪声［dB(A)］	有效面积率（%）
百叶窗加风量调节阀		送风、回风	带垂直与水平百叶片组合，单层叶片或双层叶片可调节，送风角度可调节	2～6	10～50	32～55	30～60
		送风	风量可调节，带 V 型对开式风量调节阀	2～5	5～30	12～40	30～60
		送风	双层百叶片为竖装与横装，送风角度可与上下左右调节，出风均匀。可带热膨胀元件，根据送风温度自动调节送风角度	2～5	16～84	38～60	40～70
自垂百叶风口		排风、送风	系统运行时由风压开启风口，系统不运行时由叶片自重关闭风口	3～6	10～40	25～40	40～70

表 4.7.5－2　顶装式风口主要技术性能参数

名称	图例	用途	特点	基本技术参数			
				风口风速 v（m/s）	压力损失 ΔP（Pa）	噪声［dB(A)］	有效面积（%）
圆盘散流器		送风	平送贴附流型，散流盘采用固定式或可调节式，可调节风量与射程。适用于净高≤3.5m	2～6	10～50	30～45	50～80
圆形散流器		送风	平装于吊顶，散流扩散圈成锥形面，有固定式和可调节式。散流扩散圈呈流线型的，适用于净化空调	3～8	15～50	25～38	50～80
		送风	可调节送风量，散流圈凸出吊顶，出风位置不同，诱导性能好	3～8	15～65	30～50	50～85
		送回风组合	散流器中内置回风口，送回风组合	送风2～5	15～35	35～55	10～20
				回风3～6	10～30	30～50	30～50
方形散流器		顶送风	吊顶平装，可带对开多叶风量调节和静压箱，散流圈有固定式和可调节式，适用层高 2.5～4m，平送贴附流型	2～5	6～30	20～45	25～35

续表4.7.5－2

名称	图例	用途	特点	基本技术参数			
				风口风速 v（m/s）	压力损失 ΔP（Pa）	噪声［dB(A)］	有效面积（%）
矩形散流器		顶送风	结构相同于方形散流器。散流片可根据送风方向要求单向、双向、三向或四向布置，风量可调节	3～6	7～45	20～45	25～50
孔板风口		送风或回风	均布孔板的送风或回风，一般孔板上部为稳压空间（层），孔板常用镀锌钢板或铝板。也可用复合材料。送风扰动小，适用于洁净室或高精度恒温室	送风2～5	20～50	20～45	取决开孔率，通常为15～40
				回风2～4	10～40	20～38	
圆柱型旋流风口		顶送风和高大空间送风	气流由旋流叶片导出，诱导室内空气均匀混合。旋流叶片位置可调，冬夏季工况可切换，适用于高大空间送风，送风深度可达15m，可带稳压箱或直接与送风管连接	4～10	8～120	20～56	30～45
矩型旋流风口		顶送风和高大空间通风	风口有四组不同角度的导流叶片，形成旋流送风，每组叶片可45°、60°、75°和90°调节	3～8	12～100	20～46	28～35
圆型旋流风口		上送风	风口带有旋流导流叶片，诱导室内风量大，使室内风速与温度均匀分布。适用于VAV系统送风，推荐使用净高2.6～4.0m	3～8	10～55	30～50	10～30
定叶片式旋流风口		上送风	风口旋流导流片角度固定，带气流扩散圈。推荐使用净高2.6～4.0m。适用于无吊顶空间和VAV系统送风	3～10	12～100	20～46	28～35
条缝风口		顶送风，建筑外窗或外墙贴附送风，VAV系统送风	条缝风口宽度15～50mm，由可调叶片调节风量与出风方向，有单侧、双侧和垂直送风。有单组型和多组型（通常为一至四组）	2～6	10～80	30～50	20～25
条型风口		上送风或排风	长条形百叶风口，长宽比大于10，适合于安装外窗与外墙送风，或走廊吊顶排风	2～5	15～50	25～45	30～50

表 4.7.5-3 地面安装式风口主要技术性能参数

名称	图例	用途	特点	基本技术参数			
				风口风速 v（m/s）	压力损失 ΔP（Pa）	噪声 [dB(A)]	有效面积率（%）
承重百叶风口		下送风或回风,水平安装于地面	固定百叶，叶片厚度 > 5mm，叶片有垂直式或倾斜式。风口为承重式结构	3～5	12～70	30～50	30～40
地板散流器		下送风，置换送风	下部送风,气流旋转而出,沿地板表面扩散。出风角度可调节。风口材料分类有:黄铜型、铝材型和塑料型,可承重。推荐带连接稳压箱,有集尘斗	3～6	25～60	25～40	18～26

表 4.7.5-4 喷口主要技术性能参数

名称	图例	用途	特点	基本技术参数			
				风口风速 v（m/s）	压力损失 ΔP（Pa）	噪声 [dB(A)]	有效面积率（%）
固定式圆形喷口		远程与高大空间送风	送风方向与安装方式不同而异，送风量与送风角度不能调节	4～20	50～180	30～55	20～34
可调式球形喷口		远程与高大空间送风	送风角度可调节，适用于冬夏季切换，射程为 5～50m	4～25	50～200	30～55	25～36
筒形喷口		远程与高大空间送风	出风角度可调节，适用于冬夏季送风，射程在 8～50m，可多个喷口组合一体	3～15	15～200	22～58	50～70
矩形或鼓形喷口		远程与高大空间送风	出风角度可上下 30°调节，水平方向由导流板调节，射程为 8～45m	5～25	30～220	30～55	60～75

表 4.7.5-5 变风量风口主要技术性能参数

名称	图例	用途	特点	基本技术参数			
				风口风速 v（m/s）	压力损失 ΔP（Pa）	噪声 [dB(A)]	有效面积率（%）
机械式变风量风口		上送风，变风量系统送风	根据重锤或弹簧机械式原理，按风量大小调节出风口面积，维持稳定的出风速度，适用于 VAV 系统。风口面板可采用条缝式或旋流式	3～5	20～50	23～45	20～30
温控自调节式风口		上送风	可根据送风温差变化，调节风口送风量，有温感膨胀管式和电动式，可控制室内温度	3～5	20～70	25～50	20～40

表 4.7.5-6 特殊风口主要技术性能参数

名称	图例	用途	特点	基本技术参数			
				风口风速 v（m/s）	压力损失 ΔP（Pa）	噪声［dB(A)］	有效面积率（%）
洁净用风口		适用于手术室等洁净室送风	为顶装式送风口。由铝合金扩散孔板、高效或亚高效过滤器和稳压箱组成	2～5	190～320	20～45	取决于孔板开孔率
消声风口		适用于演播厅、会议室、图书馆、博物馆等噪声控制要求高的场所	由射流消声元件（出风元件）和外壳体组成	1.0～5.0（面风速）	17～397	消声量为10～15	—
阶梯风口		下部侧送风	气流按风口导流片向四周旋转而出，诱导比大，射流衰减快	1～3	5～30	15～35	25～30
座椅风口		安装于座椅下送风	下部送风方式。圆柱型风口，四周均匀出风，风速低（置换送风式），噪声低，有承重（与座椅构成一体）和非承重式结构；诱导和非诱导式	0.2～0.5	20～45	15～28	30～60
低温风口		顶送风低温送风	高诱导比风口，低温空气（一次风）诱导室内空气（二次风）在风口内混合，以较高温度送入室内。平送贴附流型，通常诱导比为1：3	2～4	50～130	25～35	—
装饰风口		带装饰性面板送风，回风	按个性风格特别设计，满足用户或设计师的要求，装饰性大于实用性。通常由孔板与可调节的小球构成，送风方向可调	2～6	10～45	20～43	30～50
灯具风口		顶装送风、回风，照明	空调送回风口与室内照明灯具组合一体。一般根据建筑师要求个性设计。80%的照明发热量由回风直接带走；送风口常采用条缝或条形风口。常用组合风口有矩形和圆形	2～5	20～50	25～50	—

2 选用要点

1）选型原则

①根据工程特点、所需气流组织类型、调节性能和送风方式等要求，选择相应的风口类型。

②根据需要风量（送风、排风或回风），在风口喉部（或风口进出口断面处）允许的风速范围内，确定所需风口的型号尺寸。

③校核所选择风口的主要技术性能，如射程、压力损失、噪声指标以及工作区域内的风速与温差等。

④确定所选风口的布置安装方式和风道连接方式。

2）选型注意事项

①风口的选择和布置需综合考虑室内气流组织、噪声、建筑装修美观要求、安装维护以及经济性等因素。在选型计算时，应仔细校核其风量、射程以及气流扩散和升降特性。特别要注意建筑部件如梁或柱等对气流的影响。对一些技术要求特殊的空调空间和风量极大的场合，风口的选择宜辅以计算机模拟方法确定。

②侧装式置换送风口的安装高度不宜 >0.8m，风口出风速度不宜 >0.2m/s（0.2m/s 为针对民用建筑的指标。针对工业建筑的指标为：不宜 >0.5m/s）。地板回风口应能有利于灰尘等污染物的排除（主要适用于大堂和计算机房空间）。座椅送风口应能独立调节。地板散流器和座椅送风风口，需配有夹层地板。

③孔板风口由于孔口的风速衰减快，即使在换气次数较大的情况下，在空调区域也可保证有均匀而较小的气流速度。在民用建筑如手术室等场合、常被用作送风口。其它场合则较多用作回风口。

④适用于不同场合的风口类型一般选用经验为：

a 针对高负荷空间（如计算机房）或高大空间（如剧院），应优先考虑气流特性稳定的下部安装式送风口。如果建筑结构限制，应选用诱导性能好的风口。冬季送热风时要注意室内热分层现象，宜选用有冬夏季工况切换功能的送风口。

b 高度低于 2.2m 的空间，推荐使用水平射流的侧装式、置换送风或地板式送风口。

c 在送风口安装高度 >4m 的场合，推荐使用射流方向可调的风口，以适应室内负荷变化。

3 技术经济分析（表 4.7.5-7）

表 4.7.5-7 风口技术经济分析

风口类型		价格	安装费用	维护费用
侧装式百叶风口		低	低	低
顶装式风口	普通结构	低	低	低
	特殊结构	中	中	中
地面安装式风口		中	中	低
喷口		低	中	低
变风量风口		高	中	高
特殊风口		高	高	（依情况确定）

4 相关标准

《通风空调风口》JG/T 14-1999。

《空气分布器性能试验方法》JG/T 20-1999。

《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243-2002。

4.8 房间空调器

房间空调器是采用风冷或水冷冷凝器，全封闭电动机，压缩机制冷量在 14000W 以下的空调设备。

4.8.1 分类

1 按使用气候环境温度，可分为 T1、T2 和 T3 类型（表 4.8.1）。

表 4.8.1 房间空调器气候类型

类型	T_1	T_2	T_3
气候环境	温带气候	低温气候	高温气候
最高环境使用温度	43℃	35℃	52℃

注：1 我国绝大部分地区同 T1 型。

2 不带除霜装置的热泵型空调器最低环境温度可为 5℃（引自 GB/T 7725－2004）。

2 按结构分

1）整体式，代号“C”。如窗机、穿墙机。

2）分体式，代号“F”。由室内机（有吊顶、壁挂、落地、嵌入和风管等型式）和室外机组成。根据室外机和室内机的对应配置数量又分为一拖一（即一台室外机对应配置一台室内机）和一拖多（一台室外机对应配置多台室内机）形式。

3 按功能分

1）冷风型（单冷机，不加代号）。

2）热泵型（代号“R”）。

3）电热型（代号“D”）。

4 按控制方式分

1）转速恒定（频率、转速、容量不变），简称定频。

2）转速可控（频率、转速），简称变频。其中又分为交流变频（即工作频率变化过程中不涉及交、直流转换，转速变化依靠改变频率实现）、直流变频（即把交流电变成直流电，压缩机采用直流无刷电机进行变速，风机马达亦用相同方法变速）形式。

3）容量可变（数码涡旋压缩机系统）。

注：定频和几种变频形式的特点为：

1 定频。转速恒定，结构简单，不能随室外气温度变化（或室内负荷变化）而调节制冷（热）量，只能靠开、停机来控制空调温度。

2 交流变频。采用改变频率来调节制冷（热）量的方式。依靠自动频率变化调整压缩机转速变化，引起制冷剂流量变化，使制冷系统始终处于设定工作状态。能比较精确控制室内温度，比定频空调器具有较高能效比（节能）。但受电动机交率和调频方法的限制，尚不能达到理想的高效率（热直流变频），有不可避免的多次谐波问题，另外这种变频调节方法的变频范围尚不够大，特别是在低频条件下经济性下降。

3 直流变频。采用交流电变直流电调速。直流无刷电机具有相当高的效率；调速范围大，具有优良的动态性能和宽的冷量变化范围，节能性能优越。但仍有不可避免的多次谐波问题，需加滤波装置（滤波器在产品生产时应在空调器内配置）。

4.8.2 技术性能指标

1 工作环境温度为 T1 时的名义工况（表 4.8.2－1）。

2 能效比（表 4.8.2－2 和表 4.8.2－3）。

3 噪声：空调器在室外环境温度 T1 时的额定噪声值见表 4.8.2－4。

4.8.3 设计选用要点

1 优先选用能效等级一级、二级的节能产品。

2 我国大部分地区的空调器使用环境温度为 T1 型。如使用环境温度为 T2、T3 型时，应在选用时注明。

3 热泵型空调器的热泵额定制热量一般不低于其额定制冷量。对于额定制冷量≯7.1kW 的分体热泵空调器，其热泵额定制热量不低于制冷量的 1.1 倍。

表 4.8.2－1 名义工况表（℃）

工况条件			室内侧回风状态		室外侧回风状态	
			干球	湿球	干球	湿球
制冷运行	额定制冷		27	19	35	24
	最大运行		32	23	43	26
	冻结		21	15	21	-
	最小运行		21	15	制造厂推荐最低温度	
	凝露凝结水排除		27	24	27	24
制热运行	热泵额定制热	高温	20	15（最大）	7	6
		低温			2	1
		超低湿			－7	－8
	最大制热运行		27	/	24	18
	最小制热运行		20	/	－5	－6
	自动除霜		20	12	2	1

注：表中数据引自 GB/T 7725－2004。

表 4.8.2－2 能效限定值

类型	额定制冷量（W）	能效比（W/W）
整体式	-	2.30（2.90）
分体式	≤4500	2.60（3.20）
	4500＜额定制冷量≤7100	2.50（3.10）
	7100＜额定制冷量≤14000	2.40（3.00）

注：括号内数值为 2009 年实施的能效限定值。

表 4.8.2－3 能源效率等级指标

类型	能效等级 / 性能系数 / 额定制冷量（W）	五级	四级	三级	二级	一级
整体式	-	2.30	2.50	2.70	2.90	3.10
分体式	≤4500	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40
	4500＜额定制冷量≤7100	2.50	2.70	2.90	3.10	3.30
	7100＜额定制冷量≤14000	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20

注：1 空调器的节能评价值为上表中的能效等级二级。

2 表 4.8.2－1～表 4.8.2－3 中数据引自 GB/T 7725－2004 和 GB 12021.3－2004。

表 4.8.2-4 额定噪声值（声压级）

额定制冷量（W）	室内机噪声［dB(A)］		室外机噪声［dB(A)］	
	整体式	分体式	整体式	分体式
<2500	≤52	≤40	≤57	≤52
2500～4500	≤55	≤45	≤60	≤55
>4500～7100	≤60	≤52	≤65	≤60
>7100	—	≤55	—	≤65

注：基于上表数值，对制造厂空调器噪声标识值向上的最大允许偏差为3dB(A)。

4 空调器的实测制冷（热）量允许不小于国家标准额定制冷（热）量的95%；实测制冷（热）消耗功率允许不大于国家标准额定功率的110%。

5 选用分体式空调器时，应考虑制冷剂管道长度对制冷量的修正。

4.8.4 施工安装要点

1 室外机安装应符合GB 17790－1999的规定。沿街、人行道安装，最低高度应>2.5m；应留有充分的散热通风通道；安装架应配选承重不低于180kg、做有防腐处理的优质支架；安装可参照国家建筑标准设计图94K303《分体式空调的安装》进行。

2 室外机应尽量低于室内机或尽可能在一个平面上。室内、外机连接管一般不宜超过5m，超过5m时应考虑增加制冷剂的补液（名义制冷量将有所下降）。

3 对于采用非共沸制冷剂（如R410A）的空调器，在安装时应对制冷剂管路进行排空处理，避免因管路中残留空气造成制冷量下降。

4 冷凝水应排入建筑物外专设的冷凝水管中。

4.8.5 相关标准

《房间空气调节器》GB/T 7725－2004。

《房间空气调节器能效限定值及能源效率等级》GB 12021.3－2004。

《家用和类似用途电器的安全热泵、空调和除湿器的特殊要求》GB 4706.32－2004。

《房间空气调节器安装规范》GB 17790－1999。

5 空气净化设备

5.1 空气过滤器

5.1.1 分类（表 5.1.1－1 和表 5.1.1－2）

表 5.1.1－1 空气过滤器分类

分类方式	类别		特点、适用范围
按性能分	粗效过滤器		一般空调通风系统，主要起预过滤作用
	中效过滤器		要求较高的空调系统，或保护末级过滤器的空调净化系统
	高中效过滤器		有一般洁净度要求的空调净化系统
	亚高效（低阻亚高效）过滤器		≥ISO8 级的洁净室送风过滤
	高效过滤器		≤ISO7 级的洁净室送风过滤
按过滤方法分	干式过滤器		不浸油、不喷水的粗效、中效、高效过滤器
	湿式过滤器（除尘器）		利用水膜或水滴捕集空气中的微粒，一般用于工业排风系统的除尘
	粘附式过滤器		滤料上喷涂粘附剂
按结构型式分	平板		将滤料组成板状
	楔形		把多个板状过滤器组装成楔形
	折褶式	有隔板	滤料叠成折褶状，有波纹分隔板
		无隔板	纸条、绳起分隔作用，折褶式
	袋式		滤料呈袋状，并联
	卷绕式	自动	滤料呈卷状，定时自动卷动
		手动	滤料呈卷状，手动卷动
更换方式	可清洗		清洗以后可继续使用，但对性能有一定要求，根据滤料不同的材质，有一定的清洗次数
	可更换		保留骨架，滤料定期更换
	一次性使用		抛弃的滤料应不污染环境。若为污染环境者（如放射尘粒）应进行特殊处理

续表 5.1.1－1

分类方式	类别	特点、适用范围
过滤机理	纤维滤料	品种很多，如无纺布、超细玻纤滤纸等
	静电式	含微粒的空气通过高压静电场，微粒在电晕作用下成带电粒子，然后在集尘极上被收集。常用于工业除尘（如除煤焦油等），也可用于进风的除尘
	电感应式	用电离段和强感电滤料组成
	薄膜式	均匀微孔的薄膜滤料
	活性炭	多孔活性炭材料为滤料

表 5.1.1－2　高效过滤器分类

分类方式	分类	特点
结构	有隔板	采用波纹分隔板
	无隔板	用纸条或绳起分隔作用的折褶式
性能	A	效率不低于 99.9%，阻力不高于 190Pa
	B	效率不低于 99.99%，阻力不高于 220Pa
	C	效率不低于 99.999%，阻力不高于 250Pa
	D	粒径大于等于 0.1μm，效率不低于 99.999%，阻力不高于 280Pa
耐火性能	1	全部为不燃材料 GB 8624 A 级
	2	滤料为不燃材料 GB 8624 A 级，其余为 B_1 级材料
	3	全部材料为 GB 8624 B_2 级

5.1.2　主要技术性能

1　空气过滤器效率和阻力要求见表 5.1.2。

表 5.1.2　空气过滤器效率和阻力要求

性能类别 \ 性能指标		额定风量下的效率 E		额定风量下的初阻力（Pa）
		粒径	效率 E（%）	
粗效		粒径≥5.0μm	80 > E≥20	≤50
中效		粒径≥1.0μm	70 > E≥20	≤80
高中效		粒径≥1.0μm	99 > E≥70	≤100
亚高效		粒径≥0.5μm	99.9 > E≥95	≤120
高效	A	按 GB 6165 要求检测	E≥99.99	≤190
	B	按 GB 6165 要求检测	或 20% 额定风量 E≥99.99	≤220
	C	按 GB 6165 要求检测	或 20% 额定风量 E≥99.999	≤250
	D	计数法、粒径≥0.1μm	或 20% 额定风量 E≥99.999	≤280

2　容尘量

空气过滤器必须给出容尘量与阻力关系的曲线。实际容尘量不得小于产品样本中容尘量的 90%。高效过滤器的容尘量，以过滤器终阻力为初阻力二倍时的容尘量来衡量。

3　过滤器的其它技术性能要求，如外形尺寸、框架强度和刚度、滤料、密封性能等均应符合相关国家标准中的要求。

5.1.3 产品选用要点

1 过滤器的迎面风速及滤速影响过滤器的效率和阻力。通常过滤器的滤速量级为：粗效过滤器 m/s，中效、高中效过滤器 dm/s，高效过滤器 2～3cm/s。过滤器效率表示方法有：计重效率、计数效率以及用其他物理量作相对比较的比色效率、浊度效率等。

2 粗效过滤器主要用于≥5.0μm 大颗粒灰尘，中效、高中效过滤器主要用于≥1.0μm 的中等粒子灰尘，亚高效过滤器主要用≥0.5μm 的小颗粒的灰尘，高效过滤器主要用于≥0.1μm 的颗粒灰尘。

3 过滤器的滤料目前主要有：化纤无纺布、玻璃纤维无纺布、玻璃纤维纸。粗、中效过滤器也有用泡沫塑料，一次性使用的粗效过滤器全部用纸制作。

4 中效、高中效、亚高效、高效过滤器均不宜独立使用，宜按以下组合使用：粗和中、粗中和亚高效、粗中和高效（高中效可代替中效），这主要是考虑提高高级别效率过滤器的使用寿命。

5 可再生或可清洗的滤料再生清洗以后，效率应不低于原指标的 85%，阻力不高于原指标的 115%。

5.1.4 施工安装要点

1 过滤器安装时应确保其密封性能，过滤器级别越高，密封要求也越高。

2 高效过滤器安装前，应先检漏，合格后才能安装就位。

5.1.5 相关标准

《空气过滤器》GB/T 14295－1993。

《高效空气过滤器》GB 13554－1992。

《一般通风用空气过滤器性能试验方法》JC/T 22－1999。

《高效空气过滤器性能试验方法透过率和阻力》GB 6165－1985。

6 供热、通风和空调辅助设备及管材

6.1 阀　　门

阀门为安装于水或气（汽）等流体管路上，用于启或闭以及调节控制流体的流向、流量和压力的配件。

选用时需注意，系统的最高工作压力不得大于产品公称压力。

表 6.1.0　阀门通用特性

分类依据		分类	通用系列
公称压力 *PN*		低压阀门（*PN*≤1.6MPa） 中压阀门（*PN*=2.0～6.4MPa） 高压阀门（*PN*=10.0～80.0MPa）超高压阀门（*PN*≥100MPa）	低压阀门公称压力（MPa）：0.05、0.1、0.25、0.4、0.8、1.0、1.6 中压阀门公称压力（MPa）：2.0、4.0、5.0、6.3 高压阀门公称压力（MPa）：10.0、15.0、16.0、20.0、25.0、28.0、32.0、42.0、50.0、63.0、80.0 超高压阀门公称压力（MPa）：100.0、125.0、160.0、200.0、250.0、335.0
公称通径 *DN*		小口径阀门（*DN*≤40mm） 中口径阀门（*DN*=50～300mm） 大口径阀门（*DN*=350～1200mm） 特大口径阀门（*DN*>1200mm）	小口径阀门（mm）：*DN*15、*DN*20、*DN*25、*DN*32、*DN*40 中口径阀门（mm）：*DN*50、*DN*65、*DN*80、*DN*100、*DN*125、*DN*150、*DN*175、*DN*200、*DN*225、*DN*250、*DN*300 大口径阀门（mm）：、*DN*350、*DN*400、*DN*450、*DN*500、*DN*600、*DN*700、*DN*800、*DN*900、*DN*1000、*DN*1100、*DN*1200
介质工作温度		高温阀（t>450℃） 中温阀（120℃<t≤450℃） 常温阀（-40℃≤t≤120℃） 低温阀（-100℃≤t<-40℃） 超低温阀（t<-100℃）	各系列产品工作压力随工作介质温度而改变
按功能分	启闭类阀门	闸阀、截止阀、旋塞阀、柱塞阀、球阀、蝶阀、止回阀（底阀）、隔膜阀	属快开类阀门。调节性能差
	调节类阀门	减压阀、稳压阀、调节阀（平衡阀）、节流阀（针形阀）、定流量阀、定压差阀	根据不同调节目的，要求阀门具有不同的流量特性，如线性、抛物线、等百分比等
	特种阀	安全阀（泄压阀）、放气阀、温控阀、疏水阀	—

续表 6.1.0

分类依据	分类	通用系列
连接方式	内螺纹、外螺纹、法兰、焊接、对夹、卡箍、卡套	—
驱动方式	手动、电动、气动、液动、自力式	—
阀体材料	灰铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁、碳素钢、不锈钢、铜及铜合金、铝合金、巴氏合金、硬质合金、渗氮钢、尼龙塑料等	—
阀座密封面及衬里材料	铜合金、橡胶、尼龙塑料、氟塑料、阀体本身等	—

6.1.1 自力式散热器恒温控制阀

自力式散热器恒温控制阀（以下简称“恒温阀”）是与采暖散热器配合使用的一种专用阀门，由恒温阀头和恒温阀体二部分组成。可人为设定室内温度，通过温包感应环境温度后产生自力式动作带动阀杆及阀锥动作（无需外界动力），调节流经散热器的热水流量，从而实现室温恒定。“恒温阀”同时具有防冻和限温设置等多种功能。

“恒温阀”主要性能参数包括温控范围、阀门流通能力 K_v 值和阀门最大流通能力 K_{vs} 值（K_v 值是阀前、后压差为 100kPa 时通过的流量，单位为 m^3/h；K_{vs} 值是阀门全开时，阀前、后压差为 100kPa 时通过阀门的流量，单位为 m^3/h）、最大工作压力、最大工作压差、最高水温。

其中

$$K_v = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}} \tag{6.1.1-1}$$

式中 Q ——流过阀门的流量（m^3/h）；

ΔP——阀门两侧的压力差（10^5Pa）。

按下式，使用产品给定的 K_{vs} 值，可换算出常用的局部阻力系数 ξ 值。式中 A 值由表 6.1.1 确定。

$$\xi = \frac{1}{A \times K_{vs}^2} \tag{6.1.1-2}$$

表 6.1.1-1 A 值

公称直径 *DN*	15	20	25
A［100kPa/（m^3/h）^{2}］	0.0105	0.00316	0.00122

1 分类、适用范围

1）恒温阀头（6.1.1-2）

恒温阀头分类、适用范围

分类方式	类别	适用范围、特点
温包感温介质	气-液态	三种类别均能满足建筑供暖系统的温控要求 气-液态温包感温最灵敏，液态次之，固态较差
	液态	
	固态	

续表 6.1.1－2

分类方式	类别	适用范围、特点
温包，温度设定与阀体的相对位置	内置温包式	常用于明装散热器 感温温包和温度设定在阀头内成一体构造，可与阀体直接连接
	外置温包式	常用于阀头处有遮挡、不能正确感受室温，但仍容易进行温度设定的场合 感温温包独立外置、通过毛细管与进行温度设定的阀头连接
	远程调控式	常用于散热器暗装场合 感温温包与温度设定部件成一体，通过毛细管与阀头相连。阀头仅作为传动部件使用，不能进行温度设定
温度设定范围	舒适型	常用于对室温的舒适性要求较高的场合。如住宅、幼儿园，病房等 温度设定范围：6～28℃
	节能型	常用于对最高温度有限制的场合。如办公室，学校，公共场所等 温度设定范围：6～21℃

2）恒温阀体

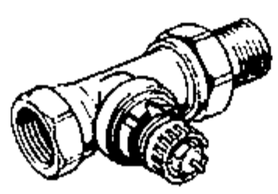
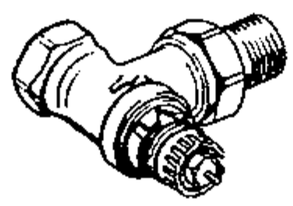
①按应用分类（表 6.1.1－3）

表 6.1.1－3　恒温阀体按应用分类

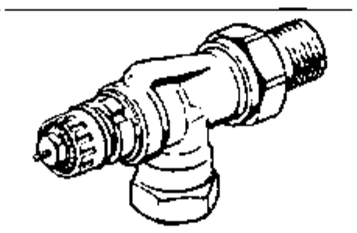
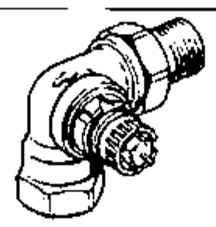
类别	功能	适用范围、特点
双管系统阀体	有阻力预设定	适用于散热器异程连接以及垂直双管系统 属于高阻阀，可解决垂直失调及户内水平失调问题
	无阻力预设定	适用于散热器同程连接系统 属于高阻阀
单管系统阀体	二通阀	属于低阻阀，阀体外需要加装旁通管。通常旁通管管径应比主管小一号或内插阻力元件，以保证至少 30% 的流量进入散热器
	三通阀	适用于带跨越管的单管系统 分为带预设定和不带预设定的二种。一般已将进入散热器的流量分流比例设定为 35%

②按形状分类（表 6.1.1－4）

表 6.1.1－4　恒温阀体按形状分类

类别	形状	适用范围、特点
直形		水平或竖直安装在散热器的入口 为最常用的连接方式
角型		适用于管道从墙体中出来与阀体连接的场合。安装好的恒温阀头指针向前

续表 6.1.1－4

类别	形状	适用范围、特点
平面角形		适用于管道从地面或墙面出来与阀体连接、要求安装的恒温阀头与散热器在同一水平面内的场合
三维角形		适用于管道从地面出来与阀体连接、安装好的恒温阀头指针冲前的场合

注：除以上按应用和形状分类所述产品外，恒温阀体还有如 H 型温控阀，潜流阀等多种形式。

2 选用要点

1）首先应明确供暖系统为单管还是双管系统，以选择与系统相适应的“恒温阀”类型；然后再根据散热器的安装位置，有无散热器罩，连接形式等情况选择阀体的形状，阀头的类型等。应注意选择具有带水、带压检查功能（提供有专用工具）或“恒温阀”阀芯可以更换的产品。目前有些采暖散热器带有内置温控阀芯，由于带有内置温控阀芯的“恒温阀”属于高阻阀，所以此类散热器常用于双管系统。如果将其用于单管系统，需配套专用带旁通的 H 形阀门，并应进行压降核算，以避免串联过多散热器导致压降过大。

2）双管系统宜采用高阻两通“恒温阀”，并宜计算阀权度（即恒温阀的阻力在其所处分支系统阻力的百分比）。设计时取阀权度为 50% 左右较为技术经济合理，但由于室内采暖系统的管道压降较小，恒温阀的阀权度可以更高些。高层建筑垂直双管系统入户支管上未安装自力式压差控制阀的，宜采用带预设定功能的高阻两通恒温阀，通过使“恒温阀”具有较高压降，克服过余资用及重力压差，提高系统平衡度。

3）带跨越管的单管系统（包括垂直单立管和水平单管）宜采用低阻两通恒温阀加跨越管或三通恒温阀。

①采用低阻两通恒温阀时，应按下式计算散热器或其它采暖设备的分流系数 ω，即通过散热器支路流量与通过该管路的总流量（通过散热器支路流量与通过跨越管流量之和）的比值，分流系数 ω 应 $\not<$ 30%（为保证分流系数 $\omega \not< 30\%$，一般旁通管的尺寸应比散热器支管管径小 1 号；如旁通管与散热器支管管径相同，则宜在旁通管内加阻流元件）。

$$\omega = \frac{1}{1 + (S_1 + S_2)^{0.5}} \tag{6.1.1-3}$$

式中 ω——散热器分流系数；

S_1——散热器支路阻力特性数；

S_2——跨越管支路阻力特性数。

②采用无预设定功能的三通恒温阀时，进入散热器的分流比一般为 35%；采用有预设定功能的三通恒温阀时，分流比的出厂设定值也基本上是 35%，但其特点是分流比可调（最大值一般不超过 60%）。由于三通恒温阀的阻力较大，需要进行压降核算。

4）应按设计计算流量（或阻力系数）确定“恒温阀”管径。但考虑安装方便，一般按与散热器支管同管径选配恒温阀体。

5）考虑系统在“恒温阀”工作后带来的流量和压差动态变化，应采取水力平衡措施。通常情况下，单管系统（带跨越管）宜考虑控制流量，双管系统宜考虑控制压差。

6）针对供暖系统运行管理及水质条件较差情况，为保证“恒温阀”正常工作，应在每户入口处（或在立管上）设置水过滤器。

3 安装要点

1）内置式恒温阀不能安装在暖气罩内，阀头应水平安装。当水平安装空间受限制时，可将阀体和阀头冲下安装，恒温头指针冲前。

2）如果所选择的“恒温阀”活接头采用的是球面硬密封方式，安装时应保证球面清洁，依据提供的安装方式工作。

3）调试和初期运行期间，应注意观察“恒温阀”是否有被杂质阻塞现象并进行及时清理；应注意观察“恒温阀”是否有噪声或振动，如出现此类现象，应调节外网水力平衡；如果在此期间发现由于“恒温阀”自身阻力过大，致使流量不能满足供暖要求，应采取用专用工具更换阀芯的措施。

4）其它安装要求见国家建筑标准设计图集 04K502《热水集中采暖分户热计量系统施工安装》。

4 相关标准

《散热器恒温控制阀》JG/T 195－2007。

6.1.2 水力平衡阀

水力平衡阀泛指在水力系统中起平衡作用的阀门。其作用是通过对系统中的流量和压差等参数进行控制，使各末端（或回路）的流量或压差满足设计要求，系统安全正常、高效节能运行。

水力平衡阀主要类别及适用范围见表 6.1.2－1。

表 6.1.2－1 水力平衡阀主要类别及适用范围

分类方式	名称	主要功能	适用范围
静态	静态平衡阀 （也称：手动平衡阀）	通过阀门节流，消耗所在环路中的过余资用压头，使所在环路流量满足设计要求	定流量系统或其它需要调整设定流量的场合
动态	自力式压差平衡阀 （也称：压差控制器，动态压差平衡阀）	通过自力式机构，在系统压力变化时，维持系统中某回路或两点间压差恒定	变流量系统或其它适用于压差恒定的场合
	自力式流量平衡阀 （也称：动态流量平衡阀，流量限制器，自力式流量控制阀）	通过自力式机构，在系统压力变化时，维持系统中被控回路的流量恒定	定流量系统或其它需要流量恒定的场合

注：1 其它种类的阀门主要功能为控制，但同时具备平衡功能的复合型阀门，详见“阀门”相关部分论述。

2 自力式流量平衡阀又可分为流量可调型和流量不可调型两类。

1 静态平衡阀

1）被选产品应具备的特性（必须具备的特性）

①流量与阀门开度之间的特性曲线为线性。

②具有开度刻度。

③有压力测量接口（用于通过测量平衡阀上的压差，推算出经过阀门的流量）。

④具有对设定状态的锁定功能（以防止误操作破坏原有预设定和在维护后准确恢复至原有设定值）。

2）主要技术指标

①耐压等级。应根据系统最大承压要求确定所选择产品必须具备的耐压等级。

②阀门流通能力（K_v 值）。阀门流通能力为静态平衡阀选型计算时的主要依据。

③最小及最大压降。静态平衡阀最小压降应≮3kPa，最大压降 0.15～0.25MPa（依管径不同），选型时应根据系统要求校核。

④泄漏率。选用泄漏率满足关闭要求的静态平衡阀，可使平衡阀兼做关断阀使用（注：由于主要功能为平衡，对产品本身的泄漏率无特殊要求）。

3）选用及安装要点

①根据静态平衡阀所在环路流量、需消耗的过余资用压差（实际资用压差与需要压差之间的差值）等水力计算结果、以及产品技术资料中的相关图表，选择阀门口径及设定值。注意：阀门上的最大压降严禁大于产品技术资料中的相关要求，以防产生噪声并气蚀阀门。（注：选型所涉及阀门型号、流量和设定值，宜标注于图纸上，作为现场调试参考值）

②设置带关断功能静态平衡阀的场合，可不再设关断阀。设置带泄水功能静态平衡阀的场合，可不再设泄水阀门。

③安装时应根据产品技术资料中的要求，预留静态平衡阀前、后的直管段。对预留直管段长度无明确要求的场合，可按阀前 5 倍、阀后 2 倍管径进行设置。对明确说明可不设直管段的产品，可不设。

④应根据阀体标识的流向安装阀门。

⑤系统安装调试完毕后，应锁定阀门设定值，并在阀门所附标签上标注阀门流量及设定值。

2 自力式压差平衡阀

自力式压差平衡阀主要作用（图 6.1.2－1）是：通过导压管将所需系统中控制压差的两点压力（ΔPr），导引至阀门内部膜结构的两侧，在外界资用压差（ΔPa）波动时，通过膜结构的动作带动阀锥动作，改变自力式压差平衡阀自身压降（ΔPv），从而维持该两点间控制压降（ΔPr）相对恒定。

自力式压差平衡阀构造如图 6.1.2－2 所示。

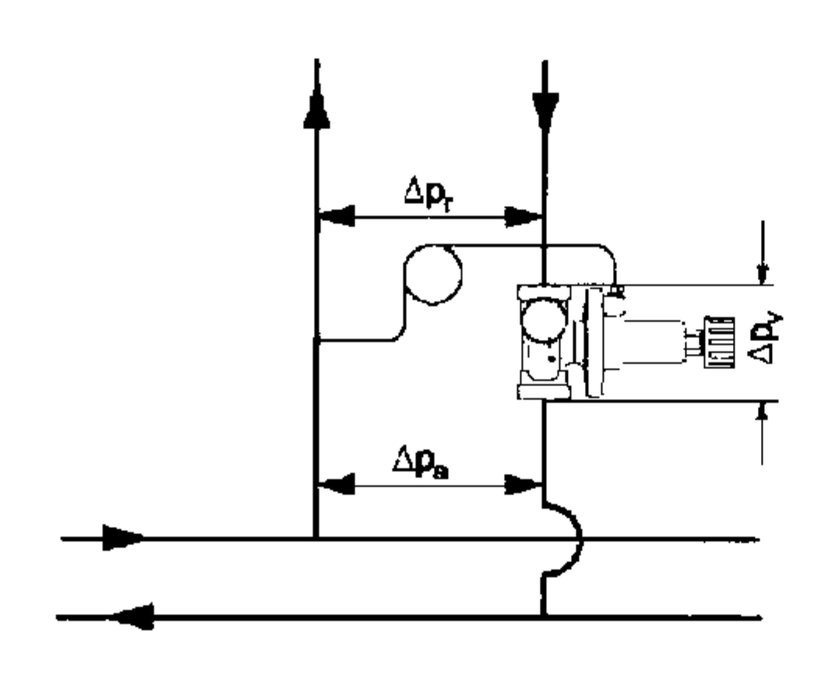


图 6.1.2－1 自力式压差平衡阀作用示意图

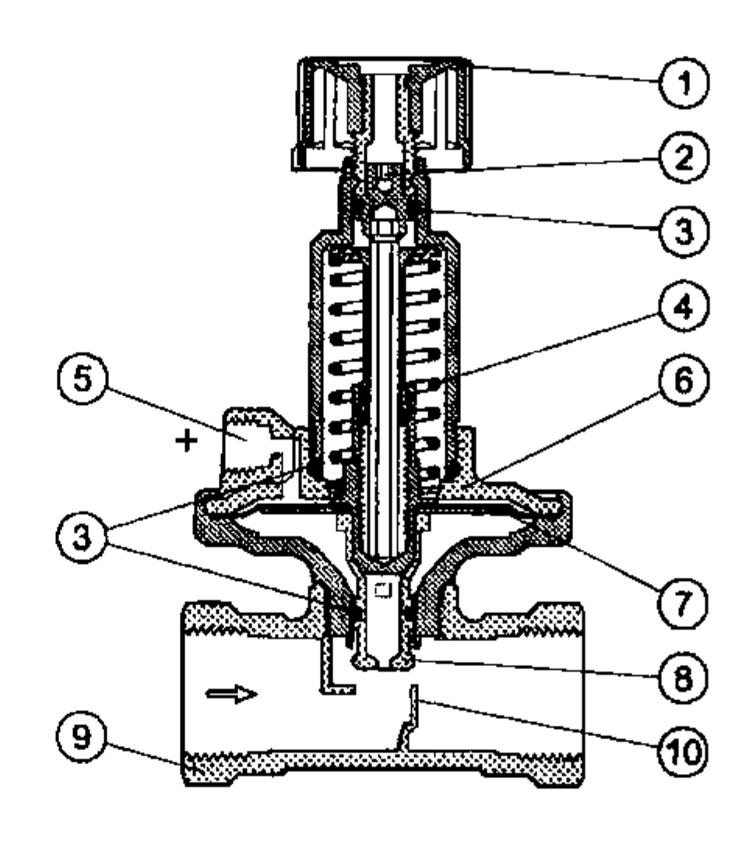


图 6.1.2－2 自力式压差平衡阀结构示意图

1－关断手柄；2－压差设定芯轴；3－O 型圈；4－调节弹簧；5－脉冲管接口；6－膜盒；7－控制膜片；8－压力释放阀锥；9－阀体；10－阀座

注：图中 5 为供水侧导压管，回水侧导压管设在阀门内部。

1） 适用范围

自力式压差平衡阀特别适用于对变流量系统中的末端压差变化施以控制，使其相对恒定的场合。（注：变流量系统当末端流量改变后，通常会引起系统内压力分布变化的连锁反应，从而造成系统流量波动等控制紊乱问题。采用自力式压差平衡阀，可使末端在流量变化后，其压差相对恒定）

2） 主要技术指标

①耐压等级。应根据系统最大承压要求确定所选择产品必须具备的耐压等级。

②阀门流通能力（K_{vs}值）。阀门流通能力为自力式压差平衡阀选型计算时的主要依据。

③控制压降。指阀门需控制的两点间压差，应根据被控对象需用压差，经计算后确定。

④最小压降。自力式压差平衡阀的结构特点决定了其需要一个最小阀上压降，方可实现阀门对受控两点间压差的控制。该最小压降不应过大，宜小于等于 10kPa，且不应与阀门所需控制压差有相关性。

⑤最大压降。阀门最大压降根据口径及产品不同，数值在 0.15～0.25MPa 之间，选型时应根据系统要求进行校核。

⑥控制的比例带。自力式压差平衡阀的比例带定义为在系统资用压差变化时，导致自力式压差平衡阀本身由全开到全关以及全关到全开的过程中，其控制压差的变化范围。该值反映了自力式阀门的控制

精度，越小越好。但不宜通过增大阀门口径获得更小的比例带。

⑦泄漏率。选用带有关闭功能且泄漏率满足关闭要求的自力式压差平衡阀，可兼做关断阀使用（注：由于主要功能为平衡，对产品本身的泄漏率无特殊要求）

3）选用及安装要点

①根据给定回路流量、回路所需资用压差、及自力式压差平衡阀自身许用压降，计算阀门 K_v 值并选定阀门控制压差范围。

②一般情况下，设置一级即可，不应多级设置（指所在回路内），并应尽可能设置在离被控对象最近的位置。

③自力式压差平衡阀在系统内的位置，应在综合考虑末端控制阀在部分负荷时能承受的最大压差，以及系统平衡需求基础上确定。例如：在带有散热器恒温阀的双管住宅采暖系统中，由于散热器恒温阀在部分负荷，阀上压降增大至 30kPa 左右时会产生噪声，因此，自力式压差平衡阀在系统中的位置，应满足其阀后控制压降不大于 30kPa。

④阀门的控制压降选择应通过计算确定。原则是以满足控制压差要求为前提，选择尽可能小的压降设定范围，以提高阀门控制精度，降低系统水泵功耗。

⑤阀门口径的选择，按设计流量及阀门压降下的 K_v 值占其全开时 K_{vs} 值的百分比为 40% ~80% 的原则确定为宜。以使其比例带尽可能地小，提高控制精度。

⑥自力式压差平衡阀的阀上压降不能超过阀门最大压降，以防止阀门出现噪声及气蚀（即使针对部分负荷）。

⑦自力式压差平衡阀与静态平衡阀配套使用（图 6.1.2－3），可实现流量限制及测量功能。（注：为实现流量限制功能而选择的静态平衡阀，其压降应包含在自力式压差平衡阀的控制压降范围内）

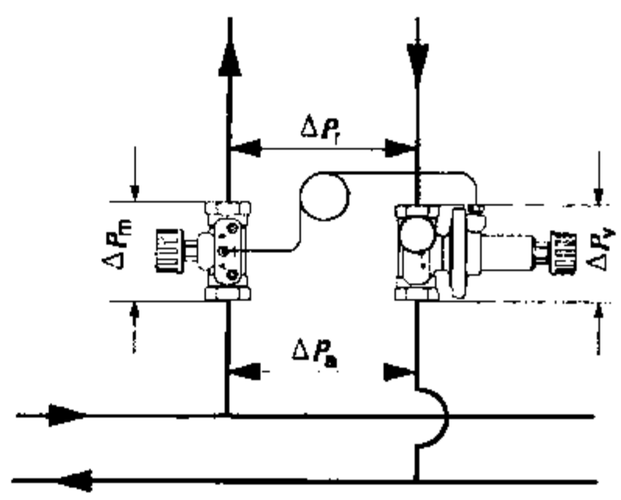


图 6.1.2－3 自力式压差平衡与静态平衡阀配套使用示意图

⑧自力式压差平衡阀根据安装位置，可分为回水安装型、供水安装型以及供回水安装可互换型三种。安装时应注意区分，避免因错装导致的水击、阀门损坏或控制失效。

⑨安装时，应注意阀门流向，以防控制失效或水击。阀门配套导压管的安装，应根据产品技术要求进行。当导压管一端直接连接至管道而非配套阀门上时，需自管道上部引出，避免杂质堵塞。对于带有两根导压管的的自力式压差平衡阀，应特别注意安装要求，以防因连接错误导致阀门控制失效。

3 自力式流量平衡阀

根据构造及工作原理，自力式流量平衡阀可分为两类（表 6.1.2－2）

表 6.1.2－2 自力式流量平衡阀分类

名称	工作原理	特点
流量可调型自力式流量平衡阀	由一个自力式压差平衡阀与一个手动平衡阀复合构成。自力式压差平衡阀恒定手动平衡阀两端压降，使通过自力式流量平衡阀的流量仅与手动平衡阀开度相关，与阀门两端压降变化无关	通过调整自力式流量平衡阀中手动平衡阀的开度，达到调整设定流量的目的
流量不可调型自力式流量平衡阀	由一个自力式压差平衡阀与一个固定开度的流通截面复合构成。自力式压差平衡阀恒定固定开度的流通截面两端压降，使其流量恒定，与阀门两端压降改变无关	流量固定，不可调

1）适用范围：定流量系统或其它需要流量恒定的场合。

2）主要技术指标

①额定流量（或流量设定范围）。额定流量指在外界压差变化时，阀门所维持的恒定流量值。该流量值为自力式流量平衡阀的主要技术指标。对于流量可调型自力式流量平衡阀，该值为一个流量设定范围，与阀门设定刻度对应。

②耐压等级。应根据系统最大承压要求确定所选择产品必须具备的耐压等级。

③阀门启动压降。指阀门达到定流量控制效果所需的最小阀上压降。阀上压降低于此值时，通过阀门流量无法按照自力式流量平衡阀特性运行。

④阀门最高压降。指阀门可满足定流量控制效果所需的最大阀上压降，阀上压降高于此值时，通过阀门流量无法按照自力式流量平衡阀特性运行。

3）选用及安装要点

①自力式流量平衡阀选型步骤：

a 根据流量选型；

b 根据系统可提供的最小资用压差确定阀门最小压降；

c 根据系统阻力构成，校核部分负荷时的阀门最大工作压差是否满足设计要求。

②对于需要流量变化的应用场合，例如对于采用两通电动调节阀的空调箱，严禁选用自力式流量平衡阀作为平衡装置，因为起流量调节功能的电动（或自力式）两通调节阀与力图保持流量恒定的自力式流量平衡阀的相互作用，将使控制系统不稳定，并导致阀门损坏。

③不应在水泵出入口采用自力式流量平衡阀，以防止水泵过流。

④自力式流量平衡阀在系统中的所在环路一级安装即可，不应串联安装。

⑤宜选用带有测量接口的自力式流量平衡阀。也可采用在阀门两端安装压力表的方式来测量阀门压降，以便进行系统优化及故障诊断。

⑥如有可能，应选用阀门启动压降较小型号的阀门。

⑦安装时，应注意阀门流向，以防控制失效或水击。

4）相关标准

《自力式流量控制阀》CJ 179－2003。

6.1.3 电动调节阀

电动调节阀泛指具有电动驱动装置，可接受控制系统信号来控制阀门开度，在水力系统中起调节作用的阀门。其作用是通过对流量进行控制，以使各末端或系统回路获得所需流量。其流量与开度之间的特性曲线，根据不同应用场合，分别为直线型或等百分比型。

根据构造及工作原理，产品可分为两类，见表 6.1.3。

表 6.1.3 电动调节阀分类

名称	主要功能	适用范围
电动调节阀	接受系统信号，控制阀门开启，使流量达到要求值	定流量或变流量系统，流量需要调节的场合
动态压差平衡型电动调节阀（也称：压力无关型电动调节阀）	接受系统信号，控制阀门开启，使流量达到要求值 其特点为：在系统压力变化时，通过内置自力式机构，吸收富裕压差，使得电动调节阀的阀锥两端压差为恒定值。调节阀阀权度始终为 1	变流量系统，流量需要调节的场合

注：1 定流量系统通常采用电动三通调节阀，变流量系统通常采用电动二通调节阀。

2 电动调节阀的控制方式可分为开关控制，三点控制和比例积分控制。

1 电动调节阀

1）主要技术指标

①耐压等级。应根据系统最大承压要求确定所选择产品必须具备的耐压等级。

②阀门流通能力（K_v 值）。为电动调节阀进行选型计算时的主要依据。

③阀门最大关闭压差。为电动调节阀进行选型计算时的重要参数。选型过程中，电动调节阀最大关闭压差应根据系统要求进行校核。

④阀权度（α）。阀门在其所控环路中的控制能力所占权重。数值越接近1代表阀门控制特性越好。（阀权度定义：全开时阀门消耗压降与全关时阀门消耗压降的比值）

⑤控制比。电动调节阀最小可控 K_v 值与最大 K_{vs} 值的比值，为调节阀可控制的最小流量。通常越小越好。

2）选用及安装要点

①根据电动调节阀所在系统最大关闭压差需求，选择驱动器。根据承压要求、设计流量及推荐阀权度（阀权度0.3～1），选择阀体。电动调节阀口径选择，宜根据系统水力计算结果确定，避免通过管道口径选择阀门。

②阀门使用过程中，最大压降严禁大于产品技术资料中相关要求，以防噪声、阀门气蚀及关闭失效。

③图纸中安装有电动调节阀处，应标注流量及阀门压降（阀门需消耗压头）。建议标出阀门及驱动器型号。

④安装应按阀体标识的流向进行。应由专业人员根据产品安装要求进行接线及供电。

⑤电动调节阀为精密型非关闭阀门，其前应加装过滤器和关闭类阀门。

2 动态压差平衡型电动调节阀

动态压差平衡型电动调节阀（图6.1.3－1）由电动调节阀部分和内置压差控制器组成。阀门为双阀锥结构，上阀锥为电动调节阀锥，下阀锥为压差控制器阀锥。压差控制器部分负责吸收系统动态富余压差，保障电动调节阀工作稳定；电动调节阀部分由驱动器负责接受控制系统信号，改变流经阀门的流量。

阀门通过内嵌导压装置（图6.1.3－2），固定上部调节阀阀锥两端压差，保障电动调节阀两端阀权度永远为1，不受系统压力波动影响。

动态压差平衡型电动调节阀有恒定流量及调节流量的功能。当此阀单独使用时，它可以保持通过流量为恒定值；当与驱动器配合使用时，可以根据控制信号对阀门进行关启，从而控制通过流量。

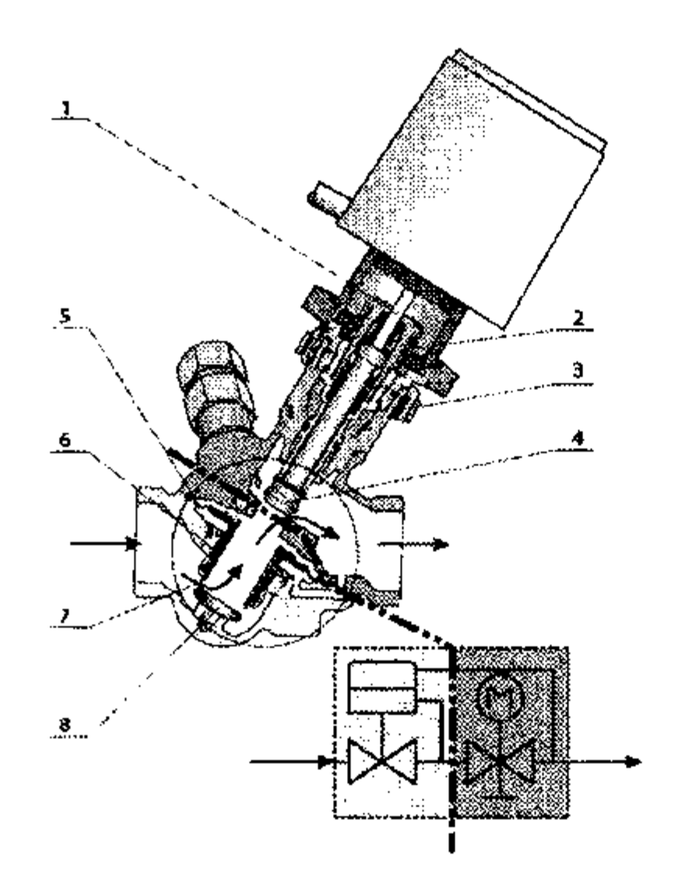


图6.1.3－1 动态压差平衡型电动调节阀结构示意图

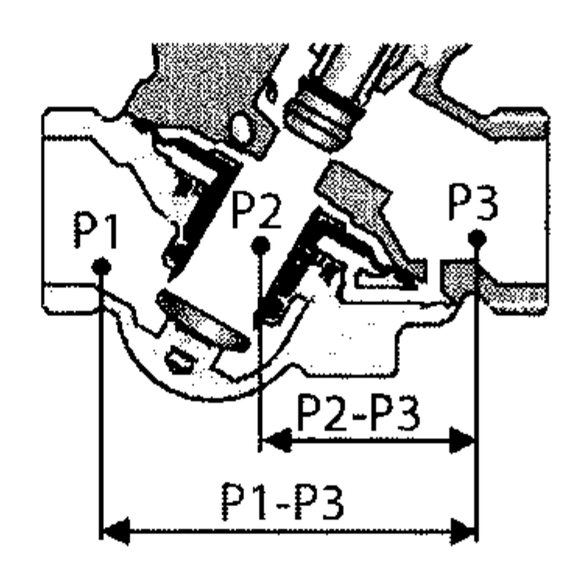


图6.1.3－2 动态压差平衡型电动调节阀作用示意图

1－填料盒；2－阀轴；3－O形圈；4－控制阀阀锥；5－膜片；
6－主弹簧；7－中空阀锥（压差控制器）；8－阀座（压差控制器）

1）主要技术指标

①耐压等级。应根据系统最大承压要求确定所选择产品必须具备的耐压等级。

②阀门流通能力（K_v 值）。阀门流通能力为动态压差平衡型电动调节阀选型计算时的主要依据。

③阀门最小启动压降。由于动态压差平衡型电动调节阀的结构特点，需要一个最小的阀上压降，才能实现阀门功能。该最小压降不应过大，宜≤30kPa。

④阀门最高压降。阀门最高压降根据口径及产品不同为0.4～0.6MPa。选型时应根据系统要求进行校核。

⑤泄漏率。选用带有关闭功能且泄漏率满足关闭要求的动态压差平衡型电动调节阀，可兼做关断阀使用

注：由于主要功能为调节，动态压差平衡型电动调节阀对关闭时泄漏率无特殊要求。

2） 选用及安装要点

①根据末端设计流量选型。

②按照阀门流量范围中的最大值选型，不必留有富裕，以提高阀门控制精度。

③驱动器的配套选择，应按末端设备的控制要求进行。

④为有效降低系统水泵功耗，应通过计算，选择尽可能小的控制压差。

⑤只需在末端设备一级安装动态压差平衡型电动调节阀即可，不宜采用多级安装。

6.1.5 减压阀

减压阀依靠开启阀孔的大小对介质进行节流而达到减压的目的，它能以自力作用将阀后的压力维持在一定范围内。蒸汽通过减压阀的流动过程，是不可逆的绝热节流过程，节流后焓值不变。

1 分类、特点（表6.1.5）

表6.1.5 减压阀分类及特点

类型	公称直径 *DN*	公称压力（MPa）	压力调节范围（MPa）		阀前、后压差范围（MPa）	特点	适用范围
			阀前压力	阀后压力			
活塞式	40～50	1.0	≤1.0	0～0.85	≥0.15	减压范围大，体型较小	工作温度≤300℃的蒸汽或空气管道
	25～200	1.6	0.2～1.2	0.1～0.3 0.2～0.8 0.7～1.0			
波纹管式	20～50	1.0	0.1～1.0	0.05～0.4	≮0.05 ≯0.6	调节范围大，阀后可调至较低压力	工作温度≤200℃的蒸汽或空气管道
薄膜式	25～100	1.2	-	-	-	减压范围较小，体型较大，工作可靠性较差	工作温度≤200℃的蒸汽或空气管道，也可用于水管路

2 选用要点

1） 减压阀的型号和规格应根据压差、流量、介质特性等因素，经计算确定。不应直接按上游或下游管的管径确定。

2） 当减压前后的压力比大于5时，应串联设置两级减压阀。

3） 活塞式减压阀减压后的压力，不应低于0.1MPa。如需要减压至更低，可再设置波纹管式减压阀。

4） 波纹管式减压阀用于蒸汽管时，波纹管应向下；用于空气管道时，波纹管应向上。

5） 减压阀两端，应分别设置压力表。阀后应设置安全阀。

6） 由于减压阀按压力比配有不同的弹簧组，设计图应加以注明。

6.1.6 安全阀

1 分类及特点

安全阀按构造可分为弹簧（单弹簧、双弹簧）式和重锤（杠杆）式。弹簧式结构简单，安装尺寸小，一般宜用于温度和压力较低（$P \leq 0.6$MPa）的系统上。

按泄压开启方式可分为微启式、全启式和速启式。采暖及空调水系统上，一般采用微启式。

2 选用要点

1）法兰连接的单弹簧或单重锤安全阀底座的内径，一般应比公称直径小一号；双弹簧或双重锤安全阀底座的内径，则应比公称直径小两号。

2）全启式安全阀的出口公称直径比进口大一号，其它各种安全阀的进出口公称直径均相同。

3）系统工作压力为 P 时，安全阀的开启压力应为 $P+30$kPa。

4）安全阀设计选用时，应注明使用压力范围。

5）排至室外的排放管的管径应大于安全阀的内径，且不得小于40mm。

6）安全阀底座面积 A 的选择计算，参照表6.1.6。

表6.1.6 安全阀底座面积 A 选择计算用表

泄压介质类型	安全阀类型	A（mm^2）
水	微启式弹簧安全阀	38G/P
	微启式重锤安全阀	35G/P
饱和蒸汽	微启式弹簧安全阀	1200G/P
	微启式重锤安全阀	1000G/P
	全启式安全阀	370G/P
	速启式安全阀	240G/P

注：1 G 为泄压介质流量（kg/h），P 为工作压力（kPa）。

2 当泄压介质为过热蒸汽时，A 值应乘以修正系数 k。$k=$（过热蒸汽比容/饱和蒸汽比容）$^{0.5}$。

3 蒸汽锅炉和热水锅炉安全阀的选用，应按照《蒸汽锅炉安全技术监察规程》和《热水锅炉安全技术监察规程》规定进行。

6.1.7 疏水器

疏水器又称疏水阀，作用是从蒸汽系统中排除凝结水、空气和其它不凝性气体，并自动阻止蒸汽通过。用于蒸汽采暖末端设备、蒸汽加热设备凝结水管及蒸汽管线沿途的疏水。

1 主要类型、适用范围（表6.1.7）

表6.1.7 疏水器主要类型及适用范围

类型	原理、特点及适用范围	种类
机械型	利用蒸汽和凝水的密度差，靠凝水的液位作用工作。阻汽排水性能好，较易排出空气。动作零件采用不锈钢制作的产品，使用寿命长，启动性能好，噪声小	钟形浮子式
		浮桶式
		浮球式
		倒吊桶式
热力型	利用相变原理，即利用蒸汽和凝水的热动力学性能工作。体积小，重量轻，结构简单，较易排出空气，还具有止回阀的作用。适合于压力较高的工艺设备。缺点是当凝水量小或前后压差过小时，会发生连续漏汽	脉冲式
		热动力式
		孔板式
恒温型	利用蒸汽和凝水的温度差，引起恒温元件的膨胀或变形工作。阻汽排水和排空气性能好，调节范围大。适合于低压蒸汽系统	可调双金属片式
		波纹管式
		液体膨胀式

2 选用要点

1）应按疏水器前、后的压差和凝结水量，选择对应规格型号。

2）疏水器的名义排水量为冷态连续排水量，设计计算排水量应大于名义排水量，根据不同使用场合和蒸汽压力，倍率一般取2~4。

3）应验算需要疏水器提供的最大背压和疏水器正常动作所需的最小压力。

4）安装做法要求参见国家建筑设计标准图集 96R407《热力设备与管道疏水装置》。

6.2 热量计量仪表

热量计量仪表分为热量表和热分配表（表 6.2.0）。

相关标准包括《热量表》CJ 128 - 2007 和《热能表检定规程》JJG 225 - 2001。

表 6.2.0 热量计量仪表分类、特点及适用范围

分类及名称				特点	适用范围
热量表	机械式热量表	单流速、多流束旋翼式热量表		1 要求被计量系统的流量必须通过仪表的流量传感器，对水质要求较高； 2 采用无磁流量传感器、多流束结构，测量精度高，稳定性好	适用于小口径管道。可用于户用热量的计量
热量表	机械式热量表	垂直或水平螺翼式热量表		1 流量传感器前、后需要直管段； 2 对水质要求较高	适用于中、小口径管道；可用于户、别墅及热力入口处用热量的计量
热量表	超声波式热量表			1 无运动部件，压损小。对水质要求低，使用寿命长； 2 测量精度高，测量范围宽，稳定性好； 3 流量传感器前、后需要直管段，安装位置应尽可能远离水泵和阀门等流动紊乱处，测量段不能积存气体	小口径适用于户用热量的计量；大口径适用于热源、换热站及热力入口处用热量的计量
热分配表	温度法热量分配表			1 采用等热舒适度等热费计量方法，避开了无法计量户间传热的问题，适合各种形式的采暖系统； 2 仅需要测温度，不需要测流量，不存在堵塞问题，对水质无要求，使用简单，维护方便； 3 可以采用有线和无线方式进行数据远传，为智能化社区创造条件，配套的管理软件功能强大，使用方便； 4 不利于节能（指用户开窗难以控制等）	适用于热用户用热量分摊，热量表显示的数据也可以直接用于收费
热分配表	散热器热分配表	蒸发式热分配表		1 安装在被测散热器上，利用散热器的散热量与液体蒸发量的关系来计量散热器散热量； 2 仪表构造简单，价格低，对水质无要求，不用电驱动； 3 测量数据不能直接用于收费（采暖季结束后，需要取回测量管，通过对其刻度的计算及所在位置的综合修正后，才可用于收费），准确性较差，对有些类型散热器不适用	适用于散热器明装及无落地窗帘的各种形式采暖系统的热用户用热量分摊
热分配表	散热器热分配表	电子式热分配表	单传感器热分配表	1 单传感器热分配表只测散热器的平均温度；双传感器热分配表，一个温度传感器测散热器平均温度，一个温度传感器测量室内空气温度（或者分别测量散热器供水温度、回水温度）；三传感器热分配表分别测量散热器供水温度、回水温度和室内空气温度； 2 安装在每组散热器或散热器支管上。电池或市电驱动。对水质无要求； 3 较蒸发式热分配表准确、方便，价格适中； 4 测量数据不能直接用于收费（需要进行刻度及所在位置综合修正后，才可用于收费）	适用于散热器明装及无落地窗帘的各种形式采暖系统的热用户用热量分摊
			双传感器热分配表		
			三传感器热分配表		

6.2.1 热量表

1 工作原理

将配对温度传感器分别安装在热交换回路的供水和回水的管上，流量传感器安装在供水或回水管上。流量传感器发出流量信号，配对的温度传感器给出供回水温度信号，计算器采集流量、温度信号和

水流经的时间，经过计算显示出该系统所释放或吸收的热量值（注：热量计量表由流量传感器、计算器和配对温度传感器组成。按结构类型一般可分为整体式和组合式两种）。

2 产品主要技术指标

1）强度和密封性

热量表应能承受规定温度及压力下的水压强度试验和密封性试验，试验结果不得损坏和渗漏。

2）准确度

热量表计量准确度分为三级，采用相对误差表示，按式6.2.1-1计算。其中，整体式热量表的计量准确度应按式6.2.1-2~式6.2.1-4计算；组合式热量表的计量准确度Ec应按计算器准确度（式6.2.1-5）、配对温度传感器准确度E_t（式6.2.1-6）、流量传感器准确度E_q（式6.2.1-7~式6.2.1-9）三项误差绝对值的算数和确定。

$$E=\frac{V_d-V_c}{V_c}\times 100\% \tag{6.2.1-1}$$

式中 E ——相对误差限（%）；

V_d ——测量值（显示值）；

V_c ——常规真实值。

整体式热量表准确度1级表 $$E=\pm\left(2+4\frac{\Delta t_{min}}{\Delta t}+0.01\frac{q_p}{q}\right) \tag{6.2.1-2}$$

整体式热量表准确度2级表 $$E=\pm\left(3+4\frac{\Delta t_{min}}{\Delta t}+0.02\frac{q_p}{q}\right) \tag{6.2.1-3}$$

整体式热量表准确度3级表 $$E=\pm\left(4+4\frac{\Delta t_{min}}{\Delta t}+0.05\frac{q_p}{q}\right) \tag{6.2.1-4}$$

组合式热量表计量准确度 $$E_c=\pm\left(0.5+\frac{\Delta t_{min}}{\Delta t}\right) \tag{6.2.1-5}$$

组合式热量表配对温度传感器准确度 $$E_t=\pm\left(0.5+3\frac{\Delta t_{min}}{\Delta t}\right) \tag{6.2.1-6}$$

组合式热量表流量传感器准确度1级表 $$E_q=\pm\left(1+0.01\frac{q_p}{q}\right)\ 且\leqslant 3.5\% \tag{6.2.1-7}$$

组合式热量表流量传感器准确度2级表 $$E_q=\pm\left(2+0.02\frac{q_p}{q}\right)\ 且\leqslant 5\% \tag{6.2.1-8}$$

组合式热量表流量传感器准确度3级表 $$E_q=\pm\left(3+0.05\frac{q_p}{q}\right)\ 且\leqslant 5\% \tag{6.2.1-9}$$

公式6.2.1-2~公式6.2.1-9中 Δt_{min}——最小温差（℃）；

Δt ——使用范围内的温差（℃）；

q_p ——公称流量（m^3/h）；

q ——使用范围内的流量（m^3/h）。

3）允许压力损失

热量表在公称流量下运行时，允许压力损失不应超过25kPa。

3 设计选用要点

1）一般规定

①户用及建筑物热力入口的热量表，计量准确度应强于或等于三级。安装在换热站及热源处的热量表，计量准确度应为二级。

②户用热量表宜采用机械式或超声波式热量表；热力入口、换热站及热源处宜采用超声波式热量表。

2）选用要点

①流量

热量表的公称流量应与供热系统设计流量接近，并大于设计流量；系统的最小流量应大于流量传感器的最小流量。若选用的热量表口径小于管径时，应采用缩径措施，缩径最多不宜超过两档。

②压力损失

在给定设计流量下，户用热量表的压力损失不宜 > 10kPa，安装在其它位置热量表的压力损失不宜 > 15kPa。

4 施工安装要点

1）管道施工阶段及冲洗过程中，应使用与热量表等长的短管暂时代替热量表，待管道冲洗合格后，再安装热量表。对于流量传感器可拆卸的热量表，可在管道冲洗前，先安装流量传感器基座和溢流盖，待管道冲洗合格后，再安装热量表其它部件。

2）流量传感器的安装

①流量传感器分供水或回水安装类型，根据所订类型进行安装。表体上的箭头必须与水流方向一致。

②流量传感器的安装位置应避免受涡流、气泡等影响，不应直接安装在阀门后、紧接在水泵的出口端或紧接在空间弯头处。

③流量传感器前、后直管段的长度必须满足所选用热量表的产品说明书的规定，直管段上不应有任何的阀门，取压、取温点，变径等。

3）温度传感器的安装

①安装过程中，不应将厂家配套提供的配对温度传感器拆散混用，更不得将厂家预装的传感器电缆劈开、缩短或延长使用。

②温度传感器应分别安装在供、回水管道上，宜采用专用 T 型接头、测温球阀或测温套管方式（热量表厂家一般提供配件）。

4）计算器的安装

①计算器的安装位置应便于安装、维护及读数。

②对于供热管路内水温高于 90℃ 的使用环境，宜采用组合式热量表，将积分仪安装在远离高温环境处。

5）如果热量表采用外接电源或连网通讯，必须严格按照说明书的要求进行外部接线。应使用屏蔽电缆线、接地等保护措施，对雷击多发区应注意热量表外的防雷击措施。

6）安装热量表流量传感器的管道，应按照系统管道的保温设计要求进行保温处理。

7）热量表的流量传感器前应安装过滤器。针对建筑物热力入口供水管，应安装滤网孔径为 3mm 左右的过滤器；针对户用应安装滤网孔径为 0.65 ~ 0.75mm 左右的过滤器。

8）热量表流量传感器两侧管道上应安装阀门，户用热量表的阀门宜采用球阀。

9）应根据管道布置要求，选用适于垂直或水平安装的热量表。

6.2.2 热量分配表

1 工作原理

1）温度法热量分配表

温度法热量分配表用于热用户用热量的分摊。对于一个确定的建筑物来说，其体积供暖热指标 q_v [W/(m³ · ℃)]是常数，对于所处室外条件 t_w 相同的情况，建筑物耗热量 Q（W）与室内温度 t_n（℃）有关。通过式 6.2.2 - 1 计量房间的室内温度，就可以计量建筑物的热量。

$$Q = q_v V \int (t_n - t_w) d\tau \qquad (6.2.2-1)$$

式中 τ——时间（s）。

温度法热量分配表工作原理如图 6.2.2 - 1 所示。每户采集器（1）将温度传感器（4）采集的室内

温度信号经通讯线路（5）送到热量采集显示器（2）。热量采集显示器将这些用户室温送至热量计算分配器（3）中。热量计算分配器接收自采集器、热量表（6）送来的信号后，按照规定的程序将热量进行分摊计算，分摊后的热量送至热量采集显示器和上一级（社区）通讯系统中，热量采集显示器接收来自热量计算分配器的信号，并将每户分摊的热量（当量热量）进行显示。

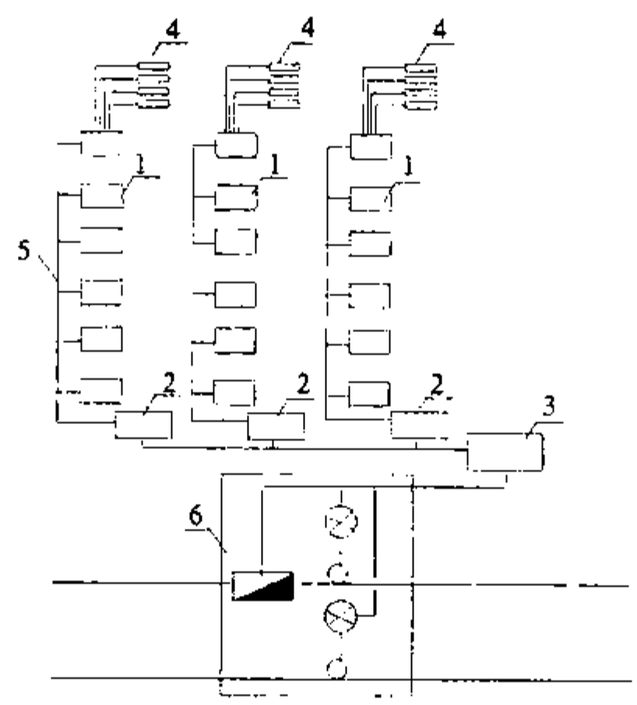


图 6.2.2－1　温度法热量表工作原理

1－采集器；2－热量采集显示器；3－热量计算分配器；4－温度传感器；5－通讯线路；6－热量表

2） 散热器热分配表

散热器热分配表通过测量所在散热器的散热当量值，对热用户进行供热量的分摊，得到房间的供热量，又称“热分摊表”。散热器热分配表有两种，一种是利用散热器的散热量与液体蒸发量的关系来计量散热器散热量的仪表，称为蒸发式热分配表；另一种是通过测量散热器平均温度 Tp 与室内温度 Tn，利用公式 6.2.2－2 来计量散热器散热量的仪表，称为电子式热分配表。

$$Q = KF\int(t_p - t_n)d\tau/(\beta_1\beta_2\beta_3\beta_4) \qquad (6.2.2-2)$$

式中　K——散热器传热系数［W/（m^2·℃）］；

F——散热器的散热面积（m^2）；

τ——测量时间（s）；

β_1、β_2、β_3、β_4——与散热器使用条件有关的修正系数。

2　选用要点

1） 温度法热量分配表

①温度法热量分配表的温度传感器一般设在每户主要房间的门上约 300mm 左右的位置，1 个采集器最多可连接 7 个温度传感器。新建建筑可将传感器面板设在暗设的 86 型盒内，既有建筑可设在明装的 86 型盒内。

②每户设置一个采集器，每户的主要房间设置一个温度传感器。每个单元设置一个热量采集显示器，每栋建筑设置一个热量计算分配器，一个热量计算分配器可连接 8 个热量采集显示器，一个热量采集显示器可以连接 24 个采集器，共计 112 户。采集器、热量计算分配器及热量采集显示器均设在仪表箱内，仪表箱安装在楼梯间内适当的位置即可。

③热量计算分配器的安装位置宜靠近建筑物的总热量表（楼栋热量表），以便于通讯线的设置。为降低总热量表的投资，多层建筑一般情况下一栋建筑设置一个热力入口，总热量表设置在入口处。高层建筑可根据采暖系统特点和用户数量，设置多个分配器和多个总热量表。

2） 散热器热分配表

①散热器热分配表刻度确定的方式有两种。一种根据各散热器设计类型、规格、散热能力、位置和传热热阻系数值确定，此时进行热量分配计算时，不需要再进行散热器修正。另一种则是安装一种统一刻度，进行热量分配计算时，需要进行散热器散热能力修正、传热热阻修正和房间设计温度修正（对

于双传感器热分配表不予考虑），该修正需要由计算机完成。

②作为传感器的导热板，采用夹具或焊接螺栓的方式安装在散热器 1/2 长度、2/3 高度处，应紧贴散热器表面，以减小接触热阻。

6.3 管　　材

6.3.1 塑料管

1 分类（表 6.3.1－1）

2 使用条件分级（表 6.3.1－2）

3 许用设计应力 σ_D（表 6.3.1－3）

4 常用尺寸系列（表 6.3.1－4）

表 6.3.1－1 塑料管分类

名称	代号	结构	连接方式
交联铝塑复合管	XPAP	管材的内层和外层为密度≥0.94g/cm³ 的聚乙烯或乙烯共聚物，中间层为增强铝管，层间用热熔胶紧密粘合为一体。用作输送热水时，内外层应为交联聚乙烯	机械连接
铝塑复合管	（代号参见注释）	管材中间层为焊接铝合金（或铝）管，内外层为共挤聚乙烯塑料，各层间通过热熔粘合剂形成胶粘层	机械连接
聚丁烯管	PB	为热塑性管材。由聚丁烯－1 树脂添加适量助剂，经挤出成型	热熔连接
交联聚乙烯管	PE－X	以密度≥0.94g/cm³ 的聚乙烯或乙烯共聚物，添加适量助剂，通过化学或物理方法、使其线型大分子交联成三维网状大分子结构，由此种材料制成管材	机械连接
无规共聚聚丙烯管	PP－R	为热塑性管材。以丙烯和适量乙烯的无规共聚物，添加适量助剂，经挤出成型	热熔连接
非交联耐热聚乙烯管	PE－RT	主体原料为乙烯－辛烯共聚物。通过辛烯共聚单体，在聚合反应中对聚乙烯分子链上支链的数目和分布进行适度控制，使其具有耐热特性	热熔连接

注：搭接焊式的大致有：代号为 PAP 的铝塑复合管（结构：内外层为聚乙烯或无规共聚聚丙烯塑料，中间层为铝管），代号为 XPAP 的交联铝塑复合管（结构：内外层为交联聚乙烯塑料，中间层为铝合金管）；对接焊式的有：代号为 PAP1 的一型铝塑管（结构：外层为聚乙烯、内层为交联聚乙烯塑料，嵌入的中间层为铝合金管。适合较高工作温度和流体压力条件下使用），代号为 XPAP2 的二型铝塑管（结构：内外层均为交联聚乙烯塑料，嵌入的中间层为铝合金管。适合较高工作温度和流体压力条件下使用，较一型管具有更好抗外部恶劣环境性能），代号为 PAP3 的三型铝塑管（结构：内外层均为聚乙烯塑料，嵌入的中间层为铝管。适合较低工作温度和流体压力下使用），代号为 PAP4 的四型铝塑管（结构：内外层为聚乙烯塑料，嵌入的中间层为铝合金管。适合较低工作温度和流体压力下使用。可用于输送燃气等气体），代号为 RPAP5 的五型铝塑管（结构：内外层为耐热聚乙烯塑料，中间层为铝合金管。适合较高工作温度和流体压力）。

表 6.3.1－2 塑料管使用条件分级

使用条件		正常工作温度		最大工作温度		异常温度		典型应用范围举例
		（℃）	时间（Y）	（℃）	时间（Y）	（℃）	时间（h）	
应力安全系数		1.5		1.3		1.0		
等级	1	60	49	80	1	95	100	供60℃热水
	2	70	49	80	1	95	100	供70℃热水
	3	30	20	50	4.5	65	100	低温地板辐射供暖
		40	25					
	4	40	20	70	2.5	100	100	低温地板辐射供暖和低温散热器采暖
		60	25					
		20	2.5					
	5	60	25	90	1	100	100	85/60℃热媒散热器供暖
		80	10					
		20	14					

注：1～5级是根据国际标准ISO/10508：1995推荐的方法，按欧洲奥、德、法地区典型使用条件的分级。其中3级一般已不被采用。

表 6.3.1－3 塑料管许用设计应力 σ_D（MPa）

使用条件分级	1	2	4	5	20℃/50年
PB管	5.73	5.04	5.46	4.31	10.92
PE－X管	3.85	3.54	4.00	3.24	7.60
PP－R管	3.09	2.13	3.30	1.90	6.93
PE－RT管	3.06	2.15	3.34	2.02	7.36

注：上表系按ISO13760推荐的Miner's准则计算出的确保50年使用寿命的管材许用设计应力。其中20℃/50年的许用设计应力，安全系数取1.5，只适合输送冷介质时采用。

表 6.3.1－4 常用尺寸系列

公称外径 D_e（mm）	公称壁厚 e_n（mm）					
	S8	S6.3	S5	S4	S3.2	S2.5
16	1.3	1.3	1.5	1.8	2.2	2.7
20	1.3	1.5	1.9	2.3	2.8	3.4
25	1.5	1.9	2.3	2.8	3.5	4.2
32	1.9	2.4	2.9	3.6	4.4	5.4

5 材质和壁厚选择方法举例

1）确定管材的使用条件等级。根据工程使用条件、运行水温及其作用时间，确定管材使用条件等级。

举例：北京地区热媒设计参数85/60℃的散热器采暖工程，可按国际标准ISO/10508：1995的5级，即在共50年的总使用周期中，运行温度20℃共历时14年，60℃共历时25年，80℃共历时10年，90℃共历时1年，100℃的意外运行条件不超过共100h（参见“表6.3.1－2塑料管使用条件分级”）。

2）选择管材材质并得到许用设计应力。根据使用条件分级，确定管材许用设计应力 σ_D。举例：选用PP－R管，使用条件5级，$\sigma_D = 1.90$MPa。

3）选择管材系列。应根据环应力 σ 不大于许用设计应力 σ_D、以及所选管材系列的 S 值应不大于计算得到的 $S_{CALC.MAX}$值的原则，选择、确定管材系列。$S_{CALC.MAX}$值按下式计算：

$$S_{CALC.MAX}=\frac{\sigma_D}{P_D} \tag{6.3.1}$$

式中 σ_D——许用设计应力（MPa）；

P_D——系统工作压力（MPa）。

举例：设系统工作压力 $P_D=0.8$MPa，$S_{CALC.MAX}=\sigma_D/P_D=1.9/0.8=2.375$，根据如上所述选择管材系列原则，应选择 S2 系列的 PP－R 管，因为 $2<2.375$。

4）在所选管材系列中，按管材公称外径确定所需最小壁厚。举例：在 S2 系列内，De16 壁厚为 3.3mm，De20 壁厚为 4.1mm。

5）按壁厚检验所选择管材是否合理。例如：De20 的壁厚已达 4.1mm，一般无此产品，只能改用其它材质。

6）改用其它材质应验算。例如：改选用 PB 管，使用条件 5 级，$\sigma_D=4.31$MPa，$S_{CALC.MAX}=\sigma_D/P_D=4.31/0.8=5.388$，根据管材系列选择原则，选择 S5 系列。在 S5 系列中，De16 壁厚为 1.5mm，De20 壁厚为 1.9mm。

7）考虑管材生产和施工过程中可能产生的缺陷，管材壁厚不应小于 1.8mm；需进行热熔焊接的管材，其壁厚不得小于 1.9mm。

6 设计选用要点

1）埋设在地面垫层内的塑料类管材，不允许有接头，应严格执行有关规程的规定。

2）应注意塑料类管材有线膨胀系数较大的特性。

3）除铝塑复合管外，其它塑料类管材均有透氧性，当采用钢板制作的散热器时，宜选用有阻氧层的管材。

4）无规共聚聚丙烯管的低温脆化温度为－10℃，其它塑料类管材为－70℃。

5）除铝塑复合管以外的其它塑料类管材，应按外径乘壁厚（或 S 系列）标记管径。

6）当选用上述四种以外的其它新型塑料类管材时，同样也应根据该种管材在不同使用条件分级时的许用设计应力，确定其壁厚。

7）铝塑复合管是由塑料和铝材两种杨氏模量相差很大的材料组成的多层管，在承受内压时，厚度方向的管环应力分布是不等值的，无法考虑各种使用温度的累积作用。而且，每一种管径只有一个壁厚，因此不能用 S 值来选用管材或确定管材的壁厚。应根据生产厂提供的“长期工作温度”和“允许工作压力”，直接选择不同类别的铝塑管以及不同管径的单一壁厚。

7 室内燃气设备

7.1 室内燃气管道

7.1.1 分类（表7.1.1）

7.1.2 主要参数（表7.1.2-1～表7.1.2-4）

表7.1.1 燃气管材分类

类别	使用场所	适用压力	连接方式	特点
无缝钢管	地下室、半地下室、管井、引入管及室内明装或暗设	中压、低压	焊接或法兰连接	承压较好
镀锌钢管	室内明装	低压	螺纹连接	施工方便
不锈钢波纹管	支管室内明装或暗设、暗埋	低压	专用管接头卡套连接	整体管段，接口少
铜管	支管室内明装或暗设、暗埋	低压	承插式硬钎焊连接	管长按需要切割，接口少

注：暗设是指隐蔽在柜橱、吊顶、管沟等部位的燃气管道。暗埋是指埋入墙壁或地板内的燃气管道。

表7.1.2-1 无缝钢管主要参数

公称直径（mm）	*DN*50	*DN*65	*DN*80	*DN*100	*DN*150	*DN*200
外径（mm）	60	76	89	114	168	219
推荐壁厚（mm）	3.5	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0
材质	10、20、Q295、Q345，常用20					

表7.1.2-2 镀锌钢管主要参数

公称直径（mm）	*DN*15	*DN*20	*DN*25	*DN*40	*DN*50
外径（mm）	21.3	26.9	33.7	48.3	60.3
普通管壁厚（mm）	2.8	2.8	3.2	3.5	3.8
加厚管壁厚（mm）	3.5	3.5	3.5	4.5	4.5
材质	Q235B				

表7.1.2-3 铜管主要参数

公称直径（mm）	8	10	15	20	25	32	40	50
壁厚（mm）	0.8	0.8	1.0	1.2	1.2	1.5	1.5	2.0
材质	TP2							

表 7.1.2－4 不锈钢波纹管主要参数

规格	接燃气表用软管	接燃气灶用软管	可埋式软管（带防护套）
管径×管长（mm）	20×200 32×350 40×400 50×450 50×700	10×500 10×800 10×1000 10×1200	15×20000 15×30000 20×20000 20×30000 25×20000 25×30000
材质	SUS304		

7.1.3 选用要点

1 根据室内燃气管道最高压力、敷设方式和要求，选择适合的管材及连接方式。室内燃气管道宜选用钢管，也可选用铜管、不锈钢管。

2 钢管类型的选择依使用场合确定。低压燃气管道，应选用热镀锌（热浸镀锌）钢管；中压燃气管道，宜选用无缝钢管或热镀锌钢管；暗设管道宜选用无缝钢管。钢管的壁厚选用：对于镀锌钢管，低压宜采用普通管，中压应采用加厚管。对于无缝钢管，壁厚不得小于 3mm；用于引入管时，壁厚不得小于 3.5mm。在避雷保护范围以外的屋面上和高层建筑沿外墙架设的钢管，壁厚不得小于 4mm。

3 铜管类型的选择依使用场合及燃气中硫化物含量确定。埋入建筑物地板和墙中的铜管，应采用覆塑或包有绝缘保护材料的铜管。燃气中硫化氢含量大于 $7mg/m^3$ 的中低压燃气应用场合，铜管应选用带耐腐蚀内衬的产品。铜管的壁厚可选用《无缝铜水管和铜气管》GB/T 18033 中规定的 A 型管或 B 型管。铜管应采用硬钎焊连接。不得采用对焊、螺纹或软钎焊连接。

4 不锈钢管暗埋敷设时，必须选择具有外包覆层的产品。

5 薄壁不锈钢管的壁厚不得小于 0.6mm，不锈钢波纹管的壁厚不得小于 0.2mm。

7.1.4 施工安装要点

1 露天敷设的钢管，其防腐层应为耐候型防腐材料。

2 钢管的连接方式：对于公称直径≤DN50 的室内（地下室、半地下室等部位除外）低压燃气管道，可采用螺纹连接。其他管道应采用焊接或法兰连接。钢管螺纹连接时，应采用锥/锥螺纹连接，钢或铜合金螺纹管件。密封填料宜采用聚四氟乙烯生料带、尼龙密封绳等。

3 铜管应采用硬钎焊连接，并宜采用不低于 1.8% 的银（铜－磷基）焊料（低银铜磷钎料）。不得采用对焊、螺纹或软钎焊连接。

4 薄壁不锈钢管应优先采用承插氩弧焊式管件连接，可采用卡套式管件机械连接。不锈钢波纹管应采用卡套式专用管件机械连接。

5 燃气引入管不得敷设在卧室、卫生间、易燃易爆品仓库、有腐蚀介质的房间、发电间、配电间、变电室、不使用燃气的空调机房、通风机房、计算机房、电缆沟、暖气沟、烟道和进风道、垃圾道等地方。

6 敷设在地下室、半地下室、设备层和地上密闭房间以及竖井、住宅汽车库的燃气管道和管件，应按提高一个压力等级选用，焊口应进行 100% 射线照相检验。

7 燃气水平干管和立管不得穿过易燃易爆品仓库、配电间、变电室、电缆沟、烟道、进风道和电梯井等。

8 燃气立管不得敷设在卧室和卫生间内。立管穿过吊顶时应设套管。

9 燃气支管暗埋部分不宜有接头。暗埋管道必须在气密性试验合格后覆盖。

7.1.5 相关标准

《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163－2008。

《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 -2008。
《55°密封螺纹第 2 部分：圆锥内螺纹与圆锥外螺纹》GB/T 7306.2 -2000。
《无缝铜水管和铜气管》GB/T 18033 -2007。
《铜管接头》GB/T 11618.1 -2008。
《燃气用不锈钢波纹软管》CJ/T 197 -2006。
《流体输送用不锈钢焊接钢管》GB/T 12771 -2008。
《城镇燃气设计规范》GB 50028 -2006。

7.2 燃气阀门

7.2.1 分类（表 7.2.1）

7.2.2 主要参数（表 7.2.2）

表 7.2.1 燃气阀门分类

分类		使用场所	特点
球阀		室内燃气管道	全通径，防火、防静电，有限位器和防阀杆冲出装置
旋塞阀	紧接式旋塞阀	居民用户灶具前的管道	全通径
	单头旋塞阀	与单根燃具胶管相接	
	双头旋塞阀	与两根燃具胶管相接	

7.2.2 燃气阀门主要参数

类别	常用规格	适用压力
球阀	*DN*15、*DN*25、*DN*40、*DN*50、*DN*100	低压、中压
紧接式旋塞阀	*DN*15、*DN*20	低压
单头旋塞阀	*DN*10	
双头旋塞阀	*DN*10	

7.2.3 选用及施工安装要点

1 燃气系统中的总管及分支管以及燃气用具前，一般选用球阀。

2 居民用户的灶具前可选用旋塞阀。

3 敷设在地下室、半地下室、设备层和地上密闭房间以及竖井、住宅汽车库的燃气管道阀门，应按提高一个压力等级选用。

4 阀门宜有开关指示标识。

5 阀门安装前应逐个进行外观检查，设在引入管上的阀门宜进行严密性试验。

6 阀门应在关闭状态下安装。

7.2.4 相关标准

《家用手动燃气阀门标准》CJ/T 180 -2003。
《燃气阀门的试验与检验》CJ/T 3055 -1995。

7.3 燃气计量仪表

7.3.1 分类（表 7.3.1）

7.3.2 主要技术性能参数（表 7.3.2）

表 7.3.1 燃气计量仪表分类

分类		适用范围	特点
容积式	皮膜表	住宅、小型餐馆	计量低压燃气
	腰轮表（罗茨表）	用气量较大的餐馆	表前需配过滤装置
速度式	涡轮表	锅炉房、用气量较大的用户	表前需配过滤装置
	旋进旋涡表	锅炉房、用气量较大的用户	表前需配过滤装置

表 7.3.2 燃气计量仪表主要技术性能参数

项目	容积式		速度式	
	膜式表	腰轮表	涡轮表	旋进旋涡表
流量范围（m^3/h）	0.016～165	0.6～400	2.5～6500	1.5～3600
公称压力（MPa）	0.005	1.6	1.6	1.6
计量精度（%）	A 级 B 级	1.0 级 1.5 级	1.0 级 1.5 级	1.0 级 1.5 级
前后直管段	不需要	不需要	按说明书配置	按说明书配置
压力损失（Pa）	60～300	110～350	900～1550	3000

7.3.3 选用要点

1 燃气计量仪表应根据用户的燃气计算流量、工作压力、允许的压力降等条件选择。

2 燃气最大流量和最小流量应在燃气表量程范围之内。

3 燃气表的工作压力在中压范围内时，应有温度、压力补偿装置。

4 表前过滤器的过滤精度应满足燃气表对气体杂质的过滤要求。

7.3.4 施工安装要点

1 燃气计量表应有法定计量检定机构出具的检定合格证，出厂合格证，质量保证书，标牌上应有 CMC 标志、生产日期、编号和制造单位。

2 燃气表与管道的连接应严密，不可强力组装。

3 膜式表

表体安装应平、正，支架的安装应端正牢固，无倾斜。

4 腰轮表

1）安装应平、直。

2）润滑油应在腰轮表安装后和运行前添加至油位视镜中心刻度处。

5 涡轮表

1）应水平安装，表头朝上，燃气气流方向应与表上的箭头方向一致。

2）涡轮表及其前后的直管段的轴线应水平同轴。

6 旋进旋涡流量计

1）应水平安装，表头朝上，燃气气流方向应与表上的箭头方向一致。

2）流量计及其前后的直管段应水平同轴。

7 住宅内高位安装燃气表时，表底距地面不宜小于 1.4m；当燃气表安装在燃气灶具上方时，燃气表与灶具的水平距离不得小于 30cm；低位安装燃气表时，表底距地面不得小于 10cm。

8 燃气表需要配置过滤器和有前后直管段长度要求时，周围应有足够的空间，满足运行、检修的需要。

7.3.5 相关标准

《膜式燃气表》GB/T 6968－1997。

《气体腰轮流量计》JB/T 7385－1994。

《容积式流量计通用技术条件》JB/T 9242－1999。

《电磁流量计检定规程》JJG 1033－2007。

《膜式燃气表检定规程》JJG 577－2005。

7.4 燃气安全装置

燃气安全监控装置包括燃气浓度检测报警器、燃气紧急自动切断阀、控制器，且应具有连锁功能，实现对燃气系统的在线检测、报警、切断。

7.4.1 分类（表7.4.1）

7.4.2 主要技术性能参数（表7.4.2－1～表7.4.2－3）

表7.4.1 燃气安全装置分类

类别		设置场所	特点
燃气紧急自动切断阀	常开型	居民及商业用户	断电情况下仍可供气
	常闭型	锅炉房	断电时停气
燃气浓度检测报警器		地下室、半地下室及地上密闭用气房间、燃气计量间、燃气管道竖井及有燃气管道的管道层	报警器探头包括催化燃烧型和半导体型
控制器		控制室或单独房间	控制器与报警器探头、排风机和紧急自动切断阀连锁

表7.4.2－1 燃气紧急自动切断阀主要技术性能参数

	常开型	常闭型
公称直径	*DN*15～*DN*40	*DN*50～*DN*300
电动装置	AC220V、DC24V	AC220V、AC380V、DC24V
关闭速度（s）	<8	3.75
防爆性能	–	符合防爆要求

表7.4.2－2 燃气浓度检测报警器主要技术性能参数

检测介质	天然气、液化石油气等
工作环境温度（℃）	0～55
检测方式	催化燃烧或半导体式
报警浓度	可燃气体爆炸下限的10%～25%
功率（W）	<5
响应时间（s）	<30
初期稳定时间（min）	4
输出信号形式	DC12V脉冲信号
外部输出延迟（s）	35＋15
电源	AC220V/50Hz

表 7.4.2－3 控制器主要技术性能参数

工作环境温度（℃）	－10～55
工作环境湿度	≤85% RH，不结露
显示精度	数码管：±1 个字，光柱：1% F. S.
报警指示	二级声光报警
输出信号	4～20mA 标准信号输出

7.4.3 选用要点

1 燃气紧急自动切断阀

1）常开型紧急自动切断阀适用于有可能停电的居民或商业用户；常闭型紧急自动切断阀适用于有备用电源的锅炉房用户。

2）设置在锅炉房计量间以及地下室、半地下室、密闭房间的紧急自动切断阀应选用防爆型；设置在通风良好的地上居民用户厨房及餐馆操作间的紧急自动切断阀可以选用非防爆型。

3）紧急自动切断阀应具有自动关闭手动复位功能。

2 燃气浓度检测报警器

1）报警器应敏感，在使用期限内不易老化、失效。

2）设置报警器的房间应至少安装二个报警器探头。

3）用气设备在地下室、半地下室或地上密闭房间时，用气房间应设燃气浓度检测报警器，并由管理室集中监控。

7.4.4 施工安装要点

1 报警器探头应设在避开高温、高湿或大量油烟的地方。

2 燃气紧急自动切断阀安装时燃气气流方向应与阀体上标示的气流方向一致，水平安装，如需垂直安装时应先确认切断阀说明书中的要求。

3 报警系统的安装应符合设计文件的要求。

7.4.5 相关标准

《家用燃气泄漏报警器》CJ 3057－1996 。

《可燃气体控制报警器技术要求和试验方法》GB 16808－1997。

《家用可燃气体报警器技术要求和试验方法》CA 127－1996。

《燃气阀门的试验与检验》CJ/T 3055－1995。

《城镇燃气设计规范》GB 50028－2006。

第三部分

电气

1 高压配电装置及高压电器

1.1 高压开关柜

1.1.1 产品概述

高压开关柜由高压断路器、负荷开关、接触器、高压熔断器、隔离开关、接地开关、互感器和站用变压器，以及控制、测量、保护、调节装置，内部连接件、辅件、外壳和支持件等组成的成套配电装置，其内的空间以及空气或复合绝缘材料作为绝缘和灭弧介质，用作接受和分配电网的电能。或用作对高压用电设备的保护和控制。

1.1.2 产品分类与基本特点

1 高压开关柜按结构分类（表 1.1.2－1）

表 1.1.2－1 高压开关柜按结构分类

开关柜类别	半封闭式高压开关柜		金属封闭式高压开关柜					
			金属铠装式高压开关柜		间隔式高压开关柜	箱式高压开关柜		—
结构型式	固定式高压开关柜（户内型）		金属铠装式移开式高压开关柜（户内型）	金属铠装式固定式高压开关柜（户内型）	间隔移开式高压开关柜（户内型）	箱式固定式高压开关柜（户内型）	箱式环网式高压开关柜（户内型）	高压电缆分接箱
型号	—		KYN	KGN	JYN	XGN	HXGN	—
断路器安装位置	落地式	中置式	落地式	中置式	—	—	—	—
特点	2.5m 高的带电组件允许暴露在柜体外，且无隔室，安全性较差。结构简单，制造方便，价格便宜，且能明确看到引进线隔离开关的分合状态，目前已较少使用		隔室采用金属隔板，可将故障电弧限制在产生的隔室内，电弧触及金属隔板即被引入地内，安全性好，价格较贵，断路器更换方便，目前中置式使用较多		隔室采用金属隔板，可将故障电弧限制在产生的隔室内，电弧触及金属隔板即被引入地内，安全性好，价格较贵，断路器更换方便，目前中置式使用较多。断路器更换不方便，多用于高海拔地区加强绝缘产品	室内采用绝缘隔板，电弧有可能烧穿绝缘隔板进入其它隔室使事故扩大，安全性不如金属铠装式，断路器更换方便	隔室数量少，隔板的防护等级低，或无隔板，安全性稍差，断路器更换不方便	隔室数量少，隔板的防护等级低，或无隔板，安全性稍差，断路器更换不方便，单台变压器容量 1250kVA 及以下采用负荷开关加熔断器保护，应考虑转移电流问题，价格便宜	按分支数分为三分支、四分支、五分支、六分支等。按进出线分为单端型、双端型。按主干和分支结构分为带开关型与不带开关型

2 高压开关柜按柜体形成方式分类（表 1.1.2－2）

表 1.1.2－2 高压开关柜按柜体形成方式分类

柜体形成方式	柜体焊接式	柜体组装式
特点	柜体焊接而成，易变形，劳动强度大	采用拉铆螺母和高强度的螺栓连接而成，外壳采用热镀锌钢板或铝锌复合板，经数控机床加工并采用弯折工艺，柜体误差小，一致性好

3 高压开关柜按断路器类型分类（表 1.1.2－3）

表 1.1.2－3 高压开关柜按断路器类型分类

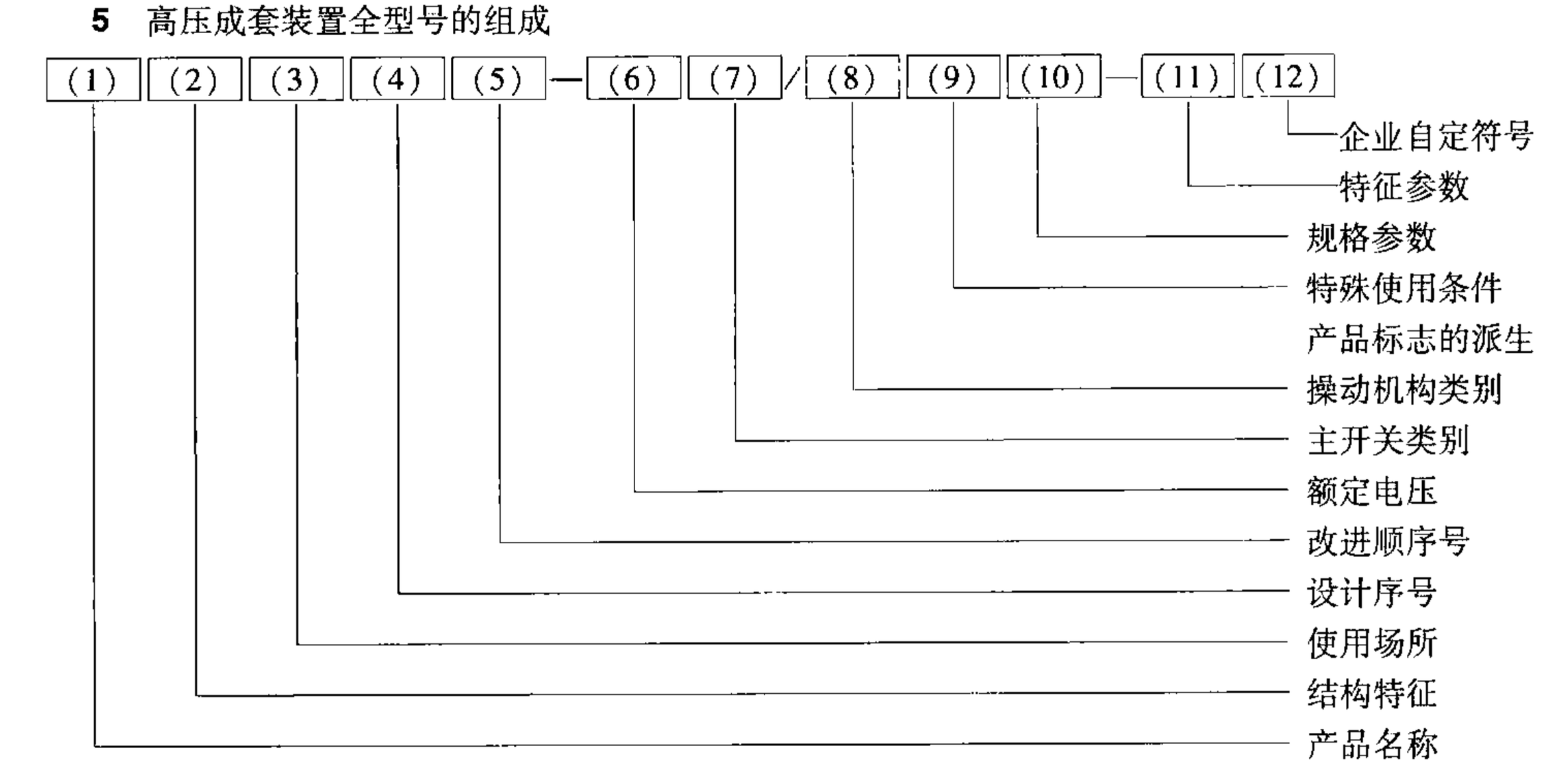
断路器类型	真空断路器	SF_6
特点	在 12kV 级无油化进程中已成为主导产品。不需专门维护	在 40.5kV 级中除采用真空断路器外也采用 SF_6 断路器

4 金属封闭移开式高压开关柜按断路器安装位置分类（表 1.1.2－4）

表 1.1.2－4 高压开关柜按断路器安装位置分类

断路器安装位置	金属封闭移开式高压开关柜	
	断路器中置式	断路器落地式
特点	手车结构置于柜体中部，手车的推入拉出需要装载车，其高度可调，使用便利	手车结构本身落地，推入柜内，对建筑物地面做法要求较高

5 高压成套装置全型号的组成



1）产品全型号组成中的第（1）（2）（3）位，按表 1.1.2－5 确定。

2）产品全型号组成中的第（4）位为设计序号。

3）产品全型号组成中的第（5）位为改进顺序号。

4）产品全型号组成中的第（6）位为成套装置的额定电压。对预装式变电站，其标注方法为“高压侧额定电压/低压侧额定电压”。

5）产品全型号组成中的第（7）位为高压成套装置中配用主开关类别，用加括号的下列符号表示：（对预装式变电站，只标注高压侧主开关类别）

——（L）：配六氟化硫断路器；

——（Z）：配真空断路器；

——（F）：配负荷开关；

——（F·R）配负荷开关—熔断器组合电器；

——（J·R）：配接触器—熔断器组合电器；

——（G）：配隔离开关。

表 1.1.2-5 高压成套装置全型号中第（1）（2）（3）位的符号及其组成

产品名称		结构特征				使用场所			
		移开式	固定式	变电站品字布置	变电站目字布置	户内用		户外用	
		Y	G	P	M	N		W	
		组成							
铠装式交流金属封闭开关设备	K	KY	KG	—	—	KYN	KGN	KYW	KGW
间隔式交流金属封闭开关设备	J	JY	JG	—	—	JYN	JGN	JYW	JGW
箱式交流金属封闭开关设备	X	XY	XG	—	—	XYN	XGN	XYW	XGW
预装式变电站	YB	—	—	YBP	YBM	—	—	—	—
封闭式组合电器	ZF	—	—	—	—	ZFN	ZFW	—	—
复合式组合电器	ZH	—	—	—	—	ZHN	ZHW	—	—
敞开式组合电器	ZC	—	—	—	—	ZCN	ZCW	—	—
高压电缆分接箱	DF	—	—	—	—	DFN	DFW	—	—

6）产品全型号组成中的第（8）位为主开关所配用的操动机构类别。

7）产品全型号组成中的第（9）位为特殊使用条件的派生产品标志。

8）产品全型号组成中的第（10）位为高压成套装置的额定电流，以安培值表示。对于预装式变电站，此位置可不标注。

9）产品全型号组成中的第（11）位为高压成套装置的额定短路开断电流或额定短时耐受电流（标注内容取决于主开关类别），以千安值表示。对于预装式变电站标注其额定最大容量，以千伏安值表示。

1.1.3 高压开关柜技术性能要求

1 主要技术内容

1）使用环境条件：

海拔高度：不超过 1000m。环境温度：不高于 +40℃，不低于 -5℃。相对湿度：≤90%（15℃）。抗震能力：地面水平加速度 0.4g。地面垂直加速度 0.2g。安全系数：安全系数 >2。特殊使用环境条件，订货时协商解决。

2）使用技术条件及产品试验参数：

额定工作电压：10kV。最高工作电压：12kV。额定工作频率：50Hz。额定关合电流≥63kA，额定开断电流≥25kA。额定动稳定电流：63、（80）kA（峰值）。额定热稳定电流：25、（31.5）kA。对 10kV 不接地系统（中性点经消弧线圈接地）高压设备的绝缘水平应符合额定电压 15/17.5kV 等级标准。工频耐压：瓷绝缘工频耐压：42kV/1min；非瓷绝缘工频耐压：38kV/1min。冲击耐压：75kV（峰值）。温度：开关柜可接触部件 30℃；导体表面 65℃。内部故障电弧效应试验：电缆室：20kA/0.1s；断路器室：20kA/0.8s。局放试验，按规定。

2 柜体结构技术要求（金属铠装移开式）

1）柜体外形尺寸（宽×高×深）应符合设计要求。

2）电缆（母线）的进出线方式应符合设计要求。

3）结构构造：

①每个柜中的元件，如母线、断路器、电压互感器和出线电缆等均应隔开。

②断路器室应由一个钢板封闭单元组成，并带有用于拉出型可动部分所必需的装置，相同参数的可移动元件应能互换，具有相同参数和结构的其他元件也可互换。

③柜的金属壳和隔板均应是可靠接地，接地导体和接地开关额定值应满足额定短时和峰值耐受电流的要求。铜导体的电流密度应不超过 200A/mm^2。

④在运动位置上的隔离插头，应耐受短路冲击电流并保证接触良好。

⑤当拉出小车时，应确保隔离插头断开。隔板的开口能自动关闭以防止接触到带电部分。

⑥在开关柜里的元件应装有联锁，小车只有当断路断开时才能拉出，接地开关和断路器应有可靠联锁，对于操作接地开关，应有清楚的指示计指示出线侧无电压，且断路器断开，以防误操作。

⑦柜壳应用金属构成，壳体应满足保护规程要求，地板和墙壁都不能作为柜壳的一部分（柜底应允许两条电缆穿入并作终端，例如可用橡皮垫等，在底部以上的电缆室应有足够的安装空间以安装大截面电缆和零序电流互感器）。

⑧用于正常维护的门和盖，应不用手动工具即可打开，但为了操作人员的安全应有联锁装置。此外，应提供专门挂锁。

⑨如壳体上有一观察口，它应有足够的机械强度，并应考虑壳体与电气元件间的安全距离和静电屏蔽措施。

⑩气孔或排气口应与壳体有同样的安全等级。

⑪隔板应满足其保护标准，绝缘隔板应能耐受工频耐压试验。在主电路和绝缘隔板之间应有足够的空气间隔以能够承受 150% 额定电压的耐压试验。

⑫在每个柜中的母线应装在单独的母线隔层中，母线和电缆连接可用铜带，相序的排法是第一相 L1（用黄色表示），第二相 L2（用绿色表示），第三相 L3（用红色表示）从上至下或从左至右或从里到外。

⑬封闭开关装置应能方便组装运输和现场安装，应有电缆终端头、安装孔、起吊螺栓、螺栓孔接地线、铭牌、挂锁等。

⑭柜壳的涂漆颜色见工程设计图，如图中未指定要求时由制造厂决定。

⑮距离（由厂家提供）：

固定触头与绝缘板的护门之间；带有绝缘管动臂与隔离板间；相间（中心距离）；相对地（中心线）；母线相间距（净距）；相母线对地（净距）。应分别给出爬电距离：瓷质材料和有机材料。

⑯在出线电缆上应装有氖灯型电压显示器。

⑰母线和引线的接头都应有绝缘。

⑱柜内应根据需要装有加热和照明设备。

⑲进线柜应是可移出的隔绝小车型。

⑳各柜母线每三个柜设一个装拆点。

㉑开关柜上下部的通风孔要加隔尘网。并达到防护等级：IP4X 级要求。

㉒柜后左侧设接地螺栓，并标以标记。

㉓电缆小室中电缆端子距柜底高度，不得低于 700mm。

1.1.4 高压开关柜配套产品技术要求

1 配套主要器件技术要求（12kV 级）

1）断路器：额定工作电流按设计图纸要求。额定短路开断电流：≥25kA（4s）。额定短路关合电流：≥63kA（峰值）。断路器操动机构类型，电压（V）。断路器分闸线圈电流（A），分闸线圈电阻（Ω）。断路器的分合闸线圈在 65% ~110% 额定电压下应可靠动作，30% 额定电压以下不应动作。断路器的操动机构应有可靠的自由脱扣装置。操作循环为：分 - 0.5s - 合分 - 180s - 合分。合闸时间≤0.2s。分闸时间≤0.06s。机械寿命为 10000 次。开关使用年限应≥20 年（采用真空断路器）。

2）电流互感器：型式：环氧树脂浇注型。型号：变比按设计图纸。准确等级：测量级 0.5 级

15VA；保护级10P级30VA；差动保护级5P级30VA。局部放电<30pc。热稳定电流（3s）≥25kA。动稳定电流≥63kA。

3）电压互感器：环氧树脂浇注型。额定电压比10000V/100V。负载和精度80VA，0.5级。最大热负荷由厂家提供。工频耐压：一次对二次及地42kV/5min；二次对地3kV/5min。冲击电压（12/60μs）>95kV（全波）1min。电压等级15～17.5kV。最高工作电压12kV。局部放电<10pc。

4）柜内二次器件：

①开关柜上所选用的继电器、仪表、各型端子板，连接片、指示灯等应符合当地供电部门的要求。

②手动式开关柜的二次插件应设二个，分别为电流互感器回路和操作回路专用，二个插件在结构上应做到不能混插，并用不同颜色区分。

③所使用的插件须有定位装置，反向时带电部位不得接触，并有方向标志。

④二次插件应有联锁，手车在工作位置时插头不能拔出。

⑤继电器室的摇门及继电器座应有防震措施。

⑥电流互感器回路、重合闸回路、自动投入装置回路、分合闸、断路器辅助接点等重要回路的插座（头）接点要求并接使用。

⑦电流互感器地线须引至保护室内端子排上接地。

注：以上条款中的数据为常规数据，具体项目中的数据由设计者根据当地供电部门要求、结合工程具体条件会同生产厂家核定。

1.1.5 产品选用要点

1 高压开关柜产品选用要点

1）高压开关柜

为保证高压开关柜中高压电器元件在正常运行、检修、短路和过电压情况下的安全，高压开关柜应按下列条件选择：

①按环境条件包括温度、湿度、海拔、地震烈度等选择；

②按正常工作条件包括电压、电流、频率、机械荷载等选择；

③按短路条件包括短时耐受电流、峰值耐受电流、额定短路关合和开断电流等选择；

④按承受过电压能力包括绝缘水平等选择；

⑤按各类高压电器的不同特点包括开关的操作性能、熔断器的保护特性配合、互感器的负载及准确等级等选择。

2）金属封闭开关柜类型：根据具体工程使用条件选择。如铠装式金属封闭开关柜、间隔式金属封闭开关柜和箱式金属封闭开关柜。

3）金属封闭开关柜断路器：根据具体使用条件选择。如真空断器、SF6断路器和少油断路器。

4）一次线路方案：根据具体工程主接线选择金属封闭开关柜的一次线路方案。

5）继电保护和二次线路接线方式：根据具体工程接线方案选择。

2 工程设计要点

1）按照具体工程使用条件选择不同类型的开关柜。当具体工程主接线确定后选择出金属封闭开关柜的一次方案，并确定开关柜的台数。

2）根据规范GB 50060－1992安全净距、通道、出口位置确定高压配电室布置。

3）向结构专业提供变配电室或分界室楼（地）板计算荷重及开关柜体的动、静荷重，预留安装洞孔及预埋构件。

4）向建筑专业提供变配电室耐火等级及建筑装修要求，其中包括对屋面、墙面、地面、门、窗、电缆沟或电缆夹层的要求。

5）向暖通专业提供高压开关柜散热量及通风要求。

6）完成变配电室电气施工图设计，其中包括变配电室布置（平剖面）、设备安装、电缆敷设，接

地、照明设计。

3 工程设计的相关规范、规程、标准及国家建筑标准设计图集

《低压配电设计规范》GB 50054。

《供配电系统设计规范》GB 50052。

《10kV 及以下变电所设计规范》GB 50053 - 1994。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 - 2008。

《火力发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390 - 2007。

《变电站总布置设计技术规程》DL/T 5056 - 2007。

《10/0.4kV 变压器室布置及变配电所常用设备构件安装》03D 201 - 4。

《变配电所二次接线》D 203 - 1 ~ 2（2002 年合订本）。

《变配电系统智能化设计（10kV 及以下）》03D 602 - 1。

1.1.6 高压开关柜施工安装要点

1 施工安装要点

1）成套柜的安装应符合下列要求：

①机械闭锁、电气闭锁应动作准确、可靠。

②动触头与静触头的中心线应一致，触头接触紧密。

③二次回路辅助开关的切换接点应动作准确，接触可靠。

④柜内照明齐全。

2）手车式柜的安装尚应符合下列要求：

①检查防止电气误操作的“五防”装置齐全，并动作灵活可靠。

②手车推拉应灵活轻便，无卡阻、碰撞现象，相同型号的手车应能互换。

③手车推入工作位置后，动触头顶部与静触头底部的间隙应符合产品要求。

④手车和柜体间的二次回路连接插件应接触良好。

⑤安全隔离板应开启灵活，随手车的进出而相应动作。

⑥柜内控制电缆的位置不应妨碍手车的进出，并应固定牢固。

⑦手车与柜体间的接地触头应接触紧密，当手车推入柜内时，其接地触头应比主触头先接触，拉出时接地触头比主触头后断开。

2 施工安装验收规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 - 2002。

《电气装置安装工程　质量检验及评定规程　第 2 部分：高压电器施工质量检验》DL/T 5161.1.2 - 2002。

《高压试验装置通用技术条件第 2 部分：工频高压试验装置》DL/T 848.2 - 2004。

《变电站运行导则》DL/T 969 - 2005。

1.1.7 相关标准

1 高压开关柜产品生产、检测的相关标准

《电工术语　高压开关设备》GB/T 2900.20 - 1994。

《高压电力设备外绝缘污秽等级》GB/T 5582 - 1993。

《高压开关设备和控制设备标准的共同技术要求》GB/T 11022 - 1999。

《高压开关设备抗地震性能试验》GB/T 13540 - 1992。

《电磁兼容　限值　中、高压电力系统中畸变负荷发射限值的评估》GB/Z 17625.4 - 2000。

《电磁兼容　限值　中、高压电力系统中波动负荷发射限值的评估》GB/Z 17625.5 - 2000。

《3.6kV ~ 40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》GB 3906 - 2006。

《电工术语　发电、输电及配电　变电站》GB/T 2900.59 - 2008。

2 高压开关柜配套产品生产、检测国家标准

《3.6kV～40.5kV 高压交流负荷开关》GB 3804－2004。

《3.6kV～40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》GB 3906－2006。

《变压器、高压电器和套管的接线端子》GB/T 5273－1985。

《电磁兼容　限值　中、高压电力系统中波动负荷发射限值的评估》GB/Z 17625.5－2000。

《电磁兼容　限值　中、高压电力系统中畸变负荷发射限值的评估》GB/Z 17625.4－2000。

《电工术语　高压开关设备》GB/T 2900.20－1994。

《高压电力设备外绝缘污秽等级》GB/T 5582－1993。

《高压电器设备无线电干扰测试方法》GB/T 11604－1989。

《高压架空送电线、变电站无线电干扰测量方法》GB/T 7349－2002。

《高压架空线路和发电厂、变电所环境污区分级及外绝缘选择标准》GB/T 16434－1996。

《高压交流断路器》GB 1984－2003。

《高压交流隔离开关和接地开关》GB 1985－2004。

《高压交流架空送电线无线电干扰限值》GB 15707－1995。

《高压绝缘子瓷件　技术条件》GB/T 772－2005。

《高压开关设备常温下的机械试验》GB/T 3309－1989。

《高压开关设备和控制设备标准的共同技术要求》GB/T 11022－1999。

《高压开关设备抗地震性能试验》GB/T 13540－1992。

《高压开关设备六氟化硫气体密封试验方法》GB/T 11023－1989。

《高压输变电设备的绝缘配合》GB 311.1.1－1997。

《高压套管技术条件》GB/T 4109－1999。

《机械安全　机械电气设备　第11部分：电压高于1000Va.c.或1500Vd.c.但不超过36kV的高压设备的技术条件》GB 5226.3－2005。

《交流高压断路器的合成试验》GB/T 4473－1996。

《交流高压负荷开关－熔断器组合电器》GB 16926－1997。

《交流高压接触器和基于接触器的电动机起动器》GB/T 14808－2001。

《高压交流熔断器　第4部分　并联电容器外保护用熔断器》GB/T 15166.5－2008。

《高压交流熔断器　第3部分　喷射式熔断器》GB/T 15166.3－2008。

《高压交流熔断器　第5部分　用于电动机回路的高压熔断器的熔断件选用导则》GB/T 15166.5－2008。

《交流高压熔断器　术语》GB/T 15166.1－1994。

《高压交流熔断器　通用试验方法》GB/T 15166.4－2008。

《高压交流熔断器　第2部分　限流式熔断器》GB 15166.2－2008。

《交流系统用高压绝缘子的人工污秽试验》GB/T 4585－2004。

《绝缘配合　第2部分：高压输变电设备的绝缘配合使用导则》GB/T 311.1.2－2002。

《电流互感器》GB 1208－2006。

《保护用电流互感器暂态特性技术要求》GB 16847－1997。

《电磁式电压互感器》GB 1207－2006。

《组合互感器》GB 17201－2007。

《电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》GBJ 148－1990。

《特殊环境条件高原用高压电器的技术要求》GB/T 20635－2006。

《高压线路绝缘子空气中冲击击穿试验》GB/T 20642－2006。

《高压架空送电线、变电站无线电干扰测量方法》GB/T 7349－2002。

《高压交流断路器的合成试验》GB/T 4473－2008。

1.2 高压断路器

1.2.1 产品概述

能承载、关合和开断运行线路的正常电流，也能在规定时间内承载、关合和开断规定的异常电流（如短路电流）的开关设备，是电力系统的保护和操作的重要电气装置。

1.2.2 产品分类与特点

1 常用高压断路器类别与特点（见表 1.2.2－1）

表 1.2.2－1 高压断路器类别与特点

断路器类别	结构	特点
空气断路器	以压缩空气为灭弧介质和绝缘介质的断路器	其优点是介质无毒，无火灾危险，动作快，单断口开断能力强。且适于低温地区的环境条件。其缺点是噪声大、元件多，需要压缩空气辅助体系，价格贵，事故率也较高
磁吹断路器	利用磁吹原理灭弧的断路器	以其无油、无火灾危险，能适应频繁操作的优点而应用，但它的开断能力和电压等级不高，且价格较贵，逐渐被 SF_6 或真空断路器所取代
SF_6 断路器	以 SF_6 气体为灭弧介质或同时兼作绝缘介质的断路器	其单断口电压甚高于其他类型的断路器。在超高压断路器中，SF_6 断路器的元件数最少，可靠性高，开断能力强、检修周期长，无火灾危险、因而发展迅速
真空断路器	利用真空条件灭弧的断路器	在额定短路开断电流下能连续开断数十次甚至上百次，其灭弧部分不需检修，并无火灾危险，在中压系统中应用广泛

2 高压断路器分类（见表 1.2.2－2）

表 1.2.2－2 高压断路器分类

序号	特性	结构型式
1	基本类型	1 多油；2 少油；3 空气；4 SF_6；5 磁吹；6 真空
2	装置地点	1 户内；2 户外
3	能否自动重合闸	1 能；2 不能
4	操动机构	1 手力贮能；2 电动；3 液压；4 弹簧贮能；5 气动；6 永磁

1.2.3 主要技术性能

1 高压断路器技术性能

1）额定参数：额定电压；额定绝缘水平；额定频率；额定电流；额定短时耐受电流；额定峰值耐受电流；额定短路持续时间，对于未装直接过电流脱扣器的断路器而言；合闸和分闸机构以及辅助回路的额定电源电压；合闸和分闸机构以及辅助回路的额定电源频率；操作及灭弧用压缩气体源的额定气压（如采用时）；额定短路开断电流；出线端故障的额定瞬态恢复电压；额定短路关合电流；额定操作顺序；额定时间参量；额定近区故障特性，对额定电压在 72.5kV 及以上，且额定短路开断电流大于 12.5kA，设计成直接与架空输电线连接的三极断路器；额定线路充电开断电流，用来开合架空输电线的三极断路器；额定失步开断电流；额定电缆充电开断电流；额定单个电容器组开断电流；额定背对背电容器组开断电流；额定电容器组关合涌流；额定小感性开断电流；额定异相接地的开合试验；二次侧短路开断的试验；噪声及无线电干扰水平。

2）时间参量额定值

对下列时间参量规定了额定值：分闸时间上下限；开断时间；合闸时间上下限；分—合时间；重合闸时间；合—分时间。额定时间参量根据以下规定：合闸和分闸机构以及辅助回路电源电压的额定值；合闸和分闸机构以及辅助回路电源频率的额定值；供操作和灭弧用压缩气体源的气压额定值。

2 高压断路器配套产品

高压断路器的配套产品主要是操动机构，其产品常用的有弹簧贮能操动机构和电磁操动机构如CT8、CT10、CT18、CT19A、CT19B、CD10、CD19等，此外还有手力贮能操动机构、手力操动机构、气动机构和液压机构。操动机构标准均属高压断路器产品标准中的一部分此处不再重复详见有关标准。

1.2.4 产品选用要点

1 高压断路器选用要求

1） 一般原则

为保证高压电器在正常运行、检修、短路和过电压情况下的安全，高压电器应按下列条件选择：

①按正常工作条件包括电压、电流、频率、机械荷载等选择；

②按短路稳定条件包括短时耐受电流、峰值耐受电流、关合和开断电流等选择；

③按环境条件包括温度、湿度、海拔、地震等选择；

④按承受过电压能力包括绝缘水平等选择；

⑤按各类高压电器的不同特点包括开关的操作性能、熔断器的保护特性配合、互感器的负荷及准确等级等选择。选择高压电器时应校验的项目见表1.2.4－1。

表1.2.4－1 选择高压电器时应校验的项目

电器名称	额定电压（kV）	额定电流（A）	额定容量（kV·A）	机械荷载（N）	额定开断电流（kA）	短路稳定性		环境条件	绝缘水平	其它
						短时耐受电流	峰值耐受电流			
断路器	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
隔离开关	✓	✓	—	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓
负荷开关	✓	✓	—	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓
熔断器	✓	✓	—	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓
电流互感器	✓	✓	—	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓
电压互感器	✓	—	—	✓	—	—	—	✓	✓	✓
限流电抗器	✓	✓	—	—	—	✓	✓	✓	✓	—
支柱绝缘子	✓	—	—	—	—	✓	—	✓	✓	—
穿墙套管	✓	✓	—	—	—	✓	✓	✓	✓	—

注：1 表中“✓”为选择电器应进行校验的项目。

2 以上按电器设备用于50Hz的情况，用于其他频率时对频率也要检验。

3 环境条件仅按户内型产品考虑。

4 其它项指操作性能、上下级配合、二次负荷准确等级等内容。

5 组合电器中的高压负荷开关和熔断器选择除应分别满足相关要求外，还应进行转移电流或交接电流的校验。

2） 按正常工作条件选择高压断路器

①按工作电压选择

选用的高压断路器，其额定电压应符合所在回路的系统标称电压，其允许最高工作电压U_{max}不应小于所在回路的最高运行电压U_y，即

$$U_{max} \geqslant U_y \tag{1.2.4-1}$$

高压电器的额定电压及最高电压见表1.2.4－2。

表1.2.4－2 高压电器的额定电压及最高电压

额定电压（kV）	3	6	10	(20)
最高电压（kV）	3.5	6.9	11.5	23

②按工作电流选择

高压电器的额定电流 I_n 不应小于该回路在各种可能运行方式下的持续工作电流 I_g，即

$$I_n \geq I_g \tag{1.2.4-2}$$

③按机械荷载选择

高压开关电器接线端子允许的水平机械荷载见表 1.2.4－3。

表 1.2.4－3 高压开关电器接线端子允许的水平机械荷载

额定电压（kV）	10 及以下	（20）35
接线端子水平机械荷载（N）	250	500

3） 按短路稳定条件选择高压电器

①短路稳定性校验的一般要求

校验高压电器短路稳定性及高压电器开断电流所用的短路电流，应按设计规划容量计算，并应考虑电力系统的远景发展规划。确定短路电流时，应按可能发生最大短路电流的正常接线方式计算。

验算高压电器用的短路电流应按下列情况进行计算：

a 除计算短路电流的衰减时间常数外，元件的电阻可略去不计。

b 在电气连接的网络中应计及具有反馈作用的异步电动机的影响和电容补偿装置放电电流的影响。

c 高压电器的短路稳定性以及短路开断电流，可按三相短路验算，当单相、两相接地短路较三相短路严重时，应按严重情况验算。

验算高压电器短路热效应的计算时间宜采用后备保护时间加相应的断路全分闸时间。

校验断路器的断流能力，宜取断路器实际开断时间的短路电流作为校验条件。装有自动重合闸装置的断路器，应计及重合闸对额定开断电流的影响。

用高压熔断器保护的电压互感器回路，可不验算动稳定和热稳定。用高压限流熔断器保护的高压电器，可根据限流熔断器的特性验算其动稳定和热稳定。

②短路电流的热效应

短路电流在高压电器中引起的热效应。短路电流持续时间。

③短路稳定性校验

短路的热稳定校验。短路的动稳定校验。

4） 按环境条件选择高压电器

选择高压电器时，应按当地环境条件校核。对于户内型产品，校核温度、湿度、海拔、地震等。

①选择电器的环境温度

选择户内高压电器时其环境温度为该处通风设计温度。当无资料时，可取最热月平均最高温度加 5℃。最热月平均最高温度为最热月每月最高温度的月平均值，取多年平均值。普通高压电器一般可在环境最低温度为 －30℃时正常运行。户内型高压电器最低温度为 －10℃。

②选择电器的环境湿度

选择电器的环境湿度，应采用当地相对湿度最高月份的平均相对湿度（相对湿度——在一定温度下，空气中实际水汽压强值与饱和水汽压强值之比；最高月份的平均相对湿度——该月中日最大相对湿度值的月平均值）。对湿度较高的场所，应采用该处实际相对湿度。当无资料时，可取比当地湿度最高月份平均值高 5% 的相对湿度。一般高压电器可使用在环境温度 +20℃、相对湿度为 90% 的环境中。当相对湿度超过一般产品使用标准时，户内型高压电器使用场所应采取除湿措施。

③高海拔对高压电器的影响

电器的一般使用条件为海拔不超过 1000m。

高海拔对高压电器的影响是多方面的，主要是对温升和外绝缘的影响。

当海拔超过 1000m 时，由于气温降低足够补偿海拔对温升的影响，因而在高海拔（不超过 4000m）地区使用时，其额定电流可与一般地区一样。海拔增加，空气绝缘强度减弱，使电器外绝缘降低（对

内绝缘没有影响）。

在海拔超过2000m的地区，对于110kV及以下电压的高压电器，可选用高原型产品或选用外绝缘提高一级的产品。当海拔为1000～2000m时，对现有110kV及以下电压等级的大多数电器的外绝缘尚有一定裕度，因此设计时可选用一般产品。但对高海拔地区选用的避雷器应为高原型产品。

④地震对高压电器的影响

地震对电器的影响主要是地震波的频率和地震振动的加速度。一般电器的固有振动频率与地震振动频率很接近，应设法防止共振的发生，并加大电器的阻尼比。地震振动的加速度与地震烈度和地基有关，通常用重力加速g的倍数表示。

选择电器时，应根据当地的地震烈度选用能够满足地震要求的产品。电器的辅助设备应具有与主设备相同的抗震能力。在安装时，应考虑支架对地震力的放大作用。根据《电力设施抗震设计规范》进行抗震设计。地震基本烈度为7度以下地区的电器可不采取抗震措施，在7度及以上地区，电器应能承受的地震力，可按表1.2.4－4计算。

表1.2.4－4　电器应能承受的地震力

地震烈度（度）	8	9
地面水平加速度	0.2g	0.4g
地面垂直加速度	0.1g	0.2g

注：g为重力加速度。

5） 高压电器的绝缘水平

3～15（20）kV高压电器的绝缘水平应符合GB311.1－1997《高压输变电设备的绝缘配合》的3～15（20）kV输变电设备的基准绝缘水平的有关规定，见表1.2.4－5所示。

表1.2.4－5　3～15（20）kV输变电设备的基准绝缘水平

额定电压	最高工作电压	额定操作冲击耐受电压		额定雷电冲击耐受电压		额定短时工频耐受电压	
（kV）（有效值）		（kV）（峰值）	相对地过电压标幺值	（kV）（峰值）		（kV）（有效值）	
				Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ
3	3.5	—	—	20	40	10	18
6	6.9	—	—	40	60	20	23
10	11.5	—	—	60	75	28	30
15	17.8	—	—	75	105	38	40
(20)	23	—	—	—	125	—	50

对3～15kV设备给出绝缘水平的两个系列，即系列Ⅰ和系列Ⅱ。

按系列Ⅰ设计的设备适用于下列场合：

①在不接到架空线的和工业装置中，系统中性点经消弧线圈接地，且在特定系统中安装适当的过电压保护器；

②在只经变压器直接接到架空线上的系统和工业装置中，变压器低压侧（3～15kV）的电缆的每相对地电容至少为0.05μF，当电缆对地电容不足时，应尽量靠近变压器接线端增设附加电容器，使每相总电容达0.5μF，并应用适当的避雷器保护。

在所有其他场合，或要求很大的安全裕度时，均须用系列Ⅱ的设备。

6） 按各类高压电器的不同特点选择高压断路器的操作性能

①额定短路开断电流的选择

短路开断电流中的直流分量随短路的起始角而变化，断路器应满足额定短路开断电流的直流分量的规定值。当断路器在电气上离发电机足够远时，选择的断路器额定短路开断电流不小于断路器安装处的

短路电流有效值即可。

当断路器临近发电中心，直流分量的百分数高于标准值，交流分量可能比正常情况衰减得更快，短时电流甚至可以几个周波过零。此时断路器的负荷可用断路器延时分闸的方法予以减轻。直流分量百分数高于标准值，则应向制造厂提出要求，进行试验。

②额定短路关合电流的选择

额定短路关合电流应与额定电压相对应。其值应为断路器额定短路开断电流交流分量的 2.5 倍（即接近于 1.8 倍）。被选择断路器具有的额定短路关合电流应不小于在使用地点预期的短路电流的最大峰值。

③额定操作顺序的选择

断路器的额定操作顺序为：

a 分—180s—合分—180s—合分；

b 分—0.3s（或 0.5s）—合分—180s—合分（用于快速自动重合闸的断路器）。

当运行的操作顺序比标准规定更苛刻时应向制造厂提出，由制造厂适当地修改断路器的额定值。

④额定失步开断电流的选择

联络断路器应满足失步（反向）开断条件。

额定失步开断电流一般为 25% 和 40% 的额定短路开断电流。工频恢复电压对于有效接地系统为 $2.0U_m/\sqrt{3}$，必要时为 $2.5U_m/\sqrt{3}$，对于非有效接地系统为 $2.5U_m/\sqrt{3}$，必要时为 $3.0U_m/\sqrt{3}$（U_m 为最高电压）。瞬态恢复电压标准值见国标 GB1984－2003。当预期有经常性失步操作或可能存在超负荷时，则需考虑实际系统的条件，可能需要特殊的断路器或较高额定电压的断路器。

失步操作的苛刻度，可由配有阻敏元件的继电器以控制脱扣的时间来减轻，以便使开断相位显著地领先或滞后于 180°相角差。

⑤额定异相接地故障电流、发展性故障电流及关于开断电流的选择

异相接地故障开断是指中性点非有效接地系统中的两个相上，处于断路器的内侧和外侧各产生一个单相接地时的开断。试验电流值为额定短路开断电流值的 86.6%；试验电压为最高电压；，操作顺序为“分—0.3s 或 0.5s—合分—180s—合分”；调频参数按 100% 容量整定。其余要求参照关于端部短路的有关规定。

发展性故障开断是指断路器在切断故障灭弧过程中，接着又发生故障的开断。

并联开断在桥形等接线中，有两台断路器同时切断一个故障点的情况。

⑥额定近区故障开断电流的选择

近区故障开断是指距离断路器数百米到数公里处发生短路时的开断。额定电压 35kV 及以上的断路器进行这项试验。开断电流为额定短路开断电流的 75%、90%，电流频率、工频恢复电压和瞬态恢复电压按 GB1984－2003《高压交流断路器》确定，操作顺序为：“分—t1—合分—180s—合分”。

⑦额定线路充电开断电流、额定电缆充电开断电流、额定电容器组开断电流、额定电容器组关合涌流、额定感应电动机开断电流、额定空载变压器开断电流、额定电抗器开断电流等的选择。标准中对上述各项开断电流和关合电流未作规定，但使用中应按制造厂给出的试验数据选用。

2 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《低压配电设计规范》GB 50054。

《供配电系统设计规范》GB 50052。

《10kV 及以下变电所设计规范》GB 50053。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《火力发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390－2007。

《变电站总布置设计技术规程》DL/T 5056－2007。

《10/0.4kV 变压器室布置及变配电所常用设备构件安装》03D 201－4。

《变配电所二次接线》D 203 -1 ~2（2002 年合订本）。

《变配电系统智能化设计（10kV 及以下）》03D 602 -1。

1.2.5 施工安装要点

1 施工安装要点

详见国家建筑标准设计图集。

2 施工安装验收规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303。

《电气装置安装工程 质量检验及评定规程 第 2 部分：高压电器施工质量检验》DL/T 5161.2 -2002。

《高压试验装置通用技术条件第 2 部分：工频高压试验装置》DL/T 848.2 -2004。

《变电站运行导则》DL/T 969 -2005。

1.2.6 相关标准

《电工术语 高压开关设备》GB/T 2900.20 -1994。

《高压电力设备外绝缘污秽等级》GB/T 5582 -1993。

《高压开关设备和控制设备标准的共同技术要求》GB/T 11022 -1999。

《高压开关设备抗地震性能试验》GB/T 13540 -1992。

《电磁兼容 限值 中、高压电力系统中畸变负荷发射限值的评估》GB/Z 17625.4 -2000。

《电磁兼容 限值 中、高压电力系统中波动负荷发射限值的评估》GB/Z 17625.5 -2000。

《电工术语 发电、输电及配电 变电站》GB/T 2900.59 -2008。

《高压输变电设备的绝缘配合》GB 311.1 -1997。

《绝缘配合 第 2 部分：高压输变电设备的绝缘配合使用导则》GB/T 311.2 -2002。

《高压交流断路器》GB 1984 -2003。

《交流高压断路器的合成试验》GB/T 4473 -2008。

《高压开关设备六氟化硫气体密封试验方法》GB/T 11023 -1989。

《高压电器设备无线电干扰测试方法》GB/T 11604 -1989。

《设备用断路器》GB 17701 -2008。

《高压电器设备无线电干扰测试方法》GB/T 11604 -1989。

《变压器、高压电器和套管的接线端子》GB/T 5273 -1985。

《特殊环境条件高原用高压电器的技术要求》GB/T 20635 -2006。

2 低压配电装置及低压电器

2.1 低压成套开关设备

2.1.1 概述

低压成套开关设备是在低压供电系统中负责完成电能控制、保护、转换和分配的设备。主要由母线、元器件（包括隔离开关、断路器、熔断器、接触器、热继电器、控制模块等）及其组合电器、仪表及柜体等构成。

2.1.2 分类与基本特点

1 产品分类与基本特点（表 2.1.2－1）

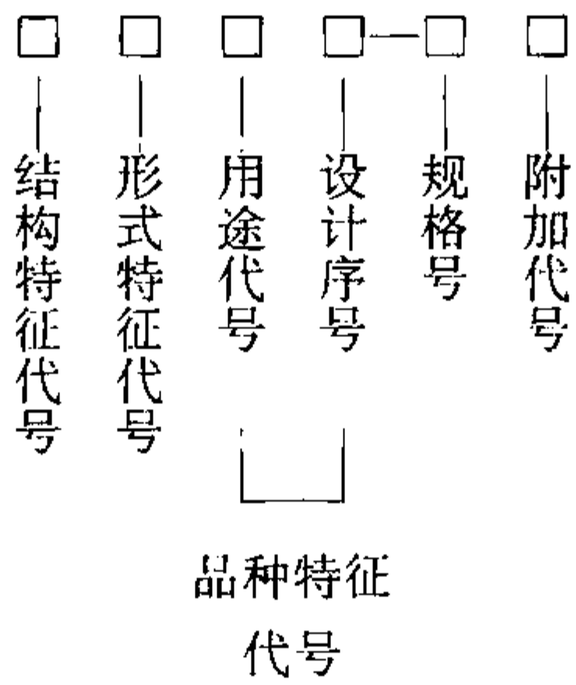
表 2.1.2－1 产品分类与基本特点

分类			特点
按外形设计	开启式		由支撑电气设备的柜架组成，带电部件易被触及
	面板固定式		正面至少是 IP2X 防护等级的开启式设备，其他面仍易触及带电体
	封闭式	柜型	立放在地面上的一种封闭式装置，由一个或几个柜架单元、框架单元组成
		柜组型	整个柜机械的连成一体的一种组合体
		箱型	指安装在垂直面上的一种封闭式装置
		箱组型	多个箱机械的连成一体的一种组合体
		单元隔离式	具有独立的单元，母线和电缆之间也有隔离
		抽出式	内装一个或多个抽出式功能单元的封闭式装置
按安装场所			户内或户外
按部件的安装			固定式、可移式、抽出式
按产品用途			照明、动力、无功补偿、直流等

2 产品型号含义

1）产品型号的命名

产品的全型号，由结构特征代号、形式特征代号、品种特征代号（包括用途代号和设计序号）、规格号及附加代号五部分组成，其具体组成形式如下：



注：企业可根据自行开发产品的特点，并突出自己企业而自行命名产品专用型号，或按产品型号命名方式再增加不同制造企业的代号来作为企业产品的专用型号。但该型号必须由企业申请，行业归口单位备案，以避免混淆与重复。

2）型号中代号的含义

①结构特征代号

按产品的结构特征进行划分，其代号含义见表2.1.2－2。

表2.1.2－2　结构特征代号含义

结构特征代号	含　义	结构特征代号	含　义
P	开启式屏	T	封闭式控制台
G	封闭式柜	C	母线干线系统（母线槽）
X	封闭式箱	—	—

②形式特征代号

按产品的形式特征进行划分，其代号含义见表2.1.2－3。

表2.1.2－3　形式特征代号含义

形式特征代号	含　义	形式特征代号	含　义
A	拔插式	M	母线系统方式密集绝缘（用于母线槽）
B	固定安装（正面带防护板操作不会触及带电部分）	K	空气绝缘（用于母线槽）
C	抽屉式、手车式	R	嵌入式
G	固定面板式	X	悬挂式
H	抽屉式与电器元件固定安装方式混合安装形式	Y	移动式
L	电器元件固定安装回路间隔采用隔离式	Z	组合式

③品种特征代号

由产品的用途代号与设计序号组成，用途代号用字母表示。其代号含义见表2.1.2－4，设计序号用数字表示由1开始编排。

表2.1.2－4　用途代号含义

用途代号	含义	用途代号	含义
C	计量	K	控制
D	低压动态补偿	L	动力
E	端子	M	照明
F	分线	Z	直流插座（用于照明箱）
J	无功功率补偿	—	

④附加代号

对于特殊环境使用的低压成套开关设备，可在全型号后加注特定的附加代号，其代号含义见表2.1.2－5。

表 2.1.2-5 附加代号含义

附加代号	含义	附加代号	含义
H	热带产品	C	防尘式
TH	湿热带产品	W	户外式（包括防雨、防溅、防霉、防尘等要求）
TA	干热带产品	R	耐燃型
F_1、F_2	防腐式	—	

2.1.3 主要技术性能

1 按 GB7251《低压成套开关设备和控制设备》标准要求应满足以下条件：

1）周围空气温度不高于 +40℃，不低于 -5℃。24 小时内平均温度不高于 +35℃。超过时，需根据实际情况降容运行。

2）户内使用，使用地点的海拔高度不得超过 2000m。超过时，需根据实际情况降容运行。

3）周围空气相对湿度在最高温度为 +40℃时不超过 50%。在会产生凝露的场合，开关柜中应采用通风或除湿等措施。

2 其他参数详见相关产品技术资料。

2.1.4 产品选用要点

1 产品选用要点

1）根据负荷性质确定用电负荷等级。

2）用电负荷性质（阻性、容性、感性）、设备近期安装容量和远期规划容量、同时使用系数和季节性使用系数、电源进线路数和进线方式、网络短路电流、系统接地型式确定配电系统分支路数和出线方式。

3）根据业主资金承受能力及安装使用条件等分析研究，达到确保系统的经济合理、安全可靠。

4）变配电所的低压配电柜，因为进线电流很大，建议由变压器低压侧至低压配电柜采用封闭式母线上进线方式安装。

5）配电柜的出线方式宜优先采用下出线方式。

6）根据计算逐一确定各回路的计算电流，通过计算电流选择相对应的开关（开关的框架电流、脱扣器的额定电流、脱扣器的整定值）和所用电缆规格。然后计算整条母排的计算电流，通过计算电流选择相对应的主开关（开关的框架电流、脱扣器的额定电流、脱扣器的整定值）和所用母排规格。计算出总的功率因数，确定无功功率补偿容量。

7）根据短路电流选择开关的分断能力，并校验与下级开关的保护配合。当分断能力不够时，可采取以下措施：改用分断能力高的熔断器；或采用限流型断路器。

8）有些设备属于冲击性大的负荷，有功功率和无功功率随机地或周期性地大幅波动、或运行功率因数低、或产生大量谐波。冲击性负荷会引起电压的波动，而且电压的波动速度要高于工频变化，电压波动不但会影响电压质量，还会引起电压闪变。这类负荷不宜与对电网质量要求高的设备同在一段母排。

2 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《低压配电设计规范》GB 50054。

《供配电系统设计规范》GB 50052。

《10kV 及以下变电所设计规范》GB 50053。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16-2008。

《常用低压配电设备及灯具安装》D 702-1~3（2004 年合订本）。

《双电源切换及母线分段控制接线图》D 302-1~3（2002 年合订本）。

《低压母线分段断路器二次接线（续）》01D 302-3。

《常用电机控制电路图》D 303 - 2 ~ 3（2002 年合订本）。

《常用水泵控制电路图》01D 303 - 3。

《用户终端箱》05D 702 - 4。

《电气设备在压型钢板、夹芯板上安装》06SD 702 - 5。

《液位测量与控制》D 703 - 1 ~ 2（2002 年合订本）。

2.1.5 施工安装要点

1 施工安装要点

1）配电柜的安装应按照生产厂家的框架尺寸图安装。基础槽钢安装后，其顶部应高出抹平地面10mm，基础槽钢应有明显的接地。

2）下出线的配电柜，在柜下宜预留电缆沟，柜底部出线孔可现场确定。如果是上出线，在柜上必须有电缆桥架，柜上部电缆出线孔可现场确定。主母线安装时应将搭接面修理平整，处理干净，涂上中性凡士林或采取其它措施，然后用螺栓紧固。并进行电缆或架空布线工作。开关柜并联安装时，应在并联孔部位用螺栓紧固。

3）产品安装完毕后，应进行各项检查和试验方可投入使用。

2 施工安装验收规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 - 2002。

2.1.6 相关标准

《电工电子产品环境条件分类　第一部分：环境参数及其严酷程度》GB/T 4796 - 2008。

《电工电子产品自然环境条件　温度和湿度》GB/T 4797. 1 - 2005。

《电能质量　供电电压偏差》GB/T 12325 - 2008。

《电能质量　电压波动和闪变》GB/T 12326 - 2008。

《电工电子产品应用环境条件 第 3 部分：有气候防护场所固定使用》GB/T 4798. 3 - 2007。

《户外严酷条件下的电气设施 第三部分：设备及附件的一般要求》GB/T 9089. 3 - 2008。

《户外严格酷条件下电气设施装置要求》GB/T 9089. 4 - 2008。

《低压成套开关设备和电控设备基本试验方法》GB/T10233 - 2005。

《低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分：型式试验和部分型式试验成套设备》GB 7251. 1 - 2005。

《低压成套开关设备和控制设备 第 2 部分：对母线干线系统（母线槽）的特殊要求》GB 7251. 2 - 2006。

《低压成套开关设备和控制设备 第 3 部分：对非专业人员可进入场地的低压成套开关设备和控制设备 - 配电板的特殊要求》GB 7251. 3 - 2006。

《低压成套开关设备和控制设备 第 5 部分：对公用电网动力配电成套设备的特殊要求》GB 7251. 5 - 2008。

《低压成套开关设备和控制设备 智能型成套设备通用技术要求》GB/T 7251. 8 - 2005。

《低压开关设备和控制设备 控制器 - 设备接口（CDI）第 1 部分：总则》GB/T 8858. 1 - 2002。

《低压开关设备和控制设备 控制器 - 设备接口（CDI）第 2 部分：执行器传感器接口（AS - i）》GB/T 8858. 2 - 2002。

《低压开关设备和控制设备　控制器 - 设备接口（CDI）第 3 部分：DeviceNet》GB/T 8858. 3 - 2002。

《封闭式低压成套开关设备和控制设备在内部故障引起电弧情况下的试验导则》GB/Z 18859 - 2002。

《低压开关设备和控制设备的尺寸 在成套开关设备和控制设备中作电器机械支承的标准安装轨》GB/T 19334 - 2003。

《低压电器电量监控器》GB/T 21705 - 2008。

《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全防护检测的试验、测量或监控设备 第 1 部分：通用要求》GB/T 18216.1－2000。

《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全防护检测的试验、测量或监控设备 第 2 部分：绝缘电阻》GB/T 18216.2－2002。

《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全　防护措施的试验、测量或监控设备 第3 部分：环路阻抗》GB/T 18216.3－2007。

《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全　防护措施的试验、测量或监控设备 第4 部分：接地电阻和等电位接地电阻》GB/T 18216.4－2007。

《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全　防护措施的试验、测量或监控设备 第5 部分：对地电阻》GB/T 18216.5－2007。

《低压成套开关设备和控制设备空壳体的一般要求》GB/T 20641－2006。

《特殊环境条件 高原用低压电器技术要求》GB/T 20645－2006。

《低压开关设备和控制设备 第 1 部分：总则》GB 14048.1－2006。

《低压开关设备和控制设备 第 3 部分：开关、隔离器、隔离开关以及熔断器组合电器》GB 14048.3－2008。

《低压开关设备和控制设备 第 5－1 部分：控制电路电器和开关元件机电式控制电路电器》GB 14048.5－2008。

《低压开关设备和控制设备 第 4－2 部分：接触器和电动机起动器交流半导体电动机控制器和起动器（含软起动器）》GB 14048.6－2008。

《低压开关设备和控制设备 第 7－1 部分：辅助器件 铜导体的接线端子排》GB/T 14048.7－2006。

《低压开关设备和控制设备 第 7－2 部分：辅助器件 铜导体的保护导体接线端子排》GB/T 14048.8－2006。

《低压开关设备和控制设备 第 6－1 部分：多功能电器 转换开关电器》GB/T 14048.11－2008。

《低压开关设备和控制设备 第 4－3 部分：接触器和电动机起动器－非电动机负载用交流半导体控制器和接触器》GB/T 14048.12－2006。

《低压开关设备和控制设备 第 5－3 部分：控制电路电器和开关元件－在故障条件下具有确定功能的接近开关（PDF）的要求》GB/T 14048.13－2006。

《低压开关设备和控制设备 第 5－5 部分：控制电路电器和开关元件－具有机械锁闩功能的电气紧急制动装置》GB/T 14048.14－2006。

《低压开关设备和控制设备 第 5－6 部分：控制电路电器和开关元件－接近传感器和开关放大器的 DC 接口（NAMUR）》GB/T 14048.15－2006。

《低压开关设备和控制设备 第 8 部分：旋转电机用装入式热保护（PTC）控制单元》GB/T 14048.16－2006。

《电磁兼容 限值 对每相额定电流≤16A 且无条件接入的设备在公用低压供电系统中产生的电压变化、电压波动和闪烁的限制》GB 17625.2－2007。

《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第 3 部分：环路阻抗》GB/T 18216.3－2007。

《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第 4 部分：接地电阻和等电位》GB/T 18216.4－2007。

《交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第 5 部分：对地电阻》GB/T 18216.5－2007。

《低压开关设备和控制设备 入网工业设备描述的基本原则》GB/T 21207－2007。

《低压开关设备和控制设备 固定式消防泵驱动器的控制器》GB/T 21208－2007。

《电工术语　低压电器》GB/T 2900.18－2008。

《低压电气装置 第1部分：基本原则、一般特性评估和定义》GB/T 16895.1－2008。

《低压熔断器 第1部分：基本要求》GB 13539.1－2008。

《低压熔断器 第3部分：非熟练人员使用的熔断器的补充要求（主要用于家用和类似用途的熔断器）标准化熔断器系统示例A至F》GB 13539.3－2008。

《低压成套无功功率补偿装置》GB/T 15576－2008。

《低压系统内设备的绝缘配合 第5部分：不超过2mm的电气间隙和爬电距离的确定方法》GB/T 16935.5－2008。

2.2 低压断路器、剩余电流保护器

2.2.1 产品概述

断路器：能接通、承载以及分断正常电路条件下的电流，也能在规定的非正常电路条件下接通、承载一定时间和分断电流的一种机械开关电器。

剩余电流动作保护器：在规定条件下，当剩余电流达到或超过给定值时，能自动断开电路的机械开关电器或组合电器。

2.2.2 产品分类与基本特点

1 常用低压断路器分类（表2.2.2－1）

表2.2.2－1　常用低压断路器分类

内容	分类
使用类别	A类（准选择型）
	B类（选择型）
按分断介质分	空气分断
	真空分断
	气体分断
按设计型式分	开启式（模压外壳式或塑壳式）
	框架式
按操作机构的控制方法分	手动操作
	电动操作
	储能操作
按是否适合隔离分	适合隔离
	不适合隔离
按是否需要维修分	需要维修
	不需要维修
按安装方式分	固定式
	插入式
	抽屉式

续表 2.2.2－1

内容	分类
按外壳防护等级分	见 GB/T14048.1－2000 及 GB4208－2008。
按安装类别分	Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ（注）

注：安装类别为过电压类别。

Ⅰ—安装在系统线路末端的特殊设备和部件（过电压水平为信号水平级）；

Ⅱ—安装在安装类别Ⅰ前面和安装类别Ⅲ后面的电器设备或部件；

Ⅲ—安装在安装类别Ⅱ前面和安装类别Ⅳ后面的电器设备或部件，（配电及控制水平级）如直接接在配电干线处；

Ⅳ—安装在安装类别Ⅲ前面的电器，（电源水平级）例如安装在电源进线处的电器。

2 剩余电流动作保护器分类（表 2.2.2－2）

表 2.2.2－2 剩余电流动作保护器分类

内容	剩余电流动作保护器
按运行方式分类	不用辅助电源
	用辅助电源
按安装方式分类	固定安装和固定接线
	带有电缆的可移动使用
按级数和电流回路数分类	单极两线
	两极
	两极三线
	三极
	三极四线
	四极
根据保护功能分类	只有剩余电流保护功能
	带过载保护
	带短路保护
	带过载和短路保护
	带过电压保护
	多功能保护（例如欠电压、断相、过电流、过电压等）
按接线方式分类	用螺钉或螺栓接线
	插入式
按额定剩余电流可调性分类	额定剩余动作电流不可调
	额定剩余动作电流可调
在剩余电流含有直流分量时，根据剩余电流保护器的动作特性分类	对突然施加或缓慢上升的交流正弦波剩余电流能可靠脱扣的 AC 型
	对突然施加或缓慢上升的交流正弦波剩余电流，脉动直流剩余电流和脉动直流剩余电流迭加 0.006A 平滑直流电流均能可靠脱扣的 A 型

3 民用建筑常用低压断路器的分类及用途简述（表 2.2.2－3）

表 2.2.2-3 民用建筑常用低压断路器的分类及用途简述

名称	电流种类和范围（A）	保护特性			主要用途
配电用低压断路器	交流 200～6300	选择型 B 类	二段保护：瞬时；短延时；接地故障		作电源总开关和变压器输出端支路开关
			三段保护：瞬时；短延时；长延时		
			四段保护：瞬时；短延时；长延时；接地故障		
		非选择 A 类	限流型	长延时；瞬时	变压器输出端支路开关
			一般型		支路末端开关
	直流 600～6000	快速型	有极性；无极性		保护半导体整流设备
		一般型	长延时；瞬时		保护一般直流设备
电动机保护用低压断路器	交流 63～630	直接起动	一般型	过电流脱扣器瞬动倍数 8～15In	保护鼠笼型电动机
			限流型	过电流脱扣器瞬动倍数 12In	同上，应装在大容量变压器输出端
		间接起动	间接起动	过电流脱扣器瞬动倍数 3～8In	保护鼠笼型和绕线转子电动机
照明用微型断路器	交流 6～125；直流 6～100	过载长延时；短路瞬时			用于居住建筑内电气设备和信号二次电路等
剩余电流保护断路器	交流 10～250	电磁式	按剩余电流动作灵敏度及使用目的不同，以及不同型号分档，其额定漏电动作电流一般从 6－500mA 不等，动作时间≤0.1s		防止人身电击事故和避免因电气设备漏电造成的火灾危险
		电子式			

2.2.3 主要技术性能

1 常用低压断路器性能（按结构型式分类，见表 2.2.3）

表 2.2.3 按结构型式分类常用低压断路器的性能

结构类型 / 比较项目	塑料外壳式断路器（MCCB）	框架式断路器（ACB）
脱扣器种类	有过电流脱扣器，有的产品有失压或分励脱扣器	可具有过流脱扣器，欠电压脱扣器（也可有延时）、分励脱扣器、闭锁脱扣器等
短路分断能力	新产品的通断能力较高	高
额定工作电压	较低（660V 以下）	较高（至 1140V）
额定电流	多在 600A 以下，新产品也有达 3000A 的	200～6300A
使用范围	宜做支路开关，可保护小容量的配电线路及电机	宜做主开关，一般保护变压器及大容量配电线路。
操作方式	带电机传动机构，手动及电动，智能化操作	有手柄、杠杆、电磁铁，电动机，气压，液压储能式，非储能式等及智能化操作等
安装方式	固定式，插入式，抽出式	抽出式，固定式
装置方式	可单独安装，也可装于开关柜内	宜装于开头柜内，有抽屉式结构
外形	体积小，安装紧凑，外形美观	体积较大，安装占地大
最大短时耐受电流及其峰值	较高	高
保护方案	有热保护，过流、低电压，选择性保护	有热保护，过流，选择性保护和自动重合闸
选择性	一般产品无短延时，有不少产品有短延时（可调）	有短延时（可调），可满足选择性保护

2 产品型号

国产品牌产品型号编制方式参见中华人民共和国机械行业标准 JB/T 2930 - 91《低压电器产品型号编制方法》相关规定。合资及进口品牌的产品型号编制方法与国内产品不同，具体型号编制方式参见厂家技术资料。

2.2.4 产品选用要点

1 在房屋建筑设计中低压断路器主要用于线路的过载、短路、过电流、失压、欠压、接地、漏电、双电源自动切换及电动机的不频繁起动时的保护、操作等用途，其选择原则除遵守低压电器设备的使用环境特征等基本原则（见《工业与民用配电设计手册》）外尚应考虑如下条件：

1）断路器的额定电压不应小于线路额定电压；

2）断路器额定电流与过流脱扣器的额定电流不小于线路的计算电流；

3）断路器的额定短路分断能力不小于线路中最大短路电流；

4）选择型配电断路器需考虑短延时短路通断能力和延时保护级间配合；

5）断路器欠压脱扣额定电压等于线路额定电压；

6）当用于电动机保护时，则选择断路器需考虑电动机的起动电流并使之在起动时间内不动作；计算见《工业与民用配电设计手册》；

7）断路器选择还应考虑断路器与断路器、断路器与熔断器的选择性配合。

① 断路器与断路器的配合应考虑上级断路器的瞬时脱扣器动作值，应大于下级断路器出线端处最大预期短路电流，若由于两级断路器处短路时回路元件阻抗值差别小，使之短路电流值差别不大，则上级断路器可选择带短延时的脱扣器。

② 限流断路器在短路电流大于或等于其瞬时脱扣器整定值时，将会在数毫秒内脱扣，故下级保护电器不宜用断路器实现选择性保护要求。

③ 具有短延时的断路器，当其时限整定在最大延时时，其通断能力下降。因此，在选择性保护回路中，断路器的短延时通断能力应满足要求。

④ 还应考虑上级断路器的短路延时可返回特性与下级断路器的动作特性时间曲线不应相交，短延时特性曲线与瞬时特性曲线间不应相交。

⑤ 断路器与熔断器配合使用时应考虑上下级的配合，应将断路器的安秒特性曲线与熔断器安秒特性曲线比较，以便在发生短路电流的情况下，具有保护选择性。

⑥ 断路器作配电线路的保护时，宜选用带长延时动作过流脱扣器的断路器，当线路末端发生单相接地短路时，短路电流不小于断路器瞬时或短延时过流脱扣器整定电流的 1.5 倍。

2 剩余电流动作断路器的选择应考虑下述原则

1）漏电保护断路器的选择应考虑电气设备的供电方式，选择见表 2.2.4 -1。

表 2.2.4 -1 不同电压等级剩余电流保护器型式的选择

电压（V）	用电设备选用剩余电流保护电器型式
单相 220	二极二线式、单极二线式
三相三线 380	三极式
三相四线式 380	三极四线式
单相设备 220 与三相设备 380 共用电路	四极四线式

2）根据电气线路的正常泄漏电流，选择剩余电流保护器的额定漏电动作电流。

选择剩余电流保护器的额定漏电动作电流值时，应充分考虑到被保护线路和设备可能发生的正常泄漏电流值，必要时，可通过实际测量取得被保护线路或设备的泄漏电流值。常用家用电气设备和线路的

泄漏电流值见表2.2.4 -2。220/380V单相及三相线路埋地、沿墙敷设穿管电线每公里泄漏电流值见表2.2.4 -3。电动机泄漏电流值见表2.2.4 -4。

表2.2.4 -2 常用电气设备及线路泄漏电流值

名　称	泄漏电流值（mA）
电冰箱	0.19
饮水机	0.21
洗衣机	0.32
电热水器	0.42
柜式或挂墙式空调器	0.80
电饭煲	0.31
抽油烟机	0.22
排气扇	0.06
蒸汽电熨斗	0.25
电视机（含VCD机）	0.31
计算机（含打印机）	3.1
台灯、吸顶式白炽灯	0.03
落地灯、吸顶式日光灯	0.11
微波炉	0.46

表2.2.4 -3 220/380V单相及三相线路埋地、沿墙敷设穿管电线每公里泄漏电流值

绝缘材质	截面（mm^2）												
	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
聚氯乙烯	52	52	56	62	70	70	79	89	99	109	112	116	127
橡　皮	27	32	39	40	45	49	49	55	55	60	60	60	61
聚乙烯	17	20	25	26	29	33	33	33	33	38	38	38	39

表2.2.4 -4 电动机泄漏电流值

运行方式	额定功率（kW）												
	1.5	2.2	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75
正常运行	0.15	0.18	0.29	0.38	0.50	0.57	0.65	0.72	0.87	1.00	1.09	1.22	1.48
电动机起动	0.58	0.79	1.57	2.05	2.39	2.63	3.03	3.48	2.2.58	5.57	6.60	7.99	10.54

3）选用剩余电流保护器的额定漏电不动作电流，应不小于电气线路和设备的正常泄漏电流最大值的2倍。

4）根据电气设备的环境要求选用剩余电流保护器。

①剩余电流保护器的防护等级应与使用环境条件相适应。

②对电源电压偏差较大、高温或特低温环境的电气设备应优先选用电磁式剩余电流保护器。

③雷电活动频繁地区的电气设备应选用冲击电压不动作型剩余电流保护。

④房屋建筑剩余电流保护器动作参数选择见表2.2.4 -5。

3 产品选用及工程设计的相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《低压配电设计规范》GB50054。

《供配电系统设计规范》GB50052。

《10kV 及以下变电所设计规范》GB50053 - 1994。

《民用建筑电气设计规范》JGJ16 - 2008。

《电气设备节能设计》06DX008 - 2。

《建筑电气常用数据》04DX101 - 1。

《常用电机控制电路图》D303 - 2 ~ 3（2002 年合订本）。

《常用水泵控制电路图》01D303 - 3。

《常用低压配电设备及灯具安装》D702 - 1 ~ 3（2004 年合订本）。

表 2.2.4 -5 房屋建筑剩余电流保护器动作电流参数选择

项目	漏电动作电流参数值（mA）
家用电器插座回路的设备	30（快速动作）
单台电机	30 ~ 100（快速动作）
医疗电气设备安装剩余电流保护器时	6
游泳池、喷水池、水上游乐场、浴室照明线路	10（快速动作）
电源进线处（防电弧性短路）	300 ~ 1000

2.2.5 施工安装要点

1 剩余电流保护器的安装要求

1）剩余电流保护器的安装应符合 GB13955 - 92 标准及产品说明书的要求。

2）剩余电流保护器的安装应充分考虑供电线路、供电方式、供电电压及系统接地型式。

3）剩余电流保护器的额定电压、额定电流、短路分断能力、额定漏电动作电流、分断时间应满足被保护供电线路和电气设备的要求。

4）剩余电流保护器的安装接线应正确，在不同的系统接地形式的单相、三相三线、三相四线供电系统中剩余电流保护器的接线不同，应给以充分注意。

2 剩余电流保护器对低压电网的要求

1）剩余电流保护器的负载侧的中性线，不得与其它回路共用。

2）当电气设备装有高灵敏度的剩余电流保护器时，则电气设备单独接地装置的接地电阻最大可放宽到 500 Ω，但预期接触电压必须限制在允许的范围内。

3）装有剩余电流保护器保护的线路及电气设备，其泄漏电流必须控制在允许范围内，同时应满足选用剩余电流保护器的额定漏电不动作电流，应不小于电气线路和设备的正常泄漏电流的最大值的 2 倍的规定。当其泄漏电流大于允许值时，宜减小供电范围或线路敷设方式。

4）安装剩余电流保护器的电动机及其它电气设备在正常运行时的绝缘电阻值不应小于 0.5MΩ。

3 安装剩余电流保护器的施工要求

1）剩余电流保护器标有负载侧和电源侧时，应按规定安装接线，不得反接。

2）安装带有短路保护的剩余电流保护器，必须保证在电弧喷出方向有足够的飞弧距离。飞弧距离大小按剩余电流保护器生产厂的规定。

3）组合式剩余电流保护器外部连接的控制回路，应使用铜导线，其截面积不应小于 1.5mm^2。

4）安装剩余电流保护器后，不能撤掉低压供电线路和电气设备的接地保护措施，但应按 2.2.511）条及 2.2.521）条的要求进行检查和调整。

5）剩余电流保护器安装后，应操作试验按钮，检验剩余电流保护器的工作特性，确认能正常动作后才允许投入使用。

6）剩余电流保护器安装后的检验项目：

①用试验按钮试验 3 次，应正确动作。

②带负荷分合开关 3 次，均不应有误动作。

7）安装时必须严格区分中性线和保护线，三极四线式或四极式剩余电流保护器的中性线应接入剩余电流保护器。经过剩余电流保护器的中性线不得作为保护线，不得重复接地或接设备外露可导电部分。保护线不得接入剩余电流保护装置。

8）剩余电流保护器的安装必须由经技术培训考核合格的电工负责进行。

4 施工安装验收规范

《电气装置安装工程低电器施工及验收规范》GB 50254 - 1996。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303。

2.2.6 相关标准

《电工术语 低压电器》GB/T 2900.18 - 2008。

《低压开关设备和控制设备 总则》GB/T 14048.1 - 2006。

《低压开关设备和控制设备 低压断路器》GB 14048.2 - 2001。

《低压开关设备和控制设备 多功能电器（设备）第 2 部分：控制与保护开关电器（设备）》GB 14048.9 - 1998。

《剩余电流保护电器的一般要求》GB/Z 6829 - 2008。

《建筑物电气装置 第 4 部分：安全防护 第 44 章：过电压保护第 442 节：低压电气装置对暂时过电压和高压系统与地之间的故障的防护》GB 16895.11 - 2001。

《电磁兼容 限值 对额定电流不大于 16A 的设备在低压供电系统中产生的电压波动和闪烁的限制》GB 17625.2 - 1999。

《电磁兼容 限值 对额定电流大于 16 A 的设备在低压供电系统中产生的电压波动和闪烁的限制》GB/Z 17625.3 - 2000。

《电磁兼容 限值 对额定电流大于 16A 的设备在低压供电系统中产生的谐波电流的限制》GB/Z 17625.6 - 2003。

《低压电气设备的高电压试验技术 第一部分：定义和试验要求》GB/T 17627.1 - 1998。

《电磁兼容 环境 公用低压供电系统低频传导骚扰及信号传输的兼容水平》GB/T 18039.3 - 2003。

《交流 1000 V 和直流 1500 V 以下低压配电系统电气安全 防护检测的试验、测量或监控设备 第 1 部分：通用要求》GB/T 18216.1 - 2000。

《低压配电系统的电涌保护器（SPD）第 1 部分：性能要求和试验方法》GB 18802.1 - 2002。

《低压开关设备和控制设备 控制器 - 设备接口（CDI）第 1 部分：总则》GB/T 18858.1 - 2002。

《低压开关设备和控制设备 控制器 - 设备接口（CDI）第 2 部分：执行器传感器接口（AS - i）》GB/T 18858.2 - 2002。

《低压开关设备和控制设备 控制器 - 设备接口（CDI）第 3 部分：DeviceNet》GB/T 18858.3 - 2002。

《低压开关设备和控制设备的尺寸 在成套开关设备和控制设备中作电器机械支承的标准安装轨》GB/T 19334 - 2003。

《家用及类似场所用过电流保护断路器》GB 10963 - 1999。

《电气附件 - 家用及类似场所用过电流保护断路器 第 1 部分：用于交流的断路器》GB 10963.1 - 2005。

《家用及类似场所用过电流保护断路器 第 2 部分：用于交流和直流的断路器》GB 10963.2 - 2003。

《低压开关设备和控制设备 低压断路器》GB 14048.2－2001。

《发电机断路器通用技术条件》GB/T 14824－1993。

《家用和类似用途的不带过电流保护的剩余电流动作断路器（RCCB）第 1 部分：一般规则》GB 16916.1－2003。

《家用和类似用途的不带过电流保护的剩余电流动作断路器（RCCB）第 21 部分：一般规则对动作功能与电源电压无关的 RCCB 的适用性》GB 16916.21－2008。

《家用和类似用途的不带过电流保护的剩余电流动作断路器（RCCB）第 22 部分：一般规则对动作功能与电源电压有关的 RCCB 的适用性》GB 16916.22－2008。

《家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器（RCBO）第 1 部分：一般规则》GB 16917.1－2003。

《设备用断路器》GB 17701－2008。

《低压开关设备和控制设备 第 3 部分：低压开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器》GB 14048.3－2002。

《剩余电流动作保护器的一般要求》GB 6829－1995。

《家用和类似用途电器的安全 第 1 部分：通用要求》GB 4706.1－2005。

《剩余电流动作保护装置安装和运行》GB 13955－2005。

《建筑物电气装置 第 5 部分：电气设备的选择和安装第 53 章：开关设备和控制设备》GB 16895.4－1997。

《用电安全导则》GB/T 13869－2008。

《塑料外壳式断路器可靠性试验方法》GB/Z 22074－2008。

《家用和类似用途的剩余电流动作断路器可靠性试验方法》GB/Z 22202－2008。

《家用及类似场所用过电流保护断路器的可靠性试验方法》GB/Z 22203－2008。

《电气附件家用和类似用途的不带过电流保护的移动式剩余电流装置（PRCD）》GB 20044－2005。

《电气附件－家用及类似场所用过电流保护断路器 第 1 部分：用于交流的断路器》GB 10963.1－2005。

《通信设备过电压过电流保护导则》GB/T 21545－2008。

2.3 接触器、电机起动器

2.3.1 概述

1 接触器：仅有一个休止位置，能接通、承载和分断正常电路条件（包括过载运行条件）的电流的一种非手动操作的机械开关电器。

2 电机起动器：用于电动机的起、停、反转用的开关电器，一般由接触器、热继电器及其它电器组合而成。

2.3.2 产品分类与基本特点

接触器分类见表 2.3.2－1，电动机起动器分类见表 2.3.2－2。

2.3.3 产品选用要点

1 接触器的选择

1）接触器的选用原则：接触器可配合其它电器元件，实现远距离或频繁控制接通、断开电路。可控制电动机、电焊机、电容器组、电热装置、照明及其它电力负荷。

2）接触器选用要点

① 按接触器的控制对象、操作次数及使用类别选择相应类别和接触器，选择表见表 2.3.3－1。

②按使用位置处线路的额定电压选择。交、直流接触头的额定电压应大于线路的额定电压。

表 2.3.2－1　接触器分类

分类	功能
交流接触器	用于交流电路的接触器
直流接触器	用于直流电路的接触器
空气接触器	触头的闭合或断开是在空气中进行的接触器
电磁接触器	由电磁铁产生的力带动主触头闭合或断开的接触器
气动接触器	由压缩空气装置产生的力带动主触头闭合或断开的接触器
电磁气动接触器	由电磁阀控制压缩空气装置产生的力带动主触头闭合或断开的一种接触器
电气气动接触器	通过电控阀门，由压缩空气产生的力带动主触头闭合或断开的一种接触器
锁扣接触器	当操作机械被施加能量时，可动部分动作，当操作机构失去能量时，由锁扣装置使可动部分不能返回至起始位置的一种接触器
中频接触器	用于中频电路的接触器
真空接触器	主触头在高真空的壳内断开和闭合的一种接触器
半导体接触器	利用半导体开关电器来完成接触器功能的电器

表 2.3.2－2　交流电动机起动器分类

起动器分类	含意
直接起动器（包括可逆起动器）	起动时，按全电压起动电机
交流减压起动器	通过采用多于一级的方式，将线电压施加到电动机的端子上或逐步增加施加在电动机端子上的电压的起动器。交流减压起动器又分为星一三角形起动器和自耦减压起动器
转子变阻式起动器	在起动时循序切除预先接在笼型电机转子电路中的一个或多个电阻器的变阻式起动器
软起动器 综合起动器	如一种特殊型式的交流半导体电动机控制器，其起动功能仅限于控制电压和（或）电流上升，也可包括可控加速。附加的控制功能仅限于提供全电压运行

表 2.3.3－1　接触器和电动机起动器主电路的使用类别及其代号

电流	使用类别代号	用途举例
AC	AC－1	无感或微感负载、电阻炉
	AC－2	绕线式感应电动机的起动、分断
	AC－3	笼型感应电动机的起动、分断
	AC－4	笼型感应电动机的起动、反接制动或反向运转、点动
	AC－5a	放电灯的通断
	AC－5b	白炽灯的通断
	AC－6a	变压器的通断
	AC－6b	电容器组的通断
	AC－7a	家用电器和类似用途的低感负载
	AC－7b	家用的电动机负载
	AC－8a	具有手动复位过载脱扣器的密封制冷压缩机中的电动机控制
	AC－8b	具有自动复位过载脱扣器的密封制冷压缩机中的电动机控制

续表 2.3.3－1

电流	使用类别代号	用途举例
DC	DC－1	无感或微感负载、电阻炉
	DC－3	并激电动机的起动、反接制动或反向运转、点动、电动机在动态中分断
	DC－5	串激电动机的起动、反接制动或反向运转、点动、电动机在动态中分断
	DC－6	白炽灯的通断

注 1 轻载使用的接触器如 AC－2、AC－3 降容使用时的容量可用于重载。

2 对于 AC－3、AC－2 负载的主接触器，按额定电流选用。

3 对操作频率大于 30 次/h 的 AC－2 负载，应将接触器降级使用，降级幅度可为 1～2 级。

③按负载容量选择接触器主触头的额定电流。接触器主触头额定电流应大于等于电动机的额定电流或线路的计算电流。在确定接触器主参数时，应留有余量。且应考虑接触器所服务对象的工作制。长期工作制；间断工作制（8h）；反复短时工作制；短时工作制。接触器主触头额定电流是指在间断工作制下工作时，主触头长期容许通过的电流值，因此，当接触器在长期工作制下使用时应降容使用。

④对于吸引线圈的电压等级和电流种类，应考虑控制电源的要求。

⑤对于辅助接点的容量选择，要按联锁回路的需求数量及所连接触头的遮断电流大小考虑。

⑥对于接触器的接通与断开能力问题，选用时应注意一些使用类别中的负载，如电容器、钨丝灯等照明器，其接通时电流数大，通断时间也较长，选用时应留有余量。

⑦对于接触器的电寿命及机械寿命问题，由已知每小时平均操作次数和机器的使用寿命年限，计算需要的电寿命，若不能满足要求则应降容使用。

⑧应考虑环境温度、湿度，使用场所振动、尘埃、化学腐蚀等，应按相应环境选用不同类型接触器。

⑨对于照明装置适用接触器，还应考虑照明器的类型、起动电流大小、起动时间长短及长期工作电流，接触器的电流选择应不大于用电设备（线路）额定电流的 90%。

对于钨丝灯及有电容补偿的照明装置，应考虑其接通电流值，选用数据可参照表 2.3.3－2。

表 2.3.3－2 照明装置适用数据参考表

照明装置种类	功率因数补偿装置	起动电流	功率因数	起动时间（s）		选数根据
钨丝灯	—	16In	0.9～1	—		AC－1 工作制 0.9In 和起动电流
荧光灯	无	In	0.5	—		AC－1 工作制小接触器为 0.7In 大接触器为 0.9In 以及起动电流
	有	20In	0.9	—		
荧光高压汞灯	无	1.6In	0.4～0.6	<5		0.9In
	有	2In	0.95	<5		起动电流
钠 灯	无	1.6In	0.4～0.6	5～8		70% 长期工作电流
	有	20In	0.95	5～8		70% 长期工作电流和起动电流
金属卤化物灯（高压）	无	1.4In	0.5	5～12	（在 1.6In）	70% 长期工作电流
	有	20In	0.95	5～12		
金属卤化物灯（低压）	无	In	0.3	5～12	（在 1.6In）	70% 长期工作电流
	有	2In	0.95	5～12		

2 起动器的选择

1）磁力起动器选择：磁力起动器用于电动机的起、停及反转用的开关电器，一般由接触器、热继电器及其它电器组成。磁力起动器（交流直接起动器）按用途分可逆、不可逆，前者由二个接触器组

成，可控电动机的正反转，具有电和机械联锁。其结构可分开启式、保护式及防爆式。

其中接触器部分的选择可参考2.3.3－1所述，热继电器的选择应考虑下述原则：

①热元件额定电流应小于或等于热继电器的额定电流。

②保护电动机的热继电器的选择应根据电动机的起动时间，选取6In下热继电器的可返回时间是其动作时间的0.5～0.7倍。

③按额定电流选择热继电器型号规格。热继电器的额定电流应为电动机额定电流的0.95～1.05倍。

④按整定电流选择热元件编号及额定电流。同时应标出整定电流值。

⑤选择二相、三相热继电器，应根据负荷性质，当多台电动机功率的功率差别比较显著时，电源电压严重不平衡场合，不宜选用二相热继电器。

⑥对于反复短时工作制的电动机，以及起动频繁的电动机，不宜采用热继电器保护。

⑦选择热继电器时，要使安秒特性在电机过载特性下方。

2）自耦减压起动器：自耦减压起动器是利用自耦变压器降压，用于不频繁起动电动机的电器，可有手动、自动方式。自耦减压起动器可带过载保护，当通过1.2倍的额定电流时，可在20min内自行脱扣，切断电源。若带断相保护的热继电器，当一相断电，另两相电流达到1.15倍额定电流时，可在20min内动作。

3）星—三角起动器：星—三角起动器是利用改变定子绕组的接线方式来达到减压起动目的，分手、自动二种。一般无过载及失压保护，多数产品由接触器、热继电器、时间继电器，按钮等组成，有防护外壳，有过载、失压及断相保护。星—三角起动器适用于正常运行时绕组为三角形接线，且具有六个出线端子的低压笼型电动机。起动时电动机定子绕组接成星形，此时绕组电压为额定电压的，起动转矩和起动电流为全压起动的1/3，然后将三相绕组转接成三角形。此种方式起动转矩小，适用于轻载起动场合。在星—三角起动器基础上改进的另一种起动器为延边三角形降压起动，民用建筑设计较少采用。

4）软起动器：软起动器是采用工业微处理器和大功率可控硅，微电脑控制可控硅输出电压实现限流起动电机。软起动器适用于风机、泵类、压缩机等设备。

5）电动机综合保护器：主要原理采用磁场感应原理，从电动机三相主回路上取出电流信号，通过电子线路控制电动机。该类装置可作为电动机起动、控制装置，可有缺相、断相、过流、不平衡等保护。

3 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《低压配电设计规范》GB 50054。

《供配电系统设计规范》GB 50052。

《10kV及以下变电所设计规范》GB 50053－94。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《电气设备节能设计》06DX 008－2。

《建筑电气常用数据》04DX 101－1。

《常用电机控制电路图》D3 03－2～3（2002年合订本）。

《常用水泵控制电路图》01D 303－3。

《常用低压配电设备及灯具安装》D 702－1～3（2004年合订本）。

2.3.5 施工安装要点

1 施工安装要点

施工做法可参见国家建筑标准设计图集。

2 施工安装验收规范

《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254－1996。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303。

《电气装置安装工程质量检验及评定规程 第12部分：低压电器施工质量检验》DL/T 5161.12－2002。

2.3.6 相关标准

《电工术语 低压电器》GB/T 2900.18－2008。

《低压开关设备和控制设备 总则》GB/T 14048.1－2006。

《低压开关设备和控制设备 机电式接触器和电动机起动器》GB 14048.4－2003。

《低压开关设备和控制设备 第5－1部分 控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器》GB 14048.5－2001。

《低压开关设备和控制设备 多功能电器（设备）第2部分：控制与保护开关电器（设备）》GB 14048.9－1998。

《低压电气设备的高电压试验技术 第一部分：定义和试验要求》GB/T 17627.1－1998。

《低压电气设备的高电压试验技术 第二部分：测量系统和试验设备》GB/T 17627.2－1998。

《电磁兼容 环境 公用低压供电系统低频传导骚扰及信号传输的兼容水平》GB/T 18039.3－2003。

《交流1000 V和直流1500 V以下低压配电系统电气安全 防护检测的试验、测量或监控设备 第1部分：通用要求》GB/T 18216.1－2000。

《交流1000V和直流1500V以下低压配电系统电气安全 防护检测的试验、测量或监控设备第2部分：绝缘电阻》GB/T 18216.2－2002。

《家用及类似用途机电式接触器》GB 17885－1999。

《交流接触器节电器》GB 8871－2001。

《低压开关设备和控制设备第4－3部分：接触器和电动机起动器－非电动机负载用交流半导体控制器和接触器》GB/T 14048.12－2006。

《交流接触器能效限定值及能效等级》GB 21518－2008。

《低压开关设备和控制设备 第4－2部分：接触器和电动机起动器交流半导体电动机控制器和起动器（含软起动器）》GB 14048.6－2008。

《接触器式继电器可靠性试验方法》GB/Z 22201－2008。

《小容量交流接触器可靠性试验方法》GB/Z 22200－2008。

2.4 隔离器、隔离开关、熔断器组合电器

2.4.1 概述

1 产品定义

根据GB/T2900.18－2008《电工术语 低压电器》，产品定义如下：

1）（机械）开关：指在正常条件下（包括规定的过载工作条件），能够接通、承载和分断电流，并在规定的非正常电路条件下（例如短路），能在规定时间内承载电流的一种机械开关电器。开关可以接通但不能分断短路电流。

2）隔离器：指在断开状态下能符合规定的隔离功能要求的机械开关电器。如分断或接通的电流可忽略，或（在分断或接通电流时）隔离器每个极的两端的电压不发生显著变化，隔离器可以将电路断开或闭合。它能承载正常电路条件下的电流，也能在一个规定的时间内承载非正常电路条件下的电流（例如短路电流）。

3）隔离开关：指在断开状态下能符合隔离器的隔离要求的开关。断开指由于电器的断开，而使电路内电流被截止的操作过程。

4）隔离器和隔离开关功能的差别是：隔离开关具有隔离器的功能，并在正常条件下（包括规定的过载工作条件），能够接通、承载和分断电流。而隔离器在分断或接通的电流可忽略时，可以将电路断开或闭合。在工程设计中，把disconnector（隔离器）、switch－disconnector（隔离开关）均翻译为隔离开关。根据GB/T2900.18－2008《电工术语 低压电器》应按隔离器（disconnector）和隔离开关（switch

-disconnector）分开来称谓。

5）开关、隔离器、隔离开关与熔断器组装在同一单元组成熔断器组合电器。熔断器组合电器是对熔断器开关电器的总称。其定义为：

① 开关熔断器组：开关的一极或多极与熔断器串联构成的组合电器。同义词：负荷开关。

② 隔离器熔断器组：隔离器的一极或多极与熔断器串联构成的组合电器。同义词：带熔断器的隔离器。

③ 隔离开关熔断器组：隔离开关的一极或多极与熔断器串联构成的组合电器。

④ 熔断器式开关：用熔断体或带有熔断体载熔件作为动触头的一种开关。同义词：熔断器式刀开关。

⑤ 熔断器式隔离器：用熔断体或带有熔断体载熔件作为动触头的一种隔离器。

⑥ 熔断器式隔离开关：用熔断体或带有熔断体载熔件作为动触头的一种隔离开关。

2 图形符号

根据 GB/T4728.7-2008《电气简图用图形符号第 7 部分：开关、控制和保护器件》开关、隔离器、隔离开关、开关熔断器组、隔离器熔断器组、隔离开关熔断器组、熔断器式开关、熔断器式隔离器及熔断器式隔离开关的图形符号表示的定义概要见表 2.4.1。

表 2.4.1 定义概要

功能		
接通和分断电流	隔离	接通、分断和隔离
开关	隔离器	隔离开关
熔断器式开关 （熔断器式刀开关）	熔断器式隔离器	熔断器式隔离开关
开关熔断器组 （负荷开关）	隔离器熔断器组 （带熔断器的隔离器）	隔离开关熔断器组

3 基本组成

隔离器、隔离开关通常由绝缘底座、刀形动触头、静触头、灭弧装置和操作机构组成。只作隔离电源用的则不需要灭弧装置。

4 主要用途

隔离器、隔离开关用于维护、测试和检修设备需断开电源的场所。

熔断器式开关、开关熔断器组、熔断器式隔离器、隔离器熔断器组、熔断器式隔离开关及隔离开关熔断器组用于维护、测试和检修设备需断开电源的场所并作线路及负荷的保护。

2.4.2 产品分类与基本特点

1 电器型式

1）极数：隔离器、隔离开关按极数分为 1，2，3，4 极。

2）电流种类：隔离器、隔离开关的电流种类分为交流或直流。

2 主电路的额定值

1）标称电压

①交流系统中产品的标称电压为：220/380V 及 380/660V。

②直流系统中产品的标称电压为：110V、220V 及 440V。

2）电流

①约定自由空气发热电流是不封闭电器在无通风条件下用于温升试验的电流值。

②约定封闭发热电流由制造厂规定，用它来对安装在规定外壳中的电器进行温升试验。

③额定工作电流见制造厂规定，额定工作电流由额定工作电压、额定频率、额定工作制、使用类别和外壳防护的型式确定。额定工作电流见制造厂样本。

④额定不间断电流由制造厂规定，是电器在不间断工作制条件所长期承载的电流。

3）额定频率是用于设计电器且与其他特性值有关的电源频率。国内产品为 50（60）Hz。

3 灭弧介质分为空气、真空、油等。

4 操动方式分为：有关人力操作、无关人力操作、半无关人力操作及贮能操作。闭合操作方式可与断开操作方式不同。

1）有关人力操作指完全靠直接施加人力的一种操作，操作速度和操作力与操作者的动作有关。也称作直接人力操作。

2）无关人力操作指能源来源于人力、并在一次连续操作中贮存和释放能量的一种贮能操作，操作速度和操作力与操作者的动作无关。也称作人力储能操作。

3）半无关人力操作指完全靠直接施加达到某一阀值的人力的一种操作，所施人力超过阀值时，除非操作者故意延迟，否则将完成无关通断操作。

4）贮能操作指利用操作前贮存于机构本身内的、并且在预定条件下足以完成操作的能量所进行的一种操作。贮能方式分为弹簧、重物等；能量来源分为人力、电力等；能量释放方式分为人力、电力等。例如电动机贮能操动。

2.4.3 产品主要性能指标

1 正常工作条件

1）周围空气温度：周围空气温度上限不超过 +40℃。周围空气温度 24h 的平均温度不超过 +35℃。周围空气温度下限一般不低于 -5℃。

2）海拔：安装地点的海拔高度不超过 2000m。

3）大气条件：大气相对湿度在周围空气温度为 +40℃时不超过 50%；在较低温度下可以有较高的相对湿度；最湿月的月平均最大相对湿度为 90%，同时该月的月平均最低温度为 +25℃，并考虑到因温度变化发生在产品表面上的凝露。

4）周围环境的污染等级是根据出现导电的或吸湿的尘埃、游离气体或盐类，相对湿度的大小，以及由于吸湿或凝露导致表面电阻率下降事件发生的频度，而对环境条件作出的分级。污染等级分为四级，即 1，2，3，4。产品通常推荐考虑污染等级 2。

①污染等级 1 指无污染或仅有干燥的非导电性的污染。

②污染等级 2 指一般情况仅有非导电性污染，但是必须考虑到偶然由于凝露造成短暂的导电性。

③污染等级 3 指有导电性污染，或由于预期的凝露使干燥的非导电性污染变为导电性的。

④污染等级 4 指造成持久性的导电性污染，例如由于导电尘埃或雨雪所造成的污染。

2 使用类别

各使用类别所规定的预定用途见表 2.4.3。

表 2.4.3 产品的预定用途

电流种类	使用类别		典型用途
	类别 A	类别 B	
交流	AC－20Aa	AC－20Ba	空载条件下闭合和断开
	AC－21A	AC－21B	通断电阻性负载，包括适当的过负载
	AC－22A	AC－22B	通断电阻和电感混合负载，包括适当的过负载
	AC－23A	AC－23B	通断电动机负载或其他高电感负载
直流	DC－20Aa	DC－20Ba	空载条件下闭合和断开
	DC－21A	DC－21B	通断电阻性负载，包括适当的过负载
	DC－22A	DC－22B	通断电阻和电感混合负载，包括适当的过负载
	DC－23A	DC－23B	通断高电感负载

注：1 a 在美国不允许使用这类使用类别。

2 经常操作加尾标类别符号 A；不经常操作尾标类别符号 B 表示。

3 安装类别

对于安装在绝缘得到配合的低压系统中的电器或设备，根据它的对地额定绝缘电压相应地规定了它的对地冲击耐受电压峰值也就规定了它的安装类别，亦叫过电压类别。安装类别分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ四类。隔离器、开关、隔离开关及熔断器组合电器的安装类别为Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ类。

1）安装类别Ⅰ（信号水平级）指安装在系统线路末端的特殊设备或部件，例如低压电子逻辑系统、遥控、小功率信号电路的电器。

2）安装类别Ⅱ（负载水平级）指安装在安装类别Ⅰ前面和安装类别Ⅲ后面的电器设备或部件，例如控制和通断电动机的电器，螺线管电磁阀，耗能电器（电灯、电热器），通过变压器的主令和控制电路电器。

3）安装类别Ⅲ（配电及控制水平级）指安装在安装类别Ⅱ前面和安装类别Ⅳ后面的电器设备或部件，例如直接联接至配电干线装入配电箱的电器。

4）安装类别Ⅳ（电源水平级）指安装在安装类别Ⅲ前面的电器，例如安装在电源进线处的电器。

4 防护等级分类：见 GB4208－2008《外壳防护等级（IP 代码）》。

2.4.4 产品选用要点

1 额定工作电压在多相电路指相间电压。产品的额定电压应与所在回路标称电压相适应。

2 额定工作电流由制造厂规定，其值的确定应考虑到额定工作电压，额定频率的额定工作制，使用类别和防护外壳型式。产品的额定电流不应小于所在回路的计算电流。

3 产品的额定频率应与所在回路的频率相适应。

4 产品的工作环境要求满足所在场所的环境条件，若产品的工作环境与所在场所的环境条件不符，应按照 GB/T 4797.2－2005《电工电子产品自然环境条件 海拔与气压、水深和水压》的规定调整参数。

5 额定绝缘电压与介电性能试验、爬电距离等有关，在任何情况下最大额定工作电压不应超过额定绝缘电压。

6 额定冲击耐受电压应大于或等于该电器所处系统中所规定的最大过电压峰值。

7 八小时工作制是一个基本工作制，通常约定发热电流就是以这种基本工作制来确定的。

8 不间断工作制由于触头氧化和尘埃累积会导致发热恶性循环，电器用于不间断工作制时可以通过采用特殊设计（例如采用银触头）或者降容。产品的额定不间断电流不应小于所在回路的计算电流。

9 额定短时耐受电流（I_{cw}）是制造厂规定的短时间内产品所能承受而不损坏的电流值。产品应满足短路条件下的动稳定与热稳定的要求。

10 额定短路接通能力是在产品标准或制造厂规定的电压、额定频率以及一定的功率因数（或时间常数）下电器能够接通的短路电流值，用最大预期短路电流峰值表示。

11 额定短路分断能力（I_{cn}）是在产品标准或制造厂规定的电压，额定频率，以及一定的功率因数（或时间常数）下电器能够分断的短路电流值，用预期分断电流值表示（对于交流用交流分量的有效值表示）。用于断开短路电流的产品，应满足短路条件下的通断能力。

12 额定限制短路电流是对于本身不能分断短路电流的电器，需要时，制造厂必须指定适当型号的短路保护电器加以保护，当指定的短路保护电器是断路器时，被保护的电器在断路器的动作时间内能承受某一短路电流的作用（包括截断电流峰值、焦耳积分 $\int i^2 dt$ 的热作用等），相应于此短路电流的预期短路电流值。对于交流，额定限制短路电流用交流分量有效值表示。断路器可与被保护电器组合成一体，也可以彼此分开。选用需校验是否满足。

13 额定熔断短路电流是对于本身不能分断短路电流的电器为熔断器时的额定限制短路电流。选用需校验是否满足。

14 配电系统的接地型式为 TN－S 时，末端单相配电箱的进线开关或隔离器可选用两极。

15 若要求与接触器或断路器电气联锁，产品选用可提供辅助开关的产品。

16 熔断器应增加防断相运转功能。

17 若安全运行需要，选用断开位置提供挂锁装置的产品。

18 根据操作要求，选用相应操动方式的产品。

19 根据电器现场工作环境，选用相应防护等级的外壳的电器产品。

20 根据电器现场工作环境的爆炸介质，选用满足相应防爆型式及防爆等级的产品。

21 根据电器现场工作环境的腐蚀性介质，选用满足相应腐蚀性介质要求的外壳的产品。

22 对保护的选择性有要求时，需校验。

23 隔离开关为不带保护外壳，其裸带电体距地面高度不应小于 2.5m；当低于 2.5m 时应设置遮护物或阻挡物，阻挡物与裸带电体的水平净距不应小于 0.8m，阻挡物的高度不应小于 1.4m。

24 隔离开关为不带保护外壳，需根据生产厂对产品灭弧要求的安装要求确定安装位置。

25 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《低压配电设计规范》GB50054。

《供配电系统设计规范》GB50052。

《10kV 及以下变电所设计规范》GB50053－1994。

《民用建筑电气设计规范》JGJ16－2008。

《电气设备节能设计》06DX008－2。

《建筑电气常用数据》04DX101－1。

《常用电机控制电路图》D303－2～3（2002 年合订本）。

《常用水泵控制电路图》01D303－3。

《常用低压配电设备及灯具安装》D702－1～3（2004 年合订本）。

2.4.5 施工安装要点

1 施工安装要点

1）应有可靠的电击保护。

2）位置正确，安装牢固，垂直度允许偏差为1.5%。

3）施工做法可参见国家建筑标准设计图集。

2 施工安装验收规范

《电气装置安装工程 低电器施工及验收规范》GB 50254－1996。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303。

《电气装置安装工程质量检验及评定规程 第12部分：低压电器施工质量检验》DL/T 5161.12－2002。

2.4.6 相关标准

《电工术语 低压电器》GB/T 2900.18－2008。

《低压开关设备和控制设备 总则》GB/T 14048.1－2006。

《电磁兼容 限值 对额定电流不大于16A的设备在低压供电系统中产生的电压波动和闪烁的限制》GB 17625.2－1999。

《电磁兼容 限值 对额定电流大于16A的设备在低压供电系统中产生的电压波动和闪烁的限制》GB/Z 17625.3－2000。

《电磁兼容 限值 对额定电流大于16A的设备在低压供电系统中产生的谐波电流的限制》GB/Z 17625.6－2003。

《低压电气设备的高电压试验技术 第一部分：定义和试验要求》GB/T 17627.1－1998。

《电磁兼容 环境 公用低压供电系统低频传导骚扰及信号传输的兼容水平》GB/T 18039.3－2003。

《低压开关设备和控制设备的尺寸 在成套开关设备和控制设备中作电器机械支承的标准安装轨》GB/T 19334－2003。

《低压开关设备和控制设备 第3部分：低压开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器》GB 14048.3－2002。

《建筑物电气装置 第5部分：电气设备的选择和安装第53章：开关设备和控制设备》GB 16895.4－1997。

《用电安全导则》GB/T 13869－2008。

《低压开关设备和控制设备 第3部分：开关、隔离器、隔离开关以及熔断器组合电器》GB 14048.3－2008。

《低压熔断器第2部分：专职人员使用的熔断器的补充要求（主要用于工业的熔断器）》GB/T 13539.2－2002。

《低压熔断器 第4部分：半导体设备保护用熔断体的补充要求》GB/T 13539.4－2005。

《低压熔断器第2部分：专职人员使用的熔断器的补充要求（主要用于工业的熔断器）第1至5篇：标准化熔断器示例》GB/T 13539.6－2002。

《低压熔断器 第4部分：半导体设备保护用熔断体的补充要求 第1至3篇：标准化熔断体示例》GB/T 13539.7－2005。

《小型熔断器第1部分：小型熔断器定义和小型熔断体通用要求》GB 9364.1－1997。

《小型熔断器第2部分：管状熔断体》GB 9364.2－1997。

《小型熔断器第3部分：超小型熔断体》GB 9364.3－1997。

《小型熔断器第6部分：小型管状熔断体的熔断器座》GB 9364.6－2001。

《小型熔断器第4部分：通用模件熔断体》GB 9364.4－2006。

《低压熔断器 第1部分：基本要求》GB 13539.1－2008。

《低压熔断器 第3部分：非熟练人员使用的熔断器的补充要求（主要用于家用和类似用途的熔断器）标准化熔断器系》GB 13539.3－2008。

3 变压器及电源系统

3.1 配电变压器

3.1.1 产品概述

配电变压器为工矿企业与民用建筑供配电系统中的重要设备之一，它将 10（6）kV 或 35kV 网络电压降至用户使用的 230/400V 母线电压。

此类产品适用于交流 50（60）Hz，三相最大额定容量 2500kVA（单相最大额定容量 833kVA，一般不推荐使用单相变压器），可在户内（外）使用，容量在 315kVA 及以下时可安装在杆上。

3.1.2 产品分类形式、适用范围

配电变压器根据绝缘介质的不同，分为油浸式变压器和干式变压器；根据调压方式的不同，分为无励磁调压变压器和有载调压变压器。

1 油浸式变压器按外壳型式

1）非封闭型油浸式变压器：主要有 S8、S9、S10 等系列产品，在工矿企业、农业和民用建筑中广泛使用。

2）封闭型油浸式变压器：主要有 S9、S9－M、S10－M 等系列产品，多用于石油、化工行业中多油污、多化学物质的场所。

3）密封型油浸式变压器：主要有 BS9、S9－M_a^b、S10－M_a^b、S11－MR、SH、SH12－M 等系列产品，可做工矿企业、农业、民用建筑等各种场所配电之用。

2 干式变压器按绝缘介质

1）包封线圈式干式变压器：主要有 SCB8、SC（B）9、SC（B）10、SCR－10 等系列产品，适用于高层建筑、商业中心、机场、车站、地铁、医院、工厂等场所。

2）非包封线圈干式变压器：主要有 SG10 等系列产品，适用于高层建筑、商业中心、机场、车站、地铁、石油化工等场所。

3 干式变压器按外壳型式

1）非封闭干式变压器：变压器不带保护外壳，其铁芯和线圈是靠外界空气冷却。主要型号和使用场所与包封线圈式干式变压器相同。

2）封闭干式变压器：变压器带保护外壳，能使外界空气以循环方式直接冷却铁芯和线圈。保护外壳的防护等级为 IP2X，保护外壳的材料有钢板、铝合金、不锈钢等。250kVA 及以上变压器可选配通风机，以提高冷却效果。主要型号和使用场所与包封线圈式干式变压器相同。

4 变压器（包含油浸式和干式）按调压方式

1）无励磁调压变压器：一般用于电压波动范围小，且电压变化较少的场所。在满足使用要求的前提下，能用无励磁调压的尽量不采用有载调压。高压分接范围为 ±5% 或 ±2×2.5%，主要型号和使用场所与 3.1.2.1 1）、3.1.2.1 3）、3.1.2.2 1）、3.1.2.2 2）、3.1.2.3 1）、3.1.2.3 2）相同。

2）有载调压变压器：有载调压变压器的变压器部分与普通变压器相似，只是一次绕组增加了调压绕组，装有有载分接开关和有载调压控制器。干式有载调压变压器的有载分接开关采用真空箱结构，分接开关与变压器本体采用一体化结构。有载分接开关可配备自动控制器，便于现场或远程控制，如有必要可按用户要求提供计算机接口。有载调压变压器可以并联运行，必须配置同步控制器，且并联运行的

台数不可超过4台。10（6）kV配电变压器不宜采用有载调压变压器，但在当地10（6）kV电源电压偏差不能满足要求，且用电单位有对电压要求严格的设备，单独调压装置技术经济合理时，亦可采用10（6）kVA有载调压变压器。

有载调压变压器主要有SZ9、SCZ、SCZ9、SFZ9、SCZ（B）10、SCZ9－Z等系列产品，适用于高层建筑、商业中心、隧道、矿井、车站、机场、石油化工等场所。

3.1.3 主要技术性能

主要工作环境条件：环境温度不高于40℃，不低于－25℃，最高日平均温度30℃，最高年平均温度20℃，相对湿度不超过90%（环境温度25℃），海拔高度不超过1000m。若与上述使用条件不符时，应按GB6450的有关规定，作适当的定额调整。

3.1.4 产品选用要点

1 根据负荷性质选择变压器

1）有大量一级或二级负荷时，宜装设二台及以上变压器，当其中任一台变压器断开时，其余变压器的容量能满足一级及二级负荷的用电。一、二级负荷尽可能集中，不宜太分散。

2）季节性负荷容量较大时，宜装设专用变压器。如大型民用建筑中的空调冷冻机负荷、采暖用电热负荷等。

3）集中负荷较大时，宜装设专用变压器。如大型加热设备、大型X光机、电弧炼炉等。

4）当照明负荷较大或动力和照明采用共用变压器严重影响照明质量及灯泡寿命时，可设照明专用变压器。一般情况下，动力与照明共用变压器。

2 根据使用环境选择变压器

1）在正常介质条件下，可选用油浸式变压器或干式变压器，如工矿企业、农业的独立或附建变电所、小区独立变电所等。可供选择的变压器有S8、S9、S10、SC（B）9、SC（B）10等。

2）在多层或高层主体建筑内，宜选用不燃或难燃型变压器，如SC（B）9、SC（B）10、SCZ（B）9、SCZ（B）10等。

3）在多尘或有腐蚀性气体严重影响变压器安全运行的场所，应选封闭型或密封型变压器，如BS9、S9－M_a^b、S10－M_a^b、SH12－M等。

4）不带可燃性油的高、低配电装置和非油浸的配电变压器，可设置在一同房间内，此时变压器应带IP2X保护外壳，以策安全。

3 根据用电负荷选择变压器

1）配电变压器的容量，应综合各种用电设备的设施容量，求出计算负荷（一般不计消防负荷），补偿后的视在容量是选择变压器容量和台数的依据。一般变压器的负荷率85%左右。此法较简便，可作估算容量之用。

2）GB/T17468《电力变压器选用导则》中，推荐配电变压器的容量选择，应根据GB/T15164《油浸式电力变压器负载导则》或GB/T17211《干式电力变压器负载导则》及计算负荷来确定其容量。上述二导则提供了计算机程序和正常周期负载图来确定配电变压器容量。详见GB/T15164及GB/T17211有关内容。

4 1000kV·A及以上油浸式变压器，须装设户外式信号温度计，并可接远方信号。800kV·A及以上油浸式变压器应装气体继电器和压力保护装置，800kV·A以下油浸式变压器根据使用要求，与制造厂协商，也可装设气体继电器。干式变压器应按制造厂规定，装设温度测量装置，一般为630kV·A及以上变压器装设。

5 产品选用及工程设计的相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《干式变压器安装》99D 201－2。

《室外变压器安装》04D 201－3。

《10/0.4kV 变压器室布置及变配电所常用设备构件安装》03D 201 -4。

《电力变压器选用导则》GB/T 17468 -1998。

《配电变压器能效及经济技术评价导则》DL/T 985 -2005。

《电力变压器应用导则》GB/T 13499 -2002。

《干式电力变压器负载导则》GB/T 17211 -1998。

《三相配电变压器能效限定值及节能评价值》GB 20052 -2006。

《电力变压器经济运行》GB/T 13462 -2008。

3.1.5 施工安装要点

1 施工安装要点

配电变压器为变电所的重要组件，油浸式变压器一般安装在单独的变压器室内；无外壳干式变压器直接落地安装，四周加保护遮栏；有外壳干式变压器直接落地安装。其安装参见国家建筑标准设计图集 D 201 -1 ~4。

2 施工安装规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 -2002。

《电力变压器运行规程》DL/T 572 -1995（2005）。

《电力变压器检修导则》DL/T 573 -1995（2005）。

《电气装置安装工程 质量检验及评定规程 第 3 部分：电力变压器、油浸电抗器、互感器施工质量检验》DL/T 5161.3 -2002。

3.1.6 相关标准

《电力变压器 第 1 部分 总则》GB 1094.1 -1996。

《电力变压器 第 2 部分 温升》GB 1094.2 -1996。

《电力变压器 第 3 部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙》GB 1094.3 -2003。

《电力变压器 第 4 部分：电力变压器和电抗器的雷电冲击和操作冲击试验导则》GB/T 1094.4 -2005。

《电力变压器 第 5 部分：承受短路的能力》GB 1094.5 -2008。

《电力变压器 第 10 部分：声级测定》GB/T 1094.10 -2003。

《电工术语 变压器、互感器、调压器和电抗器》GB/T 2900.15 -1997。

《电工术语 电机、变压器专用设备》GB/T 2900.39 -1994。

《变压器、高压电器和套管的接线端子》GB/T 5273 -1985。

《干式电力变压器技术参数和要求》GB 10228 -2008。

《油浸式电力变压器技术参数和要求》GB/T 6451 -2008。

《变压器油中溶解气体分析和判断导则》GB/T 7252 -2001。

《运行中变压器油质量标准》GB/T 7595 -2000。

《电力用油（变压器油、汽轮机油）取样方法》GB 7597 -1987。

《油纸电容式变压器套管型式和尺寸》GB/T 13027 -1991。

《电力变压器应用导则》GB/T 13499 -2002。

《运行变压器油维护管理导则》GB/T 14542 -2005。

《油浸式电力变压器负载导则》GB/T 15164 -1994。

《干式电力变压器负载导则》GB/T 17211 -1998。

《变压器铜带》GB/T 18813 -2002。

《电力变压器、电源装置和类似产品的安全 第 1 部分：通用要求和试验》GB 19212.1 -2003。

《电力变压器、电源装置和类似产品的安全 第 4 部分：燃气和燃油燃烧器点火变压器的特殊要求》GB 19212.4 -2005。

《电力变压器、电源装置和类似产品的安全 第13部分：恒压变压器的特殊要求》GB 19212.13－2005。

《电力变压器、电源装置和类似产品的安全 第16部分：医疗场所供电用隔离变压器的特殊要求》GB 19212.16－2005。

《电力变压器、电源装置和类似产品的安全 第24部分：建筑工地用变压器的特殊要求》GB 19212.24－2005。

《微机变压器保护装置通用技术要求》GB/T 19262－2003。

《电力变压器、电源装置和类似产品的安全第2部分：一般用途分离变压器的特殊要求》GB 19212.2－2006。

《电力变压器、电源装置和类似产品的安全第3部分：控制变压器的特殊要求》GB 19212.3－2006。

《电力变压器、电源装置和类似产品的安全第5部分：一般用途隔离变压器的特殊要求》GB 19212.5－2006。

《电力变压器、电源装置和类似产品的安全第7部分：一般用途安全隔离变压器的特殊要求》GB 19212.7－2006。

《电力变压器、电源装置、电抗器和类似产品 电磁兼容（EMC）要求》GB/T 21419－2008。

《电力变压器 第11部分：干式变压器》GB 1094.11－2007。

《微机变压器保护装置通用技术要求》GB/T 14593.1.300－2008。

《干式非晶合金铁心配电变压器技术参数和要求》GB/T 22072－2008。

《电力变压器 第10.1部分：声级测定 应用导则》GB/T 1094.101－2008。

《电力变压器经济运行》GB/T 13462－2008。

3.2 预装式变电站

3.2.1 产品概述

预装式变电站，一般由高压开关柜、低压配电屏、配电变压器、外壳四部分组成。

3.2.2 产品分类和适用范围

1 分类：按使用环境分为户内式及户外式。按预装式变电站电压等级为高压6～35kV，低压220/380V，三相交流，50Hz，额定容量一般为30～1600kVA。按预装式变电站中的变压器分为干式、油浸两种。

2 适用范围：预装式变电站可作为环网型和终端型变配电装置。广泛应用于住宅小区、工矿企业、宾馆、医院、商场、机场、公园、铁路等户外场所。

3.2.3 技术性能要求

主要使用条件：海拔高度不超过1000m；环境温度：最高温度40℃，最低温度－25℃，最高日平均温度不超过35℃；相对湿度：日平均值不超过90%（+25℃）；户外风速不超过35m/s；地面倾斜度不大于3°；阳光辐射不得超过1000W/m^2；安装地点无爆炸危险、火灾、化学腐蚀及剧烈振动；地震烈度8度。当与上述正常使用条件不同时，由用户和制造厂协商解决。

3.2.4 产品选用要点

1 产品选用要点

1）根据工程的用电负荷的重要性及建设地点所能提供的高压供电等级确定成套电站的高压进线电压等级。

2）根据工程所在地的电网系统（短路容量、线路阻抗等）的参数进行短路电流计算，以便确定供电元件（如：高、低压断路器、高压负荷开关等）选型的具体参数和型号，并进行相关的校验。

3）根据工程的用电负荷，进行负荷计算，选择恰当的变压器容量。

4）根据工程的具体情况选择恰当的低压出线回路数，确定低压断路器的容量，并预留适当的备用出线回路。考虑便于进、出线，便于维修等情况。

5）尽可能的靠近负荷中心，减少进、出线电缆的长度。

2 工程设计相关规范、规程及标准

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

3.2.5 施工安装要点

1 施工安装要点

1）根据安装环境条件采取防止水淹的措施。

2）做好接地装置的安装。

2 施工安装规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303。

3.2.6 相关标准

《高压输变电设备的绝缘配合》GB 311.1－1997。

《高压架空线路和发电厂、变电所环境污区分级及外绝缘选择标准》GB/T 16434－1996。

《高压/低压预装式变电站》GB/T 17467－1998。

《电工术语 发电、输电及配电 变电站》GB/T 2900.59－2008。

《绝缘配合 第2部分：高压输变电设备的绝缘配合使用导则》GB/T 311.2－2002。

3.3 静态交流不停电电源装置（UPS）

3.3.1 产品概述

静态交流不停电电源装置是一种用于连续供电的、主要以电力变流器构成的静止型电源设备。它由可控硅整流器、逆变器、交流静态开关和蓄电池等组成。所谓不停电电源装置（Uninterruptible Power Supply，简称 UPS），是指当城市电网突然停电时，仍能保证交流电源不间断地供电。

主要用途：UPS 正常运行时，由城市电网交流电源经整流器变为直流，并通过充电器对蓄电池组进行浮充，同时经逆变器输出优质的交流电源对重要用电设备供电。当城市电网突然停电时，装置自动转换到蓄电池组，利用蓄电池组储能环节放电，经逆变器对重要用电设备供电。由于静态交流不停电电源装置与城市电网经过直流储能环节隔离，排除了市电瞬变干扰，并连续不间断地供给重要负荷用电，因而保证了重要设备安全可靠地、连续稳定地正常运行。

UPS 采用绝缘栅双极晶体管技术（IGBT）；脉冲宽度调制技术（PWM）或矢量空间调制技术（SVM）；数字信号处理技术（DSP）以及控制电子电路板采用表面贴装技术（SMD）。使 UPS 整机增强了抗干扰能力，电路的集成度高，提高了可靠性；整机性能得到改善，效率很高。

3.3.2 产品分类与基本特点、功能

1 不停电电源装置按容量大小可分为：

小型不停电电源：1000VA 及以下；中型不停电电源：2～15kVA；大型不停电电源：20kVA 及以上。

小型不停电电源输入电压为交流单相 220V，可用于微型计算机（一般单机功率为 200～300W）和精密电子仪器配套使用的备用电源。

中型不停电电源，输入电压一般为交流单相 220V，也有一些厂商生产的 10～15kVA 的不停电电源输入电压为三相 380V，该系列产品广泛应用于计算机系统、航空管理系统、卫星系统、精密仪器、科研、医院、银行、保险等系统中。

大型不停电电源输入电压为三相 220/380V，该系列产品为计算机系统、卫星通讯系统、网管控制

系统、精密仪器仪表、高灵敏用电设备提供连续、稳定、可靠、干净的交流电源。

2 不停电电源按其工作方式可分为后备式、在线式和在线互动式

1）后备式不停电电源是指在电网正常供电时，由电网直接向负荷供电，当电网供电中断时，蓄电池才对不停电电源的逆变器供电，并由不停电电源的逆变器向负荷提供交流电源，即不停电电源的逆变器总是处于对负荷提供后备供电状态。其特点：成本低、效率高，但输出电压和频率不稳定，转换中断。不适合高速通信及计算机应用。

2）在线式不停电电源平时是由电网通过不停电电源的整流电路向逆变电路提供直流电源，并由逆变电路向负荷提供交流电源。一旦电网供电中断时，改由蓄电池经逆变电路向负荷提供交流电源。其优点：高质量电源输出；频率、电压稳定；零中断转换。缺点：成本高，效率相对降低。适用频率和电压不稳定的环境和高速通信及计算机应有。

3）在线互动式不停电电源是指在电网正常供电，而且其电压和频率偏差在允许范围内，通过自动旁路开关由电网直接向负荷供电，当电网电压和频率不稳定，超过允许范围内时，则市电通过整流器逆变器向负荷供电。当电网电压、频率稳定在设定的范围内，UPS 又经自动旁路开关由电网直接向负荷供电，当电压、频率超过允许范围，则市电又转回到通过整流器逆变器向负荷供电。

互动式 UPS 的优点：成本低，正常情况下效率高，输出电压稳定。

缺点：输出频率不稳定；存在转换时间（4ms）。

不适用场合：不适合发电机组供电和市电不稳定环境；不适合高速通信及计算机应用。

3 不停电电源按有无旁路，又可分为有旁路和无旁路两种型式。无旁路的方案实际上很少采用。有旁路的有手动旁路和自动旁路之分。手动旁路开关在维修和测试 UPS 整流逆变主机时，连续以市电向用电设备供电之用。而自动旁路开关是互动式 UPS 的组成部分。

4 不停电电源按电池接线方式不同，又可分为蓄电池浮充式和开关切换式（也称分离式）。浮充式适用于小容量装置，开关切换适用于大容量装置。

5 不停电电源主接线方案根据供电的可靠性、连续性、稳定性和电源容量及其他参数质量要求，不停电电源系统可分为：单一式不停电电源系统；并联式不停电电源系统；冗余式不停电电源系统。

6 UPS 主接线系统

不停电电源的主接线系统方案如下。

- 单一式 UPS 系统
  - 蓄电池浮充式
  - 蓄电池开关式
- 并联式 UPS 系统
  - 蓄电池浮充式
  - 蓄电池开关式
- 冗余式 UPS 系统
  - 备用冗余 UPS 系统
    - 蓄电池浮充式
    - 蓄电池开关式
  - 并联冗余 UPS 系统
    - 蓄电池浮充式
    - 蓄电池开关式

1）单一式 UPS 系统

单一式 UPS 系统系指只有一台 UPS 的不停电电源系统。这种系统由整流器、逆变器、蓄电池和旁路开关等组成。设有交流静态开关切换旁路方式的单台 UPS 供电系统，一般适用于中小容量不停电电源系统。

2）并联式 UPS 系统

该系统系指具有一台或多台逆变器的 UPS 和其他 UPS 工作单元的并联运行。要求两台或多台逆变器与市电旁路电源保持同步运行。正常运行时，两台逆变器同时向负荷供电，各供一半负荷。当一台逆变器故障时，经交流静态开关自动切除故障逆变器而不影响系统供电。此时另一台逆变器承担全部供电负荷。在需要时用电负荷也可经交流静态开关自动切换到市电旁路电源供电，但此时，供电主要技术指

标将取决于市电、供电质量将有所下降。并联 UPS 系统的输出功率是一台逆变器的额定功率。

3）冗余式 UPS 系统

冗余式 UPS 系统可分为备用冗余式 UPS 系统和并联冗余 UPS 系统。冗余式 UPS 系统配置 UPS 台数一般推荐选用 2 ~ 6 台为宜。

①备用冗余式 UPS 当运行中的 UPS 单元发生故障时，则立即经交流静态开关切换到备用 UPS 单元向负荷供电。同时切除发生故障的 UPS 单元。

②并联冗余式 UPS 系统：这种系统由若干个分担供电负荷的 UPS 单元。所有 UPS 的输出直接并联，共同向负荷供电。由于并联冗余多台 UPS 设备装设总容量超过负荷要求容量至少多一个 UPS 单元的容量，因而可以切断其中任一故障单元，来保证其余单元负荷供电的连续性，继续对全部负荷供电。这种系统可靠性高，利于 UPS 的使用寿命，配置灵活，即可增容，也可冗余，有利于提高后备时间，是技术发展的趋势。

3.3.3 产品选用要点

1 根据工程设计要求采用不同类型的不停电供电系统，单一式的 UPS 系统可靠性相对低些，其容量相对来说小些，如果需要高可靠、大容量的不停电电源，则可采用并联式 UPS 系统或冗余式 UPS 系统。

2 UPS 的节能运行（ECO）模式

对电压和频率参数不敏感的负荷采用 ECO 方式 Q—市电正常时，负荷由旁路交流电源通过自动旁路供电。如果电源故障或质量超出允许范围，负荷自动转变为逆变器供电，而不会中断。如果电源恢复到容限范围内，负荷又不间断地转回到旁路交流电源。

UPS 的 ECO 模式依靠智能能源管理系统跟踪市电质量，实现逆变器回路和自动旁路的程序化动作，减少整流器和逆变器电能转换损耗，达到节能的目的。

3 并联式 UPS 的顺序软起动

多台并联的 UPS 利用智能能源管理功能，按事先设定的程序，对其实行顺序软起动，达到整流器启动延时并按顺序进行，它的优势是：避免发电机组容量加大；降低对市电的冲击；避免干扰其他负荷；避免进线电缆过热。

4 蓄电池的选择和智能化电池监控系统

1）蓄电池的选择：蓄电池容量应根据市电停电后由其维持供电时间长短的要求选定。

UPS 系统用的蓄电池需在常温下能瞬时起动，宜选用免维护密封酸性蓄电池，有条件时应选用碱性燃料电池。

2）蓄电池的额定放电时间宜按下列条件确定：

①UPS 系统在交流输入发生故障时后，为保证用电设备按照操作顺序进行停机时，其蓄电池的额定放电时间可按停电所需最长时间来确定，一般可取 8 ~ 15min。

②当有备用电源时，UPS 系统在交流输入发生故障后，为保证用电设备供电连续性，并等待备用电源投入，其蓄电池额定放电时间的确定，一般可取 10 ~ 30min。

③UPS 系统供电的用电设备负荷特性不同，同样容量的 UPS 其电池的后备时间也不同，通常可根据负荷特性来确定蓄电池的额定放电时间。

3）智能化电池监控系统

大中型 UPS 系统都配置了智能化电池监控系统，不同厂家配置的功能稍有不同，选用时用户要进行确认。保证 UPS 系统最大限度地连续运行；预防电池损坏；延长电池寿命。

先进的电池监控系统应有下列功能：

①根据电池老化、温度和充电水平计算真实的可用后备时间；

②评估电池的使用寿命；

③防止电池过度放电的保护，根据自动计算出的放电曲线，自动断开电池电路断路器，防止深度放

电；

④根据环境温度调整浮充电压，以延长电池使用寿命；

⑤限制电池电流；无负荷关机；

⑥自动电池检测：按可编程的时间间隔做电池自动放电检测。电池状态，预防性检测电池的内部故障。电池电路的连接情况；

⑦逐渐增强的蜂鸣器报警，提示后备时间终了；

⑧电池温度监测用于：根据电池间的温度调整充电电压。如果设置的允许温度超出正常范围，向操作人员报警。

5 UPS 系统的谐波治理

变流装置的输出、输入电源回路中含有多次谐波成份，抑制谐波是 UPS 系统设计要解决的一个重要课题。UPS 系统抑制谐波有多种方案，首先要求整流逆变器少产生谐波，如采用 12 脉冲整流器，其次是输入、输出回路中设置隔离变压器或滤波器。

1）谐波滤波器的种类

谐波滤波器有以下几种：

①电感线圈和电容器组成的无源滤波器；

②有源滤波器；

③非补偿型滤波器（滤除某一次或固定的某几次谐波）；

④补偿型滤波器；

⑤动态接点滤波器；

⑥正弦波有源谐波调节器。

正弦波有源谐波调节器其原理同有源滤波器，但适用于任何谐波频谱，并且不限于整流器类型的负荷。

UPS 系统是否需要装置隔离变压器，配置什么样的滤波器，用户根据用电负荷的要求，与供应商共同商讨确定。

2）全面谐波治理

全面谐波治理（THM）有源滤波器，它实时计算和补偿谐波。用正弦波有源谐波调节器技术，把 THM 有源滤波器内置在 UPS 上，可显著减少谐波电流再注入配电系统中，避免对负荷的干扰，它还意味着增加 UPS 上线的功率因数。THM 滤波器安装在整流器的上线，采用数字信号处理技术（DSP）实时地补偿由整流器产生的谐波，使电网上线电流保持为理想的正弦波。

6 UPS 的遥控和通信功能

大中型 UPS 系统一般均能提供多种灵活的遥控和通信方案供选择，大大方便了用户的操作、管理和维修。实现供应商为用户提供远程服务；沟通用户与供应商间的信息。

大中型 UPS 可配置如下遥控和通信模块供用户选择：

①装置本身带有液晶屏幕显示，显示 UPS 运行状况，事故报警，在线记录 UPS 运行时的各种数据。

②遥控板，带液晶和发光二极管显示的手持遥控器，用通信接口连接，能对多台 UPS 实施遥测、遥信和遥控。

③自动回叫服务板，在非正常情况下，自动拨号模块能向指定的服务中心拨号寻求帮助。

④智能功率模块与 UPS 通信的智能模块，用于监视、管理和记录 UPS 输出功率和负荷情况。

⑤PC 机用监控软件，安装在 PC 机上，通过通信接口，监控 1 ~99 台 UPS，还可通过互联网发送电子邮件。

⑥电池组监视模块，连续监视每台电池的智能模块，能在电池组中任何一只电池严重损坏前告警。

7 UPS 工作条件

UPS 适用工作条件，不同厂家供应的不同类型的 UPS 的工作条件有些差异，具体看 UPS 制造商的

UPS 产品技术规格说明书。以下是 UPS 的一般工作条件，供设计选用者参考：

①海拔高度 1000m 及以下（有些产品可工作在海拔 2000m 或 3000m 以下）；

②室内环境温度 0 ~ +40℃；

③室内相对湿度不大于 90%（不允许结露）；

④无剧烈震动、冲击和垂直倾斜度不超过 5 度的场所；

⑤无易燃导电尘埃、无腐蚀性气体和爆炸危险的场所；

⑥蓄电池室的环境温度 20 ~ 25℃。

8 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 - 2008。

《通信电源集中监控系统工程设计规范》YD/T 5027 - 2005。

《邮电通信电源设备安装设计规范》YDJ 1 - 1989。

《通信电源设备安装工程设计规范》YD/T 5040 - 2005。

《常用低压配电设备及灯具安装》D 702 - 1 ~ 3（2004 年合订本）。

《备用电源》D 202 - 1 ~ 2（2002 年合订本）。

3.3.4 施工安装要点

1 施工安装要点

施工做法可参见国家建筑标准设计图集。

2 施工安装验收规范

《通信电源设备安装工程施工监理暂行规定》YD 5126 - 2005。

《通信用电源设备抗地震性能检测规范》YD 5096 - 2005。

《通信电源设备安装工程验收规范》YD 5079 - 2005。

《通信电源集中监控系统工程验收规范》YD/T 5058 - 2005。

《通信电源设备安装工程施工及验收技术规范》YDJ 31 - 1983。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303。

3.3.5 相关标准

《不间断电源设备（UPS）第 2 部分：电磁兼容性（EMC）要求》GB 7260.2 - 2003。

《不间断电源设备（UPS）第 3 部分：确定性能的方法和试验要求》GB/T 7260.3 - 2003。

《信息技术设备用不间断电源通用技术条件》GB/T 14715 - 1993。

《低压直流电源设备的性能特性》GB 17478 - 2004。

《电磁兼容 试验和测量技术直流电源输入端口纹波抗扰度试验》GB/T 17626.17 - 2005。

《电磁兼容 环境 工业设备电源低频传导骚扰发射水平的评估》GB/Z 18039.2 - 2000。

《电磁兼容 环境 电磁环境分类》GB/Z 18039.1 - 2000。

《电力变压器、电源、电抗器和类似产品的安全 第 1 部分：通用要求和试验》GB 19212.1 - 2008。

《普通电源或整流电源供电直流电机的特殊试验方法》GB/T 20114 - 2006。

《电力变压器、电源装置、电抗器和类似产品 电磁兼容（EMC）要求》GB/T 21419 - 2008。

《逆变应急电源》GB/T 21225 - 2007。

《单路输出式交流 - 直流和交流 - 交流外部电源能效限定值及节能评价值》GB 20943 - 2007。

3.4 柴油发电机组

3.4.1 产品概述

柴油发电机组由柴油机、发电机、超动及控制装置、日用油箱、底盘等组成。作为应急、备用电源使用，亦可作正常电源使用。应急或备用柴油发电机组以陆地固定式、闭式循环水冷机组为主，单台发

电机容量不超过 1500kW 为宜。

3.4.2 产品分类与基本特点、功能、适用范围

1 柴油发电机组分类

1）柴油发电机组可分为普通型、普通保护型和自动化机组，三种类型：

①普通型机组：一般采用一体式结构，具备基本的起动、停止、手动操作和仪表显示功能。

②普通保护型机组：在普通型机组的基础上，增加了自动保护、报警功能，一般具有水温高、油温高、油压低报警和停机功能。有的还带超速（过频）、充电系统故障报警功能。过负荷和 短路保护，由低压断路器来实现。

2 自动化机组应具有：

1）自动维持准备运行状态：机组应急起动和快速加负荷时的机油压力、机油温度、冷却水温度应符合产品技术条件之规定。

2）自起动和加负荷：接自控和遥控指令，或市电供电中断时，机组能自动起动并供电，机组允许三次自动起动，每次起动时间 8 ~ 12s，起动间隔 5 ~ 10s，第三次自起动失败时，应发出起动失败的声光报警信号。设有备用机组时，应能自动地将起动信号传递给备用机组，有的机组在起动前还有预润滑和预热等程序，（在寒冷地区订货时应注明带预热装置）。

机组自动起动成功后，自动升速至额定转速，自动励磁之后，自动合闸并向负荷供电。首加负荷量，对于额定功率不大于 250kW 者，不小于 50% 的额定负荷；对于额定功率大于 250kW 者，按产品技术条件之规定。市电恢复向负荷供电时间一般为 8 ~ 20s。机组自起动的成功率不低于 98%。

3）自动停机：接自控或遥控指令后，或市电恢复供电后，应能自动切换负荷，主开关分闸，空载进行 1min 左右，自动停车并转入待机状态。

4）自动并车与解列：接自控或遥控的并车或解列指令后，应能自动并车或解列。通常第一台机组运行功率持续达到产品技术条件规定时，应向第二台机组发出起动指令，使其自动并车运行。当二台并车机组的总功率持续减少到总额功率 40% 时，应向二台机组中的一台机 组发出解列和停机指令。

两台机组并车运行时，应能自动分配输出的有功和无功功率，其分配差度不超过 ±10%。

5）自动补给：机组的燃油、机油、冷却水应自动补充，机组起动用蓄电池自动充电。

6）自动报警与保护：机组的水温高、油温高、油压低、水位低、超速（过频）、失速（低频）时，发出声光报警信号，主开关分闸、冷机运行后停机。

当机组发生短路故障，过负荷 1.2 倍（可延时 15 ~ 20s）、电压高于 480V 或低于 320V（可延时 3 ~ 6s）时，发出声光报警信号，主开关分闸、冷机运行后停机。

3 持续功率：在标准环境条件下，无时间限制，能连续不间断地运行的功率，一般为额定功率的 90%。

4 备用功率：在规定环境条件下，能短期运行的最大功率，一般为额定功率的 110%。

5 当环境条件超过上述标准环境条件时，按 GB/T6072 - 2000 标准，应将功率调整到现场环境状况时的功率。

3.4.3 产品选用要点

1 应急柴油发电机组选择

应急柴油发电机组在市电停电时作应急之用，主要供电给一级负荷，保证消防时不致停电。

应急柴油发电机组作应急用，经常处于待机应急起动状态，连续运行的时间不长，一般不超过 8h，因此可按“备用功率”来确定容量。

按上述各负荷的容量之和（不计备用容量），考虑经修正后的机组容量，并能满足上述负荷中最大一台电动机的起动要求，据此以确定应急柴油发电机组的容量。

应急柴油发电机组，一般选用 1 台自动化、转速 1500 ~ 1000r. p. m、无刷励磁、230/400V、三相四线带控制屏、充放电设备及共用底盘的发电机组。可要求共用底盘带日用油箱，以减少管路和占用面

积。

市电电源与应急发电机电源的切换主开关之间，除电气联锁外，还必须有机械联锁，以确保应急发电机组不向市电网络供电。

2 备用柴油发电机组的选择

为了方便生活、商业活动不致停顿，可考虑向以下负荷供电：

一般电梯、生活饮用水泵、生活给排水泵、应急照明、疏散标志、照明、消防报警装置、安全保卫装置等；商场、餐厅、多功能厅、会议室的照明、空调及通风用电、商场上行自动扶梯、货梯等。

1）上述各负荷容量之和，乘以需要系数之后的计算负荷小于应急柴油发电机组的容量时（应急柴油发电机组容量确定见前述）（备用系数按 1.2 考虑，即 1.2 倍计算容量小于应急柴油发电机组的容量），在市电停电后，由应急发电机组向上述负荷供电，以保障生活和商业的正常行。

2）上述各负荷容量之和，乘以需要系数之后的计算负荷大于单台应急柴油发电机组的容量时（应急柴油发电机组容量的确定和计算负荷的确定见 1 所述），可选择 2 台型号、容量相同、调压、调速特性相近的发电机组。在市电停电后，由其中一台或二台机组向生活和商业用电供电；当市电停电，又发生火灾时，由 2 台机组向消防负荷供电，以利消防。

备用柴油发电机组选用 2 台时：型号、容量相同，调压、调速特性相近，自动化机组，机组转速为 1500 ~ 1000r. p. m、无刷励磁、230/400V、三相四线、带控制屏、充放电设备共用底盘。底盘可带日用油箱。

市电电源与发电机电源的切换主开关之间，除电气联锁外，还必须带有机械联锁，以保证发电机电源不向市电网络供电。

3 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《智能建筑设计标准》GB/T 50314 - 2006。

《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 - 1995（2005）年版。

《供配电系统设计规范》GB 50052。

《通用用电设备配电设计规范》GB 50055。

《建筑设计防火规范》GB 50016 - 2006。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 - 2008。

《备用电源》D 202 - 1 ~ 2（2002 年合订本）。

3.4.4 施工安装要点

1 柴油发电机组在机房中，除了散热水箱端外，其余布置尺寸要求，请参照《民用建筑电气设计规范》。

散热水箱距墙小于 250mm 时，可在墙上开洞直接将热风排至室外。散热水箱距墙 600 ~ 1000mm 时，加导风罩将热风排至室外，导风罩与散热水箱之间加柔性接头。

发电机站房屋的净高一般为发电机组高的 2 倍，最少应比发电机高出 1.5m。

2 电机功率大于 500kW 时，建议在机组上方的屋顶下安装 16 ~ 20#工字钢，用以安装起重设备。

3 有些发电机组须安装日用燃油箱，日用燃油箱容量一般满足 3 ~ 8h 满负荷运行要求，日用燃油箱须高于柴油机的油泵，可以用支架安装。出油口必须高出油箱底 100mm 以上，以防杂质堵塞油管。

当某些地方的消防部门硬性规定日用燃油箱的容量（与发电机容量无关）时，日用燃油箱必须安装在单独的防火的房间内，并须设有事故储油池。为此，须事先向有关部门了解。当需要时，在室外地下埋设储油罐一个，以便外部燃油卸入后能沉淀一定的时间。

4 一般生产厂都提供每台柴油发电机组的排风量，基于进风量大于排风量的原则，从而可得出进排风百页窗的有效面积。由于发电机室一般在地下一层，应有一个足够大的排风竖井，这样对消除噪声有利。进风百页窗一般位于发电机尾部，排风百页窗位于进风百页窗相对应的位置。如果因地下室的位置，难以做到上述要求时，但排出的热风不要被进风装置又吸进室内，否则做不到空气新鲜、清洁和降

温，进排风竖井的面积可由暖通等专业协助解决。由发电机、柴油机、排烟管散发的辐射热，亦要用机械通风或自然通风的方法排至室外。

5 柴油机的废气，具有噪声高、震动大、温度高的特点，排烟管道在室内部分 应采用壁厚不小于3mm的焊接钢管，排烟管与柴油机之间采用波纹管连接，经室内“带隔热带的消声器”排至室外或烟道，排至烟道对降低噪声和防治污染都有好处。由于排烟温度较高（一般为500℃左右），普通粘土砖砌烟道，做不到经久耐用，宜用耐火砖筑砌。

排烟金属管室内段必须保温，保温层表面温度以不超过60℃为宜。

柴油机组的废气排放和除尘等，请与当地环保部门协商解决。

6 柴油发电机组的基础，一般为200号混凝土结构，基础长、宽为机组共用底盘长、宽各加200~300mm，基础高出地面50~200mm，基础厚度：

$$H=\frac{K\cdot G}{d\cdot B\cdot L} \tag{3.4.4}$$

式中 H——基础厚度（m）；

K——重量倍数1.5~2；

G——机组总重量（kg）；

d——混凝土密度2400kg/m^3；

B——基础宽度（m）；

L——基础长度（m）。

机组基础不预留地脚螺栓孔，安装时在机组底盘下安置减震器（或橡胶减震垫），用膨胀螺栓将减震器与基础固定即可。如有必要，在基础周围可设置防震沟，能够对建筑物提供较好的保护。防震沟宽度为25~30mm，沟深与基础持平。沟内放黄沙或木屑，或二者的混合物。

7 柴油发电机站除地面外，其余各面均须安装吸音材料，机房内壁用多孔板，在多孔板夹层中均匀填充岩棉，既吸音又隔音，而且阻燃。具体要求请按《民用建筑电气设计规范》相关内容设计，或征得当地环保部门的同意，另外使进风和排风经过排气室和进气室，可以有效的吸声和降低噪声。

8 柴油发电机站各房间耐火等级与火灾危险性类别请参照《民用建筑电气设计规范》规定执行。

9 施工做法可参见国家建筑标准设计图集《应急柴油发电机组安装00D202-2》、《备用电源D202-1~3》。

10 施工安装验收规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303。

3.4.6 相关标准

《往复式内燃机驱动的交流发电机组 第1部分：用途、定额和性能》GB/T 2820.1-1997。

《往复式内燃机驱动的交流发电机组 第2部分：发动机》GB/T 2820.2-1997。

《往复式内燃机驱动的交流发电机组 第3部分：发电机组用交流发电机》GB/T 2820.3-1997。

《往复式内燃机驱动的交流发电机组 第4部分：控制装置和开关装置》GB/T 2820.4-1997。

《往复式内燃机驱动的交流发电机组 第5部分：发电机组》GB/T 2820.5-1997。

《往复式内燃机驱动的交流发电机组 第6部分：试验方法》GB/T 2820.6-1997。

《往复式内燃机驱动的交流发电机组 第7部分：用于技术条件和设计的技术说明》GB/T 2820.7-2002。

《往复式内燃机驱动的交流发电机组 第8部分：对小功率发电机组的要求和试验》GB/T 2820.8-2002。

《往复式内燃机驱动的交流发电机组 第9部分：机械振动的测量和评价》GB/T 2820.9-2002。

《往复式内燃机驱动的交流发电机组 第10部分：噪声的测量（包面法）》GB/T 2820.10-2002。

《往复式内燃机驱动的交流发电机组 第12部分：对安全装置的应急供电》GB/T 2820.12-2002。

《自动化柴油发电机组分级要求》GB/T 4712 - 2008。
《自动化内燃机电站通用技术条件》GB/T 12786 - 2006。
《高压交流发电机断路器》GB/T 14824 - 2008。
《往复式内燃机驱动的三相同步发电机通用技术条件》GB/T 15548 - 2008。
《往复式内燃机 零部件和系统术语 第 9 部分：监控系统》GB/T 6809.9 - 2007。

3.5 直流电源成套开关设备

3.5.1 产品概述

直流电源成套开关设备（Direct - current switchgear assembly）由一个或多个低压开关电器、变流装置、浮充电装置和相关的控制、测量、信号、保护、调节单元等，由制造厂家负责完成所有内部的电气和机械的连接，用结构部件完整地组装在一起的一种组合体。

主要用于直流供电系统中做为直流操作供电设备、各种场合经常负荷供电设备、应急供电设备及备用供电设备。

3.5.2 产品分类

1 按用途分

1）操作用直流供电设备；

2）经常负荷用直流供电设备；

3）应急用直流供电设备；

4）备用直流供电设备；

5）多用途兼容直流供电设备。

2 充电装置分类

1）相控式晶闸管型充电装置（集成电路型、微机型）；

2）高频开关电源模块式充电装置。

3 蓄电池分类

电力系统用直流电源成套开关设备用蓄电池主要有以下几类：

1）阀控式密封铅酸蓄电池：目前主要分贫液式和胶体式两类；

2）防酸式隔爆铅酸蓄电池；

3）镉镍蓄电池：主要分为两大类，高倍率镉镍蓄电池，瞬间放电电流是蓄电池额定容量的 3 ~ 6 倍，中倍率镉镍蓄电池瞬间放电电流是蓄电池额定容量的 1 ~ 3 倍。

3.5.3 产品主要技术性能参数（以电力系统用直流电源成套开关设备为例）

1 产品主要参数

1）输入额定电压及频率

①三相电压：380V、50Hz；

②单相电压：220V、50Hz。

2）直流标称电压：220V、110V、48V、24V。

3）充电装置输出直流额定电流

充电装置输出直流额定电流可优先采用下列数值：5A、10A、20A、30A、40A、50A、60A、80A、100A、160A、200A、250A、315A、400A、500A。

4）蓄电池组额定容量：

蓄电池额定容量可优先采用下列数值：

10 Ah、20 Ah、40 Ah、80 Ah、100 Ah、150 Ah、200 Ah、250 Ah、300 Ah、350 Ah、400 Ah、600 Ah、800 Ah、1 000 Ah、1 500 Ah、2 000 Ah、2 500 Ah、3 000 Ah。

5）设备负载等级：负载等级为一级（即连续输出额定电流）。

6）稳流精度：±1%、±2%。

7）稳压精度：±0.5%、±1%。

8）纹波系数：0.5%、1%。

2 产品外形尺寸：

产品外形尺寸由企业产品标准规定，屏（柜）可优先采用以下外形尺寸：

2260 mm×800 mm×600 mm（高×宽×深，高度包含眉头 60 mm）。

3.5.4 产品选用要点

1 220V 和 110V 直流系统应采用蓄电池组。48V 及以下的直流系统，可采用蓄电池组，也可采用由 220V 或 110V 蓄电池组供电的电力用直流电源变换器（DC/DC 变换器）。

2 供电距离较远的辅助车间，当需要直流电源时，宜独立设置直流系统。

3 蓄电池组正常应以浮充电方式运行。

4 铅酸蓄电池组不宜设置端电池；镉镍碱性蓄电池组宜减少端电池的个数。

5 直流系统标称电压

1）专供控制负荷的直流系统宜采用 110V。

2）专供动力负荷的直流系统宜采用 220V。

3）控制负荷和动力负荷合并供电的直流系统宜采用 220V。

6 充电装置

1）应满足蓄电池组的充电和浮充电要求。

2）应为长期连续工作制。

3）充电装置应具有稳压、稳流及限流性能。

4）应具有自动和手动浮充电、均衡充电和稳流、限流充电等功能。

5）充电装置的交流电源输入宜为三相制，额定频率为 50Hz，额定电压为 380（1±10%）V。小容量充电装置的交流电源输入电压可采用单相 220（1±10%）V。

6）1 组蓄电池配置 1 套充电装置的直流系统，充电装置的交流电源宜设 2 个回路，运行中 1 回路工作，另 1 回路备用。当工作电源故障时，应自动切换到备用电源。

7 蓄电池容量选择条件

1）应满足全厂（所）事故全停电时间内的放电容量；

2）应满足事故初期（I_{min}）直流电动机启动电流和其他冲击负荷电流的放电容量；

3）应满足蓄电池组持续放电时间内随机（5s）冲击负荷电流的放电容量；

4）应以最严重的事故放电阶段，计算直流母线电压水平。

8 自动化要求

1）直流系统中宜按每组蓄电池组设置一套微机监控装置。

2）直流系统微机监控装置应具有下列基本功能：

①测量：直流系统母线电压、充电装置输出电压和电流及蓄电池组电压和电流。

②信号：直流系统母线电压过高和过低、直流系统接地、充电装置运行方式切换和故障等。

③控制：充电装置的开机、停机和运行方式切换。

④接口：通过通信接口，将信息传至上位机。

9 直流系统设有微机监控装置时，各自动化装置的报警信号及其他信息等，均应先传至直流系统的监控装置，然后通过通信接口传至上位机。

10 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《10kV 及以下变电所设计规范》GB 50053－94。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《变配电所二次接线》D 203 - 1 ~ 2（2002 年合订本）。

3.5.5 施工安装要点

1 施工安装要点

参见国家建筑标准设计图集 01D 203 - 2《6 - 10kV 变配电所二次接线（直流操作部分）》、D 203 - 1 ~ 2《变配电所二次接线》、95D 202 - 1《蓄电池安装》等。

2 施工安装验收规范

《建筑电气工程施工质量验收规范 》GB 50303。

3.5.6 相关标准

《外壳防护等级（IP）代码》GB 4208 - 2008。

《固定型防酸式铅酸蓄电池技术条件》GB 13337.1 - 1991。

《半导体变流器基本要求的规定》GB/T 3859.1 - 1993。

《低压直流电源设备的性能特性》GB/T 17478 - 2004。

《电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求》GB/T 19826 - 2005。

《低压直流电源 第 3 部分：电磁兼容性（EMC）》GB/T 21560.3 - 2008。

《低压直流电源 第 6 部分：评定低压直流电源性能的要求》GB/T 21560.6 - 2008。

4 防雷及接地装置

4.1 电涌保护器（SPD）

4.1.1 产品概述

电涌保护器（英文缩写为“SPD”）是用于限制暂态过电压和分流电涌电流的装置，它至少包含一个非线性元件。

4.1.2 产品分类及特点

电涌保护器的分类见表4.1.2。

表4.1.2 电涌保护器的分类

类型	定义	特点
电压开关型	采用放电间隙（石墨、钛锑铜合金）、气体放电管、晶闸管、三端双向可控硅元件构成的电涌保护器	平时高阻抗，当出现电压电涌时突变为低阻抗。该类型电涌保护器释放能量很高，电压保护水平 Up 高，但响应时间长
电压限压型	采用压敏电阻和抑制二极管组成的电涌保护器	平时高阻抗，随着电涌电流和电压的增加，阻抗随着连续变小。该类型电涌保护器释放能量不如开关型高，电压保护水平 Up 较低，但响应时间短
组合型	电压开关型和电压限压型组件组合而成的电涌保护器	兼有开关型和限压型的特点

按功能划分，电涌保护器可分为电源电涌保护器、天线馈线电涌保护器和信号电涌保护器。

4.1.3 产品主要性能参数

环境条件参见下列各项：电源电压：持续施加在 SPD 的接线端子间的电压不应超过其最大持续工作电压。电源频率：50/60Hz ± 2Hz。使用和贮存温度：正常范围 -5 ~ +40℃。海拔高度：≤2000m。环境极限温度：-40 ~ +70℃。相对湿度：30% ~90%（在室温条件下）。在异常环境下，应向厂家提出。

4.1.4 产品选用要点

1 电压保护水平（U_P）的选择

U_P值不应超过被保护设备耐冲击电压额定值，U_P要求 SPD 与被保护的设备的绝缘应有良好配合。在低压供配电系统装置中，设备均应具有一定的耐受电涌能力，即耐冲击过电压能力。当无法获得220/380V 三相系统各种设备的耐冲击过电压值时，可按 GB 50057 的给定指标选用。见表4.1.4 -1。

2 最大持续运行电压（U_C）的选择

最大持续运行电压 U_C：电涌保护器（SPD）的最大持续工作电压 U_C不应低于表4.1.4 -2 的值。

3 标称放电电流 I_n的（冲击通流容量）选择：流过 SPD、8/20 μs 电流波的峰值电流。用于对 SPD 做 II 级分类试验，也用于对 SPD 做 I 级和 II 级分类试验的预处理。事实上，I_n是 SPD 不发生实质性破坏而能通过规定次数（一般为 20 次）、规定波形（8/20 μs）的最大限度的冲击电流峰值，目前，几个规范对 I_n要求不一致。GB 50057 - 1994（2000 年版）三级 SPD 的 I_n最小值分别为 15kA、5kA、

3kA，电流波形均为 8/20 μs。IEC 60364－5－53：2001 对 I_n 的要求有所不同，当中性线（N）与 PE（保护线）不直接相连时，接在中性线和 PE 线间的电涌保护器（SPD），对于三相系统其标称放电电流 $I_n \geq 20kA$ 8/20 μs，对于单相系统 $I_n \geq 10kA$ 8/20 μs。

表 4.1.4－1 220/380V 三相系统各种设备耐冲击过电压额定值

设备的位置	电源处的设备	配电线路和最后分支线路的设备	用电设备	特殊需要保护的设备
耐冲击过电压类别	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅰ类
耐冲击电压额定值（kV）	6	4	2.5	1.5

注：Ⅰ类——需要将瞬态过电压限制到特定水平的设备；

Ⅱ类——如家用电器、手提工具和类似负荷；

Ⅲ类——如配电盘、断路器、布线系统（包括电缆、母线、分线盒、开关、插座），应用于工业的设备和一些其它设备（例如永久接至固定装置的固定安装的电动机）；

Ⅳ类——如电气计量仪表、一次回路过流保护设备、波纹控制设备。

表 4.1.4－2 按电源系统特征确定电涌保护器（SPD）的最低 U_C 值

系统接地型式	最低 U_c 值
在剩余电流保护器的负荷侧接 SPD 的 TT 系统中，	$U_c \geq 1.55 \quad U_0 = 357V$
TN 系统	$U_c \geq 1.15 \quad U_0 = 265V$
在剩余电流保护器的电源侧接 SPD 的 TT 系统中	
IT 没有引出中性线系统	$U_c \geq 1.15 \quad U_0 = 460V$

4 冲击电流（I_{imp}）的选择：脉冲冲击电流 I_{imp}：规定包括幅值电流 I_{peak} 和电荷 Q。标准的 10/350 μs 雷电流波形是模拟自然界直接雷击的波形，第一级 SPD 必须能承受适当的雷电流的多次冲击而不发生损坏。GB 50343－2004 对 I_{imp} 的要求见表，而 GB 50057－1994（2000 年版）对该参数没有具体数值要求，IEC 60364－5－53：2001 对 I_{imp} 有如下要求：当中性线（N）与保护线（PE）不直接相连时，接在中性线和 PE 线间的电涌保护器（SPD），如果电流值无法计算，则对于三相系统 $I_{imp} \geq 50kA$，对于单相系统 $I_{imp} \geq 25kA$。

5 最大放电电流 I_{max}（极限冲击通流容量）的选择：流过 SPD、8/20 μs 电流波的峰值电流，用于 II 级分类试验。I_{max} 与 I_n 有许多相同点，他们都是用 8/20 μs 电流波的峰值电流对 SPD 做 II 级分类试验。不同之处也很明显，I_{max} 只对 SPD 做一次冲击试验，试验后 SPD 不发生实质性破坏；而 I_n 可以做 20 次这样的试验，试验后 SPD 也不能有实质性破坏。因此，I_{max} 是冲击的电流极限值，所以最大放电电流也称为极限冲击通流容量。显然，$I_{max} > I_n$。

6 耐受的预期短路电流的选择

1）电涌保护器（SPD）耐受的短路电流，及与之相连接的过电流保护器应等于或大于安装处预期产生的最大短路电流。

2）制造厂所规定电涌保护器（SPD）的额定阻断续流电流值不应小于安装处的预期短路电流值。

3）在 TT 或 TN 系统中，接于中性线和 PE 线之间的电涌保护器（SPD）动作（例如火花间隙放电）后流过工频续流，电涌保护器（SPD）额定阻断续流电流值应大于或等于 100A。

4）在 IT 系统中，接在中性线和 PE 线之间的电涌保护器（SPD）的额定阻断续流电流值与接在相线和中性线之间的电涌保护器（SPD）是相同的。

7 电涌保护器（SPD）之间的配合

根据 IEC 61312－3 和 IEC 61643－12 要求，应当考虑电气装置中电涌保护器（SPD）之间的配合。电涌保护器（SPD）的制造厂应在其文件中提供充分的关于电涌保护器（SPD）之间配合的资料。

8 信号线路 SPD 性能参数

有线的信号线路装设信号 SPD 应符合表 4.1.4－3 的要求，天馈线路装设信号 SPD 应符合表 4.1.4－4 的要求。

表 4.1.4－3 信号线路（有线）SPD 性能参数

线缆类型	非屏蔽双绞线	屏蔽双绞线	同轴电缆
标称导通电压	≥1.2U_n	≥1.2U_n	≥1.2U_n
测试波形	1.2/50μs、8/20μs 混合波	1.2/50μs、8/20μs 混合波	1.2/50μs、8/20μs 混合波
标称放电电流（kA）	≥1	≥0.5	≥3

注：Un 为最大工作电压。

表 4.1.4－4 天馈线路 SPD 性能参数

名称	插入损耗（dB）	电压驻波比	响应时间（ns）	平均功率（W）	特性阻抗（Ω）	传输速率（bps）	工作频率（MHz）	接口形式
数值	≤0.50	≤1.3	≤10	≥1.5 系统平均功率	应满足系统要求	应满足系统要求	应满足系统要求	应满足系统要求

9 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《建筑物防雷设计规范》GB 50057。

《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343。

《民用建筑电气设计规范》JGJ16－2008。

《防雷与接地安装》D501－1～4（2003 年合订本）。

《建筑物防雷设施安装（含 2003、2007 年局部修改版）》99D501－1；99（03）D501－1；99（07）D501－1（第 4 部分修改版）。

《建筑物防雷设施安装（2007 年局部修改版）》99（07）D501－1（第 4 部分修改版）。

4.1.5 施工安装要点

1 施工安装要点

SPD 的安装部位示意及装设原则见表 4.1.5－1 及图 4.1.5。

表 4.1.5－1 按接地型式装设电涌保护器（SPD）

电涌保护器装设要求	电涌保护器安装点的接地型式							
	TT 系统		TN－C 系统	TN－S 系统		引出中性线的 IT 系统		不引出中性线的 IT 系统
	装设依据			装设依据		装设依据		
	接线型式 1	接线形式 2		接线型式 1	接线形式 2	接线型式 1	接线形式 2	
每一相线和中性线间	+	✓	×	+	✓	+	✓	×
每一相线和 PE 线间	✓	×	×	✓	×	✓	×	✓
中性线和 PE 线间	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	×
每一相线和 PEN 线间	×	×	✓	×	×	×	×	×
相线间	+	+	+	+	+	+	+	+
✓强制规定装设电涌保护器；× 不适用；+ 需要时可增设电涌保护器								

1 装设在电源进线端的 SPD

1）电涌保护器（SPD）安装在建筑物电气装置的电源进线端附近，或安装在离建筑物电源进线端

最近的主配电设备内。

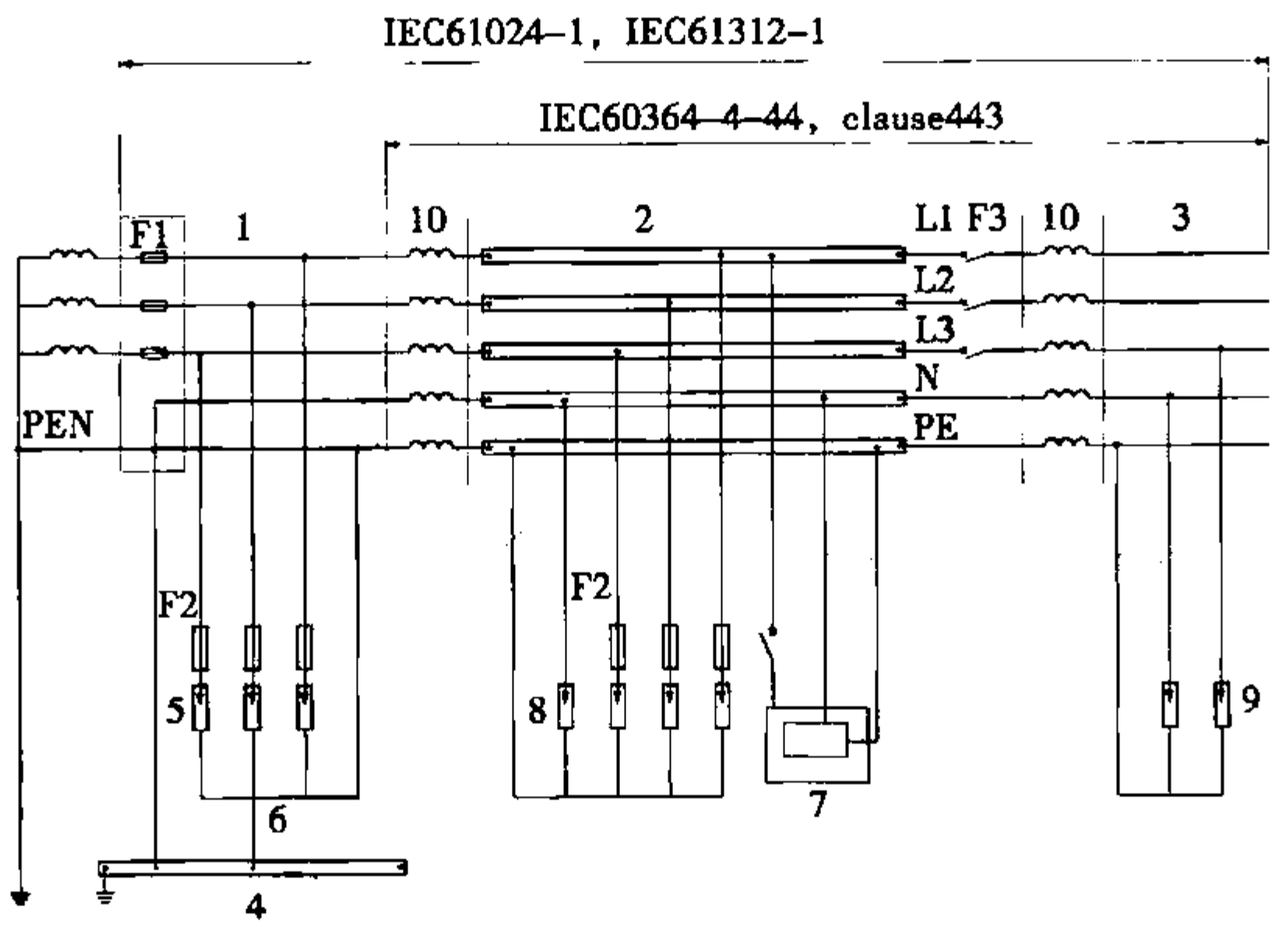


图 4.1.5　电涌保护器的安装

1－电气装置的电源进线端；2－配电盘；3－馈出线；4－总接地端子或母线；5－Ⅰ级试验的电涌保护器（SPD）；6－电涌保护器（SPD）的接地连接线（接地线）；7－被保护的固定安装的设备；8－Ⅱ级试验的电涌保护器（SPD）；9－Ⅱ级或Ⅲ级试验的电涌保护器（SPD）；10－去耦器件或相导体长度；F1、F2、F3 过电流保护器

2）TN－C、IT、TN－S 系统 SPD 装设部位除按表 4.1.5－1 内容要求还应取其路径最短者。

3）TT 接地形式中，接线形式 1 为 SPD 装于剩余电流保护器负荷侧，接线型式 2 为 SPD 装于剩余电流保护器之电源侧。

2　装设第二级、第三级 SPD

第二级、第三级 SPD 设置原则：

1）在 LPZ1 及其之后分区交界处安装限压型电涌保护器。

2）一般情况下，当在线路上多处安装 SPD 且无准确数据时，电压开关型 SPD 与限压型 SPD 之间的线路长度不宜小于 10m，限压型 SPD 之间的线路长度不宜小于 5m。

3）第一级电涌保护器和第二级电涌保护器可以组合为一台电涌保护器（SPD）。

3　电源线路电涌保护器标称放电电流参考值（见表 4.1.5－2）

表 4.1.5－2　电源线路电涌保护器标称放电电流参考值（GB50343－2004）

保护等级	LPZ0 和 LPZ1 交界处		LPZ1 和 LPZ2、LPZ2 和 LPZ3 交界处		—	直流电源标称放电电流（kA）
	第一级标称放电电流（kA）		第二级标称放电电流（kA）	第三级标称放电电流（kA）	第四级标称放电电流（kA）	
	10/350μs	8/20μs	8/20μs	8/20μs	8/20μs	8/20μs
A	≥20	≥80	≥40	≥20	≥10	≥10
B	≥15	≥60	≥40	≥20	—	直流配电系统中根据线路长度和工作电压选用
C	≥12.5	≥50	≥20	—	—	
D	≥12.5	≥50	≥10	—	—	
SPD 的外封装材料应为阻燃材料						

注：目前现行规范 GB50057－94（2000 版）、IEC60364－5－53：2001 对 In 的要求值与 GB50343－2004 不一致，选用时应注意。

4　信号线路电涌保护器的设置见表 4.1.5－3；计算机网络系统传输线路上 SPD 级数的设置见表

4.1.5-4。

表 4.1.5-3 信号电涌保护器的设置

信号线路名称	SPD 设置部位	备注
天馈线路	1 收/发通信设备的射频出入端口处； 2 每副天线	1 接地线：≥6mm² 多股铜芯线 2 架空天线必须置于 LPZ0B 内
程控交换机线路	信号线路	1 I_n≥500A，响应时间：ns 级 2 接地线：≥16mm² 多股铜芯线
计算机网络系统	1 进出建筑物的传输线路处 2 设备输入/输出端口处	接地线：≥1.5mm² 多股铜芯线
安全防范系统	1 摄像机信号控制线输出/输入端 2 主控机、分控机的信号控制线、通信线、报警线，装于 $LPZ0_A$、$LPZ0_B$ 与 LPZ1 交界处	接地线：≥16mm2 多股铜芯线
火灾自动报警及消防联动系统	1 信号传输线进出建筑物，装于 $LPZ0_A$，$LPZ0_B$ 与 LPZ1 交界处 2 与 119 联网的进出线路	接地线：≥16mm² 多股铜芯线
建筑设备监控系统	系统中各种线路在 $LPZ0_A$，$LPZ0_B$ 与 LPZ1 交界处	接地线：≥16mm² 多股铜芯线
有线电视系统	进出建筑物的信号传输线入、出口处	接地线：≥16mm² 铜芯线
通信基站	信号线进入机房在入户配线架处	1 天线必须置于 $LPZ0_B$ 内 2 站区内严禁布放架空线

表 4.1.5-4 计算机网络系统传输线路上 SPD 级数的设置

防护等级	信号 SPD 的级数
A	2 级或 3 级
B	2 级
C	1 级或 2 级
D	1 级或 2 级
SPD 装于 $LPZ0_A$、或 $LPZ0_B$ 与 LPZ1 交界处、或 LPZ1 与 LPZ2 处	

5 施工安装验收规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303。

《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB 50254-1996。

4.1.6 相关标准

《交流无间隙金属氧化物避雷器》GB 11032-2000。

《电子设备用压敏电阻器 第 2 部分：分规范 浪涌抑制型压敏电阻器》GB/T 10194-1997。

《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343。

《电视和声音信号的电缆分配系统设备与部件 第 14 部分：避雷器通用规范》GB/T 11318.14-1996。

《雷电电磁脉冲的防护 第 1 部分：通则》GB/T 19271.1-2003。

《雷电电磁脉冲的防护 第 2 部分：建筑物的屏蔽、内部等电位连接及接地》GB/T 19271.2-2005。

《雷电电磁脉冲的防护 第 3 部分：对浪涌保护器的要求》GB/T 19271.3-2005。

《雷电电磁脉冲的防护 第 4 部分：现有建筑物内设备的防护》GB/T 19271.4-2005。

《信息系统雷电防护术语》GB/T 19663 - 2005。

《雷电防护 通信线路 第 1 部分：光缆》GB/T 19856. 1 - 2005。

《雷电防护 通信线路 第 2 部分：金属导线》GB/T 19856. 2 - 2005。

《电工名词术语 避雷器》GB/T 2900. 12 - 1989。

《电子设备雷击试验方法》GB/T 3482 - 2008。

《电子设备雷击试验导则》GB/T 3483 - 1983。

《电子设备雷击保护导则》GB/T 7450 - 1987。

《电子设备用压敏电阻器 第 2 部分：分规范 浪涌抑制型压敏电阻器》GB/T 10194 - 1997。

《直热式阶跃型正温度系数热敏电阻器 第 1 - 3 部分：浪涌电流用空白详细规范 评定水平 EZ》GB/T 7154. 3 - 2003。

《低压配电系统的电涌保护器（SPD）第 1 部分：性能要求和试验方法》GB 18802. 1 - 2002。

《低压电涌保护器 第 21 部分：电信和信号网络的电涌保护器（SPD）性能要求和试验方法》GB/T 18802. 21 - 2004。

《建筑物防雷设计规范》IEC 61024 - 1：1990。

《雷电电磁脉冲的防护》IEC 61312 - 1，2，3 - 94，95，96。

《低压电力配电系统的浪涌保护器 选择和应用原则》IEC 61643 - 1，2。

《电磁兼容性 · EMC》IEC 1000 - 1995。

《建筑物电气装置第 5 - 53 部分：电气设备的选择和安装 - 隔离、开关和控制设备 第 534 节：过电压保护电器》IEC 60364 - 5 - 53：2001 A1。

《电工术语 避雷器、低压电涌保护器及元件》GB/T 2900. 12 - 2008。

《低压电涌保护器元件 第 321 部分：雪崩击穿二极管（ABD）规范》GB/T 18802. 321 - 2007。

《低压电涌保护器元件 第 331 部分：金属氧化物压敏电阻（MOV）规范》GB/T 18802. 331 - 2007。

《低压电涌保护器元件 第 341 部分：电涌抑制晶闸管（TSS）规范》GB/T 18802. 341 - 2007。

《低压电涌保护器元件 第 311 部分：气体放电管（GDT）规范》GB/T 18802. 311 - 2007。

《低压电力线路和电子设备系统的雷电过电压绝缘配合》GB/T 21697 - 2008。

《低压交流电源（不高于 1000 V）中的浪涌特性》GB/Z 21713 - 2008。

《低压电涌保护器第 21 部分：电信和信号网络的电涌保护器（SPD）——性能要求和试验方法》GB/T 18802. 21 - 2004。

《低压配电系统的电涌保护器（SPD）第 12 部分：选择和使用导则》GB/T 18802. 12 - 2006。

5 照明开关、插座

5.1 照明开关、插头和插座

5.1.1 产品基本概念

1 开关：设计用以接通或分断一个或多个电路里的电流的装置。

2 插头：指具有设计用于与插座的插套插合的插销、并且装有用于与软缆进行电气连接和机械定位部件的电器附件。

3 插座：指具有设计用于与插头的插销插合的插套、并且装有用于连接软缆的端子的电器附件。

5.1.2 产品分类与基本特点、功能、适用范围

1 产品分类

1）开关按表5.1.2－1分类：

表5.1.2－1 开关的分类

项目	产品	应用范围
按可能的连接方式分类	单极开关	1 代号相同或不相同的两个或多个开关可装在同一底座上 2 有一个断开位置的开关的代号亦适用于按钮开关和瞬动式开关
	双极开关	
	三极开关	
	三极加分合中线的开关	
	双控开关	
	带公共进线的双路开关	
	有一个断开位置的双控开关	
	双控双极开关	
	双控换向开关（或中间开关）	
按触头断开情况分类	正常间隙结构开关	—
	小间隙结构开关	
	微间隙结构开关	
	无触头间隙开关（半导体开关装置）	
按防有害进水保护等级分类	IPX0：没有防有害进水保护的开关	IP代码的含义见GB 4208
	IPX4：防溅开关	
	IPX5：防喷开关	
按开关的起动方法分类	旋转开关	—
	倒扳开关	—
	跷板开关	—
	按钮开关	—
	拉线开关	—

续表 5.1.2－1

项目	产品	应用范围
按开关的安装方法分类	明装式开关	—
	暗装式开关	—
	半暗装式开关	—
	面板安装式开关	—
	框缘安装式开关	—
按由开关设计所决定的安装方法分类	无需移动导线便可拆卸盖或盖板的开关（结构 A）	如果开关有一个不能与盖或盖板分离的底座（主要部件），而且，需要一块无需移动导线便可拆卸的用以装饰墙壁的附加板才能符合本部分的要求，则只要此附加板能符合对盖和盖板的要求，这个开关可看成是结构 A 开关
	不移动导线便不能拆卸盖或盖板的开关（结构 B）	
按端子类型分类	带螺纹型端子的开关	—
	带仅适于连接硬导线的无螺纹型端子的开关	—
	带适于连接硬导线和软导线的无螺纹端子的开关	—
按防止与危险部件接触和防外部固体物进入的有害影响的保护等级分类	IP2X：能防止手指接触危险部件和防止最小直径为 12.5 mm 的外部固体物进入的有害影响的开关	—
	IP4X：能防止钢丝与危险部件接触和防止最小直径为 1.0 mm 的外部固体物进入的有害影响的开关	—
	IP5X：能防止钢丝与危险部件接触和防尘的开关	—

2）插座按表 5.1.2－2 分类：

表 5.1.2－2　插座的分类

项目	产品	应用范围
按正常使用安装好之后的防触电保护等级分类	具有正常保护的电器附件	具有加强保护的插座，可以是带保护门的，也可以是不带的
	具有加强保护的电器附件	
按有无外壳分类	无外壳的插座	对无外壳的插座，防触电保护是由插座的安装盒来提供
	有外壳的插座	
按有无保护门分类	无保护门的	—
	有保护门的	—
按插座的使用/安装方法分类	明装式插座	—
	暗装式插座	—
	半暗装式插座	—
	镶板式插座	—
	框缘式插座	—
	移动式插座	—
	台式插座（一位或多位）	—
	地板暗装式插座	—
	电器上的插座	—
按结构决定的安装方法分类	无需移动导线即可拆卸盖或盖板的固定式插座（结构 A）	如果一个固定式插座有一个不能与盖或盖板分离的底座（主要部件），并需要一个无需移动导线即可拆卸的、用以装饰墙壁的附加板才能符合本标准的要求，则只要附加板能符合盖和盖板的要求，这个插座即应视作结构 A 插座
	不移动导线便无法拆卸盖或盖板的固定式插座（结构 B）	

3）插头分类见表5.1.2-3：

表5.1.2-3 插头的分类

项目	产品
按所连接设备类别分类	0类设备用插头
	Ⅰ类设备用插头
	Ⅲ类设备用插头

2 适用环境及技术性能（见表5.1.2-4）

表5.1.2-4 开关、插头插座的适用环境及技术性能

产品名称	适用环境	电压（V）	额定电流（A）	
家用和类似用途照明开关	在-35～+40℃无腐蚀、爆炸气体、导电尘埃的客观存在和类似环境	最高电压250	≤20	快速接线产品
家用和类似用途插头插座	在户内或户外使用的，家用和类似用途的，仅用于交流电压	额定电压≥50，<440	≤32	≤16

3 基本尺寸

面板产品主要有两个系列：86系列、120系列。早期还有75系列。具体尺寸详见产品样本和技术资料。

5.1.3 产品技术性能要求

主要技术条件，见表5.1.3。

表5.1.3 照明开关、插头和插座主要技术条件

试验项目	技术条件				试验要求	
电气强度和耐潮性能	在常态下；在48h潮态下：产品不同极性之间或带电部件与壳体之间经2000V、1min后				不得出现电击或闪络现象	
耐热性能	固定载流零件用的基座于125℃做球压试验1h后；开关其他绝缘零件于75℃做球压试验1h后；开关可拆式盖、面板插头座及其他绝缘材料于70℃1h后；开关其他部件于100℃ 1h后				压痕直径不得大于2mm	
热老化	对于橡胶、聚氯乙烯或类似热塑性材料的零件，在70℃±2℃温度中经168h（开关上橡胶为240h）试验后				弹性零件不得失效，绝缘零件不得开裂、起泡、肿胀等	
温升	产品在正常工作时，导电部件温升不应过高。对试样通以1h规定的试验电流（频率50Hz的额定电压）不超过				照明开关：40K 家用插头座：45K	
机械强度	产品应具有足够的机械强度，其弹性、非弹性或塑性，非塑性材料外壳、盖或本体，根据不同产品要求，须分别进行冲击试验、滚桶试验、压缩试验等，试后不应出现				影响继续使用的损坏：带电部件易触及，外壳肉眼可见裂纹，插头插座不松脱	
正常操作	品名	额定电压(V)	额定电流(A)	功率因数(cosφ)	操作次数(次)	要求
	家用照明开关	220	16	0.6±0.05	30000	能正常使用，能承受1500V，1min试验温升不超过50K
			>16		10000	
	家用插头插座	220	6 10 16 32	0.6±0.05	5000 10000行程	能承受1500V，1min电气强度试验温升不超过45K

5.1.4 产品选用要点

1 产品选用要点

1）根据用电设备电压类别：直流或交流；额定电压和最高工作电压，额定电流。

2）根据用电设备功能要求、安装方式及接地结构。

3）根据用电设备使用环境：户内、户外及防护等级。

4）根据建筑设计时面板样式、颜色和装饰要求。

2 工程设计要点

按照电气安装简图，向土建专业、结构专业提供必要的接线盒尺寸及其位置尺寸，以便进行预留预埋。

3 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《住宅小区建筑电气设计与施工》03D603。

《小城镇住宅电气设计与安装》05SD604。

5.1.5 施工安装要点

1 施工安装验收规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303。

《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169－2006。

2 暗装开关与插座的面板应紧贴墙面，四周无缝隙，安装牢固，表面光滑整洁，无碎裂、划伤，装饰帽齐全。

3 照明开关应符合下列规定：

1）同一建筑物、构筑物的开关采用同一系列的产品。开关通断位置一致，向上为合（通），向下为关（断）。

2）相线经开关控制。

3）固定明装开关时，其配套木圆台或塑料圆台的颜色应与室内墙面颜色一致。

4）开关安装位置便于操作，开关边缘距门框边缘的距离为 0.15～0.2m，开关距地面高度 1.3m；拉线开关 2～3m；层高小于 3m 时，距顶板不小于 100mm。

5）相同型号并列安装，同一室内开关安装高度一致，并且控制有序不错位。并列安装的拉线开关的相邻间距不小于 20mm。

4 插座接线应符合下列规定：

1）单相两孔插座，面对插座的右孔或上孔与相线连接，左孔与零线连接；单相三孔插座，面对插座的右孔与相线连接，左孔与零线连接。

2）单相三孔，三相四孔及三相五孔插座的 PE 或 PEN 线接在上孔。插座的接地端子不与零线端子连接。同一场所的三相插座，接线的相序一致。

3）PE 或 PEN 线在插座间不串联连接。截面与相线一样。

4）当接插有触电危险家用电器的电源时，采用能断开电源的带开关插座，开关断开相线。

5）潮湿场所采用密封型并带有保护地线触头的保护型插座。安装高度不低于 1.5m，托儿所、幼儿园及小学等儿童活动场所应采用安全型插座。

6）明装插座距地高度 1.8m；暗装 0.3m，不得小于 0.15m。地面插座面板与地面齐平或紧贴地面，盖板固定牢固，密封良好。

7）当交流、直流或不同电压等级的插座安装在同一场所时，应有明显的区别，且必须为不同结构、规格和不能互换的插座；配套的插头应按交流、直流或不同电压等级区别使用。

8）当插座的上方有暖气管时，其间距应大于 200mm；下方有暖气管时，其间距应大于 360mm。

5.1.6 相关标准

《家用和类似用途单相插头插座 型式、基本参数和尺寸》GB 1002－2008。

《家用和类似用途三相插头插座型式、基本参数和尺寸》GB 1003－2008。

《家用和类似用途插头插座 第一部分：通用要求》GB 2099.1－2008。

《家用和类似用途插头插座 第二部分：器具插座的特殊要求》GB 2099.2－1997。

《家用和类似用途插头插座 第二部分：转换器的特殊要求》GB 2099.3－1997。

《电磁兼容 家用电器、电动工具和类似器具的要求 第1部分：发射》GB 4343.1－2003。

《电磁兼容 家用电器、电动工具和类似器具的要求 第2部分：抗扰度产品类标准》GB 4343.2－1999。

《家用和类似用途低压电路用的连接器件 第1部分：通用要求》GB 13140.1－2008。

《家用和类似用途电自动控制器 定时器和定时开关的特殊要求》GB 14536.8－1996。

《家用和类似用途电自动控制器 电动机用起动继电器的特殊要求》GB 14536.11－2008。

《家用和类似用途电自动控制器 电动门锁的特殊要求》GB 14536.13－2008。

《家用和类似用途电自动控制器 电起动器的特殊要求》GB 14536.16－2000。

《家用和类似用途的交流换气扇及其调速器》GB/T 14806－2003。

《家用和类似用途固定式电气装置的开关 第1部分：通用要求》GB 16915.1－2003。

《家用和类似用途固定式电气装置的开关 第2部分：特殊要求第1节：电子开关》GB 16915.2－2000。

《家用和类似用途固定式电气装置的开关 第2部分：特殊要求第2节：遥控开关（RCS）》GB 16915.3－2000。

《家用和类似用途固定式电气装置的开关 第2部分：特殊要求第3节：延时开关》GB 16915.4－2003。

《家用和类似用途的器具耦合器 第一部分：通用要求》GB 17465.1－1998。

《家用和类似用途的器具耦合器 第二部分：家用和类似设备用互连耦合器》GB 17465.2－1998。

《工业用插头插座和耦合器 第2部分：带插销和插套的电器附件的尺寸互换性要求》GB/T 11919－2001。

《家用和类似用途固定式电气装置电器附件安全盒和外壳 第1部分：通用要求》GB 17466－1998。

《工业用插头插座和耦合器第1部分：通用要求》GB/T 11918－2001。

《工业用插头插座和耦合器第2部分：带插销和插套的电器附件的尺寸互换性要求》GB/T 11919－2001。

《家用和类似用途固定式电气装置电器附件外壳的通用要求》GB 17466－2008。

《电工术语　电器附件》GB/T 2900.70－2008。

6 照明装置及调光设备

6.1 照明灯具

6.1.1 产品概述

1 产品定义

调整光源发出的光以得到舒适的照明环境的器具，称为照明灯具。

2 产品的主要功能及作用

1）固定光源，提供安全的电流通路保证光源的正常发光；对于气体放电光源，还要提供光源发光所需的电气附件的安装位置和接线。

2）对光源、电气附件及其连接线提供机械防护，并为自身的安装提供条件。

3）在保证总效率的前提下控制光源发出的光通量空间分配，实现需要的配光。

4）保证照明安全，如防水、防爆、防触电等。

5）满足建筑装饰要求。

6.1.2 产品分类

照明灯具一般可按照以下几种方法进行分类：

1 按使用光源分类（见表 6.1.2－1）

表 6.1.2－1 照明灯具按光源分类

名称	特点
使用热辐射光源的灯具	热辐射光源通常包括白炽灯和卤钨灯，此类光源的特点是点燃时不需要任何电气附件，所以配用此类光源的灯具结构简单、体积较小、适于各类配光，但要求其具有良好的耐热和散热性
使用荧光灯光源的灯具	根据荧光灯光源的形状，使用荧光灯光源的灯具可分为三类，即配用直管荧光灯管的灯具、配用环形荧光灯管的灯具和配用单端荧光灯的灯具。除自镇流单端荧光灯外，均需在灯具内设置镇流器。由于光源本体较大，不利于对出射光线进行过度控制，故常用于一般照明
使用气体放电光源灯具	气体放电光源发光效率高、功率大、表面温度极高，常用于高大空间和室外场所，因而要求较大且坚固的灯体，优良的散热性能以及较好的密封性
使用其它光源的灯具	随着新光源的不断研发，目前已经在实际应用的灯具还包括 LED 灯具、场致发光灯具、辉光放电灯具等

2 按安装方式分类（见表 6.1.2－2）

表 6.1.2－2 照明灯具按安装方式分类

名称	特点
吸顶式灯具	对整个空间包括顶棚均产生较均匀的照明效果，易于安装
嵌入式灯具	顶棚与灯具亮度对比大，垂直面照明效果较差，要求顶棚内有足够的安装空间
悬吊式灯具	光通量利用率高，顶棚有时会产生阴影
壁装式灯具	垂直面照明效果好，可能产生眩光，易于安装维护
座装式灯具	与吸顶式灯具产生的照明效果类似，但方向相反
支架式灯具	灯具本体包括安装支架，多用于较大型投光灯具

3 按配光类型分类

1）一般灯具

根据国际照明委员会（CIE）的建议，一般灯具按光通量在上下空间分布的比例分为五类，详见表6.1.2－3。

表6.1.2－3 一般灯具按光通量分布分类

光通量分布	上半球光通量（%）	下半球光通量（%）	适用场所
直接型灯具	0～10	100～90	房间的一般照明、窄配光适用于高大（大于6m）的工业厂房、局部照明
半直接型灯具	10～40	90～60	有一定环境气氛的公共建筑照明
漫射型灯具	40～60	60～40	
半间接型灯具	60～90	40～10	不太注重经济效果和照度要求不高，以环境气氛照明为主的场所，如某些居住和公共建筑
间接型灯具	90～100	10～0	

2）投光灯具

投光灯属于直接配光型灯具，利用反射和折射在限定的立体角内获得高输出光强，一般分类见表6.1.2－4。

表6.1.2－4 投光灯具的分类

配光类型	出光口直径	光束角	最低光束角效率	适用场所
泛光灯	任意	≥20°	35%～50%	建筑立面照明、室内体育场地照明、广场等
聚光灯	<0.2m	<20°	35%	建筑立面照明、足球场地照明等
探照灯	≥0.2m	<20°	35%	远距离照明

4 按防触电等级分类（见表6.1.2－5）

表6.1.2－5 灯具按防触电等级分类

名称	特点
0类灯具	仅具备基本绝缘且不具备保护（接地）连接的灯具
I类灯具	具备基本绝缘同时具备保护（接地）连接的灯具
II类灯具	不仅具备基本绝缘还具备双重绝缘或加强绝缘，不采用保护（接地）连接的灯具
III类灯具	采用特低电压（SELV）供电、且灯具内部可能出现的电压低于特低电压

6.1.3 产品选用要点

1 一般原则

1）选用配光合理的灯具。应根据照明场所的功能和空间形状确定灯具的配光类型。

2）选用高效灯具。在满足眩光限制要求的条件下，对于仅满足视觉功能的照明，宜采用直接型配光灯具和开敞式灯具。

3）选用便于安装维护、运行费用低的灯具。

4）在有火灾或爆炸危险以及粉尘、潮湿、振动和腐蚀等环境的特殊场所，应选用满足该环境要求的灯具。

5）灯具表面以及灯用附件等高温部位靠近可燃物时，应采取隔热、散热等防火保护措施。

6）照明灯具应具备完整的光电参数，其各项性能应分别符合现行的《灯具的一般要求与试验》等标准的有关规定。

7）灯具外观应与安装场所的环境相协调。

8）考虑光源的特点及建筑装修的要求。

2 室内照明场所

1）在需要均匀照明的场所，选择灯具时应考虑灯具的允许距高比。

2）在有集中空调而且照明容量大的场所，宜采用照明灯具与空调回风口结合的形式。

3）门厅、会议、洽谈等场所的照明应保证足够的垂直照度。

4）照明灯具的布置应充分考虑与天然采光的结合。

3 室外照明场所

1）机动车道照明应按规范要求采用截光型或半截光型灯具。

2）高杆照明应采用轴对称配光灯具，灯具安装高度应大于被照范围半径的 1/2。

3）庭院照明灯具应有效控制其上半球光通量输出。

4）体育场地照明宜选用直接配光灯具，宜带有限制眩光的附件和灯具安装角度指示器。

4 景观照明

1）在满足眩光限制和配光要求的条件下，泛光照明灯具效率不应小于 60%。

2）室外安装的景观照明灯具其防护等级不应低于 IP55，埋地灯具其防护等级不应低于 IP67，水中使用的灯具其防护等级不应低于 IP68。

3）轮廓照明宜采用 LED 灯具或光源为单端荧光灯的灯具。

4）内透光照明宜采用 LED 灯具或光源为细管径荧光灯的灯具。

5 灯具的防护等级

根据灯具的使用环境，可参照相关的规定进行选择。

6 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《建筑照明设计标准》GB 50034－2004。

《中小学校教室采光和照明卫生标准》GB 7793－1987。

《城市轨道交通照明》GB/T 16275－2008。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《城市公共交通工程术语标准》CJJ/T 119－2008。

《城市道路照明设计标准》CJJ 45－2006。

《化工企业照明设计技术规定及条文说明》HG/T 20586－1996。

《广播电影电视工程技术用房照明 设计规范》GY/T 5061－1998。

《公路照明技术条件》JT/T 367－1997。

《体育照明使用要求及检验方法 第 1 部分：室外足球场和综合体育场》TY/T 1002.1－2005。

《铁路站场电气照明负荷等级》TB/T 2581－1995。

《公路隧道通风照明设计规范》JTJ 026.1－1999。

《照明设备合理用电标准》DB 31/178。

《绿色照明工程技术规程》DBJ 01－607。

《电气照明节能设计》06DX 008－1。

《常用低压配电设备及灯具安装》D 702－1～3（2004 年合订本）。

《特殊灯具安装》03D 702－3。

《演播厅、多功能厅及舞台灯光设计（400m² 以下）》03D 704－1。

《中小型剧场舞台灯光设计》06D 704－2。

《体育建筑电气设计安装》07D 706－1。

6.1.4 施工安装要点

1 施工安装要点

施工做法可参见国家建筑标准设计图集《D 702 - 1 ~ 3（2004 年合订本）常用低压配电设备及灯具安装》《03D 702 - 3 特殊灯具安装》。

2 施工安装验收规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303。

《电气装置安装工程电气照明装置施工及验收规范》GB 50259 - 1996。

6.1.5 相关标准

《管形荧光灯灯座和启动器座》GB 1312 - 2007。

《灯头总技术条件》GB 2797 - 2008。

《灯具 第一部分：一般安全要求与试验》GB 7000.1 - 2007。

《灯具 第 2 - 22 部分：特殊要求 应急照明灯具》GB 7000.2 - 2008。

《庭园用的可移式灯具安全要求》GB 7000.3 - 1996。

《灯具 第 2 - 10 部分：特殊要求 儿童用可移式灯具》GB 7000.4 - 2007。

《道路与街路照明灯具安全要求》GB 7000.5 - 2005。

《灯具 第 2 - 6 部分：特殊要求 带内装式钨丝灯变压器或转换器的灯具》GB 7000.6 - 2008。

《投光灯具安全要求》GB 7000.7 - 2005。

《游泳池和类似场所用灯具安全要求》GB 7000.8 - 1997。

《灯串安全要求》GB 7000.9 - 2008。

《固定式通用灯具安全要求》GB 7000.10 - 1999。

《可移式通用灯具安全要求》GB 7000.11 - 1999。

《嵌入式灯具安全要求》GB 7000.12 - 1999。

《手提灯安全要求》GB 7000.13 - 1999。

《通风式灯具安全要求》GB 7000.14 - 2000。

《舞台灯光、电视、电影及摄影场所（室内外）用灯具安全要求》GB 7000.15 - 2000。

《医院和康复大楼 诊所用灯具安全要求》GB 7000.16 - 2000。

《限制表面温度灯具安全要求》GB 7000.17 - 2003。

《钨丝灯用特低电压照明系统安全要求》GB 7000.18 - 2003。

《照相和电影用灯具（非专业用）安全要求》GB 7000.19 - 2005。

《投光照明灯具光度测试》GB/T 7002 - 2008。

《民用机场灯具一般要求》GB/T 7256 - 2005。

《双端荧光灯 性能要求》GB/T 10682 - 2002。

《高压钠灯》GB/T 13259 - 2005。

《管形荧光灯座和启动器座型式和尺寸》GB 13260 - 1991。

《管形荧光灯座和启动器座检验量规》GB/T 13261 - 1991。

《放电灯（荧光灯除外）特性测量方法》GB/T 13434 - 2008。

《灯具用电源导轨系统》GB 13961 - 2008。

《管形荧光灯用镇流器 性能要求》GB/T 14044 - 2008。

《白炽灯安全要求 第 1 部分：家庭和类似场合普通照明用钨丝灯》GB 14196.1 - 2008。

《白炽灯安全要求 第 1 部分：家庭和类似场合普通照明用卤钨灯》GB 14196.2 - 2008。

《家用和类似用途电自动控制器 管形荧光灯镇流器热保护器的特殊要求》GB 14536.4 - 2008。

《发光强度、总光通量标准灯泡》GB 15039 - 1994。

《高压短弧氙灯》GB/T 15041 - 1994。

《灯用附件 放电灯（管形荧光灯除外）用镇流器 性能要求》GB/T 15042 - 2005。

《管形荧光灯用交流电子镇流器一般要求和安全要求》GB 15143 - 1994。

《管形荧光灯用交流电子镇流器 性能要求》GB/T 15144 - 2005。
《单端荧光灯的安全要求》GB 16843 - 1997。
《普通照明用自镇流灯的安全要求》GB 16844 - 1997。
《单端荧光灯 性能要求》GB/T 17262 - 2002。
《普通照明用自镇流荧光灯 性能要求》GB/T 17263 - 2002。
《管形荧光灯镇流器能效限定值及节能评价值》GB 17896 - 1999。
《消防应急灯具》GB 17945 - 2000。
《管形荧光灯和其他放电灯线路用电容器一般要求和安全要求》GB 18489 - 2008。
《管形荧光灯和其他放电灯线路用电容器性能要求》GB/T 18504 - 2001。
《金属卤化物灯（钪钠系列）》GB/T 18661 - 2008。
《双端荧光灯 安全要求》GB 18774 - 2002。
《普通照明用双端荧光灯能效限定值及能效等级》GB 19043 - 2003。
《普通照明用自镇流荧光灯能效限定值及能效等级》GB 19044 - 2003。
《霓虹灯管的一般要求和安全要求》GB 19261 - 2003。
《单端荧光灯能效限定值及节能评价值》GB 19415 - 2003。
《灯的控制装置 第 1 部分：一般要求和安全要求》GB 19510. 1 - 2004。
《灯的控制装置 第 2 部分：启动装置（辉光启动器除外）的特殊要求》GB 19510. 2 - 2005。
《灯的控制装置 第 3 部分：钨丝灯用直流/交流电子降压转换器的特殊要求》GB 19510. 3 - 2004。
《灯的控制装置 第 4 部分：荧光灯用交流电子镇流器的特殊要求》GB 19510. 4 - 2005。
《灯的控制装置 第 5 部分：普通照明用直流电子镇流器的特殊要求》GB 19510. 5 - 2005。
《灯的控制装置 第 6 部分：公共交通运输工具照明用直流电子镇流器的特殊要求》GB 19510. 6 - 2005。
《灯的控制装置 第 7 部分：航空器照明用直流电子镇流器的特殊要求》GB 19510. 7 - 2005。
《灯的控制装置 第 8 部分：应急照明用直流电子镇流器的特殊要求》GB 19510. 8 - 2005。
《灯的控制装置 第 9 部分：荧光灯用镇流器的特殊要求》GB 19510. 9 - 2004。
《灯的控制装置 第 10 部分：放电灯（荧光灯除外）用镇流器的特殊要求》GB 19510. 10 - 2004。
《灯的控制装置 第 11 部分：高频冷启动管形放电灯（霓红灯）用电子换流器和变频器的特殊要求》GB 19510. 11 - 2004。
《灯的控制装置 第 12 部分：与灯具联用的杂类电子线路的特殊要求》GB 19510. 12 - 2005。
《高压钠灯能效限定值及能效等级》GB 19573 - 2004。
《高压钠灯用镇流器能效限定值及节能评价值》GB 19574 - 2004。
《杂类灯座 第 1 部分：一般要求和试验》GB 19651. 1 - 2008。
《杂类灯座 第 2 - 1 部分：S14 灯座的特殊要求》GB 19651. 2 - 2008。
《放电灯（荧光灯除外）安全要求》GB 19652 - 2005。
《霓虹灯安装规范》GB 19653 - 2005。
《灯用附件 钨丝灯用直流/交流电子降压转换器 性能要求》GB/T 19654 - 2005。
《灯用附件 启动装置（辉光启动器除外）性能要求》GB/T 19655 - 2005。
《管形荧光灯用直流电子镇流器 性能要求》GB/T 19656 - 2005。
《电磁兼容 专业用途的音频、视频、音视频和娱乐场所灯光控制设备的产品类标准 第 1 部分 发射》GB/T 19954. 1 - 2005。
《电磁兼容 专业用途的音频、视频、音视频和娱乐场所灯光控制设备产品类标准 第 2 部分：抗扰度》GB/T 19954. 2 - 2005。
《灯具电镀、化学覆盖层》GB/T 3741 - 1999。

7 输、配电器材

7.1 电线、电缆

7.1.1 产品基本概念

电线、电缆是指用以传输电能信息和实现电磁能转换的线材产品。

电线、电缆由导体（导线）、绝缘层、屏蔽、绝缘线芯、保护层等部分组成。根据不同需要的电线、电缆是按照由上述某些或全部组成内容组成的集合体。

电线、电缆主要用途是：供电；输配电；电机、电器和电工仪器绕组以实现电磁能转换；测量电气参数和物理参数；传输信号、信息和控制；用于共用天线电视或电缆电视系统；用作无线电台发射和接收天线的馈电线或各种射频通信及测试设备连接线等。

7.1.2 产品分类与基本特点、功能、适用范围

1 电线、电缆产品分类可分为：裸电线、绕组线、电力电缆、专用电线电缆、通信电缆。

1）裸电线（裸导体）是没有绝缘层的电线。裸电线分为单线和绞线（绞合导体）。在房屋建设工程中主要用于等电位联结、保护接地系统、防雷接地系统、功能接地系统、联合接地系统。

2）绕组线（电磁线）是用于电机、电器和电工仪器绕组以实现电磁能转换的电线。绕组线（电磁线）分为绕包线和漆包线。

3）电力电缆是输配电用的电缆。电力电缆分为不滴流电缆、带绝缘电缆、分相铅套电缆、分相屏蔽电缆、总屏蔽电缆、同心中性线电缆（包括单相同心中性线电缆和三相同心中性线电缆）、压力型电缆、自容式压力型电缆、管式电缆、充气电缆、压气电缆、架空绝缘电缆及集束架空电缆。房屋建设工程中，电力电缆用于变配电系统的供电线路和馈电线路，及动力工程、照明工程的线路。

4）专用电线电缆是专用工作的电线电缆。专用电线电缆包括电机电器引接线（电缆）、点火电线、航空电线、补偿电线、矿用电缆、船用电缆、探测电缆、控制和信号电缆、加热电缆及海底电缆。房屋建设工程中，控制电缆在房屋建设工程中用于变配电所、动力工程中的控制回路连线。预分支电缆、绝缘电线用于动力工程、照明工程的布线。

5）通信电缆是传输电气信息用的电缆。按其用途分为市内电话电缆、长途通信电缆、局内配线架到机架或机架之间的连接的局用电缆、用作电话设备连接线的电话软线、综合通信电缆、共用天线电视电缆、射频电缆及光缆。用于电话通信线路、综合布线系统、电缆电视系统。

2 房屋建设工程常用电线电缆按材料特征分类

房屋建设工程常用电线电缆按材料特征可分为：铜导体、铝导体、光纤、聚氯乙烯绝缘或护套、聚乙烯绝缘或护套、交联聚乙烯绝缘、橡皮绝缘或护套、聚丙烯绝缘、钢带铠装聚氯乙烯外套、钢带铠装聚乙烯外套、细圆钢丝铠装聚氯乙烯外套、细圆钢丝铠装聚乙烯外套、粗圆钢丝铠装聚氯乙烯外套、粗圆钢丝铠装聚乙烯外套。

3 房屋建设工程常用电线电缆在火焰条件下的燃烧特征分类

房屋建设工程常用电线电缆在火焰条件下的燃烧特征可分为：有烟、有酸、有毒，低烟、低酸、低毒，无卤、低烟、低毒。适用于火灾危险场合的电线电缆分为阻燃电缆，低卤低烟阻燃电缆，耐火电缆，低卤低烟耐火电缆。

4 房屋建设工程常用电线电缆按额定电压分类

房屋建设工程常用电线电缆按额定电压可分为：300/300V，300/500V，450/750V，0.6/1kV，6/10kV，8.7/10kV，21/35kV，26/35kV。

5 橡套软电缆的适用范围

轻型橡套软电缆用于轻型移动电器设备和工具；中型橡套软电缆用于各种移动电器设备和工具；重型橡套软电缆用于各种移动电器设备，能承受较大的机械外力作用。

7.1.3 产品选用要点

1 产品选用要点

1）电缆芯线材质、电力电缆芯数、电缆绝缘类型、电缆外护层类型，控制电缆及金属屏蔽、电力电缆截面按照国家标准 GB 50217《电力工程电缆设计规范》选用。

2）系统标称电压 Un 为 220/380V 时，缆芯对地的额定电压 Uo 应满足所在电力系统中性点接地方式及其运行要求的水平。电缆的额定电压为 0.6/1kV，建筑物内的电线线路为 300/500V。系统接地型式为 IT 时，则电线线路为 450/750V。系统标称电压 Un 为 10kV 时，中性点非有效接地系统，电缆的额定电压为 8.7/10kV；中性点有效接地系统时，则为 6/10kV。系统标称电压 Un 为 35kV 时：中性点非有效接地系统，电缆的额定电压为 26/35kV；中性点有效接地系统时，则为 21/35kV。

3）在爆炸性气体环境内、爆炸性粉尘环境内、火灾危险环境内，低压电力、照明线路用的绝缘电线、电缆的额定电压必须不低于工作电压，且不应低于 500V，即电线不应低 300/500kV，电缆为 0.6/1kV。

本质安全系统导线绝缘的耐压强度应为 2 倍额定电压、最低为 500V：即导线绝缘的耐压强度应为 450/750V，最低为 300/500kV，电缆时为 0.6/1kV。

4）火灾自动报警系统的传输线路和 50V 以下供电的控制线路，应采用电压等级不低于交流 250V 的铜芯绝缘电线和铜芯电缆，即电线额定电压不低于 300/300V，电缆额定电压为 0.6/1kV。采用交流 220/380V 的供电和控制线路应采用电压等级不低于交流 500V 的铜芯绝缘电线和铜芯电缆，即电线额定电压不低于 300/500V，电缆额定电压为 0.6/1kV。

5）电缆附件的电缆终端选择按照国家标准 GB 50217《电力工程电缆设计规范》选用。

6）注意电压降，接地保护及热稳定校验。

2 工程设计要点

1）电缆桥架敷设按照电缆路由图向土建专业、结构专业提出预留过墙洞、过楼板洞、吊挂等条件。

2）电缆沟敷设按照电缆路由图向土建专业提出电缆沟条件、沟盖板的要求及预留预埋条件。

3）设电缆竖井，向土建专业提出电缆竖井条件、预留预埋条件及过楼板洞条件。

4）电线、电缆穿管敷设穿梁时，向结构专业提出预留预埋条件。

3 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《电力工程电缆设计规范》GB 50217－2007。

《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061－1997。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《电缆敷设》D101－1～7（2003 年合订本）。

《电力电缆井设计与安装》07SD101－8。

《10kV 及以下架空线路安装》03D103。

《电缆防火阻燃设计与施工》06D105。

《室内管线安装》D301－1～3（2004 年合订本）。

7.1.4 施工安装要点

1 施工安装要点

1）电缆敷设施工须符合国家标准 GB 50217《电力工程电缆设计规范》的要求。

2）电缆施工中，电缆的支持与固定符合国家标准 GB50217《电力工程电缆设计规范》的要求。

3）施工做法可参见相关国家建筑标准设计图集。

2 施工安装验收规范

《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》GB 50168 - 2006。

《电气装置安装工程 35kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 - 1992。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303。

《架空绝缘配电线路施工及验收规程》DL/T 602 - 1996（2005）。

7.1.5 相关标准

《塑料绝缘和橡皮绝缘电话软线 一般规定》GB 11016 - 1989。

《测定固体电气绝缘材料暴露在引燃源后燃烧性能的试验方法》GB 11020 - 2005。

《电气绝缘耐热性分级》GB 11021 - 2007。

《聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套低频通信电缆电线》GB 11327 - 1999。

《额定电压 35kV 及以下铜芯、铝芯塑料绝缘电力电缆》GB 12706 - 1991。

《电工软铜绞线》GB 12970 - 1991。

《电力牵引用接触线》GB 12971 - 2008。

《矿用橡套软电缆》GB 12972 - 2008。

《额定电压 750V 及以下矿物绝缘电缆及终端》GB 13033 - 2007。

《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》GB 1410 - 2006。

《电缆外护层》GB 2952 - 1989。

《额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘电缆》GB 5013 - 2008。

《额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆》GB 5023 - 2008。

《通讯电缆纸》GB 7970 - 1999。

《塑料绝缘控制电缆》GB 9330 - 2008。

《额定电压 0.6/1kV 及以下船用电力电缆和电线》GB 9331 - 2008。

《塑料绝缘和橡皮绝缘电话软线》GB/T 11016 - 1989。

《射频电缆总规范》GB/T 12269 - 1990。

《额定电压 1kV 及以下架空绝缘电缆》GB 12527 - 2008。

《额定电压 35kV 及以下铜芯、铝芯塑料绝缘电力电缆》GB 12706 - 2008。

《移动设备用卷绕电缆载流量计算导则》GB/T 12826 - 1991。

《聚烯烃绝缘聚烯烃护套市内通信电缆》GB/T 13849 - 1993。

《额定电压 10kV、30kY 架空绝缘电缆》GB 14049 - 2008。

《实芯聚乙绝缘射频电缆》GB/T 14864 - 1993。

《漏泄同轴电缆》GB/T 15285 - 1994。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆》GB/T 18015 - 2007。

《塑料燃烧性能试验方法 氧指数法》GB/T 2406 - 1993。

《塑料燃烧性能试验方法 水平法和垂直法》GB/T 2408 - 2008。

《电缆绝缘和护套材料的通用试验方法》GB/T 29511 ~ 42 - 2008。

《电线电缆电性能试验方法》GB/T 3048 - 2007。

《电工圆铜线》GB/T 3953 - 1983。

《电缆的导体》GB/T 3956 - 2008。

《颜色的表示方法》GB/T 3977 - 2008。

《绝缘导线的标记》GB 4884 - 1985。

《裸电线试验方法》GB/T 4909 - 1985。

《电线电缆橡皮绝缘和橡皮护套》GB/T 7594－1987。
《阻燃和耐火电线电缆通则》GB/T 19666－2005。
《电线电缆用软聚氯乙烯塑料》GB/T 8815－2008。
《额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘电缆第 8 部分：特软电线》GB/T 5013.8－2006。
《电线电缆电性能试验方法》GB/T 3048。
《电线电缆识别标志方法　第 1 部分：一般规定》GB/T 6995.1－2008。
《电线电缆识别标志方法　第 2 部分：标准颜色》GB/T 6995.2－2008。
《电线电缆识别标志方法　第 3 部分：电线电缆识别标志》GB/T 6995.3－2008。
《电线电缆识别标志方法　第 4 部分：电气装备电线电缆绝缘线芯识别标志》GB/T 6995.4－2008。
《电线电缆识别标志方法　第 5 部分：电力电缆绝缘线芯识别标志》GB/T 6995.5－2008。
《电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验》GB/T 183808。
《单根电线电缆燃烧试验方法　第 1 部分：垂直燃烧试验》GB/T 12666.1－2008。
《单根电线电缆燃烧试验方法　第 2 部分：水平燃烧试验》GB/T 12666.2－2008。
《单根电线电缆燃烧试验方法　第 3 部分：倾斜燃烧试验》GB/T 12666.3－2008。

7.2 母　线

7.2.1 产品基本概念

母线指用高导电率的铜、铝质材料制成的，用以传输电能，具有汇集和分配电力的产品。

7.2.2 产品分类与基本特点、功能、适用范围

1 母线通常分为硬母线、软母线、金属封闭母线、母线槽和滑触线五种。

2 硬母线

硬母线用铜或铝做成，形状有矩形、管形、槽形和菱形等多种型式，用绝缘子支持敷设。

矩形母线单片最大工作电流可达 2kA 左右。当工作电流较大时，采用 2～4 片并联组合使用（片间通风间隙为片厚），母线的载流量一般为 4kA 左右。更大的电流由于截面增大，电流集肤效应强，多片矩形母线截面形状已不合理；母线的强磁场致使附近的钢结构受到电磁感应产生功率损耗而发热，所以一般工频工作电流 3kA 以上时采用类似空心圆的母线。

管形母线具有较小的集肤效应，但其散热表面积较小，多用于 35kV 及以下的屋内配电装置，110～500kV 屋外配电装置有时也采用铝管母线。

输送大电流的母线，为减小集肤效应，使电流分布均匀，改善散热条件采用槽形和菱形母线。

3 软母线

软母线常用的有铜绞线、铝绞线或钢芯铝绞线等架空敷设。

当电压等级较高，电流较大时则采用扩径软导线和分裂软导线作为母线。软母线多用于 35kV 及以上的屋外配电装置。

4 金属封闭母线

金属封闭母线指用金属外壳将导体连同绝缘等封闭起来的组合体。

1）金属封闭母线按封闭形式分为离相封闭母线和共箱封闭母线两种

①离相封闭母线指每相具有单独金属外壳且各相外壳间有空隙隔离的金属封闭母线。离相封闭母线分为不连式（分段绝缘）离相封闭母线、全连式离相封闭母线、自然冷却离相封闭母线、强迫冷却离相封闭母线及微正压充气离相封闭母线。

不连式（分段绝缘）离相封闭母线指每相外壳分为若干段，段间绝缘，每段只有一点接地的离相封闭母线。

全连式离相封闭母线指每相外壳上电气连通，分别在三相外壳首末端处短路并接地的离相封闭母

线。

自然冷却离相封闭母线指以空气为介质进行自然冷却的离相封闭母线。

强迫冷却离相封闭母线指以空气为介质强迫冷却的离相封闭母线。

微正压充气离相封闭母线指在外壳内充以微正压气体的离相封闭母线。

②共箱封闭母线指三相母线导体封闭在同一个金属外壳中的封闭母线。共箱封闭母线又分为不隔相共箱封闭母线和隔相共箱封闭母线。

不隔相共箱封闭母线指各相母线导体间不用隔板隔开的共箱封闭母线。

隔相共箱封闭母线指各相母线导体间用隔板隔开的共箱封闭母线。

2）金属封闭母线的额定电压按照 GB/T 8349 -2000 规定，额定电压值为 1kV、3.15kV、6.3kV、10.5kV、(13.8kV)、15.75kV、(18kV)、20kV、(24kV)、35kV。

3）金属封闭母线的额定电压按照 GB/T 8349 -2000 规定，额定电流有如下规定：

①发电机主回路离相封闭母线的额定电流为 3150A、4000A、5000A、6300A、8000A、10000A、12500A、16000A、20000A、25000A、31500A、40000A。发电机主回路离相封闭母线的额定电流可根据实际需要，由供需双方协商选定其他电流等级。

②发电机分支回路离相封闭母线的额定电流为 630A、800A、1000A、1250A、1600A、2000A、2500A、3150A、4000A。

③共箱封闭母线的额定电流为 1000A、1250A、1600A、2000A、2500A、3150A、4000A、5000A、6300A。

4）金属封闭母线的额定频率为 50Hz（或 60Hz）。

5）金属封闭母线外壳的防护等级离相封闭母线为 IP54；共箱封闭母线由供需双方商定。

6）全封闭母线是将母线封闭在充满 SF6 绝缘气体钢筒内的金属封闭母线。按结构形式也分为分箱母线和共箱母线两种。母线全部封闭，不会发生由于外界物体造成短路故障，运行可靠；母线的外壳为接地钢筒，布置紧凑，节省占地。全封闭母线的制造全部在工厂内完成，在现场只需进行简单的组装。全封闭母线价值较贵，一般用于高压、超高压系统。

金属封闭母线主要用于电压 1 ~ 35kV、电流 40000A 及以下、频率 50Hz（或 60Hz）发电机出线及其他输配电回路，以安全地传输电能。

5 母线槽

母线槽分为空气绝缘母线槽（空气绝缘母线干线系统）、密集绝缘母线槽（密集绝缘母线干线系统）、耐火母线槽（母线干线系统）。

母线槽可按 L + N + PE、L1 + L2 + L3、L1 + L2 + L3 + N、L1 + L2 + L3 + N + PE 系统设置电源导体和保护导体，满足用电负荷的需要。

1）空气绝缘母线槽是将裸母线用绝缘衬垫支承在壳体内，靠空气介质来绝缘的母线槽。

①空气绝缘母线槽全系列产品由馈电式母线槽、分接装置、插接式母线槽、母线换相单元、端盖、横向隔板、户内型母线槽、户外型母线槽、直线形母线干线单元（直线段）、L 形母线干线单元（L 形接头）、T 形母线干线单元（T 形接头）、X 形（十字形）母线干线单元（X 形接头）、Z 形母线干线单元（Z 形接头）、始端母线单元、干线膨胀单元、干线变容单元、终端母线单元、插接式馈电箱、安装支架及吊架等组成。

②行业标准 JB 8511 -1996 规定：

空气绝缘母线槽额定电流为 63A、100A、125A、160A、200A、250A、315A、400A、500A、630A、800A、1000A、1250A、1600A、2000A、2500A、3150A、4000A、5000A。

空气绝缘母线槽额定工作电压为交流 380V、660V。

空气绝缘母线槽额定频率为 50Hz 或者 60Hz。

空气绝缘母线槽外壳防护等级不低于 IP30。

2）密集绝缘母线槽是将裸母线用绝缘材料覆盖后，紧贴通道壳体放置的母线槽。

①密集绝缘母线槽全系列产品由馈电式母线槽、插接式母线槽、母线换相单元、端盖、横向隔板、户内型母线槽、户外型母线槽、直线形母线干线单元（直线段）、L 形母线干线单元（L 形接头）、T 形母线干线单元（T 形接头）、X 形（十字形）母线干线单元（X 形接头）、Z 形母线干线单元（Z 形接头）、始端母线单元、干线膨胀单元、干线变容单元、终端母线单元、插接式馈电箱、安装支架及吊架等组成。

②行业标准 JB/T 9662 - 1999 规定：

密集绝缘母线槽额定电流为 25A、40A、63A、100A、160A、200A、250A、400A、630A、800A、1000A、1250A、1600A、2000A、2500A、3150A、4000A、5000A。

密集绝缘母线槽额定工作电压为交流 380V、660V。

密集绝缘母线槽额定频率为 50Hz 或者 60Hz。

密集绝缘母线槽外壳防护等级不低于 IP40。

有的厂商提供的密集绝缘母线槽的额定电压值为 220V、400V、415V、500V 或 600V。

3）耐火母线槽是能够在规定的时间、温度下具有一定耐火性，并已经过全面型式试验的母线槽。

①耐火绝缘母线槽由母线干线馈电单元、带分接装置母线干线馈电单元、母线干线变容单元、膨胀单元、母线换相单元、直线型母线干线单元、L 形母线干线单元、T 形母线干线单元、X（十字形）形母线干线单元、Z 形母线干线单元、端盖及分接箱（馈电箱）组成。

②耐火绝缘母线槽按绝缘结构分为空气耐火母线槽和密集耐火母线槽二种。

③行业标准 JB/T 10327 - 2002 规定：

耐火绝缘母线槽额定电流为 63A、100A、125A、160A、200A、250A、315A、400A、500A、630A、800A、1000A、1250A、1600A、2000A、2500A、3150A、4000A、5000A。

耐火绝缘母线槽额定工作电压为交流 380V、660V、1000V（1140V）。

耐火绝缘母线槽额定频率为 50Hz 或者 60Hz。

耐火绝缘母线槽外壳防护等级不低于 IP44。

4）母线槽具有结构紧凑、通用互换性强，传输容量大、线路损耗小；通过插接式馈电箱，使配出线路容易；母线槽按照行业标准生产、检验，质量有保证，安全可靠；母线槽系列产品具有功能齐全，施工方便等特点。母线槽广泛应用于交流 50Hz 或者 60Hz，额定工作电压 660V 及以下，额定电流 5000A 及以下树干式配电回路，安全地传输电能。

6 滑触线（滑接输电装置）是通过集电器向移动受电设备供电的导电装置。

滑触线可分为固定式裸钢材滑触线、悬挂式滑触线和绝缘式安全滑触线。

滑触线适用于交流 50、60Hz，额定电压 660V 以下、直流电压 660V、额定电流 50 ~ 2000A 的具有固定行驶轨迹的各种起重运输机械（如电动葫芦、电动桥式起重机、梁式起重机、龙门式起重机、移动式电动工具等）和照明器具及其他移动受电设施、自动生产线等的供电。

7.2.3 产品选用要点

1 母线选择的主要内容有：母线的类型、额定参数、使用条件、长期工作时的发热、热稳定、动稳定、经济电流密度和临界工作电压。

2 硬母线选用还需要考虑硬母线的负荷组合、强度计算、挠度计算和微风振动校验。

3 软母线选用还需要考虑软母线的负荷组合、强度计算和挠度计算。如果采用由多根软导线构成的分裂导线式软母线，则还包括排列方式、分裂间距和子导线最小直径等选择内容。

4 金属封闭母线需注意产品的使用条件及技术参数是否满足各项要求。周围环境温度、海拔高度不能满足使用条件的要求。在其他特殊使用条件下，金属封闭母线的设计和应用由供需双方商定。

5 母线槽需注意产品的使用条件及技术参数是否满足各项要求。当为特殊使用条件时，必须由用户与制造厂商协解决。

6 母线槽不应使用在爆炸危险场所。

7 母线槽使用在腐蚀环境时，母线槽应选用有相应防腐措施的型号。

8 在火灾危险环境内，应采用有一定防护等级的母线槽，防护等级视具体环境特征确定。当母线槽安装在露天环境时，应有防雨、防雪措施。

9 插接式分线箱（馈电箱）内装设保护电器时，保护电器应具有短路保护、过负荷保护和接地保护，作用于切断供电电源或发出报警信号。保护电器选用应符合国家现行的有关标准，特别要注意应满足短路条件下的通断能力。

10 母线槽用于树干式配电回路，母线槽的保护电器和插接式分线箱（馈电箱）内装设的保护电器其动作应具有选择性。

11 注意母线热胀冷缩的需要，选用合理的母线热胀冷缩措施或设置母线自由滑动端。

12 母线槽在穿过防火墙及防火楼板时，应采取防火隔离措施。

13 耐火母线槽贯穿建筑构件时，外壳周围空隙应进行封堵，以阻止火焰的传播，具体要求见产品说明书。

14 向滑触线供电的馈电线路应力求最短，在一条滑触线上一般只采用一个供电点。

15 向滑触线供电的馈电线路当电压损失超过允许值时，可采用使供电点靠近滑触线中心点；滑触线分段采用两个供电点；增加滑触线的截面；设滑触线的辅助线降低阻抗等措施。

16 滑触线分段采用两个供电点时，因绝缘垫的长度大于集电器的长度，在通过分段处会使零位保护断电；绝缘垫的长度小于集电器的长度，在通过分段处会使两个电源并联运行，所以需妥善处理分段处的绝缘垫的长度问题。

17 为操作方便和维护安全，应在滑触线附近装设电源开关或隔离开关。

18 滑触线跨建筑沉降缝、建筑物的伸缩缝或滑触线长度超过 50m 时，应考虑安装温度补偿装置。

19 在火灾危险环境 21 区或 22 区内，电动起重机不应采用滑触线供电；在火灾危险环境 23 区内，电动起重机可采用滑触线供电，但在滑触线下方不应堆置可燃物质。

20 母线过建筑沉降缝时注意选用合理的措施。

21 母线槽始端设备或终端设备为配电变压器时，母线槽始端母线单元或终端母线单元一般需安装就位后，由供货厂商现场实测制做。

22 母线根据确定后的母线敷设路径，依据实际安装环境提出订货明细表。

23 母线槽的连接不应在穿楼板或墙壁处进行，连接位置需满足供货厂商的要求。

24 母线、金属封闭母线，按照布置图（平面布置图及立面布置图）或安装简图向土建专业、结构专业提预留过墙洞、过楼洞、吊挂等条件。

25 滑触线按照动力安装简图向结构专业提预留预埋条件。

26 母线、金属封闭母线安装在电缆竖井内，向土建专业提电缆竖井条件、预留预埋条件及过楼洞条件。

27 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《10kV 及以下变电所设计规范》GB 50053 - 1994。

《低压配电设计规范》GB 50054 - 1995。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 - 2008。

《通用用电设备配电设计规范》GB 50055 - 1993。

《高压输变电设备的绝缘配合》GB 311.1 - 1997。

《3 ~ 110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060 - 1992。

《封闭式母线及桥架安装》D 701 - 1 ~ 3（2004 年合订本）。

7.2.4 施工安装要点

1 施工安装要点

1）敷设施工须符合 GBJ 149 - 90《电气装置安装工程　母线装置施工及验收规范》、GB 50303《建筑电气工程施工质量验收规范》的要求。

2）敷设施工须须符合 JGJ 16 - 2008《民用建筑电气设计规范》的要求。

2　施工安装验收规范

《电气装置安装工程　母线装置施工及验收规范》GBJ 149 - 1990。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303。

7.2.5　相关标准

《金属封闭母线》GB/T 8349 - 2000。

《电工用铜、铝及其合金母线　第 1 部分：铜和铜合金母线》GB/T 5585.1 - 2005。

《电工用铜、铝及其合金母线　第 2 部分：铝和铝合金母线》GB/T 5585.2 - 2005。

《低压成套开关设备和控制设备第 2 部分：对母线干线系统（母线槽）的特殊要求》GB 7251.2 - 2006。

7.3　预制分支电力电缆

7.3.1　产品基本概念

预制分支电力电缆是指根据设计要求，制造厂采用预制作方式，完成了位于主干电缆上制作带有支线及其接头的电力电缆。

预制分支电力电缆由主干电缆、支线电缆、分支接头、分支压接型连接件及提升金具组成。

主干电缆指作为主干线的塑料绝缘电力电缆。即为额定电压 0.6/1kV 铜单芯或多芯的塑料绝缘电力电缆。

支线电缆指作为分支线的塑料绝缘电力电缆。即为额定电压 0.6/1kV 铜单芯塑料绝缘电力电缆。

分支接头指主干电缆与支线电缆的预制连接接头。

每个分支接头部分以优于电缆外护套的合成材料，采用气密模压，使电缆的外护套材料和注塑的合成材料接合在一起而形成气密和防水的分支接头。

分支压接型连接件指用压接方式将主干电缆和支线电缆的导体相互紧固在一起，确保导体可靠电气接触的铜或铜合金导电金具。

提升金具指安装在主干电缆终端上部的提升器材。

预制分支电力电缆用于树干式配电系统。

7.3.2　产品分类与基本特点、功能、适用范围

预制分支电力电缆按采用 0.6/1kV 铜单芯塑料绝缘电力电缆型号，可分为：FZ - VV - 0.6/1、FZ - ZRVV - 0.6/1、FZ - NHVV - 0.6/1、FZ - YJV - 0.6/1、FZ - ZRYJV - 0.6/1、FZ - NHYJV - 0.6/1、FZ - WDZYJV - 0.6/1、FZ - WDNHYJV - 0.6/1。

FZ - VV - 0.6/1 为额定电压 0.6/1kV 聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套预分支电力电缆，适用于线芯长期工作温度 70 ~ 0℃；额定电压 0.6/1kV；电流小于或等于 1600A 的线路中使用。

FZ - ZRVV - 0.6/1 为额定电压 0.6/1kV 聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套阻燃预分支电力电缆，适用于线芯长期工作温度 70 ~ 0℃；额定电压 0.6/1kV；电流小于或等于 1600A 的一、二类高、低层建筑电气设计中，消防要求采用阻燃电缆的线路中使用。

FZ - NHVV - 0.6/1 为额定电压 0.6/1kV 聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套耐火预分支电力电缆，适用于线芯长期工作温度 70 ~ 0℃；额定电压 0.6/1kV；电流小于或等于 1600A 的一类高、低层建筑消防要求采用阻燃电缆的线路中使用。

FZ - YJV - 0.6/1 为额定电压 0.6/1kV 交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套预分支电力电缆，适用于线芯长期工作温度不高于 90℃（低于 0℃敷设时，电缆必须预先加热。）；额定电压 0.6/1kV；电流小于或等

于 1370A 的线路中使用。

FZ－ZRYJV－0.6/1 为额定电压 0.6/1kV 交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套阻燃预分支电力电缆，适用于线芯长期工作温度不高于 90℃（低于 0℃敷设时，电缆必须预先加热）；额定电压 0.6/1kV；电流小于或等于 1370A 的一、二类高、低层建筑消防要求采用阻燃电缆的线路中使用。

FZ－NHYJV－0.6/1 为额定电压 0.6/1kV 交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套耐火预分支电力电缆，适用于线芯长期工作温度不高于 90℃（低于 0℃敷设时，电缆必须预先加热。）；额定电压 0.6/1kV；电流小于或等于 1370A 的一类高、低层建筑，消防要求采用耐火电缆的线路中使用。

FZ－WDZYJV－0.6/1 为额定电压 0.6/1kV 交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套预分支电力电缆，适用于线芯长期工作温度不高于 90℃，不低于 0℃；额定电压 0.6/1kV；电流小于或等于 1370A 的一类高、低层建筑消防要求不含卤素、低烟、无毒、无腐蚀的线路中使用。

FZ－WDNHYJV－0.6/1 为额定电压 0.6/1kV 交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套耐火预分支电力电缆，适用于线芯长期工作温度不高于 90℃，不低于 0℃；额定电压 0.6/1kV；电流小于或等于 1370A 的一类高、低层建筑消防要求不含卤素、低烟、无毒、无腐蚀及采用耐火电缆的线路中使用。

7.3.3 产品选用要点

1 预分支电力电缆的主干电缆芯数、电缆绝缘类型、电缆外护层类型、电力电缆截面按照 GB 50217－2007《电力工程电缆设计规范》及 JGJ16－2008《民用建筑电气设计规范》选用。

2 预分支电力电缆的分支电缆长度应满足 GB 50054《低压配电设计规范》设短路保护的要求。

3 预分支电力电缆不能应用于气体爆炸危险场所。

4 预分支电力电缆敷设需满足 GB 50016－2006《建筑防火规范》规定

5 电缆附件的电缆终端选择按照 GB 50217《电力工程电缆设计规范》选用。

6 注意电压降、接地保护及热稳定校验。

7 预分支电力电缆沿电缆桥架敷设时，按照电缆路由图向土建专业、结构专业提预留过墙洞、过楼洞及吊挂等条件。

8 预分支电力电缆沿电缆沟敷设，按照电缆路由图向土建专业提电缆沟条件、沟盖板的要求及预留预埋条件。

9 预分支电力电缆在电缆竖井内垂直敷设，向土建专业提电缆竖井条件、预留预埋条件及过楼洞条件；向结构专业提预留预埋吊钩安装条件。

10 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《电力工程电缆设计规范》GB50217－2007。

《民用建筑电气设计规范》JGJ16－2008。

《电缆敷设》D101－1～7（2003 年合订本）。

《电力电缆井设计与安装》07SD101－8。

《10kV 及以下架空线路安装》03D103。

《电缆防火阻燃设计与施工》06D105。

《室内管线安装》D301－1～3（2004 年合订本）。

7.3.4 施工安装要点

1 施工安装要点

1）预分支电力电缆敷设施工须符合 GB 50217－2007《电力工程电缆设计规范》的要求。

2）预分支电力电缆施工中，电缆的支持与固定符合 GB 50217－2007《电力工程电缆设计规范》的要求。

3）预分支电力电缆可按国家建筑标准设计 00D162《预制分支电力电缆安装》提供的做法施工、安装。

4）预分支电力电缆出厂时是绕扎在电缆盘上或绑扎成圈。分支电缆紧紧地绑扎在主干电缆上，待

主干电缆安装固定后，再将分支电缆的绑扎解开，安装时不应过分强拉分支电缆。

5）预分支电力电缆的主干电缆采用单芯电缆时，应考虑防止涡流效应，禁止使用导磁金属夹具。

6）预分支电力电缆垂直敷设时，穿楼板和墙体处注意按照国家或当地规定，采用防火堵料封堵。

7）施工做法可参见国家建筑标准设计图集。

2 施工安装验收规范

《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》GB 50168－2006。

《电气装置安装工程 35kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173－92。

《电气装置安装工程 1kV 及以下配线工程施工及验收规范》GB 50258－96。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303－2002。

7.3.5 相关标准

《电气绝缘的耐热性评定和分级》GB 11021－1989。

《额定电压 35kV 及以下铜芯、铝芯塑料绝缘电力电缆》GB 12706－1991。

《电线电缆电性能试验方法》GB/T 3048－1994。

《阻燃和耐火电线电缆通则》GB/T 19666－2005。

《电线电缆用软聚氯乙烯塑料》GB/T 8815－2002。

《额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘电缆第 8 部分：特软电线》GB/T 5013.8－2006。

《电线电缆电性能试验方法》GB/T 3048。

《电线电缆识别标志方法 第 1 部分：一般规定》GB/T 6995.1－2008。

《电线电缆识别标志方法 第 2 部分：标准颜色》GB/T 6995.2－2008。

《电线电缆识别标志方法 第 3 部分：电线电缆识别标志》GB/T 6995.3－2008。

《电线电缆识别标志方法 第 4 部分：电气装备电线电缆绝缘线芯识别标志》GB/T 6995.4－2008。

《电线电缆识别标志方法 第 5 部分：电力电缆绝缘线芯识别标志》GB/T 6995.5－2008。

《电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验》GB/T 18380。

《单根电线电缆燃烧试验方法 第 1 部分：垂直燃烧试验》GB/T 12666.1－2008。

《单根电线电缆燃烧试验方法 第 2 部分：水平燃烧试验》GB/T 12666.2－2008。

《单根电线电缆燃烧试验方法 第 3 部分：倾斜燃烧试验》GB/T 12666.3－2008。

7.4 电缆桥架及线槽

7.4.1 产品概述

电缆桥架（电缆托架）是由托盘或梯架的直线段、弯通、组件以及托臂（臂式支架）、吊架等构成具有密接支承电缆的刚性结构系统之全称。

电缆桥架是由托盘或梯架的直线段、弯通、组件、托臂、吊架、支架等主要部分组成。

7.4.2 产品分类形式及适用范围

1 产品分类

1）按制造材料分：有钢制电缆桥架、铝合金电缆桥架、玻璃钢电缆桥架、阻燃电缆桥架；

2）按形式分：有有孔托盘式、无孔托盘式、组装式托盘式；梯架式；

3）按防护形式分：防腐型、阻燃型。

2 适用范围见表 7.4.2。

7.4.3 产品选用要点

1 电缆桥架、线槽及其支吊架使用在有腐蚀性环境中，应采用耐腐蚀的刚性材料制造，或采取防腐蚀处理，防腐蚀处理方式应满足工程环境和耐久性的要求。

表 7.4.2 适用范围

电缆桥架类型	适用范围
钢制电缆桥架	除单相工作电流大于 1000A 的交流系统电缆外，电缆数量较多，电缆跨距较大，或电缆蛇形敷设场所
铝合金电缆桥架	对耐腐蚀性能要求较高或要求洁净的场所
玻璃钢电缆桥架	对耐腐蚀性能要求较高或易燃、易爆的场所
阻燃电缆桥架	防火要求较高的场所
有孔托盘	需要通风散热或防止雨雪积存的场所
无孔托盘	需要屏蔽电磁干扰的电缆线路，或有防护外部影响如户外日照、油、腐蚀性液体、易燃粉尘等环境要求的场所
组装式托盘	需要因地制宜组装的场所
梯架	需要通风散热或防止雨雪积存的场所
金属线槽	电缆数量较少，而且明敷于正常环境的室内场所，但对金属线槽有严重腐蚀的场所不应采用
塑料线槽	正常环境的室内场所使用。在高温和易受机械损伤的场所不宜采用
地面金属线槽	正常环境下大空间且隔段变化多、用电设备移动性大或有多种功能线路的场所，暗敷于现浇混凝土地面、楼板或楼板垫层内

2 电缆桥架在有防火要求的区段内，可在电缆梯架、托盘内添加具有耐火或难燃性能的板、网等材料构成封闭或半封闭式结构，并采取在桥架及其支吊架表面涂刷防火涂层等措施，其整体耐火性能应满足国家有关规范或标准的要求。

3 在工程防火要求较高的场所，不宜采用铝合金电缆桥架。

4 电缆梯架、托盘宽度和高度的选择应符合填充率的要求，电缆在梯架、托盘内的填充率一般情况下，电力电缆可取 40% ~50%，控制电缆可取 50% ~70%，且宜预留 10% ~25% 工程发展裕量。

5 在选择电缆桥架的荷载等级时，电缆桥架的工作均布荷载不应大于所选电缆桥架荷载等级的额定均布荷载，如果电缆桥架的支吊架的实际跨距不等于 2m 时，则工作均布荷载应满足要求。

6 各种组件及支吊架在满足相应荷载的条件下，其规格尺寸应与托盘、梯架的直线段、弯通系列相匹配。

7 在选择电缆桥架的弯通或引上、引下装置时，不应小于电缆桥架内电缆最小允许弯曲半径，电缆最小弯曲半径见表 7.4.3 -1。

表 7.4.3 -1 电缆最小允许弯曲半径

电缆型式	最小允许弯曲半径
无铅包钢护套的橡皮绝缘电力电缆	10*D*
有钢铠护套的橡皮绝缘电力电缆	20*D*
聚氯乙烯绝缘电力电缆	10*D*
交联聚氯乙烯绝缘电力电缆	15*D*
控制电缆	10*D*
综合布线电缆	10*D*
光缆	15*D*
同轴电缆	15*D*

注：*D* 为电缆外径。

8 对于跨距大于 6m 的钢制电缆桥架和跨距大于 2m 或承载要求大于荷载等级 D 级的铝合金电缆桥

架，应按工程条件进行强度、刚度及稳定性的计算或试验验证。

9 几组电缆桥架在同一高度平行敷设时，各相邻电缆桥架之间应考虑维护、检修距离。

10 钢制托盘、梯架的宽度与高度常用规格尺寸参见 CESC 31：2006《钢制电缆桥架工程设计规范》有关内容。

11 铝合金托盘、梯架的宽度与高度常用规格尺寸参见 CECS 106：2000《铝合金电缆桥架技术规程》有关内容。

12 钢制托盘、梯架及铝合金托盘、梯架的直通单件标准长度可为 2m、3m、4m、6m。

13 钢制电缆桥架表面防腐处理方式参见 CESC 31：2006《钢制电缆桥架工程设计规范》有关内容。

14 铝合金电缆桥架表面防腐处理方式见表 CECS 106：2000《铝合金电缆桥架技术规程》有关内容。

15 线槽允许敷设综合布线电缆数量参见表 7.4.3－2。

表 7.4.3－2 线槽允许敷设综合布线电缆数量

	线型	4 对	25 对	50 对	100 对
外径（mm）	三类线	4.7	9.7	13.4	18.2
	五类线	4.57	12.45	–	–
	超五类线 UTP	5.3	–	–	–
	超五类线 FTP	5.8	–	–	–
	六类线 UTP	6.5	–	–	–
	六类线 S－STP	7.4	–	–	–

16 线槽允许敷设光缆数量见表 7.4.3－3，光缆外径允许敷设光缆数量见表 7.4.3－4。

表 7.4.3－3 线槽允许敷设光缆数量

线型 / 线槽规格	2 芯	4 芯	6 芯	12 芯
25×25	8	7	5	3
25×50	17	15	10	7
75×25	27	23	16	13
50×50	36	31	21	17
50×100	74	62	43	35
100×100	150	135	90	71
75×150	169	141	98	75

表 7.4.3－4 光缆外径允许敷设光缆数量

线型	2 芯	4 芯	6 芯	12 芯
外径（mm）	4.7	5	6.1	7

17 在工程设计中，电缆桥架的布置应根据经济合理性、技术可行性、运行安全性等因素综合比较，以确定最佳方案，还要充分满足施工安装、维护检修及电缆敷设的要求。

18 电缆桥架及线槽敷设走向应短捷，并应尽量沿墙、沿柱或沿梁敷设。

19 根据电缆桥架及线槽敷设走向，向土建专业、结构专业提出预留墙洞、楼板洞及吊架安装时，所需预埋钢板位置及荷载。并且应与工艺专业、水暖专业及动力专业相协调。

20 地面内暗装金属线槽布线，在设计时应与土建专业密切配合，以便根据不同的结构型式和建筑布局，合理确定线路路径和设备选型。

21 不同电压、不同用途的电缆不宜敷设在同一层电缆桥架内：

1）1kV 以上和 1kV 及以下的电缆；

2）同一路径向一级负荷供电的双回路电缆；

3）应急照明和其他照明的电缆；

4）电力、控制和电信电缆。若不同等级的电缆敷设在同一电缆桥架时，中间应增加隔板隔离。

22 在工程条件下安装或检修不需考虑附加集中荷载时，电缆梯架、托盘的工作均布荷载按电缆自重均匀分布计算。

23 电缆桥架不宜与下列管道平行敷设，当无法避免时，电缆桥架的位置应符合下列规定，或采取相应防护措施。

1）电缆桥架应在具有腐蚀性液体管道上方。

2）电缆桥架应在热力管道下方。

3）易燃易爆气体比空气重时，电缆桥架应在管道上方。

4）易燃易爆气体比空气轻时，电缆桥架应在管道下方。

24 电缆桥架与管道之间最小距离见相关标准。

25 综合布线电缆与附近可能产生高电平电磁干扰的电动机、电力变压器等电气设备之间应保持必要的间距。综合布线电缆与电力电缆的间距应符合 GB/T 50311 - 2007 规范相关内容的规定。

26 墙上敷设的综合布线电缆、光缆及管线与其它管线的间距应符合 GB/T 50311 - 2000 规范 11.0.2 条的规定。

27 电缆桥架水平敷设时，宜按荷载曲线选取最佳跨距进行支撑，跨距一般为 1.5 ~ 3.0m。垂直敷设时，其固定间距不宜大于 2m。

28 有特殊要求的非标准件应给出详图及技术说明。

29 使用要点

使用时应考虑防积尘、防雨雪。安装时应考虑伸缩缝、挠度、偏斜、接地及保护。敷设电缆时应考虑金属线槽、塑料线槽、地面内暗装金属线槽及电缆桥架的填充率。

30 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《电力工程电缆设计规范》GB 50217 - 2007。

《封闭式母线及桥架安装》D 701 - 1 ~ 3（2004 年合订本）。

《电缆桥架安装》04D 701 - 3。

《电缆敷设》D 101 - 1 ~ 7（2003 年合订本）。

《电力电缆井设计与安装》07SD 101 - 8。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 - 2008。

7.4.4 施工安装要点

1 施工安装要点

施工做法可参见国家建筑标准设计图集。

2 施工安装验收规范

《电气装置安装工程　电缆线路施工及验收规范》GB 50168 - 2006。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303。

7.4.5 相关标准

《管道支吊架　第 1 部分：技术规范》GB/T 17116.1 - 1997。

《管道支吊架　第 2 部分：管道连接部件》GB/T 17116.2 - 1997。

《管道支吊架　第 3 部分：中间连接件和建筑结构连接件》GB/T 17116.3 - 1997。

《电气安装用电缆槽管系统　第 1 部分：通用要求》GB/T 19215.1－2003。

《电气安装用电缆槽管系统　第 2 部分：特殊要求　第 1 节：用于安装在墙上或天花板上的电缆槽管系统》GB/T 19215.2－2003。

《电缆管理　电缆托盘系统和电缆梯架系统》GB/T 21762－2008。

7.5　电线、电缆配线管材

7.5.1　产品基本概念

1　产品基本概念

电线、电缆配线管材主要由金属导管和绝缘导管两大类产品组成。

1）金属导管 metal conduit

由金属材料制成的导管。

2）绝缘导管 insulating conduit

没有任何导电部分（不管是内部金属衬套或是外部金属网、金属涂层等均不存在），由绝缘材料制成的导管。

2　产品基本用途

在电气安装中用来保护电线或电缆的圆型或非圆型的布线系统的一部分。导管有足够的密封性，使电线电缆只能从纵向引入，而不能从横向引入。

7.5.2　产品分类及特点

1　金属导管

金属导管主要包括低压流体输送用焊接钢管、普通碳素钢电线套管（俗称电线管）、套接紧定式钢导管、套接扣压式薄壁钢导管、可挠金属电线保护管等五类产品。目前建筑工地普遍应用的为焊接钢管与电线管两类产品。

1）低压流体输送用焊接钢管

焊接钢管是用钢板或钢带经过卷曲成型后焊接制成的钢管。焊接钢管生产工艺简单，生产效率高，品种规格多，设备投资少，但一般强度低于无缝钢管。焊接钢管按焊缝的形式分为直缝焊管和螺旋焊管。直缝焊管生产工艺简单，生产效率高，成本低，发展较快。螺旋焊管的强度一般比直缝焊管高，能用较窄的坯料生产管径较大的焊管，还可以用同样宽度的坯料生产管径不同的焊管。但是与相同长度的直缝管相比，焊缝长度增加 30%～100%，而且生产速度较低。因此，较小口径的焊管大都采用直缝焊，大口径焊管则大多采用螺旋焊。

①低压流体输送用焊接钢管也称一般焊管（在建筑工地也称为厚电线管）。是用于输送水、煤气、空气、油和取暖蒸汽等一般较低压力流体和其他用途的焊接钢管。由于此种管材的通用性强，水、暖、电专业均可应用，并且此种管材的管壁可作为电气的辅助接地线使用，所以目前在建筑工地应用较为广泛。钢管按壁厚分为普通钢管和加厚钢管；按管端形式分为不带螺纹钢管（光管）和带螺纹钢管。钢管的规格用公称口径（mm）表示，公称口径是内径的近似值。习惯上常用英寸表示。低压流体输送用焊接钢管除直接用于输送流体外，还大量用作低压流体输送用镀锌焊接钢管的原管。

②低压流体输送用镀锌焊接钢管也称镀锌电焊钢管。是用于输送水、煤气、空气、油及取暖蒸汽、暖水等一般较低压力流体或其他用途的热浸镀锌焊接（炉焊或电焊）钢管。钢管按壁厚分为普通镀锌钢管和加厚镀锌钢管；按管端形式分为不带螺纹镀锌钢管和带螺纹镀锌钢管。钢管的规格用公称口径（mm）表示，公称口径是内径的近似值。习惯上常用英寸表示。在电气专业主要用于明敷设及需要防腐的场所。

2）普通碳素钢电线套管

普通碳素钢电线套管（GB3640－88）是工业与民用建筑、安装机器设备等电气安装工程中用于保

护电线的钢管。

3）套接紧定式钢导管

套接紧定式钢导管由管路、管材连接套管、盒（箱）、螺钉及其附件组成。电线管路采用同一金属材料制作，并应镀锌。紧定螺钉应采用高强度原材料制作。

4）套接扣压式薄壁钢导管

套接扣压式薄壁钢导管由管路、管材连接附件、盒（箱）、扣压专用工具组成。

5）可挠金属电线保护管

具有可挠性可自由弯曲的金属套管。可挠金属电线保护管由可挠金属电线保护管及其附件组成。

2 建筑用绝缘电工套管

1）按联接形式分：螺纹套管；非螺纹套管。

2）按机械性能分：低机械应力型套管以下简称轻型、中机械应力型套管以下简称中型、高机械应力型套管以下简称重型、超高机械应力型套管以下简称超重型。

3）按弯曲特点分：硬质套管、冷弯型硬质套管、非冷弯型硬质套管、半硬质套管、波纹套管。

4）按温度分：-25 型、-15 型、-5 型、90 型、90/-25 型。

5）按阻燃特性分：阻燃套管、非阻燃套管。

7.5.3 主要技术性能

1 焊接管的规格（公称口径：mm）一般包括 6、8、10、15、20、25、32、40、50、65、80、100、125、150 几类。管长通常为 3～12m。

2 普通碳素钢电线套管的规格（公称口径：mm）一般包括 13、16、19、25、32、38、51、64、76 几类。管长通常为 3～9m。壁厚（单位：mm）根据规格不同一般包括 1.6、1.8、2.0、2.5、3.2 几类。

3 建筑用绝缘电工套管的规格（公称尺寸：mm）一般为 16、20、25、32、40、50、63 几类。

4 其它电线、电缆配线管材的技术性能参数、规格型号详见相关标准。

7.5.4 产品选用要点

1 产品选用及工程设计要点

参见《民用建筑电气设计规范 JGJ16－2008》相关要求。

2 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《电力工程电缆设计规范》GB 50217－2007。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《电缆敷设》D101－1～7（2003 年合订本）。

《电力电缆井设计与安装》07SD101－8。

《10kV 及以下架空线路安装》03D103。

《室内管线安装》D301－1～3（2004 年合订本）。

《地下通信线缆敷设》05X101－2。

7.5.5 施工安装要点

1 电线导管、电缆导管的安装应按以下程序进行：

1）除埋入混凝土中的非镀锌钢导管外壁不做防腐处理外，其他场所的非镀锌钢导管内外壁均做防腐处理，经检查确认，才能配管。

2）室外直埋导管的路径、沟槽深度、宽度及垫层处理，经检查确认，符合规定后才能埋设导管。

3）现浇混凝土板内配管在底层钢筋绑扎完成，上层钢筋未绑扎前敷设，且检查确认，才能绑扎上层钢筋和浇捣混凝土。

4）现浇混凝土墙体内的钢筋网片绑扎完成，门、窗等位置已放线，经检查确认，符合规定后才能在墙体内配管。

5）被隐蔽的接线盒和导管在隐蔽前检查合格，才能隐蔽。

6）在梁、板、柱等部位明配管的导管套管、埋件、支架等检查合格，才能配管。

7）吊顶上的灯位及电气器具位置先放样，且与土建及各专业施工单位商定，才能在吊顶内配管。

8）TN－S 系统的接地（PE）或 TN－C 系统接 PEN 线及其焊接点可靠焊接施工完成，经检查确认，才能穿入电线或电缆以及线槽内敷线。

9）与安装完成的柜、屏、台、箱、盘连接的导管，管内积水及杂物清理干净，经检查确认，才能穿入电线、电缆。

10）电缆穿管前绝缘测试合格，才能穿入导管。

11）电线、电缆交接试验合格，且对接线去向和相位等检查确认，才能通电。

2 管线安装可参照国家建筑标准设计图集 D301－1～3《室内管线安装》施工。

3 室外埋地敷设的电缆导管，埋深不应小于 0.7m。壁厚小于等于 2mm 的钢电线导管不应埋设于室外土壤内。

4 明敷或暗敷于干燥场所的金属布线应采用管壁厚度不小于 1.5mm 的导管。

5 建筑用绝缘电工套管应采用阻燃套管。电气安装用阻燃 PVC 塑料导管的燃烧性能应符合 GA305－2001 要求。

6 施工安装验收规范

《可挠金属电线保护管线工程技术规范》CEC S87：96。

《套接扣压式薄壁钢导管电线管路施工及验收规范》CECS 100：98。

《套接紧定式钢导管电线管路施工及验收规程》CECS 120。

《城市地下通信塑料管管道工程设计规范》CECS 165：2004。

《民用建筑电话通讯管线设计标准》DBJ 13－08－92。

《通信管道工程施工及验收技术规范》YDJ 39－90。

《电力建设施工及验收技术规范（管道篇）》DL/T 5031－1994（2005）。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303－2002。

7.5.6 相关标准

《电工电子产品着火危险试验第 1 部分：着火试验术语》GB 5169.1－2007。

《焊接钢管尺寸及单位长度重量》GB/T 21835－2008。

《普通碳素钢电线套管》GB/T 3640－1988。

《电气安装用导管的技术要求　通用要求》GB/T 13381.1－1992。

《波纹金属软管通用技术条件》GB/T 14525－1993。

《电气安装用导管　特殊要求－金属导管》GB/T 14823.1－1993。

《电气安装用导管　特殊要求－刚性绝缘材料平导管》GB/T 14823.2－1993。

《电气安装用导管　特殊要求－可弯曲自恢复绝缘材料导管》GB/T 14823.4－1993。

《电气安装用导管配件的技术要求　第一部分：通用要求》GB/T 16316－1996。

《电气安装用超重荷型刚性钢导管》GB/T 17193－1997。

《电气导管　电气安装用导管的外径和导管与配件的螺纹》GB/T 17194－1997。

《电气安装用导管系统　第 1 部分：通用要求》GB/T 20041.1－2005。

《爆炸性环境保护电缆用的波纹金属软管》GB/T 18616－2002。

《电气安装用电缆槽管系统第 1 部分：通用要求》GB/T 19215.1－2003。

《电气安装用电缆槽管系统第 2 部分：特殊要求第 1 节：用于安装在墙上或天花板上的电缆槽管系统》GB/T 19215.2－2003。

《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091－2008。

8 电气消防及报警装置

8.1 火灾自动报警系统

8.1.1 系统组成

火灾自动报警系统由各种火灾探测器、手动报警按钮、报警控制器和各类控制模块、信号模块及传输线路组成。

8.1.2 系统分类形式

1 系统分类形式

1）按传输方式分类

按传输方式分为多线制、总线制、无线制、总线无线混合制或多线无线混合制。

2）按保护对象分类

①区域报警系统，宜用于二级保护对象；

②集中报警系统，宜用于一级、二级保护对象；

③控制中心报警系统，宜用于特级和一级保护对象。

2 火灾报警控制器分类

1）火灾报警控制器按其用途可分为：区域火灾报警控制器；集中火灾报警控制器；通用火灾报警控制器。

2）火灾报警控制器按其使用环境可分为：陆用型火灾报警控制器；船用型火灾报警控制器。

3）火灾报警控制器按其结构型式可分为：台式火灾报警控制器；柜式火灾报警控制器；壁挂式火灾报警控制器。

4）火灾报警控制器按其联动功能可分为：联动型和非联动型。

3 火灾探测器分类形式

火灾探测器分类见表 8.1.2。

表 8.1.2 火灾探测器分类表

<table>
<tr><td rowspan="6">感烟火灾探测器</td><td rowspan="5">点型</td><td rowspan="2">离子式</td><td>双源型</td></tr>
<tr><td>单源型</td></tr>
<tr><td rowspan="2">光电式</td><td>散射型</td></tr>
<tr><td>减光型</td></tr>
<tr><td rowspan="2">线型</td><td>红外光束型</td><td>—</td></tr>
<tr><td>激光型</td><td>—</td></tr>
</table>

续表 8.1.2

感温火灾探测器	点型	定温式	水银接点型
			易熔合金型
			玻璃球型
			双金属型
			热敏电阻型
		差温式	热敏电阻型
			膜盒型
		差定温式	双金属型
			热敏电阻型
			膜盒型
	线型	定温式	感温电缆型
		差温式	空气管型
感光（火焰）火灾探测器	紫外火焰型	—	—
	红外火焰型	—	—
	红外/紫外复合型	—	—
	双频红外火焰型	—	—
	三频红外火焰型	—	—
复合式火灾探测器	感温感烟型	—	—
	感温感光型	—	—
	感烟感光型	—	—
	感温感烟感光型	—	—
图像型火灾探测器	双波段图像火焰探测器	—	—
	光截面图像感烟探测器	—	—
吸气式烟雾探测器	空气管取样型探测器	—	—
可燃气体探测器	气敏半导体型	—	—
	铂丝型	—	—
	光电型	—	—
	固体电介质型	—	—
防爆型探测器	本安型	—	—
	隔爆型	—	—

8.1.3 产品选用要点

1 火灾探测器的选用

1）在绝大多数的一般场所，如宾馆客房、商场、办公楼等处，应选用点式感烟探测器，并宜优先选用光电感烟探测器。在黑烟较多的场合，宜选用离子感烟探测器。

2）在不适宜安装或安装感烟探测器可能造成误报的场所，或火灾发生时产生的烟少、温升快的场所，应选用感温或火焰等类火灾探测器。

3）在高大空间，如展览厅、候机大厅、高大厂房等处，一般宜选用红外光束感烟探测器。有条件

时，宜与视频监控系统相结合，选用图像式火灾报警探测器（双波段图像火焰探测器、光截面图像感烟探测器）。

4）在特殊重要的或火灾危险性较高、需要及早期发现火灾的场所，如重要通信机房、大型计算机房、电磁兼容实验室（微波暗室）、大型立体仓库等处，宜选用高灵敏度的空气管取样式感烟探测装置。

5）在对报警的准确率要求高，或误报会造成损失的场所，宜选用复合型探测器（烟温复合、烟光复合等）。

6）在需要联动进行灭火控制的场所，如控制计算机房气体灭火，控制雨淋系统灭火等，为防止误动作，应选用两种或两种以上探测器与门控制灭火，如点式感烟与感温探测器，红外光束感烟与缆式感温探测器，感烟与火焰探测器等。

7）在不需要详细按探测区域作为报警区域的大开间场所，如汽车库等处，为节约投资，宜选用非地址码型探测器，几个探测器合用一个地址。

2 可燃气体探测器的选用

1）智能建筑中的燃气锅炉房、燃气表房、燃气阀门处、公共厨房、公寓厨房、住宅厨房、地下室或设备层中燃气管线沿途等处，应设置可燃气体探测器。

2）厨房等处可选用非防爆的家用型探测器，并需根据所用燃气种类选用相应的探测器。

3）爆炸性气体危险场所应选用防爆型工业用探测器，探测器的报警灵敏度应按照所要探测的气体进行标定。

4）公共厨房内应在靠近灶具、燃气管道、阀门处设置探测器。

5）在地下室、设备层等处燃气管道沿途，应在阀门、法兰盘连接处、焊接处、拐弯处等可能泄漏点的位置设置探测器。

6）高度超过6m的空间，当可燃气体比空气轻时，宜设置上下两层探测器，其下层探测器距燃气用具上端不宜<1.5m，并应设集气罩。

3 可燃气体报警系统的联动控制

1）公共厨房等处宜设置为：当任何一个探测器报警时启动厨房排风机，当两个探测器同时报警时或通风一分钟仍维持报警浓度时，自动控制关闭有关燃气管道的自动切断阀。对重要的、关闭后影响比较大的切断阀，应设置为由消防控制中心及现场两地均可控制，确认漏气后手动关闭的方式。

2）在燃气锅炉房、直燃机房、燃气表房等重要场所，宜选用工业用防爆型可燃气体探测器。当燃气浓度达到爆炸下限的25%时，报警并自动启动通风装置，当燃气浓度达到爆炸下限的50%时自动关闭有关燃气管道的自动切断阀。或当一个探测器报警时启动通风装置，通风一分钟后仍维持报警浓度时，自动联锁控制关闭燃气快速切断阀。可由消防控制室和现场手动控制关阀。

3）公共厨房等处的可燃气体探测器宜接入火灾自动报警系统，经火灾报警器编程控制启动有关风机、启动声光报警等。

4）住宅厨房的可燃气体探测器报警后应自动启动本厨房排风机，宜自动控制关闭本厨房燃气管道的自动切断阀。

5）装有分户供暖的家用燃气锅炉的封闭空间（含封闭阳台）应设置家用可燃气体探测器，报警后联锁控制关闭本户燃气管道切断阀，并强制启动通风。

4 可燃气体探测器的安装位置与线路选择

1）可燃气体探测器的安装高度应根据所要检测的燃气的比重确定。燃气密度比空气轻时（如天然气、城市煤气），应安装在燃气设备或管线的上方，安装高度距离顶棚应≤300mm，可吸顶或贴墙安装；燃气比空气重时（如液化石油气），安装高度应距离地面300mm左右。水平安装位置应靠近燃气阀门、燃气表、灶具附近等燃气可能泄漏的场所。

2）可燃气体探测器不应安装在有强气流通过的位置，与通风口之间的距离应≥500mm。

3）安装在住宅厨房、公共厨房操作间内的自动切断阀的工作电压应选为直流 24V 及以下。

4）因可燃气体探测器正常工作时耗电量较大，其直流电源应单独供电，并应根据所连接的探测器数量和耗电量计算导线截面。可燃气体探测器的电源不应取自火灾报警系统的控制回路电源线，以免影响火警控制模块的动作。

5 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《建筑设计防火规范》GB 50016 - 2006。

《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 - 1995（2005 局部修改版）。

《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 - 1998。

《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB 50067 - 1997。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 - 2008。

《人民防空工程设计防火规范》GB 50098 - 1998（2001 年版）。

《人民防空工程设计规范》GB 50225 - 1995。

《人民防空地下室设计规范》GB 50038 - 2005。

《火灾报警及消防联动》04X 501。

《空气采样早期烟雾探测系统》03X 502。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（上）》97X 700（上）。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（下）》97X 700（下）。

8.1.5 施工安装要点

1 施工安装要点

详见国家建筑标准设计图：《智能建筑弱电工程设计施工图集》97X 700，《火灾报警及消防联动》04X 501 等。

2 施工安装验收规范

《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166 - 2007。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 - 2002。

《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339 - 2003。

《人民防空工程施工及验收规范》GB 50134 - 2004。

8.1.6 相关标准

《点型感烟火灾探测器》GB 4715 - 2005。

《点型感温火灾探测器》GB 4716 - 2005。

《火灾报警控制器》GB 4717 - 2005。

《火灾报警设备专业术语》GB/T 4718 - 2006。

《火灾分类》GB/T 4968 - 2008。

《线型光束感烟火灾探测器》GB 14003 - 2005。

《电气火灾监控系统　第 1 部分：电气火灾监控设备》GB 14287.1 - 2005。

《电气火灾监控系统　第 2 部分：剩余电流式电气火灾监控探测器》GB 14287.2 - 2005。

《电气火灾监控系统　第 3 部分：测温式电气火灾监控探测器》GB 14287.3 - 2005。

《线型感温火灾探测器》GB 16280 - 2005。

《119 火灾报警系统通用技术条件》GB 16282 - 1996。

《火灾显示盘通用技术条件》GB 17429 - 1998。

《手动火灾报警按钮》GB 19880 - 2005。

《消防技术文件用消防设备图形符号》GB/T 4327 - 2008。

《消防电子产品检验规则》GB 12978 - 2003。

《消防安全标志》GB 13495 - 1992。

《消防基本术语　第二部分》GB/T 14107 - 1993。
《消防安全标志设置要求》GB 15630 - 1995。
《消防联动控制系统》GB 16806 - 2006。
《消防电子产品　环境试验方法及严酷等级》GB 16838 - 2005。
《消防应急灯具》GB 17945 - 2000。
《消防基本术语　第一部分》GB/T - 5907 - 1986。
《建筑材料难燃性试验方法》GB/T 8625 - 2005。
《消防技术文件用消防设备图形符号》GB/T 4327 - 1993。

9 广播及有线电视系统、同声传译及会议系统

9.1 有线广播系统

9.1.1 系统基本概念

有线广播系统一般由音源设备、信号放大和处理设备、传输线路和扬声器等装置组成。

9.1.2 系统分类

广播一般可分为三类，即业务性广播系统、服务性广播系统和火灾应急广播系统。

1 业务性广播系统：以播放语言为主的广播系统。

2 服务性广播系统：以播放背景音乐或客房音乐的广播系统。

3 火灾应急广播系统：在火灾发生时，播放指挥、引导建筑物内人员疏散的广播系统。

9.1.3 系统技术性能

1 广播系统中，从功放设备的输出端至线路上最远的用户扬声器箱间的线路衰耗应满足以下要求：

1）业务性广播不应大于 2dB（1000Hz 时）。

2）服务性广播不应大于 1dB（1000Hz 时）。

2 广播的功率馈送回路应采用二线制。当业务性广播系统、服务性广播系统和火灾应急广播系统合并为一套系统时，馈送回路宜采用三线制。

3 系统相关设备的技术指标及要求参见相关标准及厂家技术资料。

9.1.4 系统选用要点及主要技术条件

1 公共建筑的广播网的功率馈送制式一般宜采用单环路式，广播线路较长的有线广播网宜采用双环路式。系统一般采用定压传输方式。输出电压采用 70V 或 100V。

2 广播设备应根据用户的性质、系统功能的要求选择。

3 大型广播系统宜采用微处理机控制管理的广播系统设备。

4 广播的功放设备宜选用定电压输出，当功放设备容量小或广播范围较小时，亦可根据情况选用定阻抗输出。

5 功放设备的容量一般按下述公式计算：

$$P = K_1 \cdot K_2 \cdot \Sigma P_o \qquad (9.1.4-1)$$

式中 P——功放设备输出总电功率（W）；

P_o——$K_i \cdot P_i$，每分路同时广播时最大电功率；

P_i——第 i 支路的用户设备额定容量；

K_i——第 i 分路的同时需要系数；服务性广播，客房节目每套 K_i 取 0.2～0.4；背景音乐系统 K_i 取 0.5～0.6；业务性广播，K_i 取 0.7～0.8；火灾应急广播，K_i 取 1.0（同时广播范围应符合“火灾自动报警及联动控制系统”的有关规定）；

K_1——线路衰耗补偿系数：线路衰耗 1dB 时取 1.26；线路衰耗 2dB 时取 1.58；

K_2——老化系数，一般取 1.2～1.4。

6 广播功放设备应设置备用功率单元，其备用数量应根据广播的重要程度确定。备用功率单元应设自动或手动投入环节，用于重要广播的环节，备用功率单元应能瞬时投入。

7 传声器的类别应根据使用性质确定，其灵敏度、频率特性和阻抗等均应与前级设备的要求相配合。

8 民用建筑选用的扬声器除满足灵敏度、频响、指向性等特性及播放效果的要求外，还宜符合下列规定：

1）办公室、生活间、客房等，可采用1～2W的扬声器箱。

2）走廊、门厅及公共场所的背景音乐、业务广播等扬声器箱宜采用3～5W。

3）在建筑装饰和室内净高允许的情况下，对大空间的场所宜采用声柱（或组合音箱）。

4）扬声器的声压级应比环境噪声大15dB。

5）在噪声高、潮湿的场所设置扬声器箱时，应采用号筒扬声器。

6）室外扬声器应采用防水防尘型，其防护等级应满足所设置位置的环境要求。

9 功放设备的布置应符合下列规定：

①柜前净距不应小于1.5m。

②柜侧与墙、柜背与墙的净距不应小于0.8m。

③柜侧需要维护时，柜间距离不应小于1m。

④在地震区，应对设备采取抗震加固措施。

10 用于背景音乐的扬声器（或箱）设置应符合下列规定：

①扬声器（或箱）的中心间距应根据空间净高、声场及均匀度要求、扬声器的指向性等因素确定。要求较高的场所，声场不均匀度不宜大于6dB。

②扬声器箱在吊顶安装时，应根据场所的性质来确定其间距。按环境条件包括温度、相对湿度、海拔、地震烈度等选择；

a 门厅、电梯厅、休息厅内扬声器箱间距可采用下式估算：

$$L=(2\sim2.5)H \tag{9.1.4-2}$$

式中 L——扬声器箱安装间距（m）；

H——扬声器箱安装高度（m）。

b 走道内扬声器箱间距可采用下式估算：

$$L=(3\sim3.5)H \tag{9.1.4-3}$$

c 会议厅、多功能厅、餐厅内扬声器箱间距可采用下式估算：

$$L=2(H-1.3)\tan\frac{\theta}{2} \tag{9.1.4-4}$$

式中 θ——扬声器的辐射角度，一般要求辐射角度大于或等于90°。

根据公共活动场所的噪声情况，扬声器（或箱）的输出，宜就地设置音量调节装置；当某场所可能兼作多种用途时，该场所的背景音乐扬声器的分路宜安装控制开关。

11 火灾应急广播系统

1）控制中心报警系统应设置火灾应急广播系统，集中报警系统宜设置火灾应急广播系统。

2）火灾应急广播扬声器的设置应符合下列要求：

①民用建筑内扬声器应设置在走道和大厅等公共场所，每个扬声器的额定功率不应小于3W，其数量应能保证从一个防火区内的任何部位到最近一个扬声器的步行距离不大于25m。走道最后一个扬声器距走道末端不大于12.5m。

②在部分工业厂房、停车场、大型商场等环境噪声大于60dB的场所设置的的扬声器，其播放范围内最远点的播放声压级应高于背景噪声15dB。

③客房设专用扬声器时，其功率不宜小于1.0W。

④火灾应急广播与公共广播合用时，应符合下列要求：

a 火灾时应能在消防控制室将火灾疏散层的扬声器和公共广播扩音机强制转入火灾应急广播状态

b 消防控制室应能监控用于火灾应急广播的扩音机的工作状态，并能遥控开启扩音机和扬声器播音。

c 床头柜内设有服务性音乐广播扬声器时，应有火灾应急广播功能。

d 应设置火灾应急广播备用扩音机，其容量不应小于火灾时同时广播的火灾应急广播扬声器最大容量总和的 1.5 倍。

3）特级保护对象的建筑物各避难层内应设置可独立监控的火灾应急广播系统。

12 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《厅堂扩声系统设计规范》GB 50371 - 2006。

《市、县级有线广播电视网设计规范》GY 5063 - 1998。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 - 2008。

《厅堂扩声系统声学特性指标》GYJ 25 - 1986。

《有线广播录音、播音室、声学设计规范和技术用房技术要求》GYJ 26 - 1986。

《广播与扩声》03X301 - 1。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（上）》97X 700（上）。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（下）》97X 700（下）。

《体育建筑专用弱电系统设计安装》06X 701。

9.1.5 施工安装要点

1 施工安装要点

1）功放设备的布置应符合下列规定：

①柜前净距不应小于 1.5m。

②柜侧与墙、柜背与墙的净距不应小于 0.8m。

③柜侧需要维护时，柜间距离不应小于 1m。

④在地震区，应对设备采取抗震加固措施。

2）用于背景音乐的扬声器（或箱）设置应按 9.1.4 第 10 条规定设置。

3）施工做法可参见国家建筑标准设计图集。

2 施工安装验收规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 - 2002。

《广播传音电缆线路工程建设技术规范》GY 5053 - 94。

《广播传音电缆维护规程》GY 54 - 1989。

9.1.6 相关标准

《声系统设备互连的优选配接值》GB/T 14197 - 1993。

《声系统设备互连用连接器的应用》GB/T 14947 - 1994。

《广播及类似声系统用连接器的应用》GB/T 15212 - 1994。

《应急声系统》GB/T 16851 - 1997。

《厅堂扩声特性测量方法》GB/T 4959 - 1995。

《声音和电视信号的电缆分配系统输出口基本尺寸》GB/T 7393 - 1987。

《广播电视名词术语通用部分》GB/T 7400.1 - 1987。

《广播电视名词术语有线广播》GB/T 7400.3 - 1987。

《广播电视名词术语　声音广播　通用部分》GB/T 7400.5 - 1987。

《音频、视频和视听设备及系统词汇》GB/T 9002 - 1996。

《扬声器主要性能测试方法》GB/T 9396 - 1996。

《直接辐射式电动锥形扬声器通用规范》GB/T 9397 - 1996。

《直接辐射式扬声器尺寸》GB/T 9400 - 1988。

《声环境质量标准》GB 3096－2008。

《广播电视名词术语　有线广播》GB 7400.3－1987。

9.2 扩声系统

9.2.1 系统基本概念

1 扩声系统由传声器、扩音机和扬声器组成。在比较完善的扩声系统中还有：调音台、数字音频处理器、压缩限幅器、均衡器、分频器、延时器、混响器、反馈抑制器、录音机和唱机等。

2 本章适用于建筑内中、小型厅堂扩声系统。

会议、音乐舞会兼放影视等各类功能的扩声系统，应按照多种使用要求（或目的）进行扩声设计。包括如下内容：

1）观众厅扩声系统

①小型文艺演出和会议合用。

②小型文艺演出和会议分别设置两个独立系统（即语言和音乐分开扩声）。小型文艺演出系统中常含返送系统。

2）效果重放系统。

3）立体混响系统。

9.2.2 系统分类

1 根据使用要求，视听场所的扩声系统一般分为：文艺演出类扩声系统。多用途类扩声系统。会议类扩声系统。

2 会议厅、报告厅等专用会议场所，应按语言扩声标准设计。

9.2.3 系统技术性能

扩声系统的技术指标应根据建筑物用途类别、质量标准、服务对象等因素确定。各类厅堂分级及声学特性指标应符合相关标准规定。

扩声系统的声学要求：

能提供合适响度的声音；系统频响较宽，频响曲线无过大起伏；声场分布均匀；系统噪声低、失真小；语言清晰度较高；避免产生回声干扰；视听尽量一致。其指标见 GB 50371－2006《厅堂扩声系统设计规范》、GYJ25《厅堂扩声系统声学特性指标》或 WHO 301《歌舞厅扩声系统的声学特性指标与测量方法》。

9.2.4 系统选用要点

1 传声器的选择

传声器种类有动圈式、电容式、电压式和无线传声器等，应按需要合理配置。

1）动圈式传声器：结构简单、稳定可靠、使用方便、噪声小，可用在背景噪声很高的场所。广泛用于语言广播和扩声。

2）电容式传声器：灵敏度比动圈式高、频率响应平坦、瞬态特性好、失真小。即使在振动条件下也具有良好的性能。多在多功能厅使用。

3）立体声传声器：通常由两个（或两个以上）传声器组成。具有两个指向性拾音单元，指向相差90°。适用于立体声扩声系统。

4）速度式传声器：响应特性好，比动圈式方向性更强，它具有双方向性，可以是高阻抗，常与一个动圈式传声器组合使用。

5）无线传声器：由微型发射、接收机两部分组成。分为乐器型、歌唱型等多种。不同类型的扩声系统，应使用不同类型的无线传声器。

6）当传声器的连接线超过 10m 时，应选择平衡式、低阻抗传声器。

7）在选定传声器的频率响应特性时，应与系统中的其他部分相适应。传声器阻抗及平衡性应与调音台或前置增音机相匹配。

8）高质量电容传声器和立体声传声器，灵敏度高、频带宽、音色好、多指向性，主要作为录音与扩声中主传声器。

9）传声器的主要指标

①灵敏度：动圈式多为 -56dB 左右，电容式 -40dB 左右。分贝数为负值，数值越小灵敏度越高。

②频率响应：高保真最低 50 ~ 12500Hz，卡拉 OK 演唱 80Hz ~ 13kHz，厅堂扩声 70Hz ~ 15kHz。

③输出阻抗：1kΩ 以上高阻抗，150 ~ 600Ω 低阻抗。

2 音箱（声柱）的选择

1）音箱按箱体形式分为封闭式、倒相式（或称低频反音箱）、号筒式和声柱等。按分频数又分为二分频、三分频、四分频等。声柱适用于会场语言扩声。

2）音箱（声柱）的性能指标，主要有重放频率特性、指向性、灵敏度、失真度、额定阻抗、额定功率等。对低频重放要求频率较低时，应选择大口径扬声器音箱。

3）声柱的选择

①声柱特性

由于声柱结构简单，指向性强，辐射距离远，辐射能利用率高；音质好，能满足重放高质量音乐要求，同时易于控制系统的声音回输稳定度。声柱低频辐射效率比单只扬声器高得多，扬声器数量越多。主轴上灵敏度越高，辐射距离越远，所以在厅堂扩声系统中得到广泛应用，但频响特性较差。

②声柱的类型

声柱分为线列声柱、曲线声柱和曲面宽频声柱。

a 线列声柱是由多个投射式电动扬声器排列成一直线组成。各扬声器的间距相等，同相工作，辐射相同的功率。具有功率容易控制，方向性强，频率范围宽等优点。是厅堂扩声应用最广泛的一种声柱。

声柱越长，声束越窄，指向性越强；声柱长度一定时，频率越高，声束越窄，指向性越强；在声柱的垂直方向指向性较强。（随频率的降低而减弱）

b 凹曲面声柱：由多个同相振动，相距很近而分布在圆弧上的扬声器组成。

其指向特性：波长大于弧长时，指向很宽；波长接近于弧长时，指向变窄；波长小于弧长时指向又变宽。

c 凹曲面宽频带声柱是一种多频道凹曲面声柱，主要用于高质量的扩声系统。

3 前级增音机（或前置放大器）的选择

1）选择前级增音机必须考虑声道数和通路数。对于大型较复杂的扩声系统，前级增音机至少应该有 2 ~ 3 个声道，各声道能够独立工作，必要时又可以合成为一个声道使用。为了保证扩声不中断，各声道应有同时工作的双通路组成，一用一备。

2）在多功能厅堂的扩声系统中，若仅语言扩声，则传声器通路数不多。若考虑文艺演出和在主席台上带有少量即席发言传声器，以及传声器输入兼有线路输入功能，台式前级增音机一般有 3 ~ 8 路输出，而桌式前级增音机仅有传声器输入通路。

3）前级增音机输出一般都采用低阻抗跨接方法。输出端除主通路输出外，还应考虑线路输出、供外送节目信号和录音输出等用。

4）节目源的输入电平基本上可分为三类：-60dB、-40dB 和 0dB。第一类配接低阻抗传声器，第二类配接高阻抗传声器或拾音器，第三类供无线电转播、重放录音或线路输入用。放大器的低频系统一般采用三级放大和两次电平调节。

4 功率放大器的选择

功率放大器的配置与选择应符合以下要求：

1）功放设备的单元划分应满足负载的分组要求。

2）厅堂扩声系统的功放一般采用低阻直接输出。当传输距离较远时，如体育场、广场类建筑，则采用定压输出。

3）厅堂扩声系统为确保扩声质量，应有充分的功率储备。一般功放的功率储备量（即功率余量），在语言扩声时为3～5倍以上，音乐扩声时为10倍以上，或更高。

5 调音台

1）调音台有固定式和移动式，是一种多路输入、多路输出的前置放大器，其基本功能是：信号放大、处理、混合、分配。声音调节分为三类：相对平衡调节、节目动态范围调节和音质调节。

2）调音台的选择

①输入类型：分为4、6、8、12～48路以至更多路数，多功能厅和歌舞厅一般为8～24路，视厅堂规模而定。

②声道分为单声道、双声道、四声道、多声道输出，声道的选择应与扩声系统相对应。

③用途分为：扩声调音台、录音调音台、播出调音台、迪斯科专用调音台。厅堂、歌舞厅宜采用扩声调音台。

④信号处理方式：有模拟式调音台和数字式调音台。目前用模拟式调音台为多。

6 延时器在扩声系统的应用和选择

延时器是将声音信号延迟一段时间以后再传送出去，使声音从不同方位传达到听众耳中的时差基本相同。当时差大于35ms时，则应装设延时器。

7 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《厅堂扩声系统声学特性指标》GYJ 25－1986。

《有线广播录音、播音室、声学设计规范和技术用房技术要求》GYJ 26－1986。

《厅堂扩声系统设计规范》GB 50371－2006。

《城市有线广播电视网络设计规范》GY 5075－2005。

《演出场所扩声系统的声学特性指标》WH/T 18－2003。

《扩声系统的图符代号及制图规则》WH/T 19－2003。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《广播与扩声》03X 301－1。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（上）》97X 700（上）。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（下）》97X 700（下）。

《体育建筑专用弱电系统设计安装》06X 701。

9.2.5 施工安装要点

1 施工安装要点

详见国家建筑标准设计图集《广播与扩声03X301－1》。

2 施工安装验收规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303－2002。

《扩声译音系统安装工程施工及验收规范》GY 5055－1995。

《广播传音电缆维护规程》GY 54－1989。

《广播传音电缆线路工程建设技术规范》GY 5053－94。

9.2.6 相关标准

《声系统设备一般术语解释和计算方法》GB 12060－1989。

《高保真声频组合设备最低性能要求》GB 12062－1989。

《声音和电视广播接收机及有关设备无线电骚扰特性限值和测量方法》GB 13837－2003。

《音频　视频及类似电子设备　安全要求》GB 8898－2001。

《直接辐射式电动锥形扬声器通用规范》GB/T 9397－1996。

《声学　实验室标准电容传声器的特性与规范》GB/T 11670 - 1989。
《扬声器听音试验》GB/T 12058 - 1989。
《盒式磁带录音机可靠性要求和试验方法》GB/T 12165 - 1998。
《声音和电视广播发射设备信号链接口》GB/T 12566 - 1990。
《声系统设备互连的优选配接值》GB/T 14197 - 1993。
《传声器通用技术条件》GB/T 14198 - 1993。
《高保真声频放大器最低性能要求》GB/T 14200 - 1993。
《视听、视频和电视设备及系统音频盒式系统》GB/T 14220 - 1993。
《广播节目试听室技术要求》GB/T 14221 - 1993。
《音频组合设备通用技术条件》GB/T 14277 - 1993。
《广播录音机抖晃测量方法》GB/T 14432 - 1993。
《号筒扬声器通用技术条件》GB/T 14474 - 1993。
《号筒扬声器测量方法》GB/T 14475 - 1993。
《客观评价厅堂语言可懂度的　RASTI 法》GB/T 14476 - 1993。
《盒式音带制品质量总技术规范》GB/T 14855 - 1993。
《声系统设备互连用连接器的应用》GB/T 14947 - 1994。
《广播及类似声系统用连接器的应用》GB/T 15212 - 1994。
《高保真调频广播调谐器最低性能要求》GB/T 15294 - 1994。
《会议系统电及音频的性能要求》GB/T 15381 - 1994。
《电子设备机柜通用技术条件》GB/T 15395 - 1994。
《广播用数字音频盒式磁带系统（DAT）格式及分类特性》GB/T 15521 - 1995。
《调音台通用技术条件》GB/T 15640 - 1995。
《广播数据系统（RDS）技术规范》GB/T 15770 - 1995。
《激光唱机通用技术条件》GB/T 15860 - 1995。
《广播声频通道技术指标测量方法》GB/T 15943 - 1995。
《广播节目声音质量主观评价方法和技术指标要求》GB/T 16463 - 1996。
《声音广播中音频噪声电平的测量》GB/T 17147 - 1997。
《无线传声器系统通用规范》GB/T 17276 - 1998。
《音频、视频及视听系统　视频系统 Y/C 连接器的应用和优选电配接值》GB/T 18123 - 2000。
《电磁兼容　专业用途的音频、视频、音视频和娱乐场所灯光控制设备的产品类标准　第 1 部分：发射》GB/T 19954. 1 - 2005。
《电磁兼容　专业用途的音频、视频、音视频和娱乐场所灯光控制设备产品类标准　第 2 部分：抗扰度》GB/T 19954. 2 - 2005。
《厅堂扩声特性测量方法》GB/T 4959 - 1995。
《广播报时信号》GB/T 4961 - 1999。
《人工混响装置测量方法》GB/T 6448 - 1986。
《高保真扬声器系统最低性能要求及测量方法》GB/T 7313 - 1987。
《广播电视名词术语　通用部分》GB/T 7400. 1 - 1987。
《广播电视名词术语　无线电广播》GB/T 7400. 2 - 1987。
《广播电视名词术语　有线广播》GB/T 7400. 3 - 1987。
《广播电视名词术语　声音广播　通用部分》GB/T 7400. 5 - 1987。
《声频放大器测量方法》GB/T 9001 - 1988。
《音频、视频和视听设备及系统词汇》GB/T 9002 - 1996。

《调音台基本特性测量方法》GB/T 9003－1988。

《声音广播接收机基本参数》GB/T 9374－1988。

《声音和电视广播接收机及有关设备抗扰度限值和测量方法》GB/T 9383－1999。

《广播收音机、广播电视接收机、磁带录音机、声频功率放大器（扩音机）的环境试验要求和试验方法》GB/T 9384－1997。

《无线传声器系统测量方法》GB/T 9388－1988。

《扬声器主要性能测试方法》GB/T 9396－1996。

《直接辐射式电动扬声器通用规范》GB/T 9397－1996。

《传声器测量方法》GB/T 9401－1988。

《高保真传声器最低性能要求》GB/T 9402－1988。

《声环境质量标准》GB 3096－2008。

9.3 有线电视系统

9.3.1 系统基本概念

有线电视（CATV）网的划分

1 有线电视用户为2000～100000户的城镇联网，或100000户以上的大型城市网，一般由当地有线电视主管部门经营管理，设有一个信号源总前端，经干线传输到各地分前端，再进入用户分配网。传输干线多采用光纤传送技术与用户分配电缆网连接，形成光缆—电缆混合网（即HFC）。

2 用户在2000户以下的有线电视网，一般可采用全电缆网方式，用户分散、区域较大的情况也可采用HFC的方式。局域网也可通过光缆与城域网连接。

3 双向传输有线数字电视网。在HFC网络的基础上，正向（下行）通道传输有线电视模拟信号、数字电视信号和各种数据业务信号，反向（上行）通道传输各种宽、窄带数据业务信号。

9.3.2 系统分类

1 按传输频带分类：

1）全频道隔频传输系统，即VHF系统、UHF系统、全频道系统（VHF＋UHF）。

2）邻频传输系统，即450、550、750、860MHz系统。

2 邻频道系统由前端、传输系统、用户分配网络三部分构成。

1）前端由信号源设备包括接收天线（卫星电视接收天线、微波接收天线）、卫星接收机、天线放大器、自办节目设备、变换器、滤波器、混合器等构成。

2）传输系统由同轴电缆或光纤（含光电转换设备）、线路放大器、均衡器等设备构成。

3）用户分配网络由传输线路（同轴电缆或光纤）、放大器、分配器、分支器、用户输出端等设备构成。

9.3.3 系统技术性能

1 系统设施工作的环境温度宜符合下列要求：

1）寒冷地区室外工作的设施：－40～35℃；

2）其它地区室外工作的设施：－10～55℃；

3）室内工作的设施：－5～40℃。

2 系统载噪比、交扰调制比和载波互调比的最小设计值应符合表9.3.3－1的规定。

表9.3.3－1 系统载噪比、交扰调制比、载波互调比的最小设计值 （dB）

项　目	设计值
载噪比（C/N）	44

续表 9.3.3－1

项　　目	设计值
交扰调制比（CM）	47
载波互调比（IM）	58

3 系统输出口电平设计值宜符合下列要求：

1）非邻频系统可取 70 ±5dBμV。

2）采用邻频传输的系统可取 68 ±4dBμV。注：在强场强区可提高电平，以避免同频干扰。

4 系统输出口频道间的电平差的设计值不应大于表 9.3.3.－2 的规定。

表 9.3.3－2　系统输出口频道间电平差　（dB）

频道	频段	系统输出口电平差
任意频道	超高频段	13
	甚高频段	10
	甚高频段中任意 60MHz 内	6
	超高频段中任意 100MHz 内	7
相邻频道	—	2

9.3.4 产品选用要点

1 产品选用及工程设计要点

参见《民用建筑电气设计规范 JGJ16－2008》相关要求。

2 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《有线电视系统工程技术规范》GB 50200－1994。

《有线电视系统》03X 401－2。

《智能建筑弱电工程设计施工图集》97X 700。

9.3.5 施工安装要点

1 设置在楼房顶部的天线基础应与屋顶结构部分牢固结合为一体，并考虑房顶的荷载能力及风荷载。

2 卫星天线基座一般为三支脚，四支脚，也有五支脚支座。应将其中的两个支脚对准卫星承受最大风力的方向。

3 楼内布线应全部采用金属导管，并与放大器箱、分支分配器箱、过路箱、用户终端暗盒等采用焊接连接。

4 放大器箱、分支、分配器箱、过路箱、用户终端暗盒应暗装于墙体或明装于弱电间内（用户终端盒除外）。用户终端暗盒安装高度为底边距地面不小于 300mm。

5 室外线路敷设

1）建筑群、住宅小区红线内，有线电视系统室外线路敷设宜采用穿管、管块、直埋等暗敷方式。

2）具有可供利用的管块时，可采用穿管块敷设方式，但不得与电力电缆共管孔敷设。

3）光纤、同轴电缆的地下管道应设计在冻土层以下。地下管道在拐角处、过路的两端和进出建筑物的地方应设人（手）孔，引入建筑物的地下管道不应少于两条。地下管道的管径及与其他管道的间距应符合相关的规范。

6 室内线路敷设

1）新建或有内装饰的改建工程，采用暗管敷设方式；在已建建筑物内，可采用明敷方式。

2）不得将电视电缆同照明线、电力线同线槽、同出线盒、同连接箱安装。

3）在强场强区及电视发射台附近应穿钢管且宜沿背电视发射台方向的墙面敷设。

7 施工做法详见国家建筑标准设计图集 03X401－2《有线电视系统》、97X700《智能建筑弱电工程设计施工图集》。

8 施工安装验收规范

《30MHZ～1GHz 声音和电视信号的电缆分配系统验收规则》SJ/T 2846－1988。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303。

9.3.6 相关标准

《电视和声音信号电缆分配系统 第2部分：设备的电磁兼容》GB 13836－2000。

《射频连接器 第24部分：75Ω电缆分配系统用螺纹连接射频同轴连接器（F型）》GB/T 11313.24－2001。

《电视和声音信号的电缆分配系统设备与部件 第1部分：通用规范》GB/T 11318.1－1996。

《电视和声音信号的电缆分配系统 设备与部件 第3部分：电视调制器通用规范》GB/T 11318.3－1996。

《电视和声音信号的电缆分配系统 设备与部件 第4部分：频道处理器通用规范》GB/T 11318.4－1996。

《电视和声音信号的电缆分配系统 设备与部件 第6部分：混合器通用规范》GB/T 11318.6－1996。

《电视和声音信号的电缆分配系统 设备与部件 第7部分：放大器通用规范》GB/T 11318.7－1996。

《电视和声音信号的电缆分配系统 设备与部件 第8部分：干线放大器通用规范》GB/T 11318.8－1996。

《电视和声音信号的电缆分配系统 设备与部件 第9部分：电源设备通用规范》GB/T 11318.9－1996。

《电视和声音信号的电缆分配系统 设备与部件 第10部分：分配器和用户分支器通用规范》GB/T 11318.10－1996。

《电视和声音信号的电缆分配系统 设备与部件 第11部分：衰减器、均衡器、滤波器和陷波器通用规范》GB/T 11318.11－1996。

《电视和声音信号的电缆分配系统 设备与部件 第12部分：系统输出口通用规范》GB/T 11318.12－1996。

《电视和声音信号的电缆分配系统 设备与部件 第14部分：避雷器通用规范》GB/T 11318.14－1996。

《有线电视频率配置》GB/T 17786－1999。

10 建筑设备自动化系统

10.1 建筑设备监控系统

10.1.1 系统概述

建筑设备监控系统（Building Automation System – BAS）是运用自动化仪表、计算机过程控制和网络通讯技术，对建筑物（群）内的电力、照明、空调、给排水、电梯等机电设备或系统进行集中监视、控制为目的，达到优化控制及管理而构成的综合系统。通常为分散控制与集中监视、管理的计算机控制系统。

10.1.2 系统分类

1 产品分类

建筑设备监控系统规模见表 10.1.2 – 1。

表 10.1.2 – 1 建筑设备监控系统规模

系统规模	实时数据库点数
小型系统	999 及以下
中型系统	1000 ~ 2999
大型系统	3000 及以上

2 产品组成

建筑设备监控系统通常是由管理级、控制级、现场级、控制网络四个主要部分组成。

1）管理级：是由管理计算机和软件组成。管理级内容见表 10.1.2 – 2。

表 10.1.2 – 2 管理级内容

名称	设备或产品	功能	适用范围
管理计算机	一般采用商用微机、高可靠性的工业控制机、容错计算机或双计算机热备份	实现对整个系统的集中监控、控制与管理	各种建筑设备监控系统规模
软件	管理软件包括系统软件、图形显示组态软件和应用软件	可完成复杂的优化运行的计算机和其他高级控制功能； 可方便地设置和修改系统的设定值； 符合国际标准（ISO）的开发式的网络通信协议和接口与现场控制器连接； 采用组态软件，方便管理员进行系统组态、参数的设置和修改； 汉化显示和图形显示	各种建筑设备监控系统规模

2）控制级：控制器通常是由 I/O 接口、运算单元、通信单元、显示单元等部分组成。

控制器功能：检测数据的采集；对被控制对象的检测结果，通过与设定值进行比较、计算给出相应的控制作用；控制作用的输出；接受由中央管理计算机和手操器下载的控制程序；通信接口与通信协议；能独立工作。

3）现场级：指现场控制的工艺设备，包括空调机组、冷水机组等建筑机电设备；电气控制箱的现场设备；传感器和执行器。

传感器功能：是对现场各类物理量的检测。

执行器功能：是将控制器的控制输出施加到被控对象，形成对被控对象的控制调节。

4）控制网络：是将现场控制器与中央管理计算机相连接。

10.1.3 技术性能要求

1 管理级网络技术要求

1）服务器与工作站之间宜采用客户机/服务器（Client/Server）或浏览器/服务器（Browser/Server）的体系结构。当需要远程监控时，客户机/服务器的体系结构应支持 Web 服务器。

2）应采用符合 IEEE802.3 的以太网。

3）宜采用 TCP/IP 通信协议。

4）服务器应为客户机（操作站）提供数据库访问，并宜采集控制器、微控制器、传感器、执行器、阀门、风阀、变频器数据，采集过程历史数据，提供服务器配置数据，存储用户定义数据的应用信息结构，生成报警和事件记录、趋势图、报表，提供系统状态信息。

5）实时数据库的监控点数（包括软件点），应留有余量，不宜少于 10%。

6）客户机（操作站）软件根据需要可安装在多台 PC 机上，宜建立多台客户机（操作站）并行工作的局域网系统。

7）客户机（操作站）软件可以和服务器安装在一台 PC 机上。

8）管理网络层应具有与互联网（Internet）联网能力，提供互联网用户通信接口技术，用户可通过 Web 浏览器，查看建筑设备监控系统的各种数据或进行远程操作。

9）当管理网络层的服务器和（或）操作站故障或停止工作时，不应影响控制器、微控制器和现场仪表设备运行，控制网络层、现场网络层通信也不应因此而中断。

10）当不同地理位置上分布有多组相同种类的建筑设备监控系统时，宜采用 DSA（Distributed Server Architecture）分布式服务器结构。每个建筑设备监控系统服务器管理的数据库应互相透明，从不同的建筑设备监控系统的客户机（操作站）均可访问其他建筑设备监控系统的服务器，与该系统的数据库进行数据交换，使这些独立的服务器连接成为逻辑上的一个整体系统。

2 控制级网络技术要求

1）CPU 不宜低于 16 位。

2）RAM 不宜低于 128kB。

3）EPROM 和（或）Flash—EPROM 不宜低于 512kB。

4）RAM 数据应有 72h 断电保护。

5）操作系统软件、应用程序软件应存储在 EPROM 或 Flash_ EPROM 中。

6）硬件和软件宜采用模块化结构。

7）可提供使用现场总线技术的分布式智能输入、输出模块，构成开放式系统；分布式智能输入、输出模块应安装在现场网络层上。

8）应提供至少一个 RS232 通信接口与计算机在现场连接。

9）应提供与控制网络层通信总线的通信接口，便于控制器与通信总线连接和与其他控制器通信。

10）宜提供与现场网络层通信总线的通信接口，便于控制器与现场网络通信总线连接并与现场设备通信。

11）控制器（分站）宜提供数字量和模拟量输入输出以及高速计数脉冲输入，并应满足控制任务优先级别管理和实时性要求。

12）控制器（分站）规模以监控点（硬件点）数量区分，每台不宜超过 256 点。

13）控制器（分站）宜通过图形化编程工程软件进行配置和选择控制应用。

14）控制器宜选用挂墙的箱式结构或小型落地柜式结构；分布式智能输入、输出模块宜采用可直接安装在建筑设备的控制柜中的导轨式模块结构。

15）应提供控制器典型配置时的平均无故障工作时间（MTBF）。

16）每个控制器（分站）在管理网络层故障时应能继续独立工作。

17）每台控制器（分站）的监控点数（硬件点），应留有余量，不宜小于 10%。

18）通信总线的通信协议宜采用 TCP/IP、BACnet、LonTalk、Meter Bus 和 ModBus 等国际标准。

3 现场级网络技术要求

1）微控制器、分布式智能输入输出模块和传感器、电量变送器、照度变送器、执行器、阀门、风阀、变频器等智能现场仪表及常规现场仪表。

2）现场网络层宜采用 TCP/IP、BACnet、LonTalk、Meter Bus 和 ModBus 等国际标准通信总线。

4 选用主要技术指标

1）管理级网络

①宜采用 10BASE－T/100BASE－T 方式，选用双绞线作为传输介质；

②服务器与客户机（操作站）之间的连接宜选用交换式集线器；

③管理网络层的服务器和至少一个客户机（操作站）应位于监控中心内；

④在管理体制允许，建筑设备监控系统（BAS）、火灾自动报警系统（FAS）和安全防范系统（SAS）共用一个控制中心或各控制中心相距不远的情况下，BAS、SAS、FAS 可共用同一个管理网络层，构成建筑管理系统（BMS），但应使三者其余部分的网络各自保持相对独立。

2）控制级网络

①宜采用总线拓扑结构，也可采用环形、星形拓扑结构；用双绞线作为传输介质；

②控制网络层可包括并行工作的多条通信总线，每条通信总线可通过网络通信接口与管理网络层（中央管理工作站）连接，也可通过管理网络层服务器的 RS232 通信接口或内置通信网卡直接与服务器连接；

③当控制器（分站）采用以太网通信接口而与管理网络层处于同一通信级别时，可采用交换式集线器连接，与中央管理工作站进行通信；

④控制器（分站）之间通信，应为对等式（peer to peer）直接数据通信；

⑤控制器（分站）可与现场网络层的智能现场仪表和分布式智能输入、输出模块进行通信；

⑥当控制器（分站）采用分布式智能输入、输出模块时，可以用软件配置的方法，把各个输入、输出点分配到不同的控制器（分站）中进行监控。

3）现场级网络

①微控制器、分布式智能输入输出模块、智能现场仪表之间，应为对等式直接数据通信；

②现场网络层可包括并行工作的多条通信总线，每条通信总线可视为一个现场网络；

③每个现场网络可通过网络通信接 VI 与管理网络层（中央管理工作站）连接，也可通过网络管理层服务器 RS232 通信接口或内置通信网卡直接与服务器连接；

④当微控制器和（或）分布式智能输入输出模块采用以太网通信接口而与管理网络层处于同一通信级别时，可采用交换式集线器连接，与中央管理工作站进行通信；

⑤智能现场仪表可通过网络通信接口与控制网络层控制器（分站）进行通信；

⑥智能现场仪表宜采用分布式连接，用软件配置的方法，可把各种现场设备信息分配到不同的控制器、微控制器中进行处理；

⑦现场网络层的配置除应符合本条规定外，尚应符合控制级网络条款的规定。

4）管理级网络软件：应支持客户机和服务器体系结构；应支持互联网连接；应支持开放系统；应支持建筑管理系统（BMS）的集成。

5）服务器软件：宜采用 Windows 2003 以上操作系统；应采用 TCP/IP 通信协议；应采用 Internet

Explorer 6.0 SPl 以上浏览器软件；实时数据库冗余配置时应为两套；关系数据库冗余配置时应为两套；不同种类的控制器、微控制器应有不同种类的通信接口软件；应具有监控点时间表程序、事件存档程序、报警管理程序、历史数据采集程序、趋势图程序、标准报告生成程序及全局时间表程序；宜有不少于100幅标准画面。

6）客户机软件：应采用 Windows XP SPl 以上操作系统；应采用 TCP/IP 通信协议；应采用 Internet Explorer 6.0 SPl 以上浏览器软件；应有操作站软件；应采用 Web 网页技术；应有系统密码保护和操作员操作级别设置软件。

7）用户工具软件：应有建立建筑设备监控系统网络和组建数据库软件；应有生成操作站显示图形软件。

8）工程应用软件：应有控制器自动配置软件；应有建筑设备监控系统调试软件。

9）可选软件：DSA 分布式服务器系统软件；开放式系统接口软件；火灾自动报警系统接口软件；安全防范系统接口软件；企业资源管理系统接口软件（包括物业管理系统接口软件）。

10）控制级网络软件

①控制器应接受传感器或控制网络、现场网络变化的输入参数（状态或数值），通过执行预定的控制算法，把结果输出到执行器、变频器或控制网络、管理网络；

②控制器应设定和调整受控设备的相关参数；

③控制器与控制器之间应进行对等式通信，实现数据共享；

④控制器应通过网络上传中央管理工作站所要求的数据；

⑤控制器应独立完成对所辖设备的全部控制，无需中央管理工作站的协助；

⑥控制器应具有处理优先级别设置功能；

⑦控制器应能通过网络下载或现场编程输入更新的程序或改变配置参数。

11）控制器操作软件：应能控制控制器硬件；应为操作员提供控制环境与接口；应执行操作员命令或程序指令；应提供输入输出、内存和存储器、文件和目录管理，包括历史数据存储；应提供对网络资源访问；应使控制网络层、现场网络层节点之间能够通信；应响应管理网络层、控制网络层上的应用程序或操作员的请求；可以采用计算机操作系统开发控制器操作平台；可以嵌入 Web 服务器，支持因特网连接，实现浏贤器直接访问控制器。

12）控制器编程软件：应有数据点描述软件，具有数值、状态、限定值、默认值设置，用户可调用和修改数据点内的信息；应有时间程序软件，可在任何时间对任何数据点赋予设定值或状态，包括每日程序、每周程序、每年程序、特殊日列表程序、今日功能程序等；应有事件触发程序软件；应有报警处理程序软件，导致报警信息生成的事件包括超出限定值、维护工作到期、累加器读数、数据点状态改变；应有利用图形化或文本格式编程工具，或使用预先编好的应用程序样板，创建任何功能的控制程序应用程序软件和专用节能管理软件；应有趋势图软件；应有控制器密码保护和操作员级别设置软件。

13）现场级网络软件

①现场层网络通信协议，宜符合由国家或国际行业协会制定的某种可互操作性规范，以实现设备互操作。

②微控制器功能宜符合某种末端设备控制器行业规范功能文件的规定，成为该类末端设备的专用控制器，并可以和符合同一行业规范功能文件的第三方厂商生产的微控制器实现互操作；

③分布式智能输入输出模块宜符合某种分布式智能输入输出模块（数字输入模块 DI、数字输出模块 DO、模拟输入模块 AI、模拟输出模块 AO）行业规范功能文件的规定，成为该类模块的规范化的分布式智能输入输出模块；并可以和符合同一行业规范功能文件的第三方厂商生产的同类分布式智能输入输出模块实现互换；

④智能仪表宜符合温度、相对湿度、流量、压力、物位、成分、电量、热能、照度、执行器、变频器等仪表的行业规范功能文件的规定，成为该类仪表的规范化智能仪表，并可以和任何符合同一行业规

范仪表功能文件的第三方厂商生产的智能仪表实现互换。

⑤每种嵌入式系统均应安装该种嵌入式系统设备的专用软件，用于完成该种专用功能。

⑥嵌入式系统的操作系统软件应具有系统内核小、内存空间需求少、实时性强的特点。

⑦嵌入式系统设备编程软件，应符合国家或国际标准中的应用层可互操作性准则的规定，并宜使用已成为计算机编程标准的面向对象编程方法进行编程。

14）控制器编程软件

①应有数据点描述软件，具有数值、状态、限定值、默认值设置，用户可调用和修改数据点内的信息；

②应有时间程序软件，可在任何时间对任何数据点赋予设定值或状态，包括每日程序、每周程序、每年程序、特殊日列表程序、今日功能程序等；

③应有事件触发程序软件；

④应有报警处理程序软件，导致报警信息生成的事件包括超出限定值、维护工作到期、累加器读数、数据点状态改变；

⑤应有利用图形化或文本格式编程工具，或使用预先编好的应用程序样板，创建任何功能的控制程序应用。

10.1.4 产品选用要点

1 管理级的选用要点

1）管理级硬件：选择与系统处理性能相适应的主板、CPU、内存、硬盘、显示器、光驱、键盘、鼠标等，并带有满足系统通讯要求的网络接口。

2）管理级软件，见表 10.1.4。

表 10.1.4 管理级软件选择要点

软件类型	软件选择要点
系统软件	应选择通用、稳定、可靠的操作系统及数据库软件
图形显示组态软件	应选择支持整个系统的硬件设备，具备中文界面，并易于组态编程操作
应用软件	应选择能满足整个系统的自动检测、控制和管理要求，且为用户留有后续维护管理的手段

2 控制级的选用要点

1）现场控制器的信号及精度要求

①现场控制器的信号应分为模拟量输入（AI）、模拟量输出（AO）、开关量输入（DI）、开关量输出（DO）。

②现场控制器的输入输出信号应与现场仪表的信号相匹配。

③现场控制器的信号测量和数据转换精度应满足系统的测量和控制要求。

2）现场控制器的结构要求

①现场控制器的结构选择应根据被控设备的特点进行。测控点较少且功能要求比较固定的设备监控，可选用输入、输出点数相对固定的现场控制器。

②测控点较多且工业流程变化较多的设备，可选用输入、输出点数可灵活组合的现场控制器。

3）现场控制器的通信速率要求

①现场控制器的通信速率应满足整个监控系统的响应速度。

②现场控制器之间应可通过通信实现现场信息与数据共享。

3 现场级的选用要点

1）传感器

①传感器的精度和量程，应满足系统控制及参数测量的要求；

②温度传感器量程应为测点温度的 1.2 ~ 1.5 倍，管道内温度传感器热响应时间不应大于 25s，当在

室内或室外安装时，热响应时间不应大于150s；

③仅用于一般温度测量的温度传感器，宜采用分度号为Pt 1000的B级精度（二线制）；当参数参与自动控制和经济核算时，宜采用分度号为Pt 100的A级精度（三线制）；

④湿度传感器应安装在附近没有热源、水滴且空气流通，能反映被测房间或风道空气状态的位置，其响应时间不应大于150s；

⑤压力（压差）传感器的工作压力（压差），应大于测点可能出现的最大压力（iN差）的1.5倍，量程应为测点压力（压差）的1.2～1.3倍；

⑥流量传感器量程应为系统最大流量的1.2～1.3倍，且应耐受管道介质最大压力，并具有瞬态输出；流量传感器的安装部位，应满足上游10D（管径）、下游5D的直管段要求，当采用电磁流量计、涡轮流量计时，其精度宜为1.5%；

⑦液位传感器宜使正常液位处于仪表满量程的50%；

⑧成分传感器的量程应按检测气体、浓度进行选择，一氧化碳气体宜按0～300ppm或0～500ppm；二氧化碳气体宜按0～2000ppm或0～10000ppm（$1ppm = 10^{-6}$）；

⑨风量传感器宜采用皮托管风量测量装置，其测量的风速范围不宜小于2～16m/s，测量精度不应小于5%；

⑩智能传感器应有以太网或现场总线通信接口。

2）调节阀和风阀

①水管道的两通阀宜选择等百分比流量特性；

②蒸汽两通阀，当压力损失比大于或等于0.6时，宜选用线性流量特性；小于0.6时，宜选用等百分比流量特性；

③合流三通阀应具有合流后总流量不变的流量特性，其A－AB口宜采用等百分比流量特性，B－AB口宜采用线性流量特性；分流三通阀应具有分流后总流量不变的流量特性，其AB－A口宜采用等百分比流量特性，AB－B口宜采用线性流量特性；

④调节阀的口径应通过计算阀门流通能力确定；

⑤空调系统宜选择多叶对开型风阀，风阀面积由风管尺寸决定，并应根据风阀面积选择风阀执行器，执行器扭矩应能可靠关闭风阀；风阀面积过大时，可选多台执行器并联工作

⑥执行器宜选用电动执行器，其输出的力或扭矩应使阀门或风阀在最大流体流通压力时可靠开启和闭合。

⑦水泵、风机变频器输出频率范围应为1～55Hz，变频器过载能力不应小于120%额定电流，变频器外接给定控制信号应包括电压信号和电流信号，电压信号为直流0～10V，电流信号为直流4～20mA。

⑧现场一次测量仪表、电动执行器及调节阀的选择除符合本条规定外，尚应符合JGJ16－2008《民用建筑电气设计规范》第24章的相关规定。

4 控制网络的选用要点

1）通信网络应能满足系统响应时间要求、对通信子网的数量限制要求、对系统总点数限制要求。

2）每个通信子网设置应使现场控制器数量、监控点数量、通信网络线路长度、传输缆线规格等满足产生厂商的网络通信要求。

5 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《智能建筑设计标准》GB/T 50314－2006。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《住宅智能化电气设计施工图集》99X 601。

《智能家居控制系统设计施工图集》03X 602。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（上）》97X 700（上）。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（下）》97X 700（下）。

《建筑智能化系统集成设计图集》03X 801 - 1。

10.1.5 施工安装要点

1 现场控制器

现场控制器通常是安装在控制现场，对其安装要求如下：

1）现场控制器的准确安装位置，应根据设计施工图纸所示。

2）现场控制器应安装在被监控设备较集中的场所，以尽量减少管线敷设。一般设置在电控箱或电控柜附近，其内部设备应布置整齐美观，强、弱电系统分开以保证系统安全，且便于检修。

3）现场控制器应安装在光线充足、通风良好、操作维修方便的地方。

2 仪表

仪表的安装，如取测点结构型式、外部管路连接方式、维修阀门的设置、传感器、执行机构和电动阀门的安装等，应符合《自动化仪表工程施工及验收规范》GB50093 - 2002。

3 施工安装验收规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 - 2002。

《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339 - 2003。

《建筑及住宅小区智能化工程检测验收规范》DB 11/146 - 2002。

《智能建筑工程检测规程》CECS 182 - 2005。

《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093 - 2002。

10.1.6 技术经济分析

建筑设备监控系统应选用可互相操作、可互相替换的开放性的系统，如采用 LonWorks 和 BACnet 协议标准的系统。建筑设备监控系统的开放性是指所有生产厂商均按国际公认的技术标准生产各种器件及建立系统结构。从而使设计院和业主可以根据需要采用不同生产厂商所生产高性能、高质量、最适合的器件，建立满足各个建筑物自动化要求的最佳运行、管理效果的建筑物自动化系统。

开放性的系统可使系统各种费用的降低，使系统有更多的生产厂商可选择，减少对某个生产厂商的依赖。使得系统的维护、扩展、改造、重新配置设备或技术升级换代时的费用变得合理。

10.1.7 相关标准

《建筑及居住区数字化技术应用　第 1 部分：系统通用要求》GB/T 20299.1 - 2006。

《建筑及居住区数字化技术应用　第 2 部分：检测验收》GB/T 20299.2 - 2006。

《建筑及居住区数字化技术应用　第 3 部分：物业管理》GB/T 20299.3 - 2006。

《建筑及居住区数字化技术应用　第 4 部分：控制网络通信协议应用要求》GB/T 20299.4 - 2006。

10.2 智能家居控制系统

10.2.1 系统概述

1 系统定义

智能家居控制系统是以 HFC、以太网、现场总线、公共电话网、无线网的传输网络为物理平台，计算机网络技术为技术平台，现场总线为应用操作平台，构成的一个完整的集家庭通信、家庭设备自动控制、家庭安全防范等功能的控制系统。

智能家居控制系统的总体目标是建立一个由家庭到小区乃至整个城市的综合信息服务和管理系统，以此来提高住宅高新技术的含量和居民居住环境水平。

2 系统的基本组成

系统宜由服务器、家庭控制器（各种模块）、路由器、调制解调器、交换机、通讯器、控制器、无线收发器、探测器、传感器、执行机构、打印机等主要部分组成。

3 系统的主要用途

智能家居控制系统的主要用途是家庭通信、家庭设备自动控制、家庭安全防范三个方面。

1） 家庭通信

智能家居控制系统的主要家庭通信用途见表 10.2.1－1。

表 10.2.1－1　家庭通信的主要用途

通信方式	主要用途
电话线路	通过电话线路实现双向传输语音信号和数据信号
计算机互联网	通过互联网实现信息交互、综合信息查询、网上教育、医疗保健、电子邮件、电子购物等
CATV 线路	通过 CATV 线路实现 VOD 点播和多媒体通信
无线局域网	通过无线收发器、天线、各种无线终端，实现双向传输数据信号

2） 家庭设备自动监控

家庭设备自动监控包括电器设备的集中、遥控、远距离异地（通过电话或 Internet）的监视、控制及数据采集。

家庭设备自动监控的主要监控对象及内容见表 10.2.1－2。

表 10.2.1－2　主要监控对象及内容

监控对象	监控内容
家用电器的监视和控制	按照预先所设定程序的要求对热水器、微波炉、视像音响等家用电器进行监视和控制
热能表、燃气表、水表、电度表的数据采集、计量和传送	根据小区物业管理的要求所设置数据采集程序，在某一特定的时间通过传感器对热能表、燃气表、水表、电度表的用量进行自动数据采集、计量，并将采集结果远程传送给小区物业管理系统
空调机的监视、调节和控制	按照预先所设定的程序，根据时间、温度、相对湿度等参数对空调机进行监视、调节和控制
照明设备的监视、调节和控制	按照预先设定的时间程序，分别对各个房间照明设备的开、关进行控制，并可自动调节各个房间的照度
窗帘的控制	按照预先设定的时间程序，对窗帘的启/闭进行控制

3） 家庭安全防范

家庭安全防范主要包括火灾报警、可燃气体泄漏报警、防盗报警、紧急求救、多防区的设置、访客对讲等。家庭控制器内按等级预先设置若干个报警电话号码（如家人单位电话号码、手机电话号码、寻呼机号码和小区物业管理、安全保卫部门电话号码等），在有报警发生时，按等级的次序依次不停地拨通上述电话进行报警（可报出家中是哪个系统报警）。同时，各种报警信号通过控制网络传送至小区物业管理中心，并可与其它功能模块实现可编程的联动（如可燃气体泄漏报警后，联动关闭燃气管道上的电磁阀）。家庭安全防范的主要对象及内容见表 10.2.1－3。

10.2.2　系统分类与基本特点、功能、适用范围

1　系统分类

智能家居控制系统主要可分成以下几类：

1） 采用公共电话网的智能家居控制系统；

2） 采用 HFC 的智能家居控制系统；

3） 采用以太网的智能家居控制系统；

4） 采用 LonWorks 的智能家居控制系统；

5） 采用 RS485 的智能家居控制系统；

6） 采用无线网的智能家居控制系统等类型。

2　基本特点、功能、适用范围

系统基本特点、组成、功能、适用范围详见表 10.2.2。

表 10.2.1－3 主要防范对象及内容

防范对象	防范内容
防火灾发生	通过设置在厨房的感温探测器和设置在客厅、卧室等的感烟探测器，监视各个房间内有无火灾。如有火灾，家庭控制器发出声光报警信号、通知家人及小区物业管理部门。家庭控制器还可以根据有人在家或无人在家的情况，自动调节感温探测器和感烟探测器的灵敏度
防可燃气体泄漏	通过设置在厨房的可燃气体探测器，监视燃气管道、灶具有无燃气泄漏。如有燃气泄漏，家庭控制器发出声光报警信号，并联动关闭燃气管道上的电磁阀，同时通知家人及小区物业管理部门
防盗报警	防盗报警的防护区域分成两部分，即住宅周界防护和住宅内区域防护。住宅周界防护是指在住宅的门、窗上安装门磁开关，在对外的玻璃窗、门附近安装玻璃破碎探测器；住宅内区域防护是指在主要通道、重要的房间内安装被动红外探测器或被动红外/微波双技术探测器。当家中有人时，住宅周界防护的防盗报警设备（门磁开关、玻璃破碎探测器）设防，住宅内区域防护的防盗报警设备（被动红外探测器或被动红外/微波双技术探测器）撤防。当家人出门后，住宅周界防护的防盗报警设备（门磁开关、玻璃破碎探测器）和住宅内区域防护的防盗报警设备（被动红外探测器或被动红外/微波双技术探测器）均设防。当有非法侵入时，家庭控制器发出声光报警信号，并通知家人及小区物业管理部门。另外，通过程序可设定报警装置的等级和报警器的灵敏度
访客对讲	住宅的主人通过访客对讲设备与来访者进行双向通话或可视通话，确认是否允许来访者进入。住宅的主人利用访客对讲设备，可以对大楼入口门或单元门的门锁进行开启和关闭控制
紧急求救	当遇到意外情况（如疾病或有人非法侵入）发生时，按动报警按钮向小区物业管理部门进行紧急求救报警。紧急求救信号在网络传输中具有最高的优先级别，由于是人在紧急情况下的求救信号，其误报的可能性很小

表 10.2.2 各种类型智能家居控制系统的基本特点、功能、适用范围

系统类型	基本特点	系统组成	系统功能	适用范围
采用公共电话网的智能家居控制系统	家庭智能控制器内配置了与电话线连接的收发器，利用电话网络作为信息传输网。该系统不仅在功能上能完全满足要求，而且大大地简化了布线，可以节省布线的投资	由系统服务器、家庭控制器（内置与电话线连接的收发器）、路由器、收发器、各种探测器、各种传感器、各种执行机构、打印机等组成	实现家庭通信、家庭设备自动控制、家庭安全防范	适用于新建、扩建的智能化住宅（小区）工程，且特别适用于改造的智能化住宅（小区）工程，利用原有的电话线就可实现数据信号的共网传输
采用HFC的智能家居控制系统	家庭智能控制器内配置了 Cable Modem、利用有线电视的 HFC 网络作为信息传输网。该系统不仅在功能上能完全满足要求，而且大大地简化了布线，可节省布线的投资。 HFC 网络采用共享方式，其共享带宽为 36Mbps，用户网络的开通费用高	由系统服务器、家庭控制器（内置了 Cable Modem）、路由器、电缆调制解调器头端设备 CMTS、有线电视传输网络、各种探测器、各种传感器、各种执行机构、打印机等组成	实现家庭通信、家庭设备自动控制、家庭安全防范	适用于新建、扩建的智能化住宅（小区）工程，且特别适用于改造的智能化住宅（小区）工程，利用原有的电话线就可实现数据信号的共网传输

续表 10.2.2

系统类型	基本特点	系统组成	系统功能	适用范围
采用以太网的智能家居控制系统	家庭智能控制器内配置了以太网网卡。以太网同时支持住户计算机和智能家居控制系统。该系统简化了布线，可节省投资。传输速率有10Mbps、100Mbps 等。可根据传输距离的要求，由小区物业管理中心至各楼交换机采用5类以上4对对绞线、多模光缆或单模光缆，由交换机至控制器采用5类对绞电缆	由系统服务器、家庭控制器、路由器、交换机、各种探测器、各种传感器、各种执行机构、打印机等组成	实现家庭通信、家庭设备自动控制、家庭安全防范	适用于新建、扩建和改造的智能化住宅（小区）工程，用以太网实现数据和图像信号的双向传输
采用LonWorks的智能家居控制系统	采用一个覆盖全部 ISO/OSI 标准七层通信协议、开放性的 LonWork 总线技术，一台系统服务器最多可连接 127 台 LonWorks 路由器，一台 LonWorks 路由器最多可连接63台家庭控制器。每台家庭控制器为 LonWork 一个通道上的网络节点。LonWorks 直接通信距离可达 2700m（双绞线、78kbps），其通信传输速度最大可达 1.25Mbps（此时有效传输距离为 130m）。传输线通常采用双绞线，根据需要也可采用同轴电缆或电力线	由系统服务器、家庭控制器、路由器、LonWorks 路由器、交换机、各种探测器、各种传感器、各种执行机构、打印机等组成	实现家庭通信、家庭设备自动控制、家庭安全防范	特别适用于新建、扩建的智能化住宅（小区）工程
采用无线网的智能家居控制系统	利用无线作为信息传输网，该系统不仅在功能上能完全满足要求，而且从系统服务器至家庭控制器、家庭控制器至各种现场末端装置均采用无线传输方式，小区、楼内、户内无需布线，施工简单，可以节省施工的投资。无线网的工作频率符合 IEEE802.11b 标准要求	由系统服务器、家庭控制器、无线收发器、各种探测器、各种传感器、各种执行机构、打印机等组成	实现家庭通信、家庭设备自动控制、家庭安全防范	适用于新建、扩建的智能化住宅（小区）工程，且特别适用于改造的智能化住宅（小区）工程，不用敷设线路就可实现数据信号的传输

10.2.3 产品选用要点

1 智能家居控制系统类型的选用

参见表 10.2.2。

2 家庭控制器的选用

家庭控制器的选用主要包括功能、总线技术及模块化设计、扩展功能，可按用户的基本要求进行配置等。

1）家庭控制器功能的选用

家庭控制器通常具有以下功能：家庭防盗报警；家庭火灾报警；家庭燃气泄露报警；家庭紧急求助；远程设防与撤防；远程报警；访客对讲；家用电器监控；家用表具数据采集及处理；空调机监控；接入网接口；小区电子公告；信息查询；家用设备报修等。

在工程设计中，家庭控制器功能的选用可参见表 10.2.3－1。

表 10.2.3－1 住宅家庭控制器功能设置表

级别	消防	安防	访客对讲	通信网络	信息网络	家电监控	表具数据远传
基本级（1A）	—	1 在住户内安装紧急按钮开关 2 在住户内安装入侵报警探测器	具有语音对讲及控制开启楼道入口处防盗门功能	接入 2 条外线，电话插座安装在起居室、主卧室、主卫生间、书房	接入 1 条外线，数据插座安装在起居室或卧室	1～2 点	热能表、燃气表、水表、电度表的自动抄收及远传、超限判断、自动检查、分时计费、实时计量、管理功能
提高级（2A）	在室内安装可燃气体泄漏自动报警装置，且能就地发出声光报警信号	1 在户内两处安装紧急按钮开关 2 在户内安装入侵报警探测器，在户门、阳台门、外窗安装入侵报警装置	具有语音对讲及控制开启楼道入口处防盗门功能，可实现住户与安防监控中心的直接联系	接入 2 条外线，电话插座安装在起居室、主卧室、次卧室、主卫生间、次卫生间、书房	接入 1 条外线，可加装集线器或信息交换机，数据插座安装在起居室、主卧室、次卧室、书房或根据建设方需求设计	2 点以上	
先进级（3A）	1 在室内安装可燃气体泄漏自动报警装置，能自动切断气源、打开排气装置，且能就地发出声光报警信号 2 在住户内设置火灾自动报警装置	1 在户内不少于两处安装紧急按钮开关 2 在户内安装入侵报警探测器，在户门及阳台门、外窗安装入侵报警装置	具有语音、可视对讲及控制开启楼道入口处防盗门功能，可实现住户与安防监控中心的直接联系	接入 2～3 条外线，电话插座安装在起居室、餐厅、主卧室、次卧室、厨房、主卫生间、次卫生间、书房	接入 1 条外线，应安装信息交换机或集线器（HUB），数据插座安装在起居室、主卧室、次卧室、书房或根据建设方需求设计	2 点以上	

2）总线技术及模块化设计：家庭控制器宜采用总线技术，如 LonWorks、RS485、BACnet、CAN-Bus、CEBus、X－10 等；家庭控制器宜采用模块化设计，以便用户可以根据需求选择不同的模块完成不同的功能。

3）扩展功能：家庭控制器要有一定的扩展功能，考虑能适应今后发展的需要。

4）可按用户的基本要求进行配置：应能根据用户提出有哪些被控设备及监视控制要求（功能 要求）等因素，来对家庭控制器组成进行配置，包含模块种类的选择和各种模块数量的选择。

3 对于住宅小区安全防范工程中的家庭安全防范系统的基本设置标准要求可参见 GB50348－2004《安全防范工程技术规范》。

4 常用入侵探测器应用举例见表 10.2.3－2。

5 当防火规范规定必须设置火灾报警系统时，感烟探测器、感温探测器及可燃气体探测器的设置及系统的构成须遵循《火灾自动报警系统设计规范》GB50116－98 的规定。

表 10.2.3－2　常用入侵探测器应用举例

名称	适应场所与安装方式		主要特点	安装设计要点	适宜工作环境和条件	不适宜工作环境和条件	附加功能
超声波多普勒探测器	室内空间型	吸顶	没有死角且成本低	水平安装，距地宜小于3.6m	警戒空间要有较好密封性	简易或密封性不好的室内；有活动物和可能活动物；环境嘈杂，附近有金属打击声、汽笛声、电铃等高频声响	智能鉴别技术
		壁挂		距地2.2m左右，视场中心与可能入侵方向成90度角			
微波多普勒探测器	室内空间型；壁挂式		不受声、光、热的影响	距地1.5～2.2m左右，严禁对着房间的外墙、外窗	可在环境噪声较强、光变化、热变化较大的条件下工作	有活动物和可能活动物；微波段高频电磁场环境；防护区域内有过大、过厚的物体	平面天线技术；智能鉴别技术
被动红外入侵探测器	室内空间型	吸顶	被动式（多台交叉使用互不干扰），功耗低，可靠性较好	水平安装，距地宜小于3.6m	日常环境噪声，温度在15～25℃时探测效果最佳	背景有热冷变化，如：冷热气流、强光间歇照射等；背景温度接近人体温度；强电磁场干扰；小动物频繁出没场合等	自动温度补偿技术；抗小动物干扰技术；防遮挡技术；抗强光干扰技术；智能鉴别技术
		壁挂		距地2.2m左右，视场中心与可能入侵方向成90°			
		楼道		距地2.2m左右，视场面对楼道			
		幕帘	与上同	在顶棚与立墙拐角处，视场中心与窗户平行	窗户内窗台较大或与窗户平行的墙面无遮挡，其他与上同	窗户内窗台较小或与窗户平行的墙面有遮挡或紧贴窗帘安装，其他与上同	与上同
微波和被动红外复合入侵探测器	室内空间型	吸顶	误报警少（与被动红外探测器相比）；可靠性较好	水平安装，距地宜小于4.5m	日常环境噪声，温度在15～25℃时探测效果最佳	背景温度接近人体温度；环境嘈杂，附近有金属打击声、汽笛声、电铃等高频声响环境嘈杂，附近有金属打击声、汽笛声、电铃等高频声响；小动物频繁出没场合等	双－单转换型；自动温度补偿技术；抗小动物干扰技术；防遮挡技术；智能鉴别技术
		壁挂		距地2.2m左右，视场中心与可能入侵方向成45°			
		楼道		距地2.2m左右，视场面对楼道			
被动式玻璃破碎探测器	室内空间型；有吸顶、壁挂等		被动式；仅对玻璃破碎等高频声响敏感	应尽量靠近所要保护玻璃附近的墙壁或天花板上，夹角≤90°	日常环境噪声	环境嘈杂，附近有金属打击声、汽笛声、电铃等高频声响	智能鉴别技术

续表 10.2.3－2

名称	适应场所与安装方式	主要特点	安装设计要点	适宜工作环境和条件	不适宜工作环境和条件	附加功能
振动入侵探测器	室内、室外	被动式	墙壁、天花板、玻璃；室外地面表层物下面、保护栏网或桩柱，最好与建筑实体一体化	远离振源（1～3m以上）	地质板结的冻土或土质松软的泥土地。时常引起振动或环境过于嘈杂的场合	智能鉴别技术
主动红外入侵探测器	室内（一般室内机不能用于室外）、室外	红外线、便于隐蔽	红外光路不能有阻挡物；严禁阳光直射接收机透镜内；防止入侵者从光路下方或上方侵入。切断有效光路和建筑物最低点与墙体最低点不得大于150mm	室内周界控制；室外“静态”干燥气候	室外恶劣气候，特别是经常有浓雾、毛毛雨的地域或动物出没的场所	双光束或四光束鉴别技术
遮挡式微波入侵探测器	室内、室外周界控制	受气候影响小	高度应一致，一般为设备垂直作用高度的一半	无高频电磁场存在场所；收发机间无遮挡物	高频电磁场存在场所；收发机间有可能有遮挡物	报警控制设备宜有智能鉴别技术
振动电缆入侵探测器	室内、室外均可	可与室内各种实体周界配合使用	在围栏、房屋墙体、围墙内侧或外侧高度的2/3处。网状围栏上安装：固定间隔应小于30m，每10m预留8～10m维护环	非嘈杂振动环境	嘈杂振动环境	报警控制设备宜有智能鉴别技术
泄漏电缆入侵探测器	室内、室外均可	可随地形埋没、可埋入墙体	埋入地域应尽量避开金属堆积物	两探测电缆间无活动物体；无高频电磁场存在场所	高频电磁场存在场所；两探测电缆间有易活动物体（如树等）	报警控制设备宜有智能鉴别技术
磁开关入侵探测器	各种门、窗、抽屉等	体积小、可靠性好	距门窗拉手边不大于150mm的位置；舌簧管置于门窗框上，磁铁置于门窗扇上，两者间距0.5cm左右	非强磁场存在情况，门窗缝不能过大	强磁场存在情况，门窗缝过大	在特制门窗使用时宜选用特制门窗专用门磁开关
紧急报警装置	用于可能发生直接威胁生命的场所（如银行营业所、值班室、收银台等）	利用人工启动（手动报警开关、脚踢报警开关等）发出报警信号	要隐蔽安装，一般安装在紧急情况下人员易可靠触发的部位	日常工作环境	爆炸危险环境	防误触发措施，触发报警后能自锁，复位需采用人工再操作方式

6 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《民用建筑电气设计规范》JCJ 16－2008。

《智能建筑设计标准》GBT 50314－2006。

《安全防范工程技术规范》GB 50348－2004。

《入侵报警系统工程设计规范》GB 50394－2007。

《智能家居控制系统设计施工图集》03X 602。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（上）》97X 700（上）。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（下）》97X 700（下）。

《住宅智能化电气设计施工图集》99X 601。

《国家康居示范工程智能化系统示范小区建设要点与技术导则》

10.2.4 施工安装要点

1 交换机、路由器、控制器、放大箱、分配箱、电话分线箱安装在电气竖井内或公共走道的墙上（内）。

2 家庭控制器暗装（或明装）在墙内（上），其底边距地面1.4m左右。家庭控制器应设置在住户大门附近（宜距户门0.5m以内），且容易操作（包括设防与撤防）的地方。

3 可燃气体探测器安装在厨房内的燃气管道、灶具附近，当住户使用的是天然气、城市煤气，燃气探测器吸顶安装在距顶棚300mm以内的地方；当住户使用的是液化石油气，燃气探测器安装在距地面300mm以内地方。

4 感温探测器设置在厨房内，吸顶安装。

5 感烟探测器设置在起居室、卧室等房间内，吸顶安装。

6 紧急按钮开关设置在起居室沙发和主卧室床头附近的墙上，以及卫生间的墙上。紧急按钮开关暗装在墙内，其底边距地面0.5～1.2m。

7 门（窗）磁开关安装在门扇和门框内或窗扇和窗框内。

8 玻璃破碎探测器安装在窗户和玻璃门（阳台）附近的墙上或吸顶安装。

9 被动红外侵入探测器和被动红外/微波双技术探测器安装在住户的主要通道、重要的房间内，吸顶安装或安装在顶棚的墙角处。

10 红外遥控器安装在被控电器设备正面附近的墙上，距离不能超过红外线工作范围，且与电器设备之间没有遮挡。

11 系统安装可参考《智能家居控制系统设计施工图集》03X602。

12 施工安装验收规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303－2002。

《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339－2003。

《建筑及住宅小区智能化工程检测验收规范》DB 11/146－2002。

《智能建筑工程检测规程》CECS 182－2005。

《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093－2002。

10.3.5 相关标准

《建筑及居住区数字化技术应用　第1部分：系统通用要求》GB/T 20299.1－2006。

《建筑及居住区数字化技术应用　第2部分：检测验收》GB/T 20299.2－2006。

《建筑及居住区数字化技术应用　第3部分：物业管理》GB/T 20299.3－2006。

《建筑及居住区数字化技术应用　第4部分：控制网络通信协议应用要求》GB/T 20299.4－2006。

10.3 照明设施控制系统

10.3.1 系统组成及基本特点

1 系统组成及作用（表 10.3.1－1）

表 10.3.1－1 照明设施控制系统组成及作用

系统元件	作用
调光模块	调光模块的基本原理是由微处理器（CPU）控制可控硅的开启角大小，从而控制输出电压的平均幅值去调节光源的亮度
开关模块	开关模块的基本原理是由继电器输出控制电源的开关，从而控制光源
输入模块	输入模块的基本原理是接受无源接点信号
控制面板	控制面板是供人直观操作控制灯光场景的部件，它是由微处理器进行控制的，可以通过编程完成各种不同的控制要求。微处理器识别输入键符，进行处理后向通讯线上发出控制信息，去控制相应的调光模块或开关模块对光源进行调光控制或开关控制
传感器接口模块	用于连接照度探测、存在探测、移动探测等传感器
控制总线	信号传输

2 监控内容（表 10.3.1－2）

表 10.3.1－2 照明设施控制系统监控内容

监控方式	功能
中央控制	通过中央站以及系统软件实现对整个系统的开关、调光、时针、灯光状态进行监控及管理
开关控制	可以由中央站、就地控制面板对灯光进行开启、关闭控制
调光控制	可以由中央站、就地控制面板对灯光进行从照度零到最大的控制
时针控制	系统根据预先设定的时间对灯光进行开启、关闭控制
异地控制	可以通过 Internet、电话线实现异地远程对灯光进行开启、关闭、调光控制
场景控制	可以通过中央站、就地控制面板进行编程，对灯光进行开启、关闭、调光控制的设置
遥控器控制	可以通过手持遥控器对设有红外线控制面板所控制区域的灯光进行开启、关闭、调光控制
照度控制	根据照度探测传感器的探测数据（光线明、暗），按照预先设定的参数自动对灯光进行开启、关闭、调光控制
存在、移动控制	根据存在探测、移动探测等传感器的探测数据，按照预先设定的参数自动对灯光进行开启、关闭、调光控制
会议控制	可以根据会议进程，通过会议系统设备对场景灯光的开启、关闭、调光进行联动控制
联动控制	通过输入模块接收电视监控系统、入侵报警系统、火灾自动报警系统、出入口控制系统的联动控制信号，对光源进行开关控制或调光控制

10.3.2 系统基本特点

1 实现照明控制智能化

采用照明设施控制系统后，可使照明系统运行在全自动状态，系统将按预先设置切换若干个基本工作状态，通常为“白天”，“晚上”，“安全”、“清洁”、“周末”和“午饭”等，根据预设定的时间自动地在各种工作状态之间转换。

2 维持照度的一致性

1）一般照明设计师在对新的办公用房照明设计时，照度均比要求照度高，通常是 700lx，而标准

照度为400lx。这是考虑到随着时间的推移，灯的效率和房间墙面反射率不断衰减的缘故。如果设计师在初期就按标准照度设计，那么，无须多长时间房间照度就会低于标准，而不符合办公照度要求。正是由于这种新房间照度的偏高设计，不仅造成办公用房使用期（或两次装饰的间隔期）的照度不一致性，而且由于照度偏高造成不必要的能源浪费。

2）采用照明设施控制系统，由于可以智能调光，尽管照度还是偏高设计，但系统将会按照预先设置的标准亮度使办公室在使用期内保持恒定的照度，而不受灯具效率降低和墙面反射系数衰减的影响。

3 创造良好的工作环境，提高工作效率

在办公室，配可调光电子镇流器的日光灯在智能照明控制系统控制下与传统的日光灯照明系统相比具有显著的优点。传统镇流器的日光灯以100Hz的频率闪动（电网频率的2倍），这种频闪使工作人员头脑发胀，眼睛疲劳，降低了工作效率。而可调光电子镇流器则工作在很高的频率（40～70kHz），不仅克服了频闪，而且消除了由于使用START而造成起辉时的亮度不稳定，给员工提供了比精良的房间装饰和高档办公用具更为重要的有利于健康的舒适环境，同时也提高了工作效率。

4 创造良好的服务环境

1）好的灯光设计能营造出一种温馨、舒适的环境，增添其艺术的魅力。例如顾客对酒店的第一印象是酒店入口到大堂接待区域，高雅别致的光环境可给予顾客一种宾至如归的感觉，增添顾客对酒店的好感，亲切而又温馨吸引众多的顾客。

2）室内照明包括宴会厅、休息室、多功能厅，利用灯光的颜色、投射方式和不同明暗亮度可创造出立体感、层次感，不同色彩的环境气氛，不仅使客人有个舒适的居住环境，而且还可以产生一种艺术欣赏感，使人们产生留连忘返之感。

5 开放性

照明设施控制系统可以通过网络集成到建筑设备监控系统（BAS）、建筑管理系统（BMS）中，实现大楼的统一管理。

10.3.3 产品选用要点

1 系统要求

根据图纸，业主要求确定控制方案。根据控制方案划分合适的照明回路，确定输出调光模块、开关模块、输入模块、控制面板的位置、型号和数量。

2 传输网络的选用

在国际上照明设施控制系统数据的传输网络无统一的标准，目前主要有双绞线传输、电力载波传输和无线射频传输三种方式。这三种传输方式的数据传输速率、传输的可靠程度有较大区别，基本特点和适用范围见表10.3.3。

3 开关模块的选用

1）对有开关控制要求的照明回路宜采用具有以下功能的控制模块。

①交流工作电源：进线单相AC220V或三相AC380V，出线单相AC220V。

②能够通过网络软件和自学习功能设定控制功能。

③具有系统时钟功能。

④能够通过软件设定它的网络终端功能。

⑤能够通过软件设定逻辑关系（与、或）。

⑥通过软件能设定继电器的互锁功能。

⑦断电后能设定来电时的继电器状态。

⑧微处理器还能检测开关模块内部的工作温度。

2）开关模块的规格（出线回路及容量）应根据被控区域内照明回路、容量及控制方式确定。

4 调光模块的选用

1）对有调光控制要求的照明回路应采用具有以下功能的调光模块。

①交流工作电源：进线单相 AC220V 或三相 AC380V，出线单相 AC220V。

表 10.3.3 基本特点和适用范围

序号	类型	基本特点	适用范围
1	双绞线传输方式	双绞线传输方式以双绞线为信息传输网，需单独敷设线路。 双绞线传输方式无论何时都能处于最佳状态，CSMA/CD 控制技术确保系统无论在现场总线的设备有多少、总线距离长短都可获得较高的传输速率。 如 RS485 串行接口总线为主从式网络，它的通信为半双工、采用双向单信道连接方式。它可以高速地进行远距离传输，传输速度与传输距离的技术指标如下：传输速率为 10Mbit/s 时，最大传输距离是 12m；传输速率为 1Mbit/s 时，最大传输距离是 120m；传输速率为 100kbit/s 时，最大传输距离是 1200m	该系统适用于新建、扩建的工程
2	电力载波传输方式	电力载波传输方式利用电力线为信息传输网，不用单独敷设线路就可实现数据信号的传输。 电力载波传输方式由于受电力线中电流波动的影响，数据传输速率及数据传输的可靠性受到较大影响、效率降低。当监控设备多时，数据传输的不可靠可能会导致系统瘫痪	该系统适用于新建、扩建的工程，且特别适用于改造的工程
3	无线射频传输方式	无线射频传输方式利用无线射频作为信息传输网，该系统不仅在功能上能完全满足要求，室内无需布线，施工简单，可以节省施工的投资。 无线射频的工作频率符合 IEEE802.11b 标准要求	该系统适用于新建、扩建的工程，且特别适用于改造的工程

②能够通过网络软件和自学习功能设定控制功能。

③具有系统时钟功能。

④能够通过软件设定它的网络终端功能。

⑤每路都具有过载和过流保护。调光模块应能防止因外加主电源电压的升高而损坏光源，能对输入主电源的电压值进行计算后进行控制，从而可限制高电压的输出。

⑥应能保证光源亮度的变化不是突变的，而是按渐增渐减方式调光。

⑦应能扼制高次谐波的干扰。

⑧调光模块中可存放多个调光场景预置值。存放在 EEPROM 存贮器中的所有控制灯具调光的数据不会因停电而丢失，停电恢复正常后调光器仍能恢复原有工作状态。

⑨微处理器还能检测调光模块内部的工作温度。

2）日光灯调光模块用于对带有高频可调光电子镇流器的日光灯进行调光。

3）调光模块的规格（出线回路及容量）应根据被控区域内照明回路、容量及控制方式确定。

5 日光灯有调光需要，应配带有高频可调光电子镇流器。

6 系统应能限制金卤灯等气体放电灯再启动的间隔时间，有利于提高金卤灯等气体放电灯的寿命。

7 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《智能建筑设计标准》GBT 50314－2006。

《建筑照明设计标准》GB 50034－2004。

《住宅智能化电气设计施工图集》99X 601。

《智能家居控制系统设计施工图集》03X 602。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（上）》97X 700（上）。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（下）》97X 700（下）。

《体育建筑专用弱电系统设计安装》06X 701。

《建筑智能化系统集成设计图集》03X 801－1。

《建筑设备监控系统设计与安装》03X 201－2。

《演播厅、多功能厅及舞台灯光设计（400m² 以下）》03D 704－1。

《中小型剧场舞台灯光设计》06D 704－2。

10.3.5 施工安装要点

1 施工安装要点

施工做法可参见国家建筑标准设计图集《智能建筑弱电工程设计施工图集 97X700》。

2 施工安装验收规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303－2002。

《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339－2003。

11 安全防范系统

11.1 视频监控系统

11.1.1 系统概述

1 系统定义

视频监控系统是利用视频探测技术，对监视区域进行监视、控制，并进行实时图像显示、记录现场图像的电子系统或网络

2 系统的基本组成

系统宜由前端设备、传输设备、处理/控制设备和记录/显示设备四大部分组成。

1）前端设备

前端设备包括摄像机及其配套的镜头、云台、防护罩、解码器等。

2）传输设备

传输设备包括传输电（光）缆、视频分配器、光端机、有线或无线信号调制解调设备等。

3）处理/控制设备

处理/控制设备包括视频服务器、视频矩阵切换/控制器、云台及镜头控制器、控制键盘等。

4）记录/显示设备

记录/显示设备包括监视器、录像设备等。

3 系统的主要用途

视频监视系统的主要用途是了解监视目标形体变化、运动量大小等亮度强弱的明暗信息，可以实时、形象、真实地反映被监控的对象。

4 系统元件的主要用途

1）摄像机：将被摄体的光信号变成电信号，然后送入系统的传输部分进行传送。

2）镜头：把被监视目标的光像聚焦于摄像机的靶面或 CCD（电荷耦合器件）传感器上，在摄像机的靶面或 CCD 传感器上产生被监视目标的清晰图像。

3）传输电（光）缆：将摄像机输出的视频信号传送到监控室。

4）视频分配器：将一路视频信号分配为多路输出信号，供多台监视器监视同一目标。

5）视频矩阵切换：切换控制器的作用是对系统传输的图像信号进行切换、加工。它可以对多路视频信号进行自动或手动控制，使一个监视器能监视多台摄像机信号。

6）画面分割处理器：画面分割处理器的作用是将多个摄像机送来的图像信号组成一组，传送给一台监视器，并在该监视器屏幕上分为多个画面同时显示。

7）监视器：把送来的摄像机信号重现成图像。

8）控制器：在监控室通过它，可以对系统的摄像和传输部分进行远距离遥控。

9）电动云台：用于安装摄像机，它在控制电压（云台控制器输出的电压）的作用下，做水平和垂直转动，使摄像机能在大范围内对准并摄取所需要的观察目标。

10）录像机：是电视监视系统的记录和重放装置，它可以对摄像机摄制的图像信号进行记录，并可根据需要将记录的图像进行重放。

11.1.2 系统结构分类与特点

1 系统结构分类与特点

根据对视频图像信号处理/控制方式的不同，视频监控系统结构的种类可分为简单对应模式、时序切换模式、矩阵切换模式、数字视频网络虚拟交换/切换模式。

1）简单对应模式：监视器和摄像机简单对应。

2）时序切换模式：视频输出中至少有一路可进行视频图像的时序切换。

3）矩阵切换模式：可以通过任一控制键盘，将任意一路前端视频输入信号切换到任意一路输出的监视器上，并可编制各种时序切换程序。

4）数字视频网络虚拟交换/切换模式：模拟摄像机增加数字编码功能，被称作网络摄像机，数字视频前端也可以是别的数字摄像机。数字交换传输网络可以是以太网和 DDN、SDH 等传输网络。数字编码设备可采用具有记录功能的 DVR（数字硬盘录像机）或视频服务器，数字视频的处理、控制和记录措施可以在前端、传输和显示的任何环节实施。

2 系统元件的分类与特点

1）摄像机：按颜色划分有彩色摄像机和黑白摄像机两种；按摄像机的图像处理及输出信号可划分为模拟摄像机、网络摄像机、数字摄像机。

2）镜头：可分为定焦距镜头、变焦距镜头、广角镜头等。

①定焦距镜头用于摄取固定目标。

②变焦距镜头用于摄取大范围画面。

③广角镜头用于摄取小视距、大视角画面。

3）监视器：可分为 CRT（阴极射线管监视器）、LCD（液晶监视器）、PDP（等离子体监视器）等类型。

4）录像设备：可分为数字录像设备（数字硬盘录像机）、磁带录像机。

11.1.3 产品主要技术性能

1 选用主要技术指标

视频监控电视图像质量的主观评价可采用五级损伤制评定（参见表 11.1.3）。系统在正常工作条件下，图像质量应不低于 4 级的要求；在允许的最恶劣工作条件下或应急照明情况下，图像质量应不低于 3 级的要求。

表 11.1.3 五级损伤制评定图像等级

图像等级	图像质量损伤主观评价
5	不觉察损伤或干扰
4	稍有觉察损伤或干扰，但不令人讨厌
3	有明显损伤或干扰，令人感到讨厌
2	损伤或干扰较严重，令人相当讨厌
1	损伤或干扰极严重，不能观看

2 主要技术性能要求

在正常工作照明条件下系统图像质量的性能指标应符合以下规定：

1）模拟复合视频信号应符合以下规定：

视频信号输出幅度　　$1V_{P-P}\pm3dB$ VBS

实时显示黑白电视水平清晰度　　≥400TVL

实时显示彩色电视水平清晰度　　≥270TVL

回放图像中心水平清晰度　　≥220TVL

黑白电视灰度等级　　≥8

随机信噪比　　≥36dB

2）数字信号应符合以下规定：

单路画面像素数量≥352 ×288（CIF）

单路显示基本帧率≥25fps

11.1.4 选用要点

1 视频监控系统

视频监控系统的制式应采用与通用的电视制式一致，选用设备、部件的视频输入和输出阻抗以及电缆的特性阻抗均应为 75Ω；音频设备的输入、输出阻抗宜为高阻抗。

2 摄像机

1）为确保系统总体功能和总体技术指标，摄像机选型要充分考虑监视目标的环境照度、安装条件、传输、控制和安全管理需求等因素。

2）监视目标的最低环境照度不应低于摄像机最低照度的 50 倍。

3）应优先选用 CCD 摄像机。要求彩色摄像机的水平清晰度在 330TVL 以上，黑白摄像机的水平清晰度在 420TVL 以上。

4）监视目标的环境照度不高，而要求图像清晰度较高时，宜选用黑白摄像机；监视目标的环境照度不高，且需安装彩色摄像机时，需设置附加照明装置。附加照明装置的光源光线宜避免直射摄像机镜头，以免产生晕光，并力求环境照度分布均匀，附加照明装置可由监控中心控制。

5）摄像机信噪比要求在 46dB 以上。

6）应根据现场环境照度变化情况，选择适合的宽动态范围的摄像机；监视目标的照度变化范围大或必须逆光摄像时，宜选用具有自动电子快门的摄像机。

7）当需要逆光安装时，应选用带背景光处理的摄像机。

8）用于室外或环境照度较低处的彩色摄像机，其最低照度应小于 1lx（F/1.4），或选用在低照度时能自动转换为黑白图像的彩色摄像机。

9）电梯轿厢内设置摄像机时，可选择针孔镜头，视频信号电缆应选用屏蔽性能好的电梯专用电缆。

10）摄像机的工作温度、湿度应适应现场气候条件的变化，必要时可采用适应环境条件的防护罩。

3 镜头

1）镜头的焦距应根据视场大小和镜头与监视目标的距离确定，并按下式计算：

$$F = \frac{AL}{H} \tag{11.1.4}$$

式中 F——焦距（mm）；

A——像场高（mm）；

L——物距（mm）；

H——视场高（mm）。

监视视野狭长的区域，可选择长焦（望远）镜头，视角在 40°以内；监视目标视距小而视角较大时，可选用广角镜头，视角在 55°以上；景深大、视角范围广、且被监视目标为移动时，宜选用变焦距镜头；有隐蔽要求或特殊功能要求时，可选择针孔镜头或棱镜头。

2）监视目标照度恒定或变化较小时宜选用手动可变光圈镜头。

3）变焦镜头应满足最大距离的特写与最大视场角观察需求，并宜选用具有自动光圈、自动聚焦功能的变焦镜头。变焦镜头的变焦和聚焦响应速度应与移动目标的活动速度和云台的移动速度相适应。

4）在光照度变化较大场所（变化范围相差 100 倍以上）应选用自动或电动光圈镜头。

5）当有遥控要求时，可选用具有聚焦、光圈、变焦遥控功能的镜头。

6）镜头接口应与摄像机的工业接口一致。

7）镜头规格应与摄像机 CCD 靶面规格一致。

4 监视器

1）彩色摄像机应选用彩色监视器，黑白摄像机应选用黑白监视器，至少配置两台以上。

2）一般采用12″~25″黑白或彩色监视器，最佳视距宜在5~8倍显像管尺寸之间。

3）应选用比摄像机高一档（100TVL）清晰度的监视器。

4）在射频传输方式中，可采用电视接收机作为监视器。

5）有特殊要求时，可采用大屏幕投影、背投或电视墙等。

6）摄像机与监视器之间的配置比例应适当：系统部分摄像机配置双工多画面视频处理器时，应不大于5:1；50%以上摄像机配置双工多画面视频处理器时，应不大于9:1；全部摄像机配置双工多画面视频处理器时，应不大于16:1。

5 视频矩阵切换/控制器

1）对摄像机等前端设备的控制。

2）图像显示任意编程及手动、自动切换。

3）图像显示应具有摄像机位置编码、时间、日期等信息。

4）对图像记录设备的控制。

5）支持必要的联动控制。当报警发生时，应能对报警现场的图像或声音进行复核，并自动切换到指定的监视器上显示和自动实时录像。

6）具有视频报警功能的监视设备，应具有多路报警显示和画面定格功能，并任意设定视频警戒区。

7）视频输入接口的最低路数应留有一定的冗余量。

8）视频输出接口的最低路数应根据安全管理需求和显示、记录设备的配置数量确定。

9）应能手动或自动操作，对镜头、电动云台等的各种动作（如转向、变焦、聚焦、光圈等动作）进行遥控。

10）应能手动或自动编程切换，对所有输入视频信号在指定的监视器上进行固定或时序显示。

11）应具有配置信息存储功能，在供电中断或关机后，对所有编程设置、摄像机号、地址、时间等均可记忆，在开机或电源恢复供电后，系统应恢复正常工作。

12）应具有与外部其他系统联动的接口。当与报警控制设备联动时应能切换出相应部位摄像机的图像，并显示记录。

13）具有系统操作密码权限设置和中文菜单显示。

14）当系统有分控要求时，应根据实际情况分配控制终端如控制键盘及视频输出接口等；并根据需要确定操作权限功能。

6 录像设备

1）宜选用数字录像设备，并宜具备防篡改功能；其存储容量和回放质量应满足相关标准和管理使用要求。

2）录像机输入、输出信号，视、音频指标均应与整个系统的技术指标相适应。一个视频监控系统，至少应配备一台录像机。

3）录像设备应具有自动录像功能、报警联动实时录像功能，并可显示日期、时间及摄像机位置编码。

4）在同一系统中，对于磁带录像机和记录介质的规格应一致。

5）大容量长时间记录，又有即时分析等功能要求时，宜选用数字硬盘录像机。小容量视频监控系统也可直接以其作为控制主机。

6）数字硬盘录像应选用技术成熟、性能稳定可靠的产品，应具有同步记录与回放、宕机自动恢复等功能。对于一、二级工程中、高度风险区，每路记录速度不宜小于25帧/秒；对于其他场所，每路记录速度不宜小于6帧/秒。

7）数字硬盘录像机可根据系统功能的需要，选择摄像机控制、监视画面分割、报警联动等技术指标。

8）数字硬盘录像机硬盘容量可根据录像质量要求、信号压缩方式、保存时间确定。

9）在录像的同时需要记录声音时，记录设备应能同步记录图像和声音，并可同步回放。

10）与入侵报警联动的摄像系统，宜单独配备相应的图像记录设备。

7 云台/支架

1）根据使用要求选用云台/支架，并与现场环境相协调

2）监视对象为固定目标时，摄像机宜配置手动云台，即万向支架。

3）监视场景范围较大时，摄像机应配置电动遥控云台，所选云台的负荷能力应大于实际负荷的1.2倍；云台的工作温度、湿度范围应满足现场环境要求。

4）云台转动停止时应具有良好的自锁性能，水平和垂直转角回差应≤1°。

5）云台的运行速度（转动角速度）和转动的角度范围，应与跟踪的移动目标相适应。

6）室内型电动云台在承受最大负载时，机械噪声声强级应≤50dB。

7）根据需要可配置快速云台或一体化遥控摄像机（含内置云台等）。

8 防护罩

1）根据使用要求选用防护罩，并应与现场环境相协调。

2）防护罩尺寸规格应与摄像机、镜头等相配套。

9 传输电缆、光缆

1）视频信号传输电缆

①应根据图像信号采用基带传输或射频传输，确定选用视频电缆或射频电缆。

②所选用电缆的防护层应适合电缆敷设方式及使用环境的要求（如气候环境、是否存在有害物质、干扰源等）。

③室内线路宜选用外导体内径 7mm 以下的聚氯乙烯外套同轴电缆，外导体内径 5mm 的聚氯乙烯外套同轴电缆最大传输距离 300m，外导体内径 7mm 的聚氯乙烯外套同轴电缆最大传输距离 500m；室外线路宜选用外导体内径 7mm 及以上的聚乙烯外套同轴电缆，外导体内径 9mm 的聚氯乙烯外套同轴电缆最大传输距离 800m。

④终端机房设备间的连接线，距离较短时，宜选用外导体内径为 3mm 或 5mm、且具有密编铜网外导体的同轴电缆。

⑤电梯轿厢的视频同轴电缆应选用电梯专用电缆。

2）5e 类及以上等级 4 对对绞电缆最大传输距离 90m。

3）光缆：

①光缆的传输模式，可依传输距离而定。长距离时宜采用单模光纤，距离较短时宜采用多模光纤。

②光缆芯线数目，应根据监视点的个数、监视点的分布情况来确定，并注意留有一定的余量。

③光缆的结构及允许的最小弯曲半径、最大抗拉力等机械参数，应满足施工条件的要求。

④光缆的保护层，应适合光缆的敷设方式及使用环境的要求。

4）控制信号电缆耐压不应低于 AC250V，铜芯绝缘导线的截面积应不小于 0.50mm^2；穿管敷设的绝缘导线，芯线的截面积应不小于 0.75 mm^2；多芯电缆的芯线截面积应不小于 0.30 mm^2。

5）电源线耐压不应低于 AC500V，铜芯绝缘导线、电缆芯线的截面积应不小于 1.0 mm^2。

10 其他选用要点

1）被监视场所照度低于所采用摄像机要求的最低照度时，应在摄像机防护罩上或附近加装辅助照明（应急照明）设施。室外安装的摄像机，宜加装对大雾透射力强的灯具。

2）应根据摄像机所安装的环境、监视要求配置适当的云台、防护罩。安装在室外的摄像机，必须加装多功能的防护罩。

3）当多个连续监视点有长时间录像要求时，宜选用多画面处理器（分割器）或数字硬盘录像机；当一路视频信号要送到多个图像显示或记录设备上时，应选用视频分配器。

11.1.5 施工安装要点

1 摄像机

1）摄像机应安装在监视目标附近不易受外界损伤的地方。摄像机镜头应避免强光直射，尽可能从光源方向对准监视目标，当需要逆光安装时，应选用带背景光处理的摄像机，同时应设法降低监视区域的明暗对比度。

2）宜优先选用定焦距、定方向的固定安装方式的摄像机，必要时可采取分区覆盖方式代替具有多功能镜头、云台的摄像机。

3）摄像机需要隐蔽时，可设置在天花板或墙壁内。电梯轿厢内设置摄像机宜安装在电梯厢门左或右侧上角。

4）摄像机安装对地高度：室内宜为2.2～5m；室外宜为3.5～10m。

2 监视器

1）在满足管理需要和保证图像质量的情况下，可进行多画面显示。多台监视器同时显示时，宜安装在显示设备柜或电视墙内，以获取较好的观察效果。

2）监视器的设置位置应使屏幕不受外界强光直射。当有不可避免的强光入射时，应采取相应避光措施。

3 监控中心

1）监控中心室内地面应防静电、光滑、平整、不起尘。

2）室内的电缆、控制线的敷设宜设置地槽；当不设置地槽时，也可敷设在电缆槽架、电缆走廊、墙上槽板内，或采用活动地板。

3）根据机架、机柜、控制台等设备的相应位置，应设置电缆槽和进线孔，槽的高度和宽度应满足敷设电缆的容量和电缆弯曲半径的要求。

4）控制台正面与墙的净距离不应小于1.2 m，侧面与墙或其他设备的净距离，在主要走道不应小于1.5m，在次要走道不应小于0.8m。

5）机架背面和侧面与墙的净距离不应小于0.8m。

6）监控人员距监视器的最佳视距宜为5～8倍显像管尺寸。

4 缆线敷设

1）综合布线系统的线缆敷设应符合现行国家标准《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》GB/T50311的规定。

2）非综合布线系统室内线缆的敷设，应符合下列要求：

①无机械损伤的电（光）缆，或改、扩建工程使用的电（光）缆，可采用沿墙明敷方式。

②在新建的建筑物内或要求管线隐蔽的电（光）缆应采用暗管敷设方式。

③下列情况可采用明管配线：

a 易受外部损伤；

b 在线路路由上，其它管线和障碍物较多，不宜明敷的线路；

c 在易受电磁干扰或易燃易爆等危险场所。

④电缆和电力线平行或交叉敷设时，其间距不得小于0.3m；电力线与信号线交叉敷设时，宜成直角。

3）室外线缆的敷设，应符合现行国家标准《民用闭路监视电视系统工程技术规范》GB50198－1994中第2.3.7条的要求。

4）敷设电缆时，多芯电缆的最小弯曲半径，应大于其外径的6倍；同轴电缆的最小弯曲半径应大于其外径的15倍。

5）线缆槽敷设截面利用率不应大于60%；线缆穿管敷设截面利用率不应大于40%。

6）电缆沿支架或在线槽内敷设时应在下列各处牢固固定：

①电缆垂直排列或倾斜坡度超过45°时的每一个支架上；

②电缆水平排列或倾斜坡度不超过45°时，在每隔1～2个支架上；

③在引入接线盒及分线箱前150～300mm处。

7）明敷设的信号线路与具有强磁场、强电场的电气设备之间的净距离，宜大于1.5m，当采用屏蔽线缆或穿金属保护管或在金属封闭线槽内敷设时，宜大于0.8m。

8）线缆在沟道内敷设时，应敷设在支架上或线槽内。当线缆进入建筑物后，线缆沟道与建筑物间应隔离密封。

9）线缆穿管前应检查保护管是否畅通，管口应加护圈，防止穿管时损伤导线。

10）导线在管内或线槽内不应有接头和扭结。导线的接头应在接线盒内焊接或用端子连接。

11）同轴电缆应一线到位，中间无接头。

12）光缆敷设应符合下列规定：

①敷设光缆前，应对光纤进行检查。光纤应无断点，其衰耗值应符合设计要求。核对光缆长度，并应根据施工图的敷设长度来选配光缆。配盘时应使接头避开河沟、交通要道和其它障碍物。架空光缆的接头应设在杆旁1 m以内。

②敷设光缆时，其最小弯曲半径应大于光缆外经的20倍。光缆的牵引端头应作好技术处理，可采用自动控制牵引力的牵引机进行牵引。牵引力应加在加强芯上，其牵引力不应超过150kg；牵引速度宜为10m/min；一次牵引的直线长度不宜超过1km，光纤接头的预留长度不应小于8m。

③光缆敷设后，应检查光纤有无损伤，并对光缆敷设损耗进行抽测。确认没有损伤后，再进行接续。

④光缆接续应由受过专门训练的人员操作，接续时应采用光功率计或其他仪器进行监视，使接续损耗达到最小。接续后应做好保护，并安装好光缆接头护套。

⑤在光缆的接续点和终端应作永久性标志。

⑥管道敷设光缆时，无接头的光缆在直道上敷设时应有人工逐个入孔同步牵引；预先作好接头的光缆，其接头部分不得在管道内穿行。光缆端头应用塑料胶带包扎好，并盘圈放置在托架高处。

⑦光缆敷设完毕后，宜测量通道的总损耗，并用光时域反射计观察光纤通道全程波导衰减特性曲线。

5 施工、验收的相关标准规范

1）施工做法可参见《安全防范系统设计与安装》、《智能建筑弱电工程设计与施工》图集。

2）施工安装验收规范

《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339－2003。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303－2002 。

《安全防范系统验收规则》GA 308－2001。

11.1.6 相关标准规范

《安全防范工程技术规范》GB 50348－2004。

《视频安防监控系统工程设计规范》GB 50395－2007。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《黑白监视器通用技术条件》GB/T 14858－1993。

《黑白通用型应用电视摄像机通用技术条件》GB/T 16697－1996。

《应用电视摄像机云台通用技术条件》GB/T 15412－1994。

《报警图像信号有线传输装置》GB/T 16677－1996。

《视频安防监控数字录像设备》GB 20815－2006。

《黑白通用型应用电视摄像机测量方法》GB/T 12338－1990。
《热释电电视摄像机总技术条件》GB/T 15302－1994。
《热释电电视摄像机测量方法》GB/T 15303－1994。
《应用电视摄像机云台通用技术条件》GB/T 15412－1994。
《摄像机（PAL/SECAM/NTSC）测量方法第1部分：非广播单传感器摄像机》GB/T 15865－1995。
《微光电视摄像机总技术条件》GB/T 15465－1995。
《近红外电视摄像机总技术条件》GB/T 15641－1995。
《黑白通用型应用电视摄像机通用技术条件》GB/T 16697－1996。
《采用数据链路协议的会议电视远端摄像机控制规程》GB/T 16858－1997。
《电工术语　非广播用摄像机》GB/T 2900.67－2004。

12 通讯网络系统

12.1 程控用户交换机

12.1.1 概述

1 基本概念

通信网络由用户终端设备、交换设备、传输设备按一定拓扑模式组合在一起。端局至汇接局的传输设备一般称为中继电路，端局至终端用户的传输设备称为用户电路。程控交换机控制部分包括中央处理器（CPU）、存储器和输入/输出设备。话路部分由交换网络、出/入中继器、用户电路等组成。交换网络可以是各种接线器（如纵横接线器、编码接线器、笛簧接线器等），也可以是电子形式矩阵（电子接线器）。交换网络可以是模拟空分的，也可以是数字时分的，并由 CPU 发送控制命令驱动。出中继器和入中继器是和中继线相连的接口电路（中继线用于互联交换机），传输交换机之间的各种通信信号，也可以监视局间通话话路的状态。用户电路是每个用户独用的设备，包括用户状态的监视和与用户有关的功能。在电子交换机，尤其在数字交换机中，加强了用户电路的功能。话路部分包括交换网络、中继器、用户电路以及信号设备，且都受控制部分的中央处理器控制。所以说程控交换机实质上是数字电子计算机控制的电话交换。

2 主要功能及作用

程控用户交换机是目前和今后较长的时间内，电话与 ISDN 业务的主要通信设备，用户通过程控交换机或通过与公共电话网（PSTN）等业务网的互通，实现用户在建筑物中的语音、数据、图像、多媒体业务的综合通信。

3 特点

随着电子元器件和计算机技术不断发展，数字式程控交换机已作为目前发展的方向。它的优点可分为以下几方面：

1）用户服务方面：数字程控式交换机接续速度快，接通率高，通信质量高，便于保密，较多的服务功能和具有多种进网方式。

2）维护管理方面：程控数字式交换机具有智能化程度高的控制功能，由于采用大规模集成电路，故可靠性高，无机械性的调整维修，维护量很小，能方便地记录计算数据，便于集中维护，对专用网计费有较大的灵活性，对日常的业务工作处理方便。

3）网络组织方面：程控数字交换机在模数兼容的过渡阶段，具有多种接口设备，能适配各种制式的交换机，同时利用公共信道信号把程控交换机的处理机互联起来，就可以形成一个“计算机网”。根据需要编制程序，建立集中数据库，通过数字链路从各交换机收集数据并将数据发送至各交换机，进行各种控制，实现集中维护管理和集中计费等功能。

4）建设安装方面：程控数字交换机多用积木式结构方式，可以方便组配合扩容，组装方便，且体积小，节省机房面积，现场施工工作少且简单。

12.1.2 产品分类

程控用户交换机按技术结构可分为程控模拟交换机和程控数字交换机。

1 程控模拟交换机：采用纵横制交换机的空分交换网络，控制部分采用中央处理及进行集中控制。属于过渡时期的产品，目前已较少应用。

2 程控数字交换机的基本原理是将音频模拟信号，经取标量化编码后变成数字信号，再以脉冲再生的方式进行信号传输。电路的接续方式采用时间分隔制，使用不同的时点，共用一条传输线路，每一个信号占用一个时隙，用静态电子接点，按时间先后顺序，进行接续工作。它的工作是靠中央处理机按照预先编定的指令控制交换机的接续动作，完成用户之间的通话。

12.1.3 产品选用要点

1 配置要求

系统采用综合业务专用交换机的型号。初装容量。终局容量。分机数量。中继线数量。话务台数量。系统机柜数量。电话机数量。配线架：其中包括局线端子板，用户线测端子板，配线架应有的扩余容量。电源设备。语音信箱软硬件设备。与 MIS 系统联网用软、硬件设备。与无线寻呼的软硬件接口设备。维护设备（含计算机及软件等）。自动计费设备。设备正常运行所需要的一切软件。以上设备维修专用工具。

2 网络组成

1）用户交换机（PABX）应具备强大的组网功能和丰富完善的信令接口，可与任何制式的交换机连接组网，可与调度机、无线寻呼系统、集群电话系统（移动电话）、卫星地面站等接口联网，可与任意传输介质（光缆、铜缆、载波、微波、PCM 复用设备等）相连。网络的转接不需要人工，所有通信不管国际、国内、地方都可实现用户对用户，端对端的通信。

2）系统应具有一个完全平台化的开发系统，系统支持 CTI（计算机电话集成）的应用。利用本机构筑一个集电话通信与计算机通信的平台，使得办公室可以使用桌面会议电视系统，并将办公室众多的计算机通过本机这个大平台连接到 ISDN 终端设备或者直接进入各种公网专用网及国际互联网中去。进行语音、数字、文本、图像的交换和传输。

3）系统外围端口设置灵活方便、接口种类任意、插板位置任意、数量比例任意、外围端口功能开放，对各种新型终端技术应用和多媒体技术应用具有综合处理能力。

3 控制方式：程控模拟用户交换机参见 GB/T14716，程控数字用户交换机参见 GB/T14381。

4 软件结构及要求：用户交换机（PABX）软件应采用模块化结构，要有容错性，能周密检测硬 、件故障，同时对软件的执行应有监视措施，系统软件要求用高级语言编写。用户在增加软件包，修改各种数据及鞍件升级时交换机不能引起任何中断。

5 交换、业务性能：话务量。传输。交换。中央处理 SS 模块。交换网络模块。外围模块。远程外围模块（RPM）。接口。号码处理。时间监视。机械机构和工艺要求。环境要求。运行和维护要求。信号方式。传输衰耗。接通率。可靠性和寿命。电源及接地。功能要求：

用户交换机（PABX）应具备如下功能：热线服务、缩位拨号、主叫号码及姓名显示、呼叫转移、遇忙转移、无人应答转移、呼叫限制、呼叫代答、多方会议、区别振铃，留言提示、系统分组、贮存和再拨、跟随、分机保持、强行插入、音乐等待、呼叫详细记录、经理/秘书电话等功能：系统可提供功能完善的、有多种语言可供选择的语音邮箱系统，利用计算机的语音处理原理构成一个语音系统，在语音平台上能开放语音信患、语音服务等，可提供留言、留言转发、留言等指示、留言轻柔振铃提示、传真等多种功能。

6 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（上）》97X 700（上）。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（下）》97X 700（下）。

《电信专用房屋设计规范》YD/T 5003－2005。

《有线接入网设备安装工程设计规范》YD/T 5139－2005。

《固定电话交换设备安装工程设计规范》YD/T 5076－2005。

《程控电话交换设备安装设计暂行技术规定》YDJ 20－1988。

《邮电通信电源设备安装设计规范》YDJ 1－1989。

《通信局（站）雷电过电压保护工程设计规范》YD/T 5098－2001。

12.1.4 施工安装要点

1 施工安装要点

详见国家建筑标准设计图：《智能建筑弱电工程设计施工图集》97X700，《通信线路安装》X101－1～2、《综合布线系统》X101－3～4、《蓄电池安装》95D202－1 等。

2 施工安装验收规范

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303－2002。

《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339－2003。

《城市住宅区和办公楼电话通信设施验收规范》YD 5048－1997。

12.1.5 相关标准

《数字交换机的时钟和同步设备进入数字网的兼容性测试方法》GB/T 13158－1991。

《程控数字用户自动电话交换机通用技术条件》GB/T 14381－1993。

《程控模拟用户自动电话交换机通用技术条件》GB/T 14716－1993。

《数字程控自动电话交换机技术要求》GB/T 15542－1995。

12.2 综合布线系统

12.2.1 概述

1 系统概述

建筑物或建筑群内的传输网络。它既使电话交换系统和数据通信系统及其他信息管理系统彼此相连，又使这些设备与外部通信网络相连接。它包括建筑物到外部网络或线路上的连接点与工作区的话音或数据终端之间的所有电缆、光缆及相关联的布线部件（不包括有源设备）。

2 系统组成及作用（表 12.2.1）

表 12.2.1 综合布线系统组成及作用

名称	作用
工作区	一个独立的需要设置终端设备（TE）的区域宜划分为一个工作区。工作区应由配线子系统的信息插座模块（TO）延伸到终端设备处的连接缆线及适配器组成
配线子系统	配线子系统应由工作区的信息插座模块、信息插座模块至电信间配线设备（FD）的配线电缆和光缆、电信间的配线设备及设备缆线和跳线等组成
干线子系统	干线子系统应由设备间至电信间的干线电缆和光缆，安装在设备间的建筑物配线设备（BD）及设备缆线和跳线组成
建筑群子系统	建筑群子系统应由连接多个建筑物之间的主干电缆和光缆、建筑群配线设备（CD）及设备缆线和跳线组成
设备间	设备间是在每幢建筑物的适当地点进行网络管理和信息交换的场地。对于综合布线系统工程设计，设备间主要安装建筑物配线设备。电话交换机、计算机主机设备及入口设施也可与配线设备安装在一起
进线间	进线间是建筑物外部通信和信息管线的入口部位，并可作为入口设施和建筑群配线设备的安装场地
管理	管理应对工作区、电信间、设备间、进线间的配线设备、缆线、信息插座模块等设施按一定的模式进行标识和记录

12.2.2 系统分类及应用

1 系统分类

1）铜缆布线系统的分级与类别（表 12.2.2－1）。

表 12.2.2－1 铜缆布线系统的分级与类别

系统分级	支持带宽（Hz）	支持应用器件	
		电缆	连接硬件
C	16M	3 类	3 类
D	100M	5/5e 类	5/5e 类
E	250M	6 类	6 类
F	600M	7 类	7 类

注：3 类、5/5e 类（超 5 类）、6 类、7 类布线系统应能支持向下兼容的应用。

2）光缆布线系统的分级（表 12.2.2－2）。

表 12.2.2－2 光缆布线系统的分级

信道分级	应用长度（m）
OF－300	＞300
OF－500	＞500
OF－2000	＞2000

注：指不同的光纤应用于不同等级的光信道时，至少满足的传输距离。

2 系统应用

1）光纤传输的应用

100M、1G 以太网中光纤的应用见表 12.2.3－1，10G 以太网中光纤的应用见表 12.2.3－2。

2）综合布线支持以太网在线供电（PoE）12.2.3－3。

12.2.3 技术性能要求

1 选用主要技术指标

1）3 类、5 类布线系统应考虑指标项目为衰减、近端串音（NEXT）；

2）5e 类、6 类、7 类布线系统，应考虑指标项目为插入损耗（IL）、近端串音、衰减串音比（ACR）、等电平远端串音（ELFEXT）、近端串音功率和（PSNEXT）、衰减串音比功率和（PSACR）、等电平远端串音功率和（PSELEFXT）、回波损耗（RL）、时延、时延偏差等；

表 12.2.3－1 100M、1G 以太网中光纤的应用

光纤类型	应用网络	光纤直径（μm）	波长（nm）	带宽（MHz）	应用距离（m）
—	100BASE－FX	—	—	—	2000
多模	1000BASE－SX	62.5	850	160	220
	1000BASE－LX			200	275
				500	550
	1000BASE－SX	50	850	400	500
				500	550
	1000BASE－LX		1300	400	550
				500	550
单模	1000BASE－LX	＜10	1310	—	5000

注：上述数据可参见 IEEE802.3－2002。

表 12.2.3－2 10G 以太网中光纤的应用

光纤类型	应用网络	光纤直径（μm）	波长（nm）	模式带宽（MHz · km）	应用距离（m）
多模	10GBASE－S	62.5	850	160/150	26
				200/500	33
				400/400	66
		50		500/500	82
				2000/—	300
	10GBASE－LX4	62.5	1310	500/500	300
		50		400/400	240
				500/500	300
单模	10GBASE－L	<10	1310	—	10000
	10GBASE－E		1550	—	3000～4000
	10GBASE－LX4		1300	—	10000

注：上述数据可参见 IEEE802.3ac－2002。

表 12.2.3－3 综合布线以太网在线供电（PoE）

供电方式		应用
供电方式一	以太网在线供电（PoE）采用由模块配线架式的供电设备 SB，通过非数据线对 4 和 5、7 和 8 向受电设备提供电源	以太网在线供电（PoE）的对象，包括无线接入点、网络电话等。在各种温度条件下，布线系统 D、E、F 级信道线对每一导体最小的传送直流电流应为 0.175A。在各种温度条件下，布线系统 D、E、F 级信道的任何导体之间应支持 48V 直流工作电压，每一线对的输出功率应为 15.4W，末端为 13W 受电设备
	模块配线架式的供电设备 SB 应兼容 IEEE 802.3af 标准（PoE 协议），应满足网络交换机的协议，应能识别受电设备的正确供电电压，向受电设备不间断地提供要求的电源，受电设备有异常情况立即断电，当受电设备断开后停止供电	
供电方式二	以太网在线供电（PoE）采用由具有供电功能的以太网交换机 SW，通过叠加在数据传输线对 1 和 2、3 和 6 向受电设备提供电源。或 1、2/3、6 信号，4、5/7、8 供电	

3）屏蔽的布线系统还应考虑非平衡衰减、传输阻抗、耦合衰减及屏蔽衰减；

4）6A、7 类布线系统在应用时，还应考虑信道电缆（6 根对一根 4 对对绞电缆）的外部串音功率和（PSANEXT）和两根相邻 4 对对绞电缆间的外部串音（ANEXT）。

5）综合布线系统工程选用中应考虑机械性能指标（如缆线结构、直径、材料、承受拉力、弯曲半径等）。

2 主要技术性能要求

参见《综合布线系统工程设计规范》GB50311－2007；《综合布线系统工程验收规范》GB50312－2007。

12.2.4 选用要点

1 工程设计中必须选用经过国家认可的产品质量检验机构鉴定合格的、符合国家有关技术标准的定型产品。

2 综合布线系统工程应按照近期和远期的通信业务，计算机网络拓朴结构等需要，选用合适的布线器件与设施。选用产品的各项指标应高于系统指标，才能保证系统指标得以满足和具有发展的余地，同时也应考虑工程造价及工程要求，对系统产品选用应恰如其分。

3 综合布线系统在进行系统配置选用时，应充分考虑用户近期与远期的实际需要与发展，使之具

有通用性和灵活性，尽量避免布线系统投入正常使用以后，较短的时间又要进行扩建与改建，造成资金浪费。一般来说，布线系统的水平配线应以远期需要为主，垂直干线应以近期实用为主。

4 应根据系统对网络的构成、传输缆线的规格、传输距离等要求选用相应等级的综合布线产品。

5 对于综合布线系统，电缆和接插件之间的连接应考虑阻抗匹配和平衡与非平衡的转换适配。在工程（D级至F级）中特性阻抗应符合100Ω标准。在系统选用时，应保证布线信道和链路在支持相应等级应用中的传输性能，如果选用6类布线产品，则缆线、连接硬件、跳线等都应达到6类，才能保证系统为6类。如果采用屏蔽布线系统，则所有部件都应选用带屏蔽的硬件。

6 综合布线系统工程选用的产品类别及链路、信道等级确定应综合考虑建筑物的功能、应用网络、业务终端类型、业务的需求及发展、性能价格、现场安装条件等因素，应符合表12.2.4－1要求。

表12.2.4－1 综合布线系统工程选用要求

业务种类	配线子系统		干线子系统		建筑群子系统	
	等级	类别	等级	类别	等级	类别
语音	D/E	5e/6	C	3（电缆为大对数）	C	3（电缆为室外大对数）
数据	D/E/F	5e/6/6A/7	D/E/F	5e/6/6A/7（电缆为4对）	D/E/F	在不超过90m时，也可采用室外4对对绞电缆
	光纤（多模或单模）	62.5μm多模/50μm多模/＜10μm单模	光纤	62.5μm多模/50μm多模/＜10μm单模	光纤	62.5μm多模/50μm多模/＜10μm单模
其它应用	可采用5e/6类4对对绞电缆和62.5μm多模/50μm多模/＜10μm多模、单模光缆					

注：其它应用，指数字监控摄像机、建筑设备监控系统现场控制器（DDC）、出入口控制系统等采用网络端口传送数字信息时的应用。

7 工作区信息点为电端口时应采用8位模块通用插座（RJ45），光端口宜采用SFF小型光纤连接器件及适配器。

8 集合点（CP）安装的连接器件应选用卡接式配线模块或8位模块通用插座或各类光纤连接器件和适配器。

9 当集合点（CP）配线设备为8位模块通用插座时，CP电缆宜采用带有单端RJ45插头的产业化产品，以保证布线链路的传输性能。

10 FD、BD、CD配线设备应采用8位模块通用插座或卡接式配线模块（多对、25对及回线型卡接模块）和光纤连接器件及光纤适配器（单工或双工的ST、SC或SFF光纤连接器件及适配器）。

11 综合布线系统光纤信道应采用标称波长为850nm和1300nm的多模光纤及标称波长为1310nm和1550nm的单模光纤。

12 单模和多模光缆的选用应符合网络的构成方式、业务的互通互连方式及光纤在网络中的应用传输距离。一般在楼内宜采用多模光缆，建筑物之间宜采用多模或单模光缆，需直接与电信业务经营者相连时宜采用单模光缆。

13 综合布线非屏蔽、屏蔽、光缆系统的选用（见表12.2.4－2）。

表12.2.4－2 综合布线非屏蔽、屏蔽、光缆系统的选用

名称	非屏蔽、屏蔽、光缆系统的选用条件
非屏蔽系统	当综合布线区域内存在的瞬间电磁干扰场强低于3V/m时，或缆线间距满足相应规定时，宜采用非屏蔽缆线和非屏蔽配线设备进行布线
屏蔽系统或光缆系统	综合布线区域内存在的电磁干扰场强高于3V/m时，宜采用屏蔽布线系统进行防护，也可采用光缆系统
	用户对电磁兼容性有较高的要求（电磁干扰和防信息泄漏）时，或网络安全保密的需要，宜采用屏蔽布线系统或光缆系统
	采用非屏蔽布线系统无法满足安装现场条件对缆线的间距要求时，宜采用屏蔽布线系统

14 综合布线屏蔽系统的选用（见表 12.2.4－3）。

表 12.2.4－3 综合布线屏蔽系统的选用

名称	屏蔽系统的选用条件
屏蔽系统要求	屏蔽布线系统采用的电缆、连接器件、跳线、设备电缆都应是屏蔽的，并应保持屏蔽层的连续性
屏蔽电缆要求	对于屏蔽电缆根据防护的要求，可分为 F/UTP（电缆金属箔屏蔽）、U/FTP（线对金属箔屏蔽）、SF/UTP（电缆金属编织丝网加金属箔屏蔽）、S/FTP（电缆金属箔编织网屏蔽加上线对金属箔屏蔽）几种结构。不同的屏蔽电缆会产生不同的屏蔽效果。金属箔对高频、金属编织丝网对低频的电磁屏蔽效果为佳。如果采用双重屏蔽（SF/UTP 和 S/FTP）则屏蔽效果更为理想，可以同时抵御线对之间和来自外部的电磁辐射干扰，减少线对之间及线对对外部的电磁辐射干扰

15 综合布线跳线的选用

为保证传输质量，配线设备连接的跳线宜选用产业化制造的电、光各类跳线，在电话应用时宜选用双芯对绞电缆，详见表 12.2.4－4。

表 12.2.4－4 综合布线跳线的选用

名称	跳线的选用条件
跳线	跳线两端的插头 IDC 指 4 对或多对的扁平模块，主要连接多端子配线模块；RJ45 指 8 位插头，可与 8 位模块通用插座相连；跳线两端如为 ST、SC、SFF 光纤连接器件，则与相应的光纤适配器配套相连，按以下原则选择： 1 电话跳线宜按每根 1 对或 2 对对绞电缆容量配置，跳线两端连接插头采用 IDC 或 RJ45 型； 2 数据跳线宜按每根 4 对对绞电缆配置，跳线两端连接插头采用 IDC 或 RJ45 型； 3 光纤跳线宜按每根 1 芯或 2 芯光纤配置，光跳线连接器件采用 ST、SC 或 SFF 型

16 综合布线系统配线模块产品选用（见表 12.2.4－5）

表 12.2.4－5 综合布线系统配线模块产品选用

类别	产品类型		配线设备安装场地和连接缆线类型			
	配线设备类型	容量及规格	CP（集合点）	FD（电信间）	BD（设备间）	CD（设备间/进线间）
电缆配线设备	大对数卡接模块	采用 4 对卡接模块	4 对水平电缆/4 对 CP 电缆	4 对水平电缆/4 对主干电缆	4 对主干电缆	4 对主干电缆
		采用 5 对卡接模块	－	大对数主干电缆	大对数主干电缆	大对数主干电缆
	25 对卡接模块	25 对	4 对水平电缆/4 对 CP 电缆	4 对水平电缆/4 对主干电缆/大对数主干电缆	4 对主干电缆/大对数主干电缆	4 对主干电缆/大对数主干电缆
	回线型卡接模块	8 回线	4 对水平电缆/4 对 CP 电缆	4 对水平电缆/4 对主干电缆	大对数主干电缆	大对数主干电缆
		10 回线	－	大对数主干电缆	大对数主干电缆	大对数主干电缆
	RJ45 配线模块	一般为 24 口或 48 口	4 对水平电缆/4 对 CP 电缆	4 对水平电缆/4 对主干电缆	4 对主干电缆	4 对主干电缆
光缆配线设备	ST 光纤连接盘	单工/双工，一般为 24 口	水平光缆/CP 光缆	水平光缆/主干光缆	主干光缆	主干光缆
	SC 光纤连接盘	单工/双工，一般为 24 口	水平光缆/CP 光缆	水平光缆/主干光缆	主干光缆	主干光缆
	SFF 小型光纤连接盘	单工/双工，一般为 24 口、或 48 口	水平光缆/CP 光缆	水平光缆/主干光缆	主干光缆	主干光缆

注：SFF 小型光纤连接器可为 LC、MT－RJ、VF－45、MU 和 FJ。

17 综合布线工程选用的电缆、光缆应从建筑物的高度、面积、功能、重要性等方面加以综合考虑，当有防火要求时，选用相应等级的缆线（如阻燃、防火、低烟无卤电缆等）。

18 在高温、潮湿、电磁干扰、撞击、振动、腐蚀气体、灰尘等恶劣环境中，应采用工业级布线系统配线设备。

19 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《信息技术用户建筑群的通用布缆》GB/T 18233－2008。

《综合布线系统工程设计规范》GB/T 50311－2007。

《民用建筑电气设计规范》JGJ 16－2008。

《智能建筑设计标准》GB/T 50314－2006。

《住宅智能化电气设计施工图集》99X 601。

《智能家居控制系统设计施工图集》03X 602。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（上）》97X 700（上）。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（下）》97X 700（下）。

《体育建筑专用弱电系统设计安装》06X 701。

《建筑智能化系统集成设计图集》03X 801－1。

《建筑与建筑群综合布线系统工程设计施工图集》YD 5082－1999。

12.2.5 施工安装要点

1 信息插座底盒数量应以插座盒面板设置的开口数确定，每一个底盒支持安装的信息点数量不宜大于2个。

2 光纤信息插座模块安装的底盒大小应充分考虑到水平光缆（2芯或4芯）终接处的光缆盘留空间和满足光缆对弯曲半径的要求。

3 1条4对对绞电缆应全部固定终接在1个8位模块通用插座上。不允许将1条4对对绞电缆终接在2个或2个以上8位模块通用插座。

4 多用户信息插座和集合点的配线设备应安装于墙体或柱子等建筑物固定的位置。

5 缆线应有余量以适应终接、检测和变更。对绞电缆预留长度在工作区为3～6cm，电信间宜为0.5～2m，设备间宜为3～5m；光缆布放路由宜盘留，预留长度宜为3～5m，有特殊要求的应按设计要求预留长度。

6 缆线的弯曲半径应符合下列规定：

1）非屏蔽4对对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的4倍；

2）屏蔽4对对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的8倍；

3）主干对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的10倍；

4）2芯或4芯水平光缆的弯曲半径应大于25mm；其他芯数的水平光缆、主干光缆和室外光缆的弯曲半径应至少为光缆外径的10倍。

7 综合布线缆线宜单独敷设，与其他弱电系统各子系统缆线间距应符合设计要求。

8 对于有安全保密要求的工程，综合布线缆线与信号线、电力线、接地线的间距应符合相应的保密规定。对于具有安全保密要求的缆线应采取独立的金属管或金属线槽敷设。

9 屏蔽电缆的屏蔽层端到端应保持完好的导通性。

10 配线子系统缆线宜采用在吊顶、墙体内穿管或设置金属密封线槽及开放式（电缆桥架，吊挂环等）敷设。当缆线在地面布放时，应根据环境条件选用地板下线槽、网络地板、高架（活动）地板布线等安装方式。

11 干线子系统垂直通道有穿楼板电缆孔、管槽、电缆竖井三种方式可供选择，其中宜采用电缆竖井方式。电缆竖井的位置上、下应对齐。

12 建筑群之间的缆线宜采用地下管道或电缆沟敷设方式，并应符合相关规范的规定。

13 对绞电缆终接应符合下列要求：

1）终接时，每对对绞线应保持扭绞状态，扭绞松开长度对于 3 类电缆不应大于 75mm；对于 5 类电缆不应大于 13mm；对于 6 类电缆应尽量保持扭绞状态，减小扭绞松开长度。

2）对绞线与 8 位模块式通用插座相连时，必须按色标和线对顺序进行卡接。可采用 A 类、B 类两种连接方式均可采用，但在同一布线工程中两种连接方式不应混合使用。

14 7 类布线系统采用非 RJ45 方式终接时，连接图应符合相关标准规定。

15 屏蔽对绞电缆的屏蔽层与连接器件终接处屏蔽罩应通过紧固器件可靠接触，缆线屏蔽层应与连接器件屏蔽罩 360°圆周接触，接触长度不宜小于 10mm。屏蔽层不应用于受力的场合。

16 对不同的屏蔽对绞线或屏蔽电缆，屏蔽层应采用不同的端接方法。应对编织层或金属箔与汇流导线进行有效的端接。

17 光缆终接与接续应采用以下方式：

1）光纤与连接器件连接可采用尾纤熔接、现场研磨和机械连接方式。

2）光纤与光纤接续可采用熔接和光连接子（机械）连接方式。

18 施工安装验收规范

《综合布线系统工程验收规范》GB/T 50312 - 2007。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 - 2002。

《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339 - 2003。

《综合布线系统工程施工监理暂行规定》YD 5124 - 2005。

12.2.7 相关标准规范

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 1 部分：总规范》GB/T 18015.1 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 2 部分：水平层布线电缆 分规范》GB/T 18015.2 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 3 部分：工作区布线电缆 分规范》GB/T 18015.3 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 4 部分：垂直布线电缆 分规范》GB/T 18015.4 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 5 部分：具有 600MHz 及以下传输特性的对绞或星绞对称电缆 水平层布线电缆 分规范》GB/T 18015.5 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 6 部分：具有 600MHz 及以下传输特性的对绞或星绞对称电缆 工作区布线电缆 分规范》GB/T 18015.6 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 11 部分：能力认可 总规范》GB/T 18015.11 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 21 部分：水平层布线电缆 空白详细规范》GB/T 18015.21 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 22 部分：水平层布线电缆 能力认可 分规范》GB/T 18015.22 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 31 部分：工作区布线电缆 空白详细规范》GB/T 18015.31 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 32 部分：工作区布线电缆 能力认可 分规范》GB/T 18015.32 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 41 部分：垂直布线电缆 空白详细规范》GB/T 18015.41 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 42 部分：垂直布线电缆 能力认可 分规范》GB/T 18015.42 - 2007。

12.3 计算机网络设备

12.3.1 系统概述

1 基本概念

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合而形成的一种新的通信方式，主要是满足数据通信的需要。

2 基本组成

计算机网络由网线、网卡、集线器、交换机、路由器、网关组成。即可形成局域网络，也可形成广域网络。网线、网卡、集线器、交换机、路由器、网关这些设备可称为计算机网络设备。

3 计算机网络的作用

计算机网络是将不同地理位置、具有独立功能的多台计算机、终端及附属设备用通信链路连接起来，并配备相应的网络软件，以实现通信过程中资源共享。它不仅可以满足局部地区的一个企业、公司、学校和办公机构的数据、文件传输需要，而且可以在一个国家甚至全世界范围进行信息交换、储存和处理，同时可以提供话音、数据和图像的综合性服务。

12.3.2 系统分类及主要功能

1 系统分类

1）局域网（Local Area Network；LAN）

局域网一般位于一个建筑物或一个单位内，这种网络的特点就是：连接范围窄、用户数少、配置容易、连接速率高。目前局域网最快的速率为 10G 以太网。

局域网中的分类为：以太网（Ethernet）、令牌环网（Token Ring）、光纤分布式接口网络（FDDI）、异步传输模式网（ATM）以及无线局域网（WLAN）。

2）城域网（Metropolitan Area Network；MAN）

这种网络一般来说是在一个城市，但不在同一地理小区范围内的计算机网络。它采用的是 IEEE802.6 标准。在一个大型城市或都市地区，一个 MAN 网络通常连接着多个 LAN 网。如政府机构的 LAN、医院的 LAN、电信的 LAN、公司企业的 LAN 等等。

城域网多采用 ATM 技术做骨干网。ATM 是一个用于数据、语音、视频以及多媒体应用程序的高速网络传输方法。

3）广域网（Wide Area Network；WAN）

这种网络也称为远程网，所覆盖的范围比城域网（MAN）更广，它一般是在不同城市之间的 LAN 或者 MAN 网络互联，地理范围可从几百公里到几千公里。因为距离较远，信息衰减比较严重，所以这种网络一般是要租用专线，通过 IMP（接口信息处理）协议和线路连接起来，构成网状结构，解决循径问题。这种城域网因为所连接的用户多，总出口带宽有限，所以用户的终端连接速率一般较低，通常为 9.6kbps ~ 45Mbps 如：CHINANET，CHINAPAC，和 CHINADDN 网。

4）互联网（Internet）

互联网称为“英特网”，它是全世界范围内的一种网络，这种网络的最大的特点就是不定性，整个网络的计算机每时每刻随着人们网络的接入在不停的变化。这种网络的实现技术很复杂，其应用非常广泛。

2 计算机网络设备的主要功能

1）网线的主要功能：网线是用于链接计算机和网络设备的连线。

2）网卡的主要功能：网卡，（Network Interface Card）。它是使计算机联网的设备。

网卡就是将 PC 机和 LAN 连接的网络适配器。网卡（NIC）插在计算机主板插槽中，负责将用户要传递的数据转换为网络上其它设备能够识别的格式，通过网络介质传输。它的主要技术参数为带宽、总

线方式、电气接口方式等。它的基本功能为：从并行到串行的数据转换，包的装配和拆装，网络存取控制，数据缓存和网络信号。目前主要是 8 位和 16 位网卡。

3）集线器的主要功能：集线器（Hub）是一种特殊的中继器，可作为多个网段的转接设备，因为几个集线器可以级联起来。智能集线器，还可将网络管理、路径选择等网络功能集成于其中。集线器是管理网络的最小单元，是局域网的星型连接点。它对工作站进行集中管理，不让出问题的区段影响整个网络的正常运行。Hub 是局域网中应用最广的连接设备，目前若按配置形式可分为独立型集线器、模块化集线器和堆叠式集线器三种，它的作用可以简单的理解为将一些机器连接起来组成一个局域网。

4）交换机的主要功能：交换机（Switch）也叫交换式集线器，是一种工作在 OSI 第二层（数据链路层，参见“广域网”定义）上的、基于 MAC（网卡的介质访问控制地址）识别、能完成封装转发数据包功能的网络设备。它通过对信息进行重新生成，并经过内部处理后转发至指定端口，具备自动寻址能力和交换作用。交换机不懂得 IP 地址，但它可以“学习” MAC 地址，并把其存放在内部地址表中，通过在数据帧的始发者和目标接收者之间建立临时的交换路径，使数据帧直接由源地址到达目的地址。交换机上的所有端口有独享的信道带宽，以保证每个端口上数据的快速有效传输。由于交换机根据所传递信息包的目的地址，将每一信息包独立地从源端口送至目的端口，而不会向所有端口发送，避免了和其它端口发生冲突，因此，交换机可以同时互不影响的传送这些信息包，并防止传输冲突，提高了网络的实际吞吐量。

5）路由器的主要功能：所谓“路由”，是指把数据从一个地方传送到另一个地方的行为和动作，而路由器，正是执行这种行为动作的机器，它的英文名称为 Router，是一种连接多个网络或网段的网络设备，它能将不同网络或网段之间的数据信息进行“翻译”，以使它们能够相互“读懂”对方的数据，从而构成一个更大的网络。简单的讲，路由器主要有以下几种功能：

①网络互连，路由器支持各种局域网和广域网接口，主要用于互连局域网和广域网，实现不同网络互相通信；

②数据处理，提供包括分组过滤、分组转发、优先级、复用、加密、压缩和防火墙等功能；

③网络管理，路由器提供包括配置管理、性能管理、容错管理和流量控制等功能。

④网关的主要功能：网关（Gateway）又称网间连接器、协议转换器。网关在传输层上实现网络互连，是最复杂的网络互连设备，仅用于两个高层协议不同的网络互连。网关的结构也和路由器类似，不同的是互连层。网关既可以用于广域网互连，也可以用于局域网互连。

12.3.3 系统主要技术性能及产品规格

1 系统主要技术性能

1）系统要配置专门的机房，环境温度宜符合下列要求：

①冬天室内工作温度：15 ~ 25℃；

②夏天室内工作温度：25 ~ 30℃。

2）系统要配置双路供电，或 UPS 系统，以防止突然停电，损坏网络系统。

2 计算机网络设备产品规格及技术参数

1）双绞线的品种：

①100Ω 屏蔽电缆：5 类 4 对 26AWG 屏蔽电缆、5 类 4 对 24AWG。

②100Ω 非屏蔽电缆：

a 7 类：1 对 19AWG 非屏蔽电缆；

b 6 类：4 对 24AWG 非屏蔽电缆、4 对 23AWG 非屏蔽电缆、25 对 22AWG 非屏蔽电缆；

c 5e 类：4 对 AWG 非屏蔽电缆；

d 5 类：4 对 24AWG、4 对 24AWG 非屏蔽电缆、25 对 24AWG 非屏蔽线缆；

e 4 类：4 对 24AWG 非屏蔽线缆 、25 对 24AWG 非屏蔽线缆；

f 3 类：4 对 24AWG 非屏蔽线缆、25 对 24AWG 非屏蔽线缆；

g 2类：语音与低速传输；

h 1类：基本通讯。

③双体电缆：

24AWG非屏蔽4/4对、24AWG非屏蔽/屏蔽4/4对、24/22AWG非屏蔽/屏蔽4/2对、24AWG非屏蔽2/2对。

④150Ω屏蔽电缆：1A型、6A型、9A型 。

2）非屏蔽双绞线的参数（见表12.3.3）。

表12.3.3 非屏蔽双绞线的参数

规格	三类	五类	超五类	六类
传输速率范围	100K～16M	100K～100M	≤100M	≤250M
传输距离	2000m～100m	3km～100m	100m	100m

3） 网卡主要规格及参数

PCI网卡10/100/1000Mbps RJ45端口32－位 数据传输总线，支持33MHz，PCI时钟频率，支持SNMP V.1，支持802.1Q VLAN Tagging，支持通用总线3.3V & 5V。

4） 集线器的主要规格和参数

主要规格有8，16，24端口的集线器，10/100Mbps 10Base－T，使用3、4或5类屏蔽/非屏蔽双绞线，最大传输距离100m，100Base－TX：5类非屏蔽双绞线，最大传输距离100m。

5） 交换机主要规格及参数

主要规格有8，16，24口RJ45端口，机架型19寸自适应以太网交换机，支持网络标准802.3 10BaseT，802.3u 100BaseTX，背板带宽：4.8G包转发率10M：14，880pps；100M：148，800pps 10M/100Mbps MAC地址表4K。另外，还有智能型和光纤型交换机，示网络情况选用即可。

6） 路由器的主要规格和参数

主要规格有200M PowerPC ，3端口，1个配置口（CON）；1个备份口（AUX）；1个同/异步串口（SERIAL0）；1个10/100M以太网口（ETHERNET0口），尺寸376.2mm×287.9mm×79.4mm。

7） 网关主要规格及参数

安全网关主要接口类型：RJ45主要接口数目：3口，

主要参数：支持协议：TCP/IP协议，ICMP协议，RIPv2协议，静态路由协议，动态路由协议，PAP协议，CHAP协议，NAT协议，PPPoE协议，250K个并发会话数，新建会话数7K/秒，防火墙性能120Mbps，40G硬盘，100条VPN隧道数，3DES加密性能30Mbps，病毒邮件扫描25000封/小时，垃圾邮件15000封/小时，HTTP扫描1MB/S；内置防火墙。

12.3.4 产品选用要点

1 产品选用及工程设计要点

参见《民用建筑电气设计规范JGJ/T 16－2008》相关要求。

2 工程设计相关规范、规程及国家建筑标准设计图集

《信息技术用户建筑群的通用布缆》GB/T 18233－2008。

《综合布线系统工程设计规范》GB/T 50311－2007。

《智能建筑设计标准》GB/T 50314－2006。

《住宅智能化电气设计施工图集》99X 601。

《智能家居控制系统设计施工图集》03X 602。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（上）》97X 700（上）。

《智能建筑弱电工程设计施工图集（下）》97X 700（下）。

《体育建筑专用弱电系统设计安装》06X 701。

《建筑智能化系统集成设计图集》03X 801 - 1。

12.3.5 施工安装要点

1 网线施工要点

具体施工做法详见国家建筑标准设计图集 02X 101 - 3《综合布线系统设计施工图集》；03X 101 - 4《综合布线系统工程设计实例》；97X 700《智能建筑弱电工程设计施工图集》。

2 工作区施工要点

1）工作区内线槽要布置合理、美观。

2）信息插座要设计在距离地面 30cm 以上。

3）信息插座与计算机设备的距离宜保持在 5m 范围内。

4）购买的网卡类型接口要与线缆类型接口保持一致。

5）交换机位置的安放：无论是主交换机还是二级交换机，要把交换机放置在节点的中间位置，一方面可以节约网线的使用量，另外还可以将网络的传输距离减小到最短，从而提高网络传输质量。交换机通常需要级联，而级联的最大数目不能超过五个。双绞线借助于交换机的级联可以延长传输距离，但理论上最长不能超过 500m。

3 主设备间施工要点

主设备间是网络系统的管理区域，是网络中心机房，所有楼层的信息都由电缆或光缆传送至此。通常，主设备间安装计算机系统、网络设备（含：集线器、交换机、路由器、网关、RJ45 数据配线架、光缆终端盒和主机柜）。

施工时需要注意事项：

1）主设备间内的所有进线终端设备应采用色标，以区别各类用途的配线区。

2）主设备间位置及大小应根据设备的数量、规模、最佳网络中心等内容综合考虑确定。

3）集线器、交换机、路由器、网关、RJ45 数据配线架、光缆终端盒应安装在设备间的主机柜中，它是所有进线和主干及一些直接水平子系统的集中点，数据主干、水平干线子系统的中心，配线架宜采用色标、数字，以区别种类用途。

4 具体施工做法详见国家建筑标准设计图集 03X602《智能家居控制系统施工图集》及国际标准规范 EIA/TIA569《商务楼通信通道和空间标准》。

5 施工安装验收规范

《综合布线系统工程验收规范》GB/T 50312 - 2007。

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 - 2002。

《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339 - 2003。

12.3.6 相关标准规范

1 国家标准

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆　第 1 部分：总规范》GB/T 18015.1 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆　第 2 部分：水平层布线电缆　分规范》GB/T 18015.2 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆　第 3 部分：工作区布线电缆　分规范》GB/T 18015.3 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆　第 4 部分：垂直布线电缆　分规范》GB/T 18015.4 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆　第 5 部分：具有 600MHz 及以下传输特性的对绞或星绞对称电缆　水平层布线电缆　分规范》GB/T 18015.5 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆　第 6 部分：具有 600MHz 及以下传输特性的对绞或星绞对称电缆　工作区布线电缆　分规范》GB/T 18015.6 - 2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆　第11部分：能力认可　总规范》GB/T 18015.11－2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆　第21部分：水平层布线电缆　空白详细规范》GB/T 18015.21－2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆　第22部分：水平层布线电缆　能力认可　分规范》GB/T 18015.22－2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆　第31部分：工作区布线电缆　空白详细规范》GB/T 18015.31－2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆　第32部分：工作区布线电缆　能力认可　分规范》GB/T 18015.32－2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆　第41部分：垂直布线电缆　空白详细规范》GB/T 18015.41－2007。

《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆　第42部分：垂直布线电缆　能力认可　分规范》GB/T 18015.42－2007。

《信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法》GB 9254－1998。

《信息技术设备抗扰度限值和测量方法》GB/T 17618－1998。

《信息技术设备的安全》GB 4943－2001。

《音频、视频及类似电子设备安全要求》GB 8898－2001。

《计算机场地安全要求》GB/T 9361－1988。

《计算机信息系统　安全保护等级划分准则》GB 17859－1999。

2　国际标准

《信息技术互联国际标准》ISO/IEC11801－95。

《客户建筑物电缆通用敷设要求》ISO/IEC 11801；1995。

《国际综合布线六类信道标准》ISO/IECll 801。

《欧洲大楼综合布线系统标准》EN 50173。

《通用布线系统信息技术欧洲标准》EN 50173。

《商务楼通信建筑布线标准》EIA/TIA 568A。

《商务楼通信通道和空间标准》EIA/TIA 569。

《住宅及小型商业区综合布线标准》EIA/TIA 570。

《无屏蔽双绞布线系统现场测试传输性能规定》EIA/TIATSB 67。

《北美建筑通讯线路间距标准》TIA/EIA 568－B1。

《北美商用建筑通讯接地要求》TIA/EIA 607。

《北美商用建筑通讯基础结构管理规范》TIA/EIA 606。

《非屏蔽双绞线布线测试标准》TIA/EIATSB 67。

《（电磁兼客）标准》EN 55022/Class B。

《欧洲电磁兼容性标准》EMC。

《美国国家标准：分布式光纤数据接口》ANSIFDDI。

《CSMA/CD接口方法》IEEE 802.3。

《令牌环接口方法》IEEE 802.5。