

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50019-2003

采暖通风与空气调节设计规范

Code for design of heating ventilation and air conditioning

2003-11-05 发布

2004-04-01 实施

中华人民共和国建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

建设部关于发布国家标准 《采暖通风与空气调节设计规范》的公告

现批准《采暖通风与空气调节设计规范》为国家标准,编号为 GB 50019—2003,自 2004 年 4 月 1 日起实施。其中,第 3.1.9、4.1.8、4.3.4、4.3.11、4.4.11、4.5.2、4.5.4、4.5.9、4.7.4、4.8.17、4.9.1、5.1.10、5.1.12、5.3.3、5.3.4(1)(2)、5.3.5、5.3.6、5.3.12、5.3.14、5.4.6、5.6.10、5.7.5、5.7.8、5.8.5、5.8.15、6.2.1、6.2.15、6.6.3、6.6.8、7.1.5、7.1.7、7.3.4、7.8.3、8.2.9、8.4.8 条(款)为强制性条文,必须严格执行。原《采暖通风与空气调节设计规范》GBJ 19—87 及 2001 年标准局部修订第 26 号公告同时废止。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部
二〇〇三年十一月五日

前 言

根据建设部建标[1998]第 244 号文件“关于印发《一九九八年工程建设国家标准制定、修订计划》的通知”要求,由中国有色工程设计研究总院主编,会同国内有关设计、科研和高等院校等单位组成修订组,对《采暖通风与空气调节设计规范》(GBJ 19—87)进行了全面修订。

在修订过程中,修订组进行了广泛深入地调查研究,总结了国内实践经验,吸取了近年来有关的科研成果,借鉴了国外同类技术中符合我国实际的内容,多次征求了全国各有关单位以及业内专家的意见,对其中一些重要问题进行了专题研究和反复讨论,最后召开了全国审查会议,会同各有关部门共同审查定稿。

本规范共分 9 章和 9 个附录,主要内容有:总则、术语、室内外计算参数、采暖、通风、空气调节、空气调节冷热源、监测与控制、消声与隔震等。

本规范修订的主要内容有:

- 一、新增室内热舒适性、室内空气质量的要求以及对室内新风作了规定;
- 二、新增有关采暖地区划分的规定;
- 三、新增热水集中采暖分户热计量的规定;
- 四、新增有害和极毒、剧毒生产厂房布置的安全要求条文;
- 五、新增事故通风一节;
- 六、取消防火防爆一节,其内容分别纳入通风的其他有关条文;
- 七、新增对于设置集中空气调节的建筑物及民用建筑利用自然通风的要求;

八、对空气调节内容进行全面修订,新增变风量空气调节系统、低温通风系统、变制冷剂流量分体式空气调节系统、热回收系统等内容以及对空气调节水系统的设计要求;

九、对空气调节的冷热源进行全面修订,新增热泵、蓄冷、蓄热、换热装置的设计规定;对空气调节冷却水设计要求新增加了规定;

十、新增关于直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组的设计要求;

十一、“自动控制”改为“监测与控制”,修订并新增对采暖、通风、空气调节系统和防排烟的监测与控制的要求;

十二、新增对振动控制设计的规定,以及对室外设备噪声的控制要求;

十三、取消“室外气象参数”表,另行出版《采暖通风与空气调节气象资料集》。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由建设部负责对强制性条文的解释,由中国有色金属工业协会负责日常管理工作,由中国有色工程设计研究总院负责具体技术内容的解释。

本规范在执行过程中,请各单位注意总结经验,积累资料,随时将有关意见和建议反馈给中国有色工程设计研究总院暖通规范管理组(北京复兴路12号邮编100038),以便今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位和主要起草人名单:

主编单位:中国有色工程设计研究总院

参编单位(以所负责的章节先后为序):

中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所

中国建筑设计研究院

中国气象科学研究院

中国建筑东北设计研究院

中南大学

哈尔滨工业大学
中国航空工业规划设计研究院
北京国电华北电力设计院工程有限公司
同济大学
中国建筑西北设计研究院
华东建筑设计研究院
贵州省建筑设计研究院
北京市建筑设计研究院
上海机电设计研究院
中南建筑设计院
清华大学
中国建筑科学研究院空气调节研究所
北京绿创环保科技责任有限公司
阿乐斯绝热材料(广州)有限公司
杭州华电华源环境工程有限公司

主要起草人(以所负责的章节先后为序):

张克崧	周吕军	陆耀庆	戴自祝	朱瑞兆
李娥飞	房家声	丁力行	董重成	赵继豪
魏占和	董纪林	李强民	马伟骏	孙延勋
孙敏生	周祖毅	蔡路得	赵庆珠	王志忠
江 亿	耿晓音	罗 英		

1 总 则

1.0.1 为了在采暖、通风与空气调节设计中采用先进技术,合理利用和节约能源与资源,保护环境,保证质量和安全,改善并提高劳动条件,营造舒适的生活环境,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建和改建的民用和工业建筑的采暖、通风与空气调节设计。

本规范不适用于有特殊用途、特殊净化与防护要求的建筑物、洁净厂房以及临时性建筑物的设计。

1.0.3 采暖、通风与空气调节设计方案,应根据建筑物的用途与功能、使用要求、冷热负荷构成特点、环境条件以及能源状况等,结合国家有关安全、环保、节能、卫生等方针、政策,会同有关专业通过综合技术经济比较确定。在设计中应优先采用新技术、新工艺、新设备、新材料。

1.0.4 在采暖、通风与空气调节系统设计中,应预留设备、管道及配件所必须的安装、操作和维修的空间,并应根据需要在建筑设计中预留安装和维修用的孔洞。对于大型设备及管道应设置运输通道和起吊设施。

1.0.5 在采暖、通风与空气调节设计中,对有可能造成人体伤害的设备及管道,必须采取安全防护措施。

1.0.6 位于地震区或湿陷性黄土地区的工程,在采暖、通风与空气调节设计中,应根据需要,按照现行国家标准、规范的规定分别采取防震和有效的预防措施。

1.0.7 在采暖、通风与空气调节设计中,应考虑施工及验收的要求,并执行相关的施工及验收规范。当设计对施工及验收有特殊

要求时,应在设计文件中加以说明。

1.0.8 采暖、通风与空气调节设计,除执行本规范的规定外,尚应符合国家现行的有关标准、规范的规定。

2 术 语

2.0.1 预计平均热感觉指数(PMV) predicted mean vote

PMV 指数是根据人体热平衡的基本方程式以及心理生理学主观热感觉的等级为出发点,考虑了人体热舒适感的诸多有关因素的全面评价指标。PMV 指数表明群体对于(+3~-3)7个等级热感觉投票的平均指数。

2.0.2 预计不满意者的百分数(PPD) predicted percentage of dissatisfied

PPD 指数为预计处于热环境中的群体对于热环境不满意的投票平均值。PPD 指数可预计群体中感觉过暖或过凉“根据七级热感觉投票表示热(+3),温暖(+2),凉(-2)或冷(-3)”的人的百分数。

2.0.3 湿球黑球温度(WBGT)指数 wet-bulb black globe temperature index

是表示人体接触生产环境热强度的一个经验指数。由下列公式计算获得:

1 室内作业:

$$WBGT = 0.7t_{nw} + 0.3t_g \quad (2.0.3-1)$$

2 室外作业:

$$WBGT = 0.7t_{nw} + 0.2t_g + 0.1t_a \quad (2.0.3-2)$$

式中 WBGT——湿球黑球温度(°C);

t_{nw} ——自然湿球温度(°C);

t_g ——黑球温度(°C);

t_a ——干球温度(°C)。

2.0.4 活动区 occupied zone

指人、动物或工艺生产所在的空间。

2.0.5 置换通风 displacement ventilation

借助空气热浮力作用的机械通风方式。空气以低风速、小温差的状态送入活动区下部,在送风及室内热源形成的上升气流的共同作用下,将热浊空气提升至顶部排出。

2.0.6 变制冷剂流量多联分体式空气调节系统 variable refrigerant volume split air conditioning system

一台室外空气源制冷或热泵机组配置多台室内机,通过改变制冷剂流量适应各房间负荷变化的直接膨胀式空气调节系统。

2.0.7 空气分布特性指标(ADPI) air diffusion performance index

舒适性空气调节中用来评价人的舒适性的指标,系指活动区测点总数中符合要求测点所占的百分比。

2.0.8 空气源热泵 air-source heat pump

以空气为低位热源的热泵。通常有空气/空气热泵、空气/水热泵等形式。

2.0.9 水源热泵 water-source heat pump

以水为低位热源的热泵。通常有水/水热泵、水/空气热泵等形式。

2.0.10 地源热泵 ground-source heat pump

以土壤或水为热源、水为载体在封闭环路中循环进行热交换的热泵。通常有地下埋管、井水抽灌和地表水盘管等系统形式。

2.0.11 水环热泵空气调节系统 water-loop heat pump air conditioning system

水/空气热泵的一种应用方式。通过水环路将众多的水/空气热泵机组并联成一个以回收建筑物余热为主要特征的空气调节系统。

2.0.12 低温送风空气调节系统 cold air distribution system

送风温度低于常规数值的全空气空气调节系统。

2.0.13 分区两管制水系统 zoning two-pipe water system

按建筑物的负荷特性将空气调节水路分为冷水和冷热水合用的两个两管制系统。需全年供冷区域的末端设备只供应冷水,其余区域末端设备根据季节转换,供应冷水或热水。

3 室内外计算参数

3.1 室内空气计算参数

3.1.1 设计采暖时,冬季室内计算温度应根据建筑物的用途,按下列规定采用:

1 民用建筑的主要房间,宜采用 $16\sim 24^{\circ}\text{C}$;

2 工业建筑的工作地点,宜采用:

轻作业 $18\sim 21^{\circ}\text{C}$

中作业 $16\sim 18^{\circ}\text{C}$

重作业 $14\sim 16^{\circ}\text{C}$

过重作业 $12\sim 14^{\circ}\text{C}$

注:1 作业种类的划分,应按国家现行的《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1)执行。

2 当每名工人占用较大面积($50\sim 100\text{m}^2$)时,轻作业时可低至 10°C ;中作业时可低至 7°C ;重作业时可低至 5°C 。

3 辅助建筑物及辅助用室,不应低于下列数值:

浴室 25°C

更衣室 25°C

办公室、休息室 18°C

食堂 18°C

盥洗室、厕所 12°C

注:当工艺或使用条件有特殊要求时,各类建筑物的室内温度可按照国家现行有关专业标准、规范执行。

3.1.2 设置采暖的建筑物,冬季室内活动区的平均风速,应符合下列规定:

1 民用建筑及工业企业辅助建筑,不宜大于 0.3m/s ;

2 工业建筑,当室内散热量小于 23W/m^3 时,不宜大于 0.3m/s ;当室内散热量大于或等于 23W/m^3 时,不宜大于 0.5m/s 。

3.1.3 空气调节室内计算参数,应符合下列规定:

1 舒适性空气调节室内计算参数应符合表 3.1.3 规定;

表 3.1.3 舒适性空气调节室内计算参数

参 数	冬 季	夏 季
温度(℃)	18~24	22~28
风速(m/s)	≤0.2	≤0.3
相对湿度(%)	30~60	40~65

2 工艺性空气调节室内温湿度基数及其允许波动范围,应根据工艺需要及卫生要求确定。活动区的风速:冬季不宜大于 0.3m/s,夏季宜采用 0.2~0.5m/s;当室内温度高于 30℃时,可大于 0.5m/s。

3.1.4 采暖与空气调节室内的热舒适性应按照《中等热环境 PMV 和 PPD 指数的测定及热舒适条件的规定》(GB/T 18049),采用预计的平均热感觉指数(PMV)和预计不满意者的百分数(PPD)评价,其值宜为: $-1 \leq \text{PMV} \leq +1$; $\text{PPD} \leq 27\%$ 。

当工艺无特殊要求时,工业建筑夏季工作地点 WBGT 指数应根据《高温作业分级》(GB/T 4200)的规定进行分级、评价。

3.1.5 当工艺无特殊要求时,生产厂房夏季工作地点的温度,应根据夏季通风室外计算温度及其与工作地点的允许温差,不得超过表 3.1.5 的规定。

表 3.1.5 夏季工作地点温度(℃)

夏季通风室外 计算温度	≤22	23	24	25	26	27	28	29~32	≥33
允许温差	10	9	8	7	6	5	4	3	2
工作地点温度	≤32	32						32~35	35

3.1.6 在特殊高温作业区附近,应设置工人休息室。夏季休息室的温度,宜采用 26~30℃。

3.1.7 设置局部送风的工业建筑,其室内工作地点的风速和温度,应按本规范第 5.5.5 条至第 5.5.7 条的有关规定执行。

3.1.8 建筑物室内空气应符合国家现行的有关室内空气质量、污染物浓度控制等卫生标准的要求。

3.1.9 建筑物室内人员所需最小新风量,应符合以下规定:

1 民用建筑人员所需最小新风量按国家现行有关卫生标准确定;

2 工业建筑应保证每人不小于 $30\text{m}^3/\text{h}$ 的新风量。

3.2 室外空气计算参数

3.2.1 采暖室外计算温度,应采用历年平均不保证 5 天的日平均温度。

注:本条及本节其他条文中的所谓“不保证”,系针对室外空气温度状况而言;“历年平均不保证”,系针对累年不保证总天数或小时数的历年平均值而言。

3.2.2 冬季通风室外计算温度,应采用累年最冷月平均温度。

3.2.3 夏季通风室外计算温度,应采用历年最热月 14 时的月平均温度的平均值。

3.2.4 夏季通风室外计算相对湿度,应采用历年最热月 14 时的月平均相对湿度的平均值。

3.2.5 冬季空气调节室外计算温度,应采用历年平均不保证 1 天的日平均温度。

3.2.6 冬季空气调节室外计算相对湿度,应采用累年最冷月平均相对湿度。

3.2.7 夏季空气调节室外计算干球温度,应采用历年平均不保证 50h 的干球温度。

注:统计干湿球温度时,宜采用当地气象台站每天 4 次的定时温度记录,并以每次记录值代表 6h 的温度值核算。

3.2.8 夏季空气调节室外计算湿球温度,应采用历年平均不保证 50h 的湿球温度。

3.2.9 夏季空气调节室外计算日平均温度,应采用历年平均不保证 5 天的日平均温度。

3.2.10 夏季空气调节室外计算逐时温度,可按式确定:

$$t_{sh} = t_{wp} + \beta \Delta t_r \quad (3.2.10-1)$$

式中 t_{sh} ——室外计算逐时温度(°C);

t_{wp} ——夏季空气调节室外计算日平均温度(°C),按本规范第 3.2.9 条采用;

β ——室外温度逐时变化系数,按表 3.2.10 采用;

Δt_r ——夏季室外计算平均日较差,应按式计算:

$$\Delta t_r = \frac{t_{wg} - t_{wp}}{0.52} \quad (3.2.10-2)$$

式中 t_{wg} ——夏季空气调节室外计算干球温度(°C),按本规范第 3.2.7 条采用。

其他符号意义同式(3.2.10-1)。

表 3.2.10 室外温度逐时变化系数

时 刻	1	2	3	4	5	6
β	-0.35	-0.38	-0.42	-0.45	-0.47	-0.41
时 刻	7	8	9	10	11	12
β	-0.28	-0.12	0.03	0.16	0.29	0.40
时 刻	13	14	15	16	17	18
β	0.48	0.52	0.51	0.43	0.39	0.28
时 刻	19	20	21	22	23	24
β	0.14	0.00	-0.10	-0.17	-0.23	-0.26

3.2.11 当室内温湿度必须全年保证时,应另行确定空气调节室外计算参数。

仅在部分时间(如夜间)工作的空气调节系统,可不遵守本规范第 3.2.7 条至第 3.2.10 条的规定。

3.2.12 冬季室外平均风速,应采用累年最冷 3 个月各月平均风速的平均值。冬季室外最多风向的平均风速,应采用累年最冷 3 个月最多风向(静风除外)的各月平均风速的平均值。

夏季室外平均风速,应采用累年最热 3 个月各月平均风速的

平均值。

3.2.13 冬季最多风向及其频率,应采用累年最冷 3 个月的最多风向及其平均频率。

夏季最多风向及其频率,应采用累年最热 3 个月的最多风向及其平均频率。

年最多风向及其频率,应采用累年最多风向及其平均频率。

3.2.14 冬季室外大气压力,应采用累年最冷 3 个月各月平均大气压力的平均值。

夏季室外大气压力,应采用累年最热 3 个月各月平均大气压力的平均值。

3.2.15 冬季日照百分率,应采用累年最冷 3 个月各月平均日照百分率的平均值。

3.2.16 设计计算用采暖期天数,应按累年日平均温度稳定低于或等于采暖室外临界温度的总日数确定。

采暖室外临界温度的选取,一般民用建筑和工业建筑,宜采用 5℃。

3.2.17 室外计算参数的统计年份宜取近 30 年。不足 30 年者,按实有年份采用,但不得少于 10 年;少于 10 年时,应对气象资料进行修正。

3.2.18 山区的室外气象参数,应根据就地的调查、实测并与地理和气候条件相似的邻近台站的气象资料进行比较确定。

3.3 夏季太阳辐射照度

3.3.1 夏季太阳辐射照度,应根据当地的地理纬度、大气透明度和大气压力,按 7 月 21 日的太阳赤纬计算确定。

3.3.2 建筑物各朝向垂直面与水平面的太阳总辐射照度,可按本规范附录 A 采用。

3.3.3 透过建筑物各朝向垂直面与水平面标准窗玻璃的太阳直接辐射照度和散射辐射照度,可按本规范附录 B 采用。

3.3.4 采用本规范附录 A 和附录 B 时,当地的大气透明度等级,应根据本规范附录 C 及夏季大气压力,按表 3.3.4 确定。

表 3.3.4 大气透明度等级

附录 C 标定的 大气透明度等级	下列大气压力(hPa)时的透明度等级							
	650	700	750	800	850	900	950	1000
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	2	2	2
3	1	2	2	2	2	3	3	3
4	2	2	3	3	3	4	4	4
5	3	3	4	4	4	4	5	5
6	4	4	4	5	5	5	6	6

4 采 暖

4.1 一 般 规 定

4.1.1 采暖方式的选择,应根据建筑物规模,所在地区气象条件、能源状况、能源政策、环保等要求,通过技术经济比较确定。

4.1.2 累年日平均温度稳定低于或等于 5°C 的日数大于或等于 90 天的地区,宜采用集中采暖。

4.1.3 符合下列条件之一的地区,其幼儿园、养老院、中小学校、医疗机构等建筑宜采用集中采暖:

1 累年日平均温度稳定低于或等于 5°C 的日数为 60~89 天;

2 累年日平均温度稳定低于或等于 5°C 的日数不足 60 天,但累年日平均温度稳定低于或等于 8°C 的日数大于或等于 75 天。

4.1.4 采暖室外气象参数,应按本规范第 3.2 节中的有关规定,采用当地的气象资料进行计算确定。

4.1.5 设置采暖的公共建筑和工业建筑,当其位于严寒地区或寒冷地区,且在非工作时间或中断使用的时间内,室内温度必须保持在 0°C 以上,而利用房间蓄热量不能满足要求时,应按 5°C 设置值班采暖。

注:当工艺或使用条件有特殊要求时,可根据需要另行确定值班采暖所需维持的室内温度。

4.1.6 设置采暖的工业建筑,如工艺对室内温度无特殊要求,且每名工人占用的建筑面积超过 100m^2 时,不宜设置全面采暖,应在固定工作地点设置局部采暖。当工作地点不固定时,应设置取暖室。

4.1.7 设置全面采暖的建筑物,其围护结构的传热阻,应根据技术经济比较确定,且应符合国家现行有关节能标准的规定。

4.1.8 围护结构的最小传热阻,应按下式确定:

$$R_{0,\min} = \frac{\alpha(t_n - t_w)}{\Delta t_y \alpha_n} \quad (4.1.8-1)$$

或

$$R_{0,\min} = \frac{\alpha(t_n - t_w)}{\Delta t_y} R_n \quad (4.1.8-2)$$

式中 $R_{0,\min}$ ——围护结构的最小传热阻($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$);

t_n ——冬季室内计算温度($^\circ\text{C}$),按本规范第 3.1.1 条和第 4.2.4 条采用;

t_w ——冬季围护结构室外计算温度($^\circ\text{C}$),按本规范第 4.1.9 条采用;

α ——围护结构温差修正系数,按本规范表 4.1.8-1 采用;

Δt_y ——冬季室内计算温度与围护结构内表面温度的允许温差($^\circ\text{C}$),按本规范表 4.1.8-2 采用;

α_n ——围护结构内表面换热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$],按本规范表 4.1.8-3 采用;

R_n ——围护结构内表面换热阻($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$),按本规范表 4.1.8-3 采用。

注:1 本条不适用于窗、阳台门和天窗。

2 砖石墙体的传热阻,可比式(4.1.8-1、4.1.8-2)的计算结果小 5%。

3 外门(阳台门除外)的最小传热阻,不应小于按采暖室外计算温度所确定的外墙最小传热阻的 60%。

4 当相邻房间的温差大于 10°C 时,内围护结构的最小传热阻,亦应通过计算确定。

5 当居住建筑、医院及幼儿园等建筑物采用轻型结构时,其外墙最小传热阻,尚应符合国家现行标准《民用建筑热工设计规范》(GB 50176)及《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ 26)的要求。

表 4.1.8-1 温差修正系数 α

围护结构特征	α
外墙、屋顶、地面以及与室外相通的楼板等	1.00
闷顶和与室外空气相通的非采暖地下室上面的楼板等	0.90
与有外门窗的不采暖楼梯间相邻的隔墙(1~6 层建筑)	0.60
与有外门窗的不采暖楼梯间相邻的隔墙(7~30 层建筑)	0.50
非采暖地下室上面的楼板,外墙上无窗时	0.75
非采暖地下室上面的楼板,外墙上无窗且位于室外地坪以上时	0.60
非采暖地下室上面的楼板,外墙上无窗且位于室外地坪以下时	0.40
与有外门窗的非采暖房间相邻的隔墙	0.70
与无外门窗的非采暖房间相邻的隔墙	0.40
伸缩缝墙、沉降缝墙	0.30
防震缝墙	0.70

表 4.1.8-2 允许温差 Δt_y 值($^{\circ}\text{C}$)

建筑物及房间类别	外墙	屋顶
居住建筑、医院和幼儿园等	6.0	4.0
办公建筑、学校和门诊部等	6.0	4.5
公共建筑(上述指明者除外)和工业企业辅助建筑物(潮湿的房间除外)	7.0	5.5
室内空气干燥的生产厂房	10.0	8.0
室内空气湿度正常的生产厂房	8.0	7.0
室内空气潮湿的公共建筑、生产厂房及辅助建筑物: 当不允许墙和顶棚内表面结露时	$t_n - t_1$	$0.8(t_n - t_1)$
当仅不允许顶棚内表面结露时	7.0	$0.9(t_n - t_1)$
室内空气潮湿且具有腐蚀性介质的生产厂房	$t_n - t_1$	$t_n - t_1$
室内散热量大于 23W/m^2 , 且计算相对湿度不大于 50% 的生产厂房	12.0	12.0

注:1 室内空气干湿程度的区分,应根据室内温度和相对湿度按表 4.1.8-4 确定。

2 与室外空气相通的楼板和采暖地下室上面的楼板,其允许温差 Δt_y 值,可采用 2.5°C 。

3 t_n ——同式(4.1.8-1、4.1.8-2);

t_1 ——在室内计算温度和相对湿度状况下的露点温度($^{\circ}\text{C}$)。

表 4.1.8-3 换热系数 α_n 和换热阻值 R_n

围护结构内表面特征	α_n [W/(m ² · °C)]	R_n (m ² · °C/W)
墙、地面、表面平整或有肋状突出物的顶棚, 当 $\frac{h}{s} \leq 0.3$ 时	8.7	0.115
有肋状突出物的顶棚, 当 $\frac{h}{s} > 0.3$ 时	7.6	0.132

注: h ——肋高(m); s ——肋间净距(m)。

表 4.1.8-4 室内空气干湿程度的区分

类别	室内温度(°C) 相对湿度(%)	≤ 12	13~24	> 24
		≤ 60	≤ 50	≤ 40
干燥		$61 \sim 75$	$51 \sim 60$	$41 \sim 50$
正常		> 75	$61 \sim 75$	$51 \sim 60$
较湿		—	> 75	> 60
潮湿				

4.1.9 确定围护结构的最小传热阻时, 冬季围护结构室外计算温度 t_w , 应根据围护结构热惰性指标 D 值, 按表 4.1.9 采用。

表 4.1.9 冬季围护结构室外计算温度(°C)

围护结构类型	热惰性指标 D 值	t_w 的取值(°C)
I	> 6.0	$t_w = t_{wn}$
II	$4.1 \sim 6.0$	$t_w = 0.6t_{wn} + 0.4t_{p, \min}$
III	$1.6 \sim 4.0$	$t_w = 0.3t_{wn} + 0.7t_{p, \min}$
IV	≤ 1.5	$t_w = t_{p, \min}$

注: t_{wn} 和 $t_{p, \min}$ ——分别为采暖室外计算温度和累年最低日平均温度(°C), 按《采暖通风与空气调节气象资料集》数据采用。

4.1.10 围护结构的传热阻, 应按下式计算:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_n} + R_i + \frac{1}{\alpha_w} \quad (4.1.10-1)$$

或
$$R_o = R_n + R_i + R_w \quad (4.1.10-2)$$

式中 R_o ——围护结构的传热阻(m² · °C/W);

α_n 、 R_n ——同式(4.1.8-1、4.1.8-2)；

α_w ——围护结构外表面换热系数[W/(m²·℃)]，按本规范表4.1.10采用；

R_w ——围护结构外表面换热阻(m²·℃/W)，按本规范表4.1.10采用；

R_j ——围护结构本体(包括单层或多层结构材料层及封闭的空气间层)的热阻(m²·℃/W)。

表 4.1.10 换热系数 α_w 和换热阻值 R_w

围护结构外表面特征	α_w [W/(m ² ·℃)]	R_w (m ² ·℃/W)
外墙和屋顶	23	0.04
与室外空气相通的非采暖地下室上面的楼板	17	0.06
闷顶和外墙上有窗的非采暖地下室上面的楼板	12	0.08
外墙上无窗的非采暖地下室上面的楼板	6	0.17

4.1.11 设置全面采暖的建筑物，其玻璃外窗、阳台门和天窗的层数，宜按表 4.1.11 采用。

表 4.1.11 外窗、阳台门和天窗层数

建筑物及房间类型	室内外温差 (℃)	层 数		
		外窗	阳台门	天窗
民用建筑(居住建筑及潮湿的公共建筑除外)	<33	单层	单层	—
	≥33	双层	双层	—
干燥或正常湿度状况的工业建筑物	<36	单层	—	单层
	≥36	双层	—	单层
潮湿的公共建筑、工业建筑物	<31	单层	—	单层
	≥31	双层	—	单层
散热量大于 23W/m ³ ，且室内计算相对湿度不大于 50% 的工业建筑	不限	单层	—	单层

注：1 表中所列的室内外温差，系指冬季室内计算温度和采暖室外计算温度之差。

2 高级民用建筑，以及其他经技术经济比较设置双层窗合理的建筑物，可不受本条规定的限制。

3 居住建筑外窗的层数，应符合国家有关节能标准的规定。

4 对较高的工业建筑及特殊建筑，可视具体情况研究确定。

4.1.12 设置全面采暖的建筑物,在满足采光要求的前提下,其开窗面积应尽量减少。民用建筑的窗墙面积比,应按国家现行标准《民用建筑热工设计规范》(GB 50176)执行。

4.1.13 集中采暖系统的热媒,应根据建筑物的用途、供热情况和当地气候特点等条件,经技术经济比较确定,并应按下列规定选择:

1 民用建筑应采用热水做热媒;

2 工业建筑,当厂区只有采暖用热或以采暖用热为主时,宜采用高温水做热媒;当厂区供热以工艺用蒸汽为主时,在不违反卫生、技术和节能要求的条件下,可采用蒸汽做热媒。

注:1 利用余热或天然热源采暖时,采暖热媒及其参数可根据具体情况确定。

2 辐射采暖的热媒,应符合本规范第4.4节、第4.5节的规定。

4.1.14 改建或扩建的建筑物,以及与原有热网相连接的新增建筑物,除遵守本规范的规定外,尚应根据原有建筑物的状况,采取相应的技术措施。

4.2 热 负 荷

4.2.1 冬季采暖通风系统的热负荷,应根据建筑物下列散失和获得的热量确定:

- 1 围护结构的耗热量;
- 2 加热由门窗缝隙渗入室内的冷空气的耗热量;
- 3 加热由门、孔洞及相邻房间侵入的冷空气的耗热量;
- 4 水分蒸发的耗热量;
- 5 加热由外部运入的冷物料和运输工具的耗热量;
- 6 通风耗热量;
- 7 最小负荷班的工艺设备散热量;
- 8 热管道及其他热表面的散热量;
- 9 热物料的散热量;
- 10 通过其他途径散失或获得的热量。

注:1 不经常的散热量,可不计算。

2 经常而不稳定的散热量,应采用小时平均值。

4.2.2 围护结构的耗热量,应包括基本耗热量和附加耗热量。

4.2.3 围护结构的基本耗热量,应按下式计算:

$$Q = \alpha F K (t_n - t_{wn}) \quad (4.2.3)$$

式中 Q ——围护结构的基本耗热量(W);

F ——围护结构的面积(m^2);

K ——围护结构的传热系数 $[W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$;

t_{wn} ——采暖室外计算温度($^\circ C$),按本规范第 3.2.1 条采用;

α 、 t_n ——与本规范第 4.1.8 条相同。

注:当已知或可求出冷侧温度时, t_{wn} 一项可直接用冷侧温度值代入,不再进行 α 值修正。

4.2.4 计算围护结构耗热量时,冬季室内计算温度,应按本规范第 3.1.1 条采用,但层高大于 4m 的工业建筑,尚应符合下列规定:

1 地面应采用工作地点的温度。

2 屋顶和天窗应采用屋顶下的温度。屋顶下的温度,可按下式计算:

$$t_d = t_g + \Delta t_H (H - 2) \quad (4.2.4-1)$$

式中 t_d ——屋顶下的温度($^\circ C$);

t_g ——工作地点的温度($^\circ C$);

Δt_H ——温度梯度($^\circ C/m$);

H ——房间高度(m)。

3 墙、窗和门应采用室内平均温度。室内平均温度,应按下式计算:

$$t_{np} = \frac{t_d + t_g}{2} \quad (4.2.4-2)$$

式中 t_{np} ——室内平均温度($^\circ C$);

t_d 、 t_g ——与式(4.2.4-1)相同。

注:散热量小于 $23W/m^3$ 的工业建筑,当其温度梯度值不能确定时,可用工作地点温度计算围护结构耗热量,但应按本规范第 4.2.7 条的规定进行高度附加。

4.2.5 与相邻房间的温差大于或等于 5°C 时,应计算通过隔墙或楼板等的传热量。与相邻房间的温差小于 5°C ,且通过隔墙和楼板等的传热量大于该房间热负荷的 10% 时,尚应计算其传热量。

4.2.6 围护结构的附加耗热量,应按其占基本耗热量的百分率确定。各项附加(或修正)百分率,宜按下列规定的数值选用:

1 朝向修正率:

北、东北、西北	$0\sim 10\%$
东、西	-5%
东南、西南	$-10\%\sim -15\%$
南	$-15\%\sim -30\%$

注:1 应根据当地冬季日照率、辐射照度、建筑物使用和被遮挡等情况选用修正率。

2 冬季日照率小于 35% 的地区,东南、西南和南向的修正率,宜采用 $-10\%\sim 0$,东、西向可不修正。

2 风力附加率:建筑在不避风的高地、河边、海岸、旷野上的建筑物,以及城镇、厂区内特别高出的建筑物,垂直的外围护结构附加 $5\%\sim 10\%$ 。

3 外门附加率:

当建筑物的楼层数为 n 时:

一道门	$65\% \times n$
两道门(有门斗)	$80\% \times n$
三道门(有两个门斗)	$60\% \times n$
公共建筑和工业建筑的主要出入口	500%

注:1 外门附加率,只适用于短时间开启的、无热空气幕的外门。

2 阳台门不应计入外门附加。

4.2.7 民用建筑和工业企业辅助建筑(楼梯间除外)的高度附加率,房间高度大于 4m 时,每高出 1m 应附加 2%,但总的附加率不应大于 15%。

注:高度附加率,应附加于围护结构的基本耗热量和其他附加耗热量上。

4.2.8 加热由门窗缝隙渗入室内的冷空气的耗热量,应根据建筑物的内部隔断、门窗构造、门窗朝向、室内外温度和室外风速等因素确定,宜按本规范附录 D 进行计算。

4.3 散热器采暖

4.3.1 选择散热器时,应符合下列规定:

1 散热器的工作压力,应满足系统的工作压力,并符合国家现行有关产品标准的规定;

2 民用建筑宜采用外形美观、易于清扫的散热器;

3 放散粉尘或防尘要求较高的工业建筑,应采用易于清扫的散热器;

4 具有腐蚀性气体的工业建筑或相对湿度较大的房间,应采用耐腐蚀的散热器;

5 采用钢制散热器时,应采用闭式系统,并满足产品对水质的要求,在非采暖季节采暖系统应充水保养;蒸汽采暖系统不应采用钢制柱型、板型和扁管等散热器;

6 采用铝制散热器时,应选用内防腐型铝制散热器,并满足产品对水质的要求;

7 安装热量表和恒温阀的热水采暖系统不宜采用水流通道内含有粘砂的铸铁等散热器。

4.3.2 布置散热器时,应符合下列规定:

1 散热器宜安装在外墙窗台下,当安装或布置管道有困难时,也可靠内墙安装;

2 两道外门之间的门斗内,不应设置散热器;

3 楼梯间的散热器,宜分配在底层或按一定比例分配在下部各层。

4.3.3 散热器宜明装。暗装时装饰罩应有合理的气流通道、足够的通道面积,并方便维修。

4.3.4 幼儿园的散热器必须暗装或加防护罩。

4.3.5 铸铁散热器的组装片数,不宜超过下列数值:

粗柱型(包括柱翼型)	20 片
细柱型	25 片
长翼型	7 片

4.3.6 确定散热器数量时,应根据其连接方式、安装形式、组装片数、热水流量以及表面涂料等对散热量的影响,对散热器数量进行修正。

4.3.7 民用建筑和室内温度要求较严格的工业建筑中的非保温管道,明设时,应计算管道的散热量对散热器数量的折减;暗设时,应计算管道中水的冷却对散热器数量的增加。

4.3.8 条件许可时,建筑物的采暖系统南北向房间宜分环设置。

4.3.9 建筑物的热水采暖系统高度超过 50m 时,宜竖向分区设置。

4.3.10 垂直单、双管采暖系统,同一房间的两组散热器可串联连接;贮藏室、盥洗室、厕所和厨房等辅助用室及走廊的散热器,亦可同邻室串联连接。

注:热水采暖系统两组散热器串联时,可采用同侧连接,但上、下串联管道直径应与散热器接口直径相同。

4.3.11 有冻结危险的楼梯间或其他有冻结危险的场所,应由单独的立、支管供暖。散热器前不得设置调节阀。

4.3.12 安装在装饰罩内的恒温阀必须采用外置传感器,传感器应设在能正确反映房间温度的位置。

4.4 热水辐射采暖

4.4.1 设计加热管埋设在建筑构件内的低温热水辐射采暖系统时,应会同有关专业采取防止建筑物构件龟裂和破损的措施。

4.4.2 低温热水辐射采暖,辐射体表面平均温度,应符合表4.4.2的要求。

表 4.4.2 辐射体表面平均温度(℃)

设置位置	宜采用的温度	温度上限值
人员经常停留的地面	24~26	28
人员短期停留的地面	28~30	32
无人停留的地面	35~40	42
房间高度 2.5~3.0m 的顶棚	28~30	—
房间高度 3.1~4.0m 的顶棚	33~36	—
距地面 1m 以下的墙面	35	—
距地面 1m 以上 3.5m 以下的墙面	45	—

4.4.3 低温热水地板辐射采暖的供水温度和回水温度应经计算确定。民用建筑的供水温度不应超过 60℃,供水、回水温差宜小于或等于 10℃。

4.4.4 低温热水地板辐射采暖的耗热量应经计算确定。全面辐射采暖的耗热量,应按本规范第 4.2 节的有关规定计算,并应对总耗热量乘以 0.9~0.95 的修正系数或将室内计算温度取值降低 2℃。

局部辐射采暖的耗热量,可按整个房间全面辐射采暖所算得的耗热量乘以该区域面积与所在房间面积的比值和表 4.4.4 中所规定的附加系数确定。

建筑物地板敷设加热管时,采暖耗热量中不计算地面的热损失。

表 4.4.4 局部辐射采暖耗热量附加系数

采暖区面积与 房间总面积比值	0.55	0.40	0.25
附加系数	1.30	1.35	1.50

4.4.5 低温热水地板辐射采暖的有效散热量应经计算确定,并应计算室内设备、家具等地面覆盖物等对散热量的折减。

4.4.6 低温热水地板辐射采暖的加热管及其覆盖层与外墙、楼板结构层间应设绝热层。

注:当使用条件允许楼板双向传热时,覆盖层与楼板结构层间可不设绝热层。

4.4.7 低温热水地板辐射采暖系统敷设加热管的覆盖层厚度不宜小于 50mm。覆盖层应设伸缩缝,伸缩缝的位置、距离及宽度,应会同有关专业计算确定。加热管穿过伸缩缝时,宜设长度不小于 100mm 的柔性套管。

4.4.8 低温热水地板辐射采暖系统的阻力应计算确定。加热管内水的流速不应小于 0.25m/s,同一集配装置的每个环路加热管长度应尽量接近,每个环路的阻力不宜超过 30kPa。低温热水地板辐射采暖系统分水器前应设阀门及过滤器,集水器后应设阀门;集水器、分水器上应设放气阀;系统配件应采用耐腐蚀材料。

4.4.9 低温热水地板辐射采暖系统的工作压力不宜大于 0.8MPa;当超过上述压力时,应采取相应的措施。

4.4.10 低温热水地板辐射采暖,当绝热层铺设在土壤上时,绝热层下部应做防潮层。在潮湿房间(如卫生间、厨房等)敷设地板辐射采暖系统时,加热管覆盖层上应做防水层。

4.4.11 地板辐射采暖加热管的材质和壁厚的选择,应根据工程的耐久年限、管材的性能、管材的累计使用时间以及系统的运行水温、工作压力等条件确定。

4.4.12 热水吊顶辐射板采暖,可用于层高为 3~30m 建筑物的采暖。

4.4.13 热水吊顶辐射板的供水温度,宜采用 40~140℃ 的热水,其水质应满足产品的要求。在非采暖季节,采暖系统应充水保养。

4.4.14 热水吊顶辐射板的工作压力,应符合国家现行有关产品标准的规定。

4.4.15 热水吊顶辐射板采暖的耗热量应按本规范第 4.2 节的有关规定进行计算,并按本规范第 4.5.6 条的规定进行修正。当屋顶耗热量大于房间总耗热量的 30% 时,应采取必要的保温措施。

4.4.16 热水吊顶辐射板的有效散热量应根据下列因素确定:

1 当热水吊顶辐射板倾斜安装时,辐射板安装角度修正系数,应按表 4.4.16 进行确定;

表 4.4.16 辐射板安装角度修正系数

辐射板与水平面的夹角(°)	0	10	20	30	40
修正系数	1	1.022	1.043	1.066	1.088

2 辐射板的管中流体应为紊流。当达不到最小流量且辐射板不能串联连接时,辐射板的散热量应乘以 1.18 的安全系数。

4.4.17 热水吊顶辐射板的安装高度,应根据人体的舒适度确定。辐射板的最高平均水温应根据辐射板安装高度和其面积占顶棚面积的比例按表 4.4.17 确定。

表 4.4.17 热水吊顶辐射板最高平均水温(℃)

最低安装高度(m)	热水吊顶辐射板占顶棚面积的百分比					
	10%	15%	20%	25%	30%	35%
3	73	71	68	64	58	56
4	115	105	91	78	67	60
5	>147	123	100	83	71	64
6	—	132	104	87	75	69
7	—	137	108	91	80	74
8	—	>141	112	96	86	80
9	—	—	117	101	92	87
10	—	—	122	107	98	94

注:表中安装高度系指地面到板中心的垂直距离(m)。

4.4.18 热水吊顶辐射板采暖系统的管道布置,宜采用同程式。

4.4.19 热水吊顶辐射板与采暖系统供水管、回水管的连接方式,可采用并联或串联、同侧或异侧连接,并应采取使辐射板表面温度均匀、流体阻力平衡的措施。

4.4.20 布置全面采暖的热水吊顶辐射板装置时,应使室内作业区辐射照度均匀,并符合以下要求:

1 安装吊顶辐射板时,宜沿最长的外墙平行布置;

2 设置在墙边的辐射板规格应大于在室内设置的辐射板规格;

3 层高小于 4m 的建筑物,宜选择较窄的辐射板;

4 房间应预留辐射板沿长度方向热膨胀余地。

注:辐射板装置不应布置在对热敏感的设备附近。

4.4.21 局部区域采用热水吊顶辐射板采暖时,其耗热量可按本规范第4.4.4条的规定计算。

4.5 燃气红外线辐射采暖

4.5.1 燃气红外线辐射采暖,可用于建筑物室内采暖或室外工作地点的采暖。

4.5.2 采用燃气红外线辐射采暖时,必须采取相应的防火防爆和通风换气等安全措施。

4.5.3 燃气红外线辐射采暖的燃料,可采用天然气、人工煤气、液化石油气等。燃气质量、燃气输配系统应符合国家现行标准《城镇燃气设计规范》(GB 50028)的要求。

4.5.4 燃气红外线辐射器的安装高度,应根据人体舒适度确定,但不应低于 3m。

4.5.5 燃气红外线辐射器用于局部工作地点采暖时,其数量不应少于两个,且应安装在人体的侧上方。

4.5.6 燃气红外线辐射器全面采暖的耗热量应按本规范第 4.2 节的有关规定进行计算,可不计高度附加,并应对总耗热量乘以 0.8~0.9 的修正系数。

辐射器安装高度过高时,应对总耗热量进行必要的高度修正。

4.5.7 局部区域燃气红外线辐射采暖耗热量可按本规范第4.4.4条中的有关规定计算。

4.5.8 布置全面辐射采暖系统时,沿四周外墙、外门处的辐射器散热量,不宜少于总热负荷的 60%。

4.5.9 由室内供应空气的厂房或房间,应能保证燃烧器所需要的空气量。当燃烧器所需要的空气量超过该房间每小时 0.5 次的换气次数时,应由室外供应空气。

4.5.10 燃气红外线辐射采暖系统采用室外供应空气时,进风口应符合下列要求:

1 设在室外空气洁净区,距地面高度不低于 2m;

2 距排风口水平距离大于 6m;当处于排风口下方时,垂直距离不小于 3m;当处于排风口上方时,垂直距离不小于 6m;

3 安装过滤网。

4.5.11 无特殊要求时,燃气红外线辐射采暖系统的尾气应排至室外。排风口应符合下列要求:

1 设在人员不经常通行的地方,距地面高度不低于 2m;

2 水平安装的排气管,其排风口伸出墙面不少于 0.5m;

3 垂直安装的排气管,其排风口高出半径为 6m 以内的建筑物最高点不少于 1m;

4 排气管穿越外墙或屋面处加装金属套管。

4.5.12 燃气红外线辐射采暖系统,应在便于操作的位置设置能直接切断采暖系统及燃气供应系统的控制开关。利用通风机供应空气时,通风机与采暖系统应设置联锁开关。

4.6 热风采暖及热空气幕

4.6.1 符合下列条件之一时,应采用热风采暖:

1 能与机械送风系统合并时;

2 利用循环空气采暖,技术经济合理时;

3 由于防火防爆和卫生要求,必须采用全新风的热风采暖时。

注:循环空气的采用,应符合国家现行《工业企业设计卫生标准》和本规范第 5.3.6 条。

4.6.2 热风采暖的热媒宜采用 0.1~0.3MPa 的高压蒸汽或不低于 90℃ 的热水。当采用燃气、燃油加热或电加热时,应符合国家现行标准《城镇燃气设计规范》(GB 50028)和《建筑设计防火规范》(GB 50016)的要求。

4.6.3 位于严寒地区或寒冷地区的工业建筑,采用热风采暖且距外窗 2m 或 2m 以内有固定工作地点时,宜在窗下设置散热器,条件许可时,兼做值班采暖。当不设散热器值班采暖时,热风采暖不宜少于两个系统(两套装置)。一个系统(装置)的最小供热量,应保持非工作时间工艺所需的最低室内温度,但不得低于 5℃。

4.6.4 选择暖风机或空气加热器时,其散热量应乘以 1.2~1.3 的安全系数。

4.6.5 采用暖风机热风采暖时,应符合下列规定:

1 应根据厂房内部的几何形状,工艺设备布置情况及气流作用范围等因素,设计暖风机台数及位置;

2 室内空气的换气次数,宜大于或等于每小时 1.5 次;

3 热媒为蒸汽时,每台暖风机应单独设置阀门和疏水装置。

4.6.6 采用集中热风采暖时,应符合下列规定:

1 工作区的风速应按本规范第 3.1.2 条的规定确定,但最小平均风速不宜小于 0.15m/s;送风口的出口风速,应通过计算确定,一般情况下可采用 5~15m/s;

2 送风口的高度不宜低于 3.5m,回风口下缘至地面的距离宜采用 0.4~0.5m;

3 送风温度不宜低于 35℃并不得高于 70℃。

4.6.7 符合下列条件之一时,宜设置热空气幕:

1 位于严寒地区、寒冷地区的公共建筑和工业建筑,对经常开启的外门,且不设门斗和前室时;

2 公共建筑和工业建筑,当生产或使用要求不允许降低室内温度时或经技术经济比较设置热空气幕合理时。

4.6.8 热空气幕的送风方式:公共建筑宜采用由上向下送风。工业建筑,当外门宽度小于 3m 时,宜采用单侧送风;当大门宽度为 3~18m 时,应经过技术经济比较,采用单侧、双侧送风或由上向下送风;当大门宽度超过 18m 时,应采用由上向下送风。

注:侧面送风时,严禁外门向内开启。

4.6.9 热空气幕的送风温度,应根据计算确定。对于公共建筑和工业建筑的外门,不宜高于 50°C ;对高大的外门,不应高于 70°C 。

4.6.10 热空气幕的出口风速,应通过计算确定。对于公共建筑的外门,不宜大于 6m/s ;对于工业建筑的外门,不宜大于 8m/s ;对于高大的外门,不宜大于 25m/s 。

4.7 电 采 暖

4.7.1 符合下列条件之一,经技术经济比较合理时,可采用电采暖:

- 1 环保有特殊要求的区域;
- 2 远离集中热源的独立建筑;
- 3 采用热泵的场所;
- 4 能利用低谷电蓄热的场所;
- 5 有丰富的水电资源可供利用时。

4.7.2 采用电采暖时,应满足房间用途、特点、经济和安全防火等要求。

4.7.3 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,宜采用顶棚式。辐射体表面平均温度,应符合本规范第4.4.2条的有关规定。

4.7.4 低温加热电缆辐射采暖和低温电热膜辐射采暖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。

根据不同使用条件,电采暖系统应设置不同类型的温控装置。

绝热层、龙骨等配件的选用及系统的使用环境,应满足建筑防火要求。

4.8 采 暖 管 道

4.8.1 采暖管道的材质,应根据采暖热媒的性质、管道敷设方式选用,并应符合国家现行有关产品标准的规定。

4.8.2 散热器采暖系统的供水、回水、供汽和凝结水管道,应在热力入口处与下列系统分开设置:

- 1 通风、空气调节系统;
- 2 热风采暖和热空气幕系统;
- 3 热水供应系统;
- 4 生产供热系统。

4.8.3 热水采暖系统,应在热力入口处的供水、回水总管上设置温度计、压力表及除污器。必要时,应装设热量表。

4.8.4 蒸汽采暖系统,当供汽压力高于室内采暖系统的工作压力时,应在采暖系统入口的供汽管上装设减压装置。必要时,应安装计量装置。

注:减压阀进出口的压差范围,应符合制造厂的规定。

4.8.5 高压蒸汽采暖系统最不利环路的供汽管,其压力损失不应大于起始压力的 25%。

4.8.6 热水采暖系统的各并联环路之间(不包括共同段)的计算压力损失相对差额,不应大于 15%。

4.8.7 采暖系统供水、供汽干管的末端和回水干管始端的管径,不宜小于 20mm,低压蒸汽的供汽干管可适当放大。

4.8.8 采暖管道中的热媒流速,应根据热水或蒸汽的资用压力、系统形式、防噪声要求等因素确定,最大允许流速应符合下列规定:

1 热水采暖系统:

民用建筑	1.5m/s
辅助建筑物	2m/s
工业建筑	3m/s

2 低压蒸汽采暖系统:

汽水同向流动时	30m/s
汽水逆向流动时	20m/s

3 高压蒸汽采暖系统:

汽水同向流动时 80m/s

汽水逆向流动时 60m/s

4.8.9 机械循环双管热水采暖系统和分层布置的水平单管热水采暖系统,应对水在散热器和管道中冷却而产生自然作用压力的影响采取相应的技术措施。

4.8.10 采暖系统计算压力损失的附加值宜采用 10%。

4.8.11 蒸汽采暖系统的凝结水回收方式,应根据二次蒸汽利用的可能性以及室外地形、管道敷设方式等情况,分别采用以下回水方式:

- 1 闭式满管回水;
- 2 开式水箱自流或机械回水;
- 3 余压回水。

注:凝结水回收方式,尚应符合国家现行《锅炉房设计规范》(GB 50041)的要求。

4.8.12 高压蒸汽采暖系统,疏水器前的凝结水管不应向上抬升;疏水器后的凝结水管向上抬升的高度应经计算确定。当疏水器本身无止回功能时,应在疏水器后的凝结水管上设置止回阀。

4.8.13 疏水器至回水箱或二次蒸发箱之间的蒸汽凝结水管,应按汽水乳状体进行计算。

4.8.14 采暖系统各并联环路,应设置关闭和调节装置。当有冻结危险时,立管或支管上的阀门至干管的距离,不应大于 120mm。

4.8.15 多层和高层建筑热水采暖系统中,每根立管和分支管道的始末段均应设置调节、检修和泄水用的阀门。

4.8.16 热水和蒸汽采暖系统,应根据不同情况,设置排气、泄水、排污和疏水装置。

4.8.17 采暖管道必须计算其热膨胀。当利用管段的自然补偿不能满足要求时,应设置补偿器。

4.8.18 采暖管道的敷设,应有一定的坡度。对于热水管、汽水同向流动的蒸汽管和凝结水管,坡度宜采用 0.003,不得小于 0.002;立管与散热器连接的支管,坡度不得小于 0.01;对于汽水逆向流

动的蒸汽管,坡度不得小于 0.005。

当受条件限制时,热水管道(包括水平单管串联系统的散热器连接管)可无坡度敷设,但管中的水流速度不得小于 0.25m/s。

4.8.19 穿过建筑物基础、变形缝的采暖管道,以及埋设在建筑结构里的立管,应采取预防由于建筑物下沉而损坏管道的措施。

4.8.20 当采暖管道必须穿过防火墙时,在管道穿过处应采取防火封堵措施,并在管道穿过处采取固定措施使管道可向墙的两侧伸缩。

4.8.21 采暖管道不得与输送蒸汽燃点低于或等于 120℃的可燃液体或可燃、腐蚀性气体的管道在同一条管沟内平行或交叉敷设。

4.8.22 符合下列情况之一时,采暖管道应保温:

1 管道内输送的热媒必须保持一定参数;

2 管道敷设在地沟、技术夹层、闷顶及管道井内或易被冻结的地方;

3 管道通过的房间或地点要求保温;

4 管道的无益热损失较大。

注:不通行地沟内仅供冬季采暖使用的凝结水管,如余热不加以利用,且无冻结危险时,可不保温。

4.9 热水集中采暖分户热计量

4.9.1 新建住宅热水集中采暖系统,应设置分户热计量和室温控制装置。

对建筑内的公共用房和公用空间,应单独设置采暖系统,宜设置热计量装置。

4.9.2 分户热计量采暖耗热量计算,应按本规范第 4.2 节的有关规定进行计算。户间楼板和隔墙的传热阻,宜通过综合技术经济比较确定。

4.9.3 在确定分户热计量采暖系统的户内采暖设备容量和计算户内管道时,应计入向邻户传热引起的耗热量附加,但所附加的耗

热量不应统计在采暖系统的总热负荷内。

4.9.4 分户热计量热水集中采暖系统,应在建筑物热力入口处设置热量表、差压或流量调节装置、除污器或过滤器等。

4.9.5 当热水集中采暖系统分户热计量装置采用热量表时,应符合下列要求:

1 应采用共用立管的分户独立系统形式;

2 户用热量表的流量传感器宜安装在供水管上,热量表前应设置过滤器;

3 系统的水质,应符合国家现行标准《工业锅炉水质》(GB 1576)的要求;

4 户内采暖系统宜采用单管水平跨越式、双管水平并联式、上供下回式等形式;

5 户内采暖系统管道的布置,条件许可时宜暗埋布置。但是暗埋管道不应有接头,且暗埋的管道宜外加塑料套管;

6 系统的共用立管和入户装置,宜设于管道井内。管道井宜邻楼梯间或户外公共空间;

7 分户热计量热水集中采暖系统的热量表,应符合国家现行行业标准《热量表》(CJ 128)的要求。

5 通 风

5.1 一 般 规 定

5.1.1 为了防止大量热、蒸汽或有害物质向人员活动区散发,防止有害物质对环境的污染,必须从总体规划、工艺、建筑和通风等方面采取有效的综合预防和治理措施。

5.1.2 放散有害物质的生产过程和设备,宜采用机械化、自动化,并应采取密闭、隔离和负压操作措施。对生产过程中不可避免放散的有害物质,在排放前,必须采取通风净化措施,并达到国家有关大气环境质量和各种污染物排放标准的要求。

5.1.3 放散粉尘的生产过程,宜采用湿式作业。输送粉尘物料时,应采用不扬尘的运输工具。放散粉尘的工业建筑,宜采用湿法冲洗措施,当工艺不允许湿法冲洗且防尘要求严格时,宜采用真空吸尘装置。

5.1.4 大量散热的热源(如散热设备、热物料等),宜放在生产厂房外面或坡屋内。对生产厂房内的热源,应采取隔热措施。工艺设计,宜采用远距离控制或自动控制。

5.1.5 确定建筑物方位和形式时,宜减少东西向的日晒。以自然通风为主的建筑物,其方位还应根据主要进风面和建筑物形式,按夏季最多风向布置。

5.1.6 位于夏热冬冷或夏热冬暖地区的建筑物建筑热工设计,应符合国家现行标准《民用建筑热工设计规范》(GB 50176)的规定。采用通风屋顶隔热时,其通风层长度不宜大于10m,空气层高度宜为20cm左右。散热量小于 $23\text{W}/\text{m}^3$ 的工业建筑,当屋顶离地面平均高度小于或等于8m时,宜采用屋顶隔热措施。

5.1.7 对于放散热或有害物质的生产设备布置,应符合下列

要求:

1 放散不同毒性有害物质的生产设备布置在同一建筑物内时,毒性大的应与毒性小的隔开;

2 放散热和有害气体的生产设备,应布置在厂房自然通风的天窗下部或穿堂风的下风侧;

3 放散热和有害气体的生产设备,当必须布置在多层厂房的下层时,应采取防止污染室内上层空气的有效措施。

5.1.8 建筑物内,放散热、蒸汽或有害物质的生产过程和设备,宜采用局部排风。当局部排风达不到卫生要求时,应辅以全面排风或采用全面排风。

5.1.9 设计局部排风或全面排风时,宜采用自然通风。当自然通风不能满足卫生、环保或生产工艺要求时,应采用机械通风或自然与机械的联合通风。

5.1.10 凡属设有机械通风系统的房间,人员所需的新风量应满足第 3.1.9 条的规定;人员所在房间不设机械通风系统时,应有可开启外窗。

5.1.11 组织室内送风、排风气流时,不应使含有大量热、蒸汽或有害物质的空气流入没有或仅有少量热、蒸汽或有害物质的人员活动区,且不应破坏局部排风系统的正常工作。

5.1.12 凡属下列情况之一时,应单独设置排风系统:

1 两种或两种以上的有害物质混合后能引起燃烧或爆炸时;

2 混合后能形成毒害更大或腐蚀性的混合物、化合物时;

3 混合后易使蒸汽凝结并聚积粉尘时;

4 散发剧毒物质的房间和设备;

5 建筑物内设有储存易燃易爆物质的单独房间或有防火防爆要求的单独房间。

5.1.13 同时放散有害物质、余热和余湿时,全面通风量应按其中所需最大的空气量确定。多种有害物质同时放散于建筑物内时,

其全面通风量的确定应按国家现行标准《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1)执行。

送入室内的室外新风量,不应小于本规范第 3.1.9 条所规定的人员所需最小新风量。

5.1.14 放散入室内的有害物质数量不能确定时,全面通风量可参照类似房间的实测资料或经验数据,按换气次数确定,亦可按国家现行的各相关行业标准执行。

5.1.15 建筑物的防烟、排烟设计,应按国家现行标准《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045)及《建筑设计防火规范》(GB 50016)执行。

5.2 自然通风

5.2.1 消除建筑物余热、余湿的通风设计,应优先利用自然通风。

5.2.2 厨房、厕所、盥洗室和浴室等,宜采用自然通风。当利用自然通风不能满足室内卫生要求时,应采用机械通风。

民用建筑的卧室、起居室(厅)以及办公室等,宜采用自然通风。

5.2.3 放散热量的工业建筑,其自然通风量应根据热压作用按本规范附录 F 的规定进行计算。

5.2.4 利用穿堂风进行自然通风的厂房,其迎风面与夏季最多风向宜成 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 角,且不应小于 45° 角。

5.2.5 夏季自然通风应采用阻力系数小、易于操作和维修的进排风口或窗扇。

5.2.6 夏季自然通风用的进风口,其下缘距室内地面的高度不应大于 1.2m;冬季自然通风用的进风口,当其下缘距室内地面的高度小于 4m 时,应采取防止冷风吹向工作地点的措施。

5.2.7 当热源靠近工业建筑的一侧外墙布置,且外墙与热源之间无工作地点时,该侧外墙上的进风口,宜布置在热源的间断处。

5.2.8 利用天窗排风的工业建筑,符合下列情况之一时,应采用

避风天窗：

- 1 夏热冬冷和夏热冬暖地区，室内散热量大于 $23\text{W}/\text{m}^3$ 时；
- 2 其他地区，室内散热量大于 $35\text{W}/\text{m}^3$ 时；
- 3 不允许气流倒灌时。

注：多跨厂房的相邻天窗或天窗两侧与建筑物邻接，且处于负压区时，无挡风板的天窗，可视为避风天窗。

5.2.9 利用天窗排风的工业建筑，符合下列情况之一时，可不设避风天窗：

- 1 利用天窗能稳定排风时；
- 2 夏季室外平均风速小于或等于 $1\text{m}/\text{s}$ 时。

5.2.10 当建筑物一侧与较高建筑物相邻接时，为了防止避风天窗或风帽倒灌，其各部尺寸应符合图 5.2.10-1、图 5.2.10-2 和表 5.2.10 的要求。

表 5.2.10 避风天窗或风帽与建筑物的相关尺寸

Z/h	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3
$\frac{B-Z}{H}$	≤ 1.3	1.4	1.45	1.5	1.65	1.8	2.1	2.5	2.9	3.7	4.6	5.6

注：当 $Z/h > 2.3$ 时，建筑物的相关尺寸可不受限制。

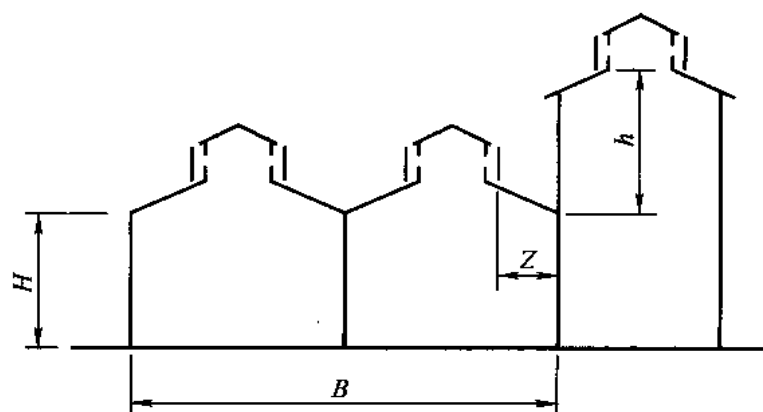


图 5.2.10-1 避风天窗与建筑的相关尺寸

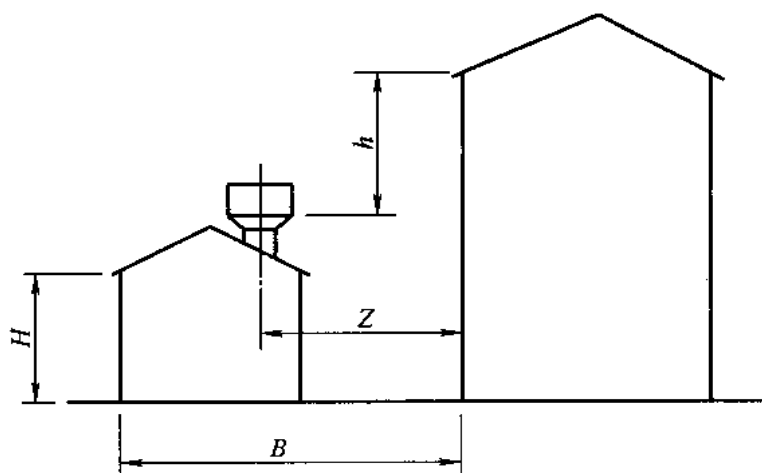


图 5.2.10-2 风帽与建筑物的相关尺寸

5.2.11 挡风板与天窗之间,以及作为避风天窗的多跨工业建筑相邻天窗之间,其端部均应封闭。当天窗较长时,应设置横向隔板,其间距不应大于挡风板上缘至地坪高度的 3 倍,且不应大于 50m。在挡风板或封闭物上,应设置检查门。

挡风板下缘至屋面的距离,宜采用 0.1~0.3m。

5.2.12 不需调节天窗窗扇开启角度的高温工业建筑,宜采用不带窗扇的避风天窗,但应采取防雨措施。

5.3 机械通风

5.3.1 设置集中采暖且有机械排风的建筑物,当采用自然补风不能满足室内卫生条件、生产工艺要求或在技术经济上不合理时,宜设置机械送风系统。设置机械送风系统时,应进行风量平衡及热平衡计算。

每班运行不足 2h 的局部排风系统,当室内卫生条件和生产工艺要求许可时,可不设机械送风补偿所排出的风量。

5.3.2 选择机械送风系统的空气加热器时,室外计算参数应采用采暖室外计算温度;当其用于补偿消除余热、余湿用全面排风耗热量时,应采用冬季通风室外计算温度。

5.3.3 要求空气清洁的房间,室内应保持正压。放散粉尘、有害气体或有爆炸危险物质的房间,应保持负压。

当要求空气清洁程度不同或与有异味的房间比邻且有门(孔)相通时,应使气流从较清洁的房间流向污染较严重的房间。

5.3.4 机械送风系统进风口的位置,应符合下列要求:

1 应直接设在室外空气较清洁的地点;

2 应低于排风口;

3 进风口的下缘距室外地坪不宜小于 2m,当设在绿化地带时,不宜小于 1m;

4 应避免进风、排风短路。

5.3.5 用于甲、乙类生产厂房的送风系统,可共用同一进风口,但应与丙、丁、戊类生产厂房和辅助建筑物及其他通风系统的进风口分设;对有防火防爆要求的通风系统,其进风口应设在不可能有火花溅落的安全地点,排风口应设在室外安全处。

5.3.6 凡属下列情况之一时,不应采用循环空气:

1 甲、乙类生产厂房,以及含有甲、乙类物质的其他厂房;

2 丙类生产厂房,如空气中含有燃烧或爆炸危险的粉尘、纤维,含尘浓度大于或等于其爆炸下限的 25 % 时;

3 含有难闻气味以及含有危险浓度的致病细菌或病毒的房间;

4 对排除含尘空气的局部排风系统,当排风经净化后,其含尘浓度仍大于或等于工作区容许浓度的 30 % 时。

5.3.7 机械送风系统(包括与热风采暖合用的系统)的送风方式,应符合下列要求:

1 放散热或同时放散热、湿和有害气体的工业建筑,当采用上部或上下部同时全面排风时,宜送至作业地带;

2 放散粉尘或密度比空气大的气体和蒸汽,而不同时放散热的工业建筑,当从下部地区排风时,宜送至上部区域;

3 当固定工作地点靠近有害物质放散源,且不可能安装有效

的局部排风装置时,应直接向工作地点送风。

5.3.8 符合下列条件,可设置置换通风:

- 1 有热源或热源与污染源伴生;
- 2 人员活动区空气质量要求严格;
- 3 房间高度不小于 2.4m;
- 4 建筑、工艺及装修条件许可且技术经济比较合理。

5.3.9 置换通风的设计,应符合下列规定:

- 1 房间内人员头脚处空气温差不应大于 3℃;
- 2 人员活动区内气流分布均匀;
- 3 工业建筑内置换通风器的出风速度不宜大于 0.5m/s;
- 4 民用建筑内置换通风器的出风速度不宜大于 0.2m/s。

5.3.10 同时放散热、蒸汽和有害气体或仅放散密度比空气小的有害气体的工业建筑,除设局部排风外,宜从上部区域进行自然或机械的全面排风,其排风量不应小于每小时 1 次换气;当房间高度大于 6m 时,排风量可按 $6\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ 计算。

5.3.11 当采用全面排风消除余热、余湿或其他有害物质时,应分别从建筑物内温度最高、含湿量或有害物质浓度最大的区域排风。全面排风量的分配应符合下列要求:

1 当放散气体的密度比室内空气轻,或虽比室内空气重但建筑内放散的显热全年均能形成稳定的上升气流时,宜从房间上部区域排出;

2 当放散气体的密度比空气重,建筑内放散的显热不足以形成稳定的上升气流而沉积在下部区域时,宜从下部区域排出总排风量的 2/3,上部区域排出总排风量的 1/3,且不应小于每小时 1 次换气;

3 当人员活动区有害气体与空气混合后的浓度未超过卫生标准,且混合后气体的相对密度与空气密度接近时,可只设上部或下部区域排风。

注:1 相对密度小于或等于 0.75 的气体视为比空气轻,当其相对密度大于 0.75

时,视为比空气重。

2 上、下部区域的排风量中,包括该区域内的局部排风量。

3 地面以上 2m 以下规定为下部区域。

5.3.12 排除有爆炸危险的气体、蒸汽和粉尘的局部排风系统,其风量应按在正常运行和事故情况下,风管内这些物质的浓度不大于爆炸下限的 50% 计算。

5.3.13 局部排风罩不能采用密闭形式时,应根据不同的工艺操作要求和技术经济条件选择适宜的排风罩。

5.3.14 建筑物全面排风系统吸风口的布置,应符合下列规定:

1 位于房间上部区域的吸风口,用于排除余热、余湿和有害气体时(含氢气时除外),吸风口上缘至顶棚平面或屋顶的距离不大于 0.4m;

2 用于排除氢气与空气混合物时,吸风口上缘至顶棚平面或屋顶的距离不大于 0.1m;

3 位于房间下部区域的吸风口,其下缘至地板间距不大于 0.3m;

4 因建筑结构造成有爆炸危险气体排出的死角处,应设置导流设施。

5.3.15 含有剧毒物质或难闻气味物质的局部排风系统,或含有浓度较高的爆炸危险性物质的局部排风系统所排出的气体,应排至建筑物空气动力阴影区和正压区外。

注:当排出的气体符合国家现行的大气环境质量和各种污染物排放标准及各行业污染物排放标准时,可不受本条规定的限制。

5.3.16 采用燃气加热的采暖装置、热水器或炉灶等的通风要求,应符合国家现行标准《城镇燃气设计规范》(GB 50028)的有关规定。

5.3.17 民用建筑的厨房、卫生间宜设置竖向排风道。竖向排风道应具有防火、防倒灌、防串味及均匀排气的功能。

住宅建筑无外窗的卫生间,应设置机械排风排入有防回流设施的竖向排风道,且应留有必要的进风面积。

5.4 事故通风

5.4.1 可能突然放散大量有害气体或有爆炸危险气体的建筑物,应设置事故通风装置。

5.4.2 设置事故通风系统,应符合下列要求:

1 放散有爆炸危险的可燃气体、粉尘或气溶胶等物质时,应设置防爆通风系统或诱导式事故排风系统;

2 具有自然通风的单层建筑物,所放散的可燃气体密度小于室内空气密度时,宜设置事故送风系统;

3 事故通风宜由经常使用的通风系统和事故通风系统共同保证,但在发生事故时,必须保证能提供足够的通风量。

5.4.3 事故通风量,宜根据工艺设计要求通过计算确定,但换气次数不应小于每小时 12 次。

5.4.4 事故排风的吸风口,应设在有害气体或爆炸危险性物质放散量可能最大或聚集最多的地点。对事故排风的死角处,应采取导流措施。

5.4.5 事故排风的排风口,应符合下列规定:

1 不应布置在人员经常停留或经常通行的地点;

2 排风口与机械送风系统的进风口的水平距离不应小于 20m;当水平距离不足 20m 时,排风口必须高出进风口,并不得小于 6m;

3 当排气中含有可燃气体时,事故通风系统排风口距可能火花溅落地点应大于 20m;

4 排风口不得朝向室外空气动力阴影区和正压区。

5.4.6 事故通风的通风机,应分别在室内、外便于操作的地点设置电器开关。

5.5 隔热降温

5.5.1 工作人员在较长时间内直接受辐射热影响的工作地点,当其辐射照度大于或等于 $350\text{W}/\text{m}^2$ 时,应采取隔热措施;受辐射热

影响较大的工作室应隔热。

5.5.2 经常受辐射热影响的工作地点,应根据工艺、供水和室内气象等条件,分别采用水幕、隔热水箱或隔热屏等隔热措施。

5.5.3 工作人员经常停留的高温地面或靠近的高温壁板,其表面平均温度不应高于 40°C 。当采用串水地板或隔热水箱时,其排水温度不宜高于 45°C 。

5.5.4 较长时间操作的工作地点,当其热环境达不到卫生要求时,应设置局部送风。

5.5.5 当采用不带喷雾的轴流式通风机进行局部送风时,工作地点的风速,应符合下列规定:

轻作业 $2\sim 3\text{m/s}$

中作业 $3\sim 5\text{m/s}$

重作业 $4\sim 6\text{m/s}$

5.5.6 当采用喷雾风扇进行局部送风时,工作地点的风速应采用 $3\sim 5\text{m/s}$,雾滴直径应小于 $100\mu\text{m}$ 。

注:喷雾风扇只适用于温度高于 35°C ,辐射照度大于 $1400\text{W}/\text{m}^2$,且工艺不忌细小雾滴的中、重作业的工作地点。

5.5.7 设置系统式局部送风时,工作地点的温度和平均风速,应按表 5.5.7 采用。

表 5.5.7 工作地点的温度和平均风速

热辐射照度 (W/m^2)	冬 季		夏 季	
	温度($^{\circ}\text{C}$)	风速(m/s)	温度($^{\circ}\text{C}$)	风速(m/s)
350~700	20~25	1~2	26~31	1.5~3
701~1400	20~25	1~3	26~30	2~4
1401~2100	18~22	2~3	25~29	3~5
2101~2800	18~22	3~4	24~28	4~6

注:1 轻作业时,温度宜采用表中较高值,风速宜采用较低值;重作业时,温度宜采用较低值,风速宜采用较高值;中作业时,其数据可按插入法确定。

2 表中夏季工作地点的温度,对于夏热冬冷或夏热冬暖地区可提高 2°C ;对于累年最热月平均温度小于 25°C 的地区可降低 2°C 。

3 表中的热辐射照度系指 1h 内的平均值。

5.5.8 当局部送风系统的空气需要冷却或加热处理时,其室外计算参数,夏季应采用通风室外计算温度及相对湿度;冬季应采用采暖室外计算温度。

5.5.9 系统式局部送风,宜符合下列要求:

1 送风气流宜从人体的前侧上方倾斜吹到头、颈和胸部,必要时亦可从上向下垂直送风;

2 送到人体上的有效气流宽度,宜采用 1m;对于室内散热量小于 $23\text{W}/\text{m}^3$ 的轻作业,可采用 0.6m;

3 当工作人员活动范围较大时,宜采用旋转送风口。

5.5.10 特殊高温的工作小室,应采取密闭、隔热措施,采用冷风机组或空气调节机组降温,并符合国家现行标准《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1)的要求。

5.6 除尘与有害气体净化

5.6.1 局部排风系统排出的有害气体,当其有害物质的含量超过排放标准或环境要求时,应采取有效净化措施。

5.6.2 放散粉尘的生产工艺过程,当湿法除尘不能满足环保及卫生要求时,应采用其他的机械除尘、机械与湿法联合除尘或静电除尘。

5.6.3 放散粉尘或有害气体的工艺流程和设备,其密闭形式应根据工艺流程、设备特点、生产工艺、安全要求及便于操作、维修等因素确定。

5.6.4 吸风点的排风量,应按防止粉尘或有害气体逸至室内的原则通过计算确定。有条件时,可采用实测数据经验数值。

5.6.5 确定密闭罩吸风口的位置、结构和风速时,应使罩内负压均匀,防止粉尘外逸并不致把物料带走。吸风口的平均风速,不宜大于下列数值:

细粉料的筛分	0.6m/s
物料的粉碎	2m/s

粗颗粒物料的破碎 3m/s

5.6.6 除尘系统的排风量,应按其全部吸风点同时工作计算。

注:有非同时工作吸风点时,系统的排风量可按同时工作的吸风点的排风量与非同时工作吸风点排风量的 15%~20%之和确定,并应在各间歇工作的吸风点上装设与工艺设备联锁的阀门。

5.6.7 除尘风管内的最小风速,不得低于本规范附录 G 的规定。

5.6.8 除尘系统的划分,应按下列规定:

- 1 同一生产流程、同时工作的扬尘点相距不远时,宜合设一个系统;
- 2 同时工作但粉尘种类不同的扬尘点,当工艺允许不同粉尘混合回收或粉尘无回收价值时,可合设一个系统;
- 3 温湿度不同的含尘气体,当混合后可能导致风管内结露时,应分设系统。

注:除尘系统的划分,尚应符合本规范第 5.1.11 条的要求。

5.6.9 除尘器的选择,应根据下列因素并通过技术经济比较确定:

- 1 含尘气体的化学成分、腐蚀性、爆炸性、温度、湿度、露点、气体量和含尘浓度;
- 2 粉尘的化学成分、密度、粒径分布、腐蚀性、亲水性、磨琢度、比电阻、黏结性、纤维性和可燃性、爆炸性等;
- 3 净化后气体的容许排放浓度;
- 4 除尘器的压力损失和除尘效率;
- 5 粉尘的回收价值及回收利用形式;
- 6 除尘器的设备费、运行费、使用寿命、场地布置及外部水、电源条件等;
- 7 维护管理的繁简程度。

5.6.10 净化有爆炸危险的粉尘和碎屑的除尘器、过滤器及管道等,均应设置泄爆装置。

净化有爆炸危险粉尘的干式除尘器和过滤器,应布置在系统

的负压段上。

5.6.11 用于净化有爆炸危险粉尘的干式除尘器和过滤器的布置,应符合国家现行标准《建筑设计防火规范》(GB 50016)中的有关规定。

5.6.12 对除尘器收集的粉尘或排出的含尘污水,根据生产条件、除尘器类型、粉尘的回收价值和便于维护管理等因素,必须采取妥善的回收或处理措施;工艺允许时,应纳入工艺流程回收处理。处理干式除尘器收集的粉尘时,应采取防止二次扬尘的措施。含尘污水的排放,应符合国家现行标准《污水综合排放标准》(GB 8978)和《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1)的要求。

5.6.13 当收集的粉尘允许直接纳入工艺流程时,除尘器宜布置在生产设备(胶带运输机、料仓等)的上部。当收集的粉尘不允许直接纳入工艺流程时,应设储尘斗及相应的搬运设备。

5.6.14 干式除尘器的卸尘管和湿式除尘器的污水排出管,必须采取防止漏风的措施。

5.6.15 吸风点较多时,除尘系统的各支管段,宜设置调节阀门。

5.6.16 除尘器宜布置在除尘系统的负压段。当布置在正压段时,应选用排尘通风机。

5.6.17 湿式除尘器有冻结可能时,应采取防冻措施。

5.6.18 粉尘净化遇水后,能产生可燃或有爆炸危险的混合物时,不得采用湿式除尘器。

5.6.19 当含尘气体温度高于过滤器、除尘器和风机所容许的工作温度时,应采取冷却降温措施。

5.6.20 旅馆、饭店及餐饮业建筑物以及大、中型公共食堂的厨房,应设机械排风和油烟净化装置,其油烟排放浓度不应大于 $2.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。条件许可时,宜设置集中排油烟烟道。

5.7 设备选择与布置

5.7.1 选择空气加热器、冷却器和除尘器等设备时,应附加风管

等的漏风量。风管允许漏风量应符合本规范第 5.8.2 条的规定。

5.7.2 选择通风机时,应按下列因素确定:

1 通风机的风量应在系统计算的总风量上附加风管和设备的漏风量;

注:正压除尘系统不计除尘器的漏风量。

2 采用定转速通风机时,通风机的压力应在系统计算的压力损失上附加 10%~15%;

3 采用变频通风机时,通风机的压力应以系统计算的总压力损失作为额定风压,但风机电动机的功率应在计算值上再附加 15%~20%;

4 风机的选用设计工况效率,不应低于风机最高效率的 90%。

5.7.3 输送非标准状态空气的通风、空气调节系统,当以实际容积风量用标准状态下的图表计算出的系统压力损失值,并按一般的通风机性能样本选择通风机时,其风量和风压均不应修正,但电动机的轴功率应进行验算。

5.7.4 当通风系统的风量或阻力较大,采用单台通风机不能满足使用要求时,宜采用两台或两台以上同型号、同性能的通风机并联或串联安装,但其联合工况下的风量和风压应按通风机和管道的特性曲线确定。不同型号、不同性能的通风机不宜串联或并联安装。

5.7.5 在下列条件下,应采用防爆型设备:

1 直接布置在有甲、乙类物质场所中的通风、空气调节和热风采暖的设备;

2 排除有甲、乙类物质的通风设备;

3 排除含有燃烧或爆炸危险的粉尘、纤维等丙类物质,其含尘浓度高于或等于其爆炸下限的 25%时的设备。

5.7.6 排除有爆炸危险的可燃气体、蒸汽或粉尘气溶胶等物质的排风系统,当防爆通风机不能满足技术要求时,可采用诱导通风装

置;当其布置在室外时,通风机应采用防爆型的,电动机可采用密闭型。

5.7.7 空气中含有易燃易爆危险物质的房间中的送风、排风系统应采用防爆型的通风设备。送风机如设置在单独的通风机室内且送风干管上设置止回阀门时,可采用非防爆型通风设备。

5.7.8 用于甲、乙类的场所的通风、空气调节和热风采暖的送风设备,不应与排风设备布置在同一通风机室内。

用于排除甲、乙类物质的排风设备,不应与其他系统的通风设备布置在同一通风机室内。

5.7.9 甲、乙类生产厂房的全面和局部送风、排风系统,以及其他建筑物排除有爆炸危险物质的局部排风系统,其设备不应布置在建筑物的地下室、半地下室内。

5.7.10 排除、输送有燃烧或爆炸危险混合物的通风设备和风管,均应采取防静电接地措施(包括法兰跨接),不应采用容易积聚静电的绝缘材料制作。

5.7.11 符合下列条件之一时,通风设备和风管应采取保温或防冻等措施:

- 1 不允许所输送空气的温度有较显著升高或降低时;
- 2 所输送空气的温度较高时;
- 3 除尘风管或干式除尘器内可能有结露时;
- 4 排出的气体在排入大气前,可能被冷却而形成凝结物堵塞或腐蚀风管时;
- 5 湿法除尘设施或湿式除尘器等可能冻结时。

5.8 风管及其他

5.8.1 通风、空气调节系统的风管,宜采用圆形或长、短边之比不大于4的矩形截面,其最大长、短边之比不应超过10。风管的截面尺寸,宜按国家现行标准《通风与空气调节工程施工质量验收规范》(GB 50243)中的规定执行。金属风管管径应为外径或外边

长;非金属风管管径应为内径或内边长。

5.8.2 风管漏风量应根据管道长短及其气密程度,按系统风量的百分率计算。风管漏风率宜采用下列数值:

一般送、排风系统 5%~10%

除尘系统 10%~15%

5.8.3 通风、除尘、空气调节系统各环路的压力损失应进行压力平衡计算。各并联环路压力损失的相对差额,不宜超过下列数值:

一般送、排风系统 15%

除尘系统 10%

注:当通过调整管径或改变风量仍无法达到上述数值时,宜装设调节装置。

5.8.4 除尘系统的风管,应符合下列要求:

1 宜采用明设的圆形钢制风管,其接头和接缝应严密、平滑;

2 除尘风管最小直径,不应小于以下数值:

细矿尘、木材粉尘 80mm

较粗粉尘、木屑 100mm

粗粉尘、粗刨花 130mm

3 风管宜垂直或倾斜敷设。倾斜敷设时,与水平面的夹角应大于 45°;小坡度或水平敷设的管段不宜过长,并应采取防止积尘的措施;

4 支管宜从主管的上面或侧面连接;三通的夹角宜采用 15°~45°;

5 在容易积尘的异形管件附近,应设置密闭清扫孔。

5.8.5 输送高温气体的风管,应采取热补偿措施。

5.8.6 一般工业建筑的机械通风系统,其风管内的风速宜按表 5.8.6 采用。

表 5.8.6 风管内的风速(m/s)

风管类别	钢板及非金属风管	砖及混凝土风道
干 管	6~14	4~12
支 管	2~8	2~6

5.8.7 通风设备、风管及配件等,应根据其所处的环境和输送的气体或粉尘的温度、腐蚀性等,采用防腐材料制作或采取相应的防腐措施。

5.8.8 建筑物内的热风采暖、通风与空气调节系统的风管布置,防火阀、排烟阀等的设置,均应符合国家现行有关建筑设计防火规范的要求。

5.8.9 甲、乙、丙类工业建筑的送风、排风管道宜分层设置。当水平和垂直风管在进入车间处设置防火阀时,各层的水平或垂直送风管可合用一个送风系统。

5.8.10 通风、空气调节系统的风管,应采用不燃材料制作。接触腐蚀性气体的风管及柔性接头,可采用难燃材料制作。

5.8.11 用于甲、乙类工业建筑的排风系统,以及排除有爆炸危险物质的局部排风系统,其风管不应暗设,亦不应布置在建筑物的地下室、半地下室内。

5.8.12 甲、乙、丙类生产厂房的风管,以及排除有爆炸危险物质的局部排风系统的风管,不宜穿过其他房间。必须穿过时,应采用密实焊接、无接头、非燃烧材料制作的通过式风管。通过式风管穿过房间的防火墙、隔墙和楼板处应用防火材料封堵。

5.8.13 排除有爆炸危险物质和含有剧毒物质的排风系统,其正压管段不得穿过其他房间。

排除有爆炸危险物质的排风管上,其各支管节点处不应设置调节阀,但应对两个管段结合点及各支管之间进行静压平衡计算。

排除含有剧毒物质的排风系统,其正压管段不宜过长。

5.8.14 有爆炸危险厂房的排风管道及排除有爆炸危险物质的风管,不应穿过防火墙,其他风管不宜穿过防火墙和不燃性楼板等防火分隔物。如必须穿过时,应在穿过处设防火阀。在防火阀两侧各 2m 范围内的风管及其保温材料,应采用不燃材料。风管穿过处的缝隙应用防火材料封堵。

5.8.15 可燃气体管道、可燃液体管道和电线、排水管道等,不得穿过风管的内腔,也不得沿风管的外壁敷设。可燃气体管道和可燃液体管道,不应穿过通风机室。

5.8.16 热媒温度高于 110°C 的供热管道不应穿过输送有爆炸危险混合物的风管,亦不得沿上述风管外壁敷设;当上述风管与热媒管道交叉敷设时,热媒温度应至少比有爆炸危险的气体、蒸汽、粉尘或气溶胶等物质的自燃点($^{\circ}\text{C}$)低 20%。

5.8.17 外表面温度高于 80°C 的风管和输送有爆炸危险物质的风管及管道,其外表面之间,应有必要的安全距离;当互为上下布置时,表面温度较高者应布置在上面。

5.8.18 输送温度高于 80°C 的空气或气体混合物的风管,在穿过建筑物的可燃或难燃烧体结构处,应保持大于 150mm 的安全距离或设置不燃材料的隔热层,其厚度应按隔热层外表面温度不超过 80°C 确定。

5.8.19 输送高温气体的非保温金属风管、烟道,沿建筑物的可燃或难燃烧体结构敷设时,应采取有效的遮热防护措施并保持必要的安全距离。

5.8.20 当排除含有氢气或其他比空气密度小的可燃气体混合物时,局部排风系统的风管,应沿气体流动方向具有上倾的坡度,其值不小于 0.005。

5.8.21 当风管内可能产生沉积物、凝结水或其他液体时,风管应设置不小于 0.005 的坡度,并在风管的最低点和通风机的底部设排水装置。

5.8.22 当风管内设有电加热器时,电加热器前后各 800mm 范围内的风管和穿过设有火源等容易起火房间的风管及其保温材料均应采用不燃材料。

5.8.23 通风系统的中、低压离心式通风机,当其配用的电动机功率小于或等于 75kW,且供电条件允许时,可不装设仅为启动用的阀门。

5.8.24 与通风机等振动设备连接的风管,应装设挠性接头。

5.8.25 对于排除有害气体或含有粉尘的通风系统,其风管的排风口宜采用锥形风帽或防雨风帽。

6 空气调节

6.1 一般规定

6.1.1 符合下列条件之一时,应设置空气调节:

- 1 采用采暖通风达不到人体舒适标准或室内热湿环境要求时;
- 2 采用采暖通风达不到工艺对室内温度、湿度、洁净度等要求时;
- 3 对提高劳动生产率和经济效益有显著作用时;
- 4 对保证身体健康、促进康复有显著效果时;
- 5 采用采暖通风虽能达到人体舒适和满足室内热湿环境要求,但不经济时。

6.1.2 在满足工艺要求的条件下,宜减少空气调节区的面积和散热、散湿设备。当采用局部空气调节或局部区域空气调节能满足要求时,不应采用全室性空气调节。

有高大空间的建筑物,仅要求下部区域保持一定的温湿度时,宜采用分层式送风或下部送风的气流组织方式。

6.1.3 空气调节区内的空气压力应满足下列要求:

- 1 工艺性空气调节,按工艺要求确定;
- 2 舒适性空气调节,空气调节区与室外的压力差或空气调节区相互之间有压差要求时,其压差值宜取 $5\sim 10\text{Pa}$,但不应大于 50Pa 。

6.1.4 空气调节区宜集中布置。室内温湿度基数和使用要求相近的空气调节区宜相邻布置。

6.1.5 围护结构的传热系数,应根据建筑物的用途和空气调节的类别,通过技术经济比较确定。对于工艺性空气调节不应大于表 6.1.5 所规定的数值;对于舒适性空气调节,应符合国家现行有关

节能设计标准的规定。

表 6.1.5 围护结构传热系数 K 值 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$

围护结构名称	室温允许波动范围($^\circ\text{C}$)		
	$\pm 0.1 \sim 0.2$	± 0.5	$\geq \pm 1.0$
屋 顶	—	—	0.8
顶 棚	0.5	0.8	0.9
外 墙	—	0.8	1.0
内墙和楼板	0.7	0.9	1.2

注:1 表中内墙和楼板的有关数值,仅使用于相邻空气调节区的温差大于 3°C 时。

2 确定围护结构的传热系数时,尚应符合本规范第 4.1.8 条的规定。

6.1.6 工艺性空气调节区,当室温允许波动范围小于或等于 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 时,其围护结构的热惰性指标 D 值,不应小于表 6.1.6 的规定。

表 6.1.6 围护结构最小热惰性指标 D 值

围护结构名称	室温允许波动范围($^\circ\text{C}$)	
	$\pm 0.1 \sim 0.2$	± 0.5
外 墙	—	4
屋 顶	—	3
顶 棚	4	3

6.1.7 工艺性空气调节区的外墙、外墙朝向及其所在层次,应符合表 6.1.7 的要求。

表 6.1.7 外墙、外墙朝向及所在层次

室温允许波动范围($^\circ\text{C}$)	外 墙	外墙朝向	层 次
$\geq \pm 1.0$	宜减少外墙	宜北向	宜避免在顶层
± 0.5	不宜有外墙	如有外墙时,宜北向	宜底层
$\pm 0.1 \sim 0.2$	不应有外墙	—	宜底层

注:1 室温允许波动范围小于或等于 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 的空气调节区,宜布置在室温允许波动范围较大的空气调节区之中,当布置在单层建筑物内时,宜设通风屋顶。

2 本条和本规范第 6.1.9 条规定的“北向”,适用于北纬 23.5° 以北的地区,北纬 23.5° 以南的地区,可相应地采用南向。

6.1.8 空气调节建筑的外窗面积不宜过大。不同窗墙面积比的外窗,其传热系数应符合国家现行有关节能设计标准的规定;外窗玻璃的遮阳系数,严寒地区宜大于 0.80,非严寒地区宜小于 0.65 或采用外遮阳措施。

室温允许波动范围大于或等于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 的空气调节区,部分窗扇应能开启。

6.1.9 工艺性空气调节区,当室温允许波动范围大于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 时,外窗宜北向; $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 时,不应有东、西向外窗; $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 时,不宜有外窗,如有外窗时,应北向。

6.1.10 工艺性空气调节区的门和门斗,应符合表 6.1.10 的要求。舒适性空气调节区开启频繁的外门,宜设门斗、旋转门或弹簧门等,必要时可设置空气幕。

表 6.1.10 门 和 门 斗

室温允许波动范围 ($^{\circ}\text{C}$)	外门和门斗	内门和门斗
$\geq \pm 1.0$	不宜设置外门,如有经常开启的外门,应设门斗	门两侧温差大于或等于 7°C 时,宜设门斗
± 0.5	不应有外门,如有外门时,必须设门斗	门两侧温差大于 3°C 时,宜设门斗
$\pm 0.1 \sim 0.2$	—	内门不宜通向室温基数不同或室温允许波动范围大于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 的邻室

注:外门门缝应严密,当门两侧的温差大于或等于 7°C 时,应采用保温门。

6.1.11 选择确定功能复杂、规模很大的公共建筑的空气调节方案时,宜通过全年能耗分析和投资及运行费用等的比较,进行优化设计。

6.2 负 荷 计 算

6.2.1 除方案设计或初步设计阶段可使用冷负荷指标进行必要的估算之外,应对空气调节区进行逐项逐时的冷负荷计算。

6.2.2 空气调节区的夏季计算得热量,应根据下列各项确定:

- 1 通过围护结构传入的热量;
- 2 通过外窗进入的太阳辐射热量;
- 3 人体散热量;
- 4 照明散热量;
- 5 设备、器具、管道及其他内部热源的散热量;
- 6 食品或物料的散热量;
- 7 渗透空气带入的热量;
- 8 伴随各种散湿过程产生的潜热量。

6.2.3 空气调节区的夏季冷负荷,应根据各项得热量的种类和性质以及空气调节区的蓄热特性,分别进行计算。

通过围护结构进入的非稳态传热量、透过外窗进入的太阳辐射热量、人体散热量以及非全天使用的设备、照明灯具的散热量等形成的冷负荷,应按非稳态传热方法计算确定,不应将上述得热量的逐时值直接作为各相应时刻冷负荷的即时值。

6.2.4 计算围护结构传热量时,室外或邻室计算温度,宜按下列情况分别确定:

1 对于外窗,采用室外计算逐时温度,按本规范第 3.2.10 条式(3.2.10-1)计算。

2 对于外墙和屋顶,采用室外计算逐时综合温度,按式(6.2.4-1)计算:

$$t_{zs} = t_{sh} + \frac{\rho J}{\alpha_w} \quad (6.2.4-1)$$

式中 t_{zs} ——夏季空气调节室外计算逐时综合温度(℃);

t_{sh} ——夏季空气调节室外计算逐时温度(℃),按本规范第 3.2.10 条的规定采用;

ρ ——围护结构外表面对于太阳辐射热的吸收系数;

J ——围护结构所在朝向的逐时太阳总辐射照度(W/m²);

α_w ——围护结构外表面换热系数[W/(m²·℃)]。

3 对于室温允许波动范围大于或等于±1.0℃的空气调节区,其非轻型外墙的室外计算温度可采用近似室外计算日平均综合温度,按式(6.2.4-2)计算:

$$t_{zp} = t_{wp} + \frac{\rho J_p}{\alpha_w} \quad (6.2.4-2)$$

式中 t_{zp} ——夏季空气调节室外计算日平均综合温度(℃);

t_{wp} ——夏季空气调节室外计算日平均温度(℃),按本规范第3.2.9条的规定采用;

J_p ——围护结构所在朝向太阳总辐射照度的日平均值(W/m²);

ρ, α_w ——同式(6.2.4-1)。

4 对于隔墙、楼板等内围护结构,当邻室为非空气调节区时,采用邻室计算平均温度,按式(6.2.4-3)计算:

$$t_{1s} = t_{wp} + \Delta t_{1s} \quad (6.2.4-3)$$

式中 t_{1s} ——邻室计算平均温度(℃);

t_{wp} ——同式(6.2.4-2);

Δt_{1s} ——邻室计算平均温度与夏季空气调节室外计算日平均温度的差值(℃),宜按表6.2.4采用。

表 6.2.4 温度的差值(℃)

邻室散热量(W/m ³)	Δt_{1s}
很少(如办公室和走廊等)	0~2
<23	3
23~116	5

6.2.5 外墙和屋顶传热形成的逐时冷负荷,宜按式(6.2.5)计算:

$$CL = KF(t_{w1} - t_n) \quad (6.2.5)$$

式中 CL ——外墙或屋顶传热形成的逐时冷负荷(W);

K ——传热系数[W/(m²·℃)];

F ——传热面积(m²);

t_{w1} ——外墙或屋顶的逐时冷负荷计算温度(°C),根据建筑物的地理位置、朝向和构造、外表面颜色和粗糙程度以及空气调节区的蓄热特性,可按本规范第6.2.4条确定的 t_{zs} 值,通过计算确定;

t_n ——夏季空气调节室内计算温度(°C)。

注:当屋顶处于空气调节区之外时,只计算屋顶传热进入空气调节区的辐射部分形成的冷负荷。

6.2.6 对于室温允许波动范围大于或等于±1.0°C的空气调节区,其非轻型外墙传热形成的冷负荷,可近似按式(6.2.6)计算。

$$CL = KF(t_{zp} - t_n) \quad (6.2.6)$$

式中 CL 、 K 、 F 、 t_n ——同式(6.2.5);

t_{zp} ——同式(6.2.4-2)。

6.2.7 外窗温差传热形成的逐时冷负荷,宜按式(6.2.7)计算:

$$CL = KF(t_{w1} - t_n) \quad (6.2.7)$$

式中 CL ——外窗温差传热形成的逐时冷负荷(W);

t_{w1} ——外窗的逐时冷负荷计算温度(°C),根据建筑物的地理位置和空气调节区的蓄热特性,按本规范第3.2.10条确定的 t_{sh} 值,通过计算确定;

K 、 F 、 t_n ——同式(6.2.5)。

6.2.8 空气调节区与邻室的夏季温差大于3°C时,宜按式(6.2.8)计算通过隔墙、楼板等内围护结构传热形成的冷负荷:

$$CL = KF(t_{1s} - t_n) \quad (6.2.8)$$

式中 CL ——内围护结构传热形成的冷负荷(W);

K 、 F 、 t_n ——同式(6.2.5);

t_{1s} ——同式(6.2.4-3)。

6.2.9 舒适性空气调节区,夏季可不计算通过地面传热形成的冷负荷。工艺性空气调节区,有外墙时,宜计算距外墙2m范围内的地面传热形成的冷负荷。

6.2.10 透过玻璃窗进入空气调节区的太阳辐射热量,应根据当

地的太阳辐射照度、外窗的构造、遮阳设施的类型以及附近高大建筑或遮挡物的影响等因素,通过计算确定。

6.2.11 透过玻璃窗进入空气调节区的太阳辐射热形成的冷负荷,应根据本规范第 6.2.10 条得出的太阳辐射热量,考虑外窗遮阳设施的种类、室内空气分布特点以及空气调节区的蓄热特性等因素,通过计算确定。

6.2.12 确定人体、照明和设备等散热形成的冷负荷时,应根据空气调节区蓄热特性和不同使用功能,分别选用适宜的人员群集系数、设备功率系数、同时使用系数以及通风保温系数,有条件时宜采用实测数值。

当上述散热形成的冷负荷占空气调节区冷负荷的比率较小时,可不考虑空气调节区蓄热特性的影响。

6.2.13 空气调节区的夏季计算散湿量,应根据下列各项确定:

- 1 人体散湿量;
- 2 渗透空气带入的湿量;
- 3 化学反应过程的散湿量;
- 4 各种潮湿表面、液面或液流的散湿量;
- 5 食品或其他物料的散湿量;
- 6 设备散湿量。

6.2.14 确定散湿量时,应根据散湿源的种类,分别选用适宜的人员群集系数、同时使用系数以及通风系数。有条件时,应采用实测数值。

6.2.15 空气调节区的夏季冷负荷,应按各项逐时冷负荷的综合最大值确定。

空气调节系统的夏季冷负荷,应根据所服务空气调节区的同时使用情况、空气调节系统的类型及调节方式,按各空气调节区逐时冷负荷的综合最大值或各空气调节区夏季冷负荷的累计值确定,并应计入各项有关的附加冷负荷。

6.2.16 空气调节系统的冬季热负荷,宜按本规范第 4.2 节的规

定计算；室外计算温度，应按本规范第 3.2.5 条的规定计算。

6.3 空气调节系统

6.3.1 选择空气调节系统时，应根据建筑物的用途、规模、使用特点、负荷变化情况与参数要求、所在地区气象条件与能源状况等，通过技术经济比较确定。

6.3.2 属下列情况之一的空气调节区，宜分别或独立设置空气调节风系统：

- 1 使用时间不同的空气调节区；
- 2 温湿度基数和允许波动范围不同的空气调节区；
- 3 对空气的洁净要求不同的空气调节区；
- 4 有消声要求和产生噪声的空气调节区；
- 5 空气中含有易燃易爆物质的空气调节区；
- 6 在同一时间内须分别进行供热和供冷的空气调节区。

6.3.3 全空气空气调节系统应采用单风管式系统。下列空气调节区宜采用全空气定风量空气调节系统：

- 1 空间较大、人员较多；
- 2 温湿度允许波动范围小；
- 3 噪声或洁净度标准高。

6.3.4 当各空气调节区热湿负荷变化情况相似，采用集中控制，各空气调节区温湿度波动不超过允许范围时，可集中设置共用的全空气定风量空气调节系统。需分别控制各空气调节区室内参数时，宜采用变风量或风机盘管等空气调节系统，不宜采用末端再热的全空气定风量空气调节系统。

6.3.5 当空气调节区允许采用较大送风温差或室内散湿量较大时，应采用具有一次回风的全空气定风量空气调节系统。

6.3.6 当多个空气调节区合用一个空气调节风系统，各空气调节区负荷变化较大、低负荷运行时间较长，且需要分别调节室内温度，在经济、技术条件允许时，宜采用全空气变风量空气调节系统。

当空气调节区允许温湿度波动范围小或噪声要求严格时,不宜采用变风量空气调节系统。

6.3.7 采用变风量空气调节系统时,应符合下列要求:

- 1 风机采用变速调节;
- 2 采取保证最小新风量要求的措施;
- 3 当采用变风量的送风末端装置时,送风口应符合本规范第

6.5.2 条的规定。

6.3.8 全空气空气调节系统符合下列情况之一时,宜设回风机:

- 1 不同季节的新风量变化较大、其他排风出路不能适应风量变化要求;
- 2 系统阻力较大,设置回风机经济合理。

6.3.9 空气调节区较多、各空气调节区要求单独调节,且建筑层高较低的建筑物,宜采用风机盘管加新风系统。经处理的新风宜直接送入室内。当空气调节区空气质量和温、湿度波动范围要求严格或空气中含有较多油烟等有害物质时,不应采用风机盘管。

6.3.10 经技术经济比较合理时,中小型空气调节系统可采用变制冷剂流量分体式空气调节系统。该系统全年运行时,宜采用热泵式机组。在同一系统中,当同时有需要分别供冷和供热的空气调节区时,宜选择热回收式机组。

变制冷剂流量分体式空气调节系统不宜用于振动较大、油污蒸汽较多以及产生电磁波或高频波的场所。

6.3.11 当采用冰蓄冷空气调节冷源或有低温冷媒可利用时,宜采用低温送风空气调节系统;对要求保持较高空气湿度或需要较大送风量的空气调节区,不宜采用低温送风空气调节系统。

6.3.12 采用低温送风空气调节系统时,应符合下列规定:

- 1 空气冷却器出风温度与冷媒进口温度之间的温差不宜小于 3°C ,出风温度宜采用 $4\sim 10^{\circ}\text{C}$,直接膨胀系统不应低于 7°C 。

- 2 应计算送风机、送风管道及送风末端装置的温升,确定室内送风温度并应保证在室内温湿度条件下风口不结露。

3 采用低温送风时,室内设计干球温度宜比常规空气调节系统提高 1°C 。

4 空气处理机组的选型,应通过技术经济比较确定。空气冷却器的迎风面风速宜采用 $1.5\sim 2.3\text{m/s}$,冷媒通过空气冷却器的温升宜采用 $9\sim 13^{\circ}\text{C}$ 。

5 采用向空气调节区直接送低温冷风的送风口,应采取能够在系统开始运行时,使送风温度逐渐降低的措施。

6 低温送风系统的空气处理机组、管道及附件、末端送风装置必须进行严密的保冷,保冷层厚度应经计算确定,并应符合本规范第 7.9.4 条的规定。

7 低温送风系统的末端送风装置,应符合本规范第 6.5.2 条的规定。

6.3.13 下列情况应采用直流式(全新风)空气调节系统:

1 夏季空气调节系统的回风焓值高于室外空气焓值;

2 系统服务的各空气调节区排风量大于按负荷计算出的送风量;

3 室内散发有害物质,以及防火防爆等要求不允许空气循环使用;

4 各空气调节区采用风机盘管或循环风空气处理机组,集中送新风的系统。

6.3.14 空气调节系统的新风量,应符合下列规定:

1 不小于人员所需新风量,以及补偿排风和保持室内正压所需风量两项中的较大值;

2 人员所需新风量应满足本规范第 3.1.9 条的要求,并根据人员的活动和工作性质以及在室内的停留时间等因素确定。

6.3.15 舒适性空气调节和条件允许的工艺性空气调节可用新风作冷源时,全空气调节系统应最大限度地使用新风。

6.3.16 新风进风口的面积应适应最大新风量的需要。进风口处应装设能严密关闭的阀门。进风口位置应符合本规范第 5.3.4 条

的规定。

6.3.17 空气调节系统应有排风出路并应进行风量平衡计算,室内正压值应符合本规范第 6.1.3 条的规定。人员集中或过渡季节使用大量新风的空气调节区,应设置机械排风设施,排风量应适应新风量的变化。

6.3.18 设有机机械排风时,空气调节系统宜设置热回收装置。

6.3.19 空气调节系统风管内的风速,应符合本规范第 9.1.5 条的规定。

6.4 空气调节冷热水及冷凝水系统

6.4.1 空气调节冷热水参数,应通过技术经济比较后确定。宜采用以下数值:

- 1 空气调节冷水供水温度: $5\sim 9^{\circ}\text{C}$,一般为 7°C ;
- 2 空气调节冷水供回水温差: $5\sim 10^{\circ}\text{C}$,一般为 5°C ;
- 3 空气调节热水供水温度: $40\sim 65^{\circ}\text{C}$,一般为 60°C ;
- 4 空气调节热水供回水温差: $4.2\sim 15^{\circ}\text{C}$,一般为 10°C 。

6.4.2 空气调节水系统宜采用闭式循环。当必须采用开式系统时,应设置蓄水箱;蓄水箱的蓄水量,宜按系统循环水量的 $5\%\sim 10\%$ 确定。

6.4.3 全年运行的空气调节系统,仅要求按季节进行供冷和供热转换时,应采用两管制水系统;当建筑物内一些区域需全年供冷时,宜采用冷热源同时使用的分区两管制水系统。当供冷和供热工况交替频繁或同时使用时,可采用四管制水系统。

6.4.4 中小型工程宜采用一次泵系统;系统较大、阻力较高,且各环路负荷特性或阻力相差悬殊时,宜在空气调节水的冷热源侧和负荷侧分别设一次泵和二次泵。

6.4.5 设置 2 台或 2 台以上冷水机组和循环泵的空气调节水系统,应能适应负荷变化改变系统流量,并宜按照本规范第 8.5.6 条的要求,设置相应的自控设施。

6.4.6 水系统的竖向分区应根据设备、管道及附件的承压能力确定。两管制风机盘管水系统的管路宜按建筑物的朝向及内外区分区布置。

6.4.7 空气调节水循环泵,应按下列原则选用:

1 两管制空气调节水系统,宜分别设置冷水和热水循环泵。当冷水循环泵兼作冬季的热水循环泵使用时,冬、夏季水泵运行的台数及单台水泵的流量、扬程应与系统工况相吻合。

2 一次泵系统的冷水泵以及二次泵系统中一次冷水泵的台数和流量,应与冷水机组的台数及蒸发器的额定流量相对应。

3 二次泵系统的二次冷水泵台数应按系统的分区和每个分区的流量调节方式确定,每个分区不宜少于2台。

4 空气调节热水泵台数应根据供热系统规模和运行调节方式确定,不宜少于2台;严寒及寒冷地区,当热水泵不超过3台时,其中一台宜设置为备用泵。

6.4.8 多台一次冷水泵之间通过共用集管连接时,每台冷水机组入口或出口管道上宜设电动阀,电动阀宜与对应运行的冷水机组和冷水泵联锁。

6.4.9 空气调节水系统布置和选择管径时,应减少并联环路之间的压力损失的相对差额,当超过15%时,应设置调节装置。

6.4.10 空气调节水系统的小时泄漏量,宜按系统水容量的1%计算。

6.4.11 空气调节水系统的补水点,宜设置在循环水泵的吸入口处。当补水压力低于补水点压力时,应设置补水泵。空气调节补水泵按下列要求选择和设定:

1 补水泵的扬程,应保证补水压力比系统静止时补水点的压力高30~50kPa;

2 小时流量宜为系统水容量的5%~10%;

3 严寒及寒冷地区空气调节热水用及冷热水合用的补水泵,宜设置备用泵。

6.4.12 当设置补水泵时,空气调节水系统应设补水调节水箱;水箱的调节容积应按照水源的供水能力、水处理设备的间断运行时间及补水泵稳定运行等因素确定。

6.4.13 闭式空气调节水系统的定压和膨胀,应按下列要求设计:

1 定压点宜设在循环水泵的吸入口处,定压点最低压力应使系统最高点压力高于大气压力 5kPa 以上;

2 宜采用高位水箱定压;

3 膨胀管上不应设置阀门;

4 系统的膨胀水量应能够回收。

6.4.14 当给水硬度较高时,空气调节热水系统的补水宜进行水处理,并应符合设备对水质的要求。

6.4.15 空气调节水管的坡度、设置伸缩器的要求,应符合本规范第 4.8.17 条和第 4.8.18 条对热水供暖管道的规定。

6.4.16 空气调节水系统应设置排气和泄水装置。

6.4.17 冷水机组或换热器、循环水泵、补水泵等设备的入口管道上,应根据需要设置过滤器或除污器。

6.4.18 空气处理设备冷凝水管道,应按下列规定设置:

1 当空气调节设备的冷凝水盘位于机组的正压段时,冷凝水盘的出水口宜设置水封;位于负压段时,应设置水封,水封高度应大于冷凝水盘处正压或负压值。

2 冷凝水盘的泄水支管沿水流方向坡度不宜小于 0.01,冷凝水水平干管不宜过长,其坡度不应小于 0.003,且不允许有积水部位。

3 冷凝水水平干管始端应设置扫除口。

4 冷凝水管道宜采用排水塑料管或热镀锌钢管,管道应采取防凝露措施。

5 冷凝水排入污水系统时,应有空气隔断措施,冷凝水管不得与室内密闭雨水系统直接连接。

6 冷凝水管管径应按冷凝水的流量和管道坡度确定。

6.5 气流组织

6.5.1 空气调节区的气流组织,应根据建筑物的用途对空气调节区内温湿度参数、允许风速、噪声标准、空气质量、室内温度梯度及空气分布特性指标(ADPI)的要求,结合建筑物特点、内部装修、工艺(含设备散热因素)或家具布置等进行设计、计算。

6.5.2 空气调节区的送风方式及送风口的选型,应符合下列要求:

1 宜采用百叶风口或条缝型风口等侧送,侧送气流宜贴附;工艺设备对侧送气流有一定阻碍或单位面积送风量较大,人员活动区的风速有要求时,不应采用侧送。

2 当有吊顶可利用时,应根据空气调节区高度与使用场所对气流的要求,分别采用圆形、方形、条缝形散流器或孔板送风。当单位面积送风量较大,且人员活动区内要求风速较小或区域温差要求严格时,应采用孔板送风。

3 空间较大的公共建筑和室温允许波动范围大于或等于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 的高大厂房,宜采用喷口送风、旋流风口送风或地板式送风。

4 变风量空气调节系统的送风末端装置,应保证在风量改变时室内气流分布不受影响,并满足空气调节区的温度、风速的基本要求。

5 选择低温送风口时,应使送风口表面温度高于室内露点温度 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。

6.5.3 采用贴附侧送风时,应符合下列要求:

1 送风口上缘离顶棚距离较大时,送风口处设置向上倾斜 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 的导流片;

2 送风口内设置使射流不致左右偏斜的导流片;

3 射流流程中无阻挡物。

6.5.4 采用孔板送风时,应符合下列要求:

1 孔板上部稳压层的高度应按计算确定,但净高不应小于 0.2m 。

2 向稳压层内送风的速度宜采用 $3\sim 5\text{m/s}$ 。除送风射流较长的以外,稳压层内可不设送风分布支管。在送风口处,宜装设防止送风气流直接吹向孔板的导流片或挡板。

6.5.5 采用喷口送风时,应符合下列要求:

- 1 人员活动区宜处于回流区;
- 2 喷口的安装高度应根据空气调节区高度和回流区的分布位置等因素确定;
- 3 兼作热风采暖时,宜能够改变射流出口角度的可能性。

6.5.6 分层空气调节的气流组织设计,应符合下列要求:

1 空气调节区宜采用双侧送风,当空气调节区跨度小于 18m 时,亦可采用单侧送风,其回风口宜布置在送风口的同侧下方。

2 侧送多股平行射流应互相搭接;采用双侧对送射流时,其射程可按相对喷口中点距离的 90% 计算。

3 宜减少非空气调节区向空气调节区的热转移。必要时,应在非空气调节区设置送、排风装置。

6.5.7 空气调节系统上送风方式的夏季送风温差应根据送风口类型、安装高度、气流射程长度以及是否贴附等因素确定。在满足舒适和工艺要求的条件下,宜加大送风温差。舒适性空气调节的送风温差,当送风口高度小于或等于 5m 时,不宜大于 10°C ,当送风口高度大于 5m 时,不宜大于 15°C ;工艺性空气调节的送风温差,宜按表 6.5.7 采用。

表 6.5.7 工艺性空气调节的送风温差($^{\circ}\text{C}$)

室温允许波动范围($^{\circ}\text{C}$)	送风温差($^{\circ}\text{C}$)
$>\pm 1.0$	≤ 15
± 1.0	$6\sim 9$
± 0.5	$3\sim 6$
$\pm 0.1\sim 0.2$	$2\sim 3$

6.5.8 空气调节区的换气次数,应符合下列规定:

- 1 舒适性空气调节每小时不宜小于 5 次,但高大空间的换气

次数应按其冷负荷通过计算确定；

2 工艺性空气调节不宜小于表 6.5.8 所列的数值。

表 6.5.8 工艺性空气调节换气次数

室温允许波动范围(℃)	每小时换气次数	附 注
±1.0	5	高大空间除外
±0.5	8	—
±0.1~0.2	12	工作时间不送风的除外

6.5.9 送风口的出口风速应根据送风方式、送风口类型、安装高度、室内允许风速和噪声标准等因素确定。消声要求较高时,宜采用 2~5m/s,喷口送风可采用 4~10m/s。

6.5.10 回风口的布置方式,应符合下列要求:

1 回风口不应设在射流区内和人员长时间停留的地点;采用侧送时,宜设在送风口的同侧下方。

2 条件允许时,宜采用集中回风或走廊回风,但走廊的横断面风速不宜过大且应保持走廊与非空气调节区之间的密封性。

6.5.11 回风口的吸风速度,宜按表 6.5.11 选用。

表 6.5.11 回风口的吸风速度(m/s)

回 风 口 的 位 置		最大吸风速度(m/s)
房 间 上 部		≤4.0
房 间 下 部	不靠近人经常停留的地点时	≤3.0
	靠近人经常停留的地点时	≤1.5

6.6 空气处理

6.6.1 组合式空气处理机组宜安装在空气调节机房内,并留有必要的维修通道和检修空间。

6.6.2 空气的冷却应根据不同条件和要求,分别采用以下处理方式:

1 循环水蒸发冷却;

2 江水、湖水、地下水等天然冷源冷却；

3 采用蒸发冷却和天然冷源等自然冷却方式达不到要求时，应采用人工冷源冷却。

6.6.3 空气的蒸发冷却采用江水、湖水、地下水等天然冷源时，应符合下列要求：

1 水质符合卫生要求；

2 水的温度、硬度等符合使用要求；

3 使用过后的回水予以再利用；

4 地下水使用过后的回水全部回灌并不得造成污染。

6.6.4 空气冷却装置的选择，应符合下列要求：

1 采用循环水蒸发冷却或采用江水、湖水、地下水作为冷源时，宜采用喷水室；采用地下水等天然冷源且温度条件适宜时，宜选用两级喷水室。

2 采用人工冷源时，宜采用空气冷却器、喷水室。当利用循环水进行绝热加湿或利用喷水提高空气处理后的饱和度时，可采用带喷水装置的空气冷却器。

6.6.5 在空气冷却器中，空气与冷媒应逆向流动，其迎风面的空气质量流速宜采用 $2.5 \sim 3.5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。当迎风面的空气质量流速大于 $3.0 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时，应在冷却器后设置挡水板。

6.6.6 制冷剂直接膨胀式空气冷却器的蒸发温度，应比空气的出口温度至少低 3.5°C ；在常温空气调节系统情况下，满负荷时，蒸发温度不宜低于 0°C ；低负荷时，应防止其表面结霜。

6.6.7 空气冷却器的冷媒进口温度，应比空气的出口干球温度至少低 3.5°C 。冷媒的温升宜采用 $5 \sim 10^\circ\text{C}$ ，其流速宜采用 $0.6 \sim 1.5 \text{ m/s}$ 。

6.6.8 空气调节系统采用制冷剂直接膨胀式空气冷却器时，不得用氨作制冷剂。

6.6.9 采用人工冷源喷水室处理空气时，冷水的温升宜采用 $3 \sim 5^\circ\text{C}$ ；采用天然冷源喷水室处理空气时，其温升应通过计算确定。

6.6.10 在进行喷水室热工计算时,应进行挡水板过水量对处理后空气参数影响的修正。

6.6.11 加热空气的热媒宜采用热水。对于工艺性空气调节系统,当室内温度要求控制的允许波动范围小于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 时,送风末端精调加热器宜采用电加热器。

6.6.12 空气调节系统的新风和回风应过滤处理,其过滤处理效率和出口空气的清洁度应符合本规范第 3.1.8 条的有关要求。当采用粗效空气过滤器不能满足要求时,应设置中效空气过滤器。空气过滤器的阻力应按终阻力计算。

6.6.13 一般中、大型恒温恒湿类空气调节系统和对相对湿度有上限控制要求的空气调节系统,其空气处理的设计,应采取新风预先单独处理,除去多余的含湿量在随后的处理中取消再热过程,杜绝冷热抵消现象。

7 空气调节冷热源

7.1 一般规定

7.1.1 空气调节人工冷热源宜采用集中设置的冷(热)水机组和供热、换热设备。其机型和设备的选择,应根据建筑物空气调节规模、用途、冷热负荷、所在地区气象条件、能源结构、政策、价格及环保规定等情况,按下列要求通过综合论证确定:

1 热源应优先采用城市、区域供热或工厂余热;

2 具有城市燃气供应的地区,可采用燃气锅炉、燃气热水机供热或燃气吸收式冷(温)水机组供冷、供热;

3 无上述热源和气源供应的地区,可采用燃煤锅炉、燃油锅炉供热,电动压缩式冷水机组供冷或燃油吸收式冷(温)水机组供冷、供热;

4 具有多种能源的地区的大型建筑,可采用复合式能源供冷、供热;

5 夏热冬冷地区、干旱缺水地区的中、小型建筑可采用空气源热泵或地下埋管式地源热泵冷(热)水机组供冷、供热;

6 有天然水等资源可供利用时,可采用水源热泵冷(热)水机组供冷、供热;

7 全年进行空气调节,且各房间或区域负荷特性相差较大,需要长时间向建筑物同时供热和供冷时,经技术经济比较后,可采用水环热泵空气调节系统供冷、供热;

8 在执行分时电价、峰谷电价差较大的地区,空气调节系统采用低谷电价时段蓄冷(热)能明显节电及节省投资时,可采用蓄冷(热)系统供冷(热)。

7.1.2 在电力充足、供电政策和价格优惠的地区,符合下列情况

之一时,可采用电力为供热能源:

1 以供冷为主,供热负荷较小的建筑;

2 无城市、区域热源及气源,采用燃油、燃煤设备受环保、消防严格限制的建筑;

3 夜间可利用低谷电价进行蓄热的系统。

7.1.3 需设空气调节的商业或公共建筑群,有条件时宜采用热、电、冷联产系统或设置集中供冷、供热站。

7.1.4 符合下列情况之一时,宜采用分散设置的风冷、水冷式或蒸发冷却式空气调节机组:

1 空气调节面积较小,采用集中供冷、供热系统不经济的建筑;

2 需设空气调节的房间布置过于分散的建筑;

3 设有集中供冷、供热系统的建筑中,使用时间和要求不同的少数房间;

4 需增设空气调节,而机房和管道难以设置的原有建筑;

5 居住建筑。

7.1.5 电动压缩式机组的总装机容量,应按本规范第 6.2.15 条计算的冷负荷选定,不另作附加。

7.1.6 电动压缩式机组台数及单机制冷量的选择,应满足空气调节负荷变化规律及部分负荷运行的调节要求,一般不宜少于两台;当小型工程仅设一台时,应选调节性能优良的机型。

7.1.7 选择电动压缩式机组时,其制冷剂必须符合有关环保要求,采用过渡制冷剂时,其使用年限不得超过中国禁用时间表的规定。

7.2 电动压缩式冷水机组

7.2.1 水冷电动压缩式冷水机组的机型,宜按表 7.2.1 内的制冷量范围,经过性能价格比进行选择。

表 7.2.1 水冷式冷水机组选型范围

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

注:名义工况指出水温度 7℃,冷却水温度 30℃。

7.2.2 水冷、风冷式冷水机组的选型,应采用名义工况制冷性能系数(COP)较高的产品。制冷性能系数(COP)应同时考虑满负荷与部分负荷因素。

7.2.3 在有工艺用氨制冷的冷库和工业等建筑,其空气调节系统采用氨制冷机房提供冷源时,必须符合下列条件:

1 应采用水/空气间接供冷方式,不得采用氨直接膨胀空气冷却器的送风系统;

2 氨制冷机房及管路系统设计应符合国家现行标准《冷库设计规范》(GB 50072)的规定。

7.2.4 采用氨冷水机组提供冷源时,应符合下列条件:

1 氨制冷机房单独设置且远离建筑群;

2 采用安全性、密封性能良好的整体式氨冷水机组;

3 氨冷水机排氨口排气管,其出口应高于周围 50m 范围内最高建筑物屋脊 5m;

4 设置紧急泄氨装置。当发生事故时,能将机组氨液排入水池或下水道。

7.3 热 泵

7.3.1 空气源热泵机组的选型,应符合下列要求:

1 机组名义工况制冷、制热性能系数(COP)应高于国家现行标准;

2 具有先进可靠的融霜控制,融霜所需时间总和不应超过运行周期时间的 20%;

3 应避免对周围建筑物产生噪声干扰,符合国家现行标准《城市区域环境噪声标准》(GB 3096—82)的要求;

4 在冬季寒冷、潮湿的地区,需连续运行或对室内温度稳定性有要求的空气调节系统,应按当地平衡点温度确定辅助加热装置的容量。

7.3.2 空气源热泵冷热水机组冬季的制热量,应根据室外空气调节计算温度修正系数和融霜修正系数,按下式进行修正:

$$Q=qK_1K_2 \quad (7.3.2)$$

式中 Q ——机组制热量(kW);

q ——产品样本中的瞬时制热量(标准工况:室外空气干球温度 7℃、湿球温度 6℃)(kW);

K_1 ——使用地区室外空气调节计算干球温度的修正系数,按产品样本选取;

K_2 ——机组融霜修正系数,每小时融霜一次取 0.9,两次取 0.8。

注:每小时融霜次数可按所选机组融霜控制方式、冬季室外计算温度、湿度选取或向生产厂家咨询。

7.3.3 水源热泵机组采用地下水、地表水时,应符合以下原则:

1 机组所需水源的总水量应按冷(热)负荷、水源温度、机组和板式换热器性能综合确定。

2 水源供水应充足稳定,满足所选机组供冷、供热时对水温和水质的要求,当水源的水质不能满足要求时,应相应采取有效的过滤、沉淀、灭藻、阻垢、除垢和防腐等措施。

3 采用集中设置的机组时,应根据水源水质条件确定水源直接进入机组换热或另设板式换热器间接换热;采用分散小型单元

式机组时,应设板式换热器间接换热。

7.3.4 水源热泵机组采用地下水为水源时,应采用闭式系统;对地下水应采取可靠的回灌措施,回灌水不得对地下水资源造成污染。

7.3.5 采用地下埋管换热器和地表水盘管换热器的地源热泵时,其埋管和盘管的形式、规格与长度,应按冷(热)负荷、土地面积、土壤结构、土壤温度、水体温度的变化规律和机组性能等因素确定。

7.3.6 采用水环热泵空气调节系统时,应符合下列规定:

- 1 循环水水温宜控制在 $15\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。
- 2 循环水系统宜通过技术经济比较确定采用闭式冷却塔或开式冷却塔。使用开式冷却塔时,应设置中间换热器。
- 3 辅助热源的供热量应根据冬季白天高峰和夜间低谷负荷时的建筑物的供暖负荷、系统可回收的内区余热等,经热平衡计算确定。

7.4 溴化锂吸收式机组

7.4.1 蒸汽、热水型溴化锂吸收式冷水机组和直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组的选择,应根据用户具备的加热源种类和参数合理确定。各类机型的加热源参数见表 7.4.1。

表 7.4.1 各类机型的加热源参数

机 型	加热源种类及参数
直 燃 机 组	天然气、人工煤气、轻柴油、液化石油气
蒸汽双效机组	蒸汽额定压力(表) $0.25、0.4、0.6、0.8\text{MPa}$
热水双效机组	$>140^{\circ}\text{C}$ 热水
蒸汽单效机组	废汽(0.1MPa)
热水单效机组	废热($85\sim 140^{\circ}\text{C}$ 热水)

7.4.2 直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组应优先采用天然气、人工煤气或液化石油气做加热源。当无上述气源供应时,宜采用轻柴油。

7.4.3 溴化锂吸收式机组在名义工况下的性能参数,应符合现行国家标准《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》(GB/T 18431)和《直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组》(GB/T 18362)的规定。

7.4.4 选用直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组时,应符合以下规定:

1 按冷负荷选型,并考虑冷、热负荷与机组供冷、供热量的匹配。

2 当热负荷大于机组供热量时,不应用加大机型的方式增加供热量;当通过技术经济比较合理时,可加大高压发生器和燃烧器以增加供热量,但增加的供热量不宜大于机组原供热量的 50%。

7.4.5 选择溴化锂吸收式机组时,应考虑机组水侧污垢及腐蚀等因素,对供冷(热)量进行修正。

7.4.6 采用供冷(温)及生活热水三用直燃机时,除应符合本规范第 7.4.3 条外,尚应符合下列要求:

1 完全满足冷(温)水与生活热水日负荷变化和季节负荷变化的要求,并达到实用、经济、合理;

2 设置与机组配合的控制系统,按冷(温)水及生活热水的负荷需求进行调节;

3 当生活热水负荷大、波动大或使用要求高时,应另设专用热水机组供给生活热水。

7.4.7 溴化锂吸收式机组的冷却水、补充水的水质要求,直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组的储油、供油系统、燃气系统等的设计,均应符合国家现行有关标准的规定。

7.5 蓄冷、蓄热

7.5.1 在执行峰谷电价且峰谷电价差较大的地区,具有下列条件之一,经综合技术经济比较合理时,宜采用蓄冷蓄热空气调节系统:

1 建筑物的冷、热负荷具有显著的不均衡性,有条件利用闲

置设备进行制冷、制热时；

2 逐时负荷的峰谷差悬殊，使用常规空气调节会导致装机容量过大，且经常处于部分负荷下运行时；

3 空气调节负荷高峰与电网高峰时段重合，且在电网低谷时段空气调节负荷较小时；

4 有避峰限电要求或必须设置应急冷源的场所。

7.5.2 在设计与选用蓄冷、蓄热装置时，蓄冷、蓄热系统的负荷，应按一个供冷或供热周期计算。所选蓄能装置的蓄存能力和释放能力，应满足空气调节系统逐时负荷要求，并充分利用电网低谷时段。

7.5.3 冰蓄冷系统形式，应根据建筑物的负荷特点、规律和蓄冰装置的特性等确定。

7.5.4 载冷剂的选择，应符合下列要求：

1 制冷机制冰时的蒸发温度，应高于该浓度下溶液的凝固点，而溶液沸点应高于系统的最高温度；

2 物理化学性能稳定；

3 比热大，密度小，黏度低，导热好；

4 无公害；

5 价格适中；

6 溶液中应添加防腐剂。

7.5.5 当采用乙烯乙二醇水溶液作为载冷剂时，开式系统应设补液设备，闭式系统应配置溶液膨胀箱和补液设备。

7.5.6 乙烯乙二醇水溶液的管道，可按冷水管进行水力计算，再加以修正后确定。25%浓度的乙烯乙二醇水溶液在管内的压力损失修正系数为1.2~1.3；流量修正系数为1.07~1.08。

7.5.7 载冷剂管路系统的设计，应符合下列规定：

1 载冷剂管路，不应选用镀锌钢管。

2 空气调节系统规模较小时，可采用乙烯乙二醇水溶液直接进入空气调节系统供冷；当空气调节水系统规模大、工作压力较高

时,宜通过板式换热器向空气调节系统供冷。

3 管路系统的最高处应设置自动排气阀。

4 溶液膨胀箱的溢流管应与溶液收集箱连接。

5 多台蓄冷装置并联时,宜采用同程连接;当不能实现时,宜在每台蓄冷装置的入口处安装流量平衡阀。

6 开式系统中,宜在回液管上安装压力传感器和电动阀控制。

7 管路系统中所有手动和电动阀,均应保证其动作灵活而且严密性好,既无外泄漏,也无内泄漏。

8 冰蓄冷系统应能通过阀门转换,实现不同的运行工况。

7.5.8 蓄冰装置的蓄冷特性,应保证在电网低谷时段内能完成全部预定蓄冷量的蓄存。

7.5.9 蓄冰装置的取冷特性,不仅应保证能取出足够的冷量,满足空气调节系统的用冷需求,而且在取冷过程中,取冷速率不应有太大的变化,冷水温度应基本稳定。

7.5.10 蓄冰装置容量与双工况制冷机的空气调节标准制冷量,宜按附录 H 计算确定。

7.5.11 较小的空气调节系统在制冰同时,有少量(一般不大于制冰量的 15%)连续空气调节负荷需求,可在系统中单设循环小泵取冷。

7.5.12 较大的空气调节系统制冰同时,如有一定量的连续空气调节负荷存在,宜专门设置基载制冷机。

7.5.13 蓄冰空气调节系统供水温度及回水温差,宜满足下列要求:

1 选用一般内融冰系统时,空气调节供回水宜为 $7\sim 12^{\circ}\text{C}$ 。

2 需要大温差供水($5\sim 15^{\circ}\text{C}$)时,宜选用串联式蓄冰系统。

3 采用低温送风系统时,宜选用 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 的空气调节供水温度;仅局部有低温送风要求时,可将部分载冷剂直接送至空气调节表冷器。

4 采用区域供冷时,供回水温度宜为 $3\sim 13^{\circ}\text{C}$ 。

7.5.14 共晶盐材料蓄冷装置的选择,应符合下列规定:

1 蓄冷装置的蓄冷速率应保证在允许的时段内能充分蓄冷,制冷机工作温度的降低应控制在整个系统具有经济性的范围内;

2 蓄冰装置的融冰速率与出水温度应满足空气调节系统的用冷要求;

3 共晶盐相变材料应选用物理化学性能稳定,相变潜热量大、无毒、价格适中的材料。

7.5.15 水蓄冷蓄热系统设计,应符合下列规定:

1 蓄冷水温不宜低于 4°C ;

2 蓄冷、蓄热混凝土水池容积不宜小于 100m^3 ;

3 蓄冷、蓄热水池深度,应考虑到水池中冷热掺混热损失,在条件允许时宜尽可能加深;

4 蓄热水池不应与消防水池合用;

5 水路设计时,应采用防止系统中水倒灌的措施;

6 当有特殊要求时,可采用蒸汽和高压过热水蓄热装置。

7.6 换 热 装 置

7.6.1 采用城市热网或区域锅炉房热源(蒸汽、热水)供热的空气调节系统,应设换热器进行供热。

7.6.2 换热器应选择高效、结构紧凑、便于维护、使用寿命长的产品。

7.6.3 换热器的容量,应根据计算热负荷确定。当一次热源稳定性差时,换热器的换热面积应乘以 $1.1\sim 1.2$ 的系数。

7.6.4 汽水换热器的蒸汽凝结水,应回收利用。

7.7 冷却水系统

7.7.1 水冷式冷水机组和整体式空气调节器的冷却水应循环使用。冷却水的热量宜回收利用,冷季宜利用冷却塔作为冷源设备

使用。

7.7.2 空气调节用冷水机组和水冷整体式空气调节器的冷却水水温,应按下列要求确定:

1 冷水机组的冷却水进口温度不宜高于 33°C 。

2 冷却水进口最低温度应按冷水机组的要求确定:电动压缩式冷水机组不宜低于 15.5°C ;溴化锂吸收式冷水机组不宜低于 24°C ;冷却水系统,尤其是全年运行的冷却水系统,宜对冷却水的供水温度采取调节措施。

3 冷却水进出口温差应按冷水机组的要求确定:电动压缩式冷水机组宜取 5°C ,溴化锂吸收式冷水机组宜为 $5\sim 7^{\circ}\text{C}$ 。

7.7.3 冷却水的水质应符合国家现行标准《工业循环冷却水处理设计规范》(GB 50050)及有关产品对水质的要求,并采取下列措施:

1 应设置稳定冷却水系统水质的有效水质控制装置;

2 水泵或冷水机组的入口管道上应设置过滤器或除污器;

3 当一般开式冷却水系统不能满足制冷设备的水质要求时,宜采用闭式冷却塔或设置中间换热器。

7.7.4 除采用分散设置的水冷整体式空气调节器或小型户式冷水机组等,可以合用冷却水系统外,冷却水泵台数和流量应与冷水机组相对应;冷却水泵的扬程应能满足冷却塔的进水压力要求。

7.7.5 多台冷水机组和冷却水泵之间通过共用集管连接时,每台冷水机组入口或出口管道上宜设电动阀,电动阀宜与对应运行的冷水机组和冷却水泵联锁。

7.7.6 冷却塔的选用和设置,应符合下列要求:

1 冷却塔的出口水温、进出口水温差和循环水量,在夏季空气调节室外计算湿球温度条件下,应满足冷水机组的要求;

2 对进口水压有要求的冷却塔的台数,应与冷却水泵台数相对应;

3 供暖室外计算温度在 0°C 以下的地区,冬季运行的冷却塔

应采取防冻措施；

4 冷却塔设置位置应通风良好，远离高温或有害气体，并应避免飘逸水对周围环境的影响；

5 冷却塔的噪声标准和噪声控制，应符合本规范第9章的有关要求；

6 冷却塔材质应符合防火要求。

7.7.7 当多台开式冷却塔并联运行，且不设集水箱时，应使各台冷却塔和水泵之间管段的压力损失大致相同，在冷却塔之间宜设平衡管或各台冷却塔底部设置公用连通水槽。

7.7.8 除横流式等进水口无余压要求的冷却塔外，多台冷却水泵和冷却塔之间通过共用集管连接时，应在每台冷却塔进水管上设置电动阀，当无集水箱或连通水槽时，每台冷却塔的出水管上也应设置电动阀，电动阀宜与对应的冷却水泵联锁。

7.7.9 开式系统冷却水补水量应按系统的蒸发损失、飘逸损失、排污泄漏损失之和计算。不设集水箱的系统，应在冷却塔底盘处补水；设置集水箱的系统，应在集水箱处补水。

7.7.10 间歇运行的开式冷却水系统，冷却塔底盘或集水箱的有效存水容积，应大于湿润冷却塔填料等部件所需水量，以及停泵时靠重力流入的管道等的水容量。

7.7.11 当冷却塔设置在多层或高层建筑的屋顶时，冷却水集水箱不宜设置在底层。

7.8 制冷和供热机房

7.8.1 制冷和供热机房宜设置在空气调节负荷的中心，并应符合下列要求：

1 机房宜设观察控制室、维修间及洗手间。

2 机房内的地面和设备机座应采用易于清洗的面层。

3 机房内应有良好的通风设施；地下层机房应设机械通风，必要时设置事故通风；控制室、维修间宜设空气调节装置。

4 机房应考虑预留安装孔、洞及运输通道。

5 机房应设电话及事故照明装置,照度不宜小于 100 lx,测量仪表集中处应设局部照明。

6 设置集中采暖的制冷机房,其室内温度不宜低于 16℃。

7 机房应设给水与排水设施,满足水系统冲洗、排污要求。

7.8.2 机房内设备布置,应符合以下要求:

1 机组与墙之间的净距不小于 1m,与配电柜的距离不小于 1.5m;

2 机组与机组或其他设备之间的净距不小于 1.2m;

3 留有不小于蒸发器、冷凝器或低温发生器长度的维修距离;

4 机组与其上方管道、烟道或电缆桥架的净距不小于 1m;

5 机房主要通道的宽度不小于 1.5m。

7.8.3 氨制冷机房,应满足下列要求:

1 机房内严禁采用明火采暖;

2 设置事故排风装置,换气次数每小时不少于 12 次,排风机选用防爆型。

7.8.4 直燃吸收式机房及其配套设施的设计应符合国家现行有关防火及燃气设计规范的规定。

7.9 设备、管道的保冷和保温

7.9.1 保冷、保温设计应符合保持供冷、供热生产能力及输送能力,减少冷、热量损失和节约能源的原则。具有下列情形的设备、管道及其附件、阀门等均应保冷或保温:

1 冷、热介质在生产和输送过程中产生冷热损失的部位;

2 防止外壁、外表面产生冷凝水的部位。

7.9.2 管道的保冷和保温,应符合下列要求:

1 保冷层的外表面不得产生凝结水。

2 管道和支架之间,管道穿墙、穿楼板处应采取防止“冷桥”、

“热桥”的措施。

3 采用非闭孔材料保冷时,外表面应设隔汽层和保护层;保温时,外表面应设保护层。

7.9.3 设备和管道的保冷、保温材料,应按下列要求选择:

1 保冷、保温材料的主要技术性能应按国家现行标准《设备及管道保冷设计导则》(GB/T 15586)及《设备及管道保温设计导则》(GB 8175)的要求确定;

2 优先采用导热系数小、湿阻因子大、吸水率低、密度小、综合经济效益高的材料;

3 用于冰蓄冷系统的保冷材料,除满足上述要求外,应采用闭孔型材料和对异形部位保冷简便的材料;

4 保冷、保温材料为不燃或难燃材料。

7.9.4 设备和管道的保冷及保温层厚度,应按以下原则计算确定:

1 供冷或冷热共用时,按《设备及管道保冷设计导则》(GB/T 15586)中经济厚度或防止表面凝露保冷厚度方法计算确定,亦可参照本规范附录J选用;

2 供热时,按《设备及管道保温设计导则》(GB 8175)中经济厚度方法计算确定;

3 凝结水管按《设备及管道保冷设计导则》(GB/T 15586)中防止表面凝露保冷厚度方法计算确定,可以参照本规范附录J选用。

8 监测与控制

8.1 一般规定

8.1.1 采暖、通风与空气调节系统应设置监测与控制系统,包括参数检测、参数与设备状态显示、自动调节与控制、工况自动转换、设备联锁与自动保护、能量计量以及中央监控与管理等。设计时,应根据建筑物的功能与标准、系统类型、设备运行时间以及工艺对管理的要求等因素,通过技术经济比较确定。

8.1.2 符合下列条件之一,采暖、通风和空气调节系统宜采用集中监控系统:

1 系统规模大,制冷空气调节设备台数多,采用集中监控系统可减少运行维护工作量,提高管理水平;

2 系统各部分相距较远且有关联,采用集中监控系统便于工况转换和运行调节;

3 采用集中监控系统可合理利用能量实现节能运行;

4 采用集中监控系统方能防止事故,保证设备和系统运行安全可靠。

8.1.3 不具备采用集中监控系统的采暖、通风和空气调节系统,当符合下列条件之一时,宜采用就地的自动控制系统:

1 工艺或使用条件有一定要求;

2 防止事故保证安全;

3 可合理利用能量实现节能运行。

8.1.4 采暖通风与空气调节设备设置联动、联锁等保护措施时,应符合下列规定:

1 当采用集中监控系统时,联动、联锁等保护措施应由集中监控系统实现;

2 当采用就地自动控制系统时,联动、联锁等保护措施,应为自控系统的一部分或独立设置;

3 当无集中监控或就地自动控制系统时,设置专门联动、联锁等保护措施。

8.1.5 采暖、通风与空气调节系统有代表性的参数,应在便于观察的地点设置就地检测仪表。

8.1.6 采用集中监控系统控制的动力设备,应设就地手动控制装置,并通过远距离/手动转换开关实现自动与就地手动控制的转换;自动/手动转换开关的状态应为集中监控系统的输入参数之一。

8.1.7 控制器宜安装在被控系统或设备附近,当采用集中监控系统时,应设置控制室;当就地控制系统环节及仪表较多时,宜设置控制室。

8.1.8 涉及防火与排烟系统的监测与控制,应执行国家现行有关防火规范的规定;与防排烟系统合用的通风空气调节系统应按消防设施的要求供电,并在火灾时转入火灾控制状态;通风空气调节风道上宜设置带位置反馈的防火阀。

8.2 传感器和执行器

8.2.1 温度传感器的设置,应满足下列条件:

1 温度传感器测量范围应为测点温度范围的 1.2~1.5 倍,传感器测量范围和精度应与二次仪表匹配,并高于工艺要求的控制和测量精度。

2 壁挂式空气温度传感器应安装在空气流通,能反映被测房间空气状态的位置;风道内温度传感器应保证插入深度,不得在探测头与风道外侧形成热桥;插入式水管温度传感器应保证测头插入深度在水流的主流区范围内。

3 机器露点温度传感器应安装在挡水板后有代表性的位置,应避免辐射热、振动、水滴及二次回风的影响。

4 风道内空气含有易燃易爆物质时,应采用本安型温度传感器。

8.2.2 湿度传感器的设置,应满足下列条件:

1 湿度传感器应安装在空气流通,能反映被测房间或风管内空气状态的位置,安装位置附近不应有热源及水滴;

2 易燃易爆环境应采用本安型湿度传感器。

8.2.3 压力(压差)传感器的设置,应满足下列条件:

1 选择压力(压差)传感器的工作压力(压差)应大于该点可能出现的最大压力(压差)的 1.5 倍,量程应为该点压力(压差)正常变化范围的 1.2~1.3 倍;

2 在同一建筑层的同一水系统上安装的压力(压差)传感器应处于同一标高。

8.2.4 流量传感器的设置,应满足下列条件:

1 流量传感器量程应为系统最大工作流量的 1.2~1.3 倍;

2 流量传感器安装位置前后应有保证产品所要求的直管段长度;

3 应选用具有瞬态值输出的流量传感器。

8.2.5 当用于安全保护和设备状态监视为目的时,宜选择温度开关、压力开关、风流开关、水流开关、压差开关、水位开关等以开关量形式输出的传感器,不宜使用连续量输出的传感器。

8.2.6 自动调节阀的选择,宜按下列规定确定:

1 水两通阀,宜采用等百分比特性的。

2 水三通阀,宜采用抛物线特性或线性特性的。

3 蒸汽两通阀,当压力损失比大于或等于 0.6 时,宜采用线性特性的;当压力损失比小于 0.6 时,宜采用等百分比特性的。压力损失比应按式(8.2.6)确定:

$$S = \Delta p_{\min} / \Delta p \quad (8.2.6)$$

式中 S ——压力损失比;

Δp_{\min} ——调节阀全开时的压力损失(Pa);

Δp ——调节阀所在串联支路的总压力损失(Pa)。

4 调节阀的口径应根据使用对象要求的流通能力,通过计算选择确定。

8.2.7 蒸汽两通阀应采用单座阀;三通分流阀不应用作三通混合阀;三通混合阀不宜用作三通分流阀使用。

8.2.8 当仅以开关形式做设备或系统水路的切换运行时,应采用通断阀,不得采用调节阀。

8.2.9 在易燃易爆环境中,应采用气动执行器与调节水阀、风阀配套使用。

8.3 采暖、通风系统的监测与控制

8.3.1 采暖、通风系统,应对下列参数进行监测:

- 1 采暖系统的供水、供汽和回水干管中的热媒温度和压力;
- 2 热风采暖系统的室内温度和热媒参数;
- 3 兼作热风采暖的送风系统的室内外温度和热媒参数;
- 4 除尘系统的除尘器进出口静压;
- 5 风机、水泵等设备的启停状态。

8.3.2 间歇供热的暖风机热风采暖系统,宜根据热媒的温度和压力变化控制暖风机的启停,当热媒的温度和压力高于设定值时暖风机自动开启;低于设定值时自动关闭。

8.3.3 排除剧毒物质或爆炸危险物质的局部排风系统,以及甲、乙类工业建筑的全面排风系统,应在工作地点设置通风机启停状态显示信号。

8.4 空气调节系统的监测与控制

8.4.1 空气调节系统中,应对下列参数进行监测:

- 1 室内外温度;
- 2 喷水室用的水泵出口压力及进出口水温;
- 3 空气冷却器出口的冷水温度;

- 4 加热器进出口的热媒温度和压力;
- 5 空气过滤器进出口静压差的超限报警;
- 6 风机、水泵、转轮热交换器、加湿器等设备启停状态。

8.4.2 全年运行的空气调节系统,宜按变结构多工况运行方式设计。

8.4.3 室温允许波动范围大于或等于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度允许波动范围大于或等于 $\pm 5\%$ 的空气调节系统,当水冷式空气冷却器采用变水量控制时,宜由室内温、湿度调节器通过高值或低值选择器进行优先控制,并对加热器或加湿器进行分程控制。

8.4.4 室内相对湿度的控制,可采用机器露点温度恒定、不恒定或不达到机器露点温度等方式。当室内散湿量较大时,宜采用机器露点温度不恒定或不达到机器露点温度的方式,直接控制室内相对湿度。

8.4.5 当受调节对象纯滞后、时间常数及热湿扰量变化的影响,采用单回路调节不能满足调节参数要求时,空气调节系统宜采用串级调节或送风补偿调节。

8.4.6 变风量系统的空气处理机组送风温度设定值,应按冷却和加热工况分别确定。当冷却和加热工况互换时,控制变风量末端装置的温控器,应相应地变换其作用方向。

8.4.7 变风量系统的空气处理机组,当其末端装置由室内温控器控制时,宜采用控制系统静压方式,通过改变变频风机转数实现对机组送风量的调节。

8.4.8 空气调节系统的电加热器应与送风机联锁,并应设无风断电、超温断电保护装置;电加热器的金属风管应接地。

8.4.9 处于冬季有冻结可能性的地区的新风机组或空气处理机组,应对热水盘管加设防冻保护控制。

8.4.10 冬季和夏季需要改变送风方向和风量的风口(包括散流器和远程投射喷口)应设置转换装置实现冬夏转换。转换装置的控制可独立设置或作为集中监控系统的一部分。

8.4.11 风机盘管应设温控器。温控器可通过控制电动水阀或控制风机三速开关实现对室温的控制；当风机盘管冬季、夏季分别供热水和冷水时，温控器应设冷热转换开关。

8.5 空气调节冷热源和空气调节水系统的监测与控制

8.5.1 空气调节冷热源和空气调节水系统，应对下列参数进行监测：

- 1 冷水机组蒸发器进、出口水温、压力；
- 2 冷水机组冷凝器进、出口水温、压力；
- 3 热交换器—二次侧进、出口温度、压力；
- 4 分集水器温度、压力(或压差)，集水器各支管温度；
- 5 水泵进出口压力；
- 6 水过滤器前后压差；
- 7 冷水机组、水阀、水泵、冷却塔风机等设备的启停状态。

8.5.2 蓄冷、蓄热系统，应对下列参数进行监测：

- 1 蓄热水槽的进、出口水温；
- 2 电锅炉的进、出口水温；
- 3 冰槽进、出口溶液温度；
- 4 蓄冰槽液位；
- 5 调节阀的阀位；
- 6 流量计量；
- 7 故障报警；
- 8 冷量计量。

8.5.3 当冷水机组采用自动方式运行时，冷水系统中各相关设备及附件与冷水机组应进行电气联锁，顺序启停。

8.5.4 冰蓄冷系统的二次冷媒侧换热器应设防冻保护控制。

8.5.5 当冷水机组在冬季或过渡季需经常运行时，宜在冷却塔供回水总管间设置旁通调节阀。

8.5.6 闭式变流量空气调节水系统的控制，应满足下列规定：

1 一次泵系统末端装置宜采用两通调节阀,二次泵系统应采用两通调节阀。

2 根据系统负荷变化,控制冷水机组及其一次泵的运行台数。

3 根据系统压差变化,控制二次泵的运行台数或转数。

4 末端装置采用两通调节阀的变流量的一次泵系统,宜在系统总供回水管间设置压差控制的旁通阀;通过改变水泵运行台数调节系统流量的二次泵系统,在各二次泵供回水集管间设置压差控制的旁通阀。

8.5.7 条件许可时,宜建立集中监控系统与冷水机组控制器之间的通讯,实现集中监控系统中央主机对冷水机组运行参数的监测和控制。

8.6 中央级监控管理系统

8.6.1 中央级监控管理系统应能以多种方式显示各系统运行参数和设备状态的当前值与历史值。

8.6.2 中央级监控管理系统应能以与现场测量仪表相同的时间间隔与测量精度连续记录各系统运行参数和设备状态。其存储介质和数据库应能保证记录连续一年以上的运行参数,并可以多种方式进行查询。

8.6.3 中央级监控管理系统应能计算和定期统计系统的能量消耗、各台设备连续和累计运行时间,并能以多种形式显示。

8.6.4 中央级监控管理系统应能改变各控制器的设定值、各受控设备的“自动/手动”状态,并能对设置为“自动”状态的设备直接进行启/停和调节。

8.6.5 中央级监控管理系统应根据预定的时间表,或依据节能控制程序自动进行系统或设备的启停。

8.6.6 中央级监控管理系统应设立安全机制,设置操作者的不同权限,对操作者的各种操作进行记录、存储。

8.6.7 中央级监控管理系统应有参数越线报警、事故报警及报警记录功能,宜设有系统或设备故障诊断功能。

8.6.8 中央级监控管理系统应兼有信息管理(MIS)功能,为所管辖的采暖、通风与空气调节设备建立设备档案,供运行管理人员查询。

8.6.9 中央级监控管理系统宜设有系统集成接口,以实现建筑内弱电系统数据信息共享。

9 消声与隔振

9.1 一般规定

9.1.1 采暖、通风与空气调节系统的消声与隔振设计计算,应根据工艺和使用的要求、噪声和振动的大小、频率特性及其传播方式确定。

9.1.2 采暖、通风与空气调节系统的噪声传播至使用房间和周围环境的噪声级,应符合国家现行有关标准的规定。

9.1.3 采暖、通风与空气调节系统的振动传播至使用房间和周围环境的振动级,应符合国家现行有关标准的规定。

9.1.4 设置风系统管道时,消声处理后的风管不宜穿过高噪声的房间;噪声高的风管,不宜穿过噪声要求低的房间,当必须穿过时,应采取隔声处理。

9.1.5 有消声要求的通风与空气调节系统,其风管内风速,宜按表 9.1.5 选用。

表 9.1.5 风管内风速(m/s)

室内允许噪声级 dB(A)	主管风速	支管风速
25~35	3~4	≤2
35~50	4~7	2~3
50~65	6~9	3~5
65~85	8~12	5~8

注:通风机与消声装置之间的风管,其风速可采用 8~10m/s。

9.1.6 通风、空气调节与制冷机房等的位置,不宜靠近声环境要求较高的房间;当必须靠近时,应采取隔声和隔振措施。

9.1.7 暴露在室外的设备,当其噪声达不到环境噪声标准要求时,应采取降噪措施。

9.2 消声与隔声

9.2.1 采暖、通风和空气调节设备噪声源的声功率级,应依据产品资料的实测数值。

9.2.2 气流通过直风管、弯头、三通、变径管、阀门和送回风口等部件产生的再生噪声声功率级与噪声自然衰减量,应分别按各倍频带中心频率计算确定。

注:对于直风管,当风速小于 5m/s 时,可不计算气流再生噪声;风速大于 8m/s 时,可不计算噪声自然衰减量。

9.2.3 通风与空气调节系统产生的噪声,当自然衰减不能达到允许噪声标准时,应设置消声设备或采取其他消声措施。系统所需的消声量,应通过计算确定。

9.2.4 选择消声设备时,应根据系统所需消声量、噪声源频率特性和消声设备的声学性能及空气动力特性等因素,经技术经济比较确定。

9.2.5 消声设备的布置应考虑风管内气流对消声能力的影响。消声设备与机房隔墙间的风管应具有隔声能力。

9.2.6 管道穿过机房围护结构处四周的缝隙,应使用具备隔声能力的弹性材料填充密实。

9.3 隔 振

9.3.1 当通风、空气调节、制冷装置以及水泵等设备的振动靠自然衰减不能达标时,应设置隔振器或采取其他隔振措施。

9.3.2 对本身不带有隔振装置的设备,当其转速小于或等于 1500r/min 时,宜选用弹簧隔振器;转速大于 1500r/min 时,根据环境需求和设备振动的大小,亦可选用橡胶等弹性材料的隔振垫块或橡胶隔振器。

9.3.3 选择弹簧隔振器时,应符合下列要求:

1 设备的运转频率与弹簧隔振器垂直方向的固有频率之比,

应大于或等于 2.5,宜为 4~5;

- 2 弹簧隔振器承受的载荷,不应超过允许工作载荷;
- 3 当共振振幅较大时,宜与阻尼大的材料联合使用;
- 4 弹簧隔振器与基础之间宜设置一定厚度的弹性隔振垫。

9.3.4 选择橡胶隔振器时,应符合下列要求:

- 1 应计入环境温度对隔振器压缩变形量的影响;
- 2 计算压缩变形量,宜按生产厂家提供的极限压缩量的 $1/3 \sim 1/2$ 采用;

3 设备的运转频率与橡胶隔振器垂直方向的固有频率之比,应大于或等于 2.5,宜为 4~5;

- 4 橡胶隔振器承受的荷载,不应超过允许工作荷载;
- 5 橡胶隔振器与基础之间宜设置一定厚度的弹性隔振垫。

注:橡胶隔振器应避免太阳直接辐射或与油类接触。

9.3.5 符合下列要求之一时,宜加大隔振台座质量及尺寸:

- 1 设备重心偏高;
- 2 设备重心偏离中心较大,且不易调整;
- 3 不符合严格隔振要求的。

9.3.6 冷(热)水机组、空气调节机组、通风机以及水泵等设备的进口、出口管道,宜采用软管连接。水泵出口设止回阀时,宜选用消锤式止回阀。

9.3.7 受设备振动影响的管道,应采用弹性支吊架。

附录 A 夏季

表 A-1 北纬 20° 太阳总辐射

透明度等级		1						2		
朝 向		S	SE	E	NE	N	H	S	SE	E
时 刻 (地方太阳时)	6	26 (22)	255 (219)	527 (453)	505 (434)	202 (174)	96 (83)	28 (24)	209 (180)	424 (365)
	7	63 (54)	454 (390)	825 (709)	749 (644)	272 (234)	349 (300)	63 (54)	408 (351)	736 (633)
	8	92 (79)	527 (453)	872 (750)	759 (653)	257 (221)	602 (518)	98 (84)	495 (426)	811 (697)
	9	117 (101)	518 (445)	791 (680)	670 (576)	224 (193)	826 (710)	121 (104)	494 (425)	748 (643)
	10	134 (115)	442 (380)	628 (540)	523 (450)	191 (164)	999 (859)	144 (124)	434 (373)	608 (523)
	11	145 (125)	312 (268)	404 (347)	344 (296)	169 (145)	1105 (950)	150 (129)	307 (264)	394 (339)
	12	149 (128)	149 (128)	149 (128)	157 (135)	161 (138)	1142 (982)	156 (134)	156 (134)	156 (134)
	13	145 (125)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	169 (145)	1105 (950)	150 (129)	150 (129)	150 (129)
	14	134 (115)	134 (115)	134 (115)	134 (115)	191 (164)	999 (859)	144 (124)	144 (124)	144 (124)
	15	117 (101)	117 (101)	117 (101)	117 (101)	224 (193)	826 (710)	121 (104)	121 (104)	121 (104)
	16	92 (79)	92 (79)	92 (79)	92 (79)	257 (221)	602 (518)	98 (84)	98 (84)	68 (84)
	17	63 (54)	63 (54)	63 (54)	63 (54)	272 (234)	349 (300)	63 (54)	63 (54)	63 (54)
	18	26 (22)	26 (22)	26 (22)	26 (22)	202 (174)	96 (83)	28 (24)	28 (24)	28 (24)
日 总 计		1303 (1120)	3232 (2779)	4772 (4103)	4284 (3684)	2791 (2400)	9096 (7822)	1363 (1172)	3108 (2672)	4481 (3853)
日 平 均		55 (47)	135 (116)	199 (171)	179 (154)	116 (100)	379 (326)	57 (49)	129 (111)	187 (161)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H	S	SW	W

太阳总辐射照度

照度 (W/m^2) [$\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]

			3						透明度等级	
NE	N	H	S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
407 (350)	169 (145)	90 (77)	29 (25)	172 (148)	341 (293)	328 (282)	140 (120)	83 (71)	18	时刻（地方太阳时）
670 (576)	249 (214)	321 (276)	70 (60)	373 (321)	661 (568)	602 (518)	233 (200)	306 (263)	17	
708 (609)	249 (214)	573 (493)	104 (89)	464 (399)	751 (646)	658 (566)	241 (207)	545 (469)	16	
635 (546)	220 (189)	787 (677)	130 (112)	476 (409)	711 (611)	606 (521)	222 (191)	759 (653)	15	
511 (439)	198 (170)	969 (833)	145 (125)	415 (357)	578 (497)	486 (418)	195 (168)	921 (792)	14	
338 (291)	173 (149)	1064 (915)	156 (134)	302 (260)	384 (330)	333 (286)	177 (152)	1022 (879)	13	
164 (141)	167 (144)	1107 (952)	162 (139)	162 (139)	162 (139)	170 (146)	172 (148)	1065 (916)	12	
150 (129)	173 (149)	1064 (915)	156 (134)	156 (134)	156 (134)	156 (134)	177 (152)	1022 (879)	11	
144 (124)	198 (170)	969 (833)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	195 (168)	921 (792)	10	
121 (104)	220 (189)	787 (677)	130 (112)	130 (112)	130 (112)	130 (112)	222 (191)	759 (653)	9	
98 (84)	249 (214)	573 (493)	104 (89)	104 (89)	104 (89)	104 (89)	241 (207)	545 (469)	8	
63 (54)	249 (214)	321 (276)	70 (60)	70 (60)	70 (60)	70 (60)	233 (200)	306 (263)	7	
28 (24)	169 (145)	90 (77)	29 (25)	29 (25)	29 (25)	29 (25)	140 (120)	83 (71)	6	
4037 (3471)	2682 (2306)	8716 (7494)	1429 (1229)	2998 (2578)	4221 (3629)	3817 (3282)	2587 (2224)	8339 (7170)	日 总 计	
168 (145)	112 (96)	363 (312)	60 (51)	125 (107)	176 (151)	159 (137)	108 (93)	347 (299)	日 平 均	
NW	N	H	S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		4						5		
朝 向		S	SE	E	NE	N	H	S	SE	E
时 刻 (地方太阳时)	6	27 (28)	130 (112)	254 (218)	243 (209)	107 (92)	69 (59)	22 (19)	97 (83)	184 (158)
	7	74 (64)	331 (285)	577 (496)	527 (453)	213 (183)	285 (245)	77 (66)	295 (254)	504 (433)
	8	106 (91)	423 (364)	677 (582)	594 (511)	227 (195)	505 (434)	113 (97)	395 (340)	620 (533)
	9	137 (118)	451 (388)	665 (572)	570 (490)	221 (190)	722 (621)	147 (126)	437 (376)	635 (546)
	10	155 (133)	402 (346)	551 (474)	468 (402)	200 (172)	880 (757)	165 (142)	397 (341)	536 (461)
	11	169 (145)	305 (262)	380 (327)	331 (285)	188 (162)	986 (848)	178 (153)	304 (261)	374 (322)
	12	172 (148)	172 (148)	172 (148)	179 (154)	181 (156)	1023 (880)	181 (156)	181 (156)	181 (156)
	13	169 (145)	169 (145)	169 (145)	169 (145)	188 (162)	986 (848)	178 (153)	178 (153)	178 (153)
	14	155 (133)	155 (133)	155 (133)	155 (133)	200 (172)	880 (757)	165 (142)	165 (142)	165 (142)
	15	137 (118)	137 (118)	137 (118)	137 (118)	221 (190)	722 (621)	147 (126)	147 (126)	147 (126)
	16	106 (91)	106 (91)	106 (91)	106 (91)	227 (195)	505 (434)	113 (97)	113 (97)	113 (97)
	17	74 (64)	74 (64)	74 (64)	74 (64)	213 (183)	285 (245)	77 (66)	77 (66)	77 (66)
	18	27 (23)	27 (23)	27 (23)	27 (23)	107 (92)	69 (59)	22 (19)	22 (19)	22 (19)
日 总 计		1507 (1296)	2883 (2479)	3944 (3391)	3580 (3078)	2493 (2144)	7918 (6808)	1584 (1362)	2807 (2414)	3736 (3212)
日 平 均		63 (54)	120 (103)	164 (141)	149 (128)	104 (89)	330 (284)	66 (57)	117 (101)	156 (134)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H	S	SW	W

A-1

			6						透明度等级	
NE	N	H	S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
177 (152)	79 (68)	55 (47)	22 (19)	72 (62)	131 (113)	127 (109)	60 (52)	48 (41)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
461 (396)	193 (166)	264 (227)	76 (65)	252 (217)	421 (362)	386 (332)	171 (147)	236 (203)	17	
548 (471)	220 (189)	480 (413)	116 (100)	354 (304)	542 (466)	481 (414)	207 (178)	440 (378)	16	
547 (470)	224 (193)	701 (603)	157 (135)	409 (352)	580 (499)	404 (433)	224 (193)	658 (566)	15	
458 (394)	208 (179)	857 (737)	179 (154)	385 (331)	508 (437)	438 (377)	217 (187)	815 (701)	14	
329 (283)	197 (169)	951 (818)	190 (163)	302 (260)	365 (314)	326 (280)	206 (177)	904 (777)	13	
188 (162)	191 (164)	983 (845)	199 (171)	199 (171)	199 (171)	205 (176)	207 (178)	947 (814)	12	
178 (153)	197 (169)	951 (818)	190 (163)	190 (163)	190 (163)	190 (163)	206 (177)	904 (777)	11	
165 (142)	208 (179)	857 (737)	179 (154)	179 (154)	179 (154)	179 (154)	217 (187)	815 (701)	10	
147 (126)	224 (193)	701 (603)	157 (135)	157 (135)	157 (135)	157 (135)	224 (193)	658 (566)	9	
113 (97)	220 (189)	480 (413)	116 (100)	116 (100)	116 (100)	116 (100)	207 (178)	440 (378)	8	
77 (66)	193 (166)	264 (227)	76 (65)	76 (65)	76 (65)	76 (65)	171 (147)	236 (203)	7	
22 (19)	79 (68)	55 (47)	22 (19)	22 (19)	22 (19)	22 (19)	60 (52)	48 (41)	6	
3409 (2931)	2433 (2092)	7600 (6535)	1678 (1443)	2713 (2333)	3487 (2998)	3206 (2757)	2379 (2046)	7148 (6146)	日 总 计	
142 (122)	101 (87)	317 (272)	70 (60)	113 (97)	145 (125)	134 (115)	99 (85)	298 (256)	日 平 均	
NW	N	H	S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

表 A-2 北纬 25° 太阳总辐射

透明度等级		1						2		
朝	向	S	SE	E	NE	N	H	S	SE	E
时 刻 (地 方 太 阳 时)	6	33 (28)	287 (247)	579 (498)	551 (474)	220 (189)	127 (109)	34 (29)	243 (209)	484 (416)
	7	66 (57)	483 (415)	842 (724)	747 (642)	252 (217)	373 (321)	67 (58)	436 (375)	755 (649)
	8	93 (80)	564 (485)	877 (754)	730 (628)	212 (182)	618 (531)	100 (86)	530 (456)	818 (703)
	9	119 (102)	566 (487)	793 (682)	625 (537)	159 (137)	834 (717)	121 (104)	540 (464)	750 (645)
	10	158 (136)	500 (430)	628 (540)	466 (401)	134 (115)	1000 (860)	166 (143)	488 (420)	608 (523)
	11	212 (182)	376 (323)	404 (347)	281 (242)	145 (125)	1104 (949)	213 (183)	368 (316)	394 (339)
	12	226 (194)	202 (174)	144 (124)	144 (124)	144 (124)	1133 (974)	228 (196)	206 (177)	151 (130)
	13	212 (182)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	1104 (949)	213 (183)	151 (130)	151 (130)
	14	158 (136)	134 (115)	134 (115)	134 (115)	134 (115)	1000 (860)	166 (143)	144 (124)	144 (124)
	15	119 (102)	119 (102)	119 (102)	119 (102)	159 (137)	834 (717)	121 (104)	121 (104)	121 (104)
	16	93 (80)	93 (80)	93 (80)	93 (80)	212 (182)	618 (531)	100 (86)	100 (86)	100 (86)
	17	66 (57)	66 (57)	66 (57)	66 (57)	252 (217)	373 (321)	67 (58)	67 (58)	67 (58)
	18	33 (28)	33 (28)	33 (28)	33 (28)	220 (189)	127 (109)	34 (29)	34 (29)	34 (29)
日 总 计		1586 (1364)	3568 (3068)	4857 (4176)	4134 (3555)	2389 (2054)	9244 (7948)	1631 (1402)	3429 (2948)	4578 (3936)
日 平 均		66 (57)	149 (128)	202 (174)	172 (148)	100 (86)	385 (331)	68 (58)	143 (123)	191 (164)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H	S	SW	W

照度 (W/m^2) [$kcal/(m^2 \cdot h)$]

			3						透明度等级	
NE	N	H	S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
461 (396)	187 (161)	116 (100)	36 (31)	206 (177)	401 (345)	383 (329)	162 (139)	109 (94)	18	时 刻 (地方太阳时)
670 (576)	233 (200)	345 (297)	73 (63)	398 (342)	678 (583)	604 (519)	219 (188)	327 (281)	17	
684 (588)	208 (179)	590 (507)	106 (91)	498 (428)	758 (652)	637 (548)	204 (175)	562 (483)	16	
593 (510)	159 (137)	795 (684)	131 (113)	518 (445)	713 (613)	568 (488)	166 (143)	768 (660)	15	
456 (392)	144 (124)	970 (834)	166 (143)	466 (401)	578 (497)	436 (375)	145 (125)	922 (793)	14	
279 (240)	151 (130)	1062 (913)	215 (185)	359 (309)	384 (330)	276 (237)	156 (134)	1020 (877)	13	
151 (130)	151 (130)	1096 (942)	229 (197)	208 (179)	157 (135)	157 (135)	157 (135)	1054 (906)	12	
151 (130)	151 (130)	1062 (913)	215 (185)	156 (134)	156 (134)	156 (134)	156 (134)	1020 (877)	11	
144 (124)	144 (124)	970 (834)	166 (143)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	922 (793)	10	
121 (104)	159 (137)	795 (684)	131 (113)	131 (113)	131 (113)	131 (113)	166 (143)	768 (660)	9	
100 (86)	208 (179)	590 (507)	106 (91)	106 (91)	106 (91)	106 (91)	204 (175)	562 (483)	8	
67 (58)	233 (200)	345 (297)	73 (63)	73 (63)	73 (63)	73 (63)	219 (188)	327 (281)	7	
34 (29)	187 (161)	116 (100)	36 (31)	36 (31)	36 (31)	36 (31)	162 (139)	109 (94)	6	
3911 (3363)	2317 (1992)	8853 (7612)	1685 (1449)	3301 (2838)	4317 (3712)	3708 (3188)	2260 (1943)	8469 (7282)	日 总 计	
163 (140)	97 (83)	369 (317)	70 (60)	138 (118)	180 (155)	154 (133)	94 (81)	353 (303)	日 平 均	
NW	N	H	S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		4						5		
朝	向	S	SE	E	NE	N	H	S	SE	E
时刻 (地方太阳时)	6	35 (30)	164 (141)	312 (268)	298 (256)	129 (111)	95 (82)	33 (28)	129 (111)	240 (206)
	7	77 (66)	355 (305)	594 (511)	530 (456)	201 (173)	305 (262)	80 (69)	316 (272)	521 (448)
	8	108 (93)	454 (390)	684 (588)	577 (496)	194 (167)	520 (447)	115 (99)	424 (365)	629 (541)
	9	138 (119)	491 (422)	669 (575)	536 (461)	171 (147)	730 (628)	148 (127)	475 (408)	640 (550)
	10	173 (149)	449 (386)	551 (474)	421 (362)	155 (133)	882 (758)	184 (158)	441 (379)	536 (461)
	11	223 (192)	357 (307)	380 (327)	280 (241)	169 (145)	985 (847)	229 (197)	352 (303)	374 (322)
	12	235 (202)	215 (185)	169 (145)	169 (145)	169 (145)	1014 (872)	240 (206)	222 (191)	178 (153)
	13	223 (192)	169 (145)	169 (145)	169 (145)	169 (145)	985 (847)	229 (197)	178 (153)	178 (153)
	14	173 (149)	155 (133)	155 (133)	155 (133)	155 (133)	882 (758)	184 (158)	165 (142)	165 (142)
	15	138 (119)	138 (119)	138 (119)	138 (119)	171 (147)	730 (628)	148 (127)	148 (127)	148 (127)
	16	108 (93)	108 (93)	108 (93)	108 (93)	194 (167)	520 (447)	115 (99)	115 (99)	115 (99)
	17	77 (66)	77 (66)	77 (66)	77 (66)	201 (173)	305 (262)	80 (69)	80 (69)	80 (69)
	18	35 (30)	35 (30)	35 (30)	35 (30)	129 (111)	95 (82)	33 (28)	33 (28)	33 (28)
日 总 计		1745 (1500)	3166 (2722)	4040 (3474)	3492 (3003)	2206 (1897)	8048 (6920)	1817 (1562)	3078 (2647)	3837 (3299)
日 平 均		73 (63)	132 (113)	168 (145)	146 (125)	92 (79)	335 (288)	76 (65)	128 (110)	160 (137)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H	S	SW	W

A-2

			6						透明度等级	
NE	E	H	S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
229 (197)	104 (89)	81 (70)	29 (25)	95 (82)	171 (147)	164 (141)	80 (67)	67 (58)	18	时刻（地方太阳时）
466 (401)	186 (160)	284 (244)	81 (70)	274 (236)	441 (379)	397 (341)	167 (144)	257 (221)	17	
534 (459)	193 (166)	495 (426)	119 (102)	379 (326)	551 (474)	471 (405)	184 (158)	454 (390)	16	
516 (444)	177 (152)	709 (610)	158 (136)	442 (380)	585 (503)	478 (411)	185 (159)	666 (573)	15	
415 (357)	165 (142)	858 (738)	195 (168)	423 (364)	508 (437)	400 (344)	179 (154)	816 (702)	14	
281 (242)	178 (153)	950 (817)	235 (202)	345 (297)	365 (314)	281 (242)	190 (163)	901 (775)	13	
178 (153)	178 (153)	973 (837)	250 (215)	234 (201)	194 (167)	194 (167)	194 (167)	935 (804)	12	
178 (153)	178 (153)	950 (817)	235 (202)	190 (163)	190 (163)	190 (163)	190 (163)	901 (775)	11	
165 (142)	165 (142)	858 (738)	195 (168)	179 (154)	179 (154)	179 (154)	179 (154)	816 (702)	10	
148 (127)	177 (152)	709 (610)	158 (136)	158 (136)	158 (136)	158 (136)	185 (159)	666 (573)	9	
115 (99)	193 (166)	495 (426)	119 (102)	119 (102)	119 (102)	119 (102)	184 (158)	454 (390)	8	
80 (69)	186 (160)	284 (244)	81 (70)	81 (70)	81 (70)	81 (70)	167 (144)	257 (221)	7	
33 (28)	104 (89)	81 (70)	29 (25)	29 (25)	29 (25)	29 (25)	80 (67)	67 (58)	6	
3339 (2871)	2183 (1877)	7730 (6647)	1885 (1621)	2949 (2536)	3572 (3071)	3141 (2701)	2160 (1857)	7259 (6242)	日 总 计	
139 (120)	91 (78)	322 (277)	79 (68)	123 (106)	149 (128)	131 (113)	90 (77)	302 (260)	日 平 均	
NW	N	H	S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

表 A-3 北纬 30°太阳总辐射

透明度等级		1						2		
朝 向		S	SE	E	NE	N	H	S	SE	E
时 刻 (地方太阳时)	6	38 (33)	320 (275)	629 (541)	593 (510)	231 (199)	156 (134)	38 (33)	277 (238)	538 (463)
	7	69 (59)	512 (440)	856 (736)	740 (636)	229 (197)	395 (340)	71 (61)	464 (399)	770 (662)
	8	94 (81)	600 (516)	879 (756)	699 (601)	164 (141)	627 (539)	101 (87)	566 (487)	822 (707)
	9	144 (124)	614 (528)	794 (683)	578 (497)	119 (102)	835 (718)	145 (125)	584 (502)	750 (645)
	10	240 (206)	557 (479)	628 (540)	408 (351)	134 (115)	996 (856)	243 (209)	542 (466)	608 (523)
	11	300 (258)	436 (375)	401 (345)	215 (185)	143 (123)	1091 (938)	297 (255)	424 (365)	392 (337)
	12	316 (272)	266 (229)	143 (123)	143 (123)	143 (123)	1119 (962)	313 (269)	265 (228)	149 (128)
	13	300 (258)	143 (123)	143 (123)	143 (123)	143 (123)	1091 (928)	297 (255)	149 (128)	149 (128)
	14	240 (206)	134 (115)	134 (115)	134 (115)	134 (115)	996 (856)	243 (209)	144 (124)	144 (124)
	15	144 (124)	119 (102)	119 (102)	119 (102)	119 (102)	835 (718)	145 (125)	121 (104)	121 (104)
	16	94 (81)	94 (81)	94 (81)	94 (81)	164 (141)	627 (539)	101 (87)	101 (87)	101 (87)
	17	69 (59)	69 (59)	69 (59)	69 (59)	229 (197)	395 (340)	71 (61)	71 (61)	71 (61)
	18	38 (33)	38 (33)	38 (33)	38 (33)	231 (199)	156 (134)	38 (33)	38 (33)	38 (33)
日 总 计		2086 (1794)	3902 (3355)	4928 (4237)	3973 (3416)	2183 (1877)	9318 (8012)	2104 (1809)	3747 (3222)	4654 (4002)
日 平 均		87 (75)	163 (140)	205 (177)	166 (142)	91 (78)	388 (334)	88 (75)	156 (134)	194 (167)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H	S	SW	W

照度 (W/m^2) [$kcal/(m^2 \cdot h)$]

			3						透明度等级	
NE	N	H	S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
507 (436)	201 (173)	142 (122)	42 (36)	239 (206)	457 (393)	431 (371)	178 (153)	135 (116)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
666 (573)	214 (184)	368 (316)	76 (65)	423 (364)	693 (596)	601 (517)	201 (173)	345 (297)	17	
656 (564)	164 (141)	599 (515)	107 (92)	530 (456)	764 (657)	613 (527)	165 (142)	571 (491)	16	
549 (472)	121 (104)	795 (684)	154 (132)	558 (480)	713 (613)	527 (453)	131 (113)	768 (660)	15	
402 (346)	144 (124)	966 (831)	237 (204)	516 (444)	577 (496)	386 (332)	145 (125)	918 (789)	14	
217 (187)	149 (128)	1050 (903)	292 (251)	413 (355)	381 (328)	217 (187)	154 (132)	1008 (867)	13	
149 (128)	149 (128)	1079 (928)	309 (266)	264 (227)	155 (133)	155 (133)	155 (133)	1037 (892)	12	
149 (128)	149 (128)	1050 (903)	292 (251)	154 (132)	154 (132)	154 (132)	154 (132)	1008 (867)	11	
144 (124)	144 (124)	966 (831)	237 (204)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	918 (789)	10	
121 (104)	121 (104)	795 (684)	154 (132)	131 (113)	131 (113)	131 (113)	131 (113)	768 (660)	9	
101 (87)	164 (141)	599 (515)	107 (92)	107 (92)	107 (92)	107 (92)	165 (142)	571 (491)	8	
71 (61)	214 (184)	368 (316)	76 (65)	76 (65)	76 (65)	76 (65)	201 (173)	345 (297)	7	
38 (33)	201 (173)	142 (122)	42 (36)	42 (36)	42 (36)	42 (36)	178 (153)	135 (116)	6	
3772 (3243)	2135 (1836)	8920 (7670)	2124 (1826)	3599 (3095)	4395 (3779)	3586 (3083)	2104 (1809)	8527 (7332)	日 总 计	
157 (135)	89 (77)	372 (320)	88 (76)	150 (129)	183 (157)	149 (128)	88 (75)	355 (306)	日 平 均	
NW	N	H	S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		4						5		
朝	向	S	SE	E	NE	N	H	S	SE	E
时刻(地方太阳时)	6	42 (36)	197 (169)	366 (315)	345 (297)	148 (127)	121 (104)	41 (35)	160 (138)	292 (251)
	7	79 (68)	377 (324)	608 (523)	530 (456)	187 (161)	321 (276)	83 (71)	338 (291)	536 (461)
	8	109 (94)	484 (416)	690 (593)	556 (478)	160 (138)	529 (455)	116 (100)	451 (388)	636 (547)
	9	159 (137)	528 (454)	669 (575)	499 (429)	138 (119)	732 (629)	166 (143)	508 (437)	640 (550)
	10	238 (205)	494 (425)	550 (473)	374 (322)	154 (132)	877 (754)	244 (210)	483 (415)	535 (460)
	11	294 (253)	406 (349)	377 (324)	226 (194)	166 (143)	972 (836)	294 (253)	398 (342)	372 (320)
	12	309 (266)	267 (230)	166 (143)	166 (143)	166 (143)	1000 (860)	308 (265)	270 (232)	177 (152)
	13	294 (253)	166 (143)	166 (143)	166 (143)	166 (143)	972 (836)	294 (253)	176 (151)	176 (151)
	14	238 (205)	154 (132)	154 (132)	154 (132)	154 (132)	877 (754)	244 (210)	165 (142)	165 (142)
	15	159 (137)	138 (119)	138 (119)	138 (119)	138 (119)	732 (629)	166 (143)	148 (127)	148 (127)
	16	109 (94)	109 (94)	109 (94)	109 (94)	160 (138)	529 (455)	116 (100)	116 (100)	116 (100)
	17	79 (68)	79 (68)	79 (68)	79 (68)	187 (161)	321 (276)	83 (71)	83 (71)	83 (71)
	18	42 (36)	42 (36)	42 (36)	42 (36)	148 (127)	121 (104)	41 (35)	41 (35)	41 (35)
日 总 计		2154 (1852)	3441 (2959)	4115 (3538)	3385 (2911)	2074 (1783)	8104 (6968)	2197 (1889)	3337 (2869)	3916 (3367)
日 平 均		90 (77)	143 (123)	171 (147)	141 (121)	86 (74)	338 (290)	92 (79)	139 (120)	163 (140)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H	S	SW	W

A-3

			6						透明度等级	
NE	N	H	S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
277 (238)	122 (105)	107 (92)	35 (30)	117 (101)	208 (179)	198 (170)	92 (79)	86 (74)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
469 (403)	176 (151)	300 (258)	86 (74)	295 (254)	457 (393)	402 (346)	162 (139)	276 (237)	17	
516 (444)	163 (140)	505 (434)	121 (104)	402 (346)	557 (479)	457 (393)	159 (137)	462 (397)	16	
483 (415)	148 (127)	711 (611)	176 (151)	472 (406)	585 (503)	449 (386)	159 (137)	668 (574)	15	
371 (319)	165 (142)	855 (735)	249 (214)	461 (396)	507 (436)	362 (311)	179 (154)	812 (698)	14	
230 (198)	176 (151)	939 (807)	293 (252)	386 (332)	363 (312)	237 (204)	187 (161)	891 (766)	13	
177 (152)	177 (152)	962 (827)	309 (266)	274 (236)	191 (164)	191 (164)	191 (164)	919 (790)	12	
176 (151)	176 (151)	939 (807)	293 (252)	187 (161)	187 (161)	187 (161)	187 (161)	891 (766)	11	
165 (142)	165 (142)	855 (735)	249 (214)	179 (154)	179 (154)	179 (154)	179 (154)	812 (698)	10	
148 (127)	148 (127)	711 (611)	176 (151)	159 (137)	159 (137)	159 (137)	159 (137)	668 (574)	9	
116 (100)	163 (140)	505 (434)	121 (104)	121 (104)	121 (104)	121 (104)	159 (137)	462 (397)	8	
83 (71)	176 (151)	300 (258)	86 (74)	86 (74)	86 (74)	86 (74)	162 (139)	276 (237)	7	
41 (35)	122 (105)	107 (92)	35 (30)	35 (30)	35 (30)	35 (30)	92 (79)	86 (74)	6	
3251 (2795)	2075 (1784)	7793 (6701)	2228 (1916)	3176 (2731)	3636 (3126)	3063 (2634)	2068 (1778)	7306 (6282)	日 总 计	
135 (116)	86 (74)	325 (279)	93 (80)	132 (114)	151 (130)	128 (110)	86 (74)	304 (262)	日 平 均	
NW	W	H	S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

表 A-4 北纬 35° 太阳总辐射

透明度等级		1						2		
朝 向		S	SE	E	NE	N	H	S	SE	E
时 刻 (地方太阳时)	6	43 (37)	348 (300)	670 (576)	622 (535)	236 (203)	184 (158)	43 (37)	304 (261)	576 (495)
	7	71 (61)	541 (465)	869 (747)	728 (626)	204 (175)	413 (355)	73 (63)	492 (423)	783 (673)
	8	94 (81)	636 (547)	880 (757)	665 (572)	114 (98)	632 (543)	101 (87)	600 (516)	825 (709)
	9	209 (180)	659 (567)	792 (681)	529 (455)	117 (101)	828 (712)	207 (178)	626 (538)	749 (644)
	10	320 (275)	614 (528)	627 (539)	351 (302)	134 (115)	984 (846)	319 (274)	595 (512)	608 (523)
	11	383 (329)	493 (424)	397 (341)	149 (128)	138 (119)	1066 (917)	376 (323)	479 (412)	388 (334)
	12	409 (352)	333 (286)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	1105 (950)	400 (344)	327 (281)	151 (130)
	13	383 (329)	138 (119)	138 (119)	138 (119)	138 (119)	1066 (917)	376 (323)	145 (125)	145 (125)
	14	320 (275)	134 (115)	134 (115)	134 (115)	134 (115)	984 (846)	319 (274)	144 (124)	144 (124)
	15	209 (180)	117 (101)	117 (101)	117 (101)	117 (101)	828 (712)	207 (178)	121 (104)	121 (104)
	16	94 (81)	94 (81)	94 (81)	94 (81)	114 (98)	632 (543)	101 (87)	101 (87)	101 (87)
	17	71 (61)	71 (61)	71 (61)	71 (61)	204 (175)	413 (355)	73 (63)	73 (63)	73 (63)
	18	43 (37)	43 (37)	43 (37)	43 (37)	236 (203)	184 (158)	43 (37)	43 (37)	43 (37)
日 总 计		2649 (2278)	4223 (3631)	4978 (4280)	3788 (3257)	2032 (1747)	9318 (8012)	2638 (2268)	4051 (3483)	4708 (4048)
日 平 均		110 (95)	176 (151)	207 (178)	158 (136)	85 (73)	388 (334)	110 (95)	169 (145)	197 (169)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H	S	SW	W

照度 (W/m^2) [$kcal/(m^2 \cdot h)$]

			3						透明度等级	
NE	N	H	S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
536 (461)	207 (178)	167 (144)	48 (41)	267 (230)	498 (428)	465 (400)	187 (161)	160 (138)	18	时 刻 (地方太阳时)
658 (566)	192 (165)	385 (331)	77 (66)	448 (385)	705 (606)	594 (511)	181 (156)	361 (310)	17	
626 (538)	120 (103)	605 (520)	108 (93)	562 (483)	766 (659)	585 (503)	124 (107)	577 (496)	16	
504 (433)	121 (104)	790 (679)	209 (180)	598 (514)	721 (612)	485 (417)	130 (112)	762 (655)	15	
349 (300)	144 (124)	956 (822)	307 (264)	565 (486)	577 (496)	336 (289)	145 (125)	907 (780)	14	
155 (133)	145 (125)	1029 (885)	365 (314)	462 (397)	377 (324)	158 (136)	150 (129)	985 (847)	13	
151 (130)	151 (130)	1063 (914)	390 (335)	321 (276)	156 (134)	156 (134)	156 (134)	1021 (878)	12	
145 (125)	145 (125)	1029 (885)	365 (314)	150 (129)	150 (129)	150 (129)	150 (129)	985 (847)	11	
144 (124)	144 (124)	956 (822)	307 (264)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	907 (780)	10	
121 (104)	121 (104)	790 (679)	209 (180)	130 (112)	130 (112)	130 (112)	130 (112)	762 (655)	9	
101 (87)	120 (103)	605 (520)	108 (93)	108 (93)	108 (93)	108 (93)	124 (107)	577 (496)	8	
73 (63)	192 (165)	385 (331)	77 (66)	77 (66)	77 (66)	77 (66)	181 (156)	361 (310)	7	
43 (37)	207 (178)	167 (144)	48 (41)	48 (41)	48 (41)	48 (41)	187 (161)	160 (138)	6	
3606 (3101)	2010 (1728)	8927 (7676)	2618 (2251)	3881 (3337)	4448 (3825)	3438 (2956)	1993 (1714)	8525 (7330)	日 总 计	
150 (129)	84 (72)	372 (320)	109 (94)	162 (139)	185 (159)	143 (123)	83 (71)	355 (305)	日 平 均	
NW	N	H	S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		4						5		
朝 向		S	SE	E	NE	N	H	S	SE	E
时 刻 (地方太阳时)	6	48 (41)	223 (192)	408 (350)	380 (327)	158 (136)	144 (124)	47 (40)	185 (159)	331 (285)
	7	81 (70)	399 (343)	621 (543)	526 (452)	171 (147)	335 (288)	85 (73)	354 (309)	549 (472)
	8	109 (94)	511 (439)	692 (595)	531 (457)	124 (107)	534 (459)	117 (101)	477 (410)	638 (549)
	9	209 (180)	562 (483)	666 (573)	495 (395)	137 (118)	725 (623)	214 (184)	541 (465)	636 (547)
	10	302 (260)	538 (463)	549 (472)	328 (282)	154 (132)	865 (744)	304 (261)	525 (451)	534 (459)
	11	361 (310)	450 (387)	371 (319)	170 (146)	162 (139)	950 (815)	356 (306)	440 (378)	366 (315)
	12	385 (331)	321 (276)	169 (145)	169 (145)	169 (145)	986 (848)	379 (326)	320 (275)	178 (153)
	13	361 (310)	162 (139)	162 (139)	162 (139)	162 (139)	950 (815)	356 (306)	172 (148)	172 (148)
	14	302 (260)	154 (132)	154 (132)	154 (132)	154 (132)	865 (744)	304 (261)	165 (142)	165 (142)
	15	209 (180)	137 (118)	137 (118)	137 (118)	137 (118)	725 (623)	214 (184)	147 (126)	147 (126)
	16	109 (94)	109 (94)	109 (94)	109 (94)	124 (107)	534 (459)	117 (101)	117 (101)	117 (101)
	17	81 (70)	81 (70)	81 (70)	81 (70)	171 (147)	335 (288)	85 (73)	85 (73)	85 (73)
	18	48 (41)	48 (41)	48 (41)	48 (41)	158 (136)	144 (124)	47 (40)	47 (40)	47 (40)
日 总 计		2606 (2241)	3695 (3177)	4166 (3582)	3254 (2798)	1981 (1703)	8088 (6954)	2624 (2256)	3579 (3077)	3966 (3410)
日 平 均		108 (93)	154 (132)	173 (149)	136 (117)	83 (71)	337 (290)	109 (94)	149 (128)	165 (142)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H	S	SW	W

			6						透明度等级	
NE	N	H	S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
309 (266)	134 (115)	128 (110)	42 (36)	141 (121)	245 (211)	230 (198)	105 (90)	107 (92)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
468 (402)	163 (140)	314 (270)	90 (77)	315 (271)	472 (406)	405 (348)	154 (132)	291 (250)	17	
495 (426)	130 (112)	509 (438)	121 (104)	423 (364)	561 (482)	440 (378)	133 (114)	466 (401)	16	
445 (383)	147 (126)	704 (605)	215 (185)	499 (429)	582 (500)	416 (358)	157 (135)	661 (568)	15	
328 (282)	165 (142)	844 (726)	302 (260)	497 (427)	506 (435)	323 (278)	179 (154)	802 (690)	14	
179 (154)	172 (148)	918 (789)	349 (300)	423 (364)	358 (308)	191 (164)	185 (159)	871 (749)	13	
178 (153)	178 (153)	950 (817)	370 (318)	316 (272)	190 (163)	190 (163)	190 (163)	902 (776)	12	
172 (148)	172 (148)	918 (789)	349 (300)	185 (159)	185 (159)	185 (159)	185 (159)	871 (749)	11	
165 (142)	165 (142)	844 (726)	302 (260)	179 (154)	179 (154)	179 (154)	179 (154)	802 (690)	10	
147 (126)	147 (126)	704 (605)	215 (185)	157 (135)	157 (135)	157 (135)	157 (135)	661 (568)	9	
117 (101)	130 (112)	509 (438)	121 (104)	121 (104)	121 (104)	121 (104)	133 (114)	466 (401)	8	
85 (73)	163 (140)	314 (270)	90 (77)	90 (77)	90 (77)	90 (77)	154 (132)	291 (250)	7	
47 (40)	134 (115)	128 (110)	42 (36)	42 (36)	42 (36)	42 (36)	105 (90)	107 (92)	6	
3135 (2696)	1999 (1719)	7784 (6693)	2607 (2242)	3388 (2913)	3687 (3170)	2968 (2552)	2013 (1731)	7299 (6276)	日 总 计	
130 (112)	84 (72)	324 (279)	108 (93)	141 (121)	154 (132)	123 (106)	84 (72)	305 (262)	日 平 均	
NW	N	H	S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

表 A-5 北纬 40° 太阳总辐射

透明度等级		1						2		
朝	向	S	SE	E	NE	N	H	S	SE	E
时 刻 (地 方 太 阳 时)	6	45 (39)	378 (325)	706 (607)	648 (557)	236 (203)	209 (180)	47 (40)	330 (284)	612 (526)
	7	72 (62)	570 (490)	878 (755)	714 (614)	174 (150)	427 (367)	76 (65)	519 (446)	793 (682)
	8	124 (107)	671 (577)	880 (757)	629 (541)	94 (81)	630 (542)	129 (111)	632 (543)	825 (709)
	9	273 (235)	702 (604)	787 (677)	479 (412)	115 (99)	813 (699)	266 (229)	665 (572)	475 (641)
	10	393 (338)	663 (570)	621 (534)	292 (251)	130 (112)	958 (824)	386 (332)	640 (550)	600 (516)
	11	465 (400)	550 (473)	392 (337)	135 (116)	135 (116)	1037 (892)	454 (390)	534 (459)	385 (331)
	12	492 (423)	388 (334)	140 (120)	140 (120)	140 (120)	1068 (918)	478 (411)	380 (327)	147 (126)
	13	465 (400)	187 (161)	135 (116)	135 (116)	135 (116)	1037 (892)	454 (390)	192 (165)	144 (124)
	14	393 (338)	130 (112)	130 (112)	130 (112)	130 (112)	958 (824)	386 (332)	140 (120)	140 (120)
	15	273 (235)	115 (99)	115 (99)	115 (99)	115 (99)	813 (699)	266 (229)	120 (103)	120 (103)
	16	124 (107)	94 (81)	94 (81)	94 (81)	94 (81)	630 (542)	129 (111)	101 (87)	101 (87)
	17	72 (62)	72 (62)	72 (62)	72 (62)	174 (150)	427 (367)	76 (65)	76 (65)	76 (65)
	18	45 (39)	45 (39)	45 (39)	45 (39)	236 (203)	209 (180)	47 (40)	47 (40)	47 (40)
日 总 计		3239 (2785)	4567 (3927)	4996 (4296)	3629 (3120)	1910 (1642)	9218 (7926)	3192 (2745)	4374 (3761)	4733 (4070)
日 平 均		135 (116)	191 (164)	208 (179)	151 (130)	79 (68)	384 (330)	133 (114)	183 (157)	198 (170)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H	S	SW	W

照度 (W/m^2) [$kcal/(m^2 \cdot h)$]

			3						透明度等级	
NE	N	H	S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
562 (483)	209 (180)	192 (165)	52 (45)	295 (254)	536 (461)	493 (424)	192 (165)	185 (159)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
648 (557)	166 (143)	399 (343)	79 (68)	471 (405)	714 (614)	585 (503)	159 (137)	373 (321)	17	
593 (510)	101 (87)	604 (519)	133 (114)	591 (508)	766 (659)	556 (478)	108 (93)	576 (495)	16	
458 (394)	120 (103)	777 (668)	264 (227)	634 (545)	707 (608)	442 (380)	129 (111)	749 (644)	15	
291 (250)	140 (120)	927 (797)	371 (319)	607 (522)	570 (490)	283 (243)	142 (122)	883 (759)	14	
144 (124)	144 (124)	1004 (863)	436 (375)	511 (439)	372 (320)	147 (126)	147 (126)	958 (824)	13	
147 (126)	147 (126)	1030 (886)	461 (396)	370 (318)	150 (129)	150 (129)	150 (129)	986 (848)	12	
144 (124)	144 (124)	1004 (863)	436 (375)	192 (165)	147 (126)	147 (126)	147 (126)	958 (824)	11	
140 (120)	140 (120)	927 (797)	371 (319)	142 (122)	142 (122)	142 (122)	142 (122)	883 (759)	10	
120 (103)	120 (103)	777 (668)	264 (227)	129 (111)	129 (111)	129 (111)	129 (111)	749 (644)	9	
101 (87)	101 (87)	604 (519)	133 (114)	108 (93)	108 (93)	108 (93)	108 (93)	571 (495)	8	
76 (65)	166 (143)	399 (343)	79 (68)	79 (68)	79 (68)	79 (68)	159 (137)	373 (321)	7	
47 (40)	209 (180)	192 (165)	52 (45)	52 (45)	52 (45)	52 (45)	192 (165)	185 (159)	6	
3469 (2983)	1907 (1640)	8834 (7596)	3131 (2692)	4181 (3595)	4473 (3846)	3312 (2848)	1904 (1637)	8434 (7252)	日 总 计	
144 (124)	79 (68)	369 (317)	130 (112)	174 (150)	186 (160)	138 (119)	79 (68)	351 (302)	日 平 均	
NW	N	H	S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		4						5		
朝 向		S	SE	E	NE	N	H	S	SE	E
时 刻 (地方太阳时)	6	52 (45)	250 (215)	445 (383)	411 (353)	165 (142)	166 (143)	50 (43)	209 (180)	368 (316)
	7	83 (71)	421 (362)	630 (542)	519 (446)	152 (131)	345 (297)	87 (75)	379 (326)	559 (481)
	8	131 (113)	537 (462)	692 (595)	506 (435)	109 (94)	533 (458)	137 (118)	500 (430)	638 (549)
	9	258 (222)	593 (510)	661 (568)	420 (361)	135 (116)	711 (611)	258 (222)	569 (489)	630 (542)
	10	361 (310)	576 (495)	542 (466)	279 (240)	151 (130)	842 (724)	357 (307)	558 (480)	527 (453)
	11	424 (365)	493 (424)	365 (314)	158 (136)	158 (136)	919 (790)	416 (358)	480 (413)	362 (311)
	12	448 (385)	364 (313)	162 (139)	162 (139)	162 (139)	949 (816)	438 (377)	361 (310)	172 (148)
	13	424 (365)	199 (171)	158 (136)	158 (136)	158 (136)	919 (790)	416 (358)	207 (178)	169 (145)
	14	361 (310)	151 (130)	151 (130)	151 (130)	151 (130)	842 (724)	357 (307)	162 (139)	162 (139)
	15	258 (222)	135 (116)	135 (116)	135 (116)	135 (116)	711 (611)	258 (222)	144 (124)	144 (124)
	16	131 (113)	109 (94)	109 (94)	109 (94)	109 (94)	533 (458)	137 (118)	117 (101)	117 (101)
	17	83 (71)	83 (71)	83 (71)	83 (71)	152 (131)	345 (297)	87 (75)	87 (75)	87 (75)
	18	52 (45)	52 (45)	52 (45)	52 (45)	165 (142)	166 (143)	50 (43)	50 (43)	50 (43)
日 总 计		3067 (2637)	3964 (3408)	4186 (3599)	3142 (2702)	1904 (1637)	7981 (6862)	3051 (2623)	3824 (3288)	3986 (3427)
日 平 均		128 (110)	165 (142)	174 (150)	131 (113)	79 (68)	333 (286)	127 (109)	159 (137)	166 (143)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H	S	SW	W

			6						透明度等级	
NE	N	H	S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
340 (292)	142 (122)	148 (127)	49 (42)	164 (141)	279 (240)	258 (222)	115 (99)	127 (109)	18	时刻(地方太阳时)
463 (398)	148 (127)	324 (279)	93 (80)	334 (287)	483 (415)	404 (347)	142 (122)	304 (261)	17	
472 (406)	117 (101)	509 (438)	137 (118)	443 (381)	559 (481)	420 (361)	121 (104)	466 (401)	16	
407 (350)	144 (124)	690 (593)	254 (218)	521 (448)	575 (494)	381 (328)	155 (133)	645 (555)	15	
281 (242)	162 (139)	821 (706)	349 (300)	526 (452)	498 (428)	281 (242)	176 (151)	779 (670)	14	
169 (145)	169 (145)	892 (767)	402 (346)	495 (395)	354 (304)	181 (156)	181 (156)	847 (728)	13	
172 (148)	172 (148)	919 (790)	422 (363)	352 (303)	185 (159)	185 (159)	185 (159)	872 (750)	12	
169 (145)	169 (145)	892 (767)	402 (346)	216 (186)	181 (156)	181 (156)	181 (156)	847 (728)	11	
162 (139)	162 (139)	821 (706)	349 (300)	176 (151)	176 (151)	176 (151)	176 (151)	779 (670)	10	
144 (124)	144 (124)	690 (593)	254 (218)	155 (133)	155 (133)	155 (133)	155 (133)	645 (555)	9	
117 (101)	117 (101)	509 (438)	137 (118)	121 (104)	121 (104)	121 (104)	121 (104)	466 (401)	8	
87 (75)	148 (127)	324 (279)	93 (80)	93 (80)	93 (80)	93 (80)	142 (122)	304 (261)	7	
50 (43)	142 (122)	148 (127)	49 (42)	49 (42)	49 (42)	49 (42)	115 (99)	127 (109)	6	
3033 (2608)	1935 (1664)	7687 (6610)	2990 (2571)	3609 (3103)	3706 (3187)	2885 (2481)	1964 (1689)	7208 (6198)	日 总 计	
127 (109)	80 (69)	320 (275)	124 (107)	150 (129)	155 (133)	120 (103)	81 (70)	300 (258)	日 平 均	
NW	N	H	S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

表 A-6 北纬 45° 太阳总辐射

透明度等级		1						2		
朝	向	S	SE	E	NE	N	H	S	SE	E
时 刻 (地 方 太 阳 时)	6	48 (41)	407 (350)	740 (636)	668 (574)	233 (200)	234 (201)	49 (42)	357 (307)	644 (554)
	7	73 (63)	598 (514)	885 (761)	698 (600)	143 (123)	437 (376)	77 (66)	544 (468)	801 (689)
	8	173 (149)	705 (606)	879 (756)	593 (510)	94 (81)	625 (537)	173 (149)	662 (569)	821 (706)
	9	333 (286)	742 (638)	782 (672)	429 (369)	112 (96)	791 (680)	323 (278)	704 (605)	740 (636)
	10	464 (399)	709 (610)	614 (528)	234 (201)	127 (109)	926 (796)	449 (386)	679 (584)	590 (507)
	11	545 (469)	606 (521)	390 (335)	134 (115)	134 (115)	1005 (864)	530 (456)	587 (505)	384 (330)
	12	571 (491)	443 (381)	135 (116)	135 (116)	135 (116)	1028 (884)	554 (476)	434 (373)	143 (123)
	13	545 (469)	244 (210)	134 (115)	134 (115)	134 (115)	1005 (864)	530 (456)	248 (213)	143 (123)
	14	464 (399)	127 (109)	127 (109)	127 (109)	127 (109)	926 (796)	449 (386)	134 (115)	134 (115)
	15	333 (286)	112 (96)	112 (96)	112 (96)	112 (96)	791 (680)	323 (278)	117 (101)	117 (101)
	16	173 (149)	94 (81)	94 (81)	94 (81)	94 (81)	625 (537)	173 (149)	101 (87)	101 (87)
	17	73 (63)	73 (63)	73 (63)	73 (63)	143 (123)	437 (376)	77 (66)	77 (66)	77 (66)
	18	48 (41)	48 (41)	48 (41)	48 (41)	233 (200)	234 (201)	49 (42)	49 (42)	49 (42)
日 总 计		3844 (3305)	4908 (4220)	5011 (4309)	3477 (2990)	1819 (1564)	9062 (7792)	3756 (3230)	4693 (4035)	4744 (4079)
日 平 均		160 (138)	205 (176)	209 (180)	145 (125)	76 (65)	378 (325)	157 (135)	195 (168)	198 (170)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H	S	SW	W

照度 (W/m^2) [$kcal/(m^2 \cdot h)$]

			3						透明度等级	
NE	N	H	S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
582 (500)	208 (179)	214 (184)	56 (48)	323 (278)	571 (491)	518 (445)	193 (166)	207 (178)	18	时 刻 (地方太阳时)
634 (545)	140 (120)	409 (352)	80 (69)	494 (425)	721 (620)	573 (493)	135 (116)	381 (328)	17	
559 (481)	101 (87)	598 (514)	173 (149)	618 (531)	763 (656)	525 (451)	107 (92)	570 (490)	16	
413 (355)	117 (101)	758 (652)	316 (272)	668 (574)	701 (603)	399 (343)	127 (109)	730 (628)	15	
233 (200)	134 (115)	891 (766)	431 (371)	657 (565)	562 (483)	231 (199)	140 (120)	851 (732)	14	
143 (123)	143 (123)	975 (838)	506 (435)	558 (480)	370 (318)	145 (125)	145 (125)	927 (797)	13	
143 (123)	143 (123)	996 (856)	529 (455)	418 (359)	147 (126)	147 (126)	147 (126)	949 (816)	12	
143 (123)	143 (123)	975 (838)	506 (435)	242 (208)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	927 (797)	11	
134 (115)	134 (115)	891 (766)	421 (371)	140 (120)	140 (120)	140 (120)	140 (120)	851 (732)	10	
117 (101)	117 (101)	758 (652)	316 (272)	127 (109)	127 (109)	127 (109)	127 (109)	730 (628)	9	
101 (87)	101 (87)	598 (514)	173 (149)	107 (92)	107 (92)	107 (92)	107 (92)	570 (490)	8	
77 (66)	140 (120)	409 (352)	80 (69)	80 (69)	80 (69)	80 (69)	135 (116)	381 (328)	7	
49 (42)	208 (179)	214 (184)	56 (48)	56 (48)	56 (48)	56 (48)	193 (166)	207 (178)	6	
3327 (2861)	1829 (1573)	8685 (7468)	3655 (3143)	4475 (3848)	4489 (3860)	3192 (2745)	1840 (1582)	8283 (7122)	日 总 计	
138 (119)	77 (66)	362 (311)	152 (131)	186 (160)	187 (161)	133 (114)	77 (66)	345 (297)	日 平 均	
NW	N	H	S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		4						5		
朝	向	S	SE	E	NE	N	H	S	SE	E
时 刻 (地 方 太 阳 时)	6	56 (48)	276 (237)	480 (413)	435 (374)	169 (145)	187 (161)	53 (46)	234 (201)	400 (344)
	7	84 (72)	441 (379)	637 (548)	509 (438)	131 (113)	354 (304)	88 (76)	398 (342)	566 (487)
	8	167 (144)	561 (482)	688 (592)	478 (411)	109 (94)	527 (453)	169 (145)	520 (447)	635 (546)
	9	304 (261)	621 (534)	652 (561)	378 (325)	131 (113)	690 (593)	300 (258)	592 (509)	621 (534)
	10	415 (357)	611 (525)	535 (460)	231 (199)	148 (127)	813 (699)	408 (351)	590 (507)	519 (446)
	11	486 (418)	534 (459)	361 (310)	155 (133)	155 (133)	886 (762)	475 (408)	520 (447)	358 (308)
	12	509 (438)	406 (349)	157 (135)	157 (135)	157 (135)	909 (782)	495 (426)	400 (344)	167 (144)
	13	486 (418)	243 (209)	155 (133)	155 (133)	155 (133)	886 (762)	475 (408)	249 (214)	166 (143)
	14	415 (357)	148 (127)	148 (127)	148 (127)	148 (127)	813 (699)	408 (351)	158 (136)	158 (136)
	15	304 (261)	131 (113)	131 (113)	131 (113)	131 (113)	690 (593)	300 (258)	142 (122)	142 (122)
	16	167 (144)	109 (94)	109 (94)	109 (94)	109 (94)	527 (453)	169 (145)	116 (100)	116 (100)
	17	84 (72)	84 (72)	84 (72)	84 (72)	131 (113)	354 (304)	88 (76)	88 (76)	88 (76)
	18	56 (48)	56 (48)	56 (48)	56 (48)	169 (145)	187 (161)	53 (46)	53 (46)	53 (46)
日 总 计		3573 (3038)	4219 (3628)	4194 (3606)	3026 (2602)	1843 (1585)	7822 (6726)	3482 (2994)	4060 (3491)	3991 (3432)
日 平 均		148 (127)	176 (151)	174 (150)	126 (108)	77 (66)	326 (280)	145 (125)	169 (145)	166 (143)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H	S	SW	W

			6						透明度等级	
NE	N	H	S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
364 (313)	147 (126)	166 (143)	53 (46)	186 (160)	311 (267)	283 (243)	122 (105)	145 (125)	18	时刻（地方太阳时）
456 (392)	130 (112)	333 (286)	95 (82)	351 (302)	491 (422)	399 (343)	129 (111)	312 (268)	17	
447 (384)	116 (100)	504 (433)	164 (141)	459 (395)	556 (478)	398 (342)	120 (103)	461 (396)	16	
369 (317)	142 (122)	669 (575)	287 (247)	538 (463)	563 (484)	347 (298)	150 (129)	623 (536)	15	
236 (203)	158 (136)	792 (681)	391 (339)	551 (474)	488 (420)	241 (207)	171 (147)	750 (645)	14	
166 (143)	166 (143)	863 (742)	454 (390)	494 (425)	350 (301)	180 (155)	180 (155)	820 (705)	13	
167 (144)	167 (144)	884 (760)	473 (407)	387 (333)	181 (156)	181 (156)	181 (156)	840 (722)	12	
166 (143)	166 (143)	863 (742)	454 (390)	254 (218)	180 (155)	180 (155)	180 (155)	820 (705)	11	
158 (136)	158 (136)	792 (681)	391 (336)	171 (147)	171 (147)	171 (147)	171 (147)	750 (645)	10	
142 (122)	142 (122)	669 (575)	287 (247)	150 (129)	150 (129)	150 (129)	150 (129)	623 (536)	9	
116 (100)	116 (100)	504 (433)	164 (141)	120 (103)	120 (103)	120 (103)	120 (103)	461 (396)	8	
88 (76)	130 (112)	333 (286)	95 (82)	95 (82)	95 (82)	95 (82)	129 (111)	312 (268)	7	
53 (46)	147 (126)	166 (143)	53 (46)	53 (46)	58 (46)	53 (46)	122 (105)	145 (125)	6	
2930 (2519)	1886 (1622)	7536 (6480)	3362 (2891)	3811 (3277)	3710 (3190)	2798 (2406)	1926 (1656)	7062 (6072)	日 总 计	
122 (105)	79 (68)	314 (270)	140 (120)	159 (137)	155 (133)	116 (100)	80 (69)	294 (253)	日 平 均	
NW	N	H	S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

表 A-7 北纬 50° 太阳总辐射

透明度等级		1						2		
朝 向		S	SE	E	NE	N	H	S	SE	E
时 刻 (地方太阳时)	6	51 (44)	435 (374)	768 (660)	680 (585)	224 (193)	257 (221)	52 (45)	384 (330)	671 (577)
	7	74 (64)	625 (537)	890 (765)	677 (582)	112 (96)	444 (382)	78 (67)	569 (489)	805 (692)
	8	220 (189)	736 (633)	876 (753)	557 (479)	93 (80)	615 (529)	216 (186)	688 (592)	816 (702)
	9	390 (335)	778 (669)	773 (665)	379 (326)	108 (93)	763 (656)	377 (324)	737 (634)	734 (631)
	10	530 (456)	752 (647)	607 (522)	178 (153)	124 (107)	887 (763)	507 (436)	715 (615)	579 (498)
	11	620 (533)	656 (564)	385 (331)	131 (113)	131 (113)	963 (828)	599 (515)	634 (545)	379 (326)
	12	650 (559)	499 (429)	134 (115)	134 (115)	134 (115)	989 (850)	630 (542)	487 (419)	144 (124)
	13	620 (533)	297 (255)	131 (113)	131 (113)	131 (113)	963 (828)	599 (515)	297 (255)	141 (121)
	14	530 (456)	124 (107)	124 (107)	124 (107)	124 (107)	887 (763)	507 (436)	128 (110)	128 (110)
	15	390 (335)	108 (93)	108 (93)	108 (93)	108 (93)	763 (656)	377 (324)	115 (99)	115 (99)
	16	220 (189)	93 (80)	93 (80)	93 (80)	93 (80)	615 (529)	216 (186)	99 (85)	99 (85)
	17	74 (64)	74 (64)	74 (64)	74 (64)	112 (96)	444 (382)	78 (67)	78 (67)	78 (67)
	18	51 (44)	51 (44)	51 (44)	51 (44)	224 (193)	257 (221)	52 (45)	52 (45)	52 (45)
日 总 计		4421 (3801)	5229 (4496)	5015 (4312)	3319 (2854)	1720 (1479)	8848 (7608)	4289 (3688)	4983 (4285)	4742 (4077)
日 平 均		184 (158)	217 (187)	209 (180)	138 (119)	72 (62)	369 (317)	179 (154)	208 (179)	198 (170)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H	S	SW	W

照度 (W/m^2) [$kcal/(m^2 \cdot h)$]

			3						透明度等级	
NE	N	H	S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
595 (512)	202 (174)	236 (203)	58 (50)	348 (299)	598 (514)	533 (458)	190 (163)	228 (196)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
615 (529)	112 (96)	415 (357)	80 (69)	516 (444)	726 (624)	558 (480)	110 (95)	387 (333)	17	
525 (451)	99 (85)	586 (504)	212 (182)	642 (552)	757 (651)	492 (423)	106 (91)	558 (480)	16	
368 (316)	115 (99)	734 (631)	365 (314)	698 (600)	694 (597)	356 (306)	124 (107)	706 (607)	15	
178 (153)	128 (110)	848 (729)	488 (420)	680 (585)	554 (476)	183 (157)	136 (117)	815 (701)	14	
141 (121)	141 (121)	933 (802)	569 (489)	601 (517)	364 (313)	143 (123)	143 (123)	887 (763)	13	
144 (124)	144 (124)	961 (826)	598 (514)	465 (400)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	912 (784)	12	
141 (121)	141 (121)	933 (802)	569 (489)	287 (247)	143 (123)	143 (123)	143 (123)	887 (763)	11	
128 (110)	128 (110)	848 (729)	488 (420)	136 (117)	136 (117)	136 (117)	136 (117)	815 (701)	10	
115 (99)	115 (99)	734 (631)	365 (314)	124 (107)	124 (107)	124 (107)	124 (107)	706 (607)	9	
99 (85)	99 (85)	586 (504)	212 (182)	106 (91)	106 (91)	106 (91)	106 (91)	558 (480)	8	
78 (67)	112 (96)	415 (357)	80 (69)	80 (69)	80 (69)	80 (69)	110 (95)	378 (333)	7	
52 (45)	202 (174)	236 (203)	58 (50)	58 (50)	58 (50)	58 (50)	190 (163)	228 (196)	6	
3178 (2733)	1738 (1494)	8464 (7278)	4143 (3562)	4743 (4078)	4486 (3857)	3058 (2629)	1764 (1517)	8076 (6944)	日 总 计	
133 (114)	72 (62)	352 (303)	172 (148)	198 (170)	187 (161)	128 (110)	73 (63)	336 (289)	日 平 均	
NW	N	H	S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		4						5		
朝	向	S	SE	E	NE	N	H	S	SE	E
时刻 (地方太阳时)	6	59 (51)	299 (257)	507 (436)	454 (390)	167 (144)	207 (178)	58 (50)	256 (220)	428 (368)
	7	85 (73)	461 (396)	642 (552)	497 (427)	109 (94)	359 (309)	90 (77)	414 (356)	571 (491)
	8	201 (173)	580 (499)	683 (587)	448 (385)	107 (92)	518 (445)	198 (170)	536 (461)	628 (540)
	9	345 (297)	644 (554)	641 (551)	337 (290)	128 (110)	663 (570)	337 (290)	612 (529)	608 (523)
	10	466 (401)	642 (552)	527 (453)	187 (161)	144 (124)	779 (670)	454 (390)	618 (531)	511 (439)
	11	542 (466)	571 (491)	355 (305)	151 (130)	151 (130)	847 (728)	527 (453)	554 (476)	352 (303)
	12	568 (488)	447 (384)	154 (132)	154 (132)	154 (132)	870 (748)	552 (475)	438 (377)	165 (142)
	13	542 (466)	284 (244)	151 (130)	151 (130)	151 (130)	847 (728)	527 (453)	286 (246)	163 (140)
	14	466 (401)	144 (124)	144 (124)	144 (124)	144 (124)	779 (670)	454 (390)	154 (132)	154 (132)
	15	345 (297)	128 (110)	128 (110)	128 (110)	128 (110)	663 (570)	337 (290)	137 (118)	137 (118)
	16	201 (173)	107 (92)	107 (92)	107 (92)	107 (92)	518 (445)	198 (170)	115 (99)	115 (99)
	17	85 (73)	85 (73)	85 (73)	85 (73)	109 (94)	359 (309)	90 (77)	90 (77)	90 (77)
	18	59 (51)	59 (51)	59 (51)	59 (51)	167 (144)	207 (178)	58 (50)	58 (50)	58 (50)
日 总 计		3966 (3410)	4451 (3827)	4182 (3596)	2902 (2495)	1768 (1520)	7615 (6548)	3879 (3335)	4267 (3669)	3980 (3422)
日 平 均		165 (142)	185 (159)	174 (150)	121 (104)	73 (63)	317 (273)	162 (139)	178 (153)	166 (143)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H	S	SW	W

			6						透明度等级	
NE	N	H	S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
383 (329)	148 (127)	186 (160)	58 (50)	208 (179)	337 (290)	304 (261)	126 (108)	164 (141)	18	时 刻 (地方太阳时)
445 (383)	112 (96)	338 (291)	95 (82)	365 (314)	495 (426)	391 (336)	114 (98)	316 (272)	17	
419 (360)	115 (99)	492 (423)	188 (162)	473 (407)	550 (473)	374 (322)	119 (102)	451 (388)	16	
329 (283)	137 (118)	642 (552)	316 (272)	551 (474)	549 (472)	309 (266)	145 (125)	595 (512)	15	
193 (166)	154 (132)	758 (652)	429 (369)	572 (492)	478 (411)	201 (173)	163 (143)	716 (616)	14	
163 (140)	163 (140)	826 (710)	498 (428)	522 (449)	343 (295)	177 (152)	177 (152)	784 (674)	13	
165 (142)	165 (142)	849 (730)	522 (449)	422 (363)	179 (154)	179 (154)	179 (154)	807 (694)	12	
163 (140)	163 (140)	826 (710)	498 (428)	285 (245)	177 (152)	177 (152)	177 (152)	784 (674)	11	
154 (132)	154 (132)	758 (652)	429 (369)	163 (143)	163 (143)	163 (143)	163 (143)	716 (616)	10	
137 (118)	137 (118)	642 (552)	316 (272)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	145 (125)	595 (512)	9	
115 (99)	115 (99)	492 (423)	188 (162)	119 (102)	119 (102)	119 (102)	119 (102)	451 (388)	8	
90 (77)	112 (96)	338 (291)	95 (82)	95 (82)	95 (82)	95 (82)	114 (98)	316 (272)	7	
58 (50)	148 (127)	186 (106)	58 (50)	58 (50)	58 (50)	58 (50)	126 (108)	164 (141)	6	
2813 (2419)	1821 (1566)	7334 (6306)	3693 (3175)	3983 (3425)	3693 (3175)	2696 (2318)	1872 (1610)	6862 (5900)	日 总 计	
117 (101)	76 (65)	306 (263)	154 (132)	166 (143)	154 (132)	113 (97)	78 (67)	286 (246)	日 平 均	
NW	N	H	S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

附录 B 夏季透过标准

表 B-1 北纬 20°透过标准窗玻璃的

透明度等级		1					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	162(139)	423(364)	404(347)	112(96)	20(17)
		21(18)	21(18)	21(18)	21(18)	21(18)	27(23)
	7	0(0)	286(246)	552(642)	576(495)	109(94)	192(165)
		52(45)	52(45)	52(45)	52(45)	52(45)	47(40)
	8	0(0)	315(271)	654(562)	550(473)	65(56)	428(368)
		76(65)	76(65)	76(65)	76(65)	76(65)	52(45)
	9	0(0)	274(236)	552(475)	430(370)	130(112)	628(540)
		97(83)	97(83)	97(83)	97(83)	97(83)	57(49)
	10	0(0)	180(155)	364(313)	258(222)	8(7)	784(674)
		110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	56(48)
	11	0(0)	60(52)	133(114)	85(73)	1(1)	878(755)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	57(49)
	12	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)	911(783)
		122(105)	122(105)	122(105)	122(105)	122(105)	56(48)
	13	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)	878(755)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	57(49)
	14	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	8(7)	784(674)
		110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	56(48)
	15	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	130(112)	628(540)
		97(83)	97(83)	97(83)	97(83)	97(83)	57(49)
	16	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	65(56)	428(368)
		76(65)	76(65)	76(65)	76(65)	76(65)	52(45)
	17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	109(94)	192(165)
		52(45)	52(45)	52(45)	52(45)	52(45)	47(40)
	18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	112(96)	20(17)
		21(18)	21(18)	21(18)	21(18)	21(18)	27(23)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

窗玻璃的太阳辐射照度

太阳辐射照度 (W/m^2) [$kcal/(m^2 \cdot h)$]

2						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0)	128(110)	335(288)	320(275)	88(76)	15(13)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
23(20)	23(20)	23(20)	23(20)	23(20)	31(27)		
0(0)	254(218)	568(488)	509(438)	97(83)	170(146)	17	
52(45)	52(45)	52(45)	52(45)	52(45)	51(44)		
0(0)	288(248)	598(514)	502(432)	59(51)	391(336)	16	
80(69)	80(69)	80(69)	80(69)	80(69)	66(57)		
0(0)	256(220)	514(442)	401(345)	122(105)	585(503)	15	
99(85)	99(85)	99(85)	99(85)	99(85)	69(59)		
0(0)	170(146)	342(294)	243(209)	8(7)	737(634)	14	
119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	77(66)		
0(0)	57(49)	126(108)	79(68)	1(1)	826(710)	13	
123(106)	123(106)	123(106)	123(106)	123(106)	72(62)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)	863(742)	12	
128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	73(63)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)	826(710)	11	
123(106)	123(106)	123(106)	123(106)	123(106)	72(62)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	8(7)	737(634)	10	
119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	77(66)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	122(105)	585(503)	9	
99(85)	99(85)	99(85)	99(85)	99(85)	69(59)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	59(51)	391(336)	8	
80(69)	80(69)	80(69)	80(69)	80(69)	66(57)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	97(83)	170(146)	7	
52(45)	52(45)	52(45)	52(45)	52(45)	51(44)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	88(76)	15(13)	6	
23(20)	23(20)	23(20)	23(20)	23(20)	31(27)		
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		3					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	101(87)	263(226)	251(216)	70(60)	12(10)
		24(21)	24(21)	24(21)	24(21)	24(21)	35(30)
	7	0(0)	222(191)	498(428)	445(383)	85(73)	149(128)
		58(50)	58(50)	58(50)	58(50)	58(50)	65(56)
	8	0(0)	262(225)	543(467)	456(392)	53(46)	355(305)
		85(73)	85(73)	85(73)	85(73)	85(73)	80(69)
	9	0(0)	236(203)	476(409)	371(319)	113(97)	542(466)
		107(92)	107(92)	107(92)	107(92)	107(92)	90(77)
	10	0(0)	158(136)	319(274)	227(195)	7(6)	686(590)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	87(75)
	11	0(0)	53(46)	117(101)	74(64)	1(1)	775(666)
		128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	88(76)
	12	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)	811(697)
		133(114)	133(114)	133(114)	133(114)	133(114)	91(78)
	13	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)	775(666)
		128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	88(76)
	14	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	7(6)	686(590)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	87(75)
15	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	113(97)	542(466)	
	107(92)	107(92)	107(92)	107(92)	107(92)	90(77)	
16	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	53(46)	355(305)	
	85(73)	85(73)	85(73)	85(73)	85(73)	80(69)	
17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	85(73)	149(128)	
	58(50)	58(50)	58(50)	58(50)	58(50)	65(56)	
18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	70(60)	12(10)	
	24(21)	24(21)	24(21)	24(21)	24(21)	35(30)	
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

B-1

4						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0) 22(19)	73(63) 22(19)	191(164) 22(19)	183(157) 22(19)	50(43) 22(19)	9(8) 33(28)	18	时刻(地方太阳时)
0(0) 60(52)	190(163) 60(52)	423(364) 60(52)	380(327) 60(52)	72(62) 60(52)	127(109) 76(65)	17	
0(0) 87(75)	231(199) 87(75)	479(412) 87(75)	402(346) 87(75)	48(41) 87(75)	313(269) 91(78)	16	
0(0) 113(97)	215(185) 113(97)	433(372) 113(97)	337(290) 113(97)	102(88) 113(97)	492(423) 107(92)	15	
0(0) 127(109)	145(125) 127(109)	292(251) 127(109)	208(179) 127(109)	7(6) 127(109)	629(541) 109(94)	14	
0(0) 138(119)	49(42) 138(119)	109(94) 138(119)	69(59) 138(119)	1(1) 138(119)	718(617) 115(99)	13	
0(0) 141(121)	0(0) 141(121)	0(0) 141(121)	0(0) 141(121)	1(1) 141(121)	751(646) 114(98)	12	
0(0) 138(119)	0(0) 138(119)	0(0) 138(119)	0(0) 138(119)	1(1) 138(119)	718(617) 115(99)	11	
0(0) 127(109)	0(0) 127(109)	0(0) 127(109)	0(0) 127(109)	7(6) 127(109)	629(541) 109(94)	10	
0(0) 113(97)	0(0) 113(97)	0(0) 113(97)	0(0) 113(97)	102(88) 113(97)	492(423) 107(92)	9	
0(0) 87(75)	0(0) 87(75)	0(0) 87(75)	0(0) 87(75)	48(41) 87(75)	313(269) 91(78)	8	
0(0) 60(52)	0(0) 60(52)	0(0) 60(52)	0(0) 60(52)	72(62) 60(52)	127(109) 76(65)	7	
0(0) 22(19)	0(0) 22(19)	0(0) 22(19)	0(0) 22(19)	50(43) 22(19)	9(8) 33(28)	6	
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		5					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	52(45)	136(117)	130(112)	36(31)	6(5)
		19(16)	19(16)	19(16)	19(16)	19(16)	28(24)
	7	0(0)	160(138)	359(309)	323(278)	62(53)	107(92)
		63(54)	63(54)	63(54)	63(54)	63(54)	81(70)
	8	0(0)	206(177)	426(366)	358(308)	42(36)	278(239)
		93(80)	93(80)	93(80)	93(80)	93(80)	106(91)
	9	0(0)	199(171)	401(345)	313(269)	95(82)	456(392)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	126(108)
	10	0(0)	135(116)	273(235)	194(167)	6(5)	587(505)
		136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	131(113)
	11	0(0)	45(39)	101(87)	64(55)	1(1)	665(572)
		147(126)	147(126)	147(126)	147(126)	147(126)	136(117)
	12	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	692(595)
		149(128)	149(128)	149(128)	149(128)	149(128)	137(118)
	13	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)	665(572)
		147(126)	147(126)	147(126)	147(126)	147(126)	136(117)
	14	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	6(5)	587(505)
		136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	131(113)
15	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	95(82)	456(392)	
	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	126(108)	
16	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	42(36)	278(239)	
	93(80)	93(80)	93(80)	93(80)	93(80)	106(91)	
17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	62(53)	107(92)	
	63(54)	63(54)	63(54)	63(54)	63(54)	81(70)	
18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	36(31)	6(5)	
	19(16)	19(16)	19(16)	19(16)	19(16)	28(24)	
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

B-1

6						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0) 17(15)	36(31) 17(15)	93(80) 17(15)	88(76) 17(15)	24(21) 17(15)	5(4) 28(24)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
0(0) 62(53)	130(112) 62(53)	271(250) 62(53)	261(224) 62(53)	50(43) 62(53)	87(75) 85(73)	17	
0(0) 95(82)	172(148) 95(82)	357(307) 95(82)	300(258) 95(82)	36(31) 95(82)	234(201) 120(103)	16	
0(0) 129(111)	172(148) 129(111)	347(298) 129(111)	271(233) 129(111)	83(71) 129(111)	395(340) 150(129)	15	
0(0) 148(127)	120(103) 148(127)	242(208) 148(127)	172(148) 148(127)	6(5) 148(127)	521(448) 162(139)	14	
0(0) 156(134)	41(35) 156(134)	91(78) 156(134)	57(49) 156(134)	1(1) 156(134)	597(513) 163(140)	13	
0(0) 164(141)	0(0) 164(141)	0(0) 164(141)	0(0) 164(141)	0(0) 164(141)	627(539) 171(147)	12	
0(0) 156(134)	0(0) 156(134)	0(0) 156(134)	0(0) 156(134)	1(1) 156(134)	597(513) 163(140)	11	
0(0) 148(127)	0(0) 148(127)	0(0) 148(127)	0(0) 148(127)	6(5) 148(127)	521(448) 162(139)	10	
0(0) 129(111)	0(0) 129(111)	0(0) 129(111)	0(0) 129(111)	83(71) 129(111)	395(340) 150(129)	9	
0(0) 95(82)	0(0) 95(82)	0(0) 95(82)	0(0) 95(82)	36(31) 95(82)	234(201) 120(103)	8	
0(0) 62(53)	0(0) 62(53)	0(0) 62(53)	0(0) 62(53)	50(43) 62(53)	87(75) 85(73)	7	
0(0) 17(15)	0(0) 17(15)	0(0) 17(15)	0(0) 17(15)	24(21) 17(15)	5(4) 28(24)	6	
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

表 B-2 北纬 25° 透过标准窗玻璃的

透明度等级		1					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时 刻 (地 方 太 阳 时)	6	0(0)	183(157)	462(397)	437(376)	115(99)	31(27)
		27(23)	27(23)	27(23)	27(23)	27(23)	33(28)
	7	0(0)	312(268)	654(562)	570(490)	88(76)	212(182)
		55(47)	55(47)	55(47)	55(47)	55(47)	48(41)
	8	0(0)	352(303)	657(565)	522(449)	36(31)	440(378)
		77(66)	77(66)	77(66)	77(66)	77(66)	52(45)
	9	0(0)	322(277)	554(476)	383(329)	5(4)	636(547)
		98(84)	98(84)	98(84)	98(84)	98(84)	57(49)
	10	1(1)	236(203)	364(313)	204(175)	0(0)	785(675)
		101(95)	101(95)	101(95)	101(95)	101(95)	56(48)
	11	10(9)	108(93)	133(114)	42(36)	0(0)	876(753)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	58(50)
	12	15(13)	8(7)	0(0)	0(0)	0(0)	906(779)
		119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	51(44)
	13	10(9)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	876(753)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	58(50)
	14	1(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	785(675)
		101(95)	101(95)	101(95)	101(95)	101(95)	56(48)
15	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	5(4)	636(547)	
	98(84)	98(84)	98(84)	98(84)	98(84)	57(49)	
16	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	36(31)	440(378)	
	77(66)	77(66)	77(66)	77(66)	77(66)	52(45)	
17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	88(76)	212(182)	
	55(47)	55(47)	55(47)	55(47)	55(47)	48(41)	
18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	115(99)	31(27)	
	27(23)	27(23)	27(23)	27(23)	27(23)	33(28)	
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

太阳辐射照度 (W/m^2) [$kcal/(m^2 \cdot h)$]

2						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0) 28(24)	150(127) 28(24)	379(326) 28(24)	359(309) 28(24)	94(81) 28(24)	27(23) 37(32)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
0(0) 56(48)	276(237) 56(48)	579(498) 56(48)	505(434) 56(48)	78(67) 56(48)	187(161) 53(46)	17	
0(0) 81(70)	323(278) 81(70)	602(518) 81(70)	478(411) 81(70)	33(28) 81(70)	402(346) 67(58)	16	
0(0) 100(86)	300(258) 100(86)	515(443) 100(86)	356(306) 100(86)	4(3) 100(86)	593(510) 68(59)	15	
1(1) 119(102)	222(191) 119(102)	342(294) 119(102)	191(164) 119(102)	0(0) 119(102)	739(635) 77(66)	14	
10(9) 124(107)	102(88) 124(107)	126(108) 124(107)	40(34) 124(107)	0(0) 124(107)	825(709) 73(63)	13	
15(13) 124(107)	7(6) 124(107)	0(0) 124(107)	0(0) 124(107)	0(0) 124(107)	857(737) 69(59)	12	
10(9) 124(107)	0(0) 124(107)	0(0) 124(107)	0(0) 124(107)	0(0) 124(107)	825(709) 73(63)	11	
1(1) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	739(635) 77(66)	10	
0(0) 100(86)	0(0) 100(86)	0(0) 100(86)	0(0) 100(86)	4(3) 100(86)	593(510) 68(59)	9	
0(0) 81(70)	0(0) 81(70)	0(0) 81(70)	0(0) 81(70)	33(28) 81(70)	402(346) 67(58)	8	
0(0) 56(48)	0(0) 56(48)	0(0) 56(48)	0(0) 56(48)	78(67) 56(48)	187(161) 53(46)	7	
0(0) 28(24)	0(0) 28(24)	0(0) 28(24)	0(0) 28(24)	94(81) 28(24)	27(23) 37(32)	6	
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		3					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	121(104)	308(265)	290(250)	77(66)	21(18)
		30(26)	30(26)	30(26)	30(26)	30(26)	42(36)
	7	0(0)	243(209)	511(439)	445(383)	69(59)	165(142)
		60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	66(57)
	8	0(0)	294(253)	548(471)	435(374)	30(26)	366(315)
		87(75)	87(75)	87(75)	87(75)	87(75)	81(70)
	9	0(0)	278(239)	477(410)	445(383)	4(3)	549(472)
		108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	90(77)
	10	1(1)	207(178)	319(274)	178(153)	0(0)	687(591)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	87(75)
	11	9(8)	95(82)	117(101)	37(32)	0(0)	773(665)
		128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	88(76)
	12	14(12)	7(6)	0(0)	0(0)	0(0)	804(691)
		129(111)	129(111)	129(111)	129(111)	129(111)	86(74)
	13	9(8)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	773(665)
		128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	88(76)
	14	1(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	687(591)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	87(75)
	15	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	4(3)	549(472)
		108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	90(77)
	16	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	30(26)	366(315)
		87(75)	87(75)	87(75)	87(75)	87(75)	81(70)
	17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	69(59)	165(142)
		60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	66(57)
	18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	77(66)	21(18)
		30(26)	30(26)	30(26)	30(26)	30(26)	42(36)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

B-2

4						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0) 29(25)	92(79) 29(25)	234(201) 29(25)	221(190) 29(25)	58(50) 29(25)	16(14) 42(36)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
0(0) 64(55)	208(179) 64(55)	436(375) 64(55)	380(327) 64(55)	59(51) 64(55)	141(121) 77(66)	17	
0(0) 88(76)	259(223) 88(76)	484(416) 88(76)	384(330) 88(76)	27(23) 88(76)	323(278) 92(79)	16	
0(0) 114(98)	252(217) 114(98)	434(373) 114(98)	300(258) 114(98)	4(3) 114(98)	500(430) 107(92)	15	
1(1) 127(109)	190(163) 127(109)	292(251) 127(109)	163(140) 127(109)	0(0) 127(109)	632(543) 109(94)	14	
8(7) 138(119)	88(76) 138(119)	109(94) 138(119)	34(29) 138(119)	0(0) 138(119)	715(615) 115(99)	13	
13(11) 138(119)	7(6) 138(119)	0(0) 138(119)	0(0) 138(119)	0(0) 138(119)	745(641) 110(95)	12	
8(7) 138(119)	0(0) 138(119)	0(0) 138(119)	0(0) 138(119)	0(0) 138(119)	715(615) 115(99)	11	
1(1) 127(109)	0(0) 127(109)	0(0) 127(109)	0(0) 127(109)	0(0) 127(109)	632(543) 109(94)	10	
0(0) 114(98)	0(0) 114(98)	0(0) 114(98)	0(0) 114(98)	4(3) 114(98)	500(430) 107(92)	9	
0(0) 88(76)	0(0) 88(76)	0(0) 88(76)	0(0) 88(76)	27(23) 88(76)	323(278) 92(79)	8	
0(0) 64(55)	0(0) 64(55)	0(0) 64(55)	0(0) 64(55)	59(51) 64(55)	141(121) 77(66)	7	
0(0) 29(25)	0(0) 29(25)	0(0) 29(25)	0(0) 29(25)	58(50) 29(25)	16(14) 42(36)	6	
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		5					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	69(59)	176(151)	166(143)	44(38)	12(10)
		27(23)	27(23)	27(23)	27(23)	27(23)	40(34)
	7	0(0)	177(152)	372(320)	324(279)	50(43)	120(103)
		66(57)	66(57)	66(57)	66(57)	66(57)	62(53)
	8	0(0)	231(199)	431(371)	343(295)	23(20)	288(248)
		94(81)	94(81)	94(81)	94(81)	94(81)	108(93)
	9	0(0)	235(202)	402(346)	278(239)	4(3)	463(398)
		121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	126(108)
	10	1(1)	177(152)	273(235)	152(131)	0(0)	588(506)
		136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	131(113)
	11	8(7)	83(71)	101(87)	31(27)	0(0)	664(571)
		147(126)	147(126)	147(126)	147(126)	147(126)	137(118)
	12	12(10)	6(5)	0(0)	0(0)	0(0)	687(591)
		147(126)	147(126)	147(126)	147(126)	147(126)	133(114)
	13	8(7)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	664(571)
		147(126)	147(126)	147(126)	147(126)	147(126)	137(118)
	14	1(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	588(506)
		136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	131(113)
15	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	4(3)	463(398)	
	121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	126(108)	
16	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	23(20)	288(248)	
	94(81)	94(81)	94(81)	94(81)	94(81)	108(93)	
17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	50(43)	120(103)	
	66(57)	66(57)	66(57)	66(57)	66(57)	62(53)	
18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	44(38)	12(10)	
	27(23)	27(23)	27(23)	27(23)	27(23)	40(34)	
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

B-2

6						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0) 24(21)	48(41) 24(21)	120(103) 24(21)	113(97) 24(21)	30(26) 24(21)	8(7) 37(32)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
0(0) 67(58)	144(124) 67(58)	302(260) 67(58)	264(227) 67(58)	41(35) 67(58)	98(84) 92(79)	17	
0(0) 98(84)	194(167) 98(84)	363(312) 98(84)	288(248) 98(84)	20(17) 98(84)	242(208) 121(104)	16	
0(0) 130(112)	204(175) 130(112)	349(300) 130(112)	241(207) 130(112)	2(2) 130(112)	402(346) 151(130)	15	
1(1) 148(127)	157(135) 148(127)	242(208) 148(127)	135(116) 148(127)	0(0) 148(127)	522(449) 162(139)	14	
7(6) 156(134)	73(63) 156(134)	91(78) 156(134)	28(24) 156(134)	0(0) 156(134)	595(512) 164(141)	13	
10(9) 159(137)	6(5) 159(137)	0(0) 159(137)	0(0) 159(137)	0(0) 159(137)	621(534) 165(142)	12	
7(6) 156(134)	0(0) 156(134)	0(0) 156(134)	0(0) 156(134)	0(0) 156(134)	595(512) 164(141)	11	
1(1) 148(127)	0(0) 148(127)	0(0) 148(127)	0(0) 148(127)	0(0) 148(127)	522(449) 162(139)	10	
0(0) 130(112)	0(0) 130(112)	0(0) 130(112)	0(0) 130(112)	2(2) 130(112)	402(346) 151(130)	9	
0(0) 98(84)	0(0) 98(84)	0(0) 98(84)	0(0) 98(84)	20(17) 98(84)	242(208) 121(104)	8	
0(0) 67(58)	0(0) 67(58)	0(0) 67(58)	0(0) 67(58)	41(35) 67(58)	98(84) 92(79)	7	
0(0) 24(21)	0(0) 24(21)	0(0) 24(21)	0(0) 24(21)	30(26) 24(21)	8(7) 37(32)	6	
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

表 B-3 北纬 30° 透过标准窗玻璃的

透明度等级		1					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	204(175)	499(429)	466(401)	116(100)	48(41)
		31(27)	31(27)	31(27)	31(27)	31(27)	37(32)
	7	0(0)	338(291)	664(571)	559(481)	67(58)	229(197)
		57(49)	57(49)	57(49)	57(49)	57(49)	48(41)
	8	0(0)	390(335)	659(567)	490(421)	13(11)	450(387)
		78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	52(45)
	9	1(1)	371(319)	554(476)	332(286)	0(0)	637(548)
		98(84)	98(84)	98(84)	98(84)	98(84)	58(50)
	10	31(27)	292(251)	364(313)	144(128)	0(0)	780(671)
		110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	57(49)
	11	53(46)	164(141)	133(114)	13(11)	0(0)	866(745)
		117(101)	117(101)	117(101)	117(101)	117(101)	56(48)
	12	65(56)	85(73)	0(0)	0(0)	0(0)	896(770)
		117(101)	117(101)	117(101)	117(101)	117(101)	51(44)
	13	53(46)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	866(745)
		117(101)	117(101)	117(101)	117(101)	117(101)	56(48)
	14	31(27)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	780(671)
		110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	57(49)
15	1(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	637(548)	
	98(84)	98(84)	98(84)	98(84)	98(84)	58(50)	
16	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	13(11)	450(387)	
	78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	52(45)	
17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	67(58)	229(197)	
	57(49)	57(49)	57(49)	57(49)	57(49)	48(41)	
18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	116(100)	48(41)	
	31(27)	31(27)	31(27)	31(27)	31(27)	37(32)	
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

太阳辐射照度 (W/m^2) [$kcal/(m^2 \cdot h)$]

2						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0) 31(27)	172(148) 31(27)	422(363) 31(27)	394(339) 31(27)	98(84) 31(27)	41(35) 40(34)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
0(0) 58(50)	300(258) 58(50)	590(507) 58(50)	497(427) 58(50)	59(51) 58(50)	204(175) 56(48)	17	
0(0) 83(71)	358(308) 83(71)	605(520) 83(71)	450(387) 83(71)	12(10) 83(71)	414(356) 67(58)	16	
1(1) 100(86)	345(297) 100(86)	515(443) 100(86)	311(267) 100(86)	0(0) 100(86)	593(510) 68(59)	15	
29(25) 119(102)	274(236) 119(102)	342(294) 119(102)	140(120) 119(102)	0(0) 119(102)	734(631) 78(67)	14	
50(43) 123(106)	155(133) 123(106)	126(108) 123(106)	12(10) 123(106)	0(0) 123(106)	815(701) 72(62)	13	
62(53) 123(106)	80(69) 123(106)	0(0) 123(106)	0(0) 123(106)	0(0) 123(106)	846(727) 67(58)	12	
50(43) 123(106)	0(0) 123(106)	0(0) 123(106)	0(0) 123(106)	0(0) 123(106)	815(701) 72(62)	11	
29(25) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	734(631) 78(67)	10	
1(1) 100(86)	0(0) 100(86)	0(0) 100(86)	0(0) 100(86)	0(0) 100(86)	593(510) 68(59)	9	
0(0) 83(71)	0(0) 83(71)	0(0) 83(71)	0(0) 83(71)	12(10) 83(71)	414(356) 67(58)	8	
0(0) 58(50)	0(0) 58(50)	0(0) 58(50)	0(0) 58(50)	59(51) 58(50)	204(175) 56(48)	7	
0(0) 31(27)	0(0) 31(27)	0(0) 31(27)	0(0) 31(27)	98(84) 31(27)	41(35) 40(34)	6	
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		3					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	143(123)	350(301)	328(282)	81(70)	34(29)
		35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	47(40)
	7	0(0)	265(228)	520(447)	438(377)	52(45)	180(155)
		62(53)	62(53)	62(53)	62(53)	62(53)	67(58)
	8	0(0)	326(280)	551(474)	409(352)	10(9)	377(324)
		88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	83(71)
	9	1(1)	320(275)	477(410)	287(247)	0(0)	549(472)
		108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	90(77)
	10	28(24)	256(220)	319(274)	130(112)	0(0)	683(587)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	88(76)
	11	47(40)	145(125)	117(101)	10(9)	0(0)	764(657)
		127(109)	127(109)	127(109)	127(109)	127(109)	87(75)
	12	58(50)	76(65)	0(0)	0(0)	0(0)	793(682)
		128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	85(73)
	13	47(40)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	764(657)
		127(109)	127(109)	127(109)	127(109)	127(109)	87(75)
	14	28(24)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	683(587)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	88(76)
	15	1(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	549(472)
		108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	90(77)
	16	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	10(6)	377(324)
		88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	83(71)
	17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	52(45)	180(155)
		62(53)	62(53)	62(53)	62(53)	62(53)	67(58)
	18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	81(70)	34(29)
		35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	47(40)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

B-3

4						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0)	112(96)	273(235)	256(220)	64(55)	27(23)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	50(43)		
0(0)	227(195)	445(383)	376(323)	45(39)	155(133)	17	
65(56)	65(56)	65(56)	65(56)	65(56)	78(67)		
0(0)	288(248)	487(419)	362(311)	9(8)	333(286)	16	
90(77)	90(77)	90(77)	90(77)	90(77)	92(79)		
1(1)	292(251)	435(374)	262(225)	0(0)	500(430)	15	
114(98)	114(98)	114(98)	114(98)	114(98)	108(93)		
26(22)	235(202)	292(251)	120(103)	0(0)	626(538)	14	
127(109)	127(109)	127(109)	127(109)	127(109)	109(94)		
43(37)	134(115)	108(93)	10(9)	0(0)	706(607)	13	
137(118)	137(118)	137(118)	137(108)	137(108)	114(98)		
53(46)	70(60)	0(0)	0(0)	0(0)	734(631)	12	
137(118)	137(118)	137(118)	137(118)	137(118)	110(95)		
43(37)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	706(607)	11	
137(118)	137(118)	137(118)	137(118)	137(118)	114(98)		
26(22)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	626(538)	10	
127(109)	127(109)	127(109)	127(109)	127(109)	109(94)		
1(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	500(430)	9	
114(98)	114(98)	114(98)	114(98)	114(98)	108(93)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	9(8)	333(286)	8	
90(77)	90(77)	90(77)	90(77)	90(77)	92(79)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	45(39)	155(133)	7	
65(56)	65(56)	65(56)	65(56)	65(56)	78(67)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	64(55)	27(23)	6	
35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	50(43)		
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		5					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时 刻 (地方太阳时)	6	0(0)	86(74)	213(183)	199(171)	49(42)	21(18)
		34(29)	34(29)	34(29)	34(29)	34(29)	49(42)
	7	0(0)	194(167)	383(329)	322(277)	38(33)	133(114)
		69(59)	69(59)	69(59)	69(59)	69(59)	87(75)
	8	0(0)	258(222)	435(374)	323(278)	8(7)	298(256)
		96(83)	96(83)	96(83)	96(83)	96(83)	109(94)
	9	1(1)	270(232)	404(347)	243(209)	0(0)	464(399)
		121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	126(108)
	10	23(20)	219(188)	272(234)	112(96)	0(0)	585(503)
		136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	131(113)
	11	41(35)	124(107)	101(87)	9(8)	0(0)	656(564)
		145(125)	145(125)	145(125)	145(125)	145(125)	135(116)
	12	50(43)	65(56)	0(0)	0(0)	0(0)	679(584)
		145(125)	145(125)	145(125)	145(125)	145(125)	133(114)
	13	41(35)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	656(564)
		145(125)	145(125)	145(125)	145(125)	145(125)	135(116)
	14	23(20)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	585(503)
		136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	131(113)
	15	1(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	464(399)
		121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	126(108)
	16	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	8(7)	298(256)
		96(83)	96(83)	96(83)	96(83)	96(83)	109(94)
	17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	38(33)	133(114)
		69(59)	69(59)	69(59)	69(59)	69(59)	87(75)
	18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	49(42)	21(18)
		34(29)	34(29)	34(29)	34(29)	34(29)	49(42)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

B-3

6						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0) 29(25)	59(51) 29(25)	147(126) 29(25)	136(117) 29(25)	34(29) 29(25)	14(12) 44(38)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
0(0) 71(61)	159(137) 71(61)	313(269) 71(61)	264(227) 71(61)	31(27) 71(61)	108(93) 97(83)	17	
0(0) 99(85)	216(186) 99(85)	366(315) 99(85)	272(234) 99(85)	7(6) 99(85)	250(215) 122(105)	16	
1(1) 130(112)	235(202) 130(112)	350(301) 130(112)	211(181) 130(112)	0(0) 130(112)	402(346) 151(130)	15	
21(18) 148(127)	194(167) 148(127)	242(208) 148(127)	99(85) 148(127)	0(0) 148(127)	518(445) 162(139)	14	
36(31) 155(133)	112(96) 155(133)	90(77) 155(133)	8(7) 155(133)	0(0) 155(133)	587(505) 163(140)	13	
45(39) 157(135)	58(50) 157(135)	0(0) 157(135)	0(0) 157(135)	0(0) 157(135)	612(526) 163(140)	12	
36(31) 155(133)	0(0) 155(133)	0(0) 155(133)	0(0) 155(133)	0(0) 155(133)	587(505) 163(140)	11	
21(18) 148(127)	0(0) 148(127)	0(0) 148(127)	0(0) 148(127)	0(0) 148(127)	518(445) 162(139)	10	
1(1) 130(112)	0(0) 130(112)	0(0) 130(112)	0(0) 130(112)	0(0) 130(112)	402(346) 151(130)	9	
0(0) 99(85)	0(0) 99(85)	0(0) 99(85)	0(0) 99(85)	7(6) 99(85)	250(215) 122(105)	8	
0(0) 71(61)	0(0) 71(61)	0(0) 71(61)	0(0) 71(61)	31(27) 71(61)	108(93) 97(83)	7	
0(0) 29(25)	0(0) 29(25)	0(0) 29(25)	0(0) 29(25)	34(29) 29(25)	14(12) 44(38)	6	
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

表 B-4 北纬 35° 透过标准窗玻璃的

透明度等级		1					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	223(192)	529(455)	488(420)	113(97)	62(53)
		35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	40(34)
	7	0(0)	365(314)	672(578)	547(470)	47(40)	245(211)
		58(50)	58(50)	58(50)	58(50)	58(50)	49(42)
	8	0(0)	427(367)	659(567)	456(392)	1(1)	453(390)
		78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	51(44)
	9	44(34)	420(361)	552(475)	285(245)	0(0)	632(543)
		97(83)	97(83)	97(83)	97(83)	97(83)	57(49)
	10	74(64)	350(301)	363(312)	99(85)	0(0)	768(660)
		110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	58(50)
	11	121(104)	224(193)	133(114)	0(0)	0(0)	847(728)
		114(98)	114(98)	114(98)	114(98)	114(98)	53(46)
	12	138(119)	74(64)	0(0)	0(0)	0(0)	877(754)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	57(49)
	13	121(104)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	847(728)
		114(98)	114(98)	114(98)	114(98)	114(98)	53(46)
	14	74(64)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	768(660)
		110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	58(50)
	15	40(34)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	632(543)
		97(83)	97(83)	97(83)	97(83)	97(83)	57(49)
	16	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)	453(390)
		78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	51(44)
	17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	47(40)	245(211)
		58(50)	58(50)	58(50)	58(50)	58(50)	49(42)
	18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	113(97)	62(53)
		35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	40(34)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

太阳辐射照度 (W/m^2) [$kcal/(m^2 \cdot h)$]

2						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0)	191(164)	450(387)	415(357)	95(82)	53(46)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	43(37)		
0(0)	324(279)	598(514)	486(418)	40(35)	219(188)	17	
60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	58(50)		
0(0)	392(337)	607(522)	419(360)	1(1)	418(359)	16	
84(72)	84(72)	84(72)	84(72)	84(72)	67(58)		
37(32)	392(337)	515(443)	265(228)	0(0)	588(506)	15	
99(85)	99(85)	99(85)	99(85)	99(85)	69(59)		
70(60)	329(283)	342(294)	93(80)	0(0)	722(621)	14	
119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	80(69)		
114(98)	211(181)	124(107)	0(0)	0(0)	797(685)	13	
120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	71(61)		
130(112)	71(61)	0(0)	0(0)	0(0)	825(709)	12	
124(107)	124(107)	124(107)	124(107)	124(107)	73(63)		
114(98)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	797(685)	11	
120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	71(61)		
70(60)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	722(621)	10	
119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	80(69)		
37(32)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	588(506)	9	
99(85)	99(85)	99(85)	99(85)	99(85)	69(59)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)	418(359)	8	
84(72)	84(72)	84(72)	84(72)	84(72)	67(58)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	40(35)	219(188)	7	
60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	58(50)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	95(82)	53(46)	6	
35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	43(37)		
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		3					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	160(138)	380(327)	351(302)	80(69)	44(38)
		40(34)	40(34)	40(34)	40(34)	40(34)	52(45)
	7	0(0)	287(247)	529(455)	430(370)	36(31)	193(166)
		64(55)	64(55)	64(55)	64(55)	64(55)	67(58)
	8	0(0)	357(307)	552(475)	381(328)	1(1)	380(327)
		88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	83(71)
	9	34(29)	362(311)	476(409)	245(211)	0(0)	544(468)
		107(92)	107(92)	107(92)	107(92)	107(92)	90(77)
	10	65(56)	306(263)	317(273)	87(75)	0(0)	671(577)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	90(77)
	11	106(91)	198(170)	116(100)	0(0)	0(0)	745(641)
		123(106)	123(106)	123(106)	123(106)	123(106)	85(73)
	12	122(105)	66(57)	0(0)	0(0)	0(0)	773(665)
		128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	85(76)
	13	106(91)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	745(641)
		123(106)	123(106)	123(106)	123(106)	123(106)	85(73)
	14	65(56)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	671(577)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	90(77)
	15	34(29)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	544(468)
		107(92)	107(92)	107(92)	107(92)	107(92)	90(77)
	16	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)	380(327)
		88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	83(71)
	17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	36(31)	193(166)
		64(55)	64(55)	64(55)	64(55)	64(55)	67(58)
	18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	80(69)	44(38)
		40(34)	40(34)	40(34)	40(34)	40(34)	52(45)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

B-4

4						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0) 40(34)	128(120) 40(34)	304(261) 40(34)	280(241) 40(34)	64(55) 40(34)	36(31) 55(47)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
0(0) 67(58)	247(212) 67(58)	455(391) 67(58)	370(318) 67(58)	31(27) 67(58)	166(143) 79(68)	17	
0(0) 91(78)	316(272) 91(78)	488(420) 91(78)	337(290) 91(78)	1(1) 91(78)	336(289) 93(80)	16	
31(27) 113(97)	329(283) 113(97)	433(372) 113(97)	323(192) 113(97)	0(0) 113(97)	495(426) 107(92)	15	
59(51) 127(109)	280(241) 127(109)	291(250) 127(109)	79(68) 127(109)	0(0) 127(109)	615(529) 110(95)	14	
98(84) 134(115)	183(157) 134(115)	108(93) 134(115)	0(0) 134(115)	0(0) 134(115)	688(592) 110(92)	13	
113(97) 138(119)	62(53) 138(119)	0(0) 138(119)	0(0) 138(119)	0(0) 138(119)	716(616) 115(99)	12	
98(84) 134(115)	0(0) 134(115)	0(0) 134(115)	0(0) 134(115)	0(0) 134(115)	688(592) 110(95)	11	
59(51) 127(109)	0(0) 127(109)	0(0) 127(109)	0(0) 127(109)	0(0) 127(109)	615(529) 110(95)	10	
31(27) 113(97)	0(0) 113(97)	0(0) 113(97)	0(0) 113(97)	0(0) 113(97)	495(426) 107(92)	9	
0(0) 91(78)	0(0) 91(78)	0(0) 91(78)	0(0) 91(78)	1(1) 91(78)	336(289) 93(80)	8	
0(0) 67(58)	0(0) 67(58)	0(0) 67(58)	0(0) 67(58)	31(27) 67(58)	166(143) 79(68)	7	
0(0) 40(34)	0(0) 40(34)	0(0) 40(34)	0(0) 40(34)	64(55) 40(34)	36(31) 55(47)	6	
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		5					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	102(88)	241(207)	222(191)	51(44)	28(24)
		39(33)	39(33)	39(33)	39(33)	39(33)	55(47)
	7	0(0)	212(182)	391(336)	317(273)	27(23)	143(123)
		69(60)	69(60)	69(60)	69(60)	69(60)	90(77)
	8	0(0)	283(243)	437(376)	302(260)	1(1)	301(259)
		97(83)	97(83)	97(83)	97(83)	97(83)	109(94)
	9	29(25)	305(262)	401(345)	207(178)	0(0)	459(395)
		121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	126(108)
	10	56(48)	262(225)	272(234)	77(64)	0(0)	575(494)
		136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	133(114)
	11	91(78)	170(146)	100(86)	0(0)	0(0)	640(550)
		142(122)	142(122)	142(122)	142(122)	142(122)	133(114)
	12	105(90)	57(49)	0(0)	0(0)	0(0)	664(571)
		147(126)	147(126)	147(126)	147(126)	147(126)	136(117)
	13	91(78)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	640(550)
		142(122)	142(122)	142(122)	142(122)	142(122)	133(114)
	14	56(48)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	575(494)
		136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	133(114)
15	29(25)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	459(395)	
	121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	126(108)	
16	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)	301(259)	
	97(83)	97(83)	97(83)	97(83)	97(83)	109(94)	
17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	27(23)	143(123)	
	69(60)	69(60)	69(60)	69(60)	69(60)	90(77)	
18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	51(44)	28(24)	
	39(33)	39(33)	39(33)	39(33)	39(33)	55(47)	
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

B-4

6						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0)	72(62)	171(147)	158(136)	36(31)	20(17)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	52(45)		
0(0)	174(150)	322(277)	262(225)	22(19)	117(101)	17	
74(64)	74(64)	74(64)	74(64)	74(64)	100(86)		
0(0)	238(205)	369(317)	254(219)	1(1)	254(218)	16	
100(86)	100(86)	100(86)	100(86)	100(86)	123(106)		
24(21)	264(227)	348(299)	179(154)	0(0)	398(342)	15	
129(111)	129(111)	129(111)	129(111)	129(111)	150(129)		
49(42)	231(199)	241(207)	66(57)	0(0)	508(437)	14	
148(127)	148(127)	148(127)	148(127)	148(127)	163(140)		
81(70)	151(130)	90(77)	0(0)	0(0)	571(491)	13	
152(131)	152(131)	152(131)	152(131)	152(131)	160(138)		
94(81)	51(44)	0(0)	0(0)	0(0)	595(512)	12	
156(134)	156(134)	156(134)	156(134)	156(134)	164(141)		
81(70)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	571(491)	11	
152(131)	152(131)	152(131)	152(131)	152(131)	160(138)		
49(42)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	508(437)	10	
148(127)	148(127)	148(127)	148(127)	148(127)	163(140)		
24(21)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	398(342)	9	
129(111)	129(111)	129(111)	129(111)	129(111)	150(129)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)	254(218)	8	
100(86)	100(86)	100(86)	100(86)	100(86)	123(106)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	22(19)	117(101)	7	
74(64)	74(64)	74(64)	74(64)	74(64)	100(86)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	36(31)	20(17)	6	
35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	35(30)	52(45)		
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

表 B-5 北纬 40° 透过标准窗玻璃的

透明度等级		1					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时 刻 (地方太阳时)	6	0(0)	245(211)	558(480)	507(436)	106(91)	83(71)
		37(32)	37(32)	37(32)	37(32)	37(32)	41(35)
	7	0(0)	392(337)	679(584)	530(456)	72(62)	259(223)
		59(51)	59(51)	59(51)	59(51)	59(51)	49(42)
	8	2(2)	463(398)	659(567)	420(361)	0(0)	454(390)
		78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	51(44)
	9	57(49)	466(401)	551(474)	238(205)	0(0)	620(533)
		95(82)	95(82)	95(82)	95(82)	95(82)	56(48)
	10	138(119)	406(349)	362(311)	58(50)	0(0)	748(643)
		108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	57(49)
	11	200(172)	283(243)	133(114)	0(0)	0(0)	822(707)
		112(96)	112(96)	112(96)	112(96)	112(96)	52(45)
	12	222(191)	124(107)	0(0)	0(0)	0(0)	848(729)
		114(98)	114(98)	114(98)	114(98)	114(98)	53(46)
	13	200(172)	7(6)	0(0)	0(0)	0(0)	822(707)
		112(96)	112(96)	112(96)	112(96)	112(96)	52(45)
	14	138(119)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	748(643)
		108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	57(49)
	15	57(49)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	620(533)
		95(82)	95(82)	95(82)	95(82)	95(82)	56(48)
	16	2(2)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	454(390)
		78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	51(44)
	17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	72(62)	259(223)
		59(51)	59(51)	59(51)	59(51)	59(51)	49(42)
	18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	106(91)	83(71)
		37(32)	37(32)	37(32)	37(32)	37(32)	41(35)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

太阳辐射照度 (W/m^2) [$\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]

2						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0) 38(33)	211(181) 38(33)	477(410) 38(33)	434(373) 38(33)	91(78) 38(33)	71(61) 45(39)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
0(0) 63(54)	349(300) 63(54)	605(520) 63(54)	472(406) 63(54)	64(55) 63(54)	231(199) 59(51)	17	
2(2) 84(72)	424(365) 84(72)	606(521) 84(72)	385(331) 84(72)	0(0) 84(72)	418(359) 67(58)	16	
53(46) 98(84)	434(373) 98(84)	513(441) 98(84)	222(191) 98(84)	0(0) 98(84)	577(496) 69(59)	15	
130(112) 115(99)	380(327) 115(99)	340(292) 115(99)	55(47) 115(99)	0(0) 115(99)	702(604) 77(66)	14	
188(162) 119(102)	266(229) 119(102)	124(107) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	773(665) 71(61)	13	
209(180) 120(103)	117(101) 120(103)	0(0) 120(103)	0(0) 120(103)	0(0) 120(103)	798(686) 71(61)	12	
188(162) 119(102)	6(5) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	773(665) 71(61)	11	
130(112) 115(99)	0(0) 115(99)	0(0) 115(99)	0(0) 115(99)	0(0) 115(99)	702(604) 77(66)	10	
53(46) 98(84)	0(0) 98(84)	0(0) 98(84)	0(0) 98(84)	0(0) 98(84)	577(496) 69(59)	9	
2(2) 84(72)	0(0) 84(72)	0(0) 84(72)	0(0) 84(72)	0(0) 84(72)	418(359) 67(58)	8	
0(0) 63(54)	0(0) 63(54)	0(0) 63(54)	0(0) 63(54)	64(55) 63(54)	231(199) 59(51)	7	
0(0) 38(33)	0(0) 38(33)	0(0) 38(33)	0(0) 38(33)	91(78) 38(33)	71(61) 45(39)	6	
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		3					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	180(155)	409(352)	371(319)	78(67)	60(52)
		43(37)	43(37)	43(37)	43(37)	43(37)	56(48)
	7	0(0)	309(266)	536(461)	419(360)	57(49)	205(176)
		65(56)	65(56)	65(56)	65(56)	65(56)	69(59)
	8	2(2)	387(333)	552(475)	351(302)	0(0)	379(326)
		88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	83(71)
	9	49(42)	401(345)	475(408)	205(176)	0(0)	533(458)
		106(91)	106(91)	106(91)	106(91)	106(91)	88(76)
	10	121(104)	354(304)	315(271)	50(43)	0(0)	652(561)
		117(101)	117(101)	117(101)	117(101)	117(101)	90(77)
	11	176(151)	248(213)	116(100)	0(0)	0(0)	722(621)
		121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	84(72)
	12	195(168)	114(95)	0(0)	0(0)	0(0)	747(642)
		123(106)	123(106)	123(106)	123(106)	123(106)	85(73)
	13	176(151)	6(5)	0(0)	0(0)	0(0)	722(621)
		121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	84(72)
	14	121(104)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	652(561)
		117(101)	117(101)	117(101)	117(101)	117(101)	90(77)
	15	49(42)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	533(458)
		106(91)	106(91)	106(91)	106(91)	106(91)	88(76)
	16	2(2)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	379(326)
		88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	83(71)
	17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	57(49)	205(176)
		65(56)	65(56)	65(56)	65(56)	65(56)	69(59)
	18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	78(67)	60(52)
		43(37)	43(37)	43(37)	43(37)	43(37)	56(48)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

B-5

4						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0) 43(37)	145(125) 43(37)	331(285) 43(37)	301(259) 43(37)	63(54) 43(37)	49(42) 58(50)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
0(0) 67(58)	266(229) 67(58)	462(397) 67(58)	361(310) 67(58)	49(42) 67(58)	177(152) 79(68)	17	
2(2) 90(77)	342(294) 90(77)	488(420) 90(77)	311(267) 90(77)	0(0) 90(77)	336(289) 93(80)	16	
44(38) 112(96)	364(313) 112(96)	430(370) 112(96)	186(160) 112(96)	0(0) 112(96)	484(416) 106(91)	15	
110(95) 124(107)	324(279) 124(107)	288(248) 124(107)	47(40) 124(107)	0(0) 124(107)	598(514) 109(94)	14	
162(139) 130(112)	224(197) 130(112)	107(92) 130(112)	0(0) 130(112)	0(0) 130(112)	665(572) 108(93)	13	
180(155) 134(115)	101(87) 134(115)	0(0) 134(115)	0(0) 134(115)	0(0) 134(115)	688(592) 110(95)	12	
162(139) 130(112)	6(5) 130(112)	0(0) 130(112)	0(0) 130(112)	0(0) 130(112)	665(572) 108(93)	11	
110(95) 124(107)	0(0) 124(107)	0(0) 124(107)	0(0) 124(107)	0(0) 124(107)	598(514) 109(94)	10	
44(38) 112(96)	0(0) 112(96)	0(0) 112(96)	0(0) 112(96)	0(0) 112(96)	484(416) 106(91)	9	
2(2) 90(77)	0(0) 90(77)	0(0) 90(77)	0(0) 90(77)	0(0) 90(77)	336(289) 93(80)	8	
0(0) 67(58)	0(0) 67(58)	0(0) 67(58)	0(0) 67(58)	49(42) 67(58)	177(152) 79(68)	7	
0(0) 43(37)	0(0) 43(37)	0(0) 43(37)	0(0) 43(37)	63(54) 43(37)	49(42) 58(50)	6	
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		5					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	117(101)	267(230)	243(209)	51(44)	40(34)
		42(36)	42(36)	42(36)	42(36)	42(36)	58(50)
	7	0(0)	229(197)	398(342)	311(267)	42(36)	152(131)
		72(62)	72(62)	72(62)	72(62)	72(62)	91(78)
	8	1(1)	306(263)	437(376)	278(239)	0(0)	300(258)
		96(83)	96(83)	96(83)	96(83)	96(83)	109(94)
	9	41(35)	337(290)	398(342)	172(148)	0(0)	448(385)
		119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	124(107)
	10	104(89)	302(260)	270(232)	43(37)	0(0)	557(479)
		133(114)	133(114)	133(114)	133(114)	133(114)	131(113)
	11	150(129)	213(183)	100(86)	0(0)	0(0)	619(532)
		138(119)	138(119)	138(119)	138(119)	138(119)	130(112)
	12	167(144)	94(81)	0(0)	0(0)	0(0)	641(551)
		142(122)	142(122)	142(122)	142(122)	142(122)	133(114)
	13	150(129)	5(4)	0(0)	0(0)	0(0)	619(532)
		138(119)	138(119)	138(119)	138(119)	138(119)	130(112)
	14	104(89)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	557(479)
		133(114)	133(114)	133(114)	133(114)	133(114)	131(113)
15	41(35)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	448(385)	
	119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	124(107)	
16	1(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	300(258)	
	96(83)	96(83)	96(83)	96(83)	96(83)	109(94)	
17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	42(36)	152(131)	
	72(62)	72(62)	72(62)	72(62)	72(62)	91(78)	
18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	51(44)	40(34)	
	42(36)	42(36)	42(36)	42(36)	42(36)	58(50)	
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

B-5

6						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0)	86(74)	194(167)	177(152)	37(32)	29(25)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
40(34)	40(34)	40(34)	40(34)	40(34)	58(50)		
0(0)	190(163)	329(283)	257(221)	35(30)	126(108)	17	
77(66)	77(66)	77(66)	77(66)	77(66)	104(89)		
1(1)	258(222)	368(316)	234(201)	0(0)	254(218)	16	
100(86)	100(86)	100(86)	100(86)	100(86)	123(106)		
36(31)	291(250)	344(296)	149(128)	0(0)	387(333)	15	
128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	149(128)		
91(78)	266(229)	237(204)	38(33)	0(0)	492(423)	14	
144(124)	144(124)	144(124)	144(124)	144(124)	160(138)		
134(115)	190(163)	88(76)	0(0)	0(0)	551(474)	13	
149(128)	149(128)	149(128)	149(128)	149(128)	159(137)		
150(129)	85(73)	0(0)	0(0)	0(0)	572(492)	12	
152(131)	152(131)	152(131)	152(131)	152(131)	160(138)		
134(115)	5(4)	0(0)	0(0)	0(0)	551(474)	11	
149(128)	149(128)	149(128)	149(128)	149(128)	159(137)		
91(78)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	492(423)	10	
144(124)	144(124)	144(124)	144(124)	144(124)	160(138)		
36(31)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	387(333)	9	
128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	128(110)	149(128)		
1(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	254(218)	8	
100(86)	100(86)	100(86)	100(86)	100(86)	123(106)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	35(30)	126(108)	7	
77(66)	77(66)	77(66)	77(66)	77(66)	104(89)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	37(32)	29(25)	6	
40(34)	40(34)	40(34)	40(34)	40(34)	58(50)		
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

表 B-6 北纬 45° 透过标准窗玻璃的

透明度等级		1					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	269(231)	584(502)	521(448)	97(83)	100(86)
		40(34)	40(34)	40(34)	40(34)	40(34)	41(35)
	7	0(0)	418(360)	685(589)	514(442)	14(12)	266(229)
		60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	49(42)
	8	16(14)	497(427)	658(566)	383(329)	0(0)	449(386)
		78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	52(45)
	9	105(90)	511(439)	548(471)	193(166)	0(0)	599(515)
		92(79)	92(79)	92(79)	92(79)	92(79)	55(47)
	10	209(180)	458(394)	359(309)	117(101)	0(0)	720(619)
		105(90)	105(90)	105(90)	105(90)	105(90)	57(49)
	11	280(241)	341(293)	131(113)	0(0)	0(0)	790(679)
		110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	55(47)
	12	305(262)	180(155)	0(0)	0(0)	0(0)	814(700)
		110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	53(45)
	13	280(241)	137(118)	0(0)	0(0)	0(0)	790(679)
		110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	55(47)
	14	209(180)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	720(619)
		104(90)	104(90)	104(90)	104(90)	104(90)	57(49)
	15	105(90)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	599(515)
		92(79)	92(79)	92(79)	92(79)	92(79)	55(47)
	16	16(14)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	449(386)
		78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	78(67)	52(45)
	17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	14(12)	266(229)
		60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	49(42)
	18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	97(83)	100(86)
		40(34)	40(34)	40(34)	40(34)	40(34)	41(35)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

太阳辐射照度 (W/m^2) [$kcal/(m^2 \cdot h)$]

2						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0) 41(35)	230(198) 41(35)	502(432) 41(35)	448(385) 41(35)	84(72) 41(35)	86(74) 45(39)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
0(0) 64(55)	373(321) 64(55)	611(525) 64(55)	458(394) 64(55)	13(11) 64(55)	238(205) 59(51)	17	
15(13) 83(71)	456(392) 83(71)	605(520) 83(71)	351(302) 83(71)	0(0) 83(71)	413(355) 67(58)	16	
98(84) 97(83)	475(408) 97(83)	511(439) 97(83)	180(155) 97(83)	0(0) 97(83)	558(480) 69(59)	15	
197(169) 110(95)	429(369) 110(95)	336(289) 110(95)	109(94) 110(95)	0(0) 110(95)	675(580) 73(63)	14	
264(227) 119(102)	321(276) 119(102)	123(106) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	743(639) 76(65)	13	
287(247) 119(102)	170(146) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	766(659) 72(62)	12	
264(227) 119(102)	129(111) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	743(639) 76(65)	11	
197(169) 110(95)	0(0) 110(95)	0(0) 110(95)	0(0) 110(95)	0(0) 110(95)	675(580) 73(63)	10	
98(84) 97(83)	0(0) 97(83)	0(0) 97(83)	0(0) 97(83)	0(0) 97(83)	558(480) 69(59)	9	
15(13) 83(71)	0(0) 83(71)	0(0) 83(71)	0(0) 83(71)	0(0) 83(71)	413(355) 67(58)	8	
0(0) 64(55)	0(0) 64(55)	0(0) 64(55)	0(0) 64(55)	13(11) 64(55)	238(205) 59(51)	7	
0(0) 41(35)	0(0) 41(35)	0(0) 41(35)	0(0) 41(35)	84(72) 41(35)	86(74) 45(39)	6	
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		3					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	200(172)	435(374)	388(334)	72(62)	77(64)
		45(39)	45(39)	45(39)	45(39)	45(39)	57(49)
	7	0(0)	330(284)	541(465)	406(349)	10(9)	211(181)
		65(56)	65(56)	65(56)	65(56)	65(56)	69(59)
	8	14(12)	415(357)	550(473)	320(275)	0(0)	376(323)
		88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	83(71)
	9	91(78)	438(377)	471(405)	163(143)	0(0)	515(443)
		105(90)	105(90)	105(90)	105(90)	105(90)	88(76)
	10	183(157)	399(343)	312(268)	101(87)	0(0)	626(538)
		114(98)	114(98)	114(98)	114(98)	114(98)	88(76)
	11	245(211)	299(257)	115(99)	0(0)	0(0)	692(595)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	87(75)
	12	267(230)	158(136)	0(0)	0(0)	0(0)	714(614)
		121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	121(104)	85(73)
	13	245(211)	120(103)	0(0)	0(0)	0(0)	692(595)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	87(75)
	14	183(157)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	626(538)
		114(98)	114(98)	114(98)	114(98)	114(98)	88(76)
	15	91(78)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	515(443)
		105(90)	105(90)	105(90)	105(90)	105(90)	88(76)
	16	14(12)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	376(323)
		88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	83(71)
	17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	10(9)	211(181)
		65(56)	65(56)	65(56)	65(56)	65(56)	69(59)
	18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	72(62)	77(64)
		45(39)	45(39)	45(39)	45(39)	45(39)	57(49)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

4						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0) 45(39)	165(142) 45(39)	358(308) 45(39)	320(275) 45(39)	59(51) 45(39)	62(53) 61(52)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
0(0) 69(59)	285(245) 69(59)	466(401) 69(59)	350(301) 69(59)	9(8) 69(59)	181(156) 79(68)	17	
12(10) 90(77)	366(315) 90(77)	486(418) 90(77)	283(243) 90(77)	0(0) 90(77)	331(285) 92(79)	16	
81(70) 108(93)	397(341) 108(93)	427(367) 108(93)	150(129) 108(93)	0(0) 108(93)	465(400) 104(89)	15	
166(143) 121(104)	365(314) 121(104)	286(246) 121(104)	93(80) 121(104)	0(0) 121(104)	572(492) 109(94)	14	
226(194) 127(109)	274(236) 127(109)	106(91) 127(109)	0(0) 127(109)	0(0) 127(109)	635(546) 108(93)	13	
247(212) 129(111)	145(125) 129(111)	0(0) 129(111)	0(0) 129(111)	0(0) 129(111)	657(565) 108(93)	12	
226(194) 127(109)	110(95) 127(109)	0(0) 127(109)	0(0) 127(109)	0(0) 127(109)	635(546) 108(93)	11	
166(143) 121(104)	0(0) 121(104)	0(0) 121(104)	0(0) 121(104)	0(0) 121(104)	572(492) 109(94)	10	
81(70) 108(93)	0(0) 108(93)	0(0) 108(93)	0(0) 108(93)	0(0) 108(93)	465(400) 104(89)	9	
12(10) 90(77)	0(0) 90(77)	0(0) 90(77)	0(0) 90(77)	0(0) 90(77)	331(285) 92(79)	8	
0(0) 69(59)	0(0) 69(59)	0(0) 69(59)	0(0) 69(59)	9(8) 69(59)	181(156) 79(68)	7	
0(0) 45(39)	0(0) 45(39)	0(0) 45(39)	0(0) 45(39)	59(51) 45(39)	62(53) 61(52)	6	
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		5					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	135(116)	293(252)	262(225)	49(42)	50(43)
		44(38)	44(38)	44(38)	44(38)	44(38)	62(53)
	7	0(0)	247(212)	402(346)	302(260)	8(7)	157(135)
		73(63)	73(63)	73(63)	73(63)	73(63)	91(78)
	8	10(9)	328(282)	435(374)	252(217)	0(0)	297(255)
		95(82)	95(82)	95(82)	95(82)	95(82)	109(94)
	9	76(65)	365(314)	393(338)	138(119)	0(0)	429(369)
		116(100)	116(100)	116(100)	116(100)	116(100)	122(105)
	10	156(134)	341(293)	266(229)	87(75)	0(0)	534(459)
		130(112)	130(112)	130(112)	130(112)	130(112)	129(111)
	11	211(181)	256(220)	99(85)	0(0)	0(0)	593(510)
		136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	131(113)
	12	229(197)	136(117)	0(0)	0(0)	0(0)	613(527)
		138(119)	138(119)	138(119)	138(119)	138(119)	130(112)
	13	211(181)	104(89)	0(0)	0(0)	0(0)	593(510)
		136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	131(113)
	14	156(134)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	534(459)
		130(112)	130(112)	130(112)	130(112)	130(112)	129(111)
	15	76(65)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	429(369)
		116(100)	116(100)	116(100)	116(100)	116(100)	122(105)
	16	10(9)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	297(255)
		95(82)	95(82)	95(82)	95(82)	95(82)	109(94)
	17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	8(7)	157(135)
		73(63)	73(63)	73(63)	73(63)	73(63)	91(78)
	18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	49(42)	50(43)
		44(38)	44(38)	44(38)	44(38)	44(38)	62(53)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

6						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0) 44(38)	100(86) 44(38)	216(186) 44(38)	193(166) 44(38)	36(31) 44(38)	37(32) 64(55)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
0(0) 78(67)	204(175) 78(67)	334(287) 78(67)	256(215) 78(67)	7(6) 78(67)	130(112) 105(90)	17	
9(8) 99(85)	276(237) 99(85)	366(315) 99(85)	213(183) 99(85)	0(0) 99(85)	249(214) 122(105)	16	
65(56) 124(107)	315(271) 124(107)	338(291) 124(107)	120(103) 124(107)	0(0) 124(107)	370(318) 145(125)	15	
136(117) 141(121)	299(257) 141(121)	234(201) 141(121)	77(66) 141(121)	0(0) 141(121)	469(403) 158(136)	14	
186(160) 148(127)	227(195) 148(127)	87(75) 148(127)	0(0) 148(127)	0(0) 148(127)	526(452) 160(138)	13	
204(175) 149(128)	121(104) 149(128)	0(0) 149(128)	0(0) 149(128)	0(0) 149(128)	544(468) 159(137)	12	
186(160) 148(127)	92(79) 148(127)	0(0) 148(127)	0(0) 148(127)	0(0) 148(127)	526(452) 160(138)	11	
136(117) 141(121)	0(0) 141(121)	0(0) 141(121)	0(0) 141(121)	0(0) 141(121)	469(403) 158(136)	10	
65(56) 124(107)	0(0) 124(107)	0(0) 124(107)	0(0) 124(107)	0(0) 124(107)	370(318) 145(125)	9	
9(8) 99(85)	0(0) 99(85)	0(0) 99(85)	0(0) 99(85)	0(0) 99(85)	249(214) 122(105)	8	
0(0) 78(67)	0(0) 78(67)	0(0) 78(67)	0(0) 78(67)	7(6) 78(67)	130(112) 105(90)	7	
0(0) 44(38)	0(0) 44(38)	0(0) 44(38)	0(0) 44(38)	36(31) 44(38)	37(32) 64(55)	6	
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

表 B-7 北纬 50°透过标准窗玻璃的

透明度等级		1					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	291(250)	605(520)	528(454)	85(73)	116(100)
		42(36)	42(36)	42(36)	42(36)	42(36)	42(36)
	7	0(0)	442(382)	687(591)	494(425)	3(3)	276(237)
		60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	49(42)
	8	40(34)	527(453)	657(565)	345(297)	0(0)	437(376)
		77(66)	77(66)	77(66)	77(66)	77(66)	52(45)
	9	160(138)	549(472)	545(469)	150(129)	0(0)	576(495)
		90(77)	90(77)	90(77)	90(77)	90(77)	52(45)
	10	278(239)	507(436)	356(306)	7(6)	0(0)	685(589)
		102(88)	102(88)	102(88)	102(88)	102(88)	58(50)
	11	359(309)	398(342)	130(112)	0(0)	0(0)	751(646)
		108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	58(50)
	12	388(334)	235(202)	0(0)	0(0)	0(0)	773(665)
		110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	110(95)	58(50)
	13	359(309)	62(53)	0(0)	0(0)	0(0)	751(646)
		108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	108(93)	58(50)
	14	278(239)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	685(589)
		102(88)	102(88)	102(88)	102(88)	102(88)	58(50)
	15	160(138)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	576(495)
		90(77)	90(77)	90(77)	90(77)	90(77)	52(45)
	16	40(34)	0(0)	0(0)	0(0)	3(3)	437(376)
		77(66)	77(66)	77(66)	77(66)	77(66)	52(45)
	17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	3(3)	276(237)
		60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	60(52)	49(42)
	18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	85(73)	116(100)
		42(36)	42(36)	42(36)	42(36)	42(36)	42(36)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

太阳辐射照度 (W/m^2) [$kcal/(m^2 \cdot h)$]

2						透明度等级		
S	SE	E	NE	N	H	朝 向		
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度		
0(0) 43(37)	251(216) 43(37)	522(449) 43(37)	457(393) 43(37)	73(63) 43(37)	100(86) 47(40)	18	时刻(地方太阳时)	
0(0) 64(55)	397(341) 64(55)	613(527) 64(55)	441(379) 64(55)	3(3) 64(55)	245(211) 60(52)	17		
36(31) 81(70)	484(416) 81(70)	601(517) 81(70)	316(272) 81(70)	0(0) 81(70)	401(345) 66(57)	16		
149(128) 94(81)	511(439) 94(81)	507(436) 94(81)	140(120) 94(81)	0(0) 94(81)	555(460) 69(59)	15		
261(224) 105(90)	475(408) 105(90)	333(286) 105(90)	7(6) 105(90)	0(0) 105(90)	640(550) 71(61)	14		
337(290) 115(99)	373(321) 115(99)	123(106) 115(99)	0(0) 115(99)	0(0) 115(99)	706(607) 78(67)	13		
365(314) 119(102)	221(190) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	0(0) 119(102)	727(625) 79(68)	12		
337(290) 115(99)	57(49) 115(99)	0(0) 115(99)	0(0) 115(99)	0(0) 115(99)	706(607) 78(67)	11		
261(224) 105(90)	0(0) 105(90)	0(0) 105(90)	0(0) 105(90)	0(0) 105(90)	640(550) 71(61)	10		
149(128) 94(81)	0(0) 94(81)	0(0) 94(81)	0(0) 94(81)	0(0) 94(81)	555(460) 69(59)	9		
36(31) 81(70)	0(0) 81(70)	0(0) 81(70)	0(0) 81(70)	0(0) 81(70)	401(345) 66(57)	8		
0(0) 64(55)	0(0) 64(55)	0(0) 64(55)	0(0) 64(55)	3(3) 64(55)	245(211) 60(52)	7		
0(0) 43(37)	0(0) 43(37)	0(0) 43(37)	0(0) 43(37)	73(63) 43(37)	100(86) 47(40)	6		
S	SW	W	NW	N	H	朝 向		

续表

透明度等级		3					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	219(188)	456(392)	398(342)	64(55)	87(75)
		49(42)	49(42)	49(42)	49(42)	49(42)	59(51)
	7	0(0)	351(302)	544(468)	391(336)	3(3)	217(187)
		66(57)	66(57)	66(57)	66(57)	66(57)	69(59)
	8	33(28)	440(378)	547(470)	287(247)	0(0)	364(313)
		87(75)	87(75)	87(75)	87(75)	87(75)	81(70)
	9	137(118)	470(404)	468(402)	129(111)	0(0)	493(424)
		102(88)	102(88)	102(88)	102(88)	102(88)	87(75)
	10	241(207)	440(378)	308(265)	6(5)	0(0)	593(510)
		112(96)	112(96)	112(96)	112(96)	112(96)	90(77)
	11	314(270)	347(298)	114(98)	0(0)	0(0)	656(564)
		117(101)	117(101)	117(101)	117(101)	117(101)	90(77)
	12	340(292)	206(177)	0(0)	0(0)	0(0)	676(581)
		120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	90(77)
	13	314(270)	53(46)	0(0)	0(0)	0(0)	656(564)
		117(101)	117(101)	117(101)	117(101)	117(101)	90(77)
	14	241(207)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	593(510)
		112(96)	112(96)	112(96)	112(96)	112(96)	90(77)
	15	137(118)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	493(424)
		102(88)	102(88)	102(88)	102(88)	102(88)	87(75)
	16	33(28)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	364(313)
		87(75)	87(75)	87(75)	87(75)	87(75)	81(70)
	17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	3(3)	217(187)
		66(57)	66(57)	66(57)	66(57)	66(57)	69(59)
	18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	64(55)	87(75)
		49(42)	49(42)	49(42)	49(42)	49(42)	59(51)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

4						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0)	181(156)	378(325)	330(284)	53(46)	73(63)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
49(42)	49(42)	49(42)	49(42)	49(42)	64(55)		
0(0)	304(261)	470(404)	337(290)	2(2)	188(162)	17	
70(60)	70(60)	70(60)	70(60)	70(60)	80(69)		
29(25)	387(333)	483(415)	254(218)	0(0)	321(276)	16	
88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	92(79)		
123(106)	423(364)	421(362)	116(100)	0(0)	444(382)	15	
105(90)	105(90)	105(90)	105(90)	105(90)	101(87)		
221(190)	402(346)	281(242)	6(5)	0(0)	543(467)	14	
119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	109(94)		
287(247)	317(273)	105(90)	0(0)	0(0)	601(517)	13	
124(107)	124(107)	124(107)	124(107)	124(107)	109(94)		
312(268)	188(162)	0(0)	0(0)	0(0)	620(533)	12	
127(109)	127(109)	127(109)	127(109)	127(109)	109(94)		
287(247)	49(42)	0(0)	0(0)	0(0)	601(517)	11	
124(107)	124(107)	124(107)	124(107)	124(107)	109(94)		
221(190)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	543(467)	10	
119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	119(102)	109(94)		
123(106)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	444(382)	9	
105(90)	105(90)	105(90)	105(90)	105(90)	101(87)		
29(25)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	321(276)	8	
88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	88(76)	92(79)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(2)	188(162)	7	
70(60)	70(60)	70(60)	70(60)	70(60)	80(69)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	53(46)	73(63)	6	
49(42)	49(42)	49(42)	49(42)	49(42)	64(55)		
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

续表

透明度等级		5					
朝 向		S	SE	E	NE	N	H
辐射照度		上行——直接辐射 下行——散射辐射					
时刻（地方太阳时）	6	0(0)	150(129)	312(268)	273(235)	44(38)	60(52)
		48(41)	48(41)	48(41)	48(41)	48(41)	65(56)
	7	0(0)	262(225)	406(349)	292(251)	2(2)	163(140)
		73(63)	73(63)	73(63)	73(63)	73(63)	92(79)
	8	26(22)	345(297)	430(370)	227(195)	0(0)	287(247)
		94(81)	94(81)	94(81)	94(81)	94(81)	108(93)
	9	113(97)	388(334)	386(332)	107(92)	0(0)	408(351)
		113(97)	113(97)	113(97)	113(97)	113(97)	121(104)
	10	206(177)	374(322)	263(226)	6(5)	0(0)	506(435)
		127(109)	127(109)	127(109)	127(109)	127(109)	128(110)
	11	269(231)	297(255)	98(84)	0(0)	0(0)	561(482)
		134(115)	134(115)	134(115)	134(115)	134(115)	131(113)
	12	291(250)	177(152)	0(0)	0(0)	0(0)	579(498)
		136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	136(117)	133(114)
	13	269(231)	45(39)	0(0)	0(0)	0(0)	561(482)
		134(115)	134(115)	134(115)	134(115)	134(115)	131(113)
	14	206(177)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	506(435)
		127(109)	127(109)	127(109)	127(109)	127(109)	128(110)
	15	113(97)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	408(351)
		113(97)	113(97)	113(97)	113(97)	113(97)	121(104)
	16	26(22)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	287(247)
		94(81)	94(81)	94(81)	94(81)	94(81)	108(93)
	17	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(2)	163(140)
		73(63)	73(63)	73(63)	73(63)	73(63)	92(79)
	18	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	44(38)	60(52)
		48(41)	48(41)	48(41)	48(41)	48(41)	65(56)
朝 向		S	SW	W	NW	N	H

B-7

6						透明度等级	
S	SE	E	NE	N	H	朝 向	
上行——直接辐射 下行——散射辐射						辐射照度	
0(0)	113(97)	236(203)	206(177)	33(28)	45(39)	18	时 刻 (地 方 太 阳 时)
48(41)	48(41)	48(41)	48(41)	48(41)	69(59)		
0(0)	217(187)	336(289)	242(208)	2(2)	135(116)	17	
79(68)	79(68)	79(68)	79(68)	79(68)	106(91)		
22(19)	291(250)	362(311)	191(164)	0(0)	241(207)	16	
98(84)	98(84)	98(84)	98(84)	98(84)	121(104)		
98(84)	334(287)	331(285)	91(78)	0(0)	349(300)	15	
120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	141(121)		
179(154)	337(281)	229(197)	5(4)	0(0)	442(380)	14	
137(118)	137(118)	137(118)	137(118)	137(118)	156(134)		
236(203)	262(225)	86(74)	0(0)	0(0)	495(426)	13	
145(125)	145(125)	145(125)	145(125)	145(125)	162(139)		
257(221)	156(134)	0(0)	0(0)	0(0)	513(441)	12	
148(127)	148(127)	148(127)	148(127)	148(127)	163(140)		
236(203)	41(25)	0(0)	0(0)	0(0)	495(426)	11	
145(125)	145(125)	145(125)	145(125)	145(125)	162(139)		
179(154)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	442(380)	10	
137(118)	137(118)	137(118)	137(118)	137(118)	156(134)		
98(84)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	349(300)	9	
120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	120(103)	141(121)		
22(19)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	241(207)	8	
98(84)	98(84)	98(84)	98(84)	98(84)	121(104)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(2)	135(116)	7	
79(68)	79(68)	79(68)	79(68)	79(68)	106(91)		
0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	33(28)	45(39)	6	
48(41)	48(41)	48(41)	48(41)	48(41)	69(59)		
S	SW	W	NW	N	H	朝 向	

附录 C 夏季空气调节大气透明度分布图

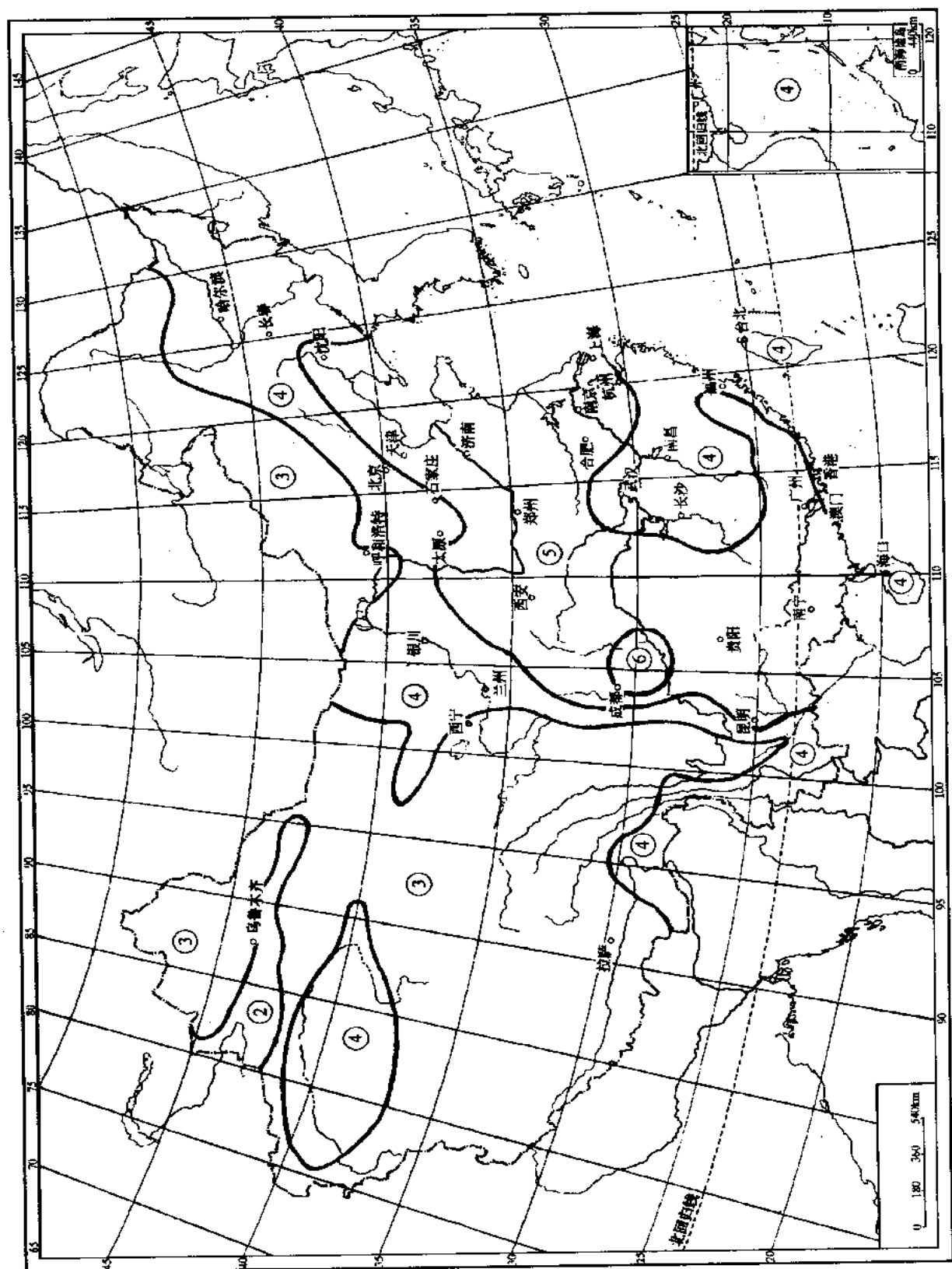


图 C 夏季空气调节大气透明度分布图

附录 D 加热由门窗缝隙渗入室内的冷空气的耗热量

D.0.1 多层和高层民用建筑,加热由门窗缝隙渗入室内的冷空气的耗热量,可按下列式计算:

$$Q=0.28c_p\rho_{wn}L(t_n-t_{wn}) \quad (\text{D.0.1})$$

式中 Q ——由门窗缝隙渗入室内的冷空气的耗热量(W);

c_p ——空气的定压比热容, $c_p=1\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$;

ρ_{wn} ——采暖室外计算温度下的空气密度(kg/m^3);

L ——渗透冷空气量(m^3/h),按式(D.0.2-1)或式(D.0.3)确定;

t_n ——采暖室内计算温度($^{\circ}\text{C}$),按本规范第3.1.1条确定;

t_{wn} ——采暖室外计算温度($^{\circ}\text{C}$),按本规范第3.2.1条确定。

D.0.2 渗透冷空气量可根据不同的朝向,按下列计算公式确定:

$$L=L_0l_1m^b \quad (\text{D.0.2-1})$$

式中 L_0 ——在基准高度单纯风压作用下,不考虑朝向修正和建筑物内部隔断情况时,通过每米门窗缝隙进入室内的理论渗透冷空气量 $[\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{h})]$,按式(D.0.2-2)确定;

l_1 ——外门窗缝隙的长度(m),应分别按各朝向可开启的门窗缝隙长度计算;

m ——风压与热压共同作用下,考虑建筑体形、内部隔断和空气流通等因素后,不同朝向、不同高度的门窗冷风渗透压差综合修正系数,按式(D.0.2-3)确定;

b ——门窗缝隙渗风指数, $b=0.56\sim0.78$,当无实测数据时,可取 $b=0.67$ 。

1 通过每米门窗缝隙进入室内的理论渗透冷空气量,按下式计算:

$$L_0 = \alpha_1 \left(\frac{\rho_{wn}}{2} v_0^2 \right)^b \quad (\text{D. 0. 2-2})$$

式中 α_1 ——外门窗缝隙渗风系数 $[\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}^b)]$,当无实测数据时,可根据建筑外窗空气渗透性能分级的相关标准,按表 D. 0. 2-1 采用;

v_0 ——基准高度冬季室外最多风向的平均风速(m/s),按本规范第 3. 2 节的有关规定确定。

表 D. 0. 2-1 外门窗缝隙渗风系数下限值

建筑外窗空气渗透性能分级	I	II	III	IV	V
$\alpha_1 [\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}^{0.67})]$	0. 1	0. 3	0. 5	0. 8	1. 2

2 冷风渗透压差综合修正系数,按下式计算:

$$m = C_r \cdot \Delta C_f \cdot (n^{1/b} + C) \cdot C_h \quad (\text{D. 0. 2-3})$$

式中 C_r ——热压系数。当无法精确计算时,按表 D. 0. 2-2 采用;

表 D. 0. 2-2 热压系数

内部隔断情况	开敞空间	有内门或房门		有前室门、楼梯间门或走廊两端设门	
		密闭性差	密闭性好	密闭性差	密闭性好
C_r	1. 0	1. 0~0. 8	0. 8~0. 6	0. 6~0. 4	0. 4~0. 2

ΔC_f ——风压差系数,当无实测数据时,可取 $\Delta C_f = 0. 7$;

n ——单纯风压作用下,渗透冷空气量的朝向修正系数,按本规范附录 E 采用;

C ——作用于门窗上的有效热压差与有效风压差之比,按式(D. 0. 2-5)确定;

C_h ——高度修正系数,按下式计算:

$$C_h = 0. 3h^{0. 4} \quad (\text{D. 0. 2-4})$$

式中 h ——计算门窗的中心线标高(m)。

3 有效热压差与有效风压差之比,按下式计算:

$$C=70 \frac{h_z-h}{\Delta C_f v_0^2 h^{0.4}} \cdot \frac{t'_n-t_{wn}}{273+t'_n} \quad (\text{D. 0. 2-5})$$

式中 h_z ——单纯热压作用下,建筑物中和面的标高(m),可取建筑物总高度的 1/2;

t'_n ——建筑物内形成热压作用的竖井计算温度(°C)。

D. 0. 3 多层建筑的渗透冷空气量,当无相关数据时,可按以下公式计算:

$$L=kV \quad (\text{D. 0. 3})$$

式中 V ——房间体积(m^3);

k ——换气次数(次/h),当无实测数据时,可按表 D. 0. 3 采用。

表 D. 0. 3 换气次数(次/h)

房间类型	一面有 外窗房间	两面有 外窗房间	三面有 外窗房间	门厅
k	0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	2

D. 0. 4 工业建筑,加热由门窗缝隙渗入室内的冷空气的耗热量,可按表 D. 0. 4 估算。

表 D. 0. 4 渗透耗热量占围护结构总耗热量的百分率(%)

建筑物高度(m)		<4.5	4.5~10.0	>10.0
玻璃窗层数	单层	25	35	40
	单、双层均有	20	30	35
	双层	15	25	30

附录 E 渗透冷空气量的朝向修正系数 n 值

表 E-1 朝向修正系数 n 值

地区及台站名称		朝 向							
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
北京市	北京	1.00	0.50	0.15	0.10	0.15	0.15	0.40	1.00
天津市	天津塘沽	1.00	0.40	0.20	0.10	0.15	0.20	0.40	1.00
		0.90	0.55	0.55	0.20	0.30	0.30	0.70	1.00
河北省	承德	0.70	0.15	0.10	0.10	0.10	0.40	1.00	1.00
	张家口	1.00	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10	0.35	1.00
	唐山	0.60	0.45	0.65	0.45	0.20	0.65	1.00	1.00
	保定	1.00	0.70	0.35	0.35	0.90	0.90	0.40	0.70
	石家庄	1.00	0.70	0.50	0.65	0.50	0.55	0.85	0.90
	邢台	1.00	0.70	0.35	0.50	0.70	0.50	0.30	0.70
山西省	大同	1.00	0.55	0.10	0.10	0.10	0.30	0.40	1.00
	阳泉	0.70	0.10	0.10	0.10	0.10	0.35	0.85	1.00
	太原	0.90	0.40	0.15	0.20	0.30	0.40	0.70	1.00
	阳城	0.70	0.15	0.30	0.25	0.10	0.25	0.70	1.00
内蒙古自治区	通辽	0.70	0.20	0.10	0.25	0.35	0.40	0.85	1.00
	呼和浩特	0.70	0.25	0.10	0.15	0.20	0.15	0.70	1.00

续表 E-1

地区及台站名称		朝 向							
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
辽宁省	抚顺	0.70	1.00	0.70	0.10	0.10	0.25	0.30	0.30
	沈阳	1.00	0.70	0.30	0.30	0.40	0.35	0.30	0.70
	锦州	1.00	1.00	0.40	0.10	0.20	0.25	0.20	0.70
	鞍山	1.00	1.00	0.40	0.25	0.50	0.50	0.25	0.55
	营口	1.00	1.00	0.60	0.20	0.45	0.45	0.20	0.40
	丹东	1.00	0.55	0.40	0.10	0.10	0.10	0.40	1.00
	大连	1.00	0.70	0.15	0.10	0.15	0.15	0.15	0.70
吉林省	通榆	0.60	0.40	0.15	0.35	0.50	0.50	1.00	1.00
	长春	0.35	0.35	0.15	0.25	0.70	1.00	0.90	0.40
	延吉	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10	0.65	1.00	1.00
黑龙江省	爱辉	0.70	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.70	1.00
	齐齐哈尔	0.95	0.70	0.25	0.25	0.40	0.40	0.70	1.00
	鹤岗	0.50	0.15	0.10	0.10	0.10	0.55	1.00	1.00
	哈尔滨	0.30	0.15	0.20	0.70	1.00	0.85	0.70	0.60
	绥芬河	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.70	1.00	0.70
上海市	上海	0.70	0.50	0.35	0.20	0.10	0.30	0.80	1.00

续表 E-1

地区及台站名称		朝 向							
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
江苏省	连云港	1.00	1.00	0.40	0.15	0.15	0.15	0.20	0.40
	徐州	0.55	1.00	1.00	0.45	0.20	0.35	0.45	0.65
	淮阴	0.90	1.00	0.70	0.30	0.25	0.30	0.40	0.60
	南通	0.90	0.65	0.45	0.25	0.20	0.25	0.70	1.00
	南京	0.80	1.00	0.70	0.40	0.20	0.25	0.40	0.55
	武进	0.80	0.80	0.60	0.60	0.25	0.50	1.00	1.00
浙江省	杭州	1.00	0.65	0.20	0.10	0.20	0.20	0.40	1.00
	宁波	1.00	0.40	0.10	0.10	0.10	0.20	0.60	1.00
	金华	0.20	1.00	1.00	0.60	0.10	0.15	0.25	0.25
	衢州	0.45	1.00	1.00	0.40	0.20	0.30	0.20	0.10
安徽省	亳县	1.00	0.70	0.40	0.25	0.25	0.25	0.25	0.70
	蚌埠	0.70	1.00	1.00	0.40	0.30	0.35	0.45	0.45
	合肥	0.85	0.90	0.85	0.35	0.35	0.25	0.70	1.00
	六安	0.70	0.50	0.45	0.45	0.25	0.15	0.70	1.00
	芜湖	0.60	1.00	1.00	0.45	0.10	0.60	0.90	0.65
	安庆	0.70	1.00	0.70	0.15	0.10	0.10	0.10	0.25
	屯溪	0.70	1.00	0.70	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15
福建省	福州	0.75	0.60	0.25	0.25	0.20	0.15	0.70	1.00

续表 E-1

地区及台站名称		朝 向							
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
江西省	九江	0.70	1.00	0.70	0.10	0.10	0.25	0.35	0.30
	景德镇	1.00	1.00	0.40	0.20	0.20	0.35	0.35	0.70
	南昌	1.00	0.70	0.25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.70
	赣州	1.00	0.70	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.70
山东省	烟台	1.00	0.60	0.25	0.15	0.35	0.60	0.60	1.00
	莱阳	0.85	0.60	0.15	0.10	0.10	0.25	0.70	1.00
	潍坊	0.90	0.60	0.25	0.35	0.50	0.35	0.90	1.00
	济南	0.45	1.00	1.00	0.40	0.55	0.55	0.25	0.15
	青岛	1.00	0.70	0.10	0.10	0.20	0.20	0.40	1.00
	菏泽	1.00	0.90	0.40	0.25	0.35	0.35	0.20	0.70
	临沂	1.00	1.00	0.45	0.10	0.10	0.15	0.20	0.40
河南省	安阳	1.00	0.70	0.30	0.40	0.50	0.35	0.20	0.70
	新乡	0.70	1.00	0.70	0.25	0.15	0.30	0.30	0.15
	郑州	0.65	0.90	0.65	0.15	0.20	0.40	1.00	1.00
	洛阳	0.45	0.45	0.45	0.15	0.10	0.40	1.00	1.00
	许昌	1.00	1.00	0.40	0.10	0.20	0.25	0.35	0.50
	南阳	0.70	1.00	0.70	0.15	0.10	0.15	0.10	0.10
	驻马店	1.00	0.50	0.20	0.20	0.20	0.20	0.40	1.00
	信阳	1.00	0.70	0.20	0.10	0.15	0.15	0.10	0.70

续表 E-1

地区及台站名称		朝 向							
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
湖北省	光化	0.70	1.00	0.70	0.35	0.20	0.10	0.40	0.60
	武汉	1.00	1.00	0.45	0.10	0.10	0.10	0.10	0.45
	江陵	1.00	0.70	0.20	0.15	0.20	0.15	0.10	0.70
	恩施	1.00	0.70	0.35	0.35	0.50	0.35	0.20	0.70
湖南省	长沙	0.85	0.35	0.10	0.10	0.10	0.10	0.70	1.00
	衡阳	0.70	1.00	0.70	0.10	0.10	0.10	0.15	0.30
广东省	广州	1.00	0.70	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.70
广西壮族 自治区	桂林	1.00	1.00	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10	0.40
	南宁	0.40	1.00	1.00	0.60	0.30	0.55	0.10	0.30
四川省	甘孜	0.75	0.50	0.30	0.25	0.30	0.70	1.00	0.70
	成都	1.00	1.00	0.45	0.10	0.10	0.10	0.10	0.40
重庆市	重庆	1.00	0.60	0.55	0.20	0.15	0.15	0.40	1.00
贵州省	威宁	1.00	1.00	0.40	0.50	0.40	0.20	0.15	0.45
	贵阳	0.70	1.00	0.70	0.15	0.25	0.15	0.10	0.25

续表 E-1

地区及台站名称		朝 向							
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
云南省	昭通	1.00	0.70	0.20	0.10	0.15	0.15	0.10	0.70
	昆明	0.10	0.10	0.10	0.15	0.70	1.00	0.70	0.20
西藏 自治区	那曲	0.50	0.50	0.20	0.10	0.35	0.90	1.00	1.00
	拉萨	0.15	0.45	1.00	1.00	0.40	0.40	0.40	0.25
	林芝	0.25	1.00	1.00	0.40	0.30	0.30	0.25	0.15
陕西省	榆林	1.00	0.40	0.10	0.30	0.30	0.15	0.40	1.00
	宝鸡	0.10	0.70	1.00	0.70	0.10	0.15	0.15	0.15
	西安	0.70	1.00	0.70	0.25	0.40	0.50	0.35	0.25
甘肃省	兰州	1.00	1.00	1.00	0.70	0.50	0.20	0.15	0.50
	平凉	0.80	0.40	0.85	0.85	0.35	0.70	1.00	1.00
	天水	0.20	0.70	1.00	0.70	0.10	0.15	0.20	0.15
青海省	西宁	0.10	0.10	0.70	1.00	0.70	0.10	0.10	0.10
	共和	1.00	0.70	0.15	0.25	0.25	0.35	0.50	0.50
宁夏回族 自治区	石嘴山	1.00	0.95	0.40	0.20	0.20	0.20	0.40	1.00
	银川	1.00	1.00	0.40	0.30	0.25	0.20	0.65	0.95
	固原	0.80	0.50	0.65	0.45	0.20	0.40	0.70	1.00

续表 E-1

地区及台站名称		朝 向							
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
新疆维吾尔 自治区	阿勒泰	0.70	1.00	0.70	0.15	0.10	0.10	0.15	0.35
	克拉玛依	0.70	0.55	0.55	0.25	0.10	0.10	0.70	1.00
	乌鲁木齐	0.35	0.35	0.55	0.75	1.00	0.70	0.25	0.35
	吐鲁番	1.00	0.70	0.65	0.55	0.35	0.25	0.15	0.70
	哈密	0.70	1.00	1.00	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10
	喀什	0.70	0.60	0.40	0.25	0.10	0.10	0.70	1.00

注：有根据时，表中所列数值，可按建设地区的实际情况，作适当调整。

附录 F 自然通风的计算

F.0.1 自然通风的通风量,应按下式计算:

$$G = \frac{Q}{\alpha c_p (t_p - t_{wf})} \quad (\text{F.0.1-1})$$

或

$$G = \frac{mQ}{\alpha c_p (t_n - t_{wf})} \quad (\text{F.0.1-2})$$

式中 G ——通风量(kg/h);

Q ——散至室内的全部显热量(W);

c_p ——空气的定压比热容[kJ/(kg·°C)], $c_p = 1$;

α ——单位换算系数,对于法定计量单位, $\alpha = 0.28$;

t_p ——排风温度(°C),按本附录第二款确定;

t_n ——室内工作地点温度(°C),按本规范第 3.1.5 条采用;

t_{wf} ——夏季通风室外计算温度(°C),按本规范第 3.2.3 条确定;

m ——散热量有效系数,按本附录第三款确定。

注:确定自然通风量时,尚应考虑机械通风的影响。

F.0.2 排风口温度,应根据不同情况,分别按下列规定采用:

1 有条件时,可按与夏季通风室外计算温度的允许温差确定;

2 室内散热量比较均匀,且不大于 $116\text{W}/\text{m}^3$ 时,可按下式计算:

$$t_p = t_n + \Delta t_H (H - 2) \quad (\text{F.0.2-1})$$

式中 Δt_H ——温度梯度(°C/m),按表 F.0.2 采用;

H ——排风口中心距地面的高度(m);

其他符号的意义同式(F.0.1-1、F.0.1-2)。

表 F.0.2 温度梯度 Δt_g 值 ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$)

室内散热量 (W/m^3)	厂 房 高 度 (m)										
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
12~23	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2
24~47	1.2	1.2	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
48~70	1.5	1.5	1.2	1.1	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5
71~93	—	1.5	1.5	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0	0.9
94~116	—	—	—	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3

3 当采用 m 值时,可按下式计算:

$$t_p = t_{wf} + \frac{t_n - t_{wf}}{m} \quad (\text{F.0.2-2})$$

式中各项符号的意义同式(F.0.1-1、F.0.1-2)。

F.0.3 散热量有效系数 m 值,宜按相同建筑物和工艺布置的实测数据采用,当无实测数据时,单跨生产厂房可按下式计算:

$$m = m_1 m_2 m_3 \quad (\text{F.0.3})$$

式中 m_1 ——根据热源占地面积 f 和地面面积 F 之比值,按图 F.0.3 确定的系数;

m_2 ——根据热源的高度,按附表 F.0.3-1 确定的系数;

m_3 ——根据热源的辐射散热量 Q_1 和总散热量 Q 之比值,按表 F.0.3-2 确定的系数。

表 F.0.3-1 系 数

热源高度 (m)	≤ 2	4	6	8	10	12	≥ 14
m_2	1.0	0.85	0.75	0.65	0.6	0.55	0.5

表 F.0.3-2 系 数

Q_1/Q	≤ 0.40	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7
m_3	1.00	1.03	1.07	1.12	1.18	1.30	1.45

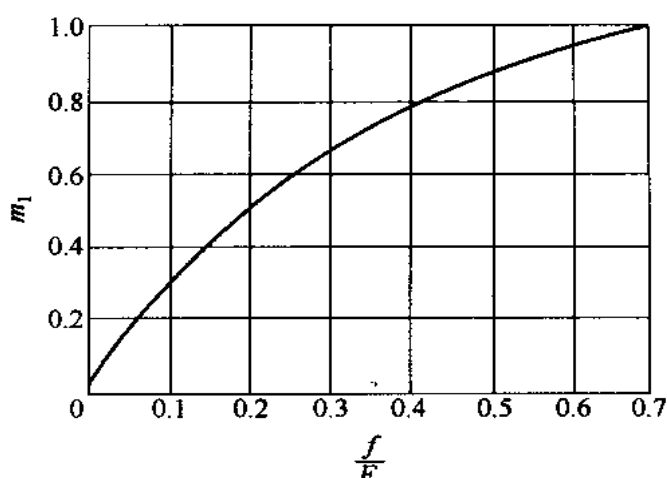


图 F.0.3 系数

F.0.4 进风口和排风口的面积,应按下式计算:

$$F_j = \frac{G_j}{3600 \sqrt{\frac{2g\rho_{wf}h_j(\rho_{wf} - \rho_{np})}{\xi_j}}} \quad (\text{F.0.4-1})$$

$$F_p = \frac{G_p}{3600 \sqrt{\frac{2g\rho_p h_p(\rho_{wf} - \rho_{np})}{\xi_p}}} \quad (\text{F.0.4-2})$$

式中 F_j 、 F_p ——分别为进风口和排风口面积(m^2);

G_j 、 G_p ——分别为进风量和排风量(kg/h);

h_j 、 h_p ——分别为进风口和排风口中心与中和界的高差(m);

ρ_{wf} ——夏季通风室外计算温度下的空气密度(kg/m^3);

ρ_p ——排风温度下的空气密度(kg/m^3);

ρ_{np} ——室内空气的平均密度(kg/m^3),按作业地带和排风口处空气密度的平均值采用;

ξ_j 、 ξ_p ——分别为进风口和排风口的局部阻力系数;

g ——重力加速度(9.81m/s^2)。

附录 G 除尘风管的最小风速

表 G 除尘风管的最小风速 (m/s)

粉尘类别	粉 尘 名 称	垂直风管	水平风管
纤维粉尘	干锯末、小刨屑、纺织尘	10	12
	木屑、刨花	12	14
	干燥粗刨花、大块干木屑	14	16
	潮湿粗刨花、大块湿木屑	18	20
	棉絮	8	10
	麻	11	13
矿物粉尘	耐火材料粉尘	14	17
	黏土	13	16
	石灰石	14	16
	水泥	12	18
	湿土(含水 2%以下)	15	18
	重矿物粉尘	14	16
	轻矿物粉尘	12	14
	灰土、砂尘	16	18
	干细型砂	17	20
	金刚砂、刚玉粉	15	19
金属粉尘	钢铁粉尘	13	15
	钢铁屑	19	23
	铅尘	20	25
其他粉尘	轻质干粉尘(木工磨床粉尘、烟草灰)	8	10
	煤尘	11	13
	焦炭粉尘	14	18
	谷物粉尘	10	12

附录 H 蓄冰装置容量与双工况制冷机的 空气调节标准制冷量

H.0.1 全负荷蓄冰时:

1 蓄冰装置有效容量:

$$Q_s = \sum_{i=1}^{24} q_i = n_1 \cdot c_f \cdot q_c \quad (\text{H.0.1-1})$$

2 蓄冰装置名义容量:

$$Q_{so} = \epsilon \cdot Q_s \quad (\text{H.0.1-2})$$

3 制冷机标定制冷量:

$$q_c = \frac{\sum_{i=1}^{24} q_i}{n_1 \cdot c_f} \quad (\text{H.0.1-3})$$

式中 Q_s ——蓄冰装置有效容量(kW·h);

Q_{so} ——蓄冰装置名义容量(kW·h);

q_i ——建筑物逐时冷负荷(kW);

n_1 ——夜间制冷机在制冰工况下运行的小时数(h);

c_f ——制冷机制冰时制冷能力的变化率,即实际制冷量与标定制冷量的比值。一般情况下:

活塞式制冷机 $c_f = 0.60 \sim 0.65$

螺杆式制冷机 $c_f = 0.64 \sim 0.70$

离心式(中压) $c_f = 0.62 \sim 0.66$

离心式(三级) $c_f = 0.72 \sim 0.80$

q_c ——制冷机的标定制冷量(空调工况)(kW·h);

ϵ ——蓄冰装置的实际放大系数(无因次)。

H.0.2 部分负荷蓄冰时,为使制冷机容量及投资最小,则:

1 蓄冰装置有效容量:

$$Q_s = n_1 \cdot c_f \cdot q_c \quad (\text{H. 0. 2-1})$$

2 蓄冰装置名义容量:

$$Q_{so} = \varepsilon \cdot Q_s \quad (\text{H. 0. 2-2})$$

3 制冷机标定制冷量:

$$q_c = \frac{\sum_{i=1}^{24} q_i}{n_2 + n_1 \cdot c_f} \quad (\text{H. 0. 2-3})$$

式中 n_2 ——白天制冷机在空调工况下的运行小时数(h)。

其他符号同式(H. 0. 1-1~H. 0. 1-3)。

H. 0. 3 若当地电力部门有其他限电政策时,所选蓄冰量的最大小时取冷量,应满足限电时段的最大小时冷负荷的要求,即:

1 为满足限电要求时,蓄冰装置有效容量:

$$Q_s \cdot \eta_{\max} \geq q'_{\max} \quad (\text{H. 0. 3-1})$$

2 为满足限电要求所需蓄冰槽的有效容量:

$$Q'_s \geq \frac{q'_{\max}}{\eta_{\max}} \quad (\text{H. 0. 3-2})$$

3 为满足限电要求,修正后的制冷机标定制冷量:

$$q'_c \geq \frac{Q'_s}{n_1 \cdot c_f} \quad (\text{H. 0. 3-3})$$

式中 Q'_s ——为满足限电要求所需的蓄冰槽容量(kW·h);

η_{\max} ——所选蓄冰设备的最大小时取冷率;

q'_{\max} ——限电时段空气调节系统的最大小时冷负荷(kW);

q'_c ——修正后的制冷机标定制冷量(kW·h)。

其他符号同式(H. 0. 1-1~H. 0. 1-3)。

附录 J 设备和管道最小保冷厚度及 凝结水管防凝露厚度

J.0.1 空气调节设备和管道保冷厚度及凝结水管防凝露厚度,可参照表 J.0.1-1~J.0.1-4 中给出的厚度选择。

表 J.0.1-1 空气调节供冷管道最小保冷厚度(介质温度 $\geq 5^{\circ}\text{C}$)(mm)

保冷位置	保 冷 材 料							
	柔性泡沫橡塑管壳、板				玻璃棉管壳			
	Ⅰ类地区		Ⅱ类地区		Ⅰ类地区		Ⅱ类地区	
	管径	厚度	管径	厚度	管径	厚度	管径	厚度
房间吊顶内	DN15~25	13	DN15~25	19	DN15~40	20	DN15~40	20
	DN32~80	15	DN32~80	22	$\geq \text{DN}50$	25	DN50~150	25
	$\geq \text{DN}100$	19	$\geq \text{DN}100$	25			$\geq \text{DN}200$	30
地下室机房	DN15~50	19	DN15~40	25	DN15~40	25	DN15~40	25
	DN65~80	22	DN50~80	28	$\geq \text{DN}50$	30	DN50~150	30
	$\geq \text{DN}100$	25	$\geq \text{DN}100$	32			$\geq \text{DN}200$	35
室外	DN15~25	25	DN15~32	32	DN15~40	30	DN15~40	30
	DN32~80	28	DN40~80	36	$\geq \text{DN}50$	35	$\geq \text{DN}50\sim 150$	35
	$\geq \text{DN}100$	32	$\geq \text{DN}100$	40			$\geq \text{DN}200$	40

表 J.0.1-2 蓄冰系统管道最小保冷厚度(介质温度 $\geq -10^{\circ}\text{C}$)(mm)

保冷位置	管径、设备	保 冷 材 料			
		柔性泡沫橡塑管壳、板		聚氨酯发泡	
		Ⅰ类地区	Ⅱ类地区	Ⅰ类地区	Ⅱ类地区
机房内	DN15~40	25	32	25	30
	DN50~100	32	40	30	40
	$\geq \text{DN}125$	40	50	40	50
	板式换热器	25	32	—	—
	蓄冰罐、槽	50	60	50	60
室外	DN15~40	32	40	30	40
	DN50~100	40	50	40	50
	$\geq \text{DN}125$	50	60	50	60
	蓄冰罐、槽	60	70	60	70

表 J.0.1-3 空气调节风管最小保冷厚度(mm)

保 冷 位 置		保 冷 材 料			
		玻璃棉板、毡		柔性泡沫橡塑板	
		I类地区	II类地区	I类地区	II类地区
常规空气调节 (介质温度 $\geq 14^{\circ}\text{C}$)	在非空气调节房间内	30	40	13	19
	在空气调节房间吊顶内	20	30	9	13
低温送风 (介质温度 $\geq 4^{\circ}\text{C}$)	在非空气调节房间内	40	50	19	25
	在空气调节房间吊顶内	30	40	15	21

表 J.0.1-4 空气调节凝结水管防凝露厚度(mm)

位 置	材 料			
	柔性泡沫橡塑管壳		玻璃棉管壳	
	I类地区	II类地区	I类地区	II类地区
在空气调节房间吊顶内	6	9	10	10
在非空气调节房间内	9	13	10	15

注:1 表 J.0.1-1~J.0.1-4 中的保冷厚度按以下原则确定:

(1)以《设备及管道保冷设计导则》(GB/T 15586)的防凝露厚度计算为基础,并考虑减少冷损失的节能因素和材料的价格、产品规格,结合工程实际情况而确定,其厚度略大于防凝露厚度。

(2)表 J.0.1-1~J.0.1-3 中的地区范围,按《管道及设备保冷通用图》(98T902)中全国主要城市 θ 值(潮湿系数)分区表确定:I类地区:北京、天津、重庆、武汉、西安、杭州、郑州、长沙、南昌、沈阳、大连、长春、哈尔滨、济南、石家庄、贵阳、昆明、台北。II类地区:上海、南京、福州、厦门、广州及广东沿海城市,成都、南宁、香港、澳门。未包括的城市和地区,可参照邻近城市选用。

(3)保冷材料的导热系数 λ :

柔性泡沫橡塑: $\lambda=0.03375+0.000125t_m[\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$

玻璃棉管、板: $\lambda=0.031+0.00017t_m[\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$

硬质聚氨酯泡沫塑料: $\lambda=0.0275+0.0009t_m[\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$

式中 t_m ——保冷层的平均温度($^{\circ}\text{C}$)。

2 表 J.0.1-1、J.0.1-3 中的保冷厚度均大于空气调节水、风系统冬季供热时所需的保温厚度。

3 空气调节水系统采用四管制时,供热管的保温厚度可按《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(IG1 26)中保温规定执行,也可按表 J.0.1-1 中的厚度进行保温。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

1 总 则

1.0.1 本规范宗旨。

采暖、通风与空气调节工程是基本建设领域中一个不可缺少的组成部分,它对改善劳动条件、提高生活质量、合理利用和节约能源及资源、保护环境、保证产品质量以及提高劳动生产率,都有着十分重要的意义。本次规范修订从节能、环保、安全、卫生等方面结合了近10年来国内外出现的新技术、新设备、新材料与设计、科研新成果,对有关设计标准、技术要求、设计方法以及其他政策性较强的技术问题等都做了具体的规定。

1.0.2 本规范的适用范围。

为了适应设计工作的需要,本次规范修订充实了民用建筑采暖、通风与空气调节的内容,并根据国家现行有关标准对原规范中防火及通风等的规定做了必要的增减。规定了本规范不仅适用于各种类型的民用建筑,其中包括居住建筑、办公建筑、科教建筑、医疗卫生建筑、交通邮电建筑、文娱集会建筑和其他公共建筑等,也适用于各种规模的工业建筑。对于新建、改建和扩建的民用建筑和工业建筑,其采暖、通风与空气调节设计,均应符合本规范各相关规定。

本规范不适用于有特殊用途、特殊净化与防护要求的建筑物、洁净厂房以及临时性建筑物的设计,是针对设计标准、装备水平以及某些特殊要求、特殊作法或特殊防护而言的,并不意味着本规范的全部内容都不适用于这些建筑物的设计。一些通用性的条文,应参照执行。有特殊要求的设计,应执行国家相关的设计规范。

1.0.3 选择设计方案和设备、材料的原则。

采暖、通风与空气调节工程,不仅在整个工程的全部投资中占有一定的份额,其运行过程中的能耗也是非常可观的。因此,设计

中必须贯彻适用、经济、节能、安全等原则,会同有关专业通过多方案的技术经济比较,确定出整体上技术先进、经济合理的设计方案。

1.0.4、1.0.5 采暖、通风与空气调节系统的维护管理要求。

这几条规定,目的是突出在设计中必须考虑维护管理问题,并为其创造必要的安全防护措施的重要性。

多年实践证明,维护管理的好坏,是采暖、通风与空气调节系统能否正常运行和达到应有效果的重要因素,能否在设计中为维护管理创造必要的条件,也是系统能否正常运行和发挥其应有作用的重要因素之一。

1.0.6 地震区或湿陷性黄土地区布置设备和管道的要求。

为了防止和减缓位于地震区或湿陷性黄土地区的建筑物由于地震或土壤下沉而造成的破坏和损失,除应在建筑结构等方面采取相应的预防措施外,布置采暖、通风和空气调节系统的设备和管道时,还应根据不同情况按照国家现行规范的规定分别采取防震或其他有效的防护措施。

1.0.7 本规范同施工验收规范的衔接。新增条文。

为保证设计和施工质量,要求采暖通风与空气调节设计的施工图内容应与国家现行标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》(GB 50242)、《通风与空气调节工程施工质量验收规范》(GB 50234)等保持一致。有特殊要求及现行施工质量验收规范中没有涉及的内容,在施工图文件中必须有详尽说明,以利施工、监理工作的顺利进行。

1.0.8 本规范同其他标准规范的衔接。

本规范为专业性的全国通用规范。根据国家主管部门有关编制和修订工程建设标准规范的统一规定,为了精简规范内容,凡引用或参照其他全国通用的设计标准规范的内容,除必要之外,本规范不再另设条文。本条强调在设计中除执行本规范外,还应执行与设计内容相关的安全、环保、节能、卫生等方面的国家现行的有关标准、规范等的规定。具体规范名称不一一列出。

2 术 语

2.0.1、2.0.2 预计平均热感觉指数(PMV)和预计不满意者的百分数(PPD)是按国家标准《中等热环境 PMV 和 PPD 指数的测定及热舒适条件的规定》(GB/T 18049)测定。国家标准 GB/T 18049 等同采用国际标准 ISO 7730。其中规定了三种测定方法,一是用热舒适方程计算,二是查表,三是用热舒适计测量。

Fanger 提出 PMV 指数在 -1 和 +1 之间(此时 PPD 指数小于 27%)的全部评价为“满意”,高于或低于此限值的全部评价为“不满意”。

2.0.3 湿球黑球温度(WBGT)指数是按国家标准《高温作业分级》(GB/T 4200)测定,经计算确定。

2.0.7 在舒适性空气调节中,可用综合温度、风速作用的有效温度差 θ 值来评价人的舒适性:

$$\theta = (t_i - t_h) - 8(v_i - 0.15) \quad (1)$$

式中 θ ——综合温度(°C);

t_i ——测点温度(°C);

t_h ——室内设计温度(°C);

v_i ——测点风速(m/s)。

根据 2001 ASHRAE Handbook 中的有关资料,在 $\theta = -1.5 \sim +1.0$ 的范围内,多数人感到舒适。空气分布特性指标(ADPI)可通过式(2)确定:

$$ADPI = \frac{(-1.5 < \theta < +1.0) \text{ 的测点数}}{\text{总测点数}} \times 100\% \quad (2)$$

3 室内外计算参数

3.1 室内空气计算参数

3.1.1 冬季室内计算温度。

1 根据国内外有关卫生部门的研究结果,当人体衣着适宜、保暖量充分且处于安静状态时,室内温度 20°C 比较舒适, 18°C 无冷感, 15°C 是产生明显冷感的温度界限。本着提高生活质量,满足室温可调的要求,并按照国家现行标准《室内空气质量标准》(GB/T 18883)要求,把民用建筑主要房间的室内温度范围定在 $16\sim 24^{\circ}\text{C}$ 。

2 工业建筑工作地点的温度,其下限是根据现行国家标准《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1)制定的。轻作业时,空气温度 15°C 尚无明显冷感;中作业和重作业时,空气温度分别不低于 16°C 和 14°C 即可基本满足要求。

关于劳动强度分级标准——轻、中、重、过重作业,是按现行国家标准《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1)执行的,而卫生部门还制定了《体力劳动强度分级指标》(共分四级),鉴于这两种分级方法对制定相应的室内卫生标准并无实质差别,本条及本规范其他有关条文中仍沿用原来的提法。

3.1.2 采暖建筑物冬季室内风速。

将原条文中“生活地带或作业地带”统称为“活动区”,以下同。将原条文中“集中采暖”改为“采暖”。现今采暖方式的多样化,采暖热源亦多种多样,为使室内获得热量并保持一定温度,以达到适宜的生活或工作条件,不一定必须设置集中采暖。

本条对冬季室内最大允许风速的规定,主要是针对设置热风采暖的建筑而言的,目的是为了防正人体产生直接吹风感,影响舒

适性。

3.1.3 空气调节室内计算参数。

1 舒适性空气调节的室内参数,是基于人体对周围环境温度、相对湿度和风速的舒适性要求,并结合我国经济情况和人们的生活习惯及衣着情况等因素,参照国家现行标准《室内空气质量标准》(GB/T 18883)等资料制定。

2 对于设置工艺性空气调节的工业建筑,其室内参数应根据工艺要求,并考虑必要的卫生条件确定。在可能的条件下,应尽量提高夏季室内温度基数,以节省建设投资和运行费用。另外,室温基数过低(如 20℃),由于夏季室内外温差太大,工作人员普遍感到不舒适,室温基数提高一些,对改善室内工作人员的卫生条件也是有好处的。

3.1.4 空气调节室内热舒适性评价指标参数及工业建筑夏季工作地点的温度标准。新增条文。

规定本条与国家现行标准《中等热环境 PMV 和 PPD 指数的测定及热舒适条件的规定》(GB/T 18049)、《高温作业分级》(GB/T 4200)一致,也做到了与国际接轨。

空气调节系统的能耗与许多因素有关,所以空气调节能耗的许多环节都有节能的潜力。假设空气调节室外计算参数为定值时,夏季空气调节室内空气计算温度和湿度越低,房间的计算冷负荷就越大,系统耗能也越大。因此,宜按照国家现行标准《中等热环境 PMV 和 PPD 指数的测定及热舒适条件的规定》(GB/T 18049),等同于国际标准 ISO 7730:1994 中的 PMV-PPD 指标,在不降低室内舒适度标准的前提下,通过合理组合室内空气设计参数,可以收到明显的节能效果。

3.1.5 计算通风时工业建筑夏季工作地点的温度标准。

本条是参照《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1)有关条款,在工艺无特殊要求时,根据夏季通风室外计算温度与工作地点温度的允许温差制定的。

3.1.6 休息室的室温标准。

炎热季节,根据生产工艺特性,适当调整高温作业工作人员的劳动休息制度,缩短持续劳动的时间,是恢复人员体力和调整生理机能的重要措施之一,尤其是对高温环境下从事间断性的中、重体力劳动者来说,创造良好的休息环境更是十分必要的。

从调整人体生理机能的要求出发,在参照本规范第 3.1.3 条关于舒适性空气调节夏季室内温度标准规定的前提下,避免高温作业区与休息室的温差过大所引起的骤冷骤热,规定休息室的室温标准为 26~30℃。

3.1.7 局部送风工作地点的风速和温度。

设置局部送风的工业建筑,其室内工作地点的允许风速已在本规范第 5.5.5 条至第 5.5.7 条中做了明确规定。

3.1.8 对室内空气质量的要求。新增条文。

建筑物室内空气应符合国家现行标准《室内空气质量标准》(GB/T 18883)、《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1)、《工作场所有害因素接触限值》(GBZ 2)和《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB 50325)等相关规范、标准中的规定。表 1 中摘录了部分国家现行标准中室内污染物容许浓度指标。

表 1 室内空气污染物的容许浓度

污染物名称	符号	单位	容许浓度	备注
二氧化硫	SO ₂	mg/m ³	0.50	1 小时均值
二氧化氮	NO ₂	mg/m ³	0.24	1 小时均值
一氧化碳	CO	mg/m ³	10	1 小时均值
二氧化碳	CO ₂	%	0.10	日平均值
氨	NH ₃	mg/m ³	0.20	1 小时均值
臭 氧	O ₃	mg/m ³	0.16	1 小时均值

续表 1

污染物名称	符号	单位	容许浓度	备注
甲 醛	HCHO	mg/m ³	0.10	1 小时均值
苯	C ₆ H ₆	mg/m ³	0.11	1 小时均值
甲 苯	C ₇ H ₈	mg/m ³	0.20	1 小时均值
二甲苯	C ₈ H ₁₀	mg/m ³	0.20	1 小时均值
苯并(a)芘	B(a)P	ng/m ³	1.0	日平均值
可吸入颗粒物	PM10	mg/m ³	0.15	日平均值
总挥发性有机物	TVOC	mg/m ³	0.60	8 小时均值
菌落总数		CFU/m ³	2500	
氡	²²² Rn	Bq/m ³	400	年平均值

3.1.9 人员所需最小新风量。新增条文。部分强制条文。

无论是工业建筑还是民用建筑,人员所需新风量都应根据室内空气的卫生要求、人员的活动和工作性质,以及在室内的停留时间等因素确定。卫生要求的最小新风量,民用建筑主要是对 CO₂ 的浓度要求(可吸入颗粒物的要求可通过过滤等措施达到),工业建筑和医院等还应考虑室内空气的其他污染物和细菌总数等。

表 2 所示的民用建筑主要房间人员所需最小新风量,是根据国家现行标准《旅游旅馆建筑热工与空气调节节能设计标准》(GB 50189)、《公共场所卫生标准》(GB 9663~GB 9673)、《饭馆(餐厅)卫生标准》(GB 16153)、《室内空气质量标准》(GB/T 18883)和《中、小学校教室换气卫生标准》(GB/T 17226)等摘录的。对于图书馆、博物馆、美术馆、展览馆、医院和公共交通等建筑的人员所需最小新风量第 3.1.9 条未做规定,可按国家现行卫生标准中 CO₂

的容许浓度进行计算确定。设计时尚应满足国家现行专项标准的特殊要求。

表 2 民用建筑主要房间人员所需的最小新风量[m³/(h·人)]

建 筑 类 型			新风量	依 据
旅游旅馆	客房	一级	50	GB 50189—93
		二级	40	GB 50189—93
		三级	30	GB 50189—93
	餐厅 宴会厅 多功能厅	一级	30	GB 50189—93
		二级	25	GB 50189—93
		三级	20	GB 50189—93
		四级	15	GB 50189—93
	商业、服务	一级~二级	20	GB 50189—93
		三级~四级	10	GB 50189—93
	大堂、四季厅	一级~二级	10	GB 50189—93
美容理发室、康乐设施		30	GB 50189—93	
旅店	客房	3~5 星级	30	GB 9663—1996
		1~2 星级	20	GB 9663—1996
文化娱乐场所	影剧院、音乐厅、录像厅(室)		20	GB 9664—1996
	游艺厅、舞厅(包括卡拉 OK 歌厅)		30	GB 9664—1996
	酒吧、茶座、咖啡厅		10	GB 9664—1996
体育馆			20	GB 9668—1996
商场(店)、书店			20	GB 9670—1996
饭馆(餐厅)			20	GB 16153—1996
办公楼			30	GB/T 18883—2002
住宅			30	GB/T 18883—2002
学校	教室	小学	11	GB/T 17226—1998
		初中	14	GB/T 17226—1998
		高中	17	GB/T 17226—1998

3.2 室外空气计算参数

3.2.1 采暖室外计算温度。

在采暖热负荷计算中,如何确定室外计算温度是一个相当重要的问题。单纯从技术观点来看,采暖系统的最大出力,恰好等于当地出现最冷天气时所需要的冷负荷,是最理想的,但这往往同采暖系统的经济性相违背。研究一下气象资料就可以看出,最冷的天气并不是每年都会出现。如果采暖设备是根据历年最不利条件选择的,即把室外计算温度定得过低,那么,在采暖运行期的绝大多数时间里,会显得设备能力富裕过多,造成浪费;反之,如果把室外计算温度定得过高,则在较长的时间里不能保持必要的室内温度,达不到采暖的目的和要求。因此,正确地确定和合理地采用采暖室外计算温度是一个技术与经济统一的问题。

在编制原规范的过程中,为了比较合理地确定采暖室外计算温度的统计方法,曾对全国主要城市的气象资料进行了统计、分析,广泛地征求了意见,并以国内外有关资料为借鉴,结合我国国情和气候特点以及建筑物的热工情况等,制定了以日平均温度为统计基础,按照历年室外实际出现的较低的日平均温度低于室外计算温度的时间,平均每年不超过5天的原则,确定采暖室外计算温度的方法。实践证明,只要供热情况有保障,即采取连续采暖或间歇时间不长的运行制度,对于一般建筑物来说,就不会因采用这样的室外计算温度而影响采暖效果。即使在20~30年一遇的最冷年内不保证天数多一些(10天左右),与之相对应的室内温度,大部分时间仍可维持在 12°C 以上,高于人体卫生所限定的最低环境温度。原规范执行10多年中,关于采暖室外计算温度的规定,已经为全国广大设计人员所接受,有关部门和单位还据此制定了各自的标准、规程、规定和技术措施等或将其编入了有关设计手册中。因此,本规范对此未做修订。

“注”中所谓“不保证”,系针对室外温度状况而言的;所谓“历

年平均不保证”，系针对累年不保证总天数(或小时数)的历年平均值而言的，以免造成概念上的混淆和因理解上的不同而导致统计方法的错误。

在此必须强调指出，本规范所规定的采暖室外计算温度，适用于连续采暖或间歇时间较短的采暖系统的热负荷计算。只有这样，才能满足室内温度要求，如果间歇时间太长，室内达不到要求的时间自然就会增多。要想保持必要的室内温度，根本的途径是建立合理的运行制度，充分发挥采暖设备的效能。间歇时间的长短应随室外气温的变化而增减。在最不利的气候条件下，即在室外气温低于或等于采暖室外计算温度时，采暖系统必须按设计工况连续运行。如果因燃料不足等原因必须间歇采暖时，那只好暂时降低使用标准，非属设计者所能解决的问题。不要为了迁就目前供热制度的某些不合理现象，而盲目降低室外计算温度或增加某些变相的附加，以免助长不合理的运行制度“合法化”，造成设备和投资的浪费。

确定采暖建筑物围护结构最小传热阻所用的冬季围护结构室外计算温度，根据围护结构热惰性的不同分 4 挡，在本规范第 4.1.9 条中另有规定。详见该条文。

3.2.2 冬季通风室外计算温度。

鉴于我国绝大部分地区的累年最冷月虽然出现在 1 月，但个别地区也有出现在 2 月或 12 月的，因此规定以累年最冷月平均温度，作为冬季通风室外计算温度。

本条及本规范其他有关条文中的“累年最冷月”，系指累年逐月平均气温最低的月份。

3.2.3 夏季通风室外计算温度。

由于从 1960 年开始，全国各气象台(站)统一采用北京时间(即东经 120° 的地方平均太阳时)进行观测，1965 年以来，各台(站)仅有北京时间 14 时(还有 2 时、8 时和 20 时)的温度记录整理资料，因此，对于我国大部分地区来说，当地太阳时的 14 时与北

京太阳时的 14 时,时差达 1~2h,相差最多的可达 3h。经比较,时差问题对我国华北、华东和中南等地区影响不大,而对气候干燥的西部地区和西南高原影响较大,温差可达 1~2℃。也就是说,统一采用北京 14 时的温度记录,对于我国西部地区来说,并不是真正反映当地最热月逐日逐时气温较高的 14 时的温度,而是温度不太高的 13、12 时乃至 11 时的温度,显然,时差对温度的影响是不可忽视的。但是,考虑到需要进行时差修正的地区,夏季通风室外计算温度多在 30℃ 以下(有的还不到 20℃),把通风计算温度规定提高一些,对通风设计(主要是自然通风)效果影响不大,本规范未规定对此进行修正。如需修正,可按以下的时差订正简化方法进行修正:

1 对北京以东地区以及北京以西时差为 1h 地区,可以不考虑以北京时间 14 时所确定的夏季通风室外计算温度的时差订正;

2 对北京以西时差为 2h 的地区,可按以北京时间 14 时所确定的夏季通风室外计算温度加上 2℃ 来修正。

3.2.4 夏季通风室外计算相对湿度。

如第 3.2.3 条所述,全国统一采用北京时间最热月 14 时的平均相对湿度确定这一参数,也存在时差影响的问题,只是由于影响不大,而且大都偏于安全,可不必考虑修正问题。

3.2.5 冬季空气调节室外计算温度。

考虑到设置空气调节的建筑物,室内热环境标准要求较高,如采用平均每年不保证 5 天的采暖室外计算温度作为新风和围护结构传热的计算温度,则冬季不保证小时数约为 200h,比夏季不保证 50h 多了一些;为了使冬季的不保证小时数与夏季一致,沿用原规范的规定,把平均每年不保证 1 天的日平均温度作为空气调节设计用的冬季新风和围护结构传热的计算温度。经比较,这一温度值同美国等国家常用的标准比较相近。实践证明,一般情况下,冬季均能保证室内参数,其保证率是较高的,在技术上是可以达到要求的。

由于这个参数对整个空气调节系统的建设投资和经常运行费用影响不大,因此,没有必要将新风和围护结构传热的计算温度分开。

3.2.6 冬季空气调节室外计算相对湿度。

规定本条的目的是为了在不影响空气调节系统经济性的前提下,尽量简化参数的统计方法,同时,采用这一参数计算冬季的热湿负荷也是比较安全的。

3.2.7~3.2.10 夏季空气调节室外计算参数。

在这些条文中,分别规定了夏季空气调节室外计算干球温度、湿球温度、日平均温度和逐时温度的统计和采用方法。

1 保留了原规范第 2.2.7 条中有关按历年平均不保证 50h 统计和确定室外计算干球温度的内容。由于国内每天只有 4 次(2、8、14、20 时)的定时温度记录,因此,以每次记录代表 6h 进行统计,经比较,其所得结果同按逐时温度记录所统计出的温度值相差很小,湿球温度的统计规律亦然。

2 保留了原规范第 2.2.8 条按历年平均不保证 50h 确定夏季空气调节室外计算湿球温度的内容。实践证明,在室外干、湿球温度不保证 50h 的综合作用下,室内不保证时间不会超过 50h。

3 保留了原规范第 2.2.9 条关于按历年不保证 5 天的日平均温度统计和确定室外计算日平均温度的内容。关于夏季室外计算日平均温度的确定原则是考虑与空气调节室外计算干、湿球温度相对应的,即不保证小时数应为 50h 左右。统计结果表明,50h 的不保证小时数大致分布在 15 天左右,而在这 15 天左右的时间,分布也是不均等的,有些天仅有 1~2h,出现较多的不保证小时数的天数一般在 5 天左右。每天仅有 1~2h 超过规定温度时,由于围护结构对温度波的衰减,对室内不会有影响,因此取不保证 5 天的日平均温度,大致与室外计算干湿球温度不保证 50h 是对应的。

4 为适应关于按不稳定传热计算空气调节冷负荷的需要,保

留了夏季空气调节室外计算逐时温度的内容。

3.2.11 特殊情况下空气调节室外计算参数的确定。

按本规范上述条文确定的室外计算参数设计的空气调节系统,运行时均会出现个别时间达不到室内温湿度要求的现象,但其保证率却是相当高的。为了在特殊情况下保证全年达到既定的室内温、湿度参数(这种情况是很少的),完全确保技术上的要求,必须另行确定适宜的室外计算参数,直至采用累年极端最高或极端最低干、湿球温度等,但它对空气调节系统的初投资影响极大,必须采取极为谨慎的态度。仅在部分时间(如夜间)工作的空气调节系统,如仍按常规参数设计,将会使设备富裕能力过大,造成浪费,因此,设计时可不遵守本规范第3.2.7条至第3.2.10条的有关规定,根据具体情况另行确定适宜的室外计算参数。

3.2.12 室外风速的确定。

本条及本规范其他有关条文中的“累年最冷3个月”,系指累年逐月平均气温最低的3个月;“累年最热3个月”,系指累年逐月平均气温最高的3个月。

3.2.13 最多风向及频率。

条文中的“最多风向”即为“主导风向”(Predominant Wind Direction)。

3.2.14 室外大气压力。

3.2.15 冬季日照百分率。

3.2.16 设计计算用采暖期的确定原则。

本条中所谓“日平均温度稳定低于或等于采暖室外临界温度”,系指室外连续5天的滑动平均温度,低于或等于采暖室外临界温度。

按本条规定统计和确定的设计计算用采暖期,是计算采暖建筑物的能量消耗,进行技术经济分析、比较等不可缺少的数据,是专供设计计算应用的,并不是指具体某一个地方的实际采暖期,各地的实际采暖期应由各地主管部门根据情况自行确定。

3.2.17 室外计算参数的统计年份。

室外计算参数的统计年份长,概率性强,更具有代表性,有助于将各地的气象参数相对地稳定下来,为此有的国家统计年份采用30~50年。目前我国大部分气象台(站)都有30年以上完整的气象资料。统计结果表明,统计10年、20年和30年的数值是有差别的,但一般差别不是太大。如仅统计1年或几年,则偶然性太大、数据可靠性差。因此,条文中推荐采用30年,至少不低于10年,否则应通过调研、测试并与有长期观测记录的邻近台(站)做比较,必要时,应请气象部门进行订正。

3.2.18 山区的室外气象参数。

考虑到山区气候条件的多变性和复杂性,强调了当与邻近台站的气象资料进行比较时,要特别注意小气候的影响,注意气候条件的相似性。

3.3 夏季太阳辐射照度

3.3.1 确定太阳辐射照度的基本原则。

本规范所给出的太阳辐射照度值,是根据地理纬度和7月大气透明度,并按7月21日的太阳赤纬,应用有关太阳辐射的研究成果,通过计算确定的。

关于计算太阳辐射照度的基础数据及其确定方法。这里所说的基础数据,是指垂直于太阳光线的表面上的直接辐射照度 S 和水平面上的总辐射照度 Q 。原规范的基础数据是基于观测记录用逐时的 S 和 Q 值,采用近10年中每年6月至9月内舍去15~20个高峰值的较大值的历年平均值。实践证明,这一统计方法虽然较为繁琐,但它所确定的基础数据的量值,已为大家所接受。本规范参照这一量值,根据我国有关太阳辐射的研究中给出的不同大气透明度和不同太阳高度角下的 S 和 Q 值,按照不同纬度、不同时刻(6~18时)的太阳高度角用内插法确定的。

3.3.2 垂直面和水平面的太阳总辐射照度。

建筑物各朝向垂直面与水平面的太阳总辐射照度,是按下列公式计算确定的:

$$J_{\Sigma} = J_z + \frac{D + D_f}{2} \quad (3)$$

$$J_{\Sigma p} = J_p + D \quad (4)$$

式中 J_{Σ} ——各朝向垂直面上的太阳总辐射照度(W/m^2);

$J_{\Sigma p}$ ——水平面上的太阳总辐射照度(W/m^2);

J_z ——各朝向垂直面的直接辐射照度(W/m^2);

J_p ——水平面的直接辐射照度(W/m^2);

D ——散射辐射照度(W/m^2);

D_f ——地面反射辐射照度(W/m^2)。

各纬度带和各大气透明度等级的计算结果列于本规范附录 C。

3.3.3 透过标准窗玻璃的太阳辐射照度。

根据有关资料,将 3mm 厚的普通平板玻璃定义为标准玻璃。透过标准窗玻璃的太阳直接辐射照度和散射辐射照度,是按下列公式计算确定的:

$$J_{\Sigma z} = \mu_{\theta} J_z \quad (5)$$

$$J_{\Sigma p} = \mu J_p \quad (6)$$

$$D_{\Sigma z} = \mu_d \left(\frac{D + D_f}{2} \right) \quad (7)$$

$$D_{\Sigma p} = \mu_d D \quad (8)$$

式中 $J_{\Sigma z}$ ——各朝向垂直面和水平面透过标准窗玻璃的直接辐射照度(W/m^2);

μ_{θ} ——太阳直接辐射入射率;

$D_{\Sigma z}$ ——透过各朝向垂直面标准窗玻璃的散射辐射照度(W/m^2);

$D_{\Sigma p}$ ——透过水平面标准窗玻璃的散射辐射照度(W/m^2);

μ_d ——太阳散射辐射入射率;

其他符号意义同前。

各纬度带和各大气透明度等级的计算结果列于本规范附录 B。

3.3.4 当地计算大气透明度等级的确定。

为了按本规范附录 A 和附录 B 查取当地的太阳辐射照度值,需要确定当地的计算大气透明度等级,为此,本条给出了根据当地大气压力确定大气透明度的等级,并在本规范附录 C 中给出了夏季空气调节用的计算大气透明度分布图。

4 采 暖

4.1 一 般 规 定

4.1.1 选择采暖方式的原则。新增条文。

随着社会的发展和技术的不断进步,根据当前各城市供热、供气、供电以及所处地区气象条件、生活习惯等的不同情况,采暖可以有很多方式。如何选定合理的采暖方式,达到技术经济最优化,是应通过综合技术经济比较确定的。这是因为各地能源结构、价格均不同,经济实力也存在较大差异,还要受到环保、卫生、安全等多方面的制约。而以上各种因素并非固定不变,是在不断发展和变化的。一个大、中型工程项目一般有几年周期,在这期间随着能源市场的变化而更改原来的采暖方式也是完全可能的。在初步设计时,应予以充分考虑。

4.1.2 宜采用集中采暖的地区。新增条文。

这类地区包括北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、山东、西藏、青海、宁夏、新疆等 13 个省、直辖市、自治区的全部,河南(许昌以北)、陕西(西安以北)、甘肃(天水以北)等省的大部分,以及江苏(淮阴以北)、安徽(宿县以北)、四川(川西)等省的一小部分,此外还有某些省份的高寒山区,如贵州的威宁、云南的中甸等,其全部面积约占全国陆地面积的 70%。

4.1.3 宜设置集中采暖的建筑。新增条文。

本条是根据国家技术经济政策制订的维护公共利益、保障人民生活最基本要求的规范性条文。对条文中规定地区的幼儿园、养老院、中小学校、医疗机构等建筑,宜考虑设置集中采暖。而对于其他地区、其他类型建筑,是否需要采暖、采用什么方式采暖等,可根据当地的具体情况,通过技术经济比较确定。

累年日平均温度稳定低于或等于 5°C 的日数为 60~89 天的地区包括上海,江苏的南京、南通、武进、无锡、苏州,浙江的杭州,安徽的合肥、蚌埠、六安、芜湖,河南的平顶山、南阳、驻马店、信阳,湖北的光化、武汉、江陵,贵州的毕节、水城,云南的昭通,陕西的汉中,甘肃的武都等。

累年日平均温度稳定低于或等于 5°C 的日数不足 60 天,但累年日平均温度稳定低于或等于 8°C 的日数大于或等于 75 天的地区包括浙江的宁波、金华、衢州,安徽的安庆、屯溪,江西的南昌、上饶、萍乡,湖北的宜昌、恩施、黄石,湖南的长沙、岳阳、常德、株洲、芷江、邵阳、零陵,四川的成都,贵州的贵阳、遵义、安顺、独山,云南的丽江,陕西的安康等。这两类地区的总面积,约占全国陆地面积的 15%。

4.1.4 采暖室外气象参数的确定。新增条文。

采暖的气象参数,不可盲目套用临近城市的气象资料。这是因为我国地域广阔、气候复杂,特别是在山区更不能忽视由于地形、高差等对局部气候造成的影响。因此,应根据本规范第 3.2 节的有关规定按当地的气象资料进行计算确定。也可参照由国家暖通规范管理组和中国气象科学研究院按本规范有关规定计算整理的《采暖通风与空气调节气象资料集》选用。

4.1.5 设置值班采暖的规定。

规定本条的目的,主要是为了防止在非工作时间或中断使用的时间内,水管及其他用水设备等发生冻结的现象。当然,如果利用房间的蓄热量或采用改变热媒参数的质调节以及间歇运行等方式能使室温达到 5°C 时,也可不设值班采暖。

4.1.6 设置局部采暖和取暖室的规定。

当每名工人占用的建筑面积超过 100m^2 时,设置使整个房间都达到某一温度要求的全面采暖是不经济的,仅在固定的工作地点设置局部采暖即可满足要求。有时厂房中无固定的工作地点,设置与办公室或休息室相结合的取暖室,对改善劳动条件也会起

到一定的作用,因此做了如条文中的有关规定。

4.1.7~4.1.10 关于采暖建筑物围护结构传热阻的规定。第4.1.8条为强制条文。

表4.1.8-1中增加了与有外门窗的不采暖楼梯间相邻的隔墙1~6层及7~30层建筑的温差修正系数。

1 本规范第4.1.7条明确规定,设置全面采暖的建筑物,围护结构(包括外墙、屋顶、地面及门窗等)的传热阻应根据技术经济比较确定,即通过对初投资、运行费用和燃料消耗等的全面分析,按经济传热阻的要求进行围护结构的建筑热工设计。国内有关部门基于建筑节能的要求制定的标准、措施如《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ 26)等,应在设计中贯彻执行。

2 本规范第4.1.8条规定了确定围护结构最小传热阻的计算公式,它是基于下列原则制定的:对围护结构的最小传热阻、最大传热系数及围护结构的耗热量加以限制;使围护结构内表面保持一定的温度,防止产生凝结水,同时保障人体不致因受冷表面影响而产生不舒适感。

3 本规范第4.1.9条规定了根据建筑物围护结构热惰性 D 值的大小不同,所应分别采用的四种类型冬季围护结构室外计算温度的取值方法。按照这一方法,不仅能保证围护结构内表面不产生结露现象,而且将围护结构的热稳定性与室外气温的变化规律紧密地结合起来,使 D 值较小(抗室外温度波动能力较差)的围护结构,具有较大的传热阻;使 D 值较大(抗室外温度波动能力较强)的围护结构,具有较小的传热阻。这些传热阻不同的围护结构,不论 D 值大小,不仅在各自的室外计算温度条件下,其内表面温度都能满足要求,而且当室外温度偏离计算温度乃至降低到当地最低日平均温度时,围护结构内表面的温降也不会超过 1°C 。也就是说,这些不同类型的围护结构,其内表面最低温度将达到大体相同的水平。对于热稳定性最差的IV类围护结构,室外计算温度不是采用累年极端最低温度,而是采用累计最低日平均温度(两

者相差 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$)；对于热稳定性较好的 I 类围护结构，采用采暖室外计算温度，其值相当于寒冷期连续最冷 10 天左右的平均温度；对于热稳定性处于 I、IV 类中间的 II、III 类围护结构，则利用 I、IV 类计算温度即采暖室外计算温度和最低日平均温度并采用调整权值的方式计算确定，不但气象资料的统计工作可以简化而且也便于应用。

条文表 4.1.9 中 t_{wn} 和 $t_{\text{p,min}}$ 应根据本规范第 3.2 节的有关规定，按当地气象资料进行计算。也可参照由国家暖通规范管理组和中国气象科学研究院按本规范有关规定计算整理的《采暖通风与空气调节气象资料集》选用。

4.1.11、4.1.12 关于外窗层数和开窗面积的规定。

因《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ 26)对建筑物的保温要求日益提高，且今后还会有所变化，所以第 4.1.11 条在原条文基础上做了相应补充修改(补充注 3、4)。

外窗层数及开窗面积对围护结构的综合传热系数影响很大，为了限制和降低采暖建筑物的能耗，除了设法提高围护结构非透明部分(外墙和屋顶等)的保温性能外，还必须十分重视其透明部分(外窗、阳台门和天窗等)的保温性能，其中包括尽量加大热阻，减小面积，提高气密程度等。从节能的角度考虑，设置全面采暖的建筑物采用双层窗一般是比较合理的，但根据我国目前的情况，尚无条件普遍采用双层窗，因此条文中对各类不同性质的建筑物分别规定了设置单层窗和双层窗的室内外温差界限。就其实质来说，相当于在采暖室外计算温度低于或等于 -15°C 的地区，一般民用建筑应采用双层窗，这和国内有关标准、规范关于在严寒地区民用建筑应采用双层窗的规定是一致的。对于干燥或正常湿度状况的工业建筑，设双层窗的地区界限相当于采暖室外计算温度低于或等于 -20°C 。当然，对于高级民用建筑以及其他经技术经济比较设置双层窗合理的建筑物，可不受此规定的限制，条文中已有明确注释。

不论是单层窗还是双层窗,在满足采光面积的前提下,均应尽量减小开窗面积。

4.1.13 采暖热媒的选择。

热水和蒸汽是集中采暖系统最常用的两种热媒。多年的实践证明,热水采暖比蒸汽采暖具有许多优点。从实际使用情况看,热水做热媒不但采暖效果好,而且锅炉设备、燃料消耗和司炉维修人员等比使用蒸汽采暖减少了30%左右。

由于热水采暖比蒸汽采暖具有明显的技术经济效果,用于民用建筑是经济合理的,近年来许多单位是这样做的,因此,条文中明确规定民用建筑的集中采暖系统应采用热水作热媒。工业建筑的情况比较复杂,有时生产工艺是以高压蒸汽为热源,单独搞一套热水系统就不一定合理,因此不宜对蒸汽采暖持绝对否定的态度(但应正视和解决蒸汽采暖存在的问题),条文中规定有一定的灵活性。当厂区只有采暖用热或以采暖用热为主时,推荐采用高温水作热媒;当厂区供热以工艺用蒸汽为主,在不违反卫生、技术和节能的条件下,可采用蒸汽作热媒。

4.1.14 改建和扩建建筑物采暖系统的设计原则。

鉴于按本规范所规定的方法确定的建筑物采暖热负荷时,其耗热量指标一般小于原有建筑物的耗热指标。为了保证与原有建筑物同一热源供热的改建、扩建和新建建筑物达到预期的采暖效果,应采取一些必要的技术措施。例如:设置单独的供热管道,在采暖室外计算温度下连续供热等,在某些情况下,亦可按原有建筑物的耗热量指标确定采暖热负荷。

按本规范所规定的方法进行选择采暖设备、计算管路等设计时,也要充分考虑与原有建筑同一热源供热的情况,采取相应的技术措施。

4.2 热 负 荷

4.2.1 确定采暖通风系统热负荷的因素。

在《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ 26)中规定:“单位建筑面积的建筑物内部得热(包括炊事、照明、家电和人体散热),住宅建筑,取 $3.80\text{W}/\text{m}^2$ 。”当前住宅建筑户型面积越来越大,单位建筑面积内部得热量不一,且炊事、照明、家电等散热是间歇性的,这部分自由热可作为安全量,在确定热负荷时不予考虑。

4.2.2、4.2.3 围护结构耗热量的分类及基本耗热量的计算。

式(4.2.3)是按稳定传热计算围护结构耗热量的最基本的公式。在计算围护结构耗热量的时候,不管围护结构的热惰性指标 D 值大小如何,室外计算温度均采用采暖室外计算温度——平均每年不保证 5 天的日平均温度,不再分级。

增加“注”,在已知冷侧温度时或用热平衡法能计算出冷侧的温度时, t_{wn} 一项可直接用冷侧温度代入,不再进行 α 值修正。

4.2.4 计算围护结构耗热量时冬季室内计算温度的选取。

在建筑物采暖耗热量计算中,为考虑室内竖向温度梯度的影响,常用两种不同的计算方法:

1 对房间各部分围护结构均采用同一室内温度计算耗热量,当房间高于 4m 时计入高度附加;

2 对房间各部分围护结构采用不同的室内温度计算耗热量,即使房间高于 4m 时也不计入高度附加。

第一种方法对于某一具体房高只有一个与之对应的高度附加系数,方法比较简单,但无选择余地,不能做到根据建筑物的不同性质区别对待,只适用于室内散热量较小,上部空间温度增高不显著的建筑物,如民用建筑及辅助建筑物等;第二种方法比较麻烦,但可适应各种性质的建筑物,尤其是室内散热量较大、上部空间温度明显升高的工业建筑,因此,条文中规定房高大于 4m 的工业建筑应采用这种方法。

对于不同性质和高度的建筑物,其温度梯度值与很多因素(如采暖方式、工艺设备布置及散热量大小等)有关,难以在规范中给

出普遍适用的数据,设计时需根据具体情况确定。

通过分析对比,在某些情况下(如室内散热量不大的机械加工厂房),两种计算方法所得的结果,虽有差异但出入不大,因此在条文的附注中规定:“散热量小于 $23\text{W}/\text{m}^3$ 的工业建筑,当其温度梯度值不能确定时,可用工作地点温度计算围护结构耗热量,但应按本规范第 4.2.7 条的规定进行高度附加。”

4.2.5 相邻房间的温差传热计算原则。

当相邻房间的温差小于 5°C 时,为简化计算起见,可不计入通过隔墙和楼板等的传热量。当隔墙或楼板的传热阻太小,且其传热量大于该房间热负荷的 10% 时,也应将其传热量计入该房间的热负荷内。

4.2.6 围护结构的附加耗热量。

1 朝向修正率,是基于太阳辐射的有利作用和南北向房间的温度平衡要求,而在耗热量计算中采取的修正系数。本条第一款给出的一组朝向修正率是综合各方面的论述、意见和要求,在考虑某些地区、某些建筑物在太阳辐射得热方面存在的潜力的同时,考虑到我国幅员辽阔,各地实际情况比较复杂,影响因素很多,南北向房间耗热量客观存在一定的差异(10%~30%左右),以及北向房间由于接受不到太阳直射作用而使人们的实感温度低(约差 2°C),而且墙体的干燥程度北向也比南向差,为使南北向房间在整个采暖期均能维持大体均衡的温度,规定了附加(减)的范围值。这样做适应性比较强,并为广大设计人员提供了可供选择的余地,具有一定的灵活性,有利于本规范的贯彻执行。

2 风力附加率,是指在采暖耗热量计算中,基于较大的室外风速会引起围护结构外表面换热系数增大即大于 $23\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ 而增加的附加系数。由于我国大部分地区冬季平均风速不大。一般为 $2\sim 3\text{m}/\text{s}$,仅个别地区大于 $5\text{m}/\text{s}$,影响不大,为简化计算起见,一般建筑物不必考虑风力附加,仅对建筑在不避风的高地、河

边、海岸、旷野上的建筑物,以及城镇、厂区内特别高出的建筑物的风力附加系数做了规定。

3 外门附加率,是基于建筑物外门开启的频繁程度以及冲入建筑物中的冷空气导致耗热量增大而打的附加系数。

关于第3款外门附加中“一道门附加 $65\% \times n$, 两道门附加 $80\% \times n$ ”的有关规定,有人提出异议,但该项规定是正确的。因为一道门与两道门的传热系数是不同的:一道门的传热系数是 $4.65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, 两道门的传热系数是 $2.33 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。

例如:设楼层数 $n=6$,

一道门的附加 $65\% \times n$ 为: $4.65 \times 65\% \times 6 = 18.135$

两道门的附加 $80\% \times n$ 为: $2.33 \times 80\% \times 6 = 11.184$

显然一道门附加的多,而两道门附加的少。

另外,此处所指的外门是建筑物底层入口的门,而不是各层每户的外门。

4.2.7 高度附加率。

高度附加率,是基于房间高度大于 4m 时,由于竖向温度梯度的影响导致上部空间及围护结构的耗热量增大而打的附加系数。由于围护结构耗热作用等影响,房间竖向温度的分布并不总是逐步升高的,因此对高度附加率的上限值做了不应大于 15% 的限制。

4.2.8 冷风渗透耗热量。

本条强调了门窗缝隙渗透冷空气耗热量计算的必要性,并明确计算时应考虑的主要因素。

在各类建筑物特别是工业建筑的耗热量中,冷风渗透耗热量所占比例是相当大的,有时高达 30% 左右。根据现有的资料,本规范附录 D 分别给出了用缝隙法计算民用建筑及生产辅助建筑物的冷风渗透耗热量和用百分率附加法计算工业建筑的冷风渗透耗热量,并在附录 E(沿用原规范附录八)中给出了全国主要城市的冷风渗透量的朝向修正系数 n 值。

4.3 散热器采暖

4.3.1 选择散热器的规定。

1 近十几年散热器行业发展变化较大,出现了多种新型散热器,并且正在逐渐淘汰陈旧的产品,同时制定了各类型产品标准,而各标准中明确规定了各种热媒下的工作压力,因此,按产品标准中的规定选用散热器的工作压力,会更准确和适应散热器行业发展的需要。

2 社会的进步和生活水平的不断提高,促使人们对居室环境的要求也越来越高。散热器的清扫和装饰要求已引起国内制造厂商的广泛重视。目前,有些生产企业生产的铜管铝翅片对流散热器,以较为完美的外观和可以拆、装的外罩,在保障了散热器的使用效果的同时,又解决了散热器外观和清扫的问题,同时也起到了防护的作用。

3 随着我国能源政策的改变和生活水平的不断提高,传统的铸铁散热器由于生产过程的高污染、低效率、劳动强度大、外观粗糙等原因,使用受到一定的限制。钢制、铝制散热器等由于生产过程污染小、效率高、劳动强度低、散热器承压能力高、表面光滑易于清扫、外形美观且形式多样,既可满足产品的使用要求,又可起到一定的装饰作用。采用钢制散热器时,必须注意防腐问题。

钢制散热器一般由薄钢板冲压、焊接形成。由于其材料的固有特性,如何降低电化学腐蚀速度,是设计的首要问题。造成钢制散热器腐蚀的原因很多,其中电化学腐蚀和应力腐蚀最为严重。

应力腐蚀破裂是金属材料在静拉伸应力和腐蚀介质共同作用下导致破裂的现象,其应力主要来源于加工工序。所以,防止应力腐蚀主要应从合理选材,制定合理的加工工艺两方面采取措施。电化学腐蚀是水中溶解氧与钢的电化学反应:阳极反应: $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$;阴极反应: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$;综合反应: $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_2$ 。腐蚀反应形成氢氧化亚铁将在热水

中进一步分解： $3\text{Fe}(\text{OH})_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$ 。最终产物四氧化三铁是一层黑色沉淀物，吸附在散热器的内壁上。

降低钢制散热器腐蚀速度可采取以下几个方面措施：

(1)采用闭式系统；由采暖循环泵、管道系统、采暖散热器及相关部件组成的封闭循环系统。必要时，可采用低位胶囊式密闭定压膨胀罐解决系统的定压和膨胀问题。

(2)根据现行国家标准《工业锅炉水质》(GB 1576)的要求，控制系统水质和系统补水水质的溶解氧应小于或等于 0.1mg/L ；水温 25°C 时 pH 值，给水大于或等于 7，锅炉应在 10~12 之间。

(3)采暖系统在非采暖季节应充水湿保养，不仅是使用钢制散热器采暖系统的基本运行条件，也是热水采暖系统的基本运行条件，在设计说明中应加以强调。

蒸汽采暖系统不应使用钢制柱型(指钢板制柱型)、板型及扁管式散热器。因为蒸汽系统的含氧量、pH 值不易控制，对散热器的腐蚀几率较高；而且系统压力不稳定，有杂质，运行中噪声较大，散热器表面温度过高，因此，规定蒸汽采暖系统不应采用钢制散热器。

4 铝制散热器的腐蚀问题也日益突出。铝制散热器的腐蚀主要是碱腐蚀。为避免重蹈钢制散热器的覆辙，铝制散热器应选用内防腐型铝制散热器并满足产品对水质的要求。

5 热水采暖系统选用散热器时，钢制散热器与铝制散热器不应在同一热水采暖系统中使用。铝制散热器与热水采暖系统管道应注意采用等电位连接。

在有些安装了热量表和恒温阀的热水采暖系统中，已出现由于散热器内不清洁，而使系统不能正常运行等问题，因此规定：安装热量表和恒温阀的热水采暖系统中，不宜采用水流通道内含有粘砂的铸铁等散热器。

4.3.2 散热器的布置。

1 散热器布置在外墙的窗台下，从散热器上升的对流热气流

能阻止从玻璃窗下降的冷气流,使流经生活区和工作区的空气比较暖和,给人以舒适的感觉;如果把散热器布置在内墙,流经人们经常停留地区的是较冷的空气,使人感到不舒适,也会增加墙壁积尘的可能,因此推荐把散热器布置在外墙的窗台下;款1中考虑到分户热计量时,为了有利于户内管道的布置,增加了可靠内墙安装的内容。

2 为了防止把散热器冻裂,因此规定在两道外门之间不应设置散热器。

3 把散热器布置在楼梯间的底层,可以利用热压作用,使加热了的空气自行上升到楼梯间的上部补偿其耗热量,因此规定楼梯间的散热器应尽量布置在底层或按一定比例分配在下部各层。

4.3.3 散热器的安装。

本条是根据建筑物的用途,考虑有利于散热器放热、安全、适应室内装修要求以及维护管理等方面制定的。

近几年散热器的装饰已很普遍,但很多的装饰罩设计不合理,严重影响了散热器的散热效果,因此,强调了暗装时装饰罩的作法应合理,即装饰罩应有合理的气流通道、足够的通道面积,并方便维修。

4.3.4 幼儿园散热器的安装。强制条文。

规定本条的目的,是为了保护儿童安全健康。

4.3.5 散热器的组装片数。

规定本条的目的,主要是从便于施工安装考虑的。

4.3.6、4.3.7 散热器数量的确定。

1 散热器的传热系数,是在特定条件下通过实验测定给出的。在实际工程应用中情况往往是多种多样的,与测试条件下给出的传热系数会有一定的差别,为此设计时除应按不同的传热温差(散热器表面温度与室温之差)选用合适的传热系数外,还应按本规范第4.3.6条的规定考虑其连接方式、安装形式、组装片数、

热水流量以及表面涂料等对散热量的影响。

2 明管敷设时,非保温管道的散热量有提高室温的作用,可补偿一部分耗热量,暗管敷设时,由于管道散热导致热媒温度降低,为保持必要的室温应适当增多散热器的数量,因此,在本规范第 4.3.7 条中做了有关规定。

4.3.8 采暖系统南北向房间分环设置的规定。

为了平衡南北向房间的温差、解决“南热北冷”的问题,除了按本规范第 4.2.6 条的规定对南北向房间分别采用不同的朝向修正系数外,对民用建筑和工业企业辅助建筑物的采暖系统,必要时采取南北向房间分环布置的方式,也不失为一种行之有效的办法;因此,在条文中推荐。

4.3.9 高层建筑采暖系统的布置。

本条是基于国内的实践经验并参考有关资料制定的,主要目的是为了减小散热器及配件所承受的压力,保证系统安全运行。

4.3.10、4.3.11 散热器的连接及供热。第 4.3.11 条为强制条文。

本规范第 4.3.10 条关于同一房间的两组散热器可以串联连接,某些辅助房间如贮藏室、厕所等的散热器可以同邻室连接的规定,主要是考虑在有些情况下单独设置立管有困难或不经济。对于有冻结危险的楼梯间或其他有冻结危险的场所,一般不应将其散热器同邻室连接,以防影响邻室的采暖效果,甚至冻裂散热器。因此,本规范第 4.3.11 条强制规定在这种情况下应由单独的立、支管供热,且不得装设调节阀门。

随着建筑水平和物业管理水平的提高及采暖区域的扩大,有的楼梯间已经无冻结危险,因此,对楼梯间也不能一概而论。

4.3.12 散热器恒温阀传感器的安装要求。新增条文。

由于恒温阀的特定安装位置,有时不能正确反应房间温度,为了使传感器能正确反应房间温度,强调了传感器的设置位置;对安装在装饰罩内的恒温阀,应采用外置传感器。

4.4 热水辐射采暖

4.4.1 低温热水辐射采暖的设计及要求。

低温热水辐射采暖具有节能、卫生、舒适、不占室内面积等优点,近年来在国内发展迅速。低温热水辐射采暖一般指加热管埋设在建筑构件内的采暖形式,有墙壁式、顶棚式和地板式等3种。目前我国主要采用的是地板式,称为低温热水地板辐射采暖。低温热水地板辐射采暖的设置,不应导致建筑构件产生龟裂和损坏。在具体工程中采用何种做法,要通过计算并进行技术经济比较后确定。

4.4.2 低温热水辐射采暖的要求。

根据国内外技术资料从人体舒适和安全角度考虑,对辐射采暖的辐射体表面平均温度做了具体规定。

4.4.3 低温热水地板辐射采暖的供、回水温度的要求。新增条文。

由国外资料汇集查得,地板辐射采暖的供水温度的上限值有 60°C 、 65°C 、 70°C 、 75°C 等,本条从对地板辐射采暖的安全与寿命考虑,规定民用建筑的供水温度不应超过 60°C 。

4.4.4 低温热水地板辐射采暖负荷计算。

根据国内外资料和国内一些工程的实测,低温热水地板辐射采暖用于全面采暖时,在相同热舒适条件下的室内温度可比对流采暖时的室内温度低 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。因此,规定地板辐射采暖的耗热量计算可按本规范第4.2节的有关规定进行,但室内计算温度取值可降低 2°C 或将计算耗热量乘以 $0.9\sim 0.95$ 的修正系数(寒冷地区取 0.9 ,严寒地区取 0.95)。当地板辐射采暖用于局部采暖时,耗热量还要乘以表4.4.4所规定的附加系数(局部采暖的面积与房间总面积的面积比大于 75% 时,按全面采暖耗热量计算)。

4.4.5 低温热水地板辐射采暖有效散热量的确定。新增条文。

本条针对目前一些工程不考虑房间朝向、外墙、外窗以及室内

设施、地面覆盖物等的不同情况,加热管在整个房间内等间距敷设,而室内设备、家具等地面覆盖物对采暖的有效散热量的影响较大。因此,本条强调了地板辐射采暖的有效散热量应通过计算确定。目前国内尚无统一的计算方法,大多采用国外资料。

在计算有效散热量时,必须重视室内设备、家具等地面覆盖物对有效散热面积的影响。当人均居住面积较小时,家具所占面积相对较大。目前,有以下两种可行方法:

1 室内均匀布置加热管。在计算有效散热量时,应对总面积乘以小于 1.0 的系数。

2 加热管尽量布置在通道及有门的墙面等处,即通常不布置设备、家具的地方,其他地方少设或不设加热管。

4.4.6 低温热水地板辐射采暖设置绝热层的要求。新增条文。

绝热层的设置主要是考虑热量的有效利用和阻断冷桥。加热管及其覆盖层下部不设绝热层,一部分热量就会向楼板下传,房间会形成地板式加天棚式的复合式辐射采暖形式。这样房间上部温度将会提高,降低了节能效果。同时,由于上下相邻房间热量的供给与获得呈交错状态,增加了管理与计量等方面的复杂性与难度。因此,本条规定加热管及其覆盖层与楼板结构层应设绝热层。绝热层一般用密度大于或等于 20kg/m^3 的聚苯乙烯泡沫板,厚度不宜小于 25mm。当地面荷载大于 5kN/m^2 时,应选用与承压能力相适应的绝热层材质。

根据国内一些工程的经验,绝热层上的铝箔层并没有明显的防火防潮及热反射作用,但对于增加绝热层的强度、方便加热管安装还是有一定作用的。因此,本条文未对此做出具体规定。

4.4.7 低温热水地板辐射采暖设置伸缩缝的要求。新增条文。

覆盖层厚度不应过小,否则人站在上面会有颤动感。一般居住、办公建筑覆盖层厚度不宜小于 50mm。

伸缩缝的设置间距与宽度应计算确定。一般在面积超过 30m^2 或长度超过 6m 时,伸缩缝设置间距宜小于或等于 6m;伸缩

缝的宽度大于或等于 5mm。面积较大时,伸缩缝的设置间距可适当增大,但不宜超过 10m。

4.4.8 低温热水地板辐射采暖系统阻力计算的要求。新增条文。

低温热水地板辐射采暖系统的阻力应计算确定,否则会由于管路过长或流速过快使系统阻力超过系统供水压力或单元式热水机组水泵的扬程。为了使加热管中的空气能够被水带走,加热管内热水流速不应小于 0.25m/s,一般为 0.25~0.5m/s。

4.4.9 低温热水地板辐射采暖的工作压力。新增条文。

规定本条的目的,是为了保证低温热水地板辐射采暖系统管材与配件的强度和使用寿命。本条规定系统压力不超过 0.8MPa,系统压力过大时,应选择适当的管材并采取相应的措施。

4.4.10 低温热水地板辐射采暖的防潮、防水要求。新增条文。

设置防潮、防水层的目的是为了降低绝热层的隔热性能。

4.4.11 低温热水地板辐射采暖的管材要求。新增条文。强制条文。

低温热水地板辐射采暖所用的加热管有聚丁烯(PB)、交联聚乙烯(PE-X)、无规共聚聚丙烯(PP-R)及交联铝塑复合管(XPAP)等塑料管材。这些管材的力学特性与钢管等金属管材有较大区别。钢管的使用寿命主要取决于腐蚀速度,使用温度对其影响不大。塑料管材的使用寿命主要取决于不同使用温度和压力对管材的累计破坏作用。在不同的工作压力下,热作用使管壁承受环应力的能力逐渐下降,即发生管材的“蠕变”,以至不能满足使用压力要求而破坏。壁厚计算方法可参照现行国家有关塑料管的标准执行。

4.4.12 热水吊顶辐射板的使用范围。

热水吊顶辐射板为金属辐射板的一种,可用于层高 3~30m 的建筑物的全面采暖和局部区域或局部工作地点采暖,其使用范围很广泛,几乎涵盖了包括大型船坞、船舶、飞机和汽车的维修大厅、机器、电子和陶瓷工业的生产加工中心,建材市场,购物中心,

展览会场,多功能体育馆和娱乐大厅等许多场合,具有节能、舒适、卫生、运行费用低等特点。

4.4.13 热水吊顶辐射板适用的热媒温度范围。

热水吊顶辐射板的供水温度,宜采用 $40\sim 140^{\circ}\text{C}$ 的热水。与原规范条文的规定相比,热媒参数适用范围更广。既可用低温热水,也可用水温高达 140°C 的高温热水。但是,热水水质应符合国家现行标准《工业锅炉水质》(GB 1576)的要求。

由于蒸汽腐蚀性较大,不推荐采用。

4.4.14 热水吊顶辐射板的压力要求。新增条文。

规定本条的目的,是为了保证热水吊顶辐射板系统的正常运行。

4.4.15 热水吊顶辐射板采暖耗热量计算。

与对流散热器采暖系统相比,在舒适的条件下达到同样的采暖效果,吊顶辐射板采暖的室内温度要比对流采暖时低 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$,因此,建筑物围护结构和门窗渗透耗热量均有所降低;同时由于竖向温度梯度小,也减小了高度附加。所以辐射采暖总耗热量比对流采暖耗热量低。可按照本规范第 4.2 节的有关规定进行计算,并按第 4.5.6 条的规定进行修正。当屋顶耗热量大于房间总耗热量的 30% 时,应对屋顶采取保温措施,也可以用降低辐射板上部绝热层的绝热效果增加辐射板散热量的办法解决。

4.4.16 热水吊顶辐射板的有效散热量。新增条文。

热水吊顶辐射板倾斜安装时,辐射板的有效散热量会随着安装角度的不同而变化。设计时,应根据不同的安装角度,按规范表 4.4.16 对总散热量进行修正。

由于热水吊顶辐射板的散热量是在管道内流体处于紊流状态下进行测试的,为保证辐射板达到设计散热量,管内流量不得低于保证紊流状态的最小流量。如果流量达不到所要求的最小流量,而且不能采用多块板组成的串联连接方式时,应乘以 1.18 的安全系数。

4.4.17 热水吊顶辐射板的安装高度。

热水吊顶辐射板属于平面辐射体,辐射的范围局限于它所面对的半个空间,辐射的热量正比于开尔文温度的4次方,因此辐射体的表面温度对局部的热量分配起决定作用,影响到房间内各部分的热量分布。而采用高温辐射会引起室内温度的不均匀分布,使人体产生不舒适感。当然辐射板的安装位置和高度也同样影响着室内温度的分布。因此,在采暖设计中,应对辐射板的最低安装高度以及在不同安装高度下辐射板内热媒的最高平均温度加以限制。条文中给出了采用热水吊顶辐射板采暖时,人体感到舒适的允许最高平均水温。这个温度值是依据辐射板表面温度计算出来的。对于在通道或附属建筑物内,人们仅短暂停留的区域,可采用较高的允许最高平均水温。

4.4.18 热水吊顶辐射板的采暖制式。

本条是关于热水吊顶辐射板采暖制式的规定。即:热水吊顶辐射板采暖系统的管道布置宜采用同程式。众所周知,由于在异程式采暖系统中,热媒通过各环路的长度不同,阻力损失不同,因而就会引起各环路之间的水力失调现象,产生辐射板不热或者散热不均匀的问题。各组辐射板表面平均温度不均匀,就会引起室内温度分布不均匀。尤其对于作用半径较长的异程式系统,情况更为严重。因此,热水吊顶辐射板采暖系统的管道布置应尽量采取同程式布置。

4.4.19 热水吊顶辐射板连接方式。新增条文。

热水吊顶辐射板可以并联和串联,同侧和异侧等多种连接方式接入采暖系统,可根据建筑物的具体情况确定,设计出最优的管道布置方式,以保证系统各环路阻力平衡和辐射板表面温度均匀。对于较长、高大空间的最佳管线布置,可采用沿长度方向平行的内部板和外部板串联连接,热水同侧进出的连接方式,同时采用流量调节阀来平衡每块板的热水量,使辐射达到最优分布。这种连接方式所需费用低,辐射照度分布均匀,但设计时应注意能满足各

个方向的热膨胀。在屋架或横梁隔断的情况下,也可采用沿外墙长度方向平行的两个或多个辐射板串联成一排,各辐射板排之间并联连接,热水异侧进出的方式。

4.4.20 热水吊顶辐射板的布置。

热水吊顶辐射板的布置对于优化采暖系统设计,保证室内作业区辐射照度的均匀分布是很关键的。通常吊顶辐射板的布置应与最长的外墙平行设置,如果必要,也可垂直于外墙设置。沿墙设置的辐射板排规格应大于室中部设置的辐射板规格,这是由于采暖系统热负荷主要是由围护结构传热耗热量以及通过外门,外窗侵入或渗入的冷空气耗热量来决定的。因此为保证室内作业区辐射照度分布均匀,应考虑室内空间不同区域的不同热需求,如:设置大规格的辐射板在外墙处来补偿外墙处的热损失。房间建筑结构尺寸同样也影响着吊顶辐射板的布置方式。房间高度较低时,宜采用较窄的辐射板,以避免过大的辐射照度;沿外墙布置辐射板且板排较长时,应注意预留长度方向热膨胀的余地。

4.4.21 热水吊顶辐射板局部区域采暖的耗热量计算。

4.5 燃气红外线辐射采暖

4.5.1 燃气红外线辐射采暖的适用范围。

燃气红外线辐射采暖系统可用于建筑物室内全面采暖、局部采暖和室外工作地点的采暖。目前,在许多发达国家已有多种新型的燃气采暖设备,具有高效节能、舒适卫生、运行费用低等特点。该采暖方式尤其适用于有高大空间的建筑物采暖。随着我国石油工业的发展,油气田的开发和利用,这种采暖方式的应用在不断增加。实践证明,在燃气供应许可时,采用红外线辐射采暖系统,从技术上和经济上都具有一定的优越性。

4.5.2 采用燃气红外线辐射采暖的安装措施。强制条文。

燃气红外线辐射采暖通常有炽热的表面,因此,设置煤气红外线辐射采暖时,必须采取相应的防火防爆措施。

燃烧器工作时,需对其供应一定比例的空气量并放散二氧化碳和水蒸气等燃烧产物,当燃烧不完全时,还会生成一氧化碳。为保证燃烧所需的足够空气或将燃烧产物直接排至室内时的二氧化碳和一氧化碳稀释到允许浓度以下,避免水蒸气在围护结构内表面上凝结,必须具有一定的通风换气量。

采用燃气红外线辐射采暖应符合国家现行有关安全、防火规范的要求,以保证安全。

4.5.3 燃气红外线辐射采暖系统的燃料要求。

目前,我国气源已不限于人工煤气,尚有天然气、液化石油气等可供使用,本规范统称为“燃气”。

规定本条的目的是为了防止因燃气成分改变、杂质超标和供气压力不足等引起采暖效果的降低。

4.5.4 燃气红外线辐射器的安装要求。强制条文。

燃气红外线辐射器的表面温度较高,如不对其安装高度加以限制,人体所感受到的辐射照度将会超过人体舒适的要求。舒适度与很多因素有关,如采暖方式、环境温度及风速、空气含尘浓度及相对湿度、作业种类和辐射器的布置及安装方式等。当用于全面采暖时,既要保持一定的室温,又要求辐射照度均匀,保证人体的舒适度,为此,辐射器应安装得高一些;当用于局部区域采暖时,由于空气的对流,采暖区域的空气温度比全面采暖时要低,所要求的辐射照度比全面采暖大,为此辐射器应安装得低一些。由于影响舒适度的因素很多,安装高度仅是其中一个方面;因此,本条只对安装高度做了不应低于 3m 的限制。

4.5.5 局部采暖时燃气红外线辐射器的安装要求。

为了防止由于单侧辐射而引起人体部分受热、部分受凉的现象,造成不舒适感而规定的。

4.5.6 全面辐射采暖耗热量的计算。

采用燃气红外线辐射采暖,室内温度梯度小,且实感温度比对流采暖室内空气温度高 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$,因此,可不计算因温度梯度引起

的耗热量附加值。燃气红外线辐射采暖所采用的修正系数,仍沿用原规范规定的 0.8~0.9,这是根据实测结果并参考国内外有关资料确定的。

燃气红外线辐射器安装高度过高时,会使辐射照度减小。因此,应根据辐射器的安装高度,对总耗热量进行必要的高度修正。

4.5.7 局部区域辐射采暖耗热量的计算。

4.5.8 全面辐射采暖辐射装置的布置。

采用辐射采暖进行全面采暖时,不但要使人体感受到较理想的舒适度,而且要使整个房间的温度比较均匀。通常建筑四周外墙和外门的耗热量,一般不少于总耗热量的 60%,适当增加该处的辐射器的数量,对保持室温均匀有较好的效果。

4.5.9 燃气红外线辐射采暖系统供应空气的安全要求。新增条文。强制条文。

燃气红外线辐射采暖系统的燃烧器工作时,需对其供应一定比例的空气量。当燃烧器每小时所需的空气量超过该房间每小时 0.5 次换气时,应由室外供应空气,以避免房间内缺氧和燃烧器供应空气量不足而产生故障。

4.5.10 燃气红外线辐射采暖室外进风口的要求。新增条文。

燃气红外线辐射采暖当采用室外供应空气时,可根据具体情况采取自然进风或机械进风。

4.5.11 燃气红外线辐射采暖尾气排放要求及排风口的要求。新增条文。

燃气燃烧后的尾气为二氧化碳和水蒸气。在农作物、蔬菜、花卉温室等特殊场合,采用燃气红外线辐射采暖时,允许其尾气排至室内。

4.5.12 燃气红外线辐射采暖控制要求。新增条文。

当工作区发出火灾报警信号时,应自动关闭采暖系统,同时还应连锁关闭燃气系统入口处的总阀门,以保证安全。当采用机械进风时,为了保证燃烧器所需的空气量,通风机应与采暖系统连锁

工作并确保通风机不工作时,采暖系统不能开启。

4.6 热风采暖及热空气幕

4.6.1 热风采暖的适应范围。

1 对于设置机械送风系统的建筑物,采用与送风相结合的热风采暖,一般在技术经济上是比较合理的。通过对某些工程的调查,其设计原则也是凡有机械送风的,其设备能力都考虑了补偿围护结构的部分或全部耗热量,因此,条文中予以推荐。至于公共建筑 and 一班制的工业建筑,由于在间断使用或非工作时间内须考虑值班采暖问题,以热风采暖补偿围护结构的全部耗热量而不设置散热器采暖是否可行与是否经济合理,则应根据具体情况确定,不能一概而论。

2 对于室内空气允许循环使用的公共建筑和工业建筑,是否采用热风采暖,需要通过技术经济比较确定。

3 有些建筑物和房间,由于防火防爆和卫生等方面的要求,不允许利用循环空气采暖,也不允许设置散热器采暖。如:生产过程中放散二硫化碳气体的工业建筑,当二硫化碳气体同散热器和热管道表面接触时有引起自燃的危险。在这种情况下,必须采用全新风的热风采暖系统。

4.6.2 热风采暖的热媒要求。新增条文。

热风采暖系统的优劣,与热媒温度有很大关系。为了保证其运行效果,条文中对热媒的压力和温度做了必要的限制。

采用燃气、燃油加热或电加热做热风采暖的热源,国内外已有成熟的技术和设备。但是,在选用时应符合国家现行有关规范的要求。

4.6.3 热风采暖时在窗下设置散热器的规定及热风采暖系统数量的规定。

调查表明,在我国北方地区设置热风采暖的工业建筑,在外窗下普遍有设置散热器的情况和要求。这是因为外窗的热阻较小,

内表面温度较低,加之冷风渗透和在对流采暖作用下窗户附近下降冷气流的影响,人体的辐射散热量增大会产生不舒适感。南方地区由于室内外温差较小,矛盾不突出。因此本条规定:“位于严寒地区或寒冷地区的工业建筑,当采用热风采暖且距外窗 2m 或 2m 以内有固定工作地点时,宜在窗下设置散热器”。在可能的情况下,将散热器采暖系统作为值班采暖使用,既可减少热风系统的耗电量,又使系统运行简单化。

本条规定在不设置值班采暖的条件下,热风采暖不宜少于两个系统(两套装置),以保证当其中一个系统因故停止运行或检修时,室内温度仍能满足工艺的最低要求且不致低于 5°C ,这是从安全角度考虑的。如果整个房间只设一个热风采暖系统,一旦发生故障,采暖效果就会急剧恶化,不但无法达到正常的室温要求,还会使室内供排水管道和其他用水设备有冻结的可能。

4.6.4 选择暖风机或空气加热器时散热量的安全系数。

暖风机和空气加热器产品样本上给出的散热量都是在特定条件下通过对出厂产品进行抽样热工试验得出的数据,在实际使用过程中,受到一些因素的影响,其散热量会低于产品样本标定的数值。影响散热量的因素主要有以下几点:

- 1 加热器表面积尘未能定期清扫;
- 2 加热盘管内壁结垢和锈蚀;
- 3 绕片和盘管间咬合不紧或因腐蚀而加大了热阻;
- 4 热媒参数未能达到测试条件下的要求。

为了保证热风采暖效果,在选择暖风机和空气加热器时应采用一定的安全系数。

4.6.5 采用暖风机的有关规定。

设计暖风机台数及位置时,应考虑厂房内部的几何形状,工艺设备布置情况及气流作用范围等因素,做到气流组织合理,室内温度均匀。

本条第 2 款规定室内换气次数不宜小于每小时 1.5 次,目的

是为了使热射流同周围空气混合的均匀程度达到最起码的要求,保证采暖效果。

增加第3款,主要考虑到:目前蒸汽系统压力普遍不足,使疏水装置背压偏小,影响排水,造成暖风机效果较差。每台暖风机单独装设阀门和疏水装置,既可改善运行状况,也便于维修,不致影响整个系统的供热。

4.6.6 采用集中热风采暖的有关规定。

据调查,有的工业建筑由于集中送风的出风口装得太低或出口射流向下倾斜角太大,使得部分作业区处于射流区,温度不均匀,工人有直接吹风感,不愿使用。另外,射流的扩散区处于下部地区时,射程也比较短,应使生产区或作业区处于回流区。规定最小平均风速,目的是为了防止出现空气停滞的“死区”。

送风口出口风速的范围,是参照国内外有关资料确定的。

送风口的安装高度,同房间高度、要求回流区的分布位置等因素有关,一般为3.5~7.0m。

回风口的底边至地面保持一定的距离,一是为了形成合理的气流组织,使送风设备附近的下部地区的气流不致停滞,以免造成不均匀的温度场,因此,不宜过高;二是为了防止吸入尘土,回风口离地面又不宜过低。

对于出口温度的确定,除考虑减少风量、节省设备投资外,还要考虑热射流在全部射程内向上弯曲的影响。由于射流向上弯曲,必然会使沿房间高度方向的温度梯度增加,从而增加房间的无益耗热量。根据近年来工程实际的信息反馈,对最低送风温度进行修改,从原来规定的最低温度30℃调整到35℃,最高温度不得超过70℃。

4.6.7 设置热空气幕的条件。

把“热风幕”一词改为“热空气幕”。

4.6.8 热空气幕送风方式的要求。

对于公共建筑推荐由上向下送风,是由于公共建筑的外门开

启频繁,而且往往向内外两个方向开启,不便采用侧面送风,如采用由下向上送风,卫生条件又难以保证。

允许设置单侧送风的大门宽度界限定为 3m,是根据实际调查情况得出的结论。在实际应用中采用单侧送风的很少,而且效果不好保证,离风口远的地方往往有强烈的冷风侵入室内,有些单侧送风已改为双侧送风。当大门宽度超过 18m 时,双侧送风也难以达到预期效果,推荐由上向下送风。

4.6.9 热空气幕送风温度的要求。

热空气幕送风温度,主要是根据实践经验并参考国内外有关资料制定的。条文中所谓的“工业建筑的外门”系指非高大的外门,而“高大的外门”系指可通行汽车和机车等的大门。

4.6.10 热空气幕出口风速的要求。

热空气幕出口风速的要求,主要是根据人体的感受、噪声对环境的影响、阻隔冷空气效果的实践经验并参考国内外有关资料制定的。

4.7 电 采 暖

4.7.1 采用电采暖的原则。新增条文。

合理利用能源、提高能源利用率、节约能源是我国的基本国策。使用高品位的电能直接转换为低品位的热能进行采暖,在能源的合理利用上存在问题,一般情况下是不适宜的。考虑到当前电力供应的情况和一些地区环境保护的特殊要求,本条对电采暖的应用做了一些规定。总原则是:采暖热源的选择,应符合国家的长远能源政策。

4.7.2~4.7.4 电采暖的适用条件及安全要求。新增条文。第 4.7.4 条为强制条文。

近年来电采暖在我国东北、北京等地区有了较快的推广应用,并且得到了一些地方电力、环保等部门的推荐。由于某些电采暖技术从国外引进的时间较短,对外国技术的消化和国内技术的开

发、经验的总结不多。本规范仅就采用电采暖时的安全性、可靠性等做了原则规定。

采用电采暖时,应根据房间用途、特点和安全防火等要求,分别选用低温加热电缆采暖、踢脚板散热器及低温辐射电热膜采暖等方式。低温加热电缆采暖系统是由可加热电缆和感应器、恒温器等构成,通常采用地板式,将电缆埋设于混凝土中,有直接供热及存储供热等系统形式;踢脚板散热器由不锈钢管子元件构成,外包金属散热叶片,其表面温度较低,并设有自动恒温控制,可直接安装在地板上,外形美观且便于清洁,易与建筑结合布置;低温辐射电热膜采暖方式是以电热膜为发热体,大部分热量以辐射方式散入采暖区域,它是一种通电后能发热的半透明聚酯薄膜,由可导电的特制油墨、金属载流条经印刷、热压在两层绝缘聚酯薄膜之间制成的,电热膜通常布置在顶棚上,同时配以独立的温控装置。

电采暖系统均可根据需要调节室温达到节能的目的,而低温加热电缆和低温辐射电热膜采暖方式,由于隐形安装,即取消了暖气片及其支管,相应增加了使用面积;此外还有节水,节省锅炉房、储煤、堆灰等一系列占地问题,减少了环境污染;使用寿命长,计量方便、准确,管理简便等优点。但是电采暖的使用受到电力资源、经济性等条件的限制。

4.8 采暖管道

4.8.1 采暖管道选择的要求。新增条文。

本条是根据近年来采暖方式多样化和各种非金属管材的有关标准而制定。

4.8.2 关于散热器采暖系统和其他系统分设供、回水管道的规定。

本条是根据常用的设计方法并参照国内外有关资料制定的。因为热风采暖、送风加热、热水供应和生产供热系统等,同散热器采暖系统比较,无论从使用条件、使用时间和系统压力平衡上,大

都不是完全一致的,因此,提出对各系统管道宜在热力入口处分开设置。

4.8.3 热水采暖系统的热力入口装置。

强调了在热力入口处“应”设置除污器,并补充“应装设热量表”的规定。

热水采暖系统应在热力入口处的供回水总管上设置温度计、压力表,其目的主要是为调节温度、压力提供方便条件。如果热网供应的范围不大或者建筑物很小,也可不设,只在入口处的供回水总管上预留安装接口即可。为适应热水热量计费的要求,促进采暖系统的节能和科学管理,条文中还规定,必要时,应装设热量表。除污器是保证管道配件及热量表等不堵塞、不磨损的主要措施,因此应当装设。

4.8.4 蒸汽采暖系统的热力入口装置。

补充规定“必要时,应安装计量装置”。减压阀和计量装置前应设除污器。

4.8.5 高压蒸汽采暖系统的压力损失。

规定本条的目的,主要是为了有利于系统各并联环路在设计流量下的压力平衡。过去,国内有的单位对蒸汽系统的计算不够仔细,供热干管单位摩阻选择偏大,加之供汽制度不正常,供汽压力不稳定,严重影响采暖效果,常出现末端不热的现象。为此本条参考国内外有关资料规定,高压蒸汽采暖系统最不利环路的供汽管,其压力损失不应大于起始压力的 25%。

4.8.6 热水采暖系统各并联环路的压力平衡。

本条关于热水采暖系统各并联环路之间的计算压力损失允许差额不大于 15% 的规定,是基于保证采暖系统的运行效果,参考国内外资料规定。

4.8.7 关于采暖系统末端管径的规定。

在考虑到热媒为低压蒸汽时,蒸汽干管末端管径 20mm 偏小,参考有关资料补充规定低压蒸汽的供汽干管可适当放大。

4.8.8 采暖管道中的热媒流速。

关于采暖管道中的热媒最大允许流速,目前国内尚无专门的试验资料和统一规定,但设计中又很需要这方面的数据,因此,参考前苏联建筑法规的有关篇章并结合我国管材供应等的实际情况,略加调整做出了条文中的有关规定。据分析,我们认为这一规定是可行的。这是因为:第一,最大允许流速与推荐流速不同,它只在极少数公用管段中为消除剩余压力或为了计算平衡压力损失时使用,如果把最大允许流速规定得过小,则不易达到平衡要求,不但管径较大,还需增加调压板等装置。第二,前苏联在关于机械循环采暖系统中噪声的形成和水的极限流速的专门研究中得出的结论表明,适当提高热水采暖系统的热媒流速不致产生明显的噪声,其他国家的研究结果也证实了这一点。

4.8.9 关于机械循环热水采暖系统考虑自然作用压力的规定。

规定本条的目的,是为了防止或减少热水在散热器和管道中冷却产生的自然压力而引起的系统竖向水力失调。

4.8.10 采暖系统计算压力损失的附加值。

规定本条是基于计算误差,施工误差和管道结垢等因素考虑的安全系数。

4.8.11 蒸汽采暖系统的凝结水回收方式。

蒸汽采暖系统的凝结水回收方式,目前设计上经常采用的有三种。即:利用二次蒸汽的闭式满管回水;开式水箱自流或机械回水;地沟或架空敷设的余压回水。这几种回水方式在理论上都是可以应用的,但具体使用有一定的条件和范围。从调查来看,在高压蒸汽系统供汽压力比较正常的情况下,有条件就地利用二次蒸汽时,以闭式满管回水为好;低压蒸汽或供汽压力波动较大的高压蒸汽系统,一般采用开式水箱自流回水,当自流回水有困难时,则采用机械回水;余压回水设备简单,凝结水热量可集中利用,因此,在一般作用半径不大、凝结水量不多、用户分散的中小型厂区,应用的比较广泛。但是,应当特别注意两个问题:一是高压蒸汽的凝

凝结水在管道的输送过程中不断汽化,加上疏水器的漏汽,余压凝结水管中是汽水两相流动,极易产生水击,严重的水击能破坏管件及设备;二是余压凝结水系统中有来自供汽压力相差较大的凝结水合流,在设计与管理不当时会相互干扰,以致使凝结水回流不畅,不能正常工作。

4.8.12 对疏水器出入口凝结水管的要求。

在疏水器入口前的凝结水管中,由于汽水混流,如果向上抬升,容易造成水击或因积水不易排除而导致采暖设备不热,因此,疏水器入口前的凝结水管不应向上抬升;疏水器出口端的凝结水管向上抬升的高度应根据剩余压力的大小经计算确定,但实践证明不宜大于5m。

4.8.13 凝结水管的计算原则。

在蒸汽凝结水管内,由于通过疏水器后有二次蒸汽及疏水器本身漏汽存在,因此,自疏水器至回水箱之间的凝结水管段,应按汽水乳状体进行计算。

4.8.14 采暖系统的关闭和调节装置。

采暖系统各并联环路设置关闭和调节装置的目的,是为系统的调节和检修创造必要的条件。当有调节要求时,应设置调节阀,必要时尚应同时装设关闭用的阀门;无调节要求时,只需装设关闭用的阀门。

4.8.15 采暖系统的调节和检修装置。新增条文。

规定本条的目的,是为了便于调节和检修工作。

4.8.16 采暖系统的排气、泄水、排污和疏水装置。

保证系统的正常运行并为维护管理创造必要的条件。

热水和蒸汽采暖系统,根据不同情况设置必要的排气、泄水、排污和疏水装置,是为了保证系统的正常运行并为维护管理创造必要的条件。

不论是热水采暖还是蒸汽采暖都必须妥善解决系统内空气的排除问题。通常的作法是:对于热水采暖系统,在有可能积存空气

的高点(高于前后管段)排气,机械循环热水干管尽量抬头走,使空气与水同向流动;下行上给式系统,在最上层散热器上装排气阀或做排气管;水平单管串联系统在每组散热器上装排气阀,如为上进上出式系统,在最后的散热器上装排气阀。对于蒸汽采暖系统,采用干式回水时,由凝结水管的末端(疏水器入口之前)集中排气;采用湿式回水时,如各立管装有排气管时,集中在排气管的末端排气,如无排气管时,则在散热器和蒸汽干管的末端设排气装置。

4.8.17 采暖管道设置补偿器的要求。强制条文。

采暖系统的管道由于热媒温度变化而引起膨胀,不但要考虑干管的热膨胀,也要考虑立管的热膨胀。这个问题很重要,必须重视。在可能情况下,利用管道的自然弯曲补偿是简单易行的,如果这样做不能满足要求时,则应根据不同情况设置补偿器。

4.8.18 采暖管道的坡度。

补充规定立管与散热器相连接的支管的坡度不得小于 0.01。

本条是考虑便于排除空气和蒸汽、凝结水分流,参考国外有关资料并结合具体情况制定的。当水流速度达到 0.25m/s 时,方能将管中的空气裹挟走,使之不能浮升;因此,采用无坡度敷设时,管内流速不得小于 0.25m/s 。

4.8.19 关于采暖管道穿过建筑物基础和变形缝的规定。

将原规范中“镶嵌”一词改为“埋设”,以明确意义。

在布置采暖系统时,若必须穿过建筑物变形缝,应采取预防由于建筑物下沉而损坏管道的措施,如:在管道穿过基础或墙体处埋设大口径套管内填以弹性材料等。

4.8.20 采暖管道穿过防火墙的要求。

将原条文中“密封措施”改为“防火封堵措施”。根据《建筑设计防火规范》(GB 50016)的要求做了原则性规定。具体要求可参照有关规范的规定。

规定本条的目的,是为了保持防火墙墙体的完整性,以防发生火灾时,烟气或火焰等通过管道穿墙处波及其他房间。

4.8.21 采暖管道与其他管道同沟敷设的要求。

规定本条的目的,是为了防止表面温度较高的采暖管道,触发其他管道中燃点低的可燃液体、可燃气体引起燃烧和爆炸或其他管道中的腐蚀性气体腐蚀采暖管道。

4.8.22 采暖管道与其他管道同沟敷设的要求。

本条是基于使热媒保持一定参数、节能和防冻等因素制定的。根据国家新的节能政策,对每米管道保温后的允许热耗,保温材料的导热系数及保温厚度,以及保护壳作法等都必须要在原有基础上加以改善和提高,设计中要给予重视。

4.9 热水集中采暖分户热计量

4.9.1 新建住宅热水集中采暖系统分户热计量的要求。新增条文。强制条文。

为贯彻执行《中华人民共和国节约能源法》和建设部第 76 号令,自 2000 年 10 月 1 日起施行《民用建筑节能管理规定》,在新建住宅建筑中,推行热水集中采暖的分户热计量。本节是为了贯彻上述规定而制订的设计原则。

根据《民用建筑节能管理规定》的第五条“新建居住建筑的集中采暖系统应当使用双管系统,推行温度调节和户用热计量装置,实行供热计量收费”的精神,本条强调了新建住宅建筑采用热水集中采暖系统时,应设置分户热计量和室温控制装置。

对于住宅建筑的底商、门厅、地下室和楼梯间等公共用房和公用空间,其采暖系统应单独设置。对于系统的热计量装置视情况设置。

4.9.2 分户热计量采暖系统热负荷的计算。新增条文。

分户热计量采暖耗热量计算的基本规则和方法,应符合本规范第 4.2 节的有关规定。在实施分户热计量和室温控制后,将会出现部分房间采暖的间歇使用或较大幅度调节室温等情况,这就必须考虑户间传热负荷的问题。而解决这个问题有许多不同

见解:

1 是否对户间隔墙和楼板进行保温,以及保温的最小经济传热阻取值多少,内围护结构保温的经济性如何,需要经过技术经济分析和工程实践加以验证。

2 与热源状况综合考虑的耗热量附加系数的方法。同一热源条件下,对于所有房间采暖热负荷的影响,比例大致相同,可采用同一修正系数;但户间的建筑热工条件不同,不同房间的户间传热负荷,与外围护结构负荷不会形成同一比例,存在着较大差异,不能采用同一修正系数,而应具体计算。

3 与邻户因室温差异而形成的热传递,还可采用提高室内计算温度的方法进行计算。但是,户间传热负荷的温差取值多少,室内计算温度提高多少度为宜等问题,在缺乏足够的设计实践经验之前,进行较为细致的计算是必要的。需要经过较多工程的设计计算及工程实践的验证,才有可能提出相对可靠的简化计算方法。

4 不同地区的热价情况、不同的物业管理模式,会有不同的热费征收方式。可根据热量表计费占总热费的比例不同来确定采暖耗热量的计算方法。

综上所述,分户热计量采暖的户间传热有许多不能确定的因素,它是分户热计量热负荷计算的主要问题,还需要进一步的工程实践和试验研究。因此,计算分户热计量采暖耗热量时,应会同有关专业通过综合技术经济比较确定。

4.9.3 户内采暖设备的容量和户内管道的计算。新增条文。

户间传热不会使采暖总耗热量增加,但由于分户计量和室温控制,会引起间歇使用、居住者外出时降低室温或停止采暖等情况。因此,户间的传热应作为确定采暖设备、采暖管道的因素,不应统计在集中采暖系统的总热负荷内。

4.9.4 分户热计量热水集中采暖系统热力入口的要求。新增条文。

在建筑物热力入口设置热计量装置,便于对整个建筑物用热

量进行计量。设置分户热计量和室温控制装置的集中采暖系统,若户内系统为单管跨越式,在热力入口安装流量调节装置,保证系统定流量,满足用户要求;若户内系统为双管系统,在热力入口安装差压控制装置,保证系统流量、压降为设计值。为了使热量表和系统不被污物堵塞,需在建筑物热力入口的热量表前设置过滤器。

4.9.5 采用热量表分户热计量装置的热水集中采暖系统的要求。 新增条文。

1 系统要求:按照《民用建筑节能管理规定》推行室温调节和户用热计量装置,实行供热计量收费的要求,本条规定热水集中采暖系统分户热计量装置采用热量表计量时,每户应单独形成一个系统环路;对多层和高层建筑,采用共用立管,实现分户独立系统是一种较好的形式。

2 对户用热量表的安装要求:提倡将热量表的流量计设置在供水管上,可避免人为失水的常见弊病。热媒中的杂质,会堵塞系统构件,因此,应在表前设置过滤器。

3 对系统水质的要求:欧洲的热水采暖系统设计均有软化和除氧处理,对水质有严格要求。尽管如此,在其5年周检时,拆下来的热量表还是锈迹斑斑。因此,必须对水质有严格要求,以保证系统正常使用。热量表同其他计量仪表一样,不应有杂质流过,否则会影响仪表的测量准确度和使用寿命。

4 热量表分户热计量的户内系统形式:通过近几年进行的分户热计量的试点工程,探讨了多种采暖系统形式,总结后普遍认为:单管水平跨越式、双管水平并联式、上供下回式是较适合分户热计量的户内系统,因此,本条做了推荐。

5 对户内系统管道布置的要求:分户热计量后,室内地面的管道增多,给房间面积的有效使用带来诸多不便,国外已有成熟的地面暗埋布置技术,国内也有成功的试点工程,并被认为是较好的布置方式,但是地面的构造层厚度有所增加。为了管道安全运行,不允许暗埋管道有连接头,且暗埋的管道要求外加塑料软性套管。

这样既有利于管道的维修更换,也有利于管道的胀缩。

6 对分户热计量热水集中采暖系统共用立管和入户装置的要求:共用立管及户内系统的入户装置应设置在户外,可满足对公共功能管道的设置要求,也利于防止人为破坏、避免入户读表。

7 对热量表的要求:用于测量及显示热载体为水,流过热交换系统所释放或吸收热量的仪表称为热量表。它是采暖分户计量收费不可缺少的装置,由流量传感器、计算器、配对温度传感器等部件组成。鉴于我国当前市场热量表品种较多,市场较为混乱,容易造成计量偏差。为保证热计量的准确性,要求设计时应选用符合国家现行标准《热量表》(CJ 128)要求的热量表。

5 通 风

5.1 一 般 规 定

5.1.1 保障劳动和环境卫生条件的综合预防和治理措施。

某些工业企业在生产过程中放散大量热、蒸汽、烟尘、粉尘及有毒气体等,如果不采取治理措施,不但直接危害操作工作人员的健康,影响职工队伍的稳定和企业经济效益的提高,还会污染工厂周围的自然环境,对农作物和水域造成污染,影响城乡居民的健康。因此,对于工业企业放散的有害物质,必须采取综合有效的预防、治理和控制措施。

经验证明,对工业企业有害物质的治理和控制,必须以预防为主。应强调在总体规划中,从工艺着手,使之不产生或少产生有害物质,然后再采取综合的治理措施,才能收到事半功倍的效果。因此,条文中规定工艺、建筑和通风等有关专业必须密切配合,采取有效的综合预防和治理措施。

5.1.2 对有害物的控制及工艺改革的要求。

对于放散有害物质的生产过程和设备,应采用机械化、自动化,采取密闭、隔离和在负压下操作的措施,避免直接操作,以改善工作人员的工作条件。如:精密铸造的蜡模涂料、撒砂自动线、电缆工件成批生产自动流水线、油漆工件的电泳涂漆自动流水线等,都以自动化代替了人工操作,改善了劳动条件。在工业发达国家生产自动化程度高,采用遥控、电视监视以及用机器人等先进手段代替人工操作生产,如振动落砂机现场无人,因而降低了人员活动区的防尘要求。这些先进手段,可供借鉴。

对生产过程中不可避免放散的有害物质,在排放前必须予以净化,以满足现行国家的《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1)、《大

气污染物综合排放标准》(GB 16297)、《污水综合排放标准》(GB 8978)、《环境空气质量标准》(GB 3095)等有关大气环境质量和各种污染物排放标准的要求。

5.1.3 关于湿式作业以及防止二次扬尘的规定。

对于产生粉尘的生产过程,当工艺条件允许时,采用湿式作业是经济和有效的防尘措施之一。如在物料破碎或粉碎前喷水、粉碎后润水,铸件清理前在水中浸泡,耐火材料车间和铸造车间地面洒水等,都可以减少粉尘的产生并防止扬尘。采用定向或不定向的风扇喷雾,可使悬浮于空气中的粉尘沉降,从而减少空气中的含尘浓度。

对除尘设备捕集的粉尘,应采用如螺旋输送机、刮板运输机、真空输送、水力输送等不扬尘的运输工具输送。

对放散粉尘的车间,为了消除地面、墙壁和设备等的二次扬尘,采用湿法冲洗是一项行之有效的措施。多年以来一些选矿厂、烧结厂、耐火材料厂均将湿法冲洗列为经常性的重要防尘措施之一,收到了良好的效果。当工艺不允许湿法冲洗,且车间防尘要求严格时,可以采用真空吸尘装置。如:有色冶炼的有毒粉尘用水冲洗会造成污染转移;电石车间以及其他遇水容易发生爆炸的场合,均宜采用真空吸尘装置。

真空吸尘装置主要有集中固定和可移动整体机组等两种形式。集中固定式适用于大面积清除大量积尘的场合。近年来,国内外发展了多种形式和用途的真空清扫机,其中真空度较高的机组可用于真空吸尘。

5.1.4 热源的布置原则及隔热措施。

进行工艺布置时,将散热量大的热源尽可能远离工作人员操作地点或布置在室外,是隔热降温的有效措施。如:将锻压车间的钢锭钢坯加热炉设在边跨或坡屋内,水压机车间高压泵房的乳化液冷却罐设在室外,铸造车间的浇注流水线的冷却走廊尽可能设在室外等。

为了改善劳动条件,除对工艺散热设备本身采取绝缘隔热措施外,还可以采用隔热水箱、隔热水幕、隔热屏等措施或采用远距离控制或计算机控制,使工作人员离开热源操作。

5.1.5 关于厂房方位的确定。

确定建筑物方位时,本专业应与建筑、工艺等专业配合,使建筑尽量避免或减少东西向的日晒。以自然通风为主的厂房,在方位选择时,除考虑避免西向外,还应根据厂房的主要进风面和建筑物的形式,按夏季最多风向布置,即将主要的进风面,置于夏季最多风向的一侧或按与夏季风向频率最多的两个方向的中心线垂直或接近垂直或与厂房纵轴线成 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 布置。厂房的平面布置不宜采取封闭的庭院式。如布置成“L”和“Ⅲ”、“Ⅱ”型时,其开口部分应位于夏季最多风向的迎风面,各翼的纵轴应与夏季最多风向平行或呈 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 。

5.1.6 建筑物设置通风屋顶及隔热的条件。

过去夏热冬冷或夏热冬暖地区的建筑物大都采用通风屋顶进行隔热,收到了良好效果。近些年来,民用建筑设置通风屋顶的也越来越多,所需费用很少,但效果却很显著。某些存放油漆、橡胶、塑料制品等的仓库,由于受太阳辐射的影响,屋顶内表面及室内温度过高,致使所存放的上述物品变质或损坏,乃至有引起自燃和爆炸的危险,除应加强通风外,设置通风屋顶也是一种有效的隔热措施。

夏热冬冷或夏热冬暖地区散热量小于 $23\text{W}/\text{m}^3$ 的冷车间,夏季经围护结构传入的热量,占传入车间总热量的 85% 以上,其中经屋顶传入的热量又占绝大部分,以致造成屋顶对工作区的热辐射。为了减少太阳辐射热,当屋顶离地面平均高度小于或等于 8m 时,宜采用屋顶隔热措施。

5.1.7 放散热或有害气体的生产设备的布置原则。新增条文。

本条规定了放散热或有害气体的生产设备的布置原则,其目的是有利于采取通风措施,改善车间的卫生条件。

1 放散毒害大的设备与放散毒害小的设备应隔开布置,既防止了交叉污染,又有利于设置局部排风系统。

2 放散热和有害气体的生产设备布置在厂房的天窗下或通风的下风侧,就能充分利用自然通风,将有害气体排出室外,不致污染整个车间。

3 放散热和有害气体的生产设备,当布置在多层厂房内时,宜集中布置在顶层,这能有效地避免由于设在下层可能造成对上层房间空气的污染,也有利于设置排风系统。如必须布置在下层,就应采取有效措施防止污染上层空气。

5.1.8 整体通风与局部通风的配合。

对于放散热、蒸汽或有害物质的车间,为了不使生产过程中产生的有害物质在室内扩散,在工艺设备上或有害物质放散处设置自然或机械的局部排风,予以就地排除是经济有效的措施。有时由于受生产过程、工艺布置及操作等条件限制,不能设置局部排风或者采用了局部排风仍然有部分有害物质扩散在室内,在有害物质的浓度有可能超过国家标准时,则应辅以自然的或机械的全面排风或者采用自然的或机械的全面排风。例如:焊接车间有固定工作台的手工焊接,局部排风罩能将焊接烟尘基本上抽走;如果焊接地点不固定时,则电焊烟尘难以用局部排风排除,此时必须辅以或另行设置全面排风来排除烟尘。

5.1.9 通风方式的选择。

自然通风对改善热车间人员活动区的卫生条件是最经济有效的方法。因此,对同时散发热量和有害物质的车间,在夏季,应尽量采用自然通风;在冬季,当室外空气直接进入室内不致形成雾气和在围护结构内表面不致产生凝结水时,也应考虑采用自然通风。只有当自然通风达不到要求时,才考虑增设机械通风或自然与机械的联合通风。例如:放散大量水分的车间(印染、漂洗、造纸和电解等),冬季由于进入室外空气,车间内可能形成雾,围护结构内表面可能产生凝结水;寒冷地区还会使室温降低,影响生产和人员活

动区的卫生条件。在这种情况下,应考虑采取将室外空气加热的机械送风等设施,但此时排风仍可采用自然排风。

5.1.10 室内新风量的要求。新增条文。强制条文。

规定本条是为了使住宅、办公室、餐厅等民用建筑的房间能够达到室内空气质量的要求;无论是采暖房间还是分散式空气调节房间,都应具备通风条件。

通风方式包括自然通风和机械通风。

5.1.11 室内气流组织。

规定本条是为了避免或减轻大量余热、余湿或有害物质对卫生条件较好的人员活动区的影响。

送风气流首先应送入车间污染较小的区域,再进入污染较大的区域,同时应该注意送风系统不应破坏排风系统的正常工作。当送风系统补偿采暖房间的机械排风时,送风可送至走廊或较清洁的邻室、工作部位,但是送风量不应超过房间所需风量的50%,这主要是为了防止送风气流受到一定污染而规定的。

5.1.12 排风系统的划分原则。强制条文。

1 防止不同种类和性质的有害物质混合后引起燃烧或爆炸事故。如:淬火油槽与高温盐浴炉产生的气体混合后有可能引起燃烧,盐浴炉散发的硝酸钾、硝酸钠气体与水蒸气混合时有可能引起爆炸。

2 避免形成毒性更大的混合物或化合物,对人体造成危害或腐蚀设备及管道,如:散发氰化物的电镀槽与酸洗槽散发的气体混合时生成氢氰酸,毒害更大。

3 为防止或减缓蒸汽在风管中凝结聚积粉尘,从而增加风管阻力甚至堵塞风管,影响通风系统的正常运行。

4 避免剧毒物质通过排风管道及风口窜入其他房间,如:将放散铅蒸气、汞蒸气、氰化物和砷化氢等剧毒气体的排风与其他房间的排风设为同一系统时,当系统停止运行,剧毒气体可能通过风管窜入其他房间。

5 根据《建筑设计防火规范》(GB 50016)和《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045)的规定,建筑中存有容易引起火灾或具有爆炸危险的物质的房间(如:放映室、药品库和用甲类液体清洗零配件的房间),所设置的排风装置应是独立的系统,以免使其中容易引起火灾或爆炸的物质窜入其他房间,防止造成火灾蔓延,招致严重后果。

由于建筑物种类繁多,具体情况颇为繁杂,条文中难以做出明确的规定,设计时应根据不同情况妥善处理。

5.1.13 全面通风量的计算。

国家现行标准《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1)中规定,当数种溶剂(苯及其同系物或醋酸酯类)蒸气或数种刺激性气体(三氧化硫及二氧化硫或氟化氢及其盐类等)同时放散于空气中时,全面通风换气量应按各种气体分别稀释至接触限值所需要的空气量的总和计算。除上述有害物质的气体及蒸气外,其他有害物质同时放散于空气中时,通风量应仅按需要空气量最大的有害物质计算,无须进行叠加。

5.1.14 换气次数的确定。

由于我国工业企业行业众多,其生产性质和特点差异很大,无法在本规范中予以统一规定换气次数。国家针对不同的行业都制定了行业标准;各个行业部门也根据各自行业的特点,相继编制了有关设计技术规定、技术措施等。各行业设计单位通过多年的实践,在总结本行业经验的基础上,在其设计手册中都列入了有关换气次数的数据可供设计参考。

5.1.15 高层和多层民用建筑的防排烟设计。

近20年来,在我国各大中城市及某些经济开发区的建设中,兴建了许多高层和多层民用建筑,其中包括居住、办公类建筑和大型公共建筑。在某些建筑中,由于执行标准、规范不力和管理不善等原因,仍缺乏必要的或有效的防烟、排烟系统及其他相应的安全、消防设施,在使用过程中一旦发生火灾事故,就会影响楼内人

员安全、迅速地进行疏散,也会给消防人员进入室内灭火造成困难,所以设计时必须予以充分重视。在国家现行标准《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045)中,对防烟楼梯间及其前室、合用前室、消防电梯间前室以及中庭、走道、房间等的防烟、排烟设计,已做了具体规定。多年来,国内在这方面也逐渐积累了比较好的设计经验。鉴于各设计部门对防烟、排烟系统的设计,大部分是安排本专业人员会同各有关专业配合进行,为此在本条中予以提示,并指出设计中应执行国家现行标准《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045)和《建筑设计防火规范》(GB 50016)的有关规定。

5.2 自然通风

5.2.1 自然通风的一般规定。新增条文。

规定本条的主要目的是为了节能。此外,建筑物应有外窗。有一些建筑外窗可开启面积很小,有的甚至被固定不可开启,这是不合理的,设计时应充分考虑自然通风换气的要求。

5.2.2 民用建筑的通风要求。

据普遍反映,一般民用居住建筑的厨房、厕所等通风条件很差,寒冷地区的居住建筑和办公类建筑的通风也未受到应有的重视,对室内卫生条件影响很大,因此规定本条内容。

5.2.3 自然通风的设计计算。

放散热量的工业建筑自然通风设计仅考虑热压作用,主要是因为热压比较稳定、可靠,而风压变化较大,即使在同一天内也不稳定。有些地区在炎热的日子里往往风速较低,所以在设计时不计入风压,而把它做为实际使用中的安全因素。热车间自然通风的计算方法见本规范附录 F。

5.2.4 高温厂房的朝向要求。新增条文。

在高温厂房的自然通风设计中主要考虑热压作用。某些地区室外通风计算温度较高,因为室温的限制,热压作用就会有所减小。为此,在确定该地区高温厂房的朝向时,应考虑利用夏季最多

风向来增加自然通风的风压作用或对厂房形成穿堂风。因而要求厂房的迎风面与最多风向成 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 。

5.2.5 自然通风进排风口或窗扇的选择。

为了提高自然通风的效果,应采用流量系数较大的进排风口或窗扇,如在工程设计中常采用的性能较好的门、洞、平开窗、上悬窗、中悬窗及隔板或垂直转动窗、板等。

供自然通风用的进排风口或窗扇,一般随季节的变换要进行调节。对于不便于人员开关或需要经常调节的进排风口或窗扇,应考虑设置机械开关装置,否则自然通风效果将不能达到设计要求。总之,设计或选用的机械开关装置应便于维护管理并能防止锈蚀失灵,且有足够的构件强度。

5.2.6 进风口的位置。

夏季由于室内外形成的热压小,为保证足够的进风量,消除余热、提高通风效率,应使室外新鲜空气直接进入人员活动区。自然进风口的位置应尽可能低。参考国内外一些有关资料,本条将夏季自然通风进风口的下缘距室内地坪的上限定为 1.2m 。冬季为防止冷空气吹向人员活动区,进风口下缘不宜低于 4m ,冷空气经上部侧窗进入,当其下降至工作地点时,已经过了一段混合加热过程,这样就不致使工作区过冷。如进风口下缘低于 4m ,则应采取防止冷风吹向人员活动区的措施。

5.2.7 进风口与热源的相互位置。

本条规定是从防止室外新鲜空气流经散热设备被加热和污染考虑的。

5.2.8、5.2.9 设置避风天窗的条件。

我国幅员辽阔,气候复杂,有关避风天窗的设置条件,南北方应区别对待。设置避风天窗与否,取决于当地气象条件(特别是夏季通风室外计算温度的高低)、车间散热量的大小、工艺和室内卫生条件要求以及建筑结构形式等因素。从所调查的部分热车间来看,设置避风天窗和散热量之间的关系大致为:南方炎热地区,车

间散热量超过 $23\text{W}/\text{m}^3$ ；其他地区，车间散热量超过 $35\text{W}/\text{m}^3$ ，用于自然排风的天窗均采用避风天窗，因此，做了如条文中的有关规定。

放散有害物质且不允许空气倒灌的车间，如：铝电解车间，在电解过程中产生余热、烟气和粉尘（主要是氟化氢及沥青挥发物）等大量有害物质，采用自然通风的目的是排除车间的余热和有害物质。为使上升气流不致产生倒灌而恶化人员活动区的卫生条件，也应装设避风天窗。

我国南方有少数地区夏季室外平均风速不超过 $1\text{m}/\text{s}$ ，风压很小，经试算对比远不致对天窗的排风形成干扰，实测调查的结果也证实了这一点，因此，规定夏季室外平均风速小于或等于 $1\text{m}/\text{s}$ 的地区，可不设置避风天窗。

5.2.10 防止天窗或风帽倒灌。

规定本条的目的是为了避免风吹在较高建筑的侧墙上，因风压作用使天窗或风帽处于正压区，引起倒灌现象。

5.2.11 封闭天窗端部的要求及设置横向隔板的条件。

将挡风板与天窗之间，以及作为避风天窗的多跨工业建筑相邻天窗之间的端部加以封闭，并沿天窗长度方向每隔一定距离设置横向隔板，其目的是为了保证避风天窗的排风效果，防止形成气流倒灌。

关于横向隔板的间距，国内各单位采取的数值不尽相同，有的采用 $40\sim 50\text{m}$ ，有的采用 $50\sim 60\text{m}$ 。有关单位的试验研究结果表明，当端部挡风板上缘距地坪的高度约 13m 的情况下，沿天窗长度方向的气流下降至挡风板上缘处的位置距端部约 42m ，相当于端部高度的 $3\sim 3.5$ 倍。综合各单位的实际经验及研究成果，做了如条文中的有关规定。为了便于清理挡风板与天窗之间的空间，规定在横向隔板或封闭物上应设置检查门。

挡风板下缘距离屋面留有距离是为了排水、清扫污物等。

5.2.12 设置不带窗扇的避风天窗的条件及要求。

有些高温车间的天窗(特别是在南方炎热地区)由于全年厂房内的散热量都比较大,无须按季节调节天窗窗扇的开启角度,可采用不带窗扇的避风天窗,不但能降低造价,还能减小天窗的局部阻力,提高通风效率,但在这种情况下,应采取必要的防雨措施。

5.3 机械通风

5.3.1 关于补风和设置机械送风系统的规定。

设置集中采暖且有排风的建筑物,设计上存在着如何考虑冬季的补风和补热的问题。在排风量一定的情况下,为了保持室内的风量平衡,有两种补风的方式:一是依靠建筑物围护结构的自然渗透;二是利用送风系统人为地予以补偿。无论采取哪一种方式,为了保持室内达到既定的室温标准,都存在着补热的问题,以实现设计工况下的热平衡。

本条规定应考虑利用自然补风,包括利用相邻房间的清洁空气补风的可能性。当自然补风达不到卫生条件和生产要求或在技术经济上不合理时,则以设置机械送风系统为宜。“不能满足室内卫生条件”是指室内环境温度过低或有害物浓度超标,影响操作人员的工作和健康;“生产工艺要求”是指生产工艺对渗入室内的空气含尘量及温度要求;“技术经济不合理”是指为了保持热平衡需设置大量的散热器等,不及设置机械送风系统合理。

设置集中采暖的建筑物,为负担通风所引起的过多的耗热量,会增加室内的散热设备。而在实际使用中通风系统停止运行时,散热设备提供的过多的热量会使建筑物内温度过高。如果仅按围护结构的负荷,不考虑新风负荷而设置散热设备,在通风系统运行时又难以保证建筑物内的采暖温度。因此本条规定在设置机械送风系统时,应进行风量平衡及热平衡计算。

5.3.2 机械送风系统的室外空气计算参数的选取。

5.3.3 室内保持正压的要求。强制条文。

在设置机械通风的民用建筑和工业建筑物中有些比较清洁的

房间,为了防止受周围环境和相邻房间的污染,室内应保持正压,一般采用送风量大于排风量来实现;反之,有些工业建筑,如电镀、酸洗和电解等车间放散有害气体,为了防止其扩散形成对周围环境和相邻房间的污染,室内应保持负压,一般采用送风量小于排风量来实现。

5.3.4 机械送风系统进风口的位置。部分强制条文。

关于机械送风系统进风口位置的规定是根据国内外有关资料,并结合国内的实践经验制定的。其基本点为:

1 为了使送入室内的空气免受外界环境的不良影响而保持清洁,因此规定把进风口直接布置在室外空气较清洁的地点。

2 为了防止排风(特别是放散有害物质的工业建筑的排风)对进风的污染,所以规定进风口应低于排风口;对于放散有害物质的工业建筑,其进、排风口的相互位置,当设在屋面上同一高度时,按本条第4款执行。

3 为了防止送风系统把进风口附近的灰尘、碎屑等扬起并吸入,规定进风口下缘距室外地坪不宜小于2m,同时还规定当布置在绿化地带时,不宜小于1m。

5.3.5 进风口的布置及进、排风口的防火防爆要求。强制条文。

对进风口的布置做出规定,是为了防止互相干扰,特别是当甲、乙类物质厂房的送风系统停运时,避免其他类建筑物的送风系统把甲、乙类建筑内的易燃易爆气体吸入并送到室内。

规定进、排风口的防火防爆要求,是为了消除明火引起燃烧或爆炸危险。

5.3.6 对采用循环空气的限制。强制条文。

甲、乙类物质易挥发出可燃蒸气,可燃气体易泄漏,会形成有爆炸危险的气体混合物,随着时间的增长,火灾危险性也越来越大。许多火灾事例说明,含甲、乙类物质的空气再循环使用,不仅卫生上不许可,而且火灾危险性增大。因此,含甲、乙类物质的厂房应有良好的通风换气,室内空气应及时排至室外,不应循环

使用。

含丙类物质的房间内的空气以及含有有害物质、容易起火或有爆炸危险物质的粉尘、纤维的房间内的空气,应在通风机前设过滤器,对空气进行净化,使空气中的粉尘、纤维含量低于其爆炸下限的 25%,不再有燃烧爆炸的危险并符合卫生条件才能循环使用。

5.3.7 送风方式。

根据有害物质以及所采用的排风方式,本条规定了三种可供设计选择的送风方式:

1 放散热或同时放散热、湿和有害气体的工业建筑,当采用上部全面排风(用以消除余热)或采用上、下部同时全面排风(用以消除余热、余湿和有害气体)时,将新鲜空气送至人员活动区,以使送风气流既不致为房间上部的高温空气所预热,也不致为室内的有害物质所污染,从而有助于改善人员活动区的劳动条件。

2 放散粉尘或比空气重的有害气体和蒸气,而不同时放散热的工业建筑,当主要从下部区域排风时(包括局部排风和全面排风),由于室内不会形成稳定的上升气流,将新鲜空气送至上部区域,以便不使送风气流短路,对保持室内人员活动区温度场分布均匀、防止粉尘飞扬和改善劳动条件都是有好处的。

当有害物质的放散源附近有固定工作地点,但因条件限制不可能安装有效的局部排风装置时,直接向工作地点送风(包括采用系统式局部送风),以便在固定工作地点造成一个有害物浓度符合卫生标准的人工小气候,使操作人员的劳动条件得以改善。在这种情况下,必须妥善地合理地组织排风气流,以免有害物质为送风气流所裹挟到处飘逸和飞扬。

5.3.8、5.3.9 置换通风的设计条件。新增条文。

置换通风是将经过处理或未经处理的空气,以低风速、低紊流度、小温差的方式,直接送入室内人员活动区的下部。送入室内的空气先在地板上均匀分布,随后流向热源(人员或设备)形成热气

流以热烟羽的形式向上流动,在上部空间形成滞流层,从滞留层将余热和污染物排出室外。

在建筑空间中,人们只在活动区停留。以净高大于等于 2.4m 的民用建筑及层高为 5.5m 的工业建筑为例,人的呼吸带高度与建筑空间高度之比约为 0.46~0.27。将新鲜空气直接送入人员活动区,既满足了室内的卫生要求,也保证了良好的热舒适性,最大限度地保证了通风的有效性。

置换通风的竖向流型是以浮力为基础,室内污染物在热浮力的作用下向上流动。气流在上升的过程中,卷吸周围空气,热烟羽流量不断增大。在热力作用下,建筑物内空气出现分层现象。

置换通风在稳定状态时,室内空气在流态上将形成上下两个不同的区域:即上部紊流混合区和下部单向流动区。下部区域(人员活动区)内没有循环气流(接近置换气流),而上部区域(滞留区)内有循环气流。室内热浊空气滞留在上部区域而下部区域是凉爽的清洁空气。两个区域分层界面的高度取决于送风量、热源特性及其在室内的分布情况。在设计置换通风系统时,该分层界面应控制在人员活动区以上,以确保人员活动区内空气质量及热舒适性。

与通常的混合通风相比,置换通风的设计要求确保人员活动区内的气流掺混程度最小。置换通风的目的是为了在人员活动区内维持接近于送风状态的空气质量。同时,由于置换通风是先在地板上均匀分布,然后再向上流动,为了避免下部送风对人体产生的不舒适性,人员头脚处空气的温差不大于 3°C ,置换通风器的出风速度对于工业建筑不大于 0.5m/s ,民用建筑不大于 0.2m/s 。

5.3.10 对全面排风的要求。

将原规范条文的“注”改为正文。

本条规定了设计全面排风的几点要求。为了防止有害气体在厂房的上部空间聚集,特别是装有吊车时,有害气体的聚积会影响吊车司机的健康和造成安全事故;因此规定,工业建筑上部空间的

全面排风量不宜小于全部房间容积的每小时 1 次换气。当房间高度大于 6m 时,换气次数允许稍有减少,仍按 6m 高度时的房间容积计算全面排风量,即可满足要求。

5.3.11 全面排风系统吸风口的布置及风量分配。

采用全面排风消除余热、余湿或其他有害物质时,把吸风口分别布置在室内温度最高、含湿量和有害物质浓度最大的区域,一是为了满足本规范第 5.1.10 条关于合理组织室内气流的要求,避免使含有大量余热、余湿或有害物质的空气流入没有或仅有少量余热、余湿或有害物质的区域;二是为了提高全面排风系统的效果,创造较好的劳动条件。因而考虑了有害气体的密度和室内热气流的诱导作用,所以把排风量分为上、下两个区域不同的排风量。

室内有害物浓度的分布是不均匀的,影响其分布状况的原因有两个方面:第一,由于某种原因(如:热气流或横向气流的影响等)造成含有有害物的空气流动或环流,即对流扩散;第二,有害物分子本身的扩散运动,但在有对流的情况下其影响甚微。对流扩散对有害物的分布起着决定性的作用。只有在没有对流的情况下,才会使一些密度较大的有害气体沉积在房间的下部区域;并使一些比较轻的气体,如汽油、醚等挥发物,由于蒸发而冷却周围空气也有下降的趋势。在有强烈热源的工业建筑内,即使密度较大的有害气体,如氯等,由于受稳定上升气流的影响,最大浓度也会出现在房间的上部。如果不考虑具体情况,只注意有害气体密度的大小(比空气轻或重),有时会得出浓度分布的不正确的结论。因此,参考国内外有关资料,对全面排风量的分配做了如条文中的规定并着重强调了必须考虑是否会形成稳定上升气流的影响问题。

当有害气体分布均匀且其浓度符合卫生标准时,从有害气体与空气混合后与室内空气的相对密度的作用已不会构成分上下区域排风的理由。

5.3.12 系统风量的确定。强制条文。

规定本条是为了保证安全。

5.3.13 设置局部排风罩的要求。

局部排风罩的形式很多,不同形式的排风罩适用于不同的场合,主要取决于工艺设备种类及布置、有害物性质及数量、工作人员的操作方式和便于安装、维护与管理等因素。本条推荐优先采用密闭罩。密闭罩的特点是可以将有害物质的散发源全部罩住,除留有必不可少的操作口外,其他部分都完全封闭起来,把污染的空气控制在罩子里面,不但所需通风量最小,而且能防止横向气流的干扰,效果较好。因此规定在可能的情况下,应采用密闭罩。

除密闭罩外,伞形罩、环形罩、侧吸罩、吹吸式排风罩、槽边排风罩、移动式排风罩等,一般称为开敞式排风罩。这类排风罩和密闭罩不同,罩子本体并不包住污染源,而是设置在污染源附近,适用于因生产操作的限制不允许把污染源全部或部分地封闭起来的地方。伞形罩(固定的和回转的)设在污染源的上部,如用于坩埚炉、浇注流水线上的小型落砂机等设备;侧吸罩设在污染源的一侧,如用于焊接工作台、木工车床等;槽边排风罩设在污染源的一侧或两侧,如用于电镀槽、酸洗槽等;吹吸式排风罩设在污染源的两侧,如用于大型酸洗槽、振动落砂机及炼钢电炉等设备。由于具体情况千差万别,设计时应根据不同条件选择适宜的排风罩,必要时还须进行技术经济比较,而后再决定取舍。

5.3.14 全面排风系统吸风口的布置要求。新增条文。强制条文。

规定建筑物全面排风系统吸风口的位置,在不同情况下应有不同的设计要求,目的是为了保证有效的排除室内余热、余湿及各种有害物质。对于由于建筑结构造成的有爆炸危险气体排出的死角,例如:在生产过程中产生氢气的车间,会出现由于顶棚内无法设置排风口而聚集一定浓度的氢气发生爆炸的情况。在结构允许的情况下,在结构梁上设置连通管进行导流排气,以避免事故发生。

5.3.15 局部排风的排放要求。

规定本条的目的,是为了使局部排风系统排出的剧毒物质、难闻气体或浓度较高的爆炸危险性物质得以在大气中扩散稀释,以免降落到建筑物的空气动力阴影区和正压区内,污染周围空气或导致向车间内倒流。

所谓“建筑物的空气动力阴影区”,系指室外大气气流撞击在建筑物的迎风面上形成的弯曲现象及由此而导致屋顶和背风面等处由于静压减小而形成的负压区;“正压区”系指建筑物迎风面上由于气流的撞击作用而使静压高于大气压力的区域。一般情况下,只有当它和风向的夹角大于 30° 时,才会发生静压增大,即形成正压区。

5.3.16 采用燃气加热的采暖装置、热水器或炉灶时的安全要求。新增条文。

为保证安全,防火防爆,在采用燃气加热的采暖装置、热水器或炉灶时,应符合《城镇燃气设计规范》(GB 50028)的规定。

5.3.17 民用建筑厨房及卫生间设置机械通风的条件及措施。新增条文。

对民用建筑的厨房、卫生间的竖向排风道,应具有防火、防倒灌并具有均匀排气功能。为防止污浊气体或油烟处于正压渗入室内,宜在顶部设总排风机。

住宅建筑无外窗的卫生间,在符合本条文规定的条件下,尚应满足国家现行的《住宅设计规范》(GB 50096)中的要求。

5.4 事故通风

5.4.1~5.4.6 设置事故通风的要求。第5.4.6条为强制条文。

在这些条文中分别规定了设置事故通风的条件、系统要求、风量的确定、设备的配备、吸风口和排风口的布置原则以及对事故通风用电器的要求等。

1 事故通风是保证安全生产和保障人民生命安全的一项必

要的措施。对生产、工艺过程中可能突然放散有害气体的建筑物,在设计中均应设置事故排风系统。有时虽然很少或没有使用,但并不等于可以不设,应以预防为主。这对防止设备、管道大量逸出有害气体而造成人身事故是至关重要的。

2 第 5.4.2 条指出放散有爆炸危险的可燃气体、蒸气或粉尘气溶胶等物质时,应采用防爆通风设备,也可采用诱导式事故排风系统。诱导式排风系统可采用一般的通风机等设备。具有自然通风的单层厂房,当所放散的可燃气体或蒸气密度小于室内空气密度时,宜设事故送风系统,而较轻的可燃气体、蒸气经天窗或排风帽排出室外。

3 关于事故通风的通风量,考虑到各行业具体情况相距甚远,为安全起见本规范根据国家现行标准《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1)中的规定,把换气次数的下限定为每小时 12 次。有特殊要求的部门可不受此条件限制,允许取得大一些。

4 第 5.4.4 条关于布置事故排风吸风口的规定,其理由可参见本规范第 5.3.14 条的说明。

5 第 5.4.5 条所规定的事事故排风口的布置是从安全角度考虑的,为的是防止系统投入运行时排出的有毒及爆炸性气体危及人身安全和由于气流短路时送风空气质量造成影响。

6 第 5.4.6 条规定事故排风系统(包括兼作事故排风用的基本排风系统)的通风机,其开关装置应装在室内、外便于操作的地点,以便一旦发生紧急事故时,使其立即投入运行。事故排风系统其供电系统的可靠等级应由工艺设计确定,并应符合国家现行标准《工业与民用供电系统设计规范》以及其他规范的要求。

5.5 隔热降温

5.5.1 采取隔热措施的界限。

工作人员较长时间内直接受到辐射热影响的工作地点,在多大辐射照度下设置隔热措施,一般是以人体所能接受的辐射照度

及时间确定的。本条参照国外有关资料,确定了设置隔热的辐射照度界限。

由于隔热措施投资少、收效大,我国高温车间较普遍采用。实践证明,只要设计人员密切结合工艺操作条件,因地制宜地进行设计,都能取得较好的效果。

另外,通过调查,高温车间内装有冷风机的吊车司机室、操纵室等,由于小室位于高温、强辐射热的环境中,为了提高降温效果,节约电能,这些小室应采取良好的隔热、密封措施。

5.5.2 隔热方式的选择。

据调查,水幕隔热大多数用于高温炉的操作口处,一般系定点采用。但是,水幕的采用受到工艺条件和供水条件等的约束,所以设计时要根据工艺、供水和室内风速等条件,有选择地分别采用水幕、隔热水箱和隔热屏等隔热方式。

5.5.3 隔热标准。

隔热水箱和串水地板常用在高温炉壁、轧钢车间操纵室的外墙或底部以及铸锭车间底板四周等处。以轧钢车间为例,地面常用钢板铺成,当 600°C 以上的红热钢件经常沿操纵室地面运输时,钢板地面温度能逐渐升高到 $120\sim 150^{\circ}\text{C}$ 甚至更高,在这种情况下,往往利用隔热水箱做成串水地板。其表面平均温度不应高于 40°C 。

当采用隔热水箱或串水地板时,为了防止水中悬浮物结垢,规定排水温度不宜高于 45°C 。

5.5.4 设置局部送风(空气淋浴)的条件。

局部送风是工作地点通风降温的一项措施,它能改变局部范围内的空气参数,在工作地点或局部工作区造成一个小气候。当工作地点固定或相对固定时,在条文中所规定的情况下,设置局部送风是合适的。

设置局部送风的目的,既要保证《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1)对工作地点的温度要求,又要消除辐射热对人体的影响。

因为人体在较长时间内受到照度较大的辐射热作用时,会造成皮肤蓄热,影响人体的正常生理机能。一般情况下,高温工作地点的辐射热和对流热是同时存在的,但在冶金炉或炼钢、轧钢车间等是以辐射热为主的,这都需要设置局部送风。

局部送风的方式分两种:一种是单体式局部送风,借助于轴流风机或喷雾风扇,利用室内循环空气直接向工作地点送风,适用于工作地点单一或分散的场合;另一种是系统式局部送风,用通风机将室外新鲜空气(经处理或未经处理的)通过风管送至工作地点,适用于工作地点较多且比较集中的场合。

5.5.5、5.5.6 采用单体式局部送风时工作地点的风速。

1 采用不带喷雾的轴流风机进行局部送风时,由于不能改变工作地点的温湿度参数,只能依靠保持一定的风速达到改善劳动条件的目的,因此本规范的第 5.5.5 条根据现行《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1)的有关规定(可用风速范围为 $2\sim 6\text{m/s}$),并按作业强度的不同,把工作地点的风速分为三挡:轻作业时, $2\sim 3\text{m/s}$;中作业时, $3\sim 5\text{m/s}$;重作业时, $4\sim 6\text{m/s}$ 。

2 采用喷雾风扇进行局部送风时,由于借助于细小雾滴能够起到一定的隔热作用,具有显著的降温效果,本规范的第 5.5.6 条针对其适用对象,把工作地点的风速控制在 $3\sim 5\text{m/s}$ 。

鉴于多年来国内有关单位研制和使用喷雾风扇的经验,为避免对生产操作人员的健康造成不良影响,因此,把使用范围限制在工作地点温度高于 35°C (高于人体皮肤温度),热辐射强度大于 1400W/m^2 ,且工艺不忌细小雾滴的中、重作业的工作地点,并规定喷雾雾滴直径不应大于 $100\mu\text{m}$ 。

5.5.7 采用系统式局部送风时工作地点的温度和风速。

采用系统式局部送风时,工作地点所应保持的温度和风速,与操作人员的劳动强度、工作地点周围的辐射照度等因素有关。鉴于到目前为止,我国尚无适用于设计系统式局部送风方面的卫生标准,为适应设计工作需要,本条参考国内外有关资料并结合我国

情况,给出了如条文中所列的数据。

5.5.8 局部送风空气处理计算参数的确定。

5.5.9 设置系统式局部送风的要求。

据调查,以前有些地方采用的系统式局部送风,气流大多是从背后倾斜吹到人体上部躯干的。在受辐射热影响的工作地点,工作人员反映“前烤后寒”,效果不好。这主要是因为受热面吹不到风的缘故。因此认为最好是从人体的前侧上方倾斜吹风。医学卫生界认为,头部直接受辐射热作用,会使辐射能作用于大脑皮质,产生过热;胸背受辐射热作用,会使肺部的大量血液受热;颈部受辐射热作用,会使流经大脑的血液受热;而手足等其他部位受辐射热作用,影响则较小。气流自上而下或由一边吹向人体时,人体前部和背部都能均匀地受到降温作用。综合上述情况,对气流方向做了规定。

送到人体上的气流宽度,宜使操作人员处于气流作用的范围内,这样效果较好。在满足送风速度要求的情况下,较大的气流宽度对提高局部送风的效果有利。一般情况下,以 1m 作为设计宽度是合适的。但是,对于某些工作地点较固定的轻作业,为减少送风量,节约投资,气流宽度可适当减少至 0.6m。

5.5.10 特殊高温工作小室的降温措施。

在特殊高温工作地点,由于气温高、辐射照度大,采用一般水冷式降温机组,如用蒸发冷却方式处理空气,仍不能满足降温要求,尤其是南方炎热、潮湿地区。据调查,某钢厂吊车司机室,当室外空气温度为 31.5℃,车间空气温度为 37.7℃时,司机室内气温达 43.2℃,采用循环水蒸发冷却后,司机室内气温所降无几,而使用冷风机组时,司机室内可降低至 25℃左右,效果很好。因此,特殊高温工作地点的降温应采用冷风机组或空气调节机组,并符合国家现行标准《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1)的要求。同时,为保证降温效果,节省能量消耗,必须采用很好的密闭和隔热措施。

5.6 除尘与有害气体净化

5.6.1 有害气体的净化要求。

保护环境,防止污染,是我国实行的重大技术政策之一。为此国家颁布了环境保护法,有关部门还相继颁布了一系列有害物排放标准,例如《环境空气质量标准》(GB 3095)和《大气污染物综合排放标准》(GB 16297)。为了达到排放标准的要求,排除有害气体的局部排风系统,有时必须设置净化设备。净化设备的种类繁多,本条指出应采取有效的净化措施。净化设备的选择原则及考虑的因素,同本规范第 5.6.9 条规定的除尘器选择原则相类似,只是与有害物的物理化学性质关系更为密切。设计时,应该根据不同情况,分别选择洗涤(包括吸收)、吸附、过滤、燃烧、电子束、生化、激光等净化措施,有回收价值的应加以回收。

5.6.2 除尘方式的选择。

湿法除尘包括采用喷嘴向扬尘点喷水促使粉尘凝聚,减少扬尘的水力除尘和采用喷雾设施向工业建筑含尘空气中喷雾以促使浮游粉尘加速沉降,防止二次扬尘的喷雾降尘等。在某些情况下,湿法除尘是较为经济的一种方法,又可达到较好的除尘效果。

因此,对于放散粉尘的生产过程,当湿法除尘不致影响生产和改变物料性质时,应采用湿法除尘;当采用湿法除尘不能满足环保、卫生要求时,应采用机械除尘、机械与湿法的联合除尘或静电除尘。某些放散粉尘的生产过程,虽允许加湿,但对加湿量有一定限制,如冶金企业的破碎、筛分等,过量加湿会使产量下降,采用湿法除尘就受到一些限制。至于加湿后会影响到产品质量,引起物质的水解或发生化学反应,从而产生有害、有毒或爆炸性气体的生产过程,如食品、纺织、化工、耐火和建筑材料工厂的某些生产过程。生产上不允许或不宜加湿物料时,则应采用其他的除尘方式。

5.6.3 密闭形式的选择。

密闭是综合防尘措施的关键环节之一。水力除尘、机械除尘

和联合除尘的效果好坏,首先取决于扬尘地点的密闭程度。密闭得好,机械除尘的排风量就可大为减少;反之,即使增大机械除尘系统的排风量,也难以取得良好的效果。据调查,有的厂过去密闭不严,排风后粉尘仍大量外逸;加强密闭后,风量为原风量的 $1/8$ 时,罩内仍有 10Pa 负压,满足了除尘要求;有些厂的某些生产过程,在采用同样机械除尘的条件下,采取较严格的密闭措施与未采取密闭措施,对车间内空气含尘浓度影响很大,有的差 $8\sim 9$ 倍,有的差 10 倍以上,甚至有的差 100 多倍。

至于密闭形式,对于集中、连续的扬尘点(如胶带机受料点),且瞬时增压不大的尘源,多在设备扬尘处采用局部密闭;对于全面扬尘或机械振动力大的设备,多采用留有观察孔和操作门并将设备(除电动机、减速箱外)大部封闭在罩内的整体密闭,特点是密闭罩本身为独立整体,易于密闭;对于大面积扬尘且操作和检修频繁,采用整体密闭不便者,多采用留有观察孔和操作门并将扬尘设备全部密闭在罩内的大容积密闭。一般说来,大容积密闭罩比小容积密闭罩效果要好,特点是罩内容积大,可缓冲含尘气流,减小局部正压,这种密闭罩适用于多点扬尘、阵发性扬尘和含尘气流速度大的设备或地点,如多卸料点的胶带机转运点等。但是,具体情况不同,不能一律对待,应根据设备特点、生产要求以及便于操作、维修等,分别采用不同的密闭形式。

5.6.4 吸风点排风量的确定。

在机械除尘系统的设计中,如何确定吸风点的排风量是一个重要的问题。排风量过小会使含尘空气逸入室内达不到除尘的目的;排风量过大会使除尘系统复杂,设备庞大,造价和运行费用高。所以,在保证粉尘不外逸的情况下,排风量愈小愈好。为此,设计时必须通过计算或采用实测与经验数据正确确定吸风点的排风量。

吸风点的排风量主要包括以下几部分:工艺过程本身产生的烟尘量(包括处理热物料时,由于热压作用和体积膨胀等而增加的

空气量);物料输送过程中所带入的诱导风量和保持罩内负压(包括有时消除罩内正压)所需的空气量等。

5.6.5 吸风口的位置及风速。

在密闭罩上装设位置和开口面积适宜的吸风罩同除尘风管连接,使罩口断面风速均匀,为了防止排风把物料带走,还应对吸风口的风速加以控制。在吸风点的排风量一定的情况下(见本规范第 5.6.4 条),吸风口风速主要取决于物料的密度和粒径大小以及吸风口与扬尘点之间的距离远近等。本条参照国内外有关资料,针对破碎筛分工艺特点规定:对于细粉料的筛分过程,采用不大于 0.6m/s ;对于物料的粉碎过程,采用不大于 2m/s ;对于粗粒径物料的破碎过程,采用不大于 3m/s ,由于各行业的具体情况不同,难以做出更为详尽的规定。

5.6.6 除尘系统的排风量。

为保证除尘系统的除尘效果和便于生产操作,对于一般除尘系统,设备能力应按其所联接的全部吸风点同时工作计算,而不考虑个别吸风口的间歇修正。

当一个除尘系统的非同时工作吸风点的排风量较大时,为节省除尘设施的投资和运行费用,则该系统的排风量可按同时工作的吸风点的排风量加上各非同时工作的吸风点的排风量的 $15\%\sim 20\%$ 的总合计算。后者 $15\%\sim 20\%$ 的漏风量为由于阀门关闭不严的漏风量。如某厂的 4 个除尘系统,按 15% 漏风量附加,间歇点用蝶阀关闭,阀板周围用软橡胶垫密封,使用效果良好。

5.6.7 附录 G 的引文。

为了防止粉尘因速度过小在风管中沉降、聚积甚至堵塞风管,因此本规范附录 G 中根据不同物料给出了除尘系统风管中的最小风速。

5.6.8 除尘系统的划分原则。

除尘系统的划分原则,除了应遵循本规范第 5.1.11 条的规定外,尚应考虑吸风点作用半径不宜过大,便于粉尘的回收利用以及

由于不同性质的粉尘混合后会引起的不良影响因素或导致风机功率过大的浪费电能现象。这些因素对有爆炸危险性粉尘的除尘系统正常运行有重要意义。

5.6.9 选择除尘器应考虑的因素。

除尘器也称除尘设备,是用于分离空气中的粉尘达到除尘目的的设备。除尘器的种类繁多,构造各异,由于其除尘机理不同,各自具有不同的特点;因此,其技术性能和适用范围也就有所不同。根据是否用水作除尘媒介,除尘器分为两大类:干式除尘器和湿式除尘器。干式除尘器可分为重力沉降室、惰性除尘器、旋风除尘器、袋式除尘器和干式电除尘器等;湿式除尘器可分为喷淋式除尘器、填料式除尘器、泡沫除尘器、自激式除尘器、文氏管除尘器和湿式电除尘器等。

选择除尘器时,除考虑所处理含尘气体的理化性质之外,还应考虑能否达到排放标准、使用寿命、场地布置条件、水电条件、运行费、设备费以及维护管理等进行全面分析。

5.6.10 设置泄压装置以及净化有爆炸危险粉尘的干式除尘器和过滤器的设置要求。强制条文。

有爆炸危险的粉尘和碎屑,包括铝粉、镁粉、硫矿粉、煤粉、木屑、人造纤维和面粉等。由于上述物质爆炸下限较低,容易在除尘器和过滤器等处发生爆炸,为减轻爆炸时的破坏力,应设置泄压装置。泄压面积应根据粉尘等的危险程度通过计算确定。泄压装置的布置应考虑防止产生次生灾害的可能性。

对于处理净化上述易爆粉尘所用的干式除尘器和过滤器,为缩短输送含有爆炸危险粉尘的风管长度,减少风管内积尘,减少粉尘在风机中摩擦起火的机会,避免因把干式除尘器布置在系统的正压段上引起漏风等,本条规定干式除尘器和过滤器应设置在系统的负压段上,并可以选用高效风机代替低效除尘风机。

5.6.11 净化有爆炸危险粉尘的干式除尘器和过滤器的布置要求。

在国家现行标准《建筑设计防火规范》(GB 50016)中,对用于净化有爆炸危险粉尘的干式除尘器的布置位置、与其他建筑的间距等均有明确的安全规定,本规范不再罗列。

5.6.12、5.6.13 粉尘和污水的回收处理方式。

这两条是从保障除尘系统的正常运行,便于维护管理,减少二次扬尘,保护环境和提高经济效益等方面出发,并结合国内各厂矿、企业的实践经验制定的。据调查,对粉尘的处理回收方式主要有以下几种:

1 对于干式除尘器,有人工清灰、机械清灰和除尘器的排灰管直接接至工艺流程等三种。人工清灰多用于粉尘量少,不直接回收利用或无回收价值的粉尘;机械清灰包括机械输送、水力输送和气力输送等,其处理方式一般是将收集的粉尘纳入工艺流程回收处理。机械清灰的输送灰尘设施较复杂,但操作简单、可靠。排灰管直接接至工艺流程(如接到溜槽、漏斗、料仓),用于有回收价值且能直接回收的粉尘,是一种较经济有效的方式。

2 对于湿式除尘器,污水处理方式一般有单独小型沉淀池、集中沉淀池和接至就近湿式作业的工艺流程的3种,沉淀池的污泥采用人工定期清理或采用机械化、半机械化清理。

除尘器收集的粉尘或排出的含尘污水的回收与处理方式,直接关系到系统的正常运行、除尘效果和综合利用等方面。因此,须根据具体情况采取妥善的回收处理措施。工艺允许时,纳入工艺流程回收处理,则对于保证除尘系统的正常运行和操作维护等方面都有好处,而且往往也是经济的。

5.6.14 卸尘管和排污管的防漏风要求。

防止卸尘管和排污管漏风的措施,是在干式除尘器的卸尘管和湿式除尘器的污水排出管上,装设有效的卸尘装置。卸尘装置(包括集尘斗、卸尘阀或水封等)是除尘设备的一个不可忽视的重要组成部分,它对除尘器的运行及除尘效率有相当大的影响。如果卸尘装置装设不好,就会使大量空气从排尘口或排污口吸入,破

坏除尘器内部的气流运动,大大降低除尘效率。例如,当旋风除尘器卸尘口漏风达 15% 时,就会使除尘器完全失去作用。其他种类的除尘器漏风对除尘效率的影响也是非常显著的。

5.6.15 除尘系统设调节阀的要求。

对于吸风点较多的机械除尘系统,虽然在设计时进行了各并联环路的压力平衡计算,但是由于设计、施工和使用过程中的种种原因,出现压力不平衡的情况实际上是难以避免的。为适应这种情况,保障除尘系统的各吸风点都能达到预期效果,因此,条文规定在各分支管段上应设置调节阀门。

在吸入段风管上,一般不容许采用直插板阀,因为它容易引起堵塞。作为调节用的阀门,无论是蝶阀、调节瓣或斜插板阀,都必须装设在垂直管段上。如果把这类阀门装在倾斜或水平风管上,由于阀板前后产生强烈涡流,粉尘容易沉积,妨碍阀门的开关,有时还会堵塞风管。

5.6.16 除尘器的布置及通风机的选择。

在设计机械除尘系统时,大都把除尘器布置在系统的负压段,其最大优点是保护通风机壳体和叶片免受或减缓粉尘的磨损,延长通风机的使用寿命。由于某种需要也有把除尘器置于系统正压段的,例如,采用袋式除尘器时,为了节省外部壳体的金属耗量,避免因考虑漏风问题而增加除尘器的负荷,延长布袋的使用期限及便于在工作状况下进行检修等,有时把除尘器安装在正压段就具有一定的优点。在这种情况下,应选择排尘通风机。由于同普通通风机相比,排尘通风机价格较贵,效率较低,能量消耗约增加 25% 以上;因此,设计时应根据具体情况进行技术经济比较确定。

5.6.17 湿式除尘器的防冻措施。

为了保证湿式除尘器在冬季的时候还能够正常工作,在设计上应该采取的防冻措施有:把湿式除尘器安装在采暖房间内,对除尘器壳体进行保温,对水池进行保温、加热等。

5.6.18 对湿法除尘和湿式除尘器的限制。

有些物质遇水或水蒸气时,将有燃烧或爆炸危险,如活泼金属锂、钠、钾以及氢化物、电石、碳化铝等,这类物质又称为忌水物质。有些忌水物质,如生石灰、无水氯化铝、苛性钠等,与水接触时所发生的热能将其附近可燃物质引燃着火。

遇水燃烧物质根据其性质和危险性大小,可分为两极:一级遇水燃烧物质,遇水后立即发生剧烈的化学反应,单位时间内放出大量可燃气体和热量,容易引起猛烈燃烧或爆炸。例如,铝粉与镁粉混合物就是这样;二级遇水燃烧物质,遇水后反应速度比较缓慢,同时产生可燃气体,若遇点火源,即能引起燃烧,如:金属钙、锌及其某些化合物氢化钙、磷化锌等。因此规定遇水后产生可燃或有爆炸危险混合物的生产过程,不得采用湿法除尘或湿式除尘器。

5.6.19 高温烟气的降温要求。新增条文。

高温烟气进入除尘净化设备前,由于设备材料和结构对温度的限制,必须予以冷却降温。一般可分为水冷和风冷。水冷又可分为直接水冷的喷雾冷却,间接水冷的水冷式换热器等;直接风冷俗称掺冷风,间接风冷系借管外常温空气将管内烟气的热量带走而降温的冷却方式。

5.6.20 民用建筑中厨房排烟净化要求。新增条文。

规定本条是为了保证环保及室内卫生要求。对于旅馆、饭店及餐饮业建筑物以及大、中型公共食堂的厨房,应设有净化油烟的机械排风,以达到国家现行标准《饮食业油烟排放标准》(GWPB 5)的规定:排放浓度不超过 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

5.7 设备选择与布置

5.7.1、5.7.2 选择通风设备时附加漏风量的规定。

在通风和空气调节系统运行过程中,由于风管和设备的漏风会导致送风口和排风口处的风量达不到设计值,甚至会引起室内参数(其中包括温度、相对湿度、风速和有害物浓度等)达不到设计和卫生标准的要求。为了弥补系统漏风可能产生的不利影响,选

择通风机时,应根据系统的类别(低压、中压或高压系统)以及风管内的工作压力等因素,按本规范第 5.8.2 条的规定附加风管的漏风量,并应根据加热器、冷却器和除尘器的布置情况及系统特点等,计入设备的漏风量,如:把袋式或静电除尘器布置在除尘系统的负压段时,就应考虑除尘器本身的漏风量。由于系统的漏风量有时需要进行处理,如加热、冷却或净化等,因此在选择空气加热器、冷却器和除尘器时,应附加风管漏风量。某些除尘设备,如袋式除尘器和静电除尘器等,当布置在系统的负压段时,尚应计入通过检查孔等不严密处的渗漏风量。

当系统的设计风量和计算阻力确定以后,选择通风机时,应考虑的主要问题之一是通风机的效率。在满足给定的风量和风压要求的条件下,通风机在最高效率点工作时,其轴功率最小。在具体选用中由于通风机的规格所限,不可能在任何情况下都能保证通风机在最高效率点工作,因此条文中规定通风机的设计工况效率不应低于最高效率的 90%。一般认为在最高效率的 90% 以上范围内均属于通风机的高效率区。根据我国目前通风机的生产及供应情况来看,做到这一点是不难的。

5.7.3 输送非标准状态空气时选择通风机及电动机的有关规定。

从流体力学原理可知,当所输送的空气密度改变时,通风系统的通风机特性和风管特性曲线也将随之改变。对于离心式和轴流式通风机,容积风量保持不变,而风压和电动机轴功率与空气密度成正比变化。

目前,常用的通风管道计算表和通风机性能图表,都是按标准状态下的空气即温度一般为 20℃,大气压力为 1010hPa 而编制的。当所输送的空气为非标准状态时,以实际风量借助于标准状态下的风管计算表所算得的系统压力损失,并不是系统的实际压力损失,两者有如下关系:

$$H' \frac{\rho}{1.2} = H \frac{B}{1010} \cdot \frac{273+20}{273+t} \quad (9)$$

式中 H' ——非标准状态下系统的实际压力损失(Pa);
 H ——以实际风量用标准状态下的风管计算表所算得的系统压力损失(Pa);
 ρ ——所输送空气的实际密度(kg/m³);
 B ——当地大气压力(hPa);
 t ——风管中的空气温度(°C)。

同样,非标准状态时通风机产生的实际风压也不是通风机性能图表上所标定的风压,两者也有如式(9)的关系。在通风空气调节系统中的通风机的风压等于系统的压力损失。在非标准状态下系统压力损失或大或小的变化,同通风机风压或大或小的变化不但趋势一致,而且大小相等。也就是说,在实际的容积风量一定的情况下,按标准状态下的风管计算表算得的压力损失以及据此选择的通风机,也能够适应空气状态变化了的条件。为了避免不必要的反复运算,选择通风机时不必再对风管的计算压力损失和通风机的风压进行修正。但是,对电动机的轴功率应进行验算,核对所配用的电动机能否满足非标准状态下的功率要求,其式如下:

$$P_z = \frac{LH'}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2} \quad (10)$$

式中 P_z ——电动机的轴功率(kW);
 L ——通风机的风量(m³/h);
 H' ——非标准状态下,系统的实际压力损失(Pa);
 η_1 ——通风机的效率;
 η_2 ——通风机的传动效率。

上述道理虽然不难理解,但鉴于多年来有的设计人员在选择通风机时却存在着随意附加的现象,为此,条文中特加以规定。

5.7.4 通风机的并联与串联。

通风机的并联与串联安装,均属于通风机联合工作。采用通风机联合工作的场合主要有两种:一是系统的风量或阻力过大,无法选到合适的单台通风机;二是系统的风量或阻力变化较大,选用

单台通风机无法适应系统工况的变化或运行不经济。并联工作的目的,是在同一风压下获得较大的风量;串联工作的目的,是在同一风量下获得较大的风压。在系统阻力即通风机风压一定的情况下,并联后的风量等于各台并联通风机的风量之和。当并联的通风机不同时运行时,系统阻力变小,每台运行的通风机之风量,比同时工作时的相应风量大;每台运行的通风机之风压,则比同时运行的相应风压小。通风机并联或串联工作时,布置是否得当是至关重要的。有时由于布置和使用不当,并联工作不但不能增加风量,而且适得其反,会比一台通风机的风量还小;串联工作也会出现类似的情况,不但不能增加风压,而且会比单台通风机的风压小,这是必须避免的。

由于通风机并联或串联工作比较复杂,尤其是对具有峰值特性的不稳定区在多台通风机并联工作时易受到扰动而恶化其工作性能;因此设计时必须慎重对待,否则不但达不到预期目的,还会无谓地增加能量消耗。为简化设计和便于运行管理,条文中规定,在通风机联合工作的情况下,应尽量选用相同型号、相同性能的通风机并联或串联。当不同型号、不同性能的通风机并联或串联安装时,必须根据通风机和系统的风管特性曲线,确定通风机的合理组合方案,并采取相应的技术措施,以保证通风机联合工作的正常运行。

5.7.5~5.7.9 通风设备的选择与布置。第 5.7.5 条、第 5.7.8 条为强制条文。

这些条文都是从保证安全的角度制定的。

1 直接布置在有甲、乙物质产生的场所中的通风、空气调节和热风采暖的设备,用于排除有甲、乙类物质的通风设备以及排除含有燃烧或爆炸危险的粉尘、纤维等丙类物质,其含尘浓度高于或等于其爆炸下限的 25% 时的设备,由于设备内外的空气中均含有燃烧或爆炸危险性物质,遇火花即可能引起燃烧或爆炸事故,为此,本规范规定,其通风机和电动机及调节装置等均应采用防爆

型的。

同时,当上述设备露天布置时,通风机应采用防爆型的,电动机可采用密闭型的。

2 空气中含有易燃易爆危险物质的房间中的送风、排风设备,当其布置在单独隔开的送风机室内时,由于所输送的空气比较清洁,如果在送风干管上设有止回阀门时,可避免有燃烧或爆炸危险性物质窜入送风机室,本规范规定通风机可采用普通型的。

3 因为甲、乙类物质场所的排风系统有可能在通风机室内泄漏,如果将通风、空气调节和热风采暖的送风设备同排风设备布置在一起,就有可能把排风设备及风管的漏风吸入系统再次被送入有甲、乙类物质的场所中,因此,第 5.7.8 条规定用于甲、乙类物质的场所的送、排风设备不应布置在同一通风机室内。

用于排除有甲、乙类物质的排风设备,不应与其他系统的通风设备布置在同一通风机室内,但可与排除有爆炸危险的局部排风的设备布置在同一通风机室内。因为排出的气体混合物均具有燃烧或爆炸危险,只是浓度大小不同,所以排风设备可布置在一起。

4 对于甲、乙类工业建筑全面和局部送风、排风系统,以及其他类排除有爆炸危险物的局部排风系统的设备,不应布置在地下室、半地下室内。这主要从安全出发,一旦发生事故便于扑救。

5.7.10 通风设备及管道的防静电接地等要求。

当静电积聚到一定程度时,就会产生静电放电,即产生静电火花,使可燃或爆炸危险物质有引起燃烧或爆炸的可能;管内沉积不易导电的物质和会妨碍静电导出接地,有在管内产生火花的可能。防止静电引起灾害的最有效办法是防止其积聚,采用导电性能良好(电阻率小于 $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$)的材料接地。因此做了如条文中的有关规定。

法兰跨接系指风管法兰连接时,两法兰之间须用金属线搭接。

5.7.11 通风设备和风管的保温、防冻。

通风设备和风管的保温、防冻具有一定的技术经济意义,有时

还是安全生产的必要条件。条文中所列的五款是应采取保温或防冻措施的主要方面。例如,某些降温用的局部送风系统和兼作热风采暖的送风系统,如果通风机和风管不保温,不仅冷热耗量大不经济,而且会因冷热损失使系统内所输送的空气温度显著升高或降低,从而达不到既定的室内参数要求。又如,苯蒸气或锅炉烟气等可能被冷却而形成凝结物堵塞或腐蚀风管。位于严寒地区和寒冷地区的湿式除尘器,如果不采取保温、防冻措施,冬季就可能冻结而不能发挥应有的作用。此外,某些高温风管如不采取保温的办法加以防护,也有烫伤人体的危险。

5.8 风管及其他

5.8.1 选用风管截面及规格的要求。

规定本条的目的,是为了使设计中选用的风管截面尺寸标准化,为施工、安装和维护管理提供方便,为风管及零部件加工工厂化创造条件。据了解,在《全国通用通风管道计算表》中,圆形风管的统一规格,是根据 R20 系列的优先数制定的,相邻管径之间具有固定的公比($\sqrt[20]{10} \approx 1.12$),在直径 100~1000mm 范围内只推荐 20 种可供选择的规格,各种直径间隔的疏密程度均匀合理,比以前国内常采用的圆形风管规格减少了许多;矩形风管的统一规格,是根据标准长度 20 系列的数值确定的,把以前常用的 300 多种规格缩减到 50 种左右。经有关单位试算对比,按上述圆形和矩形风管系列进行设计,基本上能满足系统压力平衡计算的要求。对于要求较严格的除尘系统,除以 R20 作为基本系列外,还有辅助系列可供选用,因此是足以满足设计要求的。另外,还根据《通风与空气调节工程施工质量验收规范》(GB 50243)做了风管尺寸计量的规定。

5.8.2 风管漏风量的确定。

风管漏风量的大小取决于很多因素,如风管材料、加工及安装质量、阀门的设置情况和管内的正负压大小等。风管的漏风量(包

括负压段渗入的风量和正压段泄漏的风量),是上述诸因素综合作用的结果。由于具体条件不同,很难把漏风量标准制定得十分细致、确切。为了便于计算,条文中根据我国常用的金属和非金属材料风管的实际加工水平及运行条件,规定一般送排风系统附加5%~10%,除尘系统附加10%~15%。需要指出,这样的附加百分率适用于最长正压管段总长度不大于50m的送风系统,和最长负压管段总长度不大于50m的排风及除尘系统。对于比这更大的系统,其漏风百分率可适当增加。有的全面排风系统直接布置在使用房间内,则不必考虑漏风的影响。

5.8.3 系统中并联管路的阻力平衡。

把通风、除尘和空气调节系统各并联管段间的压力损失差额控制在一定范围内,是保障系统运行效果的重要条件之一。在设计计算时,应用调整管径的办法使系统各并联管段间的压力损失达到所要求的平衡状态,不仅能保证各并联支管的风量要求,而且可不装设调节阀门,对减少漏风量和降低系统造价也较为有利。特别是对除尘系统,设置调节阀害多利少,不仅会增大系统的阻力,而且会增加管内积尘,甚至有导致风管堵塞的可能。根据国内的习惯做法,本条规定一般送排风系统各并联管段的压力损失相对差额不大于15%,除尘系统不大于10%,相当于风量相差不大于5%。这样做既能保证通风效果,设计上也是能办到的,如在设计时难于利用调整管径达到平衡要求时,则以装设调节阀门为宜。

5.8.4 除尘系统的风管。

1 强调了风管宜明设,且其接头和接缝处应严密、平滑,以减少漏风量、防止尘埃堵塞风管。

2 除尘风管直径,根据所输送的含尘粒径的大小,做了最小直径的补充规定,以防产生堵塞问题。

3 除尘风管以垂直或倾斜敷设为好,但考虑到客观条件的限制,有些场合不得不水平敷设,尤其大管径的风管倾斜敷设就比较困难。倾斜敷设时,与水平面的夹角越大越好,因此,规定应大于

45°,为了减少积尘的可能,本款强调了应尽量缩短小坡度或水平敷设的管段。

4 支管从主管的上面连接比较有利。但是施工安装不方便,鉴于具体设计中支管从主管底部连接的情况也不少,所以本款规定为“宜”。对于三通管夹角,考虑到大风管常采用 45°夹角的三通,除尘风管的三通夹角也可以用到 45°,因此,本款规定三通夹角宜采用 15°~45°。

5.8.5 输送高温气体风管的热补偿。新增条文。强制条文。

5.8.6 机械通风风管的风速。

本条表中所给出的通风系统风管内的风速,是基于经济流速和防止在风管中产生空气动力噪声等因素,参照国内外有关资料制定的。对于一般工业建筑的机械通风系统,因背景噪声较大、系统本身无消声要求,即使按表中较大的经济流速取值,也能达到允许噪声标准的要求。对于某些有消声要求的通风、空气调节系统,风管内的风速尚应符合本规范第 9.1 节中的相关规定。

5.8.7 通风设备和风管的防腐。

规定本条的目的,是为了防止或延缓通风设备和风管的腐蚀,延长使用寿命。据调查,有些输送强烈腐蚀性气体的通风系统,由于防腐措施不力,通风机和风管等使用很短一段时间就报废了,不但影响生产,恶化工作条件,而且很浪费,给维护管理也增加了负担。在这种情况下,应尽量采用塑料、玻璃钢、不锈钢等防腐材料制作的通风机和风管。如因条件限制,则应根据具体情况采取有效的防腐措施,如涂防腐油漆、衬橡胶、喷涂防腐层等。

5.8.8 风管布置、防火阀、排烟阀等的设置要求。

在国家现行标准《建筑设计防火规范》(GB 50016)及《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045)中,对风管的布置、防火阀、排烟阀的设置要求均有详细的规定,本规范不再另行规定。

5.8.9 甲、乙、丙类工业建筑送排风管道的布置。

本条文是根据《建筑设计防火规范》(GB 50016)中的有关条

文规定的,目的是为了以防止一旦发生火灾时火势沿风管蔓延,扩大灾害范围。

5.8.10 风管材料。

规定本条的目的,是为了防止火灾蔓延。有些工业建筑所排出的气体腐蚀性较大,需要用硬聚氯乙烯塑料等材料制作风管以及风管的柔性接头处难以采用不燃材料制作,因此规定在这些情况下,风管及挠性接头可用难燃材料制作。

5.8.11 甲、乙类工业建筑排风管道的布置。

规定本条的目的,是防止一旦风管爆炸时破坏建筑物并为了便于检修。

5.8.12、5.8.13 有爆炸危险物质和含有剧毒物质的排风系统管道设置要求。

通过式风管穿过建筑物的墙、隔断和楼板处应用防火材料密封,是为了保证被穿越的围护结构具有规定的耐火极限。对排除剧毒物质排风系统的正压管段长度加以限制,并规定该系统的正压管段不得穿过其他房间,目的是为了以防止因剧毒物质漏出而污染其他房间和毒害人体。

排除有爆炸危险物质的排风管各支管节点处不应设置调节阀,以免在间歇使用时关闭阀门处聚集有爆炸危险的气体浓度达到爆炸浓度,一旦开机运行时引起爆炸。

5.8.14 风管的敷设。

规定本条的目的,是为了尽量缩小灾害事故的涉及范围。

5.8.15~5.8.19 风管敷设安全事宜。第5.8.15条为强制条文。

1 可燃气体(煤气等)、可燃液体(甲、乙、丙类液体)、排风管道和电线等,由于某种原因常引起火灾事故。为以防止火势通过风管蔓延,因此规定:这类管道及电线不得穿过风管的内腔,也不得沿风管的外壁敷设;可燃气体或可燃液体管道不应穿过通风机室。

2 为以防止某些可燃物质同热表面接触引起自燃起火及爆炸事故,因此规定,热媒温度高于110℃的供热管道不应穿过排除有

燃烧或爆炸危险物质的风管,也不得沿其外壁敷设。有些物质自燃点较低,如二硼烷、磷化氢、二硫化碳和硝酸乙酯等,为安全规定同这些物质接触的供热管道和热媒温度不应高于相应物质自燃点的 80%。

3 为防止外表面温度超过 80℃ 的风管,由于辐射热及对流热的作用导致输送有燃烧或爆炸危险物质的风管及管道表面温度升高而发生事故,规定两者的外表面之间应保持一定的安全距离(以外表面温度稍高于 80℃ 为例,其间距不宜小于 0.3m);互为上下布置时,表面温度较高者应布置在上面。

4 为防止高温风管长期烘烤建筑物的可燃或难燃结构发生火灾事故,因此规定:当输送温度高于 80℃ 的空气或气体混合物时,风管穿过建筑物的可燃或难燃烧体结构处,应设置不燃材料隔热层,保持隔热层外表面温度不高于 80℃;非保温的高温金属风管或烟道沿可燃或难燃烧体结构敷设时,应设遮热防护措施或保持必要的安全距离。

5.8.20 关于风管坡向的规定。

为防止比空气轻的可燃气体混合物在风管内局部积存,使浓度增高发生事故,因此规定水平风管应顺气流方向有一定的向上坡度。

5.8.21 通风系统排除凝结水的措施。

排除潮湿气体或含水蒸气的通风系统,风管内表面有时会因其温度低于露点温度而产生凝结水。为了防止在系统内积水腐蚀设备及风管影响通风机的正常运行,因此条文中规定水平敷设的风管应有一定的坡度并在风管的最低点和通风机的底部排除凝结水。

5.8.22 电加热器的安全要求。

规定本条是为了减少发生火灾的因素,防止或减缓火灾通过风管蔓延。

5.8.23 通风机启动阀门的设置。

此规定依据两点:一是把通风机的范围局限于通风、空气调节系统常用的中、低压离心式通风机;二是强调供电条件是否允许。一般情况下,电动机的直接启动与供电系统的电源和线路有直接关系。电动机的启动电流约为正常运行电流的 $6\sim 7$ 倍,这样的电流波动一般对大型变电站影响不大,对负荷小的变电站有时会造成一定的影响。如供电变压器的容量为 $180\text{kV}\cdot\text{A}$ 时,允许直接启动的鼠笼型异步电动机的最大功率为 40kW (启动时允许电压降为 10%)和 55kW (启动时允许电压降为 15%)。一台 75kW 的电动机,需要具有 $320\text{kV}\cdot\text{A}$ 的变压器方可直接启动,对于大、中型工厂来说,这当然是没有问题的。由于我国在城市供电设计上要求较高,电压降允许值一般为 $5\%\sim 6\%$,其他如供电线路的长短、启动方式等均与供电设计有密切关系,因此本条规定了“供电条件允许”这样的前提。

5.8.24 对通风设备接管的要求。

与通风机、空气调节器及其他振动设备连接的风管,其荷载应由风管的支吊架承担。一般情况下风管和振动设备间应装设挠性接头,目的是保证其荷载不传到通风机等设备上,使其呈非刚性连接。这样既便于通风机等振动设备安装隔振器,有利于风管伸缩,又可防止因振动产生固体噪声,对通风机等的维护、检修也有好处。

5.8.25 对排除有害气体或含尘系统的排风口要求。新增条文。

对于排除有害气体或含有粉尘的通风系统的排风口,宜采用锥形风帽或防雨风管,目的是把这些有害物排入高空,以利于稀释。

6 空气调节

6.1 一般规定

6.1.1 设置空气调节的条件。

随着经济建设的发展和人民生活水平的日益提高,当设置空气调节后,提高了人员的劳动生产率和工作效率,从而增加了经济效益;在医疗、高温作业等方面,设置空气调节后有益于疾病的康复和恢复疲劳等作用;对于诸如发热量较大的地下室设备用房采用通风方式降温,通风系统投资多,进排风口设置困难,而如采用简单的空气调节设备实现降温目的,往往更经济。因此本条增加了后三款设置空气调节的条件。

6.1.2 对空气调节区的面积、散热散湿设备和设置全室性空气调节的要求。

本次修订将“空气调节房间”均改称“空气调节区”。以下同。

本条是从减少空气调节区的面积,以节约投资和运行费用为目的。

对于工艺性空气调节,宜采取经济有效的局部工艺措施或局部区域的空气调节代替全室性空气调节,以达到节能降耗的目的。如储存受潮后易生锈的金属零件,若采用全室性空气调节保持低温要求是不经济的,而在工艺上采用干燥箱储存这些零件是行之有效的好办法;又如,电表厂的标准电阻要求温度波动小,而将标准电阻放在油箱内用半导体制冷,保持油箱内的温度就可不设全室性空气调节;再如,对于厂房内个别设备或工艺生产线有空气调节要求,采用罩子等将其隔开,在此局部区域内进行空气调节,既可满足工艺要求又较整个区域空气调节节约投资。

空气调节区的散热散湿设备越少越容易达到温湿度的要求,

同时也比较经济,因此规定宜减少空气调节区的散热散湿设备。

对于高大空间,取消了层高大于 10m 的限制。当工艺或使用要求允许仅在下部区域进行空气调节时,采用分层式送风或下部送风的气流组织方式,以达到节能的目的。

6.1.3 有压差要求的空气调节区的压差要求。

保持正压,能防止室外空气渗入,有利于保证房间清洁度和室内参数少受外界干扰。

舒适性空气调节室内正压值不宜过小,也不宜过大。当室内正压为 5Pa 时,相当于由门窗缝隙压出的风速为 2.85m/s。也就是说,当室外平均风速小于 2.85m/s 时,采用 5Pa 的正压值,一般就可以满足要求。当室内正压值为 10Pa 时,保持室内正压所需的风量,每小时约为 1.0~1.5 次换气,舒适性空气调节的新风量一般都能满足此要求。室内正压值超过 50Pa 时,会使人体感到不舒适,而且需加大新风量,增加能耗,同时开门也较困难。因此规定不应大于 50Pa。

对于工艺性空气调节,因与其相通房间的压力差有特殊要求,其压差值应按工艺要求确定。

6.1.4 空气调节区的布置要求。

空气调节区集中布置是为了减少空气调节区的外墙、与非空气调节区相邻的内墙及楼板的保温隔热工程量,减少系统的冷热负荷,以降低空气调节系统投资及建筑造价,便于维护管理。

6.1.5 围护结构的传热系数。

提高围护结构传热系数要求的严格程度,由“不宜”改为“不应”,以满足节能要求。

建筑物围护结构的传热系数 K 值的大小是能否保证空气调节区正常生产条件,影响空气调节工程综合造价高低,维护费用多少的主要因素之一。 K 值愈小,则耗冷量愈小,空气调节系统愈经济。 K 值又受建筑结构与材料等投资影响,不能无限制地减小。 K 值的选择与保温材料价格及导热系数、室内外计算温差、

初投资费用系数、年维护费用系数以及保温材料的投资回收年限等各项因素有关。不同地区的热价、电价、水价、保温材料价格及系统工作时间等也不是不变的。因此,很难给出一个固定不变的经济 K 值。本条除强调应通过技术经济比较确定合理的 K 值外,对工艺性空气调节,给出了围护结构最大 K 值。目前的公共建筑(尤其商业建筑)围护结构热工参数往往达不到严寒、寒冷地区《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ 26)、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134)、《旅游旅馆建筑热工及空气调节节能设计标准》(GB 50189)中有关的规定。为了节约能源、降低能耗,在《公共建筑节能设计标准》未颁布之前,舒适性空气调节围护结构 K 值应参照执行现行节能设计标准确定。

6.1.6 围护结构的热惰性指标。

提高围护结构热惰性指标 D 值要求的严格程度,由“不宜”改为“不应”,以满足热稳定要求。

热惰性指标 D 值直接影响室内温度波动范围,其值大则室温波动范围就小,其值小则相反。热惰性指标 D 值直接影响室内温度波动范围,其值大则室温波动范围就小,其值小则相反。

6.1.7 关于空气调节区外墙、外墙朝向及其所在层次的规定。

根据实测表明,对于空气调节区西向外墙,当其传热系数为 $0.34 \sim 0.40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$,室内外温差为 $10.5 \sim 24.5^\circ\text{C}$ 时,距墙面 100mm 以内的空气温度不稳定,变化在 $\pm 0.3^\circ\text{C}$ 以内;距墙面 100mm 以外时,温度就比较稳定了。因此,对于室温允许波动范围大于或等于 $\pm 1.0^\circ\text{C}$ 的空气调节区来说,有西向外墙,也是可以的,对人员活动区的温度波动不会有什么影响。从减少室内冷负荷出发,则宜减少西向外墙以及其他朝向的外墙;如有外墙时,最好为北向,且应避免将空气调节区设置在顶层。

为了保持室温的稳定性和不减少人员活动区的范围,对于室温允许波动范围为 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 的空气调节区,不宜有外墙,如有外墙,应北向;对于室温允许波动范围为 $\pm 0.1 \sim 0.2^\circ\text{C}$ 的空气调节区,不

应有外墙。

屋顶受太阳辐射热的作用后,能使屋顶表面温度升高 $35\sim 40^{\circ}\text{C}$,屋顶温度的波幅可达 $\pm 28^{\circ}\text{C}$ 。为了减少太阳辐射热对室温波动要求小于或等于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 空气调节区的影响,所以规定当其在单层建筑物内时,宜设通风屋顶。

在北纬 23.5° 及其以南的地区,北向与南向的太阳辐射照度相差不大,且均较其他朝向小,可采用南向或北向外墙。对于本规范第 6.1.9 条来说,则可采用南向或北向外窗。

6.1.8 空气调节建筑的外窗要求。

外窗面积的大小不仅影响空气调节区的负荷大小,而且影响到空气调节区温湿度波动范围。普通窗户的保温隔热性能比外墙差很多,夏季白天通过窗户进入的太阳辐射热也比外墙多得多,窗面积比越大,则空气调节的能耗也越大。因此,从节能的角度考虑应限制外窗的传热系数。为了节约能源、降低能耗,在《公共建筑节能设计标准》未颁布之前,应参照国家现行的有关节能设计标准执行。

条文中还对外窗玻璃的遮阳系数做了规定,此数据是参考了《旅游旅馆建筑热工与空气调节节能设计标准》(GB 50189),本条文作“宜”考虑。

6.1.9 工艺性空气调节区的外窗朝向。

根据调查、实测和分析:当室温允许波动范围大于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 时,从技术上来看,可以不限制外窗朝向,但从降低空气调节系统造价考虑,应尽量采用北向外窗;室温允许波动范围为 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 的空气调节区,由于东、西向外窗的太阳辐射热可以直接进入人员活动区,不应有东、西向外窗;据实测,室温允许波动范围为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的空气调节区,对于双层毛玻璃的北向外窗,室内外温差为 9.4°C 时,窗对室温波动的影响范围在 200mm 以内,如果有外窗,应北向。

6.1.10 设置门斗的要求。

从调查来看,一般空气调节区的外门均设有门斗,内门(指空气调节区与非空气调节区或走廊相通的门)一般也设有门斗(走廊两边都是空气调节区的除外,在这种情况下,门斗设在走廊的两端)。与邻室温差较大的空气调节区,设计中也有未设门斗的,但在使用过程中,由于门的开启对室温波动影响较大,因此在后来也采取了一定的措施。按北京、上海、南京、广州等地空气调节区的实际使用情况,规定门两侧温差大于或等于 7°C 时,应采用保温门;同时对工艺性(即对室内温度波动范围要求较严格的)空气调节区的内门和门斗,做了如条文中表 6.1.10 的有关规定。

对舒适性空气调节区开启频繁的外门也做了宜设门斗,必要时设置空气幕的规定,并增加了宜设置旋转门、弹簧门等要求。旋转门或弹簧门在现在的建筑物中被广泛应用,它能有效地阻挡通过外门的冷、热空气渗透。

6.1.11 空气调节全年能耗分析的要求。新增条文。

对规模较大、要求较高或功能复杂的建筑物,在确定空气调节方案时,原则上宜对各种可行的方案及运行模式进行全年能量分析,才能使系统的配置最合理,运行模式及控制策略最优化。

6.2 负荷计算

6.2.1 逐时冷负荷计算的要求。新增条文。强制条文。

近些年来,全国各地暖通工程设计过程中滥用单位冷负荷指标的现象十分普遍。估算的结果当然总是偏大,并由此造成“一大三大”的后果,即总负荷偏大,从而导致主机偏大、管道输送系统偏大、末端设备偏大。由此给国家和投资者带来巨大损失,给节能和环保带来的潜在问题也是显而易见的。因此,规范必须对这个问题有个明确的规定。

6.2.2 空气调节区的夏季得热量。

在计算得热量时,只能计算空气调节区域得到的热量(包括空气调节区自身的得热量和由空气调节区外传入的得热量,例如:分

层空气调节中的对流热转移和辐射热转移等),处于空气调节区域之外的得热量不应计算。因此取消原条文中的“室内”二字。明确指出食品的散热量应予以考虑,因为该项散热量对于若干民用建筑(如饭店、宴会厅等)的空气调节负荷影响颇大。

6.2.3 空气调节区的夏季冷负荷。

提升条文的严格程度,将“宜”改为“应”。得热量与冷负荷是两个不同的概念,不能再留混淆余地。

本条从现代负荷计算方法的基本原理出发,规定了计算夏季冷负荷所应考虑的基本因素;强调指出得热量与冷负荷是两个不同的概念;明确规定了应按非稳态传热方法进行负荷计算的各种得热项目。

以空气调节房间为例,通过围护结构进入房间的,以及房间内部散出的各种热量,称为房间得热量。为保持所要求的室内温度必须由空气调节系统从房间带走的热量称为房间冷负荷。两者在数值上不一定相等,这取决于得热中是否含有时变的辐射成分。当时变的得热量中含有辐射成分时或者虽然时变得热曲线相同但所含的辐射百分比不同时,由于进入房间的辐射成分不能被空气调节系统的送风消除,只能被房间内表面及室内各种陈设所吸收、反射、放热、再吸收,再反射、再放热……在多次放热过程中,由于房间及陈设的蓄热——放热作用,得热当中的辐射成分逐渐转化为对流成分,即转化为冷负荷。显然,此时得热曲线与负荷曲线不再一致。比起前者,后者线型将产生峰值上的衰减和时间上的延迟,这对于削减空气调节设计负荷有重要意义。

6.2.4 室外或邻室计算温度。

6.2.5~6.2.7 外墙、屋顶和外窗传热形成的逐时冷负荷。

6.2.5条对于原条款增加“注”,提醒设计人员在局部区域空气调节负荷计算时,不要把不处于空气调节区的屋顶形成的负荷全部考虑进去。

冷负荷计算温度的确定过程比较复杂,而且有不同的计算方

法,国内一些技术手册中均有现成的表格可查。在此必须说明,本条用冷负荷计算温度计算冷负荷的公式,是基于国内各种计算方法的一种综合的表达形式,并不是特指某一种具体计算方法。

对于一般要求的空气调节区,由于室外扰动因素经历了围护结构和空气调节区的双重衰减作用,负荷曲线已相当平缓。为减少计算工作量,对非轻型外墙,室外计算温度可采用平均综合温度代替冷负荷计算温度。

6.2.8 内围护结构传热形成的冷负荷。

当相邻空气调节区的温差大于 3°C 时,通过隔墙或楼板等传热形成的冷负荷,在空气调节区的冷负荷中占有一定比重,在某些情况下是不宜忽略的,因此做了本条规定。

6.2.9 地面传热形成的冷负荷。

对于工艺性空气调节区,当有外墙时,距外墙 2m 范围内的地面,受室外气温和太阳辐射热的影响较大。测定结果表明,例如对西外墙,当其为 $K=0.34\text{W}/(\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ 的混凝土地面时,距地面 1.2m 高处测得西外墙的内表面温度比室温高 $0.77\sim 0.95^{\circ}\text{C}$,距西外墙内表面 0.7m 处,测得地面的表面温度比室温高 $1.2\sim 1.26^{\circ}\text{C}$,即地面温度比西外墙的内表面温度还高。分析其原因,可能是混凝土地面的 K 值比西外墙的要大一些的缘故,所以规定距外墙 2m 范围内的地面须计算传热形成的冷负荷。

对于舒适性空气调节区,夏季通过地面传热形成的冷负荷所占的比例很小,可以忽略不计。

6.2.10 透过玻璃窗进入的太阳辐射热量。

对于有外窗的空气调节区,透过玻璃窗进入室内的太阳辐射热形成的冷负荷,在空气调节区总负荷中占有举足轻重的地位。因此,正确计算透过窗户进入室内的太阳辐射热量十分重要。本规范附录 B 所列夏季透过标准窗玻璃的太阳辐射照度,是针对裸露的单位净面积标准窗玻璃给出的。对于实际使用的玻璃窗,当计算其透过太阳辐射热量时,则不但要考虑窗框、窗玻璃种类及窗

户层数的影响,更重要的是要考虑各种遮阳物的影响,其中包括内遮阳设施、外遮阳设施(包括窗洞、窗套的遮阳作用)以及位于空气调节建筑物附近的高大建筑物和构筑物的影响。一些遮阳设施的遮阳作用,则应通过建筑光学中关于阴影的计算方法加以考虑。

6.2.11 透过玻璃窗进入的太阳辐射热形成的冷负荷。

提升严格程度,将“宜”改为“应”,并使表述更确切。

本规范第 6.2.3 条的说明所述,由于透过玻璃窗进入空气调节区的太阳辐射热量随时间变化,而且其中的辐射成分又随着遮阳设施类型和窗面送风状况的不同而异,因此,这项得热量形成的冷负荷,应根据实际采用的遮阳方法、窗内表面空气流动状态以及空气调节区的蓄热特性计算确定。由于计算过程比较复杂,可直接使用专门的计算表格或计算机程序求解。

6.2.12 人体、照明和设备等散热形成的冷负荷。

非全天工作的照明、设备、器具以及人员等室内热源散热量,因具有时变性质,且包含辐射成分,所以这些散热曲线与它们所形成的负荷曲线是不一致的。根据散热的特点和空气调节区的热工状况,按照负荷计算理论,依据给出的散热曲线可计算出相应的负荷曲线。在进行具体的工程计算时,可直接查计算表或使用计算机程序求解。

人员“群集系数”,系指人员的年龄构成、性别构成以及密集程度等情况的不同而考虑的折减系数。年龄不同和性别不同,人员的小时散热量就不同。例如成年女子的散热量约为成年男子散热量的 85%,儿童散热量相当于成年男子散热量的 75%。

设备的“功率系数”,系指设备小时平均实耗功率与其安装功率之比。

设备的“通风保温系数”,系指考虑设备有无局部排风设施以及设备热表面是否保温而采取的散热量折减系数。

6.2.13 空气调节区的夏季散湿量。

空气调节区的计算散湿量,直接关系到空气处理过程和空气

调节系统的冷负荷。把散湿量的各个项目一一列出,单独形成一条,是为了把湿量问题提得更加明确,并且与本规范 6.2.2 条 8 款相呼应,强调了与显热得热量性质不同的各项有关的潜热得热量。

6.2.14 散湿量的计算。

本条所说的人员“群集系数”,指的是集中在空气调节区内的各类人员的年龄构成、性别构成和密集程度不同而使人均小时散湿量发生变化的折减系数。例如儿童和成年女子的散湿量约为成年男子相应散湿量的 75% 和 85%。考虑人员群集的实际情况,将会把以往计算偏大的湿负荷减低下来。

“通风系数”,系指考虑散湿设备有无排风设施而采用的散湿量折减系数。当按照本规范第 6.2.12 条从有关工具书中查找通风保温系数时,“设备无保温”情况下的通风保温系数值,即为本条文的通风系数值。

6.2.15 空气调节区和空气调节系统的夏季冷负荷。强制条文。

根据空气调节区的同时使用情况、空气调节系统类型及控制方式等各种情况的不同,在确定空气调节系统夏季冷负荷时,主要有两种不同算法:一个是取同时使用的各空气调节区逐时冷负荷的综合最大值,即从各空气调节区逐时冷负荷相加之后得出的数列中找出的最大值;一个是取同时使用的各空气调节区夏季冷负荷的累计值,即找出各空气调节区逐时冷负荷的最大值并将它们相加在一起,而不考虑它们是否同时发生。后一种方法的计算结果显然比前一种方法的结果要大。例如:当采用变风量集中式空气调节系统时,由于系统本身具有适应各空气调节区冷负荷变化的调节能力,此时即应采用各空气调节区逐时冷负荷的综合最大值;当末端设备没有室温控制装置时,由于系统本身不能适应各空气调节区冷负荷的变化,为了保证最不利情况下达到空气调节区的温湿度要求,即应采用各空气调节区夏季冷负荷的累计值。

所谓附加冷负荷,系指新风冷负荷,空气通过风机、风管的温升引起的冷负荷,冷水通过水泵、水管、水箱的温升引起的冷负荷

以及空气处理过程产生冷热抵消现象引起的附加冷负荷等。

6.2.16 空气调节系统的冬季热负荷。

空气调节区的冬季热负荷和采暖房间的热负荷,计算方法是一样的,只是当空气调节区有足够的正压时,不必计算经由门窗缝隙渗入室内冷空气的耗热量。但是,考虑到空气调节区内热环境条件要求较高,区内温度的不保证时间应少于一般采暖房间,因此,在选取室外计算温度时,规定采用平均每年不保证 1 天的温度值,即应采用冬季空气调节室外计算温度。

6.3 空气调节系统

6.3.1 选择空气调节系统的原则。

本条是选择空气调节系统的总原则,其目的是为了在满足使用要求的前提下,尽量做到一次投资省、系统运行经济、减少能耗。

6.3.2 空气调节风系统的划分。

1 将原规范中对工艺性空气调节系统的要求扩展到一般的空气调节系统。考虑到设计中经常将不同要求的空气调节区放置在一个空气调节系统中,难以控制,影响使用,所以不强调室内参数及要求相近的空气调节区可划为同一系统,而强调不同要求的空气调节区宜分别设置空气调节风系统,但不包括变风量空气调节系统。

2 增加了第 3 款对空气的洁净要求不同的空气调节区的要求。

3 增加第 5 款,强调了对空气中含有易燃易爆物质的空气调节区的要求,具体做法应遵循有关的防火设计规范。

4 第 6 款同一时段需供冷和供热的空气调节区,是指不同朝向空气调节区、周边区与内区等。进深较大的开敞式办公用房、大型商场等,内外区负荷特性相差很大,尤其是冬季或过渡季,常常外区需送热时,内区因过热需全年送冷;过渡季节朝向不同的空气调节区也常需要不同的送风参数,推荐按不同区域分别设置空气

调节风系统,易于调节及满足使用要求。

6.3.3 全空气定风量空气调节系统的选择设计。

1 全空气系统存在风管占用空间较大的缺点,但人员较多的空气调节区新风比例较大,与风机盘管加新风等空气-水系统相比,多占用空间不明显;人员较多的大空间空气调节负荷和风量较大,便于独立设置空气调节风系统,因而不存在多空气调节区共用全空气定风量系统难以分别控制的问题;全空气定风量系统易于改变新回风比例,必要时可实现全新风送风,能够获得较大的节能效果;全空气系统的设备集中,便于维修管理。因此,推荐在剧院、体育馆等人员较多的大空间建筑中采用。

2 全空气定风量系统易于消除噪声、过滤净化和控制空气调节区温湿度,且气流组织稳定,因此,推荐用于要求较高的工艺性空气调节系统。

3 一般情况下,在全空气空气调节系统(包括定风量和变风量系统)中不应采用分别送冷热风的双风管系统,因该系统热量互相抵消,不符合节能原则。

6.3.4 多空气调节区共用全空气定风量空气调节系统的选择设计。

由于集中设置各空气调节区共用的全空气定风量系统,难以分别控制室内参数,采用末端再加热又会使冷热相互抵消,不节能;因此,推荐在负荷变化情况相似的多空气调节区共用系统中采用。当各空气调节区需分别控制,对室内参数,尤其是湿度的波动范围要求不高的舒适性空气调节,宜采用变风量或风机盘管等空气调节系统,不推荐采用再热。

6.3.5 一次回风系统的选择。

目前,定风量系统多采用改变冷热水水量控制送风温度,而不常采用变动一、二次回风比的复杂控制系统,且变动一、二次回风比会影响室内相对湿度的稳定,也不适用于散湿量大、温湿度要求严格的空气调节区;因此,在不使用再热的前提下,一般工程推荐

系统简单、易于控制的一次回风系统。

采用下送风方式的空气调节风系统以及洁净室的空气调节风系统(按洁净要求确定的风量,往往大于以负荷和允许送风温差计算出的风量),其允许送风温差都较小,为避免再热量的损失,也可以使用二次回风系统。

6.3.6 变风量空气调节系统的选择。

1 变风量空气调节系统具有控制灵活、卫生、节约电能等特点,在国外已得到广泛的应用,近年来在我国研制和使用也有所发展,因此,本规范对其适用条件和要求做出了规定。尤其是常年需送冷的内区,由于没有多变的建筑围护结构负荷,靠送风量的变化,以相对恒定的送风温度,基本上可满足其负荷变化;而空气调节外区房间就较复杂,一些季节为满足各房间和各区域的不同要求,常送入较低温度的一次风,需要供热的空气调节区靠末端装置上的再热盘管加热,当送入的冷空气靠制冷机冷却时,再热盘管将形成冷热抵消;因此,需全年送冷的内区更适宜变风量系统。

2 变风量系统比其他空气调节系统造价高,比风机盘管加新风系统占据空间大,是采用的限制条件。

3 由于变风量系统的风量变化范围有一定的限制,且湿度不易控制,因此,规定不宜用在温湿度精度要求高的工艺性空气调节区;变风量系统末端装置由于控制等需要较高的风速风压,末端阀门的节流及设小风机等,都会产生较高噪声;因此,不适用于播音室等噪声要求严格的空气调节区。

6.3.7 变风量空气调节系统的设计。新增条文。

1 对变风量空气调节系统,要求采用风机调速改变系统风量,以达到节能的目的;不应采用恒速风机通过改变送风阀和回风阀的开度实现变风量等简易方法。

2 当送风量减少时,新风量也随之减少,会产生新风不满足卫生要求的后果;因此,强调应采取保证最小新风量的措施。

3 变风量的末端装置是指送风口处的风量是变化的,不包括

送风口处风量恒定的串联式风机驱动型等末端装置。当送风口处风量变化时,如果送风口选择不当,会影响到室内空气分布。但是,采用串联式风机驱动型等末端装置时,则不存在上述问题。

6.3.8 设置送风机、回风机的双风机空气调节系统的选择。

仅有送风机的单风机空气调节系统简单、占地少、一次投资省、运转耗电量少,因此,常被采用。在需要变换新风、回风和排风量时,单风机空气调节系统存在调节困难、空气调节处理机组容易漏风等缺点:在系统阻力大时,风机风压高,耗电量大,噪声也较大。因此,宜采用双风机空气调节系统。

6.3.9 风机盘管加新风系统的选择设计。

1 风机盘管系统具有各空气调节区可单独调节,比全空气系统节省空间,比带冷源的分散设置的空气调节器和变风量系统造价低廉等优点;目前,仍在宾馆客房、办公室等建筑中大量采用;因此,推荐使用。

2 “加新风系统”是指新风需经过处理,达到一定的参数要求,有组织地送入室内。如果新风与风机盘管吸入口相接或只送到风机盘管的回风吊顶处,将减少室内的通风量,当风机盘管风机停止运行时,新风有可能从带有过滤器的回风口吹出,不利于室内卫生;新风和风机盘管的送风混合后再送入室内的情况,送风和新风的压力难以平衡,有可能影响新风量的送入;因此,推荐新风直接送入室内。

3 风机盘管加新风系统存在着不能严格控制室内温湿度,常年使用时,冷却盘管外部因冷凝水而滋生微生物和病菌,恶化室内空气等缺点。因此,对温湿度和卫生等要求较高的空气调节区限制使用。

4 由于风机盘管对空气进行循环处理,一般不做特殊的过滤,所以不应安装在厨房等油烟较多的空气调节区,否则会增加盘管风阻力及影响传热。

6.3.10 变制冷剂流量分体式空气调节系统的选择。新增条文。

1 变制冷剂流量分体式空气调节系统是日本首先研制推出的。其主要工作原理是:室内温度传感器控制室内机制冷剂管道上的电子膨胀阀,通过制冷剂压力的变化,对室外机的制冷压缩机进行变频调速控制或改变压缩机的运行台数、工作气缸数、节流阀开度等,使系统的制冷剂流量变化,达到制冷或制热量随负荷变化的目的。日本大金工业株式会社将这种空气调节方式注册为“VRV(Variable Refrigerant Volume)系统”。

2 由于该空气调节方式没有空气调节水系统和冷却水系统,系统简单、不需机房面积,管理灵活,可以热回收,且自动化程度较高,近年已在国内一些工程中采用。条文中的中小型空气调节系统,是指中小型建筑物采用集中空气调节方式或较大型的建筑物由于管理等方面的要求,需要按建筑物用途分成若干中小型集中空气调节系统等情况。

3 该系统一次投资较高,空气净化、加湿,以及大量使用新风等比较困难;因此,应经过技术经济比较后采用。制冷剂管道长度、室内外机位置有一定限制等,是采用该系统的限制条件。由于制冷剂直接进入空气调节区,且室内有电子控制设备,当用于有振动、有油污蒸汽、有产生电磁波或高频波设备的场所时,易引起制冷剂泄漏、设备损坏、控制器失灵等事故,不宜采用该系统。

4 近年来,国外一些生产厂新推出了能同时进行制冷和制热的热回收机组。室外机为双压缩机和双换热器,并增加了一根制冷剂连通管道;当同时需供冷和供热时,需供冷区域蒸发器吸收的热量,通过制冷剂向需供热区域的冷凝器借热,达到了全热回收的目的;室外机的两个换热器、需供冷区域室内机和需供热区域室内机换热器,根据负荷的变化,按不同的组合作为蒸发器或冷凝器使用,系统控制灵活,供热供冷一体化,符合节能的原则,所以推荐采用这种热回收式机组。

6.3.11 低温送风系统的选择。新增条文。

低温送风系统具有以下优点:

1 比常规系统送风温差和冷水温升大,送风量和循环水量小,减小了空气处理设备、水泵、风道等的初投资,节省了机房面积和风道所占空间高度。

2 由于冷水温度低,制冷能耗比常规系统要高,但采用蓄冷系统时,制冷能耗发生在非用电高峰,而用电高峰期使用的风机和冷水循环泵的能耗却有显著的降低;因此,与冰蓄冷结合使用的低温送风系统明显地减少了用电高峰期的电力需求和运行费用。

3 特别适用于负荷增加而又不允许加大管道、降低层高的改造工程。

4 加大了空气的除湿量,降低了室内湿度,增强了室内的热舒适性。

蓄冰空气调节冷源需要较高的初投资,实际用电量也较大,利用蓄冰设备提供的低温冷水,与低温送风系统结合,则可有效地减少初投资和用电量,且更能够发挥减小电力需求和运行费用的优点,所以特别推荐使用;其他能够提供低温冷媒的冷源设备,例如干式蒸发或利用乙烯乙二醇水溶液做冷媒的空气处理机组,也可采用低温送风系统;常规冷水机组提供的 $5\sim 7^{\circ}\text{C}$ 的冷水,也可用于空气冷却器的出风温度为 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ 的空气调节系统。

低温送风系统的空气调节区相对湿度较低,送风量较小,因此,要求湿度较高及送风量较大的空气调节区不宜采用。

6.3.12 低温送风系统的设计。新增条文。

1 空气冷却器的出风温度:制约空气冷却器出风温度的条件是冷媒温度,如果冷却盘管的出风温度与冷媒的进口温度之间的温差(接近度)过小,必然导致盘管传热面积过大而不经济,以致选择盘管困难。送风温度过低还会带来以下问题:

(1)易引起风口结露;

(2)不利于风口处空气的混合扩散;

(3)当冷却盘管出风温度低于 7°C 时,可能导致直接膨胀系统的盘管结霜和液态制冷剂带入压缩机。

2 送风温升:低温送风系统不能忽视的还有风机、风道及末端装置的温升(一般可达 3°C 左右),并考虑风口结露等因素,才能够最后确定室内送风温度及送风量。

3 室内设计等感温度:常规系统的室内相对湿度为 $50\%\sim 60\%$,而低温送风系统的室内相对湿度为 40% 左右,根据ASHRAE1981—55标准,室内相对湿度从 50% 下降到 35% 时,干球温度可提高 0.56°C 而热舒适度不变,近年的研究证明提高的数值可达 1°C 或更高。如果不提高设计干球温度,系统将增加潜热负荷,夏季人穿衣少时会感觉偏冷;设计负荷如果过大,在部分负荷时,冷媒在管内流速和传热过分降低,使出风温度不稳定,采用变风量系统时,送风量过小易引起冷空气下跌,如果达到变风量下限时仍然过冷,再热量将增加。因此,推荐将室内干球温度提高 1°C 设计,以免设计负荷过大。

4 空气处理机组的选型:空气冷却器的迎风面风速低于常规系统,是为了减少风侧阻力和冷凝水吹出的可能性,并使出风温度接近冷媒的进口温度;为了获得低出风温度,冷却器盘管的排数和翅片密度也高于常规系统,但翅片过密或排数过多会增加风或水侧阻力、不便于清洗、凝水易被吹出盘管等,应对翅片密度和盘管排数两者权衡取舍,进行设备费和运行费的经济比较,确定其数值;为了取得风水之间更大的接近度和温升及解决部分负荷时流速过低的问题,应使冷媒流过盘管的路径较长,温升较高,并提高冷媒流速与扰动,以改善传热。因此,冷却盘管的回路布置常采用管程数较多的分回路的布置方式,但增加了盘管阻力。基于上述诸多因素,低温送风系统不能采用常规空气调节系统的空气处理机组,必须通过技术经济分析比较,严格计算,进行设计选型。本规范参考《低温送风系统设计指南》(美国 Allan T. Kirkpatrick and James S. Elleson 编著 汪训昌译)一书,它给出了有关推荐数据。

5 低温送风系统的软启动:空气调节送风系统开始运行或长时间停止工作后启动,室内相对湿度和露点温度较高,经过降温处

理的送风若直接进入室内,风口表面如果降至周围空气的露点以下,会出现结露现象,低温送风时尤为严重。因此,强调低温送风时不能很快地降低送风温度,可采用调节冷媒流量或温度、逐步减小末端加热量等“软启动方式”,使送风温度随室内相对湿度的降低而逐渐降低。当末端采用小风机串联等混合箱装置,混合后的出风温度接近常规系统时,有可能不存在上述问题。

6 低温送风系统的保冷:由于送风温度比常规系统低,为减少系统冷量损失和防止结露,应保证系统设备、管道及附件、末端送风装置的正确保冷与密封,保冷层应比常规系统厚,见本规范第 7.9.4 条的规定。

7 低温送风系统的末端送风装置:因送风温度低,为防止低温空气直接进入人员活动区,尤其是采用变风量空气调节系统,当低负荷低送风量时,对末端送风装置的扩散性或空气混合性有更高的要求,见本规范第 6.5.2 条的规定。

6.3.13 直流式系统的选择。新增条文。

直流系统不包括设置了回风,但过渡季可通过阀门转换,采用全新风直流运行的全空气系统。此条是考虑节能、卫生、安全而规定的,一般全空气空气调节系统不宜采用冬夏季能耗较大的直流式(全新风)空气调节系统,而宜采用有回风的混风系统。

6.3.14 空气调节系统的新风量。

1 空气调节系统新风量的要求,包括风机盘管、变制冷剂流量分体式空气调节、水环热泵的新风系统等所有空气调节系统。

2 补偿排风和保持室内正压的要求不仅限于生产厂房,因此将此要求扩展到所有空气调节建筑。

3 有资料规定空气调节系统的新风量占送风量的百分数不应低于 10%,但温湿度波动范围要求很小或洁净度要求很高的空气调节区送风量都很大,如果要求最小新风量达到送风量的 10%,新风量也很大,不仅不节能,大量室外空气还影响了室内温

湿度的稳定,增加了过滤器的负担;一般舒适性空气调节系统,按人员和正压要求确定的新风量达不到 10% 时,由于人员较少,室内 CO_2 浓度也较低(氧气含量相对较高),也没必要加大新风量。因此本规范没有规定新风量的最小比例(即最小新风比)。民用建筑物主要空气调节区新风量的具体数值可参照本规范第 3.1.9 条说明中表 3.1.9。

6.3.15 用新风作冷源。

1 规定此条的目的主要是为了节约能源。此外,遇有特殊情况,需要加大房间的新风换气量时,这种空气调节系统可方便地转换为直流式通风。

2 除过渡季可使用全新风外,还有冬季不采用最小新风量的特例:冬季发热量较大的内区,如果采用最小新风量,仍需要对空气进行冷却,此时可加大新风量作为冷源。

全空气系统不能最大限度使用新风的限制条件,是指室内温湿度允许波动范围小或需保持正压稳定的空气调节区以及洁净室等,应减少过滤器负担,不宜改变或增加新风量的情况。

6.3.16 新风进风口。

1 新风进风口的面积,应适应新风量变化的需要,是指在过渡季大量使用新风时,可设置最小新风口和最大新风口或按最大新风量设置新风进风口,并设调节装置,以分别适应冬夏和过渡季节新风量变化的需要。

2 系统停止运行时,进风口如果不能严密关闭,夏季热湿空气侵入,会造成金属表面和室内墙面结露;冬季冷空气侵入,将使室温降低,甚至使加热排管冻结。所以规定进风口处应设有严密关闭的阀门,寒冷和严寒地区宜设保温阀门。

6.3.17 空气调节系统的排风出路和风量平衡。

考虑空气调节系统的排风出路(包括机械排风和自然排风)及进行空气调节系统的风量平衡计算,是为了使室内正压不要过大,造成新风无法正常送入。

机械排风设施可采用设回风机的双风机系统或设置专用排风机;排风量还应随新风量变化,例如采取控制双风机系统各风阀的开度或排风机与新风机联锁控制风量等自控措施。

6.3.18 热回收。新增条文。

规定此条的目的是为了节能。空气调节系统中处理新风的冷热负荷占总冷热负荷的比例很大,根据北京、上海、广州地区5座高层饭店客房区的空气调节负荷统计计算,处理新风全年冷热负荷大约为传热负荷的1~4倍,为有效地减少新风冷热负荷,除规定合理的新风量标准之外,还宜采用热回收装置回收空气调节排风中的热量和冷量,用来预热和预冷新风。

6.3.19 空气调节系统风管的风速。

空气调节区大都有一定的消声要求,因此将空气调节系统风管列入本规范第9章“消声与隔振”中,另作统一规定。

6.4 空气调节冷热水及冷凝水系统

6.4.1 空气调节水参数。新增条文。

1 空气调节冷热水参数数值的一般情况是指以水为冷媒、一般建筑的空气调节制冷系统,有特殊工艺要求和采用乙烯乙二醇水溶液等蓄冰空气调节制冷系统的情况除外。

2 根据空气调节冷水机组蒸发温度的要求,空气调节冷水供水温度不得低于 5°C ,一般采用 7°C ;考虑到高层建筑竖向分区采用板式换热器等情况,二次水会升高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$,因此规定供水温度采用 $5\sim 9^{\circ}\text{C}$ 。空气调节热水供水温度一般采用 60°C ,但热泵机组的产热水温度一般为 45°C 左右,考虑换热器温降等因素,规定为 $40\sim 65^{\circ}\text{C}$ 。

3 我国空气调节冷热水供回水温差一般采用 5°C 和 10°C ,但吸收式冷热水机组的热水供回水温差常为 4.2°C 。其他国家和地区也常采用较大设计温差,并在国内一些工程中使用,例如建筑物空气调节冷水设计温差取 $6\sim 9^{\circ}\text{C}$,区域供冷为 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$,空气调节

热水取 15°C 。大温差设计可减小水泵耗电量和管网管径,但为保证末端设备的平均水温不变,要求冷水机组的出水温度降低,使冷水机组效率有所下降,所以应综合考虑确定。考虑以上因素,本条规定了温差范围(不包括喷水室系统),并考虑到我国目前制冷空气调节设备常用冷热量的名义工况,推荐了常用数值。

6.4.2 开式与闭式空气调节水系统的选择设计。

提倡采用一次投资比较经济的闭式循环水系统,其中也包括开式膨胀水箱定压的系统。必须采用开式系统的情况是指用喷水室处理空气的系统,以及设置蓄冷水池的空气调节系统等。

开式系统设蓄水箱是为了调节和均衡用户对水量的需要。采用沉浸式(水箱型)蒸发器时,因设备本身起到蓄水箱的作用,虽可不设或减少蓄水箱容积,但目前这种形式的蒸发器已基本不再采用,因此本规范仅对一般开式系统做出设置蓄水箱的规定。蓄水箱的蓄水量原规范规定为循环水量的 $10\%\sim 25\%$,此次修订为系统循环水量的 $5\%\sim 10\%$,相当于循环水泵 $3\sim 5\text{min}$ 的流量,完全可以满足要求(蓄水箱不包括蓄冷水池)。

6.4.3 两管制与四管制空气调节水管路系统的选择。

1 将原规范风机盘管水系统扩大到所有空气调节水系统的范围。

2 分区两管制水系统,是指按建筑物的负荷特性,在冷热源机房内将整个空气调节水路分为冷水和冷热水合用的两个两管制系统;不包括四管制水系统在某些分路、立管或末端设备的支管处合并成冷热水合用的两管,在多处靠阀门转换,控制供热或供冷的空气调节水系统。进深较大的空气调节区,由于内区和周边区的负荷特点,往往存在同时需要分别供冷和供热的情况,采用一般的两管制系统是无法解决的,采用分区两管制系统,在冬季或过渡季可根据需要,向不同区域分别供冷或供热,又比四管制系统节省投资和空间尺寸,因此,推荐采用。内外区集中送新风的风机盘管加新风的分区两管制系统的系统形式,举例如图 1。

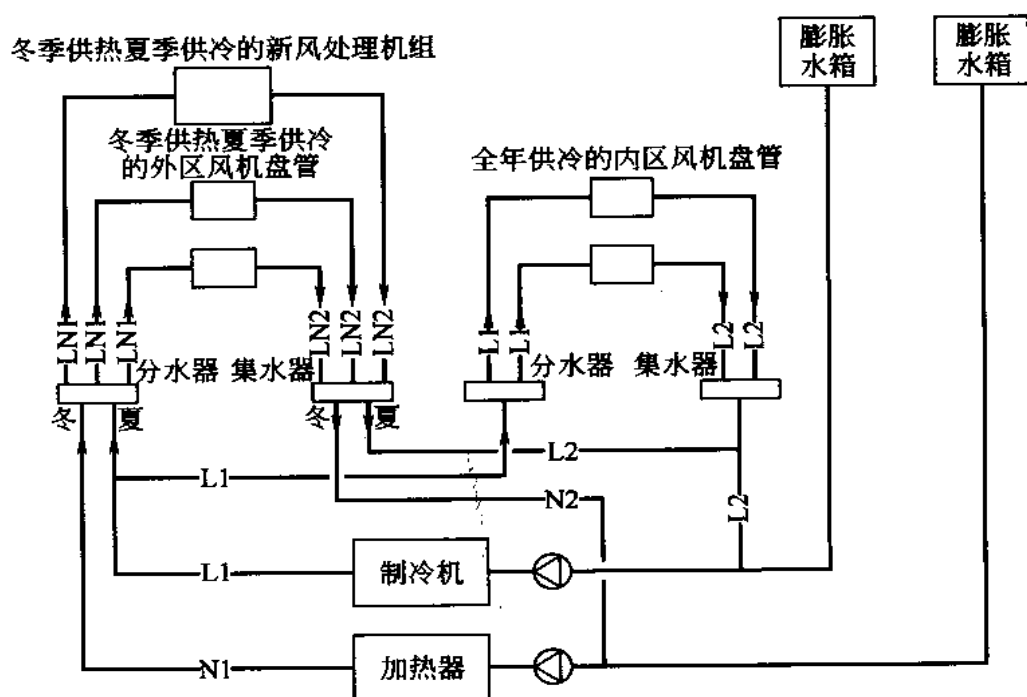


图1 分区两管制风机盘管加新风系统

6.4.4 一次泵与二次泵系统的选择原则。新增条文。

1 一次泵系统简单、一次投资较低,因此提倡在中小型工程中采用。

2 系统较大、阻力较高,且各环路负荷特性相差较大(例如不同时使用或负荷高峰出现的时间不同)或阻力相差悬殊时(阻力相差100kPa以上),如果采用一次泵系统,水泵流量、扬程及功率较大,能耗较高。因此,在上述系统中提倡采用二次泵系统,可以取得较显著的节能效果,并可保证在供冷量减少时,流经冷水机组的水流量恒定。而且,二次泵流量的应变范围较大,还易适应冬季供热时水力工况的变化。

6.4.5 变流量系统的设置。新增条文。

完全的定流量系统,即使一些冷水机组停止运行,水泵也全部运行,造成空气调节冷水的供水温度升高,空气调节设备除湿能力降低,且浪费水泵能量,因此,一般不应采用。条文中规定除设置

一台循环泵的空气调节水系统之外,应能改变系统流量。从提高控制水平和节能的目的出发,宜采用自动控制,不推荐手动控制。

对于系统末端设备、水泵、冷源等,所采取的变流量的具体控制措施,见本规范第 8.5.6 条规定。

6.4.6 空气调节水管路系统的分区。

1 规定水系统的竖向分区应根据设备、管道及附件的承压能力确定的目的,一是为了避免因压力过大造成系统泄漏,二是规定在设备等的承压能力范围内不应分区,以免造成浪费。

2 增加了按内外区布置两管制风机盘管水系统的内容。按负荷特性分区布置水系统管路,便于集中调节,所以推荐采用,但不做硬性规定。例如当所有风机盘管均设有自动温控装置时,可相对灵活的布置管路。

6.4.7 空气调节水循环泵的设置。

1 冷热水泵是否合用:由于冬、夏季空气调节水系统流量及系统阻力相差很大,两管制系统如果冬夏季合用循环水泵,一般按系统的供冷运行工况选择循环泵,供热时系统和水泵工况不吻合,往往水泵不在高效率区运行或系统为小温差大流量运行等,造成电能浪费,因此,不宜采用。如果用电量较小的小型系统必须采用时,需校核供热工况时水泵的工作特性是否在高效率区,并确定水泵合适的冬季运行台数,必要时,可调节水泵转速以适应冬季供热工况对流量和扬程的要求。分区两管制和四管制系统的冷热水为独立的系统,所以循环泵必然分别设置。

2 一次冷水泵:为保证流经冷水机组蒸发器的水量恒定,并随冷水机组的运行台数向用户提供适应负荷变化的空气调节冷水流量,要求按与冷水机组“一对一”地设置一次循环泵;一般不要求设备用泵,但对于全年连续运行等特殊性质的工程,不做硬性规定。

3 二次冷水泵:二次冷水泵的流量调节,可通过台数调节或水泵变速调节实现;即使是流量较小的系统,也不宜少于 2 台水

泵,是考虑到在小流量运行时,水泵可以轮流检修,一般工程可不设备用泵。

4 热水循环泵:空气调节热水循环泵的流量调节和水泵设置原则与二次冷水循环泵相似,一般为流量调节,多数时间在小于设计流量状态下运行,只要水泵不少于2台,即可做到轮流检修,但考虑到严寒及寒冷地区对供暖的可靠性要求较高,而且设备管道等有冻结的危险,强调水泵设置台数不超过3台时,宜设置备用泵,以免水泵检修时,流量减少过多。上述规定与《锅炉房设计规范》(GB 50041)中“供热热水制备”一章的有关规定相符。

6.4.8 冷水机组和冷水泵之间的连接方式和保证蒸发器水流量恒定的措施。新增条文。

多台冷水机组和一次冷水泵之间可以一对一地连接管道,机组与水泵之间的水流量一一对应,连锁关系也简单;但设备台数较少时,考虑机组和水泵检修时的交叉组合互为备用,也有将机组和水泵之间通过共用集管连接的。

随负荷变化,一些冷水机组和对应冷水泵停机,系统总水流量减少。机组和水泵之间通过共用集管连接时,如果不关闭通向冷水机组的水路阀门,水流将均分流经各台冷水机组,因此,当空气调节水系统设置自控设施时,应设电动阀随制冷机开闭,以保证蒸发器水量。对应运行的冷水机组和冷水泵之间存在着联锁关系,而且冷水泵应提前启动和延迟关闭,因此,电动阀开闭应与对应水泵联锁。

6.4.9 空气调节水系统阻力平衡的措施。新增条文。

强调空气调节水系统设计时,首先应通过系统布置和选定管径减少压力损失的相对差额,但实际工程中常常较难通过管径选择计算取得管路平衡,因此,没有规定计算时各环路压力损失相对差额的允许数值,只规定达不到15%的平衡要求时,可通过调节手段达到空气调节水管道的水力平衡。

目前调节系统管路平衡的阀门装置发展很快,有静态的调节

阀、平衡阀,动态的流量平衡阀、压差控制阀,具有流量平衡功能的自控调节阀等,应根据系统特性(定流量或变流量系统)正确选用,并在适当的位置正确设置。

6.4.10 空气调节水系统的泄漏量。新增条文。

系统泄漏量是确定用水量、补水管管径、补水泵流量的依据,应按空气调节系统的规模 and 不同系统形式计算水容量后确定,而与循环水量无关,两者相差很大。条文中数据是参照《锅炉房设计规范》(GB 50041)供热热水系统的小时泄漏量数据确定的,工程实践中证明是适宜的。

工程中系统水容量可参照表 3 估算,室外管线较长时取较大值。

表 3 空气调节水系统的单位水容量(L/m² 建筑面积)

空气调节方式	全空气系统	水/空气系统
供冷和采用换热器供热	0.40~0.55	0.70~1.30

6.4.11 空气调节水补水泵的选择及设置。新增条文。

1 补水点设在循环水泵吸入口,是为了减小补水点处压力及补水泵扬程。

2 补水泵扬程是根据补水点压力确定的,但还应注意计算水泵至补水点的管道阻力。

3 补水泵流量规定不宜小于系统水容量的 5%(即空气调节系统的 5 倍小时泄漏量),是考虑工程中常设置 1 台补水泵间歇运行,以及初期上水和事故补水时补水时间不要过长(小于 20 小时)。推荐补水泵流量的上限值,是为了防止水泵流量过大而导致膨胀水箱的调节容积过大等问题。

4 补水泵间歇运行,有检修时间,一般可不设备用泵;但考虑到严寒及寒冷地区冬季运行应有更高的可靠性,因此规定宜设备用泵。

6.4.12 空气调节系统补水箱的设置和调节容积。新增条文。

空气调节冷水直接从城市管网补水时,不允许补水泵直接抽取;当空气调节水需补充软化水时,水处理设备供水与补水泵补水

不同步,且软化设备常间断运行;因此,需设置水箱储存一部分调节水量。

6.4.13 空气调节系统膨胀水箱的设置要求。新增条文。

1 定压点宜设在循环水泵的吸入口处,是为了使系统运行时各点压力均高于静止时压力,定压点压力或膨胀水箱高度可以低一些;由于空气调节水温度较采暖系统水温低,要求高度也比采暖系统的1m低,定为0.5m(5kPa)。当定压点远离循环水泵吸入口时,应按水压图校核,最高点不应出现负压。

2 高位膨胀水箱具有定压简单、可靠、稳定、省电等优点,是目前最常用的定压方式,因此推荐优先采用。

3 为避免因误操作造成系统超压事故,规定膨胀管上不应设置阀门。

4 从节能节水的目的出发,膨胀水量应回收,例如膨胀水箱应预留出膨胀容积或采用其他定压方式时,将系统的膨胀水量引至补水箱回收等。

6.4.14 空气调节水软化要求。新增条文。

空气调节热水的供水平均温度一般为60℃左右,已经达到结垢水温,且直接与高温一次热源接触的换热器表面附近的水温则更高,结垢危险更大;因此,空气调节热水的水质硬度要求应等同于供暖系统,当给水硬度较高时,为不影响系统传热、延长设备的检修时间和使用寿命,宜对补水进行化学软化处理或采用对循环水进行阻垢处理。目前一般换热器尚没有对补水要求的统一标准,吸收式制冷的冷热水机组则要求补水硬度在50mgCaCO₃/L以下。

6.4.15 空气调节水管的坡度和伸缩。新增条文。

6.4.16 空气调节水系统的排气和泄水。

原规范规定闭式冷水系统应设置排气和泄水装置,实际开式系统和空气调节热水系统也需在系统最高处排除空气,管道上下拐弯及立管的底部排除存水,因此,将规定扩充到空气调节水

系统。

6.4.17 设备入口的除污。新增条文。

设备入口需除污,应根据系统大小和设备的需要,确定除污装置的设置位置。例如:系统较大、产生污垢的管道较长时,除系统冷热源、水泵等设备的入口需设置外,各分环路或末端设备、自控阀前也应根据需要设置,但距离较近的设备可不重复串联设置除污装置。

6.4.18 冷凝水管道设置。

1 正压段和负压段的冷凝水盘出水口处设水封,是为了防止漏风及负压段的冷凝水排不出去。

2 原规范规定:风机盘管冷凝水盘泄水管坡度不宜小于0.01。本规范增加了对冷凝水干管的坡度要求,有困难时,应减少水平干管长度或中途加设提升泵。

3 为便于定期冲洗、检修,干管始端应设扫除口。

4 冷凝水管处于非满流状态,内壁接触水和空气,不应采用无防锈功能的焊接钢管;冷凝水为无压自流排放,当软塑料管中间下垂时,影响排放;因此,推荐强度较大和不易生锈的排水塑料管或热镀锌钢管。热镀锌钢管防结露保温可参照本规范第7.9节中的规定。

5 冷凝水管不应与污水系统和室内雨水系统直接连接,以防臭味和雨水从空气处理机组冷凝水盘外溢。

6 1kW冷负荷每小时约产生0.4~0.8kg的冷凝水,在此范围内管道最小坡度为0.003时的冷凝水管径可按表4进行估算。

表4 冷凝水管管径选择表

冷负荷 (kW)	≤42	43~230	231~400	401~1100	1101~2000	2001~3500	3501~15000	>15000
管道公称 直径(mm)	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150

6.5 气流组织

6.5.1 空气调节区的气流组织。

本条强调了进行空气调节系统末端装置的选择和布置时,应与建筑装修相协调,对于民用建筑来说,更应注意风口的选型与布置对内部装修美观的影响问题。同时应考虑室内空气质量等的要求。

6.5.2 空气调节区的送风方式。

空气调节区内良好的气流组织需要通过合理的送、回风方式以及送、回风口的正确选型和布置来实现。

侧送时宜使气流贴附以增加送风的射程,改善室内气流分布。工程实践中发现风机盘管送风如果不贴附则室内温度分布不均匀。空气分布方式增加了置换通风器及地板送风口等方式,这有利于提高人员活动区的空气质量或采用分层空气调节,以优化室内能量分配。对高大空间建筑更具有明显节能效果。

1 侧送是目前几种送风方式中,比较简单经济的一种。在一般空气调节区中,大都可以采用侧送。当采用较大送风温差时,侧送贴附射流有助于增加气流的射程长度,使气流混合均匀,既能保证舒适性要求,又能保证人员活动区温度波动小的要求。侧送气流宜贴附顶棚。

2 圆形、方形和条缝型散流器平送,均能形成贴附射流,对室内高度较低的空气调节区,既能满足使用要求,又比较美观,因此,当有吊顶可利用或建筑上有设置吊顶的可能时,采用这种送风方式是比较合适的。对于室内高度较高的空气调节区(如影剧院等),以及室内散热量较大的生产空气调节区,当采用散流器时,应采用向下送风,但布置风口时,应考虑气流的均布性。

在一些室温允许波动范围小的工艺性空气调节区中,采用孔板送风的较多。根据测定可知,在距孔板 100~250mm 的汇合段内,射流的温度、速度均已衰减,可达到 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 的要求,且区域温差小,在较大的换气次数下(每小时达 32 次),人员活动区风速一

般均在 $0.09\sim 0.12\text{m/s}$ 范围内。所以,在单位面积送风量大,且人员活动区要求风速小或区域温差要求严格的情况下,应采用孔板向下送风。

3 对于空间较大的公共建筑和室温允许波动范围要求不太严格的高大厂房,采用上述几种送风方式,布置风管困难,难以达到均匀送风的目的,因此,规定在上述建筑物中,宜采用喷口或旋流风口送风方式。由于喷口送风的喷口截面大,出口风速高,气流射程长,与室内空气强烈掺混,能在室内形成较大的回流区,达到布置少量风口即可满足气流均布的要求,同时具有风管布置简单、便于安装、经济等特点。此外,向下送风时,采用旋流风口,亦可达到满意的效果。

经过处理或未经处理的空气,以略低于室内人员活动区的温度,直接以较低的速度送入室内。送风口置于地板附近,排风口置于屋顶附近。送入室内的空气先在地板上均匀分布,然后被热源(人员、设备等)加热以热烟羽的形式形成向上的对流气流,将余热和污染物排出人员活动区。

4 变风量空气调节系统的送风参数是保持不变的,它是通过改变风量来平衡负荷变化以保持室内参数不变的。这就要求,在送风量变化时,为保持室内空气质量的设计要求以及噪声要求。所选用的送风末端装置或送风口应能满足室内空气温度及风速的要求。用于变风量空气调节系统的送风末端装置,应具有与室内空气充分混合的性能,如果在低送风量时,应能防止产生空气滞留,在整个空气调节区内具有均匀的温度和风速,而不能产生吹风感,尤其在组织热气流时,要保证气流能够进入人员活动区,而不至于在上部区域滞留。

5 低温送风的送风口所采用的散流器与常规散流器相似。两者的主要差别是:低温送风散流器所适用的温度和风量范围较常规散流器广。在这种较广的温度与风量范围下,必须解决好充分与空气调节区空气混合、贴附长度及噪声等问题。选择低温送

风散流器就是通过比较散流器的射程、散流器的贴附长度与空气调节区特征长度等三个参数,确定最优的性能参数。选择低温送风散流器时,一般与常规方法相同,但应对低温送风射流的贴附长度予以重视。在考虑散流器射程的同时,应使散流器的贴附长度大于空气调节区的特征长度,以避免人员活动区吹冷风现象。

6.5.3 贴附侧送的要求。

贴附射流的贴附长度主要取决于侧送气流的阿基米德数。为了使射流在整个射程中都贴附在顶棚上而不致中途下落,就需要控制阿基米德数小于一定的数值。

侧送风口安装位置距顶棚愈近,愈容易贴附。如果送风口上缘离顶棚距离较大时,为了达到贴附目的,规定送风口处应设置向上倾斜 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 的导流片。

6.5.4 孔板送风的要求。

本条规定的稳压层最小净高不应小于 0.2m,主要是从满足施工安装的要求上考虑的。

在一般面积不大的空气调节区中,稳压层内可以不设送风分布支管。根据实测,在 $6\times 9\text{m}$ 的空气调节区内(室温允许波动范围为 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 和 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$),采用孔板送风,测试过程中将送风分布支管装上或拆下,在室内均未曾发现任何明显的影响。因此,除送风射程较长的以外,稳压层内可不设送风分布支管。

当稳压层高度较低时,向稳压层送风的送风口,一般需要设置导流板或挡板以免送风气流直接吹向孔板。

6.5.5 喷口送风的要求。

1 将人员活动区置于气流回流区是从满足卫生标准的要求而制定的。

2 喷口直径由设计人员根据实际情况确定,在规范中不必加以限定,因此,取消原规范中要求喷口直径在 0.2~0.8m 的规定。

3 喷口送风的气流组织形式和侧送是相似的,都是受限射流。受限射流的气流分布与建筑物的几何形状、尺寸和送风口安

装高度等因素有关。送风口安装高度太低,则射流易直接进入人员活动区;太高则使回流区厚度增加,回流速度过小,两者均影响舒适感。根据模型实验,当空气调节区宽度为高度的3倍时,为使回流区处于空气调节区的下部,送风口安装高度不宜低于空气调节区高度的0.5倍。

4 对于兼作热风采暖的喷口送风系统,为防止热射流上翘,设计时应考虑使喷口有改变射流角度的可能性。

6.5.6 分层空气调节的空气分布。

在高大公共建筑和高大厂房中,利用合理的气流组织,仅对下部空间(空气调节区域)进行空气调节,对上部较大空间(非空气调节区域)不设空气调节而采用通风排热,这种空气调节方式称为分层空气调节。分层空气调节都具有较好的节能效果,一般可达30%左右。

1 着重阐明空气调节区域的气流组织形式。实践证明,对于高度大于10m,容积大于 10000m^3 的高大空间,采用双侧对送、下部回风的气流组织方式是合适的,能够达到分层空气调节的要求。当空气调节区跨度小于18m时,采用单侧送风也可以满足要求。

2 强调必须实现分层,即能形成空气调节区和非空气调节区。为了保证这一重要原则而提出“侧送多股平行气流应互相搭接”,以便形成覆盖。双侧对送射流末端不需要搭接,按相对喷口中点距离的90%计算射程即可。送风口的构造,应能满足改变射流出口角度的要求。送风口可选用圆喷口、扁喷口和百叶风口,实践证明,都是可以达到分层效果的。

3 为保证空气调节区达到设计要求,应减少非空气调节区向空气调节区的热转移。为此,应设法消除非空气调节区的散热量。实验结果表明,当非空气调节区的散热量大于 $4.2\text{W}/\text{m}^3$ 时,在非空气调节区适当部位设置送排风装置,可以达到较好的效果。

6.5.7 空气调节系统上送风方式的夏季送风温差。

空气调节系统夏季送风温差,对室内温湿度效果有一定影响,

是决定空气调节系统经济性的主要因素之一。在保证既定的技术要求的前提下,加大送风温差有突出的经济意义。送风温差加大一倍,系统送风量可减少一半,系统的材料消耗和投资(不包括制冷系统)约减少 40%,而动力消耗则可减少 50%;送风温差在 4~8℃之间每增加 1℃,风量可以减少 10%~15%。所以在空气调节设计中,正确地决定送风温差是一个相当重要的问题。

送风温差的大小与送风方式关系很大,对于不同送风方式的送风温差不能规定一个数字。所以确定空气调节系统的送风温差时,必须和送风方式联系起来考虑。对混合式通风可加大送风温差,但对置换通风就不宜加大送风温差。

表 6.5.7 中所列的数值,适用于贴附侧送、散流器平送和孔板送风等方式。多年的实践证明,对于采用上述送风方式的工艺性空气调节区来说,应用这样较大的送风温差是能够满足室内温、湿度要求,也是比较经济的。人员活动区处于下送气流的扩散区时,送风温差应通过计算确定。条文中给出的舒适性空气调节的送风温差是参照室温允许波动范围大于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 的工艺性空气调节的送风温差,并考虑空气调节区高度等因素确定的。

6.5.8 空气调节区的换气次数。

空气调节区的换气次数系指该空气调节区的总送风量与空气调节区体积的比值。换气次数和送风温差之间有一定的关系。对于空气调节区来说,送风温差加大,换气次数即随之减少,本条所规定的换气次数是和本规范第 6.5.7 条所规定的送风温差相适应的。

实践证明,在一般舒适性空气调节和室温允许波动范围大于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 工艺性空气调节区中,换气次数的多少,不是一个需要严格控制的指标,只要按照所取的送风温差计算风量,一般都能满足室温要求,当室温允许波动范围小于或等于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 时,换气次数的多少对室温的均匀程度和自控系统的调节品质的影响就需考虑了。据实测结果,在保证室温的一定均匀度和自控系统的一定调节品质的前提下,归纳了如条文中所规定的在不同室温允许波动

范围时的最小换气次数。

对于通常所遇到的室内散热量较小的空气调节区来说,换气次数采用条文中规定的数值就已经够了,不必把换气次数再增多,不过对于室内散热量较大的空气调节区来说,换气次数的多少应根据室内负荷和送风温差大小通过计算确定,其数值一般都大于条文中所规定的数值。

6.5.9 送风口的出口风速。

送风口的出口风速,应根据不同情况通过计算确定,条文中推荐的风速范围,是基于常用的送风方式制定的:

1 侧送和散流器平送的出口风速,受两个因素的限制,一是回流区风速的上限,二是风口处的允许噪声。回流区风速的上限与射流的自由度 \sqrt{F}/d_o 有关,根据实验,两者有以下关系:

$$v_b = \frac{0.65v_0}{\sqrt{F}/d_o} \quad (11)$$

式中 v_b ——回流区的最大平均风速(m/s);

v_0 ——送风口出口风速(m/s);

d_o ——送风口当量直径(m);

F ——每个送风口所管辖的空气调节区断面面积(m²)。

当 $v_b = 0.25\text{m/s}$ 时,根据上式得出的计算结果列于表 5。

表 5 出口风速(m/s)

射流自由度 \sqrt{F}/d_o	最大允许 出口风速 (m/s)	采用的 出口风速 (m/s)	射流自由度 \sqrt{F}/d_o	最大允许 出口风速 (m/s)	采用的 出口风速 (m/s)
5	2.0	2.0	11	4.2	3.5
6	2.3		12	4.6	
7	2.7		13	5.0	5.0
8	3.1		15	5.7	
9	3.5	3.5	20	7.3	
10	3.9		25	9.6	

因此,侧送和散流器平送的出口风速采用 $2\sim 5\text{m/s}$ 是合适的。

2 孔板下送风的出口风速,从理论上讲可以采用较高的数值。因为在一定条件下,出口风速高,相应的稳压层内的静压也可高一些,送风会比较均匀,同时由于速度衰减快,提高出口风速后,不致影响人员活动区的风速。稳压层内静压过高,会使漏风量增加;当出口风速高达 $7\sim 8\text{m/s}$ 时,会有一定的噪声,一般采用 $3\sim 5\text{m/s}$ 为宜。

3 条缝型风口下送多用于纺织厂。当空气调节区层高为 $4\sim 6\text{m}$ 人员活动区风速不大于 0.5m/s 时,出口风速宜为 $2\sim 4\text{m/s}$ 。

4 喷口送风的出口风速是根据射流末端到达人员活动区的轴心风速与平均风速经计算确定。

6.5.10 回风口的布置方式。

按照射流理论,送风射流引射着大量的室内空气与之混合,使射流流量随着射程的增加而不断增大。而回风量小于(最多等于)送风量,同时回风口的速度场图形呈半球状,其速度与作用半径的平方成反比,吸风气流速度的衰减很快。所以在空气调节区内的气流流型主要取决于送风射流,而回风口的位置对室内气流流型及温度、速度的均匀性影响均很小。设计时,应考虑尽量避免射流短路和产生“死区”等现象。采用侧送时,把回风口布置在送风口同侧,效果会更好些。

关于走廊回风,其横断面风速不宜过大,以免引起扬尘和造成不舒适感。

6.5.11 回风口的吸风速度。

确定回风口的吸风速度(即面风速)时,主要考虑了三个因素:一是避免靠近回风口处的风速过大,防止对回风口附近经常停留的人员造成不舒适的感觉;二是不要因为风速过大而扬起灰尘及增加噪声;三是尽可能缩小风口断面,以节约投资。

回风口的面风速,一般按式(12)计算:

$$\frac{v}{v_x} = 0.75 \frac{10x^2 + F}{F} \quad (12)$$

式中: v ——回风口的面风速(m/s);

v_x ——距回风口 x 米处的气流中心速度(m/s);

x ——距回风口的距离(m);

F ——回风口有效截面面积(m^2)。

当回风口处于空气调节区上部,人员活动区风速不超过 0.25m/s,在一般常用回风口面积的条件下,从式(12)中可以得出回风口面风速为 4~5m/s,当回风口处于空气调节区下部时,用同样的方法可得出条文中所列的有关面风速。

利用走廊回风时,为避免在走廊内扬起灰尘等,实际使用经验表明,装在门或墙下部的回风口面风速,采用 1~1.5m/s 为宜。

6.6 空气处理

6.6.1 空气处理机的安装位置。新增条文。

如今在设计过程中往往疏于考虑空气处理机组的安装位置,以致造成日后维修的诸多麻烦。因此,本次修订增加此规定。

6.6.2 空气冷却方式。

将原条文注并入正文,并用更常见的“江水、湖水”代替了“深井回灌水和山涧水”。

1 空气的蒸发冷却有直接蒸发冷却和间接蒸发冷却之分。直接蒸发冷却是利用喷淋水(循环水)的喷淋雾化或淋水填料层直接与待处理的空气接触。这时由于喷淋水的温度一般都低于待处理空气(即准备送入室内的空气)的温度。空气将会因不断地把自身的显热传递给水而得以降温;与此同时,喷淋水(循环水)也会因不断吸收空气中的热量作为自身蒸发所耗,而蒸发后的水蒸气随后又会被气流带走。于是,空气既得以降温,又实现了加湿。所以,这种用空气的显热换得潜热的处理过程,既可称为空气的直接

蒸发冷却,又可称为空气的绝热降温加湿。

但是,在某些情况下,当对待处理空气有进一步的要求,如果要求较低含湿或焓时,就不得不采用间接蒸发冷却技术。间接蒸发冷却是利用一股辅助气流先经喷淋水(循环水)直接蒸发冷却,温度降低后,再通过空气-空气换热器来冷却待处理空气(即准备送入室内的空气),并使之降低温度。由此可见,待处理空气通过间接蒸发冷却所实现的便不再是等焓加湿降温过程,而是减焓等湿降温过程,从而得以避免由于加湿,而把过多的湿量带入室内。如果将上述两种过程放在一个设备内同时完成,这样的设备便称为间接蒸发空气冷却器。

由于空气的蒸发冷却不需要人工冷源,只是利用水喷淋以降低空气温度并增加相对湿度,所以是最节能的一种空气降温处理方式,常常用在纺织车间或干热气候条件下的空气调节中。但是,随着对空气调节节能要求的提高和蒸发冷却空气处理技术的发展,空气的蒸发冷却在空气调节工程中的应用,必将得到进一步的推广。特别是我国幅员广阔,各地气候条件相差很大,这种空气冷却方式在有些地区(如甘肃、新疆、内蒙、宁夏等省区)是很适用的。

2 对于温度较低的江、河、湖水,如新疆地区的某些河流,由于上游流域终年积雪的融化,夏季河水温度在 10°C 左右,完全可以作为空气调节的冷源。对于地下水资源丰富并有合适的水温、水质的地区或适宜深井回灌的地方,应尽量利用这一天然冷源。当采用地下水作冷源时,应征得地区主管部门的同意。

3 经过喷雾后的空气调节回水,应作梯级利用。可先作为制冷设备或工艺设备冷却之用,然后再作其他乃至生活之用。

6.6.3 天然冷源的使用限制条件。新增条文。强制条文。

用作天然冷源的水,涉及到室内空气品质和空气处理设备的使用效果和使用寿命。比如直接和空气接触的水有异味、不卫生会影响室内空气品质,水的硬度过高会加速传递热管结垢。在采

用地表水作天然冷源时,强调再利用是对资源的保护。地表水的回灌可以防止地面沉降,保护环境并不得造成污染。

6.6.4 空气冷却装置的选择。

将“水冷式表面冷却器”和“氟利昂直接蒸发式表面冷却器”合并,改为“空气冷却器”。在《采暖通风与空气调节术语标准》(GB 50155)中“空气冷却器”定义为:“在空气调节装置中,对空气进行冷却和减湿的设备。也称表面式冷却器,冷盘管。”所以,在这里“空气冷却器”应理解为已涵盖了原“水冷式表面冷却器”、“氟利昂直接蒸发式表面冷却器”以及“载冷剂空气冷却器”等。以下同。

蒸发冷却是绝热加湿过程,实现这一过程是喷水室特有的功能,是其他空气冷却处理装置所不能代替的。当用地下水、江水、湖水等作冷源时,其水温相对地说是比较高的,此时,若采用间接冷却方式处理空气,一般不易满足要求。采用直接接触冷却的双级喷水室比较容易满足要求,还可以节省水资源。

采用人工冷源时,原则上选用空气冷却器和喷水室都是可行的。由于空气冷却器具有占地面积小,水的管路简单,特别是可采用闭式水系统,可减少水泵安装数量,节省水的输送能耗,空气出口参数可调性好等原因,它得到了较其他形式的冷却器更加广泛的应用。尤其是带喷水装置的空气冷却器,其处理功能可获得进一步的改善,从而使这种空气处理装置的应用范围得到了进一步的拓宽。空气冷却器的缺点是消耗有色金属较多。因此,价格也相应地较贵。

喷水室空气处理装置具有多种热工处理功能,尤其在要求保证较严格的露点温度控制时,具有较大的优越性。因此,在纺织厂的空气调节中,喷水室空气处理方式仍占着主导地位。此外,由于其采用的是水和空气直接接触进行热、质交换的工作原理,在要求的空气出口露点温度相等情况下,其所需冷水的供水温度显然要比间接式冷却器高得多。另外,喷水室设备制造比较容易,金属材料消耗量少,造价便宜。这些都是它的优点。但是,在采用喷水室

的情况下,水系统不得不做成开式系统,回水得靠重力回水。于是,不可避免地要设置中间水箱,增加水泵,使水系统变得复杂化,既会增加输送能耗,又会加大维修工作量。所以,其应用受到一定的影响。

6.6.5 采用空气冷却器的注意事项。

空气冷却器迎风面的空气流速大小,会直接影响外表面的放热系数。据测定,当风速在 $1.5 \sim 3.0 \text{ m/s}$ 范围内,风速每增加 0.5 m/s ,相应的放热系数的递增率在 10% 左右。但是,考虑到提高风速不仅会使空气侧的阻力增加,而且会把凝结水吹走,增加带水量。所以,一般当质量流速大于 $3.0 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时,应设挡水板。在采用带喷水装置的空气冷却器情况下,一般都应当装设挡水板。

6.6.6 制冷剂直接膨胀式空气冷却器的蒸发温度。

之所以将原规范中的“直接蒸发”改为“直接膨胀”,是考虑到“直接蒸发”这一术语已经在第 6.6.2 条关于空气冷却方式的表述中得到了适当的采用,不应再把它用在别处,以免混淆。在很多外文资料中对应的英文是“direct-expansion”(DX)或“dry-expansion”。而“direct evaporative cooling”是指空气与水直接接触,因水的蒸发而得以冷却的“直接蒸发冷却”。而“干式蒸发”在《采暖通风与空气调节术语标准》(GB 50155)中第 6.4.22 条已有“干式蒸发器”的术语,其定义为:“冷水在壳体内流动,制冷剂在管内全部蒸发的蒸发器”。不过那指的是水冷却器,与“dry-expansion”意义不符。因此,本次修订将原规范中的“直接蒸发”改为“直接膨胀”。

制冷剂蒸发温度与空气出口干球温度之差,和冷却器的单位负荷、冷却器结构形式、蒸发温度的高低、空气质量流速和制冷剂中的含油量大小等因素有关。根据国内空气冷却器产品设计中采用的单位负荷值、管内壁的制冷剂换热系数和冷却器肋化系数的大小,可以算出制冷剂蒸发温度应比空气的出口干球温度至少低

3.5℃。这一温差值也可以说是在技术上可能达到的最小值。目前,国产蒸发器的这一温差值,实测为8~10℃。随着今后蒸发器在结构设计上的改进,这一温差值必将会有所降低。

系统的设计冷负荷很大时,若蒸发温度过低,则在低负荷的情况下,由于冷却器的冷却能力明显大于系统实时所需的供冷量,冷却器表面易于结霜,影响制冷机的正常运行。因此,在设计上应采取防止表面结霜的措施。

6.6.7 采用空气冷却器的原则。

“冷水”改为“冷媒”,意在表示,其可涵盖的不仅有冷水,还可能会有其他载冷剂,如乙烯乙二醇水溶液等。

规定空气冷却器的冷媒进口温度应比空气的出口干球温度至少低3.5℃,是从保证空气冷却器有一定的热质交换能力提出来的。在空气冷却器中,空气与冷媒的流动方向主要为逆交叉流。一般认为,冷却器的排数大于或等于4排时,可将逆交叉流看成逆流。按逆流理论推导,空气的终温是逐渐趋近冷媒初温。

冷媒温升原规范规定为2.5~6.5℃,现改为5~10℃。这是从减小流量,降低输送能耗的经济角度考虑确定的。

流速原规范规定为0.6~1.8m/s,现改为0.6~1.5m/s。据实测,冷水流速在2m/s以上时,空气冷却器的传热系数 K 值几乎没有什么变化,但却增加了供水的电能消耗。冷水流速只有在1.5m/s以下时, K 值才会随冷水流速的提高而增加。其主要原因是水侧热阻对冷却器换热的总热阻影响不大。加大水侧放热系数, K 值并不会得到多大提高。所以,从冷却器传热效果和水流阻力两者综合考虑,冷水流速以取0.6~1.5m/s为宜。

6.6.8 制冷剂直接膨胀式空气冷却器的制冷剂。强制条文。

对原规范条文的文字做了适当的调整,并删去“如无特殊情况,不得用盐水作冷媒”。因为如今虽然很少有采用盐水作冷媒的情况,但采用乙烯乙二醇水溶液作冷媒的情况却日渐增多。

为防止氨制冷剂外漏时,经送风机直接将氨送至空气调节区,

危害人体或造成其他事故,所以采用制冷剂干式蒸发空气冷却器时,不得用氨作制冷剂。

6.6.9 喷水室。

冷水温升主要取决于水气比。在相同条件下,水气比越大,冷水温升越小。水气比取大了,由于冷水温升小,冷水系统的水泵容量就需相应增大,水的输送能耗也会增大。这显然是不经济的。根据经验总结,采用人工冷源时,冷水温升取 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 为宜;采用天然冷源时,应根据当地的实际水温情况,通过计算确定。

6.6.10 挡水板的过水量。

挡水板后气流中的带水现象,会引起空气调节区的湿度增大。要消除带水量的影响,则需额外降低喷水室内的机器露点温度,但这样,耗冷量会随之增加。实际运行经验表明,当带水量为 0.7g/kg 时,机器露点温度需相应降低 1°C ,这将导致耗冷量的显著增大。因此,在设计计算中,考虑带水量的影响,是一个很重要的问题。

挡水板的过水量大小与挡水板的材料、形式、折角、折数、间距、喷水室截面的空气流速以及喷嘴压力等有关。许多单位对挡水板过水量做过测定,但因具体条件不同,也略有差异。因此,设计时可根据具体情况参照有关的设计手册确定。

6.6.11 空气调节系统的热媒及加热器选型。

取消原条文中有关蒸汽热媒的有关内容。

合理地选用空气调节系统的热媒是为了满足空气调节控制精确度和稳定性要求。对于室内温度要求控制的允许波动范围等于或大于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 的场合,采用其他热媒,也是可以满足要求的。

6.6.12 过滤器的选择。

空气调节区一般都有一定的清洁要求,因此,送入室内的空气都应通过必要的过滤处理。另一方面,为防止空气冷却器表面积尘后,严重影响热湿交换性能,进入的空气也需预先进行过滤处理。

对于清洁度没有特别要求的空气调节区,只需对空气进行一般的过滤处理,设置一道粗效过滤器即可。粗效过滤器主要用于过滤 $10\sim 100\mu\text{m}$ 的灰尘;在个别情况下当要求控制空气中含尘粒度不大于 $10\mu\text{m}$ 时,可再增设一道中效过滤器,中效过滤器可过滤 $1\sim 10\mu\text{m}$ 的灰尘。

过滤器的滤料应选用效率高、阻力低和容尘量大的材料。

过滤器的阻力会随着积尘量的增大而增大。为防止因系统阻力增加而风量减少,过滤器的阻力,应按过滤器的终阻力计算。

6.6.13 恒温恒湿空气调节系统。新增条文。

对相对湿度有上限控制要求的空气调节工程,现在越来越多。这类工程虽然只要求全年室内相对湿度不超过某一限度,比如 60%,并不要求对相对湿度进行严格控制,但实际设计中对夏季的空气处理过程,却往往不得不采取与恒温恒湿型空气调节系统相类似的做法。所以,在这里有必要特别提出,并把它们归并在一起讨论。

过去对恒温恒湿型或对相对湿度有上限控制要求的空气调节系统,几乎都是千篇一律地采用新风和回风先混合,然后经降温去湿处理,实行露点温度控制加再热式控制。这必然会带来大量的冷热抵消,导致能量的大量浪费。新的条文旨在从根本上改变这种状态。近年来不少新建集成电路洁净厂房的恒温恒湿空气调节系统采用新的空气处理方式,成功地取消了再热,而相对湿度的控制允许波动范围可达 $\pm 5\%$ 。这表明新条文的规定是必要的、现实的。

本条文的规定不仅旨在避免采用上述耗能的再热方式,而且也意在限制采用一般二次回风或旁通方式。因采用一般二次回风或旁通,尽管理论上说可起到减轻由于再热引起的冷热抵消的效应,但经实践证明,其控制难以实现,很少有成功的实例。这里所提倡的实质上是采取简易的解耦手段,把温度和相对湿度的控制分开进行。譬如,采用单独的新风处理机组专门对新风空气中的

湿负荷进行处理,使之一直处理到相应于室内要求参数的露点温度,然后再与回风相混合,经干冷,降温到所需的送风温度即可。再如,采用带除湿转轮的新风处理机组也能达到与上述做法类似的效果。这一系统的组成、空气处理过程、自动控制原理及其相应的夏季空气焓湿图见图 2 和图 3。

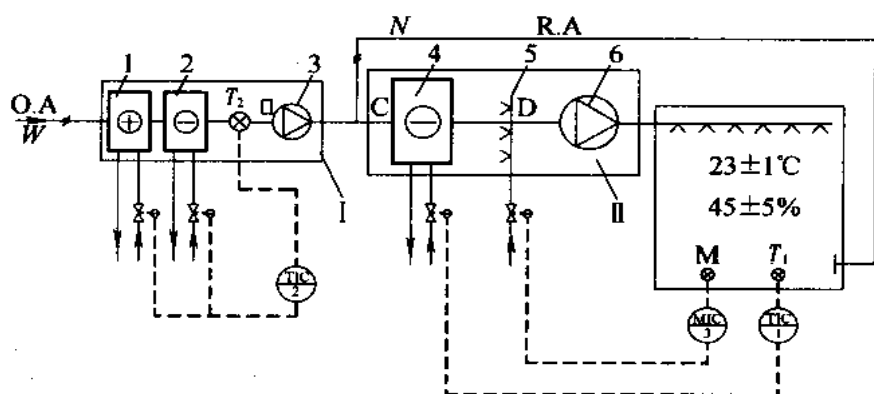


图 2 中大型精密恒温恒湿空调系统的空气热湿处理和自控原理

I—新风处理机组; II—主空气处理机组

1—新风预加热器; 2—新风空气冷却器; 3—新风风机;

4—空气干冷冷却器; 5—加湿器; 6—送风机

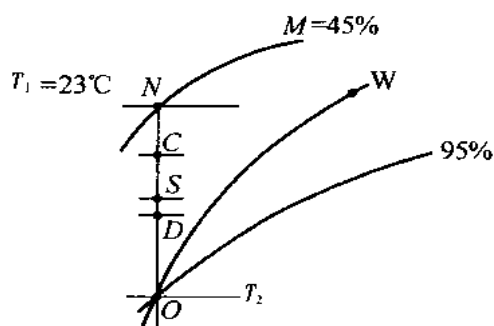


图 3 相应系统的夏季空气处理焓湿图

条文中所用的“一般”限定词,是指三种常见情况:一是恒温恒湿系统并非直流式系统或新风量比例并不很大的情况;二是指当室内除少量工作人员呼吸产生的湿负荷,以至在工程计算中可以

略而不计外,并无其他诸如敞开的水槽之类显著散湿设备的情况;三是指对室内相对湿度控制允许波动范围不是特别严格,如果允许偏差等于或大于5%时。

如果系统是直流式系统或新风量比例很大,那么,新风空气经过处理后与回风空气混合后的温度有可能低于所需的送风温度。在这种情况下再热便成为不可避免,否则,相对湿度便会控制不住。

至于当相对湿度控制允许波动范围很小,比如 $\pm 2\% \sim 3\%$ 时,情况可能会不同。因为在所述的空气调节控制系统中,夏季湿度控制环节采用的恒定露点温度控制,对室内相对湿度参数而言,终究还是低级别的开环性质的控制。

至于条文中的“中、大型”限定词,则是从实际出发,把小型系统视作例外。这是因为:

1 再热损失也即冷热抵消量的多少与送风量的大小也即系统的大小成正比例关系。系统规模越大,改进节能的潜力越大。小型系统规模小,即使用再热,有一些冷热抵消,数量有限。

2 小型系统常采用整体式恒温恒湿机组,使用方便、占地面积小,在实用中确实有一定的优势,因此不应限制使用。况且对于小型系统,如果再另外加设一套新风处理机组,也不现实。

这里“中大型”意在定位于通常高度为3m左右,面积在 300m^2 以上的恒温恒湿空气调节区对象。对于这类对象适用的恒温恒湿机组的容量大致为:风量 $10000\text{m}^3/\text{h}$,冷量约56kW。现在也有将恒温恒湿机组越做越大的现象。这是不节能、不经济、不合理的。因为:

(1)恒温恒湿机本身难以对温度和相对湿度实现解耦控制,难以避免因再热而引起大量的冷热抵消;

(2)系统容量大,其因冷热抵消而引起的能耗量更会令人难以容忍;

(3)其冬季运行全靠电加热供暖,与电炉取暖并无不同。系统容量大,这种能源不能优质优用的损失也必然随着增大。

7 空气调节冷热源

7.1 一般规定

7.1.1 选择空气调节冷热源的总原则。

冷热源设计方案一直是需要供冷、供热空气调节设计的首要难题,根据中国当前各城市供电、供热、供气的不同情况,空气调节冷热源及设备的选择可以有以下几种方案组合:

- (1)电制冷、城市或小区热网(蒸汽、热水)供热;
- (2)电制冷、人工煤气或天然气供热;
- (3)电制冷、燃油炉供热;
- (4)电制冷、电热水机(炉)供热;
- (5)空气源热泵、水源(地源)热泵冷(热)水机组供冷、供热;
- (6)直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组供冷、供热;
- (7)蒸汽(热水)溴化锂吸收式冷水机组供冷、城市或小区蒸汽(热水)热网供热。

如何选定合理的冷热源组合方案,达到技术经济最优化,是比较困难的。因为国内各城市能源结构、价格均不相同,经济实力也存在较大差异,还受到环保和消防等多方面的制约。以上各种因素并非固定不变,而是在不断发展和变化。近些年来由于供电紧缺使直燃机销量上升或因为供电充裕、油价上涨又使直燃机销量下跌的情况,都说明了冷热源的选择与能源、经济是密切相关的。一个大、中型工程项目一般有几年建设周期,在这期间随着能源市场的变化而更改原来的冷热源方案也完全可能。在初步设计时应有所考虑,以免措手不及。

1 具有城市、区域供热或工厂余热时,应优先采用。这是国家能源政策、节能标准一贯的指导方针。发展城市热源是我国城

市供热的基本政策,北方城市发展较快,夏热冬冷地区的部分城市已在规划中,有的已在逐步实施。我国工矿企业余热资源潜力很大,化工、建材企业在生产过程中也产生大量余热,这些余热都可能转化为供冷供热的热源,从而减少重复建设,节约一次能源。

2 1996年建设部在《市政公用事业节能技术政策》中提出发展城市燃气事业,搞好城市燃气发展规划、贯彻多种气源、合理利用能源的方针。目前,除城市煤气发展较快以外,西部天然气迅速开发,西气东输工程已在实施,输气管起自新疆塔里木的轮南地区,途经甘肃、宁夏、山西、河南、安徽、江苏、上海等地,2004年贯通,可稳定供气30年。四川天然气也将往东敷设管道,2004年送气到湖北、湖南等地。同时,中俄将共设管道引进俄国天然气,深圳正在建设液化天然气码头,用于广东南部地区。

天然气燃烧转化效率高、污染少是较好的清洁能源,而且可以通过管道长距离输送,这些优点正是其他发达国家迅速发展的主要原因。用于空气调节冷热源关键在于气源成本,推广采用燃气型直燃机或燃气锅炉具有如下优点:

- (1)有利于环境质量的改善;
- (2)解决燃气季节调峰;
- (3)平衡电力负荷;
- (4)提高能源利用率。

3 在没有任何城市热源和气源的地区,空气调节冷热源可在压缩式和燃油吸收式机组中通过技术经济比较后确定。

4 当具有电、城市供热、天然气、城市煤气、油等其中两种以上能源时,为提高一次能源利用率及热效率,可按冷热负荷要求采用几种能源合理搭配作为空气调节冷热源。如电+气(天然气、人工煤气)、电+蒸汽、电+油等。实际上很多工程都通过技术经济比较后采用了这种复合能源方式,取得了较好的经济效益。城市的能源结构应该是电力、热、燃气同时发展并存,同样,空气调节也应适应城市的多元化能源结构,用能源的峰谷、季节差价进行设备

选型,提高能源的一次能效,使用户得到实惠。

5 根据多年设计运行的实践,空气源热泵在夏热冬冷地区得到较好的应用,在写字楼、银行、商店等以日间使用为主的建筑中应用广泛,如上海约占高层建筑的 25%,武汉、南京等地也大量采用,其原因如下:

(1)我国夏热冬冷地区一般无城市热源;

(2)空气源热泵冷热量比例较适合该地区建筑物的冷热负荷,不会因为冷热负荷比例不当而导致机组的不适当选型;

(3)该地区冬季相对湿度较高,为避免夜间低温高湿造成热泵机组化霜停机的影响,所以用于以日间使用为主的建筑;

(4)机组安装方便,不占机房面积,管理维护简单,更适合于城区建筑。

必须指出:由于热泵机组价格较高,耗电较多,采用时应进行全方位比较,一般适用于中小建筑。

6 水源热泵是一种以低位热能做能源的中小型热泵机组,具有以下优点:

(1)可利用地下水、江、河、湖水或工业余热作为热源,供采暖和空气调节系统用,采暖运行时的性能系数(COP)一般大于 4,节能效果明显;

(2)与电制冷中央空气调节相比,投资相近;

(3)调节、运转灵活方便,便于管理和计量收费。

7 水环热泵系统是利用水源热泵机组进行供冷和供热的系统形式之一,20 世纪 60 年代首先由美国提出,国内从 20 世纪 90 年代开始,已在一些工程中采用。系统按负荷特性在各房间或区域分散布置水源热泵机组,根据房间各自的需要,控制机组制冷或制热,将房间余热传向水侧换热器(冷凝器)或从水侧吸收热量(蒸发器);以双管封闭式循环水系统将水侧换热器连接成并联环路,以辅助加热和排热设备供给系统热量的不足和排除多余热量。

水环热泵系统的主要优点是:机组分散布置,减少风道占据的

空间,设计施工简便灵活、便于独立调节;能进行制冷工况和制热工况机组之间的热回收,节能效益明显;比空气源热泵机组效率高,受室外环境温度的影响小。因此,推荐(宜)在全年空气调节且同时需要供热和供冷的建筑物内使用。

水环热泵系统没有新风补给功能,需设单独的新风系统,且不易大量使用新风;压缩机分散布置在室内,维修、消除噪声、空气净化、加湿等也较集中式空气调节复杂。因此,应经过经济技术比较后采用。

水环热泵系统的节能潜力主要表现在冬季供热时。有研究表明,由于水源热泵机组夏季制冷 COP 值比集中式空气调节的冷水机组低,冬暖夏热的我国南方地区(例如福建、广东等)使用水环热泵系统,比集中式空气调节反而不节能。因此,上述地区不宜采用。

8 蓄冷(热)空气调节系统近几年在中国发展较快,其意义在于可均衡当前的用电负荷,缩小峰谷用电差,减少电厂投资,提高发电输配电效率,对国家和电力部门具有重要的意义和经济效益。对用户来说,有多大的实惠,主要看当地供电部门能够给出的优惠政策,包括分时电价和奖励。经过几年国内较多工程实践说明,双工况螺杆主机和蓄冷设备的质量一般都较好,在设计上关键是搞好系统设计和系统控制以及合理的设备选型。经过技术经济论证,当用户能在可以接受的年份内回收所增加的初投资时,宜采用蓄冷(热)空气调节系统。

7.1.2 采用电锅炉、电热水器的原则。新增条文。

电锅炉、电热水器采用高品位的电能,热效率又低、运行费用又高,用于空气调节热源是不合适的。这在国家现行标准《旅游旅馆建筑热工与空气调节节能设计标准》(GB 50189)中以及较多的设计技术措施中早有规定。在 20 世纪 90 年代全国供电紧张时,国家电力局也曾发文严禁采用电锅炉的使用。

近几年来,随着我国电力建设的快速发展、经济结构调整和人

民生活质量的提高,各地用电结构发生了很大的变化,高峰需求增加,低谷电大量减少,电网峰谷差加大,负荷逐年下降,电网运行日趋困难,资源利用不合理,为此国家电力公司发文推广蓄热式电热锅炉的应用。一些省市的经贸委、环保局、电力公司也联合发文推广应用电热锅炉,鼓励电热消费,并给予优惠,如免收供配电贴费并实行分时电价等政策。

由于供电政策及环保等因素,电热锅炉的采用日趋增多,全国已有数百台电锅炉在设计、安装或运行中。上海被调查的 200 幢高层建筑中约占 21%,北京、杭州、武汉等城市也在逐渐增多,如武汉会展中心(12 万 m^2)、图书城(11 万 m^2)等都采用了冰蓄冷和全蓄热。利用低谷电蓄热必然采用电锅炉,由于电力公司给予了较优惠的政策,对没有集中热源的武汉,既起到移峰填谷的作用,也没有污染,业主得到了实惠。

考虑到当前电力供应的实际情况及以前对电锅炉的限制使用,本条对采用电锅炉供热做了限制使用的规定。虽然当前电力有些富裕,但合理利用能源,提高能源利用率,节约能源还是我国的基本国策。

应该指出电锅炉的使用费是很高的,以武汉 2000 年电价为例,日间使用时,用平价电的费用比油锅炉高一倍,高峰时电价还要贵,晚间用低谷价的费用是油锅炉的 85%。所以电锅炉在日间使用是不经济、不合理的。

符合 2、3 款时采用电锅炉,也应做详细的技术、经济比较后确定。

7.1.3 热、电、冷联产与建筑群集中供冷、供热。新增条文。

《中华人民共和国节约能源法》中明确提出:推广热电联产、集中供热,提高热电机组的利用率,发展热能梯级利用技术,热、电、冷联产技术和热、电、煤气三联技术,提高热源综合利用率。

我国有 50 多万台中小型工业锅炉,平均运行热效率仅 50% 左右,浪费能源,污染环境。热电联产集中供热的运行效率一般在

80%以上。同样是集中供热,逐步淘汰低效的、分散的中、小型锅炉,实现热电联产是提高供热效率的根本出路。同样,我国各大城市商业密集区的建筑都各自设制冷站、设备闲置率高、效率低、管理落后、造成极大的浪费。

热电冷联产就是利用现有的热电系统发展供热、供电和供冷为一体的能源综合利用系统。冬季用热电厂的热源供热,夏季采用溴化锂吸收式冷水机组供冷,可使热电厂冬夏负荷平衡,高效经济运行。

国外在上世纪末大力发展区域供冷、供热系统,这有利于对能源的高效利用,并可减少用户的初投资和管理开支,值得注意。但是,实施这项工程要统筹安排与规划,并需相当的经济实力。所以条文提出“有条件时……”的用语。

因此,具有热电条件的商业或公共建筑群,应积极创造条件实施热、电联产或热、电、冷联产系统。

7.1.4 分散设置整体或分体式空气调节机的原则。新增条文。

本条指出某些需空气调节的建筑或房间,采用分散设置的空气调节机比设集中空气调节更经济合理的几种情况。风冷小型空气调节机组品种繁多,有单冷(热泵)空气调节机组、冷(热)水机组等。当台数较多且室外机难以布置时,也可采用水冷型机组,但需设置冷却塔,在冷却水管的设置及运行管理上都比较麻烦,因此,较少采用。蒸发冷却式机组采用蒸发式冷凝器,制冷性能系数比风冷式高,节能性好。目前际高制冷空调设备有限公司开发生产的蒸发冷却式机组,是一种小型冷水机组。其系列产品中制冷性能系数(COP)最高的可达到 3.85,比现行国家标准《蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组户用或类似用途的冷水(热泵)机组》(GB/T 18430.2)中的 COP 规定值高出近 40%,节能效果显著,对于高档、大户型多室住宅或商住楼较为适用。

7.1.5 总装机容量问题。强制条文。

对装机容量问题,1990 年在编制《游旅馆建筑热工与空气调

节节能设计标准》(GB 50189)时,曾进行过详细的调查和测试。结果表明:制冷设备装机容量普遍选大,这些大马拉小车或机组闲置的情况,浪费了冷暖设备和变配电设备和大量资金。事隔十年,对国内空气调节工程的总结和运转实践说明,装机容量偏大的现象虽有所好转,但在一些工程中仍有存在,主要原因是:

- 1 负荷计算方法不够准确;
- 2 不切实际地套用负荷指标;
- 3 设备选型的附加系数过大。

为此本条规定冷暖设备选择应以正确的负荷计算为准。不附加设备选型系数的理由是:当前设备性能质量大大提高,冷热量均能达到产品样本所列数值。另外,管道保温材料性能好、构造完善,冷、热损失较少。

目前采用的计算方法虽然比较科学、完善,但其结果和运转实践仍有一定的偏离,一般均可补足上述较少的冷、热损失。

上述情况是针对单幢建筑的系统而言。对于管线较长的小区管网,应按具体情况确定。

7.1.6 机组台数选择。

机组台数的选择应按工程大小、负荷运行规律而定,一般不宜少于2台;大工程台数也不宜过多。为保证运转的安全可靠性,小型工程选用一台机组时应选择多台压缩机分路联控的机组即多头联控型机组。虽然目前冷水机组质量都比较好,有的公司承诺几万小时或10年不大修,但电控及零部件故障是难以避免的。

7.1.7 关于电动压缩式机组制冷剂的选择。新增条文。强制条文。

1991年我国政府签署了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔协议书》伦敦修正案,成为按该协议书第五条第一款行事的缔约国。我国编制的《中国消耗臭氧层物质逐步淘汰国家方案》由国务院批准。该方案规定,对臭氧层有破坏作用的CFC-11、CFC-12制冷剂最终禁用时间为2010年1月1日。对于当前广泛用于空气调节

制冷设备的 HCFC-22 以及 HCFC-123 制冷剂,则按国际公约的规定执行。我国的禁用年限为 2040 年。

目前,在中国市场上供货的合资、进口及国产压缩式机组已没有采用 CFCs 制冷剂。HCFC-22 属过渡制冷剂,至今全球都在寻求替代物,但还没有理想的结论。压缩式冷水机组的使用年限较长,一般在 20 年以上,当选用过渡制冷剂时应考虑禁用年限。

7.2 电动压缩式冷水机组

7.2.1 水冷式冷水机组制冷量范围划分。新增条文。

本条对目前生产的水冷式冷水机组的单机制冷量做了大致的划分,提供选型时的参考。

1 表中对几种机型制冷范围的划分,主要是推荐采用较高性能系数的机组,以实现节能。

2 往复式和螺杆式、螺杆式和离心式之间有制冷量相近的型号,可经过性能价格比,选择合适的机型。

7.2.2 水冷、风冷式冷水机组的选型原则。新增条文。

冷水机组名义工况制冷性能系数(COP)是指在表 6 温度条件下,机组以同一单位标准的制冷量除以总输入电功率的比值。

表 6 名义工况时的温度条件

机组形式	进水温度(℃)	出水温度(℃)	冷却水进水温度(℃)	空气干球温度(℃)
水冷式	12	7	30	—
风冷式	12	7	—	35

本条提出在机组选型时,除考虑满负荷运行时性能系数外,还应考虑部分负荷时的性能系数。实践证明,冷水机组满负荷运行率极少,大部分时间是在部分负荷下运行。因此部分负荷时的性能系数更能体现机组的性能优势。

7.2.3 氨制冷机做空气调节的设计原则。新增条文。

氨作为制冷剂具有良好的热物性,标准沸腾温度低

(-33.4°C),单位容积制冷量大,价格低廉,但是氨有毒性和潜在的爆炸危险,所以在使用上特别是在民用建筑中受到了限制。在我国也仅用于冷库和工业建筑上,但氨对环境无害,它的臭氧层消耗潜能(ODP)和全球变暖潜能(GWP)均为零,是一种极好的环保型制冷剂,是 R11、R12 以及过渡替代制冷剂 R22、R123a 和 R134a 无法相比的。为此,世界制冷工程界对氨的扩大使用正在研究之中,主要解决将氨致命缺点的影响降低以及安全保护措施。只有解决了上述安全问题,氨制冷机才能在民用建筑中使用。所以,当前只有在已经使用氨制冷的冷库中需空气调节的房间可采用氨冷水机组为冷源。必须满足本条所规定的两个条件。

7.2.4 氨制冷的安全措施。

目前我国还没有生产整体式氨冷水机组,国外有这类产品,如果有特殊情况采用这种机型时,必须满足本条的规定,主要目的也是为了安全。

7.3 热 泵

7.3.1 空气源热泵冷(热)水机组选型原则。新增条文。

本条提出选用空气源热泵冷(热)水机组时应注意的问题:

1 空气源热泵机组的耗电量较大,价格也高,选型时应优选机组性能系数较高的产品,以降低投资和运行成本。此外,先进科学的融霜技术是机组冬季运行的可靠保障。机组冬季运行时,换热盘管温度低于露点温度时,表面产生冷凝水,冷凝水低于 0°C 就会结霜,严重时就会堵塞盘管,明显降低机组效率,为此必须除霜。除霜方法有多种,包括原始的定时控制、温度传感器控制和近几年发展的智能控制,最佳的除霜控制应是判断正确,除霜时间短,做到完美是很难的。设计选型时应进一步了解机组的除霜方式、通过比较判断后确定。

2 机组多数安装在屋面,应考虑机组噪声对周边建筑环境的影响,尤其是夜间运行,若噪声超标不但会遭到投诉,还会被勒令

停止运行。

3 在北方寒冷地区采用空气源热泵机组是否合适,根据一些文献分析和对北京、西安、郑州等地实际使用单位的调查。归纳意见如下:

(1) 日间使用,对室温要求不太高的建筑可以采用;

(2) 室外计算温度低于 -10°C 的地区,不宜采用;

(3) 当室外温度低于空气源热泵平衡点温度(即空气源热泵供热量等于建筑耗热量时的室外计算温度)时,应设置辅助热源。在辅助热源使用后,应注意防止冷凝温度和蒸发温度超出机组的使用范围。

以上仅从技术角度指出了空气源热泵在寒冷地区的使用,设计时还需从经济角度全面分析。在有集中供热的地区,就不宜采用。

国外一些公司已推出适用于低温环境($-10\sim-15^{\circ}\text{C}$)运行的机组,为在寒冷地区推广应用空气源热泵创造了条件。同时,空气源热泵还可以拓宽现有的应用途径,例如和水源热泵串联应用,为低温热水辐射采暖系统提供热源等等。

我国幅员辽阔、气温差异较大,对空气源热泵的应用应按可靠性与经济性为原则因地制宜地结合当地的综合条件而确定。

7.3.2 空气源热泵冷(热)水机组制热量计算。新增条文。

热泵制热量的标准工况是按干球温度 7°C 、湿球温度 6°C 制定的。在相同出水温度的情况下,热泵机组的制热量随空气干球温度的降低而减小。不同温度和相对湿度对工况下的实际制热量修正系数在各品牌的热泵样本中已列出,选型时应按所在地区空气调节室外计算温度选取。在产品样本中,热泵的制热量仅是瞬时热量。当盘管表面温度低于 0°C 时,盘管上的凝结水就会结霜、结冰、机组效率迅速下降,达到规定限度时,进行一个融霜循环。机组融霜过程中,停止供热,水温已经下降,这期间机组又从水系统中吸收热量用于除霜,又进一步降低水温。一般除霜周期为3min,等于停机6min,即为1/10h,所以一次除霜时机组应乘以

0.9的系数。

7.3.3 水源热泵设计选型时应注意的原则。新增条文。

水源热泵空气调节系统的应用在北美及北欧等国家已相当普遍与成熟,但我国还处于起步阶段。虽然已有一些工程在使用,据调查,存在不少问题,原因在于搞好水源热泵空气调节系统设计不完全取决于设备的质量与系统的设计,更关键的是要水文地质资料的正确性,机组运行时水源的可靠性与稳定性。

1 在工程方案设计时,通常可假设所使用的水源温度计算出机组所需的总水量,然后进行技术经济比较。在确定采用水源热泵系统后,应按以下步骤进行:用地下水为水源时,应首先在工程所在地盘完成试验井、测出水量、水温及水质资料,然后按工程冷、热负荷及所选的机组性能、板换的设计温差确定需要水源的总水流量,最后决定地下井的数量和位置。采用地表水时,还应注意冬夏水温的变化及水位涨落的变化。

2 充足稳定的水量、合适的水温、合格的水质是水源热泵系统正常运行的重要因素。机组冬、夏季运行时对水源温度的要求不同,一般冬季不宜低于 10°C 、夏季不宜高于 30°C ,采用地表水时应特别注意。有些机组在冬季可采用低于 10°C 的水源,但使用时应进行技术经济比较。关于水质,在目前还未设有机组产品标准的情况下,可参照下列要求: pH 值为 $6.5\sim 8.5$, CaO 含量 $<200\text{mg/L}$,矿化度 $<3\text{g/L}$, $\text{Cl}^{-}<100\text{mg/L}$, $\text{SO}_4^{2-}<200\text{mg/L}$, $\text{Fe}^{2+}<1\text{mg/L}$, $\text{H}_2\text{S}<0.5\text{mg/L}$,含砂量 $<1/200000$ 。

3 水源的供给分直接供水和间接供水(即通过板式换热器换热)。采用间接供水,可保证机组不受水源水质不好的影响,减少维修费用和延长使用寿命,尤其是采用小型分散式系统时,必须采用间接式供水。当采用大、中型机组,集中设置在机房时,可视水源水质情况确定。如果水质符合标准,不需采取处理措施时,可采用直接供水。

7.3.4 水源热泵使用水资源的要求。新增条文。强制条文。

关于采用地下水,国家早有严格的规定,除《中华人民共和国水法》、《城市地下水开发利用保护管理规定》等法规外,2000年国务院发布了《要求加强城市供水节水和水污染防治工作的通知》,要求加强地下水资源开发利用的统一管理;保护地下水资源,防止因抽水造成地面下沉,应采取人工回灌工程等。由于几十年的大范围抽取地下水,对水资源管理不规范,回灌技术差,已造成我国地下水资源严重破坏。因此,在设计时,应把回灌措施视为重点工程,这项工作不做好,有朝一日,采用地下水的水源热泵也就会在国内寿终正寝。

7.3.5 地下埋管换热器和地表水盘管换热器时的设计要素。新增条文。

地下埋管换热器的水源热泵,因为节能、对建筑环境热污染和噪声污染小,所以在欧美国家受到重视并作为研究重点。这种系统避免了地下水、地表水系统所必须的水质处理和设置板式换热器以及回灌等一系列装置。

一般设计方法为先根据建筑周边土地确定布置方案,地下埋管换热器可以为立式(U形单、双管,并联或串联)和卧式(单、双管和四管),然后计算流量、管径和长度。

这种系统的设计和计算是比较复杂的,土壤的热物性(密度、含水率、空隙比、饱和度、比热容、导热系数等)是设计的基本参数。土壤传热特性、温度及其变化、冻结与解冻规律等是计算的重要依据。这些数据可通过计算和测试解决。在美国已有较系统完整的设计手册、计算方法及计算机软件、还有各城市地下土壤温度选择数据,使地下埋管换热器的设计和计算既方便又准确。我国对这一新技术还处于开发研究阶段,当前设计上还缺乏可靠的土壤热物性有关数据和正确的计算方法。在工程实施中宜由小型建筑起步,不断总结完善设计与施工的经验。

关于地表水换热器就是在水体中放入盘管的闭式环路水源热泵系统,在国内还未应用过,投资比开式系统要高,设计计算的关

键是掌握水体不同深度全年温度的变化曲线。

地下埋管换热器和水下盘管换热器一般采用高密度聚乙烯管和聚丁烯管。

7.3.6 水环热泵空气调节系统的设计要求。新增条文。

1 循环水的温度范围,是根据热泵机组的正常工作范围、冷却塔的处理能力和使用板式换热器时的水温升确定的。为使水温保持在这个范围内,需设置温度控制装置,用水温控制辅助加热装置和排热装置的运行。

2 由于热泵机组换热器对循环水水质有较高的要求,一般不允许直接采用与大气直接接触的开式冷却塔。采用闭式冷却塔能够保证水质且系统简单,但价格较高(为开式冷却塔的 2~3 倍)、重量较大(为开式冷却塔的 4 倍左右),我国目前产品较少;采用换热器和开式冷却塔的系統,也可以保证流经热泵机组的水质,但多一套循环水系统,系統较复杂且增加了水泵能耗;因此需经技术经济比较后确定循环水系统方案,一般认为系統较小时可采用闭式冷却塔。

3 水环热泵空气调节系统的最大优势是冬季可减少热源供热量,但要考虑白天和夜间等不同时段的需热和余热之间的热平衡关系,经分析计算确定其数值。

7.4 溴化锂吸收式机组

7.4.1 溴化锂吸收式机组的选型。新增条文。

采用饱和水蒸气和热水为热源的溴化锂吸收式冷水机组有单效机组、双效机组和热水机组三种形式,其蒸汽单、双效机组的蒸汽耗量指标见本规范第 7.4.3 条。

7.4.2 直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组的燃料选择。新增条文。

天然气是直燃机的最佳能源,在无天然气的地区宜采用人工煤气或液化石油气。用油时,目前都采用 0 号轻柴油而不用重柴

油,因为重柴油黏度大,必须加热输送。在温暖地区可在重柴油中加入 20%~40%轻柴油,输送时可不加热。重柴油对设计、管理都带来不便,因此不宜采用。

7.4.3 溴化锂吸收式机组名义工况下的性能参数。新增条文。

设计选择溴化锂吸收式机组时,其性能参数应符合国家标准《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》(GB/T 18431)和《直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组》(GB/T 18362)的规定值,见表 7。

表 7 溴化锂吸收式冷(温)水机组的性能参数

机型	名义工况		性能参数			
	冷(温)水进 出口温度(℃)	冷却水进 出口温度(℃)	蒸汽压力 (MPa)	单位制冷量蒸汽耗量 kg/(kW·h)	性能系数	
					制冷	供热
蒸汽单效	12~7	30~35	0.1	2.35	—	—
蒸汽双效	18~13	30~35	0.25	1.40	—	—
			0.4		—	—
	12~7		0.6	1.31	—	—
			0.8	1.28	—	—
直燃	12~7	30~35	—	—	≥1.10	—
	出口 60		—	—	—	≥0.90

注:直燃机的性能系数为:制冷量(供热量)/加热源消耗量(以低位热值计)+电力消耗量。

从表 7 中可见,双效机组的耗汽量比单效少很多。目前,国内主要生产厂家提供的产品均为双效机组。而热水机组也仅是单效机组,单效机组存在体积大、效率低的缺点,所以一般采用较少,如果有合适的废汽余热时,也可采用单效机组。

7.4.4 选用直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组的原则。新增条文。

直燃机组的供热量一般为供冷量的 80%(按各生产厂及型号不同大致在 75%~85%),这是标准的配置,也是较经济合理的配置,选择标准型当然是最经济合理的,我国多数地区(需要供应生

活热水除外)都能满足要求。当热负荷大于机组供热量时,用加大机组型号的方法是不可取的,因为要增加投资、降低机组效率。加大高压发生器和燃烧器虽然可行,但也应有限制,否则会影响机组高、低压发生器的匹配,同样造成低效,导致能耗增加。

7.4.5 溴化锂吸收式冷(温)水机组的冷(热)量修正。

虽然近年来溴化锂吸收式机组在保持真空度、防结垢、防腐等方面采取了多方位有效措施,产品质量大为提高,但真正做好、管理好还是有一定难度的。因为溴化锂吸收式机组都是由换热器组成,结垢和腐蚀的影响很大。从某些工程运行的情况看,因结垢、腐蚀造成的冷量衰减现象仍然存在。至于如何修正,可根据水质及水处理的实际状况确定。

7.4.6 溴化锂吸收式三用直燃机的选型要求。新增条文。

三用机可以有以下几种用途:

- 1 夏季:单供冷、供冷及供生活热水。
- 2 春秋季:供生活热水。
- 3 冬季:采暖、采暖及供生活热水。

有如此多的用途,三用机受到业主的欢迎。由于在设计选型中存在一些问题,致使在实际工程使用中出现不尽如人意之处。分析原因是:

1 对供冷(温)和生活热水未进行日负荷分析与平衡,由于机组能量不足,造成不能同时满足各方面的要求。

2 未进行各季节的使用分析,造成不经济、不合理运行、效率低、能耗大。

3 在供冷(温)及生活热水系统内未设必要的控制与调节装置,管理无法优化,造成运行混乱,达不到使用要求,以致运行成本提高。

直燃机是价格昂贵的设备,尤其是三用机,要搞好合理匹配,系统控制,提高能源利用率是设计选型的关键。当难以满足生活热水供应要求、又影响供冷(温)质量时,即不符合本条和本规范第

7.4.3 条的要求时,应另设专用热水机组提供生活热水。

7.4.7 溴化锂吸收式机组的水质要求及直燃型机组的储油、供油、燃气系统的设计要求。新增条文。

吸收式机组对水质的要求较高,必须满足国家现行有关标准的要求,对热水、生活用水及冷却水都应进行处理。以防止和减少对机组换热管的结垢和腐蚀。

直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组储油、供油、燃气供应及烟道的设计,应符合国家现行标准、规范《锅炉房设计规范》(GB 50041)、《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045)、《建筑设计防火规范》(GB 50016)、《城镇燃气设计规范》(GB 50028)、《工业企业煤气安全规程》等的要求。

7.5 蓄冷、蓄热

7.5.1 蓄冷(热)空气调节系统的选择。新增条文。

不少建筑的空气调节系统都是间歇运行(一般间歇时间均在夜间)。尤其负荷量大又常发生突变的建筑,如比赛场馆、商场、剧场等。若使用常规空气调节系统,制冷机容量过大而且闲置现象严重。为了解决这个普遍存在的问题,又同时照顾到最大负荷的要求。采用蓄能空气调节系统是很好的办法,既可为电网运行削峰填谷,又可为用户节约可观的运行费。冰蓄存的冷量不但可以调节稳定供水温度,而且可以起到备用应急冷源的作用。

7.5.2 蓄冷、蓄热系统的负荷计算。新增条文。

与常规空气调节系统不同,一个蓄冷、蓄热系统,必须以一个蓄能用能周期(一般为一个典型设计日 24h 的逐时负荷)为依据,以确定各种蓄冷、蓄热方案中的制冷机、蓄能装置、加热装置、换热器、水泵等设备的容量。这就需要逐时平衡各项蓄能与供能的数量,以确保空气调节系统的逐时要求。同时,通过充分利用电网低谷时段的电力,为用户尽可能节约运行费用。

全天逐时负荷计算方法与空气调节典型设计日逐时负荷计算

方法相同,可以根据国内有关研究单位或厂家提供的负荷计算程序和能量分析程序进行计算,也可用以下估算法进行计算:

1 平均法:日总冷负荷可按式计算:

$$Q' = \sum_{i=1}^{24} q_i = n \cdot m \cdot q_{\max} = n \cdot q_p \quad (13)$$

$$Q = (1+k)Q' \quad (14)$$

式中 Q ——设备选用日总负荷(kW·h);

Q' ——设备计算日总负荷(kW·h);

q_i —— i 时刻空气调节冷负荷(kW);

q_{\max} ——设计日最大小时冷负荷(kW);

q_p ——设计日平均小时冷负荷(kW);

n ——设计日空气调节运行小时数(h);

m ——平均负荷系数,等于设计日平均小时冷负荷与最大小时冷负荷之比,宜取 0.7~0.8;

k ——考虑水泵,管道及蓄冷装置等温升引起的附加冷负荷系数,可取为 0.05~0.08。

2 系数法:以最大小时负荷为依据,乘以各逐时负荷所占的比例系数,从而计算出各逐时空气调节负荷。

7.5.3 冰蓄冷系统形式的选择。新增条文。

根据制冷机和蓄冰装置在系统中的相互关系,蓄冷系统形式,分为并联系统和串联系统。采用串联系统,取冷时载冷剂在系统中经两次换热,可以取得较大温差,节省输送能耗,如果蓄冰装置取冷温度稳定,宜将冷机置于上游,可以提高出液温度,则更为经济。

7.5.4 选择载冷剂的要求。新增条文。

蓄冰系统中常用的载冷剂是乙烯乙二醇水溶液,其浓度愈大凝固点愈低(见表 8)。一般制冰出液温度为 $-6 \sim -7^{\circ}\text{C}$,蓄冰需要其蒸发温度为 $-10 \sim -11^{\circ}\text{C}$,因此希望乙烯乙二醇水溶液的凝固温度在 $-11 \sim -14^{\circ}\text{C}$ 之间。所以常选用乙烯乙二醇水溶液体积

浓度为 25% 左右。

表 8 乙烯乙二醇水溶液浓度与相应凝固点及沸点

乙二醇	质量 (%)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	体积 (%)	0	4.4	8.9	13.6	18.1	22.9	27.7	32.6	37.5	42.5	47.5	52.7	57.8
沸点 (100.7kPa)(℃)			100	100.6	101.1	101.7	102.2	103.3	104.4	105.0	105.6	—	—	—
凝固点(℃)		0	-1.4	-3.2	-5.4	-7.8	-10.7	-14.1	-17.9	-22.3	-27.5	-33.8	-41.1	-48.3

7.5.5 乙烯乙二醇水溶液膨胀箱及其补液设备。新增条文。

乙烯乙二醇水溶液系统的溶液膨胀箱,容量计算原则与水系统中的膨胀水箱相同,存液和补液设备一般由存液箱和补液泵组成,存液箱兼做配液箱使用。补液泵扬程、存液箱容积按本规范第 6.4.11、第 6.4.12 条的有关规定计算确定。对冰球式系统尚应考虑冰球结冰后的膨胀量。

7.5.6 乙烯乙二醇水溶液管路的水力计算。新增条文。

由于乙烯乙二醇水溶液的物理特性与水不同,与水相比,其密度和黏度均较大,而热容量较小,故对一般水力计算得出的水管阻力、溶液流量均应进行修正。

7.5.7 载冷剂管路系统的设计要求。新增条文。

1 蓄冷系统的载冷剂一般选用乙烯乙二醇水溶液,遇锌会产生絮状沉淀物。

2 由载冷剂乙烯乙二醇水溶液直接进入空气调节系统末端设备时,要求空气调节水管路系统安装后确保清洁、严密,而且管材不得选用镀锌管材。

3 载冷剂乙烯乙二醇水溶液管高处,与水系统一样会有空气集存,应予以即时排除。

4 载冷剂乙烯乙二醇水溶液远比水的投资高,应随时予以收集再利用。

5 多台并联的蓄冰装置采用并联连接时设置流量平衡阀是

为了保证每台蓄冰装置流量分配均衡,从而实现均匀蓄冷和取冷。

6 开式系统应防止回液(水)倒灌,以免造成大量回液从开式槽溢流损失。可在回液上安装压力传感器,当循环泵停止运行时,压力传感器会令电动阀立即关闭,防止高处溶液下流,循环泵开始运行时,系统高处空气全部排出,压力恢复正常会令电动阀打开保证正常运行。

7 载冷剂系统中的阀门性能非常重要,它们直接影响系统中各种运行工况之间的正确转换,而且要确保在制冰工况下,防止低温溶液进入板式换热器,引起用户侧不流动的水冻结,破坏板式换热器的结构。

8 一个冰蓄冷系统,常用的运行工况有:蓄冰、蓄冰装置单独供冷、制冷机单独供冷、制冷机与蓄冰装置联合供冷等。实现工况转换宜配合自动控制。

7.5.8 蓄冰装置的蓄冷特性。新增条文。

蓄冷装置种类很多,蓄冷与取冷的机理也各不相同,因而其性能特征不同。

蓄冷特征包括两个内容,即为保证在电网的低谷时段,一般约为7~9时,完成全部冷量的蓄存,应能提供出的两个必要条件:

1 确定制冷机在制冰工况下的最低运行温度(一般为 $-4\sim-8^{\circ}\text{C}$),用以计算制冷机的运行效率。

2 根据最低运行温度及保证制冷机安全运行的原则,确定载冷剂的浓度(一般为体积浓度25%~30%)。

7.5.9 蓄冰装置的取冷特性。新增条文。

对用户及设计单位来说,蓄冰装置的取冷特性是非常重要的,因为所选蓄冰装置在融冰取冷时,冷水温度能否保持、逐时取冷量能否保证,是一个空气调节系统稳定运行的前提条件之一。所以,蓄冰装置的完整取冷特性曲线中,应能明确给出装置逐时可取出的冷量(常用取冷速率来表示和计算)及其相应的溶液温度。

对取冷速率,通常有两种定义法:

其一,取冷速率是单位时间可取出的冷量与蓄冰装置名义总蓄冷量的比值,以百分数表示(一般冰盘管式蓄冰装置,均按此种方法给出);

其二,取冷速率是某单位时间取出的冷量与该时刻蓄冰装置内实际蓄存的冷量的比值,以百分数表示(一般封装式蓄冰装置,均按此种方法给出)。

由于定义不同,在相同取冷速率时,实际上取出的冷量并不相等。因此,在选择产品时,务必首先了解清楚其定义方法。

7.5.10 设备容量的确定。附录 H 的引文。新增条文。

全负荷蓄冰系统初投资最大,占地面积大、但运行费最节省。部分负荷蓄冰系统则既减少了装机容量,又有一定蓄能效果,相应减少了运行费用。附录 H 中所指一般空气调节系统运行周期为 1 天 24h,实际工程(如教堂)使用周期可能是一周或其他。

一般产品规格和工程说明书中,常用蓄冷量纲为($RT \cdot h$)冷吨时,它与标准量纲的关系为:

$$1RT \cdot h = 3.517kW \cdot h$$

7.5.11 蓄冰和少量连续空气调节负荷。新增条文。

由于空气调节系统较小,其中少量连续空气调节负荷,不易选出合适的冷机来负担,同时考虑到整个系统的简化,因此宜选用在大系统制冰工况下,在环路中增设小循环泵取冷管路,保证少量连续空气调节负荷用冷需求。当然,制冰机出力应将之考虑在内。

7.5.12 加装基载制冷机。新增条文。

一般制冷机在制冰工况下效率比较低,连续空气调节负荷可以让冷机在空气调节工况下连续运行解决供冷,以保证制冷机的运行效率永远最高。即在系统中增设基载制冷机按空气调节工况运行来负担这部分负荷,以保证系统运行更为节能与节省运行费。当然,制冰冷机和蓄冰装置容量计算中不需考虑这部分负荷。

7.5.13 蓄冰空气调节系统供回水参数。新增条文。

1 一般封装冰或盘管式内融冰蓄冰设备提供的载冷剂温度均可达到 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$, 经过板式换热可为常规空气调节系统提供 $7\sim 12^{\circ}\text{C}$ 的冷水。

2 若空气调节系统需要的水温较低或需要大温差供水时, 蓄冰系统宜采用串联形式。载冷剂在系统中可经过两次换热, 以保证取得系统所需要的较大温差。

3 商业建筑密集的地区, 采用区域供冷更为经济、方便。

7.5.14 共晶盐相变材料蓄冷。新增条文。

作为蓄冰装置, 不论其发生相变的材料是水或其他共晶盐, 要求蓄冷和取冷特性应同样满足本规范要求。

水最适于作首选的相变材料, 但其相变结冰温度有限, 只能在 0°C 时进行, 因此要求制冷机必须在双工况下工作。制冰时蒸发器出液温度需降至 $-5\sim -8^{\circ}\text{C}$, 致使制冷效率大幅度下降。如果制冷机不便于实现双工况下工作, 而又想利用蓄冷系统, 则必须利用相变材料。为配合一般制冷机工作, 常选相变温度为 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$ 。若为特殊工艺服务, 如食品、制药等行业, 可根据要求选用不同相变温度。

7.5.15 水蓄能系统设计。新增条文。

1 为防止蒸发器内水的冻结, 一般制冷机出水温度不宜低于 4°C , 而且 4°C 水密度最大, 便于利用温度分层蓄存。通常可利用温差为 $6\sim 7^{\circ}\text{C}$, 特殊情况利用温差可达 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。

2 水池蓄冷、蓄热系统的设计, 关键是要尽量提高水池的蓄能效率, 因此, 蓄冷、蓄热水池容积不宜过小, 以免传热损失所占比例过大, 并应尽量减少水池内冷热水的渗混。如水池保温和内壁的处理, 进出水口的布置等。形式可以多种多样, 结构可以是钢结构或混凝土结构。

3 一般开式蓄热的水池, 蓄热温度应低于 95°C , 以免汽化。热水不能用于消防, 故不应与消防水池合用。

4 由于一般蓄能槽均为开式系统, 管路设计一定要配合自动

控制,防止水倒灌和管内出现真空(尤其对蓄热水系统)。

5 当以蒸汽或高压过热水蓄热时,应与锅炉厂配合,选用特制闭式钢结构蓄热罐。

7.6 换热装置

7.6.1 换热器的设置。新增条文。

空气调节系统的供水温度一般在 $45\sim 60^{\circ}\text{C}$ 之间,城市或区域性热源都是中、高温水或高压蒸汽,所以必须设换热器进行二次供热,才能满足空气调节系统供水水温及压力的要求。

7.6.2 换热器选型原则。新增条文。

目前可选用的换热器,品种繁多,某些产品样本所列参数,选型表格所列数据并非真实可靠,以样本中的传热系数来区别产品的先进与否也较困难,因为传热系数计算极其复杂,变化因素很多,与一、二次热源的溫度、流速及诸多热工系数的取值有关。在一些换热器样本中,对传热系数的标注均不相同,如 $3000\text{W}/(\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ 、 $4000\text{W}/(\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ 、 $3000\sim 7000\text{W}/(\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ 等等,从这些数据,难以判断产品的先进性,因此,在选型时,应按生产厂的技术实力、生产装备、样本资料的科技含量、市场占有率、用户反应等情况综合考虑。

7.6.3 换热器容量计算。新增条文。

换热器的容量必须根据计算的热负荷进行选择,其台数与单台的供热能力应满足热负荷的使用需求、分期增长的计划及考虑热源可靠稳定性等因素。

7.6.4 凝结水的回收。新增条文。

采用汽水换热器时,回收凝结水是国家节能政策和规范的一贯要求,一些单位由于凝结水回收装置设计或管理上存在问题,造成能源的大量浪费。一般蒸汽热网用户宜采用闭式凝结水回收系统,热力站应采用闭式凝结水箱。当凝结水量小于 10t/h 或距热源小于 500m 时,可用开式凝结水回收系统。

7.7 冷却水系统

7.7.1 冷却水的循环使用和热回收。新增条文。

随着空气调节冷源技术的发展和节水的要求,冷却水系统已不允许直流。冷水机组的冷凝废热也应通过冷却水尽量得到利用,例如,夏季可作为生活热水的预热热源,并宜在冷季充分利用冷却塔冷却功能进行制冷等。

7.7.2 冷却水水温。

1 冷却水最高温度限制应根据压缩式冷水机组冷凝器的允许工作压力和溴化锂吸收式冷(温)水机组的运行效率等因素,并考虑湿球温度较高的炎热地区冷却塔的处理能力,经技术经济比较确定。本规范参考有关标准提供的数值,并针对目前空气调节常用设备的要求进行了简化和统一,规定不宜高于 33℃。

2 冷却水水温不稳定或过低,会造成制冷系统运行不稳定、影响节流过程的正常进行、吸收式冷(温)水机组出现结晶事故等,所以增加了对一般冷水机组冷却水最低水温的限制(不包括水源热泵等特殊系统的冷却水),本规范参照了有关标准中提供的数值。随着冷水机组技术配置的提高,对冷却水进口最低水温的要求也会有所降低,必要时可参考生产厂具体要求。调节水温的措施包括控制冷却塔风机、控制供回水旁通水量等。

3 第3款是修改原规范第6.2.3条内容,主要是增加了溴化锂吸收式冷(温)水机组的数据。电动压缩式冷水机组的冷却水进出口温差,是综合考虑了设备投资和运行费用、大部分地区的室外气候条件等因素,推荐了我国工程和产品的常用数据。吸收式冷(温)水机组的冷却水因为经过吸收器和冷凝器两次温升,进出口温差比压缩式冷水机组大,推荐的数据是按照我国目前常用产品要求确定的。当考虑室外气候条件可采用较大温差时,应与设备生产厂配合选用非标准工况冷却水流量的设备。

4 本规范参照的是现行国家产品标准《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)、《直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组》(GB/T 18362)、《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》(GB/T 18431)中,关于冷水机组的正常使用范围的规定,见表9。

表9 国家标准推荐的使用范围的有关数据

冷水机组类型	冷却水 进口最低 温度(℃)	冷却水 进口最高 温度(℃)	冷却水 流量范围 (%)	名义工况冷 却水进出口 温差(℃)	标准号
电动压缩式	15.5	33	—	5	GB/T 18430.1
直燃型吸收式	—	—	—	5~5.5	GB/T 18362
蒸汽单效型吸收式	24	34	60~120	5~8	GB/T 18431
蒸汽双效和热水型 吸收式				5~6	

7.7.3 冷却水水质。

1 由于补充水的水质和系统内的机械杂质等因素,不能保证冷却水系统水质,尤其是开式冷却水系统与空气大量接触,造成水质不稳定,产生和积累大量水垢、污垢、微生物等,使冷却塔和冷凝器的传热效率降低,水流阻力增加,卫生环境恶化,对设备造成腐蚀。因此,为稳定水质,规定应采取相应措施。

2 办公楼各电算机房专用水冷整体式空气调节器、分户或分区设置的水源热泵机组等,这些设备内换热器要求冷却水洁净,一般不能将开式系统的冷却水直接送入机组。

7.7.4 冷却水循环泵的选择。新增条文。

为保证流经冷水机组冷凝器的水量恒定,要求冷却水循环泵台数和流量应与冷水机组相对应,但小型分散的水冷柜式空气调节器、小型户式冷水机组等可以合用冷却水系统;除全年要求冷水机组连续运行的重要工程外,不要求设备用泵。

冷却塔的进水压力要求,包括系统阻力、系统所需扬水高差、有布水器的冷却塔和喷射式冷却塔等进水口要求的压力。

7.7.5 冷水机组和冷却水泵之间的连接方式和保证冷凝器水流量恒定的措施。新增条文。

冷却水泵和冷水泵相同,与冷水机组之间都有一对一连接和通过共用集管连接两种接管方式;为使正常运行的冷水机组所需水量不分流,冷凝温度稳定,冷水机组正常工作,共用集管接管时宜设电动阀且与冷水机组和冷却水泵联锁。参见本规范 6.4.8 的条文说明。

7.7.6 冷却塔的设置要求。新增条文。

1 同一型号的冷却塔,在不同的室外湿球温度条件和冷水机组进出口温差要求的情况下,散热量和冷却水量也不同,因此,选用时需按照工程实际,对冷却塔的标准气温和标准水温降下的名义工况下冷却水量进行修正,使其满足冷水机组的要求,但不要求备用。

2 有旋转式布水器或喷射式等对进口水压有要求的冷却塔需保证其进水量,所以应和循环水泵相对应设置,详见本规范第 7.7.8 条的条文说明。

3 为防止冷却塔在 0°C 以下,尤其是间断运行时结冰,应选用防冻型冷却塔,并采用在冷却塔底盘和室外管道设电加热设施等防冻措施。

4 冷却塔的设置位置不当,直接影响冷却塔散热量,且对周围环境产生影响;另外由冷却塔产生火灾,也是工程中经常发生的事故。因此做出相应规定。

7.7.7 并联冷却塔管路的流量平衡。新增条文。

在并联冷却塔之间设置平衡管或公用连通水槽,是为了避免各台冷却塔补水和溢水不均衡,造成浪费。另外,冷却塔进出水管道设计时,也应注意管道阻力平衡,以保证各台冷却塔要求的水量。

7.7.8 并联冷却塔的水量控制。新增条文。

冷却塔的旋转式布水器靠出水的反作用力推动运转,因此,需

要足够的水量和约 0.1MPa 水压,才能够正常布水;喷射式冷却塔的喷嘴也要求约 0.1~0.2MPa 的压力。当并联冷却水系统中一部分冷水机组和冷却水泵停机时,系统总循环水量减少,如果平均进入所有冷却塔,每台冷却塔进水量过少,会使布水器或喷嘴不能正常运转,影响散热;冷却塔一般远离冷却水泵,如采用手动阀门控制十分不便;因此,要求共用集管连接的系统应设置能够随冷却水泵频繁动作的自控阀门,在水泵停机时关断对应冷却塔的进水阀,保证正在工作的冷却塔的进水量。为防止无用的补水和溢水或冷却塔底抽空。无集水箱或连通管、连通水槽时,并联冷却塔出水管上也应设电动阀。而一般横流式冷却塔只要回水进入布水槽就可重力均匀下流,进水所需水压很小($\leq 0.05\text{MPa}$),且常常以冷却塔的多单元组合成一台大塔,共用布水槽和集水盘,因此没有水量控制的要求。

7.7.9 冷却水的补水量和补水点。新增条文。

1 开式冷却水损失量占系统循环水量的比例计算或估算值:蒸发损失为每 $^{\circ}\text{C}$ 水温降 0.185%;飘逸损失可按生产厂提供数据确定,无资料时可取 0.3%~0.35%;排污损失(包括泄漏损失)与补水水质、冷却水浓缩倍数的要求、飘逸损失量等因素有关,应经计算确定,一般可按 0.3%估算。计算冷却水补水量的目的是为了确定补水管管径、补水泵、补水箱等设施,可以采用以上估算数值。

2 补水点位置应按是否设置集水箱确定。

集水箱的作用如下:

- (1)可连通多台并联运行的冷却塔,使各台冷却塔水位平衡;
- (2)可减少冷却塔底部存水盘容积及塔的运行重量;
- (3)冬季使用的系统,停止运行时,冷却塔底部无存水,可以防止静止的存水冻结;
- (4)可方便地增加系统间歇运行时所需存水容积,使冷却水循环泵能够稳定工作,详见本规范第 7.7.10 条的条文说明;

(5)为多台冷却塔统一补水、排污、加药等提供了方便操作的条件等。

设置水箱也存在占据机房面积、水箱和冷却塔高差过大时浪费电能等缺点。因此,是否设置集水箱应根据工程具体情况确定,这里不做规定。

7.7.10 间歇运行的冷却水系统的存水量。新增条文。

间歇运行的冷却水系统,在系统停机后,冷却塔填料的淋水表面附着的水滴落下来,一些管道内的水容量由于重力作用,也从系统开口部位下落,系统内如没有足够的容纳这些水量的容积,就会造成大量溢水浪费;当系统重新开机时,首先需要一定的存水量,以湿润冷却塔干燥的填料表面和充满停机时流空的管道空间,否则会造成水泵缺水进气空蚀,不能稳定运行。

不设集水箱采用冷却塔底盘存水时,底盘补水水位以上的存水量应不小于冷却塔布水槽以上供水水平管道内的水容量,以及湿润冷却塔填料等部件所需水量;当冷却塔下方设置集水箱时,水箱补水水位以上的存水容积除满足上述水量外,还应容纳冷却塔底盘至水箱之间管道等的水容量。

湿润冷却塔填料等部件所需水量应由冷却塔生产厂提供,根据资料介绍,经测试,逆流塔约为冷却塔标称循环水量的 1.2%,横流塔约为 1.5%。

7.7.11 集水箱的设置位置。新增条文。

当冷却塔设置在多层或高层建筑的屋顶时,集水箱如设置在底层,不能利用高位冷却塔的位能,过多地增加循环水泵的扬水高度和电力消耗,不符合节能原则。

7.8 制冷和供热机房

7.8.1 制冷和供热机房(不含锅炉房、包含无压热水机房及换热间)的布置和要求。

1 主要从当前使用的设备和 21 世纪现代建筑出发,提出应

有现代化机房的要求。机房的位置可按本条要求并结合实际情况确定,但应符合尽量靠近负荷中心的要求(尤其是建筑群),主要是避免环路长短不均,难以平衡,造成供冷(热)质量不良,增加投资和能耗。

2 水泵是否和主机分室设置,应视水泵的质量和噪声决定,若选用 1450r/min 及以下的水泵或新型低噪声水泵可不另设水泵间。经调查,近几年国产优质水泵噪声较低,与进口主机设在同一机房内时,主机噪声大于水泵噪声。

3 空气调节系统控制应设控制室,室内设控制柜,用于控制机房及末端设备系统的中央(微机)工作站。这是机房控制的发展方向,目前不少工程已经实现和正在实施,是提高设备与系统管理水平、保障空气调节质量、节能运转,现代化管理的必然方向。

4 机房内设备先进,同样机房也应是清洁、明亮的,应彻底改变过去机房形象差的现状。为此,提出了机房对地面材料、照明、给排水等方面的要求。

7.8.2 机房设备布置要求。

按当前常用的机型做了最小间距的规定。在设计布置时还是应尽量紧凑、不应宽打窄用、浪费面积,根据实践经验、设计图面上因重叠的管道摊平绘制,管道甚多,看似机房很挤,完工后却较宽松。所以,按本条规定的间距设计一般不会拥挤。

7.8.3 氨制冷机房的要求。强制条文。

本条从安全角度考虑,当采用氨制冷时,是机房必需考虑的内容。

7.8.4 直燃机房设计。新增条文。

直燃机房的设计除机房布置和管路系统外,还包括室外储油罐、供回油系统、室内日用油箱及油路系统(或燃气系统)、排烟管道系统、消防及通风等方面,较为复杂,关键是处理好安全、环保问题。银川燃油锅炉房爆炸就是因设计差错和管理失职造成的,所以必须非常重视安全问题。以上各项设计涉及到的规范较多,应

按国家现行标准《建筑设计防火规范》(GB 50016)、《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045)、《城镇燃气设计规范》(GB 50028)等的有关规定综合考虑协调解决。设计图应报消防部门审查通过。

7.9 设备、管道的保冷和保温

7.9.1、7.9.2 设备和管道的保冷和保温。

由于空气调节系统需要保冷、保温的设备和管道种类很多,本条仅原则性地提出应该保冷、保温的部位和要求。

特别需要指出的是,水源热泵系统的水源环路应根据当地气象参数做好保冷(温)或防凝露措施。

7.9.3 对设备和管道保冷、保温材料的选择要求。新增条文。

本条重点强调对用在空气调节及制冷系统保冷材料的性能,应符合《设备及管道保冷设计导则》(GB 15586)的要求。保冷与保温的要求不同,保冷特别强调材料的湿阻因子 μ 要大,吸水性要小的特性。国家标准《柔性泡沫橡塑绝热制品》(GB/T 17794)中说明:湿阻因子是用以衡量保冷材料的抗水渗透能力,即空气的水蒸气扩散系数 D 与材料的透湿系数 δ 之比。

对于低温管道,保冷材料的内外壁两侧始终存在着温差和湿度差,在水汽分压差的持续作用下,水汽会不可避免地渗入保冷材料内部,因水的导热系数 $[0.56\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$ 十数倍于材料的初始导热系数,故材料的导热系数会逐渐增高,致使原有按初始导热系数选定的保冷层厚度变得不足而产生结露。

可见,保冷材料的湿阻因子 μ ,即抗水汽渗透能力至关重要,它直接关系到保冷材料的使用寿命。

如湿阻因子 $\mu=4500$ 的隔热材料,使用4年后,导热系数增加幅度为9.4%,而湿阻因子 $\mu=3000$ 的隔热材料,使用4年后,导热系数增加幅度为14.2%。随着使用时间的延长,渗入材料内部的水汽不断积累,材料的导热系数相应增加。而湿阻因子 μ 值越高,导热系数增加越慢,使用寿命越长。因此初始选用保温层厚度

时就应考虑到使用寿命；而湿阻因子较高的材料，初始可选用较薄的厚度即可达到同样的使用寿命。

表 10 是柔性泡沫橡塑材料(环境温度 30℃,相对湿度 80%,7℃冷冻水,φ219 管用 25mm 厚材料保温时)不同 μ 值或 δ 值材料随使用年限的增加其导热系数的变化。

表 10 不同使用年限不同 μ 值或 δ 值材料的导热系数 λ 表
[W/(m·K)]

使用年限 (年)	不同 μ 值或 δ 值材料的导热系数 λ				
	$\mu=1000$	$\mu=2000$	$\mu=3000$	$\mu=4500$	$\mu=7000$
	$\delta=1.96 \times 10^{-10}$	$\delta=9.81 \times 10^{-11}$	$\delta=6.54 \times 10^{-11}$	$\delta=4.36 \times 10^{-11}$	$\delta=2.80 \times 10^{-11}$
0	0.0360	0.0360	0.0360	0.0360	0.0360
2	0.0436	0.0398	0.0385	0.0377	0.0371
4	0.0513	0.0436	0.0411	0.0394	0.0382
6	0.0589	0.0474	0.0436	0.0411	0.0393
8	0.0665	0.0513	0.0462	0.0428	0.0404
10	0.0742	0.0551	0.0487	0.0445	0.0415

注：本表由阿莱斯绝热材料(广州)有限公司提供。

7.9.4 设备和管道保温保冷的计算原则,附录 J 的引文。新增条文。

本规范附录 J,是对目前空气调节工程中最常用的几种性能较好的保冷材料,按不同的介质温度、不同的系统分别给出保冷厚度表,以方便设计人员选用。在选用柔性泡沫橡塑管壳时,为了能在保证保冷效果的同时相应节省材料的用量,也可按生产厂家提供的工程厚度规则进行选择,这也会给设计选型带来很大方便。例如,设计条件确定后,经过一次计算选定管材中某一系列,则该系列中各种管径所需的不同防结露厚度即相应确定,无须再对其他管径进行计算。

8 监测与控制

8.1 一般规定

8.1.1 应设置的监测和控制的内容。

本次修订将本章标题“自动控制”改为“监测与控制”，内涵不变，只是为了便于理解。目前国内外有关标准、规范，两种提法都有，意义上无太大差别。

1 参数检测：包括参数的就地检测及遥测两类。就地参数检测是现场运行人员管理运行设备或系统的依据；参数的遥测是监控或就地控制系统制定监控或控制策略的依据。

2 参数和设备状态显示：通过集中监控系统主机系统的显示或打印单元以及就地控制系统的光、声响等器件显示某一参数是否达到规定值或超差；或显示某一设备运行状态。

3 自动调节：使某些运行参数自动的保持规定值或按预定的规律变动。

4 自动控制：使系统中的设备及元件按规定的程序启停。

5 工况自动转换：指在节能多工况运行的系统中，根据节能及参数运行要求实时从某一运行工况转到另一运行工况。

6 设备联锁：使相关设备按某一指定程序顺序启停。

7 自动保护：指设备运行状况异常或某些参数超过允许值时，发出报警信号或使系统中某些设备及元件自动停止工作。

8 能量计量：包括计量系统的冷热量、水流量及其累计值等，它是实现系统以优化方式运行，更好地进行能量管理的重要条件。

9 中央监控与管理：是指以微型计算机为基础的中央监控与管理系统，是在满足使用要求的前提下，按既考虑局部，更着重总体的节能原则，使各类设备在耗能低效率高状态下运行。中央监

控与管理系统是一个包括管理功能、监视功能和实现总体运行优化的多功能系统。

设计时究竟采用哪些监测与控制内容,应根据建筑物的功能和标准、系统的类型、运行时间和工艺对管理的要求等因素,经技术经济比较确定。

8.1.2 采用集中监控系统的条件。

本规范所涉及的集中监控系统主要指集散型控制系统及全分散控制系统等一类系统。所谓集散型控制系统是一种基于计算机的分布式控制系统,其特征是“集中管理,分散控制”。即以分布在现场所控设备或系统附近的多台计算机控制器(又称下位机)完成对设备或系统的实时监测、保护和控制任务,克服了计算机集中控制带来的危险性高度集中和常规仪表控制功能单一的局限性;由于采用了安装于中央监控室的具有通讯、显示、打印及其丰富的管理软件的计算机系统,实行集中优化管理与控制,避免了常规仪表控制分散所造成的人机联系困难及无法统一管理的缺点。

全分散控制系统是系统的末端,例如包括传感器、执行器等部件具有通讯及智能功能,真正实现了点到点的连接,比集散型控制系统控制的灵活性更大,就中央主机部分设置、功能而言,全分散控制系统与集散型控制系统所要求的是完全相同的。

1 由于集中监控系统管理级中央主机统一监控与管理的功能及其功能性强的管理软件,因而可减少运行维护工作量,提高管理水平。

2 由于集中监控系统能方便的实现点到点通讯连接,因而比常规控制实现工况转换和调节更容易。

3 由于集中监控系统管理级中央主机所关心的不仅是设备的正常运行和维护,更着重于总体的运行状况和效率,因而更有利于实现系统的节能运行。

4 由于集中监控系统可实现下位机间或点到点通讯连接,因而系统之间的联锁保护控制更便于实现。

8.1.3 采用就地控制系统的条件。新增条文。

本条主要是指不适合采用集中监控系统的小型采暖、通风和空气调节系统。

1 工艺或使用条件有一定要求的采暖、通风和空气调节系统,采用手动控制尽管可以满足运行要求,但维护管理困难,而采用就地控制不仅提高了运行质量,也给维护管理带来了很大方便,因此条文规定应设就地控制。

2 防止事故保证安全的自动控制,主要是指系统和设备的各类保护控制,如通风和空气调节系统中电加热器与通风机的连锁和无风断电保护等。

3 采用就地控制系统能根据室内外条件实时投入节能控制方式,因而有利于节能。

8.1.4 连锁、连动等保护措施的设置。新增条文。

1 采用集中监控系统时,设备连动、连锁等保护措施应直接通过监控系统的下位机的控制程序或点到点的连接实现,尤其联动、连锁分布在不同控制区域时优越性更大。

2 采用就地控制系统时,设备连动、连锁等保护措施应为就地控制系统的一部分或分开设置成两个独立的系统。

3 对于不采用集中监控与就地控制的系统,出于安全目的时,连动、连锁应独立设置。

8.1.5 就地检测仪表。

设置就地检测仪表的目的,是通过仪表随时向操作人员提供各工况点和室内控制点的情况,以便进行必要的操作,因而应设在便于观察的位置。另一方面集中监控或就地控制系统基于实现监控与控制等目的所设置的遥测仪表当具有就地显示环节时,则可不必要再设就地检测仪表。

8.1.6 手动控制装置的设置。

为使动力设备安全运行及便于维修,采用集中监控系统时,应在动力设备附近的动力柜上设置手动控制装置及远动/手动转换

开关,并要求能监视远动/手动转换开关状态。

8.1.7 控制室的设置。

为便于系统初调试及运行管理,通常做法是将控制器或集中监控系统的下位机放在被控设备或系统附近;当采用集中监控系统时,为便于管理及提高系统运行质量,应设专门控制室;当就地控制的环节或仪表较多时,为便于统一管理,宜设专门控制室。

8.1.8 与防火和防排烟有关的监控内容。新增条文。

规定本条是为了采暖、通风与空气调节设计能够符合防火规范以及向消防监控设计提出正确的监控要求,使系统能正常运行。

与防排烟合用的空气调节通风系统(例如送风机兼作排烟补风机用,利用平时风道作为排烟风道时阀门的转换,火灾时气体灭火房间通风管道的隔绝等),平时风机运行一般由楼宇自控监控,火灾时设备、风阀等应立即转入火灾控制状态,由消防控制室监控。

要求风道上防火阀带位置反馈可用来监视防火阀工作状态,防止防火阀平时运行的非正常关闭及了解火灾时的阀位情况,以便及时准确地复位,以免影响空气调节通风系统的正常工作。通风系统干管上的防火阀如处于关闭状态,对通风系统影响较大且不易判断部位,因此一定要求监控防火阀的工作状态;当干管上的防火阀只影响个别房间时,例如宾馆客房的竖井排风或新风管道,垂直立管与水平支管交接处的防火阀只影响一个房间,是否设防火阀工作状态监视,则不做强行规定。防火阀工作状态首先在消防控制室显示,如有必要也可在楼宇中央控制室显示。

8.2 传感器和执行器

8.2.1~8.2.4 温度、湿度、压力(压差)流量传感器的设置。新增条文。

本规范给出了温度、湿度、压力(压差)流量传感器设置应满足的一些条件,实际工程中,由于忽视条文中指出的有关条款,致使

以上所述参数测量不准确或根本测不出参数值的实例屡见不鲜。条文中所指的本安型仪表应符合国家现行有关自动化仪表的相关规范的要求。

8.2.5 开关量传感器使用的条件。新增条文。

8.2.6 自动调节阀的选择。

为了调节系统正常工作,保证在负荷全部变化范围内的调节质量和稳定性,提高设备的利用率和经济性,正确选择调节阀的特性十分重要。

调节阀的选择原则,应以调节阀的工作流量特性即调节阀的放大系数来补偿对象放大系数的变化,以保证系统总开环放大系数不变,进而使系统达到较好的控制效果。但是,实际上由于影响对象特性的因素很多,用分析法难以求解,多数是通过经验法粗定,并以此来选用不同特性的调节阀。

此外,在系统中由于配管阻力的存在,压力损失比 S 值的不同,调节阀的工作流量特性并不同于理想的流量特性。如理想线性流量特性,当 $S < 0.3$ 时,工作流量特性近似为快开特性,等百分比特性也畸变为接近线性特性,可调比显著减小,因此,通常是不希望 $S < 0.3$ 的。

关于水两通阀流量特性的选择,由试验可知,空气加热器和空气冷却器的放大系数是随流量的增大而变小,而等百分比特性阀门的放大系数是随开度的加大而增大,同时由于水系统管道压力损失往往较大, $S < 0.6$ 的情况居多,因而选用等百分比特性阀门具有较强的适应性。

关于三通阀的选择,总的原则是要求通过三通阀的总流量保持不变,抛物线特性的三通阀当 $S = 0.3 \sim 0.5$ 时,其总流量变化较小,在设计上一般常使三通阀的压力损失与热交换器和管道的总压力损失相同,即 $S = 0.5$,此时无论从总流量变化角度,还是从三通阀的工作流量特性补偿热交换器的静态特性考虑,均以抛物线特性的三通阀为宜,在系统压力损失较小,通过三通阀的压力损

失较大时,亦可选用线性三通阀。

关于蒸汽两通阀的选择,如果蒸汽加热中的蒸汽作自由冷凝,那么加热器每小时所放出的热量等于蒸汽冷凝潜热和进入加热器蒸汽量的乘积。当通过加热器的空气量一定时,经推导可以证明,蒸汽加热器的静态特性是一条直线,但实际上蒸汽在加热器中不能实现自由冷凝,有一部分蒸汽冷凝后再冷却使加热器的实际特性有微量的弯曲,但这种弯曲可以忽略不计。从对象特性考虑可以选用线性调节阀,但根据配管状态当 $S < 0.6$ 时工作流量特性发生畸变,此时宜选用等百分比特性的阀。

调节阀的口径应根据使用对象要求的流通能力来定。口径选用过大或过小或满足不了调节质量或不经济。

8.2.7 三通阀和两通阀的应用。

由于三通混合阀和分流阀的内部结构不同,为了使流体沿流动方向使阀芯处于流开状态,阀的运行稳定,两者不能互为代用。但是,对于公称直径小于 80mm 的阀,由于不平衡力小,混合阀亦可用做分流。

双座阀不易保证上下两阀芯同时关闭,因而泄漏量大。尤其用在高温场合,阀芯和阀座两种材料的膨胀系数不同,泄漏会更大。因此,规定蒸汽的流量控制用单座阀。

8.2.8 水路切换应选用通断阀。新增条文。

8.2.9 必须使用气动执行器的条件。新增条文。强制条文。

8.3 采暖、通风系统的监测与控制

8.3.1 采暖、通风系统的监测点。

本条给出了应设置的采暖、通风系统监测点,设计时应根据系统设置加以确定。

8.3.2 暖风机热风采暖系统控制。

对于间歇供热的暖风机热风采暖系统,当停止供热或热媒温度、压力过低时,暖风机不停会使送风温度过低即出现吹冷风现

象,此时应关闭暖风机。当再次供热,并且热媒的温度达到给定值,暖风机应接通。一般做法是采用位式控制。对于蒸汽是控制入口压力,高于压力整定值时控制触点闭合,低于压力整定值时控制触点断开。对于热水,在供水侧设控制触点,用供水温度和给定值比较来控制暖风机的启停。

8.3.3 排风系统工作状态信号。

条文中所指的这一类排风系统,其通风机通常设在远离工作地点处,为了在工作地点处能监督通风机运行,防止由于停机导致工作地点产生剧毒或爆炸危险性物质超过允许浓度,发生火灾或爆炸及其他人身事故,应在工作地点设通风机运行状态显示信号,以确保工作现场及人身的安全。

8.4 空气调节系统的监测与控制

8.4.1 空气调节系统监测点。

本条给出了应设置的空气调节系统监测点,设计时应根据系统设置加以确定。

8.4.2 多工况运行方式。

本条中“变结构多工况”的含义是,在不同的工况时,其调节系统(调节对象和执行机构等)的组成是变化的。以适应室内外热湿条件变化大的特点,达到节能的目的。工况的划分也要因系统的组成及处理方式的不同而改变,但总的原则是节能,尽量避免空气处理过程中的冷热抵消,充分利用新风和回风,缩短制冷机、加热器及加湿器的时间等,并根据各工况在一年中运行的累计小时数简化设计,以减少投资。多工况同常规系统运行区别,在于不仅要进行参数的控制,还要进行工况的转换。多工况的控制、转换可采用就地的逻辑控制系统或集中监控系统等方式实现,工况少时可采用手动转换实现。

利用执行机构的极限位置,空气参数的超限信号以及分程控制方式等自动转换方式,在运行多工况控制及转换程序时交替使

用,可达到实时转换的目的。

8.4.3 优先控制和分程控制。

水冷式空气冷却器采用室内温湿度的高(低)值选择器控制冷水量,在国外是较常用的控制方案,国内也有工程采用。

所谓高(低)值选择控制,就是在水冷式空气冷却器工作的季节,根据室内温湿度的超差情况,将温湿度调节器的输出信号分别输入到信号选择器内进行比较,选择器将根据比较后的高(低)值信号(只接受偏差大的为高值或只接受偏差小的为低值),自动控制调节阀改变进入水冷式空气冷却器的冷水量。

高(低)值选择器在以最不利的参数为基准,采用较大水量调节的时候,对另一个超差较小的参数,就会出现不是过冷就是过于干燥,也就是说如果冷水量是以温度为基准进行调节的,对于相对湿度调节来讲必然是调节过量,即相对湿度比给定值小;如果冷水量是以相对湿度为基准进行调节的,则温度就会出现比给定值低,要保证温湿度参数都满足要求,还需要对加热器或加湿器进行分程控制。

所谓对加热器或加湿器进行分程控制,以电动温湿度调节器为例,就是将其输出信号分为 $0\sim 5\text{mA}$ 和 $6\sim 10\text{mA}$ 两段,当采用高值选择时,其中 $6\sim 10\text{mA}$ 的信号控制空气冷却器的冷水量,而 $0\sim 5\text{mA}$ 一段信号去控制加热器和加湿器阀门,也就是说用一个调节器通过对两个执行器的零位调整进行分段控制,即温度调节器既可控制空气冷却器的阀门也可控制加热器的阀门,湿度调节器既可控制冷却器的阀门也可控制加湿器的阀门。

这里选择控制和分程控制是同时进行的,互为补充的,如果只进行高(低)值选择而不进行分程控制,其结果必然出现一个参数满足要求,另一个参数存在偏差。

8.4.4 室内相对湿度的控制。

空气调节房间热湿负荷变化较小时,用恒定机器露点温度的方法可以使室内相对湿度稳定在某一范围内,如室内热湿负荷稳

定,可达到相当高的控制精度。但是,对于室内热湿负荷或相对湿度变化大的场合,宜采用不恒定机器露点温度或不达到机器露点温度的方式,即用直接装在室内工作区、回风口或总回风管中的湿度敏感元件来测量和调节系统中的相应的执行调节机构达到控制室内相对湿度的目的。系统在运行中不恒定机器露点温度或不达到机器露点温度的程度是随室内热湿负荷的变化而变化的,对室内相对湿度是直接控制的,因此,室内散湿量变化较大时,其控制精度较高。然而对于多区系统这一方法仍不能满足各房间的不同条件,因此,在具体设计中应根据不同的实际要求,确定是否应按各房间的不同要求单独控制。

8.4.5 串级调节或送风补偿调节。

本条给出了串级调节或送风补偿调节系统的应用范围,说明如下:

串级调节系统采用两个调节回路:一是由副调节器、调节机构、对象 2、变送器 2 等组成的副调节回路;二是由副调节回路以外的其余部分组成的主调节回路。主调节器为恒值调节。副调节器的给定值由主调节器输入,并随输入而变化,为随动调节。主副两个调节器相串联,组成串级调节系统。这一调节系统如图 4 所示。

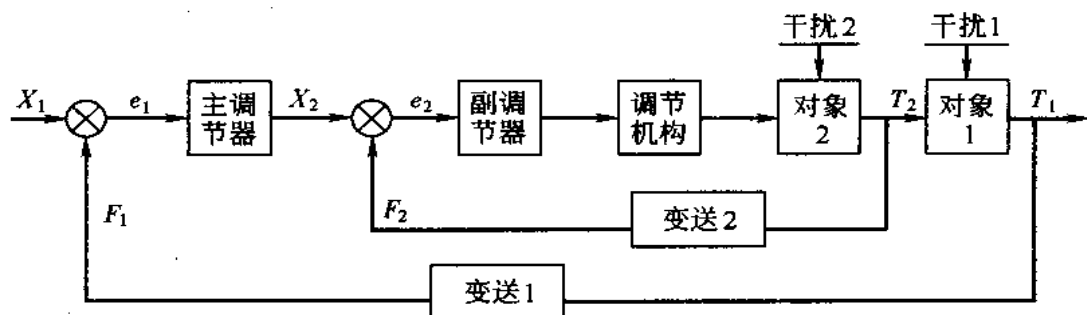


图 4 串级调节系统框图

图中 T_1 、 T_2 分别为对象 1 及对象 2 调节参数; X_1 、 X_2 分别为

主副调节器的给定值; F_1 、 F_2 分别为对象反馈信号对主副调节器的输入; e_1 、 e_2 分别为调节偏差信号对主副调节器的输入。

串级调节系统由于副回路具有快速的调节作用,它可以减少主控制参数的波动幅值,改善调节系统的动态偏差,并且由于副回路的补偿作用,又允许使用窄比例带的调节器,静差可减少,因而提高了控制参数的精度。

下面以室温调节系统为例,分析采用这一方式的优点。假定采用冷热盘管,其热容大,送风管又相当长,采用单回路的反馈恒值调节系统时,由于调节滞后大,调节参数 T_1 必然超调大。尤其是来自送风的干扰(干扰 2)会较长时间作用在空气调节系统上,由于不能实时地调节,调节参数必然超调大。采用串级调节,将送风干扰 2 纳入副回路,在未对室温产生影响前,副回路已将送风温度调节到原给定值,干扰 2 则对室温不会带来什么影响;而由干扰 1 引起的室温波动又通过主调节器的输入变化,改变副调节器的给定值,使送风温度变化而得到补偿。送风温度的变化,副回路的调节是有利于减小室温波动的。

其次,进一步分析采用副回路的快速性。例如,干扰 1、干扰 2 同时为室温减小的信号,由框图分析,主调节器输出 X_2 增大(即提高副调节器的给定值),副调节器的输入 F_2 又减小,而 $(X_2 - F_2)$ 的输出将比只采用一个室温调节器的输出增大的快,可加速提高送风温度,有利于室温的恢复。同理分析两信号反相时,送风温度调节器感受的变化相反,因而送风温度变化小,有利于调节的稳定,可见采用两个调节器会更大地改善调节品质。

综合以上理由,本条规定串级调节适用于调节对象纯滞后大、时间常数大或热湿扰量大的场合。

8.4.6 变风量系统送风温度设定值。

在单管变风量系统中,冷却工况和加热工况是不能同时出现的。当系统处于冷却工况时,送风温度一直保持接近于冷却工况的设计设定值,末端装置的控制器按照需要调节进入房间的送风

量。当转换到加热工况时,送风温度的设定值当应改变,并且要求改变所有房间末端装置控制器的作用方向。例如:在冷却工况下,当房间的温度降低时,末端装置控制器操纵末端装置的风阀向关小的位置调节;当房间温度升高时,再向开大的位置调节。在加热工况下将产生相反的调节过程。

8.4.7 变风量系统机组送风量的调节。新增条文。

变风量系统,当末端风量减少后,特别在多数房间的负荷同时减少时,风管静压增加了,造成能量多余消耗;过量的节流还会引起噪声的增加或使风机处在不稳定区工作。因此,在低负荷时,应对静压进行控制以改变机组的送风量。

风机变转数是最节能的运行方式,随着目前变频控制技术的成熟,推荐改变变频风机转数这一方式来改变机组送风量。

8.4.8 电加热器的联锁与保护。强制条文。

要求电加热器与送风机联锁,是一种保护控制,可避免系统中因无风电加热器单独工作导致的火灾。为了进一步提高安全性,还要求设无风断电、超温断电保护措施,例如,用监视风机运行的风压差开关信号及在电加热器后面设超温断电信号与风机启停联锁等方式,来保证电加热器的安全运行。

联接电加热器的金属风管接地,可避免因漏电造成触电类的事故。

8.4.9 热水盘管的防冻保护控制。

位于冬季有冻结可能地区的新风或空气调节机组,应防止因某种原因热水盘管或其局部水流断流而造成冰冻的可能。通常的做法是在机组盘管的背风侧加设感温测头(通常为毛细管或其他类型测头),当其检测到盘管的背风侧温度低于某一设定值时,与该测头相联的防冻开关发出信号,机组即通过集中监控系统的控制器程序或电气设备的联动、联锁等方式运行防冻保护程序,例如:关新风门、停风机、开大热水阀、防止热水盘管冰冻面积进一步扩大。

8.4.10 送风风口转换装置设置的条件。新增条文。

8.4.11 采用风机盘管控制宜具备的条件。新增条文。

8.5 空气调节冷热源和空气调节水系统的监测与控制

8.5.1 空气调节冷热源和空气调节水系统的监测点。新增条文。

冷热源和空气调节水系统应设置的监测点,设计时应根据系统设置加以确定。

8.5.2 蓄冷、蓄热系统的监测点。新增条文。

蓄冷(热)系统宜设置的监测点,设计时应根据系统设置加以确定。

8.5.3 冷水机组水系统的联锁。新增条文。

规定本条的目的是为了保护制冷机安全运行,由于制冷机运行时,一定要保证它的蒸发器和冷凝器有足够的水量流过。为达到这一目的,制冷机水系统中其他设备,包括电动水阀、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔风机等应先于制冷机开机运行,停机则应按相反顺序进行。通常通过水流开关检测与制冷机相联锁的水泵状态,即确认水流开关接通后才允许制冷机启动。

8.5.4 冰蓄冷系统二次冷媒侧换热器的防冻保护。新增条文。

一般空气调节系统夜间负荷往往很小,甚至处在停运状态,而冰蓄冷系统主要在夜间电网低谷期进行蓄冰。因此,在两者进行换热的板热处,由于空气调节系统的水侧冷水基本不流动,如果乙二醇侧的制冰低温传递过来,必然引起另一侧水的冻结,造成板热的冻裂破坏。因此,必需随时观察板热处的乙二醇侧的溶液温度,调节好有关电动调节阀的开度,防止事故发生。

8.5.5 旁通调节阀的设置要求。新增条文。

设置旁通调节阀的目的,可控制进入冷水机组冷却水温度在设定范围内,是一种冷水机组保护措施。

8.5.6 闭式变水量空气调节水系统控制。

设置二次泵系统的目的是改变水泵流量,从而达到节能,因此

规定应设置能够使系统变流量的二通阀,一次泵系统则不做硬性规定。

由于冷量与流量并不成线性关系,显然用冷水系统的负荷量大小确定制冷机台数更为合理,与冷机相配套的一次泵通常采用一机对一泵,因此一次泵运行台数也由负荷变化确定。

对于并联运行的二次泵,可采用压差(二次泵供回水集管间压差)控制二次泵运行台数或转数。但是,要解决转换的稳定性。

一次泵系统设压差控制环节是为了保证在系统末端水量变化时流经蒸发器的流量不变,满足制冷机运行的要求。二次泵系统设压差控制环节是为了保证末端装置水系统压力稳定,温湿度参数控制效果好。

8.5.7 集中监控系统与冷水机组控制器之间的通讯要求。新增条文。

冷水机组控制器通讯接口的设立,可使集中监控系统的中央主机系统能够监控冷水机组的运行参数以及使冷水系统能量管理更加合理。

8.6 中央级监控管理系统

8.6.1~8.6.8 中央级监控管理系统的设置要求。新增条文。

指出了中央级监控管理系统应具有的基本操作功能。包括监视功能、显示功能、操作功能、控制功能、数据管理辅助功能、安全保障管理功能等。它是由监控系统的软件包实现的,各厂家的软件包虽各有特点,但软件包功能类似。实际工程中,由于不能以条文中的要求去做,致使所安装的集中监控系统管理不善的例子屡见不鲜。如果不设立安全机制,任何人都可进入修改程序的级别,就会造成系统运行故障;不定期统计系统的能量消耗并加以改进,就达不到节能的目标;不记录系统运行参数并保存,就缺少改进系统运行性能的依据等。

8.6.9 中央级监控管理系统的共享。新增条文。

随着智能建筑技术的发展,主要以管理暖通空气调节系统为主的集中监控系统只是大厦弱电子系统之一。为了实现大厦各弱电子系统数据共享,就要求各子系统间(例如消防子系统、安全防范子系统等)有统一的通讯平台,因而必须预留与统一的通讯平台相连接的接口。

9 消声与隔振

9.1 一般规定

9.1.1 消声与隔振的设计原则。

采暖、通风与空气调节系统产生的噪声与振动,只是建筑中噪声和振动源的一部分。当系统产生的噪声和振动影响到工艺和使用的要求时,就应根据工艺和使用要求、各自的允许噪声标准及对振动的限制、系统的噪声和振动的频率特性及其传播方式(空气传播或固体传播)等方面进行消声与隔振设计,并应做到技术经济合理。

9.1.2 室内及环境噪声标准。

室内和环境噪声标准是消声设计的重要依据。因此,本条规定由采暖、通风和空气调节系统产生的噪声传播至使用房间和周围环境的噪声级,应满足国家现行标准《工业企业噪声控制设计规范》(GBJ 87)、《民用建筑隔声设计规范》(GBJ 118)、《城市区域环境噪声标准》(GB 3096)和《工业企业厂界噪声标准》(GB 12348)等的要求。

9.1.3 振动控制设计标准。新增条文。

振动对人体健康的危害是很严重的,在采暖、通风与空气调节系统中振动问题也是相当严重的。因此,本条规定了振动控制设计应满足国家现行标准《城市区域环境振动标准》(GB 10070)等的要求。

9.1.4 降低风系统噪声的措施。

本条规定了降低风系统噪声应注意的事项。系统设计安装了消声器,其消声效果也很好,但经消声处理后的风管又穿过高噪声房间,再次被污染,又回复到了原来的噪声水平,最终不能起到消

声作用,这个问题,过去往往被人们忽视。同样道理,噪声高的风管穿过要求噪声低的房间时,它也会污染低噪声房间,使其达不到要求。因此,对这两种情况必须引起重视。当然,必须穿过时还是允许的,但应对风管进行良好的隔声处理,以避免上述两种情况发生。

9.1.5 风管内的风速。

通风机与消声装置之间的风管,其风道无特殊要求时,可按经济流速采用即可,根据国内外有关资料介绍,经济流速 $6\sim 13\text{m/s}$,本条推荐采用的 $8\sim 10\text{m/s}$ 在经济流速的范围内。

消声装置与房间之间的风管,其空气流速不宜过大,因为风速增大,会引起系统内气流噪声和管壁振动加大,风速增加到一定值后,产生的气流再生噪声甚至会超过消声装置后的计算声压级;风管内的风速也不宜过小,否则会使风管的截面积增大,既耗费材料又占用较大的建筑空间,这也是不合理的。因此,本条给出了适应四种室内允许噪声级的主管和支管的风速范围。

9.1.6 机房位置及噪声源的控制。

通风、空气调节与制冷机房是产生噪声和振动的地方,是噪声和振动的发源处,其位置应尽量不靠近有较高防振和消声要求的房间,否则对周围环境影响颇大。

通风、空气调节与制冷系统运行时,机房内会产生相当高的噪声,一般为 $80\sim 100\text{dB(A)}$,甚至更高,远远超过环境噪声标准的要求。为了防止对相邻房间和周围环境的干扰,本条规定了噪声源位置在靠近有较高隔振和消声要求的房间时,必须采取有效措施。这些措施是在噪声和振动传播的途径上对其加以控制。为了防止机房内噪声源通过空气传声和固体传声对周围环境的影响,设计中应首先考虑采取把声源和振源控制在局部范围内的隔声与隔振措施,如采用实心墙体、密封门窗、堵塞空洞和设置隔振器等,这样做仍达不到要求时,再辅以降低声源噪声的吸声措施。大量实践证明,这样做是简单易行、经济合理的。

9.1.7 室外设备噪声控制。新增条文。

对露天布置的通风、空气调节和制冷设备及其附属设备如冷却塔、空气源冷(热)水机组等,其噪声达不到环境噪声标准要求时,亦应采取有效的降噪措施,如在其进、排风口设置消声设备或在其周围设置隔声屏障等。

9.2 消声与隔声

9.2.1 噪声源声功率级的确定。

进行采暖、通风与空气调节系统消声与隔声设计时,首先必须知道其设备,如通风机、空气调节机组、制冷压缩机和水泵等声功率级,再与室内外允许的噪声标准相比较,通过计算最终确定是否需要设置消声装置。

9.2.2 再生噪声与自然衰减量的确定。

当气流以一定速度通过直风管、弯头、三通、变径管、阀门和送、回风口等部件时,由于部件受气流的冲击湍振或因气流发生偏斜和涡流,从而产生气流再生噪声。随着气流速度的增加,再生噪声的影响也随之加大,以至成为系统中的一个新噪声源。所以,应通过计算确定所产生的再生噪声级,以便采取适当措施来降低或消除。

本条规定了在噪声要求不高,风速较低的情况下,对于直风管可不计算气流再生噪声和噪声自然衰减量。气流再生噪声和噪声自然衰减量是风速的函数。

9.2.3 设置消声装置的条件及消声量的确定。

通风与空气调节系统产生的噪声量,应尽量用风管、弯头和三通等部件以及房间的自然衰减降低或消除。当这样做不能满足消声要求时,则应设置消声装置或采取其他消声措施,如采用消声弯头等。消声装置所需的消声量,应根据室内所允许的噪声标准和系统的噪声功率级分频带通过计算确定。

9.2.4 选择消声设备的原则。

选择消声设备时,首先应了解消声设备的声学特性,使其在各频带的消声能力与噪声源的频率特性及各频带所需消声量相适应。如对中、高频噪声源,宜采用阻性或阻抗复合式消声设备;对于低、中频噪声源,宜采用共振式或其他抗性消声设备;对于脉动低频噪声源,宜采用抗性或微穿孔板阻抗复合式消声设备;对于变频带噪声源,宜采用阻抗复合式或微穿孔板消声设备。其次,还应兼顾消声设备的空气动力特性,消声设备的阻力不宜过大。

9.2.5 消声设备的布置原则。

为了减少和防止机房噪声源对其他房间的影响,并尽量发挥消声设备应有的消声作用,消声设备一般应布置在靠近机房的气流稳定的管段上。当消声器直接布置在机房内时,消声器、检查门及消声器后至机房隔墙的那段风管必须有良好的隔声措施;当消声器布置在机房外时,其位置应尽量临近机房隔墙,而且消声器前至隔墙的那段风管(包括拐弯静压箱或弯头)也应有良好的隔声措施,以免机房内的噪声通过消声设备本体、检查门及风管的不严密处再次传入系统中,使消声设备输出端的噪声增高。

在有些情况下,如系统所需的消声量较大或不同房间的允许噪声标准不同时,可在总管和支管上分段设置消声设备。在支管或风口上设置消声设备,还可适当提高风管风速,相应减小风管尺寸。

9.2.6 管道穿过围护结构的处理。

管道本身会由于液体或气体的流动而产生振动,当与墙壁硬接触时,会产生固体传声,因此应使之与弹性材料接触,同时也为防止噪声通过孔洞缝隙泄露出去而影响相邻房间及周围环境。

9.3 隔 振

9.3.1 设置隔振的条件。

通风、空气调节和制冷装置运行过程中产生的强烈振动,如不予以妥善处理,将会对工艺设备、精密仪器等的工作造成影响,并且有害于人体健康,严重时,还会危及建筑物的安全。因此,本条规定当通风、空气调节和制冷装置的振动靠自然衰减不能达到允许程度时,应设置隔振器或采取其他隔振措施,这样做还能起到降低固体传声的作用。

9.3.2~9.3.4 选择隔振器的原则。

1 从隔振器的一般原理可知,工作区的固有频率或者说包括振动设备、支座和隔振器在内的整个隔振体系的固有频率,与隔振体系的质量成反比,与隔振器的刚度成正比,也可以借助于隔振器的静态压缩量用下式计算:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \approx \frac{5}{\sqrt{x}} \quad (15)$$

式中 f_0 ——隔振器的固有频率(Hz);

k ——隔振器的刚度(kg/cm²);

m ——隔振体系的质量(kg);

x ——隔振器的静态压缩量(cm);

π ——圆周率。

振动设备的扰动频率取决于振动设备本身的转速,即:

$$f = \frac{n}{60} \quad (16)$$

式中 f ——振动设备的扰动频率(Hz);

n ——振动设备的转速(r/min)。

隔振器的隔振效果一般以传递率表示,它主要取决于振动设备的扰动频率与隔振器的固有频率之比,如忽略系统的阻尼作用,其关系式为:

$$T = \left| \frac{1}{1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2} \right| \quad (17)$$

式中 T ——振动传递率(Hz);

其他符号意义同前。

由式(17)可以看出,当 f/f_0 趋近于 0 时,振动传递率接近于 1,此时隔振器不起隔振作用;当 $f=f_0$ 时,传递率趋于无穷大,表示系统发生共振,这时不仅没有隔振作用,反而使系统的振动急剧增加,这是隔振设计必须避免的;只有当 $f/f_0 > \sqrt{2}$ 时,亦即振动传递率小于 1,隔振器才能起作用,其比值愈大,隔振效果愈好。虽然在理论上, f/f_0 愈大愈好,但因设计很低的 f_0 ,不但有困难、造价高,而且当 $f/f_0 > 5$ 时,隔振效果提高得也很缓慢,通常在工程设计上选用 $f/f_0 = 2.5 \sim 5$,因此规定设备运转频率(即扰动频率或驱动频率)与隔振器的固有频率之比,应大于或等于 2.5。

弹簧隔振器的固有频率较低(一般为 $2 \sim 5\text{Hz}$),橡胶隔振器的固有频率较高(一般为 $5 \sim 10\text{Hz}$),为了发挥其应有的隔振作用,使 $f/f_0 = 2.5 \sim 5$,因此,本规范规定当设备转速小于或等于 1500r/min 时,宜选用弹簧隔振器;设备转速大于 1500r/min 时,宜选用橡胶等弹性材料垫块或橡胶隔振器。对弹簧隔振器适用范围的限制,并不意味着它不能用于高转速的振动设备,而是因为采用橡胶等弹性材料已能满足隔振要求,而且做法简单,比较经济。

原规范规定设备运转频率与弹簧隔振器或橡胶隔振器垂直方向的固有频率之比,应大于或等于 2,此次修订改为 2.5,这意味着隔振效率由 67% 提高到 80%。各类建筑由于允许噪声的标准不同,因而对隔振的要求也不尽相同。由设备隔振而使与机房毗邻房间内的噪声降低量 NR 可由经验公式(18)得出:

$$NR = 12.5 \lg(1/T) \quad (18)$$

允许振动传递率 T 随着建筑和设备的不同而不同,具体建议值见表 11。

表 11 不同建筑类别允许的振动传递率 T 的建议值

建筑类别	振动传递率 T
音乐厅、歌剧院	0.01~0.05
办公室、会议室、医院、住宅、学校、图书馆	0.05~0.2
多功能体育馆、餐厅	0.2~0.4
工厂、车库、仓库	0.8~1.5

2 为了保证隔振器的隔振效果并考虑某些安全因素,橡胶隔振器的计算压缩变形量,一般按制造厂提供的极限压缩量的 $1/3 \sim 1/2$ 采用;橡胶隔振器和弹簧隔振器所承受的荷载,均不应超过允许工作荷载;由于弹簧隔振器的压缩变形量大,阻尼作用小,其振幅也较大,当设备启动与停止运行通过共振区其共振振幅达到最大时,有可能对设备及基础起破坏作用。因此,条文中规定,当共振振幅较大时,弹簧隔振器宜与阻尼大的材料联合使用。

3 当设备的运转频率与弹簧隔振器或橡胶隔振器垂直方向的固有频率之比为 2.5 时,隔振效率约为 80%,自振频率之比为 4~5 时,隔振效率大于 93%,此时的隔振效果才比较明显。在保证稳定性的条件下,应尽量增大这个比值。根据固体声的特性,低频声域的隔声设计应遵循隔振设计的原则,即仍遵循单自由度系统的强迫振动理论,高频声域的隔声设计不再遵循单自由度系统的强迫振动理论,此时必须考虑到声波沿着不同介质传播所发生的现象,这种现象的原理是十分复杂的,它既包括在不同介质中介面上的能量反射,也包括在介质中被吸收的声波能量。根据上述现象及工程实践,在隔振器与基础之间再设置一定厚度的弹性隔振垫,能够减弱固体声的传播。

9.3.5 对隔振台座的要求。

加大隔振台座的质量及尺寸等,是为了加强隔振基础的稳定性和降低隔振器的固有频率,提高隔振效果。设计安装时,要使设备的重心尽量落在各隔振器的几何中心上,整个振动体系的重心要尽量低,以保证其稳定性。同时应使隔振器的自由高度尽量一

致,基础底面也应平整,使各隔振器在平面上均匀对称,受压均匀。

9.3.6、9.3.7 减缓固体传振和传声的措施。

为了减缓通风机和水泵设备运行时,通过刚性连接的管道产生的固体传振和传声,同时防止这些设备设置隔振器后,由于振动加剧而导致管道破裂或设备损坏,其进出口宜采用软管与管道连接。这样做还能加大隔振体系的阻尼作用,降低通过共振时的振幅。同样道理,为了防止管道将振动设备的振动和噪声传播出去,支吊架与管道间应设弹性材料垫层。管道穿过机房围护结构处,其与孔洞之间的缝隙,应使用具备隔声能力的弹性材料填充密实。

附录 A 夏季太阳总辐射照度

附录 B 夏季透过标准窗玻璃的太阳辐射照度

本规范附录 A 和附录 B 分 7 个纬度(北纬 20° 、 25° 、 30° 、 35° 、 40° 、 45° 和 50°)，6 种大气透明度等级给出了太阳辐射照度值，表达形式比较简捷，而且概括了全国情况，便于设计应用。在附录 B 中，分别给出了直接辐射和散射辐射值(直接辐射与散射辐射值之和，即为相应时刻透过标准窗玻璃进入室内的太阳总辐射照度)，为空气调节负荷计算方法的应用和研究提供了条件。根据当地的地理纬度和计算大气透明度等级，即可直接从附录 A、附录 B 中查到当地的太阳辐射照度值，从设计应用的角度看，还是比较方便的。

附录 C 夏季空气调节大气透明度分布图

夏季空气调节用的计算大气透明度等级分布图,其制定条件是在标准大气压力下,大气质量 $M=2$ 。($M=\frac{1}{\sin\beta}$, β ——太阳高度角,这里取 $\beta=30^\circ$)

根据附录 C 所标定的计算大气透明度等级,再按本规范第 3.3.4 条表 3.3.4 进行大气压力订正,即可确定出当地的计算大气透明度等级。这一附录是根据我国气象部门有关科研成果中给出的我国七月大气透明度分布图,并参照全国日照率等值线图改制的。

附录 D 加热由门窗缝隙渗入室内的冷空气的耗热量

本附录根据近年来冷风渗透的研究成果及其工程应用情况,在修改原规范附录七的基础上,给出了采用缝隙法确定多层和高层民用建筑渗透冷空气量的计算方法,并增加了多层建筑渗透冷空气量的换气次数法计算公式。因工业建筑的冷风渗透过程受到大门及孔口冷空气侵入等诸多复杂因素的影响,其冷风渗透量难以计算确定,本附录沿用原规范中估算生产厂房渗透耗热量的百分率附加法。

在采用缝隙法进行计算时,本附录沿用原规范以单纯风压作用下的理论渗透冷空气量 L_0 为基础的模式,但在以下方面进行了修改和完善。

1 在确定 L_0 时,本附录取消原规范附表 7.1,而应用通用性公式(D.0.2-2)进行计算。原因是规范难以涵盖目前出现的多种门窗类型,且同一类型门窗的渗风特性也有不同,而因计算条件的改变,以风速分级的计算列表也已无必要。式(D.0.2-2)中的外门窗缝隙渗风系数 α_1 值可由供货方提供或根据现行国家标准《建筑外窗空气渗透性能分级及其检测方法》,按表 D.0.2-1 采用。

2 根据朝向修正系数 n 的定义和统计方法, v_0 应当与 $n=1$ 的朝向对应,而该朝向往往是冬季室外最多风向;若 n 值以一月平均风速为基准进行统计, v_0 应当取为一月室外最多风向的平均风速。考虑一月室外最多风向的平均风速与冬季室外最多风向的平均风速相差不大,且后者可较为方便地应用《采暖通风与空气调节气象资料集》,本附录式(D.0.2-2)中的 v_0 取为冬季室外最多风向的平均风速,而非原规范的冬季室外平均风速。

3 本附录采用冷风渗透压差综合修正系数 m 的概念,取代原规范中渗透冷空气量的综合修正系数 m 。本附录中 m 值的计算式(D. 0. 2-3)对原规范中风压与热压共同作用时的压差叠加方式进行了修改,并引入热压系数 C_r 和风压差系数 ΔC_f ,使其成为反映综合压差的物理量。当 $m > 0$ 时,冷空气渗入。

4 当渗透冷空气流通路径确定时,热压系数 C_r 仅与建筑内部隔断情况及缝隙渗风特性有关。因建筑日趋多样化,且确定 C_r 的解析值需求解非线性方程,获取 C_r 的理论值非常困难。本附录根据典型建筑门窗设置情况及其缝隙特性,通过对有关参数的数量级分析,提供了热压系数 C_r 的推荐值。一般认为,渗透冷空气经外窗、内(房)门、前室门和楼梯间(电梯间)门进入气流竖井。本规范表 D. 0. 2-2 中,若前室门或楼梯间(电梯间)设门,则 $0.2 \leq C_r \leq 0.6$;否则, $C_r \geq 0.6$ 。对于内(房)门也是如此。所谓密闭性好与差是相对于外窗气密性而言的。 C_r 的幅值范围应为 $0 \sim 1.0$,但为便于计算且偏安全,可取下限为 0.2 。有条件时,应进行理论分析与实测。

5 风压差系数 ΔC_f 不仅与建筑表面风压系数 C_f 有关,而且与建筑内部隔断情况及缝隙渗风特性有关。当建筑迎风面与背风面内部隔断等情况相同时, ΔC_f 仅与 C_f 有关;当迎风面与背风面 C_f 分别取绝对值最大,即 1.0 和 -0.4 时, $\Delta C_f = 0.7$,可见该值偏安全。有条件时,应进行理论分析与实测。

6 因热压系数 C_r 对热压差与风压差均有作用,本附录中有效热压差与有效风压差之比 C 值的计算式(D. 0. 2-5)中不包括 C_r ,且以风压差系数 ΔC_f 取代原规范中建筑表面风压系数 C_f 。

7 竖井计算温度 t'_0 ,应根据楼梯间等竖井是否采暖等情况经分析确定。

附录 E 渗透冷空气量的朝向修正系数 n 值

本规范附录 E 给出的全国 104 个城市的渗透冷空气量的朝向修正系数 n 值,是参照国内有关资料提出的方法,通过具体地统计气象资料得出的。所谓渗透冷空气量的朝向修正数系数,乃是 1971~1980 年累年一月份各朝向的平均风速、风向频率和室内外温差三者的乘积与其最大值的比值,即以渗透冷空气量最大的某一朝向 $n=1$,其他朝向分别采取 $n<1$ 的修正系数。在附录中所列的 104 个城市中,有一小部分城市 $n=1$ 的朝向不是采暖问题比较突出的北、东北或西北,而是南、西南或东南等。如乌鲁木齐南向 $n=1$,北向 $n=0.35$;哈尔滨南向 $n=1$,北向 $n=0.30$ 。有的单位反映这样规定不尽合理,有待进一步研究解决。考虑到各地区的实际情况及小气候等因素的影响,为了给设计人员留有选择的余地,在附录的表述中给予一定灵活性。

附录 F 自然通风的计算

本规范附录 F 列出的自然通风计算方法是适用于热车间自然通风的比较常用的计算方法。这里仅做一点说明。

本附录公式附 F.0.3 中的散热量有效系数 m 值,其影响因素较多。例如热源的布置情况、热源的高度和辐射强度等,一个热车间当热源的布置、保温等情况一定时,就有一个客观存在的 m 值,它可以通过实测得到比较符合实际的数值。其他相同或类似布置的热车间,就可以沿用这个实测数据进行设计计算。不是每种类型的热车间都有实测数据,这样就会给热车间的自然通风计算带来困难。经过对一些资料的分析对比,本附录给出了式 F.0.3 的计算方法,该计算公式除考虑了热设备占地面积的因素外,还考虑了热设备的高度和辐射强度对 m 值的影响,比较全面,计算结果也比较切合实际,具体内容可参见原规范参考资料《关于夏季自然通风计算中的排风温度和 m 值的分析》。

附录 G 除尘风管的最小风速

本规范附录 G 给出的除尘风管最小风速,是根据国内外有关资料归纳整理的。由于所依据的资料较多,所载数据不尽相同。取舍的原则是:凡数据有出入的,按与其关系最直接的部门的数据采用。