

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

中华人民共和国国家标准

采暖通风与空气调节设计规范

Code for design of heating ventilation and air conditioning

GB 50019—2003

主编部门：中华人民共和国建设部

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2004年4月1日

筑 龙 网

2003 北 京

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
阿莱斯绝热材料(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		

目 次

1	总 则	
2	术 语	
3	室内外计算参数	
3.1	室内空气计算参数	
3.2	室外空气计算参数	
3.3	夏季太阳辐射照度	
4	采 暖	
4.1	一般规定	
4.2	热负荷	
4.3	散热器采暖	
4.4	热水辐射采暖	
4.5	燃气红外线辐射采暖	
4.6	热风采暖及热空气幕	
4.7	电采暖	
4.8	采暖管道	
4.9	热水集中采暖分户热计量	
5	通 风	
5.1	一般规定	
5.2	自然通风	
5.3	机械通风	
5.4	事故通风	
5.5	隔热降温	
5.6	除尘与有害气体净化	
5.7	设备选择与布置	

5.8	风管及其他	.....
6	空气调节	.....
6.1	一般规定	.....
6.2	负荷计算	.....
6.3	空气调节系统	.....
6.4	空气调节冷热水及冷凝水系统	.....
6.5	气流组织	.....
6.6	空气处理	.....
7	空气调节冷热源	.....
7.1	一般规定	.....
7.2	电动压缩式冷水机组	.....
7.3	热泵	.....
7.4	溴化锂吸收式机组	.....
7.5	蓄冷、蓄热	.....
7.6	换热装置	.....
7.7	冷却水系统	.....
7.8	制冷和供热机房	.....
7.9	设备、管道的保冷和保温	.....
8	监测与控制	.....
8.1	一般规定	.....
8.2	传感器和执行器	.....
8.3	采暖、通风系统的监测与控制	.....
8.4	空气调节系统的监测与控制	.....
8.5	空气调节冷热源和空气调节水系统的监测与控制	.....
8.6	中央级监控管理系统	.....
9	消声与隔振	.....
9.1	一般规定	.....
9.2	消声与隔声	.....
9.3	隔振	.....

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
附录 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
附录 E	渗透冷空气量的朝向修正系数 n 值
附录 F	自然通风的计算
附录 G	除尘风管的最小风速
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
附录 J	设备和管道最小保冷厚度及凝结水管防凝露 厚度
	本规范用词说明
	附:条文说明

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: $-1 \leq PMV \leq +1$; $PPD \leq 27\%$ 。

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,可按下式确定:

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

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,应按下式计算:

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

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($\text{m}^2 \cdot \text{℃}/\text{W}$);

t_n ——冬季室内计算温度(℃),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(℃),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(℃),按本规范表4.1.8-2采用;

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

R_n ——围护结构内表面换热阻($\text{m}^2 \cdot \text{℃}/\text{W}$),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℃ 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_r 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 $23\text{W}/\text{m}^3$,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_r 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 ·℃)]	R_n (m ² ·℃/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(℃)	≤ 12	13~24	> 24
	相对湿度(%)			
干燥		≤ 60	≤ 50	≤ 40
正常		61~75	51~60	41~50
较湿		> 75	61~75	51~60
潮湿		—	> 75	> 60

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(℃)

围护结构类型	热惰性指标 D 值	t_w 的取值(℃)
I	> 6.0	$t_w = t_{wn}$
II	4.1~6.0	$t_w = 0.6t_{wn} + 0.4 t_{p,min}$
III	1.6~4.0	$t_w = 0.3t_{wn} + 0.7 t_{p,min}$
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(℃),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:

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

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

式中 R_o ——围护结构的传热阻(m²·℃/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 $[W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$,按本规范表4.1.10采用;

R_w ——围护结构外表面换热阻 $(m^2 \cdot ^\circ C/W)$,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 $(m^2 \cdot ^\circ C/W)$ 。

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	$\alpha_w [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$	$R_w (m^2 \cdot ^\circ C/W)$
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 ($^\circ C$)	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,应按下列式计算:

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

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,可按下列式计算:

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

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,应按下列式计算:

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

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℃ 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℃,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	0~10%
东、西	-5%
东南、西南	-10%~-15%
南	-15%~-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%~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%~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(°C)

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质量标准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。

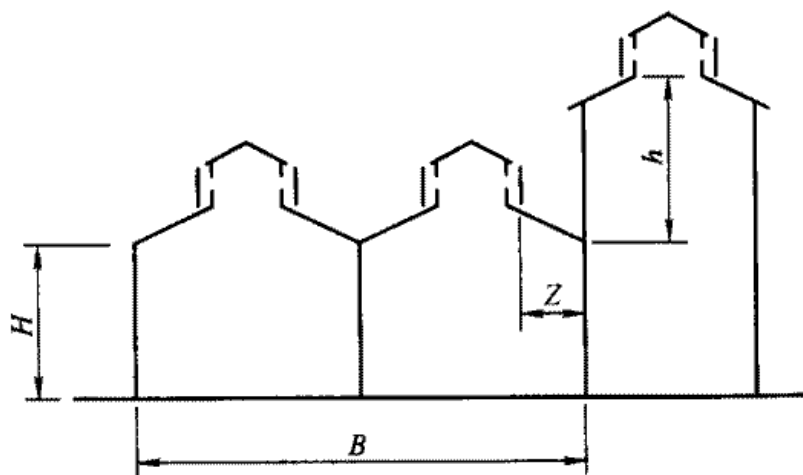


图 5.2.10-1 避风天窗与建筑的相关尺寸

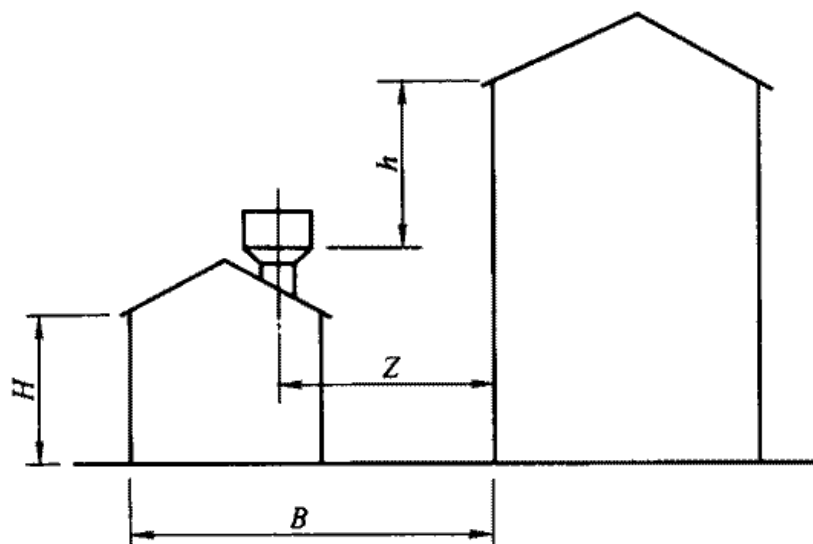


图 5.2.10-2 风帽与建筑物的相关尺寸

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℃。当采用串水地板或隔热水箱时,其排水温度不宜高于 45℃。

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 2~3m/s
- 中作业 3~5m/s
- 重作业 4~6m/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 3~5m/s,雾滴直径应小于 100μm。

注:喷雾风扇只适用于温度高于 35℃,辐射照度大于 1400W/m²,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(℃)	风速(m/s)	温度(℃)	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℃;对于累年最热月平均温度小于 25℃的地区可降低 2℃。

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(胶带输送机、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 5~10Pa,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 $[W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$

围护结构名称	室温允许波动范围($^\circ C$)		
	$\pm 0.1 \sim 0.2$	± 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 $3^\circ C$ 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 $\pm 0.5^\circ C$ 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($^\circ C$)	
	$\pm 0.1 \sim 0.2$	± 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($^\circ C$)	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 $\pm 0.5^\circ C$ 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(°C);

t_{sh} ——夏季空气调节室外计算逐时温度(°C),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_{wl} ——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_{rs} 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:

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

式中 CL ——外窗温差传热形成的逐时冷负荷(W);

t_{wl} ——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:

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

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_{is} ——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:5~9℃,一般为 7℃;
- 2 空气调节冷水供回水温差:5~10℃,一般为 5℃;
- 3 空气调节热水供水温度:40~65℃,一般为 60℃;
- 4 空气调节热水供回水温差:4.2~15℃,一般为 10℃。

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%~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 3~5m/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℃,当送风口高度大于 5m 时,不宜大于 15℃;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(℃)

室温允许波动范围(℃)	送风温差(℃)
>±1.0	≤15
±1.0	6~9
±0.5	3~6
±0.1~0.2	2~3

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 $0.6 \sim 1.5 \text{m}/\text{s}$ 。

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 15~35℃。

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、0.8MPa
热水双效机组	>140℃热水
蒸汽单效机组	废汽(0.1MPa)
热水单效机组	废热(85~140℃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，可按冷水管道进行水力计算，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、设备连锁与自动保护、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、连锁等保护措施时,应符合下列规定:

1 当采用集中监控系统时,联动、连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 热交换器一二次侧进、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连锁,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能根据预定的时间表,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,其风管内的风速,宜按表 9.1.5 选用。

表 9.1.5 风管内的风速(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,宜符合下列要求:

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

~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) [$kcal/(m^2 \cdot h)$]

									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/m²) [kcal/(m²·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

			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/m²)[kcal/(m²·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		
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		

时刻(地方太阳时)

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

			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/m²) [kcal/(m² · 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) ($kcal/(m^2 \cdot h)$)

									透明度等级	
3										
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/m²) [kcal/(m²·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)	53 (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