建　筑　热　环　境

叶　歆

清 华 大 学 出 版 社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(京)新登字 158 号

内 容 提 要

本书系统、扼要地介绍了建筑热环境的基础知识和在设计上的应用。本书内容深入浅出，文字简明；基础部分着重说明物理概念，简化了繁杂的数学推导；应用部分增加了近年来我国颁发的最新规范以及有关热环境的部分科研成果和实践经验。本书可使读者掌握依据气候条件进行设计、改善室内热环境及节约建筑能耗的原理与方法。

本书内容有：热环境因素及传热的基本知识，建筑保温与节能，围护结构防潮，建筑防热及建筑日照与遮阳等。书末附有大量设计使用的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

建筑热环境/叶歆编著. —北京：清华大学出版社，1995
ISBN 7-302-01980-0

Ⅰ.建… Ⅱ.叶… Ⅲ.建筑热工-高等学校-教材 Ⅳ.TU111.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 17175 号

出 版 者：清华大学出版社(北京清华大学校内，邮编 100084)
http://www.tup.tsinghua.edu.cn
责任编辑：段传极
印 刷 者：北京人民文学印刷厂
发 行 者：新华书店总店北京科技发行所
开 本：787× 1092 1/16 印张：10.75 字数：249 千字
版 次：1996 年 4 月第 1 版 1998 年 2 月第 2 次印刷
书 号：ISBN 7-302-01980-0/TU·107
印 数：2001～4000
定 价：8.80 元

前　言

为人们创造良好的室内环境是建筑设计的任务之一，其中热环境则是评价室内环境优劣的一个重要方面。室内热环境主要包括室内温度、湿度、空气流动速度和热辐射强度。创造良好的室内热环境可以用建筑的(即建筑规划和设计的)和设备的(即采暖、空调的)手段来实现。根据国内外学者对已有建筑的热环境分析研究表明：在针对不同的室外气候条件创造良好的室内热环境方面，建筑设计起着主导作用，设备的配合对创造适宜环境虽不可忽视，但毕竟是第二位的；特别是当建筑设计考虑不周、只靠设备来解决时，不仅消耗更多能源，而且也达不到最佳效果。同时，过去一些优秀的建筑实例使我们看到，如果建筑处理得好，即使在很不利的室外气候条件下，仍然能够创造出较为舒适的室内热环境。

本书在原有教材及多年教学实践的基础上，适当增加了近年来国内外在建筑热环境和建筑节能方面一些已臻成熟的科研成果。书中着重阐述热环境设计中的物理概念和应用，尽量减少繁杂的数学推导。主要内容包括：建筑热环境设计和传热学的基本知识，建筑保温和防潮、建筑防热，以及建筑日照与遮阳。本书主要供建筑学专业同学使用，其目的是为在建筑设计中创造良好的建筑热环境提供必要的基本知识。

本书编写过程中承中国建筑科学研究院物理所胡瞒高级工程师、西安建筑科技大学王景云教授和清华大学建筑学院蔡君馥教授审阅并提出十分中肯的意见，在此致以诚挚的谢意。

作　者

目　　录

第一章　热环境概述 …… 1

第一节　室外热环境参数及其对建筑设计的影响 …… 1

一、室外热环境参数 …… 1

二、建筑热工设计分区 …… 7

第二节　室内热环境及评价方法 …… 9

一、室内热环境 …… 10

二、人的热舒适要求 …… 11

三、室内热环境综合评价方法 …… 12

习题 …… 17

第二章　建筑传热基本知识 …… 18

第一节　建筑中的热平衡 …… 18

第二节　辐射换热 …… 19

一、基本知识 …… 19

二、两表面之间的长波辐射换热 …… 23

第三节　对流和表面对流换热 …… 27

一、自然对流和受迫对流 …… 27

二、表面对流换热 …… 27

第四节　导热 …… 29

一、导热基本方程 …… 29

二、一维稳定传热 …… 29

三、一维不稳定传热 …… 30

四、导热系数及其与材料温度、湿度和密度的关系 …… 33

习题 …… 36

第三章　建筑保温 …… 37

第一节　围护结构保温设计 …… 37

一、围护结构传热过程、传热量 …… 37

二、围护结构的传热系数、传热阻 …… 40

三、围护结构内表面及内部温度计算 …… 45

四、围护结构的热稳定性——蓄热系数和热惰性指标 …… 48
五、围护结构保温层设置方式 …… 51
六、地面保温 …… 52
第二节 建筑保温设计的有关规定 …… 54
一、围护结构的最小传热阻(低限热阻) …… 54
二、经济热阻及建筑节能设计标准中对围护结构传热系数和
居住建筑耗热量指标的规定 …… 57
第三节 建筑保温综合措施 …… 59
一、建筑体型、朝向与保温节能 …… 59
二、减少冷风渗透 …… 63
三、窗的设置和保温 …… 64
四、热桥处理 …… 66
五、利用太阳能采暖 …… 66
习题 …… 69

第四章 空气湿度和围护结构防潮 …… 70
第一节 湿空气的物理性质 …… 70
一、相对湿度和露点温度 …… 70
二、湿球温度,空气温湿图 …… 71
三、室内空气湿度 …… 72
第二节 围护结构内表面结露及防止 …… 73
第三节 围护结构内部凝结及防止 …… 73
一、蒸汽渗透 …… 73
二、内部冷凝和冷凝量的检验 …… 75
三、冷凝界面内侧所需蒸汽渗透阻计算 …… 76
四、防止和控制内部冷凝措施 …… 78
习题 …… 80

第五章 建筑防热 …… 81
第一节 夏季室外热作用的特点及室外综合温度 …… 81
一、室外热作用 …… 81
二、室外综合温度 …… 81
第二节 围护结构夏季隔热评价方法 …… 85
一、围护结构衰减倍数 …… 85
二、围护结构的延迟时间 …… 86

需要全本请访问 www.ertongbook.com

三、内表面最高温度 …… 88
第三节　围护结构隔热能力的选择和隔热措施 …… 90
一、隔热能力的选择 …… 90
二、外墙和屋顶的隔热措施 …… 91
三、玻璃的隔热 …… 94
第四节　建筑的自然通风 …… 96
一、组织自然通风的原则 …… 96
二、窗口设置对室内气流的影响 …… 98
三、通风与建筑群的布置 …… 99
第五节　干热地区的建筑防热 …… 101
习题 …… 102

第六章　建筑日照与遮阳 …… 104
第一节　太阳位置计算方法 …… 104
一、地球绕太阳运行规律 …… 104
二、天球图 …… 105
三、太阳的高度角和方位角 …… 107
四、太阳时与标准时 …… 108
第二节　建筑日照间距的确定 …… 109
一、建筑物日照间距的计算 …… 109
二、日照间距与建筑布局 …… 111
第三节　建筑遮阳及遮阳构件尺寸计算 …… 112
一、遮阳日期及时间的确定 …… 112
二、建筑遮阳的基本形式 …… 112
三、遮阳构件尺寸计算 …… 113
四、遮阳对建筑隔热、通风、采光的影响 …… 115
第四节　日照图表及其应用 …… 117
一、正投影日照图和平射影日照图 …… 117
二、棒影图及其应用 …… 124
第五节　模型实验——日影仪及其应用 …… 129
一、日影仪原理及制作 …… 129
二、日影仪的应用 …… 131
习题 …… 132

主要参考书目 …… 133

附录…… 135
附录 1-1　全国建筑热工设计分区图 …… 135
附录 1-2　几种气候条件下的传统民居形式 …… 136
附录 2　法定计量单位与习用非法定计量单位换算表 …… 139
附录 3-1　建筑材料热物理性能计算参数 …… 140
附录 3-2　导热系数 λ及蓄热系数 S 的修正系数 a …… 144
附录 4　标准大气压下不同温度时的饱和水蒸汽分压力(Pa) …… 145
附录 5　几个地区围护结构的室外计算参数 …… 147
附录 6　围护结构传热系数的修正系数(ε) …… 148
附录 7　几个地区采暖居住建筑耗热量指标及围护结构传热系数限值 …… 149
附录 8　北京(北纬 39°57′)太阳位置数据表 …… 150
附录 9　几个地区的平射影日照图 …… 151
附录 10　几种围护结构的传热系数 …… 154
附录 11　建筑热环境名词术语英汉对照表 …… 156
附录 12　基本符号表 …… 160

第一章　热环境概述

热环境是由空气温度、空气湿度、热辐射和气流速度 4 个参数综合组成，它们共同构成影响人体热感觉的周围环境，也是对建筑围护结构产生热作用的基本参数。对建筑来说，热环境又可分为室外热环境和室内热环境。室外热环境是室外气候的组成部分，是建筑设计的依据；建筑外围护结构的主要功能即在于抵御或利用室外热环境的作用。室内热环境则是建筑物需要满足的使用要求，设计者应使建筑物能为人们提供良好的室内热环境。

第一节　室外热环境参数及其对建筑设计的影响

一、室外热环境参数

1. 日辐射　日辐射是建筑物外部的主要热源。日辐射波谱见图 1-1。在各种波长辐射中能转化为热能的主要是可见光和红外线。日辐射照度中约有 52% 来自波长为 0.38 μm 至 0.76 μm 的可见光；其次为波长在 0.76 μm 以上至 3 μm 的近红外线。在地球大气层外，太阳与地球的平均距离处，与太阳光线相垂直的表面上、单位面积、单位时间里所接收到的太阳辐射能称为太阳常数。太阳常数值由于观测手段与推算方法的差异，在几种文献中略有不同，最近资料认为其值约为 1367W/m^2；并随一年中太阳与地球之间距离的变化而有 3.5% 左右的变化率。

图 1-1　太阳的辐射波谱

太阳辐射在透过大气到地面的过程中又受到大气层中臭氧、水蒸汽、二氧化碳等的吸收和反射而减弱。其中一部分穿过大气层直接辐射到地面的称直射辐射;被大气层吸收后,再辐射到地面的称散射辐射。直射与散射之和称总辐射。物体表面在单位面积、单位时间所接收到的辐射能,一般以辐射照度(E)表示。

具体地区在地面上受到的太阳辐射照度随当地的地理纬度、大气透明度和季节及时间的不同而变化。气象部门一般可提供各地在不同日期和不同时间在水平面上的总辐射照度,或分别给出水平面上的直射和散射照度。而建筑物各表面的太阳辐射照度值,则需根据其表面朝向分别计算出直射和散射分量,有的还要计入经地面反射的反射辐射,才能得出在某一时间该建筑表面的实际辐射照度。在《民用建筑热工设计规范》(GB 50176—93)中给出了我国主要城市夏季各主要朝向上的太阳总辐射照度,可供设计者参考。

在同一地区,建筑各朝向表面的日辐射照度随季节的变化规律各不相同。图 1-2 为北纬 40 地区不同月份各朝向总辐射照度的比较,从中可以看到以下特点:

图 1-2　建筑的各朝向总辐射照度比较(北纬 40°,昼夜平均值)

(1) 水平面(如平屋顶)在夏季接受到的日辐射照度最大,其值远远超过垂直面的日辐射照度,即日辐射得热最多。

(2) 垂直面辐射得热,朝南的墙面与其他朝向墙面相比,冬季接受的日辐射最多而夏季的辐射得热又比东、西向为少。

日辐射作用一方面是造成夏季室温过高的重要原因,另一方面又是冬季改善室内热环境和节省采暖能耗的天然能源,在建筑热工设计中应给予充分注意。

辐射照度的计量单位为"瓦特/平方米",表示符号为 W/m^2;也可采用"千焦耳/(平方米·时)"为计量单位,表示符号为 $kJ/(m^2 \cdot h)$。

2. 室外空气温度和城市热岛现象

室外气温通常是指距地面 1.5m 高、背阴处的空气温度,影响室外气温的主要因素有太阳辐射照度、气流状况、地面覆盖情况以及地形等等。其中太阳辐射照度的影响最大,随着辐射照度的不同,室外气温有明显的年变化和日变化。

在建筑物及人群密集的大城市,由于地面覆盖物吸收的辐射热多、发热体也多,形成市中心的温度高于郊区,即"城市热岛"现象。以北京市为例:市中心区天安门附近的气温最高,随着市区的扩展,温度也依次向外递减,如图 1-3 为 1982 年 7 月份的平均气温。从中可以看出市区比郊区的平均温度高 1.5℃。热岛现象也有着明显的日变化和年变化,一般情况是冬

季强、夏季弱，夜晚强、白天弱。图 1-4 为 1983 年 1 月 26 日实测的北京市区和郊区温度的日变化情况，夜间城区与郊区的最大温差已达 5℃。

图 1-3　北京 1982 年 7 月市区、郊区月平均气温表示当地为一热岛

图 1-4　城区和郊区空气温度的日变化示例(北京，1983. 1. 26～27，晴天)

城市热岛现象的存在，使城市里温度较高的空气由于质量较轻而向上升，郊区地面的较冷空气则从四面八方流向城市，风向都指向热岛中心，上升的空气又从高空回流到郊区而形成环流，如图 1-5。市区热空气携带的一部分烟尘滞留在城市上空，一部分较重的在郊区沉降，污染地表，因此一般认为在城市规划中应尽量减弱或避免产生热岛现象。

图 1-5　城市热岛内夜间的气流

周围乡村密度大的冷空气流入，代替上升并向外扩散的暖空气

城市中绿化和水面的设置对调节气温起着很大作用。由于水的热容量大,并且可以通过蒸发吸收热量。绿化则除蒸发吸热外,对日辐射还有一定的反射作用,尤其在夏季日辐射照度很大时,可以显著降低周围的空气温度。如对北京天安门广场块材铺装地面(石面)、无树荫草坪和有树荫草坪 3 种地面在 1m 高度处空气温度的实测结果(图 1-6)表明:草坪和树荫处的温度在夏季有明显降低。由此可见绿化是改善建筑周围小气候的重要手段。

图 1-6　三种不同地面对气温的影响

(天安门广场 1981 年 8 月 17 日)

温度的衡量单位,我国目前常用摄氏温标(℃),法定单位则应用国际温标(K)。其换算关系一般用 T(K) = 273+ t(℃)

3. 空气湿度

空气湿度是指空气中水蒸汽的含量。水蒸汽主要来自水面和其他潮湿的表面以及植物的蒸发,经风的携带遍布于空气中。在一定温度和气压下,空气中所能容纳的水蒸汽量有一定限度。在气压相同时,空气温度愈高它所能容纳的水蒸汽量也愈多。水蒸汽量达到最高限度的空气称饱和空气,这时的水蒸汽分压力称饱和水蒸汽分压力。

空气湿度的大小一般可用其绝对值,也可用相对值来表示。用绝对值的表示方法又可分为:绝对湿度、空气含湿量、空气的实际水蒸汽分压力 3 种;用相对值的表示方法称相对湿度。现分述如下:

(1) 绝对湿度(f),即每立方米湿空气中所含水蒸汽量,其单位为 g/m^3(克/米^3)。

(2) 空气含湿量(d),即在单位重量的干空气中所包含的水蒸汽量,其单位为 kg/kg 干空气。

(3) 空气的实际水蒸汽分压力(e),即在整个大气压力中由水蒸汽所造成的部分压力,单位为 Pa(帕斯卡),过去工程上也用 mmHg(毫米水银柱)为单位。

以上 3 种表示方法在数值上的换算关系为:

$$d = 0.622 \frac{e}{P - e} \qquad (1\text{-}1)$$

式中: d ——空气含湿量(kg/kg 干空气);

e——实际水蒸汽分压力,Pa;

P ——大气压,Pa。一般标准大气压为 101300Pa。

$$e = 0.461T \text{ ¡¤} f \quad Pa \qquad (1\text{-}2)$$

需要全本请访问 www.ertongbook.com

式中: T ——空气绝对温度, K;

f ——空气的绝对湿度, g/ m^3。

(4) 相对湿度( ), 即在一定的温度和气压下空气中实际水蒸汽量与饱和水蒸汽量之比。在建筑工程中常用实际水蒸汽分压力(e)与饱和水蒸汽分压力(E)比值的百分数来表示相对湿度。饱和空气的相对湿度为 100%。相对湿度的表达式为:

$$= (e/E) \times 100\% \qquad (1\text{-}3)$$

相对湿度是随空气温度和空气中水蒸汽含量而变的一个值。在空气中, 当水蒸汽量不变, 即实际水蒸汽分压力(e)不变的情况下, 如空气温度愈高, 则其饱和水蒸汽分压力(E)愈大, 相对湿度( )也就愈小。通常在一天之内中午气温最高时相对湿度是最低, 而气温降低时相对湿度增高(图 1-7)。

图 1-7 相对湿度的日变化

在建筑物密集的城区, 由于雨水可迅速排除, 地面经常比较干燥, 水的蒸发量少, 而且气温比郊区高, 因此市区的相对湿度比郊区低, 其降低幅度可达 3% ～9%。

在建筑物中, 相对湿度的大小对建筑材料的受潮、外围护结构内表面的结露, 以及人感觉的潮湿程度都有直接影响。

4. 风向和风速

风主要是由于地球表面接收的日辐射不均匀所引起的空气流动造成的, 同时受到地形、地势、地表覆盖、水陆分布等局部因素的影响, 对一个地区来说风的变化有一定规律。气象台一般以所测距地面 10m 高处的风向和风速作为当地的观测数据。

地区的风向频率图(又称风玫瑰图)可用来表示当地的风向规律。它是按照逐时实测的各个方位风向出现的次数, 分别计算出每个方向风的出现次数占总次数的百分比, 并按一定比例在各方位线上标出, 最后联接各点而成。风向频率图可按年、或按月统计, 分为年风向频率图或某月的风向频率图。图 1-8 为某地区全年及 7 月份风向频率图, 其中, 除圆心外每个圆环间隔代表频率为 5%。从图中可以看出: 该地区全年以北风居多, 频率为 23%; 而 7 月份以西南风居多, 频

图 1-8 风向频率图示例

圆环每圈频率为 5%; —— 年频率; ——— 7 月份频率

率为 19%。在城市工业区布局和建筑物个体设计时,都要考虑风向频率的影响。

除风向频率图外,有些地区的气象部门还绘有风速频率图,用以区分出各方位的不同风速出现频率。室外风速值的大小对建筑布局中房间换气量及外围护结构外表面的换热能力都有很大影响,从而直接影响室内热环境。在建筑热工设计中一般用月平均风速作为房屋保温、隔热的计算参数。

在气象学中将风速分成 12 级。风速分级见表 1-1。

表 1-1　风速分级表

风级	风速(m/s)	风　名	风的目测标准
0	0～0.5	无　风	缕烟直上,树叶不动
1	0.5～1.7	软　风	缕烟一边斜,有风的感觉
2	1.8～3.3	轻　风	树叶沙沙作响,风感觉显著
3	3.4～5.2	微　风	树叶及枝微动不息
4	5.3～7.4	和　风	树叶、细枝动摇
5	7.5～9.8	清　风	大枝摆动
6	9.9～12.4	强　风	粗枝摇摆,电线呼呼作响
7	12.5～15.2	疾　风	树杆摇摆,大枝弯曲,迎风步艰
8	15.3～18.2	大　风	大树摇摆,细枝折断
9	18.3～21.5	烈　风	大枝折断,轻物移动
10	21.6～25.1	狂　风	拔树
11	25.2～29.0	暴　风	有重大损毁
12	> 29.0	飓　风	风后破坏严重,一片荒凉

建筑周围的环境对其附近的风向和风速也有很大影响。局部的主导风向可能偏离地区主导风向,风速也会改变。这主要是由于局部地方受热或受冷不均匀而产生气流,如水陆风或山谷风,或者由于风在遇到障碍物而绕行时产生方向和速度的转变(如街巷风、高楼风)。

在水边的建筑物常受水陆风的影响。夏季白天陆地的温度高于水面,风从水面吹向陆地;夜间陆地的温度又低于水面,风从陆地吹向水面,形成水陆风的主要风向(图 1-9)。

图 1-9　水陆风

在山谷附近则有山谷风。日间上部地表升温快而出现气流上升; 傍晚以后则由于地表转冷而使气温下降, 风沿斜坡向下吹, 形成山谷风(图 1-10) 。

图 1-10　山谷风

(a) 夜间和清晨;　(b) 白天

城市中道路交错, 房屋高低错落, 也会使风速减小、风向改变。如北京市区年平均风速比郊区低 20% ～30% , 上海市中心区比郊区平均风速低 40% 左右。另外, 不同高度处的风速也会有很大差异。如图 1-11 为北京市城区低空的平均风速随高度的变化实测值。从中可以看出, 在地面以上 100m 左右, 风速随高度的增加而明显加大。图中表示在 10m 高度处风速为 1. 4m/ s, 而 100m 高度处风速成为 3. 7m/ s。在高层建筑设计中, 对风随高度的变化需加以考虑。

高度与风速的关系, 可按以下经验公式估算:

$$V_h = V_0 \left(\frac{h}{h_0}\right)^n \qquad (1\text{-}4)$$

式中: V_h——高度为 h 处的风速, m/ s;

V_0——基准高度 h_0 处的风速, m/ s; 一般为 10m 高度处的风速;

n——指数, 与建筑物所在地点的周围环境有关。对市区, 周围有其他建筑时 n 值取 0. 2～0. 5; 对空旷或临海地区 n 值可取 0. 14 左右。

图 1-11　风速随高度的变化

二、建筑热工设计分区

室外热环境对建筑的各方面都有很大影响, 建筑设计需要与当地的热环境相适应。我国在 1993 年制订的《民用建筑热工设计规范》(GB50176—93) 中主要根据我国各地冬、夏季室外气温的特点, 将全国划分为 5 个建筑热工设计分区。全国建筑热工设计分区图见附录1-1。各分区划分的主要指标和设计要求见表 1-2。在我国, 严寒地区和寒冷地区一般比较干燥、湿度小; 而在夏热冬冷和夏热冬暖地区, 其湿度也较大, 属湿热气候。附录 1-2 中介绍了几种适应当地热环境并极具地方建筑特色的传统民居形式。

表 1-2　我国建筑热工设计分区及设计要求

分区名称	分区指标		设计要求
	主要指标	辅助指标	
严寒地区	最冷月平均温度≤-10℃	日平均温度≤5℃的天数≥145d	必须充分满足冬季保温要求,一般可不考虑夏季防热
寒冷地区	最冷月平均温度0℃～-10℃	日平均温度≤5℃的天数90d～145d	应满足冬季保温要求,部分地区兼顾夏季防热
夏热冬冷地区	最冷月平均温度0℃～10℃,最热月平均温度25℃～30℃	日平均温度≤5℃的天数0d～90d,日平均温度≥25℃的天数40d～110d	必须满足夏季防热要求,适当兼顾冬季保温
夏热冬暖地区	最冷月平均温度>10℃,最热月平均温度25℃～29℃	日平均温度≥25℃的天数100d～200d	必须充分满足夏季防热要求,一般可不考虑冬季保温
温和地区	最冷月平均温度0℃～13℃,最热月平均温度18℃～25℃	日平均温度≤5℃的天数0d～90d	部分地区应考虑冬季保温,一般可不考虑夏季防热

国外对气候与建筑的研究也很多,如英国斯欧克来(B. V. Szokolay)经过多年研究,在《建筑环境科学手册》中提供了气候分区原则,认为应按空气温度、湿度及辐射状况,将世界各地分为4种气候类型,并对各类型地区的建筑提出不同的建议大致如下:

1. 寒冷气候区:指一年中大部分时间的月平均气温低于-15℃,最低甚至可达-86℃(1958年南极测定)的地区,如俄罗斯的西伯利亚地区等。

2. 温和气候区:主要特征是一年中一段时期过冷,而另一段时期较热,月平均气温在最冷月份里可能低达-15℃,而最热月份可高达25℃,一年中气温最大变化可从-30℃到+37℃,如意大利的米兰及中国的华北等地区。

3. 干热气候区:主要特征是高温、高辐射,同时空气干燥,不论是在一天或一年中气温变化幅度都很大(一年中最高气温在45℃左右,而最低气温可低达-10℃),并且风速较大,强风中常携带沙土,如利比亚和埃及等地。

4. 湿热气候区:温度高,一年之中月平均气温变化很小,约为18℃,最热时超过20℃,而湿度很大,相对湿度达80%左右,降雨量大,不低于750mm/年,如新几内亚、印度尼西亚等地区。

以上4种气候区的典型建筑处理可参考下表(表1-3)。

表 1-3

气候类型	需抵抗的外界环境	热工设计要点	典型及其特点
寒冷地区	风 冷 雪荷载	热损失最小	爱斯基摩人典型的圆形房屋，体积最大、而表面积最小、开窗小，并且窗口不朝主导风向，围护结构保温好。
温和地区	雨 雪 炎热的夏天 寒冷的冬天	冬季：保温，热损失小； 夏季：隔热，通风	朝阳有大玻璃窗从而获取冬季日照，用挑檐来遮挡夏季日照。
干热地区	暴晒 沙、灰尘 风 干燥	利用少量的雨水，尽量消除大的日夜温差	内院型、朝向院落一面设有前廊，在院内经常设有水池或喷泉，用热惰性指标大的重墙。
湿热地区	雨 热 潮湿 暴晒	通风 冷却	遮阳，短廊型，长轴东西向，南北外墙，为组织穿堂风设通风窗，房间高度大。

第二节　室内热环境及评价方法

室内热环境由室内热辐射、室内气温、空气湿度和室内风速综合形成，以人的热舒适程度作为评价标准。

一、室内热环境

1. 室内热辐射

对一般民用建筑来说,室内热辐射主要指房间内各表面对人体的热辐射作用(对工业建筑和有辐射采暖设备的房间还应计入设备的热辐射)。室内热辐射的强弱通常用“平均辐射温度”(T_{mrt})代表。平均辐射温度即室内对人体辐射热交换有影响的各表面温度的平均值。但由于人在房间里的位置常不固定,房间里各表面的温度也不相同,精确计算室内平均辐射温度就很复杂,目前工程中一般常用粗略计算。其计算式为:

$$T_{mrt} = \frac{T_1A_1 + T_2A_2 + \cdots + T_nA_n}{A_1 + A_2 + \cdots + A_n} \quad (1\text{-}5)$$

式中:T_1,T_2——为各表面温度,K;

A_1,A_2——为各表面面积,m^2;

T_{mrt}——房间的平均辐射温度,K。

平均辐射温度也可用黑球温度换算得出。黑球温度(t_g)是将温度计放在直径为 150mm 黑色空心球中心测得的反映热辐射影响的温度。黑球温度计的外形示意如图 1-12。平均辐射温度与黑球温度间的换算关系可用贝尔丁经验公式:

$$t_{mrt} = t_g + 2.4V^{0.5}(t_g - t_a)$$

式中:t_{mrt}——平均辐射温度,℃;

t_g——室内黑球温度,℃;

t_a——室内空气温度,℃;

V——室内风速,m/s。

平均辐射温度对室内热环境有很大的影响。在炎热地区,夏季室内过热的原因除了夏季气温高外,主要是外围护结构内表面的热辐射,特别是由通过窗口进入的日辐射所造成。而在寒冷地区,如外围护结构内表面的温度过低,将对人产生“冷辐射”,也严重影响室内热环境。

图 1-12 黑球温度

2. 室内空气温度

室内气温是表征室内热环境的主要参数。对一般民用建筑,按房间的使用要求而对房间温度有相应规定:冬季室内气温一般应在 16℃～22℃;夏季空调房间的气温多规定为 24℃～28℃,并以此作为室内计算温度。而室内实际温度则由房间内得热和失热、围护结构内表面的温度及通风等因素构成的热平衡所决定,设计者的任务就在于使实际温度达到室内计算温度。另外,对一些有特殊要求的生产和实验房间,不但需要满足室温要求,还需使温度波动值控制在一定范围之内。

3. 室内空气湿度

空气湿度直接影响人体的蒸发散热,一般认为最适宜的相对湿度应为 50%～60%。在多数情况下,即气温在 16℃～25℃时、相对湿度在 30%～70% 范围内变化,对人体的热感觉影响不大。但如湿度过低(低于 30%)则人会感到干燥、呼吸器官不适;湿度过高则影响正常排汗,尤其在夏季高温时,如湿度过高(高于 70%)则汗液不易蒸发,最令人不舒适。

4. 室内风速

需要全本请访问 www.ertongbook.com