



执业资格考试丛书

一级注册建筑师考试辅导教材
第三分册

建筑物理与 建筑设备

(第三版)

《注册建筑师考试辅导教材》编委会 编



中国建筑工业出版社

执业资格考试丛书

一级注册建筑师考试辅导教材

第三分册 建筑物理与建筑设备

(第三版)

《注册建筑师考试辅导教材》编委会 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

一级注册建筑师考试辅导教材. 第三分册, 建筑物理与建筑设备 / 《注册建筑师考试辅导教材》编委会编. —3 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2006

(执业资格考试丛书)

ISBN 7-112-07857-1

I. 一... II. 注... III. ①建筑学: 物理学-建筑师-资格考试-自学参考资料 ②房屋建筑设备-建筑师-资格考试-自学参考资料 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 153583 号

责任编辑: 张 建

责任设计: 董建平

责任校对: 李志瑛 孙爽

执业资格考试丛书
一级注册建筑师考试辅导教材
第三分册 建筑物理与建筑设备
(第三版)

《注册建筑师考试辅导教材》编委会 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京密云红光制版公司制版

北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 13 $\frac{3}{4}$ 字数: 330 千字

2006 年 1 月第三版 2006 年 1 月第五次印刷

印数: 19001—27000 册 定价: 27.00 元

ISBN 7-112-07857-1

(13811)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

注册建筑师考试辅导教材

编 委 会

主任委员 赵知敬

副主任委员 于春普 翁如璧

主 编 曹伟浚

编 委 (以姓氏笔画为序)

于春普 张思浩 周惠珍 朋改非

赵知敬 贾昭凯 翁如璧 曹伟浚

曾 俊

第三版前言

建设部和人事部自1995年起开始实施注册建筑师执业资格考试制度。

为了帮助建筑师们准备考试,本书的编写教师自1995年起就先后参加了北京市一、二级注册建筑师考试辅导班的教学工作。他们都是本专业具有较深造诣的高级工程师和教授,分别来自北京市建筑设计研究院、北京建筑工程学院、北京工业大学、北京交通大学、中国人民大学、清华大学建筑设计院和原北京市城市规划管理局。作者以考试大纲为依据,以现行规范、标准为基础,为学员们编写了本套考试辅导教材。教材的目的是为了指导复习,因此力求简明扼要、联系实际,着重对规范的理解与应用,并注意突出重点概念。

本教材严格按考试大纲编写,在每年教学实践中不断加以改进,深受考生们的欢迎。本教材于2001年正式出版,2003年按新的考试大纲及新的标准、规范对该版教材进行了全面修订;2004年除对部分内容作了增补和替换外,还增加了各章后参考习题的光盘;今年再次进行了修订。参加本教材编写的专家如下:第一及第八章,耿长孚;第二章,张思浩;第三章,王其明;第四章,姜中光;第五章,任朝钧;第六及第七章建筑部分,翁如璧;第九章,钱民刚;第十、十二、十三章及第七章结构部分,曾俊;第十一章,林焕枢;第十四章,汪琪美;第十五、十六章,李德富;第十七章,吕鉴、张岩;第十八章及第七章空调部分,贾昭凯;第十九章及第七章电气部分,冯玲;第二十章,朋改非;第二十一章,杨金铎;第二十二章,周惠珍;第二十三章,刘宝生;第二十四章,李魁元。

为方便考生复习,本教材分5个分册出版。第一分册包括第一至第八章,内容为“设计前期 场地与建筑设计”部分;第二分册包括第九至第十三章,为“建筑结构”部分;第三分册包括第十四至第十九章,为“建筑物理与建筑设备”部分;第四分册包括第二十及第二十一章,为“建筑材料与构造”部分;第五分册包括第二十二至第二十四章,为“建筑经济 施工与设计业务管理”部分。

考生在复习本教材时,应结合阅读相应的标准、规范。每章后均附有参考习题,可作为考生检验复习效果和准备考试的参考。此外,我们曾于2001年组织编写了《一级注册建筑师考试模拟试题集》,这几年每年都进行修订,收录了单选题近三千道,每题均提供了答案和解题提示;且书中还特别增加了作图题部分,并提供了参考答案;书后还制作了模拟试题光盘。这本《模拟试题集》对考生备考必定大有好处。

根据《行政许可法》,本书编委会不再冠以注册建筑师管理委员会的名义,但书的内容未变。经过每年的修订补充,书的质量每年都会更上一层楼。

祝各位考生考试取得好成绩!

《注册建筑师考试辅导教材》编委会

2006年1月

第三分册 建筑物理与建筑设备

目 录

第十四章 建筑热工与节能	1
第一节 传热的基本知识	1
第二节 热环境	6
第三节 建筑围护结构的传热原理及计算	10
第四节 围护结构的保温设计	16
第五节 外围护结构的蒸汽渗透和冷凝	22
第六节 建筑日照	24
第七节 建筑防热设计	27
第八节 建筑节能	32
参考习题	39
答案	44
第十五章 建筑光学	45
第一节 光、颜色与视觉的基本知识	45
第二节 天然采光设计标准和采光计算	50
第三节 人工照明	58
参考习题	65
答案	67
第十六章 建筑声学	68
第一节 建筑声学基本知识	68
第二节 室内声学原理	71
第三节 吸声材料与吸声结构	73
第四节 室内音质设计	75
第五节 噪声控制	81
第六节 建筑隔声与设备隔振	85
参考习题	90
答案	92
第十七章 建筑给水排水	93
第一节 建筑给水	93
第二节 建筑内部热水系统	98
第三节 水污染的防治及抗震措施	103
第四节 消防给水	106
第五节 建筑排水	110

第六节 建筑节能基本知识	116
参考习题	121
答案	124
第十八章 暖通空调	125
第一节 采暖系统	125
第二节 通风系统	133
第三节 空调系统	134
第四节 建筑设计与采暖空调运行节能	143
第五节 设备机房及主要设备的空间要求	145
第六节 高层建筑防烟、排烟	147
第七节 燃气种类及安全措施	149
第八节 暖通空调专业常用单位	152
参考习题	153
答案	158
第十九章 建筑电气	159
第一节 供配电系统	159
第二节 配变电所和自备电源	161
第三节 民用建筑的配电系统	164
第四节 电气照明	171
第五节 电气安全和建筑物防雷	176
第六节 火灾报警和消防联动	182
第七节 电话、有线广播和扩声、同声传译	186
第八节 共用天线电视系统和闭路应用电视系统	189
第九节 呼应(叫)信号及公共显示装置	190
第十节 建筑物综合布线系统	191
第十一节 电功率的概念	194
参考习题	194
答案	196
附录 1 全国一级注册建筑师资格考试大纲	197
附录 2 全国一级注册建筑师资格考试规范、标准及主要参考书目	200
附录 3 2005 年度全国一、二级注册建筑师资格考试考生注意事项	204
附录 4 谈注册建筑师考试	206

第十四章 建筑热工与节能

第一节 传热的基本知识

热量的传递称为传热。在自然界中，只要存在温差就会出现传热现象。

一、传热的基本概念

(一) 温度

温度是表征物体冷热程度的物理量，温度使用的单位为 K 或 $^{\circ}\text{C}$ 。

(二) 温度场

某一瞬间，物体内部所有各点的温度分布称为温度场。温度场是空间某点坐标 x, y, z 与时间 τ 的函数，公式表达为：

$$t = f(x, y, z, \tau) \quad (14-1)$$

温度场可分为以下类型：

(1) 稳定温度场：温度场内各点温度不随时间变化。

(2) 不稳定温度场：温度场内各点温度随时间发生变化。

在建筑热工设计中，主要涉及的是一维稳定温度场 $t = f(x)$ 和一维不稳定温度场 $t = f(x, \tau)$ 中的传热问题。在一维稳定温度场中，温度仅沿一个方向（如围护结构的厚度方向）发生变化；而在一维不稳定温度场中，温度不仅沿一个方向发生变化，而且各点的温度还随着时间发生改变。

(三) 等温面

温度场中同一时刻由温度相同的各点相连所形成的面。使用等温面可以形象地表示温度场内的温度分布。

不同温度的等温面绝对不会相交。

(四) 温度梯度

温度差 Δt 与沿法线方向两个等温面之间距离 Δn 的比值的极限叫做温度梯度。表示为：

$$\lim_{\Delta n \rightarrow 0} \frac{\Delta t}{\Delta n} = \frac{\partial t}{\partial n} \quad (14-2)$$

(五) 热流密度（热流强度）

热流密度是在单位时间内，通过等温面上单位面积的热量，单位为 W/m^2 。若单位时间通过等温面上微元面积 dF 的热量为 dQ ，则热流密度定义式为：

$$q = \frac{dQ}{dF} \quad (14-3)$$

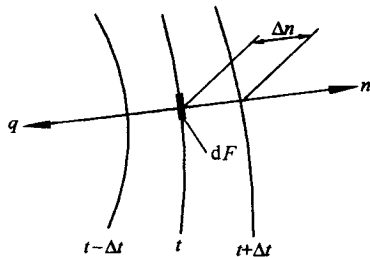


图 14-1 等温面示意图

二、传热的基本方式

根据传热机理的不同,传热的基本方式分为导热、对流和辐射。

(一) 导热 (热传导)

导热指物体中有温差时由于直接接触的物质质点作热运动而引起的热能传递过程。

1. 傅立叶定律

傅立叶定律指出,均质材料物体各点的热流密度与温度梯度成正比,即:

$$q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} \quad (14-4)$$

式中 λ ——材料的导热系数。

由于热量传递的方向(由高温向低温)和温度梯度的方向(由低温向高温)相反,因此,上式中用负号表示。

注意,傅立叶定律在不同的温度场中可以有其形式不同的表达式。

2. 材料的导热系数

导热系数是表征材料导热能力大小的物理量,单位为 $W/(m \cdot K)$ 。它的物理意义是,当材料层厚度为 $1m$,材料层两表面的温差为 $1K$ 时,在单位时间内通过 $1m^2$ 截面积的导热量。

材料的导热系数可查阅有关的建筑材料热工指标表获得,应该熟悉经常使用的建筑材料的导热系数。各种材料导热系数 λ 的大致范围是:

气体:	0.006 ~ 0.6
液体:	0.07 ~ 0.7
建筑材料和绝热材料:	0.025 ~ 3
金属:	2.2 ~ 420

(二) 对流

对流指由流体(液体、气体)中温度不同的各部分相互混合的宏观运动而引起的热传递现象。

由于引起流体流动的动力不同,对流的类型可分为:

1. 自由对流: 由温度差形成的对流。
2. 受迫对流: 由外力作用形成的对流。受迫对流在传递热量的强度方面要大于自由对流。

(三) 辐射

辐射指物体表面对外发射热射线在空间传递能量的现象。凡是温度高于绝对零度(0K)的物体都能发射辐射能。

1. 物体对外来辐射的反射、吸收和透射

(1) 反射系数 r_h : 被反射的辐射能 I_r 与入射辐射能 I_o 的比值。

$$r_h = \frac{I_r}{I_o} \quad (14-5)$$

(2) 吸收系数 ρ_h : 被吸收的辐射能 I_a 与入射辐射能 I_o 的比值。

$$\rho_h = \frac{I_a}{I_o} \quad (14-6)$$

(3) 透射系数 τ_h : 被透射的辐射能 I_τ 与入射辐射能 I_o 的比值。

$$\tau_h = \frac{I_\tau}{I_o} \quad (14-7)$$

显然:

$$r_h + \rho_h + \tau_h = 1 \quad (14-8)$$

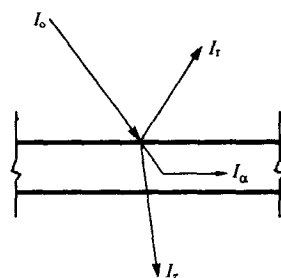


图 14-2 物体对外来辐射的反射、吸收和透射

2. 白体、黑体和完全透热体

(1) 白体 (绝对白体): 能将外来辐射全部反射的物体, $r_h = 1$ 。

(2) 黑体 (绝对黑体): 能将外来辐射全部吸收的物体, $\rho_h = 1$ 。

(3) 完全透热体: 能将外来辐射全部透过的物体, $\tau_h = 1$ 。

3. 物体表面的辐射本领

(1) 全辐射力 E (辐射本领, 全辐射本领): 在单位时间内、从单位表面上以波长 $0 \sim \infty$ 的全波段向半球空间辐射的总能量, 单位: W/m^2 。

(2) 单色辐射力 E_λ (单色辐射本领): 在单位时间内、从单位表面积向半球空间辐射出的某一波长的能量, 单位: $W/m^2 \cdot \mu m$ 。

(3) 灰体: 如果一个物体在每一波长下的单色辐射力与同温度、同波长下黑体的单色辐射力的比值为一常数, 这个物体称为灰体。

一般建筑材料均可看作为灰体。

(4) 非灰体 (选择性辐射体): 物体的单色辐射力与黑体、灰体截然不同, 有的只能发射某些波长的辐射线。

(5) 黑度 ϵ (辐射率): 灰体的辐射本领 E_λ 与同温度下黑体的辐射本领 $E_{\lambda,b}$ 的比值。

$$\epsilon = \frac{E_\lambda}{E_{\lambda,b}} \quad (14-9)$$

4. 辐射本领的计算 (斯蒂芬-波尔兹曼定律)

(1) 黑体的辐射能力 E_b

$$E_b = \sigma_b \cdot T_b^4 = C_b \cdot \left(\frac{T_b}{100}\right)^4 \quad (14-10)$$

式中 T_b ——黑体的绝对温度, K。

σ_b ——黑体辐射常数, $5.68 \times 10^{-8} W/(m^2 \cdot K^4)$ 。

C_b ——黑体辐射系数, $5.68 W/(m^2 \cdot K^4)$ 。

(2) 灰体的辐射能力 E

$$E = \epsilon \cdot \sigma_b \cdot T^4 = C \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4 \quad (14-11)$$

式中 T ——灰体的绝对温度, K;

C ——灰体辐射系数, $W/(m^2 \cdot K^4)$;

ϵ ——灰体的黑度。

5. 影响材料吸收率、反射率、透射率的因素

材料吸收率、反射率、透射率与外来辐射的波长、材料的颜色、材性、材料的光滑和平整程度有关。

注意，材料表面对外来辐射的反射、吸收和透射能力与外来辐射的波长有密切的关系。根据克希荷夫定律，在给定表面温度下，表面的辐射率（黑度）与该表面对来自同温度的投射辐射的吸收系数在数值上相等。

物体对不同波长的外来辐射的反射能力不同，对短波辐射，颜色起主导作用；但对长波辐射，材性（导体还是非导体）起主导作用。例如，在阳光下，黑色物体与白色物体的反射能力相差很大，白色反射能力强；而在室内，黑、白物体表面的反射能力相差极小。

常温下，一般材料对辐射的吸收系数可取其黑度值，对来自太阳的辐射，材料的吸收系数并不等于物体表面的黑度。

玻璃作为建筑常用的材料属于选择性辐射体，其透射率与外来辐射的波长有密切的关系。易于透过短波而不易透过长波是玻璃建筑具有温室效应的原因。

6. 辐射换热

两表面间的辐射换热量主要与表面的温度、表面发射和吸收辐射的能力、表面的几何尺寸与相对位置有关。

在不计两表面之间的多次反射，仅考虑第一次吸收的前提下，任意两表面的辐射换热量的通式为：

$$q_{1-2} = \alpha_r(\theta_1 - \theta_2) \quad (14-12)$$

式中 q_{1-2} ——辐射换热热流密度， W/m^2 ；

θ_1 ——表面 1 的温度，K；

θ_2 ——表面 2 的温度，K；

α_r ——辐射换热系数， $W/(m^2 \cdot K)$ 。

辐射换热系数 α_r 取决于表面的温度、表面发射和吸收辐射的能力、表面的几何尺寸与相对位置。

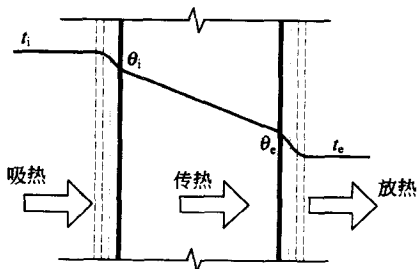


图 14-3 围护结构的传热过程

三、围护结构的传热过程

(一) 围护结构的传热过程

通过围护结构的传热要经过三个过程：

(1) 表面吸热：内表面从室内吸热（冬季）或外表面从室外空间吸热（夏季）。

(2) 结构本身传热：热量由结构的高温表面传向低温表面。

(3) 表面放热：外表面向室外空间放热（冬季）或内表面向室内空间放热（夏季）。

(二) 表面换热

热量在围护结构的内表面和室内空间或在外表面和室外空间进行传递的现象称为表面换热。

表面换热由对流换热和辐射换热两部分组成。

1. 对流换热

对流换热是指流体与固体壁面在有温差时产生的热传递现象。它是对流和导热综合作用的结果。如墙体表面与空气间的热交换。

对流换热热流密度 q_c 的计算：

$$q_c = \alpha_c(\theta - t) \quad (14-13)$$

式中 α_c ——对流换热系数, $W/(m^2 \cdot K)$;

θ ——固体壁面温度, K ;

t ——流体主体部分温度, K 。

在建筑热工中, 对流换热系数主要与气流的情况、结构所处的部位、壁面状况和热流方向有关。

2. 表面换热系数和表面换热阻

(1) 表面换热系数

$$\alpha = \alpha_c + \alpha_r \quad (14-14)$$

内表面的换热系数使用 α_i 表示, $W/(m^2 \cdot K)$;

外表面的热转移系数使用 α_e 表示, $W/(m^2 \cdot K)$ 。

(2) 表面换热阻

$$R = \frac{1}{\alpha} \quad (14-15)$$

内表面的换热阻使用 R_i 表示, $m^2 \cdot K/W$;

外表面的换热阻使用 R_e 表示, $m^2 \cdot K/W$ 。

内、外表面换热系数和表面换热阻见后面的表 14-2, 表 14-3。

四、湿空气

(一) 湿空气、未饱和湿空气与饱和湿空气

湿空气是干空气和水蒸气的混合物。

在温度和压力一定的条件下, 一定容积的干空气所能容纳的水蒸气量是有限度的, 湿空气中水蒸气含量未达到这一限度时叫未饱和湿空气, 达到限度时叫饱和湿空气。

(二) 空气湿度

空气湿度是表示空气干湿程度的物理量。在表示空气的湿度时, 可使用以下方式。

1. 绝对湿度

绝对湿度是每立方米空气中所含水蒸气的质量, 单位为 g/m^3 。

未饱和湿空气的绝对湿度用符号 f 表示, 饱和湿空气的绝对湿度用 $f_{\max}$ 表示。

2. 水蒸气分压力 P

湿空气中含有的水蒸气所呈现的压力称为水蒸气分压力, 单位为 Pa 。

未饱和湿空气的水蒸气分压力用符号 P 表示, 饱和蒸汽压用 P_s 表示。

标准大气压下, 不同温度对应的饱和蒸汽压值可查表取得。温度越高, 饱和蒸汽压值越大。

3. 相对湿度

一定温度、一定大气压力下, 湿空气的绝对湿度 f 与同温、同压下的饱和空气绝对湿度 $f_{\max}$ 的百分比称为湿空气的相对湿度。

相对湿度的计算:

$$\varphi = \frac{f}{f_{\max}} \times 100\% \quad (14-16)$$

$$\varphi = \frac{P}{P_s} \times 100\% \quad (14-17)$$

式中 f 、 $f_{\max}$ ——湿空气的绝对湿度和同温度下饱和湿空气的绝对湿度, g/m^3 ;

P 、 P_s ——湿空气的水蒸气分压力和同温度下湿空气的饱和蒸汽压, Pa 。

(三) 露点温度

在不改变水蒸气含量的前提下, 未饱和湿空气冷却至饱和状态时所对应的温度叫露点温度。露点温度用 t_d 表示。

露点温度可用来判断围护结构内表面是否结露。当围护结构内表面的温度低于露点温度时, 内表面将产生结露。

(四) 湿球温度

湿球温度是指在干湿球温度计中由水银球用潮湿纱布包裹的湿球温度计所测量的温度。它与干球温度配合可以测量空气的相对湿度。

第二节 热 环 境

一、室外热环境 (室外气候)

室外热环境是指作用在外围护结构上的一切热物理量的总称, 是由太阳辐射、大气温度、空气湿度、风、降水等因素综合组成的一种热环境。建筑物所在地的室外热环境通过外围护结构将直接影响室内环境, 为使所设计的建筑能创造良好的室内热环境, 必须了解当地室外热环境的变化规律及特征, 以此作为建筑热工设计的依据。与室外热环境密切相关的主要因素如下:

(一) 太阳辐射

1. 太阳辐射能是地球上热量的基本来源, 是决定室外热环境的主要因素。

2. 太阳辐射的组成

到达地球表面的太阳辐射分为两个部分, 一部分是太阳直接射达地面的部分, 称为直射辐射; 另一部分是经过大气层散射后到达地面的部分, 称为散射辐射。

3. 太阳常数

在太阳与地球的平均距离处, 垂直于入射光线的大气界面单位面积上的辐射热流密度。

天文太阳常数 (理论计算值): $I_0 = 1395.6 \text{ W}/\text{m}^2$

气象太阳常数 (实测分析值): $I_0 = 1256 \text{ W}/\text{m}^2$

4. 影响太阳辐射照度的因素

大气中射程的长短, 太阳高度角, 海拔高度, 大气质量。

5. 太阳光谱

太阳辐射能量主要分布在紫外线、可见光和红外线区域, 其中 97.8% 是短波辐射, 所以太阳辐射属于短波辐射。

(二) 室外气温

1. 室外气温: 指距地面 1.5m 处百叶箱内的空气温度。

2. 变化规律

室外气温由于受到太阳辐射的影响, 它的年变化、日变化规律都是周期性的。

(1) 年变化规律: 由地球围绕太阳公转引起, 形成一年四季气温变化, 北半球最高气

温出现在7月(大陆)或8月(沿海、岛屿),最低气温出现在1月或2月。

(2) 日变化规律:由地球自转引起。日最低气温出现在6:00~7:00左右。日最高气温出现在14:00左右。

(三) 空气湿度

1. 湿度:空气中水蒸气的含量。可用绝对湿度或相对湿度表示,通常使用相对湿度表示空气的湿度。

2. 变化规律

一般来说,某一地区在一定时间内,空气的绝对湿度变化不大,但由于空气温度的变化,使得空气中饱和水蒸气压随之变化,从而导致相对湿度变化强烈。

(1) 年变化规律:最热月相对湿度最小,最冷月相对湿度最大,季风区例外。

(2) 日变化规律:晴天时,日相对湿度最大值出现在4:00~5:00,日相对湿度最小值出现在13:00~15:00。

(四) 风

1. 风:指由大气压力差所引起的大气水平方向的运动。

2. 风的类型

(1) 大气环流:由于太阳辐射热在地球上照射不均匀,使得赤道和两极之间出现温差,从而引起大气在赤道和两极之间产生活动,即为大气环流。

(2) 地方风:局部地区受热不均引起的小范围内的大气流动。如海陆风、山谷风、林原风等。

3. 风的特性

(1) 风向:风吹来的地平方向为风向。可使用四方位东(E)、南(S)、西(W)、北(N)表示,细分则使用八方位,即在上述四方位中增加东南(SE)、东北(NE)、西南(SW)、西北(NW),甚至使用十六方位表示。

风向频率图(风向玫瑰图)是一定时间内在各方位刮风次数的统计图,可由此了解当地的风向,尤其是不同季节的主导风向。

(2) 风速:单位时间内风前进的距离,单位为m/s。气象学上根据风速将风分为十二级。

(五) 降水

1. 降水:从大地蒸发出来的水蒸气进入大气层,经过凝结后又降到地面上的液态或固态的水分。如雨、雪、雹都属降水现象。

2. 降水的性质

(1) 降水量:降落到地面的雨以及雪、雹等融化后,未经蒸发或渗透流失而累积在水平面上的水层厚度。单位:mm。

(2) 降水强度:单位时间(24小时)内的降水量,单位:mm/d。

根据降水强度,可将降水划分如下:

小雨	< 10mm	中雨	10 ~ 25mm
大雨	25 ~ 50mm	暴雨	50 ~ 100mm

二、中国建筑热工设计分区

我国幅员辽阔,地形复杂,各地由于纬度、地势和地理条件的不同,气候差异悬殊。不同的气候条件对房屋建筑提出的要求不同,为使建筑能够充分地利用和适应本地的气候条

件,我国各地气候作如下划分(表 14-1),在进行设计时,应满足不同的热工设计要求。

中国建筑热工设计分区

表 14-1

气候分区	主要指标		辅助指标		热工设计要求
	最冷月平均温度(℃)	最热月平均温度(℃)	日平均气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数(天)	日平均气温 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的天数(天)	
严寒地区	≤ -10		≥ 145		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	$0 \sim -10$		$90 \sim 145$		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	$0 \sim 10$	$25 \sim 30$	$0 \sim 90$	$40 \sim 110$	必须充分满足夏季防热要求,适当兼顾冬季保温
夏热冬暖地区	> 10	$25 \sim 29$		$100 \sim 200$	必须满足夏季防热要求,一般可不考虑冬季保温
温和地区	$0 \sim 13$	$18 \sim 25$	$0 \sim 90$		部分地区应注意冬季保温,一般可不考虑夏季防热

热工设计分区的地理划分可从《民用建筑热工设计规范》(GB 50176—93)和《建筑设计资料集 2》的“全国建筑热工设计分区图”中得到更加明确的了解。

三、室内热环境(室内气候)

室内热环境是指由室内空气温度、空气湿度、室内风速及环境平均辐射温度(室内各壁面温度的当量温度)等因素综合组成的一种热物理环境。

(一) 决定室内热环境的物理客观因素

决定室内热环境的物理客观因素有室内的空气温度、空气湿度、室内风速及壁面的平均辐射温度。

此外,室内热环境的好坏通常受到室外热环境、室内热环境设备(如空调器、加热器等)、室内其他设备(如灯具、家用电器)的影响。

(二) 对室内热环境的要求

房间的使用性质不同,对其内部的热环境要求也不相同。以满足人体生理卫生需要为主的房间(如居住建筑、公共建筑和一般生产房间),其室内热环境是要保证人的正常生活和工作,以维护人体的健康。

1. 人体的热感觉

室内热环境对人体的影响主要表现在人的冷热感。人体的冷热感取决于人体新陈代谢产生的热量和人体向周围环境散热量之间的平衡关系,人体热平衡方程表示如下:

$$\Delta q = q_m - q_c \pm q_r \pm q_e \quad (14-18)$$

式中 q_m ——人体产热量,主要取决于人体的新陈代谢率及对外做机械功的效率, W;

q_c ——人体与周围空气的对流换热量, W;

q_r ——人体与环境间的辐射换热量, W;

q_e ——人体蒸发散热量, W。

当 $\Delta q = 0$, 体温恒定不变; $\Delta q > 0$, 体温上升; $\Delta q < 0$, 体温下降。

2. 热舒适

热舒适是指人对环境的冷热程度感觉满意, 不因冷或热感到不舒适。满足热舒适的条件是:

(1) 必要条件: $\Delta q = 0$;

(2) 充分条件: 皮肤温度处于舒适的温度范围内, 汗液蒸发率处于舒适的蒸发范围内。

室内热环境可分为舒适、可以忍受和不能忍受三种情况, 只有采用充分空调设备的房间才能实现舒适的要求, 对大多数建筑而言, 应以保证人体健康不受损害为准, 确定对室内热环境的要求, 在可能的条件下, 尽可能改善室内热环境。

(三) 室内热环境的评价方法

1. 单一指标

使用室内空气温度作为热环境评价指标。目前, 我国很多设计规范和标准均以其为控制指标。例如, 对冬季采暖设计温度, 规范规定居住建筑为 18°C , 托幼建筑为 20°C 。这种方法简单、方便, 但不很完善。

目前, 综合多个因素评价室内热环境的方法有:

2. 有效温度

有效温度 EP (Effective Temperature) 是依据半裸的人与穿夏季薄衫的人在一定条件的环境中反应的瞬时热感觉作为决定各项因素综合作用的评价标准, 是室内气温、相对湿度和空气速度在一定组合下的综合指标。由于该指标使用简单, 在对不同的环境和空调方案进行比较时得到了广泛的应用。它的缺陷是没有考虑热辐射变化的影响, 在评价环境时有时难免出现一定的偏差, 因此后来又出现了新有效温度等指标。

3. PMV 指标

PMV (Predicted Mean Vote) 指标是能全面反映室内各气候要素对人体热感觉影响的综合评价方法。

PMV 指标是在丹麦工业大学微气候实验室和美国堪萨斯州立大学环境实验室做了大量试验工作后, 由丹麦学者房格尔教授 (P.O.Fanger) 提出的, 是迄今为止考虑人体热舒适感诸多有关因素最全面的评价指标, 于 20 世纪 80 年代初得到国际标准化组织 ISO 的承认。PMV 指标与评价方法包括 PMV 指标与预测不满意百分率 PPD 两方面的内容。它是以房格尔教授的热舒适方程为基础, 导出 PMV 指标与影响人体热舒适的 6 个要素之间的定量关系, 即:

$$\text{PMV} = f(t_i, \varphi_i, t_p, u, m, R_{cl}) \quad (14-19)$$

式中 t_i ——室内空气温度, $^{\circ}\text{C}$;

φ_i ——室内空气相对湿度;

t_p ——平均辐射温度, $^{\circ}\text{C}$;

u ——室内空气速度, m/s ;

m ——与人体活动强度有关的新陈代谢率, W/m^2 或 met;

R_{cl} ——人体衣服热阻, clo。

因此, 在已知室内气温、相对湿度、空气速度、平均辐射温度、人体活动强度与衣着条件下, 可以通过计算 PMV 指标预测出多数人对某一热环境的舒适程度的反应, 同时

建立起 PMV 指标系统, 将人体的热感觉划分为 7 个等级如下:

+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
热	暖	稍暖	舒适	稍凉	凉	冷

由此可根据 PMV 指标值定量评价室内热环境质量的优劣。

第三节 建筑围护结构的传热原理及计算

一、稳定传热

在稳定温度场中所进行的传热过程称为稳定传热。

(一) 一维稳定传热的特点

1. 通过平壁内各点的热流强度处处相等;
2. 同一材质的平壁内部各界面温度分布呈直线关系。

(二) 通过平壁的稳定导热

1. 通过单层均质平壁的稳定导热

$$q = \frac{\theta_i - \theta_e}{\frac{d}{\lambda}} = \frac{\theta_i - \theta_e}{R} \quad (14-20)$$

式中 θ_i ——单层平壁内表面的温度, $^{\circ}\text{C}$;

θ_e ——单层平壁外表面的温度, $^{\circ}\text{C}$;

d ——单层平壁的厚度, m ;

λ ——材料的导热系数, $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$;

R ——单层平壁的导热热阻, $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 。

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (14-21)$$

2. 通过多层均质平壁的稳定导热

稳定传热条件下, 通过多层均质平壁的热流强度为:

$$q = \frac{\theta_i - \theta_e}{\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \cdots + \frac{d_n}{\lambda_n}} = \frac{\theta_i - \theta_e}{R_1 + R_2 + \cdots + R_n} \quad (14-22)$$

式中 θ_i ——多层平壁内表面的温度, $^{\circ}\text{C}$;

θ_e ——多层平壁外表面的温度, $^{\circ}\text{C}$;

$d_1, d_2, \cdots, d_n$ ——各材料层的厚度, m ;

$\lambda_1, \lambda_2, \cdots, \lambda_n$ ——各层材料的导热系数, $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$;

$R_1, R_2, \cdots, R_n$ ——各材料层的导热热阻, $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 。

3. 通过组合壁的导热热阻

由两种以上材料构成的同一材料层称为组合壁, 又称非均质材料层。见图 14-4。

组合壁的热阻由构成组合壁的所有材料热阻的面积加权平均值计算:

$$\bar{R} = \left[\frac{F_1 + F_2 + \cdots + F_n}{\frac{F_1}{R_{0.1}} + \frac{F_2}{R_{0.2}} + \cdots + \frac{F_n}{R_{0.n}}} - (R_i + R_e) \right] \varphi \quad (14-23)$$