

2009

全国一级注册建筑师 执业资格考试辅导教材

建筑物理与建筑设备

胡晓东 梁广 王可怡 徐晓宁 主编

■ 内容

精炼，概念清晰，

叙述简明扼要，紧扣考试大纲。

■ 内容包括建筑热工原理，建筑光学，声音的基本性质，给水排水，采暖空调，电气，模拟试题。

特提供网站增值服务

 **edu24ol**
com
环球职业教育在线

 华中科技大学出版社

www.hustpas.com 中国·武汉

全国一级注册建筑师执业资格考试 辅导教材

——建筑物理与建筑设备

胡晓东 梁广 王可怡 徐晓宁 编

华中科技大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

建筑物理与建筑设备/胡晓东 梁广 王可怡 徐晓宁 编.
—武汉:华中科技大学出版社,2008.12
全国一级注册建筑师执业资格考试辅导教材
ISBN 978-7-5609-4439-5

I. 建… II. ①胡… ②梁… ③王… ④徐… III. ①建筑学:物理学-建筑师-资格考核-自学参考资料 ②房屋建筑设备-建筑师-资格考核-自学参考资料
IV. TU11 TU8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 003059 号

全国一级注册建筑师执业资格考试辅导教材

建筑物理与建筑设备

胡晓东 梁广 王可怡 徐晓宁 编

责任编辑:翟永梅

封面设计:张璐

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉) 武昌喻家山 邮编:430074

销售电话:(022)60266190 (022)60266199(兼传真)

网 址:www.hustpas.com

录 排:河北香泉技术开发有限公司

印 刷:河北迁安万隆印刷有限责任公司

开本:787 mm × 1092 mm 1/16

印张:13.75

字数:339 千字

版次:2008 年 12 月第 1 版

印数:2008 年 12 月第 1 次印刷

定价:29.00 元

ISBN 978-7-5609-4439-5/TU · 304

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书是根据全国注册建筑师与工程管理委员会颁发的《全国一级注册建筑师资格考试大纲》编写而成的。内容丰富,概念清晰,叙述简明扼要,紧扣考试大纲。它既可作为建筑技术人员参加全国一级注册建筑师资格考试的考前辅导材料,又可作为提高在职设计人员业务素质 and 技能的继续教育教材,并可供从事建筑设计的技术人员,从事施工、科研、管理人员及高等学校相关专业师生参考使用。

前 言

为了帮助准备参加全国一级注册建筑师执业资格考试的建筑工程技术人员进行考前复习,由广州大学组织有关专家、教授和参加过一级注册建筑师考试的经验丰富的工程技术人员,共同编写了这套全国一级注册建筑师考试辅导用书。该系列书包括《建筑设计》《建筑结构》《建筑物理与建筑设备》《建筑材料与构造》及《建筑经济、施工与设计业务管理》。编写时以最新颁布的《全国一级注册建筑师资格考试大纲》为依据,并结合我国现行的有关建筑设计方面的法律、法规、规范和规程,力求贯彻少而精的原则,做到内容精练、概念清晰、文字叙述简明扼要。

本书为《建筑物理与建筑设备》分册,具体包括建筑热工原理,建筑光学,声音的基本性质,给水排水,采暖空调,电气,建筑物理与建筑设备知识模拟题等七章内容。最后所附的模拟题均来自近年全国一级注册建筑师的考试试题,可供考生检验复习效果,进一步明确有关的原理、概念和方法。模拟题附有参考答案,仅供读者参考。参加本书编写工作的人员有(按章节的前后顺序排列):第一章的编者梁广,第二章的编者王可怡,第三章的编者李润祺,第四章的编者何芳,第五章的编者梁晓媚,第六章的编者徐晓宁,第七章的编者胡晓东。全书由胡晓东统编。

本书在编写过程中得到了广东省建设执业资格注册中心有关领导的指导及广州大学领导的支持,参考了国内近几年正式出版的有关一级注册建筑师考试辅导教材和有关法律、法规、规范、手册及一级注册建筑师考试的专业书籍(详见参考文献),在此一并表示感谢。由于编写时间有限,书中难免有不足之处,恳请广大读者指正并提宝贵意见。

编者

2008年10月

目 录

1	建筑热工原理	(1)
1.1	建筑热工的基本原理与建筑围护结构的节能设计原则	(1)
1.2	传热的基本知识	(5)
1.3	建筑围护结构的传热原理及计算	(9)
1.4	围护结构的保温设计	(15)
1.5	外围护结构的蒸汽渗透和冷凝	(19)
1.6	建筑日照	(22)
1.7	建筑防热设计	(23)
1.8	建筑节能	(26)
2	建筑光学	(29)
2.1	光、颜色与视觉的基本知识	(29)
2.2	天然采光设计标准和采光计算	(34)
2.3	人工照明	(41)
3	声音的基本性质	(49)
3.1	建筑声学基本知识	(49)
3.2	室内声学原理	(52)
3.3	吸声材料和吸声结构	(54)
3.4	建筑隔声	(57)
3.5	噪声和振动的控制	(60)
3.6	室内音质设计	(66)
4	给水排水	(72)
4.1	冷水储存、加压及分配	(72)
4.2	热水加热方式及供应系统	(78)
4.3	建筑给排水系统水污染的防治及抗震措施	(83)
4.4	消防给水与自动灭火系统	(85)
4.5	污水系统及透气系统	(90)
4.6	雨水系统和建筑节水基本知识	(95)
5	采暖空调	(99)
5.1	采暖的热源、热媒及系统	(99)
5.2	各类机房及主要设备的空间要求	(102)
5.3	通风系统、空调系统及其控制	(104)
5.4	建筑设计与暖通、空调系统的运行节能	(108)

5.5	高层建筑防火、排烟,燃气种类及安全设施	(108)
6	电气	(111)
6.1	电力供配电方式	(111)
6.2	电气照明	(122)
6.3	电气系统的安全接地	(127)
6.4	建筑物的防雷基本知识	(130)
6.5	通讯、广播、扩声、呼叫、共用天线电视及安全防范系统	(138)
6.6	火灾自动报警系统	(144)
6.7	建筑设备自控、计算机网络与综合布线	(148)
7	建筑物理与建筑设备知识模拟题	(156)
7.1	建筑热工	(156)
7.2	建筑采光与照明	(161)
7.3	建筑声学	(167)
7.4	给水排水	(172)
7.5	暖通空调	(179)
7.6	电气	(187)
	全国一级注册建筑师执业资格模拟考试试题(建筑物理与建筑设备)	(199)
	参考文献	(212)

1 建筑热工原理

1.1 建筑热工的基本原理与建筑围护结构的节能设计原则

1.1.1 室外热环境

室外热环境是指由太阳辐射、大气温度、空气湿度、风、降水等因素综合组成的一个热环境。建筑物所在地的室外热环境通过外部围护结构将直接影响室内环境,为使所设计的建筑能够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。

1. 太阳辐射

太阳辐射能是地球上热量的基本来源。它既是决定室外热环境的主要因素,也是建筑物外部最主要的气候条件之一。到达地球表面的太阳辐射分为两类:一类是直射辐射,另一类是散射辐射。

影响太阳辐射照度的主要因素有:在大气中射程的长短、太阳高度角、海拔高度及大气质量。

2. 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。

3. 日照百分率

$$\text{日照百分率} = \frac{\text{实际日照时数}}{\text{可照时数}} \times 100\% \quad (1.1)$$

1.1.2 大气温度

1. 气温

气温指距地面 1.5 m 处百叶箱内测量到的大气温度。

2. 变化规律

(1) 年变化规律

年温度变化由地球围绕太阳公转引起,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

日温度变化由地球自转引起。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。

1.1.3 空气湿度

1. 湿度

湿度即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

- 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。

1.1.4 风

1. 风

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) 季候风(大气环流)

季候风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运动,又称为大气环流。

(2) 地方风

地方风是局部地区受热不均引起小范围内的大气流动,如海陆风、山谷风、庭院风等。

3. 风的特性

(1) 风向

风吹来的地平方向为风向,通常风向用风玫瑰图表示。

(2) 风速

单位时间内风前进的距离,单位为 m/s,也可用风玫瑰图表示。

1.1.5 降水

1. 降水

降水指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。雨、雪、雹等都属于降水现象。

2. 降水的性质

(1) 降水量

降水量是指降落到地面的雨、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。单位为 mm。

(2) 降水强度

降水强度是指单位时间(24 h)内的降水量,单位为 mm/d。

根据降水强度,可将降水划分如下(单位:mm):小雨(<10),中雨(10~25),大雨(25~50),暴雨(50~100)。

1.1.6 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,将我国各地气候作如下划分(见表 1.1),在进行设计时,应满足不同的热工设计要求。

表 1.1 中国建筑热工设计分区

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	$-10\sim 0$		90~145		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	0~10	25~30	0~90	40~110	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	25~29		100~200	必须满足夏季防热要求,一般可不考虑冬季保温
温和地区	0~13	18~25			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》和《建筑设计资料集Ⅱ》中得到更加明确的内容。

1.1.7 室内热环境(室内气候)

室内热环境是指由室内空气温度、湿度、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室内热环境。

1. 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空气温度、湿度、风速及壁面的平均辐射温度。室内热环境的优劣通常受到室外热环境、室内热环境设备(如空调、加热器等)、室内其他设备(如灯具、家用电器)和人体活动的影响。

2. 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),其室内热环境要求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上。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,人体热平衡方程公式如下。

$$\Delta q = q_m - q_w \pm q_c \pm q_r \quad (1.2)$$

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;

q_w ——人体蒸发散热量;

q_c ——人体与环境间的辐射换热量;

q_r ——人体与周围空气的对流换热量。

当 $\Delta q = 0$ 时,体温恒定不变; $\Delta q > 0$ 时,体温上升; $\Delta q < 0$ 时,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。满足热舒适的条件如下。

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。

室内热气候可分为舒适、可以忍受和不能忍受三种情况。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。

3. 室内热环境的综合评价

由于影响室内热环境的因素较多,很难使用单一指标作为评价的依据。目前比较通用的方法有如下三种。

(1) 有效温度

有效温度 ET(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映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。

(2) 热应力指数

热应力指数 HSI(Heat Stress Index)是在已知室内气温、相对湿度、空气速度、平均辐射温度和人体新陈代谢产热率的前提下,根据人体热平衡条件,先计算在给定环境中人体所需要的蒸发散热量,然后再计算出在该环境中的最大允许蒸发散热量,以二者的百分比作为热应力指数。热应力指数全面考虑了热环境四个因素的影响,比有效温度更为科学。

(3) 预测热感指数

预测热感指数 PMV(Predicted Mean Vote)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。

预测热感指数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后,由丹麦学者房格尔教授(P. O. Fanger)提出的。它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预测热感指数 PMV 与预测不满意百分率两方面的内容。它是以房格尔教授的热舒适方程为基础,导出 PMV 值与影响人体热舒适的六个要素之间的定量关系,即

$$PMV = f(t_i, \varphi_i, t_p, u, m, R_{cl}) \quad (1.3)$$

式中 t_i ——室内空气温度,℃;

t_p ——平均辐射温度,℃;

m ——与人体活动强度有关的新陈代谢率, W/m² 或 met;

φ_i ——室内空气相对湿度;

u ——室内空气速度, m/s;

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 值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(见表 1.2)。

表 1.2 人体的热感觉

PMV 值	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
人体热感觉	热	稍暖	暖	舒适	稍凉	凉	冷

由此可根据 PMV 值定量评价室内热环境质量的优劣。

1.2 传热的基本知识

1.2.1 传热的基本概念

1. 温度

温度是表征物体冷热程度的物理量,单位为 K 或℃。

2. 温度场

某一瞬间,物体内部各点温度的总计为温度场。温度场是空间与时间的函数,公式表达为

$$t=f(x,y,z,\tau) \quad (1.4)$$

式中 x,y,z ——某点在温度场的坐标;

τ ——该点温度对应的时间。

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 $t=f(\tau)$ 的问题。

1.2.2 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。

1. 导热(热传导)

导热指温度不同的物体直接接触且没有相对宏观运动时,仅依靠物质的微观粒子(分子、原子、自由电子等)的热运动进行热传递的现象。

2. 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,对流的类型可分为以下两种。

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。

3. 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(见图 1.1)。

(1) 物体对外来辐射的反射、吸收和透射

① 反射系数 r_h 。被反射的辐射能与入射辐射能的比值。

② 吸收系数 ρ_h 。被吸收的辐射能与入射辐射能的反射、吸收的比值。

③ 透射系数 τ_h 。被透射的辐射能与入射辐射能的比值。

$$r_h = \frac{I_r}{I_0} \quad (1.5)$$

$$\rho_h = \frac{I_a}{I_0} \quad (1.6)$$

$$\tau_h = \frac{I_t}{I_0} \quad (1.7)$$

$$r_h + \rho_h + \tau_h = 1 \quad (1.8)$$

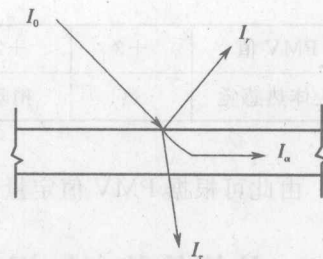


图 1.1 物体对外辐射和透射

式中 I_0 ——入射的辐射能；

I_a ——被吸收的辐射能；

I_r ——被反射的辐射能；

I_t ——被透射的辐射能。

(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 全辐射本领 E (辐射本领, 全辐射力)。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 单色辐射本领 E_λ (单色辐射力)。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本领与同温度、同波长下黑体的单色辐射本领的比值为一常数, 这个物体称为灰体。

④ 黑度 ϵ (辐射率)。灰体的辐射本领与同温度下黑体的辐射本领的比值。

$$\epsilon = \frac{E}{E_b} \quad (1.9)$$

(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

$$E_b = \sigma_b \cdot T_b^4 = C_b \cdot \left(\frac{T_b}{100}\right)^4 \quad (1.10)$$

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

$$E = \epsilon \cdot \sigma_b \cdot T^4 = C \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4 \quad (1.11)$$

式中 T ——灰体的绝对温度, K;

ϵ ——灰体的黑度;

C ——灰体辐射系数, $W/(m^2 \cdot K^4)$ 。

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。

在给定表面温度的情况下,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。

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 ρ_s 并不等于物体表面的黑度。

物体对不同波长的外来辐射的反射能力不同,例如,对短波辐射,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,但对长波辐射,黑、白物体的反射能力相差极小。

1.2.3 通过单层平壁的稳定导热

1. 热流强度

热流强度指在单位时间内通过单位截面积的热流量,单位为 W/m^2 。公式为

$$q = \frac{Q}{F \cdot \tau} \quad (1.12)$$

式中 Q ——通过的总热流量, J;

τ ——热流通过的时间, s;

F ——热流通过的总截面积, m^2 。

2. 通过单层平壁的热流强度

$$q = \frac{\theta_i - \theta_e}{R} \quad (1.13)$$

式中 θ_i ——单层平壁内表面的温度, $^{\circ}C$;

θ_e ——单层平壁外表面的温度, $^{\circ}C$;

R ——单层平壁的导热热阻, $m^2 \cdot K/W$ 。

3. 单层平壁的热阻

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (1.14)$$

式中 d ——单层平壁的厚度, m;

λ ——材料的导热系数, $W/(m \cdot K)$ 。

4. 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, $W/(m \cdot K)$ 。它的物理意义是,当材料层厚度为 1 m,材料层两表面的温差为 1 K 时,在 1 s 内通过 1 m^2 截面积的导热热量。

材料的导热系数可查阅有关《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。

1.2.4 表面换热(表面热转移)

1. 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。

对流换热热流强度 q_c 的计算

$$q_c = \alpha_c (\theta - t) \quad (1.15)$$

式中 α_c ——对流换热系数, $W/(m^2 \cdot K)$;

t ——流体主体部分温度, K ;

θ ——固体壁面温度, 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) 辐射换热

① 两灰体表面间的辐射换热量的计算,公式如下

$$Q_{1-2} = C_{12} \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot \overline{\varphi}_{12} \cdot F_1 \quad (1.16)$$

或

$$Q_{2-1} = C_{21} \cdot \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \right] \cdot \overline{\varphi}_{21} \cdot F_2 \quad (1.17)$$

式中 Q_{1-2} ——表面 1 传给表面 2 的净辐射换热量, W ;

Q_{2-1} ——表面 2 传给表面 1 的净辐射换热量, W ;

T_1, T_2 ——表面 1、表面 2 的绝对温度, K ;

F_1, F_2 ——表面 1、表面 2 的表面积, m^2 ;

C_{12}, C_{21} ——相当辐射系数, $W/(m^2 \cdot K^4)$;

φ_{12} ——表面 1 对表面 2 的平均角系数;

φ_{21} ——表面 2 对表面 1 的平均角系数。

② 辐射换热系数

$$\alpha_r = C_{12} \frac{\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4}{\theta_1 - \theta_2} \cdot \overline{\varphi}_{12} \quad (1.18)$$

2. 表面换热系数和表面换热阻

(1) 表面换热系数

$$\alpha = \alpha_c + \alpha_r \quad (1.19)$$

内表面的换热系数用 R_i 表示,单位为 $W/(m^2 \cdot K)$;

外表面的换热系数用 R_e 表示,单位为 $W/(m^2 \cdot K)$ 。

(2) 表面换热阻

$$R = \frac{1}{\alpha} \quad (1.20)$$

内表面的换热阻用 R_i 表示,单位为 $m^2 \cdot K/W$;

外表面的换热阻用 R_e 表示,单位为 $m^2 \cdot K/W$ 。

表面换热系数和表面换热阻可按《民用建筑热工设计规范》中的规定取值。

1.2.5 湿空气

1. 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称为未饱和湿空气,达到限度时叫饱和湿空气。

2. 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 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

湿空气中所含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 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。

(3) 相对湿度 φ

一定温度、一定大气压力下,湿空气的绝对湿度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。

相对湿度的计算公式

$$\varphi = \frac{f}{f_{\max}} \times 100\% \quad (1.21)$$

$$\varphi = \frac{P}{P_s} \times 100\% \quad (1.22)$$

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 。

3. 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称为露点温度。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。

1.3 建筑围护结构的传热原理及计算

1.3.1 平壁的稳定传热

在稳定温度场中所进行的传热过程称为稳定传热。稳定传热具有以下特点:①温度场内各点温度不随时间改变;②通过平壁内各点的热流强度为常数。

1. 围护结构的传热过程

通过围护结构的传热要经过表面吸热、结构传热和表面放热三个过程,表面吸热和表面放

热统称为表面换热。

2. 通过多层平壁稳定传热

稳定传热条件下,通过多层平壁热流强度的计算公式为

$$q = \frac{t_i - t_e}{R_0} \quad (1.23)$$

式中 t_i ——室内温度,℃;

t_e ——室外温度,℃;

R_0 ——围护结构的总热阻, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 。

3. 总热阻与总传热系数的计算

(1) 总热阻 R_0

总热阻是热量从平壁一侧空间传至另一侧空间时所受到的总阻力,它是衡量围护结构在稳定传热条件下的一个重要的热工性能指标,单位为 $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$,公式为

$$R_0 = R_i + \sum_{j=1}^n R_j + R_e \quad (1.24)$$

式中 R_j ——围护结构第 j 层材料的热阻, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$;

R_i ——内表面的换热阻, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (可查规范表);

R_e ——外表面的换热阻, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (可查规范表);

n ——多层平壁的材料层数。

(2) 总传热系数 K_0

总传热系数为当围护结构两侧温差为 1 K (1℃) 时,在单位时间内,通过单位面积的传热量。用总传热系数也能说明围护结构在稳定传热条件下的热工性能,单位为 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,公式为

$$K_0 = \frac{1}{R_0} \quad (1.25)$$

4. 不同构造热阻的计算

(1) 多种均质材料层的热阻

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i} \quad (1.26)$$

式中 d_i ——第 i 层材料层的厚度, m;

λ_i ——第 i 层材料的导热系数, $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

(2) 非均质材料层(组合壁)的热阻

① 非均质材料层(组合壁)。

由两种以上材料构成的同一材料层称为非均质材料层(见图 1.2、1.3)。

② 非均质材料层(组合壁)的平均热阻计算。

$$\bar{R} = \left[\frac{F_1 + F_2 + \dots + F_n}{\frac{F_1}{R_{0.1}} + \frac{F_2}{R_{0.2}} + \dots + \frac{F_n}{R_{0.n}}} - (R_i + R_e) \right] \varphi \quad (1.27)$$

式中 $F_1, F_2, \dots, F_n$ ——组成该材料层各部分垂直于热流方向的截面积, m^2 ;

$R_{0.1}, R_{0.2}, \dots, R_{0.n}$ ——组成该材料层各部分材料的热阻, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$;

φ ——修正系数,可查《民用建筑热工设计规范》确定。