



机工建筑考试

2014 年

全国勘察设计注册公用设备工程师
暖通空调专业考试

考点精析及 强化训练

李晓明 主编

突出重点 · 突破难点 · 精讲精练 · 触类旁通

- ✓ 解读考试大纲 解透专家点评
- ✓ 解悟命题规律 解剖教材内容
- ✓ 解释疑难问题 解析重点习题



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

2014 年全国勘察设计注册公用设备 工程师暖通空调专业考试 考点精析及强化训练

主 编 李晓明

副主编 曲世琳 谢 慧

参 编 (排名不分先后)

王 磊 王 森 孔庆毅

吕艳敏 王伟影 黄河涛

扈鹏宇 冯崇宁



机械工业出版社

本书紧扣注册公用设备工程师执业资格考试大纲要求,以现行的规范和标准为基础,在内容上从“了解”“熟悉”和“掌握”层层递进,力求“精讲”,在考试题的内容选择上,根据大纲要求并参考历年真题,力求“精练”,利于指导考生进行复习。本书共分为6篇:第1篇为供热工程技术;第2篇为通风工程;第3篇为空气调节;第4篇为制冷技术;第5篇为空气洁净技术;第6篇为民用建筑房屋卫生设备。此外,本书最后还附有一部分模拟题,以供考生练习。

本书可供参加2014年全国勘察设计注册公用设备工程师执业资格考试(暖通空调专业)专业课考试的考生参考和使用。

图书在版编目(CIP)数据

2014年全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试考点精析及强化训练/李晓明主编. —5版. —北京:机械工业出版社,2014.4

ISBN 978-7-111-46337-5

I. ①2… II. ①李… III. ①采暖设备—建筑设计—工程师—资格考试—自学参考资料②通风设备—建筑设计—工程师—资格考试—自学参考资料③空气调节设备—建筑设计—工程师—资格考试—自学参考资料 IV. ①TU83

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第066505号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:关正美 责任编辑:关正美

版式设计:常天培 封面设计:张静

责任印制:刘岚

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2014年5月第5版第1次印刷

184mm×260mm·19.25印张·513千字

标准书号:ISBN 978-7-111-46337-5

定价:56.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前

言

Preface

我国实行注册公用设备工程师执业资格制度以来,参加考试的人员越来越多。为了更好地帮助广大考生做好考前复习,哈尔滨工程大学热工教研室和北京科技大学设备系联合组织有经验的老师编写了本书。本书紧扣注册公用设备工程师执业资格考试大纲的要求,以现行的规范和标准为基础,在内容上从“了解”“熟悉”和“掌握”层层递进,力求“精讲”,并收录了历年考试真题,有针对性地强化训练,以帮助考生在短时间内全面掌握大纲所要求的内容。

因时间仓促,编写人员的水平和经验有限,书中难免有不足之处,敬请广大读者提出宝贵意见,以便我们进行修改完善。

编 者

目

录

Contents

前言

第1篇 供热工程技术 1

第1章 采暖热负荷 1

1.1 大纲要求 1

1.2 主要考点、知识点及难点
精析 1

1.3 强化训练题库 6

1.4 强化训练题库答案 8

第2章 室内采暖系统 9

2.1 大纲要求 9

2.2 主要考点、知识点及难点
精析 9

2.3 强化训练题库 21

2.4 强化训练题库答案 25

第3章 集中供热系统 27

3.1 大纲要求 27

3.2 主要考点、知识点及难点
精析 27

3.3 强化训练题库 43

3.4 强化训练题库答案 47

第2篇 通风工程 49

第1章 全面通风 49

1.1 大纲要求 49

1.2 主要考点、知识点及难点
精析 49

1.3 强化训练题库 53

1.4 强化训练题库答案 55

第2章 自然通风 57

2.1 大纲要求 57

2.2 主要考点、知识点及难点
精析 57

2.3 强化训练题库 61

2.4 强化训练题库答案 63

第3章 局部排风 64

3.1 大纲要求 64

3.2 主要考点、知识点及难点
精析 64

3.3 强化训练题库 72

3.4 强化训练题库答案 74

第4章 建筑防排烟通风 75

4.1 大纲要求 75

4.2 主要考点、知识点及难点
精析 75

4.3 强化训练题库 80

4.4 强化训练题库答案 83

第3篇 空气调节 84

第1章 空气调节基础知识 84

1.1 大纲要求 84

1.2 主要考点、知识点及难点
精析 84

1.3 强化训练题库 87

1.4 强化训练题库答案 89

第2章 空调负荷计算与送风量的
确定 90

2.1 大纲要求 90

2.2	主要考点、知识点及难点 精析	90			精析	144
2.3	强化训练题库	94		8.3	强化训练题库	148
2.4	强化训练题库答案	97		8.4	强化训练题库答案	150
第3章	空气调节系统	99	第4篇	制冷技术	152	
3.1	大纲要求	99	第1章	蒸汽压缩式制冷	152	
3.2	主要考点、知识点及难点 精析	99	1.1	大纲要求	152	
3.3	强化训练题库	105	1.2	主要考点、知识点及难点 精析	152	
3.4	强化训练题库答案	108	1.3	强化训练题库	158	
第4章	空气处理设备	109	1.4	强化训练题库答案	161	
4.1	大纲要求	109	第2章	溴化锂吸收式制冷	162	
4.2	主要考点、知识点及难点 精析	109	2.1	大纲要求	162	
4.3	强化训练题库	114	2.2	主要考点、知识点及难点 精析	162	
4.4	强化训练题库答案	116	2.3	强化训练题库	169	
第5章	空气的输送与分配	118	2.4	强化训练题库答案	171	
5.1	大纲要求	118	第3章	制冷剂	172	
5.2	主要考点、知识点及难点 精析	118	3.1	大纲要求	172	
5.3	强化训练题库	123	3.2	主要考点、知识点及难点 精析	172	
5.4	强化训练题库答案	125	3.3	强化训练题库	175	
第6章	空调系统冷热源与水 系统	127	3.4	强化训练题库答案	176	
6.1	大纲要求	127	第4章	蒸汽压缩制冷机房设计	177	
6.2	主要考点、知识点及难点 精析	127	4.1	大纲要求	177	
6.3	强化训练题库	132	4.2	主要考点、知识点及难点 精析	177	
6.4	强化训练题库答案	135	4.3	强化训练题库	179	
第7章	空调系统的控制与运行 调节	137	4.4	强化训练题库答案	182	
7.1	大纲要求	137	第5章	冷藏库	183	
7.2	主要考点、知识点及难点 精析	137	5.1	大纲要求	183	
7.3	强化训练题库	142	5.2	主要考点、知识点及难点 精析	183	
7.4	强化训练题库答案	143	5.3	强化训练题库	191	
第8章	空调系统的消声隔振	144	5.4	强化训练题库答案	193	
8.1	大纲要求	144	第5篇	空气洁净技术	195	
8.2	主要考点、知识点及难点		第1章	空气洁净技术的基础 知识	195	
			1.1	大纲要求	195	

1.2	主要考点、知识点及难点 精析	195	1.4	强化训练题库答案	231
1.3	强化训练题库	197	第2章	排水系统	232
1.4	强化训练题库答案	199	2.1	大纲要求	232
第2章	空气过滤器	200	2.2	主要考点、知识点及难点 精析	232
2.1	大纲要求	200	2.3	强化训练题库	242
2.2	主要考点、知识点及难点 精析	200	2.4	强化训练题库答案	244
2.3	强化训练题库	203	第3章	消防系统设计	246
2.4	强化训练题库答案	205	3.1	大纲要求	246
第3章	洁净室设计	206	3.2	主要考点、知识点及难点 精析	246
3.1	大纲要求	206	3.3	强化训练题库	258
3.2	主要考点、知识点及难点 精析	206	3.4	强化训练题库答案	260
3.3	强化训练题库	210	第4章	室内燃气供应系统的 设计	261
3.4	强化训练题库答案	212	4.1	大纲要求	261
第6篇	民用建筑房屋卫生设备 ...	213	4.2	主要考点、知识点及难点 精析	261
第1章	给水系统	213	4.3	强化训练题库	268
1.1	大纲要求	213	4.4	强化训练题库答案	270
1.2	主要考点、知识点及难点 精析	213	模拟题	271	
1.3	强化训练题库	229	模拟题答案	296	

第1篇 供热工程技术

第1章 采暖热负荷

1.1 大纲要求

- (1) 熟悉采暖建筑物围护结构建筑热工要求。
- (2) 掌握冬季采暖通风系统热负荷计算方法。
- (3) 掌握对公共建筑围护结构建筑热工限值的强制性规定。

1.2 主要考点、知识点及难点精析

1.2.1 建筑热工

1. 围护结构的热阻

采暖建筑物围护结构的厚度及材料应通过热阻计算来确定。围护结构的热阻必须同时满足冬季采暖节能和保证围护结构内表面温度符合卫生标准。一般建筑物的外墙和屋顶属于多层匀质材料组成的平壁结构,其热阻可用式(1-1-1)计算

$$R_0 = R_n + \sum R_i + R' + R_w = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{\sum \delta_i}{\lambda_i} + R' + \frac{1}{\alpha_w} \quad (1-1-1)$$

式中, R_0 为围护结构的热阻 $[(m^2 \cdot ^\circ C)/W]$; R_n 、 R_w 分别为围护结构的内、外表面热阻 $[(m^2 \cdot ^\circ C)/W]$; $\sum R_i$ 为由单层或多层材料组成的围护结构各材料层热阻 $[(m^2 \cdot ^\circ C)/W]$; R' 为封闭的空气间层热阻 $[(m^2 \cdot ^\circ C)/W]$, 由于空气间层的热阻值难以用理论公式确定, 在工程设计中, 可以按相关资料选用; α_n 、 α_w 分别为围护结构的内、外表面传热系数 $[W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$; δ_i 为围护结构各层材料的厚度 (m); λ_i 为围护结构各层材料的热导率 $[W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$ 。

2. 围护结构的最小热阻

在设置集中供暖的建筑物中要求围护结构具有一定的保温性能, 这就要求围护结构的热阻足够大, 以使围护结构内表面温度 τ_n 满足使用要求和卫生要求。除了室内潮湿房间 (如公共厨房、浴池、游泳池等) 外, 内表面温度 τ_n 还应满足以下条件:

(1) 内表面不结露。结露会导致围护结构耗热量增大, 使围护结构容易损坏。

(2) 内表面温度与室内空气温度的差值不能过大。内表面温度过低, 温差过大时, 人体辐射热过多会产生寒冷不舒适的感觉。

能满足上述两个内表面温度要求的围护结构的热阻就是围护结构的最小热阻。在稳定传热条件下, 非室内潮湿房间的围护结构最小热阻可按式(1-1-2)计算

$$R_{\min} = \frac{\alpha(t_n - t_w)}{\alpha_n \Delta t_y} \quad (1-1-2)$$

式中, $R_{\min}$ 为围护结构的最小热阻 $[(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}]$; t_n 为冬季室内计算温度 $(^\circ\text{C})$; t_w 为冬季围护结构室外计算温度 $(^\circ\text{C})$; α 为围护结构温差修正系数; α_n 为围护结构内表面传热系数 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$; Δt_y 为冬季室内计算温度与围护结构内表面温度的允许温差 $(^\circ\text{C})$ 。

在实际传热过程中, 如果供暖则室内计算温度不变, 围护结构内表面温度会随着室外空气温度的变化而变化。影响围护结构内外表面温度的主要因素, 就是围护结构热惰性指标, 热惰性指标大的围护结构, 在相同室外温度变化条件下, 内表面温度波动较小。

在按式(1-1-2)计算实际热条件下围护结构的最小热阻时, 围护结构的室外计算温度 t_w 就应考虑热惰性指标 D 不同而有不同的取值。

多层匀质材料平壁结构的热惰性指标 D 可用式(1-1-3)计算

$$D = \sum D_i = \sum R_i S_i \quad (1-1-3)$$

式中, D 为围护结构的热惰性指标; D_i 为各层材料的热惰性指标; R_i 为各层材料的热阻 $[(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}]$; S_i 为各层材料的蓄热系数 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$ 。

3. 建筑热工节能设计

建筑物体形系数、窗墙面积比这两个指标对建筑能耗有着重要的影响。建筑物体形系数指的是建筑物的外表面积和外表面积所包围的体积之比。体形系数越小, 单位建筑面积对应的外表面积越小, 外围护结构的传热损失越小。因此, 从降低建筑能耗的角度出发, 应将体形系数控制在一个较小的水平上。窗墙面积比是指外墙面积上的窗、阳台门的透明部分的总面积与所在朝向外墙面的总面积(包括该朝向上的窗、阳台门的透明部分的总面积)之比。窗墙面积越大, 能耗越大, 因此必须限制窗墙面积比。

为了降低建筑能耗, 进行节能建筑设计, 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 26—2010)和《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134—2010)中, 根据建筑物的不同体形系数、楼层数、窗墙面积比等因素对居住建筑围护结构传热系数做了强制性规定; 《公共建筑节能设计标准》(GB 20189—2005)中根据建筑物的不同体形系数、楼层数和窗墙面积比, 对公共建筑围护结构的传热系数做了强制性规定。

1.2.2 采暖通风系统热负荷计算

采暖系统热负荷是指在某一室外温度下, 为了达到要求的室内温度, 供暖系统在单位时间内向建筑物供给的热量。采暖系统的设计热负荷是指当室外空气温度为采暖设计计算温度时, 为了保持室内所规定的温度所需要的供热量, 称为采暖热负荷。采暖系统设计热负荷是系统散热设备计算、管道水力计算和系统主要设备选择计算的基本依据。它直接影响着采暖系统方案的选择, 进而影响系统工程造价、运行管理以及使用效果。采暖系统设计热负荷应根据房间得、失热量的平衡进行计算, 即

$$\text{房间设计热负荷} = \text{房间总失热量} - \text{房间总得热量}$$

房间的失热量 Q_{shi} 包括:

- (1) 围护结构传热耗热量 $Q_1(\text{W})$ 。
- (2) 加热由门、窗缝隙渗入室内的冷空气的耗热量 $Q_2(\text{W})$, 简称冷风渗透耗热量。
- (3) 加热由门、孔洞及相邻房间侵入室内的冷空气的耗热量 $Q_3(\text{W})$, 简称冷风侵入耗热量。
- (4) 水分蒸发耗热量 $Q_4(\text{W})$ 。
- (5) 加热由外部运入的冷物料和运输工具的耗热量 $Q_5(\text{W})$ 。
- (6) 通风耗热量 Q_6 , 即通风系统将空气从室内排到室外所带走的热量 (W) 。

(7) 其他耗热量 Q_7 (W)。

房间的得热量 Q_d 包括:

(1) 生产车间最小负荷班工艺设备散热量 Q_8 (W)。

(2) 非采暖系统的热管道和其他热表面的散热量 Q_9 (W)。

(3) 热物料的散热量 Q_{10} (W)。

(4) 太阳辐射进入室内的热量 Q_{11} (W)。

(5) 其他得热量 Q_{12} (W)。

对于民用建筑或产生热量很少的工业建筑,计算采暖系统的热负荷时,失热量只考虑围护结构的传热耗热量、冷风渗透耗热量和冷风侵入耗热量;得热量只考虑太阳辐射进入室内的热量。其他得、失热量不普遍存在,只有当其经常而稳定存在时,才能将其计入设计热负荷中,否则不予计入。

因此,对没有装置机械通风系统的建筑物,采暖系统的热负荷可用式(1-1-4)表示

$$Q = Q_{shi} - Q_d = Q_1 + Q_2 + Q_3 - Q_{11} \quad (1-1-4)$$

但由于在计算围护结构耗热量时考虑了太阳辐射得热和冷风侵入的附加耗热量,因而在工程设计上,采暖系统的热负荷可用式(1-1-5)进行计算

$$Q = Q_{1j} + Q_{1-x} + Q_2 \quad (1-1-5)$$

式中, Q_{1j} 为围护结构的基本耗热量(W); Q_{1-x} 为围护结构的附加耗热量(W)。

1. 围护结构耗热量

围护结构耗热量是指当室内温度高于室外温度时,通过围护结构向外传递的热量。包括基本耗热量和附加耗热量。

(1) 围护结构的基本耗热量。该热量是指在设计条件下,通过房间各部分围护结构(门、窗、墙、地板、屋顶等)从室内传到室外的稳定传热量的总和,可按式(1-1-6)计算

$$Q_{1j} = aFK(t_n - t_{wn}) \quad (1-1-6)$$

式中, K 为围护结构的传热系数 [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]; F 为围护结构的面积 (m^2); t_n 为采暖室内计算温度 ($^\circ C$); t_{wn} 为采暖室外计算温度 ($^\circ C$); a 为温差修正系数。

1) 室内计算温度 t_n : 依据我国国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》(GB 50019—2003), 设置集中供暖系统时,冬季室内计算温度应根据建筑物的用途按有关规定采用。但对空间高度超过 4m、室内设备散热量大于 $23W/m^2$ 的生产厂房,室内计算温度有以下规定:

① 计算地面传热时,采用工作地点温度 t_g , 即 $t_n = t_g$ 。

② 计算屋顶、天窗传热量时采用屋顶下的温度 t_d , 即 $t_n = t_d$ 。

③ 计算墙、门和窗传热量时采用室内的平均温度 t_p , 即 $t_n = t_p$ 。

对于室内散热量小于 $23W/m^2$ 的生产厂房,当温度梯度不能确定时,可先用工作地点温度计算围护结构耗热量,再用高度附加的方法进行修正,增加其计算耗热量。

2) 采暖室外计算温度 t_{wn} : 《采暖通风与空气调节设计规范》(GB 50019—2003) 规定,供暖室外计算温度,应采用历年平均不保证 5 天的日平均温度。

3) 温差修正系数 a : 当供暖房间不直接与室外空气接触,中间隔着不供暖房间,应利用温差修正系数对耗热量进行修正。

4) 当采暖房间与相邻房间的温差大于或等于 $5^\circ C$ 时,应计算通过隔墙或楼板等的传热量;与相邻房间温差小于 $5^\circ C$,但通过隔墙和楼板等的传热量大于该房间热负荷的 10% 时,也应计算其传热量。

5) 围护结构面积的确定原则:

① 外墙:高度为自本层地面至上层地面或自本层地面至屋顶结构面;宽度按建筑物外廓尺寸计,两相邻房间以内墙中线为分界线。

② 顶棚和地面:按建筑物内廓尺寸计,两相邻房间以内墙中线为分界线。

③ 门窗:为洞口面积。

6) 设置集中采暖的公共建筑和工业建筑,当其位于严寒地区和寒冷地区,且在非工作时间或中断使用的时间内时,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 设置值采暖。

(2) 围护结构附加耗热量。围护结构基本耗热量是在稳定传热条件下计算得出的,而在实际传热时,气象条件和建筑物的结构特点都会使之增加或减少,考虑上述因素对基本耗热量进行修正,这些修正耗热量称为围护结构附加耗热量。考虑了附加耗热量之后,围护结构的耗热量为

$$Q_1 = Q_{1j}(1 + \beta_{cx} + \beta_f + \beta_l + \beta_m)(1 + \beta_g) + Q_2 \quad (1-1-7)$$

式中, β_{cx} 为朝向修正率; β_f 为风力修正率; β_l 为两面外墙修正率; β_m 为窗墙面积过大修正率; β_g 为高度附加修正率。

1) 朝向修正率:是指考虑到太阳辐射的影响而对基本耗热量进行的修正。其方法是按照围护结构的不同朝向而采用不同的修正率,将垂直外围护结构的基本耗热量乘以朝向修正率。

2) 风力修正率:风力修正率是考虑室外风速变化而对围护结构基本耗热量的修正,《采暖通风与空气调节设计规范》(GB 50019—2003)规定,在一般情况下,不必考虑风力修正率,只对建筑在不避风的高地、河边、海岸、旷野上的建筑物,以及城镇、厂区内特别凸出的建筑物,才对其垂直外围护结构的基本耗热量附加 $5\% \sim 10\%$ 。

3) 两面外墙修正率:对公用建筑,当房间有两面及两面以上外墙时,将外墙、窗和门的基本耗热量增加 5% 。

4) 窗墙面积过大修正率:窗墙面积比超过 $1:1$ 时,对窗的基本耗热量附加 10% 。

5) 高度附加修正率:《采暖通风与空气调节设计规范》(GB 50019—2003)规定,民用建筑和工业企业辅助建筑物(楼梯间除外)的高度附加率,房间高度大于 4m 时,每高出 1m 附加围护结构基本耗热量和其他修正耗热量总和的 2% ,但总的附加率不应大于 15% ;房间高度小于 4m 时,不考虑高度附加。

6) 冷风侵入耗热量:可以采用外门附加的方法计算,即

$$\text{冷风侵入耗热量} = \text{外门基本耗热量} \times \text{外门附加率} \quad (1-1-8)$$

当与外门直接或间接相通的建筑物层数为 n 时,外门附加率按以下规定选取:

① 开启一般的外门(如住宅、宿舍、托幼等):

一道门: $65n\%$ 。

二道门(有门斗): $80n\%$ 。

三道门(有两个门斗): $60n\%$ 。

② 开启频繁的外门(如办公楼、学校、门诊部、商店等外来人流较多建筑的主要入口): $115n\%$ 。

③ 外门的最大附加率不宜超过 500% 。

注:①外门附加率仅适用于短时间开启的、无热空气幕的外门。

② 仅计算冬季经常开启的外门。

③ 此处所指的外门是建筑物底层入口的门,而不是各层各户的外门。

④ 阳台门不计算外门附加率。

2. 冷风渗透耗热量

计算冷风渗透耗热量的常用方法有缝隙法、换气次数法和百分率法。

(1) 缝隙法。缝隙法是计算不同朝向门窗缝隙长度及每米缝隙渗入的空气量,进而确定其耗热量的一种常用的较精确的方法。渗入冷空气所消耗的热量 Q_2 可按式(1-1-9)计算

$$Q_2 = 0.28c_p\rho_{wn}L(t_n - t_{wn}) \quad (1-1-9)$$

式中, L 为渗入冷空气量(m^3/h); c_p 为空气的质量定压热容, $c_p=1\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$; ρ_{wn} 为采暖室外计算温度下的空气密度(kg/m^3)。

通过门窗渗入的冷空气量按式(1-1-10)进行计算

$$L = \sum l_i L_i = \sum l_i (L_0 m_i^b) \quad (1-1-10)$$

式中, L_i 为房间各朝向单位长度缝隙渗入室内的冷空气量(m^3/h); l_i 为房间各朝向门窗缝隙长度(m); L_0 为单位长度门窗缝隙渗入的理论冷空气量[$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$]; b 为门窗缝隙渗风指数, $b=0.56\sim0.78$,当无实测数据时,可取 $b=0.67$; m_i 为各朝向冷风渗透综合修正系数。

单位长度门窗缝隙渗入的理论空气量 L_0 应按式(1-1-11)计算

$$L_0 = a_1 \left(\frac{\rho_{wn}}{2} v_0^2 \right)^b \quad (1-1-11)$$

式中, a_1 为外门窗缝隙渗风系数[$\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa}^{1/2})$]; v_0 为基准高度冬季室外最多风向的平均风速(m/s)。

各朝向冷风渗透综合修正系数 m_i 应按式(1-1-12)计算

$$m_i = C_r \Delta C_i (n^{\frac{1}{b}} + C) C_h \quad (1-1-12)$$

式中, C_r 为热压系数; ΔC_i 为风压差系数,可取 $\Delta C_i=0.7$; n 为单纯风压作用下,渗透冷空气量的朝向修正系数; C 为作用于门窗上的有效热压差与有效风压差之比; C_h 为高度修正系数, $C_h=0.3h^{0.4}$, h 为计算门窗的中心线距室外地面的高差(m)。

有效热压差与有效风压差之比 C 可按式(1-1-13)计算

$$C = 70 \frac{h_z - h}{\Delta C_i v_0^2 h^{0.4}} \cdot \frac{t_n - t_{wn}}{273 + t_n} \quad (1-1-13)$$

式中, h_z 为单纯热压作用下,建筑物中和面的标高(m),可取建筑物总高度的 $1/2$; t_n 为建筑物内形成热压作用的竖井计算温度($^\circ\text{C}$)。

(2) 换气次数法。多层民用建筑的空气渗透量,当无相关数据时,可按式(1-1-14)估算

$$L = kV' \quad (1-1-14)$$

式中, V' 为房间体积(m^3); k 为换气次数($\text{次}/\text{h}$)。当没有实测数据时,可按表 1-1-1 采用。渗入冷空气所消耗的热量 Q_2 可按式(1-1-9)计算。

表 1-1-1 换气次数

(单位:次/h)

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

(3) 百分率法。百分率法是工业建筑计算冷风渗透耗热量的一种估算方法,可根据建筑物高度及玻璃窗层数按表 1-1-2 进行估算。

表 1-1-2 渗透耗热量占围护结构总耗热量的百分率

(单位:%)

建筑物高度/m		<4.5	4.5~10.0	>10.0
玻璃窗类别	单层	25	35	40
	单、双层均有	20	30	35
	双层	15	25	30

1.3 强化训练题库

1.3.1 单项选择题

- 围护结构的最小传热阻计算公式,不能适用于下列选项中的____。
 - 外墙
 - 外窗
 - 屋顶
 - 地面
- 沈阳地区原有办公楼为 370mm 厚砖外墙,传热系数为 $1.34\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,体形系数为 0.28,按照《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)的要求进行节能改造,增加导热系数为 $0.05\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 的保温层,则所需要的最小厚度____ mm。
 - 30
 - 40
 - 53
 - 63
- 设置集中采暖的民用建筑,其室内空气与围护结构内表面之间的允许温差与下列____无关。
 - 围护结构的最小传热阻
 - 室内空气温度
 - 围护结构内表面换热阻
 - 围护结构外表面换热阻
- 不同传热系数和遮阳系数的外窗作为公共建筑外围护结构时,更适合于严寒地区的外窗应是____。
 - 传热系数小且遮阳系数大
 - 传热系数大且遮阳系数小
 - 传热系数小且遮阳系数小
 - 传热系数大且遮阳系数大
- 进行公共建筑节能设计,有时需要采用围护结构热工性能的权衡判断方法,此方法对比的是____。
 - 设计建筑与参照建筑的外墙热阻
 - 设计建筑与参照建筑的外窗热阻
 - 设计建筑与参照建筑的空调设计负荷
 - 设计建筑与参照建筑的空调年能耗
- 在进行冬季采暖通风热负荷计算时,经常而不稳定的散热量应____。
 - 采用小时最大值计算
 - 采用小时最小值计算
 - 采用小时平均值计算
 - 不计算
- 确定室内设计温度时,当每个作业工人占有面积为 $50 \sim 100\text{m}^2$ 时,室内设计温度应取____℃。
 - 5
 - 7
 - 10
 - 14
- 某北向房间外墙和外窗的基本耗热量为 3500W ,朝向修正率和风力附加率各为 10%,冷风渗透耗热量为 2000W ,房间高度为 5.5m,通过房间热管道的有效稳定散热量为 2000W ,则其采暖热负荷为____ W。
 - 4326
 - 4366
 - 6326
 - 6366
- 某采暖房间三个朝向有外围护物,计算该房间的热负荷时,应____。
 - 计算所有朝向外窗的冷空气耗热量

- B. 计算冷空气渗透较大两个朝向外窗的冷空气耗热量
 - C. 计算冷空气渗透较大一个朝向外窗的冷空气耗热量
 - D. 计算冬季较多风向围护结构 1/2 范围内外窗的冷空气耗热量
10. 沈阳某采暖办公室的体形系数小于或等于 0.3, 窗墙面积比大于 0.3 且小于或等于 0.4, 符合节能要求且节能效果最好的外窗选用, 应为_____。
- A. 采用透明中空玻璃塑钢窗, $K=2.7$
 - B. 采用透明中空玻璃塑钢窗, $K=2.6$
 - C. 采用镀膜中空玻璃塑钢窗 $K=2.6$, 外层玻璃的内表面镀 Low-E 膜
 - D. 采用镀膜中空玻璃塑钢窗 $K=2.6$, 内层玻璃的内表面镀 Low-E 膜

1.3.2 多项选择题

1. 冬季建筑物外墙内表面温度的最低限值与下列_____有关。
 - A. 室外空气温度
 - B. 室内空气温度
 - C. 室内空气露点温度
 - D. 室内空气温度与内表面温度的允许温差
2. 围护结构最小传热阻的确定与下列_____有关。
 - A. 冬季室内计算温度
 - B. 采暖室外计算温度
 - C. 累年最低日平均温度
 - D. 最冷月平均温度
3. 用 $R_{\min} = \frac{\alpha(t_n - t_w)}{\alpha_n \Delta t_y}$ 计算围护结构的最小热阻时, 下列说法正确的是_____。
 - A. 可用来计算窗户的最小热阻
 - B. 砖石墙体的热阻可比计算结果小 5%
 - C. 外门(阳台门除外)的最小热阻, 不应小于按室外计算温度所确定的外墙热阻的 60%
 - D. 适用于相对湿度较大的房间
4. 计算冷风渗透耗热量常用的方法有_____。
 - A. 缝隙法
 - B. 换气次数法
 - C. 百分数法
 - D. 外窗附加率法
5. 根据全国建筑热工设计标准, 下列属于严寒地区的有_____。
 - A. 哈尔滨
 - B. 长春
 - C. 沈阳
 - D. 大同
6. 采暖冷风渗透耗热量计算, 应包括的内容有_____。
 - A. 当房间仅有一面或相邻两面外围结构时, 全部计入其外门、窗的缝隙
 - B. 当房间有相对两面外围护物时, 仅计入较大的一面缝隙
 - C. 当房间有三面围护物时, 仅计入风量较大两面的缝隙
 - D. 当房间有四面围护物时, 仅计入风量较大三面的缝隙
7. 关于严寒地区围护结构热工性能规定, 下列正确的是_____。
 - A. 严寒地区 A 区的建筑物, 体形系数小于或等于 0.3 时, 其屋面传热系数应小于或等于 0.30
 - B. 严寒地区 A 区的建筑物, 体形系数小于或等于 0.3 时, 其屋面传热系数应小于或等于 0.35
 - C. 严寒地区 A 区的建筑物, 体形系数小于或等于 0.3 时, 其外墙传热系数应小于或等于 0.40
 - D. 严寒地区 A 区的建筑物, 体形系数小于或等于 0.3 时, 其外墙传热系数应小于或等于 0.45
8. 围护结构温差修正系数 α 值的大小取决于_____。

- A. 非供暖房间或空间墙体的热惰性
 - B. 非供暖房间或空间窗户的气密性
 - C. 非供暖房间或空间所在建筑物的层高
 - D. 室外气象条件
9. 下列宜设置热空气幕的地方是_____。
- A. 严寒地区公共建筑的外门
 - B. 寒冷地区公共建筑的外门
 - C. 严寒地区公共建筑不设门斗和前室的门
 - D. 寒冷地区公共建筑不设门口和前室的主要出入口
10. 通过_____的方式可以降低围护结构的传热系数。
- A. 在围护结构中安装空气间层
 - B. 在墙体外面加保温材料
 - C. 增加室内空气温度
 - D. 顶棚安装肋状的凸出物

1.4 强化训练题库答案

1.4.1 单项选择题答案

1. B。
2. D。解析:1)根据《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005),沈阳属于严寒地区 B 区,体形系数小于或等于 0.3,外墙传热系数应小于或等于 $0.5\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。传热系数为 $0.5\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 时热阻为 $2.0(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ 。370mm 厚外墙传热系数为 $1.34\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,热阻为 $0.746(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$,需要增加的热阻为 $2 - 0.746(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W} = 1.254(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$,则需要增加导热系数为 $0.05\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 的保温层所需要的最小厚度为 $0.05 \times 1.254\text{m} = 0.0627\text{m} \approx 63\text{mm}$
3. D。
4. A。解析:《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)第 4.2.2 条,注意遮阳系数的概念,严寒地区是要透过的辐射多,所以遮阳系数要大。
5. D。6. C。7. B。
8. A。解析:围护结构基本耗热量为 3500W ,围护结构的附加耗热量为 $3500 \times 0.2\text{W} = 700\text{W}$,高度附加耗热量为 $(3500 + 700) \times 0.03\text{W} = 126\text{W}$ 。房间采暖热负荷为 $(3500 + 700 + 126 + 2000 - 2000)\text{W} = 4326\text{W}$ 。
9. B。10. B。

1.4.2 多项选择题答案

1. BCD。2. ABC。3. BC。4. ABC。5. ABCD。6. ABC。7. BD。8. ABC。9. CD。10. ABD。

第2章 室内采暖系统

2.1 大纲要求

- (1) 熟悉各类散热设备的主要性能。
- (2) 熟悉各种采暖方式。
- (3) 掌握散热器采暖、热风采暖和辐射采暖的设计计算方法。
- (4) 掌握空气幕的选用方法。
- (5) 掌握热水采暖系统的节能设计要求和设计方法。
- (6) 掌握分户热计量热水集中采暖设计方法。

2.2 主要考点、知识点及难点精析

2.2.1 采暖设备及其设计方法

1. 散热器采暖

(1) 散热器的分类

- 1) 按照制造材质的不同,分为铸铁、钢制和其他材质的散热器。
- 2) 按结构形式的不同,分为柱型、翼型、管型和板型散热器。

(2) 散热器的计算。散热器的计算是指确定供暖房间所需散热器的面积和片数。

1) 散热器的面积 F 可按式(1-2-1)计算

$$F = \frac{Q}{K(t_p - t_n)} \beta_1 \beta_2 \beta_3 \quad (1-2-1)$$

式中, F 为散热器的散热面积(m^2); Q 为散热器的散热量(W); K 为散热器的传热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$]; t_p 为散热器内热媒平均温度($^\circ\text{C}$); t_n 为采暖设计温度($^\circ\text{C}$); β_1 为散热器组装片数修正系数; β_2 为连接方式修正系数,所有散热器的传热系数都是在散热器支管与散热器同侧连接、上进下出的试验状况下整理得出的,上进下出的连接形式最有利,下进下出的连接形式次之,而下进上出的连接形式最不利; β_3 为安装形式修正系数,散热器的传热系数都是在敞开的情况下整理的,当安装在壁内或加装遮挡罩板等时, β_3 会增大。 K 的取值有以下要求:①不带肋片的散热器,水流量对传热系数 K 的影响较小,可不予修正;带肋片的散热器(如钢串片散热器),其 K 值与通过散热器的水流量关系较大,一般应予考虑。②散热器表面采用涂料不同,对 K 值也有影响。银料(铝粉)的辐射系数低于调和漆,散热器表面涂调和漆时,散热器的传热系数比涂银粉漆时约高 10%。③在相同的计算热媒平均温度 t_p 下,蒸汽散热器的传热系数 K 的值要高于热水散热器传热系数 K 的值。

t_p 应根据热媒种类(热水或蒸汽)和系统形式确定:①热水供暖系统: $t_p = (t_i + t_c)/2$, 其中, t_i 为散热器的进水温度; t_c 为散热器的出口温度。②蒸汽供暖系统:当蒸汽压力 $p \leq 30\text{kPa}$ (表压)时, t_p 取 100°C ;当蒸汽压力 $p > 30\text{kPa}$ (表压)时, t_p 取与散热器进口蒸汽压力相对应的饱和蒸汽温度。

β_1 的取值要求:柱型散热器是以 10 片作为试验组合标准的,当每组散热器片数小于 6 片时,取 $\beta_1 = 0.95$;当每组为 11~20 片时,取 $\beta_1 = 1.05$;当每组超过 20 片时,取 $\beta_1 = 1.10$ 。

2) 散热器的片数 n 可按式(1-2-2)计算

$$n = \frac{F}{f} \quad (1-2-2)$$

式中, n 为散热器的片数(片); f 为每片散热器的面积($\text{m}^2/\text{片}$)。柱型散热器面积可比计算值小 0.1m^2 , 翼型或其他散热器的散热面积可比计算值小 5% 。散热器数量的计算尾数, 宜按下列原则处理: ①双管系统: 当尾数散热量不超过所需散热量的 5% 时可舍去, 大于或等于 5% 时应进位。②单管系统: 上游(1/3)、中间(1/3)及下游(1/3)散热量数量计算尾数散热量分别不超过所需散热量的 7.5% 、 5% 及 2.5% 时可舍去, 反之应进位。

3) 不保温采暖干管散入房间的热量应予以计算, 其可折减散热量宜按式(1-2-3)计算

$$Q_g = fK_g l \Delta t \eta \quad (1-2-3)$$

式中, Q_g 为供暖管道的散热量(W); f 为每米长管道的表面积(m^2); K_g 为管道的传热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$]; Δt 为管道内热媒温度与室内计算温度的差值($^\circ\text{C}$); η 为管道敷设位置修正系数, 顶棚下水平管道 $\eta=0.5$, 地面上水平管道 $\eta=1.0$, 立管道 $\eta=0.75$, 散热器支管 $\eta=1.0$ 。

2. 辐射采暖

(1) 低温辐射采暖。低温辐射采暖一般是指辐射板表面温度低于 80°C 的辐射采暖形式。低温辐射采暖, 按其构造不同分为埋管式、风道式和组合式; 按其布置位置不同分为地面式、墙面式、顶面式和楼面式。埋管式地面辐射采暖以其温度梯度小、室内温度均匀、脚感温度高、易于敷设和施工等特点而被广泛采用。

(2) 中温辐射采暖。中温辐射采暖的辐射板表面平均温度为 $80 \sim 200^\circ\text{C}$, 主要用于工业厂房, 用在高大的工业厂房中的效果更好。常用钢制辐射板的形式有块状辐射板和带状辐射板。

(3) 辐射板的设计和安装。辐射板是辐射供热中常用的散热设备, 在中温辐射供热中常用钢制辐射板, 可分为块状辐射板和带状辐射板两种形式。钢制辐射板的特点是采用薄钢板、小管径和小间距。

1) 辐射板所需数目按式(1-2-4)计算

$$n = \frac{Q_f}{q} \quad (1-2-4)$$

式中, n 为所需辐射板的数目(块); Q_f 为辐射板的采暖热负荷(W); q 为单块辐射板的集散热量(W/块)。

2) 注意事项:

① 钢管与加热排管应紧密接触, 如果板面与排管接触不良, 管内的热量就不能很好地传递给板面, 整个辐射板的散热量就会大大降低。

② 管子直径和间距要选配合适。

③ 辐射板的辐射表面宜刷无光油漆, 以提高其表面黑度, 从而提高辐射板的散热量。

④ 水平安装的辐射板应在四周折边, 减少板面向前方的对流散热量。

⑤ 单面辐射板应增加背面的保温层热阻, 降低辐射板背面的平均温度, 使背面散热量不超过总散热量的 10% 。

⑥ 热水做热媒时, 热水温度不宜高于 130°C , 不应低于 110°C 。蒸汽做热媒时, 蒸汽压力不应低于 200kPa 。

3) 辐射板的安装: 辐射板有三种安装方式, 即水平安装, 热量向下辐射; 倾斜安装, 热量倾斜的向下辐射, 必须选一个合适的角度, 使辐射板的中心线穿过工作区; 垂直安装, 单面板可垂直安装在墙上, 双面板可垂直安装在柱间向两面散热。辐射板不宜安装过高, 辐射板的最低安装高度可按表 1-2-1 采用。