

江克林 主编

暖通空调注册工程师 技术技能

最新版

知识问答与实例



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

江克林 主编

暖通空调注册工程师 技术技能

最新版

知识问答与实例



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书由技术基础理论、采暖、通风、空气调节、制冷技术、民用建筑房屋卫生设备和燃气供应、绿色建筑共七章组成。涉及的九门学科包含：工程热力学、传热学、流体力学、采暖、通风、空气调节、制冷技术、房屋卫生设备和燃气供应、绿色建筑等的技术知识内容。专业技术六章，其中五章都包含一节技能知识与题型设计实例。内容全面，真实丰富，简明实用，学习起来方便快捷。

本书对从事暖通空调专业设计、施工、咨询、管理的工作人员，还有对高中等院校的师生都有很大的实用价值。它对暖通空调技术系统知识的学习和有关技能要领的掌握以及工程设计方法的应用都起到指南作用。还可作为暖通空调专业注册公用设备工程师资格考试复习的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

暖通空调注册工程师技术技能知识问答与实例 / 江克林主编. —北京：中国电力出版社，2015.3
ISBN 978-7-5123-6716-6

I. ①暖… II. ①江… III. ①采暖设备-建筑安装-工程师-资格考试-自学参考资料②通风设备-建筑安装-工程师-资格考试-自学参考资料③空气调节设备-建筑安装-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 249834 号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑：梁 瑶 联系电话：010-63412605

责任印制：蔺义舟 责任校对：闫秀英

北京市同江印刷厂印刷 · 各地新华书店经售

2015 年 3 月第 1 版 · 第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 · 29 印张 · 671 千字

定价：65.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

序

《暖通空调注册工程师技术技能知识问答与实例》一书是沈阳建筑大学江克林教授及其研究团队历经长时间的工程实践和多年教学经验积累编制而成。

随着我国经济的快速发展，能源短缺和环境恶化已经成为日益突出的矛盾，党的十八大以来，新型城镇化，“节能减排”等一系列战略的实施，一批新技术、新成果为国家的经济建设起到重要作用，尤其是伴随着改革开放和现代化建设的伟大进程，暖通空调技术与应用得到蓬勃的发展，工程设计、施工、专业设备制造业的技术水平都在不断地提高。为了满足国家建设日益不断发展的需要，赶超世界先进水平，我国发布了《注册公用设备工程师执业资格制度暂行规定》，出版了全国统一的专业资格考试大纲，相继统编了专业考试复习教材，但这些教材的出现，在系统性、综合性、实用性、相关性等方面，还不能从根本上满足全国工程设计以及执业考试的需要。

本书作者总结几十年教学及实践经验，以注册暖通空调执业资格考试大纲内容为基点，注重各学科知识的系统性和实用性，结合注册公用设备工程师暖通空调专业考试复习教材，暖通专业技术规范、标准和措施，设计手册及有关参考书籍并结合专业技术工作、学习体会。从总结梳理的角度，按注册暖通空调执业资格考试大纲内容知识的要求，把暖通空调专业工程师应知应会的专业技术与技能知识，系统简明实用地融汇在问与答、题与解、题型设计实例中，在注重提高专业技术人员的技术与技能知识的实际能力方面，做出了较大的贡献。

这本书思路清晰，条例清楚，特色鲜明，强调理论与实际相结合，对从事暖通空调专业设计、施工、咨询、管理工作人员，特别是对暖通空调技术系统知识的学习和有关技能要领的掌握以及工程设计方法的应用具有重要的指导作用，是教学、设计和管理及注册考试等不可多得的参考书。

江克林教授是我的大学老师，在几十年的教学科研工作中，积累了丰富的教学和实践经验，为我国的暖通空调行业发展做出了巨大的贡献，在退休之际，仍然关注暖通空调行业的发展，尤其是关注我国注册师制度的发展，在此对江克林教授的敬业精神表示我的敬意。

冯国会

沈阳建筑大学 教授 博士生导师
市政与环境工程学院院长

前 言

随着我国改革开放和现代化建设的伟大进程，暖通空调技术与应用得到蓬勃的发展，工程设计、施工、专业设备制造业的技术水平都在不断地提高。为了满足国家建设日益不断发展的需要，赶超世界先进水平，与国际接轨，我国 2003 年发布了《注册公用设备工程师执业资格制度暂行规定》，组织编写出版了全国统一的专业资格考试大纲，并相继统编了专业考试复习教材第一、二、三版，在全国推行每年执业资格考试制度，目的是为了广泛持续提高全国专业技术人员的整体素质和水平。

只有不断地提高全国专业技术人员的整体素质和水平，才能在全国不断地设计建造更多的先进优质工程，创建更多的世界一流产品。

为了顺应需要，我们编写了《暖通空调注册工程师技术技能知识问答与实例》，本书包含七章九门学科的技术知识内容：由技术基础理论、采暖、通风、空气调节、制冷技术、房屋卫生设备和燃气供应、绿色建筑七章组成，九门学科有：工程热力学、传热学、流体力学、采暖、通风、空气调节、制冷技术、房屋卫生设备和燃气供应、绿色建筑等的技术知识内容。专业技术六章，其中五章都包含一节技能知识与题型设计实例。

本书以注册暖通空调工程师执业资格考试大纲内容为基点，注重各学科知识的系统性和专业技术的实用性，结合注册公用设备工程师暖通空调专业考试复习教材，暖通专业技术规范、标准和措施，设计手册及有关参考书籍并结合我们的专业技术工作、学习体会。从总结梳理的角度，按注册暖通空调执业资格考试大纲内容知识的要求，把暖通空调专业工程师应知应会的专业技术与技能知识，系统简明实用地融汇在问与答、题与解、题型设计实例中，注重提高专业技术人员的技术与技能知识的实际能力。方便查阅、学习使用。

本书对从事暖通空调专业设计、施工、咨询、管理工作人员，还有对高中等院校的师生都有较大的实用价值。它对暖通空调技术系统知识的学习和有关技能要领会的掌握以及工程设计方法的应用都起到指南作用。还可作为暖通空调专业注册公用设备工程师资格考试复习的参考用书。

本书由江克林担任主编，沈阳建筑大学副教授尚少文、美国赛达维尔大学副教授江南博士担任副主编，参编人员还有：中交煤气热力研究设计院有限公司高级工程师陈萍、王湘宁及工程师袁宇，沈阳润通机电设备安装工程有限公司高级工程师张树全，辽宁省建筑设计研究院高级工程师刘大勇，沈阳都市建筑设计有限公司高级工程师范鑫，沈阳建筑大学副教授郝红博士、副教授李刚、郭海丰以及李旭林工程师，研究生王海玉，东北建筑设计研究院助理工程师陈佳等。

本书在编写的过程中，得到沈阳建筑大学市政与环境工程学院有关人员和沈阳润通机电设备安装工程有限公司有关人员的协助，在此表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录

序 前言

第 1 章 技术基础理论	1
1.1 热力学基础	1
【引言】什么是热力学？这门学科包含哪些主要内容？应用在哪些方面？	1
【方法】怎样学习热力学？	1
【资考大纲】注册暖通空调工程师执业资格考试大纲对热力学学科有哪些方面的要求？	1
【正文问答】	2
1.1.1 基本概念和定义	2
【1】什么叫作系统？闭口系统与开口系统有什么区别？绝热系统与孤立系统有什么差异？	2
【2】什么是状态和状态参数？热力学中常用的状态参数有哪些？其中哪些是基本状态参数。哪些是强度性参数和广延性参数，两者主要的区别点是什么？	2
【3】什么是温度 (T) 压强 (p) 比容 (V)？它们的单位是怎样规定的？并列出说明。	3
【4】热力学温度不常用，热力学温度没有常用温度直观，引入热力学温度有何意义？	3
【5】压力容器所标注的是什么压力？锅炉内部的水蒸气的压力是多少？	3
【6】什么是系统的热力平衡状态？实现热力平衡的充要条件是什么？	3
【7】在简单可压缩系统中，原则上可选取可测量的参数有哪三个？选其中任意两个独立参数作为自变量，其余哪三个参数作为因变量？并列出三个基本状态参数之间的函数状态方程式。	3
1.1.2 热力过程与热力循环	4
【1】什么是准静态过程和可逆过程？它们之间的异同点有哪些？	4
【2】什么是功和热量？它们的大小与哪些因素有关？它们的正负值是如何确定的？	4
【3】什么是热力循环？按目的来分，什么是正循环与逆循环？列出它们的循环热效率、制冷系数、供热系数的计算式。	4
1.1.3 气体的热力性质	5
【1】什么是理想气体？列出理想气体的状态方程式。气体常数 R 与通用气体常数 R_0 之间存在什么关系？	5

【2】理想气体与实际气体有何区别？产生偏差的原因是什么？写出简单的实际气体理想状态方程式。·····	5
【3】什么是压缩因子？写出它的关系式。·····	6
【4】什么是对比参数与对比态定律？·····	6
【5】按物量的单位不同，可分为哪三种比热容，并列出其单位？质量定压比热容 c_p 与质量定容比热容 c_v 两者之间的关系式是什么？·····	6
【6】理想混合气体总压强 p 和总容积 V 与各组成气体的分压强 p_i 和分容积 V_i 之间各遵循什么定律，存在什么关系式？·····	6
【7】什么叫作混合气体成分？按物理量的单位不同分为哪三种成分，并列出它们的关系式？三者的换算关系是什么？·····	7
1.1.4 热力学第一定律·····	7
【1】什么是热力学第一定律？写出它的一般表达式。对于其表达式中系统的热量 Q 、功 W 、总能量 E 的正负值如何确定？·····	7
【2】为什么刚性闭口系统不能向外输出膨胀功？开口系统与外界传递的轴功有正负功两类，请判定汽轮机、内燃机、压缩机、风机、水泵各属哪一类？·····	7
【3】系统储存的总能量 E 包括哪三种能量，并列出关系式？当热力系统静止时，工质的热力学能（内能）取决于工质的哪两个因素，热力状态如何表达？·····	8
【4】对于没有物质流系统与外界传递能量的形式有哪两个方面？主要的功有哪几种，并表述其意义。·····	8
【5】焓的物理意义及其表达式是什么？·····	8
【6】什么是开口稳定流动系统？写出稳定流动能量方程式，并说明其意义。·····	9
1.1.5 理想气体的热力过程及气体压缩·····	9
【1】阐述理想气体热力过程中定容过程、定压过程、定温过程、定熵过程、多变过程的各自特性。·····	9
【2】列出多变过程方程式。伴随多变指数 n 值的变化，可以实现不同的基本热力过程，试问定容过程、定压过程、定温过程、定熵过程，它们的多变指数 n 值分别应该是多少，并列出多变指数方程式。·····	9
【3】简述压气机的定熵压缩、定温压缩、多变压缩过程的各自特点。从 $p-V$ 图和 $T-S$ 图分析，这三个压缩过程的轴功率和排气终温值谁大谁小？·····	10
【4】什么叫作活塞式压缩机的余隙容积？它对进气量有何影响？·····	11
【5】什么是多级压缩和中间冷却？采用它们的目的和意义。·····	11
1.1.6 热力学第二定律·····	11
【1】什么是热力学第二定律？热功间的互相转换必然会有能量损失，研究热力循环时必须应注意提高什么？·····	11
【2】什么叫作正循环（动力循环）与逆循环（制冷循环）？在 $p-V$ 图中，正逆循环的净功 W_0 如何确定？正循环的热效率 η_t 、逆循环的制冷系数 ε 及热泵循环的供热系数 ε_h 如何确定？·····	11
【3】什么是卡诺定理？有何实际价值？·····	13

【4】	什么叫做比熵？熵变数值如何确定？在 $T-S$ 图中，工质变化过程曲线下的面积表示什么？	13
【5】	实例	13
1.1.7	水蒸气和湿空气	14
【1】	水的沸腾、汽化和蒸发之间有什么关系？有何区别？	14
【2】	小于临界压力时水蒸气的定压加热过程的特点是什么？通常经历的状态有哪些？	14
【3】	何为水蒸气的一点、两线、三区 and 五种状态？	14
【4】	工程中水蒸气的定量计算如何实现？零点如何规定？	14
【5】	水蒸气表一般有哪三种？水蒸气的焓熵图中有哪六线？水蒸气的基本热力过程有哪四种？	15
【6】	湿空气的组成是什么？有什么状态？需要了解的基本参数有哪些？	15
【7】	湿空气的焓值与焓湿图的构成？湿空气的基本热力过程有哪几种？	15
1.1.8	气体和蒸汽的流动	15
【1】	喷管和扩压管的作用是什么？有什么类型？适用的场合和条件是什么？	15
【2】	写出气体和蒸汽的绝热稳定流动能量方程式，在一段管道中哪些项可以忽略，该方程式化简式说明了什么？	16
【3】	什么是音速，什么是马赫数？由马赫数 M 大小不同，将产生哪些不同音速？	16
【4】	气体通过喷管的流量一般都是按什么截面尺寸来计算？试分析气流流经喷管有关部位截面处的压力变化，在什么情况下流量不能通过、保持不变、流量为最大？气流流经扩压管又如何？	16
【5】	什么叫作临界压力比，它与什么有关？什么叫作绝热节流，节流前后热力特性发生哪些变化？	16
1.1.9	动力循环	17
【1】	什么是朗肯循环，它由哪四部分主要设备组成？结合它的工作循环流程和 $T-S$ 图上的表示，分析循环能量及热效率？	17
【2】	什么是抽气回热循环、再热循环和热电循环？它们各起什么作用？	18
【3】	什么是内燃机循环，燃气轮机循环？它们各自的工作原理、热效率与哪些因素有关？	19
1.1.10	制冷循环	20
【1】	什么是空气压缩制冷循环？说明它的工作原理和制冷系数。	20
【2】	什么是蒸汽压缩制冷循环？它的组成、工作原理、热力过程及有关热力特征值是什么？	21
【3】	什么是吸收式制冷循环？它由哪些主要设施构成？简述其工作流程原理。	21
【4】	什么是热泵？它的工作原理，供热系数是什么？它与制冷装置有何不同？	22
1.2	传热学基础	23
【引言】	什么是传热学？这门学科包含哪些主要内容？应用在哪些方面？	23
【方法】	怎样学习传热学？	23

【资考大纲】注册暖通空调工程师执业资格考试大纲对传热学学科有哪些方面的要求？	23
【正文问答】	24
1.2.1 导热	24
1.2.1.1 导热基本概念	24
【1】什么是导热？它的基本定律（傅里叶定律）指出了什么？列出并说明它的表达式。	24
【2】什么是温度梯度？给出温度梯度的正方向及直角坐标系下的表达式。	25
【3】什么是温度场？给出温度场的函数关系式。	25
【4】什么是热导率 λ ？列出并说明它的定义式。影响材料热导率的主要因素有哪些？各种物质 λ 值如何获得？	25
【5】什么是热扩散率（导温系数） a ？写出其计算关系式。	25
【6】什么是导热微分方程式？并写出直角和柱两种坐标系下的表达形式，给出几种常用导热微分方程式的表达式。	26
【7】什么是导热过程的单值性条件？定解条件主要包括哪些方面的条件，各有何意义？	26
【8】实例	27
1.2.1.2 稳态导热	28
【1】什么是稳态导热？分别写出直角与柱两种坐标系的导热微分方程式并说明其意义。	28
【2】无限大平壁， λ 为常数，无内热源的单层、多层及复合平壁稳态导热的相同与不同点。分别写出它们所在第一类和第三类边界条件下，求解热流密度 q 的计算关系式。	28
【3】单层圆筒壁与多层圆筒壁稳态导热的相同点与不同点。分别写出它们在第一类和第三类边界条件下，求解热流密度 q 的计算关系式。	29
【4】管道加装保温材料后，单位长度的总热阻 R 计算式。什么是临界热绝缘直径？写出它的计算关系式并说明其意义。	30
【5】换热设备的传热表面常常做成带肋形式的目的是什么？肋片应加在哪一侧？肋有哪两种，每种肋又可分为哪两种截面？	31
【6】等截面直肋端部绝热情况下，肋片与周围环境之间的换热量 Q 计算关系式并说明其意义。什么是肋片效率，它与哪些因素有关？	31
【7】什么是接触热阻？减少固体壁面之间的接触热阻有哪些方法？	32
【8】二维稳态导热的计算为何要引入形状因子？给出计算公式及常见导热问题的形状因子。	32
【9】实例	32
1.2.1.3 非稳态导热	34
【1】什么是非稳态导热？可分为哪两大类？	34
【2】什么是傅里叶级数？它的表达计算关系式是什么？在什么条件下可以利用诺谟图求解平壁上任一点的温度？	34

【3】什么是 Bi 准则数? Bi 准则数对温度分布有何影响?	35
【4】什么是集总参数法? 在什么条件下, 物体非稳态导热问题可用此法求解? 求解公式是什么?	35
【5】常热流边界条件下, 半无限大物体瞬态导热的渗透厚度计算式及其含义。	35
【6】实例	36
1.2.1.4 导热问题数值解法基础	37
【1】对于导热问题, 通常采用哪两种方法求解? 说出它们各自的意义和特点。	37
【2】用有限差分法求解导热问题的实质是什么? 导热问题数值计算的方法 步骤有哪些?	37
【3】稳态导热数值求解, 内部节点有限差分与边界节点有限差分有什么相同点和 不同点? 它们都是通过什么途径原理建立有限差分方程? 如何通过节点 离散方程组求解获得最终值?	37
【4】非稳态导热数值求解, 内部节点与边界节点它们都有哪两种差分格式? 其中显式差分格式的稳定性条件是什么?	37
1.2.2 对流换热	38
1.2.2.1 对流换热的基本概念	38
【1】什么是对流换热? 对流换热的分类及影响因素有哪些?	38
【2】什么是对流换热微分方程式?	38
【3】什么是流动边界层、热边界层? 如何划分层流、紊流及过渡流? 流动边界 厚度与热边界厚度是如何确定的?	38
【4】对流传热微分方程组包括哪几个方程? 如何求解方程组?	39
【5】对边界层动量积分方程式与能量积分方程式求解后, 可分别得到外掠平板层 流边界层的哪些项解?	40
【6】外掠平板紊流换热的局部摩擦系数、局部表面传热系数及全板平均表面 传热系数是什么?	41
【7】反映动量与热量之间类比关系的类比律有哪几个? 并给出它们各自含义及 表达式。	41
【8】什么是同一类物理现象? 什么是特征数? 主要应用较多的特征数有 哪几个? 各自的含义是什么?	42
【9】什么是相似原理?	42
【10】对流换热实验研究的主要步骤是什么? 实验数据整理成什么样的函数 形式?	43
【11】实例	43
1.2.2.2 单相流体对流换热及准则方程式	44
【1】管内强迫对流传热的特点? 管内流体平均速度、平均温度差、管内流动 换热量如何计算确定?	44
【2】外掠单圆管与光滑管束强迫对流传热的特点及准则关联式是什么?	45
【3】自然对流传热中无限空间与有限空间自然对流传热的特点及准则关联式 是什么?	46

【4】自然对流与受迫对流并存的混合流动传热的特点是什么？如何判断纯受迫流动或者混合流动？	47
【5】实例	47
1.2.2.3 凝结与沸腾换热	48
【1】凝结换热有哪些基本特性？影响膜状凝结换热的因素有哪些？膜状凝结换热量如何计算确定？	48
【2】什么是沸腾换热，如何计算确定其换热量？什么是大空间泡态沸腾，如何计算确定其换热量？	50
【3】什么是泡态沸腾的汽化核心？气泡长大的动力条件是什么？增强泡态沸腾换热的措施是什么？	51
【4】实例	51
1.2.3 辐射传热	52
1.2.3.1 热辐射基本概念	52
【1】什么是热辐射？热辐射投射到物体表面会发生哪些现象？	52
【2】投射到物体表面上的辐射总能量 G 与吸收部分 G_a 、反射部分 G_p 、穿透部分 G_t 之间存在什么关系？	52
【3】什么是定向辐射强度 I ？什么是辐射力 E ？	53
1.2.3.2 热辐射基本定律	53
【1】黑体和灰体辐射涉及哪些基本定律？并给出它们各自的含义、表达式。	53
【2】什么是物体的发射率（也称黑度）？利用发射率定义关系来表达单色发射率及斯蒂芬—玻尔兹曼定律？	54
【3】实例	54
1.2.3.3 辐射换热计算	54
【1】什么是角系数？两个表面间的角系数存在什么关系？	54
【2】黑体表面间的辐射换热过程与电路有什么相似点？某一表面与其他黑体表面间的辐射换热量如何计算确定？	55
【3】什么是灰体？什么是灰体表面的有效辐射？对漫—灰表面，如何计算其表面的辐射换热量？	55
【4】在一定空间内，两个组成封闭空腔的灰表面之间的辐射换热量为 $Q_{1,2}$ ，列出求解 $Q_{1,2}$ 的计算公式并说明各项的意义。有关项应如何确定？	55
【5】实例	56
1.2.3.4 气体辐射和太阳辐射	58
【1】气体辐射的特点有哪些？气体吸收定律（布格尔定律）的表达式是什么？	58
【2】气体的吸收率和发射率与固体有何不同？分别写出气体单色吸收率和发射率的表达式。	58
【3】什么是太阳常数，太阳辐射在大气层中的减弱与哪些因素有关？	58
【4】实例	58
1.2.4 传热过程及换热器	59
1.2.4.1 肋壁传热过程分析及计算	59

【1】在管壁表面加肋增强换热的效果与哪些因素有关？如何计算确定通过肋壁的传热量并分析说明？	59
1.2.4.2 复合换热计算	59
【1】什么是复合换热？如何进行计算？	59
【2】实例	60
1.2.4.3 传热过程的强化与削弱及绝缘	60
【1】增强传热过程的目的与途径是什么？	60
【2】削弱传热的目的与方法是什么？	60
1.2.4.4 换热器的热工计算	61
【1】换热器的计算内容分为哪两种？它们各自计算的目的是为了确定什么问题？	61
【2】换热器传热计算的基本方程式是什么？其中 Δt_m 平均温差在不同情况应如何确定？	61
【3】实例	62
1.3 流体力学基础	62
【引言】什么是流体力学？这门学科包含哪些主要内容？应用在哪些方面？	62
【方法】怎样学习流体力学？	62
【资考大纲】注册暖通空调工程师执业资格考试大纲对流体力学与工程流体力学学科有哪些方面的要求？	63
【正文问答】	64
1.3.1 流体的主要物理性质	64
【1】流体的主要物理性质有哪些？	64
【2】为什么说流体具有“连续性”与“流动性”？	64
【3】什么叫作流体的“压缩性”和“膨胀性”？液体与气体的压缩和膨胀通常如何处理？	64
【4】什么叫作流体的黏滞性？什么叫作“动力黏度”与“运动黏度”，哪个参数直观反映黏性强弱？	65
1.3.2 流体静力学	65
【1】流体静力学的基本问题是什么？静止流体内的应力具有哪些重要的性质？	65
【2】静水压强由哪两部分组成？写出静水压强基本方程式并说明其意义。	65
【3】什么是绝对压强、相对压强和真空度？并说明它们之间的相互关系。压强的计量单位及换算关系是怎样的？	65
【4】受压平面静水压力大小如何计算？	66
【5】实例	67
1.3.3 流体动力学	68
【1】描述流体运动有哪两种方法？它们各有什么特点？	68
【2】什么叫作恒定流动与非恒定流动？什么叫作均匀流与非均匀流？	68
【3】什么叫作层流、紊流？速度分布有何特点？什么是雷诺数，用雷诺数如何判别流体流动的状态？	68

【4】	列出流体动力学基本方程式并分别说明各公式的意义。·····	69
【5】	应用伯努利方程进行计算时, 计算点是如何选取的? 解释原因。·····	70
【6】	实例·····	70
1.3.4	流动阻力和能量损失·····	72
【1】	流体流动存在阻力的原因是什么? 流体流动损失由哪两部分组成? ·····	72
【2】	怎样计算沿程损失 h_f , 单位长度沿程损失(比摩阻) R ? 沿程阻力系数 λ 与哪些因素有关, 它的计算常采用哪两种方法? ·····	72
【3】	局部损失常采用哪两种计算方法来确定? ·····	72
【4】	流体在整个管路系统中总的流动损失如何计算? 并说明各参数含义。·····	73
【5】	减少流体阻力的意义与措施是什么? ·····	73
1.3.5	恒定流·····	73
【1】	试述孔口、管嘴出流及其分类。·····	73
【2】	什么叫作小孔口自由出流与淹没出流? 比较自由出流与淹没出流的速度表达式, 它们有什么相同点和不同点? ·····	73
【3】	什么是管嘴出流? 比较孔口自由出流和管嘴出流的流量表达式, 从中可以得出什么启示? ·····	74
【4】	什么是并联管路? 它的水力特点及流量分配原理是什么? ·····	74
【5】	什么是简单管路基本方程, 有何意义? ·····	75
【6】	为改善输水条件, 在原来长为 $2L$, 直径为 d 的管道上, 并联一根直径相同, 长为 L 的支管(如图 1.3-11 中虚线所示), 若水头 H 不变, 不计局部损失, 试求并联管前后的流量比? ·····	75
【7】	什么是明渠? 什么是棱柱形渠道与非棱柱形渠道? 什么是顺坡(正坡)、平坡和逆坡(负坡)渠道? ·····	75
【8】	明渠恒定均匀流具有哪些特性? 明渠恒定均匀流必须同时具备的条件是什么? ·····	76
【9】	列出明渠均匀流的基本计算公式, 试分析式中 A 、 K 、 C 、 R 都与明渠均匀流的哪些因素有关? ·····	76
1.3.6	渗流定律、井和集水廊道·····	76
【1】	什么叫作渗流? 渗流理论应用在哪些方面? ·····	76
【2】	什么叫作渗流模型? 渗流流速 u 的定义表达式? 它与空隙中的真实平均流速 u' 有何关系? ·····	77
【3】	什么叫作渗流(达西)定律? 写出它的表达式并说明各参数含义。·····	77
【4】	什么是井和集水廊道? 列出集水廊道、潜水完整井、自流井、半球底大口井渗流量(产水量)的计算公式并说明。·····	77
1.3.7	相似原理和量纲分析·····	78
【1】	流动相似包含哪些方面内容? ·····	78
【2】	什么叫作几何相似、运动相似、动力相似、边界条件和初始条件相似? ·····	78
【3】	什么叫相似准则? 动力相似涉及哪些单项力的相似准则, 它们表征的内容是什么? ·····	78

【4】模型实验的依据、模型律的选择、模型设计程序各是什么？	78
【5】什么是量纲或因次？什么是基本量纲和导出量纲？基本量纲的表示方法？ 量纲表达式中物理量 q 与量纲指数的关系？	79
【6】什么是无量纲量，它有何特点？什么是量纲和谐原理，它表明了 什么？	79
【7】什么是量纲（因次）分析法？具体有哪两种方法？并简要说明。	80
【8】实例	80
1.3.8 特定流动分析	81
【1】什么是等速均匀流、源流、汇流和势涡流？	81
【2】根据势流叠加理论，怎样描述圆柱体的无环量绕流和有环量绕流？各有 什么特点？	81
【3】什么是平面流动，什么是无旋流动，与速度势函数和流函数有何关系？ 速度势函数和流函数二者与流速又有何关系？	81
【4】已知平面流动的速度分布 $u=x^2+2x-4y$, $v=-2xy-2y$ 。试确定流动：（1）是 否满足连续性方程？（2）是否有旋？（3）是否存在速度势函数和流函数？ 如有求出它们。	81
【5】什么叫作气体淹没射流、紊流射流、无限空间射流（自由射流）和受限 射流？	82
【6】无限空间紊流淹没射流的流动特性有哪些？	82
【7】什么是温差射流和浓差射流？工程中有何应用？研究内容是什么？	83
【8】温差射流和浓差射流空间的温度或浓度如何计算？	83
【9】什么是旋转射流，有何特征？	83
【10】什么是有限空间射流，射流结构有何特征？	83
1.3.9 气体动力学	84
【1】研究高速可压缩气体运动时，为什么一定要采用绝对压强和开氏温度？	84
【2】什么是压力波？声音在流体中的传播速度与什么因素有关？	84
【3】什么是声速和马赫数？马赫数表明了什麼？	85
【4】什么是拉伐尔管？通过它可以获得什么？	85
【5】实例	85
1.3.10 泵与风机	86
【1】泵与风机的作用、主要分类及选用。	86
【2】泵与风机的主要性能参数有哪些？它们在某一转速下的性能曲线图是怎样 绘制出来的？	86
【3】同一系列泵与风机在相似工况下，它们的性能参数在叶轮外径 D_{2m} 、转速 n_m 及流体密度变化时存在哪些可供换算的数学关系式？对同一台泵与 风机换算关系简化式是怎样的？	87
【4】什么是泵与风机的经济运行区、管路特性系数、工作点？	88
【5】泵与风机通过改变什么来使流量得到调节？常用的调节方法及各自的 特点是什么？	88

【6】泵与风机在什么情况下采用联合工作？联合工作的形式、特点及并联运行时应注意的问题？	89
第2章 采暖	91
【引言】什么是采暖？这门学科包含哪些方面的主要内容？它与人类生活和生产有什么密切的关系？	91
【方法】怎样学习采暖的技术知识？	91
【资考大纲】注册暖通空调工程师执业资格考试大纲对采暖学科有哪些方面的内容要求？	91
【正文问答】	92
2.1 建筑热工	92
【1】我国建筑热工设计是如何分区的？围护结构冬季室外计算温度应如何确定？	92
【2】围护结构的最小热阻如何确定？怎样检验内表面是否结露？如何判别围护结构内部是否产生凝结水？	93
【3】什么是围护结构热桥？它的危害是什么及如何验算？	94
【4】实例	95
2.2 采暖热负荷计算	96
【1】工业厂房的得失热量包括哪些？什么是供暖热负荷？	96
【2】建筑物围护结构的耗热量包括哪些？怎样计算？	96
【3】冷风渗透耗热量如何进行计算？渗透冷空气量如何计算？	97
2.3 采暖方式	98
2.3.1 采暖方式概述	98
【1】常用的采暖方式类型和特点有哪些？它们各自适用哪些场合？	98
2.3.2 散热器采暖	98
【1】集中采暖系统热媒参数应如何选择？采暖系统应如何分类？	98
【2】什么是重力循环热水采暖系统？如何计算该类系统的工作压力？设计注意事项有哪些？	99
【3】如何计算单管系统立管各段水温？	100
【4】什么是机械循环热水采暖系统？试分析比较与重力循环系统的主要区别点。	100
【5】机械循环热水系统常用的形式、适用范围及优缺点有哪些？设计注意事项都有什么？	101
【6】高层建筑热水采暖系统目前宜采用哪两种？各自的特点及适用场合是什么？	101
【7】热水采暖系统的垂直失调和水平失调产生的原因是什么？	102
【8】常用的低压蒸汽供暖系统形式特点及适用范围是什么？设计中应注意哪些事项？	102
【9】常用的高压蒸汽供暖系统形式特点及适用范围是什么？设计注意事项有哪些？	103

【10】 低压蒸汽与高压蒸汽系统在回水方式、疏水器设置及排气等方面有何不同?	103
2.3.3 住宅分户热计量采暖	103
【1】 分户热计量采暖系统有何优点? 它与一般采暖系统在设计上有哪些不同点?	103
【2】 分户计量系统制式的散热器布置和安装与传统系统相比有何不同?	104
【3】 目前常用的热量计量仪表的种类及其各自的组成和适用场合是什么?	104
【4】 分户热量计量的原理有哪三种, 相应的计算公式有哪些? 计量装置如何安装?	104
2.3.4 辐射采暖	105
【1】 什么是辐射采暖? 辐射采暖系统形式及应用范围是什么?	105
【2】 低温热水地面辐射采暖的系统的组成与要求是什么? 其采暖热负荷如何确定?	105
【3】 地板辐射采暖系统设计有哪些技术要求?	106
【4】 辐射板散热量如何确定? 有哪些设计注意事项?	106
【5】 什么是燃气红外线辐射采暖? 连续式与单体式燃气红外线辐射采暖系统构成有哪些?	107
【6】 燃气红外线辐射采暖系统总散热量如何计算确定? 发生器台数如何选定?	107
【7】 什么是单点采暖及室外红外线辐射采暖? 它们的特点及注意的问题有哪些?	108
2.3.5 热风采暖	108
【1】 热风采暖常用的形式有哪些? 集中送风系统设计时应符合哪些技术要求?	108
【2】 集中送风气流组织应考虑哪些因素? 平行射流和扇形射流应如何计算?	109
【3】 常用的空气加热器型号有哪两种类型? 如何进行空气加热器的选择计算?	111
【4】 选用暖风机的注意事项有哪些?	112
【5】 空气幕的类型有哪些? 空气幕设计参数如何确定?	112
2.4 采暖系统与采暖设备及附件	113
2.4.1 采暖管道设计	113
【1】 采暖系统入口装置应如何设置? 采暖系统如何划分及作用半径范围是什么?	113
【2】 不同类型的采暖管道安装坡度应如何确定? 热水采暖系统应如何进行排气?	113
【3】 采暖管道系统中, 哪些部位应设置阀门? 各种阀门如何选用?	114
【4】 管道热补偿的技术措施有哪些? 管道补偿器的形式及热膨胀长度如何计算?	114
【5】 管道的敷设方法有哪几种? 哪些室内采暖管道需要保温?	115
2.4.2 采暖管道水力计算	115
【1】 管道水力计算基本公式是什么? 当量阻力法和当量长度法的含义是什么?	115

【2】进行管道水力计算时, 有哪些主要的技术要求?	116
【3】热水采暖系统的水力计算中, 等温降法与不等温降法有何不同?	116
【4】高压蒸汽与低压蒸汽管道在计算供汽管和凝结水管道时有何不同?	117
2.4.3 采暖设备及附件	117
【1】选用散热器应符合哪些规定? 房间所需散热器面积应如何计算?	117
【2】计算减压阀流量步骤有哪些? 常用减压阀类型及适用范围是什么?	117
【3】如何进行疏水器的选型? 疏水器的排水量如何确定?	118
【4】膨胀水箱的容积如何确定? 水箱上的各管道如何连接?	119
【5】换热器的类型及适用场合有哪些? 换热器的面积如何确定?	119
【6】平衡阀的作用以及安装场合有哪些? 安全阀的主要类型及适用范围 有哪些?	119
【7】分汽缸、分水器、集水器应如何设置? 其直径应如何确定?	120
2.5 小区供热	120
【1】集中供热系统的热负荷有哪几种? 对它们应如何进行概算?	120
【2】目前采用的热源形式有哪几种? 供热汽轮机主要分哪几种类型? 区域 锅炉房供热有哪些特点?	122
【3】集中供热系统热媒参数选定的原则是什么? 蒸汽与热水热媒的特点 有哪些?	122
【4】热水管网与热用户连接常用哪几种形式, 其特点及适用场合是什么? 热力管道有几种敷设方式?	123
【5】集中供热管网布置的形式有哪两大类型? 确定供热管线平面位置的 原则是什么?	123
【6】热水管网水力计算通常采用哪种方法?	124
【7】热水管网压力状况的基本技术要求是什么?	124
【8】什么是水力工况、水力失调? 水力工况基本关系式有哪些? 什么是热力 工况及解决热力失调的途径?	125
【9】热水网路水力工况分析的步骤有哪些? 如何进行热水网路在新增用户、 用户关闭、用户增设加压水泵时的水力工况分析?	125
【10】热水网路循环泵的原理及主要参数有哪些? 其选择原则是什么?	126
【11】热水网路的定压方式有哪些? 如何选择定压方式?	127
2.6 小区供热锅炉房	128
【1】锅炉的基本特性及国产锅炉型号表示方法有哪些?	128
【2】锅炉房由哪些设备组成? 锅炉的设计容量如何确定?	128
【3】锅炉房在总平面布置、区域布置和工艺布置方面应遵循哪些原则?	129
【4】锅炉鼓、引风机配置有哪些选择要点? 锅炉除尘系统设计的主要原则 是什么?	130
【5】锅炉房的烟道与烟囱设计的原则及要求有哪些?	131
【6】燃油、燃气锅炉的特点是什么? 锅炉燃油、燃气系统的组成设备及功能 是什么?	132