



邮 电 中 等 专 业 学 校 试 用 教 材

空调技术与设备

赖广显 编著 邹定襄 审校

人民邮电出版社

邮电中等专业学校试用教材

空调技术与设备

赖广显 编著

邹定寰 审校

人民邮电出版社

内 容 提 要

全书共分六章，内容以空气调节技术和制冷设备为重点，较详细地介绍了空气调节和制冷设备的系统组成、基本结构、工作原理、运行调节等基本理论。同时也介绍了这些设备的正确使用、调整试验、维护保养及常见故障的分析和处理等实用技术。每章后均有小结和习题与思考题供学习参考。

本书为邮电中等专业学校电源专业试用教材，也可供从事空调、冷冻设备的操作、维修、安装工人及技术人员参考。

邮电中等专业学校试用教材

空 调 技 术 与 设 备

赖广显 编著

邹定襄 审校

责任编辑 刘兴航

•
人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

北京兴华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

•
开本：787×1092 1/32 1987年11月第一版

印张：11 8/32 页数：180 1987年11月北京第1次印刷

字数：254千字 插页：2 印数：1—5,400册

ISBN 7115-03501-6/Z

定价：1.75 元

前 言

本书是邮电中等专业学校用书。为了适应邮电教育事业发展的需要，我局自1978年以来，先后成立了邮电中专教材编审委员会及基础课和专业课教材编审组（或小组），全面开展了教材编审活动。到目前为止第一轮邮电中专试用教材已基本上出齐。自1982年开始了各编审组（或小组）对试用几年的教材进行了总结，对原教学大纲进行了修订，并在此基础上，对各课程的邮电中专试用教材作了比较全面的修改和补充，以适应当前邮电技术的发展。我们在几年内，将修改后的教材陆续出版，以满足邮电中等专业学校的教学需要。编写教材是提高教学质量的关键。我们组织编写本教材时，力求以马列主义、毛泽东思想为指导，努力运用辩证唯物主义的观点阐明科学技术的规律，内容上注意了少而精，尽量反映科学技术的新成就。书内难免存在缺点和错误。希望有关教师和学生在使用过程中，把发现的问题提给我们以便修改提高。

邮电部教育局
一九八四年十月

前 言

本书是根据邮电部教育局审定的中等专业学校《空调技术与设备》课教学大纲编写的，为邮电中等专业学校通信电源专业的试用教材。

随着我国四个现代化建设的迅速发展，近几年来，空调和制冷技术，已广泛地应用于国民经济各个部门。因此，如何使用、维修这类设备及其系统，使之经济合理、安全可靠地运行，是一项迫切需要解决的任务。为了适应现代通信发展的需要，培养有基础知识和技能的空调冷冻设备操作维修人员，在各邮电学校试用讲义的基础上，编写了本书，供教学使用和维修部门人员参考。

本书内容共分六章，前三章为空调系统部分，后三章为制冷系统部分。前后内容彼此是相互联系的；空调部分着重讨论空调的基本知识，送风状态和送风量的确定以及空气的各种处理方法；制冷部分着重讨论制冷的基本原理和设备的基本结构及维修的基本知识。在编写过程中，注意总结近几年的教学实践经验和企业设备的状况，力求理论联系实际，讲清基本概念，并注意培养分析问题和解决问题的能力。为了巩固和加深对本课程所学知识的理解，在每章末附有小结、习题与思考题，供教学中选用。

本书的特点是：在内容上从基本知识入手，由浅入深，理论联系实际，力求思路清楚，概念明确；在分析问题时，以定性分析为主，定量分析为辅，避免太深太繁的数学推导，只给出必要的工程计算公式。书中单位采用国际单位制（SI制）。

为了减轻学生负担，凡书中注有*号的章节，由任课教师根据实际情况决定取舍。

本书在编写过程中，承蒙四川、浙江、广西等邮电学校对初稿进行试用；并得到上海第一冷冻机厂、湖南邮电学校、邮电部设计院和上海市话局设计室等单位的大力支持；最后由湖南省邮电科研所邹定寰同志对全稿进行审校。他们从不同角度提出有益的建议，在此表示衷心地感谢。

由于水平所限，书中不当之处恳求各校师生和广大读者批评指正。

作 者

1986年8月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 空气调节的任务和作用.....	(1)
第二节 空气调节的基本方法.....	(2)
第三节 空气调节技术的发展.....	(5)
第二章 空气调节的基本知识	(6)
第一节 对空气的基本认识.....	(6)
一、空气的成份.....	(6)
二、理想气体.....	(7)
第二节 空气的主要物理性质.....	(8)
一、空气的压力.....	(8)
二、空气的温度.....	(10)
三、空气的湿度.....	(10)
四、湿空气的焓.....	(16)
五、空气的密度.....	(18)
六、露点温度.....	(18)
第三节 湿空气的焓湿图.....	(19)
一、湿空气焓湿图的绘制.....	(19)
二、湿空气焓湿图的应用.....	(24)
三、利用干、湿球温度确定空气状态.....	(34)
本章小结.....	(39)
习题与思考题.....	(41)
第三章 空调系统及空气处理方法	(43)
第一节 室内热湿负荷与送风量的确定.....	(43)

一、室内热（冷）湿负荷的来源·····	(44)
二、送风状态和送风量的确定·····	(47)
第二节 空调系统的类型与设备·····	(51)
一、空调系统的分类·····	(51)
二、集中式空调系统的主要设备·····	(52)
第三节 空气热湿处理的途径和过程·····	(62)
一、空气热、湿处理的各种途径·····	(62)
二、空气热、湿处理设备的类型·····	(64)
三、空气与水直接接触时的状态变化过程·····	(64)
第四节 用喷水室处理空气·····	(68)
一、喷水室的构造和类型·····	(68)
二、喷水室空气的处理过程·····	(68)
三、组成喷水室的主要部件·····	(69)
四、喷水室的供水系统·····	(75)
第五节 用表面式换热器处理空气·····	(78)
一、表面冷却器的构造与安装·····	(78)
二、表面冷却器处理空气的过程·····	(81)
三、喷水式表面冷却器·····	(86)
•第六节 空气的其它处理方法·····	(87)
一、空气的加热处理·····	(87)
二、空气的加湿处理·····	(90)
三、空气的除湿处理·····	(91)
四、空气的净化处理·····	(97)
第七节 集中式空调系统的运行调节·····	(101)
一、一次回风式空调系统·····	(101)
二、二次回风式空调系统·····	(106)
三、空调系统的运行调节·····	(109)

*第八节 其它空调系统	(114)
一、局部式空调系统 (空调机组)	(114)
二、混合式空调系统	(121)
三、空调器的选用	(124)
本章小结	(126)
习题与思考题	(127)
第四章 制冷的基本原理	(129)
第一节 制冷技术的基础知识	(129)
一、热力学的主要状态参数	(129)
二、制冷技术常用的基本术语	(133)
三、能量转换与热力学定律	(138)
四、制冷剂的压焓图	(139)
第二节 制冷的方式和工作原理	(143)
一、制冷方式	(144)
二、卡诺循环与逆卡诺循环	(146)
三、制冷的基本原理	(149)
第三节 制冷剂与冷媒	(156)
一、制冷剂	(156)
二、冷媒	(166)
本章小结	(169)
习题与思考题	(170)
第五章 蒸汽压缩制冷设备	(171)
第一节 活塞式压缩机的类型和工作原理	(171)
一、制冷压缩机的分类	(171)
二、压缩机型号的表示方法	(172)
三、新老系列压缩机结构的特点及工作条件	(174)
四、活塞式压缩机的工作原理	(183)

第二节 制冷压缩机的总体结构·····	(186)
一、开启式压缩机·····	(186)
二、半封闭式压缩机·····	(188)
三、全封闭式压缩机·····	(190)
第三节 制冷压缩机零、部件的作用与结构·····	(190)
一、机体和其它固定件·····	(191)
二、活塞·····	(194)
三、活塞销·····	(195)
四、活塞环·····	(195)
五、连杆·····	(200)
六、曲轴·····	(202)
七、吸、排汽阀组·····	(203)
八、轴封·····	(205)
九、轴承·····	(208)
十、润滑装置·····	(210)
十一、能量调节装置·····	(217)
十二、安全装置·····	(220)
第四节 制冷换热器·····	(221)
一、冷凝器·····	(221)
二、蒸发器·····	(227)
第五节 制冷系统的控制器件·····	(231)
一、膨胀阀·····	(231)
二、截止阀·····	(235)
三、电磁阀·····	(235)
四、水量调节阀·····	(237)
五、温度继电器·····	(237)
六、压力继电器·····	(240)

七、压差继电器	(241)
第六节 制冷系统的辅助设备	(243)
一、油分离器	(243)
二、贮液器	(245)
三、过滤器与干燥过滤器	(247)
四、水冷却设备	(248)
五、制冷系统管路和设备的保温	(250)
第七节 氟利昂冷水机组	(254)
一、机组的特点	(254)
二、机组的构成	(256)
三、机组的工作原理	(257)
本章小结	(259)
习题与思考题	(260)
第六章 空调设备的操作与维护	(262)
第一节 系统的吹洗和试漏	(262)
一、系统的吹洗	(262)
二、制冷系统的试漏	(263)
三、向制冷系统充注制冷剂	(268)
第二节 系统的试运转与调试	(274)
一、试运转前的准备工作	(276)
二、系统的试运转	(276)
三、制冷系统的调试	(278)
第三节 制冷设备的操作及运行管理	(281)
一、制冷设备的启动操作	(281)
二、制冷设备的停车操作	(283)
三、压缩机的加油操作	(285)
四、冷凝器的运行管理及操作	(287)

五、蒸发器的运行管理及操作·····	(288)
六、辅助设备的运行管理及操作·····	(288)
七、制冷设备的运行管理及操作·····	(290)
八、制冷设备正常运行的标志及检查项目·····	(295)
•第四节 制冷设备的检查方法和常见故障的处理·····	(295)
一、制冷设备的检查方法·····	(295)
二、制冷设备常见故障的分析和消除方法·····	(297)
•第五节 制冷设备的检修·····	(309)
一、计划检修的内容·····	(310)
二、制冷设备修理前的基本操作·····	(312)
三、压缩机零、部件的检查与检修的参考值·····	(315)
四、辅助设备的检修·····	(318)
本章小结·····	(320)
习题与思考题·····	(321)

第一章 绪 论

第一节 空气调节的任务和作用

随着我国社会主义四个现代化建设的不断发展,许多工业、通信、计量、科研等部门和国防建设中,根据生产工艺、设备运转和人们生活的需要,对室内空气环境提出了一定的甚至比较特殊的要求。即室内保持一定的空气条件,这些条件通常可用空气的温度、相对湿度、气流速度和洁净度(简称四度)来衡量。因此,维持室内的“四度”,在一定范围内变化的调节技术就是空气调节(以下简称空调)。

空调对国民经济各个部门的发展和人民物质文化生活水平的提高,有着重要的作用。例如,随着通信技术的发展,现代化通信设备不断更新,为了保证通信设备的正常运行,在夏季要求室内的温度 $t = 28^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度 $\varphi = 50\%$,并控制在一定的波动范围内。又如在各种机械和仪表的生产过程中,为了保证产品的精度和检验要求,需要把空气的温度和湿度控制在相当小的波动范围内。象某些计量室要求全年温度保持在 $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $50 \pm 5\%$ 的空气环境;而某些加工和装配车间除空气的相对湿度有一定要求外,还要保持空气温度在 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 、 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 等不同等级范围内波动。

电子、纺织、合成纤维、印刷、电影胶片洗印等轻工业的生产车间,重工业大型生产过程控制室,各种计算机室都要求对环境的温度、湿度进行不同程度的控制。

在农业方面，大型温室、机械化畜类养殖场和生物生长室等同样需要空调。此外，地下工程（如洞库、坑道和地下铁道等）的通风减湿、水下与宇宙空间特殊环境的创造和控制，对军事、交通和宇航事业的发展都具有重要的作用。

随着我国人民物质文化生活水平的不断提高，不仅对一些现代化的大型公共建筑，如大会堂、影剧院和体育馆等都要求设置完善的通风空调系统，而且一些图书馆、医院、旅馆等，也在逐步设置保证人体舒适的空调系统。

综上所述，空调技术与工农业、科学技术和国防事业的发展密切相联，与人民物质文化生活水平的提高息息相关。因此，在我国实现四个现代化的进程中，空气调节技术必将发挥越来越重要的作用。

第二节 空气调节的基本方法

在工农业生产、科研和国防建设中，为了保证生产过程中产品的质量、设备的正常运行、提高劳动生产率、保证工人身体健康以及科研和国防建设的顺利进行，都要求维持一定的空气环境。为了保证所要求的空气环境，就必须对危害空气环境的因素进行全面分析。通常危害空气环境的因素有两个方面：一是内部因素，即环境内部危害空气环境的因素。例如生产过程和设备产生的热或湿，有的还可能产生有害气体和粉尘以及室内工作人员本身产生的热、湿、二氧化碳和灰尘等。这类因素所产生的危害量是随生产的性质、规模和人的活动状况而变化的。二是外部因素，即从外部危害空气环境的因素。例如室外或邻室的气温的高低以及太阳照射的位置和强度，通过房屋的围护结构（如四壁、门、窗和屋顶等）的传热，都会影响内

部空气的温度和湿度。室外或邻室的空气，通过围护结构的不严密而直接渗入，也会使空气的温度、湿度、清洁度和气流速度发生变化。显然，这些因素所产生的危害是随季节和天气而变化的。在上述两方面干扰源的综合作用下，内部空气环境参数将偏离人和生产过程的需要值。因此，采取适当的方法和手段，用以消除来自内部和外部影响环境的主要干扰，从而达到控制该空气环境的目的，这就是空气调节的基本方法。

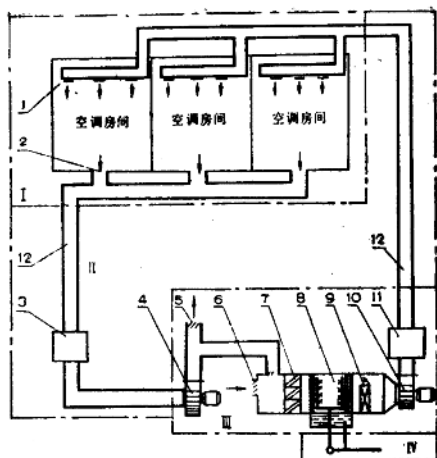
根据空调建筑的用途和其对空调的要求、空调负荷的特点以及使用情况，空调系统具有许多种不同形式。目前，我国多把空调系统分成以下三类。

1. 集中式空调系统

这类系统出现得最早，也是迄今用得最多、最基本的方法。其特点是，空气处理设备集中在空气处理室，冷源设置在冷冻机房，处理后的空气，用风道分送到各空调房间，因而，系统便于集中管理、维护。图1-1给出了空调系统的简图。图中虚线框内第Ⅰ区，表示受控的工作区域（或称空调区），在此区域内应保持规定的空气参数。第Ⅱ区为空调系统的输送和分配部分，主要是指管道和送风口与回风口等。第Ⅲ区为空气处理部分，它包括能对空气进行过滤净化、加热、冷却、加湿和减湿等各种空气处理以及通风机设备，并可根据内部环境的需要，利用自动调节装置进行调节。第Ⅳ区是空气处理设备的冷、热源部分，包括制冷系统和供热系统。为简化起见，这两种系统未包括在图1-1内。

为适应高层建筑的需要，还出现一些与一般集中式空调系统不同而又具有集中式空调系统特点的多种方式，如各层机组方式、双风道和可变风量等系统。

2. 局部式空调系统



- 1—送风口 2—回风口 3—回风消声器 4—回风机
5—排风口 6—新风口 7—过滤器 8—喷水室
9—加热器 10—送风机 11—送风消声器 12—送回风管道

图 1-1 空调系统示意图

此类系统实际上就是将空气处理和冷冻机、风机等组合在一起的整体机组，称为空调机组或空调器。可以直接将此机组放在要求空调的房间进行空调，也可以放在相邻的房间用很短的风道与该房间相连。一般地说，此类系统可满足不同房间的不同送风要求，使用灵活，移动方便。

3. 半集中式（混合式）空调系统

此类系统具有集中处理空气的空调箱和风道，同时又在各空调房间设有局部处理装置。例如诱导式空调系统、风机盘管加新风系统等都属于此类。此类系统与集中式相比，省去了回风管，缩减了送风管断面，却同样利用了再循环空气，因而占用建筑面积较少，此类系统多用于高层建筑。

第三节 空气调节技术的发展

空气调节技术是在本世纪初开始形成的，随着工农业发展和科学技术水平的提高而日趋完善。现在一些发达国家已相当普遍地在各个领域中使用空气调节技术。因此，从事空调领域的研究、设计、制造、管理人员相当庞大。同时，经过不断改进，空调设备在定型化、系列化的基础上，采用大规模工业化生产方法，组装成各种类型产品投放市场。

在解放前，我国的空调工业几乎是空白。解放后，随着国民经济的发展，空调技术逐步成长起来。现在已能独立设计、制造和装配多种空调系统，如高精度的恒温、恒湿、洁净室，地下除湿、人工气候室以及大型公共建筑和高层建筑的空调系统。一些生产空调设备的工厂，现已达到部分定型化、系统化生产各种空气处理设备和不同规格的空调机组。配用在空调系统上的测量和控制仪表以及控制装置，也有了相当的基础。目前空调技术正朝节约能源，发展热回收，设备方面，向品种齐全、体积小、效率高、系列化、设备加工工厂化、机械化、自动化、高性能、安装方便等方向发展。空调系统方面，采用新型的空调系统，如高速系统、变风量系统和双风道系统等，并且向运行调节自动化，用电子计算机程序控制方向发展。