



职业技能 短期培训教材

全国职业培训推荐教材 | 人力资源和社会保障部教材办公室评审通过 | 适合于职业技能短期培训使用

楼宇空调运行管理与维护基本技能

LOUYU KONGTIAO YUNXING GUANLI YU WEIHU JIBEN JINENG

● 推荐使用对象：农村进城务工人员 | 就业与再就业人员 | 在职人员



中国劳动社会保障出版社

全国职业培训推荐教材
人力资源和社会保障部教材办公室评审通过
适合于职业技能短期培训使用

楼宇空调运行管理与 维护基本技能

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

楼宇空调运行管理与维护基本技能/王盛雪主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2010

职业技能短期培训教材

ISBN 978-7-5045-8597-4

I. ①楼… II. ①王… III. ①集中空气调节系统-系统管理-技术培训-教材②集中空气调节系统-维修-技术培训-教材
IV. ①TB657.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 180947 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

中国铁道出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

850 毫米×1168 毫米 32 开本 5.875 印张 143 千字

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

定价: 11.00 元

读者服务部电话: 010-64929211/64921644/84643933

发行部电话: 010-64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

如有印装差错, 请与本社联系调换: 010-80497374

前言

职业技能培训是提高劳动者知识与技能水平、增强劳动者就业能力的有效措施。职业技能短期培训，能够在短期内使受培训者掌握一门技能，达到上岗要求，顺利实现就业。

为了适应开展职业技能短期培训的需要，促进短期培训向规范化发展，提高培训质量，中国劳动社会保障出版社组织编写了职业技能短期培训系列教材，涉及二产和三产百余种职业（工种）。在组织编写教材的过程中，以相应职业（工种）的国家职业标准和岗位要求为依据，并力求使教材具有以下特点：

短。教材适合 15 ~ 30 天的短期培训，在较短的时间内，让受培训者掌握一种技能，从而实现就业。

薄。教材厚度薄，字数一般在 10 万字左右。教材中只讲述必要的知识和技能，不详细介绍有关的理论，避免多而全，强调有用和实用，从而将最有效的技能传授给受培训者。

易。内容通俗，图文并茂，容易学习和掌握。教材以技能操作和技能培养为主线，用图文相结合的方式，通过实例，一步步地介绍各项操作技能，便于学习、理解和对照操作。

这套教材适合于各级各类职业学校、职业培训机构在开展职业技能短期培训时使用。欢迎职业学校、培训机构和读者对教材中存在的不足之处提出宝贵意见和建议。

人力资源和社会保障部教材办公室

简介

本书主要包括 7 个单元：楼宇中央空调简介、楼宇中央空调设备及辅助设备、楼宇中央空调系统及工程应用、楼宇中央空调系统的自动化控制、楼宇中央空调系统及设备的运行管理、楼宇中央空调冷水机的维修保养及常见故障分析和楼宇中央空调安全技术。

本书适合于楼宇中央空调系统运行操作、维修及管理人员使用。在编写过程中，充分考虑到培训对象的具体情况，取材实用，语言简洁，实践性强，侧重培养学员对中央空调系统及设备的认识和对中央空调系统装置的运行管理，以适应就业岗位的需要。本书所讲述的各种冷水机都是在工程中应用较多的、具有代表性的机器，其操作运行管理、维修保养等内容都是根据具体产品来编写的，针对性比较强，基于各种类型冷水机基本管理和程序、方法的一致性，其他形式的冷水机及空调设备的运行管理也可以参照本书中介绍的机器来进行运行管理。

本书由裘晓林、王盛雪主编，侯琳琳、李晓颖参编，主审梁东晓。

目录

第一单元	楼宇中央空调简介	(1)
模块一	空调与制冷简介	(1)
模块二	中央空调的分类及组成	(5)
模块三	空调制冷技术	(12)
第二单元	楼宇中央空调设备及辅助设备	(25)
模块一	冷水机组和热力机房	(25)
模块二	空气处理设备	(46)
模块三	空气的输送与分配设备	(50)
模块四	循环水的输送与控制设备	(54)
第三单元	楼宇中央空调系统及工程应用	(58)
模块一	常规中央空调系统的几种形式	(58)
模块二	中央空调系统的节能措施与技术	(66)
模块三	中央空调系统在工程中的应用实例	(76)
第四单元	楼宇中央空调系统的自动化控制	(95)
模块一	自动调节系统的基础知识	(95)
模块二	中央空调系统常用自动化仪表和元件	(98)
模块三	冷水机的自动控制和保护	(104)
模块四	中央空调系统的自动控制	(111)
第五单元	楼宇中央空调系统及设备的运行管理	(116)
模块一	螺杆式冷水机的运行管理	(116)

模块二	离心式冷水机的运行管理·····	(120)
模块三	冷水机组的运行参数分析·····	(123)
模块四	溴化锂吸收式冷水机的运行管理·····	(126)
模块五	空气处理设备的运行管理·····	(130)
模块六	空调系统辅助设备的运行管理·····	(134)
模块七	中央空调系统循环水的管理·····	(141)
第六单元	楼宇中央空调冷水机的维修保养及常见故障分析·····	(144)
模块一	螺杆式冷水机的维修保养及常见故障分析·····	(144)
模块二	离心式冷水机的维修保养及常见故障分析·····	(151)
模块三	溴化锂吸收式冷水机的维修保养及常见故障分析·····	(156)
第七单元	楼宇中央空调安全技术·····	(161)
模块一	安全原理·····	(161)
模块二	空调制冷安全技术·····	(163)
模块三	空调制冷事故案例分析·····	(167)
附录一	某大厦中央空调系统运行管理制度·····	(171)
附录二	相对湿度对照表·····	(178)

第一单元 楼宇中央空调简介

模块一 空调与制冷简介

一、空调

空调是空气调节的简称，它是通过对空气的处理使空调房间内空气的温度、湿度、气流速度、洁净度等达到设计要求的工程技术。随着科学技术的不断发展及人们的追求不断提高，对空气的品质不仅仅局限于以上“四度”的要求，还在房间空气的压力、噪声、 CO_2 的含量、负离子的浓度等方面都提出了严格要求，对空气品质的要求也在不断提高。夏季对空气的降温离不开制冷机所提供的冷源，因此，制冷与空调是两门密切相关的应用技术。

美国人开利于1901年创建了第一个空调试验室，绘制出了空气的焓湿图，奠定了空调理论基础。1922年开利又发明了离心式制冷机，推进了空调技术的发展。现代中央空调系统所采用的各种空调方式尤其是风机盘管系统就是基于开利所发明的空气—水空调系统发展起来的，在世界各国一直盛行至今。

对空气的直接处理一般采用空调器，也称空调箱，是将处理空气的设备组合到一个箱内，集中完成对空气的热湿处理。根据其组合的功能段不同，空调器也可以实现把空气处理到不同状态的作用。在工程中，常用的空调器有组合式空气处理机、新风机、柜式风机盘管、风机盘管等。

二、制冷

制冷是指用人工的方法在一定的时间和一定的空间内，利用

制冷剂将被冷却物体的热量转移出去，使其温度降低，并且保持这个低温。

制冷的结果是物体温度降低，制冷的实质就是将热量从低温部分转移到高温部分，但这个过程不能自发地完成，根据热力学第二定律必须借助人工的装置或系统，消耗一定的能量（电能或热能）来完成。即压缩机要通电才能压缩做功、溴冷机要通蒸气（或其他热能）才能加热等。例如，冰箱制冷要将冰箱内（低温环境）食品的热量从箱内转移到箱外（高温环境），箱内温度才能降低；空调器将室内（低温环境）的热量转移到室外（高温环境）从而实现降温，这些过程只有通电运行才能完成。

自从 1834 年英国人波尔金斯制成了第一台制冷机以来，制冷技术不断发展和完善，生产了建立在不同工作原理上的各种制冷机，其中有空气压缩式制冷机、吸收式制冷机，1862 年，德国人林杰发明的氨制冷机成了公认的制冷机始祖，对制冷技术的实用化起了重大作用。以后又出现了以水为制冷剂的蒸汽喷射式制冷机，20 世纪 30 年代出现的以氟利昂为制冷剂的制冷机，为制冷技术的发展开辟了新的道路。现代的半导体制冷、吸附式制冷、涡流管制冷及绝热退磁制冷等在科研、航天、生物等领域都得到了较快的发展与应用。但在制冷技术的发展道路上，蒸汽压缩式制冷始终处于主导地位，对国民经济的发展与繁荣发挥了巨大作用。

三、状态名词

1. 饱和空气

在一定温度下，一定量的空气中所含有的水蒸气的量达到最大值时的空气为饱和空气。空气达到饱和状态时的温度称为饱和温度。饱和温度下，水蒸气的分压力称为饱和分压力。若对饱和的空气进行降温，则空气中的一部分水蒸气就会凝结出来，其空气状态仍为相应温度下的饱和状态；但对饱和空气进行加热，这

时的空气中又能继续吸收水蒸气变成未饱和空气。

2. 过热蒸气

在一定压力下，蒸气的温度高于对应压力下的饱和温度，这样的蒸气称为过热蒸气。也就是将饱和蒸气进一步加热，使蒸气的形态不变、温度升高而形成的蒸气。这时蒸气温度超过饱和温度的差值就称为过热度。在制冷技术中，要求压缩机吸入的制冷剂蒸气要有一定的过热度，是为了保证压缩机安全运行。若过热度太大，会使压缩机的排气温度升高，增加功耗，制冷量下降，因此要控制压缩机的吸气过热度。

3. 过冷液体

在一定压力下，液体的温度低于对应压力下的饱和温度，这样的液体称为过冷液体。即对饱和液体继续降温，使其液体形态不变、温度下降而形成的液体。这时液体温度低于饱和液体温度的差值就称为过冷度。在制冷技术中，要求节流前的制冷剂液体要有一定的过冷度，就是为了减少因管道流动阻力和节流后压力的下降而产生的闪发气体，增加供入蒸发器的液体量，从而实现增加制冷量。工程中，中间冷却器、经济冷却器、回热器、过冷器、离心机组中的节能器等都起到了对制冷剂液体进行过冷的作用。

4. 相对湿度

表示空气实际绝对湿度接近饱和绝对湿度的程度即为相对湿度。在数值上等于空气中水蒸气分压力与同温度下饱和分压力之比。饱和空气的相对湿度为 100%，干空气的相对湿度为 0。相对湿度的大小也表明了空气的干燥与潮湿程度，相对湿度值越大，说明空气越潮湿。

5. 露点温度

在一定压力下，保持空气的含湿量不变（即水蒸气分压力不变）时，水蒸气达到饱和状态时的温度。若温度继续下降，水蒸气就要结露，这时的饱和温度就称为露点温度。空气的露点

温度高低对空气处理过程的控制及设备、管道保温层厚度选择有着重要的意义。

6. 干球温度与湿球温度

干球温度就是用普通的干球温度计测出来的温度。也就是日常生活中所用到的温度，如气温、水温等。湿球温度是利用湿球温度计测出来的温度。如图 1—1 所示，常用的湿球温度计是将干球温度计的下方用湿纱布包裹，然后测出来的温度。所不同的是，湿球温度计感受的是湿纱布中水蒸发后的温度，由于水蒸发要吸收周围空气的热量，使周围空气温度下降，所以测出来的温度要比干球温度低。此温度与水的蒸发量、速度等因素有关，也间接反映出其周围空气的湿度大小。在空气未达到饱和时，湿球温度要低于其干球温度。差值越大说明空气的相对湿度越小，空气越干燥。例如，干球 18°C ，湿球 15°C 时，其度差 3°C 之纵栏与干球 18°C 之横栏交叉处的 71 就是表示湿度为 71%。湿球的纱布要经常换新。在空调工程中，湿球温度是空调设备运行工况设计的重要依据（相对湿度对照表见附录二）。

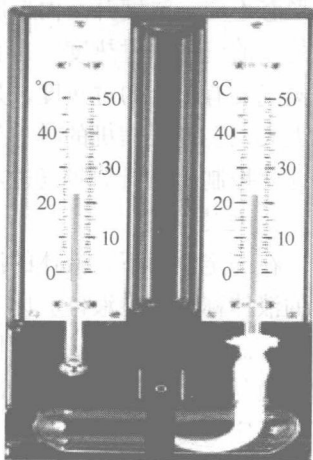


图 1—1 干、湿球温度计

7. 汽化与冷凝

(1) 汽化。物质从液态转变为气态的过程称为汽化，该过程物质要吸收热量才能完成。

汽化有蒸发和沸腾两种形式。其中，在液体表面进行的汽化过程称为蒸发，在液体内部产生气泡的剧烈汽化过程称为沸腾。在一定压力下，蒸发在任何温度下都可进行，而沸腾只有液体被

加热到一定温度（相应压力下的沸点）才开始进行。在制冷机中，就是利用制冷剂在蒸发器中低压下汽化吸收被冷却物体的热量，实现制冷的。

（2）冷凝。物质从气态转变为液态的过程称为冷凝或液化，该过程物质要放出热量才能完成。气体的液化温度与压力有关，增大压力，可使气体在较高的温度下液化，液化的基本方法是降低温度和增加压力。在制冷机中，制冷剂在冷凝器中高压下放出热量而液化，实现向高温环境放出热量的过程。

8. 节流（膨胀）

液体在管道中流动，通过阀门或孔板等设备时，由于局部阻力的影响，使液体压力降低，该过程称为节流或膨胀。目的是产生压力降，将高压的液体节流降压成低温低压液体，为制冷剂液体能在低温低压下汽化吸热，实现制冷创造条件。

9. 冷负荷与制冷量

冷负荷是指为使空调房间保持所需要的温度，须由制冷设备所产生的冷量消除室内多余的热量值。这部分余热是通过空调设备将冷量传给室内空气而消除的。

空调系统的制冷量，除了要计入建筑计算冷负荷和新风负荷外，还要考虑其他因素造成的附加冷负荷。如送风机的温升，送风管道系统的温升，水系统的热损失和供冷设备效率等引起的附加冷负荷。将上述各种因素形成的冷负荷相加，就构成了空调建筑的制冷机总容量，这一制冷机的总装机容量称为制冷量。

模块二 中央空调的分类及组成

一套中央空调系统最基本的工作原理是通过室内空气、冷冻水、制冷剂和冷却水等介质在各自的系统内不断循环流动，并依次进行热量交换，最终把室内空气的热量连续不断地释放给大

气，也就是对室内连续不断地吹出冷气，提供冷量。这四个循环缺少哪一个都不行，是中央空调系统的基本组成，中央空调系统运行的实质也是热量不断转移的过程。

一、中央空调系统的分类

中央空调是根据国家设计规范的设计参数和要求进行选型设计、安装的，用于建筑物的空调系统，主要的任务就是消除空调房间的热湿负荷，用于改善人们的工作和生活环境以及创造满足生产工艺要求的作业环境。随着社会的进步与科学技术的发展，中央空调的应用也越来越广泛，中央空调系统的种类也越来越多，为适应时代的发展要求，中央空调系统也越来越趋于节能、环保及人性化。目前常用中央空调系统的分类如下。

1. 按处理空气的介质分

(1) 全空气空调系统。是指空调房间内的热湿负荷全部由经过集中处理的空气来承担的空调系统，即通过送入与排出空气的差异带走房间的热湿负荷。多见于大型空调房间，如商场、超市、图书馆、影剧院等，如图 1—2 所示。

(2) 空气—水空调系统。是指空调房间内的热湿负荷是通过一部分集中处理的空气和一部分水联合承担。主要应用于宾馆、客房、公寓、小型办公室等。常用的形式有风机盘管加新风的空调方式。

(3) 冷媒式空调系统。是指空调房间内的热湿负荷全部由制冷剂直接带走。包括一拖多的商用中央空调和家用中央空调。

以上三种形式中，前两种习惯称为大型楼宇中央空调。

2. 按处理空气的设备集中程度分

(1) 集中式中央空调。是指处理空气的各种设备（过滤器、表冷器、加热器、消音器、加湿器等）全部集中在空调机房内，处理过的空气再通过风机和风道等输送到房间内。适用于面积大、房间集中且房间热湿比要求较接近的场所，如图 1—2 所示。

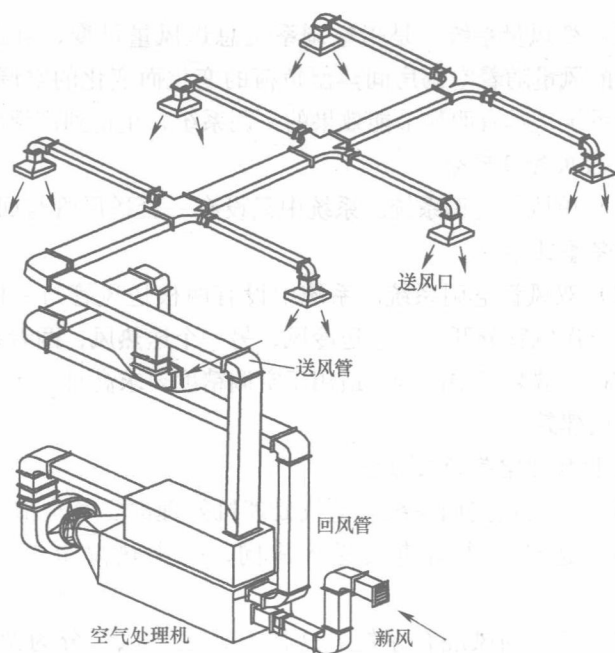


图 1—2 全空气空调系统图

(2) 半集中式中央空调。是指处理空气的设备，既有集中在空调机房内的（如新风机）又有分散在各房间内的空气处理末端装置，联合处理空气。适用于调节精度高且灵活，房间小且分散的场所。

(3) 局部式中央空调。是指每个空调房间内都有各自独立的空气处理设备。多用于房间面积小且分散热负荷相差较大的场合。

3. 按送风量是否发生变化分

(1) 定风量系统。是指空调系统总送风量恒定，且送入各房间的风量不随空调房间的热湿负荷变化而保持送风量不变的系统。常规中央空调系统中，多数为定风量系统。

(2) 变风量系统。是指空调系统总送风量可变,且送入到房间内的风量随着空调房间热湿负荷的变化而变化的空调系统。变风量系统是具有明显节能效果的空调系统,正得到广泛应用。

4. 按风管设置分

(1) 单风管空调系统。系统中只设有一套送风管与回风管,夏季与冬季共用。

(2) 双风管空调系统。系统中设有两根送风管与一根共用回风管。送风管分开,一个送冷风,另一个送热风,两者在进入房间前在末端装置中混合。适用于空调精度要求高且一年四季运行空调的建筑。

5. 按处理空气的来源分

(1) 直流式空调系统。空气处理机处理的空气全部采用室外新风,达到要求后直接送入房间,带走热湿负荷后全部排掉。

(2) 新、回风混合系统。这种方式是将风源分为两部分,一部分是来自室外的新风;另一部分采用室内的回风。两者在处理机内混合后再处理。工程上根据使用回风的情况,将系统细分为一次回风系统和二次回风系统。采用回风系统可以达到节能运行的目的。

(3) 封闭式系统。是指空调系统在运行过程中全部采用室内的循环风,不设新风口和排风口。

二、中央空调系统的基本组成

中央空调系统的形式虽然多种多样,用于不同的建筑,适应不同的工况要求,但最基本的工作原理是相同的,且空调系统的基本组成都可以分为空气处理系统、通风系统、冷热源系统、冷冻水循环系统、冷却水循环系统及自动控制系统等六部分,各部分分别具有不同的功能,相互配合完成空气调节的任务,如图1—3所示。

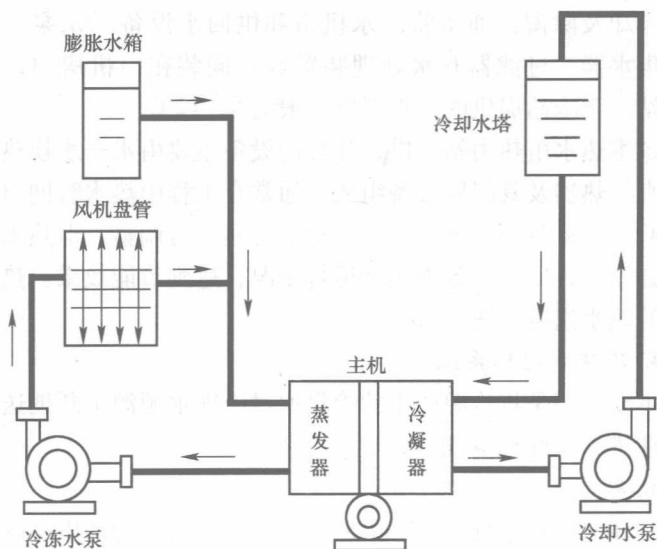


图 1—3 中央空调的基本组成

1. 空气处理系统

空气处理系统是对要处理的空气进行加热、冷却、加湿、去湿及过滤等，使空气的状态达到要求的送风参数。然后通过通风系统送入到房间中再带走房间内空气的热湿负荷。空气处理系统有集中处理和分散处理等形式。

2. 通风系统

这里说的通风系统是指空调通风系统，主要由风机、风管、风阀及风口等部件组成，实现对处理后的空气进行输送、分配的任务。有些使用空调的建筑中，通风系统还包括机械排风、加压送风等空气调节任务。

3. 冷热源系统

对空气的加热、冷却和加湿与除湿处理，离不开冷水机和热水器提供冷源和热源系统。工程中利用冷水机组制取低温水（冷冻水），通过供水设备和管网送往空调末端装置中对空气

进行冷却及除湿。通常将冷水机组和供回水设备（水泵、分水器、集水器、过滤器和水处理装置等）同装在一机房内，称为制冷站。制冷站提供的冷水温度一般为 $5 \sim 12^{\circ}\text{C}$ 。

冬季热水由热力站提供，热源的设备主要由水—水换热器或气—水换热器及其附属设备组成。通常在工程中热水管网与冷水管网共用，夏冬季根据运行方案对水管网进行调整。但热水泵需要单独设置，以适应冬季热水运行工况，达到节能效果。热力站提供的热水温度一般为 $45 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

4. 冷冻水循环系统

主要作用是将冷源产生的冷量通过冷冻水源不断地送到空气处理机中去处理空气。

5. 冷却水循环系统

冷却水循环系统主要是由冷水机的冷凝器、冷却塔、冷却水泵和它们之间的连接水管、附件组成的一个开式水循环系统。主要作用是把制冷剂在蒸发器中吸收的热负荷带到冷却塔中放出，从而使制冷剂液化，保证冷水机的运行，也是空调系统向外放热的最后一个环节。

6. 自动控制系统

自动控制的任务是实时控制基本设备的输出量，使其与负荷变化相匹配，以保证参数达到给定值；同时也保证制冷设备及空调设备安全运行、参数超限保护及报警、参数记录、故障显示诊断等。随着科学技术的发展，空调系统的自动控制系统也从简单化、机械化的控制方式逐渐发展到多元化、电子化的控制时代。如 PID 调节控制、PLC 控制器、BAS 楼宇自动化系统、DDC 监控系统等。

三、不同场所空调系统的应用与要求

1. 宾馆客房空调

宾馆客房空调一般多采用风机盘管加新风系统的典型方式。

客房风机盘管常用的有四种形式：卧式暗装，一般安装在客