

空调器安装入门

尹选模 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

空调器安装入门

尹选模 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内容提要

本书针对空调器安装工必备知识、技能的要求而编写。书中最大的特点就是通俗易懂，作者集二十余年职业培训的丰富经验，针对空调安装工的职业特点编写此书，只要读者有初中文化就能看得懂、学得会。特别适合从事空调安装、维修人员参考使用。同时本书也可作为空调器安装工职业技能鉴定的培训教材。

全书共分八章。第一章至第三章为基础知识，包括热学基础、空气调节和制冷基础、电工基础知识。第四章至第八章为技能部分，包括空调安装技能和服务知识、各类空调器的结构和工作原理、安装方法和操作程序。

图书在版编目 (CIP) 数据

空调器安装入门/尹选模编著. —北京：中国电力出版社，2005.9

ISBN 7-5083-3610-0

I. 空... II. 尹... III. 空气调节设备—设备安装 IV. TB657.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 108427 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 http: //www. cepp. com. cn)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 1 月第一版 2006 年 1 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 8.25 印张 218 千字

印数 0001—4000 册 定价 16.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换)

前 言



《空调器安装入门》是一本通俗易懂的初级读物，也是一本专业性较强的读物。对从事空调器安装和维修的人员及准备从事此项工作的初学者开卷有益。它更是一本取得空调器安装工国家职业资格证书、上岗培训和鉴定考核的参考书。对空调器用户来说，这本书也是你了解空调器的结构和工作原理、安装和正确使用空调器的有用读物。

本书的主要内容包括：热力学和传热学基础知识，空气调节器基础知识，空调器制冷基础知识，电工基础知识，空调器安装基本技能和安装服务知识，各类空调器的结构和工作原理。空调器的安装要求及操作程序。空调器安装调试运转及空调器移机操作，空调器的使用和故障分析、排除等内容。

本书在编写过程中，充分体现了 GB 17790—1999《房间空气调节器安装规范》的内容要求，参考了海信、海尔、格力、美的等空调器生产企业的安装维修资料和其他有关书籍的相关资料，在此深表谢意。

本书适合于具有初中以上文化程度读者阅读。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录



前言

第一章 空调技术基础知识	1
第一节 热力学基础知识	1
第二节 传热学基础知识	7
第三节 空气调节基础知识	9
第二章 空调器制冷基础知识	18
第一节 蒸气压缩式制冷原理	18
第二节 制冷剂	25
第三节 冷冻机油	30
第三章 电工基础知识	32
第一节 电路和电路原理图	32
第二节 电工基础	35
第三节 单相交流电动机	45
第四节 常用电工仪表的使用	53
第五节 安全用电	63
第四章 空调器安装基本技能和安装服务知识	70
第一节 空调器安装常用工具及使用方法	70
第二节 空调器安装基本技能	78
第三节 房屋结构及防震降噪知识	87
第四节 空调器安装人员服务知识	89
第五章 空调器概述	94
第一节 空调器的功能	94
第二节 空调器的分类与型号	95
第六章 窗式空调器	105
第一节 窗式空调器的结构和工作原理	105
第二节 窗式空调器的电路系统	110

第三节	空调器的零部件	115
第四节	窗式空调器的使用和保养	139
第五节	空调器故障的分析及排除	142
第六节	制冷系统检漏、抽真空和充注制冷剂	146
第七章	分体式空调器	148
第一节	分体式空调器的特点	148
第二节	分体壁挂式空调器	149
第三节	变频分体式空调器	153
第四节	分体柜式空调器	164
第五节	分体吊顶式空调器	168
第六节	分体式空调器的电气接线图	170
第七节	分体式空调器的使用和维护保养	177
第八章	空调器的安装	182
第一节	房间空调器安装规范	182
第二节	安装前的准备	191
第三节	窗式空调器的安装	192
第四节	分体式空调器的安装	196
第五节	分体式空调器的安装实例	203
第六节	空调器的移机	216
第七节	分体式空调器的修理	220
附录	海信空调使用安装说明书	224
附录 A	警告标记	225
附录 B	注意事项	225
附录 C	空调器组成	226
附录 D	操作向导	232
附录 E	维护与清洁	242
附录 F	故障对策	244
附录 G	技术参数与图表	246
附录 H	安装	247

第一章 空调技术 基础知识

第一节 热力学基础知识

一、工质的基本状态参数

在空调制冷技术中，用于实现能量转换的物质称为制冷工质。常用的制冷工质有氨（R717）、氟利昂（R12、R22）等。在每一瞬间工质都具有一定的状态，决定工质状态的物理量称为工质的状态参数。基本状态参数有温度、压力、比体积（或密度）。

（一）温度

温度是表示物体冷热程度的物理量。测量温度的标尺称为温标，常用的温标有摄氏温度、华氏温度和热力学温度。

1. 摄氏温度（ t ） 摄氏温度用 t 表示，单位符号为 $^{\circ}\text{C}$ 。摄氏温度是指在一个标准大气压下，以水的冰点为 0°C 、沸点为 100°C ，把其间分为 100 等份，每一等份称为 1°C 。我国所采用的就是摄氏温度，其温度计称为摄氏温度计。

2. 华氏温度（ F ） 华氏温度用 F 表示，单位符号为 $^{\circ}\text{F}$ 。华氏温标是指在一个标准大气压下，以水的冰点为 32°F 、沸点为 212°F ，把其间分为 180 等份，每一等份称为 1°F ，以符号 t_F 表示，美国及西欧国家习惯采用这种温标。

3. 热力学温度（ T ） 也称开氏温度，用 T 表示单位符号为 K ，此温度把摄氏温度的 -273.15°C 定为绝对零度即 0K ，纯水在一个标准大气压下的冰点定为 $+273.15\text{K}$ ，沸点定为 $+373.15\text{K}$ 。把其间分为 100 等份，每一等份称为 1K 。

三种温标的换算关系如下：

摄氏温度 t 与华氏温度 t_F 之间的换算式为

$$t = \frac{5}{9}(t_F - 32)$$

摄氏温度 t 与开氏温度 T 之间的换算式为

$$T = t + 273.15$$

在空调制冷工程中常用玻璃水银温度计、热电偶温度计、半导体温度计、电阻温度计测量温度。

(二) 压力

1. 压力和压力单位 我们取一个充满气体的容器作为系统，其中气体分子总是在不停地作不规则的热运动，这种不规则的热运动不但使系统中分子之间不断地相互碰撞，同时也使气体分子不断地和容器壁碰撞，大量分子碰撞容器壁的总结果，就形成了对容器壁的压力。通常用垂直作用于容器壁单位面积上的力来表示压力（也称压强）的大小，这种压力称为气体的绝对压力。

压力的定义式为

$$p = F/S$$

式中 F ——整个容器壁受到的力，单位为 N；

S ——容器壁的总面积，单位为 m^2 。

国际单位制 (SI) 规定压力的单位为帕斯卡 (Pa)，工程上常采用 kPa 或 MPa，并有如下关系：

$$1\text{Pa} = 1\text{N}/m^2 \quad 1\text{kPa} = 10^3\text{Pa} \quad 1\text{MPa} = 10^6\text{Pa}$$

2. 绝对压力、表压力和真空度 压力通常用各种压力计测定，这些压力计的测量原理都是建立在力平衡的基础上，而压力计本身通常处于大气压力 p_{amb} 作用下。当容器内气体的压力大于大气压力时，则压力计上测得的压力是容器内的气体压力与外界大气压力 p_{amb} 的差值，是一个相对压力，称为表压力或工作压力，用符号 p_e 表示。容器内工质的实际压力称为绝对压力，用 p 表示，则表压力应为

$$p_e = p - p_{\text{amb}}$$

当容器内压力低于大气压力 p_{amb} 时，此时压力计测得的压力称为真空度，用 p_v 表示，则

$$p_v = p_{\text{amb}} - p$$

大气压力 p_{amb} 可用气压计测定，其值随测量时间、地点而异。即使绝对压力不变，由于大气压力变化，表压力或真空度也要发生变化。因此，只有绝对压力才能表征工质的状态。在热力学中，均以工质的绝对压力作为状态参数，在工程计算中，也以绝对压力作为计算依据。

(三) 比体积(质量体积)和密度

工质所占有的空间称为工质的体积，单位质量工质所占有的容积称为工质的比体积 (v)。如工质的容积为 V ，质量为 m ，则比体积为

$$v = V/m \quad \text{m}^3/\text{kg}$$

单位容积的工质所具有的质量，称为工质的密度，即

$$\rho = m/V \quad \text{kg/m}^3$$

显然，工质的比体积与密度互为倒数，即

$$\rho v = 1$$

比体积是反映物质分子之间密集程度的物理量。对于气体而言，分子间距大，比体积也大，密集程度就小，可压缩性就大；液体的密度比气体大，分子之间的密集程度大，可压缩性就小。

二、热量、显热与潜热、制冷量

(一) 热量

热量是能量的一种形式，它表示物体吸热或放热多少的物理量，热量只有在热能转移过程中才有意义。热量用 Q 表示，其单位为焦耳 (J) 或千焦耳 (kJ)。

(二) 比热容

比热容是指单位质量工质在温度每变化 1K 时所吸收或放出热量的数值，用符号 c 表示，单位为 $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 或 $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

不同物体的比热容数值不同。即使同一物体，在不同温度下改变 1K 所需的热量也是不同的。

热量的计算公式为

$$Q = cm(t_2 - t_1)$$

式中 c ——比热容，单位为 $\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$ ；

m ——质量，单位为 kg ；

t_1 、 t_2 ——物质的初温和终温，单位为 $^{\circ}\text{C}$ ；

Q ——热量，单位为 kJ 。

当物质吸热时，热量取正值；放热时取负值。

(三) 显热与潜热

1. 显热 在物质吸热或放热过程中，仅使物质分子的动能增加或减少，即使物质的温度升高或降低，并没有物质的形态变化，它所吸收或放出的热量称为显热。例如，将水的温度由 25°C 加热到 45°C ，其温度变化所吸收的热量即为显热。显热可以用温度计测量其温度的变化，也可以用触摸而感觉出来。

2. 潜热 在物质吸热或放热过程中，仅使物质分子的位能增加或减少，即使物质的状态改变，而其温度并不变化时，它所吸收或放出的热量称为潜热。例如，在 0.1013MPa 气压（即一个大气压）下，把水加热到沸点 100°C 时，继续加热，水的温度不再变化，此时所加的热量将使水在沸腾状态下变成蒸气，温度却始终为 100°C ，此时所加的热量即为汽化潜热。反之，如果使气体变为液体，则此放热量称为凝结潜热。

(四) 制冷量

是指单位时间内由制冷机从低温物体（房间）向高温物体（环境）所转移的热量，单位为 W 或 kW ，也可用 J/h 或 kJ/h 表示。

三、物质的状态变化

在自然界中，物质以三种状态存在，即气态、液态和固态。

1. 气态 物质呈气态时，其分子处于不规则运动状态中，分子能均匀的充满所给予的空间，分子密度很小。

2. 液态 组成其物质的分子较气态密集，分子间具有相对位移的趋势，但没有固态物质的晶格组合。液态物质具有自由界

面。

3. 固态 组成其物质的分子构成有规则的布置，分子处在一定的晶格节点上振动。在近距离内，分子振动的调整主要受分子间作用力的主导，而热运动对分子不规则布置的作用影响很小。

物质的三种状态在一定的条件下可以相互转化。液体变成气体的过程称为汽化；气体变为液体的过程称为液化（或冷凝）；固体变成液体的过程称为融解；固体直接变成气体的过程称为升华；反之称为固化。物质在状态变化过程中，总伴随着吸热和放热现象。

4. 液化和汽化 在空调器制冷系统中，就是利用制冷剂在制冷系统中的状态变化，实现连续的供冷目的的。即在冷凝器中，制冷剂气体在高压、高温状态下放热液化；而在蒸发器中，制冷剂液体在低压、低温下吸热汽化。

汽化有两种方式，蒸发和沸腾。在任何温度下，液体表面发生的汽化现象，叫做蒸发。液体的温度越高，表面越大，蒸发进行得就越快。在相同的外界条件下，不同的物质蒸发的快慢也不同，这是由于物质分子间的引力大小不同，分子飞离液面所需动能不一样所致。

对液体加热，当液体达到一定温度时（例如水烧开时）液体内部便产生大量气泡，气泡上升到液面破裂而放出大量蒸气，这种在液体表面和内部同时进行的剧烈汽化的现象叫做沸腾。液体沸腾时的温度叫做沸点。在相同的压力下，各种液体的沸点是不相同的，例如在一个大气压下，水的沸点是 100°C ，R22 的沸点是 -29.8°C 。对同一种液体来说，压力减小，沸点降低。由于高原地带的大气压力低，水不到 100°C 就沸腾了。

但是，在一定的压力下，蒸发可以在任何温度下进行，而沸腾只能在一定的温度下发生。制冷剂在蒸发器内吸收了被冷却物体的热量后，将液态制冷剂汽化为蒸气，这个过程是沸腾。当蒸发器内的压力一定时，制冷剂的汽化温度就是与其对应的沸点，

在制冷技术中，习惯上称为蒸发温度。

液体在沸腾时，虽然对它继续加热，但它的温度并不升高，例如在一个大气压下，R22 液体在蒸发器内沸腾，其温度始终保持在 -29.8°C 。

5. 饱和温度和饱和压力 装在敞口容器里的液体，它的分子总是不断从液体表面飞离出去，并不断向周围扩散，所以液体就逐渐蒸发干了。但是，在密闭容器内，情况就不是这样了。这时，从液体中飞离出来的分子，不可能扩散到其他地方去，只能积聚在液体上面的空间作无规则的运动。这些分子由于它们相互间的作用以及它们和器壁及液体表面的碰撞，其中的一部分又回到液体中去。液体开始汽化时，离开液体的分子数大于回到液体里的分子数，这样，液体表面上部空间内蒸气的密度就逐渐增大，这时回到液体里的分子数也开始增多。最后达到在同一时间内，从液体里飞离出来的分子数等于返回到液体里的分子数，这时，液体就和它的蒸气处于动态平衡状态，蒸气的密度不再改变，达到了饱和。在饱和状态下的蒸气叫做饱和蒸气，饱和蒸气的压力叫做饱和压力。饱和蒸气或饱和液体的温度称为饱和温度。

动态平衡是有条件的，是建立在一定的温度（或压力）条件下的，温度越高，饱和压力就越大。例如，R22 在温度为 40°C 下，其饱和压力为 1.5341MPa ，而温度上升到 50°C 时，其饱和压力为 1.9431MPa 。

6. 过热度 and 过冷度 在一定的压力下，温度高于饱和温度的蒸气，称为过热蒸气。在制冷系统中，为了防止压缩机吸入制冷剂液滴而发生液击事故，压缩机吸入的是过热蒸气而不是饱和蒸气。过热温度与饱和温度之差称为过热度。例如在一个大气压下的过热水蒸气温度为 105°C ，则其过热度为 $105^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C} = 5^{\circ}\text{C}$ 。

在制冷技术中，节流前的液态制冷剂温度通常低于该压力下的饱和温度，即液体处于过冷状态。过冷温度与饱和温度之差称

为过冷度。其过冷度一般为 5°C 。

7. 临界温度与临界压力 气体的液化与温度和压力有关。增大压力和降低温度都可以使未饱和蒸气变成饱和蒸气，进而液化。气体的压力越小，其液化的温度越低；随着压力的增加，气体的液化温度也随之升高。温度升高超过某一数值时，即使再增大压力也不能使气体液化，这一温度称为临界温度。在这一温度下，使气体液化的最低压力称为临界压力。只有将制冷剂蒸气温度降到了临界点以下时，才具备液化条件。各种制冷剂具有不同的临界温度和临界压力。

R22 的临界温度为 96.14°C （相应的临界压力为 5.084MPa ），在冷凝器内，用常温下的空气和水，都可使 R22 冷凝成液体。R13 的临界温度为 28.78°C ，故用温度较高冷却水或空气，是无法使它液化的。因此，一些临界温度高的制冷剂是比较理想的。

第二节 传热学基础知识

空调器的制冷过程实质是个热量传递过程，因此了解传热学的知识是很重要的。制冷系统中的传热通常从增强传热过程和减弱传热过程两个方面进行研究。在蒸发器和冷凝器等热交换器中，增强传热过程可以减小设备尺寸和重量，提高传热效率；而在冷库和管道的隔热保温方面，减弱传热过程可减少冷量损耗，节约能源。

热量的传递是一个非常复杂的过程，为了分析研究方便，将其分为三种基本形式，即热的传导、对流和热辐射。

一、热传导

热传导，亦称导热，是指热量由同一物体的某部分转移到另一部分，或由某一物体转移到和它相接触的另一物体，而物体各部分物质之间并无相对的位移。例如，冷库（或空调房间）的外墙表面温度高于内墙表面温度时，热量以导热的方式由外墙的外

表面经墙体传给内墙的内表面。物体的导热是由于分子之间相互碰撞所引起的，即高温分子具有较大的动能，低温分子具有较小的动能，两者相碰结果产生了能量的转移。这种现象在液体、气体、固体中均可能发生。

物质不同，其热传导能力也不同。为表明这一特性，引入导热系数这一物理量，其含义是：在稳定的条件下，面积为 1m^2 、厚度为 1m 、两侧平面的温度差为 1°C 的某物质， 1h 时间由一侧面传递到另一侧面的热量，称为该物质的导热系数，单位是 $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。用符号 λ 表示。

表 1-1 列出了一些常用材料的导热系数。

表 1-1 常用材料的导热系数

材 料	$\lambda[\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$	材 料	$\lambda[\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$
黄铜	109	软木板	0.044 ~ 0.079
纯铜	387	聚苯乙烯泡沫	0.043 ~ 0.056
碳钢	45	石棉板	0.10 ~ 0.14
铝	204	木丝纤维板	0.048
红砖	0.7 ~ 0.8	冰	2.22
水泥	0.30	空气	0.0243
玻璃棉	0.036	水	0.552

从表 1-1 中可以看出，金属材料的导热系数最大，良导体也是良导热体，液体次之，气体最小。工程上常把 $50 \sim 100^\circ\text{C}$ 时导热系数小于 $0.2\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的材料称为绝热材料。

二、对流换热

对流换热是流动的流体与固体壁面直接接触，当两者温度不同时，相互间发生的热量传递过程。对流换热的强弱程度与流体的种类、流速、温度、固体壁表面形状、尺寸大小等因素有关。对流换热的强弱程度用放热系数 α 表示，其值可从制冷手册中查得。

对流换热可分为自然对流换热和强迫对流换热两种形式。自然对流换热是由于流体温度不同，其重度亦不同，流体中热的部分因密度小而上升，冷的部分因密度大而下降，由此自然地产生流体相对运动。直冷式电冰箱的热交换就是这种换热形式。强迫对流换热是用机械方法（如泵、风机）使流体强迫流动，并与壁面之间产生换热。空调器的换热就是这种换热形式。

三、热辐射

热辐射是物体因其本身温度而发射电磁波传递能量的现象。如太阳传给地球的热能，就是以辐射的方式传递的。物体除不断发出热辐射外，也从周围环境吸收来自其他物体的辐射能。这种以辐射方式进行的能量转移称辐射换热。辐射换热量的大小与温度及物质的性质有关，温度越高，表面越黑、越粗糙，辐射越强；温度越低，表面越白、越光滑，辐射越弱。

第三节 空气调节基础知识

空气调节（简称空调）是指使特定环境空气参数（即空气的温度、湿度、空气的流动速度和洁净度）均保持在一定范围内的工程技术。空调系统的作用是根据适用对象的要求使上述参数部分或全部达到规定的指标。

空调是改善人们生活和工作环境条件及生产、科研等工艺条件的一门工程技术。由于空调的使用对象不同，对空气参数有各自不同的要求，总体上可以分成舒适性空调和工艺性空调两类。

舒适性空调，其目的是使室内空气具有良好的参数，向人们提供一个适宜的工作或生活环境，从而有利于提高工作效率或维持良好的健康水平。实践证明，人们感到舒适的环境条件为：空气温度 $18 \sim 28^{\circ}\text{C}$ ；空气的相对湿度为 $40\% \sim 60\%$ ；空气流动速度为 0.25m/s 之间。

工艺性空调，其作用是提供满足室内生产、科研等工艺过程

所要求的空气参数。如果这些参数不能满足，室内的工作就无法进行，或者产品（或科研）的质量得不到保证。例如电子、光学仪器、精密制造装配车间、电子计算机房等场所，有的要求全年恒温恒湿，有的对空调精度要求比较高，有的则需要超净空调等。

空调除了满足人体舒适和工艺要求外，有时还需对空气的压力、成分、气味和噪声等进行调节和控制。总之，采用技术手段，创造和保持满足一定要求的空气环境，就是空气调节的任务。为此，我们就需要对空气的性质、空气的处理方法加以了解。

一、空气的性质和状态参数

空调的对象是空气，因此我们必须首先了解空气的性质和空气的状态参数，然后才能研究空气调节中的各种问题。

（一）空气的组成

自然界中的空气是由于空气和水蒸气组成的混合物。所谓干空气也是由多种气体组成的，其中主要成分是氮（ N_2 ）和氧（ O_2 ），此外还有氩（Ar）、二氧化碳（ CO_2 ）、氦（Ne）、氦（He）、氢（ H_2 ）、氪（Kr）等 10 多种微量气体存在。干空气中各组成成分是比较稳定的，如以体积百分数表示，氮占 78%，氧占 21%，其他所有气体占 1%。

由于地球表面海洋、湖泊、河流占有很大面积，必然会有大量的水分蒸发为水蒸气进入大气中，所以，自然界中的干空气是不存在的。由于空气和水蒸气组成的混合气体，称为湿空气，习惯上称为空气。

（二）湿空气的状态参数

湿空气的状态通常可以用温度、压力、相对湿度、含湿量和焓等参数来度量和描述。这些参数称为湿空气的状态参数。

1. 压力

（1）大气压力 地球表面的空气层对单位地球面积形成的压

力称为大气压力（或湿空气的总压力）。常用符号为 p 。大气压力的单位为帕（Pa）或（kPa）。

大气压力不是一个定值，它随各地海拔高度不同而存在差异，还随气候、季节的变化而稍有高低。通常以北纬 45 度处海平面的全年平均气压作为一个标准大气压或物理大气压，其数值为 101325Pa。海拔高度越高的地方大气压力越低。例如，我国沿海城市天津海拔高度 3.3m，夏季大气压力为 100480Pa，冬季为 102660Pa；西藏拉萨市海拔高度为 3658m，夏季大气压力为 65230Pa，冬季为 65000Pa。可见拉萨市比沿海城市的气压低得多。由于大气压力不同，空气的物理性质也会不同，反映空气物理性质的状态参数也要发生变化。所以在空调系统的设计和运行中，如果不考虑当地气压的大小，就会造成一定的误差。

在空调系统中，空气的压力是用仪表测定的，但仪表指示的压力称为工作压力（即表压力），工作压力不是空气的绝对压力，而是与当地大气压的差值，其相互关系为

$$\text{绝对压力} = \text{当地大气压} + \text{工作压力}$$

只有绝对压力才是湿空气的状态参数。而且一般规定，凡未指明是工作压力的，均为绝对压力。

（2）水蒸气分压力 湿空气中，水蒸气单独占有湿空气的容积，并具有与湿空气相同的温度时，所产生的压力称为水蒸气分压力。用 p_s 表示。

由于空气是由于空气和水蒸气所组成的，所以空气的压力为干空气压力和水蒸气压力之和，即

$$p = p_a + p_s$$

式中 p ——空气总压力，单位为 Pa；

p_a ——干空气压力，单位为 Pa；

p_s ——水蒸气分压力，单位为 Pa。

显然空气中水蒸气含量越多，水蒸气分压力也越大。在一定的温度下，水蒸发的越多，空气越潮湿。所以水蒸气分压力的大小是反映空气中水蒸气数量的一个参数。