

房间空调器 检修技术

FANGJIAN KONGTIAOQI JIANXIU JISHU

王鹏 徐晓良 闫涛 渠莉娜 编著

房间空调器检修技术

王 鹏 徐晓良 闫 涛 渠莉娜 编著



机械工业出版社

本书在介绍房间空调器基本原理的基础上,从房间空调器的制冷系统、通风系统、电气系统这三个部分入手,详尽讲述了空调器的组成部件、工作原理、故障分析与处理方法和技巧,在此基础上列举了典型的维修案例,并对这些案例深入剖析。本书的主要内容包括:房间空调器的基本知识、房间空调器的安装、常用检修工具和仪表、房间空调器制冷系统、通风系统和电气系统的检修,以及家用中央空调的功能特点、结构性能、使用维护和故障检修。

本书可作为空调安装、修理者的入门读物,也可作为职业学校相关专业的培训教材或教学参考书,同时也适合于不同层次的专业维修人员阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

房间空调器检修技术/王鹏等编著. —北京:机械工业出版社,2009.1
ISBN 978-7-111-25340-2

I. 房… II. 王… III. 空气调节器—检修 IV. TM925.120.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 161748 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:张俊红 版式设计:霍永明 责任校对:刘志文
封面设计:马精明 责任印制:李 妍
北京蓝海印刷有限公司印刷
2009 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·20.75 印张·515 千字
0001—4000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-25340-2
定价:40.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010) 88379764
封面无防伪标均为盗版

前 言

房间空调器是我国产量最大、应用最广的一种空调制冷设备。近年来,随着我国经济的高速发展和人民生活水平的快速提高,我国空调器的产量和拥有量均出现了快速增长的趋势。因此,对从事空调器安装、维修和保养的技术人员需求也日益增多。

作为空调器的使用人员,必须了解空调器的类型和选购,掌握空调器的使用操作方法和维护保养常识;作为空调器的安装人员,必须掌握空调器的安装要求、安装技能和安全知识,掌握空调器的一般维修技能;作为空调器的维修人员,必须熟悉空调器的组成结构及工作原理,掌握维修操作的技能和故障分析方法。

当前,房间空调器的发展非常迅速——从节能、健康、舒适、环保、使用方便等角度出发,对房间空调器的各部件加以改进,增设空气净化装置,利用新型制冷剂替代R22,引入模糊控制理论和神经网络控制理论以实现最优控制。对于新型房间空调器的使用和维修人员来说,功能更多了,使用更方便了,但故障率也更高了,维修更困难了——不过新旧空调器的基本知识、结构、工作原理和基本维修技能没有变化。

本书从实际应用的角度出发,全面系统地介绍了房间空调器的检修技术。本书在介绍房间空调器基本知识的基础上,详细介绍了制冷系统、通风系统和电气系统这三部分的各个组件,包括各组件的结构、工作原理、功用、检测与维修方法,及其在系统中所处的位置,简单介绍了家用中央空调的基本知识和基本检修技术。

本书注重图文并茂,深入浅出,结合理论,突出实践,力求让大家能够找到空调器维修的基本思路和方法技巧,掌握空调器的基本知识和维修操作技能。作为空调器的维修人员,必须熟悉空调器的组成结构及工作原理,掌握维修操作的技能和安全知识。由此,我们编写本书,供从事该专业及相关专业的维修人员阅读和参考。

本书由王鹏、徐晓良、闫涛和渠莉娜共同编写,书中包含着作者多年的教学和实践经验总结。其中,徐晓良编写了第6章的内容,闫涛编写了第3章的内容,渠莉娜编写了第7章的内容,其余的章节由王鹏编写,全书由王鹏统稿。在本书编写的过程中,赵伟峰、李志德、徐勇林、韩秋佳、季洪志、田希晖、徐永全、孙健、李艳霞、闫德梅、吕风格、俞涵、成海毅、朱磊和蒋建新等人参与了大量的编写工作,在此向他们表示衷心的感谢。另外,作者在编写本书的过程中参考了不少专家和维修技师的著作和经验总结等,在此对他们表示最诚挚的谢意!另外需要说明的是,为了保证一些电路实例与实物的一致性,书中部分文字符号和图形符号并未按相关的国家标准做统一处理,这点请广大读者注意。由于有些学术著作和经验总结已经无法找到出处,因此未能在参考文献中列出,这里深表歉意。

限于作者理论水平和实践经验,书中难免会有一些疏漏和不足之处,恳请广大读者朋友批评指正。

作 者

目 录

前言

第1章 房间空调器的基本知识	1
1.1 制冷的基础知识	1
1.1.1 热力学名词术语	1
1.1.2 热量和传热	2
1.1.3 物质的状态变化	3
1.1.4 热力学基本定律	3
1.1.5 制冷剂和制冷循环	4
1.1.6 压焓图	5
1.2 空气调节的基础知识	6
1.2.1 空气的组成	6
1.2.2 空调的“四度”	7
1.2.3 空调器的作用	8
1.2.4 空气焓湿图	9
1.3 房间空调器的分类与命名	10
1.3.1 空调器的分类	10
1.3.2 空调器的型号命名	12
1.3.3 空调器的主要性能指标	14
1.4 房间空调器的结构	17
1.4.1 窗式空调器	17
1.4.2 分体式空调器	18
1.4.3 变频空调器	20
1.5 房间空调器的工作原理	23
1.5.1 制冷原理	23
1.5.2 制热原理	25
1.5.3 除霜原理	26
1.5.4 除湿原理	27
1.5.5 净化原理	28
1.5.6 变频原理	29
1.5.7 恒温恒湿原理	33
1.6 房间空调器的选购	34
1.6.1 房间耗冷量的确定	34
1.6.2 房间空调器的选择	36
1.6.3 房间空调器的选购流程	37
1.7 实操训练	39
1.7.1 房间空调器的拆装	39
1.7.2 房间空调器的选购	39

第2章 房间空调器的安装	41
2.1 安装前的准备工作	41
2.1.1 安装工具	41
2.1.2 安装材料	43
2.1.3 安装位置选择	43
2.1.4 空调器对电源的要求	44
2.2 窗式空调器的安装	45
2.2.1 安装要求	45
2.2.2 安装步骤	47
2.3 分体壁挂式空调器的安装	48
2.3.1 安装要求	48
2.3.2 室内机安装	49
2.3.3 室外机安装	55
2.3.4 排空气	57
2.3.5 检漏与试机	58
2.3.6 整理场地	59
2.4 分体柜式空调器的安装	59
2.4.1 安装要求	59
2.4.2 室内机安装	60
2.4.3 室外机安装	60
2.4.4 排空气、检漏与试机	60
2.5 分体式空调器安装的几个问题	61
2.6 安装不当的常见故障	62
2.6.1 电源	62
2.6.2 室内机组	63
2.6.3 室外机组	64
2.6.4 配管	65
2.6.5 配线	65
2.6.6 其他	66
2.7 房间空调器的移机	67
2.7.1 移机前的准备工作	67
2.7.2 制冷剂回收	67
2.7.3 拆卸机组	69
2.7.4 重新安装	71
2.8 实操训练	71
第3章 常用检修工具及使用	73
3.1 钳工工具	73

3.1.1 常用钳工工具	73	5.1 通风系统的基本结构	183
3.1.2 专用钳工工具	74	5.1.1 窗式空调器的通风系统	183
3.2 气焊工具与焊接	78	5.1.2 分体式空调器的通风系统	184
3.2.1 氧气-乙炔气焊设备	78	5.1.3 除湿机的通风系统	185
3.2.2 焊接方法	81	5.2 通风系统的主要部件	186
3.2.3 焊接注意事项	84	5.2.1 风扇	186
3.2.4 便携式焊炬	86	5.2.2 风扇电动机	188
3.3 常用测量仪表	87	5.2.3 导风板和步进电动机	191
3.3.1 温度测量仪表	87	5.2.4 空气净化器件	192
3.3.2 压力表	88	5.2.5 换气装置	193
3.3.3 电工测量仪表	89	5.3 通风系统的故障分析	194
3.4 制冷系统检修工具	96	5.3.1 空调器通风系统故障检测方法	194
3.4.1 检修表阀	96	5.3.2 通风系统检查要点	196
3.4.2 检漏工具	97	5.4 通风系统的检修实例	197
3.4.3 真空泵	100	5.5 实操训练	200
3.4.4 制冷剂钢瓶	101	第6章 房间空调器电气系统的检修	202
3.5 实操训练	103	6.1 电气系统的组成	202
第4章 房间空调器制冷系统的检修	105	6.2 电气系统的主要部件	203
4.1 制冷系统的组成	105	6.2.1 压缩机电动机	203
4.1.1 制冷压缩机	105	6.2.2 风扇电动机	205
4.1.2 热交换器	115	6.2.3 导风电动机	206
4.1.3 节流装置	118	6.2.4 过载保护器	207
4.1.4 其他辅助装置	124	6.2.5 四通换向阀	208
4.1.5 房间空调器的制冷系统	137	6.2.6 负离子发生器	210
4.2 制冷系统维修基本操作	138	6.2.7 选择开关和薄膜按键开关	210
4.2.1 检修表阀与系统的连接	138	6.3 机械控制式电路分析	212
4.2.2 制冷系统的清洗	139	6.3.1 接触器	212
4.2.3 制冷系统的检漏	141	6.3.2 继电器	213
4.2.4 制冷系统清堵	144	6.3.3 机械式温控器	216
4.2.5 制冷系统抽真空	145	6.3.4 机械控制式空调器控制电路	217
4.2.6 加注制冷剂	147	6.4 微电子电路分析	220
4.2.7 补充制冷剂	150	6.4.1 空调器常用电子元器件	220
4.2.8 灌注冷冻机油	150	6.4.2 基本单元电路	231
4.2.9 全封闭式压缩机的检修	151	6.4.3 微电子控制电路	234
4.2.10 电磁四通换向阀的检修与 更换	153	6.5 微电脑电路分析	243
4.3 制冷系统的故障分析	156	6.5.1 微电脑简介	244
4.3.1 制冷系统故障的分析原则	157	6.5.2 基本控制电路	246
4.3.2 制冷系统故障的分析方法	157	6.5.3 微电脑空调器的控制电路	253
4.3.3 制冷系统故障的分析步骤	163	6.6 变频空调器电路分析	262
4.4 制冷系统维修实例	174	6.6.1 变频空调器与普通空调器在电控 方面的特点	262
4.5 实操训练	181	6.6.2 功率模块	263
第5章 房间空调器通风系统的检修	183	6.6.3 电路分析	269

6.7 电气系统的基本检修方法	275	7.1.2 家用中央空调的现状与发展 方向	291
6.7.1 强电控制系统故障分析	275	7.2 家用中央空调系统的结构与性能	295
6.7.2 弱电控制系统故障分析	276	7.3 家用中央空调系统的正确使用与日常 维护	299
6.7.3 微电脑控制电路的一般维修 方法	277	7.3.1 家用中央空调系统的正确使用 ...	299
6.7.4 变频电路的一般维修方法	278	7.3.2 家用中央空调的日常维护	302
6.8 电气系统维修实例	278	7.4 家用中央空调系统的实用维修技术 ...	306
6.9 实操训练	286	7.4.1 常见故障分析方法	306
第7章 家用中央空调系统	289	7.4.2 常见故障的分析与排除	306
7.1 家用中央空调系统概述	289	参考文献	326
7.1.1 家用中央空调的功能与特点	289		

第 1 章

房间空调器的基本知识

房间空调器是房间空气调节器的简称，它是一种向某个特定空间提供经过处理的空气的设备。它的特点是制冷量一般在 7000W 以下，采用全封闭式制冷压缩机和风冷式冷凝器。

1.1 制冷的基础知识

1.1.1 热力学名词术语

1. 温度

温度是物体冷热程度的度量。根据气体分子运动论，从微观来看温度是物体大量分子热运动的宏观表现，气体分子热运动的平均动能越大，气体的温度越高。

(1) 摄氏温标 单位为摄氏度，记作 $^{\circ}\text{C}$ ，把标准大气压下纯水结冰时的温度定为 0°C ，水沸腾时的温度定为 100°C 。一般用 t 表示。

(2) 华氏温标 单位为华氏度，记作 $^{\circ}\text{F}$ ， 32°F 相当于 0°C ， 212°F 相当于 100°C 。一般用 t_{F} 表示。华氏温标与摄氏温标之间的换算关系为

$$t_{\text{F}} = 9/5 \times t + 32 \text{ 或 } t = 5/9 \times (t_{\text{F}} - 32)$$

(3) 热力学温标 单位为开尔文，记作 K，又称开氏温标，热力学温标不能低于 0K。0K 约相当于 -273°C ，373K 约相当于 100°C 。根据热力学理论，0K 时物质内分子热运动的速度为零。热力学温标一般用 T 表示，其与摄氏温标之间的换算关系为

$$T = t + 273.15$$

2. 压力

工程上把单位面积上所受的垂直作用力称为压力，而在物理学中称为压强。其单位为 Pa（帕斯卡）、MPa、kgf/cm² 等，它们之间的换算关系为

$$1\text{MPa} = 1 \times 10^6 \text{Pa} \text{ 或 } 1\text{kgf/cm}^2 = 0.0981\text{MPa} \approx 0.1\text{MPa}$$

测压仪表的工作原理建立在力的平衡原理上，其读数不是绝对值（绝对压力），而是相对于大气压的差值，即相对压力，又称为表压力。绝对压力与表压力之间的关系为

$$\text{绝对压力} = \text{表压力} + \text{大气压力}$$

当被测容器内压力低于大气压力时，其表压力为负值，工程测试中称为真空度，即

$$\text{真空度} = \text{大气压力} - \text{绝对压力}$$

注意，本书中如果没有指明是表压力，所说的压力均为绝对压力。

3. 比容

单位质量的物质所占有的容积称为比容。

4. 比热

使 1kg 的某种物质温度升高 1℃ 所需的热量定义为该物质的比热。

5. 显热

当物体吸热（或放热）仅使物体分子的热动能增加（或减少），即仅是使物体温度升高（或降低），并没有改变物质的形态，那么它所吸收（或放出）的热称为显热。

6. 潜热

当物体吸热（或放热）仅使物体分子的热位能增加（或减少），即仅是使物体形态发生改变，而其温度不变，那它所吸收的（或放出）的热称为潜热。如制冷剂在吸热沸腾时吸收的热就是潜热。

7. 焓

物质分子无论在何种状态下，都在不停地运动着，所以物质总是含有一定的内能（分子动能和分子势能之和）的。1kg 物质在某一状态时所含的内能及推动功所转换的热量总和，称为此物质在该状态下的热焓，简称为焓，用 h 表示，单位为 kJ/kg。

8. 熵

熵表示工质状态变化时，热量传递的程度，所以它也是物质状态的参数，用 s 表示。其意义表示为物质在状态变化过程中所吸收的极微小热量 Δq 与加入热量前的绝对温度 T 之比，其单位为 kJ/(kg·K)。其数学表达式为 $\Delta s = \Delta q/T$ ，其中 $\Delta s = s_2 - s_1$ ， s_2 、 s_1 分别表示变化前后的熵值。

由上式也可以说明，熵差与绝对温度的乘积等于加入的热量。若物质的状态变化是在无热量增减的情况下进行的（即所谓的绝热过程），即 $s_2 = s_1$ ，则这样的过程叫等熵过程。

1.1.2 热量和传热

当两个温度不同的物体相接触时，能量将会从高温物体传向低温物体，最终两物体的温度达到平衡一致。这个能量的转移过程称为传热，转移的能量习惯上称为热量。热量的单位有焦耳（J）、千焦耳（kJ）、卡（cal）、千卡（kcal）等。焦耳与卡之间的换算关系为

$$1\text{cal} = 4.1868\text{J}$$

物体传热的方式有三种：对流、热传导、热辐射。

1. 热对流

液体或气体的对流运动而进行的热传递,称为热对流。热对流如果是由于液体或气体自身的比重变化所引起的,称为自然对流;如果是由于外加力所引起的,则为强制对流。空调器内安装离心风机和轴流风机,强制空气流动,都是为了强迫换热。

2. 热传导

当两个温度不同的物体相接触或同一物体各部分的温度不相等时,在温度梯度的驱动下所形成的传热称为热传导。

3. 热辐射

物体的热量不用借助中间的传热介质,而是转化为辐射能,穿过空间向四周传播,称为热辐射。

1.1.3 物质的状态变化

1. 蒸发与沸腾

(1) 蒸发 液体表面的汽化现象,液体可在各种温度下蒸发。

(2) 沸腾 液体表面和内部同时剧烈气化的现象,液体在一定压力下达到一定的沸点温度才能沸腾。

2. 冷凝

气体液化为液体的现象称为冷凝,它分为冷却和凝结两个过程。

3. 过热与过冷

(1) 过热 饱和蒸气在饱和压力条件下,继续受热到饱和温度以上,称为过热蒸气。过热蒸气的温度与同压力下饱和温度的差值叫过热度。例如,水蒸气被加热到 105°C 时,过热度为 5°C 。

(2) 过冷 饱和液体在饱和压力条件下,继续冷却到饱和温度以下,称为过冷液体。过冷液体的温度与饱和温度的差值叫过冷度。例如,在 1atm ($1\text{atm} = 101.325\text{kPa}$)下,水被冷却到 90°C 时,过冷度为 10°C ;冷却到 85°C 时,过冷度为 15°C 。

1.1.4 热力学基本定律

1. 热力学第一定律

热力学第一定律是能量转换与守恒定律,即热能与机械能之间相互转化与守恒,它是能量不灭与能量转换定律的一部分。

2. 热力学第二定律

热量不可能自发地由低温物体向高温物体转移,必须消耗一定的能量,以使热能从低温热源转移到高温热源。

3. 玻意尔-马略特定律

温度不变时,一定质量气体的绝对压力与其体积成反比;又可表述为,一定质量的气体在温度不变时,其压力与体积的乘积为常数。

应用此定律可以分析制冷循环中的等温过程,说明当温度不变时,体积与压力之间的变化关系:温度不变时,绝对压力越高,体积越小。

4. 盖-吕萨克定律

在压力不变时,一定质量气体的体积与其绝对温度成正比。应用此定律可以准确地表达理想气体的等压过程:在压力不变时,温度越高,体积越大。

5. 查理定律

在体积不变时,一定质量的气体的压力与绝对温度成正比。应用此定律能准确地表达气体的等容过程。

6. 道尔顿定律

任何气体混合物之总压力,等于组成它的各组分气体分压力之和。用数学公式可表达为 $p = p_1 + p_2 + p_3 + \cdots$ 。例如,某气体混合物中氧、氢、氮的分压各为 0.1MPa、0.2MPa、0.05MPa,则总压力为 0.35MPa。

由此可知,在密封的制冷系统中,如有空气渗入,则压力必然比正常制冷剂气体压力高,这是必须避免的。

7. 气态方程

一定质量的理想气体,其压力与体积的乘积同绝对温度之比,在状态发生变化时恒为常数。在制冷系统中,当压缩机将低温、低压的气态制冷剂压缩后,制冷剂在体积变小、压力增大的同时,温度还将增高一些。

1.1.5 制冷剂和制冷循环

1. 制冷剂的选用条件

- 1) 不燃、不爆、无毒、无刺激。
- 2) 蒸发潜热大,以便有较高的制冷效率。
- 3) 临界温度高于室温。
- 4) 在室温下冷凝所需压力不要太大,以便密闭蒸发器容易制造。
- 5) 冷凝温度不宜太低,以便液化容易。
- 6) 蒸发压力稍高于大气压,这样容易避免空气渗入系统内。
- 7) 传热系数大,便于热交换。
- 8) 粘度小,以减少流动阻力。
- 9) 单位质量的体积小,以节省系统的空间。
- 10) 没有腐蚀性,有一定溶解水的能力,以免降温时结出冰渣,堵塞管路。

国际上规定,可作制冷剂的物质都以 R 为缩写字母,后缀以数码表示,如氨用 R717 表示,水用 R718 表示,氟利昂 12 用 R12 表示。目前能满足上述条件的制冷剂首推氟利昂系列,例如目前空调器用制冷剂主要为氟利昂 22 (代号 R22),学名二氟一氯甲烷,其化学分子式为 CHF_2Cl 。

2. 制冷循环

在蒸汽压缩式制冷系统中,制冷剂从某一状态开始,经过各种状态变化,又回到初始状态,在这个周而复始的热力过程中,每次都消耗一定的机械能(或电能),而从低温物体中吸出热量,并将此热量转移到高温物体。这个一面改变制冷剂状态,一面完成制冷剂作用的全过程被称为制冷循环。

(1) 蒸发过程 节流降压后的制冷剂液体(混有饱和蒸汽)进入蒸发器,从周围介质

吸热蒸发成气体，实现制冷。在蒸发过程中，制冷剂的温度和压力保持不变。从蒸发器出来的制冷剂已成为干饱和蒸汽或稍有过热度的过热蒸汽了。物质由液态变成气态时要吸热，这就是制冷系统中使用蒸发器吸热制冷的原因。

(2) 压缩过程 压缩机是制冷系统的核心，在压缩机完成对蒸汽的吸入和压缩过程，把从蒸发器出来的低温低压制冷剂蒸汽压缩成高温高压的过热蒸汽。压缩蒸汽时，压缩机要消耗一定的外能，即压缩功。

(3) 冷凝过程 从压缩机排出来的高温高压蒸汽进入冷凝器后同冷却剂进行热交换，使过热蒸汽逐渐变成饱和蒸汽，进而变成饱和液体或过冷液体。冷凝过程中制冷剂的压力保持不变。物质由气态变为液态时要放出热量，这就是制冷系统要使用冷凝器散热的道理。冷凝器的散热常采用风冷或水冷的形式。

(4) 节流过程 从冷凝器出来的高压制冷剂液体通过节流装置（膨胀阀或毛细管）被节流降压，变为低压液体，然后再进入蒸发器重复上述的蒸发过程。

上述4个过程依次不断循环，从而达到制冷的目的。

1.1.6 压焓图

在进行制冷循环的热力分析时，经常要涉及各个过程的制冷剂状态变化和焓值变化，通常采用压焓图来直观地反映这些变化。

1. 压焓图的构成

$\lg p$ - h 图是直接焓值 i ($\text{kcal/kg}^\ominus$) 作为横坐标，以压力 p ($\text{kgf/cm}^2^\ominus$) 作为纵坐标绘制而成的。为了缩小图的尺寸，并使低压区内的线条交点清楚，所以纵坐标是用压力的对数值 $\lg p$ 来绘制，见图 1-1。

$\lg p$ - i 图中有两条比较粗的曲线，左边一条叫做饱和液体线，右边一条叫做干饱和蒸汽线，这两条曲线若向上延长将交于一点，称为临界点（图 1-1 中 k 点）。因为一般制冷循环都在远离临界点以下进行的，故在一些制冷剂的 $\lg p$ - h 图中，临界点都未表示出。

饱和液体线与干饱和蒸汽线将 $\lg p$ - h 图分成三个区域：

- 1) 饱和液体线左边的过冷液体区域；
- 2) 饱和液体线与干饱和蒸汽线之间的湿饱和蒸汽区域；

饱和状态下制冷剂蒸汽与液体的混合物称为湿饱和蒸汽。在湿饱和蒸汽中，制冷剂蒸汽所占的重量比例称为干度，用代号 x 来表示。 $x = 0$ 时，制冷剂为饱和液体状态； $x = 1$ 时，制冷剂为饱和蒸汽状态，也称为干饱和蒸汽； $0 < x < 1$ 时，制冷剂为湿饱和蒸汽。在饱和液体线与干饱和蒸汽线之间绘有等干度线。

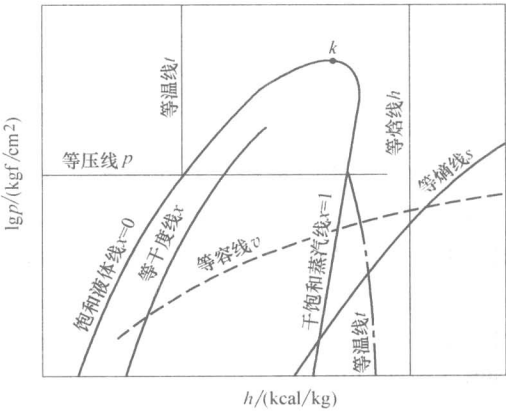


图 1-1 制冷剂的 $\lg p$ - i 图

$^\ominus$ $1 \text{ kcal/kg} = 4186.8 \text{ J/kg}_0$
 $^\ominus$ $1 \text{ kgf/cm}^2 = 0.0981 \text{ MPa}_0$

3) 干饱和蒸汽线右边的过热蒸汽区域。

在 $\lg p-i$ 图的纵坐标上, 还列出与饱和压力 p 相对应的饱和温度 t 。等温线在湿饱和蒸汽区域内与等压线是重合的; 到了过热蒸汽区域时, 等温线则与等压线分开, 而成为往右下倾斜的一组曲线。图 1-1 中还有等熵线以及用虚线表示的等容线。

不同性质的制冷剂, 其 $\lg p-h$ 图的形状是不相同的。

综上所述, 制冷剂的 $\lg p-h$ 图中共有 8 种线条: 饱和液体线 ($x=0$), 干饱和蒸汽线 ($x=1$), 等干度线 (x), 等压线 (p), 等温线 (t), 等焓线 (h), 等熵线 (s), 等容线 (v)。

对于制冷剂的任一状态的有关参数, 一般只要知道上述参数中任何两个, 即可在 $\lg p-h$ 图中找出代表这个状态的一个点, 在这个点上可以读出其他有关参数的数值。

2. 制冷循环在压焓图上的表示

压缩式制冷原理与压焓图见图 1-2, 图 1-2a 为制冷循环示意图, 图 1-2b 为制冷循环的压焓图。

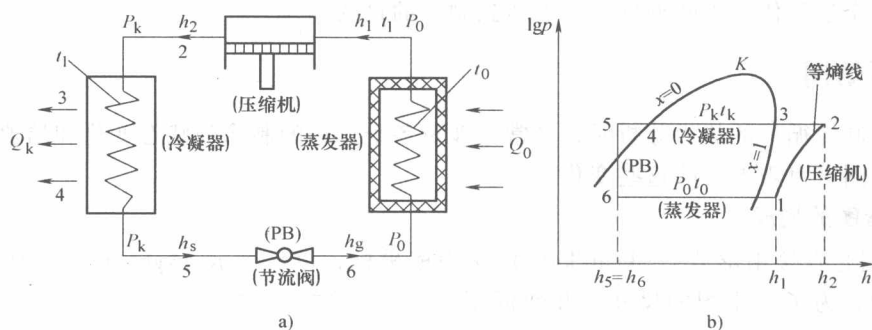


图 1-2 压缩式制冷原理与压焓图

a) 制冷循环 b) 压焓图

从热力学的观点分析, 制冷循环可分为下述 4 个过程:

(1) 绝热压缩 压缩机由蒸发器吸入低温、低压气态制冷剂, 经压缩机压缩后变成高温、高压气体。此过程极为短暂, 被升温气体的热量几乎没有传到外部, 所以此过程称为绝热压缩。

(2) 等温压缩 高温、高压制冷剂在冷凝器内冷却到完全液化, 这段时间仅发生气—液状态变化, 而温度却不变, 故为等温压缩。此过程完成从低温物体 (室内) 吸收热量送到外界高温空气的任务。

(3) 绝热膨胀 液态制冷剂在毛细管 (或膨胀阀) 中节流、降压, 但因时间短, 未能吸收外界热量, 故称为绝热膨胀。

(4) 等温膨胀 进入蒸发器的氟利昂迅速蒸发, 从室内不断吸收热量直至液体完全汽化, 由于此过程温度恒定, 故称为等温膨胀。

1.2 空气调节的基础知识

1.2.1 空气的组成

空气调节的对象是空气。自然界中的空气是由于空气和水蒸气组成的。在空气调节过程

中,将含水蒸气的空气称为湿空气;除水蒸气以外的气体混合物则称为干空气(氮、氧及其它稀有气体)。

在空气中,水蒸气分子总是充满于干空气的整个体积之中,所以平常测得的温度既是干空气的温度,也是湿空气的温度。由于两者混合均匀并占有相同的体积,因此湿空气的密度为干空气密度与水蒸气密度之和,湿空气的压力则为干空气压力与水蒸气压力之和。在一定湿度下,水蒸气越多,其分压力也越大。

1.2.2 空调的“四度”

1. 温度

(1) 干球温度和湿球温度 干球温度是指用干、湿球温度计测量空气温度时,干球温度计所指示的温度,用 t_g 表示;湿球温度是指在稳定条件下,湿球温度计所指示的温度,用 t_{sh} 表示。

(2) 干湿球温差 在干、湿球温度计测量未饱和空气时,干、湿球温度计所显示出的温度不相同,湿球温度低于干球温度,二者的温差叫干湿球温差。这个温差越大,表明空气越干燥;反之,空气越潮湿。

(3) 露点温度 当空气中的水蒸气超过饱和量时,就会析出水。也就是说,只要空气的相对湿度达到 100%,如果再降温,就会有水蒸气凝结成水。

我们把冷却到使空气中的相对湿度达到 100% 时的温度,称为该空气的露点温度。在空调器的使用中,伴随着降温过程有水析出即是这个道理。

在空调系统中,习惯上把接近饱和状态、相对湿度 90% ~ 95% 的空气的温度称为机器露点温度。

(4) 饱和温度 在一定温度下,气体与产生它的液体处于平衡状态(所能容纳的蒸气密度不变),此时的气体称为饱和气体,液体称为饱和液体。相应的压力称为饱和压力,其温度称为饱和温度。

2. 湿度

空气大约由 3/4 的氮气和 1/4 的氧气组成,此外还含有少量的其他气体。其中,水蒸气的含量是经常变化的,其变动对人们生活的影响也比较大。空气中水蒸气的含量用湿度来表示,表示方式有三种:

(1) 绝对湿度 (γ_z) 以单位体积空气中所含水蒸气的质量来计算,其单位是 kg/m^3 。

如果在某一温度下,空气中的水蒸气含量达到了最大值,此时的绝对湿度称为饱和空气的绝对湿度,用 γ_B 表示。空气的绝对湿度只能表示在某一温度下每立方米空气中水蒸气的实际含量,它不能准确地说明空气的干湿程度,因为当温度不同时,空气的容积会发生变化。

(2) 相对湿度 (φ) 在一定温度下空气中所含水蒸气的最大量有一定的限度,即该温度下所对应的饱和空气状态。所谓相对湿度,即为由下式所规定的百分数:

$$\varphi = \gamma_z / \gamma_B \times 100\%$$

相对湿度表明了空气中水蒸气的含量接近于饱和状态的程度。 φ 值越小,表明空气越干燥,吸收水分的能力越强; φ 值越大,表明空气越潮湿,吸收水分的能力越弱。

当 $\varphi = 0$ 时,表示空气中不含水蒸气,是干空气;当 $\varphi = 100\%$ 时,表示空气中的水蒸气

含量达到最大值,是饱和空气。

(3) 含湿量(d) 在空调器运用中,需要对空气加湿或除湿,因此引出了这个参量。把1kg干空气所伴有的水蒸气质量称为含湿量,其单位是g/kg(干空气),或者用kg/kg(干空气)表示。

3. 气流速度

空调房间内空气的流动速度对人体的舒适感有很大影响,一般在人的工作区或生活区内,气流速度不可太大,应使人无吹风感为宜。空调房间的气流速度在夏季为0.3m/s以下,在冬季为0.5m/s以下。

空气流动速度不同,使人感到的冷热程度也不同。当空气温度低于人体表面温度时,增大空气流速能加强人体的对流散热;在人体出汗时,增大风速又能加强人体的蒸发散热。

4. 洁净度

空气的洁净度,一是以含氧比例是否正常,来看空气的新鲜程度;二是以粉尘及有害气体浓度是否超过许可浓度,来决定空气的清洁程度。

1.2.3 空调器的作用

炎炎夏日,潮湿炎热,人们感到又热又湿又闷;三九寒冬,寒气逼人,人们会感到又干又冷。

如果人们生活的空气环境很恶劣:气温很高、湿度很大、空气浑浊、尘土飞扬,那样不仅会使人心烦意乱、头晕脑胀,很容易疲劳,甚至会引起疾病,而且像计算机一类的高级设备及仪表也会无法工作。怎样能改善人们的生活环境呢?空调器的普及,将为人类生活解决这一难题。

1. 调节温度

夏季,人感觉最舒适的温度为20~27℃;冬季,人感觉最舒适的温度为16~22℃。空调器有制冷、制热及温度控制功能,能将室内温度控制在理想温度值范围。但是,夏季室内外温差不要太大,否则容易感冒。因此提出一个夏季空调房间温度控制的经验公式:

$$t = 22 + (t_y - 21) / 3$$

式中 t_y 为室外环境温度,单位为℃; t 为空调房间内的温度,单位为℃。

2. 调节湿度

空气过于潮湿或过于干燥都会使人感到不舒适:如果相对湿度在30%以下时,会使人口干、唇裂,感到干燥;相对湿度过高,则汗不易蒸发,会使人感到烦闷。

一般来说,冬季的相对湿度在40%~50%之间,夏季的相对湿度在50%~60%之间,人的感觉比较舒适。

空调器在制冷时,有低温去湿功能。室内空气中的水蒸气在蒸发器散热片处受冷凝结成水珠,经水盆流出室外,起到去湿作用。对空气的调湿过程,实质上是增加或减少空气所具有的潜热的过程,在此过程中调节了空气中水蒸气的含量。

3. 调节空气洁净度

空气中一般都有悬浮状态的固体或液体微粒,它们很容易随着人的呼吸而进入气管和肺部等器官并粘附于其上。这些微尘还常常带有细菌,会传播疾病,因此在空气调节过程中对空气滤清是十分必要的。空调器中的空气过滤网和空气清净滤网就可吸附空气的微尘,从而

起到除尘、净化空气的作用。

4. 调节空气流速

人们处在以适当低速流动的空气中比处在静止的空气中要觉得凉爽,若处在变速的气流中,则比处在恒速的气流中更觉舒适。空调器的风速电动机有高、中、低三速,可以改变室内空气的流动速度,给人以舒适的感觉。

简而言之,空调器的作用可概括为一句话,即能人为地创造一个舒适的生活和工作环境。

1.2.4 空气焓湿图

1. 空气的焓值

空气的焓值是指空气含有的总热量,在空气调节的参数计算中通常以干空气的单位质量为基准,即1kg干空气所含有的热量与1kg干空气所含有水蒸气的热量之和,称为空气的比焓。

2. 空气焓湿图

在空气调节工程中,空气的主要状态参数有:温度(t)、含湿量(d)、大气压力(B)、相对湿度(φ)、焓(h)、水蒸气分压力(p_e)、密度(ρ)。其中,温度(t)、含湿量(d)和大气压力(B)为三个基本参数,它们决定了空气的状态。

空气的许多状态参数都是有机地联系在一起的,为了更好地表达其相互之间的关系,以便在空气调节装置运行过程中对空气处理过程进行分析,计算出能量损耗,设计运行方案。在空气状态参数的测量与计算过程中,为了避免繁琐的计算,人们把一定大气压下空气各状态间的关系用一种图线表示出来,称为焓湿图(即 $h-d$ 图)。借助 $h-d$ 图可将空气调节参数繁琐的计算工作转化为简单的查图工作。

焓湿图是以焓(h)值为纵坐标,以含湿量(d)为斜坐标绘制的,如图1-3所示。在某一大气压力条件下,焓湿图由空气状态参数焓(h)、含湿量(d)、温度(t)、相对湿度(φ)及水蒸气分压力(p_e)、热湿比(ε)等参数线组成。

如图1-3所示,焓湿图上的任何一点都代表了空气的一个状态,而每一条线都代表了空气的状态变化过程。

3. 焓湿图的应用

焓湿图不仅可以用来确定空气的状态参数、露点温度、湿球温度,还可以表明空气的状态在热湿交换作用下的变换过程,以及分析空调装置的运行工况。

(1) 确定空气状态参数 例如,已知大气

压力 $B=101.325\text{kPa}$,室内空气温度 $t=20^\circ\text{C}$,相对湿度 $\varphi=50\%$,求 d 、 h 、 p_e (水蒸气分压力)。

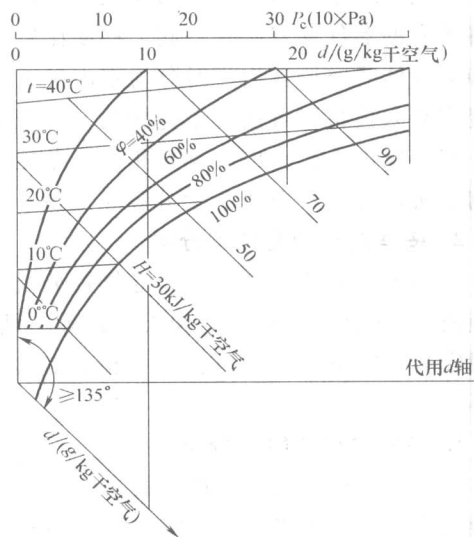


图 1-3 湿空气的焓湿图

首先,我们必须选用 $B = 101.325\text{kPa}$ 的 $h-d$ 图,然后找出温度 $t = 20^\circ\text{C}$, $\varphi = 50\%$ 时的相对湿度线,两条线的交点 A 即为所求的空气状态点,其 $h-d$ 图如图 1-4 所示。

从图上可以查得含湿量 $d = 7.4\text{g/kg}$, 焓为 38.9kJ/kg , $p_c = 1170\text{Pa}$ 。

(2) 确定露点温度 我们知道,在日常生活中,冬季玻璃窗的内表面常有结露现象,夏天在自来水管外表面常有滴水现象,其原因就在于物体的表面温度低于空气的露点温度,露点温度可以很方便地求得。在图 1-4 中,由空气状态点 A 沿等含湿量线 (d) 向下与 $\varphi = 100\%$ 的线相交,得空气露点状态,查其温度 $t_L = 9.5^\circ\text{C}$, 即为露点温度。

此外利用焓湿图中的热湿比线 ε , 还可以表示空气状态的变化过程,因本书重点不在设计、计算,故此内容从略。

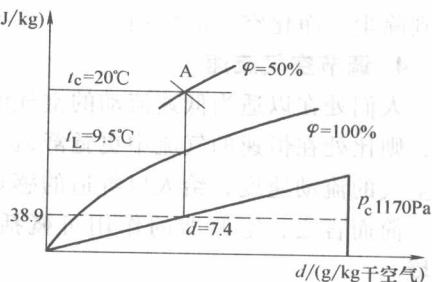


图 1-4 确定空气状态

1.3 房间空调器的分类与命名

1.3.1 空调器的分类

空调器的分类方法有很多,目前尚无统一的标准,现根据习惯进行分类:

1. 按结构型式分类

空调器按结构型式可分为窗式空调器和分体式空调器两类。窗式空调器又称为整体机,它将所有的器件均安装在一起,移动比较方便;缺点是室内噪声大,制冷量低,吹出的风不柔和。分体式空调器出厂时分室内机、室外机、连接配管及附件三部分。它由工厂或商家指定安装人员将三者按要求连接为一体后,才能进行制冷(热)工作。其优点是工作效率高,室内噪声小,吹出的风柔和;缺点是安装较为复杂,且安装质量对空调器的性能有很大影响,所以有“三分机子七分装”之说。

2. 按室内机固定位置分类

分体式空调器按室内机固定位置分类,可分为壁挂式、柜式(又叫落地式空调器,俗称柜机)、吊顶式、嵌入式和天井式等空调器。壁挂式空调器制冷量相对小,占用空间小,一般安装在卧室、小型办公室;柜机制冷量大,一般安装在面积较大的客厅、小型商用门市等。

3. 按室内机的数量分类

分体式空调器按室内机的数量分类,可分为一拖一、一拖二、一拖多空调器。一拖一空调器是指一个室外机带一个室内机,也就是普通分体式空调器;一拖二空调器是指一个室外机带两个室内机;一拖多空调器是指一个室外机带多个室内机,又称为家用中央空调器。

4. 按功能分类

空调器按功能可分为单冷型空调器和冷暖型空调器两种。单冷型空调器仅能制冷,冷暖型空调器既能制热又能制冷。冷暖型空调器按制热原理的不同又可分为热泵型、电加热型、