

国家质量技术监督局国家标准统一宣贯培训教材

房间空气调节器 安装教程

全国家用电器标准化技术委员会 编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

国家质量技术监督局国家标准统一宣贯培训教材

房间空气调节器安装教程

全国家用电器标准化技术委员会 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是为了配合《房间空气调节器安装规范》的贯彻执行而编写的培训教程。全书分为基础篇和实用篇两大部分,共15章。基础篇包括1~6章,介绍安装工需要了解和把握的基本概念;实用篇包括7~15章,着重介绍在安装空调器时应该掌握的各项安装规范及规定。本教程适合于作为安装工上岗前的培训用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

房间空气调节器安装教程/国家家用电器标准化技术委员会编. - 北京:电子工业出版社,2001.8
国家质量技术监督局国家标准统一宣贯培训教材
ISBN 7-5053-6593-2

I. 房… II. 全… III. 房屋建筑设备-空气调节器-安装-技术培训-教材 IV. TU831.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 16655 号

丛 书 名: 国家质量技术监督局国家标准统一宣贯培训教材

书 名: 房间空气调节器安装教程

编 者: 国家家用电器标准化技术委员会

审 校 者: 叶光华

责任编辑: 卢先河 刘 娜

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京东光印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 18 字数: 460.8 千字

版 次: 2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-6593-2
TN·1441

印 数: 5 000 册 定价: 38.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

序 言

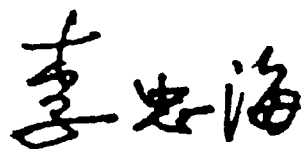
随着我国经济的发展和全球气候的变暖,越来越多的家庭、机关、企事业单位购买、安装和使用房间空调器,以获得良好、舒适的生活和工作环境。这种市场的消费趋势正在急剧增长,由此带动了空调器产业的蓬勃发展,已使我国成为世界空调器生产大国。

空调器所具有的特殊性是,在使用中,它的运行效果及功能发挥不仅与产品质量有关,而且紧密依赖于销售后的服务,特别是安装操作过程。由于安装存在质量问题,往往会产生空调器制冷剂泄漏及制冷不足;功率超过电源负荷引起火灾及触电;室外机脱落伤人;冷凝水、散热空气及噪声影响公共环境等。这些问题及隐患只能通过提高安装人员素质及规范操作予以解决。

对此,国家质量技术监督局对提高空调器安装质量高度重视,批准颁布了由全国家用电器标准化技术委员会负责起草的《房间空气调节器安装规范》强制性国家标准,用以指导房间空调器的安装操作,规范房间空调器的安装市场,对保护消费者和用户的利益及提高产品使用质量有重要意义。

作为空调器安装人员,必须具有制冷、电工、机械、仪表、建筑等基础理论知识和操作技能,同时还应具备相应职业道德以及了解有关质量、消费者权益的法律法规常识。为达到上述目的,对空调器安装人员进行培训将成为我们必须解决的问题。为此国家质量技术监督局组织有关专家、技术人员,结合企业多年安装实践,精心编写了《房间空气调节器安装教程》。本教程包括基础原理、专业基础、实际操作规程、行为规范以及相关知识。本教程是培训安装操作人员的一本好教材,可供各地举办培训班使用。同时也可供从事空调器产品开发、生产、经销的管理业务人员阅读。希望从事空调器安装工作的人员通过培训成为称职的安装人员,为消费者和用户安装满意、放心、高质量的空调器。

国家质量技术监督局



2001年3月28日

前 言

《房间空气调节器安装规范》国家标准已于 1999 年 7 月 22 日经国家质量技术监督局批准发布,并于 2000 年 3 月 1 日起实施。

自 20 世纪 80 年代以来,我国房间空调器行业得到迅猛发展,特别是进入 90 年代后,其发展速度更加迅速,房间空调器的产量逐年剧增,生产能力已达到千万台每年。现社会存有量近 4000 万台。

在以上总量中,除窗式空调器外,挂壁式、吊顶式、嵌入式、落地式、立柜式等约占 75% ~ 80%。这几种空调器统称为“分体式”。它们与窗式空调器不同点在于,空调器出厂时,室内机组、室外机组、连接管道(及连接线)分开包装发运到用户那里,在现场加以组装连接与调试,以形成一个完整的运行系统。由于空调器整机在出厂后还有部分工序尚需在为用户安装时完成,因此,空调器的安全和性能良好与否,除与空调器出厂时的品质有关外,还与空调器的安装、连接、调试有关。而决定空调器工序延伸质量的关键因素在于从事安装的工作人员的素质和现场的安装质量。它将直接影响到用户的人身、财产和环境安全。所以,“安装”是保证空调器安全、正常工作的一个不可缺少的步骤,成为制造厂从生产出合格产品到用户获得良好使用效果的产品链中的一个重要环节。

虽然空调器生产厂高度重视安装工作,并通常在产品说明书或安装说明书中都有安装要求,但因当时国内尚无统一的、科学的、完整的有关房间空调器安装的国家标准和相应的法规,各空调器生产厂的安装说明详简不一,加之某些销售单位或一些个体安装单位对安装工作的重要性认识不足或操作不规范,导致了用户对生产厂家的屡屡投诉。

鉴于以上情况,为了适应空调器行业的进一步发展、规范市场行为,保护消费者和生产企业的权益,明确界定生产企业、安装公司和消费者间的责、权、利,由国家轻工业局提出,全国家用电器标准化技术委员会归口,中国家用电器研究所任起草组组长单位并由国内主要房间空调器制造厂(格力、春兰、科龙、海尔、美的、蓝波和新纪元)参加制定,经国家质量技术监督局批准发布了《房间空气调节器安装规范》,这一标准填补了国内家用电器安装服务业的空白。

为了配合该标准的贯彻实施,全国家用电器标准化技术委员会于 1999 年 2 月在海口召开了《房间空气调节器安装规范》宣贯培训教程编委会会议,参加单位有中国家用电器研究所、珠海格力电器股份有限公司、江苏春兰电器有限公司、上海三菱电机空调器有限公司、海尔集团公司、广东科龙空调器有限公司、广东美的冷气机制造有限公司、深圳惠而浦蓝波空调实业有限公司、济南新纪元电子有限总公司等单位的专家。经过十个月的艰苦努力,完成了《房间空气调节器安装教程》的编写工作。1999 年 12 月于浙江慈溪召开了《房间空气调节器安装教程》审定会,会议通过了对本教程的审定并对教程提出了相应的修改意见,经多次修改后形成本教程。

为便于广大读者学习贯彻《房间空气调节器安装规范》,本教程就标准中的相应条文进行了细化解释与有关说明,具体操作指导详见培训教材的相关部分。本“安装规范”是初次制定,属于强制执行的国家标准,国际上没有完全对应的相关规定。

由于我们认识水平有限,教程中若有不当之处,敬请广大读者不吝指正。

编 者

2001 年 3 月 29 日

国家质量技术监督局国家标准 统一宣贯培训教材编审委员会

主 编 张铁雁

副主编 马德军

撰稿人 张铁雁 马德军 陈建民 张华林 童杏生 李 一
柳清胜 杨玉祥 姜俊明 文 峰

主 审 宿忠民 孙秀媛

编审委员会成员 宿忠民 孙秀媛 戴 红 裴晓颖 刘霜秋
段建夫 霍杜芳 姜 风 韩作樑 张铁雁
张援朝

目 录

基 础 篇

第一章 制冷技术基本知识	(3)
第一节 热工基础知识	(3)
第二节 制冷循环与制冷系统	(7)
第二章 空气调节与空调器	(10)
第一节 空气调节	(10)
第二节 空调器结构及作用	(10)
第三章 电工基本知识	(16)
第一节 直流电路	(16)
第二节 电容器	(32)
第三节 电磁的基本知识	(38)
第四节 单相交流电路	(43)
第五节 三相交流电路	(56)
第六节 电动机	(59)
第七节 变压器	(68)
第八节 电子基础	(72)
第九节 室内布线及接地装置	(81)
第十节 常用电器	(89)
第四章 常用仪表知识	(94)
第一节 电工仪表	(94)
第二节 磁电系仪表	(97)
第三节 电磁系仪表	(101)
第四节 万用表	(103)
第五节 数字仪表	(106)
第六节 压力仪表	(109)
第七节 检漏仪表	(110)
第八节 其他仪表	(112)
第五章 安全用电	(113)
第六章 房屋结构基本知识	(118)

实 用 篇

第七章 安装工职业道德规范	(123)
第八章 常用仪表、工具及材料	(124)
第一节 常用仪表、工具	(124)
第二节 常用材料与规格	(125)
第九章 安装工操作基本技能	(129)
第一节 钳工(管工)操作	(129)

第二节	焊接操作	(134)
第十章	空调器的安装	(140)
第一节	安装前的准备	(140)
第二节	安装步骤	(143)
第三节	安全守则	(146)
第四节	窗式空调器的安装	(147)
第五节	分体式空调器室外机的安装	(149)
第六节	分体挂壁式空调器室内机的安装	(152)
第七节	分体柜式空调器室内机的安装	(155)
第八节	一拖二、一拖三分体挂壁式空调器的安装	(158)
第九节	嵌入分体式室内机的安装	(158)
第十一章	检修工艺	(161)
第一节	制冷系统的清洗	(161)
第二节	排空气	(162)
第三节	制冷系统的检漏	(163)
第四节	充注制冷剂	(163)
第五节	延长连接管及补充制冷剂	(165)
第六节	灌冷冻油	(165)
第十二章	法律知识常识	(167)
第十三章	《房间空气调节器安装规范》实施指南	(169)
第十四章	房间空气调节器性能标准释义	(186)
第一节	标准编写说明	(186)
第二节	主要技术内容说明	(187)
第三节	产品检验及标志	(191)
第十五章	房间空气调节器安全标准释义	(193)
第一节	标准编制说明	(193)
第二节	主要技术内容的说明	(195)
第三节	安全标准专用术语	(201)
附录 A	房间空气调节器安装规范 (GB 17790—1999)	(207)
附录 B	房间空气调节器 (GB/T 7725—1996) (节选)	(215)
附录 C	家用和类似用途电器的安全 热泵、空调器和除湿机的特殊要求 (GB 4706.32—1996) (节选)	(233)
附录 D	中华人民共和国产品质量法	(251)
附录 E	中华人民共和国消费者权益保护法	(258)
附录 F	中华人民共和国标准化法	(264)
附录 G	一般故障检查与排除	(267)
第一节	窗式空调器一般故障检查与排除	(267)
第二节	分体式空调器一般故障检查与排除	(271)
第三节	空调器的维修	(274)

基 础 篇

第一章 制冷技术基本知识

第一节 热工基础知识

1. 气体的基本状态参数

气体或蒸气的分子时刻处于无规则的运动中,其状态随着外部条件的变化而变化,即物质以气态、液态、固态存在是相对的,在一定的条件下可以相互转化。即使是气体,也有饱和及过热等状态之分,为了描述气体在各种状态下的特征,必须用某些物理量来确定和描述气体的性质,这些物理量称为气体的状态参数。最常用的是温度、压力和比容,它们被称为气体的基本状态参数。

2. 温度与温标

温度是物体内部分子运动平均动能的标志,或者说是表示物体冷热程度的量度。两个冷热不同的物体相互接触时,一个物体放热,另一个物体吸热,热量由热的物体转移至冷物体,放热的物体变冷,吸热的物体变热。

表示温度的标度称为温标,常用的有摄氏温标和华氏温标,前者的单位用摄氏度($^{\circ}\text{C}$)表示,后者用华氏度($^{\circ}\text{F}$)表示。摄氏温标规定在1个标准大气压下,清洁水的冰点和沸点分别为 0°C 和 100°C 。在这两个点之间100等分,每个等分就是 1°C 。华氏温标规定在1个标准大气压下,清洁水的冰点和沸点分别为 32°F 和 212°F ,在这两个点之间180等分,每个等分就是 1°F 。摄氏温标和华氏温标之间的关系为

$$t_{\text{C}} = \frac{5}{9}(t_{\text{F}} - 32)$$

式中 t_{C} ——摄氏温标($^{\circ}\text{C}$)

t_{F} ——华氏温标($^{\circ}\text{F}$)

在热力学计算中通常使用绝对温标,也称热力学温标或开氏温标,其单位用K表示。它规定以水的三相点(273.16K 即 0.001°C)作为基点,每一个等分与摄氏温标大小一样,因此两者的关系为

$$T = t_{\text{C}} + 273.16$$

式中 T ——绝对温标(K)

t_{C} ——摄氏温标($^{\circ}\text{C}$)

在工程计算中,为了方便常取近似值

$$T \approx t_{\text{C}} + 273$$

3. 压力(绝对压力、表压力和真空度)

在工程上把单位面积上所受的垂直作用力称为压力,而在物理学上称为压强。用公式表示为

$$p = \frac{F}{S}$$

式中 p ——压力(Pa)

F ——垂直作用力(N)

S ——面积(m^2)

压力的单位为帕(Pa),在工程计算中由于帕(Pa)单位太小,经常用兆帕(MPa)来代替。
 $1\text{MPa}=1\times 10^6\text{Pa}$ 。

以上压力是不考虑环境压力对其影响的绝对值,因此称绝对压力。

由于测压仪表的工作原理建立在力的平衡原理上,其数值不是绝对值(绝对压力),而是相对于大气压的差值,即相对压力,又称表压。绝对压力与表压之间的关系为

$$p=p_e+B$$

式中 p ——绝对压力(MPa)

p_e ——表压(MPa)

B ——当地大气压(MPa)

当被测容器内压力低于大气压时,其表压为负值,工程测试中称为真空度。

4. 比容与密度

单位质量的物质所占的容积称比容。用公式表示为

$$v=\frac{V}{G}$$

式中 v ——比容(m^3/kg)

V ——容积(m^3)

G ——质量(kg)

单位容积的物质所占有的质量称密度。用公式表示为

$$\rho=\frac{G}{V}$$

式中 ρ ——密度(kg/m^3)

V ——容积(m^3)

G ——质量(kg)

5. 热能、热量、功、功率和制冷量

热能 能量的一种形式,它是物质分子运动的动能。热能是可以随物质运动由这种形式转变为另一种形式的能量。热量是物质热能转移时的度量,表示某物体吸热或放热多少的物理量。热量的单位为焦耳(J)或千焦耳(kJ)。过去用卡(cal)或千卡(kcal)表示。其关系为

$$1\text{kcal}=4.18\text{kJ}$$

功 能量的一种形式,它是作用在物体上的力和物体在力的方向上所移动距离的乘积,单位为焦耳(J)或千焦耳(kJ)。

功率 单位时间内所做的功叫功率,单位为瓦(W)或千瓦(kW)。

制冷量 又称冷量,单位时间里由制冷机从低温物体(房间)向高温物体(环境)所转移的热量,单位为瓦(W)或千瓦(kW),也可以用焦耳/时(J/h)或千焦耳/时(kJ/h)表示。

过去制冷量用千卡/时(kcal/h)表示,它与瓦之间关系为

$$1\text{W}=0.86\text{ kcal/h}$$

$$\text{或 } 1\text{kW}=860\text{ kcal/h}$$

英制制冷量为英热单位(B. T. U),其关系为

$$1\text{B. T. U}=0.252\text{ kcal}$$

或 $1\text{B. T. U/h}=0.292\text{ W}$

6. 比热容、显热和潜热

比热容 是用来衡量单位质量物质温度变化时所吸收或放出的热量。比热容的单位名称为焦耳每千克开尔文,单位符号为 $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

显热 物体在加热(或冷却)过程中,温度升高(或降低)所需吸收(或放出)的热量,称为显热,它能使人们有明显的冷热变化感觉。通常可以用温度计测量物体的温度变化。

如果把一杯开水(100°C)放在空气中冷却,不断地放出热量,温度也不断地下降,但其形态仍然是水,这种放热称为显热放热。同样,把水放入电冰箱中,它的温度会逐步下降,在冷却到 0°C 之前放出的热量也是显热。

潜热 当单位质量的物体在吸收或放出热量的过程中,其形态发生变化,但温度不发生变化,这种热量无法用温度计测量出来,人体也无法感觉到,但可通过试验计算出来,这种热量就称为潜热。

例如,把一块 0°C 的冰加热,它不断地吸热而融化,但其温度维持不变,直至固体的冰完全融化成水之前。这时单位质量的冰所吸收的热量称为融化潜热。与上述现象相反,从 0°C 的水中抽取热量,则会使水凝固成冰,这时单位质量的水放出的热量就称为凝固潜热。 100°C 的水因沸腾而汽化时,所吸收的热量称为蒸发潜热,也称汽化潜热;相反, 100°C 的蒸气变成 100°C 的水时,所放出的热量称为液化潜热。

7. 物质的三态及状态变化

物质是具有质量和占有空间的物体。它以固态、液态和气态三种状态中的任何一态存在于自然界中,随着外部条件的不同,三态之间可以相互转化,如图 1-1 所示。如果把固体冰加热便变成水,水再加热就变成蒸气;相反,将水蒸气冷却可变成水,继续冷却可结成冰。这样的状态变化对制冷技术有着特殊意义,人们可利用制冷剂在蒸发器中汽化吸热,而在冷凝器中则又冷凝放热。即应用热力学第二定律的原理,通过制冷机对制冷剂气体进行压缩,并在冷凝器中冷凝和蒸发器中汽化,实现热量从低温空间向外部高温环境的转移,实现制冷的目的。

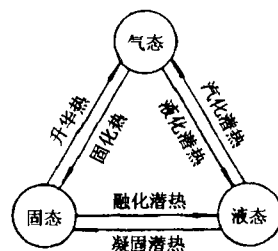


图 1-1 物质三态的转化

物质在状态变化过程中,总是伴随着吸热或放热现象,这种形式的热量统称为潜热,如融化潜热、凝固潜热、汽化潜热、液化潜热、升华热和固化热。

8. 沸腾、蒸发、冷凝和液化

沸腾和蒸发是汽化的两种形式。

沸腾 在一定温度(沸点)下,液体内部和表面同时发生剧烈的汽化过程,称为沸腾。这时,液体内部形成许多小气泡上升至液面,迅速汽化并吸收周围介质的热量。

蒸发 在任何温度下,液体外露表面的汽化过程称为蒸发。蒸发在日常生活中到处可见,如放在杯子中的酒精很快会蒸发掉,湿衣服在阳光下会晒干等。物质的蒸发过程伴随着吸热。

在制冷技术中,习惯上把制冷剂液体在蒸发器中的沸腾称为蒸发,这种换热器叫蒸发器也来源于此。

冷凝 又称液化。物质从气态变成液态的过程称冷凝或液化。例如,水蒸气遇冷就会凝结成水珠。水蒸气液化很容易,但有些气体的液化要在较低温度和较高压力下才能实现,例如,电冰箱中制冷剂 R12 在室温下液化,需加压到 0.6 MPa (6 个大气压)以上,才能在冷凝器中放热

液化。冷凝或液化都伴随着放热。

冷凝和汽化是相反过程,在一定的压力下,蒸气的冷凝温度与液体的沸腾温度(沸点)相同,汽化潜热与液化潜热的数值相等。

9. 饱和温度、饱和压力、过冷和过热

饱和温度和饱和压力 装在密闭容器里的液体,从液面飞升出来的分子不可能扩散到其他地方去,只能聚积在液体上面的那个空间里作无规则运动。其中一部分气体分子碰撞液面时,又回到液体中去,一部分新的分子又从液面上飞升到气体空间。当两者达到平衡时,空间里的气体比容不再变化,液体和它的蒸气处于动态平衡状态,蒸气中的分子数不再增加,这种状态称饱和状态。在此状态下的蒸气称为饱和蒸气,饱和蒸气的温度称为饱和温度,饱和蒸气的压力称为饱和压力。

过冷和过热 在饱和压力的条件下,继续使饱和蒸气加热,使其温度高于饱和温度,这种状态称为过热。这种蒸气称为过热蒸气。饱和液体在饱和压力不变的条件下,继续冷却到饱和温度以下称为过冷。这种液体称为过冷液体。

10. 干空气、湿空气和水蒸气分压力

干空气 不含水蒸气的大气。环绕地球周围的空气层称为“大气”,通常干空气的成分和组成物质的相对比例是不变的,主要由氮(78.09%)、氧(20.95%)、氩(0.93%)、二氧化碳(0.03%)和其他稀有气体组成。

湿空气 简称“空气”,由干空气和水蒸气混合而成。自然界的大气、空调中使用的空气,都是湿空气。湿空气中所含水蒸气的百分比是不稳定的,常常随季节、气候、湿度等条件的变化而变化。

水蒸气分压力 水蒸气在混合气体中具有分压力。其值反映了水蒸气含量的多少,空气中水蒸气分压力虽然不大,但决定了空气的潮湿程度,其变化对生活 and 生产都有很大影响。

11. 湿度和含湿量

绝对湿度 每立方米空气中所含水蒸气的质量,常用单位为 g/m^3 。

相对湿度 空气中的水蒸气分压力与同温度下饱和水蒸气分压力的百分比值。

含湿量 又称比湿。湿空气中水蒸气质量(一般以 g 为单位)与干空气质量(一般以 kg 为单位)之比值,常用单位为 g/kg 。它比较确切地反映了空气中实际含有水蒸气的量,是空调中常用的一种状态参数。

12. 空气的干湿球温度和干湿球温差

干湿球温度 用干湿球温度计测量空气温度时,温度计球部不包潮湿棉纱的干球温度计所指示的空气温度称“干球温度”;球部包潮湿棉纱的湿球温度计所指示的空气温度称“湿球温度”。

干湿球温差 用干湿球温度计测量未饱和空气时,干球温度计显示的温度较高,湿球温度计显示的温度较低,两个温度差称“干湿球温差”。该温差大,表示空气干燥;温差小,表示空气潮湿。

13. 露点

露点(或露点温度) 潮湿空气中的水蒸气在冷的光滑表面上开始冷凝时的温度,也就是在大气压不变和空气中水蒸气无增减条件下,未饱和空气因冷却而达到饱和时的温度。气温与露点的差值愈小,表示空气愈接近饱和状态,即湿度大;反之,湿度小。因此,可用露点来衡量空气的潮湿程度。

14. 传热、导热和对流换热

传热又称换热,是指热量从高温物体(空间)向低温物体(空间)传递的形式。传热的基本形式有三种:导热(热传导)、对流(对流换热)和辐射。

导热是在固体、液体、气体中因分子运动而引起的传热形式。例如,在蒸发器和冷凝器中管壁的内外表面间热量的传递是导热。

对流只能在液体和气体中进行,它是流体(气体和液体)和固体表面接触时因流体运动产生传热的一种形式,例如,冷凝器外表面与空气之间的热传递;对流也是因流体内部温度的不一致而发生流体运动的传热形式,例如,房间内的冷气向下运动,热气向上运动,最终室内温度均匀,它是对流的结果。

15. 热力学第一定律

自然界中存在各种各样的能量,如机械能、热能、电能、化学能、光能、声能、原子能等。这些能量形式之间在一定条件下可以相互转化,任何一种形式的能量,在转化成其他形式的能量过程中,总的能量都是守恒的。例如,我们将一个高温物体和一个低温物体放在一起,高温物体将放出热量,低温物体将吸收热量。如果它们都没有从别的物体吸取热量和向别的物体传递热量,那么,高温物体放出多少热量,低温物体就吸收多少热量,放出的热量和吸收的热量总和是相等的。

大量的事实告诉我们,各种形式的能都可以在一定条件下相互转化,能量既不会消失,也不会创生。它只会从一种形式转化成另一种形式或从一种物体转移到另一种物体,而能的总量保持不变,这就是自然界最普遍、最重要的本质之一——能量的转化和守恒定律,也就是热力学第一定律的内容。

16. 热力学第二定律

热力学第二定律是说明热能与机械能之间相互转换的条件和方向。高温物体能自发地向低温物体传热,但低温物体自发地向高温物体传热是不可能的。要实现“逆向”传热,必须消耗机械功(如采用制冷压缩机)。从生活中我们知道,热量不能无条件地转换成机械功。

上述内容实际上就是热力学第二定律的基本内容,概括起来有两点:

(1) 热量由低温物体向高温物体自发传递是不可能的。

(2) 热能全部转变为机械功是不可能的,消耗一定能量,可以使热量从低温物体传向高温物体。

17. 热力学第三定律

在绝对零度时物质分子运动均已停止,不可能使用有限的手段和步骤使一个物体冷到绝对零度,只能无限接近而无法达到,热力学第三定律明确指出,达到绝对零度是不可能的,这就是它的基本内容。

第二节 制冷循环与制冷系统

1. 制冷

所谓制冷,就是使某一空间及物体温度,低于周围环境介质的温度,并维持这个低温的过程,这里所说的环境介质就是指自然界的空气和水。

2. 制冷系统的主要部件

制冷系统由四个主要部件组成:制冷压缩机、冷凝器、节流阀(或毛细管)和蒸发器,在蒸气压缩制冷系统中,这四大件是构成制冷系统最关键、最基本的部件。

3. “四大件”的作用

蒸气压缩制冷系统的“四大件”是指压缩机、冷凝器、节流阀和蒸发器。其中压缩机为制冷机主机。它类似人体的心脏,人体心脏的功能是驱使血液循环,它使流向心脏的血液升压后,输送到人体的各个部位。压缩机则是把来自蒸发器的低温低压制冷剂气体,经压缩,成为高温高压气体,排向冷凝器,使制冷剂在冷凝器中液化。由此可知,压缩机的作用是不断从蒸发器吸入制冷剂气体,又不断将制冷剂蒸气压缩后送入冷凝器,同时维持吸气端和排气端的压力差,和其他主要部件来完成它的相态变化。

冷凝器是热交换器的一种,这种热交换器常采用水或空气作为冷却介质。正常运行时,压缩机排出的高压高温制冷剂蒸气进入冷凝器,通过与冷却水进行热交换(若为风冷式冷凝器则和周围的空气进行热交换),因而使制冷剂蒸气的热量传递给冷却水或空气,从而使高温高压的制冷剂蒸气冷凝成一定压力下的液体。所以说,冷凝器是使制冷剂由气态转变为液态的关键性部件。

节流阀也称为调节阀或膨胀阀,有的小型制冷设备用毛细管代替节流阀。当制冷剂液体由冷凝器(或贮液器)流出,经过节流阀时,由于节流作用,压力和温度都降低。由冷凝压力降至蒸发压力,冷凝(或过冷)温度降至蒸发温度。由此可知,节流阀在制冷系统中的重要作用在于节流降压。

蒸发器也是一种热交换装置,只是它的作用与冷凝器相反。制冷剂液体在其中气化时吸收被冷却物体的热量,使被冷却物体的温度降低,从而实现制冷的目的。应该指出“四大件”中的每一件,都有其独特而别的部件所不能代替的重要作用,它们在密封的循环系统中,按一定的位置和顺序排列,再由管道连接起来,否则就不能各尽其职,也不能实现制冷目的。

4. 冷凝温度和冷凝压力

制冷剂在冷凝器内所具有的饱和温度叫做冷凝温度,相对应的压力叫做冷凝压力。在制冷技术中冷凝温度用 t_k 表示,相对应的冷凝压力用 p_k 表示, t_k 和 p_k 有一定的对应关系,其中一个值发生变化,另一个值也相应发生变化。

5. 蒸发温度和蒸发压力

制冷剂液体在蒸发器中气化时的温度叫做蒸发温度,它相对应的压力称为蒸发压力。在制冷技术中,蒸发温度用 t_e 表示,相对应的蒸发压力用 p_e 表示,各种制冷剂的 t_e 和 p_e 都有一定的对应关系。

6. 湿蒸气、干饱和蒸气和过热蒸气

在制冷系统中,排入冷凝器中的高温高压制冷剂蒸气,受冷却水(或空气)的冷却作用而冷凝成高压常温液体。经节流阀节流降温后又成为低压低温的气液混合物,并在蒸发器中沸腾汽化吸热(俗称蒸发)。在这个过程中,由于气液共存,所以称为湿蒸气。湿蒸气中的微小液滴,在管路中还将继续吸热汽化,当全部液体蒸发成蒸气,此时的蒸气称为干饱和蒸气,由于干饱和蒸气在进入压缩机前,要通过一段管路,并从管壁吸收周围环境中的热量,因而使干饱和蒸气温度上升,形成过热状态,此时它的温度高于同压力下的饱和温度,它们之间的温度差值称为蒸气的过热度,此时的蒸气称为过热蒸气。

过热蒸气在系统中有利也有弊,其利是由于进入压缩机前的蒸气不含有液滴,因此不会引起对压缩机的液击;其弊端是蒸气过热度过高,会使循环耗功增加,制冷系数降低,这样的过热就称为有害过热了。

7. 饱和液体和过冷液体

当制冷剂蒸气在冷凝器中被冷却水或空气完全冷凝成液体时,此时的液体成为饱和液体,饱和液体制冷剂若在冷凝器(或过冷器)中进一步冷却,使其温度低于冷凝压力下的饱和温度,则使制冷剂液体过冷,饱和温度与过冷温度的差值称为过冷度(一般为 $3\sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}$),具有过冷度的液体称为过冷液体。

制冷剂液体过冷在制冷系统中是很有意义的,它能减少经过膨胀阀时的节流损失,提高制冷系数。所以,在制冷过程中,要确保供给冷凝器的冷却水有一定的压力和流量,或者提高风冷式冷凝器空气的流速和流量。为了实现过冷,有的还需要配备过滤器,以便获得较大的过冷度。

8. 制冷剂在蒸发器内相态的变化

制冷剂在节流阀之前是高压液体,经过节流阀后即成为低压液、气混合物,在蒸发器内沸腾吸热,由湿蒸气继续吸热则成为干饱和蒸气,制冷剂在蒸发器内相态的变化是有顺序的且连续,并且是逐渐深化的,既不会突变,又没有明显的界限。

9. 制冷剂

制冷剂又称制冷工质或冷媒,是制冷机中利用它的状态变化(相变)时吸热或放热的特性来传递热量的物质。它应具备以下特征:容易冷凝,冷凝时的压力不要太高;蒸发温度要低,蒸发压力不要太低;单位容积的蒸气制冷量大,即蒸发潜热大,比容小;无毒和无腐蚀性等。现在制冷和空调中常用的制冷剂有氨(NH_3 ,代号 R 717)、氟利昂 12(代号 R 12)和氟利昂 22(代号 R 22)及其替代物等。

利用制冷剂在蒸发器中的汽化吸热的特征来实现对物体或房间的冷却,利用它在冷凝器中的冷凝放热把热量排放到外界环境中去。

为了实现连续制冷,必须不断地补充液体制冷剂,又为了节约成本,必须对汽化吸热后的气体制冷剂加以收回,这个任务由制冷压缩机来完成。因此,连续制冷必须有一个系统,这个系统就叫做制冷系统。

10. R 22 的主要性质

R 22 的热力学性能与氨相似。R 22 的标准汽化温度为 $-40.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,通常冷凝压力不超过 1.6 MPa 。R 22 不燃、不爆,使用中比氨安全可靠。R 22 的单位容积制冷量比 R 12 约高 60% ,又因其低温时的单位容积制冷量和饱和压力均高于 R 12 和氨,所以它更适用于低温制冷装置。

水在 R 22 液体中的溶解度比 R 12 大,R 22 能部分地与润滑油互相溶解,但在低温制冷系统中仍然可能产生“冰塞”或集油。因此在制冷系统中安装过滤—干燥器和分油器,而对已进入系统的水分和润滑油应及时清除。

11. 使用制冷剂的注意事项

(1) 各种制冷剂的性能差别较大,工作条件也不相同,因此对制冷设备所用的制冷剂不得随意更换。

(2) 各种制冷剂必须存放在经检验合格的钢瓶里,并且钢瓶为某种制冷剂专用。制冷剂液体的充灌量为钢瓶总容积的 $2/3\sim 4/5$ 。瓶外用专色标志,例如,氨为黄色,氟利昂为银灰色(或白色)。

(3) 制冷剂钢瓶应放置在阴凉处,搬运时小心轻放,避免撞击、敲打,以免发生爆炸。

(4) 充灌制冷剂时,周围不能有明火,不得用火焰加热钢瓶,必要时可用 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下的温水淋钢瓶加热。有毒的制冷剂不得随意排放,操作者需配带防护用品。