

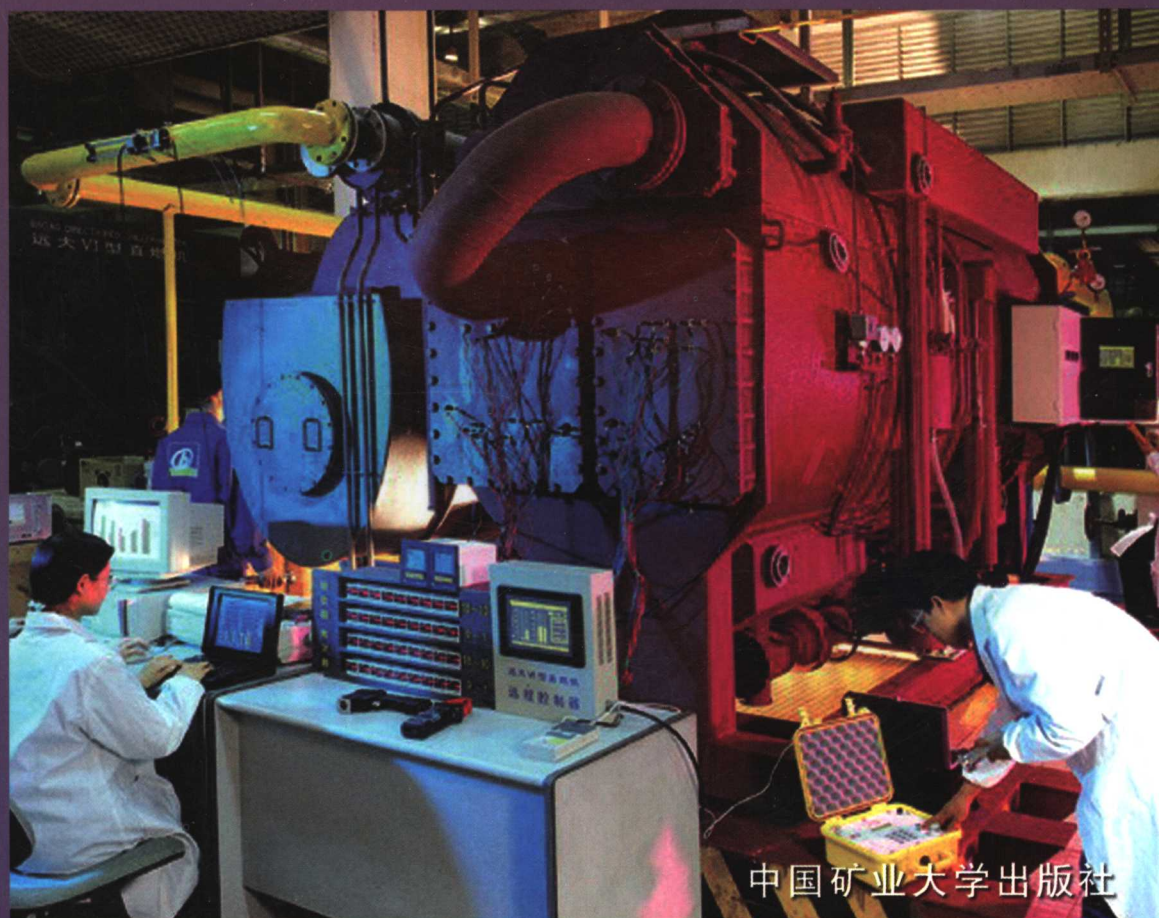
江苏省特种作业人员安全技术培训考核系列教材

制冷与空调作业

(初训)

江苏省安全生产宣传教育中心组织编写

主编 彭东升 主审 张小松



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

江苏省特种作业人员安全技术培训考核系列教材

制冷与空调作业

(初 训)

彭东升 主编
张小松 主审

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是江苏省特种作业人员安全技术培训考核系列教材之一。

全本共6章,内容包括:制冷基础知识、制冷剂安全性能、蒸汽压缩式制冷及其安全技术、吸收式制冷及其安全技术、中央空调及其安全技术、小型制冷与空调装置及其安全技术。

本书可作为制冷与空调作业人员、企业管理人员、安全卫生技术人员的技术培训教材,也可供相关院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

制冷与空调作业. 初训/彭东升主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2006.4

江苏省特种作业人员安全技术培训考核系列教材

ISBN 7-81107-261-0

I. 制… II. 彭… III. 制冷技术—技术培训—教材
IV. TB664

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 005857 号

书 名 制冷与空调作业(初训)

主 编 彭东升

责任编辑 马跃龙

责任校对 徐 玮

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮政编码 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 淮阴新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×960 1/16 印张 11.50 字数 226 千字

版次印次 2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

定 价 14.80 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

江苏省安全生产培训教材

编委会成员名单

一、编写委员会

主 任：杨增夫

副主任：陆贯一 赵建军 刘文华

委 员：（按姓氏笔画排列）

马 群	印安东	丛跃滋	刘荣林	许亦武
乔 勇	华仁杰	苏 斌	张登平	陈忠伟
谷红彬	余树培	杨 涛	杨准宝	肖正亚
单昕光	赵启风	赵兴根	赵昶东	赵和平
夏天南	彭寿保	褚福银	潘 振	

编委会办公室主任：刘荣林

副主任：肖正亚 赵和平 褚福银

二、编写工作领导小组

组 长：刘荣林

副组长：褚福银 肖正亚 赵和平

组 员：吴孝洪 李守标 李建军 程继平

三、教材编写业务技术组

业务组组长：李建军

技术组组长：朱兆华

序

安全生产是经济社会发展永恒的主题。党和政府历来高度重视安全生产工作,近年来,我省努力构建企业负责、行业管理、部门监管、社会参与的安全生产的工作格局,围绕“和谐社会”、“两个率先”、“两个降低”和“平安江苏”的工作目标,强化安全生产综合监管体制建设和生产经营单位安全监管执法工作,全省安全生产状况呈现总体相对平稳且趋于好转的态势。但我们也应该看到,目前全省安全生产形势平稳好转是相对的,这只是动态发展过程中的阶段性工作的反映,还远远没有达到理想目标中的可控安全,现实中的一些重、特大事故还时有发生,诸多不安全因素仍然存在。究其原因,除了生产力水平发展不平衡,产业结构不尽合理,作业环境差,生产方式、技术装备落后外,主要原因在于人的违章作业意识淡薄、作业技能滞后。

当前,企业从业人员整体安全技术素质难以适应新型工业化安全生产发展要求的矛盾日显突出,解决这类矛盾的关键在于真正树立“以人为本”、“人才兴安”、“培训促安全”、“培训出效益”的人本观念和安全理念,充分认识安全培训是预防和减少各类安全生产事故的基础工程、战略工程;是治本之策、长效机制。必须花大力气抓好从业人员的安全技术培训,扩大安全培训规模,大面积提高培训质量,增强从业人员防范与处理安全生产事故的能力,有效地遏制重、特大事故的发生,促进江苏安全生产向本质、可控性目标迈进。

搞好安全技术培训的一项十分重要的工作是安全技术培训教材建设。教材是教学活动的载体,是学员获得系统专业知识、提高学员智能和技能的重要工具,是教师进行教学的具体依据。教材的好与差决定着培训质量的高低。为此,江苏省安全生产监督管理局组织了全省具有丰富培训工作经验的专家、教授、工程技术人员共同组织编写了这套教材。本套教材分为初培与复审两大类。教材的编写以国家相关部门现行考

核大纲、标准为依据,参考各地现有教材,结合安全生产工作的实际,突出以“安全”为主线,介绍了生产经营单位管理人员和特种作业人员必须掌握的安全技术知识与技能,教材坚持安全教育与生产技术教育的统一性,突出新的安全生产教育理念和创新精神,遵循认知规律,改进教材的呈现方式,为学员留有自主学习、自主探究空间,具有科学性、先进性、实用性的特点,是安全生产经营单位负责人上岗前取得安全资格证和特种作业人员上岗、复审前取得特种作业操作证进行安全技术培训的指定教材,同时也是安全生产管理人员、工种技术人员的工具书。

本书的编写时间紧、任务重、要求高,所有参加编写和参与组织工作的同志们都以高度负责的精神忘我工作,为此付出了辛勤的劳动。同时,在编写和出版过程中,各市县安监部门的同志和省内从事安全生产工作的专家们提出了不少宝贵意见和建议,给予了大力的支持,在这里一并表示谢意。

江苏省安全生产监督管理局局长



2005年11月20日

前 言

特种作业人员的安全教育培训是企业安全管理和政府安全监督的重要内容,做好这项工作,对于保障特种作业人员及其他人员在作业过程中的生命安全,防止重特大设施、设备及人员伤亡事故,提高企业安全生产水平及经济效益,具有十分重要的作用。

江苏省的特种作业人员培训工作已经进行了多年,为企业培训了大批的安全技术人员,促进了企业安全生产水平的提高,促进了江苏安全生产形势的持续稳定好转。随着经济社会快速发展、科学技术的不断进步和安全法制建设进程的加快,极大地推进了安全生产工作,同时也对新形势下的安全生产和安全培训工作提出了更新的标准、更高的要求。为了适应新形势,进一步落实党的“安全第一,预防为主”的基本方针,实施《安全生产法》、《江苏省安全生产条例》,依法加强特种作业人员的安全培训和持证上岗的管理,规范安全培训工作,大面积提高安全培训质量,促进安全生产,江苏省安全生产监督管理局根据国家安全生产监督管理总局《特种作业人员安全技术培训大纲及考核标准》的要求,组织编写了特种作业人员安全技术培训系列教材。

这套教材包括《电工作业》、《焊接与热切割作业》、《危险化学品作业》、《高处作业》、《制冷与空调作业》、《烟花爆竹作业》、《矿山作业》,共7套14本初、复训教材。本套教材概括了7类特种作业人员必须掌握的安全生产基础知识和基本技能,内容新颖,结构紧凑,重点突出,融科学性、系统性、针对性、实用性为一体。

由于任务紧迫、水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请读者指正。

江苏省安全生产宣传教育中心

2006年1月

目 录

序	1
前言	1
第1章 基础知识	1
第1节 热力学基础	1
第2节 传热学基础	4
第3节 制冷原理	6
思考题	11
第2章 制冷剂及其安全性能	12
第1节 制冷剂	12
第2节 载冷剂	16
第3节 润滑油	18
思考题	19
第3章 蒸汽压缩式制冷及其安全技术	20
第1节 制冷压缩机	20
第2节 热交换设备及其他辅助设备	22
第3节 安全控制装置	26
第4节 系统的安装及安全技术	30
第5节 系统的调试及安全技术	33
第6节 系统的运行操作及安全技术	42
第7节 系统的维护保养及安全技术	55
第8节 压力容器及其安全技术	60
思考题	65
第4章 吸收式制冷及其安全技术	66
第1节 概述	66

第2节	溴化锂吸收式制冷机的工作原理、组成和安全保护装置·····	67
第3节	溴化锂吸收式制冷机的安装和安全技术·····	80
第4节	溴化锂吸收式制冷机的调试和安全技术·····	85
第5节	溴化锂吸收式制冷机的运行和安全技术·····	89
第6节	氨水吸收式制冷机·····	95
思考题	·····	99
第5章	中央空调及其安全技术·····	101
第1节	概述·····	101
第2节	中央空调的安装和安全技术·····	108
第3节	中央空调的调试和安全技术·····	113
第4节	中央空调的运行和安全技术·····	119
第5节	中央空调的维护保养和安全技术·····	126
思考题	·····	131
第6章	小型制冷与空调装置及其安全技术·····	132
第1节	小型制冷装置·····	132
第2节	小型空调装置·····	142
第3节	安全操作技术·····	146
第4节	空调器的安装及其安全技术·····	161
第5节	安全用电·····	165
思考题	·····	169
参考文献	·····	170
后记	·····	171

第1章 基础知识

第1节 热力学基础

1 基本概念

1.1 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的物体,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。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。

1.2 热能、热量、功与功率

(1) 热能

热能是能量的一种形式,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。

(2) 热量

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,其换算关系为:1 kcal = 4.18 kJ。

(3) 功

功是能量的一种形式,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)。

(4) 功率

单位时间内所做的功叫功率,单位为瓦(W)或千瓦(kW)。

1.3 压力

压力不仅是工程设计和操作调整的基本参数,而且是保证系统安全运行的主要控制参数。工程上所讲的压力,即物理学中所说的压强,它指物体在单位面积上所受到的垂直作用力。

气体的压力是气体分子频繁碰撞物体表面的结果。它与气体的密度和撞击力有关,即与气体的比体积和温度有关。

压力的国际单位是 Pa(帕), $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ 。工程上常用 MPa(兆帕)、bar(巴)、kPa(千帕)作为压力的实用单位,它们之间的关系是: $1 \text{ MPa} = 10 \text{ bar} = 10^3 \text{ kPa} = 10^6 \text{ Pa}$ 。

此外,常用的压力单位还有 arm(物理大气压)、at(工程大气压,也可写作 kgf/cm^2)、mmHg(毫米汞柱)、mmH₂O(毫米水柱)等。

压力按其表示内容的不同,可以分为表压力、绝对压力和真空度。

(1) 表压力

压力表所指示的压力,称为表压力,用 $P_{\text{表}}$ 表示。表压力实际上表示的是压力的差值。

(2) 绝对压力

器壁表面所受到的真实压力,称为绝对压力,用 $P_{\text{绝}}$ 表示。由于地球表面的物体都受到大气压的作用,而表压力只能表示出容器内、外的压力差,所以器壁内的绝对压力 $P_{\text{绝}}$ 应为表压力 $P_{\text{表}}$ 与当地大气压 B 之和,即

$$P_{\text{绝}} = P_{\text{表}} + B$$

(3) 真空度

容器内的绝对压力低于大气压的差值,称为真空度,用 $P_{\text{真}}$ 表示,即

$$P_{\text{真}} = B - P_{\text{绝}}$$

在相同的大气压下,真空度越大,绝对压力越小。

1.4 比容与密度

(1) 比容

单位质量的物质所占有的容积称比容。用公式表示为

$$v = V/G$$

式中 v ——比容, m^3/kg ;

V ——容积, m^3 ;

G ——质量, kg 。

(2) 密度

单位容积的物质所占有的质量称密度。用公式表示为

$$\rho = G/V$$

式中 ρ ——密度, kg/m^3 ;

V ——容积, m^3 ;

G ——质量, kg 。

1.5 比热容、显热和潜热

(1) 比热容

比热容用来衡量单位质量物质温度变化时所吸收或放出的热量,曾称比热。

比热容的单位为 $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 或 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

(2) 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。

(3) 潜热

若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,而温度不发生变化,这种热量无法用温度计测量出来,人体也无法感觉到,但可通过实验计算出来,这种热量就称为潜热。

1.6 沸腾、蒸发、冷凝和液化

沸腾和蒸发是汽化的2种形式。

(1) 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。

(2) 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,湿衣服晒在阳光下会干燥等。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。

(3) 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。

冷凝和汽化是相反过程,在一定的压力下,蒸汽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。

1.7 饱和温度与饱和压力、过冷与过热

(1) 饱和温度与饱和压力

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,液体和它的蒸汽处于动态平衡状态,蒸汽中的分子数不再增加,这种状态称饱和状态。在此状态下的蒸汽称为饱和蒸汽,饱和蒸汽的温度称为饱和温度,饱和蒸汽的压力称为饱和压力。

(2) 过冷与过热

在饱和压力的条件下,继续使饱和蒸汽加热,使其温度高于饱和温度,这种状态称为过热。这种蒸汽称为过热蒸汽。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。

1.8 工质

用来实现能量相互转换的媒介物质称为工质。不同性质的工质对能量转换效果有直接影响。

2 基本定律

2.1 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。

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个物体转移到另一个物体,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。

2.2 热力学第二定律

热力学第二定律说明的是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,必须消耗机械能(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能。

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:

第一,热量由低温物体向高温物体自发传递是不可能的。

第二,热能全部转变为机械能是不可能的,消耗一定能量,可以使热量从低温物体传向高温物体。

第2节 传热学基础

1 导热

1.1 定义

在同一物体中或在相互接触着的物体上,从温度高的一侧向温度低的一侧的传热称为导热。一般来讲,金属的导热性好,非金属的导热性差。

1.2 基本方程

物体两点间的导热量与此两点间的温度差成正比。例如,有某一平壁,设其两侧壁面温度分别为 t_1 和 t_2 ,壁厚为 l ,壁面积为 F ,则壁面之间的导热量为

$$Q = \lambda(t_1 - t_2)F/l = q \cdot F$$

式中 Q ——导热量, kJ/h ;

λ ——壁材料的导热系数, $\text{kJ}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{K})$;

F ——导热的壁面积, m^2 ;
 l ——平壁厚度, m ;
 q ——单位面积上的导热量, $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$;
 t_1, t_2 ——温度, K 。

上式中, $\lambda F/l$ 的倒数即为导热热阻。若计算单位面积上的导热量, 则 λ/l 的倒数为导热热阻。

因金属的导热系数比非金属大, 所以导热系数大的铜、铝等金属材料被用来制造各种热交换器, 而导热系数小的玻璃纤维、软木、各种泡沫塑料等非金属材料则用来做保温材料。

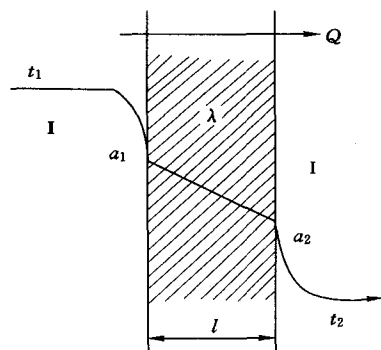


图 1-1 平壁的传热

2 对流

2.1 定义

在冷藏室中, 热通过空气传递给低温的蒸发器表面; 在水冷冷凝器中, 热通过冷凝管外表面传递给流体水。上述这种从流体移向固体表面或从固体表面移向流体的热转移叫做对流放热, 它是一种表面放热现象。

2.2 基本方程

对流放热的强弱取决于放热热阻。图 1-2 所示为一表面放热过程, 若流体的温度为 t_f , 壁的表面温度为 t_w , 壁的面积 of F , 那么传递的热量 Q 与面积 F 和温差 $t_f - t_w$ 成正比, 即

$$Q = F \cdot (t_f - t_w)$$

也就是说, 面积越大, 温差越大, 传递的热量也就越大。如在上式中引入一个比例常数 h , 则上式为

$$Q = h \cdot F \cdot (t_f - t_w)$$

式中的比例常数 h 就叫做放热系数, 其单位为 $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K})$ 。单位面积传热量的倒数就是放热热阻。

放热系数 h 随流体的种类及其流动状态的不同而不同。气体的 h 值比液体的 h 值小得多。不论是哪一种气体或液体, 处于流动状态者的 h 值大于静止状态者的 h 值, 而且流速越大, h 值也越大。

制冷剂在冷凝面或蒸发面上的放热系数 h 值, 因制冷剂的种类而异, 但它们的放热系数 h 都相当大。

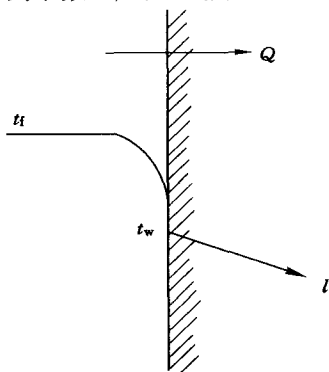


图 1-2 表面放热

3 热辐射

热辐射是指物体之间互不接触的情况下,将热量直接从一个系统传给另一个系统。热辐射以电磁辐射的形式发出能量,物体的温度越高,表面越黑,越粗糙,辐射能量就越强。

在制冷装置的热传递中,起决定作用的热传递方式是热传导和对流,一般都不考虑热辐射。

第3节 制冷原理

1 常用专业术语

1.1 制冷

制冷是指从低于环境温度的空间或物体中吸取热量并将其转移给周围环境的过程。

1.2 制冷剂

制冷剂是指在制冷系统中通过相变传递热量的流体。它在低温低压时吸收热量,在高温高压时放出热量。

1.3 载冷剂

载冷剂是一种挥发性的或不挥发性的流体。它在间接制冷系统中吸收被冷却空间中物质的热量,并将热量传给制冷系统的蒸发器。

1.4 节流

制冷剂流过截面积突然缩小的孔径或管道时,出现的压力突然降低的现象称为节流。

1.5 制冷系统

制冷系统是指在两个热源之间工作的、用于制冷目的的系统,即通过制冷剂从低温热源中吸取热量并将热量排到高温热源中。

1.6 制冷循环

制冷循环是指在制冷系统中制冷剂所经历的一系列热力过程的总和。其目的是依靠消耗能量而将低温热源的热量转移给高温热源。

1.7 制冷装置

制冷装置是指制冷机和耗冷设备的整体。包括全部附件、控制设备、耗冷设备及围护结构。

1.8 名义工况

名义工况是指与名义参数(通常规定在有关标准、产品标牌或样本上)所相应的条件。

1.9 标准工况

标准工况是指为统一衡量制冷机性能所规定的条件。

1.10 空调工况

空调工况是指规定空调压缩机工作的一组条件,常用来作为比较空调压缩机性能的条件。

1.11 制冷量

制冷量是在规定工况下,制冷系统内制冷剂从节流阀至压缩机吸气口间的设备及低压管道上在单位时间所吸收的总热量。

1.12 单位制冷量

单位制冷量是指单位质量流量的制冷剂在制冷系统中所产生的制冷量。

1.13 制冷系数

制冷系数是制冷系统所产生的制冷量与制冷剂所消耗的输入功的比值。

2 常用制冷方法

2.1 蒸汽压缩式制冷

最简单的蒸汽压缩式制冷系统,由压缩机、冷凝器、膨胀阀(又称节流阀)、蒸发器4个部分组成。全部系统的构件,由管道依次连接,如图1-3所示。单级蒸汽压缩主要是指蒸汽经压缩机一次压缩。

蒸发器:制冷剂在其中沸腾,吸收被冷却介质的热量后,由液态转变为气态。

压缩机:消耗一定的外界功后,把蒸发器中的气态制冷剂吸入,并压缩到冷凝压力后排出入冷凝器中。

冷凝器:气态制冷剂在冷凝器中将热量传递给冷却介质(空气或常温水)后,冷凝成液体。

膨胀阀(节流阀):将冷凝后的高压液态制冷剂通过其节流作用,降低到蒸发压力后,送入蒸发器中。

用管道依次将这些设备连接,便形成一个封闭系统。系统工作时,压缩机将蒸发器所产生的低压、低温制冷剂蒸汽吸入汽缸内,经压缩压力升高(温度也升高)到稍大于冷凝器内的压力时,将汽缸内的高压制冷剂蒸汽排到冷凝器中。所以压缩机起着压缩和输送制冷剂蒸汽的作用。在冷凝器内高压高温的制冷剂蒸汽与温度较低的空气(或常温水)进行热交换而冷凝为液态制冷剂。这时液态制冷剂再经过膨胀阀降压后进入蒸发器,在蒸发器内吸收被冷却物体的热量后而再次汽化。这样,被冷却物体便得到冷却,而制冷剂蒸汽又被压缩机吸走。因此,制冷剂在系

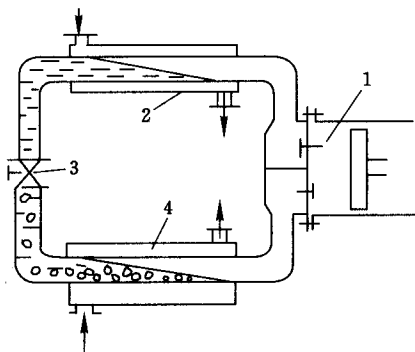


图 1-3 蒸汽压缩式制冷系统

1——压缩机;2——冷凝器;
3——膨胀阀;4——蒸发器

统中经过压缩、冷凝、膨胀、蒸发这样四个过程,完成一个循环。

2.2 蒸汽吸收式制冷

吸收式制冷,属物质相变蒸汽制冷的办法。它通过消耗热能,利用溶液吸收制冷剂的特性,吸收器、溶液泵、发生器和节流阀代替压缩机,实现对蒸汽的压缩。其余的冷凝、节流、蒸发过程,与蒸汽压缩式制冷循环基本相同。

吸收式制冷工作原理如图 1-4 所示,来自蒸发器 3 的低温低压制冷剂蒸汽,进入吸收器 4,被吸收剂溶解吸收,成为二元溶液。吸收过程中放出的溶解热由冷却水带走。二元溶液由溶液泵 5 送入发生器 6,被热蒸汽或燃气(油)或电能等热源加热升温后,吸收剂对制冷剂的溶解度变小,释放出来的制冷剂成为高压蒸汽,进入冷凝器液化。而释放出制冷剂的吸收剂则经节流降压后,返回吸收器继续工作。

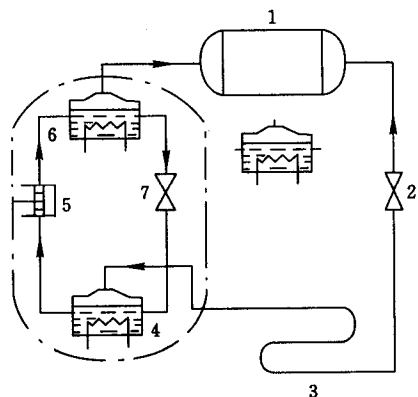


图 1-4 吸收式制冷原理图

- 1——冷凝器;2——节流阀;3——蒸发器;
4——吸收器;5——溶液泵;
6——发生器;7——节流阀

只有一个发生器的吸收式制冷机,称为单效吸收式制冷机,其制冷系数约为 0.7。有高压、低压 2 个发生器,其热源用来加热高压发生器,所产生的高压高温制冷剂蒸汽冷凝时放出的潜热,又用做低压发生器热源的,称为双效吸收式制冷机。它既降低了热能的消耗,又减少了冷凝器的冷却水量,制冷系数可达 0.9 以上。三效吸收式制冷机,有高压、中压、低压 3 个发生器,制冷系数可高达 1.5 左右。

有高、低压 2 套吸收器、发生器、溶液泵、节流阀等设备,工质经过 2 次升温的称为双级吸收式制冷机,它适用于制取较低的蒸发温度,并有较好的经济性。

2.3 蒸汽喷射式制冷

蒸汽喷射式制冷机也是依靠液体的汽化来制冷的。这一点和蒸汽压缩式及吸收式制冷完全相同,不同的是怎样从蒸发器中抽取并压缩蒸汽。在蒸汽压缩式制冷中,低压制冷剂蒸汽的压缩是通过压缩机的机械作用完成的,而蒸汽喷射式制冷,则是利用高压蒸汽的喷射、引射及扩压作用实现对蒸汽的压缩。

蒸汽喷射式制冷的工质可以是水、氨、R12、R11、R114 等,目前在空调工程中采用的基本上都是以水为工质的蒸汽喷射式制冷装置,称为水蒸气喷射式制冷装置,简称蒸汽喷射式制冷装置。

蒸汽喷射式制冷机主要由喷射器、冷凝器、蒸发器、节流阀、泵等组成,喷射器又由喷嘴、吸入室、扩压器三部分组成,如图 1-5 所示。蒸汽喷射器,具有相当于真