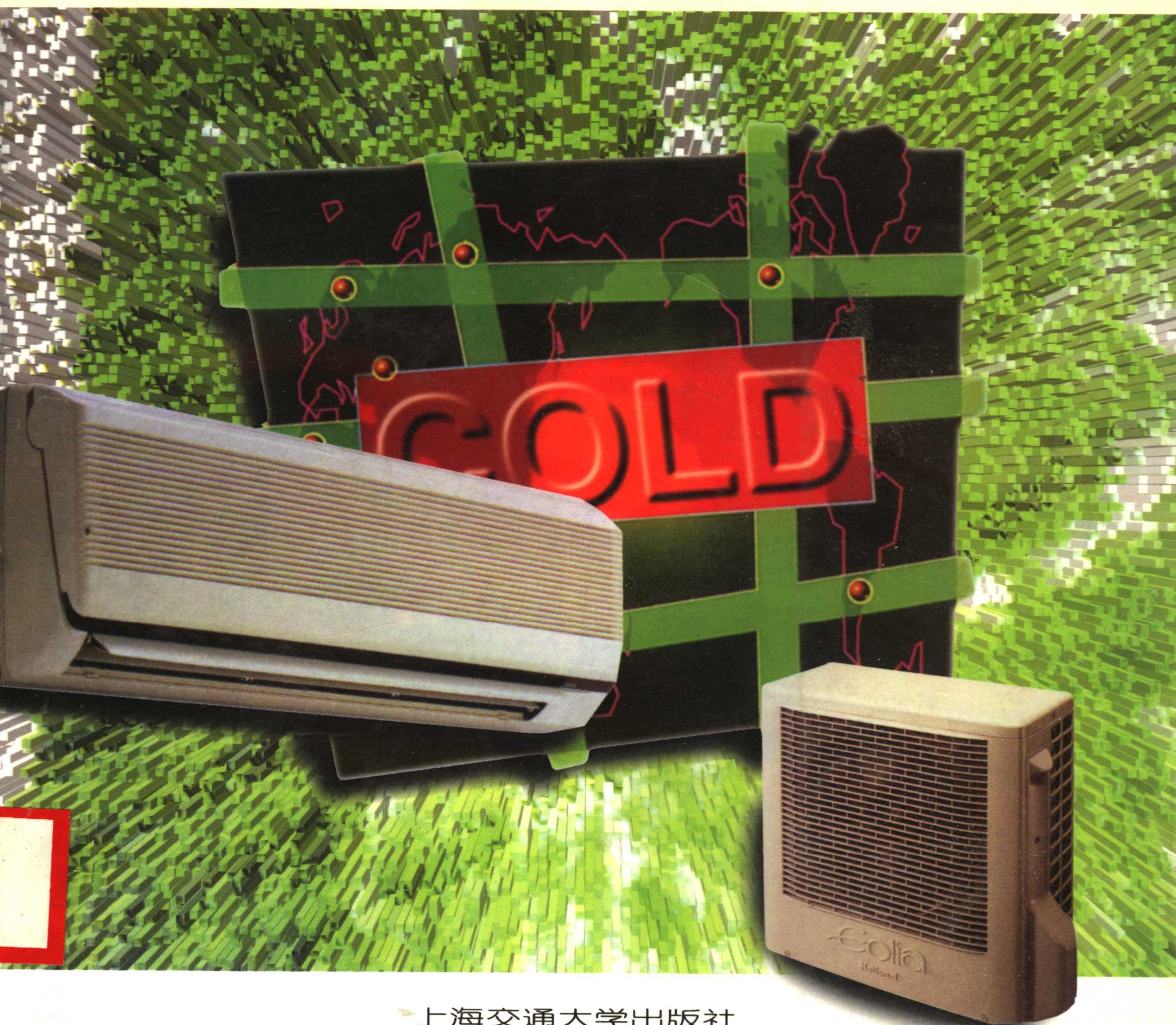


★初级制冷设备维修工应知教材

小型制冷设备 与维修

★ (第二版)

李天立 马旭升 主编



上海交通大学出版社



责任编辑 周 海
封面设计 雨 风



ISBN 7-313-01964-5



9 787313 019646 >

ISBN7-313-01964-5/TB·042

定价:23.00 元

· 全国星火计划丛书 ·

分卷

初级制冷设备维修工应知教材 分卷

小型制冷设备与维修

(第二版)

主 编 李天立 马旭升

编 者

马旭升 王 澈 王雅琦 李天立

龚 萍 陈英敏 单柳诚 周 海

周宪春 唐秉寰 滕英纯 顾田心

主 审 徐德胜

上海交通大学出版社

内 容 简 介

本书是由中国医疗器械工业公司制冷设备企业协会组织编写的初级制冷设备维修工“应知”培训教材,适合电冰箱、冷藏箱、低温箱、药用冰箱、空调器、冷冻治疗器等小型制冷设备的使用、维修人员阅读。其内容主要有制冷原理、制冷压缩机、制冷系统主要部件、电气及温控系统、制冷设备的检修工艺及方法、常用材料及检修工具等,另外还详细介绍了电冰箱、冷藏箱、低温箱和空调器的结构、常见故障及维修方法。本书于1988年9月初版发行后,受到各地读者的欢迎,先后重印8次,累计印数达8.2万册,1997年重新修订,加强了空调器部分的内容,使之更为实用。本书叙述由浅入深,结合实例讲解,读者易学,实用性强,可供各行业制冷维修工培训班选作教材,也可供广大读者参考。

小型制冷设备与维修

(第二版)

上海交通大学出版社出版、发行

上海市番禺路877号 邮政编码200030

全国新华书店经销

立信会计出版社常熟市印刷联营厂·印刷

开本:787×1092(毫米) 1/16 印张:19.5 插页:4 字数:482 000

版次:1998年5月 第2版 印次:1998年6月 第1次

印数:1—6 000

ISBN7-313-01964-5/TB·042 定价:23.00元

第 二 版 前 言

本书以叙述小型氟利昂制冷设备,如电冰箱、冷藏箱、低温箱、血液冷藏箱、药用冰箱、空调器、恒温恒湿机、除湿机、冷冻治疗器械等的维修为主,也较详细地讲述了各类制冷设备的原理、结构和常见故障,还介绍了有关进口冷藏设备的维修资料。

本书由李天立、马旭升主编,其中第一、二章由李天立编写,第三、四、五、六、七章由马旭升编写,第八章由王雅琦编写,第九章由马旭升、单柳诚编写,第十章由唐秉寰编写,第十一章由滕英纯编写,第十二、十三、十四章由马旭升、周宪春、王澈重新编写,周海补充除湿机一节,第十五章由周宪春编写,附录由龚萍选编,新增图稿由曹美娟绘制,最后由李天立、马旭升审阅定稿。在编写过程中,中国医疗器械工业公司制冷设备企业协会及有关会员单位给予了大力支持,特于本书修订第二版出版之际,向上述单位和有关专家表示衷心感谢。

本书编写过程中曾参考和引用了国内外出版的有关书籍、文献中的实用经验、理论数据等,在此不一一列出。

由于编者的业务水平有限,错误与缺点在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

1997 年 4 月修订于沈阳

培训班上课时间分配建议表

章	教 学 内 容	学时
1	制冷原理:热力学、传热学、制冷原理和系统	4
2	制冷剂 and 冷冻油的特性	4
3	制冷压缩机:重点为全封闭式压缩机、压缩机故障分析及检修	8
4	制冷系统主要部件	4
5	电气控制系统及部件	6
6	制冷设备检修:温控器、启动继电器、电磁阀、电容器、保护电器、控制电器、加热器	4
7	维修工具及常用材料	2
8	电冰箱:工作原理、结构、电路、故障检修	6
9	冷藏箱:工作原理、结构、维修方法	4
10	* 血液和药品冷藏箱:原理和结构概况	4
11	低温箱:原理、制冷系统、结构概况	6
12	窗式空调器:重点是单冷和热泵型空调器的工作原理、制冷系统、控制系统、检修方法	10
13	分体式空调器:挂壁式和柜式空调器的工作原理、结构、制冷系统、电气控制	10
14	柜式空调器、恒温恒湿机、除湿机	4
15	* 医用冷冻医疗器械	4
	(* 普通班不上, 医疗系统培训班加上) 合计	80~90

目 录

第一章 制冷原理	1
第一节 概述.....	1
第二节 热力学基础.....	2
第三节 传热学基础.....	5
第四节 制冷原理.....	9
第五节 制冷系统	11
第二章 制冷剂 and 冷冻油	17
第一节 氟利昂	17
第二节 冷冻油	24
第三节 氟利昂和冷冻油与制冷装置性能的关系	26
第三章 制冷压缩机	29
第一节 制冷压缩机的分类及工作原理	29
第二节 封闭式压缩机	30
第三节 封闭式压缩机的常见故障及维修方法	50
第四节 开启式和半封闭式压缩机	54
第五节 开启式压缩机的常见故障及维修方法	59
第四章 制冷系统主要部件	65
第一节 蒸发器	65
第二节 冷凝器	67
第三节 过滤器	69
第四节 膨胀阀 毛细管	70
第五节 膨胀容器 蒸发冷凝器	76
第六节 贮液器	77
第五章 电气控制系统主要部件	78
第一节 温度控制器	78
第二节 启动继电器	82
第三节 电磁阀	85
第四节 压力继电器	88

第五节	运转用电器元件	90
第六节	保护用电器元件	91
第七节	控制用电器元件	94
第八节	压缩机曲轴箱加热器	95
第六章	制冷设备检修的主要操作工艺及方法	97
第一节	部件的清洗和干燥	97
第二节	管路焊接	99
第三节	系统吹污与气密性试验	101
第四节	检漏	102
第五节	抽真空	103
第六节	充灌制冷剂	105
第七节	系统中残留空气的排放	107
第八节	系统中水分的排除	108
第九节	添加润滑油	109
第七章	维修工具及常用材料	111
第一节	通用工具及材料	111
第二节	专用工具及操作方法	112
第八章	电冰箱	119
第一节	概述	119
第二节	单门电冰箱	120
第三节	风冷式双门双温电冰箱	122
第四节	直冷式双门双温电冰箱	124
第五节	立式大型双门双温电冰箱	127
第六节	三门电冰箱	128
第七节	电冰箱的常见故障及维修方法	128
第九章	冷藏箱	134
第一节	封闭式机组冷藏箱	134
第二节	开启式机组冷藏箱	137
第三节	冷藏箱的检查方法	139
第四节	冷藏箱的常见故障及维修方法	141
第十章	血液冷藏箱和药品冷藏箱	149
第一节	概述	149
第二节	血液冷藏箱(血库冰箱)	149
第三节	药品冷藏箱	158

第十一章 低温箱	161
第一节 低温制冷及低温箱.....	161
第二节 长城牌低温箱.....	163
第三节 美国 Kelvinator 低温箱	167
第四节 日本三洋低温箱.....	174
第五节 低温箱的常见故障及维修方法.....	178
第十二章 窗式空调器	182
第一节 概述.....	182
第二节 单冷型窗式空调器.....	186
第三节 电热型窗式空调器.....	191
第四节 热泵型窗式空调器.....	193
第五节 带空气负离子装置的窗式空调器.....	199
第六节 窗式空调器的安装及注意事项.....	200
第七节 窗式空调器的常见故障及排除方法.....	204
第十三章 分体式空调器	212
第一节 概述.....	212
第二节 分体挂壁热泵型空调器.....	212
第三节 分体柜式电热型空调器.....	222
第四节 分体柜式热泵型空调器.....	226
第五节 东芝分体柜式热泵型空调器.....	232
第六节 分体式空调器的安装及注意事项.....	237
第七节 分体式空调器的常见故障及排除方法.....	251
第十四章 柜式空调器 恒温恒湿机 除湿机	255
第一节 概述.....	255
第二节 风冷式冷风机.....	255
第三节 水冷式冷风机.....	257
第四节 风冷式冷热风机.....	260
第五节 水冷式冷热风机.....	264
第六节 风冷式恒温恒湿机.....	265
第七节 水冷式恒温恒湿机.....	267
第八节 柜式空调器、恒温恒湿机的使用与安装	272
第九节 柜式空调器、恒温恒湿机的常见故障及排除方法	277
第十节 冷冻除湿机的原理和结构简介.....	278
第十五章 医用冷冻治疗器械	282

第一节	概述.....	282
第二节	医用冷冻治疗器械常用的制冷剂.....	282
第三节	获得低温的方法.....	284
第四节	医用冷冻治疗器械的种类及结构原理.....	286
附录	制冷剂特性表、常用单位换算表和制冷剂压焓图	296
附表 1	NH ₃ 、R12、R22 和 R134a 的液体和饱和蒸气热力性质表	296
附表 2	常用单位换算表	301
参考文献		302

第一章 制冷原理

第一节 概 述

随着科学技术的发展,制冷在石油化工、医药卫生、工业生产、工程施工、各种低温或超低温的科学试验、航天技术以及人们的日常生活中都得到越来越广泛的应用。

几百年前,人们就懂得在冬季存贮天然冰或从寒冷地区采掘天然冰作为冷源,用于冷藏易腐食品、防暑降温、治疗疾病。欧美一些国家就曾出现过大规模的天然冰贸易,据文献记载,1854 年仅美国波士顿出口天然冰就达 156000t 之多;第一次世界大战后,英国仍从挪威进口少量天然冰,天然冰贸易直至 30 年代才告结束。对天然冰的广泛需求刺激了制冷技术的出现和发展,1834 年, Jacob Perkins 申请了一份英国专利,内容如图 1-1 所示,该专利阐述的制冷技术可以说是当代蒸气压缩式制冷装置的雏形。

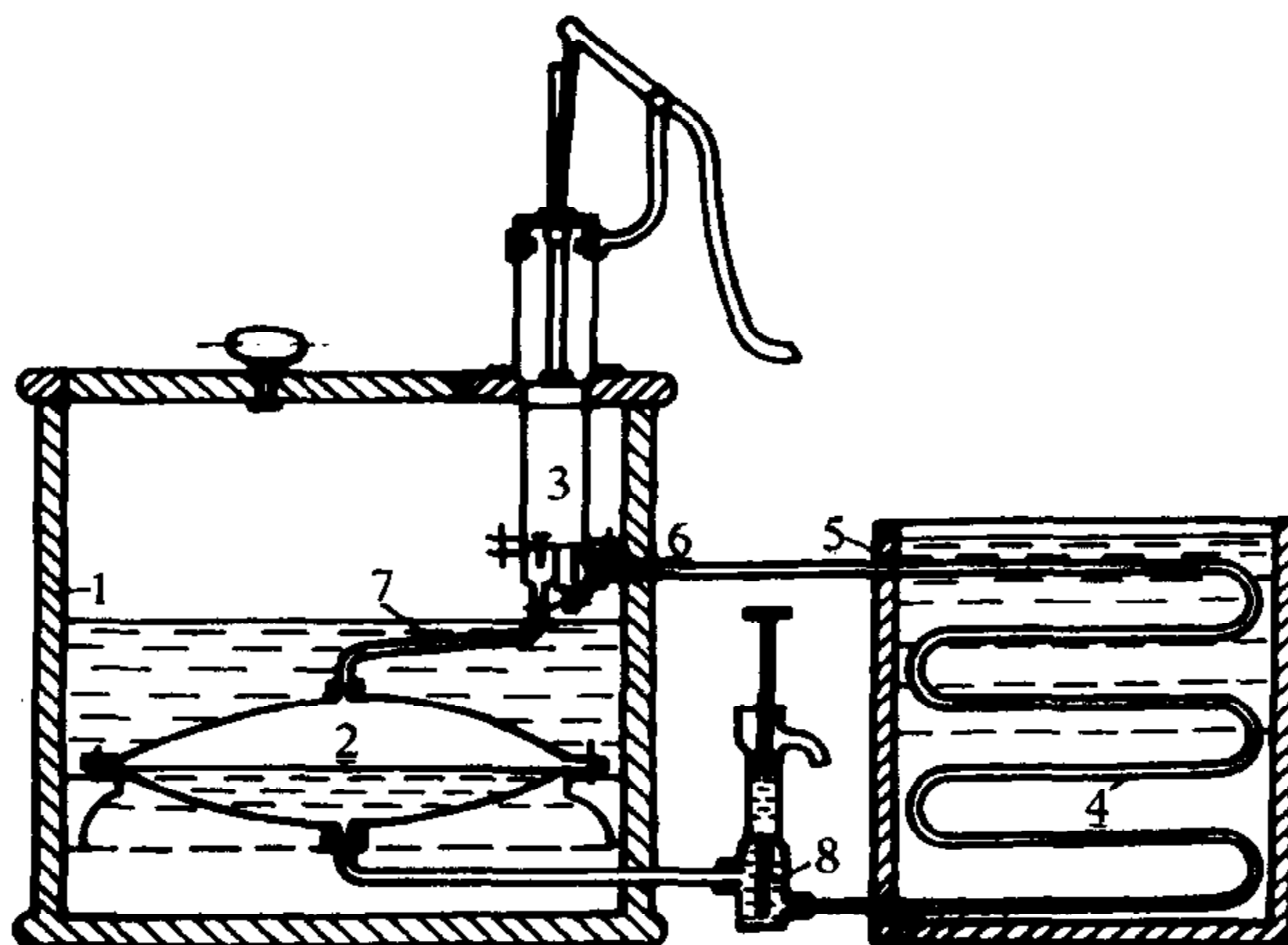


图 1-1 Jacob Perkins 制冷机

1. 外壳 2. 冷凝器 3. 压缩机 4. 蒸发器 5. 冷冻箱 6. 吸气管 7. 冷却水 8. 节流阀

制冷方法分为以下几种:

- (1) 蒸气压缩式制冷。
- (2) 吸收式制冷。
- (3) 蒸气喷射式制冷。
- (4) 气体膨胀式制冷。
- (5) 热电制冷。

在上述制冷方法中,蒸气压缩制冷是最经济而且应用最广泛的制冷方法,是本书讲述的重点,其原理是利用氨或氟利昂等液体的蒸发潜热从被冷却物体中吸热而实现制冷。图 1-2 为蒸气压缩式制冷循环过程的示意图。经膨胀阀节流进入蒸发器的液体,从周围物体中吸取蒸发潜热而蒸发,蒸发后变成低温低压气体被制冷压缩机(以下简称制冷机)吸入,经制冷机

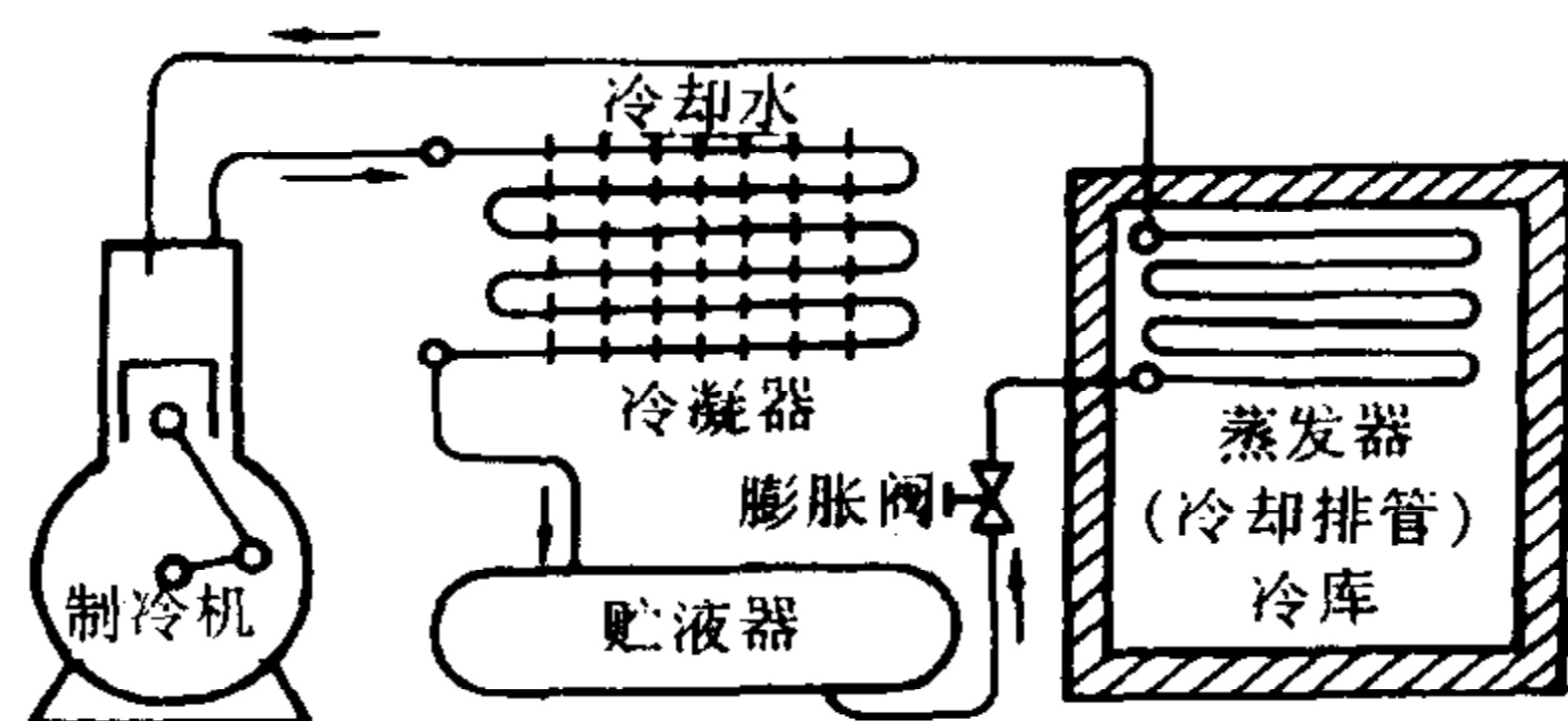


图 1-2 蒸汽压缩式制冷循环

压缩后变成高温高压气体进入冷凝器；在冷凝器中，此气体用常温的冷却水或空气将其冷却成高压液体，再经膨胀阀进入蒸发器。如此循环往复，从低温处吸热实现制冷，再利用机械的作用在高温处将热量放掉。

制冷机的作用是把热量从低温处转移至高温处，它与水泵把水从低处送往高处的作用相似，水泵的吸水量与排水量是相等的，而制冷机

转移至高温处放掉的热量则等于吸取的热量再加上制冷机耗功所转化的当量热。

第二节 热力学基础

在制冷技术中，经常遇到压力、温度、焓和熵等概念，这些物理量都是表征制冷工质状态的状态参数。本节逐一阐述它们的物理意义及度量单位等。

一、压力

物体表面所受到的垂直作用力称为压力，单位面积上的压力称为压强，用符号 P 表示。在工程中，习惯把压强称为压力。在制冷系统中，蒸发器内制冷剂气体的压力可看作是气体分子撞击蒸发器内壁的结果，其作用方向总是垂直于蒸发器内壁表面，这一压力通常称之为制冷剂的蒸发压力。

由上可知，工程上的压力定义式为：

$$P = \frac{F}{S}。$$

在国际单位制中，力的单位为牛顿，以符号 N 表示；面积的单位为平方米，以 m^2 表示；因而，压力的单位为牛顿/平方米，用符号 N/m^2 表示。 $1N/m^2$ 等于 1 帕斯卡，帕斯卡以符号 Pa 表示。由于一般情况下帕斯卡单位量值很小，所以通常使用千帕斯卡为单位，即 kPa 。

我们四周空气的压力是由地面上几百公里厚的大气层的重量所形成的，称为大气压力。大气压力随地理位置和气候条件而变化，物理学上所指的物理大气压，是在纬度 45° 的海面上，大气的常年平均压力，或称为标准大气压：

$$1 \text{ 标准大气压 (atm)} = 1.01 \times 10^5 Pa。$$

工程上为使用和计算方便，把 1 个大气压力作为 $0.98 \times 10^5 Pa$ 来计算，称为一个工程大气压，简称大气压。即：

$$1 \text{ 工程大气压} = 0.98 \times 10^5 Pa = 98 kPa。$$

制冷系统中，制冷机的吸、排气口压力、各种容器中的压力大小就是用工程大气压来表征的。

在工程上，由于测量和计算的需要，还常用绝对压力、表压力及真空度等几种方式来表示压力的大小。所谓绝对压力，是指容器中的气体对于容器内壁的实际压力，用符号 $P_{\text{绝}}$ 表示，表压力是用压力表测量出的压力，其值等于绝对压力和当地大气压力之差，用符号 $P_{\text{表}}$ 表示，即：

$$P_{\text{表}} = P_{\text{绝}} - B(\text{当地大气压})。$$

工程上为计算方便,将 B 按 $0.98 \times 10^5 \text{Pa}$ 考虑,故得:

$$P_{\text{绝}} = P_{\text{表}} + 0.98 \times 10^5。$$

当容器中的绝对压力比大气压力还低时,表压力即为负值。容器内的绝对压力小于当地大气压力的数值称为真空度,用符号 $P_{\text{真}}$ 表示。

绝对压力和真空度的关系为:

$$P_{\text{真}} = 0.98 \times 10^5 - P_{\text{绝}}。$$

用水银柱高度表示真空度时,则为:

$$P_{\text{绝}} = \left(1 - \frac{h}{76}\right) \times 10^5,$$

式中 $P_{\text{绝}}$ ——绝对压力(Pa);

h ——真空度(水银柱高度,即 cmHg)。

二、温度和热量

温度是标志物体冷热程度的尺度。也就是说,当两个物体相接触时,如果有热量自 A 物体传至 B 物体,那么 A 的温度就高于 B,反之,则 B 的温度高于 A。若两者间没有热量传递,两物体的温度就相等。

测量温度的标尺称为温标。工程上使用的温标有热力学百度温标和热力学绝对温标两种。热力学百度温标习称摄氏温标,用符号 $^{\circ}\text{C}$ 表示,该温标规定,在标准大气压下,冰的融点为 0 度,水的沸点为 100 度,两点间的百分之一为 1 摄氏度,表示为 1°C 。热力学绝对温标习称开氏温标,用符号 K 表示,它的温标间隔与摄氏温标间隔相同,只是起点不同。热力学中规定,当物质内部分子的均方根速度为零时,其绝对温度为 0 度,即 $T = 0\text{K}$ 。

绝对温度与摄氏温度的关系为:

$$T = t + 273(\text{K})。$$

例:设低温箱的箱温降至摄氏 -40°C ,问此时箱温的绝对温度为几度?

解:低温箱箱温的绝对温度为

$$\begin{aligned} T &= t + 273 \\ &= -40 + 273 \\ &= 233(\text{K})。 \end{aligned}$$

测量温度所使用的温度计种类很多,制冷工程中常用的有玻璃温度计、热电偶温度计、电接点式温度计、电阻温度计和半导体温度计等。

当高温物体 A 和低温物体 B 相接触时,两者间就发生了能量交换。这种能量交换是以传热的形式进行的,传热的结果是高温物体 A 把能量传递给了低温物体 B,所传递能量的多少是用热量来度量的,因此,热量是能量传递的度量。也就是说,只有在能量的传递过程中才有所谓的热量,离开了能量的传递过程就谈不上什么热量了。热量的单位为焦耳,用字母 J 表示,或以千焦耳(kJ)表示。

温度与热量传递有密切关系,同一种物体,吸收或放出的热量不同,温度变化也不同;对于不同的物体,即使所吸收或放出的热量相同,温度变化也不一定相同。单位质量的物体温度升高(或降低) 1°C 所吸收(或放出)的热量称为该物体的比热容,用符号 C 表示,单位是 $\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 或 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。在一个标准大气压下,1kg 水温度升高或降低 1K,所吸收或放出的热量为

4.2kJ,因此水的比热容为 4.2kJ/(kg·K)。

对于同样质量的不同种物质,升高的温度相同时,比热容大的物体需要吸收的热量就多。物体的比热容除与物体的性质有关以外,还与物体所处的温度有关。例如,食品的比热容随食品中水分含量和温度的不同而异。在制冷技术中,对于温度变化不大的物质,可以认为其比热为常数。但有的物体(如食品)温度变化会引起内部水分的冻结或融化,此时比热容也有较大的变化。

物体的质量与比热容的乘积,即为物体的热容量。它表示该物体温度升高(或降低)1℃时所吸收(或放出)的热量。物质不同,其热容量也不相同。

例:将 5kg15℃的水加热至 32℃,需要输入多少热量?

$$\begin{aligned}\text{解: } Q &= C \cdot m \cdot \Delta t \\ &= 4.2 \times 5 \times (32 - 15) \\ &= 357(\text{kJ}).\end{aligned}$$

三、焓与熵

焓和熵的定义都可以用数学式给出,它们的物理意义却很难作简明通俗的表述。可是,它们在制冷工程计算中具有特别重要的作用,其重要性不在压力、温度等参数之下。这里,只要会运用就可以了。

焓是一个复合状态参数,它是工质的内能和推动功的总和。在制冷系统中,工质不断地循环运动,工质的焓在循环中也相应地发生变化。当焓增加时,表明工质从外界吸收了热量或系统外对其作了功;当焓减少时,表明工质对外界放热或作功。焓用符号 i 表示,其单位是 kJ/kg。

焓在制冷工程热力学计算中具有广泛的用途。在制冷循环计算中,用制冷剂由某状态变化到另一状态时焓值的变化,可直接计算出热量或功耗的大小。因此,工程上只要求知道工质状态变化时焓的相应变化量就够了。为了便于计算。取 0℃的制冷剂饱和液体的焓(200 或 500kJ/kg)为基准,然后确定其他状态下焓的相对值。

熵是判断热力过程进行方向的一个参数,也就是说,没有熵的变化就没有传热。工质的熵增加,即表示其吸入了热量,反之,表示放出热量。熵用符号 S 表示,单位是 kJ/(kg·K)。

熵和热量及温度的关系如下:

$$\Delta S = \frac{Q}{T} [\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})].$$

式中 Q ——1kg 物质所获得的热量(kJ/kg);

T ——物质在获得热量时的绝对温度(K)。

在制冷工程中,通常把 0℃时饱和制冷剂液体的熵值定为 1.0kJ/(kg·K),然后确定其他状态下熵的相对值。

四、热力学的基本定律

热力学的基本定律(热力学第一定律和热力学第二定律)是制冷工程的热力学基础。热力学第一定律表明了热和功之间互相转换和它们之间的当量关系,即不论在什么场合下,一定量的热量消失时,必会产生一定量的机械能(作了功)。反之,消耗了一定量的功时,必然会出现与

此对应的一定数量的热能。热力学第一定律是能量守恒定律在热力学中的表述。

热和功互相转化的当量关系可由下式表示：

$$Q = A \cdot L,$$

式中 Q ——热量(J)；

L ——功(J)；

A ——功的热当量。

功的热当量 A 的单位与数值同 Q 和 L 的单位有关。在国际单位制中, Q 和 L 的单位均为焦耳,因而根据能量守恒定律, A 为无量纲数,其值为 1。所以,当使用国际单位制时,功和热的关系式如下：

$$Q = L.$$

这就是说,1J 的热量全部转变为功时,可得 1J 的机械功。

热力学第一定律说明了热能和机械能转化时相互间数量上的关系,但并没有指出能量转化的方向和必备的条件。

人们从长期的生活实践中观察到,自然现象的进行有一定的方向性。例如两个温度不同的物体相接触时,热量总是从高温物体转向低温物体,而不可能反向进行。机械能可以通过摩擦变为热能,而热能却不可能通过摩擦变为机械能。前一过程的进行不需要任何条件,是自发进行的,而后一过程却不可能自发进行,要使它们成为可能,必须具备一定的补充条件。这些经验就被归纳为热力学第二定律。

热力学第二定律可表述为:热不可能自发地、不付代价地从一个低温物体传到另一个高温物体。可以说,热力学第二定律从本质上阐述了“制冷”的含义。在制冷工程中,为了冷冻食品,必须从低温物体中吸收热,再把热转移给常温的水或空气,这种从低温物体向高温物体的热转移,需要在制冷机上消耗一定的机械功。

第三节 传热学基础

热力学第二定律阐述了热的传递方向,但是没有指出传热的形式和传热的规律。传热是热量从高温的物体通过中间媒介向低温物体转移的过程,这是一个复杂的过程,它有三种形式,即导热、对流和辐射。

在导热和对流的过程中,传热的物体必须互相接触,所以称作接触传热;传递辐射热时则物体间不必互相接触,所以又称作非接触传热。小型制冷设备中的传热,通常只考虑导热和对流两种形式。

制冷系统中的传热问题不外乎以下两种:一种是力求传热的加强(蒸发器、冷凝器上的传热);另一种是力求传热的减弱(如冷库的隔热保温、低温管道的保温)。

一、传热温差和传热热阻

如果物体内部存在着温差,热量会从高温部分向低温部分传递,导致热量传递的原动力是传热温差。

在热量由高温部分向低温部分传递的过程中,介质的温度降是连续的。如图 1-3 所示,温度 t_1 降至 t_2 ,均为连续变化。热量传递时由于传热温差克服了传热热阻,热量从而由 I 侧传递

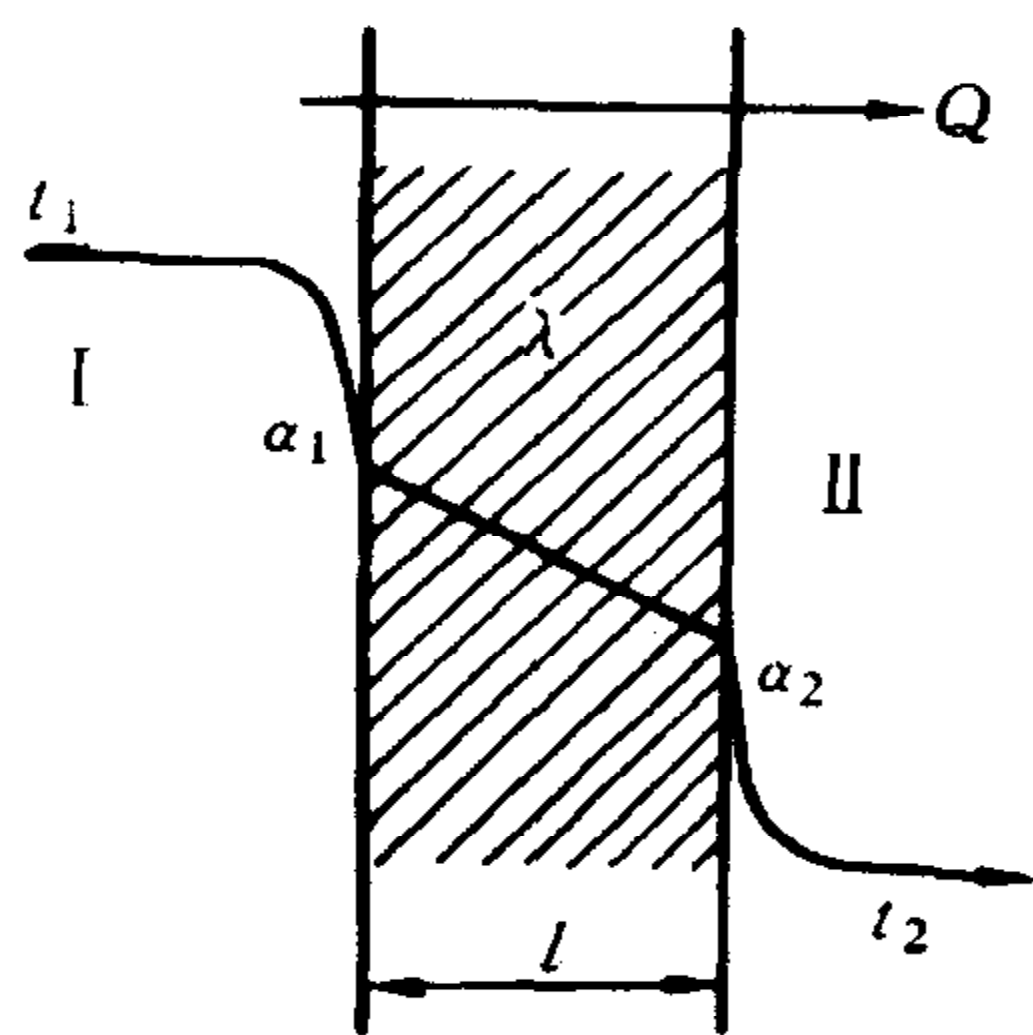


图 1-3 平壁的传热

到Ⅱ侧。

传热量、传热温差和传热热阻三者有如下关系：

$$Q = \frac{\Delta t}{W},$$

这里， Q 为单位时间内通过单位面积传递的热量， Δt 为传热温差， W 为传热热阻。上述关系同电学中的欧姆定律相类似，传热量相当于电流，温差相当于电压，而热阻就相当于电阻。

二、导热

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。

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：

$$Q = \lambda \frac{F}{L} (t_1 - t_2) = q \cdot F,$$

式中 Q ——导热量(kJ/h)；

λ ——壁材料的导热系数(kJ/(m·h·K))；

F ——导热的壁面积(m²)；

L ——平壁厚度(m)；

q ——单位面积上的导热量(kJ/(m²·h))；

t_1, t_2 ——温度(K)。

上式中， $\lambda \frac{F}{L}$ 的倒数即为导热热阻。若计算单位面积上的导热量，则 $\frac{\lambda}{L}$ 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。各种材料的导热系数值见表 1-1。

表 1-1 各种材料的导热系数 λ

材 料	λ (kJ/(m·h·K))	材 料	λ (kJ/(m·h·K))
铜	1386	玻 璃	2.86
铝	735	水	2.14
钢	201.6	玻璃丝棉	0.13
新霜	0.38	发泡塑料	0.08
旧霜	1.76	空 气	0.08

三、对流放热

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作对流放热。它是一种表面放热现象。

对流放热的强弱取决于放热热阻。图 1-4 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 F ,那么传递的热量 Q 与面积 F 和温差 $t_f - t_w$ 成正比,即:

$$Q \propto F \cdot (t_f - t_w)。$$

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 α ,则上式为:

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

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

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

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

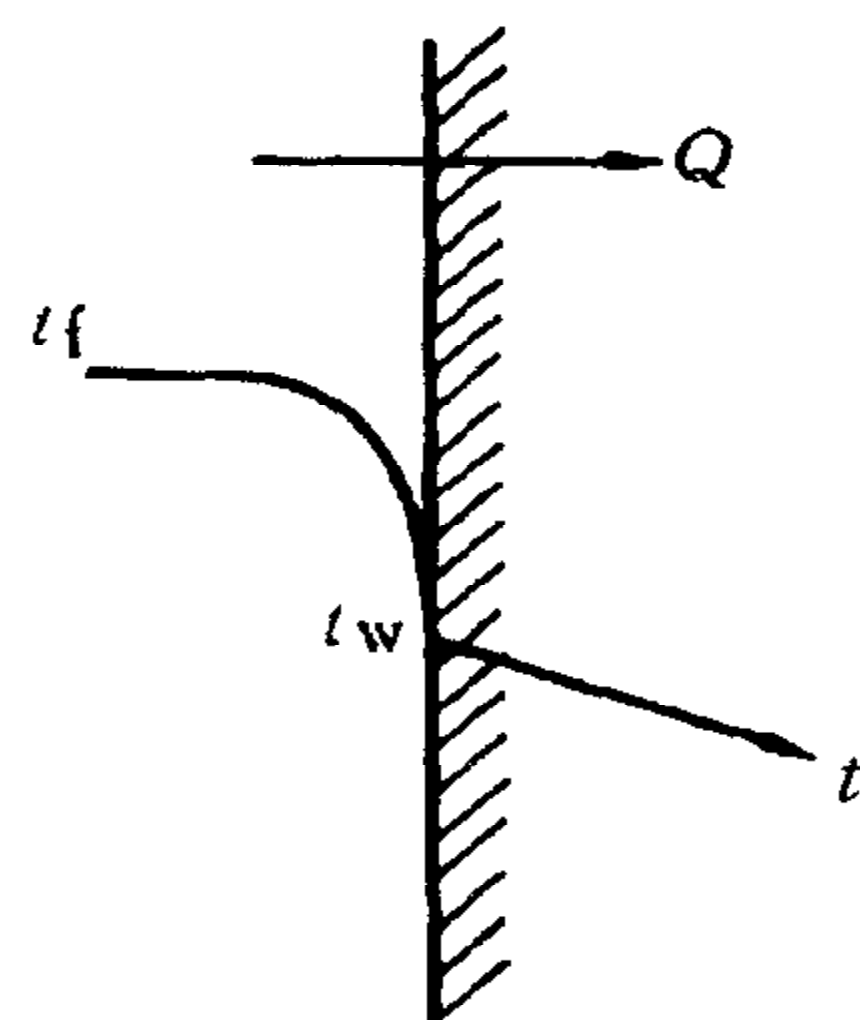


图 1-4 表面放热

表 1-2 放热系数 α

流体的种类和状态	$\alpha(\text{kJ}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K})$
气体 (静止)	4~20
气体 (流动)	10~50
液体 (静止)	70~300
液体 (流动)	200~1000
冷凝面 (R12)	1600
蒸发面 (R12)	1700

四、通过传热壁的传热

热从温度较高的流体 A 传至温度较低的流体 B,往往不是导热、对流等单一形式的传热,而是一个复杂的过程。由于传热的条件不同,某一种形式可能占据主导地位。图 1-3 中的传热就是以对流放热为主导形式的。温度为 t_1 的流体 A 同壁面进行对流换热,壁内进行导热,然后另一侧壁面再与流体 B 进行对流换热,从而完成流体 A 与流体 B 的传热。当传热量为 Q 时,则