



制冷设备制造安装与维修
系列教材

走进制冷世界

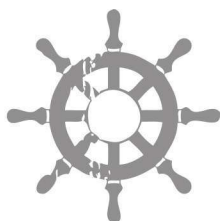
Entering the World of Refrigeration

赵金萍 主编



中国海洋大学出版社
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

| 制冷设备制造安装与维修系列教材 |



走进制冷世界

主 编 赵金萍
副主编 王宾宾 杨 燕
编 者 赵金萍 王宾宾 杨 燕
杨 丽 赵 飞
主 审 徐立山

中国海洋大学出版社
• 青岛 •

图书在版编目(CIP)数据

走进制冷世界/赵金萍主编. —青岛:中国海洋
大学出版社,2016.12

ISBN 978-7-5670-1210-3

I. ①走… II. ①赵… III. ①制冷装置—安装—中等
专业学校—教材②制冷装置—维修—中等专业学校—教材
IV. ①TB657

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 011008 号

出版发行	中国海洋大学出版社	
社 址	青岛市香港东路 23 号	邮政编码 266071
出 版 人	杨立敏	
网 址	http://www.ouc-press.com	
电子信箱	flyleap@126.com	
订购电话	0532—82032573(传真)	
责任编辑	张跃飞	电 话 0532—85901092
印 制	日照报业印刷有限公司	
版 次	2017 年 5 月第 1 版	
印 次	2017 年 5 月第 1 次印刷	
成品尺寸	185 mm×260 mm	
印 张	8.5	
字 数	189 千	
印 数	1~1 000	
定 价	20.00 元	

发现印装质量问题,请致电 0633—8221365,由印刷厂负责调换。

制冷设备制造安装与维修系列教材

编委会

主 编 王佐恺 徐立山
副主编 于 群 王达伟 吕长春 唐 婧
高 群 杨 丽 崔胜博
编 委 赵金萍 王宾宾 赵 飞 杨 燕
刘传昭 陈爱美

《走进制冷世界》编委会

主 编 赵金萍
副主编 王宾宾 杨 燕
编 者 赵金萍 王宾宾 杨 燕 杨 丽
赵 飞
主 审 徐立山

前 言



《走进制冷世界》全书分为 5 个单元,围绕制冷发展史、生活中的制冷、制冷基本操作技能、制冷维修良好操作以及制冷新工艺介绍,展开描述。

本书由青岛海洋技师学院赵金萍任主编,王宾宾、杨燕任副主编,徐立山任主审,参加编写的有杨丽、赵飞。本书在编写过程中得到了制冷专业教研室各位老师的大力支持,也得到青岛制冷企业的技术支持和帮助。他们提出了许多宝贵意见和建议,提供了大量的素材资料,使教材内容更加丰富、翔实。在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平和专业能力有限,书中难免有不足之处,敬请有关专家和读者批评指正。

编 者

目 录



第一单元 制冷发展史	(1)
第一节 制冷方法介绍	(1)
第二节 家用制冷器具的发展	(4)
第三节 商用制冷的发展史	(9)
第四节 制冷剂的变迁	(12)
第五节 青岛制冷企业介绍	(17)
第二单元 生活中的制冷	(21)
第一节 “衣”中的制冷	(21)
第二节 “食”中的制冷	(23)
第三节 “住”中的制冷	(26)
第四节 “行”中的制冷	(45)
第三单元 制冷基本操作技能	(53)
第一节 割管与封管	(53)
第二节 扩口与胀口	(55)
第三节 弯管加工	(59)
第四节 气焊技术	(62)
第五节 万用表及其一般使用	(67)
第六节 钳形表的使用	(74)
第七节 兆欧表的使用	(77)
第八节 检漏工具及其使用	(81)
第四单元 制冷维修良好操作	(85)
第一节 国家政策法规	(85)
第二节 ODS 制冷剂替代的趋势	(102)



第三节	新型制冷剂介绍	(106)
第四节	高压检漏设备的使用	(110)
第五节	制冷剂回收设备的使用	(113)
第五单元	制冷新工艺介绍	(118)
第一节	洛克环连接	(118)
第二节	磁悬浮压缩机	(124)

第一单元 制冷发展史

第一节 制冷方法介绍



学习目标

1. 了解制冷技术的概念；
2. 知道单级蒸汽压缩式制冷系统的基本工作原理；
3. 了解吸收式制冷系统的基本工作原理。



知识平台

一、制冷技术基础

(一) 制冷技术

制冷技术是一种用人工方法取得低温的技术,即人工的方法,通过一定的设备在一定的时间内使某一空间内物体的温度低于周围环境的温度,并维持这个低温的技术。

根据热力学第一定律,人工制冷是借助制冷装置,通过消耗一定的外界能量,迫使热量从温度相对较低的被冷却物体转移到温度相对较高的周围介质(水或空气),从而使被冷却物体的温度降低到所需要的温度,并保持这个低温的过程。

目前人工制冷的方法很多,常见的有蒸汽压缩式制冷、吸收式制冷、热电制冷等。制冷的另一种途径是天然制冷。天然制冷利用的是天然冰、深井水和地道风等天然冷源。其能耗较少,但受地理条件的限制,使用范围较窄,因而在现代生产中很少被采用,而人工制冷则被广泛应用。

(二) 物质的三种集态

物质有 3 种集态:固态、液态、气态。3 种集态之间可以相互转换,如图 1-1 所示。制冷专业利用物体气态与液态的转换,来实现热量的传递。

1. 液体的汽化

物质由液态变为气态的过程称为汽化。汽化是一种吸热过程。汽化有蒸发和沸腾两种形式。

蒸发是指在液体表面发生的汽化过程。通常,温度越高、液面暴露面积越大,蒸发速率越快;溶液表面的压强越低,蒸发速率越快。

沸腾是指液体受热超过其饱和温度时,在液体内部和表面同时发生剧烈汽化的现



象。不同液体的沸点不同。即使是同一液体,它的沸点也会随外界大气压强的改变而改变。

2. 气体的液化

由气体放热变为液体的过程,称为液化,亦称凝结。

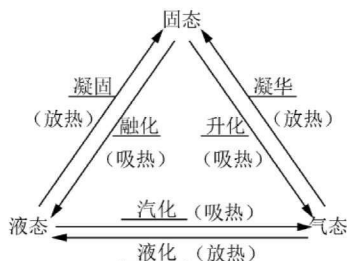


图 1-1 集态及其转换

二、单级蒸气压缩式制冷系统的工作原理

单级蒸气压缩式制冷系统由压缩机、冷凝器、节流阀和蒸发器组成;其基本工作原理如图 1-2 所示。

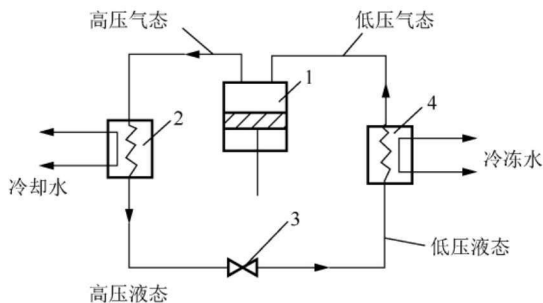


图 1-2 单级压缩制冷系统的基本工作原理

1—活塞式压缩机;2—冷凝器;3—节流阀;4—蒸发器

(一) 单级蒸气压缩式制冷系统中各组成部件的功用

压缩机——抽吸制冷剂,维持蒸发器低温;压缩制冷剂,促进制冷剂循环。

冷凝器——使高压高温气态制冷剂放热冷凝成液态。

节流阀——节流降压制冷剂,制造蒸发器低温。

蒸发器——使低压低温液态制冷剂吸热汽化成气态。

(二) 单级蒸气压缩式制冷系统的工作过程

其工作过程如下。制冷剂在蒸发压力下沸腾,蒸发温度低于被冷却物体或流体的温度。压缩机不断地抽吸蒸发器中产生的蒸气,并将它压缩到冷凝压力,然后送往冷凝器,在冷凝压力下,等压冷却和冷凝成液体。制冷剂冷却和冷凝时放出的热量传给冷却介质(通常是水或空气)与冷凝压力相对应的冷凝温度一定要高于冷却介质的温度,冷凝后的液体通过节流阀进入蒸发器。当制冷剂通过节流阀时,压力从冷凝压力降到蒸发

压力,部分液体气化,剩余液体的温度降至蒸发温度,于是离开节流阀的制冷剂变成温度为蒸发温度的两相混合物。混合物中的液体在蒸发器中蒸发,从被冷却物体中吸取它所需要的气化潜热。混合物中的蒸气通常称为闪发蒸气,在它被压缩机重新吸入之前几乎不再起吸热作用。

三、吸收式制冷系统的基本工作原理

(一) 组成部件的功用

吸收式制冷系统由发生器、冷凝器、蒸发器、泵和溶液热交换器等组成。图 1-3 为双筒式溴化锂吸收式制冷系统的示意图。

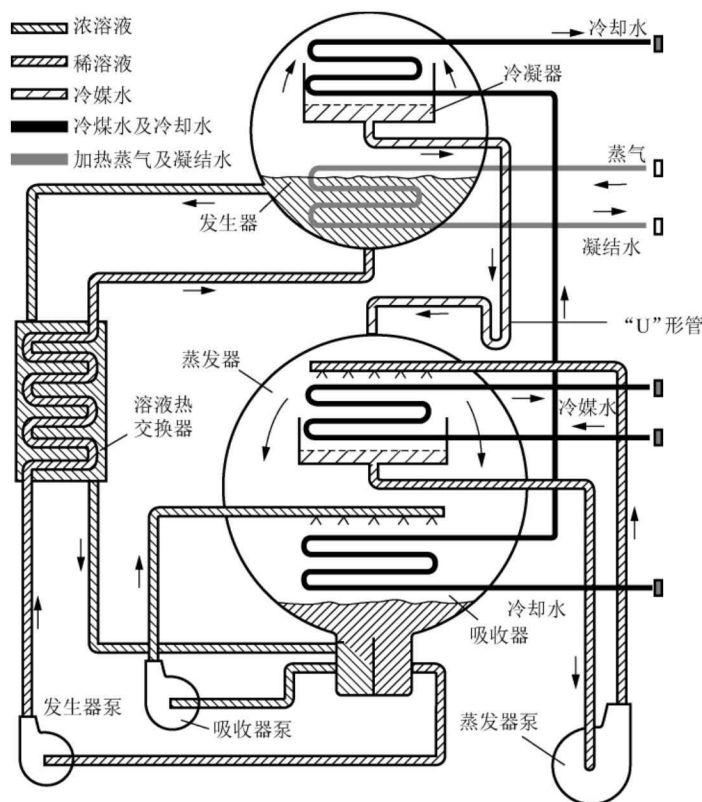


图 1-3 双筒式溴化锂吸收式制冷系统示意图

(二) 吸收式制冷系统的工作过程

吸收式制冷系统的工作过程可分为以下两部分。

一是发生器中产生的制冷剂蒸气在冷凝器中冷凝成制冷剂水,经“U”形管进入蒸发器,在低压下蒸发,产生制冷效应。这些过程与蒸气压缩式制冷循环在冷凝器、节流阀和蒸发器中所产生的过程完全相同。

二是发生器中流出的浓溶液降压后进入吸收器,吸收由蒸发器产生的制冷剂蒸气,形成稀溶液,用泵将稀溶液输送至发生器,重新加热,形成浓溶液。这些过程的作用相当



于蒸气压缩式制冷循环中压缩机所起的作用。

四、半导体制冷器的基本工作原理

半导体制冷器是由半导体所组成的一种冷却装置,也叫热电制冷。其理论基础为帕尔帖效应,即通上电源之后,冷端的热量被移到热端,导制冷端温度降低,热端温度升高。

如图 1-4 所示,半导体热电偶由 N 型半导体和 P 型半导体组成。N 型半导体有多余的电子,有负温差电势。P 型半导体电子不足,有正温差电势。当电子从 P 型半导体穿过结点至 N 型半导体时,结点的温度降低,电子能量必然增加,而且增加的能量相当于结点所消耗的能量。相反,当电子从 N 型半导体流至 P 型半导体时,结点的温度就会升高。

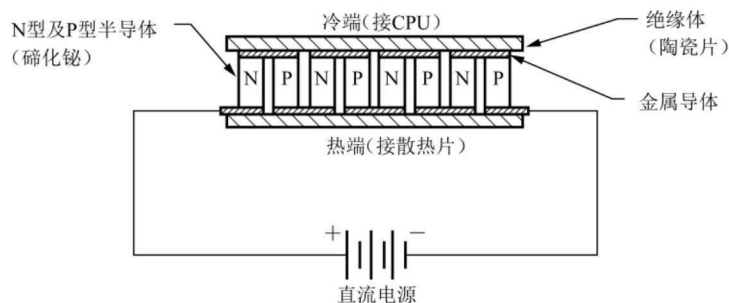


图 1-4 半导体制冷器示意图



想一想 练一练

1. 什么是制冷技术?
2. 蒸气压缩式制冷系统的工作过程是怎样的?
3. 简述吸收式制冷系统的基本工作原理。
4. 简述半导体制冷器的基本工作原理。

第二节 家用制冷器具的发展



学习目标

1. 了解家用制冷器具的起源和生产的历史概况;
2. 了解家用制冷器具的发展趋势。



知识平台

一、我国古代的冰箱

《诗经》中有奴隶们冬日凿冰储藏,供贵族们夏季饮用的记载。《周礼》记载“祭祀共

冰鉴”。冰鉴其实就是个盒子,里头放冰,再将食物放在冰的中间,起到对食物防腐保鲜的作用。

由此可见,冰鉴是我国的冰箱之祖了。1978年,湖北省随县曾侯乙墓就出土了一件铜冰鉴(图1-5)。

铜冰鉴的四足是4只动感很强、稳健有力的龙首兽身的怪兽。怪兽的龙头向外伸张,兽身则以后肢蹬地作匍匐状。整个兽形看起来好像正在努力向上支撑铜冰鉴的全部重量。鉴身为方形,其四面、四角一共有8个龙耳,作拱曲攀伏状。这些龙的尾部都有小龙缠绕,还有两朵5瓣的小花点缀其上。



图 1-5 曾侯乙墓出土的铜冰鉴

铜冰鉴是一件双层的器皿,方鉴内套有一方壶。夏季,鉴、壶壁之间装冰,壶内装酒,可使酒凉。可以说,铜冰鉴是迄今为止世界上最早的冰箱,是一个构思精巧、实用性与艺术性高度统一的青铜器物,也是迄今发现的部分采用失蜡法铸造的较早的典范作品。

二、冰箱的发展史

1820年,人工制冷试验首次获得成功。

1834年,雅各布·帕金斯发明了世界第一台压缩式制冷装置。

1855年,法国制成了世界上第一台吸收式制冷装置。

1879年,德国工程师卡尔·冯·林德制造出了第一台家用冰箱。

1910年,世界上第一台压缩式制冷的家用冰箱在美国问世。

1925年,瑞典丽都公司开发制造了家用吸收式冰箱。

1927年,美国通用电气公司研制成功全封闭式冰箱。

1930年,采用不同加热方式(煤气、电、煤油为热源)的空气冷却连续扩散吸收式冰箱投放市场。

1931年,新型制冷剂氟利昂12研制成功,并在工业上广泛使用。

1993年,德国福隆家用电器公司生产出世界第一台无氟冰箱。



三、电冰箱的发展趋势

(一) 向大容量、多门、多温区方向发展

随着生活节奏的加快,人们已逐渐形成一次购买几天甚至一个星期所需的新鲜肉类、蔬菜的习惯,大容量、多门、多温区电冰箱的市场需求开始增长。

虽然双门电冰箱目前尚在批量生产,但将逐渐被三门、四门电冰箱所代替。箱门的增多可满足人们对增大电冰箱容量、增加温区和功能的需要;温区增多后可将食品按照其冷藏或冷冻温度分区储藏,从而提高电冰箱的使用价值。

带抽屉和超大容量冷冻箱的电冰箱的出现,满足了现代家庭对分类存储食品和增大冷冻箱容积的需要。

由冷藏箱和冷冻箱两部分组成的分体组合式电冰箱,也是市场上出现的新品种。如青岛海尔集团推出的双王子系列电冰箱就属此类。分体组合式电冰箱的使用很灵活,对冷藏箱和冷冻箱,既可垂直放置合二为一,又可并列放置,还可根据需要单独或同时使用。

(二) 向智能化方向发展

新型电冰箱中已应用变频与模糊逻辑控制、箱外显温控温、电脑温控、自动除霜、自动解冻、自动制冰、自我诊断、功能切换以及深冷速冻等智能化技术。

(三) 向多元化方向发展

我国地域广阔,南北气候差异较大,各地区发展不平衡,经济、文化、生活习惯有差异,加之企业的个性化发展与家电市场的细分,家用电冰箱将向多元化方向发展。只有针对不同地区、不同层次消费者的需求设计出多元化的产品,才能满足广大用户的不同需要。例如:在以北京为代表的北方地区,人们喜欢豪华气派的大冷冻室抽屉式电冰箱;在以上海为代表的华东沿海地区,人们喜欢精致美观的电冰箱;其他沿海地区的用户则注重电冰箱的营养保鲜功能,喜欢有冰温保鲜室、大果菜室,能自动除臭的无霜电冰箱。带变温功能的多门电冰箱(某一间室可用于速冻、局部冷冻、冰温保鲜、冷藏或作为果菜室,一室五用),可以较好地满足消费者不同的贮物需求。

(四) 向隐形化方向发展

随着国民素质的不断提高,人们对电冰箱的外观造型设计提出了更高、更全面的要求,故设计人员设计时既要考虑到电冰箱本身的色彩和造型,又要考虑到电冰箱与家居环境的协调与配套。根据今后全国住宅设计的发展趋势,家用电冰箱将与厨房用具、家具相结合,可将电冰箱与家具组合摆放,也可将电冰箱嵌入墙壁或与厨具结合在一起等。因此,隐形化也是未来电冰箱发展的一个趋势。

(五) 开发新型环保电冰箱

在美国,电冰箱生产主要用 R134a 作为制冷剂替代 R12,用 R141b 作为发泡剂替代 R11。而欧洲认为 R134a 和 R141b 并不能完全满足环保要求,其全球变暖潜能值(GWP)仍相当高。因此欧洲更倾向于用 R600a 替代 R12,用环烷烃替代 R11 的方案。

R600a 的环保性能最好,它无毒、无味,不会破坏大气臭氧层,也不会产生温室效应;其制冷性能优于 R12,可使压缩机的能耗减少 30%~40%。目前,人们已能将 R600a 的爆炸可能性控制在百万分之六以下,故其是相当理想的制冷剂。我国于 1991 年 6 月以发展中国家的身份加入《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》。目前,我国大部分电冰箱生产企业已经采用替代技术实现了批量生产,各种无公害的“双绿色”电冰箱已陆续投放市场。

目前,各国的科学家正竞相寻找从根本上解决 CFCs 制冷剂问题的途径,研开采用新型制冷原理和比较有前途的电冰箱技术,已开发出的新型环保电冰箱有吸收-扩散式电冰箱、半导体制冷电冰箱、太阳能制冷电冰箱、磁制冷电冰箱、网络化电冰箱等。

四、我国古代的空调

俗语有“小暑大暑,上蒸下煮”之说。炎热酷暑的夏日,很多人躲到空调房中避暑。在中国古代,尽管没有空调,但古人也有许多低碳、环保的纳凉避暑之所。比如先秦时期避暑纳凉的“窟室”、秦汉时期的“凉房”及皇家的“凉殿”、汉代“清凉殿”以及后来的“冰室”“凉窖”,这些都属于夏房。郑国大夫伯有是中国史上有名的“酒鬼”之一,他家就有一间窟室。《左传·襄公三十年》记载:“郑伯有嗜酒,为窟室,而夜饮酒击钟焉,朝至未已。”当时,从中原的郑国,到南方的楚国、沿海的吴国,贵族们都喜欢在窟室中避暑,窟室也是家居的重要场所。吴国公子光,即后来的吴王阖闾,在公元前 515 年的夏天刺杀吴王僚时,便利用了家里的窟室。

先秦时的窟室不完全是利用地下冷源的地下室,也有人工冷源。当时,高级窟室内会放置冰块,以达到降温、调温的目的。公元前 552 年夏,楚国的令尹子庚去世后,合适的继任人选蒧子冯回避楚康王任命时,便穿着棉袍、大衣躺到窟室内的床上,装病不去。大热天里,蒧子冯为什么还能穿件大衣?原来,他在床下放置了冰块。

汉代的皇宫里,设有冬夏两用“空调房”。冬季用房叫“温调殿”,夏季用房叫“清凉殿”,清凉殿也叫“延清室”,是皇家最高级避暑用房。从《汉书》记载来看,清凉殿的制冷效果极佳,称“清室则中夏含霜”,意思是盛夏时室内能结霜,形容房间温度低得如下过霜一般。

唐代夏季带“空调”的建筑,不再叫汉代的“清凉殿”,而称“含凉殿”。含凉殿为唐朝皇帝后妃的寝殿,北临太液池,傍水而建,夏天在里面居住十分凉爽。唐代诗人张仲素《宫中乐五首》(其三)中所谓“红果瑶池实,金盘露井冰。甘泉将避暑,台殿晓光凝”。所描述的就是“含凉殿”消暑的情景。含凉殿的制冷手段已很先进,是通过机械装置实现的。《唐语林·豪爽》记载,唐玄宗时,拾遗陈知节给唐玄宗上疏,唐玄宗请高力士找他来谈话。当时正是酷暑天,李隆基把“办公室”搬到了凉殿,以避暑。陈知节看到,“(唐玄宗)座后水激扇车,风猎衣襟”。进来后,陈知节被“赐坐石榻”,感觉“阴溜沈吟,仰不见日,四隅积水成帘飞洒,座内含冻”。含凉殿之所以“含凉”,原因有以下 3 点。一是在建筑设计上,含凉殿避免阳光照进来,所以显得很阴沉。二是当时已有“风扇”。当然,这不是用现代的电能,而是水能,用水来转动扇叶,“水激扇车”,风扇对凉水吹,形成了



冷气。三是殿内有循环冷水源,故四边有水往下淌,形成水帘。这是在宫殿的四檐装水管,把水引到屋檐上。凉水在屋上循环,室内温度自然就下降了,而且降温效果极佳,达到“座内含冻”的制冷效果。这种“空调建筑”,民用称为“自凉亭子”,又称“雨亭”。

宋代宫中降温设计时尚,出现了带有机机械原理的风扇。风扇用鼓风机带动的,“鼓以风轮”。风扇对着大厅里摆放的数百盆鲜花吹,“清芬满殿”。在御座两旁,“各设金盆数十架,积雪如山”。从这个记载来看,宋代的“空调房”除了基本的降温手段之外,还采取了空气净化手段吹香风,以改善“空调房”内的空气质量。这不能不说是空调技术史上的一大进步。明清时期,皇家宫殿的夏季降温方式也有自己的特色。最特别之处是,房间内出现了可移动式冷源,有点现代分体空调或冷风机的味道。这种可移动式冷源,时称“冰桶”,现代人戏称为“冰箱”,但叫“冰柜”或“冷柜”更准确。其实是贮放冰块柜子。上面镂空,当冷气出孔;中部空间还可储存食物、冰镇西瓜、冷饮。冷桶后来民间也用上了,还有进口货,称为“洋桶”。冰桶系木质,其设计最早可追溯到商周时期的青铜器——冰鉴,冰鉴便是最原始的冰箱。冰桶现在看似很简单,但在明清时代可算是高档“家电”了。

老百姓夏天怎么避暑?民间用不了“风扇”,用不起“进口空调”,但有土办法。比较常见的,有像曹操当年在邳城建造大冷库“冰井台”,挖深井采集冷气。即在厅内或是需要的房间挖一深井,上面用盖子盖妥,盖子上凿孔,夏天便有冷气从下面出来,而冬天则有暖气上来,保证厅堂温度相对稳定、宜人。在保存下来的明清古民居中,常能看到这种“土制空调”。如在安徽皖南古民居中,大户人家的厅室里就有这样的“空调井”。而且其妙处多多,除了可以给房间降温,还可作为地下“冰箱”,将食品放进井内保鲜、冷藏。最后要说的是,古代无论贵贱,通常的夏季降温用具是扇子,即便住在“空调房”,也会摇扇子。遗憾的是,如今扇子似乎已离我们的生活越来越远了。

五、世界空调发展史

1902年,美国人威利斯·开利博士(图1-6)发明第一套科学的空调系统。

1911年,开利发表温湿度基本原理,后来体现为“湿空气焓湿图”,为今日所有空调计算之基础。

1913年,美国人詹姆斯·特灵与儿子鲁本·特点共同成立特灵公司,生产新型的低压蒸气式暖气机。

1922年,美国开利公司研制出世界上第一台离心式冷水机组,如今陈列于美国华盛顿国立博物馆。

1931年,特灵公司开发完成全球第一台冷水循环机。

1938年,特灵推出革命性新产品—封闭式三级离心式冷冻机(Turbovac Product),在肯塔基州的列克星顿生产中央系统空调箱。

1939年,开利公司发明第一套空调诱导器系统,使得高楼大厦的空调应用发展得以突破。



图1-6 开利博士

1945 年,开利公司生产出世界上第一台溴化锂吸收式制冷机(图 1-7)。



图 1-7 第一台溴化锂吸收式制冷机

六、家用空调器的发展趋势

从环保角度来看,无氟变频空调的普及势在必行。无氟技术在冰箱领域已经成熟,当下正延伸至变频空调领域。进入 2010 年,为贯彻执行国家空调“禁氟令”,海尔、美的、海信等空调企业相继发力,纷纷推出各自的无氟变频空调产品,拉开了无氟环保新冷媒空调普及的大幕。无氟变频空调,顾名思义就是无氟且能变频的空调。无氟即没有氟利昂,有助于环境保护;变频是指通过对电流的转换来实现电动机运转频率的自动调节,以达到节约能耗的目的。

新型变频空调机的研制成功,标志着我国正从空调大国向空调强国迈进。但是我国空调企业在传统产品技术改造和升级方面,还有不少课题要做;在空调制冷的前沿研究方面,更有不少新原理、新课程和新方法等待着去探索。



想一想 练一练

1. 什么是“双绿色”电冰箱? 其环保作用从何处体现?
2. 电冰箱的发展趋势是什么?
3. 空调器的作用是什么?

第三节 商用制冷的发展史



学习目标

1. 了解中央空调发展情况;
2. 了解冷库的发展情况。



一、中央空调发展史

1952年,开利公司研制第一套用于家庭的中央空调系统。

1955年,开利公司研制第一台完全以系统压力控制的自力式变风量送风机,首先倡导节约能源。

1962年,美国麦克维尔公司首先研制出正压冷水机组。

1972年,日立生产出世界上首台双螺杆制冷压缩机。同年,开始生产螺杆式冷冻机。

1975年,麦克维尔公司首先推出超过110冷吨风冷活塞机。

1981年,特灵开发出新型的高效三级压缩冷水机。

1982年,开利公司推出第一台用于商业、采用太空金属钛传热管的离心式冷水机组,完全克服了管道遭受腐蚀的难题。同年,日本大金公司生产出世界上第一台VRV,开创了楼宇用中央空调新时代。

1985年,开利公司发明了一种电子膨胀阀,改善了冷水机组性能,调节精确,减少了不必要的过热度,提高部分负荷效率。

1985年,大金公司研制出变频VRV系统,VRV在世界掀起变频浪潮。

1992年,麦克维尔公司荣获美国环保局同温臭氧层保护奖。

1994年,开利公司成为唯一在离心式冷水机组中应用膨胀透平技术代替常规节流的制造商。应用膨胀透平技术,既消除节流损失,也回收机械功,大大降低机组耗电量。此项发明取得专利,并获得当年美国能源部环保节能奖。

1995年,大金公司研制出大容量VRV系统。

1996年,开利公司推出完全采用无氯环境领先制冷剂HFC-134a的30HXC水冷螺杆机组和30GX风冷螺杆机组。

2002年,麦克维尔公司推出世界上第一台采用磁悬浮技术的离心式冷水机组。

2005年,开利公司全球同步上市首台使用环境领先制冷剂HFC-410a的杰作——30RB/RQ大型涡旋式风冷产品的技术研究和新产品的开发。

2005年,麦克维尔公司推出业界IPLV值最高的数码多联机MDS机组。

2006年,开利公司全球同步上市拥有杰出能效表现,使用环境领先制冷剂HFC-134a的“雷霆”30XA螺杆式风冷冷水机组。该产品获得了由中国建设部中国建筑文化中心颁发的“2006年中国建筑节能空调产品金奖”。

2008年,大金公司研制出二级压缩VRV系统。

2008年,麦克维尔推出业界能效比最高的水冷涡旋模块机组。

2009年,开利公司推出30XW水冷螺杆机组,冷量范围达133~500冷吨。该机组全线产品均达到了中国国家能效等级一级和二级,与之前的同类产品相比节能20%。

2010年,开利公司推出23XRV。这是世界上第一款变频水冷螺杆机组,结合了极