

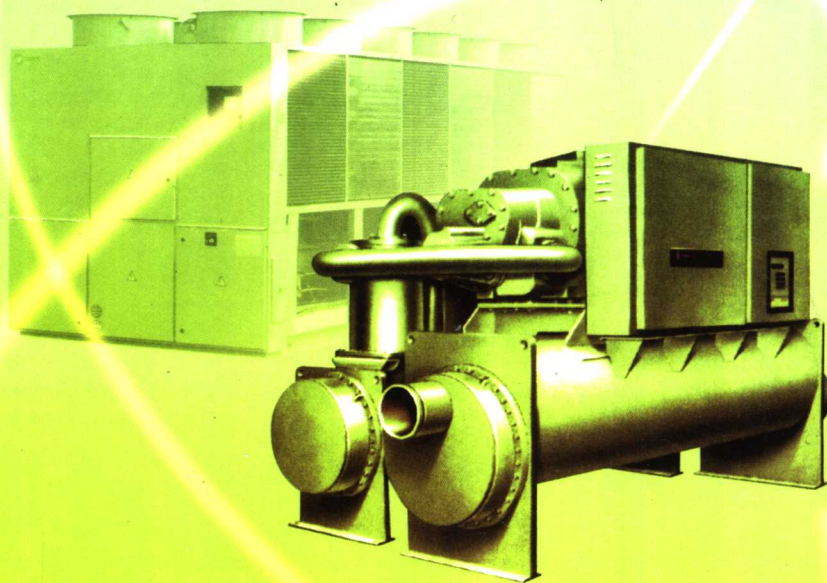


中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

制冷空调机器设备

(制冷和空调设备运用与维修专业)

濮 伟 主编



机械工业出版社



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

制冷空调机器设备

(制冷和空调设备运用与维修专业)

主 编 濮 伟

副 主 编 陈亚芝

参 编 杜存臣 魏 龙

责任主审 匡奕珍

审 稿 朱 立



机 械 工 业 出 版 社

本书重点介绍了制冷压缩机(包括活塞式制冷压缩机、螺杆式制冷压缩机、离心式制冷压缩机等)和制冷设备(包括冷凝器、蒸发器、制冷系统附件、喷水室表面换热器、净化设备、空气调节机组等)的工作原理、主要零部件及总体结构;对涡旋式制冷压缩机的工作原理和基本结构作了简要介绍;在部分章节中介绍了有关实训内容,同时对制冷空调变频新技术作了简单介绍。

本书是中等职业学校制冷和空调设备运用与维修专业教学用书,也可供其他学校有关人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

制冷空调机器设备:制冷和空调设备运用与维修专业/濮伟主编. —北京:机械工业出版社, 2002. 7

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-111-10502-8

I. 制... II. 濮... III. ①制冷—设备—专业学校—教材②制冷—空气调节器—专业学校—教材 IV. TB657.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第044723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:于奇慧 倪少秋 版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:姚毅 责任印制:李妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005年1月第1版·第2次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·11.75印张·289千字

定价:14.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

68326294、68320718

封面无防伪标均为盗版

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001] 1 号)的精神,教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从 2001 年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中、初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均做了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 10 月

前 言

随着社会的不断发展、人民生活水平的不断提高,制冷与空调设备的应用几乎遍及生产、生活的各个方面,社会对制冷空调设备的安装、维修、管理专业人员的需求量也愈来愈大。近年来,全国已有不少各类学校先后开设和准备开设“制冷与空调”类专业,以满足社会对制冷与空调专业技术人员不断增长的需求。

本书力求突出能力培养,贴近生产实际,与同类教材相比,内容上不仅讨论了一般家用、商用制冷、空调设备,还讨论了工业制冷装置,同时融入了编者丰富的实践经验,使之更加实用。

本书由南京化工职业技术学院濮伟任主编,北京铁路机械学校陈亚芝任副主编。编写分工如下:濮伟(绪论,第一、九章),陈亚芝(第五、六章),南京化工职业技术学院魏龙(第二、三、四章),徐州化工学校杜臣存(第七、八章)。

扬州化工学校付伟老师审阅了全稿,并在整个编写过程中给予编者全面指导,在此谨致谢意。

本书出版后,衷心希望得到广大师生和读者的批评指正,以便使本书内容不断完善和提高。

编者

2002年1月

目 录

前言		
绪论	1	
第一章 活塞式制冷压缩机	5	
第一节 概述	5	
第二节 活塞式制冷压缩机的热力特性	14	
第三节 活塞式制冷压缩机的能量调节装置	31	
第四节 活塞式制冷压缩机的主要零部件及整机装配	41	
第五节 活塞式制冷压缩机的总体结构及常用机组	58	
第六节 实训	71	
思考题	72	
第二章 螺杆式制冷压缩机	74	
第一节 螺杆式制冷压缩机的工作原理及性能特点	74	
第二节 螺杆式制冷压缩机的结构	76	
思考题	85	
第三章 离心式制冷压缩机	86	
第一节 离心式制冷压缩机的工作原理及特点	86	
第二节 离心式制冷压缩机的结构	87	
第三节 离心式制冷压缩机组及制冷量的调节	89	
思考题	91	
第四章 滚动转子式和涡旋式制冷压缩机	92	
第一节 滚动转子式制冷压缩机	92	
第二节 涡旋式制冷压缩机	94	
思考题	97	
第五章 制冷系统的热交换设备	98	
第一节 冷凝器	98	
第二节 蒸发器	105	
第三节 中间冷却器和回热器	112	
第四节 冷凝—蒸发器	114	
思考题	115	
第六章 制冷系统其他辅助设备及阀门	116	
第一节 制冷系统的辅助设备	116	
第二节 制冷系统的主要阀门	125	
思考题	139	
第七章 空气调节设备	140	
第一节 空气调节装置的基本组成	140	
第二节 空气调节装置	140	
第三节 喷水室	143	
第四节 表面式换热器	146	
第五节 空气净化处理设备	147	
第六节 实训	155	
思考题	156	
第八章 空气调节机组	157	
第一节 组合式空气调节机组	157	
第二节 风机盘管	160	
第三节 柜式空气调节器	164	
第四节 实训	165	
思考题	166	
第九章 变频新技术介绍	167	
第一节 变频技术的研究发展动向	167	
第二节 变频空调器控制系统的技术现状与发展趋势	170	
第三节 螺杆变频压缩机简介	174	
附录	177	
附录 A 中小型活塞式制冷压缩机的考核工况	177	
附录 B 活塞式制冷压缩机的最大功率工况和低吸入压力工况	177	
附录 C 活塞式制冷压缩机的设计和使用条件	178	
附录 D 螺杆式制冷压缩机的主要技术参数	179	
参考文献	182	

绪 论

一、《制冷空调机器设备》课程的性质、任务和内容

《制冷空调机器设备》是制冷和空调设备运用与维修专业的一门重要专业课。它担负着培养学生具有制冷空调机器设备的使用、选型和技术改造的能力,要求学生能掌握常用制冷空调机器设备的工作原理、性能、结构特点、运行维护和选型等方面的技术,为学生将来在制冷与空调行业从事制冷空调机器设备的使用、管理和技术改造工作打下一定的基础。

制冷与空调行业使用的制冷空调机器设备种类繁多,且各自具有不同的性能和特点。本课程讲述常用的制冷空调机器设备,如制冷压缩机、冷凝器、蒸发器、节流器、中间冷却器、回热器、喷水室、表面式换热器、净化设备、空气调节机组、风机盘管等。辅助设备有油分离器、各种储液器、集油器、空气分离器、阀件等。各种辅助设备虽然不参加制冷循环中的热力过程变化,但应用了辅助设备可提高整个系统的效率和安全性。

课程的主要内容有:

- 1) 了解制冷与空调系统中主要设备的作用与类型。
- 2) 了解常用制冷与空调设备的基本结构、性能特点与工作原理。
- 3) 了解制冷与空调设备的选用方法与发展方向。
- 4) 了解制冷空调变频新技术的应用与发展。

二、常用制冷空调机器设备及其在国民经济各部门中的应用

人工制冷方法中,在普通制冷温度范围内,利用液体气化来实现的人工制冷(称蒸气制冷)方法使用最广泛,其制冷机有蒸气压缩式制冷机(简称制冷压缩机)、吸收式制冷机、蒸气喷射式制冷机,前一种消耗机械能,后两种消耗热能。本课程中主要介绍蒸气压缩式制冷机组和一般空气调节过程中使用的机器与设备。

1. 常用制冷空调机器设备

(1) 制冷压缩机 在蒸气压缩式制冷装置中,制冷压缩机是四个主要部件之一。它的作用是抽吸蒸发器中的制冷剂蒸气,并提高其蒸发压力;经压缩提高蒸气压力,使之能在较高温度下冷凝成制冷剂;输送制冷剂,形成制冷循环。制冷压缩机是制冷装置中最主要的设备,通常称为主机或“心脏”。

常用于制冷的压缩机有活塞式、螺杆式、离心式、转子式和滑片式等。

(2) 冷凝器 它是通过冷却介质来冷却制冷压缩机排出的制冷剂蒸气,并将热量传给高温热源的热力设备。被压缩到冷凝压力的制冷剂凝结为液体,冷凝时放出的热量被冷却水带走。常用的冷却介质有水、空气等。常用的冷凝器种类有很多,有壳管式、淋激式、风冷式、蒸发式等。

(3) 蒸发器 它是制冷剂从低温热源吸热的热力设备。在蒸发器中制冷剂液体在低压低温条件下蒸发吸热,使冷水(或称冷媒水)的温度降低,可用于空气调节或某些生产工艺过程。蒸发器有冷却液体载冷剂和冷却空气两大类。在实际制冷工程中,蒸发器的形式很多,一般根据不同用途和场合来选择类型。

(4) 节流膨胀阀 它是用来使制冷剂液体由冷凝压力节流降压至蒸发压力的热力设备,并同时起控制流量的作用,以适应冷量负荷的变化。常用于普冷中的节流器有节流阀、热力膨胀阀、浮球节流阀、毛细管等。

(5) 喷水室 又称淋水室或喷雾室,是空调工程中主要的空气处理设备之一。喷水室的作用是用喷嘴将一定温度的水喷成雾珠,使空气与水之间进行强烈热湿交换,从而达到特定的处理结果。喷水室处理空气的功能比较全面,它能在较广泛的范围内改变空气的状态。喷水室在空调系统中得到了普遍运用。

(6) 净化设备是通过空气过滤器,去除空气中的悬浮尘埃,而在某些场合还需对空气除臭、增加负离子、杀菌,以进一步改善空气的品质。

2. 制冷空调机器设备的应用

制冷技术和制冷空调机器设备不仅应用于国民经济各个部门,而且早已渗透到人们的衣、食、住、行等日常生活之中。

(1) 在食品工业中 众所周知,肉类、鱼类、蛋类、果蔬菜等易腐食品,从生产、贮运到销售往往具有一定的周期,为确保易腐食品在生产到销售等环节中不发生腐烂变质,需将其冻藏或冷藏。目前,食品工业、商业流通中广泛应用各种制冷技术和制冷机器,如冷藏库、冷藏汽车、冷藏列车、冷藏船、冷藏销售柜台、冰箱等,在啤酒、冷饮、罐头食品等生产、储运、销售中也需应用制冷机器设备。通常,把这种从食品生产到销售的各个环节中不断采用冷藏保存的系统称为冷藏链。食品冷藏链既可以保证食品的质量,减少在生产和销售中的损耗,又可以调剂市场,平衡季节性和地区性的供应矛盾。

(2) 空气调节工程上 空气调节分舒适性空调和工艺性空调两大类。舒适性空调是为了满足人们工作和生活的需要,创造一个使人感到舒适的气候环境,以提高人们的工作效率和保障身心健康,如办公室、实验室、车间、车船、飞机等客运交通工具,宾馆、会堂、剧场、体育馆、候车(船、机)室等,都需要舒适性空调。工艺性空调是为了满足某些产品生产工艺过程的需要,如纺织厂、印刷厂、造纸厂、精密仪器加工和装配车间、精密计量室等,都需要工艺性空调。空气调节中的制冷机器设备,不仅可用于空气的冷却和干燥,而且还可以用来加热空气——供热,即所谓热泵供热。

(3) 在工业生产上 对钢进行低温处理($-70\sim 90^{\circ}\text{C}$),可以改变其金相组织,使奥氏体变成马氏体,提高钢的硬度和强度;在机器的装配过程中,利用低温能方便地实现过盈配合。借助于制冷,可使气体液化,混合气的分离,带走化学反应中的反应热。盐类结晶、润滑油脱脂需要制冷;石油裂解、合成橡胶、合成树脂、燃料、化肥的生产需要制冷,天然气液化、储运也需要制冷。钢铁工业中,高炉用风需要用制冷的的方法先将其除湿,然后再送入高炉,以降低焦比,保证铁水质量。

(4) 在农牧业上 利用制冷对农作物种子进行低温处理,创造人工气候室育秧,培育耐寒品种。良种精卵的保存、微生物除虫、人造雨雪等都与制冷技术有着密切的关系。

(5) 在建筑业上 利用制冷冻结土壤以利于挖掘;冷却巨型的混凝土块,以除去混凝土固化时所放出的热量,从而避免热膨胀和产生混凝土应力。

(6) 在国防工业上 在高寒条件下工作的发动机、汽车、坦克、大炮等常规武器的性能需作环境模拟实验;航空仪表、火箭、导弹中的控制仪器,也需在地面模拟高空低温环境进行性能实验,所有这些都需要制冷为其提供实验的环境条件,甚至连原子能反应堆的控制也需

要制冷。

(7) 在医疗卫生上 如血清、疫苗、组织器官(如皮肤、眼球等)和各种生化药物需要在较低温度下保存。在抗菌素的生产中,有的还要采用真空冷冻干燥。另外,人工冬眠,低温麻醉和“冷手术刀”等先进医疗技术也无不都是制冷技术的具体应用。

综上所述,制冷技术和制冷机器设备的应用是很广泛的,随着国民经济的发展,科学技术的进步,人民生活水平的不断提高,必定会促进制冷与空调行业的大发展。

三、制冷空调机器设备的发展简史

1790年汤姆逊·哈里斯(Thomas Harris)和约翰·朗(John Long)在英国取得最早关于制冷机的专利。1834年美国人乔伯·潘肯斯(Job Perkins)在英国取得用乙醚做工质的制冷机专利,其工作原理为手动压缩机从蒸发器中吸出气化的乙醚蒸气,加压后经冷凝器冷凝成乙醚液体,再经重力阀进入蒸发器中。蒸发器中的乙醚因吸热气化而使容器中的液体降温。

1851年约翰·高里(John·Yorrie)在美国取得第一个制冷机专利,他采用压缩空气进行制冰。在澳大利亚,詹姆斯·哈里逊(James·Harrison)发明了乙醚制冷机,并于1860年制造出世界首套制冰装置,用于啤酒生产,1873年英国波义耳发明了氨制冷机。

1875年德国人林德发明了氨压缩式制冷机。

1881年世界上第一座冷库在伦敦和波士顿建成。1904年制冷量为82kW的空调系统在纽约的斯托克交易所投入运行。

19世纪50年代试制出第一台氨水吸收式制冷机,1890年试制出第一台蒸气喷射式制冷机,1945年试制成第一台溴化锂吸收式制冷机。随着半导体技术的发展,半导体制冷技术也得到了应用和发展。

进入20世纪后,蒸汽压缩式制冷机的发展很快。压缩机的种类、形式增多,机器的转速提高,重量轻,结构紧凑,自动化程度不断提高。新型、高效制冷剂也不断出现。

中国由于长期处于半封建、半殖民地社会,制冷技术和制冷机器与其它机械工业一样得不到正常的发展,直至1949年解放前夕,全国仅上海、天津、汉口等几个城市建有少数冷库,总库容量小于3万t,上海有几家很小的“冰箱厂”仅能依靠进口零配件进行维修业务。

解放后,制冷与空调行业得到飞速发展。40多年来,我国的商业、外贸、水产系统的冷库建设较快,目前冷库总容量在400万t以上。制冷机工业也有较快发展,20世纪50年代仿制苏、美活塞式制冷压缩机,20世纪60年代开始自行设计和制造高速多缸活塞式制冷压缩机。1958年试制成功离心式制冷压缩机,1964年国家第一机械工业部制订了5种缸径的中小型活塞式制冷压缩机系列的有关标准。1971年试制成功螺杆式制冷压缩机。目前国内形成有一定基础的科研、教学、设计、生产体系,具有制造活塞式、螺杆式、离心式、蒸气喷射式和热电式六大类制冷机的能力。

制冷与空调设备的种类、形式日益增多。随着新技术、新工艺、新材料的研究和应用,促使高效、节能的新设备不断出现。特别在热交换设备和空气净化设备方面,研制和开发新产品活动一直十分活跃。过去在热交换设备中主要运用间壁式换热器,其中以管式换热器用得最为广泛。为了强化传热、提高单位面积换热量,使换热器的结构紧凑,各种新型的翅化式热交换管已广泛地用于制冷与空调装置的各种换热器中,例如采用绕金属丝的翅化管、36翅的低波纹管、“超热流C管”和各种热管式换热器等,有效地增大了传热面积,提高了传热系统,节省了金属耗材,减少了设备体积。在空气净化设备中,人们对空气成分的要求越来越

高，空气过滤器和空气发生器的应用日益广泛，计算机的普及应用，为制冷与空调设备的研究开辟了美好前景。特别是计算机的辅助设计和辅助制造（CAD、CAM）对方案的比较、工艺设计、设备制造都带来了很大的方便。因而为制冷与空调设备的开发、设计、制造创造了有利的条件。

我国的制冷行业在十几年的发展过程中，走过了国外四五十年发展之路，成为全世界冰箱和空调器生产量和销售量最大的行业群体。21 世纪将为我国制冷行业的发展提供更为广阔的空间，是我国制冷行业进一步走向世界的世纪。

第一章 活塞式制冷压缩机

第一节 概 述

1834年,美国人乔伯·潘肯斯研制成第一台用乙醚为制冷剂的制冷机,这台制冷机可看作是现代制冷压缩机的雏形。近一百年来,在制冷技术领域内,蒸气压缩式制冷机的发展,始终处于领先地位。进入20世纪以后,压缩机的类型增多,机器的转速提高,设备变得紧凑,而且逐步向低温、多品种、自动化方向发展。同时制冷剂的种类也不断增多,除氨、二氧化碳、二氧化硫等无机化合物制冷剂外,随着化学、石油工业的发展,1930年以后开始使用氟利昂制冷剂,近十几年来又出现使用氟利昂的共沸溶液和非共沸溶液作为制冷剂,特别是最近几年无氟制冷剂的出现,再次给蒸气压缩制冷技术开辟了新的道路。

制冷压缩机是蒸气压缩式制冷系统中的主机,往复式活塞式制冷压缩机的生产和使用历史较长,是目前应用最广的一种制冷压缩机。

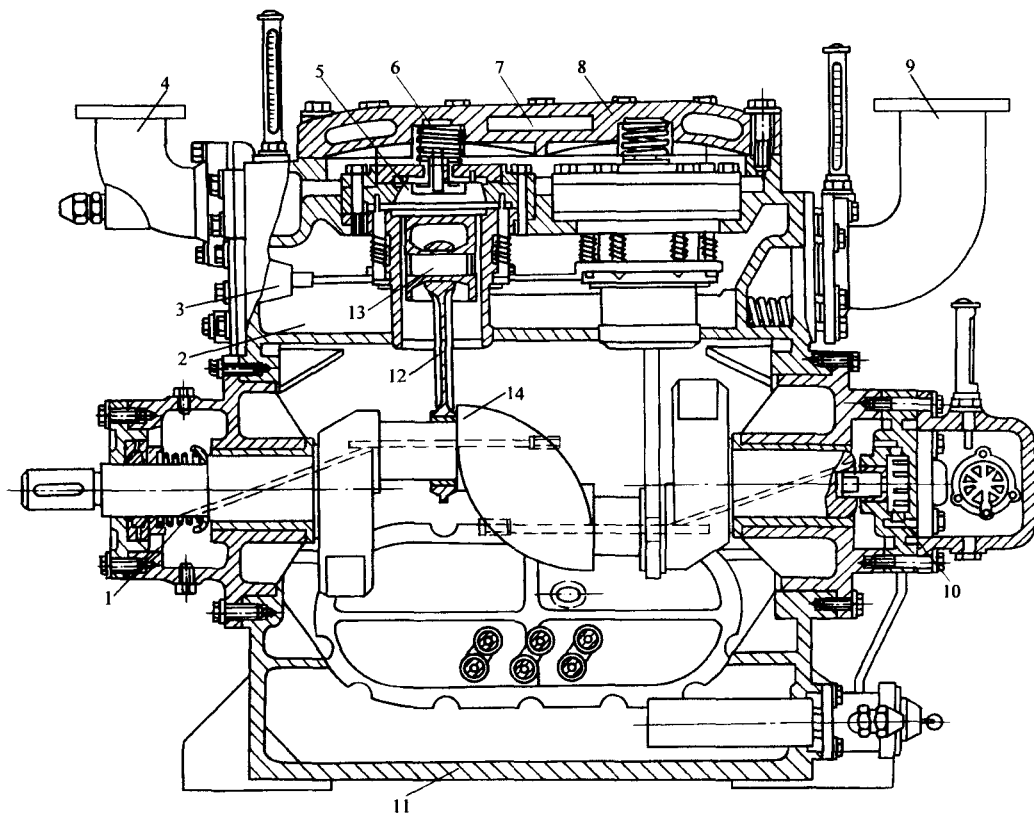


图 1-1 812.5A100 (8AS12.5) 型制冷压缩机的总体结构剖视图

- 1—轴封 2—进气腔 3—油压推杆机构 4—排气管 5—气缸套及进、排气阀组合件 6—缓冲弹簧水套
8—气缸盖 9—进气管 10—油泵 11—曲轴箱 12—连杆 13—活塞 14—曲轴

一、活塞式制冷压缩机的作用、基本构造和性能

在蒸气压缩式制冷装置中，制冷压缩机是四个主要部件之一。它的作用是将低压状态的制冷剂蒸气压缩至高压状态，使之能在冷凝器中常温液化。由于制冷压缩机不断地吸入低压蒸气和排出高压蒸气，才使蒸气式制冷循环得以周而复始地进行，所以在整个装置中又称它为“心脏”。

制冷压缩机种类很多，如按其工作原理，可分为容积式和速度式两大类。在容积式制冷压缩机中，制冷剂蒸气压力的提高是靠强制缩小压缩机工作容积而获得的。此类制冷压缩机的典型代表有活塞式制冷压缩机、螺杆式制冷压缩机、滚动转子式制冷压缩机及涡旋式制冷压缩机。图 1-1 所示为活塞式制冷压缩机剖视图，此外还有图 1-2 所示为螺杆式制冷压缩机剖视图，图 1-3 所示为滚动转子式（滑片式）制冷压缩机结构图，图 1-4 所示为涡旋式制冷压缩机结构总图。在速度式制冷压缩机中，制冷剂蒸气压力的提高是靠高速旋转工作叶轮上的机械能转化而获得的。此类制冷压缩机的典型代表为离心式制冷压缩机，图 1-5 所示为多级离心式制冷压缩机结构图。

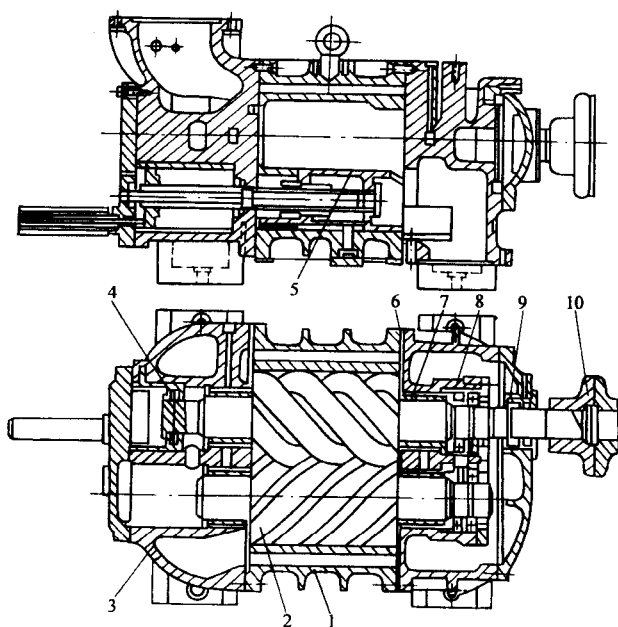


图 1-2 螺杆式制冷压缩机剖视图

- 1—机体 2—阴阳转子 3—吸气端座 4—平衡活塞
5—滑阀 6—排气端座 7—主轴承 8—径向
推力轴承 9—轴封 10—联轴器

活塞式制冷压缩机虽然种类繁多、结构复杂。但其基本构造大致相同。如图 1-1 所示为无十字头的活塞式制冷压缩机，主要零部件有机身、曲轴、连杆、活塞、气缸、吸排气阀等。图 1-6 所示为有十字头的活塞式制冷压缩机的横剖视图，除具有上述零部件外，还有十字头、滑道、活塞杆、填料函等。

活塞式制冷压缩机对制冷剂蒸气的压缩是由活塞在气缸内的往复运动来完成的，曲轴由原动机带动作旋转运动，曲轴上的曲柄轴带动连杆大头回转并通过连杆使连杆小头作往复运动，连杆小头又通过活塞销（或十字头销）带动活塞（或十字头）作往复运动，以改变气缸的工作容积、压缩制冷剂蒸气。

如图 1-1 所示，活塞在气缸内往复一次，使气缸工作容积扩大和缩小，从而达到吸气—压缩—排气的循环过程。

二、活塞式制冷压缩机的分类

活塞式制冷压缩机的型式和种类较多，而且有多种不同的分类方法，目前常见的分类方法有以下几种。

1. 按制冷量的大小分类

迄今为止，制冷量的划分界限尚无统一标准。习惯上认为，单机中温考核工况制冷量在

25kW 以下的为小型制冷压缩机；25~550kW 的为中型制冷压缩机；550kW 以上的为大型制冷压缩机。

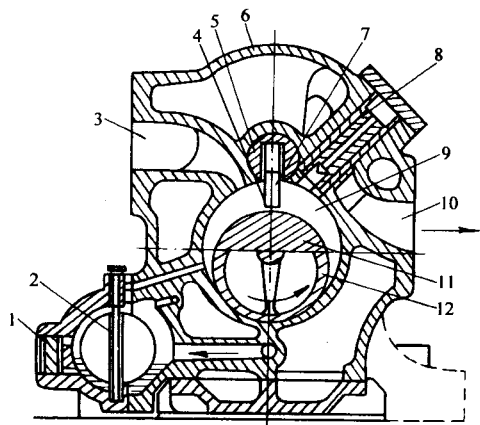


图 1-3 开启式滚动转子式压缩机结构图

- 1—油面指示器 2—浮球 3—吸入管 4—密封条 5—圆柱导向器 6—气缸体 7—滑片 8—排气阀门 9—气缸 10—排出管 11—转子 12—弹性套筒

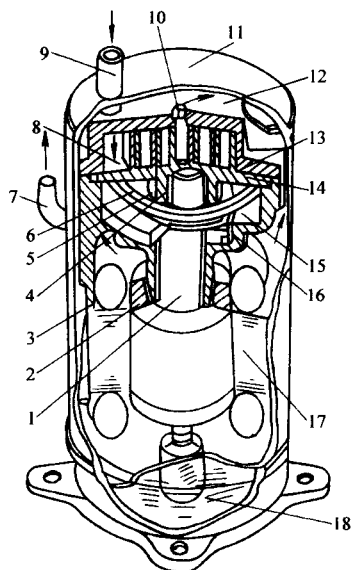


图 1-4 空调用涡旋式制冷压缩机结构总图

- 1—曲轴 2、3—密封 4—轴承 5—反压口 6—防自转环 7—排气管 8—吸气腔 9—吸气口 10—排气口 11—机壳 12—排气腔 13—静盘 14—动盘 15—反压腔 16—机架 17—电动机 18—润滑油

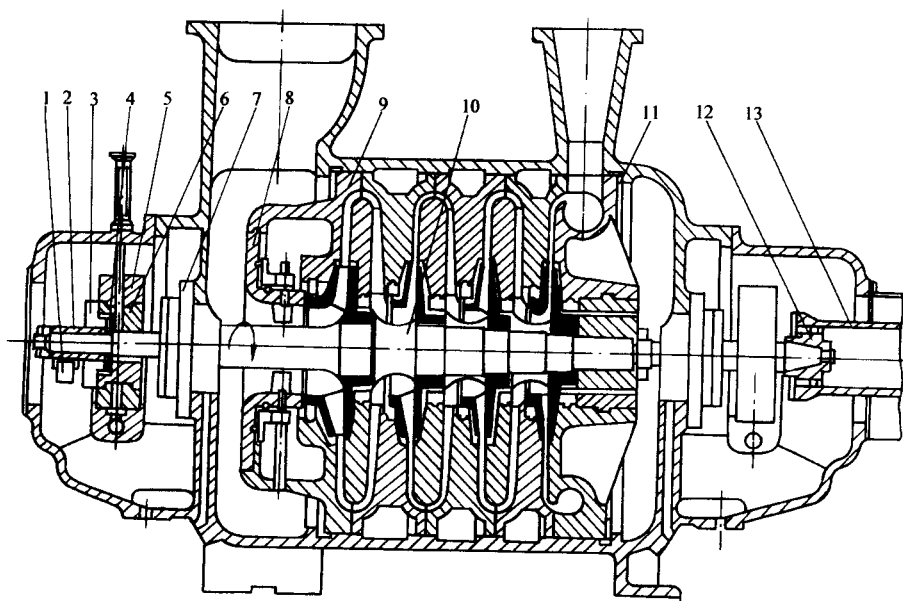


图 1-5 多级离心式制冷压缩机结构图

- 1—顶轴器 2、13—套筒 3—推力轴承部 4—推力轴承 5—轴承 6—调整块 7—机械密封部 8—进口导叶 9—隔板 10—轴 11—调整环 12—连接件

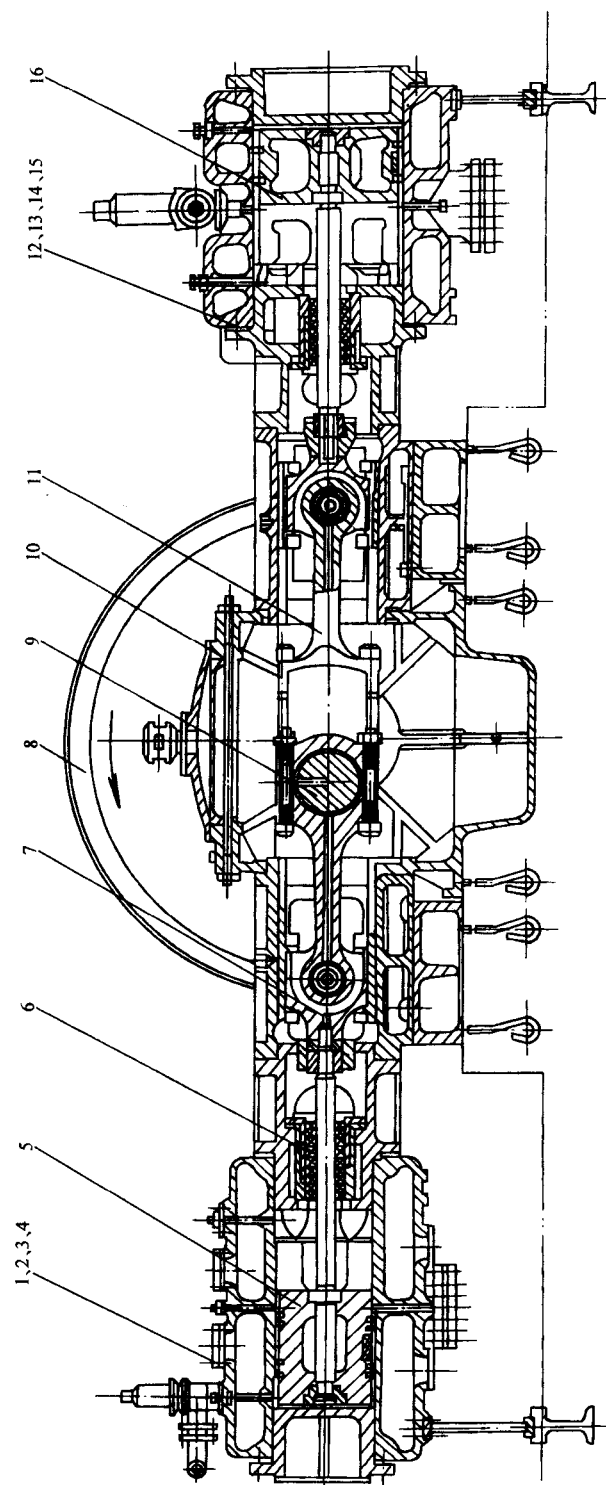


图 1-6 有十字头的活塞式制冷压缩机的横剖视图

- 1—二级气缸 2—二级吸气阀 3—二级排气阀 4—顶开装置 5—二级活塞 6—填函 7—十字头 8—电动机 9—曲轴
10—机座 11—连杆 12—一级气缸 13—一级吸气阀 14—一级排气阀 15—调节装置 16—一级活塞

按 GB10871—89 规定, 小型活塞式制冷压缩机的气缸直径小于 70mm, 配用电动机功率不小于 0.37kW; GB10874—89 中型活塞式制冷压缩机的气缸直径为 70~170mm; 大型活塞式制冷压缩机多为非系列产品。我国的高速多缸系列产品均属中小型制冷压缩机的范围。

2. 按使用的制冷剂分类

按不同制冷剂可分为氨压缩机、氟利昂压缩机、二氧化碳压缩机等。不同制冷剂对材料及密封装置结构的要求不同, 如铜不耐氨腐蚀, 故氨压缩机中不允许用铜质零件(磷青铜除外); 氟利昂对有机物有溶胀作用, 而且渗透性强, 故对有关零件材料及密封装置结构有较高的要求。

3. 按压缩机工作的蒸发温度范围分类

对于单级制冷压缩机, 其运转的最低蒸发温度为 -45°C , 在此蒸发温度范围内大致可分为高温、中温、低温压缩机三种。

高温压缩机 $-10 \sim +10^{\circ}\text{C}$ 。

中温压缩机 $-20 \sim -10^{\circ}\text{C}$ 。

低温压缩机 $-45 \sim -20^{\circ}\text{C}$ 。

4. 按压缩机密封方式分类

制冷系统内的制冷工质是不允许泄漏的。从防止泄漏所采取的密封结构方式来看, 活塞式制冷压缩机可分为开启式和封闭式两大类。而封闭式又可分为半封闭式和全封闭式两种结构型式。开启式压缩机与电动机分为两体, 两机主轴靠传动装置(联轴器或带传动)连接传动, 压缩机主轴外伸端设置轴封装置, 以防泄漏。封闭式压缩机所配套电动机与压缩机共用一个主轴, 共同装在一个机壳内, 不需要轴封装置, 密封性好。半封闭式与全封闭式的区别是前者的气缸盖、机壳是可拆式法兰连接, 如图 1-7 所示为 4FS7B 型半封闭制冷压缩机; 后者是将压缩机与电动机装在全封闭的罩壳内, 罩壳焊死不可拆卸, 如图 1-8 所示为 2FV5Q 型封闭压缩机剖视图, 故要求机器能长期可靠地运行。

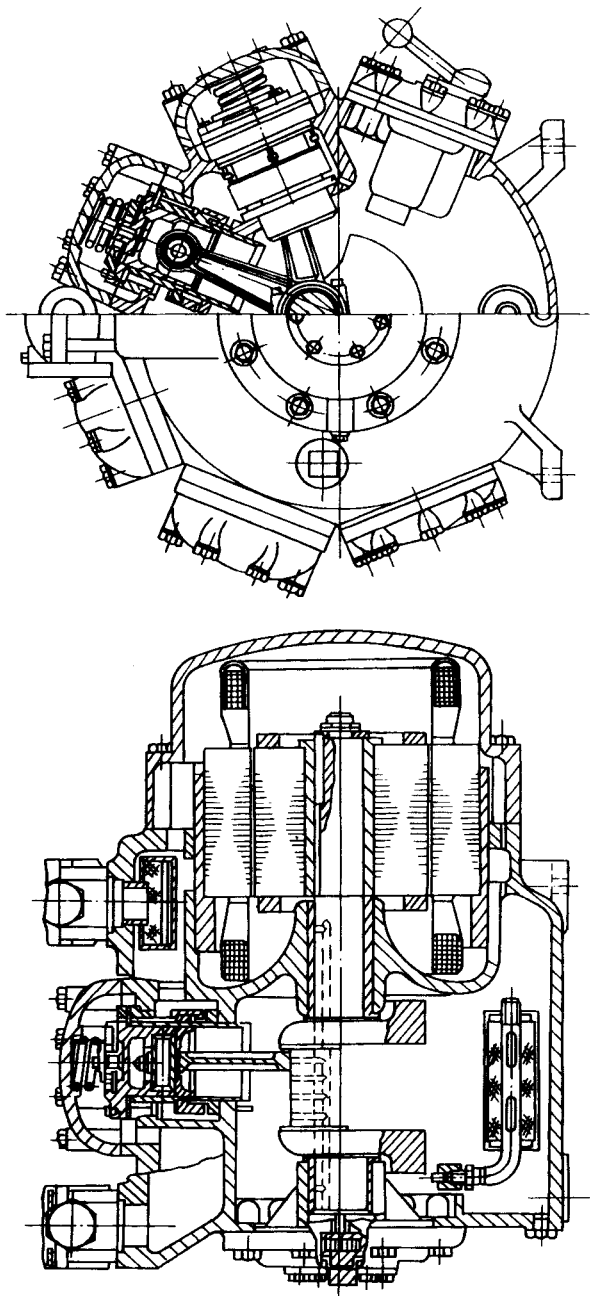


图 1-7 4FS7B 型半封闭式制冷压缩机

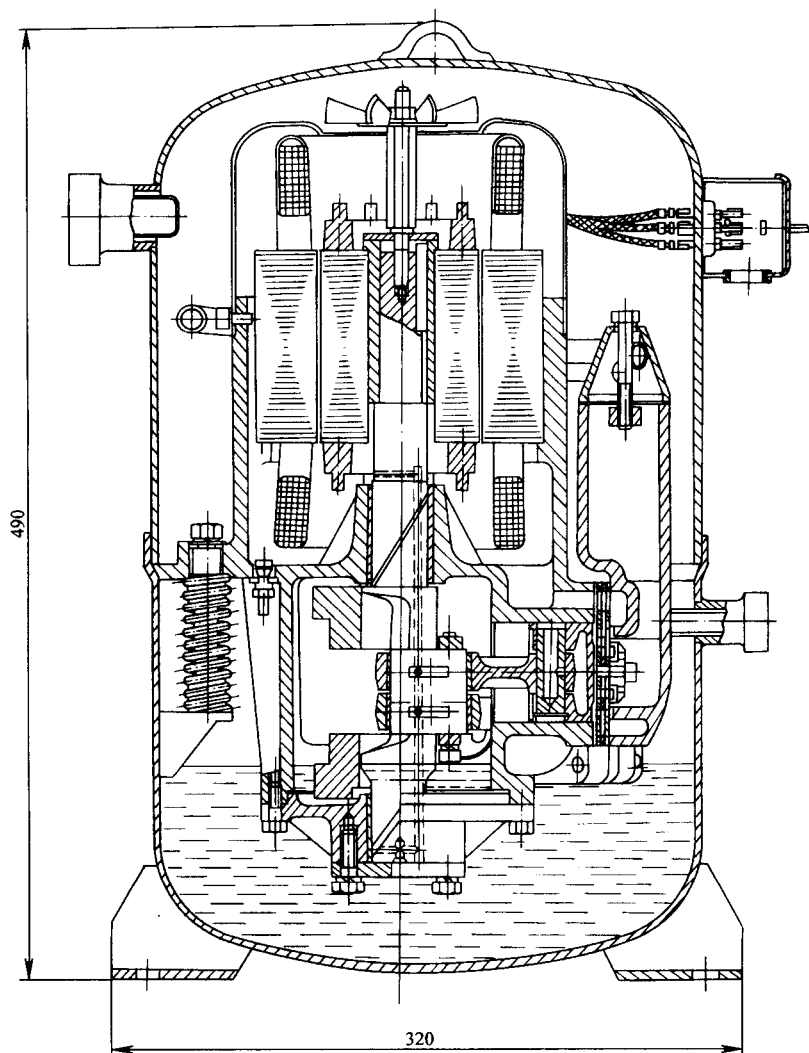


图 1-8 2FV5Q 型封闭压缩机剖视图

5. 按气缸布置方式分类

活塞式制冷压缩机按气缸布置方式通常分为卧式、直立式和角度式三种类型,图 1-9 所示为压缩机气缸布置形式。

卧式压缩机的气缸轴线呈水平布置,这种形式在大型活塞式制冷压缩机中较为多见,而且往往以对称平衡型布置。直立式压缩机的气缸轴线直立布置,用符号 Z 表示。考虑其结构紧凑、运转平稳,常用双缸直立形式,如图 1-9b 所示。角度式压缩机的气缸轴线彼此呈一定夹角布置,有 V 形、W 形、S 形、X 形等之分。角度式布置方式使压缩机结构紧凑、运转平稳,在现代中、小型高速多缸压缩机中广泛采用。

6. 按气阀布置方式分类

压缩机气阀的不同布置方式会造成制冷工质进出气缸的不同流动方向。按此,压缩机可

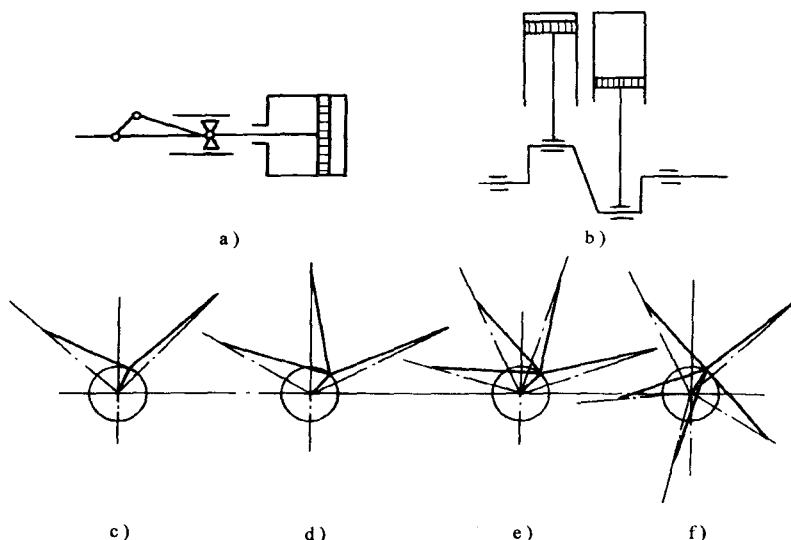


图 1-9 压缩机气缸布置形式

a) 卧式 b) 直立式 c) V 形 d) W 形 e) 扇形 f) 星形

分如图 1-10a 所示的顺流式和图 1-10b、c 所示的逆流式两种。顺流式压缩机的吸气阀一般布置在活塞顶部，排气阀布置在气缸顶部的阀板上，因气体吸入和排出气缸的流向不变，总是向上故称之为顺流式。由于顺流式压缩机活塞长而复杂，且质量大，又不能采用顶开吸气阀片的方式调节输气量，故现代高速制冷压缩机中很少采用这种气阀布置形式。逆流式压缩机的吸、排气阀如图 1-10b 所示都布置在气缸顶部阀板上

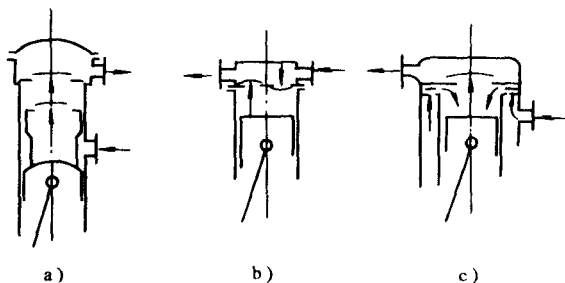


图 1-10 中小型压缩机气阀的不同布置方式

a) 顺流式 b)、c) 逆流式

上或如图 1-10c 所示把吸气阀布置在缸套上部的法兰周围，这样气体进出气缸的流向相反，故称之为逆流式。它的主要优点是活塞短而简单，可用铝合金制造，质量小，有利于提高转速，所以现代高速制冷压缩机中普遍应用逆流式气阀布置方式。

7. 按气体压缩的级数分类

将制冷剂蒸气由蒸发压力提高到冷凝压力需经过几次压缩来完成，称为几级压缩。可分为单级和多级（一般为两级）制冷压缩机，两级制冷压缩可由两台压缩机来实现，也可由一台压缩机来实现（即单机双级制冷压缩机）。

此外，按制冷压缩机的列数分为单列和多列；按气缸作用方式分为单作用式、双作用式和级差式；按运动机构形式不同可分为滑道滑块式和斜盘式；按有无十字头可分为有十字头式和无十字头式；按冷却方式可分为风冷式和水冷式；按是否固定可分为固定式和可移式等。

三、活塞式制冷压缩机的形式及基本参数

（一）小型活塞式单级制冷压缩机

1. 气缸布置形式