



人力资源和社会保障部职业技能鉴定推荐教材
江苏省教育厅立项建设精品教材

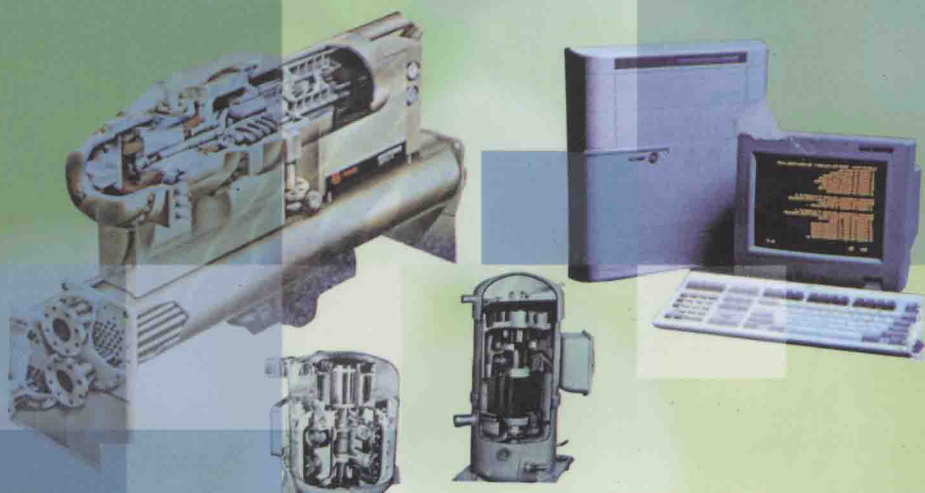
21世纪 | 规划教材
高等职业教育 | 双证系列

制冷压缩机

主编 \ 殷浩 罗伦



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



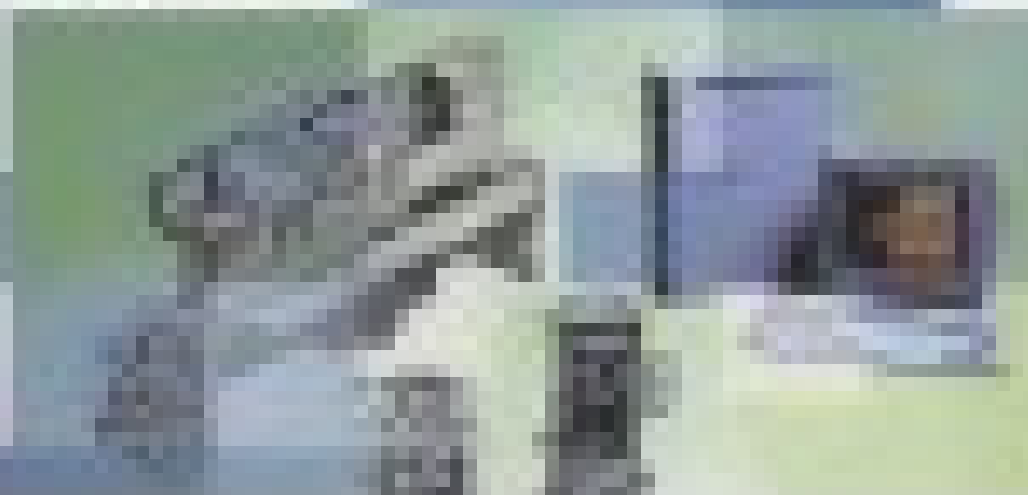


THE JOURNAL OF
THE AMERICAN
PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION

2014-2015 MEMBER LIST

2014-2015

2014-2015
MEMBER LIST



人力资源和社会保障部职业技能鉴定推荐教材

江苏省教育厅立项建设精品教材

21 世纪 规划教材

高等职业教育 双证系列

制冷压缩机

主 编 殷 浩 罗 伦
副主编 王子彪 花严红 屠 园
参 编 钱华梅 张 敏

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书是高职院校制冷与空调专业的主要教材之一,它突破了传统教材以章节来编写的模式,采用模块、项目和实训相结合的形式组织全书内容,有利于高职教学的创新和实践。全书内容分为4个模块、9个项目和9个实训。模块1为制冷压缩机概论,下设1个项目和1个实训;模块2为活塞式制冷压缩机,下设5个项目和5个实训,是本书的重点内容;模块3为螺杆式制冷压缩机,下设1个项目和1个实训;模块4为离心式和其他形式制冷压缩机,下设离心式冷水机组和其他制冷压缩机2个项目,以及相应的2个实训。书后附有16个彩色插页,便于学生了解压缩机的结构、部件及系统的有关知识。

本书除作教材外,也可供制冷与空调行业的技术人员、管理人员、操作和维修技工和专业知识自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

制冷压缩机/殷浩,罗伦主编. —上海:上海交通大学出版社,2012

ISBN 978-7-313-08768-3

I. 制... II. ①殷... ②罗... III. 制冷压缩机—教材 IV. TB652

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 156405 号

制冷压缩机

殷 浩 罗 伦 主 编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

上海颀辉印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:16 插页:8 字数:410 千字

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

印数:1~2030

ISBN 978-7-313-08768-3/TB 定价:38.00 元

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:021-57602918

21 世纪高等职业教育规划教材编审委员会 双证系列

制冷与空调专业委员会

主 任：匡奕珍

副主任：徐德胜 崔建宁 陈 礼 谢一风

委 员：(按姓氏笔画排序)

王一农	王 琪	王寒栋	朱 立	刘佳霓	余华明
邵长波	花严红	邹新生	林永敬	罗 伦	林 刚
郑光文	郝瑞宏	聂玉强	逯红杰	徐言生	殷 浩
隋继学	黄 敏	程瑞端	魏 龙		

秘 书：殷 浩(兼)

前 言

教育部对高等职业教育改革提出了“以市场需求为目标,以服务为宗旨,以就业为导向,走产学研结合的发展道路”的指导思想。因此高职教育以“就业导向、产学结合、改革学制、推行双证、订单培养、打造银领”为工作方针,加快培养社会紧缺的制造业技能型、应用性人才。专家指出,在高等职业教育中实行“双证制度”,将职业资格证书(或技术等级、行业培训证书)制度推向高职院校,用证书推动培养模式和教学内容的改革,既是国外职业教育的历史经验,也是我国发展职业教育的必由之路。

从2004年开始,21世纪高职教材编委会组织了全国各地50多所高职院校的教师,对“高职‘双证课程、加强实训’专业课程体系与教材改革方案”进行研究和论证,制定了30个专业“双证课程”的教材编写计划,并从2007年开始由上海交通大学出版社陆续出版。其中由制冷空调专业委员会组织编写的多种教材已经出版,如《中央空调操作实训》、《制冷与空调自动控制》、《中小型冷库技术(第二版)》、《冷库运行管理与维修》等,现在与读者见面的《制冷压缩机》既是劳动和社会保障部推荐的双证教材,又是江苏省立项建设的精品教材,编写过程中遵循以下重要观点:职业院校教学课程体系改革的方向是通过职业教育与职业鉴定技能标准的结合,具体方法是职业教育的课程标准与职业鉴定的技能标准要求相融通,课程改革的抓手是编写出“双证”教材。编者应用“岗位分析法”对专业岗位能力进行分析,要求将《制冷工国家职业标准》技能鉴定的各个“应知”、“应会”的鉴定点分解成若干专业模块,渗透到各专业教材相关章节的理论、知识和实训中去。教材的特色和创新主要有以下三点:

1. 教材的建设抓住职业教育与职业鉴定融合的核心“双证”一体化教材开发研究,采用项目化任务式教学模式,符合高职教学发展方向。
2. 编写人员是来自企业和学院的复合型,校企合作编教材,突破了传统高职教材的框架。通过企业专家和院校老师协同研究职业标准与课程标准,开发项目和实践内容,保证了教材项目实践环节的实施的先进性的。
3. 作为人力资源与社会保障部推荐的“双证书”教材,保持了职业鉴定教材的专业系统性,技术实用性和内容深浅适度性。它突破传统老版的模式,为高职院校开展模块项目化任务式教学提供指导。

本书由苏州经贸职业技术学院殷浩和罗伦任主编,沈阳建筑大学王子彪、九江职业技术学院花严红和英格索兰(中国)工业设备制造有限公司屠园经理任副主编,苏州经贸职业技术学院钱华梅和张敏参编,全书由殷浩统一定稿。具体分工如下:殷浩编写项目1全部和项目7全部及其他各项目有关内容;罗伦编写9.1~9.3;王子彪编写5.1~5.5和6.1~6.2;花严红编写8.1~8.4;屠园编写实训3~6、8、9;钱华梅编写3.1~3.8、4.1~4.2;张敏编写2.1~2.5、

实训 2; 书后压缩机、部件和系统的彩色插页由主编约请徐德胜教授选编。在此书出版之际, 主编对各位合作者表示诚挚的敬意和衷心的感谢。

书中若有谬误之处, 恳请读者指正。

主编 殷 浩 罗 伦

2011 年 12 月于苏州经贸职业技术学院

目 录

模块 1 制冷压缩机概述

项目 1 认知制冷压缩机	3
1.1 制冷压缩机作用及类别	3
1.2 各种制冷压缩机的应用范围	7
1.3 制冷压缩机的发展	8
1.4 关注 CFCs 和 HCFC 的替代	10
思考题及习题	12
实训 1 认识各类制冷压缩机	12

模块 2 活塞式制冷压缩机

项目 2 活塞式制冷压缩机的热力过程分析	15
2.1 单级活塞式制冷压缩机的工作过程	15
2.2 活塞式制冷压缩机的实际工作过程与输气系数	18
2.3 活塞式制冷压缩机的性能曲线及工况	24
2.4 活塞式制冷压缩机的制冷量、功率和效率	27
2.5 活塞式制冷压缩机的排气温度	31
思考题及习题	32
实训 2 制冷压缩机热力性能测试	32
项目 3 活塞式制冷压缩机主要零部件及润滑与能量调节	34
3.1 机体	35
3.2 气缸套	38
3.3 气阀组件	39
3.4 活塞组	45
3.5 连杆组件	49

3.6 曲轴与主轴承	53
3.7 轴封	55
3.8 润滑系统	57
3.9 能量调节装置	67
3.10 安全器件	73
3.11 整机装配	74
思考题及习题	76
实训3 气缸套、气阀组的拆卸与装配	77
项目4 活塞式制冷压缩机的振动和噪声分析	80
4.1 活塞式制冷压缩机的振动	80
4.2 活塞式制冷压缩机的噪声	88
思考题及习题	89
实训4 制冷压缩机联轴器的安装	89
项目5 活塞式制冷压缩机总体结构与机组	91
5.1 开启活塞式制冷压缩机	93
5.2 半封闭活塞式制冷压缩机	97
5.3 全封闭活塞式制冷压缩机	100
5.4 活塞式单机双级制冷压缩机	105
5.5 活塞式制冷机组	107
思考题及习题	116
实训5 活塞式制冷压缩机整机的拆卸	117
项目6 活塞式制冷压缩机的安装维护与检修	119
6.1 活塞式制冷压缩机的安装	121
6.2 活塞式制冷压缩机的维护与检修	126
思考题及习题	164
实训6 活塞式制冷压缩机间隙和磨损的测量	164

模块3 螺杆式制冷压缩机

项目7 螺杆式制冷压缩机的运行操作	169
7.1 螺杆式制冷压缩机的结构与工作过程	170
7.2 螺杆式制冷压缩机的热力性能	178
7.3 螺杆式制冷压缩机的输气量调节	183
7.4 螺杆式制冷压缩机的润滑系统	187

7.5 压缩机总体结构实例和机组	190
7.6 单螺杆式制冷压缩机	199
7.7 螺杆式制冷压缩机的安全保护装置	202
思考题及习题	203
实训 7 螺杆式制冷压缩机的拆装	203

模块 4 离心式及其他形式制冷压缩机

项目 8 离心式冷水机组的运行调节	209
8.1 离心式制冷压缩机的原理与结构	210
8.2 空调用离心式制冷机组	217
8.3 离心式制冷机组的特性曲线及能量调节	220
8.4 小流量离心式制冷压缩机简介	226
思考题及习题	227
实训 8 离心式制冷压缩机的拆卸和装配	227
项目 9 其他形式的制冷压缩机	230
9.1 滑片式制冷压缩机	231
9.2 滚动转子式制冷压缩机	231
9.3 涡旋式制冷压缩机	235
思考题及习题	243
实训 9 数码涡旋式制冷压缩机的结构	244
参考文献	245
彩色插页 制冷压缩机结构及系统图精选	246

模

块

1

制冷压缩机概述

内 容 提 要

《制冷压缩机》是制冷与空调专业的重要专业课程之一,制冷压缩机是制冷系统的核心,在系统中起关键作用——它以消耗一定的机械功为代价,实现热量从低温区(如电冰箱)或常温区(如空调房间)流向较高温度区。这就是实现热力学第二定律的原理。本模块内容主要是认知制冷压缩机,建立初步的理论知识与实践概念。

本模块设置一个项目和一个实训,其内容为:

- (1) 掌握制冷压缩机的作用与类别。
- (2) 了解各种制冷压缩机的应用范围。
- (3) 了解制冷压缩机的发展。
- (4) 关注氯氟烃(CFCs)和氢氯氟烃(HCFC)的替代。
- (5) 思考题、习题及实训 1(认识制冷压缩机)。

模

块

1

项目 1 认知制冷压缩机

1.1 制冷压缩机作用及类别

1.1.1 制冷压缩机的作用

蒸汽压缩式制冷机主要由制冷压缩机、冷凝器、节流元件、蒸发器等四大部件组成,它们之间用管路连成封闭的制冷系统,系统中有一定量的制冷剂。

压缩机在系统中的作用在于:抽吸来自蒸发器的制冷剂蒸气,并提高其温度和压力后,将它排向冷凝器。在冷凝器中,高压过热制冷剂蒸气在冷凝温度下放热冷凝成为液体,而后通过节流元件降压后的气液混物流向蒸发器,在那里,制冷剂液体在蒸发温度下吸热沸腾,变为蒸气后进入压缩机,从而实现了制冷系统中制冷剂的不断循环流动,并通过制冷剂的相变(状态变化)实现对外界的吸热和放热。由此可见,压缩机相当于系统中的“心脏”,是整个制冷系统的动力来源。

蒸汽压缩式制冷循环的工作原理见图 1-1。

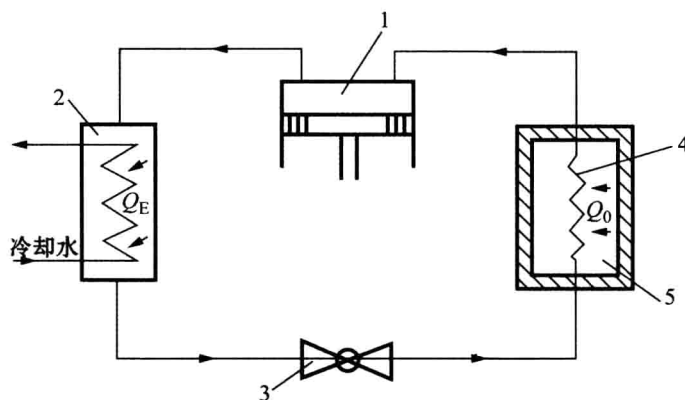


图 1-1 蒸汽压缩式制冷循环原理图

1-制冷压缩机;2-冷凝器;3-节流阀;4-蒸发器;5-冷房

无论是在制冷系统还是热泵系统中,压缩机的功能没有任何差别,但是,却有一个最根本的不同,就是各自工作温度范围的不同。如制冷系统是从被冷却介质吸热而向环境介质排热,其压缩机运行工况中的蒸发温度要低于被冷却介质温度,冷凝温度要高于环境介质温度。对热泵系统,以空气源热泵为例,是从大气吸热,并向温度较高的区域供热,于是,其压缩机运行工况中的蒸发温度要低于大气温度,冷凝温度高于供热区域的温度。从原理上看,各类制冷压缩机都可用于制冷机和热泵中。在本书中,用于制冷机和热泵的压缩机均称为制冷压缩机。但是,不同用途的制冷压缩机必须根据各自运行工况和条件的差别作专门设计,以保

证在各自应用场合下工作的经济性和可靠性。制冷机只用于供冷,而一般热泵往往供热、供冷交替使用,甚至有的要一边供热,一边制冷,同时加以利用。因此,许多热泵用的压缩机是对已经成批生产使用的制冷用压缩机在原有的结构工艺基础上加以改造而成。在某些场合下,只要热泵的工作条件不超过制冷用压缩机所规定的工作条件,则可以直接采用一般的制冷压缩机。

1.1.2 制冷压缩机的种类

根据制冷压缩机的工作原理、结构和蒸发温度划分其种类,并进行分类。

根据对制冷剂蒸气压缩的热力学原理,制冷压缩机可以分为容积型和速度型两大类。

1. 容积型压缩机

在容积型压缩机中,一定容积的气体先被吸入到气缸里,继而在气缸中其容积被强制缩小,压力升高,当达到一定压力时气体被强制地从气缸排出。故此,容积型压缩机的吸排气过程是间歇进行,其流动并非连续稳定的。容积型压缩机按其压缩部件的运动特点可分为两种形式:往复式活塞式(简称往复式)和回转式。而后者又可根据其压缩机的结构特点分为滚动转子式(简称转子式)、滑片式、螺杆式(又称双螺杆式)、单螺杆式、涡旋式等。

2. 速度型压缩机

在速度型压缩机中,气体压力的增长是由气体的速度转化而来,即先使吸入的气流获得一定的高速,然后再使之缓慢下来,让其动能转化为气体的压能,压力升高后排出。可见,速度型压缩机中的压缩流程可以连续地进行,其流动是稳定的,在制冷和热泵系统中应用的速度型压缩机几乎都是离心式压缩机。

图 1-2 所示为制冷压缩机分类及其结构示意图。各类压缩机的工作原理、结构特点和工作性能将在以后各个模块中分别阐述。

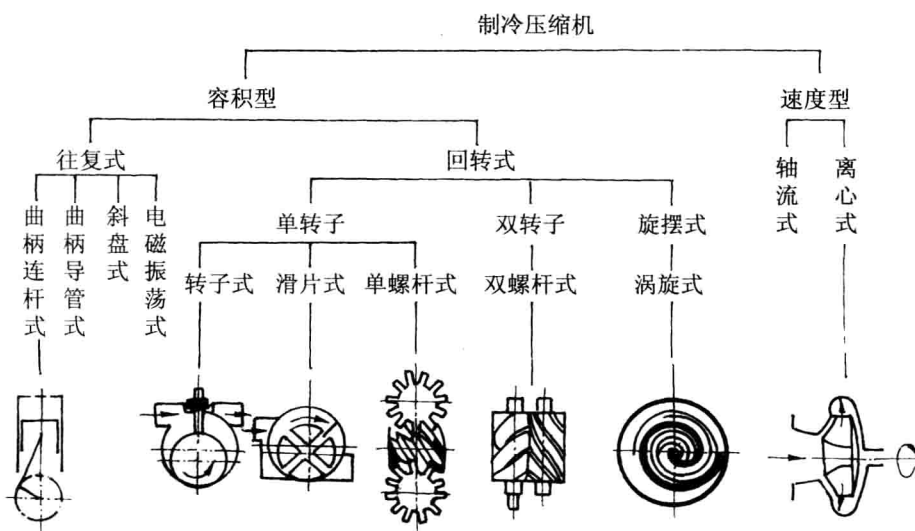


图 1-2 制冷压缩机分类和结构示意图

1.1.3 制冷压缩机的分类

1. 按工作蒸发温度范围分类

对于单级制冷压缩机,一般可按其工作蒸发温度的范围分为高温、中温和低温压缩机三种,但在具体蒸发温度区域的划分上并不统一。下面列举某些著名压缩机产品沿用的大致工作蒸发温度的分类范围:

高温制冷压缩机 $-10\sim+10^{\circ}\text{C}$

中温制冷压缩机 $-20\sim-10^{\circ}\text{C}$

低温制冷压缩机 $-45\sim-20^{\circ}\text{C}$

2. 按压缩机的密封方式分类

制冷系统中的制冷剂是不容许泄漏的,这意味着系统中凡与制冷剂接触的每个部件都应是对外界是密封的。根据制冷压缩机所采取的防泄漏方式和结构,可有三种不同的基本压缩机形式:

(1) 开启式压缩机。图 1-3 是以往复式为例的开启式压缩机结构图。压缩机的曲轴 3 的功率输入端伸出压缩机机体之外,再通过传动装置与原动机相连接。在伸出部位要用轴封装置 8 防止轴段和机体间的泄漏。利用这种轴封装置的隔离作用使原动机独立于制冷系统之外的压缩机形式,称为开启式压缩机(通常,这种压缩机的制冷量较大)。若原动机是电动机,因它与制冷剂和润滑油不接触而无需具备耐制冷剂和耐油的要求。因此,开启式压缩机可用于

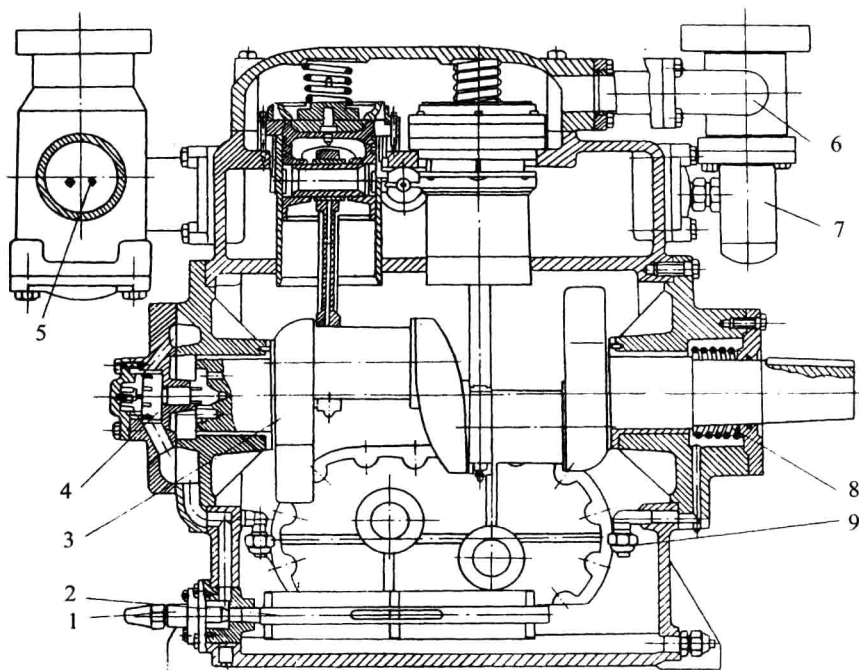


图 1-3 开启式压缩机(往复式)的结构图

1-加油三通阀;2-过滤器;3-曲轴;4-液油泵;5-吸气滤网;

6-排气集管;7-安全阀;8-轴封装置;9-供油管

以氨为制冷剂的制冷系统中。

(2) 半封闭式压缩机。采用封闭式的结构,把电动机和压缩机连成一体,装在同一机体内共用一根主轴,因而可以取消开启式压缩机中的轴封装置,避免了由此产生或多或少泄漏的可能性。图 1-4 是半封闭式压缩机(以往复式为例)的结构例子。从图中可见,电动机室 11 内充有制冷剂和润滑油,这种与制冷剂和润滑油相接触的电动机被称为内置电动机,其所用材料必须与制冷剂和润滑油相容共处。半封闭式压缩机的另一特点是在其机体上的各种端盖,都是用垫片和螺栓连接压紧来防止泄漏的,因而压缩机内零部件易于拆卸修理更换。半封闭式压缩机的制冷量一般居中等水平。

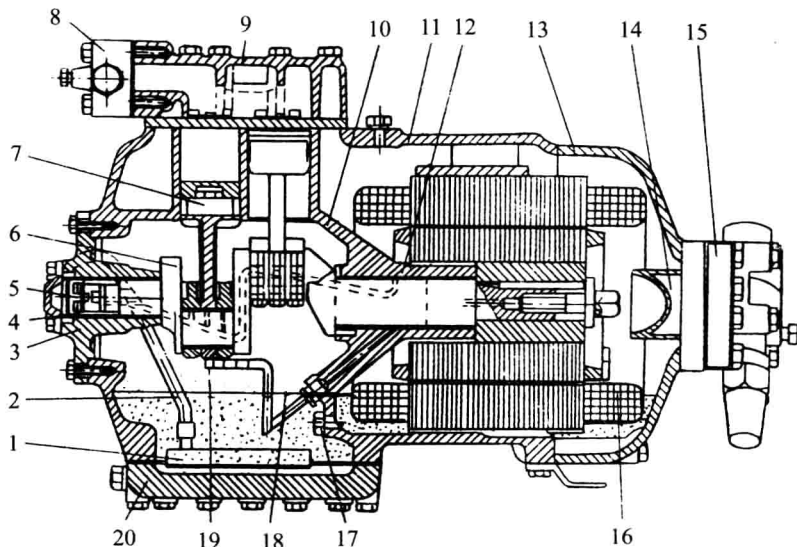


图 1-4 半封闭式压缩机(往复式)的结构图

- 1-过滤器;2-吸油管;3-端轴承盖;4-液压泵轴承;5-液压泵;6-曲轴;7-活塞连杆组;
8-排气截止阀;9-气缸盖;10-曲轴箱;11-电动机室;12-主轴承;13-电动机室端盖;
14-吸气过滤器;15-吸气截止阀;16-内置电动机;17-油孔;
18-油面;19-油压调节阀;20-底盖

(3) 全封闭式压缩机。它也像半封闭式一样,把电动机和压缩机连成一体,共用一根主轴,它与半封闭式的差异在于:连接在一起的压缩机和电动机组安装在一个密闭的薄壁机壳中,机壳由两部分焊接而成,这样既取消了轴封装置,又大大减轻和缩小了整个压缩机的尺寸和重量。露在机壳外表的是焊有一些吸排气管、工艺管以及其他(如喷液管)必要的管道、输入电源接线柱和压缩机支架等。图 1-5 为全封闭式压缩机(以往复式为例)的结构剖面图。由于整个压缩机电动机组是装在一个不能拆开的密封机壳中,不易打开进行内部修理,因而要求这类压缩机的使用可靠性高、寿命长,对整个制冷系统的安装要求也高。这种全封闭结构形式一般用于大批量生产的小冷量制冷压缩机中。

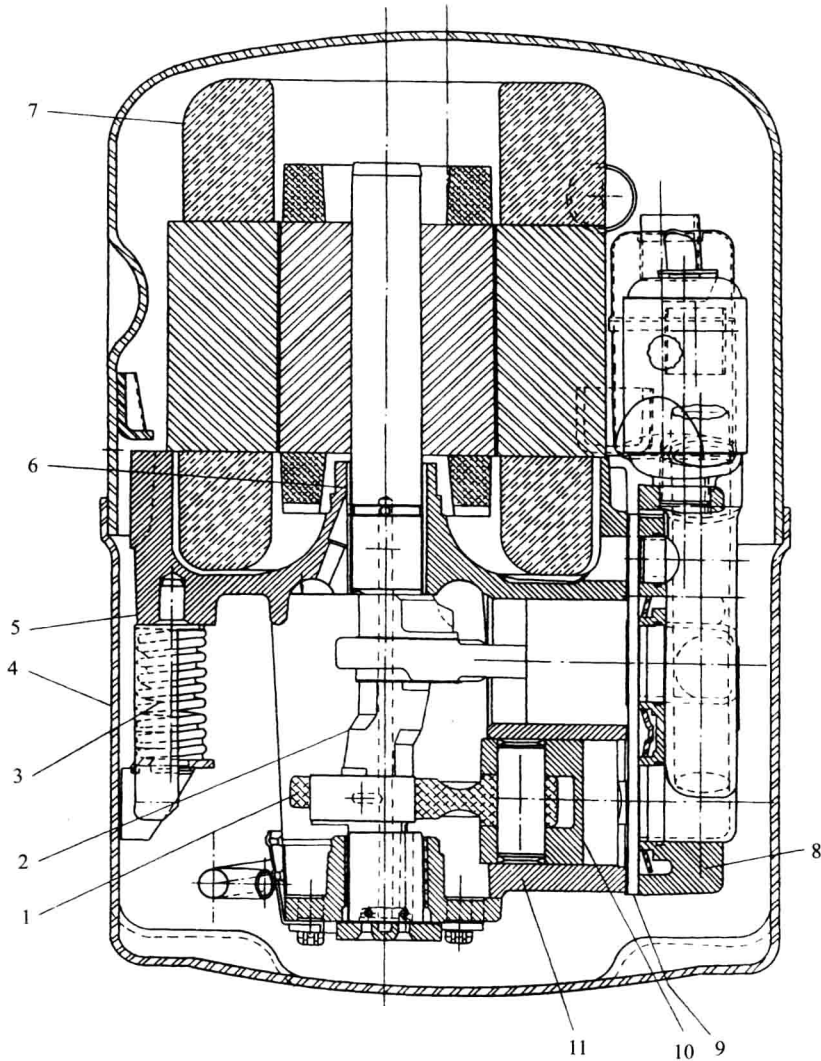


图 1-5 全封闭式压缩机(往复式)的结构剖面图

1-连杆;2-偏心轴;3-内部支撑弹簧;4-机壳;5-电动机座;6-主轴轴承;
7-内置电动机;8-气缸盖;9-阀板;10-活塞;11-气缸体

1.2 各种制冷压缩机的应用范围

由于制冷机的应用几乎遍及各个领域及家庭生活中,为便于设计人员和制造商在各种不同情况下选用合适的配套制冷压缩机,现将各种类型的制冷压缩机的主要特点列于表 1-1 中。

无论是半封闭式还是全封闭式的制冷压缩机,由于氨含有水分时要腐蚀铜,因而都不能用于以氨为工质的制冷系统中。

在选用制冷压缩机时,要注意到不同的压缩机各有其不同的特点,做到经济合理。同类压缩机经过设计和制造方面的重大改进,可以显著提高其单位耗电量的制冷量(即 COP 值),并