



专用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

ZHUANYONGYU GUOJIA ZHIYE JINENG JIANDING • GUOJIA ZHIYE ZIGE PEIXUN JIAOCHENG

制冷工

ZHI LENG GONG

(初级技能 中级技能)

劳动和社会保障部
中国就业培训技术指导中心 组织编写



中国劳动社会保障出版社

专用于国家职业技能鉴定

国家职业资格培训教程

制 冷 工

(初级技能 中级技能)

劳 动 和 社 会 保 障 部 组 织 编 写
中国就业培训技术指导中心

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

制冷工: 初级技能 中级技能/劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心组织编写. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2004

国家职业资格培训教程

ISBN 7-5045-4642-9

I. 制… II. 劳… III. 制冷工-技术培训-教材 IV. TB6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 075544 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

煤炭工业出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.25 印张 329 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

印数: 5000 册

定价: 23.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

国家职业资格培训教程

制 冷 工

编审委员会

主 任 陈 宇

副主任 陈李翔 张永麟

委 员 陈 蕾 刘永澎 赵 欢 滕林庆 何耀东

高祖锬

本书编审人员

主 编 滕林庆

副主编 何耀东 高祖锬

编 者 高宝琨 肖宝泉 徐红升 田 丰

审 稿 孙大琪 李淞涛 周瑞民

前 言

为推动制冷工职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在制冷工从业人员中推行国家职业资格证书制度，劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业标准——制冷工》（以下简称《标准》）制定工作的基础上，组织参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家，编写了《国家职业资格培训教程——制冷工》（以下简称《教程》）。

《教程》紧贴《标准》，内容上，力求体现“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导思想，突出职业培训特色；结构上，针对制冷工职业活动的领域，按照模块化的方式，分初级、中级、高级、技师4个级别进行编写。《教程》的基础知识部分内容涵盖《标准》的“基本要求”；技能部分的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”。

《国家职业资格培训教程——制冷工（初级技能 中级技能）》适用于对初级、中级制冷工的培训，是职业技能鉴定的指定辅导用书。

本书由滕林庆、何耀东、高祖锟、高宝琨、肖宝泉、徐红升、田丰编写，滕林庆主编，何耀东、高祖锟副主编；孙大琪、李淞涛、周瑞民审稿。本书在编写过程中得到天津市劳动和社会保障局张冀威、史武华、郭素英、刘淑静和天津新华专修学院的王芝荣、郭淑芬同志的大力支持，在此一并致谢。

由于时间仓促，不足之处在所难免，欢迎读者提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心

目 录

第一部分 制冷工初级技能

第一章 制冷系统的工作原理及对冷冻物的要求	(1)
第一节 制冷压缩机的工作原理	(1)
第二节 辅助设备和冷却设备的工作原理及对冷冻物的要求	(9)
第三节 制冷设备的命名方法及运行参数	(25)
第二章 制冷系统的启动	(34)
第一节 制冷系统启动前的准备工作	(34)
第二节 压缩机辅助设备及冷却设备的启动程序	(40)
第三节 制冷系统的安全规范和规定	(46)
第三章 制冷系统的正常运行及一般故障	(53)
第一节 制冷系统的正常运行	(53)
第二节 制冷系统运行的一般故障	(67)
第四章 制冷系统的停机	(72)
第一节 制冷系统的正常停机	(72)
第二节 制冷系统异常情况停机	(73)
第五章 制冷系统的交接班	(82)
第一节 交接班工作内容与交接班程序	(82)
第二节 交接班记录表格式与交接班制度	(86)

第二部分 制冷工中级技能

第六章 制冷系统的负荷、制冷量及控制仪表	(92)
第一节 制冷系统的负荷与制冷量	(92)
第二节 制冷系统中的控制仪表	(118)

第七章 制冷系统的启动与一般故障的排除	(121)
第一节 制冷系统的启动方案	(121)
第二节 制冷系统一般故障的分析和排除	(123)
第八章 制冷系统的运行操作	(126)
第一节 制冷系统的排污及气密性试验	(126)
第二节 充加制冷剂	(130)
第三节 冷冻机油的添加和更换	(136)
第四节 异常情况的处理	(141)
第五节 融霜操作	(147)
第九章 制冷系统的调整	(151)
第一节 制冷系统基本参数的调整	(151)
第二节 制冷系统的设备调试	(153)
第十章 制冷系统的故障排除及维护保养	(160)
第一节 系统长期停机的处理	(160)
第二节 一般性故障停机的分析和处理	(174)
第三节 制冷系统的初级维护保养	(177)
第四节 事故处理	(183)
第十一章 制冷系统运行参数分析与交接班	(186)
第一节 系统运行参数的分析	(186)
第二节 交接班	(194)
附录	(196)

第一部分 制冷工初级技能

第一章 制冷系统的工作原理及对冷冻物的要求

第一节 制冷压缩机的工作原理

一、制冷压缩机的分类

蒸气压缩式制冷技术具有适应温度范围广、清洁无污染、安装操作简便、效率高等优点。根据蒸气压缩式制冷原理设计制造出蒸气压缩式制冷机，在制冷工业领域中占主导地位。在蒸气压缩式制冷机中，压缩机是制冷机的核心部件，根据工作原理、特点的不同，制冷压缩机有不同的类型。

1. 根据蒸气压缩机工作原理分类

根据蒸气压缩机工作原理的不同，制冷压缩机可分为容积型和速度型两大类。常用压缩机分类如图 1—1 所示。

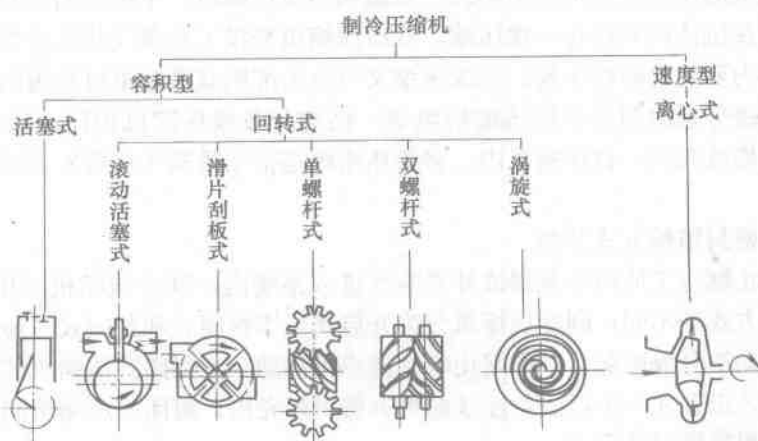


图 1—1 常用压缩机分类

(1) 容积型压缩机

容积型压缩机依靠工作容积的变化来完成吸气、压缩、排气和膨胀四个过程。按活塞运动结构形式的不同,容积型压缩机又有活塞式与回转式之分。活塞式压缩机通过活塞在汽缸内做直线往复运动,使汽缸的工作容积发生变化,从而周期性地地进行吸气、压缩、排气和膨胀,因而又称为往复式压缩机。回转式压缩机通过转子在汽缸中做旋转运动,改变汽缸的工作容积,完成吸气、压缩、排气和膨胀四个工作过程。回转式压缩机有滚动活塞式、滑片刮板式、螺杆式和涡旋式等。

(2) 速度型压缩机

速度型压缩机依靠高速旋转的工作叶轮对蒸气做功,使气流达到很高的速度,将蒸气的动能转变为压力能,使蒸气的压力升高。离心式压缩机是目前应用较多的速度型制冷压缩机。

2. 根据制冷压缩机的特点分类

(1) 按制冷机的制冷量分类

一般认为,标准工况制冷量在 580 kW 以上的压缩机为大型制冷压缩机,58 kW 以下的压缩机为小型制冷压缩机,58~580 kW 的压缩机为中型制冷压缩机。

大型制冷压缩机多用于石油化工流程及大型空调。中型制冷压缩机广泛应用在冷库、冷藏及一般工业和民用事业的制冷和空调装置中。小型制冷压缩机则多用于商业、饮食、科研、卫生和一般工业企业的制冷与空调。

(2) 按汽缸数分类

按制冷压缩机的汽缸数可分为单缸、双缸和多缸等类型。改变汽缸数目,可以获得不同的制冷量。国产系列压缩机汽缸数有 2 缸、4 缸、6 缸、8 缸几种形式。

(3) 按汽缸布置方式分类

按压缩机的汽缸布置方式可分为卧式、立式和角度式三种。汽缸布置方式如图 1—2 所示。

(4) 按压缩级数分类

按压缩机的压缩级数可分为单级、双级和多级压缩机。单级压缩机是指工质蒸气由蒸发器到冷凝器在机体内只经过一次压缩。双级压缩机是指工质蒸气从蒸发器到冷凝器内的过程中,在机体内要经过两次压缩。双级压缩又可分为配组双级和单机双级两种。配组双级是指其高、低压级分别由两台单级压缩机组成,结构与单级压缩机相同;而单机双级压缩机的高、低压级均放在同一台压缩机内。多级压缩则是指工质蒸气从蒸发器到冷凝器要经过三次以上压缩。

(5) 按密封结构方式分类

为了防止制冷工质向外泄漏或外界空气进入系统内,制冷压缩机采用不同的密封结构。按密封结构方式的不同,制冷压缩机分为开启式、半封闭式和封闭式三种。开启式压缩机的压缩机和电动机分成两部分,中间用联轴器或带传动。半封闭式压缩机的压缩机和电动机共用一根主轴并组合在一个以法兰连接的可拆密封外壳内。封闭式压缩机同用一根轴组合在一个不可拆的焊接密封外壳内。

(6) 按使用的制冷剂分类

制冷压缩机按使用的制冷剂不同,可分为氨压缩机、氟利昂压缩机和其他制冷剂的压缩机,如二氧化碳压缩机、乙烯压缩机等。

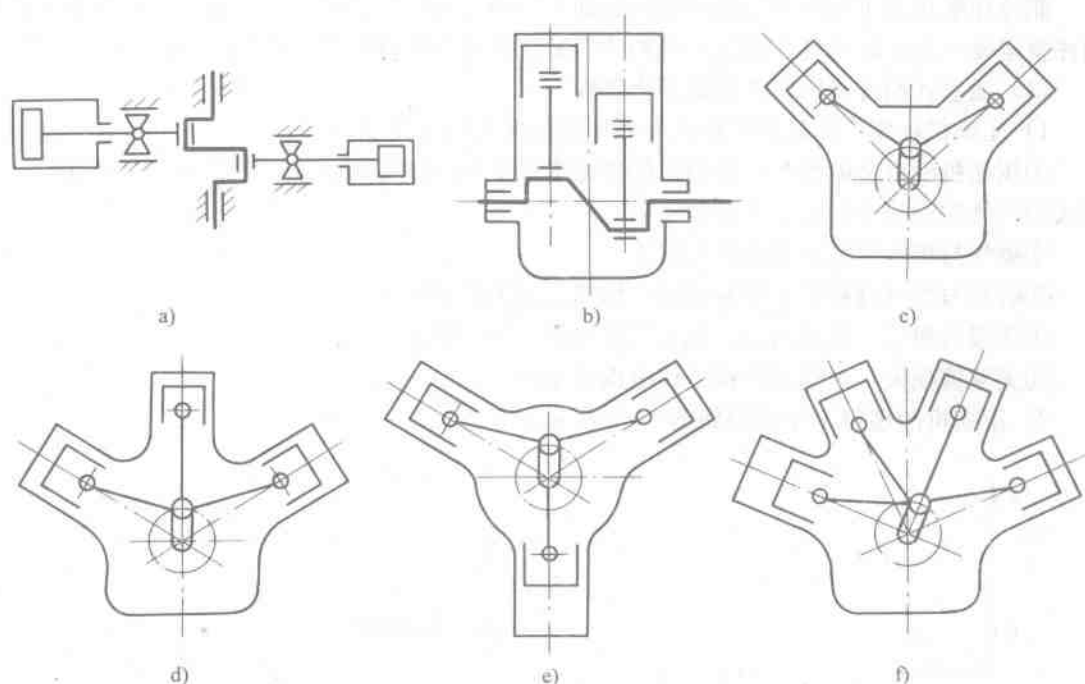


图 1—2 汽缸布置方式

a) 卧式 b) 立式 c) 角度式 V 型 d) 角度式 W 型 e) 角度式 Y 型 f) 角度式 S 型

为了提高压缩机的通用程度，活塞式压缩机在设计上考虑了多种制冷剂通用的问题。开启式压缩机多设计成氨、氟利昂 12 和氟利昂 22 三种制冷剂通用的机型，根据各种制冷剂的不同要求，只需更换和调整少数零件即可适合使用不同的制冷剂。

(7) 按汽缸冷却方式分类

按压缩机的汽缸冷却方式，可分为空气冷却式、水冷却式和进气冷却式三种。

空气冷却式由于冷却效果较差，仅适用于正常排气温度较低的小容量氟利昂制冷压缩机。

水冷却式是在汽缸体上部或排气腔周围设有冷却水套，通过冷却水进行冷却。这种方式冷却效果好，但汽缸体结构复杂，不便于设置顶开进气阀式能量调节装置。

进气冷却式是将汽缸套置于压缩机的吸气腔内，不但可使汽缸受到吸入低温蒸气的冷却，还可以减少液态工质的吸入和液击的发生。采用进气冷却方式，便于设置顶开进气阀式的能量调节机构，普遍应用在高速、多缸制冷压缩机上。

(8) 按转速分类

按制冷压缩机主轴转速的高低，压缩机可分为低速、中速和高速三种。转速在 500 r/min 以下的为低速压缩机，在 500~900 r/min 之间的为中速压缩机，在 900 r/min 以上的称为高速压缩机。

二、制冷压缩机的工作原理

1. 活塞式制冷压缩机的工作原理

制冷压缩机的工作原理是通过分析它的工作循环进行说明的。工作循环是指活塞在汽缸内往复运动一次，缸内气体经过一系列状态变化重现原始状态所经过的全过程。

(1) 活塞式制冷压缩机的理想工作过程

1) 压缩机理想工作过程是指在下列理想条件下的工作过程。

①压缩机没有余隙容积，压缩机的理论输气量与汽缸容积相等，即压缩机曲轴旋转一周吸入的气体容积等于汽缸工作容积。

②吸气与排气过程中没有压力损失。

③吸气与排气过程中无热量传递，压缩过程为绝热压缩。

④无漏气损失，机体内高、低压气体之间不发生窜漏。

⑤无摩擦损失，运动部件在工作中没有摩擦。

2) 压缩机的理想工作过程如图 1—3 所示。

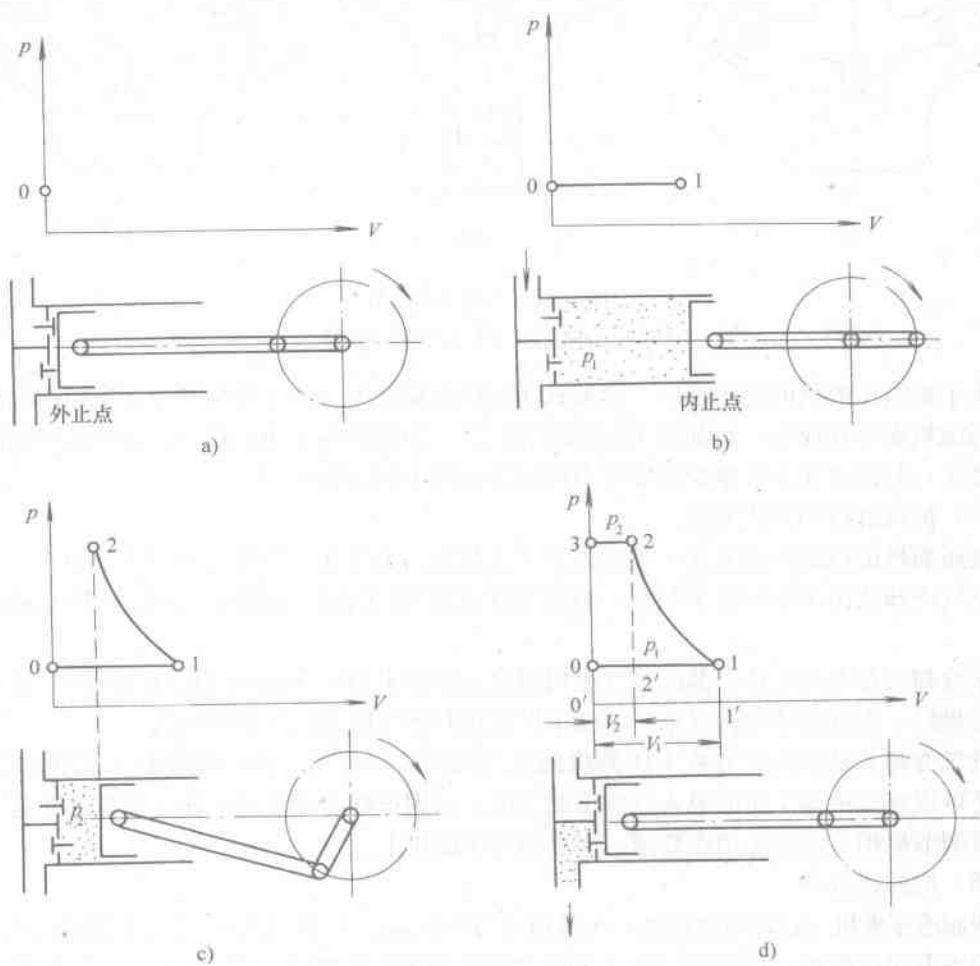


图 1—3 压缩机的理想工作过程

a) 初始状态 b) 吸气过程 c) 压缩过程 d) 排气过程

①在吸气过程中，当活塞从外止点位置向右移动时，汽缸内容积增大，压力降低，于是

吸气腔中压力为 p_1 的制冷剂蒸气顶开吸气阀进入汽缸内，直到活塞行程到内止点为止，完成吸气过程。吸气过程中汽缸内气体压力不变。如图 1—3b 所示 $p-V$ 曲线中的 0—1。

②在压缩过程中，当活塞从内止点向左回行时，吸气阀关闭，汽缸内容积逐渐缩小，汽缸内气体被压缩，其压力逐渐升高。如图 1—3c 所示 $p-V$ 曲线中的 1—2。因为，在理想条件下，气体与机件之间不发生热交换，所以，此过程为强过压缩过程。

③在排气过程中，当汽缸内气体容积减少至 V_2 ，而压力升高到 p_2 时，气体顶开排气阀进入排气腔。活塞继续左行，缸内气体容积不断减少，但压力不再升高直至 0 点，缸内气体全部排尽。如图 1—3d 所示 $p-V$ 曲线中的 2—3。

在压缩机的理想工作过程中，完成图中 0—1—2—3—0 的理想工作循环中，只有压缩过程属于“热力过程”。在吸气过程和排气过程中，由于气体的状态参数（如压力、比热容、温度等）都没有变化，只有汽缸中的气体量发生变化，都属于气体的流动过程，而不属于“热力过程”。

3) 压缩机的实际工作过程中，实际示功图如图 1—4 所示。

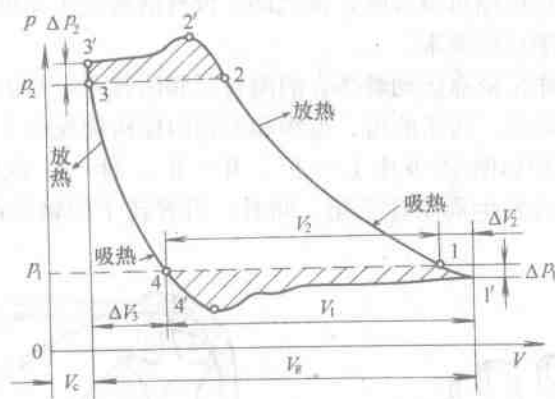


图 1—4 压缩机实际示功图

在实际工作过程中，压缩机汽缸存在着余隙容积；在吸气和排气时有压力损失；制冷剂与机件之间不可避免地有热量交换和摩擦损失以及存在气体泄漏损失等，由于以上原因，使压缩机实际工作过程与理论工作过程存在很大差异，而且理论工作过程是不存在的。压缩机的实际工作过程由以下四个过程组成。

①压缩过程。吸气过程结束就进入了压缩过程，这时，蒸气的温度低于汽缸壁的温度，热量由汽缸壁传给蒸气。随着压缩过程的进行，蒸气的温度不断升高，当蒸气温度与汽缸壁温度相等的瞬间，热交换停止。此后蒸气继续被压缩，其温度上升，此时蒸气温度高于汽缸壁的温度，向汽缸壁放出热量。

②排气过程。由于排气需要克服排气阀弹簧的阻力，所以，只有当蒸气压缩到汽缸内的压力大于排气腔处的压力时，排气过程才能进行。在排气过程中，蒸气的压力是不断波动的。

③余隙内气体膨胀过程。排气终了时，残留在余隙容积内的气体，由压缩过程完成时的压力膨胀到吸气时的压力。

④吸气过程。由于吸气需要克服吸气阀弹簧的阻力等，故吸气时汽缸内的压力低于吸入

腔处的压力，且温度高的汽缸壁与吸入的冷蒸气之间进行热交换。

从图 1—4 可以看出，实际工作过程由吸气线 $4'-1'$ ，压缩线 $1'-2'$ ，排气线 $2'-3'$ ，余隙容积内气体的膨胀线 $3'-4'$ 组成。压缩机在一个循环中所做的功，可用这四条过程线所围成的面积来表示。

2. 螺杆式压缩机的工作原理

螺杆式压缩机是一种容积式回转型压缩机，主要由两个啮合的螺杆转子和壳体组成。螺杆式压缩机螺杆转子如图 1—5 所示。图中凸形齿的螺杆转子为阳转子，凹形齿的转子称阴转子。转子齿形均沿螺杆轴向成螺旋形。当两个转子回转时，像一对螺旋齿轮一样相互啮合，使两螺杆形成的齿空间随螺杆回转沿轴向产生容积和位移的变化，将制冷剂气体从一端吸入经过压缩再从另一端排出。螺杆式制冷压缩机由于螺杆的旋转运动代替了活塞的往复运动，使整个工作过程连续进行。因此，压缩机运行平稳，没有脉冲现象，适宜高速运转。螺杆转子具有较好的刚性和强度，吸、排气口没有阀片，液体制冷剂通过时不会产生“液击”。螺杆式制冷压缩机均采用喷油润滑，因此，压缩机运转部件能得到良好的润滑、冷却，所以排气温度较低。由于螺杆压缩机没有吸、排气阀，没有活塞式压缩机那样的余隙容积，螺杆强度较大，能适应高压比的要求。

螺杆式压缩机的工作是依靠运动着啮合的阳转子和阴转子，并借助于包围这一对转子的机壳完成的。当转子运动时，转子的齿、齿沟和机壳内壁所构成的 V 形空间称为基元容积，螺杆式压缩机的基元容积如图 1—6 中 I—I'、II—II'、III—III' 内的容积所示。基元容积的大小随螺杆转子的运转发生周期性变化，同时，沿着转子的轴向由吸入口侧移向排出口侧。

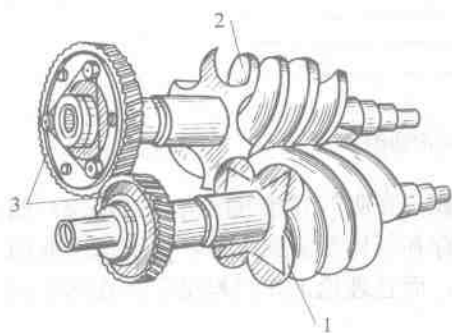


图 1—5 螺杆式压缩机螺杆转子
1—阳转子 2—阴转子 3—增速传动齿轮

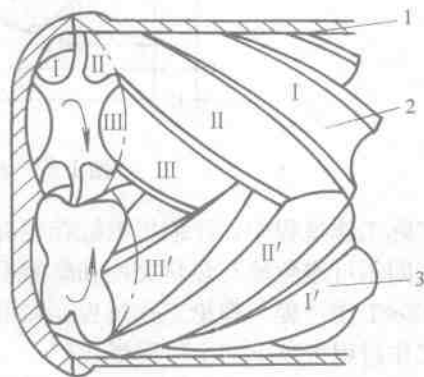


图 1—6 螺杆式压缩机的基元容积
1—机壳 2—阴转子 3—阳转子

螺杆式压缩机工作过程如图 1—7 所示。

(1) 吸气过程

吸气过程转子位置参见图 1—7a、图 1—7b、图 1—7c。由于阳转子有四个齿，阴转子有六条齿沟，当阳转子及阴转子回转时，其啮合部分在进气口侧逐渐脱开，使得齿与齿沟形成的基元容积逐步变大。因为该基元容积经进气口与吸气腔相通，所以，随着基元容积的变大进行吸气过程。当基元容积增大到最大时，阳转子的齿和阴转子的齿沟完全脱开，此时，转

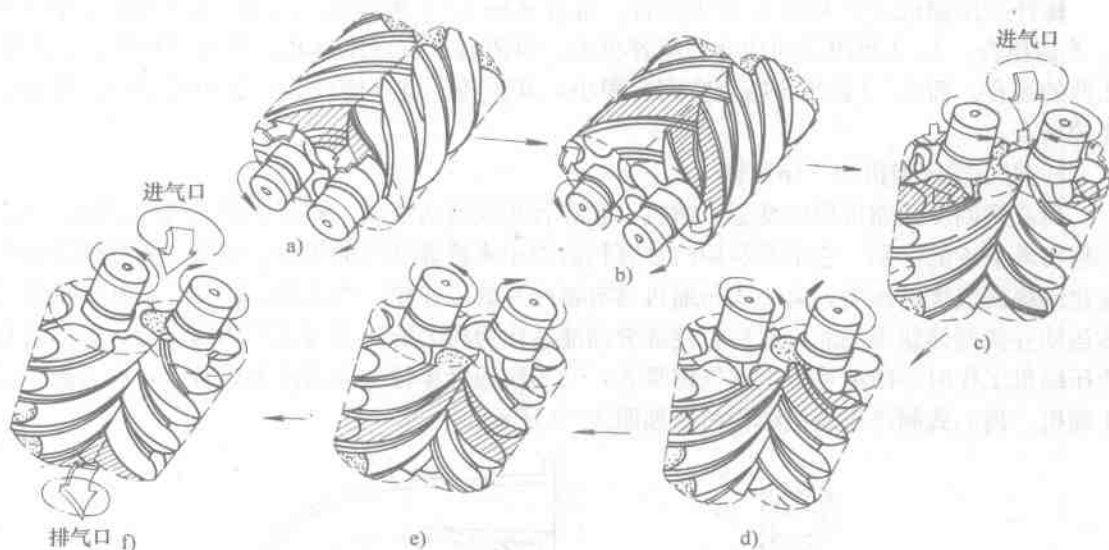


图 1—7 螺杆式压缩机工作过程

a) 吸气开始 b) 吸气 c) 吸气结束 d) 压缩 e) 压缩结束 f) 排气

子虽然继续回转，基元容积也不变化。当基元容积绕过进气口后，被机壳封闭，与吸气腔隔开，成为一封闭容积，吸气过程结束。

(2) 压缩过程

压缩过程转子位置参见图 1—7d、图 1—7e。随着转子继续回转，脱开的阳转子齿和阴转子齿沟在排出口侧又开始一个新的啮合过程。由于啮合封闭线沿着轴向逐渐向排气口处移动，使得基元容积逐渐变小，而将制冷剂气体压缩。

(3) 排气过程

排气过程转子位置见图 1—7f。在转子继续回转过程中，基元容积继续缩小，气体压力不断增加，当阳转子齿与阴转子齿沟与机体上的排气口相通时，开始排出高压气体直到基元容积变为零，即气体完全排出，排气过程结束。

吸气、压缩和排气讨论了两个啮合螺杆和一个 V 形基元在一个工作周期中的全部过程，其他 V 形基元容积的工作过程与之相同，只是它们的吸气、压缩和排气过程的先后顺序不同。当一对转子啮合时，齿面接触线将螺旋槽分隔成两部分，位于吸气侧的一部分容积进行吸气过程，同时，位于排气侧的另一部分容积进行压缩和排气过程。因此，螺杆旋转一周，每一螺旋槽完成一个吸气、压缩和排气工作过程。制冷剂蒸气在螺杆式压缩机中吸入和排出气体是在螺杆转子的两端进行的。螺杆式压缩机气体流动路线如图 1—8 所示。吸气通常在转子的上半部分进行，压缩和排气在转子的下半部分进行。

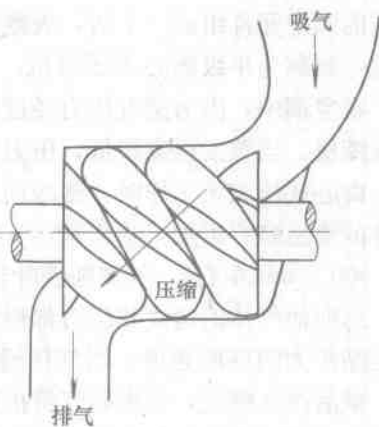


图 1—8 螺杆式压缩机气体流动路线

螺杆式压缩机较多采用4、6齿组合，也有采用3、4齿和6、8齿的组合方式。相对于4、6齿组合，3、4齿组合的啮合空间容积大，但阴转子抗弯刚度小，适用于排量大、压缩比低的场合。而6、8齿组合啮合空间容积小，其阴转子抗弯刚度大，适于排量小、压缩比高的场合。

3. 离心式压缩机的工作原理

离心式制冷压缩机属速度型压缩机，它和容积式的活塞式、螺杆式压缩机的结构、工作原理有着根本的区别。它不是利用气缸容积的减小来提高气体的压力，而是依靠气体动能的变化来提高气体的压力。离心式压缩机具有带叶片的工作轮，当工作轮转动时，叶片带动气体运动并使气体获得动能，然后，使部分动能转化为压力能从而提高气体的压力。离心式制冷压缩机工作时不断地将制冷剂气体吸入，又不断地沿半径方向甩出去，所以，称为离心式压缩机。离心式制冷压缩机结构简图如图1—9所示。

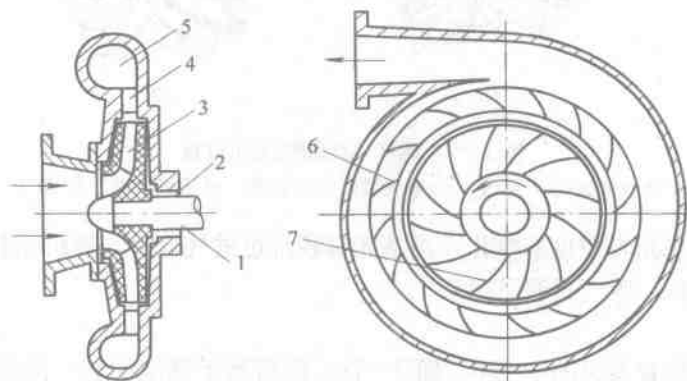


图1—9 离心式制冷压缩机结构简图

1—轴 2—轴封 3—工作叶轮 4—扩压器 5—蜗壳
6—扩压器叶片 7—工作轮叶片

离心式制冷压缩机主要包括叶轮、扩压器、蜗壳等。工作时，主轴带动叶轮高速旋转，故叶轮又称为转子。其他部件如吸气室和蜗壳等称为固定元件。压缩机按一个叶轮和与叶轮相配的固定元件组成一个级，级数是离心式压缩机在构造上的重要特征。如果只有一个工作叶轮，就称为单级离心式压缩机，如果有几个工作叶轮串联组成，则称为多级离心式压缩机。在空调中，因为蒸发压力经过压缩过程变为冷凝压力时压力差小，所以多采用单级离心式压缩机。当蒸发温度较低、压力比较大时，多采用多级离心式制冷压缩机。

离心式压缩机工作时，制冷剂蒸气首先进入吸气室，吸气室的通道呈锥形，这样，可使气体的流速略有增加，损失减少，使气体能均匀地进入工作叶轮。由于工作叶轮高速旋转（10 000 r/min左右），气体随着叶轮高速旋转，在离心力的作用下，在叶轮槽道中做扩压流动，从而使气体的速度和压力都得到提高。气体从叶轮出来后进入扩压器，扩压器是一个截面逐渐扩大的环形通道，当气体通过时，流速减慢而压力升高，将气体的动能转变为压力能，最后进入蜗壳，并由蜗壳将扩压器出来的气体汇集起来。蜗壳流通面积的扩大也会对气流起一定的减速和扩压作用，并将气流引导出离心式压缩机。

由于离心式压缩机是依靠高速旋转的叶轮对气体做功，并通过扩压器将气体的动能转变

为压力能，所以，当压缩机吸气量较小时，会出现冷凝压力高于机壳内压力的现象，这时，已排出的气体倒流回压缩机而形成喘振。喘振是离心式压缩机固有的气动现象，喘振发生时机器会产生振动和噪声，严重时损坏压缩机，所以，在离心式压缩机工作时应严防喘振发生。预防喘振的方法是不要将压缩机的吸气量调节得太小，让压缩机的工作点远离喘振区。当制冷量较小压缩机必须调小吸气量时，可通过管道将一部分已排出的气体经调节阀引回到吸入口，这样，也能有效地避免压缩机的喘振，但会牺牲部分制冷量。

第二节 辅助设备和冷却设备的工作原理 及对冷冻物的要求

一、辅助设备的工作原理

1. 蒸发器的工作原理

蒸发器是制冷系统中用于制冷剂和低温热源被冷却系统之间进行热交换的设备，是制冷设备中的主要热交换设备。在蒸发器中，制冷剂液体在低压低温下汽化，吸收被冷却介质的热量，成为低温低压下的制冷剂干饱和蒸气或过热蒸气，从而在制冷系统中产生和输出冷量。蒸发器位于节流装置和制冷机回气总管之间或连接于气液分离设备的供液管和回气管之间，并安装在需要冷却、冻结的冷间或场所。

制冷剂通过节流装置后处于蒸发压力下，在进入蒸发器时为液态或气液混合状态。制冷剂通过传热间壁吸收被冷却介质的热量，介质温度降低，制冷剂液体沸腾汽化成干饱和蒸气或过热蒸气被压缩机吸入。尽管蒸发器种类形式很多，但大多都属于间壁式换热器，制冷剂与被冷却介质在换热间壁两侧进行热交换。在制冷剂一侧，制冷剂通过汽化相变吸热，在另一侧介质总是连续地通过换热间壁，根据工艺要求释放出热量而被冷却。

蒸发器的传热量与热交换面积、传热温差、传热系数有关。对已选定的蒸发器，热交换面积是一定的，应适当提高蒸发器的传热温差，并提高蒸发器的传热系数。传热系数的提高取决于冷热流体的热物理性质、流动状况、传热面特性及蒸发器的结构性能等。

(1) 制冷剂特性对蒸发器传热的影响

在给定的压力下，蒸发器内的制冷剂液体吸收热量后汽化沸腾。液体沸腾时放热强度的变化与沸腾状态有关，是非常复杂的。制冷剂在蒸发器内的沸腾主要表现为泡状沸腾和膜状沸腾两种形式。

泡状沸腾是指制冷剂液体在蒸发器内吸热后，当温度达到该压力相对应的饱和温度时，在加热表面上形成许多气泡，并在液体内部逐渐增大、上升、破裂的沸腾形式。

膜状沸腾是指随着温差的增大，制冷剂在加热表面上形成的气泡剧增，众多的气泡来不及离开加热表面而汇集在一起形成一层气膜的沸腾形式。膜状沸腾时，由于气膜的存在，增大了传热热阻，使放热系数下降。

介于泡状沸腾和膜状沸腾之间的状态称为临界状态，处于临界状态的温差、放热系数、

热流密度等分别称为临界温差、临界放热系数和临界热流密度。对于任一种液体，只要测量出这三项临界值，就能确定最适宜的沸腾汽化条件，减少或避免膜状沸腾的产生。

制冷剂液体在蒸发器内的温差、放热系数和单位面积热负荷值远低于临界值，所以，制冷剂液体吸热后在蒸发器内的沸腾一般属于泡状沸腾。

(2) 被冷却介质特性对蒸发器传热的影响

制冷装置中常见的被冷却介质是水、盐水和空气。其放热强度除了与其物理性质有关外，还与流动速度、流动的途径有关，流速大、流动的途径合理，放热系数增大。最适宜的流速和流体通道布局应通过技术经济分析和比较来确定。

(3) 换热面状况对蒸发器传热的影响

液体在润湿的加热表面上汽化沸腾，气泡根部细小，形成气泡的体积不大，容易离开加热表面而上升，有益于制冷。当蒸发器中的制冷剂液体中混入润滑油时，用于油在低温下黏度大，容易附着在传热面上形成油膜不易排出，从而增大了传热热阻。同时，油膜还会妨碍制冷剂液体润湿传热表面，降低传热效能，严重时还会使制冷剂完全不能吸收外界热量而失去制冷作用。

(4) 蒸发器结构形式对传热的影响

蒸发器结构形式很多，在设计和制造时一定要使制冷剂蒸气很快离开传热表面，因此要保持合理的液面高度和有效的利用传热面积。制冷剂液体节流时产生的少量蒸气要通过气液分离设备及时分离，将液体送入蒸发器内吸热，从而提高蒸发器传热效果。

2. 冷凝器的工作原理

冷凝器是制冷系统向外释放热量、实现制冷剂相态还原的重要换热设备。它的主要作用是将压缩机排出的高温、高压制冷剂蒸气的热量传递给冷却介质（水或空气），使制冷剂蒸气冷却、液化。制冷剂在冷凝器中，先由过热蒸气冷却为干饱和蒸气放出显热，再由干饱和蒸气冷凝为饱和液体放出大量潜热。如果饱和液体继续冷却就成为过冷液体。

冷凝器向冷却介质放出的热量称为冷凝器负荷。冷凝器负荷等于制冷系统中的有效制冷量、无效制冷量和外界耗能所转换热量之和。由传热学原理可知，冷凝器负荷就是制冷剂流体通过间壁式热交换器壁面向冷却介质，再通过冷却介质传向环境的传热量。

与蒸发器相同，冷凝器的传热量大小与换热面积、传热温差、传热系数成正比。对已选定的冷凝器，其换热面积一定，在正常使用中，要提高冷凝器单位面积传热量，主要是提高冷凝器的传热系数而不采用提高传热温差的做法。这是因为，提高冷凝器内冷热流体间的传热温差，不仅要受到客观条件的限制，还会增大传热的不可逆损失。传热系数是反映传热过程强弱的重要指标，受各种传热因素的影响，即传热系数取决于冷凝器中冷热流体的热物理性质、流动情况、传热表面特性以及冷凝器结构特点等。

(1) 制冷剂及其传热特性对冷凝器传热的影响

不同的制冷剂表现出各自的特性，影响传热的物理性质主要是制冷剂的比热、导热系数、密度与黏度等。制冷机中压缩后的制冷剂过热蒸气在冷凝器壁面上的放热是冷却、冷凝过程。在冷却阶段制冷剂以显热的方式向冷凝器壁面放热；在冷凝阶段制冷剂以膜状凝结和珠状凝结形式向冷凝器壁面放出凝结潜热。制冷剂蒸气在冷凝器中的凝结主要是膜状凝结。膜状凝结时形成的液膜将使制冷剂热阻增大，放热系数降低。因此，要避免液膜增厚并使液膜迅速与传热面分离。