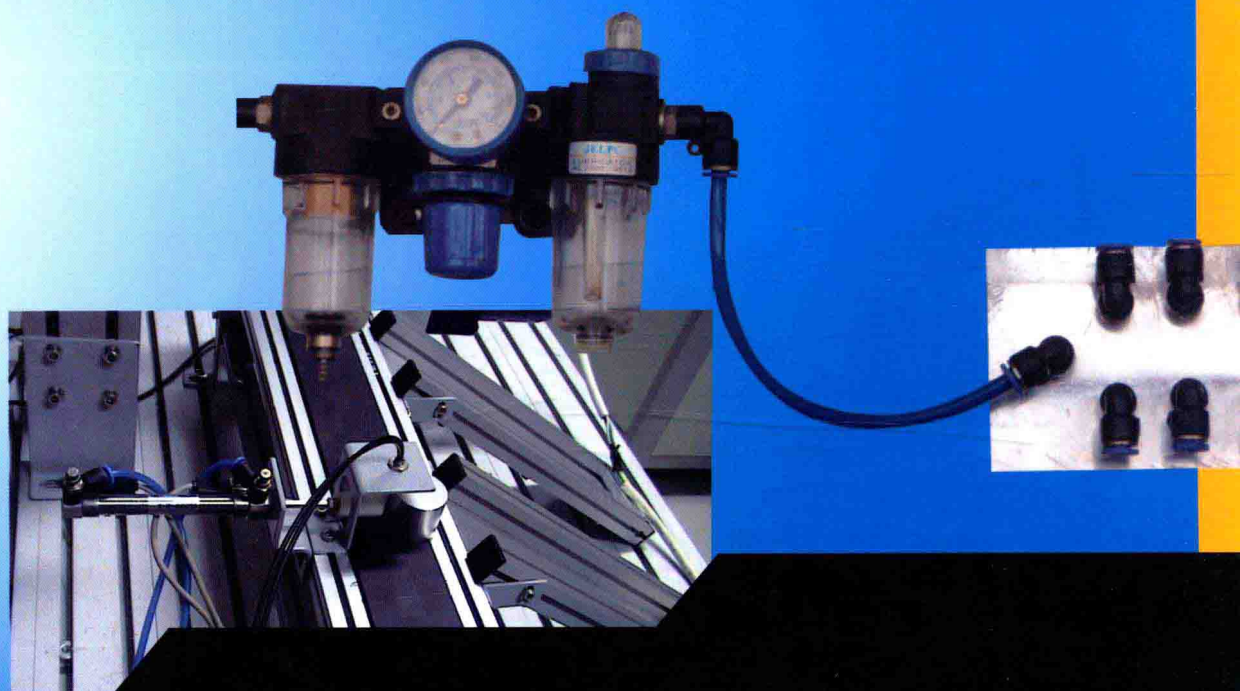


中等职业教育 **机电技术应用** 专业课程改革成果系列教材



气动与液压控制技术训练

李建英 庄明华 主 编
陆建忠 副主编
徐益清 主 审

清华大学出版社

中等职业教育 **机电技术应用** 专业课程改革成果系列教材

常州大学图书馆
藏书章

气动与液压控制技术训练

李建英 庄明华 主 编
陆建忠 副主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书分为两篇。基础知识篇主要以实际应用课题为主线,阐述了气动系统的组成、气动基本回路、气动元件使用的场合和气动回路的搭建,主要包括气源装置与气动辅助元件的认识、送料装置、冲压装置、夹紧装置、自动输送装置、零件抬升装置、碎料压实机、压膜机、压印机、开关门控制装置、组合机床动力滑台系统。项目实践篇以项目实施为主线指导了对气动系统回路的分析、维修和设计,主要包括具有互锁的两地单独操作回路控制、延时返回的单往复回路控制、采用双电控电磁阀的连续往复回路控制、多气缸、主控阀为单电控电磁阀电-气控制回路的延时顺序控制、双缸多往复电-气联合控制回路控制、加工中心工作台夹紧回路模拟控制、加工中心盘式刀库气动回路模拟控制、设计气动钻床气动回路控制、液动力滑台回路控制。

本书既可作为中等职业学校机电技术应用及相关专业的教材,也可作为相关行业的培训教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

气动与液压控制技术训练/李建英,庄明华主编.--北京:清华大学出版社,2014

中等职业教育机电技术应用专业课程改革成果系列教材

ISBN 978-7-302-34313-4

I. ①气… II. ①李… ②庄… III. ①气压传动—中等专业学校—教材 ②液压传动—中等专业学校—教材 IV. ①TH138 ②TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 252580 号

责任编辑:帅志清

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘 静

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本: 185mm×260mm	印 张: 14.5	字 数: 324 千字
版 次: 2014 年 3 月第 1 版	印 次: 2014 年 3 月第 1 次印刷	
印 数: 1~2000		
定 价: 29.00 元		

产品编号: 052929-01

编审委员会

编委会主任：张 萍

编委会副主任：严国华 林如军

编委会委员：(按姓氏笔画排序)

卫燕萍	方志平	刘 芳	刘 剑	孙 华	庄明华
朱王何	朱国平	严国华	吴海琪	张国军	李建英
李晓男	杨效春	陈 文	陈 冰	周迅阳	林如军
范次猛	范家柱	查维康	赵 莉	赵焰平	夏宇平
徐 钢	徐自远	徐志军	徐勇田	徐益清	郭 茜
顾国洪	彭金华	谢华林	潘玉山		

前



F O R E W O R D

随着企业自动化程度和自动化设备的不断普及,机电技术应用专业人才市场需求的不断加大,气动控制技术已逐步成为机电技术应用专业的主干课程。现有的很多教材中普遍存在着比较重视元器件原理叙述,而没有真正把元器件原理的知识点融入实际工程应用中进行讲解。本书针对这些问题,以实际应用实例为突破口,首先让学生知道这些元件和控制回路在什么样的情况下使用,然后再来学习元件的外形形状、图文符号、结构特点、工作原理和工作过程。最后通过实训使学生进一步掌握这些元件是如何使用的,以及在使用中要注意的问题,做到边学边做,使学生更有学习兴趣。本书以培养学生实际动手能力为主要目的,所选内容操作性强。在阐述内容上力求简明扼要、图文并茂、通俗易懂,使初学者能够尽快掌握气动与液压的技术。

本书由李建英、庄明华担任主编,陆建忠担任副主编。课题1、项目3由江苏省海门中等专业学校李建英编写,课题2~课题6、项目2由江苏省南通中等专业学校庄明华编写,课题7和课题8由江苏省靖江中等专业学校许江平编写,课题9和课题10由江苏省海门中等专业学校蔡红艳编写,课题11、项目1由江苏省海门中等专业学校于海艳编写,项目4和项目5由江苏省无锡立信中等专业学校钟耀光编写,项目6和项目7由江苏省东洲中学陆建忠编写,项目8和项目9由江苏省无锡立信中等专业学校陈震乾编写。全书由江苏省惠山中等专业学校徐益清主审。

由于编写人员水平有限,书中一定存在不足之处,恳切希望广大读者提出宝贵意见。

编 者

职业教育是通过课程这座桥梁来实现其教育目的和人才培养目标的,任何一种教育教学的改革最终必定会落实到具体的课程上。课程改革与建设是中等职业教育专业改革与建设的核心,而教材承载着职业教育的办学思想和内涵、课程的实施目标和内容,高质量的教材是中等职业教育培养高质量人才的基础。

随着科技的不断进步和新技术、新材料、新工艺的不断涌现,我国的机械制造、汽车制造、电子信息、建材等行业的快速发展为机电技术应用提供了广阔的市场。同时,机电行业的快速发展对从业人员的要求也越来越高。现代企业既需要从事机电技术应用开发设计的高端人才,也需要大量从事机电设备加工、装配、检测、调试和维护保养的高技能机电技术人才。企业不惜重金聘请有经验的高技能机电技术人才已成为当今职业院校机电技术专业毕业生高质量就业的热点。经济社会的发展对高技能机电技术人才的需求定会长盛不衰。

《中等职业教育机电技术应用专业课程改革成果系列教材》是由江苏、浙江两省多年从事职业教育的骨干教师合作开发和编写的。本套教材如同职业教育改革浪潮中迸发出来的一朵绚丽浪花,体现了“以就业为导向、以能力为本位”的现代职教思想,践行了“工学结合、校企合作”的技能型人才培养模式,为实现“在做中学、在评价中学”的先进教学方法提供了有效的操作平台,展现了专业基础理论课程综合化、技术类课程理实一体化、技能训练类课程项目化的课程改革经验与成果。本套教材的问世,充分反映了近几年职教师资职业能力的提升和师资队伍建设工作丰硕成果。

职业教育战线上的广大专业教师是职业教育改革的主力军,我们期待着有更多学有所长、实践经验丰富、有思想善研究的一线专业教师积极投身到专业建设、课程改革的大潮中来,为切实提高职业教育教学质量,办人民满意的职业教育,编写出更多、更好的实用专业教材,为职业教育更美好的明天作出贡献。

张 萍

第一篇 基础知识篇

课题 1 气源装置与气动辅助元件的认识	3
任务 1.1 认识空气压缩机	3
任务 1.2 认识气源净化装置	9
任务 1.3 认识气源调节装置(气动三联件)	13
任务 1.4 认识管件	18
任务 1.5 连接气源与管路	21
课题 2 送料装置	27
任务 2.1 手动送料装置控制	28
任务 2.2 气动送料装置控制	34
任务 2.3 两地气控送料装置控制	39
课题 3 冲压装置	44
任务 3.1 气动安全保护冲压装置控制	45
任务 3.2 电控安全保护冲压装置控制	50
课题 4 夹紧装置	57
任务 4.1 点动夹紧装置控制	58
任务 4.2 自锁夹紧装置控制	64
课题 5 自动输送装置	71
任务 5.1 电控自动输送装置控制	72
任务 5.2 变速自动输送装置控制	76

课题 6 零件抬升装置	82
任务 6.1 手控气动零件抬升装置控制	83
任务 6.2 手控气动多位置抬升装置控制	88
任务 6.3 自动电控多位置抬升装置控制	95
课题 7 碎料压实机	101
任务 碎料压实机气动系统装置控制	102
课题 8 压膜机	109
任务 压膜机气动控制回路装置控制	110
课题 9 压印机	115
任务 压印机气动控制回路装置控制	116
课题 10 开关门控制装置	120
任务 10.1 气动门开关控制装置	120
任务 10.2 电控门开关控制装置	123
课题 11 组合机床动力滑台系统	126
任务 11.1 认识组合机床动力滑台系统	127
任务 11.2 组合机床动力滑台系统的搭建	132
任务 11.3 故障分析与维修实例	132

第二篇 项目实践篇

项目 1 具有互锁的两地单独操作回路控制	143
任务 1.1 分析和搭建气动回路	143
任务 1.2 排除故障	147
任务 1.3 具有互锁的三地单独控制回路设计	148
项目 2 延时返回的单往复回路控制	151
任务 2.1 分析和搭建气动回路	151
任务 2.2 排除故障	155
任务 2.3 双电控延时返回的单往复控制回路设计	157
项目 3 采用双电控电磁阀的连续往复回路控制	160
任务 3.1 分析和搭建气动回路	160

任务 3.2 排除故障·····	164
任务 3.3 双缸单电控循环控制回路设计·····	166
项目 4 多气缸、主控阀为单电控电磁阀电-气控制回路的延时顺序控制 ·····	169
任务 4.1 分析和搭建气动回路·····	169
任务 4.2 排除故障·····	173
任务 4.3 电-气联合控制回路(多气缸)的延时顺序控制设计 ·····	174
项目 5 双缸多往复电-气联合控制回路控制 ·····	178
任务 5.1 分析和搭建气动回路·····	178
任务 5.2 排除故障·····	182
任务 5.3 单电控二位五通阀控制的双缸多往复电- 气联合控制回路控制设计·····	183
项目 6 加工中心工作台夹紧回路模拟控制 ·····	186
任务 6.1 分析和搭建气动回路·····	186
任务 6.2 排除故障·····	189
任务 6.3 塑料圆管熔接装置控制回路设计·····	191
项目 7 加工中心盘式刀库气动回路模拟控制 ·····	194
任务 7.1 分析和搭建气动回路·····	194
任务 7.2 排除故障·····	198
任务 7.3 气动机械手气动回路设计·····	199
项目 8 设计气动钻床气动回路控制 ·····	203
任务 8.1 分析气动钻床的工作回路·····	203
任务 8.2 气动钻床回路的模拟与实施·····	205
项目 9 液压动力滑台回路控制 ·····	207
任务 9.1 液压动力滑台的控制回路分析·····	207
任务 9.2 模拟分析相关的回路·····	209
附录 常用液压与气动元件图形符号(GB/T 786.1—1993 摘录) ·····	211
参考文献·····	217

第一篇

基础知识篇

气源装置与气动辅助元件的认识

学习目标

- (1) 了解空气压缩机的类型。
- (2) 掌握气源装置的组成、图形符号及工作原理。
- (3) 熟悉气动辅助元件的类型、特点、图形符号及其作用。

技能目标

- (1) 会正确安装气源装置及辅助元件。
- (2) 掌握气源装置及气动辅助元件的调试方法。
- (3) 掌握气源装置及气动辅助元件在系统中的应用。
- (4) 能够分析判断空气压缩机故障及其产生原因。

随着机电一体化技术的飞速发展,特别是气动与液压技术、传感器技术、PLC 技术、网络技术及通信技术科学的互相渗透而形成的机电一体化技术被各种领域广泛应用后,气动技术已成为当今工业科技的重要组成部分。自动生产线气动系统中各气动回路是由动力元件、执行元件和控制元件、辅助元件组成的,传输介质是压缩空气。气动系统的正常工作离不开动力源,动力源及气源装置由空气压缩机、冷却器、除油器、储气罐和干燥器组成。气动系统的辅助元件也是保证气动系统正常工作不可缺少的组成部分,包括空气过滤器、减压阀、油雾器和管件等。

本课题主要介绍气源装置的组成和作用以及空气压缩机的正确使用。

任务 1.1 认识空气压缩机

在气压系统中,压缩空气是传递动力和信号的工作介质,气压系统能否可靠地工作,在很大程度上取决于系统中所用的压缩空气。因此在学习、认识压缩机之前,须对气源系统及气源系统的组成概念作必要介绍。

1. 气源系统及其组成

气源系统为气动设备提供满足要求的压缩空气。由产生、处理和储存压缩空气的设备组成的系统称为气源系统,气源系统一般由气压发生装置、压缩空气的净化处理装置和传输管路系统组成。图 1-1-1 所示为压缩空气产生和传输原理。

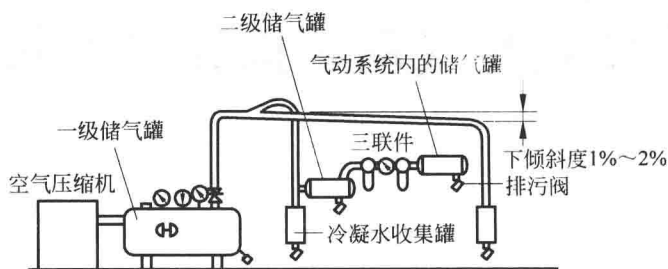


图 1-1-1 气源系统组成原理

2. 空气压缩站

压缩空气是气动技术的控制介质,气动技术的最终目的是利用压缩空气来驱动不同的机械装置。气动系统工作时,工作介质(空气)中水分和固体颗粒杂质等的含量决定着系统能否正常工作。因此,在气源系统中必须对空气进行压缩、干燥、净化处理。对空气进行压缩、干燥、净化处理并向各个设备提供洁净、干燥的压缩空气的装置,称为空气压缩站。图 1-1-2 所示为空气压缩站。

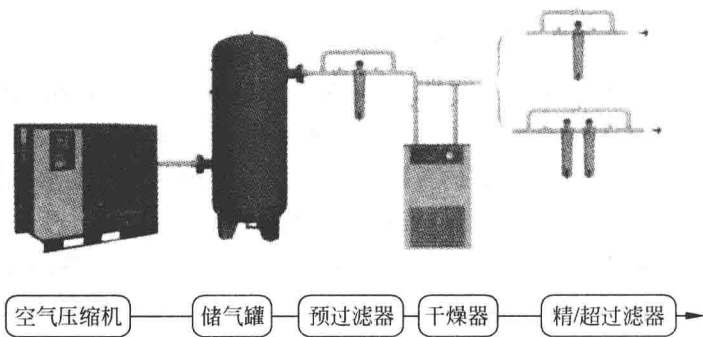


图 1-1-2 空气压缩站示意图

3. 空气压缩机

空气压缩机简称空压机。空气压缩机是空气压缩站的核心装置,它的作用是将电动机输出的机械能转换成压缩空气的压力能供给气动系统使用。

4. 空气压缩机的分类

按压力大小不同,空气压缩机可分为低压型(0.2~1.0MPa)、中压型(1.0~10MPa)

和高压型(大于 10MPa)。按工作原理的不同,空气压缩机可分为容积型和速度型。容积型空气压缩机的工作原理是将一定量的连续气流限制在封闭的空间里,通过缩小气体来提高气体的压力。按结构不同,容积型空气压缩机又可分为往复式和回转式。

空气压缩机的分类如图 1-1-3 所示。

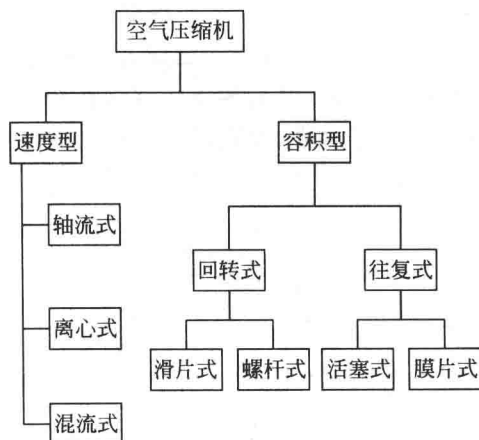


图 1-1-3 空气压缩机的分类

5. 空气压缩机的工作原理

1) 单级活塞式空气压缩机

单级活塞式空气压缩机是最常用的空气压缩机形式,曲柄连杆机构使活塞做往复运动而实现吸气和压气,并提高气体压力。其工作原理如图 1-1-4 所示。当活塞下移时,气缸内气体体积增加,缸内气体压力小于大气压,空气便从进气阀进入缸内。在冲程末端,活塞向上运动,排气阀门被打开,输出压缩空气进入储气罐。活塞的往复运动是由电动机带动曲柄滑块机构完成的。这种单级活塞式空气压缩机,只要一个工作过程就将吸入的大气压缩到所需要的压力。

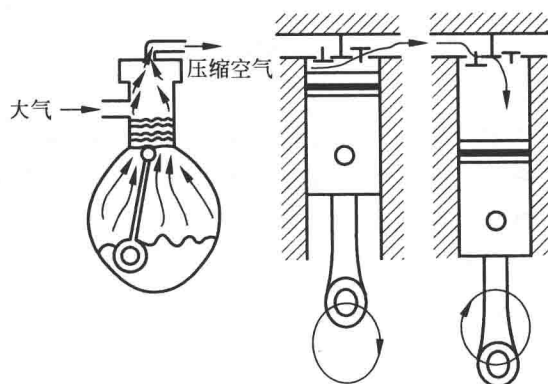


图 1-1-4 单级活塞式空气压缩机的工作原理

2) 二级活塞式空气压缩机原理

二级活塞式空气压缩机的工作原理如图 1-1-5 所示,通过曲柄滑块机构带动活塞做往复运动,使气缸容积的大小发生周期性的变化,从而实现对空气的吸入、压缩和排气。图 1-1-5 中一级活塞为输入,当活塞向下运动时,缸体内容积相应增大,气体下降形成真空。大气将吸气阀顶开,外界空气被吸入缸体;当活塞向上运动时,缸体内容积缩小,压力升高,使吸气阀关闭,让排气阀打开,将具有一定压力的压缩空气向二级活塞输出。这样就完成了一级活塞的一次工作循环。输出的压缩空气在经过中间冷却器冷却后,由二级活塞进行二次压缩,使压力进一步提高,以满足气动系统使用的需要。

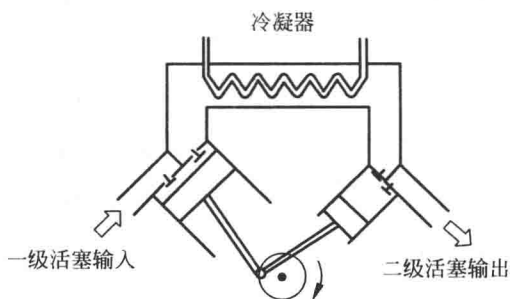


图 1-1-5 二级活塞式空气压缩机工作原理示意图

6. 空气压缩机的选用

空气压缩机主要依据工作可靠性、经济性与安全性进行选择。

1) 排气压力的高低和排气量的大小

空气压缩机的排气压力为 0.7MPa,如果大于 0.8MPa,一般要特别制作,不能强行增压,以免造成事故。

2) 用气的场合和环境

用气的场合和环境也是选择压缩机形式的重要因素。用气场地狭小,应选用立式空气压缩机,如船用、车用;做长距离的变动,则考虑移动式;使用的场合不能供电,则应选择柴油机驱动式,如果没有自来水就必须选择风冷式。

3) 压缩空气的质量

一般空气压缩机产生的压缩空气均含有一定量的润滑油,并有一定量的水。解决办法大致分为两种:一是选用无油润滑压缩机,这种压缩机的气缸中基本不含油,其活塞环和填料一般为聚四氟乙烯。这种机器的缺点是润滑不良、故障率高;另外,聚四氟乙烯也是一种有害物质,食品、制药行业不能使用。二是采用油滑空气压缩机,再进行净化。通常的做法是用任一种空气压缩机再加一级或二级净化装置或干燥器。这种装置可使压缩机输出的空气既不含油又不含水,使压缩空气中的含油水量在 5×10^{-6} 以下,已满足工艺要求。

4) 运行的安全性

空气压缩机是一种带压工作的设备,工作时伴有温升和压力,其运行的安全性要放在首位。此外,还必须设置压力调节器,实行超压卸荷双保险。只有安全阀而没有压力调节

阀,不但影响机器的安全系数,也会使运行的经济性降低。

7. 空气压缩机的故障及排除

空气压缩机在启动、工作和停车时应完成的工作内容以及常见故障和排除方法如表 1-1-1 和表 1-1-2 所列。

表 1-1-1 在启动、工作和停车时空气压缩机应完成的工作内容

项目	内 容
启动时	注意听机器声,在机器运转 1~2min 后,观察压力和振动有无异常
工作时	注意机器的运转指标是否正常,如排气量、振动、噪声等;储气罐和后冷却器的油水要定期排放,以免压缩空气带走
停车后	切断电源,停止空气及运转,待机器冷却后将储气罐底部的排水阀打开并放出污水,关闭冷却水,打扫卫生

表 1-1-2 空气压缩机的常见故障及排除方法

故 障 现 象	产 生 原 因	排 除 方 法
启动不良	排气单向阀泄漏 压力开关失灵 排气阀损坏 电动机单相运转 低温启动 熔丝熔断	拆卸、检查并清洗阀门 更换 拆卸更换 修理、测量电源电压 保温、使用低温用润滑油 更换
运转声音异常	阀损坏 炭粒堆积 轴承磨损 带打滑	拆卸、清洗、更换 拆卸、清洗 拆卸、检查、更换 调整张力
压缩不足	阀动作失灵 活塞环咬紧缸筒 气缸磨损 压力计抖动 吸气过滤器阻塞	拆卸、检查 拆卸、检查、清洗 拆卸、更换 调整或更换 清扫或更换
润滑油消耗过量	压缩机倾斜 润滑油管理不善 吸入粉尘	位置修正 定期补油、换油 检查吸气过滤器
凝液排出	气罐内凝液忘记排出	定期排放凝液
润滑油白浊	曲柄室内结露	移至低温场所

8. 知识链接

1) 叶片式空气压缩机

图 1-1-6 所示为叶片式空气压缩机的工作原理。当转子旋转时,离心力使得叶片与定子内壁相接触,从进气口到排气口,相邻两叶片间的空间逐渐减少,因此能压缩空气。

叶片式空气压缩机与活塞式空气压缩机比较,没有进气阀和排气阀,输出压缩空气的压力脉动小。叶片式空气压缩机在进气口需向气流喷油,目的是起润滑和密封作用。

- (1) 转子及机壳间成为压缩空间,当转子开始转动时,空气由机体进气端进入。
- (2) 转子转动使吸入的空气转至机壳与转子间气密范围,同时停止进气。
- (3) 转子不断转动,气密范围变小,空气被压缩。
- (4) 被压缩的空气压力升高达到额定压力后由排气端排出进入油气分离器内。

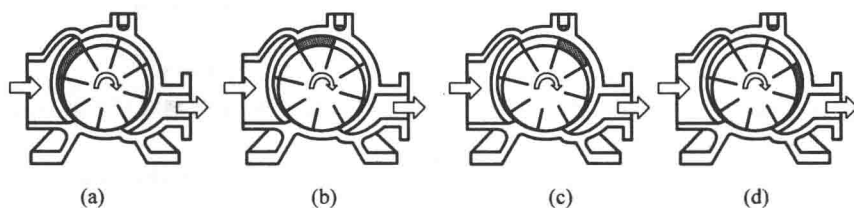


图 1-1-6 叶片式空气压缩机的工作原理示意图

(a) 进气; (b) 开始压缩; (c) 压缩中; (d) 排气

2) 螺杆式空气压缩机

图 1-1-7 所示为螺杆式空气压缩机的工作原理。在壳体中两个啮合的螺旋转子以相反方向运动,它们中自由空间的容积沿轴向减少,从而压缩两转子间的空气。

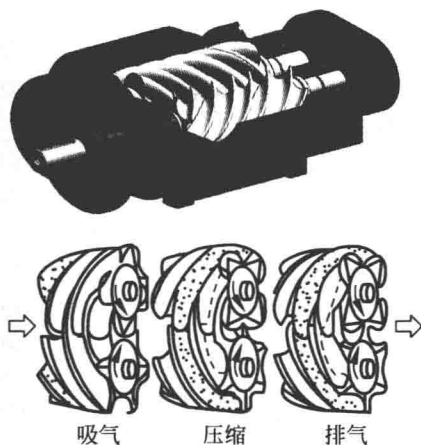


图 1-1-7 螺杆式空气压缩机的工作原理示意图

3) 常用术语

- (1) 压力,指单位面积承受力,单位为 MPa、bar、kgf,换算关系: $1\text{MPa}=10\text{bar}=10\text{kgf}$ 。
- (2) 排气量,指出气口排出空气量,单位为 m^3/min 。
- (3) 功率,指单位时间做功的多少,单位为 kW。
- (4) 气体含油量,指排出气体在单位时间、单位体积的含油量,单位为 10^{-6} 。
- (5) 压缩比,指压缩机排气和进气的绝对压力之比。