



教育部 财政部职业院校教师素质提高计划职教师资培养资源开发项目
《机械工程》专业职教师资培养资源开发 (VTNE006)
机械工程专业职教师资培养系列教材

液压气动系统 安装与调试

主 编 王士军 刘军营

副主编 张德龙 尚川川



科学出版社



教育部 财政部职业院校教师素质提高计划
职教师资培养资源开发项目

《机械工程》专业职教师资培养资源开发 (VTNE006)

机械工程专业职教师资培养系列教材

液压气动系统安装与调试

主 编 王士军 刘军营

副主编 张德龙 尚川川

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是教育部、财政部机械工程专业职教师资本科培养资源开发项目(VTNE006)规划的主干核心课程教材之一。全书共四个学习情境,即压力机液压系统的安装与调试、平面磨床液压系统的安装与调试、注塑机液压系统的安装与调试和机械手气动系统的安装与调试。本书根据《机械工程专业职教师资本科培养专业教师培养标准及课程大纲(试行)》的要求,以职业标准为依据,以职业能力为核心,以职业活动为导向,以任务为载体,以提高从业人员的核心技能、核心素质为目标。按照工作过程系统化的开发思想,每个学习情境包括项目引入、项目要求、项目内容、项目实施等环节,由浅入深、循序渐进,充分体现“做中学”“学中做”的职业教学特色,实现了职业性、专业性和师范性三性融合的开发理念。

本书可以作为机械工程专业职教师资本科培养的课程教材,也可作为从事液压气动系统安装与调试工作的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

液压气动系统安装与调试/王士军,刘军营主编. —北京:科学出版社, 2018.5

机械工程专业职教师资培养系列教材

ISBN 978-7-03-055825-1

I. ①液… II. ①王…②刘… III. ①液压系统-安装-中等专业学校-师资培养-教材②液压系统-调试方法-中等专业学校-师资培养-教材③气压系统-安装-中等专业学校-师资培养-教材④气压系统-调试方法-中等专业学校-师资培养-教材 IV. ①TH137②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 300375 号

责任编辑:邓 静 张丽花 陈 琼 / 责任校对:郭瑞芝
责任印制:吴兆东 / 封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京九州迅驰传媒文化有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 5 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2018 年 5 月第一次印刷 印张:14 3/8

字数:340 000

定价:69.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

版权所有,盗版必究

举报电话:010-64034315 010-64010630

教育部 财政部职业院校教师素质提高计划成果系列丛书

机械工程专业职教师资培养系列教材

项目牵头单位：山东理工大学

项目负责人：王士军

项目专家指导委员会

主 任：刘来泉

副主任：王宪成 郭春鸣

成 员：（按姓氏笔画排列）

刁哲军 王继平 王乐夫 邓泽民 石伟平 卢双盈

汤生玲 米 靖 刘正安 刘君义 孟庆国 沈 希

李仲阳 李栋学 李梦卿 吴全全 张元利 张建荣

周泽扬 姜大源 郭杰忠 夏金星 徐 流 徐 朔

曹 晔 崔世钢 韩亚兰

丛 书 序

《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》颁布实施以来，我国职业教育进入到加快构建现代职业教育体系、全面提高技能型人才培养质量的新阶段。加快发展现代职业教育、实现职业教育改革发展新跨越，对职业学校“双师型”教师队伍建设提出了更高的要求。为此，教育部明确提出，要以推动教师专业化为引领，以加强“双师型”教师队伍建设为重点，以创新制度和机制为动力，以完善培养培训体系为保障，以实施素质提高计划为抓手，统筹规划，突出重点，改革创新，狠抓落实，切实提升职业院校教师队伍整体素质和建设水平，加快建成一支师德高尚、素质优良、技艺精湛、结构合理、专兼结合的高素质专业化的“双师型”教师队伍，为建设具有中国特色、世界水平的现代职业教育体系提供强有力的师资保障。

目前，我国共有60余所高校正在开展职教师资培养，但教师培养标准的缺失和培养课程资源的匮乏，制约了“双师型”教师培养质量的提高。为完善教师培养标准和课程体系，教育部、财政部在“职业院校教师素质提高计划”框架内专门设置了职教师资培养资源开发项目，中央财政划拨1.5亿元，系统开发用于本科专业职教师资培养标准、培养方案、核心课程和特色教材等系列资源。其中，包括88个专业项目、12个资格考试制度开发等公共项目。该项目由42家开设职业技术师范专业的高等学校牵头，组织近千家科研院所、职业学校、行业企业共同研发，一大批专家学者、优秀校长、一线教师、企业工程技术人员参与其中。

经过三年的努力，培养资源开发项目取得了丰硕成果。一是开发了中等职业学校88个专业(类)职教师资本科培养资源项目，内容包括专业教师标准、专业教师培养标准、评价方案，以及一系列专业课程大纲、主干课程教材及数字化资源；二是取得了6项公共基础研究成果，内容包括职教师资培养模式、国际职教师资培养、教育理论课程、质量保障体系、教学资源中心建设和学习平台开发等；三是完成了18个专业大类职教师资资格标准及认证考试标准开发。上述成果，共计800多本正式出版物。总体来说，培养资源开发项目实现了高效益：聚积了一大批资源，填补了相关标准和资源的空白；凝聚了一支研发队伍，强化了教师培养的“校—企—校”协同；引领了一批高校的教学改革，带动了“双师型”教师的专业化培养。职教师资培养资源开发项目是支撑专业化培养的一项系统化、基础性工程，是加强职教师资培养培训一体化建设的关键环节，也是对职教师资培养培训基地教师专业化培养实践、教师教育研究能力的系统检阅。

自2013年项目立项开题以来，各项目承担单位、项目负责人及全体开发人员做了大量深入细致的工作，结合职教教师培养实践，研发出很多填补空白、体现科学性和前瞻性的成果，有力推进了“双师型”教师专门化培养向更深层次发展。同时，专家指导委员会的各位专家以及项目管理办公室的各位同志，克服了许多困难，按照教育部、财政部对项目开发工作的总体要求，为实施项目管理、研发、检查等投入了大量时间和心血，也为各个项目提供了专业的咨询和指导，有力地保障了项目实施和成果质量。在此，我们一并表示衷心的感谢。

编写委员会
2016年3月

前言

根据教育部、财政部《关于实施中等职业学校教师素质提高计划的意见》(教职成〔2006〕13号),山东理工大学“数控技术”省级精品课程教学团队王士军博士主持承担了教育部、财政部机械工程专业职教师资培养资源开发项目(VTNE006),教学团队联合装备制造业专家、企业工程技术人员、全国中等职业学校和高职院校“双师型”教师、高等学校专业教师、政府管理部门、行业管理和科研等部门的专家学者成立了项目研究开发组,研究开发了机械工程专业职教师资培养资源开发项目规划的核心课程教材。

《液压气动系统安装与调试》教材内容充分考虑中等职业学校机械工程专业毕业生的就业背景和岗位需求,行业有典型代表性的机电设备及其发展趋势、岗位技能需求、专业教师理论知识、实践技能现状和涉及的国家职业标准等,也充分考虑了该专业中等职业学校专业教师的知识能力现状,运用行动导向、工作过程系统化、项目引领、任务驱动等先进的教育教学理念,理实一体化地将多门学科、多项技术和多种技能有机融合在一起,内容与实际工作系统化过程的正确步骤相吻合,既体现了专业领域普遍应用的、成熟的核心技术和关键技能,又包括了本专业领域具有前瞻性的主流应用技术和关键技能,以及行业、专业发展需要的“新理论、新知识、新技术、新方法”,撰写到可操作的层面,每个项目、任务后有归纳总结,使得知识点和能力目标脉络清晰、逻辑性强,对形成职业岗位能力具有举一反三、触类旁通的学习效果。

全书共4个学习情境。学习情境1为压力机液压系统的安装与调试,安排了三个学习任务,其中任务1.1为检测、选用、安装、调试与维护常用液压元件和基本控制回路,任务1.2为分析、安装、调试压力机上液压缸控制系统,任务1.3为分析、安装、调试压力机下液压缸控制系统及压力机液压系统维护,目的是认识液压系统的基本组成,三个任务按照由简单到复杂的工作内容编排。学习情境2为平面磨床液压系统的安装与调试,安排了三个学习任务,其中任务2.1为分析、安装、调试工作台往复运动系统,任务2.2为分析、安装、调试砂轮架进刀运动系统,任务2.3为分析、安装、调试润滑系统及平面磨床液压系统维护,目的是认识液压系统的基本回路,三个任务按照简单—复杂—综合的工作内容编排。学习情境3为注塑机液压系统的安装与调试,安排了五个学习任务,其中任务3.1为分析、安装、调试合模、开模控制回路,任务3.2为分析、安装、调试注射座移动控制回路,任务3.3为分析、安装、调试注射控制回路,任务3.4为分析、安装、调试预塑控制回路,任务3.5为分析、安装、调试顶出控制回路及注塑机液压系统维护,通过五个任务,学生逐步掌握液压系统安装调试及故障排除的方法,了解液压传动系统的典型应用。学习情境4为机械手气动系统的安装与调试,安排了五个学习任务,其中任务4.1为安装、调试气动基本控制回路,任务4.2为安装、调试抓取机构松紧控制回路,任务4.3为安装、调试悬臂伸缩控制回路,任务4.4为安装、调试立柱升降控制回路,任务4.5为安装、调试立柱回转控制回路及联机调试机械手气动控制系统,五个任务按照简单—复杂—综合的工作内容编排,使学生逐步掌握机械手气动系统的安装与调试。

本书的编写融入了理念、设计、内容、方法、载体、环境、评价和教学策略等要素,它

既不是各种技术资料的汇编，又不是培训手册，而是包含工作过程相关知识，体现完整工作过程，实现教、学、做一体化，提供了工学结合实施的整体解决方案，融汇了职教师资本科培养的职业性、专业性和师范性的特点。

本书由山东理工大学的王士军和刘军营任主编，甘肃机电职业技术学院的张德龙和滨州技师学院的尚川川任副主编，山东理工大学的刘同义、孟建兵、赵玲玲，以及江西冶金职业技术学院肖世海等参加了编写。

由于编者学识和经验有限，书中不足之处在所难免，恳请专家和读者批评指正。

编 者

2017年9月

目 录

学习情境 1 压力机液压系统的安装与调试	1
任务 1.1 检测、选用、安装、调试与维护常用液压元件和基本控制回路	1
任务 1.2 分析、安装、调试压力机上液压缸控制系统	25
任务 1.3 分析、安装、调试压力机下液压缸控制系统及压力机液压系统维护	41
学习情境 2 平面磨床液压系统的安装与调试	68
任务 2.1 分析、安装、调试工作台往复运动系统	68
任务 2.2 分析、安装、调试砂轮架进刀运动系统	74
任务 2.3 分析、安装、调试润滑系统及平面磨床液压系统维护	84
学习情境 3 注塑机液压系统的安装与调试	95
任务 3.1 分析、安装、调试合模、开模控制回路	95
任务 3.2 分析、安装、调试注射座移动控制回路	103
任务 3.3 分析、安装、调试注射控制回路	108
任务 3.4 分析、安装、调试预塑控制回路	113
任务 3.5 分析、安装、调试顶出控制回路及注塑机液压系统维护	119
学习情境 4 机械手气动系统的安装与调试	129
任务 4.1 安装、调试气动基本控制回路	130
任务 4.2 安装、调试抓取机构松紧控制回路	170
任务 4.3 安装、调试悬臂伸缩控制回路	184
任务 4.4 安装、调试立柱升降控制回路	191
任务 4.5 安装、调试立柱回转控制回路及联机调试机械手气动控制系统	202
参考文献	219

学习情境 1 压力机液压系统的 安装与调试

学习目标

1. 项目引入

液压传动技术已经应用到现代机械行业的每个领域,如机床工业(组合机床、数控机床)、工程机械(挖掘机、装载机)、运输机械(港口龙门吊、叉车)、矿山机械(盾构机、破碎机)、建筑机械(打桩机)、农业机械(拖拉机、平地机)、汽车(自卸汽车转向器、减振器)以及智能机械(机器人)等。

压力机是最早应用液压传动技术的机械之一,它是在锻压、冲压、冷挤、校直、弯曲、粉末冶金、成形、打包等工艺中广泛应用的压力加工机械,以四柱式液压机最为典型。压力机液压系统以压力控制为主,压力高、流量大,且压力、流量变化大。在满足系统对压力要求的条件下,要注意提高系统效率和防止产生液压冲击。

2. 项目要求

- (1) 理解常用液压元件和典型控制回路的结构、工作原理。
- (2) 会选择元器件,安装、调试与维护压力机液压系统。

3. 项目内容

- (1) 液压系统常用元件和典型控制回路。
- (2) 安装、调试与检修压力机液压系统。

4. 项目实施

本项目要完成通用压力机液压系统的安装、调试与维护,主要通过以下三个任务来组织实施。

任务 1.1: 检测、选用、安装、调试与维护常用液压元件和基本控制回路。

任务 1.2: 分析、安装、调试压力机上液压缸控制系统。

任务 1.3: 分析、安装、调试压力机下液压缸控制系统及压力机液压系统维护。

学习任务

任务 1.1 检测、选用、安装、调试与维护常用 液压元件和基本控制回路

1.1.1 任务目标

- (1) 理解液压控制的基本原理。
- (2) 掌握检测、选用、安装常用液压元件的方法。

(3)掌握分析、安装、调试液压基本回路的方法。

1.1.2 任务引入与分析

液压传动是利用密闭容器中受压液体来传递运动和动力的一种传动方式。液压传动装置本质上是一种能量转换装置,它以液体作为工作介质,通过动力元件(液压泵)将原动机(如电动机)的机械能转换为液体的压力能,然后通过管道、控制元件(液压阀)把有压液输往执行元件(液压缸或液压马达),将液体的压力能转换为机械能,以驱动负载实现直线或回转运动,完成动力传递。

本教学任务分以下三个子任务来完成。

- (1)分析、安装和调试方向控制回路。
- (2)分析、安装和调试压力控制回路。
- (3)分析、安装和调试速度控制回路。

1.1.3 任务实施与评价

一、任务准备

1. 知识与技能准备

1) 液压传动的工作原理

液压传动的工作原理可以用一个液压千斤顶的工作原理来说明。

在机修车间里,液压千斤顶是修理工人经常使用的起重工具,它虽然体小身轻,但能顶起超过自身质量几百倍的重物。液压千斤顶形式多样,图 1-1(a)是手动液压千斤顶,图 1-1(b)是自动液压千斤顶,工作时液压站为千斤顶提供液压油。

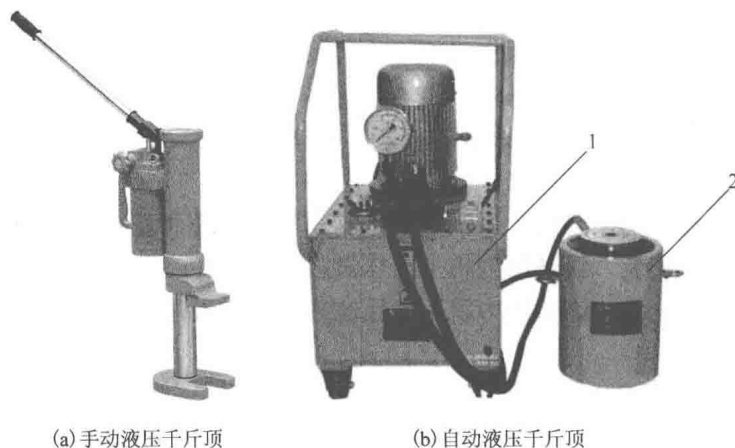


图 1-1 液压千斤顶实物图

1-液压站; 2-千斤顶

如图 1-2 所示,提起手柄 1,小活塞 3 上升,小液压缸 2 下腔的容积增大,形成局部真空状态,油箱 8 内的油液在大气压力的作用下,顶开吸油单向阀 4 的钢球,进入并充满小液压缸的下腔,完成吸油动作。压下手柄 1,小活塞 3 下移,压力油使吸油单向阀 4 关闭,油液不能通过此吸油单向阀流回油箱。但此时压力油却可以推开压油单向阀 7 中的钢球,小液压

缸下腔的压力油经压油单向阀 7 进入大液压缸 12 的下腔，并托起大活塞 11，将大活塞上的重物顶起一段距离。反复提压手柄 1，就可以使重物不断上升，从而达到起重的目的。当重物需要下降时，只需转动截止阀 9，使大液压缸的下腔与油箱连通，在重物作用下，大活塞 11 向下移动，大液压缸中的油液流回油箱。

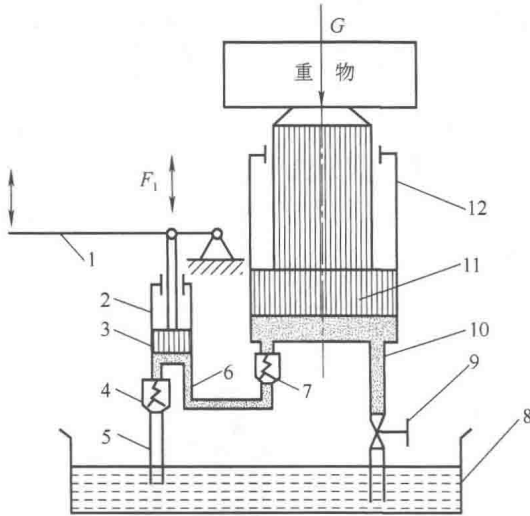


图 1-2 液压千斤顶的工作原理图

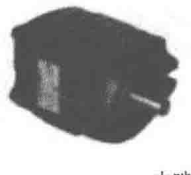
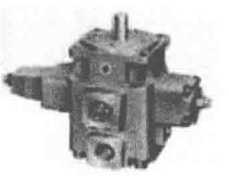
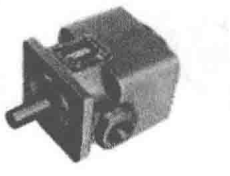
1-手柄；2-小液压缸；3-小活塞；4、7-单向阀；5-吸油管；6、10-管道；8-油箱；9-截止阀；11-大活塞；12-大液压缸

可以看出，液压千斤顶是一个简单的液压传动装置。分析液压千斤顶的工作过程可知，液压传动是依靠液体在密封容积中的压力实现运动和动力传递的。液压传动装置本质上是一种能量转换装置，它先将机械能转换为便于输送的液压能，后又将液压能转换为机械能做功。液压传动利用液体的压力进行工作，它与利用液体的动能工作的液力传动有根本的区别。

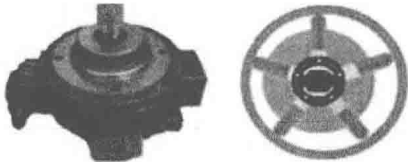
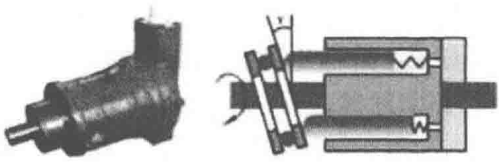
2) 液压系统组成

(1) 动力装置(动力元件)：它是供给液压系统压力油，把机械能转换成液压能的装置。最常见的形式是液压泵，见表 1-1。

表 1-1 常见液压泵

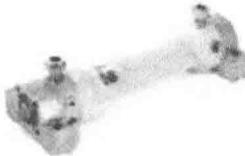
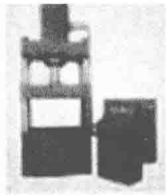
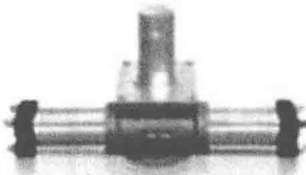
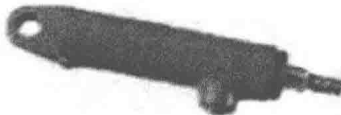
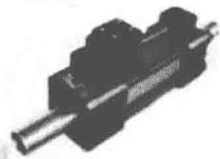
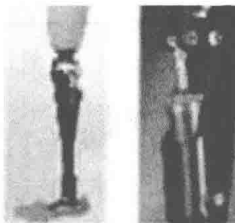
名称	典型元件			
齿轮泵				
	外啮合齿轮泵		内啮合齿轮泵	
叶片泵				
	单作用叶片泵		双作用叶片泵	

续表

名称	典型元件	
柱塞泵		
	径向柱塞泵	轴向柱塞泵

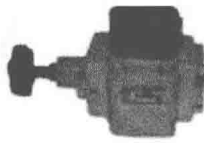
(2) 执行装置(执行元件)：它是把液压能转换成机械能以驱动工作机构做功的装置。其形式有做直线往复运动的液压缸和做回转运动的液压马达，见表 1-2。

表 1-2 液压系统执行元件

名称	结构类型		应用
活塞式 液压缸			 压力机
	双作用活塞缸	单作用活塞缸	
伸缩式 液压缸			 自卸车
摆动 液压缸			 机械手
	叶片式摆动缸	齿轮齿条摆动缸	
柱塞式 液压缸			 升降台
其他 液压缸			 智能假肢
	伺服液压缸	液压螺旋摆动缸	

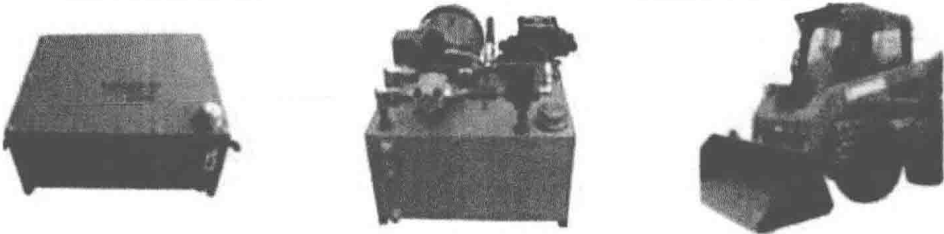
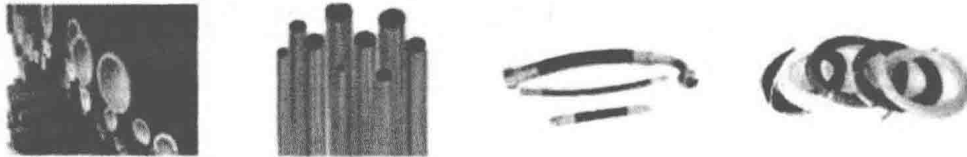
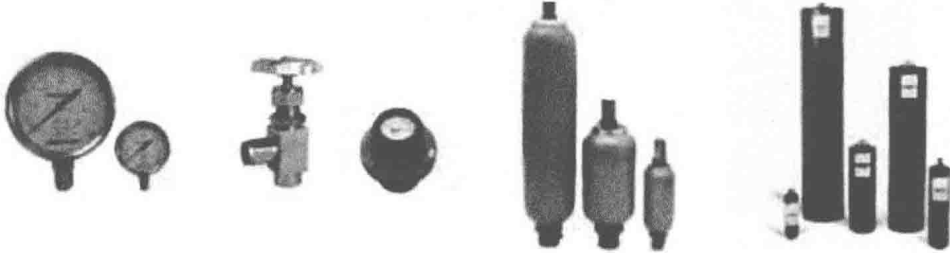
(3)控制调节装置(控制元件)：它是对液压系统中的液体压力、流量和液流方向进行控制或调节的装置，如溢流阀、节流阀、换向阀等，见表 1-3。

表 1-3 控制调节装置

分类		典型结构			
方向控制阀	单向阀	 直通式	 板式	 液控式	
	换向阀	 手动式	 电磁式	 行程式	
		 液动式	 电液动式	 比例式	
	压力控制阀	溢流阀	 直动式	 先导式	 叠加式
减压阀		 直动叠加式	 先导式	 先导比例式	
顺序阀		 直动式	 先导式	 单向顺序阀	
流量控制阀		 节流阀	 叠加式节流阀	 调速阀	

(4)辅助装置(辅助元件)：辅助装置是除上述三部分之外的其他装置，如油箱、滤油器、油管等。它们对于保证系统正常工作是必不可少的，见表 1-4。

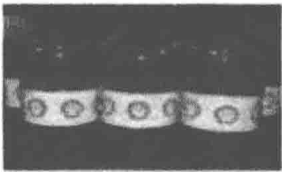
表 1-4 辅助装置

分类	形式				
油箱					
	油箱箱体	液压站分离式油箱	整体式结构油箱		
滤油器					
	网式	线隙式	烧结式	纸芯式	
油管					
	钢管	紫铜管	橡胶软管	尼龙塑料管	
管接头					
	扩口式	焊接式	卡套式	扣压式	快速接头
其他					
	压力表	压力表开关	囊式蓄能器	活塞式蓄能器	

(5)工作介质：它是传递能量的流体，液压系统常用的工作介质有数控机床液压油、导轨液压油、机床液压油、汽轮机油和变压器油，如图 1-3 所示。



(a)数控机床液压油



(b)导轨液压油



(c)机床液压油

图 1-3 工作介质

3) 液压传动的优缺点

(1) 优点:

① 体积小、质量轻、结构紧凑, 液压马达的外形尺寸是同功率电动机的 12%, 质量是同功率电动机的 10%~20%。

② 可以实现无级调速。调速范围大, 并可在液压装置运行的过程中进行调速。

③ 传递运动平稳, 润滑好, 使用寿命长, 负载变化时速度较稳定, 因为上述优点, 金属切削机床中的磨床传动现在大多采用液压传动。

④ 易于实现自动化。借助各种控制阀, 特别是将液压控制和电气控制结合使用时, 能很容易地实现复杂的自动工作循环, 而且可以实现遥控。

⑤ 易于实现过载保护。借助溢流阀可以实现过载保护。

⑥ 设计容易。液压元件已实现了标准化、系列化和通用化, 便于设计、制造和推广使用。

(2) 缺点:

① 液压传动中的泄漏和液体的可压缩性, 使得传动不能保证严格的传动化。

② 油温变化对传动性能有影响。温度变化时, 液体黏性变化, 引起运动特性的变化, 使得工作的稳定性受到影响, 所以不宜在低温和高温条件下工作。

③ 制造精度要求高。为了减少泄漏并满足某些性能上的要求, 液压元件的配合件制造精度要求较高, 加工工艺较复杂, 维修困难。

2. 设备与材料准备

(1) 设备准备: 液压实验台; 各种相关附件。

(2) 材料准备: 相关液压控制系统原理图图纸、白纸等。

3. 工具与场地准备

液压实训室 1 个, 工位 20 个, 工具(锤子、梅花扳手、呆扳手、活扳手、旋具等各 1 套), 计算机多媒体教学设备。

二、任务实施

(一) 分析、安装和调试方向控制回路

1. 分析方向控制的工作原理

控制液流的通断和流动方向的回路称为方向控制回路。在液压系统中用于实现执行元件的启动、停止及改变运动方向。方向控制回路一般分为换向回路、锁紧回路, 如图 1-4 所示。

1) 换向回路的工作原理分析

运动部件的换向一般可采用各种换向阀来实现, 在容积调速的闭式回路中也可以利用双向变量泵控制液流的方向来实现液压缸(或液压马达)的换向。

图 1-4(a) 为采用三位四通电磁换向阀的换向回路, 当 1DT 通电、2DT 断电时, 换向阀处于左位工作, 液压缸左腔进油, 液压缸右腔的油流回油箱, 活塞向右移动; 当 1DT 断电、2DT 通电时, 换向阀处于右位工作, 液压缸右腔进油, 液压缸左腔的油流回油箱, 活塞向左移动; 当 1DT 和 2DT 断电时, 换向阀处于中位工作, 活塞停止运动。

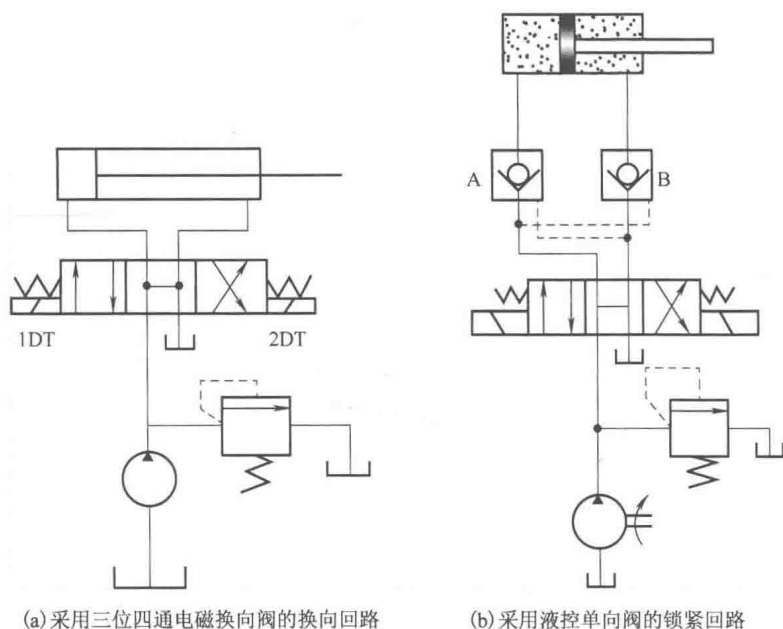


图 1-4 方向控制回路

2) 锁紧回路的工作原理分析

锁紧回路的作用是使执行元件能在任意位置上停留，以及在停止工作时，防止在受力的情况下发生移动。

图 1-4 (b) 为采用液控单向阀的锁紧回路，在这种回路中，液压缸的进回油路中都串接液控单向阀（又称液压锁），活塞可以在行程的任何位置锁紧，其锁紧精度只受液压缸内少量的内泄漏影响，因此锁紧精度较高。当换向阀处于左位工作时，压力油经液压缸的左腔，同时将右腔液控单向阀推开，使液压缸右腔的油经右液控单向阀和换向阀流回油箱；当换向阀处于右位工作时，压力油经液压缸的右腔，同时将左腔液控单向阀推开，使液压缸左腔的油经左液控单向阀和换向阀流回油箱；当换向阀处于中位工作或液压泵停止供油时，两个液控单向阀立即关闭，活塞停止运动。

2. 常用元件的工作原理分析与拆装

1) 液压泵

(1) 基本工作原理分析。液压泵按其结构形式可分为齿轮泵、叶片泵和柱塞泵三种，它们都属于容积泵，图 1-5 为液压泵的工作原理图。柱塞 2 装在泵体 3 内，并可做左右移动，在弹簧 4 的作用下，柱塞压在偏心轮 1 的表面上。当电动机带动偏心轮旋转时，偏心轮推动柱塞左右运动，使密封容积 a 发生周期性的变化。当 a 由小变大时，形成局部真空，使油箱中的油液在大气压的作用下，经吸油管道顶开单向阀 5 进入油腔 a 实现吸油；反之，当 a 由大变小时，油腔 a 中吸满的油液将顶开单向阀 6 流入系统而实现压油。电动机带动偏心轮不断旋转，液压泵就不断地吸油和压油。

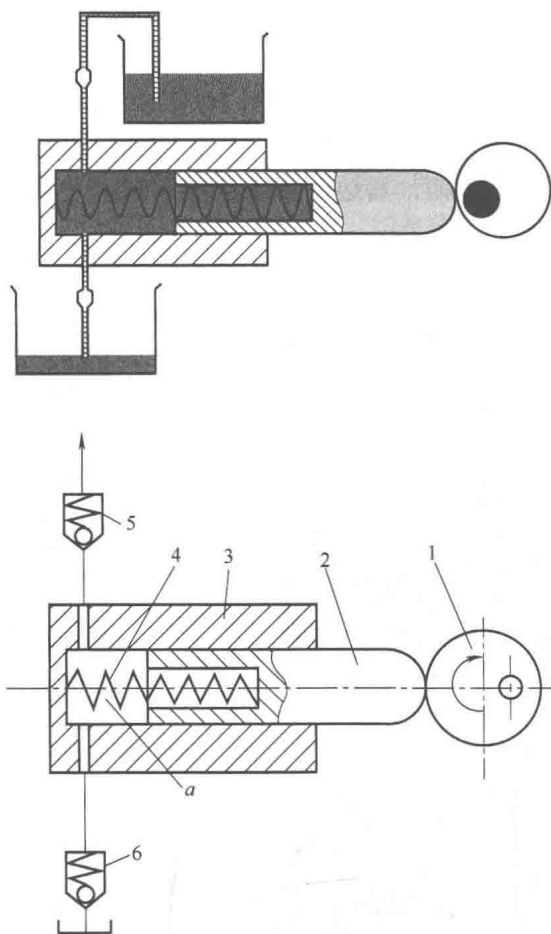


图 1-5 液压泵的工作原理图

1-偏心轮；2-柱塞；3-泵体；4-弹簧；5-排油单向阀；6-吸油单向阀

注意查询液压泵的主要性能参数。

(2) 拆卸与装配齿轮泵。齿轮泵是一种常用的液压泵，它的主要特点是结构简单，制造方便，价格低廉，体积小，质量轻，对油液污染不敏感，工作可靠。齿轮泵按照其啮合形式的不同，分为外啮合和内啮合两种。外啮合齿轮泵应用较广，外形如图 1-6 所示。

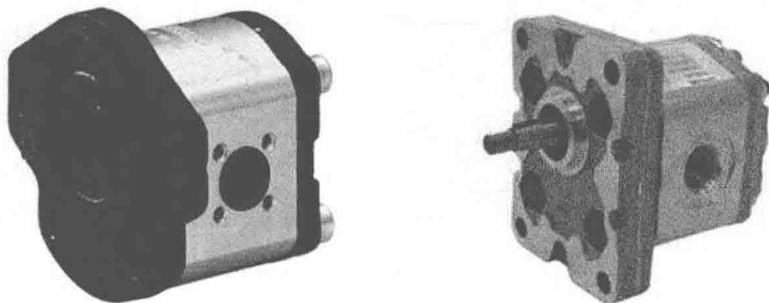


图 1-6 外啮合齿轮泵外形

齿轮泵的拆卸顺序如下。

① 松开并卸下泵盖及轴承压盖上全部连接螺栓，如图 1-7(a)所示。