



21世纪高等职业教育规划教材
机电系列

液压与气压传动

Y E Y A Y U Q I Y A C H U A N D O N G

■ 主编 刘合群 王志满 廖传林
■ 主审 周国柱



教育部直属师范大学
华中师范大学出版社

JIDIANXILIE

内 容 简 介

本书包含液压传动和气压传动两部分内容,共 11 章。主要讲述液压与气压传动的基础知识;液压与气压传动基本回路和典型系统;液压与气压传动系统的设计;液压伺服系统;液压与气压传动系统的安装、调试、使用和维护等。在每章最后一节给出了方法指导和思考题。附录中简要地介绍了最新国家标准中规定的常用液压与气动元(辅)件图形符号(摘自 GB/T 786.1—2001,参照 ISO1219—1977)。建议课时安排:总学时 52 学时,讲授 48 学时,实验安排 4 学时。

本书是“21 世纪高等职业教育规划教材·机电系列”之一,是根据教育部制定的“高职高专技能型人才培养方案”的教学要求,结合多所院校一线教师多年的教学经验编写而成的。为了适应当前教育教学改革和高职高专课程体系的需要,本书在编写过程中,以实用性和指导性为原则,以职业岗位技能要求为出发点,以“必需、够用”为度,力求理论联系实际,突出职业能力和职业技能训练,体现教学内容的系统性、实用性和前沿性。本书主要适用于高等职业院校、高等专科院校和成人高等学校机制类和近机类专业教学用书,以及中等专业学校机制专业教学用书,也可供工程技术人员参考。

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

液压与气压传动/刘合群 王志满 廖传林主编. —武汉:华中师范大学出版社,2009.1

(21 世纪高等职业教育规划教材·机电系列)

ISBN 978-7-5622-3832-4

I. 液... II. ①刘... ②王... ③廖... III. ① 液压传动—高等学校:技术学校—教材
② 气压传动—高等学校:技术学校—教材 IV. TH137 TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 187981 号

液压与气压传动

主 编:刘合群 王志满 廖传林 ©

选题策划:第二编辑室

电 话:027—67867362

策划编辑:陈 勇

责任编辑:陶 杰 王 轩

责任校对:李 源

封面设计:罗明波

出版发行:华中师范大学出版社

社 址:湖北省武汉市珞喻路 152 号

邮 编:430079

销售电话:027—67863426 67863040 67867076 67861549

邮购电话:027—67861321

传 真:027—67863291

网 址:<http://www.ccnp.com.cn>

电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

印 刷:武汉市新华印刷有限责任公司

督 印:章光琼

字 数:350 千字

开 本:787mm×1 092mm 1/16

印 张:14

版 次:2009 年 1 月第 1 版

印 次:2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1—3 100

定 价:25.60 元

欢迎上网查询、购书

敬告读者:欢迎举报盗版,请打举报电话 027—67861321

21 世纪高等职业教育规划教材·机电系列

编审委员会

顾 问 (以姓氏笔画为序)

王 为	文昌俊	刘建萍	刘晓静
陈少斌	周少华	周国柱	罗元文
郑新建	胡松林	赵大兴	童应学

委 员 (以姓氏笔画为序)

王结南	王贵槐	邓子祥	刘合群
阮班强	余佑财	吴水萍	吴定智
张晓红	杨晓光	苏 明	苏朱勇
陈少艾	单小容	周文嵩	胡思霖
赵昌后	徐得志	徐国红	郭建农
高虹静	崔西武	黄堂芳	程洪涛
熊裕文	蔡慧玲		

总 序

制造业是国民经济的支柱产业,机械制造业是制造业的重要组成部分,它为国民经济各部门和国防建设提供各种技术装备,为人类生产物质财富,创造价值。没有发达的制造业就不可能有国家的真正繁荣昌盛。纵观世界各国,如果一个国家的制造业发达,它的经济和国力必然强大。大多数国家和地区经济腾飞,国力强盛,制造业是功不可没的。美国近 70% 的财富来源于制造业,日本国民经济总产值的近 50% 是由制造业提供的,制造业在我国工业总产值中所占比重为 40%。对任何国家而言,制造业均应是整个工业及国民经济、国防建设的基石,而制造技术则是国家经济持续发展的动力,亦是在世界经济激烈市场竞争中赢得一席之地的根本保障。20 世纪 70 年代,美国有一批学者鼓吹制造业是“夕阳工业”,美国已进入“后工业化社会”,致使美国制造业日益衰退,产品的市场竞争力下降,贸易逆差剧增,其制造业的生存空间不断萎缩。如此惨痛的教训引起企业界、学术界和政府部门的普遍重视,20 世纪 80 年代末期,美国终于认识到:“经济的竞争归根到底是制造技术和制造能力的竞争”,“振兴美国经济的出路在于振兴美国的制造业”。

现代机械制造技术的总的趋势是机械制造科技、材料科技、电子科技、信息科技、管理科技、环保科技和生命科技的相互交叉和融合。近 30 年来,新材料不断涌现,材料的强度、刚度、硬度、耐热性不断提高,推动了制造业的发展。随着现代科学技术的迅猛发展,特别是微电子技术、电子计算机技术和通讯技术的发展,机械制造业发生了深刻的变化,出现了电子束加工、离子束加工、超声波加工、激光加工等特种加工方法,突破了传统的金属切削方法,促进了难加工材料加工、复杂型面加工、微细加工等领域的发展;精密加工的精度已从微米级提高到了纳米级,纳米技术与微型机械已成为 21 世纪的核心技术;先进制造技术异军突起,在现代管理技术、现代工程设计技术、现代制造技术和现代物流技术等方面涌现出诸如成组技术、数控技术、计算机集成制造技术、并行工程、准时生产、精益生产、智能制造、虚拟制造、柔性制造、敏捷制造、网络制造、快速原型制造、绿色制造、传感技术、工业机器人等一系列新技术,现代制造技术面临不断的开发和创新。

我国的机械制造业借改革开放之东风已取得长足的发展,充分利用国内外的技术资源,使制造技术、产品质量和经济效益有了显著的提高,但与发达国家相比,仍然存在明显的差距,主要表现在出口的机械产品以中低档为主,高新技术机电产品、成套设备出口比例较低,产品竞争力不强。面对经济的全球化和贸易的自由化,市场竞争愈演愈烈,我国机械制造业正承受着国际市场竞争的巨大压力。但是,改革的不断深入和对外开放的不断扩大为我国制造业的发展提供了良好的机遇。尤其令人欣慰的是,大力发展先进制造技术引起了我国的高度重视,已形成既定的国策。挑战和机遇并存,我们应该面对挑战,抓住机遇,练好内功,大胆创新,提高我国机械制造业的技术水平和能力,提高我国产品的国际竞争力,争取拥有控制市场的主动权。

现代先进制造技术并不摒弃传统的制造技术,而是运用不断涌现的科学技术成果不断地去充实和改造它。这一理念可作为我们编写“21 世纪高等职业教育规划教材·机电系列”的

借鉴。当前高职院校机电类专业是一个机电一体化的宽口径专业,而现行的机电类专业课程体系明显偏重于机械方面,这与当前专业所处的机电一体化定位格局很不适应;另外,高职院校目前所采用的机电系列教材大多不能满足现代机械制造业的发展水平,不仅内容陈旧落后,而且各门课程之间各自独立,有的重复,有的脱节,不能有机地相互融合渗透。因此,编写一套反映时代要求的高质量的教材是当前高职院校机电专业建设的当务之急。为此,华中师范大学出版社组织了多所高职院校机电类专业的教师致力于本系列教材的撰写工作,力争把这套教材编成在全国具有较强竞争力的精品系列教材。这套教材包括《机械制造基础》、《机械设计基础》、《机械制图》、《机械制图习题集》、《数控机床操作与编程》、《液压与气压传动》、《公差配合与测量技术》、《电工电子技术基础》等,计划在2007年—2008年两年内出版完成全部教材。

由于本系列教材参编人员较多,水平和能力难免参差不齐,书中一定会有许多不尽如人意之处,因此恳请广大读者和同仁提出批评和建议。

丛书编委会

2007年6月10日

前 言

液压与气动技术是机械设备中发展速度最快的应用型综合技术之一。随着原子能、空间技术、计算机、电子技术、数控加工技术、自动控制技术等诸方面的发展,液压与气动技术已经进入了一个新的发展阶段,并迅速渗入应用技术中的各个领域。在国民经济中获得了广泛的应用。

本书是根据教育部制定的“高职高专技能型人才培养方案”的教学要求,结合多所院校一线教师多年的教学经验编写而成的。

本书是“21 世纪高等职业教育规划教材·机电系列”之一,包含液压传动和气压传动两部分内容,共 11 章。主要讲述液压与气压传动的工作原理、系统的组成、图形符号、传动的特点以及液压与气动技术的应用和发展方向;液压与气压传动流体力学基础知识;液压与气压元件的工作原理、性能参数、结构特点及应用场合;液压与气压传动基本回路和典型系统的基本知识、基本原理、组成与分析以及常见故障及排除方法;液压与气压传动系统的设计和液压与气压传动系统的计算实例;液压伺服系统的工作原理、组成、各组成元件的作用及其种类;以及液压与气压传动系统的安装、调试、使用和维修。在每章最后一节给出了方法指导与思考题,说明本章的主要内容、重点、难点、学习目标与要求以及思考题。附录中简要地介绍了最新国家标准中规定的常用液压与气动元(辅)件图形符号(摘自 GB/T 786. 1-2001,参照 ISO1219-1977)。建议课时安排:总学时 52 学时,讲授 48 学时,实验安排 4 学时。

本书为了适应目前教育教学改革和现在高职高专课程体系的需要,在编写过程中,以实用性和指导性为原则,以职业岗位技能要求为出发点,以“必需、够用”为度,力求理论联系实际,突出职业能力和职业技能训练。体现教学内容的系统性、实用性和前沿性。

本书由刘合群、王志满、廖传林任主编,王贵槐、严磊、段俊霞、张国豪、胡成龙、黄堂芳、吴国利任副主编。参加编写工作的有:咸宁职业技术学院刘合群(第 1 章、附录)、咸宁技师学院王志满(第 2 章)、武汉交通职业学院王贵槐(第 3、4 章)、随州职业技术学院严磊(第 5、9 章)、襄樊职业技术学院张国豪、史红杰(第 6、11 章)、随州职业技术学院付娟娟(第 7 章)、随州职业技术学院汪宝生(第 8 章)、武汉工程职业技术学院段俊霞(第 10 章)、鄂东职业技术学院黄堂芳(附录)。武汉软件职业技术学院廖传林、胡成龙、鄂东职业技术学院黄堂芳,随州职业技术学院夏章健,咸宁职业技术学院吴国利参加了全书编写及书稿整理工作。全书由刘合群统稿和修改定稿。全书由湖北工业大学周国柱教授主审。

在本书的编写和出版过程中,还有很多专家学者提出了许多宝贵的意见和建议,在此一并表示衷心感谢。

使用本书的教师可向主编索取配套电子教案。联系 E-mail:Lhq0506@tom. com。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2008 年 10 月

目 录

第 1 章 液压与气动技术概述	1
1.1 液压与气动技术的发展及应用	1
1.2 液压与气压传动的工作原理、系统组成及图形符号.....	2
1.3 液压与气压传动的特点	6
1.4 方法指导与思考题	8
第 2 章 液压流体力学基础	9
2.1 液压油	9
2.2 液体静力学.....	14
2.3 流体动力学.....	18
2.4 管路中液体的压力损失.....	25
2.5 液体流经小孔及缝隙的流量——压力特性.....	29
2.6 液压冲击及气穴现象.....	34
2.7 方法指导与思考题.....	36
第 3 章 液压泵	39
3.1 概述.....	39
3.2 齿轮泵.....	41
3.3 叶片泵.....	44
3.4 柱塞泵.....	48
3.5 液压泵的选用.....	51
3.6 液压泵的常见故障及排除方法.....	52
3.7 方法指导与思考题.....	54
第 4 章 液压马达和液压缸	56
4.1 液压马达.....	56
4.2 液压缸的类型及其特点.....	61
4.3 液压缸的结构.....	65
4.4 液压缸的安装、调整、维护与常见故障分析.....	68
4.5 方法指导与思考题.....	70
第 5 章 液压控制阀	73
5.1 方向控制阀.....	73
5.2 压力控制阀.....	78
5.3 流量控制阀.....	82
5.4 插装阀与叠加阀.....	85

5.5	电液伺服阀	87
5.6	电液比例控制阀	89
5.7	液压控制阀常见故障及排除方法	91
5.8	方法指导与思考题	94
第6章	液压辅助装置	96
6.1	蓄能器	96
6.2	过滤器	99
6.3	油箱	103
6.4	密封装置	107
6.5	油管和管接头	110
6.6	压力计和压力计开关	112
6.7	方法指导与思考题	112
第7章	液压基本回路	114
7.1	方向控制回路	114
7.2	压力控制回路	115
7.3	速度控制回路	119
7.4	多缸动作回路	129
7.5	节能回路	131
7.6	液压基本回路故障分析	131
7.7	方法指导与思考题	132
第8章	典型液压系统	134
8.1	YT4543型组合机床动力滑台液压系统	134
8.2	YA32-200型四柱万能液压机液压系统	136
8.3	Q2-8型汽车起重机液压系统	139
8.4	XS-ZY-250A型塑料注射成型机液压系统	141
8.5	ZL50型装载机的液压系统	144
8.6	数控加工中心液压系统	146
8.7	液压系统安装调试和故障分析	147
8.8	方法指导与思考题	151
第9章	液压系统设计	152
9.1	液压系统的设计	152
9.2	液压系统设计实例	154
9.3	方法指导与思考题	158
第10章	液压伺服系统	159
10.1	液压伺服系统概述	159
10.2	液压伺服系统的基本形式及实例	161
10.3	方法指导与思考题	165

第 11 章 气压传动	166
11.1 概述	166
11.2 气动元件	167
11.3 气动基本回路	190
11.4 气压传动系统实例	196
11.5 气动系统的安装、调试与故障分析	200
11.6 方法指导与思考题	206
附录 常用液压与气动元(辅)件图形符号	208
参考文献	212

第 1 章 液压与气动技术概述

1.1 液压与气动技术的发展与应用

1.1.1 液压与气动技术在机械工业中的应用

液压技术开始应用于 18 世纪末。从 1795 年英国制成第一台水压机算起至今已有 200 多年的历史,然而在工业上被广泛采用和有较大幅度的发展却是近五六十年的事情。因此,液压传动与机械传动相比还是比较年轻的技术。

随着原子能、空间技术、电子技术等诸多方面的发展,液压技术已经迅速渗入各个领域。液压技术与电子技术、光电子技术、机械技术等综合应用,形成了机、电、光、液一体化的综合应用技术。

在各个工业部门应用液压传动技术的出发点不尽相同。表 1-1 是液压传动在机械工业中的应用举例。

表 1-1 液压传动在机械行业中的应用

行业名称	应 用 举 例
机床工业	磨床、铣床、刨床、拉床、自动机床、组合机床、数控机床、加工中心等
工程机械	挖掘机、装载机、推土机、压路机等
汽车工业	自卸式汽车、平板车、高空作业车等
农业机械	拖拉机、联合收割机等
轻工机械	打包机、注塑机、校直机、造纸机等
冶金机械	轧钢机、压力机、电炉炉顶及电极升降机系统等
超重运输机械	汽车吊、港口龙门吊、叉车、装卸机械、液压千斤顶等
矿山机械	凿岩机、开采机、提升机、破碎机等
建筑机械	打桩机、平地机等
铸造机械	砂型压实机、加料机、压铸机等
智能机械	模拟驾驶舱、机器人、数字式体育锻炼机等

1.1.2 液压与气动技术的发展方向

主要的发展方向是:

(1) 正向着高压、高速、大功率、高效、低噪声、经久耐用、高度集成化的方向发展;

(2) 随着科学技术的进步,新材料的开发与应用,同时,液压领域中的新技术、新元件也不断出现。液压与气动技术与计算机科学相结合,拉动了液压系统的计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助测试(CAT)、计算机直接控制(CDC)、计算机实时控制等技术的发展;

(3) 与其他相关科学结合,如污染控制技术、可靠性技术等方面也是当前液压技术发展和研究的方向;

(4) 开辟新的应用领域。

1.2 液压与气压传动的工作原理、系统组成及图形符号

1.2.1 液压与气压传动的基本概念

1. 传动的定义

将原动机的运动和动力传递给工作机的中间部分——传动。

原动机→传动装置→工作机

2. 传动的分类

就传动方式而言,常用的有以下几种。

(1) 机械传动:利用机械零件通过啮合力或摩擦力来传递运动和动力的传动。如齿轮、皮带传动等。

(2) 电气传动:利用电气设备通过改变电参数(电压、电阻、电流、电容等)来传递运动和动力的传动。

(3) 流体传动:是以流体为工作介质,进行能量的转换、传递和控制的传动。包括:

① 气体传动:以气体为工作介质的流体传动。

② 液体传动:以液体为工作介质的流体传动,根据工作原理不同又可分为:

A. 液力传动:主要利用液体动能的液体传动。

B. 液压传动:利用液体压力能的传动方式。

3. 液压传动的定义

用液体作为工作介质,在密封的回路里,以液体的压力能进行能量传递的传动方式,称之为液压传动。由于它是通过密封容积的变化来进行能量传递的,所以又称为容积式液压传动。

4. 液压控制的定义

液压控制与液压传动的不同点在于:液压控制是一个自动控制系统,具有反馈装置,系统具有较强的抗干扰能力,所以系统输出量的精度高。

1.2.2 液压传动的研究对象

(1) 研究液压传动、气动技术及其控制技术;

(2) 了解传动介质的基本物理性能及其静力学、运动学和动力学特性;

(3) 了解组成系统的各类液压、气压元件的结构、工作原理、工作性能以及由这些元件所组成的各种回路的性能和特点,并在此基础上进行液压传动系统的设计;

(4) 另外,研究几种能在液压控制系统中使用的控制元件。

1.2.3 液压传动的工作原理

1. 液压传动实例

如图 1-1 所示为液压千斤顶的工作原理简图,它是由杠杆 1、泵体 2、活塞 3、单向阀 4 和 7 组成的手动液压泵和活塞 8、缸体 9、截止阀 11 等组成的举升液压缸构成的。其工作过程

如下:

(1) 泵吸油过程:提起杠杆1,使活塞3上升,泵体2下腔的工作容积增大,形成局部真空,于是油箱12中的油液在大气压力的作用下,推开单向阀4进入泵体2的下腔(此时单向阀7关闭)。

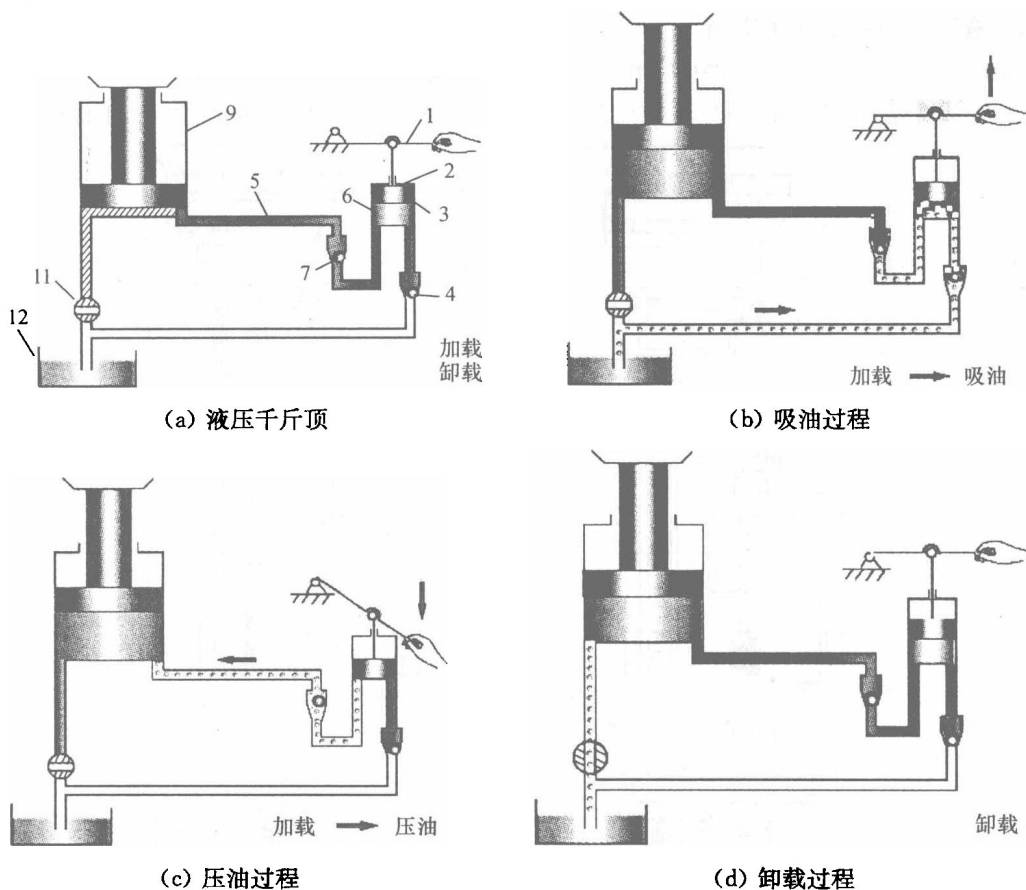


图 1-1 液压千斤顶的工作原理

1—杠杆;2—泵体;3,8—活塞;4,7—单向阀;5—油管;
6—油腔;9—缸体;10—管路;11—截止阀;12—油箱。

(2) 泵压油和重物举升过程:当压下杠杆1时,活塞3下降,泵体2下腔的容积缩小,油液的压力升高,打开单向阀7(此时油液压力使单向阀4关闭),泵体2下腔的高压油进入腔体9的下腔(此时截止阀11关闭),使活塞8向上运动,把重物顶起。反复提压杠杆1,就可以使重物不断上升,达到起重的目的。

(3) 重物落下过程:当工作完毕时,打开截止阀11,使缸体9下腔的油液通过管路10直接流回油箱12,活塞8在外力和自重的作用下实现回程。

2. 液压传动的工作原理

由上例可得以下结论:

液压传动是一种以液体为传动介质,利用液体的压力能来实现运动和力的传递的一种传动方式。进一步分析此实例可知,液压传动具有以下特点:

- (1) 液压传动是以液体为工作介质来传递运动和动力的。
- (2) 液压传动必须在密闭的容器内进行。

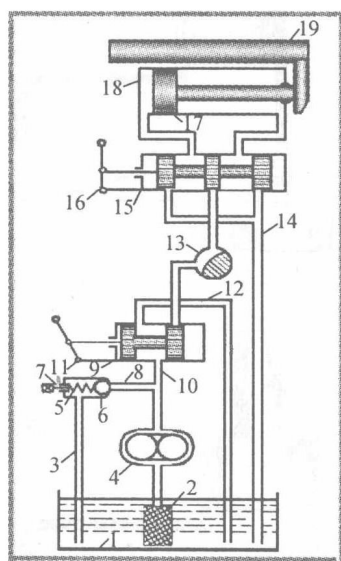
(3) 液压传动是依靠密封容积的变化来传递运动的。

(4) 液压传动是依靠液体的静压力来传递动力的。

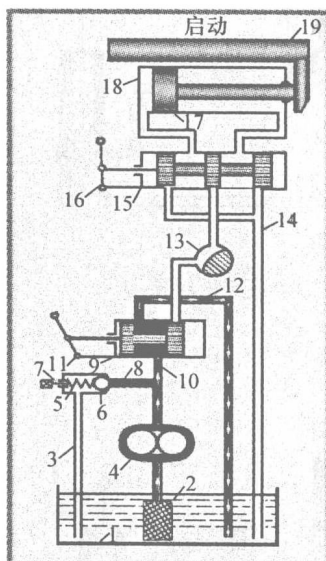
1.2.4 液压传动与气压传动系统的组成

1. 液压传动系统应用实例

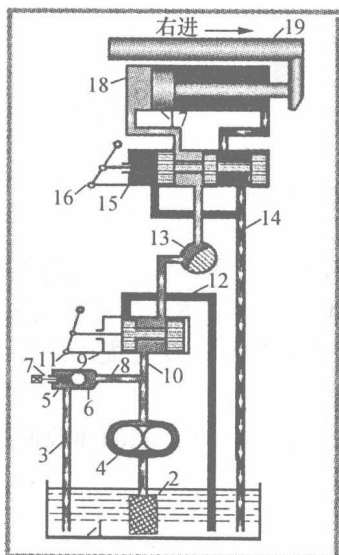
如图 1-2 所示为简化了的磨床工作台液压传动系统,该系统具有的液压元件为:油箱 1、过滤器 2、液压泵 4、溢流阀 7、手动换向阀 9、节流阀 13、换向阀 15、活塞 17、液压缸 18、工作台 19 等。



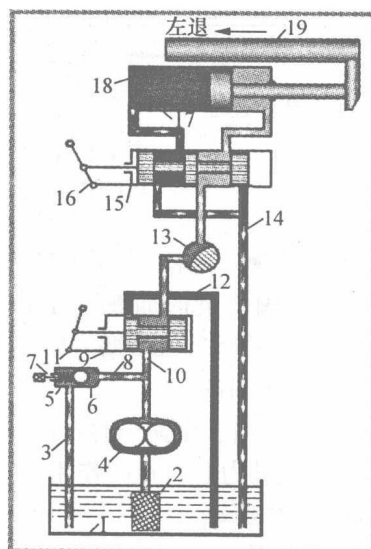
(a) 磨床工作台液压系统



(b) 开机启动过程



(c) 右进过程



(d) 左退过程

图 1-2 磨床工作台液压传动系统

其工作过程是:

(1) 开机启动——液压泵 4 由电动机驱动进行工作,油箱 1 中的油液经过滤器 2 被吸流

往液压泵4的吸油口,并经液压泵输送往系统。此时,手动换向阀9处于左位,油液经手动换向阀9,直接排回油箱。此时,换向阀15的阀芯处于中间位置,如图1-2(b)所示,管路P、A、B、T均不相通,换向阀15的进、回油口全被堵死,液压缸18的左、右两腔既不进油也不回油,活塞17连同工作台19停止运动。这样,在液压泵连续工作的情况下,可以使工作台在任意位置停止。

(2) 右进——若手动换向阀9、换向阀15均处于右位,如图1-2(c)所示,换向阀15的管口P—A接通、B—T接通,油液经手动换向阀7、节流阀13、换向阀15的P—A通道进入液压缸18左腔,由于液压缸的缸体固定,活塞17在压力油的推动下,通过活塞杆带动工作台19向右运动,与此同时,液压缸18右腔的油液经换向阀15的B—T、油管14流回油箱1。

(3) 左退——若手动换向阀9处于右位,换向阀15阀芯处于左位,如图1-2(d)所示位置,换向阀15的管口P—B接通、A—T接通,则油箱中的油液经液压泵4增压后,首先经手动换向阀9、节流阀13、换向阀15的P—B通道进入液压缸18的右腔,推动活塞17带动工作台19向左运动。与此同时,液压缸18左腔内的油液经换向阀15、油管14排回油箱1。

(4) 若分别控制换向阀15的手柄左右移动,可以使换向阀15的阀芯左、右移动,从而改变压力油的通路,使工作台按所需要的方向运动。

(5) 工作台工作时,运动速度也可根据需要进行调整,调节工作台的运动速度是由节流阀13和溢流阀7配合实现的。节流阀就像自来水龙头一样,可以开大,也可以关小。当节流阀13开大时,经节流阀13进入系统的油液增多,工作台运动速度就加快,同时经溢流阀7流回油箱的油液就相应减少;当节流阀13关小时,工作台运动速度就变慢,同时经溢流阀7溢流回油箱的油液就相应地增加,从而控制工作台的速度。

(6) 工作台运动时,还要克服一定的阻力,如切削阻力和摩擦阻力等,这些阻力由液压泵输出油液的压力来克服。根据工作时阻力的不同,要求液压泵输出的油液压力应能进行调节,这个功能是由溢流阀7来完成的。当油液压力对溢流阀的阀芯作用力略大于溢流阀中弹簧对阀芯的作用力时,阀芯才能移动使阀口打开,油液经溢流阀流回油箱,压力不再升高,此时,泵出口处的油液压力是由溢流阀决定的。

2. 液压传动系统的组成

从以上两个实例可以看出:在液压系统中,液压泵将原动机(如电动机)的机械能转变为油液的液压能,液压缸和活塞又将油液的液压能转变为工作机构运动的机械能,而油液则是用来传递运动和动力的工作介质。

液压系统是由以下五大部分组成的:

(1) 能源装置(或称动力元件)——液压泵、是系统的能量输入装置,它将原动机输入的机械能转换成液体的压力能,向系统提供压力油。

(2) 执行装置(或称执行元件)——液压缸、液压马达,是系统的能量输出装置,它把液体的压力能转换为机械能,克服负载,带动机械完成所需的动作。

(3) 控制调节装置(或称控制元件)——各种控制阀,如压力阀、流量阀、方向阀等,用来控制液压系统所需的压力、流量、方向和工作性能,以保证执行元件实现各种不同的工作要求。这些元件的不同组合,组成了能完成不同功能的液压系统。

这类元件主要包括各类控制阀或者由各种阀构成的组合装置。

(4) 辅助装置(或称辅助元件)——指以上三种组成部分以外的其他装置,如各种管接头、油管、油箱、过滤器、蓄能器、压力表等,起连接、输油、贮油、过滤、贮存压力能和测量等作

用。它们对保证液压系统可靠和稳定地工作,具有非常重要的作用。

(5) 传动介质——传递能量的液体介质。液压油是其中的一种,它直接影响着液压系统的性能和可靠性。

1.2.5 液压传动的图形符号

从以上我们学习的液压千斤顶和机床工作台液压系统两实例可以看出,图 1-1 和图 1-2 具有直观性强、容易理解的特点,但绘制较复杂,特别是系统中元件较多时,绘制更加困难。如果采用图形符号来代表各液压元件,则绘制液压系统原理图将更加方便而且清晰。图 1-3 就是用图形符号绘制的机床工作台液压系统图。图中的图形符号只表示元件的职能(即功能)、操作控制方式及外部连接口,不表示元件的具体结构参数、连接口的实际位置和元件的安装位置。我国 1993 年制订的《液压气动图形符号》GB/T786.1—1993 对液压气动元(辅)件的图形符号作了具体规定,常用液压元件及液压系统其他有关装置或器件的图形符号见附录 A。

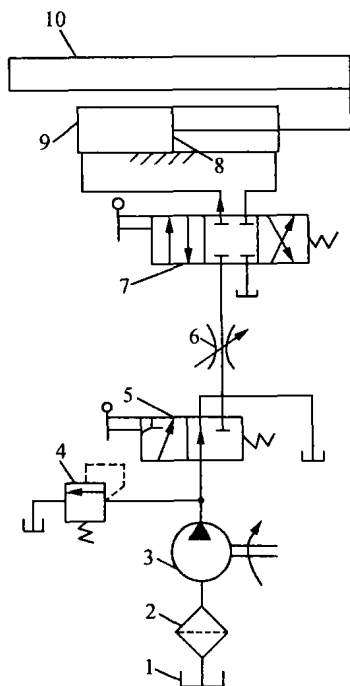


图 1-3 用图形符号表示的磨床工作台液压系统图

- 1—油箱;2—过滤器;3—液压泵;4—溢流阀;
5—手动换向阀;6—节流阀;7—换向阀;8—活塞;
9—液压缸;10—工作台

1.3 液压与气压传动的特点

液压与气压传动是以液体(通常是油液)或气体作为工作介质,利用液体或气体压力能来传递动力和进行控制的一种传动方式。它通过液压泵或气源装置,将原动机的机械能转换为液体或气体的压力能,又通过管路、控制阀等元件,经液压缸或气缸(液压马达或气马达)将液体或气体的压力能转换为机械能,驱动负载和实现执行机构的运动。液压与气压传动与机械传动、电气传动相比较,具有如下特点。

1.3.1 液压传动的优点

(1) 在功率相同的情况下,液压传动的体积小、重量轻,因而动作灵敏,惯性小,动态特性好等。

例如同功率液压马达的重量只有电动机的 10%~20%。

(2) 易于在较大的速度范围内实现无级调速(调速范围最大可达 1:2000,一般为 1:100)。

(3) 液压传动工作平稳、反应快、冲击小、吸振能力强、便于实现快速启动、快速制动和频繁换向,并易于实现过载保护。

(4) 液压传动装置操纵方便,易于实现自动化。特别是当机、电、液配合使用时,易实现较

复杂的自动工作循环和远距离控制。

(5) 液压传动易于获得较大的力和力矩,因此承载能力大。

(6) 由于采用油液作为工作介质,液压传动系统的一些零部件之间能自行润滑,使用寿命增长。

(7) 液压元件易于实现系列化、标准化、通用化,便于设计、制造,有利于推广应用。

1.3.2 液压传动的主要缺点

任何事物都是一分为二的,液压传动也存在着以下缺点:

(1) 液压元件的制造精度和密封性能要求较高,加工和安装都比较困难。

(2) 泄漏难以避免,并且油液有一定的可压缩性,因此,传动比不能恒定,不适用于传动比要求严格的场合。

(3) 泄漏引起的能量损失是液压传动中主要的能量损失,此外,油液在管道中受到的阻力及机械摩擦等也会引起一定的能量损失,致使液压传动的效率较低,更不宜用于远距离传动。

(4) 液压传动对油温的变化比较敏感,油温变化会影响运动的稳定性。因此,在低温和高温条件下,采用液压传动有一定的困难。

(5) 油液中渗入空气时,会产生噪声,容易引起振动和爬行(运动速度不均匀),影响传动的平稳性。

(6) 液压系统故障的诊断比较困难,因此对维修人员提出了更高的要求,他们既需要系统地掌握液压传动的理论知识,又要具有一定的实践经验。

(7) 随着高压、高速、高效率和大流量化,液压元件和系统的噪声日益增大,这也是需要解决的问题。

总之,液压传动的优点是显著的。随着科学技术的进步,液压传动的缺点将得到进一步的克服,液压传动技术将日臻完善,液压技术与电子技术及其他传动方式的结合更是前途无量。

1.3.3 气压传动的优点

(1) 传动介质是空气,取之不尽,用之不竭,用过的空气可以直接排到大气中,不污染环境。

(2) 空气粘度小,流动阻力小,压力损失小,便于集中供气、远距离输送和控制。

(3) 对工作环境适应性好,在易燃、易爆、多尘埃、强辐射及振动等恶劣环境下,能可靠地工作。

(4) 过载能自动保护。

1.3.4 气压传动的主要缺点

(1) 由于空气的可压缩性大,因此气压传动工作速度的稳定性差。

(2) 气压传动系统的工作压力低,仅适用于小功率的场合。

(3) 气压传动系统排气噪声较大,在高速排气时要加消声器。

1.4 方法指导与思考题

1.4.1 方法指导

1. 本章主要内容

本章主要学习液压与气压传动的工作原理、系统的组成、图形符号、传动的特点以及液压与气动技术的应用和发展方向。

2. 本章重点

掌握液压传动的工作原理、系统的组成及图形符号。

3. 本章难点

液压传动的工作原理、系统各组成部分的作用。

4. 本章学习目标与要求

- (1) 掌握液压与气压传动的工作原理。
- (2) 掌握液压与气压传动的特点。
- (3) 熟悉液压传动系统的组成及各组成部分的作用。
- (4) 了解液压元件的职能符号及规定。
- (5) 了解液压与气动技术的发展概况、应用情况及优缺点。

1.4.2 思考题

1. 结合液压千斤顶实例,试述液压传动的工作原理。

2. 液压传动与气压传动有何不同?

3. 结合本章所举的磨床工作台液压传动系统实例,回答液压传动系统由哪几部分组成?各组成部分的作用是什么?

4. 液压传动是以_____为传动介质,利用液体的_____来实现运动和动力传递的一种传动方式。

5. 液压传动必须在密封的容器内进行,依靠液体的_____来传递动力,依靠_____传递运动。

6. 液压与气压传动系统由_____,_____,_____,_____,_____,_____和传动介质几部分组成。

7. 液压传动与机械、电气传动相配合时,易实现较复杂的自动工作循环。 ()

8. 液压传动适用于传动比要求严格的场合。 ()

9. 液压系统故障的诊断方便、容易。 ()