

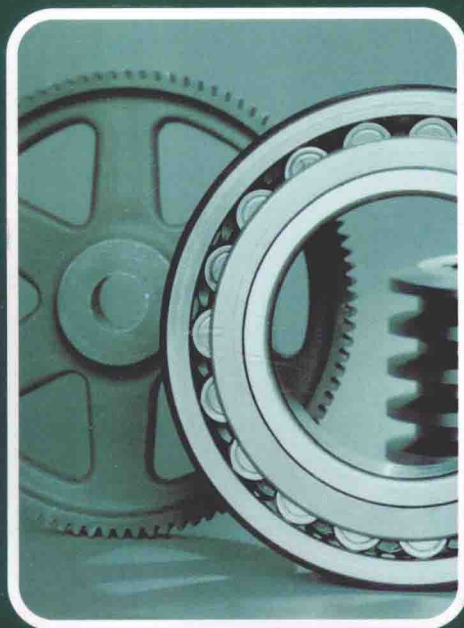


全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

丛书顾问 ■ 李培根 林萍华

液压与气压 传动

姚平喜 唐全波 ■ 主编



EYA YU QIYA CHUANDONG



JIXIELEI  SHIERWU



华中科技大学出版社

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

液压与气压传动

主 编	姚平喜	唐全波			
副主编	石运序	林艾光	葛媛媛	姚 瑶	
参 编	葛媛媛	潘澜澜	潘 晨	张晓俊	
	贾文沛				

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

本书由液压传动与气压传动两部分组成。第一部分主要讲述液压传动基础理论、液压元件、液压基本回路、典型液压系统、液压系统设计计算以及液压系统故障诊断等内容。第二部分主要讲述气压传动基础知识、气源装置与气动元件、气动基本回路以及气动逻辑系统设计等内容。

与同类教材相比,本书吸收了一些新型的液压与气动元件加以介绍,如螺纹插装阀、气动阀岛等。同时注意把一些最新的研究成果引进教材,如对液压平衡回路的分析。

本书每章均附有例题和习题,对学生课后复习起到很好的借鉴作用。

本书可作为高等工科院校各机械类专业教学用书,也可供从事流体传动与控制技术的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气压传动/姚平喜,唐全波主编. —武汉:华中科技大学出版社,2015.5

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

ISBN 978-7-5680-0879-2

I. ①液… II. ①姚… ②唐… III. ①液压传动-高等学校-教材 ②气压传动-高等学校-教材

IV. ①TH137 ②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 105894 号

液压与气压传动

姚平喜 唐全波 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:吴 晗

封面设计:范翠璇

责任校对:李 琴

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉市洪山区佳年华文印部

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:23.75

字 数:620 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:46.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

编审委员会

顾问：李培根 华中科技大学

林萍华 华中科技大学

主任：吴昌林 华中科技大学

副主任：（按姓氏笔画顺序排列）

王生武 邓效忠 轧 刚 庄哲峰

吴 波 何岭松 陈 炜 杨家军

杨 萍 竺志超 高中庸 谢 军

委员：（排名不分先后）

许良元	程荣龙	曹建国	郭克希	朱贤华	贾卫平	丁晓非
张生芳	董 欣	庄哲峰	蔡业彬	许泽银	许德璋	叶大鹏
李耀刚	耿 铁	邓效忠	宫爱红	成经平	刘 政	王连弟
张庐陵	张建国	郭润兰	张永贵	胡世军	汪建新	李 岚
杨术明	杨树川	李长河	马晓丽	刘小健	汤学华	孙恒五
聂秋根	赵 坚	马 光	梅顺齐	蔡安江	刘俊卿	龚曙光
吴凤和	李 忠	罗国富	张 鹏	张鬲君	柴保明	孙 未
何 庆	李 理	孙文磊	李文星	杨咸启		

秘 书：

俞道凯 万亚军

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

序

“十二五”时期是全面建设小康社会的关键时期,是深化改革开放、加快转变经济发展方式的攻坚时期,也是贯彻落实《国家中长期教育改革和规划纲要(2010—2020年)》的关键五年。教育改革与发展面临着前所未有的机遇和挑战。以加快转变经济发展方式为主线,推进经济结构战略性调整、建立现代产业体系,推进资源节约型、环境友好型社会建设,迫切需要进一步提高劳动者素质,调整人才培养结构,增加应用型、技能型、复合型人才的供给。同时,当今世界处在大发展、大调整、大变革时期,为了迎接日益加剧的全球人才、科技和教育竞争,迫切需要全面提高教育质量,加快拔尖创新人才的培养,提高高等学校的自主创新能力,推动“中国制造”向“中国创造”转变。

为此,近年来教育部先后印发了《教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》(教高[2011]1号)、《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》(教高[2011]5号)、《关于“十二五”期间实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”的意见》(教高[2011]6号)、《教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见》(教高[2012]4号)等指导性意见,对全国高校本科教学改革和发展方向提出了明确的要求。在上述大背景下,教育部高等学校机械学科教学指导委员会根据教育部高教司的统一部署,先后起草了《普通高等学校本科专业目录机械类专业教学规范》、《高等学校本科机械基础课程教学基本要求》,加强教学内容和课程体系改革的研究,对高校机械类专业和课程教学进行指导。

为了贯彻落实教育规划纲要和教育部文件精神,满足各高校高素质应用型高级专门人才培养要求,根据《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》文件精神,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,联合一批机械学科办学实力强的高等学校、部分机械特色专业突出的学校和教学指导委员会委员、国家级教学团队负责人、国家级教学名师组成编委

会,邀请来自全国高校机械学科教学一线的教师组织编写全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材,将为提高高等教育本科教学质量和人才培养质量提供有力保障。

当前经济社会的发展,对高校的人才培养质量提出了更高的要求。该套教材在编写中,应着力构建满足机械工程师后备人才培养要求的教材体系,以机械工程知识和能力的培养为根本,与企业对机械工程师的能力目标紧密结合,力求满足学科、教学和社会三方面的需求;在结构上和内容上体现思想性、科学性、先进性,把握行业人才要求,突出工程教育特色。同时注意吸收教学指导委员会教学内容和课程体系改革的研究成果,根据教学指导委员会颁布的各课程教学专业规范要求编写,开发教材配套资源(习题、课程设计和实践教材及数字化学习资源),适应新时期教学需要。

教材建设是高校教学中的基础性工作,是一项长期的工作,需要不断吸取人才培养模式和教学改革成果,吸取学科和行业的新知识、新技术、新成果。本套教材的编写出版只是近年来各参与学校教学改革的初步总结,还需要各位专家、同行提出宝贵意见,以进一步修订、完善,不断提高教材质量。

谨为之序。

国家级教学名师

华中科技大学教授、博导

2012年8月



前 言

“液压与气压传动”课程的任务是使学生掌握液压与气压传动的基础知识,掌握各种液压、气动元件的工作原理、特点、应用和选用方法,熟悉各类液压与气动基本回路的功用、组成和应用场合,了解国内外先进技术成果在机械设备中的应用。

本书在编写过程中,力求贯彻理论联系实际的原则,针对机械类专业的需要,着重突出了以下几方面的特点。

(1) 以液压为主,将现代液压技术作为有机组成部分,使之融为一体,气动部分则强调其特点。

(2) 在讲透元件工作原理的基础上,着重讲解其在系统中的作用,采用新型液压与气动元件(如新型气缸、阀岛等),引入先进的回路(如负载敏感技术)和系统,使元件与系统有机结合。

(3) 贯彻了理论联系实际的原则,除讲清一般的基础理论知识外,还列举了大量实践的例子,对学生借助技术手册等资料进行所需系统的设计以及元件的正确选用有较大帮助。

(4) 本书语言简练、文笔流畅,有利于学生自学。书中编排了较多的例题,每章都附有经过精选的习题。这些对于学生加深基本概念的理解,加强基本计算、分析能力的训练等都是有益的。

(5) 本书的名词术语、物理符号、单位以及液压气动图形符号等都统一采用国家最新标准。

本书适用于普通工科院校机械类各专业,也适用于各类成人高校、自学考试等有关机械类专业,还可供从事流体传动及控制技术的工程技术人员参考。

参加本书编写的有:姚平喜(太原理工大学,第1、7、10、11、16章、附录1、附录2),潘澜澜(大连海洋大学,第2章),姚瑶(辽宁科技大学,第3章),林艾光(大连海洋大学,第4章),唐全波(重庆工商大学,第5章),潘晨(太原城市学院,第6章),张晓俊(太原理工大学,第8章),葛媛媛(山东泰山学院,第9、15章),石运序(烟台大学,第12、14章),贾文沛(太原理工大学,第13章)。本书由姚平喜、唐全波任主编,石运序、林艾光、葛媛媛、姚瑶任副主编。全书由姚平喜统稿。在书稿编写大纲起草期间,得到华中科技大学钱祥生教授的指点与教诲,在此表示深深的感谢。

限于编者水平,书中难免存在缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

编 者

2015年3月于太原

目 录

第 1 章 液压传动概述	(1)
1.1 液压技术的地位	(1)
1.2 液压传动的发展及其应用	(1)
1.3 液压传动的工作原理	(2)
1.4 液压传动的特点及发展趋势	(4)
习题	(6)
第 2 章 液压流体力学基础	(7)
2.1 液压传动的工作介质	(7)
2.2 液体静力学	(12)
2.3 液体动力学	(15)
2.4 管道中液流的特性	(18)
2.5 小孔及间隙流动	(22)
2.6 液压卡紧现象	(25)
2.7 液压冲击和气穴现象	(28)
习题	(30)
第 3 章 液压泵	(32)
3.1 液压泵概述	(32)
3.2 柱塞泵	(36)
3.3 叶片泵	(41)
3.4 齿轮泵	(49)
3.5 螺杆泵	(54)
3.6 液压泵性能比较及选用原则	(55)
例题	(56)
习题	(57)
第 4 章 液压执行元件	(59)
4.1 液压马达	(59)
4.2 液压缸	(64)
例题	(76)
习题	(81)
第 5 章 液压控制阀	(82)
5.1 液压控制阀概述	(82)
5.2 压力控制阀	(85)
5.3 流量控制阀	(102)
5.4 方向控制阀	(109)

5.5 高性能液压阀	(122)
5.6 新结构液压阀	(133)
例题	(143)
习题	(144)
第6章 液压辅件	(148)
6.1 蓄能器	(148)
6.2 过滤器	(150)
6.3 密封件	(155)
6.4 热交换器	(161)
6.5 油箱的结构与设计	(165)
6.6 液压管件	(167)
例题	(169)
习题	(170)
第7章 液压基本回路	(172)
7.1 压力控制回路	(172)
7.2 调速回路	(179)
7.3 方向控制回路	(198)
7.4 多执行元件控制回路	(202)
7.5 负载敏感技术	(206)
例题	(210)
习题	(217)
第8章 典型液压系统	(222)
8.1 液压传动系统的形式	(222)
8.2 液压压力机液压系统	(225)
8.3 组合机床动力滑台液压系统	(232)
8.4 汽车起重机液压系统	(235)
8.5 机械手液压系统	(241)
例题	(245)
习题	(247)
第9章 液压系统设计基础	(250)
9.1 液压系统的设计依据与工况分析	(250)
9.2 液压系统原理图的拟定	(254)
9.3 液压系统主要参数的确定	(255)
9.4 液压元件的选择	(259)
9.5 液压系统性能验算	(262)
9.6 液压装置的结构设计	(266)
9.7 绘制工作图、编制技术文件	(268)
9.8 组合钻床动力滑台液压传动系统的设计计算举例	(268)

习题	(276)
第 10 章 液压系统常见故障与排除	(277)
10.1 液压系统的安装与调试	(277)
10.2 液压系统的使用与维护	(280)
10.3 液压系统的故障诊断方法	(281)
10.4 液压系统的故障排除方法	(287)
例题	(291)
习题	(293)
第 11 章 气压传动概述	(294)
11.1 气压传动的工作原理和气压传动系统的组成	(294)
11.2 气压传动的优缺点	(295)
11.3 气压传动技术的应用	(295)
11.4 气压传动技术的发展趋势	(296)
习题	(297)
第 12 章 气压传动基础知识	(298)
12.1 空气的物理性质	(298)
12.2 气体状态方程	(300)
12.3 气体的流动特性	(302)
习题	(305)
第 13 章 气源装置与气动元件	(306)
13.1 气源装置及空气净化装置	(306)
13.2 气动执行元件	(311)
13.3 气动控制元件	(315)
13.4 气动辅助元件	(327)
13.5 真空发生器	(330)
习题	(332)
第 14 章 气动基本回路	(333)
14.1 方向控制回路	(333)
14.2 压力控制回路	(334)
14.3 速度控制回路	(335)
14.4 真空吸附回路	(338)
14.5 其他常用回路	(339)
习题	(341)
第 15 章 气动程序控制系统设计	(342)
15.1 气动程序控制系统概述	(342)
15.2 气动程序控制系统设计	(344)
15.3 电-气动程序控制系统设计	(346)
例题	(351)

习题	(352)
第 16 章 气动技术应用举例	(353)
16.1 包装机气动系统	(353)
16.2 气控机械手	(354)
16.3 钻孔机气动系统	(356)
附录 常用液压与气动元件与图形符号(GB/T786.1—2009)	(358)
液压专业英语词汇	(364)
参考文献	(368)

第 1 章 液压传动概述

1.1 液压技术的地位

现今,采用液压传动的程度已成为衡量一个国家工业水平的重要标志之一。如发达国家生产的 95% 的工程机械、90% 的数控加工中心、95% 以上的自动线都采用了液压传动技术。液压传动产品在国民经济和国防建设中的地位和作用十分重要。它的发展决定了机电产品性能的提高。它不仅是最大限度地满足机电产品实现功能多样化的必要条件,也是完成重大工程项目、重大技术装备的基本保证,更是机电产品和重大工程项目和装备可靠性的保证。液压传动产品的发展是实现生产过程自动化、尤其是工业自动化不可缺少的重要手段。行业内有“得铸造者得液压,得液压者得天下”的说法。液压行业是一个前景很好的行业。

孔子曰:“知之者不如好之者,好之者不如乐之者。”对任何事物,仅仅了解它的人不如深深喜爱它的人,深深喜爱它的人又不如乐此不疲的人。“兴趣是最好的老师”,只有喜爱液压,才能学好液压;只有为液压去疯,才能深入液压之精髓。因此,要想学好液压,用好液压,将来能在液压行业大有作为,就必须培养兴趣,探索奥秘,掌握规律,脚踏实地地把基础打牢固,在学(理论)与用(实践)的过程中不断提升自己。

1.2 液压传动的发展及其应用

传动通常分为机械传动、电气传动和流体传动。流体传动是以流体为工作介质进行能量转换、传递和控制的传动,包括液压传动、液力传动和气压传动。液压传动是以液体(通常为油液)作为工作介质,利用液体压力来传递动力和进行控制的一种传动方式。

液压传动相对于机械传动来说,是一门新兴的技术。它的发展历史虽然较短,但发展的速度却非常快。自从 1795 年制成了第一台压力机起,液压技术进入了工程领域;1906 年开始应用于国防战备武器;第二次世界大战期间,由于军事工业迫切需要反应快、精度高的自动控制系统,因而出现了液压伺服控制系统;从 20 世纪 60 年代起,原子能、空间技术、大型船舶及电子技术的发展,不断地对液压技术提出新的要求,液压技术开始飞速发展起来。应用领域日趋广泛,从民用到国防,由一般的传动到精确度很高的控制系统,液压技术得到更加广泛的发展和应用。

液压技术在国防工业中的应用:海、陆、空各种战备武器如飞机、坦克、舰艇、雷达、火炮、导弹及火箭等,都有液压传动与控制的应用。

液压技术在民用工业中应用在以下方面。

(1) 机床工业 目前传动系统中采用液压传动与控制的机床有压铸件、造型机、冲压机、锻压机、组合机床、拉床、磨床和仿形机床等。

(2) 冶金工业 有电炉控制系统、轧钢机的控制系统、平炉装料、转炉控制、高炉控制、带材跑偏及恒张力装置等。

(3) 工程机械 有推土机、挖掘机、联合采煤机、隧道掘进机、压路机、凿岩机及桥梁启闭机等。

(4) 农业方面 有联合收割机的控制系统、拖拉机的悬挂装置等。

(5) 汽车工业 有全液压越野车、液压自卸式汽车、液压高空作业车、消防车(云梯车及消防照明)等。

(6) 轻纺工业 有塑料注射机、橡胶硫化机、造纸机、印刷机及纺织机等。

(7) 船舶工业 有工程船舶(全液压挖泥船、打捞船、打桩船及采油平台)、水翼船、气垫船及船舶辅机(起货机、锚机、舵机、舱盖启闭及船底启闭、船队连接装置及防摇鳍)等。

(8) 建材工业 水泥窑控制系统等。

另外,近几年又出现的太阳跟踪系统、海浪模拟装置、飞机驾驶模拟器、船舶驾驶模拟器、地震再现装置、火箭助飞发射装置、宇航环境模拟装置、高层建筑防震系统及紧急刹车装置等,均采用了液压技术。

总之,一切工程领域,凡是有机设备的场合,均可应用液压技术来实现一定的功能。

1.3 液压传动的工作原理

1.3.1 液压传动的工作原理

以液压千斤顶为例来说明液压传动的工作原理。

如图 1-1 所示,手柄 1 带动活塞上提,泵缸 2 容积扩大形成真空,排油单向阀 3 关闭,油箱 5 中的液体在大气压力作用下,经管 6、吸油单向阀 4 进入泵缸 2 内;手柄 1 带动活塞下压,吸油单向阀 4 关闭,泵缸 2 中的液体推开排油单向阀 3,经管 9、10 进入液压缸 11,迫使活塞克服

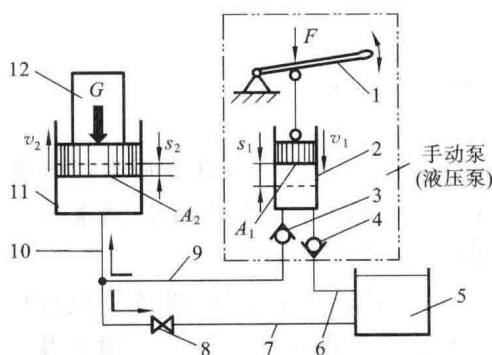


图 1-1 液压千斤顶工作原理图

- 1—手柄;2—泵缸;3—排油单向阀;
4—吸油单向阀;5—油箱;6,7,9,10—管;
8—截止阀;11—液压缸;12—重物

重物 12 的重力 G 上升而做功;当需液压缸 11 的活塞停止时,手柄 1 停止运动,液压缸 11 中的液压力使排油单向阀 3 关闭,液压缸 11 的活塞就自锁不动;工作时截止阀 8 关闭,当需要液压缸 11 的活塞放下时,打开此阀,液体在重力作用下经此阀排往油箱 5。

上述内容为液压千斤顶的工作原理。液压千斤顶为简单又较完整的液压传动装置,它由以下几部分组成。

(1) 液压泵 它是把机械能转换成液体压力能的元件。泵缸 2、吸油单向阀 4 和排油单向阀 3 组成一个阀式配流的液压泵。

(2) 执行元件 它是把液体压力能转换成机械能的元件。如液压缸 11(当输出不是直线运动而是旋转运动时,则为液压马达)。

(3) 控制元件 它是通过对液体的压力、流量、方向的控制,来实现对执行元件的运动速度、方向、作用力等的控制的元件,用以实现过载保护、程序控制等。如截止阀 8 即属控制元件。

(4) 辅助元件 是指除上述三个组成部分以外的其他元件,如管道、管接头、油箱、滤油器等为辅助元件。

1.3.2 液压传动系统的组成

分析液压千斤顶的原理图,可以看出液压系统是由以下五部分组成的。

(1) 动力元件 它是指把机械能转换成液压能的装置,由泵和泵的其他附件组成,最常见的是液压泵,它给液压系统提供压力油。

(2) 执行元件 它是指把液压能转换成机械能带动工作机构做功的装置。它可以是做直线运动的液压缸,也可以是作回转运动的液压马达。

(3) 控制元件 它是指对液压系统中油液压力、流量、运动方向进行控制的装置,主要是指各种阀。

(4) 辅助元件 它由各种液压附件组成,如油箱、油管、滤油器、压力表等。

(5) 工作介质 液压系统中用量最大的工作介质是液压油,通常指矿物油。

1.3.3 液压系统图的图形符号

图 1-2 所示的液压系统图是一种半结构式的机床工作台液压系统工作原理图,它的直观性强,容易理解,但绘制起来比较麻烦,系统中元件数量多时更是如此。图 1-3 所示为同一个

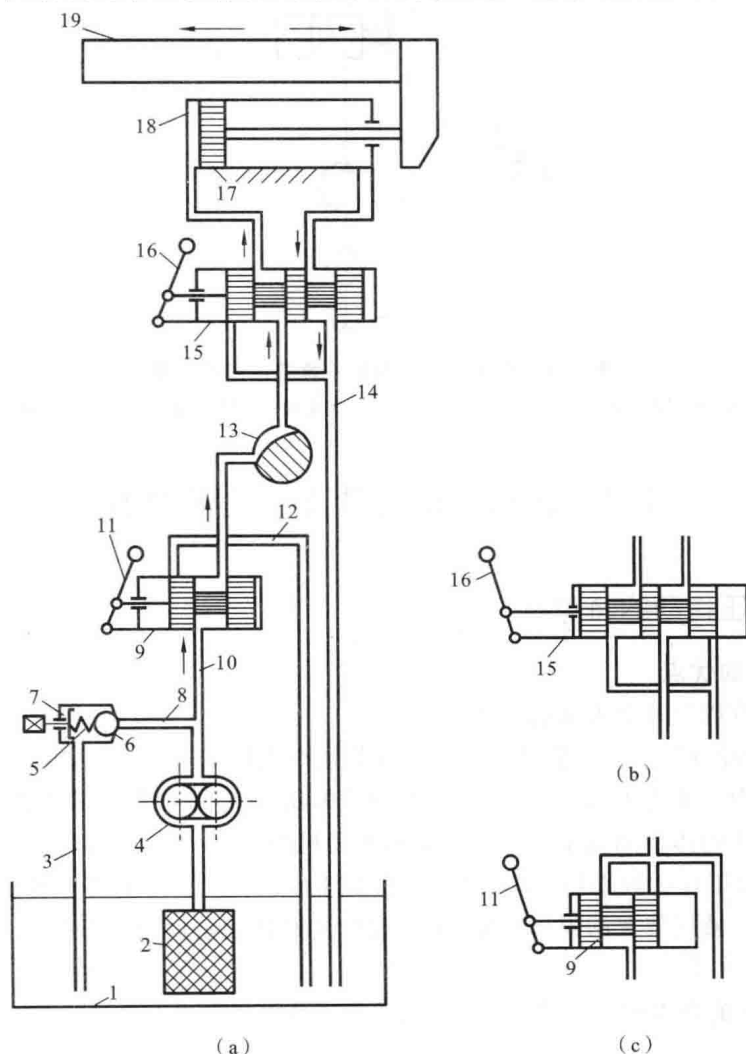


图 1-2 半结构式机床工作台液压系统的工作原理图

1—油箱;2—滤油器;3,12,14—回油管;4—液压泵;5—弹簧;6—钢球;7—溢流阀;8—压力支管;9—开停阀;
10—压力管;11—开停手柄;13—节流阀;15—换向阀;16—换向手柄;17—活塞;18—液压缸;19—工作台

液压系统用液压图形符号绘制成的工作原理图。使用这些图形符号可使液压系统图简单明了,便于绘制。有些液压元件的职能如果无法用这些符号表达时,仍可采用它的结构示意图形式。

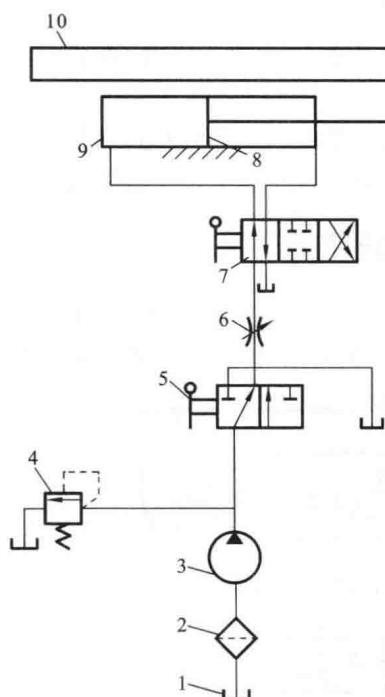


图 1-3 机床工作台液压系统的图形符号图

1—油箱;2—滤油器;3—液压泵;4—溢流阀;5—开停阀;6—节流阀;7—换向阀;8—活塞;9—液压缸;10—工作台

1.4 液压传动的特点及发展趋势

1.4.1 液压传动的特点

1. 液压传动的优点

液压传动具有以下几个方面的优点。

(1) 在同等的体积下,液压装置可以比电气装置产生出更多的动力,由于液压系统中的压力能比电枢磁场中的磁力大出 30~40 倍。在同等的功率下,液压装置的体积小,质量轻,结构紧凑。而液压马达的体积和质量只有同等功率电动机的 12% 左右。

(2) 液压装置工作比较平稳。由于质量轻、惯性小、反应快,液压装置易于实现快速启动、制动和频繁换向。液压装置的换向频率,在实现往复回转运动时可达 500 次/分,实现往复直线运动时可达 1 000 次/分。

(3) 液压装置能在大范围内实现无级调速(调速范围可达 2 000 : 1),还可以在运行的过程中进行调速。

(4) 液压传动容易实现自动化,这是因为它对液体压力、流量或流动方向易于进行调节或控制的缘故。将液压控制和电气控制、电子控制或气动控制结合起来使用,整个传动装置就能实现很复杂的顺序动作,实现远程控制。

(5) 液压装置易于实现过载保护。液压系统的工作压力很容易由压力控制元件来控制,只要把压力控制在规定的范围内,就可以防止过载。

(6) 由于液压元件已实现了标准化、系列化和通用化,液压系统的设计、制造和使用都比较方便。液压元件的排列布置也具有较大的机动性。

(7) 用液压传动来实现直线运动比用机械传动简单。

(8) 液压系统一般采用矿物油为工作介质,相对运动面可自行润滑,使用寿命长。

2. 液压传动的缺点

液压传动具有以下几方面的缺点。

(1) 液压传动不能保证严格的传动比,这是由液压油液的可压缩性和易泄漏等原因造成的。

(2) 液压传动在工作过程中常有较多的能量损失(摩擦损失、泄漏损失等),长距离传动时更是如此。

(3) 液压传动对油温变化比较敏感,它的工作稳定性很易受到温度的影响,因此它不宜在很高或很低的温度条件下工作。

(4) 为了减少泄漏,液压元件的制造精度要求较高,因此它的造价较高,而且对油液的污染比较敏感。

(5) 由于液体流动的泄漏较大,所以效率较低。如果处理不当,泄漏不仅污染场地,而且还可能引起火灾和爆炸事故。

(6) 液压传动要求有单独的能源。

(7) 液压传动出现故障时不易找出原因。

总的说来,液压传动的优点是突出的,它的一些缺点有的现已大为改善,有的将随着科学技术的发展而进一步得到克服。

1.4.2 液压传动的发展趋势

社会需求永远是推动技术发展的动力。降低能耗,提高效率,适应环保需求,机电一体化,高可靠性等是液压技术继续努力的永恒目标,也是液压气动产品参与市场竞争是否取胜的关键。

由于液压技术广泛应用了高技术成果,如自动控制技术、计算机技术、微电子技术、摩擦磨损技术、可靠性技术及新工艺和新材料,使传统技术有了新的发展,也使液压系统和元件的质量、水平有了一定的提高。进入21世纪的液压技术不可能有惊人的技术突破,应当主要靠现有技术的改进和扩展,不断扩大其应用领域以满足未来的要求。其主要的发展趋势将集中在以下几个方面。

1. 减少能耗,充分利用能量

液压技术在将机械能转换成压力能及反转换方面,已取得了很大进展,但一直存在能量损耗,主要反映在系统的容积损失和机械损失上。如果全部压力能都能得到充分利用,则将使能量转换过程的效率得到显著提高。为减少压力能的损失,必须解决下面几个问题。

(1) 减少元件和系统的内部压力损失,以减少功率损失。主要表现在改进元件内部流道的压力损失,采用集成化回路和铸造流道,可减少管道损失,同时还可减少漏油损失。

(2) 减少或消除系统的节流损失,尽量减少非安全需要的溢流量,避免采用节流系统来调节流量和压力。

(3) 采用静压技术,新型密封材料,减少摩擦损失。

(4) 发展小型化、轻量化、复合化及低功率电磁阀。

(5) 改善液压系统性能,采用负载传感系统,二次调节系统和采用蓄能器回路。

(6) 为及时维护液压系统,防止污染对系统寿命和可靠性造成影响,必须发展新的污染检测方法,对污染进行在线测量,要及时调整,不允许滞后,以免由于处理不及时而造成损失。

2. 主动维护

液压系统维护已从过去简单的故障拆修,发展到故障预测,即发现故障苗头时,预先进行维修,清除故障隐患,避免设备恶性事故的发展。

要实现主动维护技术,必须要加强液压系统故障诊断方法的研究。当前,凭维修技术人员的感官和经验查找故障已不适应现代工业向大型化、连续化和现代化方向发展的要求,必须使液压系统故障诊断现代化,建立完整的、具有学习功能的专家知识库,并利用计算机根据输入的现象和知识库中的知识,推算出引出故障的原因,提出维修方案和预防措施。

另外,还应开发液压系统自补偿系统,包括自调整、自润滑、自校正,在故障发生之前,进行补偿,这是液压行业努力的方向。

3. 机电一体化

电子技术和液压传动技术相结合,使传统的液压传动与控制技术增加了活力,扩大了应用领域。实现机电一体化可以提高工作可靠性,实现液压系统柔性化、智能化,改变液压系统效率低、漏油、维修性差等缺点,充分发挥液压传动出力大、惯性小、响应快等优点,其主要发展方向如下。

(1) 电液伺服比例技术的应用将不断扩大。

(2) 发展和计算机直接接口的功耗为 5 mA 以下电磁阀,以及用于脉宽调制系统的高频电磁阀(小于 3 ms)等。

(3) 液压系统的流量、压力、温度、油的污染度等数值将实现自动测量和诊断。

(4) 计算机仿真标准化,特别对高精度、高级系统更有此要求。

(5) 由电子直接控制元件将得到广泛采用,如电子直接控制液压泵。

习 题

1-1 液压传动系统由哪些部分组成?各部分的功用分别是什么?

1-2 液压传动与其他形式的传动相比,具有哪些优点?哪些缺点?

1-3 液压传动系统有泵、阀、执行元件、油箱、管路等元件和辅件,还有驱动泵的电动机。而电动机驱动系统,似乎只需一个电动机就行了。为什么说液压系统的体积小,质量小呢?

1-4 液压系统中,要经过两次能量的转换,一次是电动机的机械能转换成为泵输出的流动液体的压力能,另一次是输入执行元件的流动液体的压力能转换成为执行元件输出的机械能。经过能量转换是要损失能量的,那么,为什么还要使用液压系统呢?