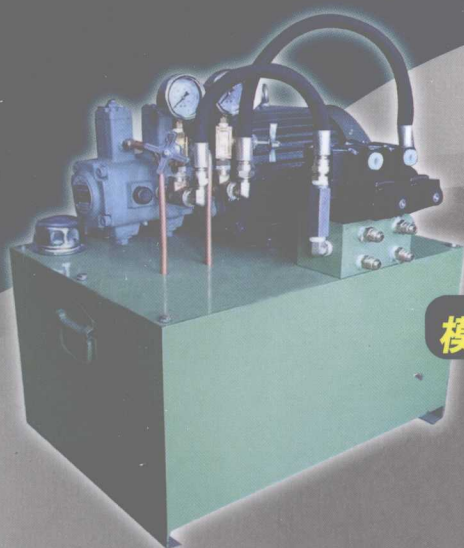


- 国家职业教育推荐教材
- 机械工人模块化学习与训练丛书

液压气动工

● 肖燕 宋军民 编



模块化教学**必备**



化学工业出版社

国家职业教育推荐教材
机械工人模块化学习与训练丛书

液 压 气 动 工

肖 燕 宋军民 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

责任编辑 曹淑娟

定 价：18.00 元

本书是《机械工人模块化学习与训练》丛书之一。内容分为液压篇和气动篇两部分,分别针对液压工和气动工的岗位要求编写,介绍了液压气动技术的基础知识,元器件、回路和系统的使用、维护及分析方法等,基本涵盖了液压气动工中、高级技能的知识点和技能点。

本书可作为中职、高职院校及职业培训的教材,也可供企业技术人员提高工作技能参考。

图书在版编目(CIP)数据

液压气动工/肖燕,宋军民编. —北京:化学工业出版社, 2008. 1

(机械工人模块化学习与训练丛书)

ISBN 978-7-122-01757-4

I. 液… II. ①肖…②宋… III. ①液压传动-技术培训-教材②气压传动-技术培训-教材 IV. TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 203180 号

责任编辑:张兴辉 黄 澄

装帧设计:韩 飞

责任校对:宋 夏

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张6½ 字数174千字

2008年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:18.00 元

版权所有 违者必究

前 言

目前,机械职业教育发展迅速,各职业院校均将机械加工技能型人才的培养作为重点之一。职业院校采取的一般教学模式是:先全面进行基本理论教学,然后集中时间进行技能实训。这种教学模式在职业教育开始阶段取得了比较好的效果,但是也暴露出很多问题,主要是教学中的许多理论知识很难在实际操作中用到,即教学中老师很难对“必需、够用”为度的原则有很好的把握;另外,一般职业院校的学生生源大多都是高中或初中毕业,机械专业基础知识非常贫乏,在有限的教学时间内系统学习所有理论知识很困难,短时间内也很难领悟。针对现有教学模式存在的弊端,一种新的教学模式——模块化教学逐渐被推出,现在已经有许多职业院校采用。

国内职业教育的模块化大多采用德国的“双元制”模式,即以职业实践活动为核心组织必要的知识和技能,该模式具有以下三个主要特点:第一,不以学科为中心来组织教学内容,不强调知识的系统性、完整性,而是从职业活动的实际需要出发来组织教学内容,强调能力本位和知识的“必需、够用”原则;第二,课程结构实行模块化,这种结构不但能及时体现新知识、新技术、新工艺和新方法,更主要的是大大增强教学内容的适用性;第三,教学内容取舍的依据是职业岗位的实际需求,因此绝大多数模块都是以某一能力或技能的形成为主线,把专业知识和专业技能有机地融合为一个整体,每个模块几乎都是以“问题为中心”展开。

模块化教学模式是根据职业教育的每一种专项能力的培养要求来设计教学模块,课程设置、教学大纲和教材是基于对每个工种的

任务和技能的深刻分析,严格按照工作规范,开发出不同的教学模块,每个模块都有明确的学习目标和要求,还包括一个特定技能的详细工作步骤,它强调学以致用,具有较强的教学灵活性。为了有效促进模块化教学模式在职业院校中的普及推广,化学工业出版社组织国内富有教学和实践经验的专家编写了《机械工人模块化学习与训练丛书》。丛书各分册紧密结合各工种的特点,按照模块化的思路编写。本书为《液压气动工》分册,主要内容分为液压篇和气动篇,分别面向液压工和气动工的岗位要求编写,内容涵盖液压气动工中、高级技能的绝大部分知识和技能点。可作为中职、高职院校及职业培训的教材,也可供企业技术工人提高工作技能参考。

本书由肖燕和宋军民编写,沈建峰审阅。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

目 录

液 压 篇

模块一 液压传动基础知识	3
1.1 认识液压系统	3
1.2 液压机输出力的确定	11
模块二 液压动力元件	22
2.1 液压装置动力元件的选择	22
2.2 叶片泵和柱塞泵	29
模块三 液压执行元件	36
3.1 液压缸	36
3.2 液压缸的参数	43
模块四 方向控制阀	54
4.1 换向阀和换向回路	54
4.2 单向阀和锁紧回路	59
模块五 压力控制阀	67
5.1 溢流阀和调压回路	67
5.2 减压阀、顺序阀和其他压力控制回路	73
模块六 流量控制阀	85
6.1 节流阀和调速回路	85
6.2 调速阀和速度换接回路	94
模块七 液压系统分析与设计	105
7.1 YT4543 型液压动力滑台	105
7.2 塑料注射成型机液压系统	111
模块八 液压传动系统的使用、维护及保养	119

8.1 液压传动系统检修方法	119
8.2 液压系统故障分析方法	119
8.3 压注机常见故障及检修方法	120
8.4 液压系统的清洗	122

气 动 篇

模块九 气动基础知识	125
9.1 认识气动系统	125
9.2 认识气源装置	130
9.3 气动执行元件	140
模块十 气动回路分析	149
10.1 送料装置回路分析	149
10.2 灌装机回路分析	158
10.3 压装装置回路分析	168
模块十一 气动传动系统分析与维护	177
11.1 气动系统分析实例	177
11.2 压印装置控制系统维护	184

附录 常用液压与气动元件图形符号

(摘自 GB/T 786.1—93) 195

参考文献 201

液 压 篇

- 模块一 液压传动基础知识
- 模块二 液压动力元件
- 模块三 液压执行元件
- 模块四 方向控制阀
- 模块五 压力控制阀
- 模块六 流量控制阀
- 模块七 液压系统分析与设计
- 模块八 液压传动系统的使用、维护及保养

模块一

液压传动基础知识

1.1 认识液压系统

液压传动系统在现代生产设备和制造设备中被广泛应用,图 1-1 是工业生产中使用的液压扭力机,图 1-2 是我们在工地上常见的挖掘机。这两种设备中都使用了液压传动系统。液压传动系统是利用液体为工作介质来传递机械能,实际应用中常以油液作为工作介质。

根据液压系统的工作特点把液压系统分成以下两大类。

① 静-液压系统 安装在固定的位置上,通常使用电磁铁来控制回路中的阀门。主要应用领域有各种制造和安装机械、传输自线、提升或传送设备、冲压机、压铸机、轧钢机、升降机以及如图 1-1 所示的液压扭力机。

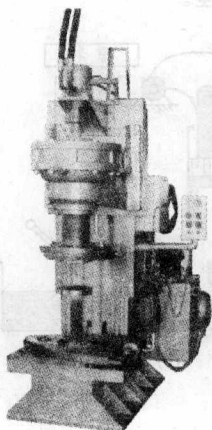


图 1-1 液压扭力机



图 1-2 挖掘机

② 动-液压系统 显著特点在于阀门常直接用手操作。主要应用领域有建筑机械，翻料机、机械手、装货站，起重装置和卷扬机，农业机械以及如图 1-2 所示的挖掘机。

1.1.1 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。

图 1-3 是液压千斤顶的工作原理图及其示意图。大液压缸 9 和大活塞 8 组成举升液压缸。杠杆手柄 1、小液压缸 2、小活塞 3、单向阀 4 和 7 组成手动液压泵。如提起手柄使小活塞向上移动，小活塞下端油腔容积增大，形成局部真空，这时单向阀 4 打开，通过吸油管 5 从油箱 12 中吸油；用力压下手柄，小活塞下移，小活塞下端油腔压力升高，单向阀 4 关闭，单向阀 7 打开，下腔的油液经管道 6 输入举升缸（大液压缸 9）的下腔，迫使大活塞 8 向上移动，顶起重物。再次提起手柄吸油时，单向阀 7 自动关闭，使油液不能倒流，从而保证了重物不会自行下落。不断地往复扳动手柄，就能不断地把油液压入举升缸下腔，使重物逐渐地升起。如果打开截止阀 11，举升缸下腔的油液通过管道 10、截止阀 11 流回油箱，重物就向下移动。这就是液压千斤顶的工作原理。

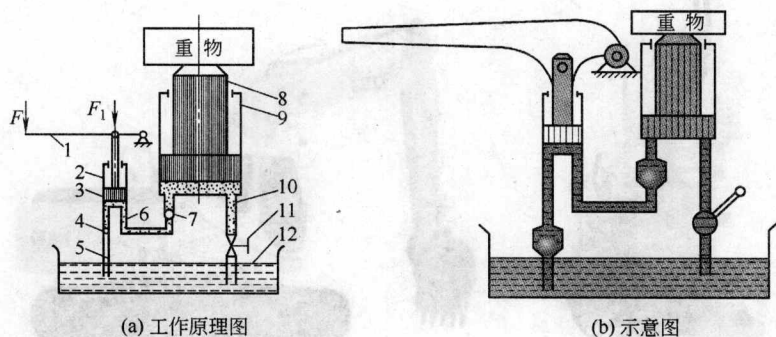


图 1-3 液压千斤顶

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

通过对上面液压千斤顶工作过程的分析,可以初步了解到液压传动的基本工作原理。液压传动是利用有压力的油液作为传递动力的工作介质。压下杠杆时,小液压缸 2 输出压力油,是将机械能转换成油液的压力能;压力油经过管道 6 及单向阀 7,推动大活塞 8 举起重物,是将油液的压力能又转换成机械能。大活塞 8 举升的速度取决于单位时间内流入大液压缸 9 中油容积的多少。由此可见,液压传动是一个不同能量的转换过程。

1.1.2 液压传动系统的组成

液压千斤顶是一种简单的液压传动装置。下面分析一种驱动工作台的液压传动系统。如图 1-4 所示,它由油箱、过滤器、液压泵、溢流阀、节流阀、换向阀、液压缸以及连接这些元件的油管、接头组成,其工作原理如下。

液压泵 3 由电动机带动,由油箱 1 中吸油,然后将具有压力能的油液输送到管路,油液通过节流阀 4 和管路流至换向阀 6。换向阀 6 的阀芯有不同的工作位置(图中有三个工作位置),因此通路情况不同。当阀芯处于图示位置(中间位置)时,这时阀口 P、A、B、T 互不相通,通向液压缸的油路被堵死,液压缸不通压力油,所以工作台停止不动。若将阀芯向右推(右位工作),这时阀口 P 和 A、B、T 相通,压力油经 P 口流入换向阀 6,经 A 口流入液压缸 8 的左腔,活塞 9 在液压缸左腔压力油的推动下带动工作台 10 向右移动;液压缸右腔的油液通过换向阀 6 的 B 口流入换向阀 6,又经回油口 T 流回油箱 1。若将换向阀 6 的阀芯向左推(左位工作),活塞带动工作台向左移动。因此换向阀 6 的工作位置不同时,就能改变压力油的通路,使液压缸不断换向,以实现工作台需要的往复运动。

工作台的移动速度是通过节流阀来调节的。当节流阀开大时,进入液压缸的油量增多,工作台的移动速度增大;当节流阀关小时,进入液压缸的油量减小,工作台的移动速度减小。为了克服移动工作台时所受到的各种阻力,液压缸必须产生一个足够大的推力,这个推力是由液压缸中的油液压力所产生的。要克服的阻力越

大,缸中的油液压力越高;反之压力就越低。这种现象正说明了液压传动的一个基本原理——压力决定于负载。从机床工作台液压系统的工作过程可以看出,一个完整的、能够正常工作的液压系统,应该由以下五个主要部分来组成。

① 动力部分 它供给液压系统压力油,将原动机输出的机械能转换为油液的压力能(液压能)。能量转换元件为液压泵,如图 1-4 中液压泵 3 就是动力元件。

② 执行部分 将液压泵输入的油液压力能转换为带动工作机构的机械能,以驱动工作部件运动。执行元件有液压缸和液压马达,图 1-4 中液压缸 8 就是执行元件。

③ 控制部分 用来控制和调节油液的压力、流量和流动方向。控制元件有各种压力控制阀、流量控制阀和方向控制阀等,如图 1-4 中溢流阀 5、节流阀 4 和换向阀 6。

④ 辅助部分 将前面三部分连接在一起,组成一个系统,起储油、过滤、测量和密封等作用,以保证液压系统可靠、稳定、持久地工作。辅助元件有管路和接头、油箱、过滤器、蓄能器、密封件和控制仪表等,如图 1-4 中网式过滤器 2、油箱 1。

⑤ 工作介质 由液压油或其他合成液体组成。

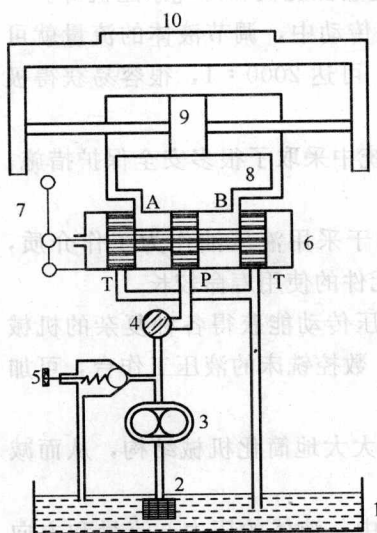
1.1.3 液压元件的图形符号

液压传动系统图形符号有两种表达方式:一种用结构示意图,如图 1-4 (a) 所示,这样的图形比较直观,元件的结构特点清楚了,但图形太烦琐,绘图麻烦;另一种是图形符号示意图,即把各类液压元件用其图形符号表示,如图 1-4 (b) 所示,图中的图形符号只表示元件的功能、操作(控制)方法及外部连接口,不表示元件的具体结构及参数、连接口的实际位置和元件的安装位置。我国制订的液压气动图形符号标准为 GB 786.1—93 (见附录 I)。

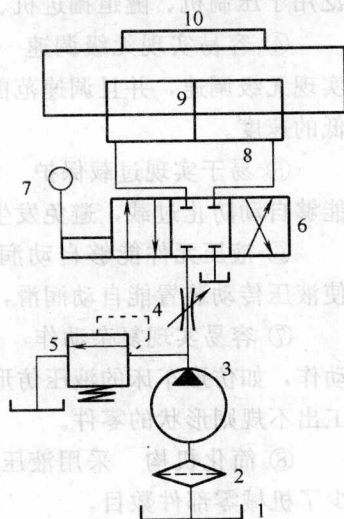
1.1.4 液压传动系统的特点

(1) 主要优点

液压传动与机械传动、电力传动、气压传动相比,具有下列优点。



(a) 结构示意图



(b) 图形符号示意图

图 1-4 液压传动原理图

1—油箱；2—过滤器；3—液压泵；4—节流阀；5—溢流阀；6—换向阀；
7—手柄；8—液压缸；9—活塞；10—工作台；P、A、B、T—油口

① 传动平稳 在液压传动装置中，由于油液的压缩量非常小，在通常压力下可以认为不可压缩，依靠油液的连续流动进行传动。油液有吸振能力，在油路中还可以设置液压缓冲装置，故不像机械机构因加工和装配误差会引起振动和撞击，使传动十分平稳，便于实现频繁的换向。因此，它广泛地应用在要求传动平稳的机械上，例如磨床几乎全部采用了液压传动。

② 重量轻、体积小 液压传动与机械、电力等传动方式相比，在输出同样功率的条件下，体积和重量可以减少很多，因此惯性小、动作灵敏。这对液压仿形、液压自动控制和要求减轻重量的机器来说，是特别重要的。例如我国生产的挖掘机在采用液压传动后，比采用机械传动时的重量减小了一吨。

③ 承载能力大 液压传动易于获得很大的力和转矩，因此广

泛用于压制机、隧道掘进机、万吨轮船操舵机和万吨水压机等。

④ 容易实现无级调速 在液压传动中,调节液体的流量就可实现无级调速,并且调速范围很大,可达 2000 : 1,很容易获得极低的速度。

⑤ 易于实现过载保护 液压系统中采取了很多安全保护措施,能够自动防止过载,避免发生事故。

⑥ 液压元件能够自动润滑 由于采用液压油作为工作介质,使液压传动装置能自动润滑,因此元件的使用寿命较长。

⑦ 容易实现复杂动作 采用液压传动能获得各种复杂的机械动作,如仿形车床的液压仿形刀架、数控铣床的液压工作台,可加工出不规则形状的零件。

⑧ 简化机构 采用液压传动可大大地简化机械结构,从而减少了机械零部件数目。

⑨ 便于实现自动化 液压系统中,液体的压力、流量和方向是非常容易控制的,再加上电气装置的配合,很容易实现复杂的自动工作循环。目前,液压传动在组合机床和自动线上应用得很普遍。

⑩ 便于实现“三化” 液压元件易于实现系列化、标准化和通用化,也易于设计和组织专业性大批量生产,从而可提高生产率、提高产品质量、降低成本。

(2) 主要缺点

① 液压元件制造精度要求高 由于元件的技术要求高,加工和装配比较困难,使用维护比较严格。

② 实现定比传动困难 液压传动是以液压油作为工作介质,在相对运动表面间不可避免地有泄漏,同时油液又不是绝对不可压缩的,因此不宜应用在传动比要求严格的场合,例如螺纹和齿轮加工机床的传动系统。

③ 油液受温度的影响 由于油的黏度随温度的改变而改变,故不宜在高温或低温的环境下工作。

④ 不适宜远距离输送动力 由于采用油管传输压力油,压力

损失较大,故不宜远距离输送动力。

⑤ 油液中混入空气易影响工作性能 油液中混入空气后,容易引起爬行、振动和噪声,使系统的工作性能受到影响。

⑥ 油液容易污染 油液污染后会影响到系统工作的可靠性。

⑦ 发生故障不容易检查与排除。

1.1.5 液压传动技术的发展与应用

(1) 液压传动的发展

液压传动起源于 1654 年帕斯卡提出的静压传动原理,1795 年,英国第一台水压机问世,1905 年,将工作介质由水改为油后,性能得到很大改善。液压传动的推广与应用,得益于 19 世纪崛起并蓬勃发展的石油工业。最早成功应用液压传动装置的是舰艇上的炮塔转位器;第二次世界大战期间,由于军事工业需要反应快、精度高、功率大的液压传动装置又进一步推动了液压技术的发展,并渗透到各个工业领域中去。当前液压技术正向着高速、高压、大功率、高效率、低噪声、长寿命、高度集成化、复合化、数字化、小型化、轻量化等方向发展;同时,新型液压元件和液压系统的计算机辅助测试(CAT)、计算机直接控制(CDC)、机电一体化技术、计算机仿真和优化设计技术、可靠性技术、基于绿色制造的水介质传动技术以及污染控制方面,也是当前液压技术发展和研究的方向。

我国的液压技术开始于 1952 年,液压元件最初应用于机床和锻压设备,后来应用于工程机械。1964 年我国从国外引进了一些液压元件生产技术,同时自行设计液压产品,经过多年的艰苦探索和发展,特别是 20 世纪 80 年代初期引进美国、日本、德国的先进技术和设备,使我国的液压技术水平上了一个新台阶。目前,我国已形成门类齐全的标准化、系列化、通用化液压元件系列产品。同时我国在消化、吸收国外先进液压技术的同时,大力研制、开发国产液压件新产品,加强产品质量可靠性以及新技术应用的研究,积极采用新的国际标准,不断调整产品结构,对一些性能差的液压产品,采用逐步淘汰的措施。由此可见,随着科学技术特别是控制技

术和计算机技术的发展, 液压传动与控制技术将得到进一步发展, 应用将更加广泛。

(2) 液压传动的应用

由于液压技术有许多突出的优点, 从民用到国防, 由一般传动到精确度很高的控制系统, 都得到了广泛的应用。

① 在国防工业中, 陆、海、空三军的很多武器装备都采用了液压传动与控制, 如飞机、坦克、舰艇、雷达、火炮、导弹和火箭等。

② 在机床工业中, 目前机床传动系统有 85% 采用液压传动与控制, 如磨床、铣床、刨床、拉床、压力机、剪床和组合机床等。

③ 在冶金工业中, 电炉控制系统, 轧钢机的控制系统、平炉装料、转炉控制、高炉控制等都采用了液压技术。

④ 在工程机械中, 普遍采用了液压传动, 如挖掘机、轮胎装载机、汽车起重机、履带推土机、轮胎起重机、自行式铲运机、平地机和振动式压路机等。

⑤ 在农业机械中, 采用液压技术也很广泛, 如联合收割机、拖拉机和犁等。

⑥ 在汽车工业中, 液压越野车、液压自卸式汽车、液压高空作业车和消防车等均采用了液压技术。

⑦ 在轻纺工业中, 采用液压技术的有塑料注塑机、橡胶硫化机、造纸机、印刷机和纺织机等。

⑧ 在船舶工业中, 应用液压技术很普遍, 如全液压挖泥船、打捞船、打桩船、采油平台、水翼船、气垫船和船舶辅机等。

近几年, 又在太阳跟踪系统、海浪模拟装置、船舶驾驶模拟器、地震再现、火箭助飞发射装置、宇航环境模拟和高层建筑防震系统及紧急刹车装置等设备中, 采用了液压技术。

课后练习

1. 什么是液压传动? 简述其工作原理。