



- 高等职业教育“十二五”规划教材
- 高职高专模具设计与制造专业任务驱动、项目导向系列化教材

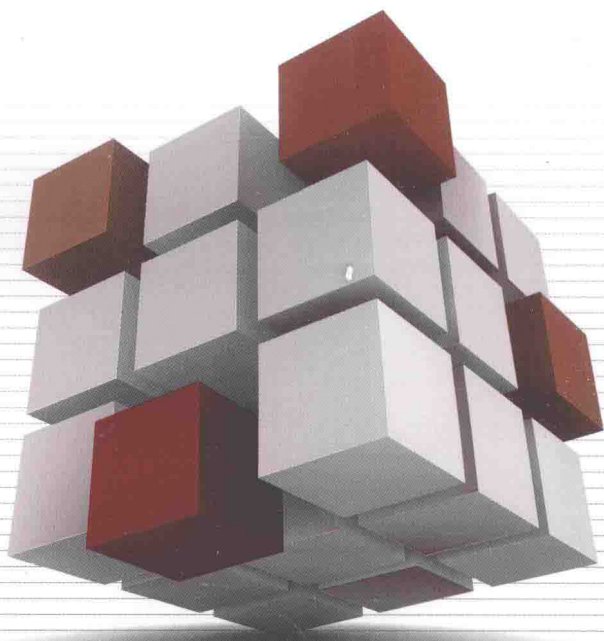
液压与气动 技术及应用

YEYA YU QIDONG JISHU JI YINGYONG

主编 赵俊生 马蕾



教学资源库
<http://www.ndip.cn>



国防工业出版社

National Defense Industry Press

高等职业教育“十二五”规划教材

高职高专模具设计与制造专业任务驱动、项目导向系列化教材

液压与气动技术及应用

主 编 赵俊生 马 蕾

副主编 丁 琳 常玲娜 罗 霞 张祎娴

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是根据高等职业教育机电类专业“液压与气压传动技术”课程的教学要求编写的。本书借鉴 CDIO 工程教育理念,采用项目导向,任务驱动,紧密结合“液压与气压传动技术”应用实际情况,以实训项目为主线,理论联系实际,充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,突出人才应用能力创新素质的培养,内容丰富,实用性强。从技术和工程应用的角度出发,为适应不同层次不同专业的需要,全书从液压与气压传动技术的认识及使用,介绍其基础知识;液压元件的识别;基本液压回路的控制、安装与调试;气压元件的认识;气动基本回路的控制、安装与调试;典型的液压与气压系统控制与运行、典型液压系统的设计、安装与调试。以实例系统地介绍了液压与气动技术基础和实训内容。突出了工程实践能力的培养,可用于学生的理论与实训、课程设计与毕业设计。

本书可作为高职高专、成人教育和机械自动化、机电应用技术、机电一体化、数控应用技术等相关专业的教材和短期培训的教材,也可供广大工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动技术及应用/赵俊生,马蕾主编. —北京:
国防工业出版社, 2014. 9

高职高专模具设计与制造专业任务驱动、项目导向系
列化教材

ISBN 978-7-118-09558-6

I. ①液... II. ①赵...②马... III. ①液压传动—高
等职业教育—教材②气压传动—高等职业教育—教材
IV. ①TH137②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 163515 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 14½ 字数 350 千字

2014 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 29.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010) 88540777

发行邮购:(010) 88540776

发行传真:(010) 88540755

发行业务:(010) 88540717

为了适应社会经济和科学技术的迅速发展及职业教育教学改革的需要,根据“以就业为导向”的原则,注重以先进的科学发展观调整和组织教学内容,增强认知结构与能力结构的有机结合,强调培养对象对职业岗位(群)的适应程度,经过广泛调研,组织编写对机械类教材的整体优化力图有所突破、有所创新的教材,供数控技术应用、机电一体化应用技术、机械自动化、汽车制造与修理类专业使用。

本书借鉴 CDIO 工程教育理念,按照“项目导向、任务驱动,能力拓展”的编写思路,共设置了 7 个项目、17 个训练任务,侧重了培养学生的基本技能训练。训练任务的选取围绕液压与气压传动现场的实例从简到繁、由浅入深地展开,将知识点和实训合二为一,以“必需”与“够用”为度,注重基本操作和实际应用的训练,充分体现职业教育的特点着眼于为生产一线培养技术应用型人才。

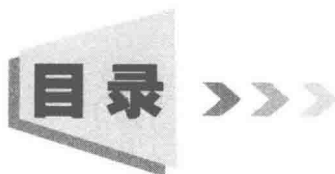
在结构的组织方面大胆打破常规,以工程项目为教学主线,通过设计不同的工程项目,将知识点和技能训练融于各个项目之中,各个项目按照知识点与技能要求循序渐进编排,努力去符合职业教育的工学结合,突出技能的提高,符合职业教育的特色。实训任务包括液压系统的基本认识、液压和气压元件的拆装、液压控制元件各种回路的组装与调试、气动元件控制回路的组装与调试、典型数控机床、动力滑台等液压系统安装与调试、加工中心气动换刀系统的控制与实施,是以实现学生操作和实际应用的训练。使学生接触这些项目可以实现零距离上岗。

本书由江苏财经职业技术学院赵俊生、马蕾担任主编,丁琳、常玲娜、罗霞、张祎娴担任副主编。江苏财经职业技术学院马蕾编写项目 1、6;丁琳编写项目 4 及各个项目的训练任务;炎黄职业技术学院常玲娜编写项目 5;罗霞编写项目 7;张祎娴参与编写部分内容;统稿与项目 2、3 由赵俊生负责。江苏财经职业技术学院唐义锋担任主审。本书编写过程中得到了江苏财经职业技术学院、炎黄职业技术学院领导的关心与帮助,亦得到国防工业出版社大力支持,在此一并表示衷心感谢。此外,还要感谢书后所附参考文献各位作者。

由于时间仓促,加上作者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

作者

2014 年 2 月



目录

项目1 液压与气压传动的基础知识 1

任务1 液压与气压传动系统的认识 1

1.1.1 液压与气压传动的发展与 定义 2

1.1.2 液压系统的工作原理 2

1.1.3 液压系统的组成及优缺点 5

实训1 认识液压系统 8

任务2 液压流体力学基础知识 10

1.2.1 液压油的识别与选用 10

1.2.2 液压油的种类及选用 13

1.2.3 液压流体力学基础知识 14

1.2.4 管路内压力损失计算 21

1.2.5 孔口及缝隙流量的分析 23

1.2.6 液压冲击和气穴现象 27

实训2 液体观察与力学参数测量 28

项目2 液压泵与液压马达的识别 31

任务1 液压动力元件的识别 31

2.1.1 液压泵的工作原理及主要 性能参数 31

2.1.2 齿轮泵的工作原理与性能 参数 35

2.1.3 叶片泵的工作原理与性能 参数 39

2.1.4 柱塞泵的工作原理与主要 性能 44

实训3 液压泵的结构认识和拆装 48

任务2 液压执行元件的识别 51

2.2.1 液压马达的特点与工作

原理 52

2.2.2 液压缸的类型和特点 56

实训4 液压缸的识别和拆装 63

任务3 液压控制元件的识别 65

2.3.1 液压控制阀的作用和分类 66

2.3.2 方向控制阀 66

2.3.3 压力控制阀 75

2.3.4 流量控制阀 83

实训5 先导式溢流阀的拆装 90

任务4 液压辅助元件的识别 93

2.4.1 油管和管接头 93

2.4.2 油箱 95

2.4.3 过滤器的类型与安装 96

2.4.4 蓄能器 99

2.4.5 压力表附件 101

2.4.6 密封装置的要求与类型 102

2.4.7 热交换器 105

实训6 液压缸和液压系统辅助元件的 安装 106

项目3 液压系统基本回路的安装与 调试 109

任务1 方向控制回路的安装 109

3.1.1 换向回路 110

3.1.2 锁紧回路 112

实训7 用换向阀换向回路的安装与 调试 113

任务2 压力控制回路的安装 114

3.2.1 调压回路 115

3.2.2 减压回路 116

3.2.3 增压回路 117

3.2.4 保压回路	117	5.1.2 YT4543 型动力滑台液压 系统的工作原理	160
3.2.5 平衡回路	119	5.1.3 YT4543 型动力滑台液压 系统的特点	161
3.2.6 卸荷回路	120	实训 12 YT4543 型动力滑台液压系 统的安装与调试	161
实训 8 用溢流阀的调压回路的安装与 调试	121	任务 2 YB32-200 型液压压力机液 压系统的安装与调试	165
任务 3 速度控制回路的安装	122	5.2.1 概述	166
3.3.1 调速回路	122	5.2.2 YB32-200 型液压压力机 液压系统的工作原理	167
3.3.2 快速运动回路	127	5.2.3 YB32-200 型液压压力机 液压系统的特点	169
3.3.3 速度换接回路	128	实训 13 液压压力机液压系统的安装与 调试	170
任务 4 多缸控制回路的安装	130	任务 3 数控车床液压系统	171
3.4.1 顺序动作回路	130	5.3.1 概述	172
3.4.2 同步回路	131	5.3.2 液压系统的工作原理	172
3.4.3 多缸执行元件互不干扰 回路	133	5.3.3 液压系统的特点	173
实训 9 多缸控制回路的组装与调试	134	实训 14 MJ-50 型数控车床液压 系统的组装与运行	173
项目 4 液压系统的设计、安装与 调试	139	项目 6 气动传动元件的识别	176
任务 1 液压系统的设计	139	任务 1 气压传动基础	176
4.1.1 液压系统的设计内容及设计 步骤	139	6.1.1 气压传动系统的工作原理 和组成	176
4.1.2 液压系统的设计要求与运动、 负载分析	140	6.1.2 压缩空气性质	177
4.1.3 执行元件主要参数的确定	142	6.1.3 供气系统管道	179
4.1.4 液压系统原理图的拟定	143	6.1.4 气压传动的特点	180
4.1.5 液压元件的计算和选择	144	任务 2 气源装置及气动辅助元件	181
4.1.6 液压系统技术性能的验算	145	6.2.1 空气压缩机	182
4.1.7 绘制正式工作图和编制技术 文件	146	6.2.2 气源净化装置	183
实训 10 单面多轴钻孔组合机床动力 滑台的液压系统	147	6.2.3 其他辅助元件	187
任务 2 液压系统的安装和调试	152	任务 3 气动执行元件	190
4.2.1 液压系统的安装	153	6.3.1 气缸	190
4.2.2 液压系统的调试	153	6.3.2 气马达	193
实训 11 数控车床液压系统的安装与 调试	154	任务 4 气动控制元件	194
项目 5 典型液压系统实例的控制	158	6.4.1 方向控制阀	194
任务 1 组合机床动力滑台液压传动 系统的分析	158	6.4.2 流量控制阀	199
5.1.1 概述	159	6.4.3 压力控制阀	201
		实训 15 气动元件的认识	203

项目7 气压传动基本回路 206

任务1 方向、压力、速度控制回路的

安装与调试 206

7.1.1 换向回路 207

7.1.2 压力控制回路 207

7.1.3 速度控制回路 208

任务2 其他常用回路 210

实训16 气动基本回路的组装及调试 ... 213

任务3 气动系统的分析与应用 216

7.3.1 气动机械手气压传动系统 ... 216

7.3.2 加工中心刀库气压传动 系统 218

7.3.3 数控加工中心气动换刀 系统 219

7.3.4 气液电力滑台气动系统的 控制 220

7.3.5 气动夹紧装置 223

实训17 气动换刀系统的控制与实施 ... 224

参考文献 226

1

项目 1 液压与气压传动的基础知识

■ 学习目标

- (1) 了解液压传动的发展概况和定义。
- (2) 理解液压传动的工作原理及液压传动系统的组成。
- (3) 理解液压传动图形符号表达液压传动的意义。
- (4) 熟悉液压传动的优缺点。

■ 技能目标

- (1) 具备对简单液压与气动系统图的识读能力、会读能力。
- (2) 具备对液压与气动系统接线及元器件的安装布置能力,控制系统操作运行及调试能力,资料的收集、查找及应用能力和同学之间的相互评价能力。

任务 1 液压与气压传动系统的认识

■ 任务描述

- (1) 了解液压传动与气压传动的基本概念。
- (2) 掌握液压传动与气压传动的工作原理。
- (3) 了解液压传动与气压传动的优缺点及应用。

■ 任务分析

机器由原动机、传动机构和执行机构 3 部分组成。原动机有电动机、内燃机、燃气轮机和其他形式(风力、人力)等动力装置;传动机构分为机械传动、电气传动和流体传动 3 种形式。

机械传动常见形式有齿轮传动、带传动和链传动等;电气传动有多媒体、电器等形式;流体传动包括液体传动和气体传动两种形式。液体传动包括液力传动和液压传动。液力传动主要是利用非封闭液体的动能或势能传动和控制能量的;气压传动是以压缩空气为工作介质传动运动和动力的一门技术,由于气压传动具有防火、防爆、节能、高效无污染等优点,因此应用较为广泛。气压传动简称为气动。

离心泵就是一种液力传动的设备,它是利用叶片的旋转形成压力差,然后再利用叶轮

旋转将液体传送出去,将机械能转换为液体动能。

1.1.1 液压与气压传动的发展与定义

1. 液压系统的发展

液压传动和机械传动相比,具有许多优点,因此在机械工程中,液压传动被广泛采用。

液压传动是以液体作为工作介质来进行能量传递的一种传动形式,它通过能量转换装置(液压泵),将原动机(电动机)的机械能转变为液体的压力能,然后通过封闭管道、控制元件等,由另一能量装置(液压缸、液压马达)将液体的压力能转变为机械能,以驱动负载和实现执行机构所需的直线或旋转运动。

第一阶段:液压传动从17世纪帕斯卡提出静压传动原理、1795年世界上第一台水压机诞生,已有200多年的历史,但由于没有成熟的液压传动技术和液压元件,且工艺制造水平低下,发展缓慢,几乎停滞。

气压传动早在公元前,埃及人就开始采用风箱产生压缩空气助燃。从18世纪工业革命开始,逐渐应用于各类行业中。

第二阶段:20世纪30年代,由于工艺制造水平提高,开始生产液压元件,并首先应用于机床。

第三阶段:20世纪50~70年代,工艺水平有了很大提高,液压与气动技术也迅速发展,渗透到国民经济的各个领域。

第四阶段: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有了很大的提高。

总之:从蓝天到水下,军用到民用,从重工业到轻工业,到处都有流体传动与控制技术的应用。

2. 液压系统的定义

传动机构通常分为机械传动机构、电气传动机构和流体传动机构。流体传动是以流体为工作介质机械能量转换、传动和控制的传动。它包括液压传动、液体传动和气压传动。

液体传动包括液压传动和液力传动,它们均是以液体作为工作介质机械能量传动的传动方式。液压传动主要是利用液体的压力能来传动能量,而液力传动则主要是利用液体的动能来传动能量。

由于液压传动有许多突出的优点。因此,它被广泛地应用于机械制造、工程建设、石油化工、交通运输、军事器械、矿山冶金、轻工业、农机、渔业、林业等各方面。同时,也被应用到航空航天、海洋开发、核能工程和地震预测等各个工程技术领域。

1.1.2 液压系统的工作原理

1. 液压系统模型

在机械传动中人们利用各种机械来传动力和运动,如杠杆、凸轮、轴、齿轮和皮带等。在液压传动中,则利用没有固定形状但具有确定体积的液体来传递动力和运动。图1-1所示为一个简化的液压传动模型。图中有两个直径不同的液压缸2和4,缸内各有一个与内壁紧密配合的活塞1和5。假设活塞能在缸内自由(无摩擦力)滑动,而液体不会通

过配合而产生泄漏。缸 2、4 下腔用一个管道 3 连通,其中充满液体。这些液体是密封在缸内壁、活塞和管道组成的容积中的。如果活塞 5 上有重力为 W 的重物,则当在活塞 1 上施加的力 F 达到一定大小时,就能阻止重物下降,这就是说可以利用密封容积中的液体传动力。当活塞 1 在力 F 作用下向下运动时,重物将随之上升,这说明密封容积中不但可传递力,还可以传递运动。所以,液体是一种传递介质,但必须强调指出,液体必须在封闭的容器中才能起到传递动力的作用。这里,我们可以回想一下中学所学过的帕斯卡定律:加在密闭液体上的压强,能够大小不变地由液体向各个方向传递。

2. 力比、速比及功率关

设图 1-1 中活塞 1、5 的面积分别为 A_1 、 A_2 ,当作用在大活塞 5 的负载为 W 、作用在小活塞 1 的作用力为 F 时,根据帕斯卡原理,即“在密闭容器内,施加于静止液体上的压力降同时以等值传动到液体各点”。设缸内压力为 p ,运动摩擦力忽略不计,则有

$$p = F/A_1 = W/A_2 \quad (1-1)$$

$$\text{或} \quad W/F = A_2/A_1 \quad (1-2)$$

式中 A_1 、 A_2 ——分别为小活塞和大活塞的作用面积;

F ——作用在小活塞上的力;

W ——作用在大活塞上的负载。

如果不考虑液体的可压缩性、泄漏损失和缸体、油管的变形,设 h_1 为小活塞 1 的下降距离, h_2 为大活塞 5 的上升距离,则被小活塞压出的液体的体积必然等于大活塞上升后大缸扩大的体积,即

$$A_1 \times h_1 = A_2 \times h_2 \quad (1-3)$$

将式(1-3)两端同除以活塞移动的时间 t ,得

$$A_1 h_1 / t = A_2 h_2 / t$$

Ah/t 的物理意义是单位时间内,液体流过截面积为 A 的体积,称为流量 q ,即

$$q = A \times v \text{ 或 } v = q/A \quad (1-4)$$

因此,得 $q = A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2$,即

$$v_1/v_2 = A_2/A_1 \quad (1-5)$$

式中 v_1 、 v_2 ——分别为小活塞和大活塞的运动速度。

使负载 W 上升所需的功率为

$$P = W \times v_1 = p \times A_2 q / A_2 = pq \quad (1-6)$$

式中, p 的单位为 $\text{Pa}(\text{N/m}^2)$; q 的单位为 m^3/s ; P 的单位为 $\text{W}(\text{Nm/s})$ 。

由此可见,压力 p 和流量 q 是液压传动中最基本、最重要的两个参数,它们相当于机械传动中的力和速度,它们的乘积即为功率,可称为液压功率。

由于计算时功率 P 的常用单位为 kW ,而压力 p 的常用单位为 MPa ,流量的常用单位为 L/min ,所以还必须机械单位换算,经换算可得

$$P = pq / 60 (\text{kW})$$

从以上分析可知,液压传动是以流体的压力能来传动动力的。

液体的压力是指液体在单位面积上所受的作用力,确切地说应该是压力强度(或压强),工程上习惯叫压力,单位为 $\text{Pa}(\text{N/m}^2)$ 。

3. 压力与负载的关系

在图 1-1 所示的液压传动模型中,只有大活塞上有了重物 W (负载),小活塞上才能施加作用力 F ,而有了负载和作用力,才产生液体压力 p 。有了负载,液体才会有压力,并且压力大小决定于负载,而与流入的流体多少无关。这是一个很重要的关系。

4. 速度与流量的关系

同样在图 1-1 所示的模型中,调节进入缸体的流量 q ,即可调节活塞的运动速度 v ,这就是液压传动能实现无级调速的基本原理。即活塞的运动速度(马达的转速)取决于进入液压缸(马达)的流量,而与流体压力大小无关。

压力与负载的关系及速度与流量的关系将在本门课程的学习和应用中贯穿始终,必须熟练掌握运用。

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 1-2 所示是液压千斤顶的工作原理图。大油缸 9 和大活塞 8 组成举升液压缸。杠杆手柄 1、小油缸 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 输入举升油缸 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。

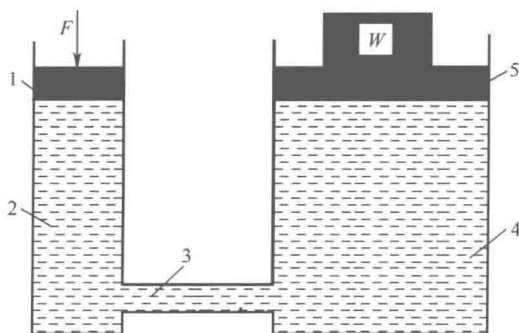


图 1-1 简化的液压传动模型

1—小活塞;2—小液压缸;3—管道;
4—大液压缸;5—大活塞。

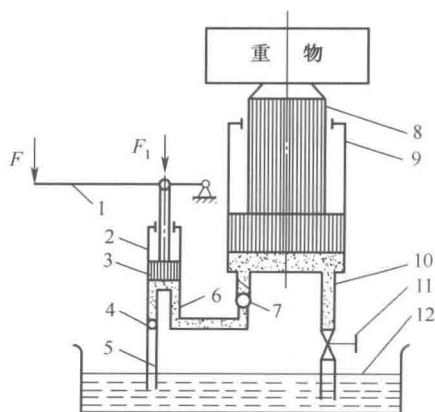


图 1-2 液压千斤顶的工作原理

1—杠杆;2—小液压缸;3—小活塞;4、7—单向阀;
5、6、10—管道;8—大活塞;9—大液压缸;
11—放油阀门;12—油箱。

从液压千斤顶的工作过程,可以归纳出液压传动工作原理如下。

- (1) 液压传动是以液体(液压油)作为传递运动和动力的工作介质。
- (2) 液压传动经过两次能量转换,先把机械能转换为便于输送的液体压力能,然后把液体压力能转换为机械能对外做功。
- (3) 液压传动是依靠密封容积(或密封系统)内容积的变化来传递能量的。

1.1.3 液压系统的组成及优缺点

1. 液压系统的组成

从上述液压千斤顶的例子可以看出,液压传动是以液体作为工作介质来进行工作的,一个完整的液压传动系统由以下几个部分组成。

① 动力元件。作用可将机械能转化成液压能,是一个能量转化装置。如齿轮泵、柱塞泵,实物如图 1-3 所示。



图 1-3 齿轮泵、柱塞泵实物图

② 执行元件。作用是将液压能重新转化成机械能,克服负载,带动机器完成所需的运动。如液压缸、液压马达,实物如图 1-4 所示。

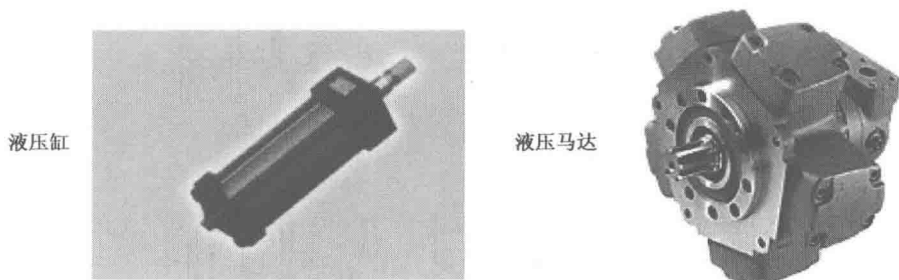


图 1-4 液压缸、液压马达实物图

③ 控制元件。作用是控制系统所需要的压力、方向和流量,以满足机械的工作要求。如换向阀和溢流阀等,实物如图 1-5 所示。

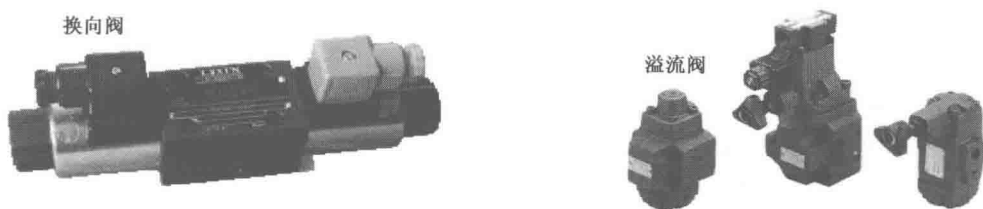


图 1-5 换向阀、溢流阀实物图

④ 辅助元件。作用是保证系统正常工作所需要的辅助装置。如滤油器、油管等。

⑤ 工作介质。用它进行能量和信号的传递,液压系统以液压油液作为工作介质。作用是传动、润滑、冷却、去污和防锈。

2. 液压系统的图形符号

结构式原理图如图 1-6 所示,它有直观性强、容易理解的优点。当液压系统发生故障时,根据原理图检查十分方便,但图形比较复杂,绘制比较麻烦。

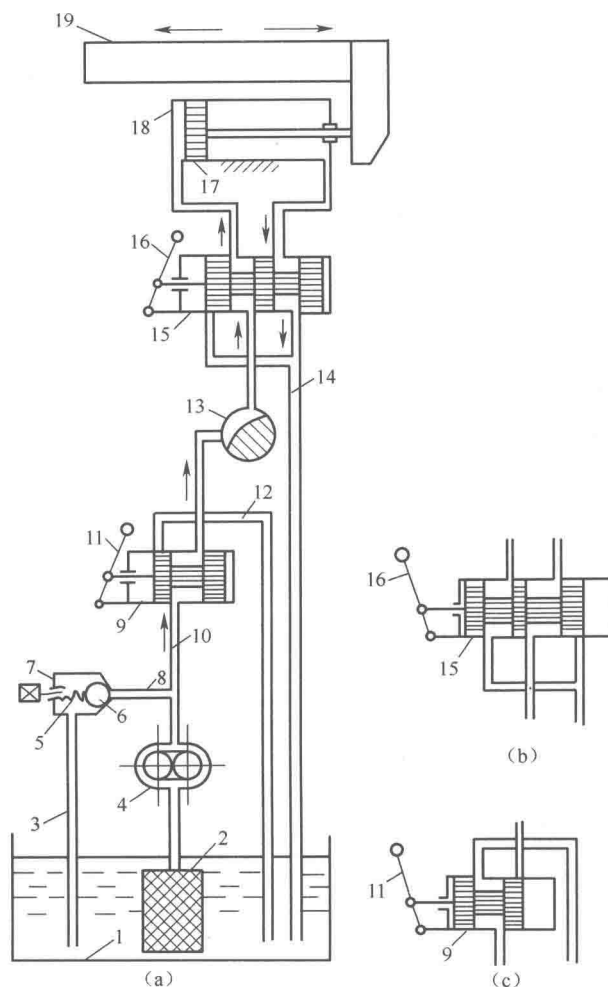


图 1-6 某磨床工作台液压传动系统的系统图

1—油箱;2—过滤器;3、12、14—回油管;4—液压泵;5—弹簧;6—钢球;7—溢流阀;8、10—压力油管;
9—手动换向阀;11、16—换向手柄;13—节流阀;15—换向阀;17—活塞;18—液压缸;19—工作台。

图形符号一般采用国家标准 GB/T 786.1—2009 所规定的液压传动图形符号来绘制液压系统的系统图,如图 1-7 所示。图形符号表示元件的功能,而不表示元件的具体结构和参数;反映各元件在油路连接上的相互关系,不反映其空间安装位置;只反映静止位置或初始位置的工作状态,不反映其过渡过程。使用图形符号既便于绘制,又可使液压传动系统简单明了。

3. 液压系统的优缺点

1) 液压传动的主要优点

(1) 在同等功率情况下,液压执行元件体积小、重量轻、结构紧凑。例如同功率液压

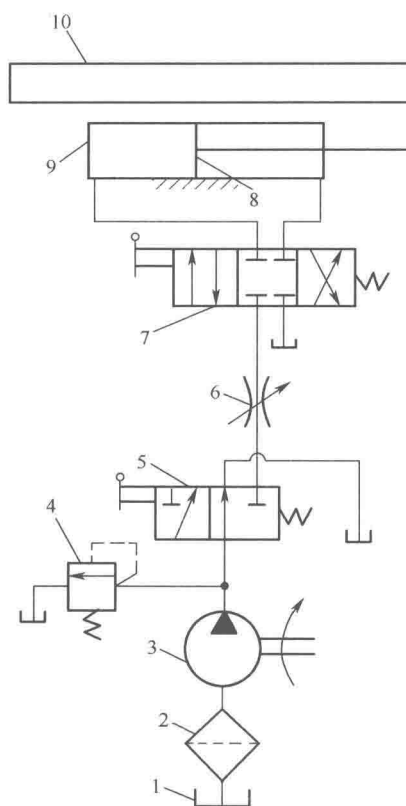


图 1-7 用图形符号表示的磨床工作台液压传动系统的系统图

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。

马达的重量只有电动机的 $1/6$ 左右。

(2) 液压传动的各种元件,可根据需要方便、灵活地来布置。

(3) 液压装置工作比较平稳,由于重量轻,惯性小,反应快,液压装置易于实现快速启动、制动和频繁的换向。

(4) 操纵控制方便,可实现大范围的无级调速(调速范围达 $2000:1$),它还可以在运行的过程中进行调速。

(5) 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。

(6) 容易实现直线运动。

(7) 既易实现机器的自动化,又易于实现过载保护,当采用电液联合控制甚至计算机控制后,可实现大负载、高精度、远程自动控制。

(8) 液压元件实现了标准化、系列化、通用化,便于设计、制造和使用。

2) 液压传动系统的主要缺点

(1) 液压传动不能保证严格的传动比,这是由于液压油的可压缩性和泄漏造成的。

(2) 工作性能易受温度变化的影响,因此不宜在很高或很低的温度条件下工作。

(3) 由于流体流动的阻力损失和泄漏较大,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。

(4) 为了减少泄漏,液压元件在制造精度上要求较高,因此它的造价高,且对油液的污染比较敏感。

综上所述,液压传动的优点多于缺点,并且随着技术水平的提高,某些缺点已在不同程度上得到克服。因此,在设计一台机械或设备时,液压传动是一种首要考虑到的传动方案。

■ 任务实施

实训 1 认识液压系统

1. 实训目的要求

- (1) 认识液压传动系统的组成。
- (2) 认识液压元件。
- (3) 根据所学的知识组合液压传动系统。
- (4) 根据国家标准 GB/T 786. 1—2009 所规定的液压传动图形符号绘制液压系统的系统图。
- (5) 启动系统观察其工作过程。

2. 实训场地和设备

- (1) 实训场地:液压实训室、实训基地。
 - (2) 实训设备:液压组合实训台、模拟仿真软件、液压系统组成实验台。
- 液压实训台结构图如图 1-8 所示;包括液压元件和其他相关工具。

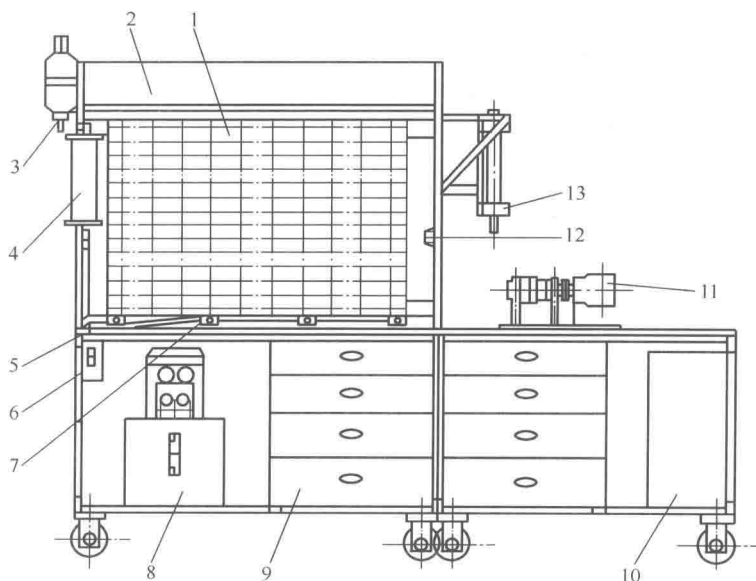


图 1-8 液压实训台结构图

1—插件板;2—电器控制面板;3—蓄能器;4—流量量筒;5—进油接口;6—电动机启动器;7—回油接口;
8—泵站;9—装件抽屉;10—油箱;11—马达—泵组;12—压力继电器;13—油缸。

3. 实训步骤

(1) 教师讲解实训要求、实训设备和注意事项。

(2) 学生观察实训台上一个由教师已经连接好的液压传动系统,并启动液压传动系统,观察其工作过程。

(3) 学生将连接好的液压传动系统拆开,在指定位置摆放好液压元件。认识液压元件并说出其名称。

(4) 学生自己组合液压传动系统,在老师检查系统没有错误后,启动系统观察其工作过程。

(5) 根据国家标准 GB/T 786.1—2009 所规定的液压传动图形符号,绘制所组合的液压传动系统图。

4. 注意事项

(1) 在拆装液压传动系统时,要保持场地和元件的清洁。

(2) 在拆装液压传动系统时,要用专用或教师指定的工具。

(3) 组装时不要将元件装反,注意元件的安装位置。

(4) 在拆装液压传动系统时,如果某些液压元件出现卡死现象,不要用锤子敲打,应在教师的指导下,用铜棒轻轻敲打或采用加润滑油等方法来解除卡死现象。

(5) 系统安装完毕,一定要经过教师的检查和允许才能启动。

■ 自我测试

1-1-1 填空题

1. 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。

2. 液压传动必须在()进行,依靠液体的()传动动力,依靠()传递运动。

3. 液压传动系统由()、()、()、()和()5部分组成。

4. 在液压传动中,液压泵是()元件,它将输入的()能转换成()能,向系统提供动力。

5. 液压传动中,液压缸是()元件,它将输入的()能转换成()能。

6. 各种控制阀用以控制液压系统所需要的()、()和(),以保证执行元件满足各种不同的工作要求。

7. 液压元件的图形符号只表示元件的(),不表示元件()和(),以及连接口的实际位置和元件的()。

8. 液压元件的图形符号在系统中均以元件的()表示。

1-1-2 问答题

1. 什么是液压传动?

2. 液压传动系统由哪些部分组成?各部分的作用是什么?

3. 以液压千斤顶为例,分析液压传动的工作原理。

4. 液压传动的优缺点有哪些?
5. 液压传动图形符号的作用是什么?
6. 液压元件在系统图中是怎样表示的?

任务 2 液压流体力学基础知识

■ 任务描述

- (1) 能正确选择液压油的牌号,正确使用液压油。
- (2) 熟悉静止液体与流动液体的力学规律及相关守恒原理。
- (3) 掌握管路内压力损失的计算方法。
- (4) 了解孔口和缝隙的流动特性。
- (5) 能够理解液压冲击与气穴现象产生的原因及减小其危害的措施。

■ 任务分析

液压传动是以液压油作为工作介质来传动动力和信号的。因此液压油质量的优劣,尤其是力学性能对液压系统工作影响很大。了解流体力学规律以及这些规律在实际过程中的应用。它包括两个基本部分:一部分是液体静力学;另一部分是液体动力学。

1.2.1 液压油的识别与选用

液压传动中采用的工作介质有石油型液压油(简称液压油)、乳化型液压液(简称乳化液)和合成型液压液 3 类。目前 90% 以上的设备采用液压油。

1. 密度

密度是液体单位体积的质量,即

$$\rho = m/V \quad (1-7)$$

式中 m ——液体的质量;

V ——液体的体积;

ρ ——液体的密度。

一般条件下,由于工作介质的密度随温度和压力的变化很小,所以常把液体的密度当作常量使用。

2. 压缩性和热膨胀性

1) 压缩性

液体的压缩性是指液体受压后其体积变小的性能。

压缩性的大小用体积压缩系数表示,其定义为:受压液体单位压力变化时,液体体积的相对变化值。如图 1-9 所示,假定压力为 P_0 时,液体体积为 V_0 ;压力增加为 $P_0 + \Delta P$ 时,液体体积为 $V_0 + \Delta V$ 。根据定义,液体的压缩性系数为

$$\beta = -1/\Delta P \cdot \Delta V/V_0 (\text{m}^2/\text{N}) \quad (1-8)$$