



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21世纪高等职业教育机电类规划教材

21 Shiji Gaodeng Zhiye Jiaoyu Jidianlei Guihua Jiaocai

液压技术 与应用

(第2版)

邱国庆 编著 张岐生 主审

- 精简理论计算推导
- 突出实践环节教学
- 配套教学辅助资料



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



精品系列



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21世纪高等职业教育机电类规划教材

21 Shiji Gaodeng Zhiye Jiaoyu Jidianlei Guihua Jiaocai

液压技术 与应用

(第2版)

邱国庆 编著 张岐生 主审



人民邮电出版社

北京



精品系列

图书在版编目 (CIP) 数据

液压技术与应用/邱国庆编著. —2 版. —北京: 人民邮电出版社, 2008.9
21 世纪高等职业教育机电类规划教材
ISBN 978-7-115-18100-8

I. 液… II. 邱… III. 液压技术—高等学校: 技术学校—教材 IV. TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 079631 号

内 容 提 要

本书根据高等职业技术教育的培养目标, 从工程应用角度出发, 主要讲述液压元件、回路、系统及其安装、使用和维修。全书共 13 章, 主要内容包括液压传动基础知识、液压泵和液压马达、液压缸、液压控制阀、液压辅助元件、液压基本回路、典型液压系统、液压伺服控制及运用实例。每章后面附有小结与习题。本书配有电子教案、模拟试卷及参考答案, 读者可到人民邮电出版社网站 (www.ptpress.com.cn) 下载。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校机械类和机电类专业的教材, 也可供相关工程技术人员参考。

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21 世纪高等职业教育机电类规划教材

液压技术与应用 (第 2 版)

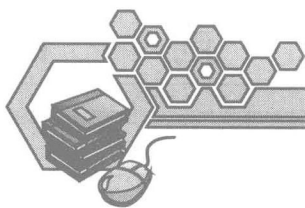
-
- ◆ 编 著 邱国庆
 - 主 审 张歧生
 - 责任编辑 潘新文
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15.75
字数: 400 千字 2008 年 9 月第 2 版
印数: 11 501—14 500 册 2008 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18100-8/TN

定价: 27.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154



丛书前言

目前, 高职高专教育已经成为我国普通高等教育的重要组成部分。在高职高专教育如火如荼的发展形势下, 高职高专教材也百花齐放。根据教育部发布的《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(简称 16 号文) 的文件精神, 本着为进一步提高高等教育的教学质量服务的根本原则, 同时针对高职高专院校机电一体化、数控、模具类专业教学思路和方法的不断改革和创新, 人民邮电出版社精心策划了这套高质量、实用型的教材——“21 世纪高等职业教育机电类规划教材”。

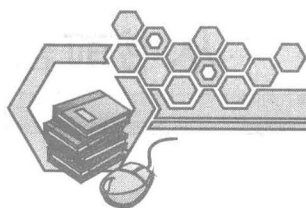
本套教材主要遵循“以就业为导向, 工学结合”的原则, 以实用为基础, 根据企业的实际需求进行课程体系设置和相应教材内容的选取, 注重提高案例教学的比重, 突出培养机械类应用型人才解决实际问题的能力, 满足高等职业教育“社会评估”的教学特征。本套教材中的每一部作品都特色鲜明, 集高质量与实用性于一体。

本套教材中绝大多数品种是我社多年来高职高专机电类精品教材的积淀, 经过了广泛的市场检验, 赢得了广大师生的认可。为了适应新的教学要求, 紧跟新的技术发展, 我社再一次组织了广泛深入的调研, 组织了上百名教师、专家对原有教材做认真的分析和研讨, 在此基础上重新修订出版。本套教材中还有一部分品种是首次出版, 其原稿也在教学过程中多次使用, 是教师们多年来教学经验的总结, 集中反映了高等职业教育近几年来教学改革成果。

本套教材的作者都具有丰富的教学经验和写作经验, 思路清晰, 文笔流畅。教材充分体现了高职高专教学的特点, 深入浅出, 言简意赅。理论知识以“够用”为度, 突出工作过程导向, 突出实际技能的培养。

本套教材配套的教学辅助包充分利用现代技术手段, 提供丰富的教学辅助资料, 其中包括由电子教案、实例素材、习题库及答案、试卷及答案等组成的一般教辅资料, 部分教材还配有由图片、动画或视频等组成的电子课件。

我们期望, 本系列教材的编写和推广应用, 能够进一步推动我国机电类职业教育的教学模式、课程体系和教学方法的改革, 使我国机电类职业教育日臻成熟和完善。欢迎更多的老师参与到本系列教材的建设中来。对本系列教材有任何的意见和建议, 或有意向参与本系列教材后续的编审工作, 请与人民邮电出版社教材图书出版分社联系, 联系方式: 010-67170985, maxiaoxia@ptpress.com.cn。



高等职业技术教育培养的专业人才应具备工程实践能力,相应的教材要着重于学生技术能力的培养。因此,从工程应用的角度出发,编写一本易懂、实用,有利于培养学生应用技能的教材,是本书作者的初衷。

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。全书包括理论基础篇、液压元件篇、液压回路系统篇和实践篇等4篇共13章内容。本教材具有以下特点。

(1) 内容适度、易懂。在内容取舍方面,一是把握了基础理论以必需和够用为度;二是力求反映液压行业发展的最新情况。在进行理论分析时,简化理论推导,注重分析方法、结论及其应用。全书配有大量的图例,让学生易学、易懂。

(2) 注重实用性。为培养学生的动手能力和加强职业训练,本教材专门编写了实践篇。通过实习、实验,一方面使学生搞清楚结构图上难以表达的复杂结构和空间油路,加深对液压元件结构和工作原理的理解;另一方面,使学生感性地认识零件的材料、外形尺寸、工艺与配合要求、零部件拆装方法等知识,提前得到一定的职业技能训练。

(3) 在第1版的基础上,根据当前液压技术发展状况,结合当前高职学生就业岗位的需要,增加了液压伺服系统和液压系统的问题与故障分析的内容。

(4) 各章均设有小结、思考题及习题,以指导学生学习 and 巩固所学知识,培养学生分析问题和解决问题的能力。本书配有电子教案和习题参考答案,读者可到人民邮电出版社网站(www.ptpress.com.cn/download)下载。

在讲授本教材内容时,可根据实际情况作适当增减(见学时分配建议表)。书中打☆号内容为选学部分。实习和实验项目可根据实际条件选择安排。

学时分配建议表

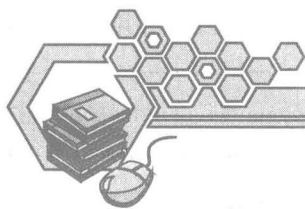
内 容	学时数	备 注	内 容	学时数	备 注
绪 论	1		第7章 液压基本回路	8	习题课2学时
第1章 液压油	2		第8章 典型液压系统	2~4	
第2章 流体力学基础	5~8	习题课2学时	第9章 液压伺服系统 ☆	2~4	
第3章 液压动力元件	6		第10章 液压元件拆装实习	4~6	
第4章 液压执行元件	6		第11章 液压回路实验	4	
第5章 液压控制元件	6~8	习题课2学时	第12章 液压系统的安装使用与调试	4	
第6章 液压辅助元件	2		第13章 液压系统的问题与故障分析	2~4	
总学时	50~65				

本教材由邱国庆编著,张歧生主审,在编写过程中,得到了有关院校的大力支持与帮助,在此一并致谢!

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2008年6月



目 录

绪论	1	思考题	5
----------	---	-----------	---

第 1 篇 理论基础篇

第 1 章 液压油	8	2.1.3 静压力的传递	20
1.1 液压油的用途和种类	8	2.1.4 压力的测量	21
1.1.1 液压油的用途	8	2.1.5 液体对固体壁面的作用力	22
1.1.2 液压油的种类	8	2.2 液体动力学基础	23
1.2 液压油的主要性质	10	2.2.1 基本概念	23
1.2.1 密度	10	2.2.2 液体流动的连续性方程	24
1.2.2 可压缩性	10	2.2.3 流动液体的能量方程—— 伯努利方程	24
1.2.3 黏性	10	2.2.4 动量方程☆	27
1.2.4 其他性质	13	2.3 液体流动时的压力损失	27
1.3 对液压油的基本要求和选择	13	2.3.1 液体的流态和雷诺数	28
1.3.1 对液压油的基本要求	14	2.3.2 沿程压力损失	29
1.3.2 液压油的选择	14	2.3.3 局部压力损失	30
1.4 液压油的管理和使用	15	2.3.4 管路系统的总压力损失	30
1.4.1 液压油保管	15	2.4 小孔和缝隙流量	32
1.4.2 液压油温度管理	16	2.4.1 小孔流量	32
1.4.3 换油	16	2.4.2 缝隙流量	33
小结	17	2.4.3 小孔和缝隙的利用	35
思考题	17	2.5 液压冲击和气穴现象	35
习题	17	2.5.1 液压冲击	35
第 2 章 流体力学基础	18	2.5.2 气穴现象	36
2.1 液体静力学基础	18	小结	37
2.1.1 液体的压力	18	思考题	37
2.1.2 液体静力学基本方程	19	习题	38

第 2 篇 液压元件篇

第 3 章 液压动力元件	42	3.1.1 液压泵的用途和分类	42
3.1 液压泵基本概念	42	3.1.2 液压泵的工作原理	43
		3.1.3 液压泵的主要性能参数	43



3.2 齿轮泵	46	4.2.4 液压缸的安装与使用	84
3.2.1 外啮合齿轮泵的结构和 工作原理	46	小结	86
3.2.2 外啮合齿轮泵的结构 特性分析	47	思考题	87
3.2.3 外啮合齿轮泵的排量和 流量计算	49	习题	87
3.2.4 高压齿轮泵的特点	50	第5章 液压控制元件	88
3.2.5 内啮合齿轮泵简介	50	5.1 概述	88
3.2.6 齿轮泵的优缺点及应用	51	5.1.1 液压控制阀的分类	88
3.3 叶片泵	51	5.1.2 控制阀的结构特点及对阀 的基本要求	89
3.3.1 单作用叶片泵	51	5.2 方向控制阀	89
3.3.2 限压式变量叶片泵	53	5.2.1 单向阀	90
3.3.3 双作用叶片泵	55	5.2.2 换向阀	91
3.3.4 叶片泵的应用	57	5.2.3 方向控制阀的选用	98
3.4 柱塞泵	57	5.3 压力控制阀	98
3.4.1 轴向柱塞泵	58	5.3.1 溢流阀	99
3.4.2 径向柱塞泵	61	5.3.2 顺序阀	100
3.5 液压泵的使用	62	5.3.3 减压阀	102
3.5.1 液压泵的选用	62	5.3.4 压力继电器	104
3.5.2 液压泵所需的电动机 功率计算	64	5.4 流量控制阀	106
3.5.3 液压泵的安装	64	5.4.1 流量控制阀的节流特性	106
3.5.4 使用液压泵的注意事项	65	5.4.2 节流阀	108
小结	65	5.4.3 调速阀	109
思考题	66	5.5 新型控制阀	110
习题	66	5.5.1 电液比例阀	111
第4章 液压执行元件	67	5.5.2 插装阀	114
4.1 液压马达	67	5.5.3 数字阀	117
4.1.1 液压马达的分类和应用	67	小结	118
4.1.2 液压马达的工作原理	68	思考题	118
4.1.3 液压马达的主要性能参数	70	习题	119
4.2 液压缸	72	第6章 液压辅助元件	120
4.2.1 液压缸的类型、特点及 应用	72	6.1 油管 and 管接头	120
4.2.2 液压缸的典型结构	78	6.1.1 油管	120
4.2.3 液压缸的主要结构参数 计算	81	6.1.2 管接头	121
		6.2 油箱	123
		6.2.1 油箱的用途与结构	123
		6.2.2 油箱的容量	124
		6.2.3 油箱的结构设计要点	124



6.3 滤油器	125	6.4.2 蓄能器的功用	129
6.3.1 滤油器的作用和过滤精度	125	6.4.3 蓄能器安装与使用的注意事项	130
6.3.2 滤油器的类型和典型结构	125	6.5 密封装置	130
6.3.3 滤油器的安装位置	127	6.5.1 密封与密封装置的功用	130
6.4 蓄能器	128	6.5.2 密封装置的种类	131
6.4.1 蓄能器的类型及结构特点	128	小结	133
		思考题	133

第3篇 液压回路系统篇

第7章 液压基本回路	136	习题	168
7.1 方向控制回路	136	第8章 典型液压系统	170
7.1.1 启停回路	136	8.1 怎样看液压系统图	170
7.1.2 换向回路	137	8.2 组合机床动力滑台液压系统	171
7.1.3 锁紧回路	137	8.2.1 动力滑台液压系统的功能	171
7.2 压力控制回路	138	8.2.2 动力滑台液压系统的工作原理	171
7.2.1 调压回路	138	8.2.3 动力滑台液压系统的特点	174
7.2.2 减压回路	139	8.3 万能外圆磨床液压系统	174
7.2.3 增压回路	140	8.3.1 概述	174
7.2.4 保压回路	141	8.3.2 外圆磨床工作台的换向回路	175
7.2.5 背压回路	142	8.3.3 M1432A 万能外圆磨床液压系统的工作原理	176
7.2.6 卸荷回路	143	8.3.4 M1432A 万能外圆磨床液压系统的特点	179
7.2.7 平衡回路	145	8.4 液压压力机液压系统	180
7.3 速度控制回路	146	8.4.1 概述	180
7.3.1 调速原理及分类	147	8.4.2 YB32—200 型压力机液压系统的工作原理	180
7.3.2 节流调速回路	147	8.4.3 YB32—200 型压力机液压系统的特点	183
7.3.3 容积调速回路	153	8.5 塑料注射成型机液压系统	183
7.3.4 容积节流调速回路	157	8.5.1 概述	183
7.3.5 快速运动回路	159		
7.3.6 速度转换回路	161		
7.4 多缸工作控制回路	162		
7.4.1 顺序动作回路	162		
7.4.2 同步回路	165		
7.4.3 互锁回路	166		
7.4.4 多缸快慢速互不干扰回路	166		
小结	167		
思考题	168		



8.5.2	SZ—100/80 型注塑机液压系统的工作原理	184
8.5.3	注塑机液压系统的特点	188
	小结	189
	思考题	189
第9章	液压伺服系统 ☆	192
9.1	概述	192
9.1.1	伺服系统的工作原理	192
9.1.2	伺服系统的特点	193
9.1.3	伺服系统的组成和分类	193
9.2	液压伺服阀及伺服机构	194
9.2.1	机液伺服阀	194
9.2.2	电液伺服阀	197
9.2.3	数控伺服机构	198
9.3	液压伺服系统实例	199
9.3.1	车床仿形刀架	199
9.3.2	汽车转向液压助力器	200
9.3.3	数控机床液压伺服系统	201
	小结	202
	思考题	202
第4篇 实践篇		
第10章	液压元件拆装实习	204
10.1	概述	204
10.1.1	液压元件拆装实习的目的、任务	204
10.1.2	液压元件拆装时的注意事项	204
10.2	液压泵拆装实习	205
10.2.1	齿轮泵的拆装	205
10.2.2	叶片泵的拆装	205
10.2.3	柱塞泵的拆装	206
10.3	液压马达和液压缸拆装实习	206
10.3.1	液压马达的拆装	206
10.3.2	液压缸的拆装	206
10.4	液压控制阀拆装实习	207
10.4.1	方向控制阀的拆装	207
10.4.2	压力控制阀的拆装	207
10.4.3	流量控制阀的拆装	208
	小结	209
	思考题	209
第11章	液压回路实验	210
11.1	透明液压传动实验台简介	210
11.1.1	透明液压实验台	210
11.1.2	可拆卸液压元件	212
11.2	实验操作注意事项	213
11.3	基本液压回路实验	213
11.3.1	进口节流调速回路	214
11.3.2	顺序阀控制的顺序动作回路	216
11.3.3	其他基本回路实验简介	218
	小结	221
	思考题	221
第12章	液压系统的安装使用与调试	222
12.1	液压系统的安装	222
12.1.1	液压元件的安装	222
12.1.2	油管的安装	223
12.2	液压系统的使用与维护	223
12.2.1	基本知识	223
12.2.2	正确使用说明书	224
12.2.3	使用与维护工作应注意的事项	224
12.3	液压系统的调试	226
12.3.1	调试前的准备工作	226
12.3.2	空载调试	226
12.3.3	负载调试	226
	小结	227
	思考题	227



第 13 章 液压系统存在的问题

与故障分析	228
13.1 液压系统的泄漏及其控制	228
13.1.1 泄漏的原因及形成	228
13.1.2 泄漏故障的危害	229
13.1.3 泄漏的控制	229
13.2 液压油的污染及其控制	230
13.2.1 污染的原因	230
13.2.2 污染的危害	230
13.2.3 污染的控制	231
13.3 液压系统的噪声及其控制	232
13.3.1 产生噪声的原因	232
13.3.2 噪声的控制	232
13.4 液压系统的故障分析与 排除	233
13.4.1 液压系统故障的特点	233
13.4.2 液压系统故障分析与检查 的一般方法	233
13.4.3 液压系统常见故障现象、 产生原因及排除方法	233
小结	235
思考题	235
附录 A 常用液压与气动元件图形 符号 (摘自 GB/T 786.1— 1993)	236
附录 B 常用单位换算表	240
附录 C 主要符号表	241
参考文献	242

绪论

1. 液压技术的研究对象及其应用

液压技术是一门研究以密封容器中的受压液体为传动介质，来实现能量传递和控制的学科。

液压传动相对于机械传动来说，是一门新的技术。液压传动的真正推广使用是近 50 多年的事。特别是 20 世纪 60 年代以来，随着原子能科学、空间技术、计算机技术的发展，液压技术也得到了很大发展，在国民经济的各个领域得到了普遍的应用（见表 0-1）。当前，液压技术正向高压、高速、大功率、高效率、低噪声、低能耗、经久耐用、高度集成化等方向发展；同时，新型液压元件的应用、液压系统的计算机辅助设计、计算机仿真和优化、微机控制等方面，也日益取得显著的成果。

表 0-1 液压技术的应用举例

应 用 领 域	采用液压的机器设备
工程机械与物料搬运设备	汽车起重机、挖掘机、推土机、自卸卡车、机动平地机、沥青碾光机、混凝土搅拌机、工业机器人、叉车
机床	车床、镗床、铣床、磨床、专用机床、加工中心
塑料加工机械	压缩成型机、注塑机、挤出机、中空吹塑机
汽车	轿车，公共汽车，载货汽车，特种车（消防车、垃圾车、清扫车等）
金属材料设备	轧钢机、制管机械
金属二次加工设备与铸造机械	折弯机、油压机、锻造机械、压铸机、铸型机械
农业机械	拖拉机、联合收割机
船舶	甲板机械，搬运机械，舵机，捕鱼机械，装油装置，推进装置，开闭装置（舱口盖、登陆门等）
其他	军用设备、水电设备、医疗机械、游艺机等



我国的液压工业开始于 20 世纪 50 年代,其产品最初应用于机床和锻压设备,后来又用于拖拉机和工程机械。自 1964 年开始从国外引进液压元件生产技术,同时自行设计液压产品以来,我国的液压元件生产已形成系列,并在各种机械设备上得到了广泛的使用。目前,我国机械工业在认真消化、推广从国外引进的先进液压技术的同时,大力研制开发国产液压元件新产品,加强产品质量可靠性和新技术应用的研究,积极采用国际标准和执行新的国家标准,合理调整产品结构,对一些性能较差的不符合国家标准的液压件产品采取逐步淘汰的措施。可以看出,液压传动技术在我国的应用与发展已经进入了一个崭新的历史阶段。为了满足国民经济发展的需要,液压技术必将继续获得飞速发展,它的应用将越来越广泛。

2. 液压传动的工作原理

现以图 0-1 所示的液压千斤顶来简述液压传动的工作原理。图中大小两个液压缸 6 和 3 的内

部分别装有活塞 7 和 2,活塞和缸体之间保持一种良好的配合关系,活塞不仅能在缸内滑动,而且配合面之间又能实现可靠的间隙密封。在这里,小液压缸是液压装置的动力元件(液压泵),大液压缸是执行元件。当用手向上提起杠杆 1 时,小活塞 2 就被带动上升,于是小缸 3 的下腔密封容积增大,腔内压力下降,形成部分真空,这时钢球 5 将所在的通路关闭,油箱 10 中的油液就在大气压力的作用下推开钢球 4 沿吸油孔道进入小缸的下腔,完成一次吸油动作。接着,压下杠杆 1,小活塞下移,小缸下腔的密封容积减小,腔内压力升高,这时钢球 4 自动关闭了油液流回油箱的通路,小缸下腔的压力油就推开钢球 5 挤入大缸 6 的下腔,推动大活塞将重物 8 (重力为 G) 向上顶起一段距离。如此反复地提压杠杆 1,就可以使重物不断升起,达到起重的目的。显然,杠杆 1 反复提压速度越快,单位时间内进入油缸 6 中的油液就越多,从而重物升起速度就越快;重物越重,杠杆 1 反复提压的阻力越大,千斤顶中油液压力越高。

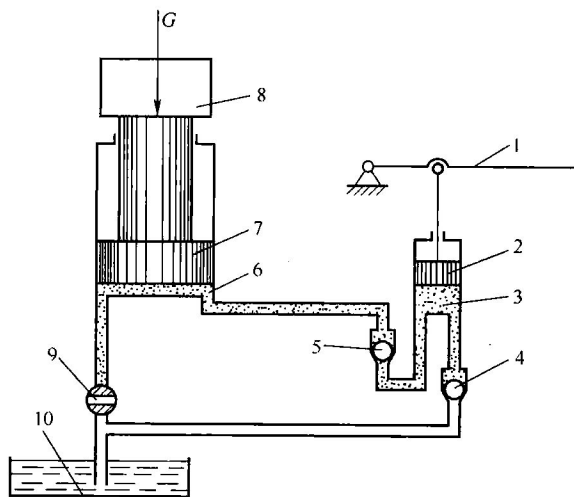


图 0-1 液压千斤顶的工作原理

1—杠杆; 2—小活塞; 3、6—液压缸; 4、5—钢球; 7—大活塞;
8—重物; 9—放油阀; 10—油箱

若将放油阀 9 旋转 90° , 则在重物 8 的自重作用下,大缸中的油液流回油箱,活塞下降到原位。

分析液压千斤顶的工作过程,可知液压传动的工作原理有以下几个要点。

① 液压传动是以密封容器中的受压液体作为传递动力和运动的工作介质。

② 执行元件所能承载的大小与油液压力和液压缸活塞有效作用面积有关,而它的运动速度取决于单位时间内进入缸内油液容积的多少。

③ 液压传动装置本质上是一种能量转换装置,液压泵先把机械能转换为便于输送的油液压力能,通过液压回路后,执行元件又将油液压力能转换为机械能输出做功。



3. 液压传动系统的组成及图形符号

(1) 液压传动系统的组成

图 0-2 所示为一台简化了的机床工作台液压传动系统。我们可以通过它进一步了解一般液压传动系统应具备的基本性能和组成情况。

在图 0-2 (a) 中, 液压泵 3 由电动机 (图中未示出) 带动旋转, 从油箱 1 中吸油。油液经过滤器 2 过滤后流往液压泵, 经泵向系统输送。来自液压泵的压力油流经节流阀 5 和换向阀 6 进入液压缸 7 的左腔, 推动活塞连同工作台 8 向右移动。这时, 液压缸 7 右腔的油通过换向阀经回油管排回油箱。

如果将换向阀手柄扳到左边位置, 使换向阀处于图 0-2 (b) 所示的状态, 则压力油经换向阀进入液压缸的右腔, 推动活塞连同工作台向左移动。这时, 液压缸 7 左腔的油亦经换向阀和回油管排回油箱。

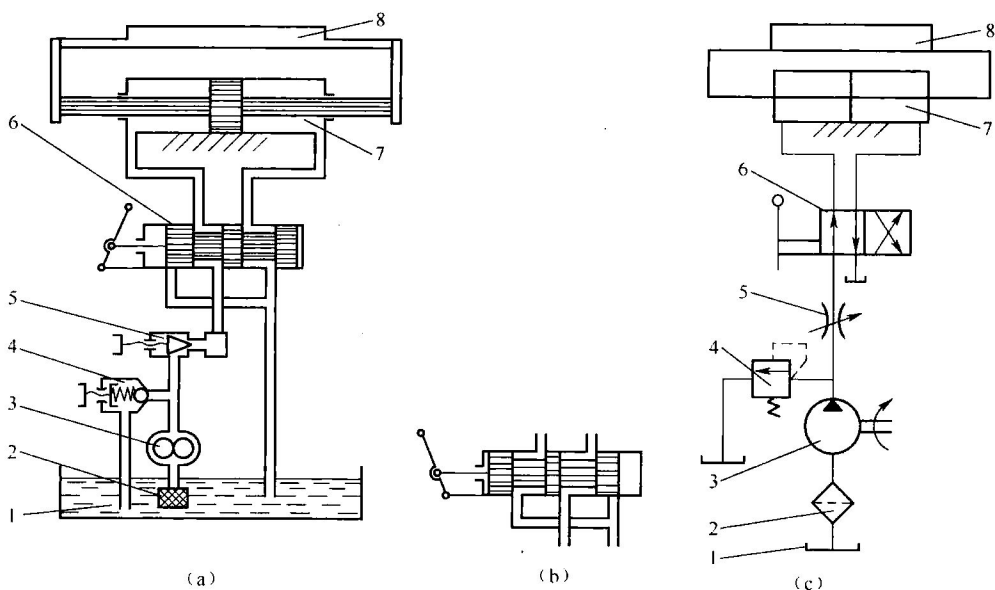


图 0-2 机床工作台液压传动系统

1—油箱; 2—过滤器; 3—液压泵; 4—溢流阀; 5—节流阀;

6—换向阀; 7—液压缸; 8—工作台

工作台的移动速度是通过节流阀来调节的。当节流阀开口较大时, 进入液压缸的流量较大, 工作台的移动速度也较快; 反之, 当节流阀开口较小时, 工作台移动速度则较慢。

工作台移动时必须克服阻力, 例如克服切削力和相对运动表面的摩擦力等。为适应克服不同大小阻力的需要, 泵输出油液的压力应当能够调整; 另外, 当工作台低速移动时, 节流阀开口较小, 泵出口多余的油液亦需要排回油箱。这些功能是由溢流阀 4 来实现的, 调节溢流阀弹簧的预压力就能调整泵出口的油液压力, 并让多余的油在相应压力下打开溢流阀, 经回油管流回油箱。

由上面的例子可以看出, 液压传动系统主要由以下几个部分组成。



① 动力元件。一般是液压泵。它的功用是将原动机输入的机械能转换成流体的压力能，以驱动执行元件运动。

② 执行元件。一般指作直线运动的液压缸、作回转运动的液压马达。它的功用是将流体的压力能转换为机械能，以驱动工作部件。

③ 控制元件。指各种阀类元件，它们的作用是控制和调节液压系统中流体的压力、流量和流动方向，以保证工作机构完成预定的工作运动。

④ 辅助元件。指除以上三种元件以外的其他元件，如油箱、滤油器、蓄能器等，它们的作用是提供必要的条件，使系统得以正常工作和便于监测控制。

⑤ 传动介质。即液压油，其作用是传递运动和动力，同时起润滑、冷却液压元件及间隙密封的作用。

（2）液压传动系统的符号

液压传动系统的图形符号有结构原理图和职能符号图两种。在图 0-2（a）中，组成液压系统的各个元件是用半结构式图形画出来的，这种图形直观性强，较易理解，但难于绘制，系统中元件数量多时更是如此。在工程实际中，除某些特殊情况外，一般都用简单的图形符号来绘制液压系统原理图。对于图 0-2（a）所示的液压系统，若用国家标准 GB 786.1—1993 规定的液压图形符号绘制，则其系统原理图如图 0-2（c）所示。图中的符号只表示元件的功能，不表示元件的结构和安装位置。使用这些图形符号，可使液压系统图简单明了，便于绘制。GB 786.1—1993 液压与气动元件图形符号见本书附录 A。

4. 液压传动的主要优、缺点

液压传动与其他传动方式相比较，主要有以下优点。

① 液压传动能方便地实现无级调速，调速范围大。

② 在相同功率情况下，液压传动能量转换元件的体积较小，重量较轻。

③ 液压传动工作平稳，反应速度快，冲击小，能高速启动、制动和换向。

④ 液压系统便于实现过载保护。

⑤ 液压系统操纵简单，便于实现自动化。特别是和电气控制联合使用时，易于实现复杂的自动工作循环。

⑥ 油液元件能够自行润滑，元件的使用寿命长。

⑦ 液压元件易于实现系列化、标准化和通用化，故便于设计、制造。

液压传动的主要缺点如下。

① 由于泄漏及流体的可压缩性，使 i 无法保证严格的传动比。

② 液压传动对油温的变化比较敏感，不宜在很高或很低的温度，且传动效率低的情况下工作，还易污染环境。

③ 不宜远距离输送动力。

④ 油液元件制造精度要求高，加工装配较困难，且对油液的污染较敏感。

⑤ 由于液压元件和工作介质都在封闭的油路内工作，发生故障不易检查。

总地说来，液压传动的优点是十分突出的，它的缺点将随着科学技术的发展而逐渐得到克服。

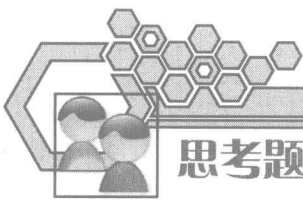
各种传动方式的比较见表 0-2。



表 0-2

各种传动方式的比较

		机 械	电 气	电 子	液 压	气 动
输出力		不太大	不太大	小	大	稍大
速度		低	高	高	稍高	高
响应性		中	高	高	高	低
负载引起特性变化		几乎没有	几乎没有	几乎没有	稍有	很大
定位性		良好	良好	良好	稍好	不良
结构		一般	稍复杂	复杂	稍复杂	简单
配线配管		不特别	比较简单	复杂	复杂	稍复杂
环境	温度	一般	要注意	要注意	通常到 70℃	通常到 100℃
	湿度	一般	要注意	要注意	一般	注意排水
	腐蚀性	一般	要注意	要注意	一般	一般, 注意氧化
	振动	一般	要注意	要特别注意	稍注意	稍注意
维护		简单	需要技术	需特别技术	较简单	简单
危险性		无特别问题	注意漏电	无特别问题	注意防火	几乎没问题
信号变换		困难	容易	容易	较困难	比较困难
远程操作		困难	特别好	特别好	良好	良好
动力源失效时		不能工作	不能工作	不能工作	如带蓄能器可若干动作	有些余量
安装自由度		少	有	有	有	有
无级变速		稍困难	稍困难	良好	良好	稍好
调整		稍困难	容易	容易	容易	稍困难
价格		一般	稍高	高	稍高	一般



思考题

1. 何谓液压传动? 液压传动的基本工作原理是怎样的?
2. 液压传动系统有哪些组成部分? 各部分的作用是什么?
3. 与其他传动方式相比较, 液压传动主要有哪些优、缺点?

第1篇

理论基础篇

液压传动的理论知识主要包括液压油和流体力学两部分。

由于液压传动是以液体（通常是液压油）作为工作介质来进行能量传递的，因此，了解液压油的基本性质，掌握液体平衡和运动的主要力学规律，对于正确理解液压传动原理以及合理设计和使用液压传动装置都是非常必要的。