

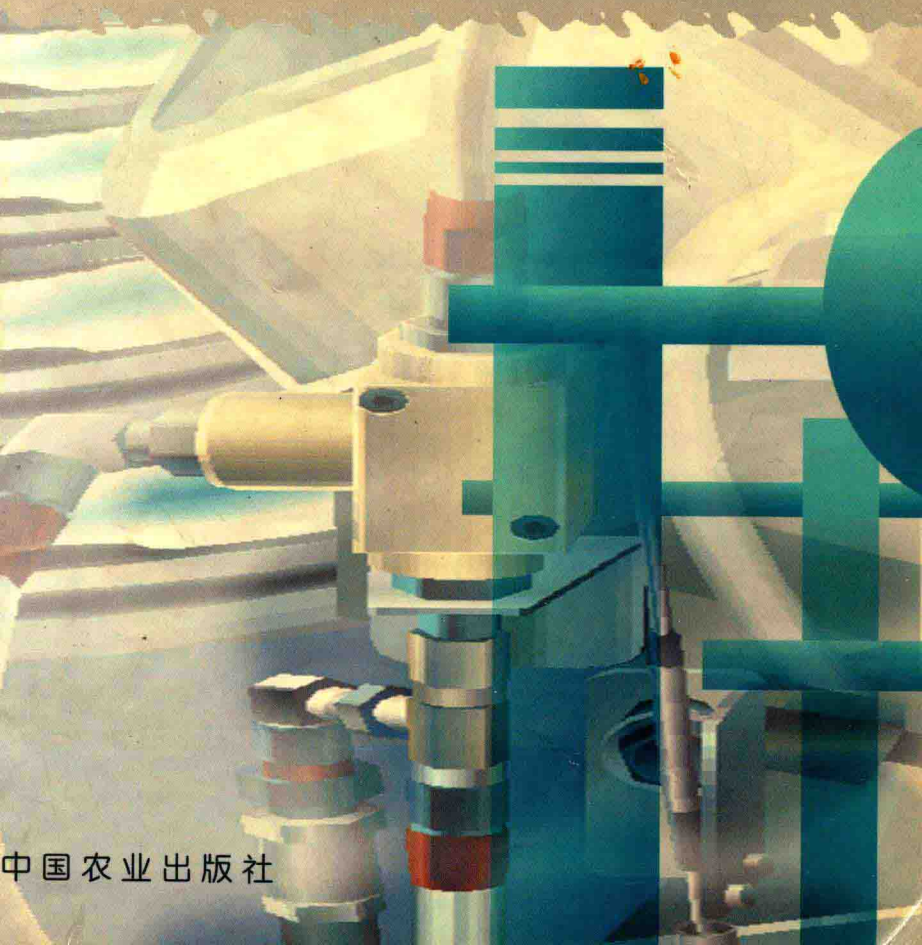
全国中等农业学校教材
全国中等农业学校教材指导委员会审定



液压技术

江苏省南京农业机械化学校 主编

工科类专业用



中国农业出版社



液 压 技 术

江苏省南京农业机械化学校 主编

工科类专业用

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

液压技术/江苏省南京农业机械化学校主编. - 北京:
中国农业出版社, 2000.5
全国中等农业学校教材·工科类专业用
ISBN 7-109-06027-6

I. 液… II. 江… III. 液压技术-专业学校-教材
IV. TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 46739 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 郑剑玲

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2000 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 8

字数: 197 千字 印数: 1~2 000 册

定价: 12.10 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书主要包括液压传动基础知识、液压元件的结构、原理及常见故障的排除方法，常用液压基本回路、典型液压系统的分析、液压系统的使用、维护及故障排除等。全书按照能力教育体系的要求，突出了理论知识的应用，着重于基本概念和基本原理的理解，强调针对性和实用性，体现了农业职业技术教育的特色。

本书为中等农业学校工科类专业的通用教材，可供其他职业学校工科类专业使用，也可供工程技术人员参考。

主编 缪培仁 (江苏省南京农业机械化学校)

编者 曾宪章 (湖南省机电工程学校)

张宏友 (辽宁省农业工程学校)

刘学军 (江苏省南京农业机械化学校)

主审 俞启荣 (南京机械高等专科学校)

前 言

本书是根据全国中等农业学校农业工程学科组1997年修订的中等农业学校工科类专业《液压技术》课程教学大纲编写的,为农业部规划教材。

本教材的任务是阐明了液压的工作原理,着重培养学生理解和分析液压系统,排除液压系统故障的能力。本书内容力求按能力教育体系的特点,在“懂原理、重结构、会分析,能应用”的原则下体现职教的定向性、实用性和先进性以及少而精、理论联系实际、框架合理紧凑的要求,对组合机床、磨床、联合收割机及汽车ABS防抱死制动液压系统进行了较为详细的叙述。同时还附有按教学大纲规定应开设的5个实验的实验指导。

本教材教学时数为60学时,各章学时分配见下表(含实验实习)。

章 次	学时数	章 次	学时数
第一章	8	第六章	8
第二章	8	第七章	2
第三章	5	第八章	8
第四章	10	第九章	8
第五章	3	总 计	60

本书由江苏省南京农业机械化学校缪培仁担任

2 前 言

主编，湖南机电工程学校的曾宪章编写第一章和第二章；辽宁农业工程学校的张宏友编写第三章和第四章；江苏省南京农业机械化学校的刘学军编写第一章、第五章和第六章。江苏省南京农业机械化学校的缪培仁编写第七章、第八章和第九章。

南京机械高等专科学校的俞启荣为本教材主审，江苏省南京农业机械化学校的陶建国参加了本教材的审稿工作。

本书在编写过程中得到了有关兄弟学校及各单位的大力支持和帮助，在此一举表示谢意。

由于编者水平有限，书中存在的缺点和错误敬请广大读者批评指正。

编 者

1999年3月28日

目 录

前言

第一章 液压传动基本知识	1
第一节 液压传动概述	1
一、液压传动的工作原理及组成	1
二、液压系统的图形符号	4
三、液压传动的特点、应用与发展	4
第二节 液压油	6
一、液压油的主要性质	6
二、液压油的选用	10
第三节 液体的力学基础	13
一、液体的静力学基础	13
二、液体的动力学基础	15
第四节 液体流动时几个重要的现象	22
一、压力损失	22
二、流经小孔和缝隙的流量	23
三、液压冲击和气穴现象	28
思考题	29
第二章 液压泵和液压马达	34
第一节 液压泵概述	34
一、液压泵的基本原理及分类	34
二、液压泵的主要技术参数	35
第二节 齿轮泵	37
一、外啮合齿轮泵	38

2 目 录

二、高压齿轮泵的结构特点	41
三、内啮合齿轮泵的工作原理	42
四、齿轮泵常见故障及其排除方法	43
第三节 叶片泵	44
一、定量叶片泵	44
二、变量叶片泵	50
三、叶片泵常见故障及排除方法	54
第四节 柱塞泵	55
一、径向柱塞泵	56
二、斜盘式轴向柱塞泵	57
三、轴向柱塞泵的常见故障及排除方法	60
第五节 液压泵的选用	62
第六节 液压马达	63
一、液压马达的分类	63
二、轴向柱塞式液压马达	63
三、叶片式液压马达	65
四、液压马达的常见故障及排除方法	67
思考题	68
第三章 液压缸	70
第一节 液压缸的类型及其特点	70
一、活塞式液压缸	70
二、柱塞式液压缸	75
三、摆动式液压缸	75
四、伸缩套筒式液压缸	76
第二节 液压缸的结构	77
一、缸体端部与端盖的连接	77
二、活塞与活塞杆的连接	78
三、液压缸的密封	78
四、液压缸的缓冲	78
五、液压缸的排气装置	79
第三节 液压缸常见故障和排除方法	80

思考题	81
第四章 液压控制阀	84
第一节 方向控制阀	84
一、单向阀	84
二、换向阀	87
三、方向控制阀的常见故障及排除方法	94
第二节 压力控制阀	95
一、溢流阀	95
二、顺序阀	101
三、减压阀	103
四、压力继电器	105
五、压力控制阀的常见故障及排除方法	105
第三节 流量控制阀	107
一、流量控制阀的特性	107
二、节流阀的结构及特点	109
三、调速阀	109
四、流量控制阀的常见故障及排除方法	111
第四节 比例阀和叠加阀	113
一、比例阀	113
二、叠加阀	115
思考题	117
第五章 液压辅助装置	120
第一节 油管及管接头	120
一、油管	120
二、管接头	121
第二节 过滤器	122
一、过滤器的性能要求	122
二、过滤器的类型及其选用	123
三、过滤器的安装位置	125
第三节 蓄能器	126
一、蓄能器的功用	126

4 目 录

二、蓄能器的结构	126
三、蓄能器的安装与使用	127
第四节 密封装置	128
一、对密封装置的要求	128
二、密封装置的种类及特点	128
第五节 压力表与压力表开关	132
一、压力表	132
二、压力表开关	133
第六节 油箱	133
一、油箱的容量	134
二、油箱的结构	134
思考题	135
第六章 液压基本回路	137
第一节 速度控制回路	137
一、调速回路	137
二、增速回路	142
三、速度换接回路	144
第二节 压力控制回路	147
一、调压回路	148
二、减压回路	149
三、卸荷回路	149
四、平衡回路	150
第三节 方向控制回路	152
一、换向回路	152
二、锁定回路	152
第四节 多缸工作控制回路	153
一、顺序动作回路	153
二、同步动作回路	156
三、互锁回路	158
四、互不干扰回路	158
思考题	160

第七章 液压伺服系统	162
第一节 液压伺服控制原理与特点	162
一、液压伺服控制原理	162
二、液压伺服系统的分类	164
三、液压伺服系统的基本特点	164
第二节 液压伺服系统实例	165
一、转向液压助力系统	165
二、转阀式液压系统	166
思考题	167
第八章 典型液压系统的分析	168
第一节 组合机床动力滑台液压系统	168
一、概述	168
二、1 HY - 40 型动力滑台液压系统的工作 原理	168
三、1 HY - 40 型动力滑台液压系统的特点	172
第二节 外圆磨床液压系统	173
一、外圆磨床的性能要求及对液压系统的要求	173
二、外圆磨床工作台换向工作原理	174
第三节 JL - 1075 谷物联合收割机液压 系统	182
一、概述	182
二、JL - 1075 谷物联合收割机的工作原理	182
三、JL - 1075 谷物联合收割机液压系统的特点	186
第四节 汽车防抱死制动系统 (ABS)	187
一、概述	187
二、汽车防抱死制动系统的工作原理	188
三、汽车防抱死制动系统的特点	190
思考题	190
第九章 液压系统的使用、维护与故障 排除	192
第一节 液压系统的使用维护	192

6 目 录

一、液压系统的安装与清洗	192
二、液压系统的调试	195
三、液压系统的维护保养	197
第二节 液压系统的故障诊断与排除	201
一、故障诊断的步骤与排除的方法	201
二、典型液压系统常见故障的产生原因及排除 方法	205
三、利用液压系统图查找液压故障的实例	209
第三节 液压油液污染的控制	212
思考题	215
实验实习指导	217
附录	235
常用液压传动元件图形符号 (摘自 GB786. 1—93)	235
参考文献	241

第一章

液压传动基本知识

第一节 液压传动概述

一、液压传动的工作原理及组成

图 1-1 所示为液压千斤顶的工作原理图。两个液压缸 6 和 3

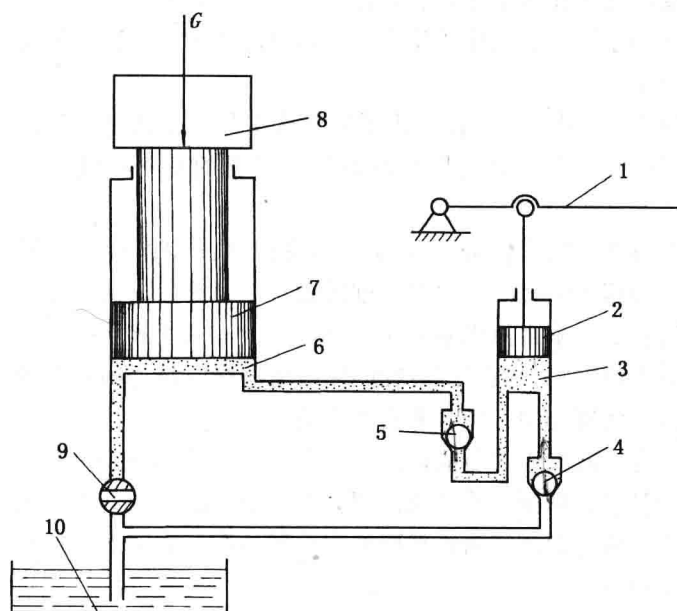


图 1-1 液压千斤顶的工作原理

2 第一章 液压传动基本知识

的内部分别装有活塞 7 和 2，活塞与缸体之间有着良好的配合关系。当抬起杠杆 1 使活塞 2 上移时，缸 3 下腔的密封容积就会增大，形成局部真空，此时钢球 5 将所在的油路关闭，油箱 10 中的油液在大气压力的作用下推开钢球 4 沿吸油管路进入缸 3 的下腔，完成一次吸油动作；当压下杠杆 1 使活塞 2 下移时，缸 3 下腔的密封容积则减小，腔内压力升高，钢球 4 自动关闭了油液流回油箱的油路，同时压力油推开了钢球 5 进入缸 6 的下腔，推动活塞 7 将重物 8 向上顶起一段距离，完成一次压油动作。如此反复地提压杠杆 1，就可以使重物 8 不断地升起，达到起重的目的。若将放油阀 9 旋转 90° ，活塞 7 可以在自重和外力的作用下实现回程。

从液压千斤顶的工作过程可以看出，液压传动是以密封容积中的受压液体作为工作介质来传递运动和动力的。它先将机械能转换为便于输送的液体的压力能，再将液体的压力能转换为机械能对外做功。

图 1-2 所示为一台简化了的机床工作台液压传动系统，通过它可以进一步了解液压传动系统应具备的基本性能和组成情况。

在图 1-2a 中，液压泵 3 由电动机（图中未标出）带动旋转，从油箱 1 中吸油。油液经过过滤器 2 过滤后进入液压泵，并向系统输送。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，液压缸右腔的油液通过换向阀经回油管流回油箱，推动活塞连同工作台 8 向右移动。

若将换向阀 6 的手柄扳到左边位置，使换向阀处于图 1-2b 所示的状态，则压力油经换向阀 6 进入液压缸 7 的右腔，液压缸左腔的油液将通过换向阀经回油管流回油箱，推动活塞连同工作台向左移动。

工作台的移动速度通过节流阀 5 调节。当节流阀开口较大时，进入液压缸的流量较大，工作台移动速度较快；反之，关小

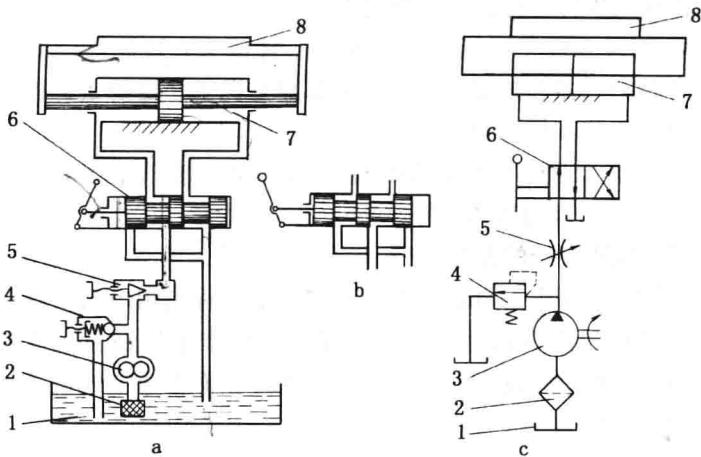


图 1-2 机床工作台液压传动系统

节流阀开口，工作台移动速度就会减慢。

工作台移动时需克服的阻力负载（如切削力、摩擦力等）不同时，液压缸所需的工作压力也不同，因此，液压泵输出油液的压力应能调整；此外，由于工作台的移动速度要改变，故进入液压缸的油液流量也需改变，液压泵输出口多余的压力油要排回油箱，这些功能是由溢流阀 4 来实现的。

可以看出，液压传动系统应该包括以下五个基本组成部分：

1. 动力元件 即液压泵，是把原动机输入的机械能转换为液体压力能的装置，其作用是为液压系统提供压力油，是系统的动力源。

2. 执行元件 是指液压缸或液压马达，它是把液体的压力能转换为机械能的装置。其作用是在压力油的推动下输出力和速度（或力矩和转速），以驱动工作部件。

3. 控制元件 是指各种阀类元件，如溢流阀、节流阀、换向阀等。其作用是控制液压系统中油液的压力、流量和流动方

向,以保证执行元件完成预期的工作。

4. 辅助元件 是指油箱、油管、管接头、过滤器、蓄能器以及各种指示器和控制仪表等。其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. 工作介质 即液压系统中的液压油。液压系统就是通过工作介质实现运动和动力传递的。

二、液压系统的图形符号

在图 1-2a 中,组成液压系统的各个元件是用半结构式图形画的,这种图形直观性强,便于理解,但难于绘制。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。

图 1-2c 所示为采用国家标准 GB786.1-93 规定的液压图形符号绘制的该机床工作台液压传动系统图。图中的符号只表示元件的功能,不表示元件的结构和参数。GB786.1-93 液压图形符号见本书附录。

三、液压传动的特点、应用与发展

(一) 液压传动的优缺点 液压传动与其他传动方式相比较,有如下主要优点:

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,液压传动装置的体积小,重量轻,结构紧凑。
 3. 液压传动工作平稳,反应快,换向冲击小,便于实现频繁换向。
 4. 操纵简单,调整控制方便,便于实现自动化。
 5. 易于实现过载保护,使用安全、可靠;而且工作油液能使传动零件进行自润滑,使用寿命较长。
 6. 液压元件易于实现系列化、标准化和通用化,便于设计、制造、维修和推广使用。
- 液压传动的主要缺点是: