

液压与气压传动

(第2版)

万会雄 明仁雄 主编
何存兴 刘永健 主审

YEYA YU QIYA CHUANDONG



国防工业出版社

National Defense Industry Press

液压与气压传动

(第2版)

万会雄 明仁雄 主编
何存兴 刘永健 主审

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书分两篇,第一篇为液压传动,第二篇为气压传动,共十六章。

第一篇主要讲述液压传动的基础知识、液压元件、液压基本回路、液压系统的工程应用与分析、液压伺服系统及液压系统设计。第二篇主要讲述气压传动基础知识、气动元件、气动基本回路、气动控制系统设计及气动技术应用系统实例。本书内容深入浅出、图文并茂,具有基础性、系统性、先进性和工程应用性等特点,而且反映了本学科国内外最新研究成果及发展趋势。

本书可作为高等学校机械设计及其自动化、机械电子工程、物流工程、汽车工程、船舶及海洋工程、冶金及建材工程等专业的教材,也可作为相关科研、设计部门及工厂等单位的技术人员参考用书。

主 编 万 会 雄
副 主 编 明 仁 雄

图书在版编目(CIP)数据

液压与气压传动 / 万会雄, 明仁雄主编. —2 版. —北京:
国防工业出版社, 2008. 3

ISBN 978 - 7 - 118 - 05565 - 8

I. 液... II. ①万...②明... III. ①液压传动②气压传动
IV. TH137 TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 009707 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 100044)

新艺印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 24¼ 字数 568 千字
2008 年 3 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 38.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422 发行邮购:(010)68414474
发行传真:(010)68411535 发行业务:(010)68472764

第2版前言

本书自2003年10月第1版后,得到了广大读者的热情鼓励和帮助,在对本书充分肯定基础上,提出了许多宝贵意见。在此,谨对所有关爱本书的读者、同仁致以最诚挚地感谢!

根据四年来应用本书的教学实践及课程建设经验,考虑到本学科的发展状况,对本书进行了如下调整。

(1) 在液压技术工业应用实例中,删除了“船舶舵机液压系统”及“自升式海洋石油钻井平台桩脚升降液压系统”,增加了目前运用较多的“塑料注射成型机液压系统”。

(2) 在第十二章中,删除了“容器充、放气温度和时间”的内容,对气体的状态、气体压力的内涵以及气动元件、系统的通流能力等,作了较深入地介绍。

(3) 对于第十六章“气动技术应用系统实例”的内容,作了较大地修改和补充。

(4) 对于第1版图、文中,论述及编排不够妥切,乃至不当之处,一并作了相应修改。

本次编写工作,是在第1版的基础上进行的,由武汉理工大学明仁雄执笔,由武汉理工大学万会雄最后定稿。参加编写工作的还有武汉理工大学袁兵、江丽、李受人、张煜,中船重工第七〇一研究所林锐。

由于编者水平所限,修订后的本书仍难免存在不足、疏漏乃至错误之处,再次恳请读者不吝赐教,及时指正。

编者

第 1 版前言

本书为高等学校机械制造、机械设计、机电一体化、物流工程、汽车工程、船舶及海洋工程、冶金及建材工程等专业基础教材,也可供有关科研、设计部门及工厂等单位的技术人员参考。

本书立足于培养面向 21 世纪的人才,贯彻理论联系实际、学以致用原则。全书共分两大篇,第一篇为液压传动,第二篇为气压传动。在教材编写中,以讲授专业基础知识为主,同时注意反映该学科国内外最新成果及发展趋势。在教材内容的组织上,注意拓宽专业口径及专业方向。在气压传动篇的编写中,既保存其内容的独立性及完整性,又尽量避免内容组织上与液压传动篇的重复。考虑到机械类不同行业的需要,在教材中编入了较多的典型系统及工业应用,在教学工作中,可针对不同的专业方向,有所侧重地加以选择。教材中还编写了少而精的思考题及习题,有利于学生巩固所学的知识,加深对基本概念的理解,并提高分析、解决实际问题的能力。

本书由武汉理工大学明仁雄、万会雄主编,参加编写工作的有容一鸣、毛庆荣、范志雄、袁兵、吴宏民等,全书由明仁雄统稿。

本书由华中科技大学何存兴教授、武汉理工大学刘永健教授主审,两位教授对本教材进行了细致、详尽地审阅,提出了很多宝贵意见。武汉理工大学况群意、郑继平、林锐、陈刚等参加了本教材 CAD 图的绘制工作,在此一并表示衷心地感谢!

尽管在教材编写过程中,我们尽心尽力,但由于水平有限,教材中难免存在缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

◇ 第一篇 液压传动 ◇

第一章 液压传动概述	1
1.1 液压传动及其应用领域	1
1.2 液压传动的工作原理	2
1.2.1 帕斯卡原理	2
1.2.2 简化模型	2
1.2.3 液压传动能量的转换及传递	2
1.3 液压传动系统的组成	3
1.3.1 磨床工作台往复运动液压传动系统	3
1.3.2 液压系统的组成	4
1.3.3 液压图形符号	4
1.4 液压传动的发展概况	4
1.4.1 液压传动的历史	4
1.4.2 液压传动的现状及展望	5
1.5 液压传动的优点和缺点	6
1.5.1 液压传动的优点	6
1.5.2 液压传动的缺点	6
习题 思考题	6
第二章 液压传动基础	7
2.1 液压传动的工作介质	7
2.1.1 液压液的主要物理性质	7
2.1.2 对液压液的要求	11
2.1.3 液压液种类的选择	11
2.1.4 液压液的正确使用及维护	12
2.2 静止液体的力学基本规律	13
2.2.1 液体静压力及其特性	13
2.2.2 重力作用下静力学基本规律	14
2.2.3 静压力对固体壁面的总作用力	15
2.3 流动液体的力学基本规律	15
2.3.1 基本概念	16
2.3.2 流量连续性方程	17
2.3.3 伯努利方程	18

2.3.4	动量方程	21
2.4	流体流动时的能量损失	22
2.4.1	液体的两种流态及雷诺判据	22
2.4.2	等径管中的沿程压力损失	24
2.4.3	局部压力损失	27
2.4.4	管路中总的压力损失及推荐流速	27
2.5	液体流经孔口及缝隙的力学特性	28
2.5.1	液体流经孔口的力学特性	28
2.5.2	液体流经缝隙的力学特性	30
2.6	液压冲击及气穴现象	35
2.6.1	液压冲击	35
2.6.2	气穴现象与气蚀	38
	习题 思考题	38
第三章	液压泵及液压马达	40
3.1	液压泵及液压马达概述	40
3.1.1	液压泵及液压马达的基本工作原理与分类	40
3.1.2	液压泵及液压马达的性能参数	42
3.2	齿轮泵及齿轮马达	44
3.2.1	外啮合齿轮泵	44
3.2.2	内啮合齿轮泵	49
3.2.3	齿轮马达	50
3.3	叶片泵及叶片马达	51
3.3.1	双作用叶片泵	51
3.3.2	单作用叶片泵	55
3.3.3	叶片式液压马达	58
3.4	轴向柱塞泵及轴向柱塞马达	58
3.4.1	斜盘式轴向柱塞泵	59
3.4.2	斜轴式轴向柱塞泵	63
3.4.3	轴向柱塞马达	64
3.5	径向柱塞泵及径向柱塞马达	64
3.5.1	轴配流径向柱塞泵	65
3.5.2	阀配流径向柱塞泵	65
3.5.3	径向柱塞马达	66
3.6	螺杆泵	68
3.7	液压泵及液压马达的性能比较和选用原则	68
	习题 思考题	71
第四章	液压缸	72
4.1	液压缸的分类与工作原理	72
4.1.1	活塞缸	72
4.1.2	柱塞缸	74

131	4.1.3	摆动液压缸	74
131	4.1.4	组合液压缸	75
131	4.2	液压缸的典型结构	76
139	4.2.1	缸筒组件	77
140	4.2.2	活塞组件	78
140	4.2.3	液压缸的密封	78
141	4.2.4	液压缸的排气装置	79
141	4.2.5	液压缸的制动和缓冲	79
141	4.3	液压缸的设计计算	81
141	4.3.1	液压缸主要参数的确定	81
148	4.3.2	液压缸主要零部件强度校核	82
148	4.3.3	液压缸设计与计算中应注意的问题	84
148	习题	思考题	84
	第五章	液压控制阀	86
150	5.1	液压阀概述	86
151	5.1.1	液压阀的基本结构及工作原理	86
151	5.1.2	液压阀的分类	86
151	5.1.3	液压阀的性能参数	86
152	5.1.4	对液压阀的基本要求	87
152	5.2	压力控制阀	87
152	5.2.1	溢流阀	87
152	5.2.2	减压阀	94
152	5.2.3	顺序阀	98
152	5.2.4	压力继电器	101
152	5.3	流量控制阀	101
152	5.3.1	流量控制原理及节流口形式	101
161	5.3.2	节流阀	103
161	5.3.3	调速阀	105
161	5.3.4	溢流节流阀	107
161	5.3.5	分流集流阀	108
161	5.4	方向控制阀	110
163	5.4.1	单向阀	110
163	5.4.2	换向阀	112
166	5.5	二通插装阀和叠加阀	123
167	5.5.1	二通插装阀	123
167	5.5.2	叠加阀	129
167	5.6	电液比例控制阀	132
168	5.6.1	比例电磁铁	132
168	5.6.2	电液比例压力阀	132
168	5.6.3	电液比例流量阀	135

47	5.6.4 电液比例方向阀	136
57	5.7 电液数字阀	137
67	5.7.1 电液数字阀的工作原理与组成	138
77	5.7.2 电液数字阀的典型结构	139
87	5.8 其他专用液压阀	140
87	5.8.1 多路换向阀	140
97	5.8.2 平衡阀	142
97	5.8.3 双向液压锁	144
118	5.8.4 恒流量阀	144
118	习题 思考题	145
	第六章 辅助元件	148
148	6.1 蓄能器	148
148	6.1.1 蓄能器的作用	148
168	6.1.2 蓄能器的类型	148
168	6.1.3 蓄能器的容量计算	150
168	6.1.4 蓄能器的安装	151
168	6.2 过滤器	151
168	6.2.1 液压油的污染和过滤	151
178	6.2.2 过滤器的典型结构	153
178	6.2.3 过滤器的选用和安装	155
178	6.3 热交换器	157
192	6.3.1 液压系统的发热和散热	157
182	6.3.2 冷却器的结构和选用	157
101	6.3.3 加热器的结构和选用	159
101	6.4 液压油箱	159
101	6.4.1 油箱的典型结构	159
101	6.4.2 油箱容积	161
101	6.5 管道和管接头	161
101	6.5.1 油管的种类和选用	161
108	6.5.2 管接头的种类和选用	161
101	6.6 密封件	163
111	6.6.1 密封件的作用和分类	163
111	6.6.2 橡胶密封圈的种类和特点	164
121	习题 思考题	166
	第七章 液压基本回路	167
121	7.1 压力控制回路	167
131	7.1.1 调压回路	167
131	7.1.2 减压回路	168
131	7.1.3 增压回路	168
131	7.1.4 卸荷回路	169

7.1.5	保压回路	170
7.1.6	平衡回路	170
7.1.7	缓冲补油回路	172
7.2	速度控制回路	172
7.2.1	节流调速回路	173
7.2.2	容积调速回路	178
7.2.3	容积节流调速回路	180
7.2.4	快速运动回路	182
7.2.5	速度换接回路	182
7.3	方向控制回路	184
7.3.1	换向回路	184
7.3.2	锁紧回路	185
7.4	多缸工作控制回路	187
7.4.1	顺序动作回路	187
7.4.2	同步回路	188
7.4.3	多缸工作时互不干涉回路	190
7.4.4	多缸卸荷回路	190
	习题 思考题	191
第八章 液压传动系统的形式、工程应用及其分析		193
8.1	液压传动系统的形式	193
8.1.1	开式系统与闭式系统	193
8.1.2	单泵系统与多泵系统	194
8.2	液压技术工业应用实例	194
8.2.1	组合机床动力滑台液压系统	194
8.2.2	YA32-200型四柱万能液压机液压系统	197
8.2.3	塑料注射成型机液压系统	199
8.2.4	QY20B型汽车起重机液压系统	203
8.2.5	叉式装卸车液压系统	206
8.2.6	挖掘机液压系统	207
8.2.7	岸边集装箱起重机液压系统	209
8.2.8	仓储装卸堆码机液压系统	214
8.2.9	混凝土输送泵车液压系统	216
8.2.10	水泥回转窑液压系统及液压挡轮	220
第九章 液压伺服系统		223
9.1	液压伺服系统的基本概念	223
9.1.1	液压伺服系统的工作原理及基本特点	223
9.1.2	液压伺服系统的类型及组成	224
9.2	液压伺服系统的控制元件	225
9.2.1	控制滑阀	225
9.2.2	喷嘴挡板阀	228

071	9.2.3 射流管阀	228
071	9.3 电液伺服阀	229
175	9.3.1 电液伺服阀的组成和工作原理	229
175	9.3.2 电液伺服阀的静态特性	230
175	9.3.3 电液伺服阀的动态特性	230
871	9.4 液压伺服系统应用实例	231
081	9.4.1 机液伺服控制系统应用实例	231
181	9.4.2 电液伺服系统应用实例	234
281	习题 思考题	235
	第十章 液压传动系统的设计计算	236
181	10.1 液压系统的设计依据和工况分析	236
281	10.1.1 明确液压系统的设计依据	236
781	10.1.2 液压系统的工况分析	236
181	10.2 液压系统主要参数的确定	239
881	10.2.1 系统工作压力的确定	239
091	10.2.2 执行元件参数的确定	240
091	10.2.3 执行元件流量的确定	240
191	10.2.4 执行元件的工况图	240
191	10.3 液压系统原理图的拟定和方案论证	241
191	10.4 计算和选择液压元件	242
191	10.4.1 液压泵的确定与驱动功率的计算	242
191	10.4.2 液压控制阀的选择	243
191	10.4.3 液压辅件的计算与选择	243
191	10.5 液压系统性能验算	244
191	10.5.1 液压系统压力损失验算	244
191	10.5.2 液压系统发热和温升验算	244
191	10.6 绘制正式工作图与编制技术文件	246
191	10.6.1 绘制液压系统原理图的要求	246
191	10.6.2 液压装置的结构设计	246
191	10.6.3 编制技术文件	247
191	10.7 液压系统的设计计算举例	247
	◇ 第二篇 气压传动 ◇	
	第十一章 概述	
191	11.1 气压传动工作原理和组成	252
191	11.2 气压传动的优缺点	253
191	11.3 气压传动技术的应用和发展趋势	254
191	11.3.1 气压传动技术的应用	254

81E	11.3.2 气压传动技术的发展趋势	255
81E	习题 思考题	256
	第十二章 气压传动的理论基础	257
81E	12.1 空气的物理性质	257
81E	12.1.1 空气的组成	257
71E	12.1.2 气体的压力	257
71E	12.1.3 空气的密度	257
81E	12.1.4 空气的黏性	258
81E	12.1.5 空气的压缩性和膨胀性	258
81E	12.1.6 空气的湿度和含湿量	258
01E	12.2 理想气体状态方程及其变化过程	261
01E	12.2.1 理想气体状态方程	261
05E	12.2.2 气体状态变化过程	262
15E	12.3 气体在管道中的流动特性	265
15E	12.3.1 声速和马赫数	266
15E	12.3.2 气体流动的基本方程	266
55E	12.3.3 气体经过变截面管的等熵流动	267
55E	12.3.4 通流能力	269
85E	习题 思考题	272
	第十三章 气动元件	273
45E	13.1 气源系统及空气净化处理装置	273
45E	13.1.1 压缩空气的品质	273
45E	13.1.2 气压发生装置	274
45E	13.1.3 压缩空气的净化处理装置	277
55E	13.2 气动执行元件	285
05E	13.2.1 气缸的分类、工作原理及特性	285
05E	13.2.2 气缸的基本设计计算	291
05E	13.2.3 气缸的选择	293
75E	13.2.4 气马达	294
75E	13.3 气动控制元件	294
85E	13.3.1 气动控制阀的分类及特性	294
05E	13.3.2 压力控制阀	295
00E	13.3.3 流量控制阀	298
00E	13.3.4 方向控制阀	299
00E	13.4 气动辅助元件	306
00E	13.4.1 油雾器	306
10E	13.4.2 传感、检测及转换元件	307
10E	13.4.3 外部液压缓冲器	310
80E	13.4.4 消声器	311
00E	13.4.5 管件及接头	312

13.5	真空元件	313
13.5.1	概述	313
13.5.2	真空发生装置	313
13.5.3	真空吸盘	315
	习题 思考题	316
第十四章	气动基本回路	317
14.1	方向控制回路	317
14.2	压力与力控制回路	318
14.2.1	压力控制回路	318
14.2.2	力控制回路	318
14.3	速度控制回路	319
14.3.1	进、排气节流回路	319
14.3.2	气液转换调速回路	320
14.4	位置控制回路	321
14.4.1	机械挡块控制位置控制回路	321
14.4.2	阀控多位置控制回路	321
14.4.3	采用制动气缸的位置控制回路	322
14.4.4	采用气液转换器控制的位置控制回路	322
14.5	往复及程序运动回路	323
14.5.1	往复动作回路	323
14.5.2	程序动作回路	324
14.6	真空吸附回路	324
14.6.1	真空泵真空吸附回路	324
14.6.2	采用真空发生器的真空吸附回路	324
14.6.3	配有真空保护阀的多个吸盘真空回路	325
14.7	其他常用回路	326
14.7.1	手动和自动并用回路	326
14.7.2	安全回路	326
14.7.3	计数回路	327
14.7.4	延时回路	327
14.7.5	冲压与冲击回路	328
	习题 思考题	329
第十五章	气动程序控制系统设计	330
15.1	概述	330
15.1.1	程序控制系统的定义	330
15.1.2	气动程序控制系统的构成	330
15.1.3	气动程序控制系统的分类	331
15.1.4	工作程序的表示方法	331
15.1.5	气动程序控制系统的设计方法	333
15.2	全气动程序控制系统设计	333

15.2.1	障碍信号及其类型	333
15.2.2	障碍信号的判别方法	335
15.2.3	障碍信号的消除方法	338
15.2.4	单往复气动程序控制系统设计	343
15.2.5	多往复气动程序控制系统设计	347
15.3	继电器气动程序控制系统设计	348
15.4	PLC 气动程序控制系统	353
15.4.1	可编程控制器的工作原理	353
15.4.2	可编程控制器的编程指令	354
15.4.3	PLC 气动程序控制系统设计	359
15.5	气动系统设计步骤及内容	360
第十六章	气动技术应用系统实例	365
16.1	气动检测类应用实例	365
16.1.1	气桥法测量尺寸及分选	365
16.1.2	气动泄漏检测	366
16.2	气动搬运输送类应用实例	369
16.2.1	气垫搬运	369
16.2.2	纯气动式工件传送回路	369
16.2.3	使用真空吸盘的搬送回路	370
16.3	气动机器应用实例	371
16.3.1	气动自动打印机	371
16.3.2	包装机气动系统	372
参考文献	374

第一篇 液压传动

第一章 液压传动概述

1.1 液压传动及其应用领域

一部完整的机器通常是由原动机、传动机构和工作机三部分组成。传动机构是在原动机和工作机间起传递动力作用的中间环节。它包括机械传动、电气传动、流体传动及其组合—复合传动等类型。

流体传动是以流体为工作介质进行能量传递、转换和控制的传动,它包括液体传动和气压传动。

液体传动以液体为工作介质,包括液压传动和液力传动。

液压传动是利用液体的压力能进行能量传递、转换和控制的一种传动形式。该传动形式具有许多突出的优点,在国民经济中得到了广泛应用,其应用领域见表 1-1。

表 1-1 液压传动在国民经济中的应用

行业名称	应用领域
工程机械	液压挖掘机、液压装载机、推土机、全液压振动压路机、液压铲运机等
起重运输机械	轮胎吊、岸边(或堆场)集装箱起重机、叉车(或集装箱叉车)、集装箱正面吊运机、皮带运输机等
矿山机械	凿岩机、全断面液压掘进机、开采机、破碎机、提升机、液压支架等
水利及航运	液压闸门、堤坝装置、液压启闭机等
建筑机械	打桩机、液压千斤顶、平地机、压路机、混凝土泵车等
农业机械	联合收割机、拖拉机、农机悬挂系统等
冶金机械	电炉炉顶及电极升降器、轧钢机及回转窑液压系统等
轻工机械	打包机、注塑机、校直机、橡胶硫化机、造纸机、整经机及浆纱机液压系统等
汽车机械	自卸式汽车、平板车、高空作业车、汽车中的转向器、减振器等
智能机械	折臂式小汽车装卸器、数字式体育锻炼机、模拟驾驶舱、机器人(机械手)等
机床工业	磨床、车床、龙门刨床、牛头刨床、铣床及压力机等
军事工业	火炮瞄准系统、坦克火炮控制系统、战略飞行器液压系统、巨型天线控制装置等
船舶及海洋工程	舰船舵机液压系统、舰船减摇装置、工程船舶(如挖泥船、打桩船)、舱盖启闭液压系统、海洋石油钻探平台等

1.2 液压传动的工作原理

1.2.1 帕斯卡原理

在密闭容积内,施加在静止液体边界上的压力,在液体内可以向所有方向等值地传递到液体各点。

1.2.2 简化模型

液压传动的简化模型如图 1-1 所示。图中两个不同直径的圆筒 2、4 和活塞 1、5 分别构成两对圆柱配合副,活塞可以沿圆筒内壁自由滑动,两者的配合间隙很小,假设摩擦力及通过其配合间隙所产生的泄漏不计。圆筒 2、4 下腔通过管道 3 连通。由圆筒内壁、活塞与管道构成密闭容积,在密闭容积中充满工作介质——工作液体。

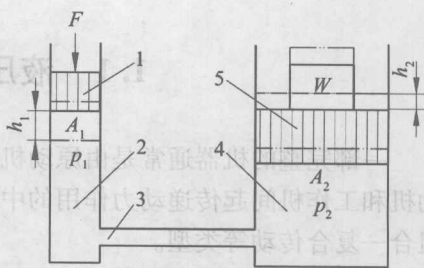


图 1-1 液压传动的简化模型

1.2.3 液压传动能量的转换及传递

一、液压传动可以传递力

将重物 W 放在活塞 5 上,为了平衡(或提升)重物 W ,必须在活塞 1 上施加力 F ,此时, W 是工作负载, F 是主动力。不计活塞自重,活塞 5 下腔的压力 $p_2 = W/A_2$ (A_2 为活塞 5 的面积)。根据帕斯卡原理,该压力等值地传递作用到活塞 1 上,即 $p_1 = p_2 = p$ (活塞 1

下腔的压力 $p_1 = \frac{F}{A_1}$, A_1 为活塞 1 的面积)。由此,作用在活塞 1 上的主动力 F 为

$$F = pA_1 = \frac{W}{A_2}A_1 = W\frac{A_1}{A_2} \quad (1-1)$$

由式(1-1)可以看出:

(1) 在活塞 1 上施加力 $F = WA_1/A_2$, 就能阻止活塞 5 上的重物 W 下降,力是通过密闭容积中的液体传递的。

(2) 当 $A_2 > A_1$ 时, $A_1/A_2 < 1$, 则 $F < W$, 即用一个小的力就可以驱动一个大的负载,力得到了放大。

(3) 当 $W = 0$ 时, $p = 0$, $F = 0$, 即当外负载为零时,不可能在密闭容积内形成压力,只有当 $W \neq 0$ 时,才可能施加力 F , 并在密闭容积内形成压力 p 。

在不考虑泄漏的条件下,液压传动中的工作压力取决于外负载。

二、液压传动可以传递运动

当在活塞 1 上施加一定的力使其下移 h_1 时,活塞 5 将克服负载力 W 并上升 h_2 。由于不存在泄漏及忽略液体的可压缩性,在 Δt 时间内从圆筒 2 中排出的液体体积 V_1 与通过管道 3 排入圆筒 4 内的体积 V_2 相等,即

$$V_1 = V_2 \quad \text{或} \quad A_1h_1 = A_2h_2 \quad (1-2)$$

式(1-2)表明两活塞的位移与其面积成反比。将式(1-2)两边同时除以 Δt , 得

$$\frac{A_1 h_1}{\Delta t} = \frac{A_2 h_2}{\Delta t}, \quad \text{即} \quad v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad (1-3)$$

式中 v_1, v_2 ——活塞1、2运动的平均速度。

下面介绍一个十分重要的概念——流量。流量是单位时间内流过某一过流截面的流体的体积, 记作 $q, q = V/t$, 即 $q = vA$, 流量的单位为 m^3/s 。

在简化模型中, $q_1 = v_1 A_1, q_2 = v_2 A_2$ 。因此, 式(1-3)可写为 $q_1 = q_2 = q$, 即

$$v_2 = v_1 \frac{A_1}{A_2} = \frac{q}{A_2} \quad (1-4)$$

由式(1-4)可见, 液压传动可以传递运动。

在液压传动中, 液压执行机构的运动速度取决于输入流量的大小, 而与外负载无关(在忽略泄漏、液体的压缩性及容器、管路变形的条件下)。

三、液压传动可以传递动力

在上述简化模型中, 输入的机械功率 $N_i = Fv_1$, 输出的机械功率 $N_o = Wv_2$ 。在不计任何损失时, $N_i = N_o$, 即

$$N_i = Fv_1 = \frac{F}{A_1} A_1 v_1 = pq = \frac{W}{A_2} A_2 v_2 = Wv_2 = N_o \quad (1-5)$$

不计任何损失时, 液压传动中能量的转换及传递过程框图如图1-2所示。

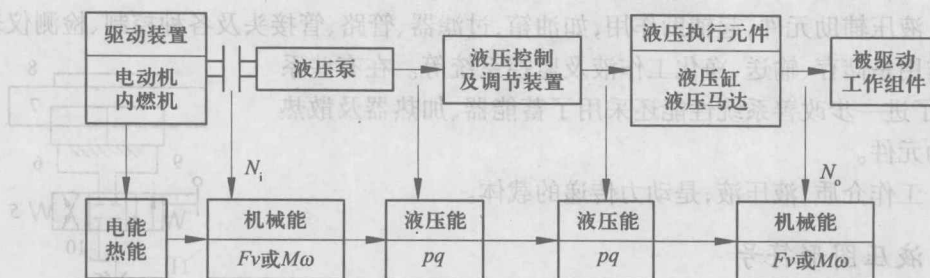


图1-2 液压传动中能量的转换及传递过程框图

1.3 液压传动系统的组成

1.3.1 磨床工作台往复运动液压传动系统

液压传动系统的组成可以用图1-3所示的磨床工作台往复运动简化液压系统结构原理图加以说明。图中, 液压泵3由电动机驱动旋转, 经过滤器2从油箱1吸油, 向系统提供具有一定流量和压力的液压油。液压缸7是一对圆柱配合副, 它带动工作台8作往复运动。当液压缸左腔进液压油时(此时, 液压缸右腔与油箱相通), 活塞带动工作台向右运动; 反之, 活塞带动工作台向左运动。换向阀5控制液压泵供给的液压油是进入液压缸的左腔还是右腔, 从而控制液压缸的运动方向。改变流量控制阀4的开口大小可以改变进入液压缸的流量, 从而调节工作台的运动速度。液压泵输出的多余的液压油经溢流