



工业和信息化高职高专“十二五”规划教材立项项目

职业教育机电类“十二五”规划教材

液压与气压传动

周玮 李海涛 主编

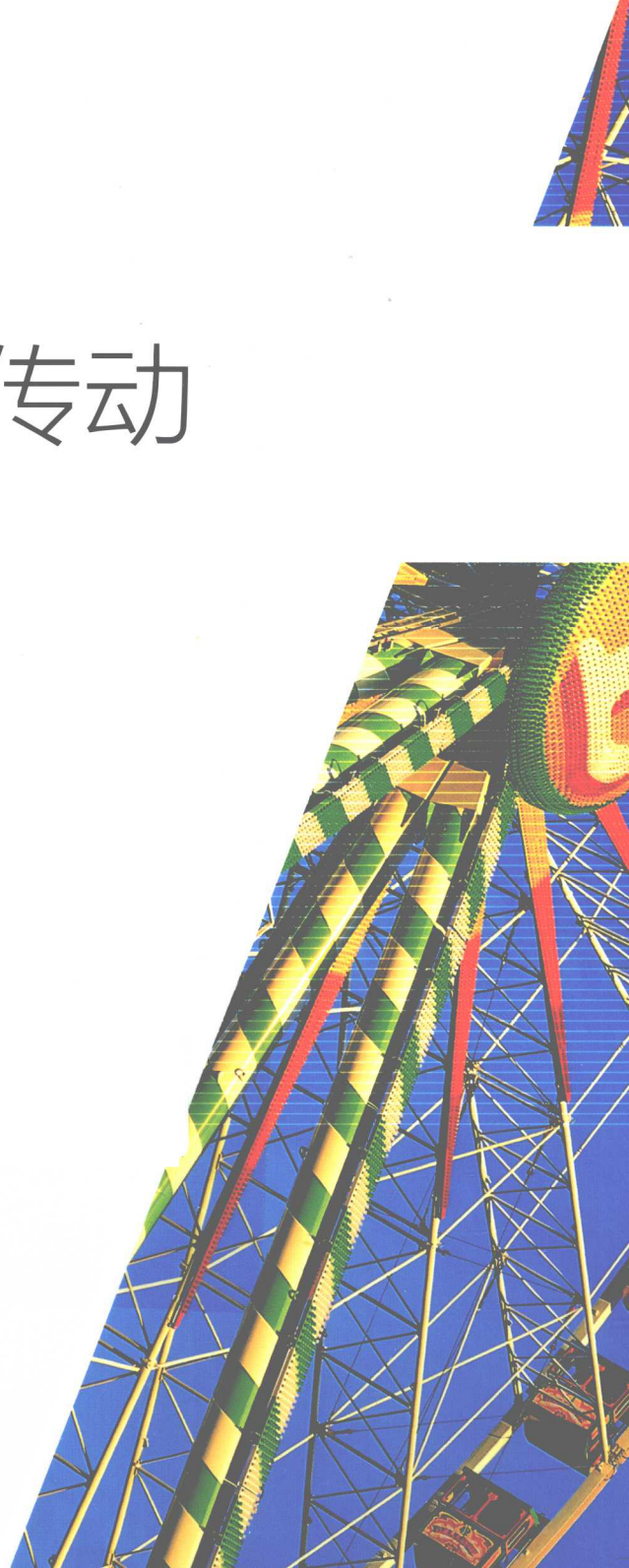
王秀梅 庄佃霞 副主编

□ 工程实例典型、注重实用、强调能力的培养

□ 校企合作、体现行业新技术、新方法



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS





工业和信息化高职高专“十二五”规划教材立项项目

职业教育机电类“十二五”规划教材

液压与气压传动

周玮 李海涛 主编

王秀梅 庄佃霞 副主编

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

液压与气压传动 / 周玮, 李海涛主编. — 北京 :
人民邮电出版社, 2013. 5
职业教育机电类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-115-30323-3

I. ①液… II. ①周… ②李… III. ①液压传动—职业
教育—教材②气压传动—职业教育—教材 IV.
①TH137②TH138

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第029989号

内 容 提 要

本书通过实例介绍了液压与气压传动的基本原理、元件、基本回路及典型液压与气压系统的具体应用, 将理论知识与应用高度融合, 注重基础, 强化应用, 突出能力的培养, 重点培养学生的实践能力和动手能力, 具有较强的针对性和实用性。

本书可作为高职高专机械类、近机类、自动化类相关专业学生学习及实训用教材, 也可供从事液压与气压传动以及机电自动控制工作的技术人员用作自学参考书, 或用作培训班的培训教材。

工业和信息化部高职高专“十二五”规划教材立项项目
职业教育机电类“十二五”规划教材

液压与气压传动

-
- ◆ 主 编 周 玮 李海涛
副 主 编 王秀梅 庄佃霞
责任编辑 李育民
 - ◆ 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 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15.75 2013 年 5 月第 1 版
字数: 370 千字 2013 年 5 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-30323-3

定价: 36.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

Forward

前言



本书是根据高等职业教育培养目标和教学特点,适应高等职业教育和工程技术的发展,吸取了机械类及近机类相关专业的教学改革新思路,结合企业对应用型人才的需求及具体工作岗位对高职毕业生职业能力的要求,总结多年来在“液压与气压传动”课程教学实践经验的基础上编写而成。

本书按照“必需、够用、适度”的原则进行编写,力求将理论与应用高度融合,紧密联系生产实践,注重实际应用,体现“以职业能力为本位、以应用为核心”的理念,加强教学针对性,以适应高等职业教育的培养方向与高新技术产业的发展对应用型人才的需要。

全书共9章,主要介绍了液压与气压传动的基本概念,元件的结构、工作原理及应用,液压与气压传动基本回路和典型系统的组成与分析,以及液压与气压传动设备的故障分析和维护等,并在各章后附有一定数量针对性较强的习题,以帮助学生进一步巩固提高。

本书的参考学时为64学时,根据各专业不同的需求,液压系统设计的内容可安排在实训专用周或专业综合训练中完成。各章的参考学时参见下面的学时分配表。

章节	课程内容	学时分配			
		讲授	实践	讨论	合计
	绪论	2			2
第1章	液压流体力学基础知识	6		2	8
第2章	液压动力元件	4		2	6
第3章	液压执行元件	4		2	6
第4章	液压控制元件	6	2	2	10
第5章	液压辅助元件	2			2
第6章	液压基本回路	6	2	2	10
第7章	液压系统分析	4	2	2	8
第8章	液压系统设计	2			2
第9章	气压传动技术	6	2	2	10
课时总计		42	8	14	64

为了方便教师教学,本书除了配备了PPT等教学课件,还提供了多种动画素材(见下表)。



液压传动的基本概念	卸荷回路——采用复合泵	保压回路——利用液压泵
液体压力的产生	卸荷回路——利用换向阀	保压回路——利用蓄能器
液压千斤顶的工作原理	卸荷回路——利用溢流阀	单向顺序阀的平衡回路
液压传动系统的组成	增压回路——利用增压器	同步回路的工作原理
认识帕斯卡原理	卸荷回路——利用二位二通阀旁路	顺序动作回路——行程控制
液压泵的工作原理	滑阀式换向阀、三位四通换向阀	顺序动作回路——压力控制
齿轮泵	溢流阀、先导式溢流阀	液压马达补油回路的工作原理
内啮合齿轮泵的工作原理	直动式溢流阀的工作原理	锁紧回路的工作原理
双作用叶片泵、单作用叶片泵	减压阀的工作原理	液压系统的压力调节和过载保护
径向柱塞泵	直动式顺序阀的工作原理	YT4543 型动力滑台液压系统的工作原理
轴向柱塞泵的工作原理	节流阀的工作原理	SZ-250A 型注塑机液压系统工作原理
螺杆泵的工作原理	调速阀的工作原理	气压传动系统的介绍
液压缸的类型和特点	插装阀的工作原理	活塞式空压机的工作原理
单作用油缸、双作用油缸	马达的工作原理	吸附式干燥器的工作原理
限压式变量叶片泵的工作原理	直动式比例压力阀的工作原理	一次过滤器的工作原理
柱塞式液压缸的工作原理	油箱的简介	冷冻式空气干燥器的工作原理
增压缸的工作原理	滤油器的类型和特点	分水滤气器的工作原理
单叶片式摆动缸的工作原理	密封装置的类型和特点	气液阻尼缸的工作原理
液压缸的构成	活塞式、气囊式、气瓶式蓄能器的原理	叶片式气动马达的工作原理
叶片式液压马达	油管的类型和特点	单向型控制阀的工作原理
双叶片式摆动缸的工作原理	换向阀换向回路、插装阀换向控制	换向型控制阀的工作原理
齿轮式液压马达	主油路节流调速回路	安全阀、顺序阀的工作原理
速度换接回路——行程阀	旁路节流调速回路	逻辑控制阀的种类
速度换接回路——调速阀	变量泵——定量马达调速回路	单作用与双作用换向回路
单级、二级、多级调压回路的原理	定量泵——变量马达调速回路	气缸连续往复换向回路
连续、按比例调压回路的工作原理	变量泵——变量马达调速回路	速度控制回路、压力控制回路
减压回路的工作原理	增压回路——利用串联液压缸	安全保护回路(1)、(2)、(3)

本书由沈阳职业技术学院周玮、潍坊职业学院李海涛任主编，沈阳职业技术学院王秀梅、潍坊职业学院庄佃霞任副主编，同时参加编写工作的还有沈阳职业技术学院孙红雨、吴爽、张皓阳、周文博和郭英，潍坊职业学院李淑君和马汝彩，潍坊大洋自动泊车设备有限公司李森。其中周玮编写了绪论、第6章和第7章，李海涛编写了第9章，王秀梅编写了第1章，庄佃霞编写了第2章，孙红雨和周文博编写了第3章，吴爽编写了第4章，张皓阳和郭英编写了第5章，李淑君、马汝彩和李森编写了第8章和附录。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误，敬请广大读者批评指正。

编 者

2013年3月



绪论	1	1.2.2 流体静力学基本方程及其应用	20
0.1 液压与气压传动的基本工作原理	1	1.2.3 压力的表示方法及单位	21
0.1.1 液压千斤顶工作原理	1	1.2.4 帕斯卡原理及应用	22
0.1.2 磨床工作台液压系统工作原理	2	1.2.5 液压静压力对固体壁面的作用力	23
0.2 液压与气压传动系统的组成及其元件的总体布局	4	1.3 流体动力学基础	23
0.2.1 液压与气压传动系统的组成	4	1.3.1 基本概念	24
0.2.2 液压与气压传动系统图的图形符号	5	1.3.2 连续性方程及其应用	25
0.2.3 液压传动系统元件的总体布局	5	1.3.3 伯努利方程及其应用	26
0.3 液压与气压传动的特点	6	1.3.4 动量方程及其应用	28
0.3.1 液压传动的特点	6	1.4 管道流动	29
0.3.2 气压传动的特点	7	1.4.1 流态与雷诺数	29
0.4 液压与气压传动技术的发展及应用	7	1.4.2 管道流动的压力损失	30
0.4.1 液压与气压传动技术的发展	7	1.5 孔口流动	31
0.4.2 液压与气压传动技术的应用	8	1.5.1 液流流经薄壁小孔的流量	32
思考与习题	9	1.5.2 液流流经细长孔和短孔的流量	32
第 1 章 液压流体力学基础知识	10	1.6 液压冲击和空穴现象	33
1.1 液压油	10	1.6.1 液压冲击	33
1.1.1 液压油的作用和种类	10	1.6.2 空穴现象	34
1.1.2 液压油的物理性质	12	本章小结	34
1.1.3 对液压油液的要求及选用	17	思考与习题	35
1.1.4 液压油的污染与防护	18	第 2 章 液压动力元件	36
1.2 流体静力学基础	19	2.1 液压泵的工作原理	36
1.2.1 液体静压力及其特性	19	2.1.1 液压泵的工作原理	36
		2.1.2 常用容积式液压泵	37

2.1.3 液压泵的主要性能和参数	38	思考与习题	74
2.2 齿轮泵	40	第4章 液压控制元件	76
2.2.1 齿轮泵的工作原理	40	4.1 液压阀概述	76
2.2.2 齿轮泵的结构	41	4.1.1 液压阀的基本结构与工作原理	76
2.2.3 齿轮泵存在的主要问题及解决办法	42	4.1.2 液压阀的分类	77
2.3 叶片泵	45	4.1.3 液压阀的性能参数	78
2.3.1 双作用叶片泵	45	4.1.4 液压阀的基本要求	78
2.3.2 单作用叶片泵	46	4.2 方向控制阀	79
2.3.3 限压式变量叶片泵	47	4.2.1 单向阀	79
2.3.4 双联叶片泵	49	4.2.2 换向阀	81
2.3.5 双级叶片泵	50	4.3 压力控制阀	90
2.4 柱塞泵	50	4.3.1 溢流阀	91
2.4.1 柱塞泵的工作原理	51	4.3.2 减压阀	94
2.4.2 轴向柱塞泵	52	4.3.3 顺序阀	96
2.5 螺杆泵	54	4.3.4 压力继电器	99
2.5.1 螺杆泵的工作原理	54	4.4 流量控制阀	100
2.5.2 螺杆泵的结构及特点	55	4.4.1 流量控制原理	100
2.6 液压泵性能比较及选用	55	4.4.2 节流阀	102
本章小结	56	4.4.3 调速阀	103
思考与习题	56	4.5 其他液压阀	105
第3章 液压执行元件	58	4.5.1 插装阀	105
3.1 液压缸	58	4.5.2 叠加阀	106
3.1.1 液压缸的类型及特点	58	4.5.3 电液伺服阀	106
3.1.2 活塞式液压缸	59	4.5.4 电液比例控制阀	107
3.1.3 柱塞式液压缸	62	本章小结	108
3.1.4 其他液压缸	63	思考与习题	108
3.2 液压缸的典型结构和组成	65	第5章 液压辅助元件	110
3.2.1 液压缸的典型结构	65	5.1 油管 and 管接头	110
3.2.2 液压缸的组成	66	5.1.1 油管	110
3.3 液压马达	70	5.1.2 管接头	111
3.3.1 液压马达的特点及分类	70	5.2 过滤器	114
3.3.2 液压马达的工作原理	71	5.2.1 过滤器功用和类型	114
3.3.3 液压马达的职能符号	72	5.2.2 过滤器的主要性能指标	115
3.3.4 液压马达的性能参数	72	5.2.3 过滤器的选用与安装	116
本章小结	74	5.3 密封元件	117

5.3.1 密封元件要求	117	第7章 液压系统分析	152
5.3.2 密封元件的类型和特点	117	7.1 组合机床液压动力滑台	152
5.4 蓄能器	120	7.1.1 概述	152
5.4.1 蓄能器的作用	120	7.1.2 YT4543 型动力滑台液压系统的工作 原理及特点	153
5.4.2 蓄能器的结构	121	7.1.3 动作顺序表	155
5.4.3 蓄能器使用和安装	122	7.2 压力机液压系统	156
5.5 油箱及压力表辅件	122	7.2.1 概述	156
5.5.1 油箱分类和结构	122	7.2.2 压力机液压系统工作原理	157
5.5.2 油箱设计及注意事项	123	7.2.3 动作顺序表	159
5.5.3 压力表辅件	124	7.3 塑料注射成型机液压系统	159
本章小结	125	7.3.1 概述	159
思考与习题	125	7.3.2 快速运动回路	160
第6章 液压基本回路	126	7.3.3 电磁铁动作顺序表	162
6.1 方向控制回路	126	7.4 液压系统常见故障分析及排除方法	162
6.1.1 换向回路	127	7.4.1 液压泵常见故障及排除方法	162
6.1.2 液压锁紧回路	127	7.4.2 液压缸、液压马达常见故障及 排除方法	165
6.2 压力控制回路	128	7.4.3 液压阀常见故障及排除方法	167
6.2.1 调压回路	128	本章小结	170
6.2.2 卸荷回路	129	思考与习题	170
6.2.3 减压回路	130	第8章 液压系统设计	174
6.2.4 增压回路	131	8.1 液压系统的设计原则和依据	174
6.2.5 保压回路	132	8.2 液压系统的工况分析和主要参数的 确定	175
6.2.6 平衡回路	133	8.2.1 液压系统的工况分析	175
6.2.7 释压回路	134	8.2.2 液压系统主要参数的确定	178
6.3 速度控制回路	134	8.3 液压系统原理图的拟定和方案论证	180
6.3.1 调速回路	134	8.4 计算和选择液压元件	181
6.3.2 快速运动回路	141	8.4.1 液压泵的确定与驱动功率的计算	182
6.3.3 速度换接回路	142	8.4.2 液压控制阀的选择	183
6.4 多缸工作控制回路	144	8.4.3 液压辅件的计算与选择	183
6.4.1 顺序动作回路	144	8.5 液压系统性能验算	184
6.4.2 同步回路	146	8.5.1 液压系统压力损失验算	184
6.4.3 多缸快慢速互不干扰回路	147	8.5.2 液压系统发热和温升验算	185
6.4.4 多缸卸荷回路	148		
本章小结	148		
思考与习题	149		

8.6 绘制正式工作图、编制技术文件	186	9.4.2 压力控制阀	217
8.7 液压系统设计计算实例	186	9.4.3 流量控制阀	219
8.7.1 负载分析	187	9.5 气动逻辑元件	221
8.7.2 液压缸主要参数的确定	188	9.6 气动回路	223
8.7.3 液压系统图的拟定	189	9.6.1 方向控制回路	223
8.7.4 液压元件的选择	192	9.6.2 压力控制回路	224
8.7.5 液压系统的性能验算	193	9.6.3 速度控制回路	225
本章小结	194	9.6.4 其他回路	226
思考与习题	194	9.7 常用气动系统	229
第9章 气压传动技术	195	9.7.1 工件夹紧气压传动系统	229
9.1 气压传动概述	195	9.7.2 气液动力滑台气压传动系统	230
9.1.1 气压传动系统的工作原理及组成	195	9.7.3 公共汽车车门气压传动系统	231
9.1.2 气压传动的优缺点	196	9.8 气动系统的设计、安装、调试与	
9.2 气源装置及气动辅件	197	故障分析	232
9.2.1 气源装置的组成	197	9.8.1 气动系统的设计	232
9.2.2 气动辅助元件	199	9.8.2 气动系统的安装调试与故障分析	233
9.3 气动执行元件	204	本章小结	237
9.3.1 气缸	205	思考与习题	238
9.3.2 气马达	210	附录 常用液压与气动元件图形符号	239
9.4 气动控制元件	211	参考文献	244
9.4.1 方向控制阀	212		

| 绪 论 |

【学习目标】

1. 理解液压与气压传动的工作原理
2. 掌握液压与气压传动系统的组成
3. 了解液压与气压传动的特点
4. 了解液压与气压传动应用及发展趋势

一部功能完整的机器设备一般由动力装置、传动装置、执行装置和控制装置组成。传动装置有机械传动、电力传动、液体传动（液压传动和液力传动）和气压传动等传动形式。液压与气动技术是以流体（液体和气体统称为流体）作为工作介质，利用压力能进行能量传递和控制的一种传动技术。

0.1

液压与气压传动的基本工作原理

液压与气压传动是以流体为工作介质进行能量传递和控制的一种传动形式。液压系统以液体为工作介质，而气动系统是以压缩空气作为工作介质。两种工作介质的区别在于液体几乎不可压缩，而气体却具有明显的可压缩性。液压与气压传动在基本工作原理、元件的结构以及回路的组成等方面是极为相似的。

| 0.1.1 液压千斤顶工作原理 |

现以图 0-1（a）所示的液压千斤顶为例来介绍液压传动的工作原理。

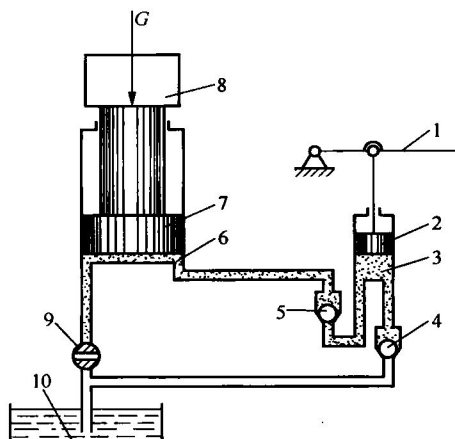
液压千斤顶原理图如图 0-1（b）所示。图中两个大小液压缸 6 和 3 的活塞和缸体之间保持良好



的配合关系,既要保证活塞在缸体内滑动,又要保证配合面之间可靠地密封。当向上抬起杠杆1时,小活塞2向上运动,小缸3下腔容积增大,小腔内因此产生局部真空。此时单向阀5关闭,油箱10中的油液在大气压的作用下通过单向阀4进入小缸的下腔,完成一次吸油过程。接着,压下杠杆1,小活塞2向下移动,小缸3下腔容积减小,小腔内压力升高,这时单向阀4关闭,小缸3下腔的压力油就打开单向阀5进入到大缸6的下腔,推动大活塞7将重物8向上顶起一段高度。如此反复地提压杠杆1,就可以使重物8不断上升,达到起重的目的。若打开截止阀9,大缸6下腔接通油箱,大活塞7在自重作用下向下移动,迅速下降到原位。



(a) 液压千斤顶外观图



(b) 液压千斤顶工作原理图

图0-1 液压千斤顶的工作原理图

1—杠杆; 2—小活塞; 3、6—液压缸; 4、5—单向阀;
7—大活塞; 8—重物; 9—截止阀; 10—油箱

由此例可以看出,液压千斤顶是一种简单的液压传动装置。对其工作过程分析可知:液压传动是以液体为工作介质,依靠液体在密封容器容积变化时产生的压力能实现运动和动力传递的。液压传动装置本质上是一种能量转换装置。它先将机械能(压下杠杆)转换为容易输送的压力能,后又将压力能转换为机械能(重物上升)做功。由此可见,液压传动是一个不同能量的转换过程。

0.1.2 磨床工作台液压系统工作原理

图0-2所示为一台简化的磨床液压系统工作原理图。要求该液压系统能实现磨床工作台往复直线运动、变速与推力的控制。其工作原理如下。

液压泵3由电动机带动旋转,从油箱1经过过滤器2吸油,液压泵3输出的压力油经节流阀4和换向阀5[图0-2(a)中换向阀手柄向右扳动]进入液压缸7的左腔,推动活塞和工作台8向右运动,而液压缸7右腔的油液经换向阀5和回油管排回油箱。若将换向阀5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5进入液压缸7的右腔,推动活塞与工作台

8 反向运动, 并使液压缸 7 左腔的油液经换向阀 5 和回油管排回油箱。

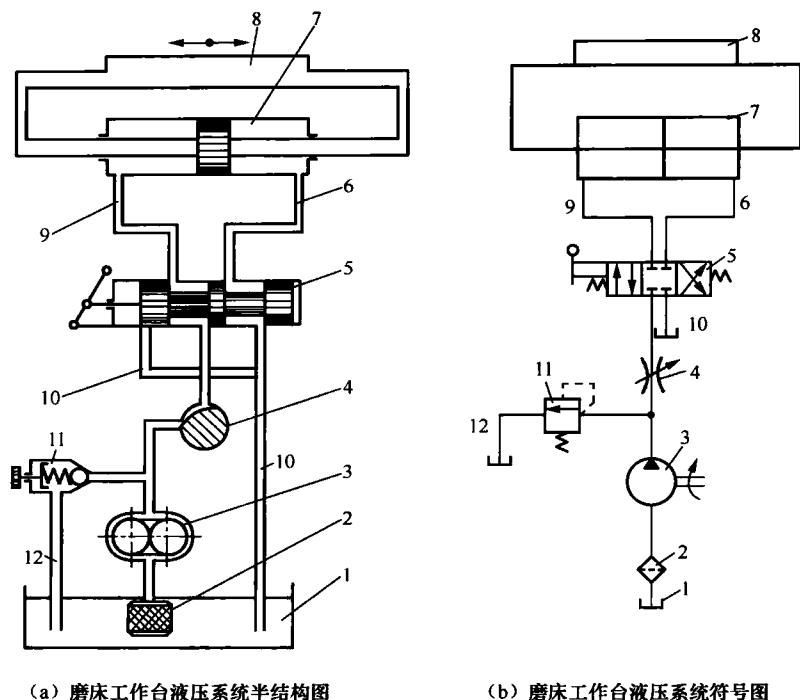


图0-2 磨床工作台液压系统工作原理图

1—油箱；2—过滤器；3—液压泵；4—节流阀；5—换向阀；
6、9、10、12—管道；7—液压缸；8—工作台；11—溢流阀

若改变节流阀 4 的开口大小, 可以改变压力油进入液压缸 7 的流量, 从而控制缸活塞的运动速度, 此时液压泵 3 输出的多余油液经溢流阀 11 和回油管排回油箱。系统工作时, 液压缸 7 内工作压力的大小取决于磨削工件时切削阻力的大小, 液压泵 3 的最高压力由溢流阀 11 调定。

通过对上面液压传动例子的分析, 我们可以得出以下结论。

- (1) 液压传动是以液体为工作介质, 以液体的压力能传递动力的传动方式;
- (2) 传动过程中必须经过两次能量转换 (机械能转换成压力能, 压力能再转换成机械能);
- (3) 传动必须在密封容器内进行, 而且容积要发生变化;
- (4) 在液压传动系统中, 系统的工作压力取决于负载, 液压缸的运动速度取决于流量。

图 0-3 为一个可自动完成某种程序动作的典型气动系统。空气压缩机输出的压缩空气储存在储气罐中, 工作时压缩空气通过气动三联件 (过滤器 10、压力阀 2 及油雾器 9)、控制装置 (包括逻辑元件 3、各种控制阀等) 后到达气缸 6, 完成规定的动作。其中的控制装置是由若干个气动元件组成的气动逻辑回路。它可以根据气缸活塞杆的始末位置, 由行程开关 7 等传递信号。系统在进行逻辑判断后指示气缸 6 下一步的动作, 从而实现规定的自动工作循环。

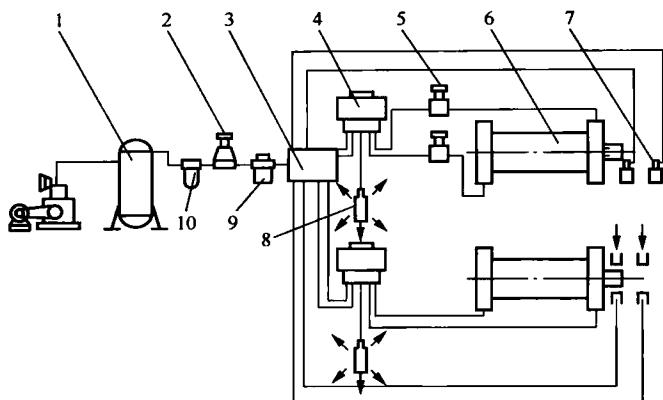


图0-3 气压传动系统的组成

1—气源装置；2—压力阀；3—逻辑元件；4—方向阀；5—流量阀；6—气缸；
7—行程开关；8—消声器；9—油雾器；10—过滤器



液压与气压传动系统的组成及其元件的总体布局

0.2.1 液压与气压传动系统的组成

通过上一节磨床工作台液压系统、气动系统例子可以看出，液压、气压传动系统主要由以下几部分组成。

（1）能源装置（动力元件）：将机械能转换成流体的压力能的装置。一般指液压泵和空气压缩机，其作用是向系统提供压力油和压缩空气，如图 0-2 中的液压泵 3。

（2）执行装置（执行元件）：将流体的压力能转换成机械能的装置。它可以是作直线运动的液压缸或气缸，也可以是作回转运动的液压马达或气压马达，如图 0-2 中的液压缸 7。

（3）控制调节装置（控制调节元件）：对系统中流体的压力、流量和流动方向进行控制和调节的装置，以及进行信号转换、逻辑运算和放大等功能的信号控制元件。例如溢流阀、节流阀、换向阀等。

（4）辅助装置（辅助元件）：保证系统正常工作所需的其余所有的装置。如管道、油箱、过滤器、蓄能器、油雾器、消声器、压力表、管接头等。它们对保证液压系统可靠和稳定地工作有重大作用。

（5）工作介质：它在液压、气压传动控制中，起传递运动、动力和信号的作用，包括液压油、

其他合成液体或压缩空气。

0.2.2 液压与气压传动系统图的图形符号

1. 传动系统的图形符号表示

图 0-2 (a) 所示的液压系统是一种半结构式的工作原理图。它有直观性强、容易理解的优点,但图形比较复杂,绘制比较麻烦。图 0-2 (b) 所示是上述液压系统用液压系统图形符号绘制的工作原理图。使用这些图形符号可使液压系统图简单明了、易于绘制,在实际中一般都采用这种方法。液压气动图形符号可参见附录和有关液压气动手册。部分液压元件的职能无法用这些符号表达时,仍可采用它的结构示意图形式。

2. 几点说明

(1) 流体传动系统及元件图形符号和回路图采用 GB/T786.1—2009 规定的图形符号为液压与气压元件标准职能符号。

(2) 此符号所表示的系统图为流体传动系统原理图。

(3) 在流体传动系统原理图中, 职能符号只表示元件功能, 不表示元件的具体结构和参数, 也不表示元件在机器中的安装位置。元件符号内的流体流动方向用箭头表示, 若线段两端均有箭头, 表示流动方向可逆。

(4) 符号均以元件的静止位置或中间零位置表示。

(5) 对于具有特殊性能的非标准液压元件, 允许用半结构图表示其结构特征。

0.2.3 液压传动系统元件的总体布局

液压系统元件的总体布局分为四部分, 即执行元件、液压油箱、液压泵装置和液压控制调节装置。液压油箱装有空气滤清器、过滤器、液面指示器和清洗孔等。液压泵装置包括不同类型的液压泵、驱动器及联轴器等。液压控制调节装置是指组成液压系统的各种阀类元件及其联接体。除执行元件外, 液压系统元件的连接形式有集中式(液压站)和分散式。

1. 集中式(液压站)

集中式(液压站)是将液压系统的供油装置、控制调节装置独立于主设备之外, 单独设置一个液压站, 如图 0-4 所示。工程机械中如组合机床、冷轧机、锻压机、电炉等一般都采用集中式。这种形式的优点是安装维修方便, 液压装置的振动、发热等与主设备隔开; 缺点是增加了占地面积。

2. 分散式

分散式是将液压系统的供油装置、控制调节装置分散在主设备的各处。工程机械中如部分数控机床、起重机、推土机等移动设备一般都采用分散式。这种形式的优点是结构紧凑, 泄漏油易回收, 节省占地面积等; 缺点是安装维修不方便, 供油装置的振动、液压油的发热等都将对机床的工作精度产生不良影响。

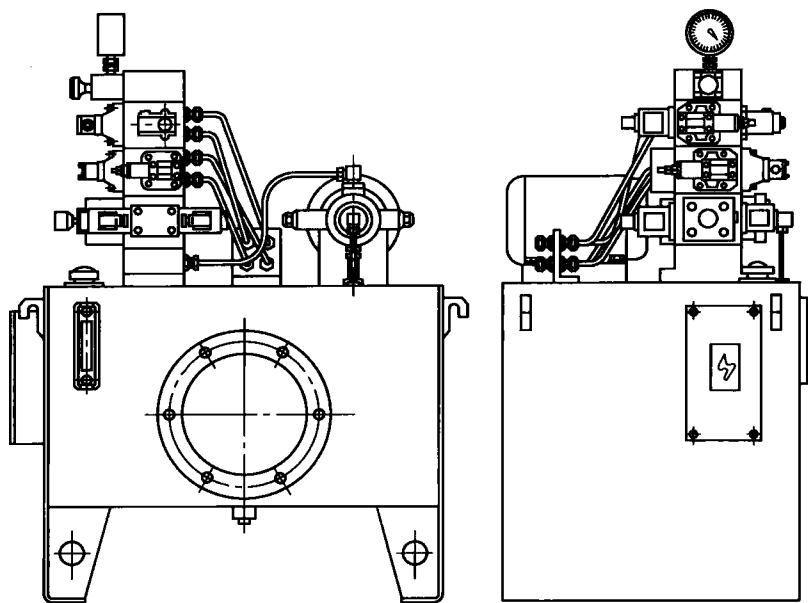


图0-4 集中式（液压站）



液压与气压传动的特点

0.3.1 液压传动的特点

液压传动与机械传动、电力传动方式相比，其优缺点如下。

1. 液压传动系统的优点

- (1) 液压传动能在较大范围内实现无级调速（调速范围可达 2 000）。
- (2) 在同等功率下，液压装置体积小，重量轻。例如液压马达的体积和重量只有同等功率电动机的 12% 左右。
- (3) 工作平稳，换向冲击小，便于实现快速起动、制动和频繁的换向。
- (4) 易于实现过载保护，安全性好。采用矿物油作为工作介质，自润滑性好。
- (5) 操纵控制方便，便于实现设备自动化。特别是和电气控制结合时，易于实现复杂的自动工作循环。
- (6) 液压控制元件标准化、系列化和通用化程度高，便于设计、制造和使用、维修。

2. 液压传动系统的缺点

- (1) 液压传动系统中存在的泄漏和油液的可压缩性影响了传动的准确性，故不宜用于要求具有

精确传动比的场合。

(2) 液压传动系统工作过程中往往有较大的能量损失(如泄漏损失、摩擦损失等),因此液压传动效率不高,并且不宜作远距离传动。

(3) 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条件下工作。

(4) 液压件制造精度较高,系统工作过程中发生故障时不易诊断和排除。

0.3.2 气压传动的特点

1. 气压传动系统的优点

(1) 以空气为工作介质,便于收集。使用后可以直接排入大气中,处理简单,不污染环境。

(2) 空气的黏度很小,在管道中的压力损失较小,因此压缩空气便于集中供应(空压站)和远距离输送。

(3) 压缩空气的工作压力一般较低,因此对气动元件的材料和制造精度要求较低。

(4) 工作环境适应性好,特别是在易燃易爆、多尘埃、强辐射、振动等恶劣环境下工作,比液压、电子、电气控制优越。

(5) 维护简单,使用安全可靠,能够实现过载保护。

2. 气压传动系统的缺点

(1) 由于空气的可压缩性大,所以气压传动工作速度的稳定性较差,易受负载变化的影响。

(2) 工作压力较低(一般为 $0.4\sim 0.8\text{MPa}$),系统输出力较小,传动效率较低。

(3) 排气噪声较大,在高速排气时需安装消声器。

总的来说,液压与气压传动的优点是主要的,而它们的缺点通过科学技术的发展不断得到克服或改善。如果将液压传动、气压传动、电力传动、机械传动合理地联合使用,发挥各种传动的优势,便可以设计出各种机电液气一体化设备。



液压与气压传动技术的发展及应用

0.4.1 液压与气压传动技术的发展

液压传动相对于机械传动是一门新的技术。17世纪中叶,法国物理学家帕斯卡提出静压传动原理,即帕斯卡原理,成为液压技术的理论基础。17世纪末期,英国著名科学家牛顿对液体黏度及其



阻力研究的成果,是现代流体动力润滑理论的基础。18 世纪中叶,瑞士科学家伯努利提出了理想液体常态运动方程,即伯努利方程。18 世纪末期,英国制造出世界上第一台水压机。液压传动在工业上被广泛采用和快速发展是在第二次世界大战后 50 多年的时间。

第二次世界大战期间,军事工业的需要促使液压技术得到迅猛发展。液压技术相继在飞机、坦克、舰艇等武器装备上推广使用。战后,液压技术很快转入民用工业,在机床、工程机械、冶金机械、塑料机械、农业机械、汽车、船舶等行业得到了广泛的应用和发展。20 世纪 60 年代以来,随着原子能技术、空间技术、计算机技术的发展,液压技术已成为包括传动、控制和检测在内的一门完整的自动化技术。当前,液压技术正向高压、高速、大功率、高效率、低噪声、经久耐用、高度集成化的方向发展。

气压传动是以压缩空气为工作介质进行能量传递或信号传递的工程技术,是实现各种生产控制、自动控制的重要手段之一。1880 年,人们第一次利用气缸做成气动制动装置,并将其用到火车的制动上。20 世纪 30 年代,气动技术成功用于车辆自动门的开启。尤其是 20 世纪 70 年代初,随着工业机械化和自动化的发展,气动技术广泛应用于生产自动化的各个领域。近年来气动技术应用领域已从机械、采矿、汽车、钢铁等重工业迅速扩展到化工、轻工和食品等行业。当前,气动技术正向高精度、高速度、小型化、复合集成化及节能环保等方向快速发展。

0.4.2 液压与气压传动技术的应用

液压与气压传动技术广泛应用于工业生产的各个部门。例如:机床上的进给系统采用液压传动,工程机械(挖掘机、装载机、起重机)、矿山机械、压力机械(压力机)以及航空航天工业中采用液压传动,而在电子工业、包装机械、印染机械、食品机械等方面多采用气压传动等。

在机床上,液压传动常应用在以下装置中。

(1) 进给运动传动装置。磨床砂轮架和工作台的进给运动大部分采用液压传动;车床、六角车床、自动车床的刀架或转塔刀架,铣床、刨床、组合机床的工作台等的进给运动也都可以采用液压传动。

(2) 往复运动传动装置。龙门刨床的工作台、牛头刨床或插床的滑枕,由于要作高速往复直线运动,并且要求换向冲击小、换向时间短、能耗低,因此都可以采用液压传动。

(3) 仿形装置。车床、铣床、刨床上的仿形加工可以采用液压伺服系统来完成,其精度可达 $0.01 \sim 0.02\text{mm}$ 。

(4) 辅助装置。机床上的夹紧装置、齿轮变速操纵装置、丝杠螺母间隙消除装置、垂直移动部件平衡装置、分度装置、工件和刀具装卸装置、工件运输装置等,采用液压传动后,有利于简化机床结构,提高机床自动化程度。

(5) 静压支承。重型机床、高速机床、高精度机床上的轴承、导轨、丝杠螺母机构等处采用液体静压支承后,可以提高工作平稳性和运动精度。

液压传动在其他机械工业部门的应用情况如表 0-1 所示。