

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

# 液压与气压传动

主 编 段卫民

 高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

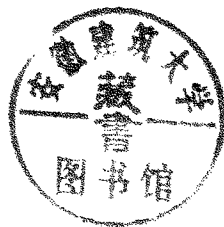
全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

# 液压与气压传动

Yeya yu Qiya Chuandong

主 编 段卫民

副主编 陈水胜 刘 辉



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容提要

本书是全国教育科学“十一五”规划课题的研究成果,是根据高等学校应用型人才的培养目标而编写的本科机械类专业系列教材之一。全书包含液压传动和气压传动两部分内容,共12章,主要讲述液压与气压传动的流体力学基本知识,液压与气压传动工作介质的工程应用,液压与气压元件的工作原理、组成及结构特点,液压与气压传动基本回路和典型系统的组成与分析,液压与气压传动系统的使用与维护、常见故障分析与排除方法等。每章后附有思考题和习题,附录摘录了最新的液压与气压传动图形符号的国家标准。

本书可作为高等学校机械类专业的液压与气压传动课程的教材,也可供高等专科学校、高等职业学校相关专业使用,亦可供相关工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

液压与气压传动 / 段卫民主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2012.11

ISBN 978-7-04-036269-5

I. ①液… II. ①段… III. ①液压传动-高等学校-教材②气压传动-高等学校-教材 IV. ①TH137  
②TH138

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第233827号

策划编辑 卢广 责任编辑 卢广 封面设计 于涛 版式设计 马敬茹  
插图绘制 尹莉 责任校对 刘莉 责任印制 韩刚

---

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社址	北京市西城区德外大街4号	网址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
邮政编码	100120		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
印刷	高教社(天津)印务有限公司	网上订购	<a href="http://www.landaco.com">http://www.landaco.com</a>
开本	787mm×960mm 1/16		<a href="http://www.landaco.com.cn">http://www.landaco.com.cn</a>
印张	24	版次	2012年11月第1版
字数	430千字	印次	2012年11月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定价	37.30元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物料号 36269-00

# 前 言

液压与气压技术是机电设备中发展速度最快的技术之一。特别是近年来,随着机电一体化技术的发展,液压与气压技术向更广阔的领域渗透。液压与气压技术是实现工业自动化的一种重要手段,具有广阔的发展前景。目前,液压技术在实现高压、高速、大功率、高效率、低噪声、高可靠性、高度集成化等方面都取得了重大进展,在完善发展比例控制、伺服控制,开发数字控制技术以及机电液一体化方面也有许多新成就。随着科学技术的进步,液压技术不断发展,应用范围不断扩大,其技术水平已成为衡量一个国家工业水平的重要标志之一。

液压与气压传动课程是高等学校机械类专业的主要专业基础课程和必修课程,其理论性与实践性较强。

本书是全国教育科学“十一五”规划课题研究成果,是根据高等学校应用型人才培养目标而编写的本科机械类专业系列教材之一,也可供高等专科学校、高等职业学校相关专业学生使用,亦可供相关工程技术人员参考。

本书力求贯彻少而精、理论分析与实际应用相结合的原则,淡化了系统设计与理论计算的内容,重点突出了液压油液的功能介绍和选择使用知识以及实际的液压与气压系统的使用与故障分析等内容。本书重点介绍了液压与气压技术基本原理在现代工业技术上的应用,并采用典型的数控机床和机械手等机电设备中的液压和气压系统为实例。本书介绍了叠加阀、插装阀、电液比例阀、电液数字阀等,力求反映我国液压与气动行业的最新情况。为了便于读者加深理解所学习的内容和自我测评,各章后都附有思考题和习题,使教材内容更具有适用性和实用性。

为了提高教学效率和质量,本书配套编制了CAI课件供用书学校免费使用(发邮件至 [duanweiminbnu@126.com](mailto:duanweiminbnu@126.com) 联系作者)。

本书由段卫民任主编,陈水胜、刘辉任副主编,具体编写分工为:北京师范大学珠海分校段卫民(第1、3、11章,附录),东莞理工学院城市学院谢明(第2、9章),华南理工大学广州汽车学院缪丹云(第4、7章),江西理工大学应用技术学院刘辉(第5、8章),广东工业大学华立学院郭联金(第6、10章),湖北工业大学工程技术学院陈水胜(第12章)。全书由段卫民统稿。

山东大学刘延俊教授对书稿进行了细致详尽地审阅,提出了许多宝贵的意

见和建议,在此表示衷心的感谢。

感谢本书编写过程中给予大力支持的北京师范大学珠海分校工程技术学院院长安宝生教授、各个参编单位的领导和同事以及参考文献的各位作者。

由于编者水平有限,书中不当之处恳请广大读者批评指正。

**编 者**

**2012年8月**

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 液压与气压传动的工作原理 .....	1
1.1.1 液压传动的工作原理 .....	1
1.1.2 气压传动的工作原理 .....	3
1.1.3 液压与气压传动系统的组成及类型 .....	4
1.2 液压与气压传动的特点和应用 .....	5
1.2.1 液压与气压传动的特点 .....	5
1.2.2 液压与气压传动的应用 .....	7
1.3 液压与气压技术的发展概况 .....	8
思考题和习题 .....	9
<b>第 2 章 液压与气压传动基本理论</b> .....	10
2.1 液体静力学基础 .....	10
2.1.1 液体静压力及其性质 .....	10
2.1.2 液体静力学基本方程 .....	10
2.1.3 压力的表示方法 .....	11
2.1.4 静压力传递原理 .....	11
2.1.5 静压力对固体壁面的作用力 .....	12
2.2 液体动力学基础 .....	12
2.2.1 基本概念 .....	12
2.2.2 连续性方程 .....	14
2.2.3 伯努利方程 .....	15
2.2.4 动量方程 .....	16
2.3 液体流动时的压力损失 .....	17
2.3.1 流态、雷诺数 .....	17
2.3.2 沿程压力损失 .....	18
2.3.3 局部压力损失 .....	20
2.3.4 液压系统中总的压力损失 .....	20
2.4 液体流经小孔和缝隙的流量 .....	21
2.4.1 液体流经小孔的流量 .....	21
2.4.2 液体流经缝隙的流量 .....	23
2.5 气体力学基础 .....	24

2.5.1	理想气体状态方程 .....	24
2.5.2	气体状态变化过程 .....	24
2.5.3	气体流动的基本方程 .....	26
2.6	液压冲击和空穴现象 .....	26
2.6.1	液压冲击 .....	26
2.6.2	空穴现象 .....	28
	思考题和习题 .....	29
<b>第3章</b>	<b>液压与气压传动的工作介质</b> .....	<b>31</b>
3.1	液压传动工作介质的性能及类型 .....	31
3.1.1	液压传动工作介质的类型 .....	31
3.1.2	液体的主要物理性质 .....	31
3.2	液压传动工作介质的主要性能要求 .....	35
3.2.1	粘度 .....	35
3.2.2	抗磨性 .....	36
3.2.3	氧化稳定性和热稳定性 .....	36
3.2.4	抗乳化性(水解稳定性) .....	36
3.2.5	消泡性 .....	37
3.2.6	防锈蚀性 .....	38
3.2.7	剪切稳定性 .....	38
3.2.8	材料相容性 .....	38
3.2.9	过滤性 .....	38
3.2.10	其他性能要求 .....	39
3.3	液压传动工作介质的分类及特点 .....	40
3.3.1	矿物油型液压油 .....	40
3.3.2	难燃型液液 .....	41
3.4	液压传动工作介质的选择和使用 .....	43
3.4.1	正确选择工作介质需要考虑的主要因素 .....	43
3.4.2	液压传动工作介质的选择 .....	44
3.4.3	液压传动工作介质的合理使用 .....	45
3.5	气压传动工作介质的性质和使用 .....	46
3.5.1	气压传动工作介质的性质 .....	47
3.5.2	气压传动工作介质的使用 .....	48
	思考题和习题 .....	49
<b>第4章</b>	<b>液压传动动力元件</b> .....	<b>50</b>
4.1	液压泵概述 .....	50
4.1.1	液压泵的工作原理 .....	50

4.1.2	容积式液压泵的基本工作条件 .....	50
4.1.3	液压泵的主要性能参数 .....	51
4.1.4	液压泵的分类 .....	53
4.2	齿轮泵 .....	53
4.2.1	齿轮泵工作原理 .....	54
4.2.2	齿轮泵的排量 and 流量 .....	54
4.2.3	齿轮泵的结构 and 特点 .....	55
4.2.4	提高外啮合齿轮泵压力的措施 .....	57
4.2.5	内啮合齿轮泵 .....	57
4.2.6	螺杆泵 .....	58
4.3	叶片泵 .....	59
4.3.1	双作用叶片泵 .....	59
4.3.2	单作用叶片泵 .....	60
4.3.3	限压式变量叶片泵 .....	61
4.4	柱塞泵 .....	64
4.4.1	径向柱塞泵 .....	64
4.4.2	轴向柱塞泵 .....	65
4.5	液压泵的主要性能及应用 .....	69
	思考题和习题 .....	69
<b>第5章</b>	<b>液压传动执行元件</b> .....	<b>71</b>
5.1	液压缸的类型 .....	71
5.2	各种类型液压缸及其特点 .....	72
5.2.1	活塞式液压缸 .....	72
5.2.2	柱塞式液压缸 .....	75
5.2.3	伸缩式液压缸 .....	75
5.2.4	摆动式液压缸 .....	76
5.2.5	齿条活塞式液压缸 .....	77
5.2.6	增压液压缸 .....	77
5.3	液压缸的典型结构与组成 .....	78
5.3.1	液压缸的典型结构 .....	78
5.3.2	液压缸组成部件 .....	78
5.4	液压缸设计计算 .....	81
5.4.1	液压缸设计的内容与步骤 .....	81
5.4.2	液压缸主要尺寸的确定 .....	82
5.4.3	液压缸的强度校核 .....	83
5.5	液压马达 .....	84



5.5.1 液压马达的分类及特点 .....	84
5.5.2 叶片马达 .....	85
5.5.3 轴向柱塞马达 .....	86
5.5.4 单作用曲轴连杆径向柱塞马达 .....	87
5.5.5 液压马达主要性能参数 .....	88
思考题和习题 .....	90
<b>第6章 液压传动控制元件</b> .....	<b>92</b>
6.1 概述 .....	92
6.1.1 液压阀的分类 .....	92
6.1.2 液压阀的性能参数和基本要求 .....	93
6.2 方向控制阀 .....	93
6.2.1 单向阀 .....	94
6.2.2 换向阀 .....	96
6.3 压力控制阀 .....	110
6.3.1 溢流阀 .....	110
6.3.2 减压阀 .....	115
6.3.3 顺序阀 .....	118
6.3.4 压力继电器 .....	120
6.4 流量控制阀 .....	121
6.4.1 节流阀 .....	122
6.4.2 调速阀 .....	125
6.4.3 分流集流阀 .....	129
6.5 插装阀与叠加阀 .....	131
6.5.1 插装阀 .....	131
6.5.2 叠加阀 .....	138
6.6 电液比例阀 .....	141
6.6.1 电液比例阀的特点及分类 .....	141
6.6.2 电液比例阀的工作原理 .....	141
思考题和习题 .....	144
<b>第7章 液压传动辅助元件</b> .....	<b>149</b>
7.1 蓄能器 .....	149
7.1.1 蓄能器的功用 .....	149
7.1.2 蓄能器的类型及特点 .....	150
7.1.3 蓄能器的使用和安装 .....	150
7.2 过滤器 .....	151
7.2.1 过滤器的基本要求 .....	151

7.2.2	过滤器的类型及特点 .....	152
7.3	油箱 .....	153
7.3.1	油箱的种类与结构 .....	153
7.3.2	油箱设计应注意的事项 .....	154
7.4	热交换器 .....	155
7.4.1	冷却器 .....	155
7.4.2	加热器 .....	156
7.5	密封装置 .....	157
7.5.1	密封形式和特点 .....	158
7.5.2	O形密封圈 .....	159
7.5.3	唇形密封圈 .....	160
7.5.4	组合式密封装置 .....	161
7.6	油管与管接头 .....	162
7.6.1	油管 .....	162
7.6.2	管接头 .....	163
	思考题和习题 .....	164
<b>第8章</b>	<b>液压传动基本回路 .....</b>	<b>165</b>
8.1	方向控制回路 .....	165
8.2	压力控制回路 .....	166
8.2.1	调压回路 .....	166
8.2.2	减压回路 .....	167
8.2.3	增压回路 .....	168
8.2.4	卸荷回路 .....	169
8.2.5	保压回路 .....	170
8.2.6	平衡回路 .....	171
8.3	速度控制回路 .....	172
8.3.1	调速回路 .....	172
8.3.2	快速运动回路 .....	184
8.3.3	速度换接回路 .....	186
8.4	多缸控制回路 .....	187
8.4.1	顺序动作回路 .....	188
8.4.2	同步动作回路 .....	189
8.4.3	互不干扰回路 .....	191
8.5	其他回路 .....	192
8.5.1	锁紧回路 .....	192
8.5.2	缓冲回路 .....	192

8.5.3  高效节能回路 .....	194
思考题和习题 .....	194
<b>第9章  典型液压传动系统 .....</b>	<b>199</b>
9.1  液压挖掘机液压系统 .....	199
9.1.1  主要工作过程 .....	199
9.1.2  液压挖掘机液压系统的特点 .....	203
9.2  轧机升降台液压系统 .....	203
9.2.1  升降台的功能结构 .....	203
9.2.2  液压系统及其工作原理 .....	204
9.2.3  液压升降台的技术参数及特点 .....	205
9.3  剪板机液压传动系统 .....	206
9.3.1  剪板机液压系统的工作原理 .....	207
9.3.2  剪板机液压系统的特点 .....	209
9.4  组合机床液压系统 .....	209
9.4.1  概述 .....	209
9.4.2  YT4543 型动力滑台液压系统的工作原理 .....	210
9.4.3  YT4543 型动力滑台液压系统的特点 .....	212
9.5  塑料注射成形机液压系统 .....	212
9.5.1  概述 .....	212
9.5.2  XS-ZY-250A 型注塑机液压系统的工作原理 .....	214
9.5.3  注塑机液压系统的特点 .....	215
思考题和习题 .....	215
<b>第10章  液压伺服系统 .....</b>	<b>216</b>
10.1  概述 .....	216
10.1.1  液压伺服控制原理 .....	216
10.1.2  液压伺服系统的分类 .....	218
10.1.3  液压伺服系统的特点 .....	219
10.1.4  液压伺服系统的组成 .....	219
10.2  液压伺服阀 .....	220
10.2.1  液压放大元件 .....	220
10.2.2  电液伺服阀 .....	224
10.2.3  电液数字阀 .....	230
10.3  液压伺服系统的应用 .....	236
10.3.1  车床液压仿形刀架 .....	236
10.3.2  机械手伸缩运动伺服系统 .....	237
10.3.3  卷取机电液伺服跑偏控制系统 .....	238

10.3.4	钢带张力控制系统 .....	241
10.3.5	液压助力器伺服系统 .....	241
	思考题和习题 .....	242
<b>第 11 章</b>	<b>液压系统的使用与维护 .....</b>	<b>244</b>
11.1	液压系统的安装与调试 .....	244
11.1.1	液压系统的安装 .....	244
11.1.2	流体连接件的安装 .....	244
11.1.3	液压元件的安装 .....	248
11.1.4	液压系统的清洗与试压 .....	250
11.1.5	液压系统的调试 .....	253
11.2	液压系统的泄漏与密封 .....	255
11.2.1	液压系统的泄漏 .....	256
11.2.2	液压系统的密封 .....	257
11.3	液压系统的故障分析与排除 .....	259
11.3.1	液压系统的故障原因分析 .....	259
11.3.2	液压系统的故障特征与诊断步骤 .....	260
11.3.3	液压系统的故障诊断方法 .....	261
11.3.4	液压系统的压力故障分析 .....	264
11.3.5	液压系统的动作故障分析 .....	267
11.3.6	液压系统的其他故障分析 .....	270
11.4	液压系统测试技术 .....	277
11.4.1	液压系统测试技术与方法 .....	277
11.4.2	测试系统的组成 .....	278
11.4.3	传感器 .....	278
11.4.4	测量装置的静态特征 .....	279
11.4.5	流体参量测量 .....	280
	思考题和习题 .....	284
<b>第 12 章</b>	<b>气压传动系统与使用 .....</b>	<b>285</b>
12.1	气源装置及其辅助元件 .....	285
12.1.1	气源及净化装置 .....	285
12.1.2	其他辅助元件 .....	292
12.2	气压传动执行元件 .....	295
12.2.1	气缸 .....	295
12.2.2	气马达 .....	301
12.3	气压传动控制元件 .....	304
12.3.1	方向控制阀 .....	304

12.3.2	压力控制阀 .....	310
12.3.3	流量控制阀 .....	317
12.3.4	气压逻辑元件 .....	318
12.4	气压传动基本回路 .....	324
12.4.1	方向控制回路 .....	324
12.4.2	压力和力控制回路 .....	325
12.4.3	速度控制回路 .....	327
12.4.4	其他控制回路 .....	330
12.5	典型气压传动系统 .....	334
12.5.1	气动机械手气压系统 .....	334
12.5.2	气动计量系统 .....	336
12.5.3	数控机床气压系统 .....	338
12.6	气压设备的使用及故障诊断 .....	343
12.6.1	气压系统的安装 .....	344
12.6.2	气压系统的调试 .....	345
12.6.3	气压系统的使用维护 .....	346
12.6.4	气压系统的故障诊断 .....	347
	思考题和习题 .....	355
<b>附录</b>	<b>部分液压与气压传动图形符号 .....</b>	<b>357</b>
附表 1	控制机构 .....	357
附表 2	方向控制阀 .....	358
附表 3	压力控制阀 .....	361
附表 4	流量控制阀 .....	362
附表 5	泵和马达 .....	363
附表 6	缸 .....	364
附表 7	附件 .....	366
<b>参考文献</b>	.....	<b>368</b>

# 第 1 章 绪 论

液压与气压技术是机电设备中发展速度最快的技术之一,特别是近年来,随着机电一体化技术的发展,液压与气压技术向更广阔的领域渗透。它是实现工业自动化的一种重要手段,具有广阔的发展前景。

## 1.1 液压与气压传动的工作原理

液压与气压传动是以流体(液体或压缩空气)为工作介质进行能量传递和控制的一种传动形式。其中,用液体作为工作介质进行传动的方式称为液体传动,按其工作原理不同,又可分为液压传动和液力传动两种。前者主要是利用液体的压力能来传递动力;后者主要是利用液体的动能来传递动力。

液压与气压传动的基本工作原理是相似的。

### 1.1.1 液压传动的工作原理

现以图 1-1 所示的液压千斤顶为例,简述液压传动的工作原理。由图 1-1 可知,大缸体 11 和大活塞  $A_2$  组成举升缸,杠杆手柄 1、小缸体 2、小活塞  $A_1$ 、单向阀 3 和 4 组成手动液压泵。如提起手柄使小活塞向上移动,小活塞下腔容积增大,形成局部真空,于是油箱 5 中的油液在大气压力的作用下,通过吸油管 6 推开单向阀 4 进入小活塞下腔(此时单向阀 3 关闭),即手动液压泵吸油。当用力压下手柄时,小活塞下移,其下腔的密封容积减小,油压升高,单向阀 4 关闭,单向阀 3 打开,下腔的油液经排油管道 9 进入大缸体 11 的下腔,迫使大活塞  $A_2$  向上移动一段距离,举起负载 12,即完成一次压油动作。当再次提起手柄吸油时,举升缸下腔的压力油将力图倒流入手动液压泵内,但此时单向阀 3 自动关闭,使油液不能倒流,从而保证了重物不会自行下落。不断地往复提、压手柄,就能不断地把油液压入举升缸下腔,使重物逐渐升起,达到起升重物的目的。当工作完毕,打开截止阀 8,举升缸下腔的油液通过管道 7 流回油箱。大活塞在重物和自重作用下向下移动,回到原始位置。

由液压千斤顶的工作过程可知,小液压缸与单向阀 3 和 4 一起完成吸油与

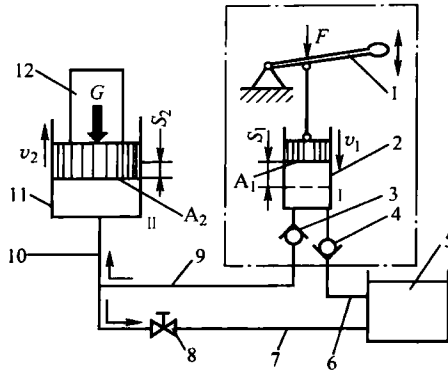


图 1-1 液压千斤顶工作原理图

- 1—杠杆手柄;2—小缸体;3、4—单向阀;5—油箱;6—吸油管;7—回油管;  
8—截止阀;9—压油管;10—管道;11—大缸体;12—负载

压油,将杠杆的机械能转换为油液的压力能输出,称为液压泵。大液压缸将油液的压力能转换为机械能输出,顶起重物,称为执行元件(液压缸)。在这里,大、小液压缸组成了最简单的液压传动系统,实现了运动和动力的传递。

机床工作台液压传动系统如图 1-2 所示。它由油箱 1、过滤器 2、液压泵 4、溢流阀 6、节流阀 5、换向阀 7、液压缸 8 以及连接这些元件的油管、接头等组成。该系统的工作原理是:电动机 3 驱动液压泵 4 旋转,从油箱 1 经过过滤器 2 吸油。拉动换向阀 7 手柄,泵输出的压力油经节流阀 5、换向阀 7 的右位进入液压缸 8 的右腔,推动活塞使工作台 9 向左运动,这时液压缸左腔的油液经换向阀 7 流回到油箱。

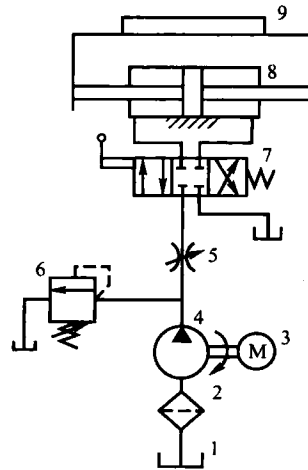


图 1-2 机床工作台液压系统工作原理图

- 1—油箱;2—过滤器;3—电动机;4—液压泵;  
5—节流阀;6—溢流阀;7—换向阀;8—液压缸;  
9—工作台

如果推动换向阀手柄使换向阀 7 处于左位状态,则压力油经换向阀 7 进入液压缸 8 左腔,推动活塞而使工作台 9 向右运动,液压缸右腔油液经换向阀 7 回到油箱。

工作台的运动速度由节流阀 5 来调节。改变节流阀的开口大小,可以改变进入液压缸的流量,从而控制液压缸活塞的运动速度。

为了克服推动工作台时受到的各种阻力,液压缸必须产生一个足够大的推力,而这个推力是由液压缸中的油液压力所产生的。要克服的阻力越大,液压缸中的油液压力就越高;反之,阻力小,压力就低。这就是液压传动的基本原理,即压力大小取决于负载。

溢流阀6的作用是调节和稳定系统的最大工作压力,并溢出定量泵多余的油液。当工作台工作进给时,液压缸活塞要克服大的负载并作慢速运动。因此,进入液压缸的压力油必须有足够的稳定压力才能推动活塞带动工作台运动。调节溢流阀的弹簧力,使之与液压缸最大负载力相平衡。当系统压力升高到稍大于溢流阀的弹簧力时,溢流阀便打开,使定量泵输出的部分油液经溢流阀流回油箱。这时系统压力不再升高,工作台保持稳定的低速运动,溢流阀对系统起到过载保护的作用。当工作台快速退回时,因负载小所需压力低,溢流阀关闭,泵的流量全部进入液压缸,工作台则实现快速运动。

如果将换向阀7转换到中间位置,则液压泵输出的压力油全部经溢流阀流回油箱,这时工作台停止运动。

综上所述,液压传动的基本特征是:以液体为工作介质,依靠密闭容器内的液体静压力来传递力,静压力的大小取决于负载;负载的速度取决于流量,其速度的传递是按液体容积变化相等的原则进行的。如果忽略损失,液压传动所传递的力与速度无关。

图1-1所示为液压系统的结构式原理图,其直观性好,容易理解,但图形复杂,绘制困难。为了简化系统图,目前各国均用元件的图形符号来绘制液压和气压系统图,如图1-2所示为液压系统的图形符号图。这些符号只表示元件的职能及连接通路,而不表示其结构和性能参数。目前我国的液压与气压系统及元件图形符号和回路图采用GB/T 786.1—2009所规定的图形符号绘制。

### 1.1.2 气压传动的工作原理

图1-3为气压剪切机的工作原理。图示位置为剪切前的预备状态,空气压缩机1输出的压缩空气经冷却器2、油水分离器3(降温及初步净化)、储气罐4(备用)、分水滤气器5(再次净化)、减压阀6、油雾器7、气动换向阀9到气缸10。此时换向阀A腔的压缩空气将阀芯推到上位,使气缸上腔充压,活塞处于下位,剪切机的剪口张开,处于预备工作状态。

当送料机构将工料11送入剪切机并到达规定位置时,工料将行程阀8的阀芯向右推动,换向阀A腔经行程阀8与大气相通,换向阀阀芯在弹簧的作用下移到下位,将气缸上腔与大气连通,下腔与压缩空气连通。此时活塞带动剪刀快速向上运动将工料切下。工料被切下后,即与行程阀脱离,行程阀阀芯在弹簧作



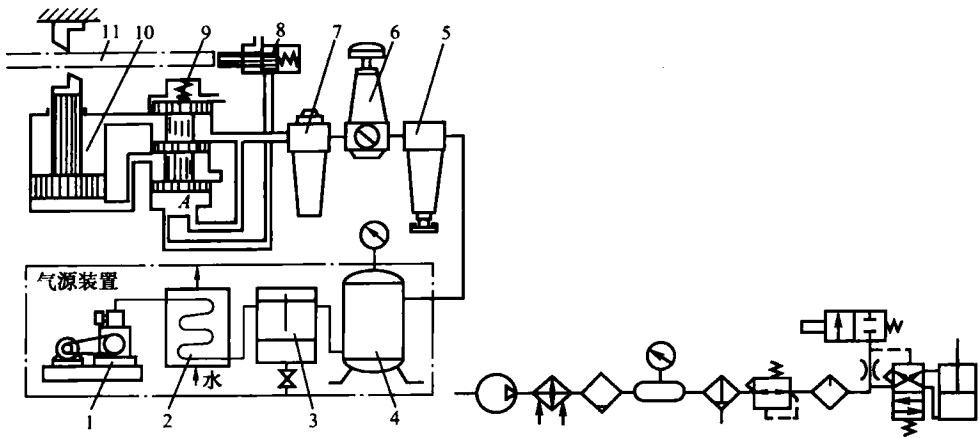


图 1-3 气压剪切机的工作原理图

1—空气压缩机;2—冷却器;3—油水分离器;4—储气罐;5—分水滤气器;6—减压阀;  
7—油雾器;8—行程阀;9—气动换向阀;10—气缸;11—工件

用下复位,将排气口封死,换向阀 A 腔压力上升,阀芯上移,使气路换向,气缸上腔进压缩空气,下腔排气,活塞带动剪刀向下运动,系统又恢复到图示预备状态,待第二次进料剪切。

从以上实例可以看到,气压传动是由压缩机将电动机的机械能转换为气体的压力能,然后通过气压缸或气压马达将气体的压力能再转换为机械能以推动负载运动。

### 1.1.3 液压与气压传动系统的组成及类型

液压与气压传动系统主要由以下几部分组成:

(1) 动力元件 把机械能转换成流体压力能的装置。一般为液压泵或空气压缩机。

(2) 执行元件 把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。

(3) 控制元件 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。例如溢流阀、流量阀、换向阀等。

(4) 辅助元件 保证系统正常工作所需要的上述三部分以外的装置。如油箱、过滤器、分水滤气器、油雾器、消声器、蓄能器、管件等。

(5) 工作介质 传递能量和信号的流体,即液压油或压缩空气。

一个液压与气压传动系统,不论其复杂程度如何,都是利用各种元件组成不同功能的基本回路,再由若干个基本回路有机地组合成能完成一定控制功能的