



应用型本科规划教材

(第二版)

液压和气压 传动与控制

主 编 张玉莲
副主编 黄方平 郑雄胜
夏春林 汪新中



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

应用型本科规划教材

液压和气压传动与控制

(第二版)

主 编 张 玉 莲
副 主 编 黄 方 平 郑 雄 胜
夏 春 林 汪 新 中
参 编 林 贇



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

内容简介

全书共分 11 章:第 1 章、第 2 章介绍液压传动的的基本知识和液压流体力学的基本理论;第 3 章至第 6 章分别介绍各类液压元件(泵、缸、马达、阀、辅件)的结构、原理、性能、特点与选用;第 7 章介绍常用液压基本回路的组成、功能、特点以及应用情况;第 8 章介绍电液比例控制技术和电液伺服阀的基本知识;第 9 章介绍不同类型典型液压系统的组成、工作原理和回路性能特点;第 10 章介绍液压系统的设计计算方法和步骤并给出设计实例;第 11 章介绍气压传动的基本知识,气源装置,气动元件的原理、性能,气动回路的应用等。

图书在版编目(CIP)数据

液压和气压传动与控制 / 张玉莲主编. —2 版. —杭州:浙江大学出版社, 2012. 5
ISBN 978-7-308-09911-0

I. ①液… II. ①张… III. ①液压传动—高等学校—教材②气压传动—高等学校—教材 IV. ①TH137②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 080646 号

液压和气压传动与控制(第二版)

张玉莲 主编

丛书策划 樊晓燕
责任编辑 王波
封面设计 刘依群
出版发行 浙江大学出版社
(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)
(网址:<http://www.zjupress.com>)
排版 杭州中大图文设计有限公司
印刷 浙江良渚印刷厂
开本 787mm×1092mm 1/16
印张 21.75
字数 529 千
版印次 2012 年 5 月第 2 版 2012 年 5 月第 3 次印刷
书号 ISBN 978-7-308-09911-0
定价 39.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

前 言

本书是在2006年12月在浙江大学出版社出版的《液压与气压传动与控制》的基础上修订改编的,可作为普通高等学校工科类机械设计制造及其自动化专业本科生的“液压与气压传动”课程教材,也可作为各类成人高校、高职、自学考试等有关机械类和近机械类专业的教学用书,并可作为从事流体传动与控制技术的科研设计单位、厂矿、企业等工程技术人员的参考书。全书共分十一章,第一章、第二章介绍液压传动的的基本知识和液压流体力学的基本理论;第三章至第六章分别介绍各类液压元件(泵、缸、马达、阀、辅件)的结构、原理、性能、特点与选用;第七章介绍常用液压基本回路的组成、功能、特点以及应用情况;第八章介绍比例控制技术和电液伺服阀的基本知识;第九章介绍不同类型典型液压系统的组成、工作原理和性能特点;第十章介绍液压系统的设计计算方法和步骤,并给出设计实例;第十一章介绍气压传动的基本知识,气源装置,气动元件的原理、性能,气动回路的应用等。

本书在编写过程中,本着突出应用、易教易学的原则,以培养高素质应用型人才的目标为主线,尽量使学生掌握抓实的理论基础,但又不追求理论深度,在打好基础的基础上,以培养工程实际能力为目标,强调“重基本理论、基本概念,淡化过程推导,突出工程应用”,力求反映液压与气动技术的最新成果,突出液压、气动系统在不同类型设备中的使用特点。在文字表达上,力求通俗、简洁,便于学生自学。考虑到知识的系统性、连续性与相对独立性,本书将液压传动部分与气压传动部分分开讲述,但考虑到液压与气压的共性,以液压为主。本书附录中的元件图形符号、回路以及系统原理图,全部按照国家最新图形符号绘制。书稿在原来的基础上对每章的内容进行了精简,并且做了光盘。

本书由浙江海洋学院机电工程学院张玉莲担任主编,浙江大学宁波理工学院黄方平、浙江海洋学院机电工程学院郑雄胜、浙江大学城市学院夏春林、杭州

电子科技大学汪新中担任副主编；参加编写的有浙江大学宁波理工学院林躐。其中第一、二、九、十章由张玉莲和郑雄胜编写，第三章由汪新中和郑雄胜编写，第四章由林躐和郑雄胜编写，第五章由汪新中和夏春林共同编写，第六、七章由黄方平编写，第八章由夏春林和郑雄胜编写，第十一章由黄方平和林躐编写。全书由张玉莲统稿，郑雄胜负责本书部分图表的绘制、修改和文字的校对。由郑雄胜和张玉莲负责光盘的制作。

本书在编写过程中得到了浙江大学出版社的大力支持和帮助，编者在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳请广大读者批评指正。

编 者

2012年3月

目 录

第 1 章 液压气压传动与控制概述	1
1.1 液压气压传动与控制的定义及工作原理	1
1.1.1 压力与负载的关系	2
1.1.2 速度与流量的关系	2
1.1.3 能量转换关系	3
1.2 液压和气压系统的组成和表示方法	3
1.2.1 液压和气压系统的组成	3
1.2.2 液压和气压系统的表示方法	5
1.3 液压和气压系统的优缺点	6
1.3.1 液压传动的优缺点	6
1.3.2 气压传动的优缺点	7
1.4 液压与气压传动的应用	7
1.5 液压与气压传动的发展前景	8
习 题	9
第 2 章 液压传动流体力学基础	10
2.1 液压传动工作介质的物理性质	10
2.2 液压油的污染及其控制	14
2.2.1 污染产生的原因	14
2.2.2 污染的危害	15
2.2.3 污染测定的方法与标准	15
2.2.4 防止污染的措施	16
2.3 液体静力学	17
2.3.1 液体静压力(压强)的性质和单位	17
2.3.2 液体压力的表示方法	18
2.3.3 静压力方程及其物理本质	18
2.3.4 液体静压力对固体壁面的作用力	19

2.4	液体动力学	20
2.4.1	基本概念	20
2.4.2	连续性方程	21
2.4.3	伯努利方程	22
2.4.4	动量方程	25
2.5	管道中液流的特性	27
2.5.1	液体的两种流态及雷诺数判断	27
2.5.2	沿程压力损失	28
2.5.3	局部压力损失	31
2.5.4	管路中总的压力损失	31
2.6	液体流经小孔和缝隙的流量压力特性	32
2.6.1	液体流经小孔的流量压力特性	33
2.6.2	液体流经缝隙的流量压力特性	34
2.7	液压冲击和气蚀现象	37
2.7.1	液压冲击	37
2.7.2	空穴现象	40
	习 题	42
第3章	液压泵	47
3.1	液压泵基本概念	47
3.1.1	液压泵的工作原理	47
3.1.2	液压泵的性能参数和特性曲线	49
3.1.3	液压泵的分类	51
3.1.4	液压泵的图形符号	51
3.2	齿轮泵	52
3.2.1	外啮合齿轮泵	52
3.2.2	内啮合齿轮泵	55
3.2.3	螺杆泵	56
3.3	叶片泵	57
3.3.1	单作用叶片泵	57
3.3.2	双作用叶片泵	62
3.4	柱塞泵	66
3.4.1	轴向柱塞泵	66
3.4.2	径向柱塞泵	74
3.5	液压泵的噪声及其控制	76
3.5.1	产生噪声的原因	76
3.5.2	降低噪声的措施	76
3.6	各类液压泵的性能比较及选用	77

习 题	78
第 4 章 液压执行元件	80
4.1 液压马达	80
4.1.1 液压马达的工作原理及分类	80
4.1.2 液压马达的性能参数	81
4.1.3 高速液压马达	82
4.1.4 低速液压马达	84
4.1.5 各类马达的性能比较及其选用	88
4.2 液压缸	89
4.2.1 液压缸分类及计算	89
4.2.2 液压缸的结构	95
4.2.3 液压缸的设计和计算	99
4.2.4 伺服液压缸系统	103
习 题	104
第 5 章 液压控制阀	107
5.1 概 述	107
5.1.1 液压控制阀的功用、分类	107
5.1.2 阀口的结构形式和流量计算公式	108
5.1.3 液动力	109
5.1.4 卡紧力	111
5.2 压力控制阀	113
5.2.1 概 述	113
5.2.2 溢流阀	113
5.2.3 减压阀	118
5.2.4 顺序阀	121
5.2.5 压力继电器	124
5.3 流量控制阀	126
5.3.1 概 述	126
5.3.2 节流阀	126
5.3.3 调速阀和溢流节流阀	129
5.4 方向控制阀	133
5.4.1 概 述	133
5.4.2 单向阀	133
5.4.3 换向阀	138
5.5 插装阀、叠加阀、数字阀	150
5.5.1 插装阀	150

5.5.2	叠加阀	156
5.5.3	数字阀	158
	习 题	160
第 6 章	液压辅助元件	165
6.1	概 述	165
6.2	滤油器	165
6.2.1	油的污染度和过滤器的过滤精度	165
6.2.2	过滤器的种类和典型结构	166
6.2.3	过滤器的选用原则、安装位置及注意的问题	167
6.3	蓄能器	169
6.3.1	蓄能器的作用、类型及其结构	169
6.3.2	蓄能器的参数计算	171
6.3.3	蓄能器的安装、使用与维护	172
6.4	油 箱	173
6.4.1	油箱的作用和种类	173
6.4.2	油箱的基本结构、设计、使用和维护	173
6.5	密封装置	174
6.5.1	系统对密封装置的要求	174
6.5.2	常用密封装置结构特点	175
6.5.3	密封装置的选用	177
6.6	管道与管接头	177
6.6.1	管 道	178
6.6.2	管接头	178
6.7	热交换器	180
6.7.1	冷却器	180
6.7.2	加热器	181
	习 题	181
第 7 章	液压基本回路	182
7.1	概 述	182
7.2	压力控制回路	183
7.2.1	调压回路	183
7.2.2	减压和增压回路	184
7.2.3	卸荷回路	185
7.2.4	平衡回路	186
7.2.5	保压回路	187
7.3	速度控制回路(一)——调速回路	188

7.3.1	调速回路概述	188
7.3.2	节流调速回路	189
7.3.3	容积调速回路	195
7.3.4	容积节流调速回路	198
7.3.5	调速回路的比较和选用	199
7.4	速度控制回路(二)——快速运动回路和速度换接回路	200
7.4.1	快速运动回路	200
7.4.2	速度换接回路	203
7.5	方向控制回路	205
7.5.1	换向回路	206
7.5.2	锁紧回路	207
7.6	多缸动作回路	208
7.6.1	顺序动作回路	208
7.6.2	同步回路	209
7.6.3	多缸快慢速互不干涉回路	212
	习 题	213
第 8 章	电液比例控制技术和电液伺服阀	227
8.1	电液比例控制技术	227
8.1.1	比例电磁铁	227
8.1.2	比例压力阀	229
8.1.3	比例方向阀	230
8.1.4	比例流量阀	231
8.1.5	电液比例控制系统	233
8.2	电液伺服阀	235
8.2.1	电液伺服阀	235
8.2.2	机液伺服阀	240
	习 题	243
第 9 章	典型液压系统	244
9.1	组合机床动力滑台液压系统	245
9.1.1	概 述	245
9.1.2	YT4543 型动力滑台液压系统工作原理	245
9.1.3	YT4543 型动力滑台液压系统特点	248
9.2	3150kN 通用压力机液压系统	248
9.2.1	概 述	248
9.2.2	3150kN 通用压力机液压系统工作原理	249
9.2.3	系统性能分析	252

9.3 注塑机液压系统	252
9.3.1 概 述	252
9.3.2 系统工作原理	253
9.3.3 系统性能分析	257
9.4 汽车起重机液压系统	257
9.4.1 概 述	257
9.4.2 Q2-8 型汽车起重机工作原理	258
9.4.3 Q2-8 型汽车起重机性能分析	262
9.5 车床液压系统	262
9.5.1 概 述	262
9.5.2 C7620 型卡盘多刀半自动车床工作原理	262
9.5.3 C7620 型卡盘多刀半自动车床的主要性能特点	264
9.6 数控加工中心液压系统	265
9.6.1 概 述	265
9.6.2 数控加工中心液压系统工作原理	265
9.6.3 系统特点	268
习 题	269
第 10 章 液压系统的设计计算	272
10.1 液压系统的设计方法与步骤	272
10.1.1 明确液压系统的设计要求	272
10.1.2 负载特性分析,确定主要参数	273
10.1.3 液压系统方案设计	274
10.2 液压元件的设计计算与选择	276
10.2.1 液压泵的计算与选择	276
10.2.2 液压阀的选择	277
10.2.3 油管和油箱的选择	277
10.3 液压系统性能验算	277
10.3.1 回路压力损失验算	278
10.3.2 发热温升验算	278
10.4 液压系统的设计计算实例	278
习 题	284
第 11 章 气压传动	285
11.1 气压传动概述	285
11.1.1 气动技术的特点	285
11.1.2 气动系统的组成	286
11.1.3 气动技术的应用和发展	287

11.2 气源装置及辅助元件·····	288
11.2.1 气源装置·····	288
11.2.2 辅助元件·····	292
11.2.3 管路系统设计·····	296
11.3 气动执行元件·····	297
11.3.1 气 缸·····	297
11.3.2 气动马达·····	301
11.4 气动控制元件·····	302
11.4.1 方向控制阀·····	302
11.4.2 压力控制阀·····	306
11.4.3 流量控制阀·····	309
11.4.4 气动逻辑元件·····	310
11.5 气动基本回路·····	313
11.5.1 换向控制回路·····	313
11.5.2 压力控制回路·····	314
11.5.3 速度控制回路·····	315
11.5.4 其他基本回路·····	317
11.6 气动系统实例·····	319
11.6.1 气液动力滑台气压系统·····	319
11.6.2 走纸张力气控系统·····	320
11.6.3 气动计量系统·····	321
习 题·····	322
附录 常用液压与气动元(辅)件图形符号·····	323
附表 1 基本符号、管路及连接·····	323
附表 2 控制机构和控制方法·····	324
附表 3 泵、马达和缸·····	325
附表 4 控制元件·····	326
附表 5 辅助元件·····	327
习题参考答案·····	328

第 1 章 液压气压传动与控制概述

【本章内容提要】

液压气压传动是属于自动控制领域的一门重要学科,它是 以流体(液体或压缩空气)为工作介质,以液体和气体的压力能进行能量传递和控制的一种传动形式。本章主要叙述了液压气压传动与控制的概念,揭示了液压和气压传动的基本原理,论述了压力与负载、速度与流量、液压功率与输出功率之间的关系。讲述了液压气压传动系统的组成和液压气压传动系统图的表示方法,以及液压气压传动的优缺点。最后介绍了液压气压传动的应用及发展前景。通过本章学习,使学生对液压气压传动与控制这门技术有一个初步的了解。

【基本要求、重点和难点】

基本要求:①掌握液压气压传动的定义,区分和其他传动形式的不同。了解液压气压传动的工作原理和传动实质。②了解液压气压传动系统的组成和系统图的表示方法。③了解液压气压传动系统的优缺点。④了解液压气压传动的应用情况及以后发展前景。

重点:①液压气压传动的工作原理。②液压气压传动系统图的表示方法。

难点:液压气压传动的工作原理。

1.1 液压气压传动与控制的定义及工作原理

液压气压传动系统是由一些功能不同的液压和气压元件组成,在密闭的回路中依靠运动的液体或气体进行能量传递,通过对液体或气体的相关参数(压力、流量)进行调节和控制,以满足工作装置输出力、速度(或转矩、转速)的一种传动装置。液压和气压传动的元件工作原理、系统构成等方面极其相似,所不同的是作为液压传动的液体几乎不可压缩,作为气压传动的空气有较大的压缩性。液压气压传动系统的类型很多,应用范围也十分广泛,下面以图 1-1 所示的液压千斤顶为例说明其工作原理。当向上提手柄 5 时,小缸 4 内的小活塞上移,小缸下部因容积增大形成真空,此时排油单向阀 3 关闭,油箱 1 内的液压油通过油管和吸油单向阀 2 被吸入到小缸下腔并充满。当向下压手柄 5 时,小活塞下移,液压油被挤出,压力升高,此时吸油单向阀 2 关闭,小缸 4 内的液压油顶开排油单向阀 3 进入大缸 7 的下腔,迫使大活塞向上移动举起重物 6。经过反复提升和压下手柄,就能将油箱的液压油不断吸入小缸,压入大缸,推动大活塞逐渐上移而将重物举起。为把重物从举高的位置顺利放下,系统设置了截止阀(放油螺塞)8。

图 1-1 中如果两根通油箱的管道与大气相通,则变成了气动系统的原理图。这种情况

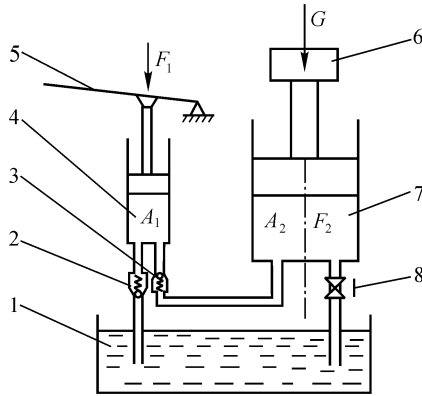


图 1-1 液压千斤顶的工作原理

1—油箱;2—吸油单向阀;3—排油单向阀;4—小缸;5—手柄;6—重物(负载);7—大缸;8—截止阀

下,上下按动手柄 5 一次,空气就通过阀 2 被吸入一次,经阀 3 输到大缸 7 的下腔一次。反复按动手柄,同样可以把重物提起。与液压系统不同的是,因气体有压缩性,不会一按手柄重物立即相应上移,而是手柄需被按动多次,使进入大缸 7 下腔中的气体逐渐增多,压力逐渐升高,一直到气体压力达到使重物上升所需的压力值时,重物才开始上升。在重物上升过程中,也不像液压系统那样,压力值基本保持不变(重物负载不变),因气体的压缩性较大,气压值会发生波动。图 1-1 所示的系统不能对重物的上升速度进行调节,也没有防止压力过高的安全措施,是一个简单的液压或气压系统,但同样充分揭示了液压或气压传动的压力与负载、速度与流量、输入功率与输出功率之间的关系。

1.1.1 压力与负载的关系

在图 1-1 中,设大、小活塞(也称大、小液压缸)的面积分别为 A_2 和 A_1 ,作用在大活塞上的外负载为 G ,大活塞下端的受力为 F_2 ,施加于小活塞上的作用力为 F_1 ,则在大腔(缸 7)中所产生的液体压力(压强)为(忽略活塞自重、摩擦力等) $p_2 = G/A_2 = F_2/A_2$,小腔(缸 4)的压力为 $p_1 = F_1/A_1$ 。根据帕斯卡原理:加在密封连通容器中的压力(压强)能够按照原来的大小无损失地向液体的各个方向传递,即 $p_1 = p_2 = p$ 。若忽略压力损失,则可以表示为

$$p = \frac{G}{A_2} = \frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1} \quad (1-1)$$

或

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{A_2}{A_1} \quad (1-2)$$

式(1-1)说明,在 A_1, A_2 一定时,负载 F_2 越大,系统中的压力 p 也越高,外界对系统的作用力 F_1 也越大,所以系统的压力 p 取决于外负载的大小。式(1-2)表明,当 $A_2/A_1 \gg 1$ 时,作用在小活塞上一个很小的力 F_1 ,便可以在大活塞上产生一个很大的力 F_2 ,以举起重物(负载)。

1.1.2 速度与流量的关系

在图 1-1 中,若不计液体的泄漏、可压缩性和系统的弹性变形等因素,则从小缸中排出的液体体积一定等于大缸中的液体体积,供活塞上升。设大、小缸活塞的位移分别为 s_2, s_1 ,

则有

$$s_1 A_1 = s_2 A_2 \quad (1-3)$$

或

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{A_1}{A_2} \quad (1-4)$$

式(1-4)表明两活塞的位移与两活塞的面积成反比。将式(1-3)两边同除以活塞运动的时间 t , 得

$$q_1 = A_1 v_1 = A_2 v_2 = q_2 = q \quad (1-5)$$

式中: v_1, v_2 ——小活塞和大活塞的平均运动速度;

q_1, q_2 ——小缸输出的平均流量和大缸输入的平均流量。

从式(1-5)可以得到一般公式

$$v = \frac{q}{A} \quad (1-6)$$

上式是液压传动中速度调节的基本公式。说明调节进入液压缸的液体流量, 即可调节活塞的运动速度。由此可见, 液压传动系统中, 执行机构的运动速度取决于输入流量的大小。

1.1.3 能量转换关系

由图 1-1 可知, 大活塞(液压缸)工作时输出的瞬时功率为负载与速度的乘积, 即

$$P = F_2 v_2 = F_2 \cdot \frac{q_2}{A_2} = \frac{F_2}{A_2} \cdot q_2 = p_2 q_2 \quad (1-7)$$

式中, P ——液压缸所输出的功率。

上式表明, 液压传动的功率等于液体的压力 p 和流量 q 的乘积, 所以压力和流量是液压传动中的两个重要的基本参数, 它们相当于机械传动中直线运动中的力和速度, 旋转运动中的转矩和转速。

1.2 液压和气压系统的组成和表示方法

1.2.1 液压和气压系统的组成

为了对液压和气压系统有一个更加清楚的了解, 下面给出一个工程实际中的液压和气压系统。图 1-2 所示是磨床液压传动系统图, 该液压系统能实现磨床工作台的往复运动及运动过程中的换向、调速及进给力的控制。为了实现这些功能, 需要在液压泵和液压缸之间设置一些装置。其工作原理如下: 电动机驱动液压泵 3 旋转, 从油箱 1 经过滤器 2 吸油, 向系统中提供具有一定流量的压力油。当换向阀 5 的阀芯处于图示位置时, 压力油经流量控制阀 4、换向阀 5 和管道 9 进入液压缸 7 的左腔, 推动液压缸 7 的活塞向右运动。液压缸 7 右腔的油液经管道 6、换向阀 5 和管道 10 流回油箱。当改变换向阀 5 阀芯的工作位置, 使其处于左端位置时, 液压缸 7 的活塞将反向运动。换向阀 5 的作用是实现磨床工作台的换向运动。流量控制阀 4(节流阀)的作用是用来调节磨床工作台的运动速度。溢流阀 11(压力控制阀)的作用是根据负载的不同来调节并稳定液压系统工作压力, 同时放掉液压泵 3 排

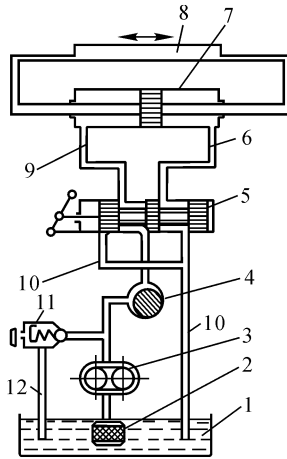


图 1-2 磨床液压系统工作原理

1—油箱；2—过滤器；3—液压泵；4—流量控制阀；5—换向阀
6,9,10,12—管道；7—液压缸；8—工作台；11—溢流阀

出的多余压力油,对整个液压系统起稳压和过载保护作用。工作台的移动速度是由流量控制阀 4 来调节的,开大流量控制阀的开口,进入缸 7 的流量增多,工作台的移动速度增大;反之,工作台的移动速度减慢。此时液压泵 3 排出的多余油液经溢流阀 11 和管道 12 流回油箱 1。系统工作时,缸 7 工作压力的大小取决于磨削工件所需的进给力的大小。液压泵 3 的工作压力由溢流阀 11 调定。

图 11-1 所示是气压传动系统,在气压发生装置和气缸之间有控制压缩空气的压力、流量和方向的各种控制元件和逻辑运算、检测、自动控制等信号控制元件,和使压缩空气净化、润滑、消声、传输所需要的一些装置。

从上面的例子可以看出,液压与气压传动系统主要由以下五部分组成。

(1)动力元件。动力元件是一种能量转换装置,将机械能转换成压力能。它们包括液压泵、气压发生装置。

(2)执行元件。执行元件也是一种能量转换装置,将流体的液压能转换成机械能输出。这种元件可以是做直线运动的液压缸、气缸,也可以是做旋转运动的液压马达、气动马达,还可以是做往复摆动的液压或气压缸(马达)。

(3)控制元件。控制元件是对液压或气压系统中流体的压力、流量及流动方向等参数进行控制和调节,或实现信号转换、逻辑运算和放大等功能的元件。这些元件对流体相关参数进行调节、控制、放大,不进行能量转换。

(4)辅助元件。辅助元件是指除上述三种元件以外的其他元件,即保证系统正常工作所需的辅助元件。如液压系统中的油箱、蓄能器、过滤器等;气压系统中的分水滤气器、油雾器、消声器等;液压与气压系统中的管道、管接头、压力表等。辅助元件对液压与气压系统的正常工作是必不可少的。

(5)工作介质。工作介质用来进行能量和信号的传递,是液压或气压能的载体。液压系统以液压油液或高水基液体作为工作介质,气动系统以压缩空气作为工作介质。

1.2.2 液压和气压系统的表示方法

图 1-2 和图 11-1 所示为半结构式的液压与气压系统的工作原理图,这样的图直观性强,容易理解,读图方便,但绘制起来较为麻烦,元件多时几乎不可能绘制出来。为了简化液压、气动系统的表示方法,通常采用图形符号来绘制系统的原理图,如图 1-3 和图 1-4 所示。各类元件的图形符号完全脱离了其具体结构形式,只表示其职能,由它们组成的系统原理图能简明表达系统的工作原理及各元件在系统中的作用,为此国家专门制定了相关的液压与气压传动常用图形符号的标准(见 GB 786.1—93 或附录)。图 1-3 和图 1-4 所示是图 1-2 和图 11-1 采用图形符号绘制的液压与气压系统的工作原理图。

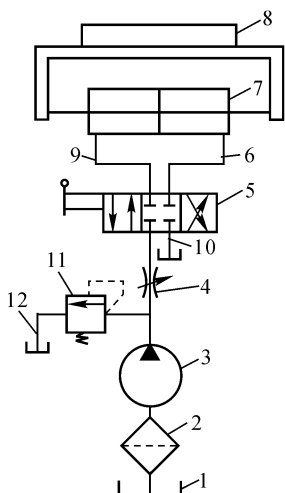


图 1-3 用图形符号表示的磨床液压系统工作原理图

1—油箱;2—过滤器;3—液压泵;4—流量控制阀;5—换向阀;
6,9,10,12—管道;7—液压缸;8—工作台;11—溢流阀

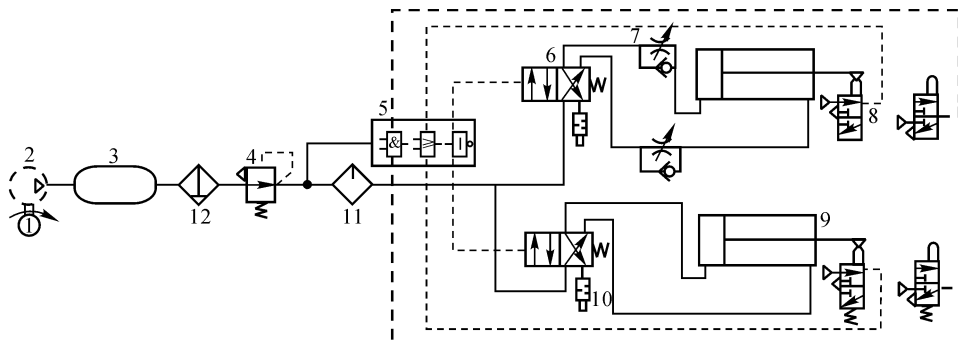


图 1-4 用图形符号表示的气压传动系统工作原理图

1—电动机;2—空气压缩机;3—气罐;4—压力控制阀;5—逻辑元件;6—方向控制阀
7—流量控制阀;8—行程阀;9—气缸;10—消声器;11—油雾器;12—分水过滤器