



21世纪高职高专规划教材·机械系列



液压与气压传动

苟维杰 主 编

马 峻 吕世霞 副主编

国防科技大学出版社

21 世纪高职高专规划教材

机械系列

液压与气压传动

苟维杰 主 编

马 峻 吕世霞 副主编

国防科技大学出版社

【内容简介】本书是为高职高专机械类专业编写的教材。

本书主要介绍了液压传动基础知识、液压元件、液压基本回路、气压传动基础知识、气源装置及气动元件、气动基本回路以及可编程控制器的应用。书中内容在兼顾理论和实践的同时,尽量体现新知识、新技术、新方法,以利于学生综合素质的形成和科学思维方式、创新能力的培养。

本书适合高职高专教学使用,也可供相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气压传动/苟维杰主编. —长沙:国防科技大学出版社,2010.8

ISBN 978-7-81099-787-4

I. ①液… II. ①苟… III. ①液压传动②气压传动
IV. ①TH137②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 149319 号

出版发行:国防科技大学出版社

网 址: <http://www.gfkdcbs.com>

策划编辑:党选丽 责任编辑:耿 筠 特约编辑:马子涵

印刷者:北京振兴源印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:14.75

字 数:368千字

版 次:2010年8月第1版

印 次:2010年8月第1次印刷

定 价:23.00元

21 世纪高职高专规划教材·机械系列

编审委员会

主 任 李文珍 清华大学机械工程系
中国铸造学会学术工作委员会委员

副 主 任 冯国明 西安交通大学机械工程学院
中国工程图学会全国理事
霍忠义 长安大学理学院

委 员 (以姓氏笔画为序)

王 艳	尹 楠	吕 勇	朱 磊	刘良瑞
刘品潇	吴志强	苏 辉	杨一平	李河水
李爱敏	连晓峰	辛会珍	陈建刚	苟向锋
苟维杰	赵晓东	贾 敏	浦艳敏	陶春生
常建啟	鲁昌国	穆亚辉		

课程审定 周 岩 哈尔滨工业大学机电工程学院
王 娜 兰州交通大学机电工程学院

内容审定 汪 净 兰州交通大学机电工程学院
陈智刚 江西现代职业技术学院机械学院
宗 琳 沈阳化工学院机械工程学院

出版说明

高职高专教育作为我国高等教育的重要组成部分,承担着培养高素质技术、技能型人才的重任。近年来,在国家和社会的支持下,我国的高职高专教育取得了不小的成就,但随着我国经济的腾飞,高技能人才的缺乏越来越成为影响我国经济进一步快速健康发展的瓶颈。这一现状对于我国高职高专教育的改革和发展而言,既是挑战,更是机遇。

要加快高职高专教育改革的步伐,就必须对课程体系和教学模式等问题进行探索。在这个过程中,教材的建设与改革无疑起着至关重要的基础性作用,高质量的教材是培养高素质人才的保证。高职高专教材作为体现高职高专教育特色的知识载体和教学的基本工具,直接关系到高职高专教育能否为社会培养并输送符合要求的高技能人才。

为促进高职高专教育的发展,加强教材建设,教育部在《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中,提出了“重点建设好3 000种左右国家规划教材”的建议和要求,并对高职高专教材的修订提出了一定的标准。为了顺应当前我国高职高专教育的发展潮流,推动高职高专教材的建设,我们精心组织了一批具有丰富教学和科研经验的人员成立了21世纪高职高专规划教材编审委员会。

编审委员会依据教育部高教司制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》,调研了百余所具有代表性的高等职业技术学院和高等专科学校,广泛而深入地了解了高职高专的专业和课程设置,系统地研究了课程的体系结构,同时充分汲取各院校在探索培养应用型人才方面取得的成功经验,并在教材出版的各个环节设置专业的审定人员进行严格审查,从而确保了整套教材“突出行业需求,突出职业的核心能力”的特色。

本套教材的编写遵循以下原则:

(1) 成立教材编审委员会,由编审委员会进行教材的规划与评审。

(2) 按照人才培养方案以及教学大纲的需要,严格遵循高职高专院校各学科的专业规范,同时最大程度地体现高职高专教育的特点及时代发展的要求。因此,本套教材非常注重培养学生的实践技能,力避传统教材“全而深”的教学模式,将“教、学、做”有机地融为一体,在教给学生知识的同时,强化了对学生实际操作能力的培养。

(3) 教材的定位更加强调“以就业为导向”,因此也更为科学。教育部对我国的高职高专教育提出了“以应用为目的,以必需、够用为度”的原则。根据这一原则,本套教材在编写过程中,力求从实际应用的需要出发,尽量减少枯燥、实用性不强的理论灌输,充分体现出“以行业为导向,以能力为本,以学生为中心”的风格,从而使本套教材更具实用性和前瞻性,与就业市场结合也更为紧密。

(4) 采用“以案例导入教学”的编写模式。本套教材力图突破陈旧的教育理念,在讲解的过程中,援引大量鲜明实用的案例进行分析,紧密结合实际,以达到编写实训教材的

目标。这些精心设计的案例不但可以方便教师授课,同时又可以启发学生思考,加快对学生实践能力的培养,改革人才的培养模式。

本套教材涵盖了公共基础课系列、财经管理系列、物流管理系列、电子商务系列、计算机系列、电子信息系列、机械系列、汽车系列和化学化工系列的主要课程。目前已经规划的教材系列名称如下:

财经管理系列

- 财经管理基础课
- 工商管理类
- 财务会计类
- 经济贸易类
- 财政金融类
- 市场营销类

机械系列

- 机械基础课
- 机械设计与制造类
- 数控技术类
- 模具设计与制造类
- 机电一体化类

计算机系列

- 公共基础课
- 计算机专业基础课
- 计算机网络技术类
- 计算机软件技术类
- 计算机应用技术类

公共基础课系列

物流管理系列

电子商务系列

电子信息系列

化学化工系列

汽车系列

对于教材出版及使用过程中遇到的各种问题,欢迎您通过电子邮件及时与我们取得联系(联系方式详见“教师服务登记表”)。同时,我们希望有更多经验丰富的教师加入到我们的行列当中,编写出更多符合高职高专教学需要的高质量教材,为我国的高职高专教育做出积极的贡献。

21 世纪高职高专规划教材编审委员会

序

21 世纪是科技和经济高速发展的重要时期,随着我国经济持续快速健康的发展,各行各业对高技能专业型人才的需求量迅速增加,对人才素质的要求也越来越高。高职高专教育作为我国高等教育的重要组成部分,在加快培养高技能专业型人才方面发挥着重要的作用。

与国外相比,我国高职高专教育起步时间短,这种状况与我国经济发展对人才大量需求的现状是很不协调的。因此,必须加快高职高专教育的发展步伐,提高应用型人才的培养水平。

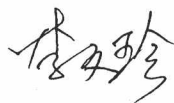
高职高专教育水平的提高,离不开课程体系的完善。相关领域人才的培养需要一批兼具前瞻性和实践性的优秀教材。教育部高教司针对高职高专教育人才培养模式提出了“以就业为导向”的指导思想,这也正是本套高职高专教材的编写宗旨和依据。

如何使高职高专教材既突出行业的需求特点,又突出职业的核心能力?这是教材在编写过程中必须首先解决的问题。本系列教材编委会深入研究了高职高专教育的课程和专业设置,并对以往的教材进行了详细分析和认真考察,力图在不破坏教材系统性的前提下,加强教材的创新和实践性内容,从而确保学生在学习专业知识的同时多动手,增强自己的实践能力,以加强“知”与“行”的结合。

本系列教材根据高职高专教育的要求,注重学生能力的培养,使在学习理论知识的同时更主要的是理论结合实践。本系列教材设置了“本章小结”和“习题”模块,方便学生学习并掌握所学知识点;而且根据科目的不同配有实践环节和实验环节等。通过这些栏目的设计,使本系列教材的内容更加丰富、条理更为清晰,为老师的讲授和学生的学习都提供了很大的便利。

经过辛勤努力,本系列教材终于顺利出版了。我们相信本系列教材一定能够很好地适应现代高职高专教育的教学需求,也一定能够在高职高专教育机械课程的改革中发挥积极的推动作用,为社会培养更多优秀的应用型人才。

清华大学机械工程系材料加工技术研究所副所长
中国铸造学会学术工作委员会委员



前 言

高职高专教育是我国高等教育的一个重要组成部分,其发展规模已占据我国高等教育的半壁江山,成为一支重要的主力军,但在教学改革方面与西方发达的高等教育相比,还相对落后。高职高专教育的培养目标是培养企业真正需要的具有实践动手能力的技术工人,这是当前高职高专教育改革的重点,也是一线教师真正关心的话题。与此相适应的高职高专的培养目标、课程教学、教材改革是目前急需解决的问题。

本教材在编写中体现了高职高专教育改革的方向,以培养岗位技术人员的综合能力为中心,淡化理论、强化应用,突出高职高专教育的特色,并且根据教育部制定的“高职高专教育课程教学基本要求”,将传统课程重新组合,缩短教学课时,力求突出应用性、针对性、岗位性和专业性等特点。

本教材共8章,主要讲述了液压与气压传动的基础知识,液压元件与气动元件的基本结构和工作原理,液压与气动系统基本回路以及可编程控制器的应用。书中内容在兼顾理论和实践的同时,避免了“全”而“深”的面面俱到,基础理论以应用为目的,以必要、够用为度,尽量体现新知识、新技术、新方法,以利于学生综合素质的形成和科学思维方式、创新能力的培养为准则。本教材力求内容新颖,紧跟国内相关技术的最新进展,同时兼顾国内高职高专院校相关专业的最新教学内容。

本教材由北京电子科技职业学院苟维杰任主编,马峻、吕世霞任副主编。其中,第1、2、5章由苟维杰编写,第3、4章由马峻编写,第6~8章由吕世霞编写。全书由苟维杰负责统稿。

本教材可作为高等职业技术学院、高等工程专科学校及各类成人高校机械类及机电类专业教材,也可供从事液压、气压技术工作的工程技术人员参考。

由于编者水平、时间有限,书中难免存在缺点和不足,敬请广大读者批评指正。

编 者

主要符号表

κ	——液压油的体积压缩系数	n_n	——额定转速
K	——液压油的体积弹性模量	$n_{\max}$	——最高转速
A	——两液压油层的接触面积	$n_{\min}$	——最低转速
μ	——绝对黏度	V	——排量
ν	——运动黏度	q_t	——理论流量
$^{\circ}E_t$	——恩式黏度	q_p	——实际流量
Re	——雷诺数	q_n	——额定流量
q	——流量	P_i	——输入功率
ξ	——局部阻力系数	P_o	——输出功率
ϵ	——相对偏心率	P_t	——理论功率
p_n	——额定压力	η_m	——机械效率
$p_{\max}$	——最高允许压力	η_v	——容积效率
p	——工作压力	η	——总效率
p_0	——吸入压力	Ma	——马赫数

目 录

第 1 章 绪论	1	2.2.4 帕斯卡原理与静止液体内压力的传递	21
1.1 液压与气压传动的工作原理及图形符号	2	2.2.5 液体作用于容器壁面上的力 ...	21
1.1.1 液压传动的工作原理及图形符号	2	2.3 液体动力学	22
1.1.2 气压传动的工作原理及图形符号	3	2.3.1 液体动力学的基本概念	22
1.2 液压与气压传动系统的组成和应用	4	2.3.2 流量和平均流速	24
1.2.1 液压与气压传动系统的组成 ...	5	2.3.3 连续性方程	25
1.2.2 液压与气压传动系统的应用 ...	5	2.3.4 伯努利方程	26
1.3 液压与气压传动的特点及发展趋势	6	2.4 流动液体的力学特性	28
1.3.1 液压传动的特点	6	2.4.1 管道内的流量及平均流速	28
1.3.2 气压传动的特点	7	2.4.2 沿程压力损失	29
1.3.3 液压与气压传动的发展趋势 ...	8	2.4.3 局部压力损失	29
1.4 实训项目	9	2.4.4 管道内的总压力损失	30
1.4.1 实训目的	9	2.5 孔口及间隙的压力流量特性	30
1.4.2 实训内容	9	2.5.1 薄壁小孔	30
本章小结	10	2.5.2 细长孔	31
习题 1	10	2.5.3 平行平板间隙	31
第 2 章 液压传动基础知识	11	2.5.4 环形间隙	33
2.1 液压油	11	2.6 液压冲击和气穴现象	34
2.1.1 液压油概述	11	2.6.1 液压冲击	35
2.1.2 液压传动系统对液压油的要求、液压油的选用及其污染与防护 ...	15	2.6.2 气穴现象	35
2.2 液体静力学	17	2.7 实训项目	36
2.2.1 液体静压力及其特性	17	2.7.1 实训目的	36
2.2.2 压力的表示方法及其单位	19	2.7.2 实训内容	36
2.2.3 液体静压力基本方程	19	本章小结	36
		习题 2	37
		第 3 章 液压元件	40
		3.1 液压泵	40
		3.1.1 液压泵的工作原理	40
		3.1.2 液压泵的主要性能参数	41
		3.1.3 齿轮泵	44

3.1.4 叶片泵	47	4.4.2 同步回路	115
3.1.5 柱塞泵	50	4.5 实训项目	119
3.2 液压马达和液压缸	53	4.5.1 实训目的	119
3.2.1 液压马达	53	4.5.2 实训内容	120
3.2.2 液压缸	54	本章小结	122
3.3 液压控制阀	58	习题 4	122
3.3.1 方向控制阀	58	第 5 章 气压传动基础知识	126
3.3.2 压力控制阀	68	5.1 空气的物理性质	126
3.3.3 流量控制阀	73	5.1.1 空气的组成与性质	127
3.4 液压辅助元件	77	5.1.2 空气的湿度和含湿量	128
3.4.1 蓄能器	77	5.1.3 压缩空气的品质	129
3.4.2 密封装置	79	5.2 理想气体的状态方程及其 状态变化过程	130
3.4.3 其他辅助元件	80	5.2.1 理想气体的状态方程	130
3.5 实训项目	82	5.2.2 理想气体的状态变化过程	130
3.5.1 实训目的	82	5.3 理想气体流动性规律	132
3.5.2 实训内容	82	5.3.1 理想气体流动的基本方程	132
本章小结	85	5.3.2 声速与马赫数	133
习题 3	85	5.3.3 气体在管道中流动的特性	133
第 4 章 液压基本回路	87	5.3.4 充气、放气温度与时间的 计算	135
4.1 方向控制回路	87	5.4 实训项目	136
4.1.1 换向回路	87	5.4.1 实训目的	136
4.1.2 锁紧回路	91	5.4.2 实训内容	136
4.2 压力控制回路	92	本章小结	136
4.2.1 调压回路	92	习题 5	136
4.2.2 减压回路	93	第 6 章 气源装置及气动元件	138
4.2.3 增压回路	94	6.1 气源装置	138
4.2.4 卸荷回路	95	6.1.1 空气压缩机的分类	139
4.2.5 平衡回路	96	6.1.2 活塞式容积型空气压缩机的 工作原理	139
4.2.6 保压回路	98	6.2 气源净化装置	140
4.2.7 缓冲回路	99	6.2.1 冷却器	140
4.3 速度控制回路	101	6.2.2 储气罐	141
4.3.1 调速回路	101	6.2.3 空气干燥器	141
4.3.2 快速运动回路	107		
4.3.3 速度换接回路	110		
4.4 多元件控制回路	112		
4.4.1 顺序动作回路	112		

6.3 气动辅助元件	143	7.3.2 双作用气缸速度控制回路 ...	168
6.3.1 分水滤气器	143	7.3.3 缓冲回路	169
6.3.2 油雾器	144	7.4 位置控制回路	170
6.3.3 消声器	144	7.4.1 气液联动位置控制回路	170
6.3.4 管道连接装置	145	7.4.2 多缸位置控制回路	171
6.3.5 气液转换器	145	7.4.3 手动阀、行程阀和电磁阀 位置控制回路	172
6.4 压力控制阀	146	7.5 逻辑控制回路	174
6.4.1 减压阀	146	7.5.1 梭阀逻辑控制回路	174
6.4.2 溢流阀	148	7.5.2 双压阀逻辑控制回路	174
6.4.3 顺序阀	149	7.6 安全保护回路	175
6.5 方向控制阀	150	7.6.1 过载保护回路	175
6.5.1 单向型方向控制阀	150	7.6.2 双手操作回路	176
6.5.2 换向型方向控制阀	152	7.6.3 互锁回路	177
6.6 流量控制阀	156	7.6.4 防止落下回路	177
6.6.1 节流阀	156	7.7 同步动作回路	178
6.6.2 单向节流阀	157	7.7.1 单向节流阀同步动作回路 ...	178
6.6.3 排气节流阀	157	7.7.2 气液联动缸同步动作回路 ...	178
6.7 气动逻辑元件	158	7.8 往复动作回路	179
6.7.1 梭阀	158	7.8.1 单往复动作回路	179
6.7.2 双压阀	159	7.8.2 时间控制式单往复动作回路 ...	180
6.8 实训项目	159	7.8.3 两次往复动作回路	181
6.8.1 实训目的	159	7.8.4 连续往复动作回路	182
6.8.2 实训内容	159	7.9 计数回路	182
本章小结	162	7.10 实训项目	183
习题 6	162	7.10.1 实训目的	183
第 7 章 气动基本回路	163	7.10.2 实训内容	183
7.1 压力控制回路	163	本章小结	186
7.1.1 气源压力控制回路	163	习题 7	186
7.1.2 工作压力控制回路	164	第 8 章 可编程控制器的应用	187
7.1.3 高低压转换回路	164	8.1 可编程控制器概述	187
7.1.4 增压回路	165	8.1.1 PLC 的概念	187
7.2 换向回路	166	8.1.2 PLC 的特点	188
7.2.1 单作用气缸换向回路	166	8.1.3 PLC 的发展趋势	189
7.2.2 双作用气缸换向回路	166	8.2 PLC 的组成、工作原理及 技术指标	190
7.3 速度控制回路	167		
7.3.1 单作用气缸速度控制回路 ...	167		

8.2.1 PLC 的组成	190	8.5 液压自动控制系统设计实例 ...	197
8.2.2 PLC 的工作原理	192	8.5.1 液压自动控制系统的	
8.2.3 PLC 的技术指标	193	工作原理	197
8.3 西门子 S7-300 系列 PLC 的		8.5.2 液压自动控制系统的	
编程语言	193	结构组成	198
8.3.1 梯形图	193	8.5.3 液压自动控制系统的	
8.3.2 语句表	194	软硬件设计	199
8.3.3 功能块图/逻辑功能图	194	8.6 气动自动控制系统设计实例 ...	203
8.3.4 结构化语句	195	本章小结	211
8.3.5 顺序功能图	195	习题 8	211
8.4 PLC 控制系统设计步骤	195		
8.4.1 PLC 控制系统设计的		附录 常用液压与气动元件	
基本原则	196	图形符号	212
8.4.2 PLC 控制系统设计的			
基本内容	196	参考文献	218
8.4.3 PLC 控制系统的设计步骤 ...	196		

第 1 章 绪 论

【案例导入】

尽管液压传动应用广泛、种类繁多、结构复杂,但其工作原理是相同的。磨床是机械加工中常用的加工设备,工作时其工作台要实现往复换向、直线运动、变速运动、任意位置停留四个动作。这四个动作可以通过一套完整的液压传动装置来实现,如图 1-1 所示为磨床工作台液压传动装置的工作原理。

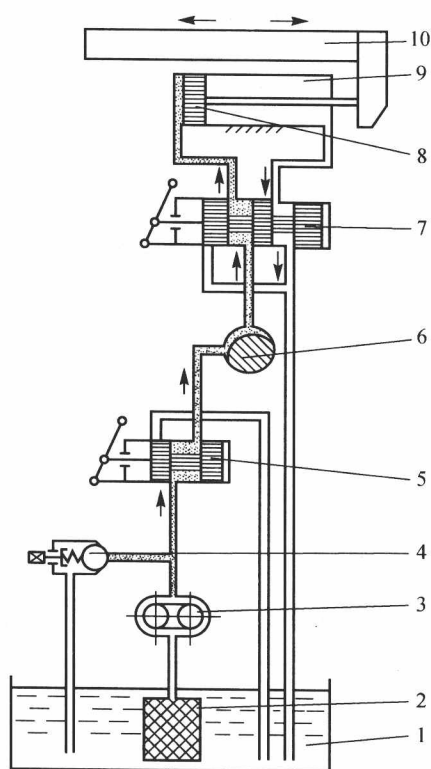


图 1-1 磨床工作台液压传动装置的工作原理

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

1.1 液压与气压传动的工作原理及图形符号

1.1.1 液压传动的工作原理及图形符号

1. 液压传动的工作原理

液压千斤顶是常见的液压传动装置,现以液压千斤顶为例简述液压传动的工作原理,如图 1-2 所示。由图可知,大液压缸 7 和大活塞 8 组成上下移动的举升液压缸。杠杆 6、小液压缸 5、小活塞 4 和单向阀 2、9 组成手动液压泵,向大液压缸 7 中供油。假设活塞在液压缸内可自由滑动(理想状态——无摩擦力)且不使液体渗漏,液压缸的油腔与油管都充满液体并与大气隔绝,即液体在密封容器内。当提起杠杆 6,使小活塞 4 向上移动时,小活塞 4 下腔容积增大,形成局部真空,此时单向阀 2 打开,通过吸油管 1 从油箱 12 中吸油;当压下杠杆 6,使小活塞 4 向下移动时,小活塞 4 下腔压力升高,此时单向阀 2 关闭,单向阀 9 打开,液体经油管 3 流入大液压缸 7 的下腔,使大活塞 8 向上移动,顶起重物。为防止再次提起杠杆 6 吸油时,大液压缸 7 下腔的液体倒流入手动液压泵中,设置一个单向阀 9,使其可自动关闭,使液体不能倒流,以保证重物不会自行下落。往复扳动杠杆,就能不断地将液体压入大液压缸 7 的下腔,使重物逐步提升。打开截止阀 11,大液压缸 7 下腔的液体通过油管 10 和截止阀 11 流回油箱 12,此时大活塞 8 在重物自重的作用下回到原始位置。

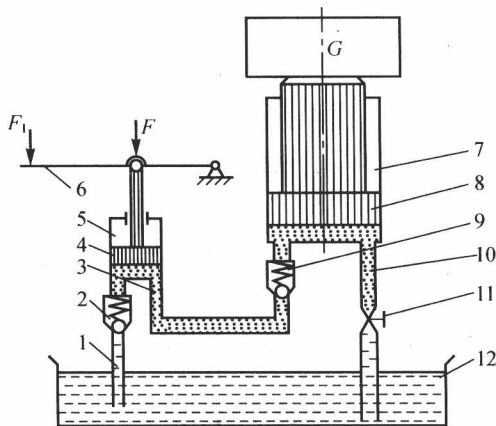


图 1-2 液压千斤顶的工作原理

1—吸油管; 2、9—单向阀; 3、10—油管; 4—小活塞; 5—小液压缸; 6—杠杆;
7—大液压缸; 8—大活塞; 11—截止阀; 12—油箱

因此,液压千斤顶是依靠密封油腔内液体的容积变化时所产生的压力来实现运动和动力传递的。从本质上讲液压传动是一种能量转换,它先将机械能转换为便于输送的液压能,然后再将液压能转换为机械能来做功。

2. 液压传动的图形符号

在实际工程中,除某些特殊情况外,液压传动系统中各液压元件一般采用国家标准规定的图形符号来表示,这些符号只表示液压元件的职能,不表示液压元件的结构和参数,通常

称为职能符号。我国国家标准 GB/T 786.1—2009 规定了液压传动的图形符号。如图 1-3 所示为磨床工作台液压传动装置的图形符号。

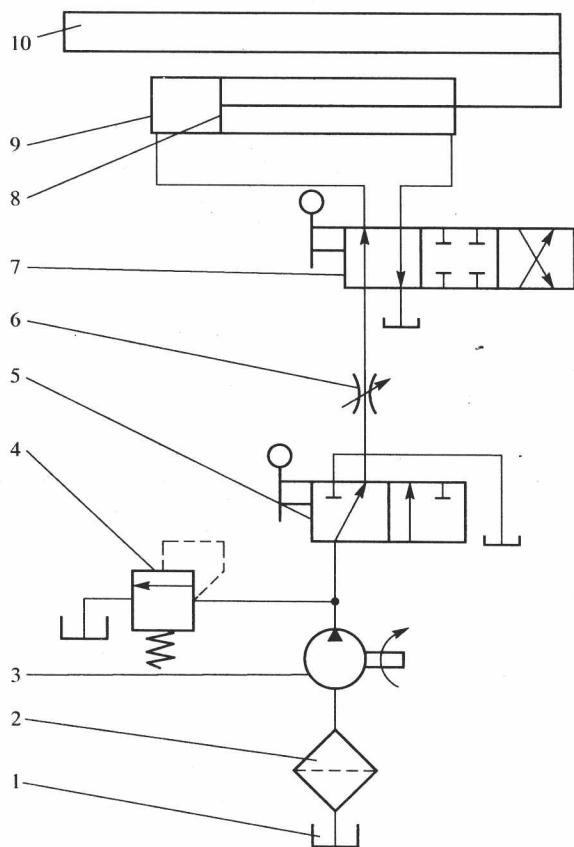


图 1-3 磨床工作台液压传动装置的图形符号

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

1.1.2 气压传动的工作原理及图形符号

1. 气压传动的工作原理

现以气动剪切机为例简述气压传动的工作原理,如图 1-4 所示,图示位置为剪切前的状态。空气压缩机 1 产生的压缩空气经冷却器 2、分水滤气器 3、储气罐 4、空气过滤器 5、溢流减压阀 6、油雾器 7,到达气控换向阀 9,部分压缩空气经节流通路进入气控换向阀 9 的下腔,使上腔弹簧压缩,气控换向阀 9 的阀芯位于上端。大部分压缩空气经气控换向阀 9 后进入气缸 10 的上腔,而气缸 10 的下腔经气控换向阀 9 与大气相通,故气缸 10 的活塞处于最下端位置。当上料装置把工料送入剪切机并到达规定位置时,工料压下行程阀 8,此时气控换向阀 9 下腔的压缩空气经行程阀 8 排入大气,在弹簧的推动下,气控换向阀 9 的阀芯向下运动至下端,压缩空气则经气控换向阀 9 后进入气缸 10 的下腔,气缸 10 的上腔经气控换向阀 9 与大气相通,气缸 10 的活塞向上运动,带动剪刀上行剪切工料。工料被剪下后,即与行程

阀 8 脱开。行程阀 8 的阀芯在弹簧作用下复位,气控换向阀 9 下腔的压缩空气经行程阀 8 排入大气的出口堵死。气控换向阀 9 的阀芯上移,气缸 10 的活塞向下运动,气动剪切机又恢复到剪切前的状态。

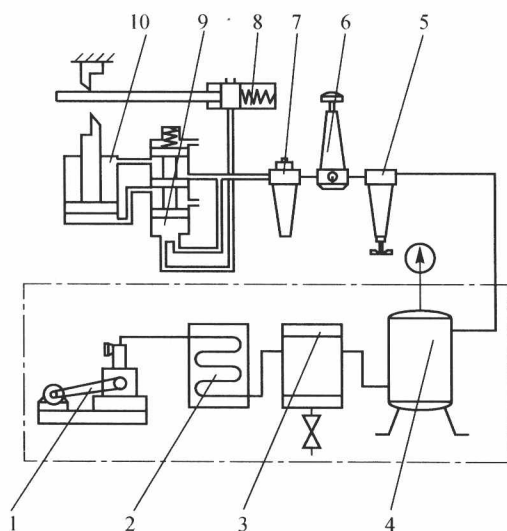


图 1-4 气动剪切机的工作原理

1—空气压缩机; 2—冷却器; 3—分水滤气器; 4—储气罐; 5—空气过滤器; 6—溢流减压阀;
7—油雾器; 8—行程阀; 9—气控换向阀; 10—气缸

2. 气压传动的图形符号

如图 1-5 所示为气动剪切机的图形符号。

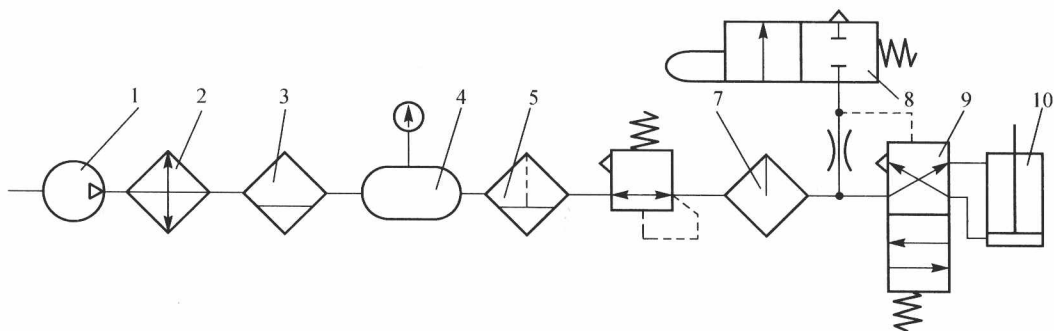


图 1-5 气动剪切机的图形符号

1—空气压缩机; 2—冷却器; 3—分水滤气器; 4—储气罐; 5—空气过滤器; 6—溢流减压阀;
7—油雾器; 8—行程阀; 9—气控换向阀; 10—气缸

1.2 液压与气压传动系统的组成和应用

一部完整的机器由原动机、工作机(含辅助装置)、传动机构及控制部分组成。原动机包括电动机和内燃机等。工作机是完成该机器的全部工作任务的直接工作部分,如剪床的剪