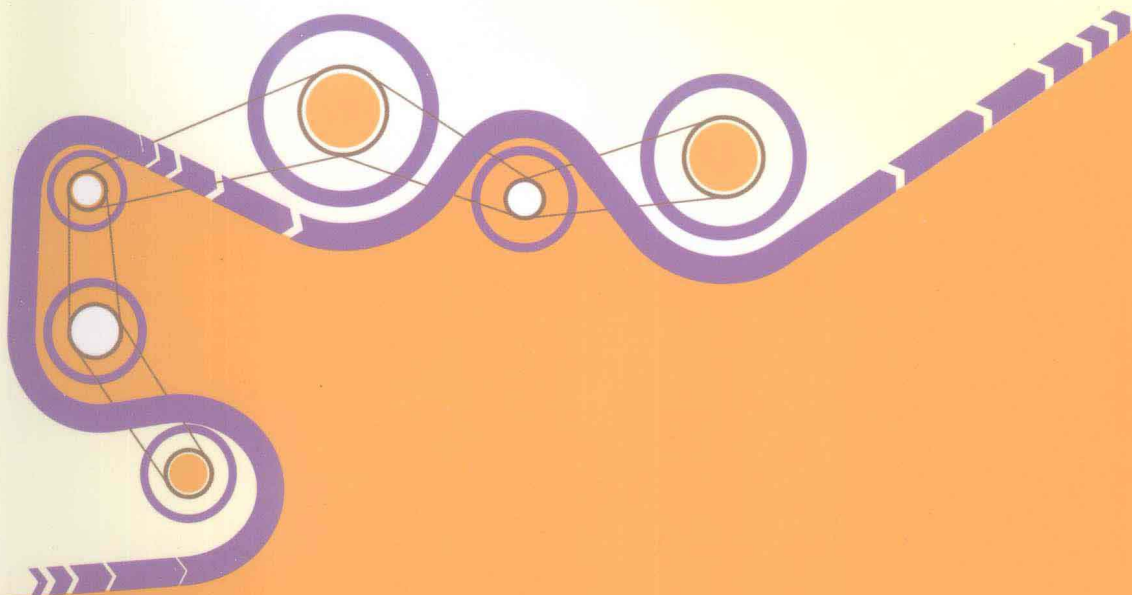


高职高专机电类工学结合模式教材

液压与气动技术

王美姣 主编
娄琳 谢芳 副主编
肖龙 主审

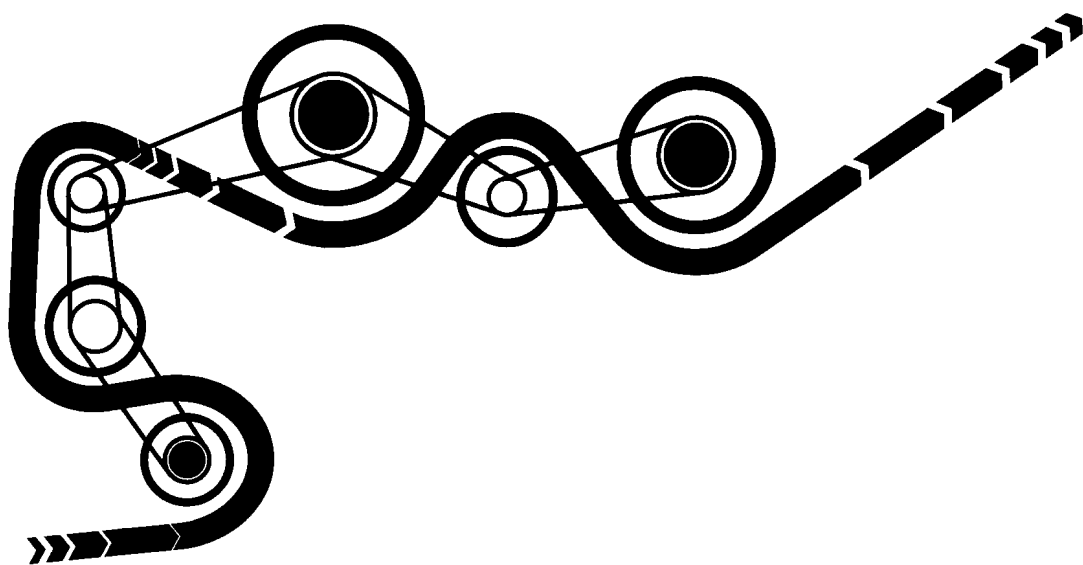


清华大学出版社

高职高专机电类工学结合模式教材

液压与气动技术

王美姣 主编
娄琳 谢芳 副主编
肖龙 主审



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本教材是按照高职高专教育突出应用能力和实践能力培养的要求,依据“够用、实用”的原则编写的。在教学内容设计上注重理论与生产实际的紧密联系,在内容取舍上力求做到少而精、少而够、少而实。以液压与气动技术应用为主线,重点讲述液压与气动技术的基本原理,注重培养学生应用和分析的能力,强调基本技能培养,对液压与气动系统使用和维护相关知识也进行了一定的阐述。同时注意先进技术的引入,以培养学生理解、分析、应用和创新的综合能力。

本教材可作为高职高专机电一体化技术、机械设计与制造、数控技术、模具设计与制造、数控设备应用与维护、自动化控制等机电类专业的教学用书,也可以作为教师、企业生产技术人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动技术/王美姣主编. —北京:清华大学出版社,2009.9

高职高专机电类工学结合模式教材

ISBN 978-7-302-20265-3

I. 液… II. 王… III. ①液压传动—高等学校:技术学校—教材 ②气压传动—高等学校:技术学校—教材 IV. TH137 TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 098333 号

责任编辑:贺志洪

责任校对:李 梅

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:17.75 字 数:402 千字

版 次:2009 年 9 月第 1 版 印 次:2009 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:28.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:031207-01

本教材按照高职高专教育突出应用能力和实践能力培养的要求,依据“够用、实用”的原则编写。

在教学内容设计上注重理论与生产实际的紧密联系,在内容取舍上力求做到少而精、少而够、少而实。以液压与气动技术应用为主线,重点讲述液压与气动技术的基本原理,注重培养学生应用和分析的能力,强调基本技能的培养,对液压与气动系统使用和维护相关知识也进行了一定的阐述。同时注意先进技术的引入,以培养学生理解、分析、应用和创新的综合能力。

为指导学生学习,培养学生的自学能力,在文字表述上,力求准确、简洁、通俗,并在每章节配有学习思路与指导。

液压技术与气动技术两部分内容既有联系,又相对独立,各学校可根据专业情况选用。考虑到液压与气动之间存在较多的共性,教材在对液压技术作了充分介绍的基础上,对气动技术的相关内容进行了适当的压缩,以避免不必要的重复。

本教材由河南职业技术学院王美姣担任主编,漯河职业技术学院娄琳和河南职业技术学院谢芳担任副主编,参编的有洛阳理工学院王长昕、河南职业技术学院楚雪平和邵立新。具体编写分工为:第1、2、8章由王美姣编写,第3、4章由王长昕编写,第5章由楚雪平编写,第6、12、14章由谢芳编写,第7、9、10章由娄琳编写,第11、13章由邵立新编写,附录由王美姣编写。全书由王美姣统稿,肖龙主审。

在编写本教材过程中,得到了相关单位和有关同志的大力支持与帮助,在此表示衷心感谢。

本书是高职高专机电一体化技术、机械设计与制造、数控技术、模具设计与制造、数控设备应用与维护、自动化控制等专业的教学用书,也可以作为教师、企业生产技术人员的参考书。

由于编者的水平有限,书中难免存在一些疏漏之处,恳请各教学单位和广大读者多提宝贵意见和建议,多多批评指正。

编 者

2009年5月4日



第 1 章 液压与气动技术概述	1
1.1 传动基础	1
1.2 液压与气压传动的工作原理	2
1.3 液压与气压传动系统的组成	4
1.4 液压与气压传动的特点与应用	7
1.4.1 液压与气压传动的特点	7
1.4.2 液压与气压传动的应用	7
1.4.3 液压与气压传动的发展	8
本章小结	8
思考与练习题	8
第 2 章 液压传动力学基础	9
2.1 液压传动的工作介质	9
2.1.1 工作介质的物理性质	9
2.1.2 工作介质使用性能要求	11
2.1.3 工作介质种类与选用	11
2.1.4 工作介质污染及控制	12
2.2 液体力学基础	13
2.2.1 液体静力学基础	13
2.2.2 液体动力学基础	16
2.2.3 液体在管路中流动的压力损失	21
2.2.4 小孔和缝隙流量特性	22
2.2.5 液压冲击和空穴现象	24
本章小结	26
思考与练习题	26
第 3 章 液压动力元件	27
3.1 液压泵概述	27
3.1.1 液压泵的工作原理和特点	27
3.1.2 液压泵的性能参数	28
3.1.3 液压泵的分类	29

3.2 齿轮泵	29
3.2.1 外啮合齿轮泵	30
3.2.2 内啮合齿轮泵	33
3.3 叶片泵	33
3.3.1 双作用叶片泵	33
3.3.2 单作用叶片泵	36
3.4 柱塞泵	37
3.4.1 径向柱塞泵	37
3.4.2 轴向柱塞泵	38
3.5 其他泵简介	42
3.5.1 螺杆泵	42
3.5.2 双级泵	42
3.5.3 双联泵	43
3.6 液压泵的选用	44
本章小结	44
思考与练习题	45
第4章 液压执行元件	46
4.1 液压马达概述	46
4.1.1 液压马达的分类	46
4.1.2 液压马达的工作原理	47
4.1.3 液压马达的主要性能参数	49
4.1.4 液压泵和液压马达的异同	51
4.1.5 液压马达的选用	51
4.2 液压缸	52
4.2.1 液压缸的类型和特点	52
4.2.2 液压缸的典型结构	57
4.2.3 缸体组件	57
4.2.4 活塞组件	58
4.2.5 密封装置	59
4.2.6 缓冲装置	59
4.2.7 排气装置	60
本章小结	61
思考与练习题	61
第5章 液压控制元件	62
5.1 液压控制阀概述	62
5.2 方向控制阀	64

5.2.1 单向阀	64
5.2.2 换向阀	66
5.3 压力控制阀	74
5.3.1 溢流阀	75
5.3.2 减压阀	78
5.3.3 顺序阀	81
5.3.4 压力继电器	84
5.4 流量控制阀	86
5.4.1 流量控制原理及节流口的形式	86
5.4.2 节流阀及其应用	88
5.4.3 调速阀	89
5.5 新型液压控制元件及其应用	92
5.5.1 比例阀	93
5.5.2 插装阀	98
5.5.3 叠加阀	104
5.5.4 电液数字控制阀	106
本章小结	107
思考与练习题	107
第 6 章 液压辅助装置	109
6.1 过滤器	109
6.1.1 过滤器的功用和性能	109
6.1.2 过滤器的类型	110
6.1.3 过滤器的选用与安装	113
6.2 蓄能器	114
6.2.1 蓄能器的功用	114
6.2.2 蓄能器的类型	116
6.2.3 蓄能器的安装与使用	118
6.3 油箱及其附件	119
6.3.1 油箱的功用与类型	119
6.3.2 油箱的结构	119
6.3.3 热交换器	121
6.4 管件与管接头	123
6.4.1 管件	124
6.4.2 管接头	125
6.5 压力计及压力计开关	130
6.6 密封装置	132
6.6.1 密封装置的功用和分类	132

6.6.2 密封圈的种类和特点	133
本章小结	135
思考与练习题	135
第7章 液压基本回路	136
7.1 方向控制回路	136
7.1.1 阀控方向控制回路	136
7.1.2 泵控方向控制回路	137
7.2 速度控制回路	138
7.2.1 调速回路	138
7.2.2 快速运动回路	141
7.2.3 速度换接回路	142
7.3 压力控制回路	143
7.3.1 调压回路	143
7.3.2 减压回路	144
7.3.3 卸荷回路	145
7.3.4 保压回路	146
7.3.5 平衡回路	147
7.4 多缸工作控制回路	148
7.4.1 同步回路	148
7.4.2 顺序动作回路	149
7.4.3 多执行元件互不干扰回路	151
7.5 其他回路	151
7.5.1 液压马达的其他回路	151
7.5.2 锁紧回路	153
本章小结	154
思考与练习题	154
第8章 典型液压系统实例	156
8.1 组合机床动力滑台液压系统	157
8.1.1 概述	157
8.1.2 YT4543 型动力滑台液压系统的工作原理	157
8.1.3 动力滑台液压系统的特点	160
8.2 压力机液压系统	160
8.2.1 概述	160
8.2.2 压力机液压系统的工作原理	161
8.2.3 压力机液压系统的特点	164
8.3 注塑机液压系统	165

8.3.1 概述	165
8.3.2 注塑机液压系统的工作原理	166
8.3.3 注塑机液压系统的特点	171
8.4 汽车起重机液压系统	171
8.4.1 概述	171
8.4.2 汽车起重机液压系统的工作原理	172
8.4.3 汽车起重机液压系统的特点	175
8.5 数控加工中心液压系统	175
8.5.1 概述	175
8.5.2 数控加工中心液压系统的工作原理	176
8.5.3 数控加工中心液压系统的特点	179
8.6 机械手液压系统	179
8.6.1 概述	179
8.6.2 机械手液压系统的工作原理	179
8.6.3 机械手液压系统的特点	183
本章小结	184
思考与练习题	184
第9章 液压伺服系统	188
9.1 液压伺服系统概述	188
9.1.1 液压伺服系统的组成及工作原理	188
9.1.2 液压伺服系统的类型	189
9.2 液压伺服系统的控制元件	190
9.2.1 滑阀式液压伺服阀	190
9.2.2 挡板式液压伺服阀	192
9.2.3 射流管式液压伺服阀	193
9.3 电液伺服阀	193
9.3.1 电液伺服阀的组成与分类	194
9.3.2 电液伺服阀的结构和工作原理	194
9.4 典型液压伺服系统实例	196
9.4.1 机液伺服系统	196
9.4.2 电液伺服系统	198
本章小结	199
思考与练习题	199
第10章 液压系统的使用与维护	201
10.1 液压系统的安装、调试与维护	201
10.1.1 液压系统的安装	201

10.1.2	液压系统的调试	202
10.1.3	液压系统的使用与维护	203
10.2	液压系统常见故障分析与排除	204
10.2.1	诊断方法	204
10.2.2	液压传动系统常见故障及排除方法	206
本章小结		213
思考与练习题		214
第 11 章	气压传动元件及应用	215
11.1	气源装置及气动辅助元件	215
11.1.1	空气压缩机	216
11.1.2	气动辅助元件	217
11.2	气动执行元件	220
11.2.1	汽缸	221
11.2.2	气动马达	224
11.3	气动控制元件及其应用	225
11.3.1	方向控制阀及方向控制回路	225
11.3.2	压力控制阀及压力控制回路	230
11.3.3	流量控制阀及速度控制回路	234
11.4	气动逻辑元件及其应用	237
11.4.1	高压截止式逻辑元件	237
11.4.2	滑阀式逻辑阀	239
11.4.3	逻辑回路	239
本章小结		240
思考与练习题		240
第 12 章	气压传动常用回路	241
12.1	气-液联动回路	241
12.1.1	利用气-液转换器的控制回路	241
12.1.2	用气-液阻尼缸的控制回路	243
12.2	程序动作回路	243
12.2.1	顺序动作回路	244
12.2.2	往复动作回路	244
12.2.3	延时控制回路	245
12.2.4	计数回路	246
12.2.5	同步动作回路	247
12.3	安全保护回路	247
12.3.1	双手操作安全回路	247

12.3.2 其他安全保护回路	248
本章小结	249
思考与练习题	249
第 13 章 气压传动系统实例	250
13.1 车门气动控制系统	250
13.2 气动机械手控制系统	251
13.3 气动钻床气压传动系统	253
13.4 数控加工中心气压换刀系统	254
本章小结	255
思考与练习题	255
第 14 章 气动系统的使用与维护	257
14.1 气动系统的安装、调试与维护	257
14.1.1 管路系统的安装、调试与维护	257
14.1.2 控制元件的安装、调试与维护	259
14.2 气动系统的故障分析与排除	260
14.2.1 压缩空气中的杂质引起气动系统的故障	260
14.2.2 气动元件的故障	261
14.2.3 执行元件的故障	263
14.2.4 气动辅件的故障	264
本章小结	264
思考与练习题	264
附录 A 常用液压与气动图形符号	265
参考文献	269



液压与气动技术概述

1.1 传动基础

学习思路与引导

- 结合机器设备组成,了解传动部分的作用。
- 对比各种传动类型的特点,理解液压与气压传动的实质。

在现代化生产和生活中,人们广泛地应用着各种各样的机器设备,如汽车、飞机、金属切削机床等。尽管其种类繁多,结构、性能和功用也各不相同,但从功能来看,任何一种机器设备,基本上都是由原动部分、工作部分、传动部分和辅助部分组成。原动部分是动力(能量)的来源,工作部分完成机器设备预定动作或功能,而传动部分是把原动部分的能量传递给工作部分的中间环节。其类型有:机械传动、电传动、流体传动、复合传动等。

1. 机械传动

机械传动作为最早出现的传动形式,是一切传动的基础。它依靠机械装置传递能量(运动和动力),有摩擦传动(摩擦轮传动、带传动)和啮合传动(齿轮传动、蜗杆传动、螺旋传动、链传动)两种形式。

2. 电传动

电传动是指利用电动机将电能转变为机械能以驱动机器工作。电传动由电动机、传输机械能的传动机构和控制电动机运转的电气控制装置组成,有交流电动机传动和直流电动机传动两种形式。现代工业中的电传动已经与各种控制元件组成了自动电力传动系统,对机械实现自动控制。

3. 流体传动

流体传动是指通过流体的压力能来传递运动和动力,分为气体传动

和液体传动。

气体传动主要是指气压传动,它是以压缩空气为动力的一种传动形式,通过对压缩空气的压力、流量和方向的控制来驱动和控制执行机构,以实现各种预定动作并对外做功。如公交车车门、旋转门的工作就是通过气压传动来实现的。

液体传动是以液体作为工作介质对动力和运动进行传递和控制的传动形式,主要包括液压传动和液力传动。液压传动是利用密闭工作容积内液体的压力能来传递运动和动力的,其能量转换是通过容积变化来实现的,又称为容积式液体传动。如千斤顶、液压挖掘机、磨床工作台等利用的都是液压传动。液力传动是利用运动液体的动能来传递运动和动力的,又称为动力式液体传动。如内燃机车、各类汽车利用的都是液力传动。

对比气体和液体传动可知,液压与气压传动是研究以有压流体(压力油或压缩空气)为能源介质,来实现各种机械的传动和自动控制的学科。液压传动与气压传动实现传动和控制的方法基本相同,都是根据流体力学的基本原理,利用流体的压力能传递和控制各种机械零部件运动,利用液压(气压)元件组成所需要的各种基本控制回路,并再由若干基本回路有机组合构成能完成一定控制功能的传动系统,进而实现能量的转换、传递与控制。

4. 复合传动

从总体上对比分析研究各类传动的本质特征,并使其扬长避短、优势互补、有机匹配地用于机器的多种传动相结合的新的传动形式称为复合传动。在流体传动与控制领域内常常采用气-液传动、机液传动、电液传动或机、电、液、气等传动相结合的复合传动形式,如公交车的运动(电传动和机械传动)。

近年来,流体传动技术借助和移植了电子技术、计算机技术、自动控制技术以及新材料和新工艺等后取得了显著的成果。尤其是电子、IT技术和流体传动技术的相互融合,产生了多种复合传动形式,更使其提高了与电传动的竞争能力,取得新的活力。目前由于科学技术的迅猛发展,已能实现机、电、液、气、磁、声、光等各种科学技术的相互交叉、渗透,使设计对象达到整体综合优化,从而创造出全新的技术综合体——复合传动的新元件、新机构和新机器。

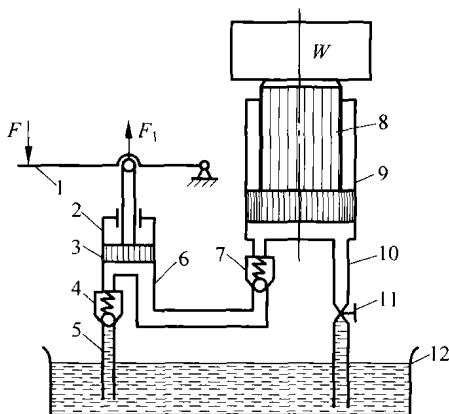
1.2 液压与气压传动的工作原理

学习思路与引导

- 结合液压千斤顶的工作过程,分析提高举升重物重量及速度的方法。
- 结合压力、运动和功率关系,分析决定液压设备负载和运动速度大小的因素。

如图 1-1 所示为一液压千斤顶,大缸体 9 和大活塞 8 组成举升液压缸。杠杆手柄 1、小缸体 2、小活塞 3、单向阀 4 和 7 组成手动液压泵。其工作过程如下:提升手柄使小活塞向上移动,其下端油腔容积增大,形成局部真空;此时,油箱 12 中的油液会在大气压力作用下,经吸油管 5 顶开单向阀 4 进入泵下腔;压下手柄使小活塞下移时,其下腔压力升

高,单向阀 4 关闭,下腔内的油液经管道 6 顶开单向阀 7 进入大缸体 9 下腔,使大活塞 8 向上移动顶起重物。再次提起手柄吸油时,大缸体下腔的压力油有倒流入手动泵内的趋势,但此时单向阀 7 自动关闭,使油液不能倒流,保证了重物不会自行下落。反复上下扳动杠杆手柄,液压油会不断地挤压到大缸体内,使重物慢慢升起。重物上升到预定高度,停止扳动杠杆手柄,大活塞停止上升。欲使重物落回原位,只需打开截止阀 11,大缸体下腔的油液便在重力作用下通过管道 10、截止阀 11 流回油箱,重物将随大活塞一起向下移动。



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

图 1-1 液压千斤顶的工作原理

从液压千斤顶工作过程分析,可得出如下知识点。

1. 液压传动实质

① 能量转换。先将杠杆运动的机械能转换成便于输送的压力能,然后再将压力能转换为使重物上升的机械能,即机械能→压力能→机械能。

② 容积变化。小活塞 3 下腔密闭容积增大——吸油；小活塞 3 下腔密闭容积减小——压油。大活塞 8 下腔密闭容积增大——重物上升；大活塞 8 下腔密闭容积减小——重物下降。

③ 传递介质。该机构的传递介质为液压油。

2. 液压传动关系

① 压力关系。设小、大活塞的作用面积分别 A_1 、 A_2 , 杠杆作用在小活塞上的力为 F_1 , 重物(负载)为 W , p 为从小活塞下腔到大活塞下腔之间的系统工作压力, 若不计任何压力损失, 根据帕斯卡原理“在密闭容器内, 施加于静止液体上的压力将以等值同时传递到液体各点”有:

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

分析 W 从 0 到 ∞ 变化情况可知, 系统工作压力 p 随负载 W 变化而变化, W 为 0 时,

系统工作压力 p 为 0, 即当没有负载时, 系统工作压力建立不起来; W 为 ∞ 时, 系统工作压力 p 为 ∞ , 即当负载超过设备的承载能力时, 系统工作压力趋于无穷大, 势必会损坏液压元件, 为此必须采取保护措施。由此建立起一个很重要的基本概念, 即“在液压和气压传动中, 系统工作压力取决于外负载, 而与流入的流体多少无关”。

② 运动关系。设小、大活塞位移分别为 h_1 、 h_2 , 小、大活塞的运动速度分别为 v_1 、 v_2 , q 为单位时间内油液流过某一截面面积 A 的体积(称为流量)。若不考虑液体的可压缩性、泄漏和缸体、管路的变形, 由图 1-1 中可知, 被小活塞挤压出的油液的体积必然等于顶起大活塞向上升起的油液的体积, 即 $A_1 h_1 = A_2 h_2$, 将其两端同除以活塞移动的时间 t 则有:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 = q \quad (1-2)$$

由式(1-2)可知: 调节进入液压缸的流量 q , 即可调节活塞的运动速度 v , 这就是液压与气压传动能够实现无级调速的基本原理, 即“活塞的运动速度取决于进入液压(气压)缸(马达)的流量, 而与流体压力的大小无关”。

③ 功率关系。由式(1-1)和式(1-2)可得到

$$F_1 v_1 = W v_2 \quad (1-3)$$

上式说明在不计损失的情况下输入功率等于输出功率。由式(1-2)还可得出:

$$P = p A_1 v_1 = p A_2 v_2 = p q \quad (1-4)$$

可知液压与气压传动中的功率 P 等于压力 p 和流量 q 的乘积, 压力和流量是流体传动中最重要、最基本的两个参数, 相当于机械传动中的速度和力, 其乘积即为功率。

3. 液压气压传动的工作原理

液压千斤顶虽然是一个简单的液压传动装置, 但是通过对其工作原理的分析可以看出, 液压与气压传动都是以流体为工作介质, 利用流体的压力能来传递运动和动力的一种传动方式, 并具有以下基本特征:

- ① 以流体为传动介质来传递运动和动力。
- ② 液压与气压传动必须在密闭容器内进行。
- ③ 依靠密闭容器的容积变化传递运动。
- ④ 依靠流体的静压力传递动力。

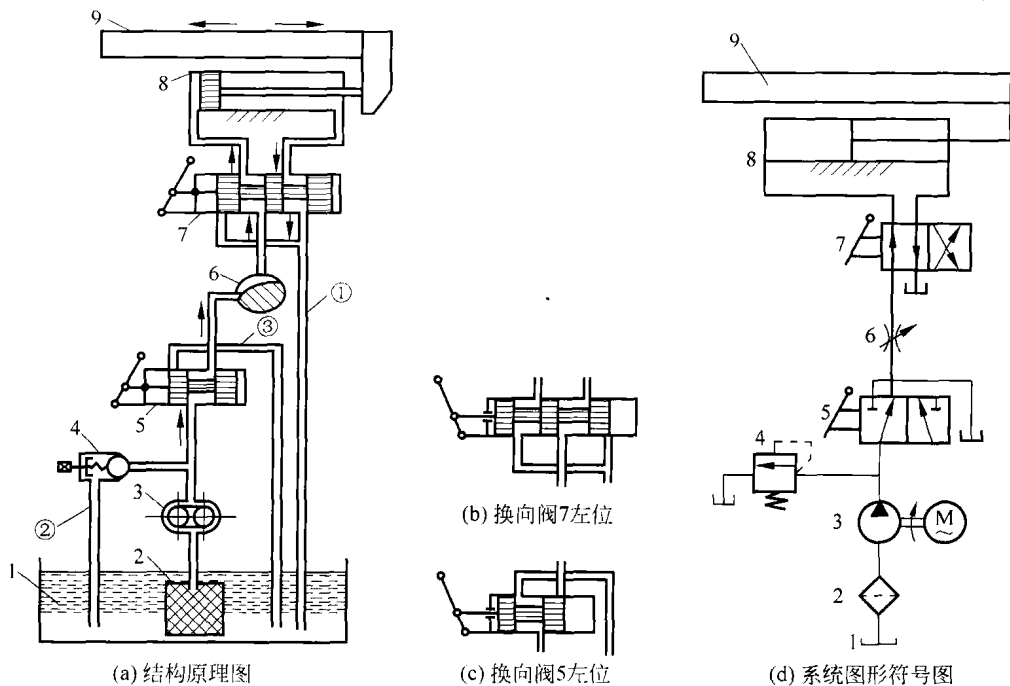
1.3 液压与气压传动系统的组成

学习思路与引导

- 对比机器设备的组成, 根据生产实例理解液压与气压传动系统的组成。
- 结合机械制图及机械零件的规定表达方法, 了解用国标规定的元件图形符号来绘制液压和气压系统图的意义。

图 1-2 为机床工作台液压系统工作原理图, 电动机驱动液压泵 3 旋转, 从油箱 1 经滤油器 2 吸油, 泵输出的压力油经换向阀 5(图示位置)、节流阀 6 和换向阀 7(图示位置)进

入液压缸 8 的左腔,推动活塞向右运动。液压缸右腔的油液经换向阀 7 流回油箱。当换向阀 7 的阀芯处于图 1-2(b)所示的位置时,液压缸活塞将带动工作台向左运动。当换向阀 5 的阀芯处于图 1-2(c)所示的位置时,泵输出的压力油经换向阀 5 直接流回油箱,此时,系统处于卸荷状态。由此可知,换向阀的主要功能是控制和改变油液的流动方向,进而控制液压缸及工作台的运动方向,且还有启动、停止功能。工作台的运动速度由节流阀 6 调节。改变节流阀的开口度可以改变进入液压缸的流量。液压泵排出的多余油液,可通过溢流阀 4 流回油箱。液压缸工作压力由外负载决定,液压泵工作压力由溢流阀 4 调定,其调定值应略高于液压缸的工作压力,以克服管道、节流阀和溢流阀的压力损失。液压系统的工作压力不会超过溢流阀的调定值,因此溢流阀对液压系统还能起到过载保护作用。

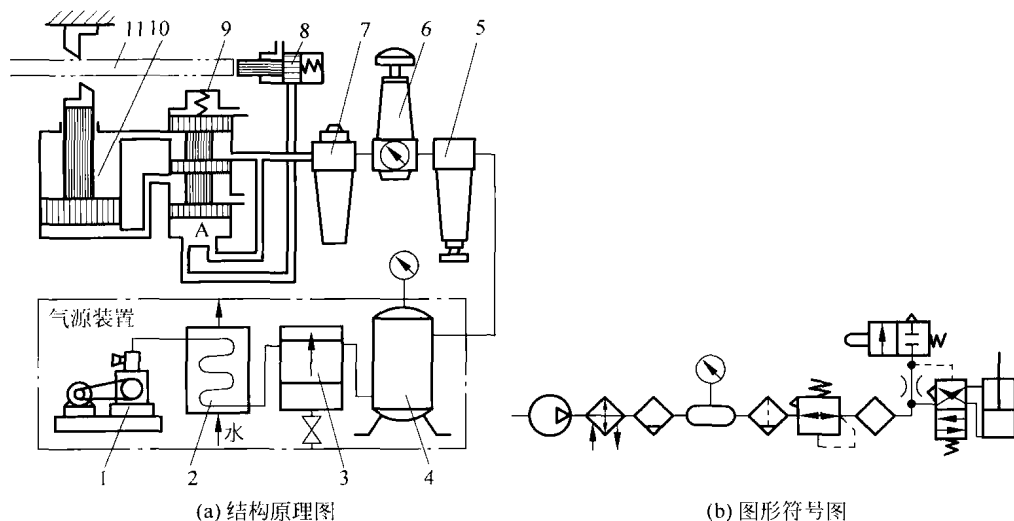


1—油箱;2—滤油器;3—液压泵;4—溢流阀;5、7—换向阀;6—节流阀;8—液压缸;9—工作台

图 1-2 机床工作台液压系统工作原理图

图 1-3 为气动剪切机的工作原理图。当工料被送至剪切机的预定位置时,推动行程阀 8 的阀芯向右移动,气控换向阀 9 的 A 腔经行程阀 8 与大气相通,气控换向阀阀芯在弹簧作用下移到下位,使汽缸上腔与大气连通,下腔与压缩空气连通,汽缸活塞杆带动剪刀将工料切断,同时松开行程阀 8 的阀芯使之复位,关闭排气口,气控换向阀的 A 腔压力上升,阀芯上移,使气路换向。汽缸上腔进压缩空气,下腔排气,活塞带动剪刀向下运动,剪切机再次处于预备工作状态。

从上述两个实例可以看出,液压与气压传动系统主要由以下几部分组成。



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—气控换向阀；10—汽缸；11—工料

图 1-3 气动剪切机的工作原理图

1. 能源装置

液压泵或气源装置，功用是将原动机输出的机械能转换成流体的压力能，为系统提供动力。

2. 执行元件

液压缸（液压马达）或汽缸（气动马达），功用是将流体的压力能转换成机械能，输出力和速度（或转矩和转速），驱动工作机构做功，实现直线运动或旋转运动。

3. 控制元件

各种阀类元件，功用是控制和调节系统中流体的压力、流量、流动方向及系统执行机构的动作程序，以保证执行机构按要求工作。

4. 辅助元件

管路、管接头、油箱或储气罐、过滤器、冷却器、消声器、压力表等，功用是保证系统能正常工作。

5. 工作介质

流体，即液压传动中的液压油或气压传动中的压缩空气，功用是传递能量。

图 1-2(a) 和 1-3(a) 所示为液压与气压系统的结构原理图，它们直观性强，容易理解，但其图形复杂，绘制不便。一般常用国标规定的元件图形符号来绘制液压和气压系统图，如图 1-2(d) 和图 1-3(b)。图中的液压与气压图形符号见书末附录《常用液压与气动元件图形符号(GB/T 786.1—1993)》。

国家标准规定的图形符号只表示元件的职能和连接通路，不表示元件的实际结构和参数，也不表示系统管路的具体位置和元件的实际安装位置。