



高等职业教育“十一五”规划教材
高职高专机电类教材系列

徐 进 李瑞春

杜巧连 主 编
王宝敏 副主编
韩屋谷 主 审

液 压 与 气 动 技 术



科学出版社

www.sciencep.com

● 高等职业教育“十一五”规划教材

高职高专机电类教材系列

液压与气动技术

杜巧连 主 编
徐 进 李瑞春 王宝敏 副主编
韩屋谷 主 审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据高职高专类专业课时相对较少的特点,在内容上以液压为主、气动为辅,将液压与气动融为一体进行大胆尝试,力求在节约课时的同时,通过比较突出二者的特点和结构。本书共11章,主要讲述了液压与气动基本原理、特点、应用;液压与气动阀、泵、马达、缸及辅件的工作原理、基本结构、特点、选用;液压与气动系统基本回路;液压伺服控制系统;液压与气动系统在典型设备中的应用和常见故障及其排除;液压系统的基本设计计算。本书充分考虑到新技术、新成果的应用,并力求语言简练、实用、通俗易懂,方便自学。加强培养学生应用能力的内容是本书的一大特点。

本书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,也可供从事液压技术工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动技术/杜巧连主编. —北京:科学出版社,2009

(高等职业教育“十一五”规划教材·高职高专机电类教材系列)

ISBN 978-7-03-024784-1

I. 液… II. 杜… 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098303号

责任编辑:何舒民 卢 岩 /责任校对:赵 燕

责任印制:吕春珉 /封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏立印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年9月第一版 开本:787×1092 1/16

2009年9月第一次印刷 印张:16.5

印数:1-3 000 字数:375 000

定价:25.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137154 (VT03)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

高等职业教育“十一五”规划教材

高职高专机电类教材系列

编 委 会

主任 李振格

委员 (按拼音排序)

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 崔州平 | 杜巧连 | 高汉华 | 黄晓红 |
| 胡汉辉 | 胡邦南 | 贺力克 | 蒋勇敏 |
| 李传军 | 李正峰 | 卢恩贵 | 卢相中 |
| 陆全龙 | 倪兆荣 | 李德尧 | 邱丽芳 |
| 盛继生 | 孙庆群 | 王宏启 | 王 军 |
| 王淑珍 | 魏增菊 | 吴东平 | 吴水萍 |
| 谢旭华 | 邢江勇 | 徐起贺 | 徐晓东 |
| 续永刚 | 于小喜 | 张洪涛 | 张晓娟 |
| 张秀玲 | 周宗明 | | |

前 言

本书是为高等工程院校、高等职业技术学院及各类成人高校机械类及机电类专业编写的教材。在编写的过程中，本书强调以应用能力培养为主线，以岗位技能要求为出发点，基础理论以“够用”为度，着重基本概念和原理的阐述，强化元件的基本工作原理，着重系统分析、应用能力以及综合能力的培养。在内容的选取上尽量贴近工程实践，切实做到用理论指导实践，用理论知识分析问题和解决问题。编写时强调了液压系统的故障诊断、使用维护和排除故障方面的内容。

本书共 11 章。根据高职高专类专业课时相对较少的特点，本书在内容上以液压为主、气动为辅，将液压与气动融为一体进行大胆尝试，力求在节约课时的同时，通过比较突出二者的特点和结构。本书主要讲述了液压与气动基本原理、特点、应用；液压与气动阀、泵、马达、缸及辅件的工作原理、基本结构、特点、选用；液压与气动系统基本回路，液压伺服控制系统；液压与气动系统在典型设备中的应用及常见故障排除；液压系统的设计计算。本书充分考虑到新技术、新成果的应用，并力求语言简练、实用、通俗易懂，方便自学。加强培养学生应用能力的内容是本书的一大特点。

本书参考教学时数为 50 学时，有关章节的内容与学时教师可根据各学校学生的专业与实验设备等情况酌情调整。本书第 1、2 章由王宝敏编写，第 3~5 章由杜巧连编写，第 6~8 章由徐进编写，第 9~11 章由李瑞春编写，由杜巧连对本书进行统稿。

燕山大学韩屋谷教授对全稿进行了细致详尽的审阅，并提出了许多宝贵的修改意见。

本书在编写过程中，参阅了国内外同行的文献，并得到了许多同行的大力支持和帮助，在此一并感谢。

由于编者水平有限，书中还会存在差错与不妥之处，敬请广大读者指正。

编 者

2009 年 2 月

目 录

前言

| | |
|------------------------------|----|
| 第 1 章 绪论 | 1 |
| 1.1 液压与气动技术的应用与发展 | 2 |
| 1.1.1 液压技术的应用与发展 | 2 |
| 1.1.2 气动技术的应用与发展 | 3 |
| 1.2 液压与气动技术的工作原理 | 4 |
| 1.2.1 液压传动系统的工作原理与组成 | 4 |
| 1.2.2 气动系统的组成 | 6 |
| 1.3 液压与气动技术的工程表示 | 7 |
| 1.4 液压与气动技术的特点 | 7 |
| 1.4.1 液压传动系统的特点 | 7 |
| 1.4.2 气动技术的特点 | 8 |
| 思考题与习题 | 9 |
| 第 2 章 液压与气动基础知识 | 10 |
| 2.1 液压油 | 11 |
| 2.1.1 液压油的主要性质 | 11 |
| 2.1.2 液压工作介质的要求 | 12 |
| 2.1.3 液压工作介质的选择 | 13 |
| 2.1.4 液压油的污染与控制 | 14 |
| 2.2 流体静力学基础 | 16 |
| 2.2.1 液体静压力及特性 | 16 |
| 2.2.2 液体作用在固体壁面上的力 | 17 |
| 2.2.3 液压传动系统中压力的建立 | 18 |
| 2.3 流体动力学基础 | 19 |
| 2.3.1 基本概念 | 19 |
| 2.3.2 液流的连续性 | 19 |
| 2.3.3 伯努利方程 | 20 |
| 2.4 管路中液体的能量损失 | 22 |
| 2.4.1 压力损失 | 22 |
| 2.4.2 流量损失 | 23 |

| | | |
|------------|---------------------|-----------|
| 2.5 | 液体流经小孔和缝隙的流量 | 24 |
| 2.5.1 | 液体流经小孔的流量 | 24 |
| 2.5.2 | 液体流经缝隙的流量 | 25 |
| 2.6 | 液压冲击和空穴现象 | 27 |
| 2.6.1 | 液压冲击 | 27 |
| 2.6.2 | 空穴现象 | 27 |
| 2.7 | 气动技术基础知识 | 28 |
| 2.7.1 | 空气的特性 | 28 |
| 2.7.2 | 气体的状态变化 | 29 |
| | 思考题与习题 | 30 |
| 第3章 | 液压动力元件 | 32 |
| 3.1 | 液压泵概述 | 33 |
| 3.1.1 | 液压泵的工作原理和类型 | 33 |
| 3.1.2 | 液压泵的基本性能参数 | 34 |
| 3.2 | 齿轮泵 | 36 |
| 3.2.1 | 外啮合齿轮泵 | 36 |
| 3.2.2 | 内啮合齿轮泵 | 39 |
| 3.3 | 叶片泵 | 40 |
| 3.3.1 | 双作用叶片泵 | 40 |
| 3.3.2 | 单作用叶片泵 | 44 |
| 3.4 | 柱塞泵 | 47 |
| 3.4.1 | 斜盘式轴向柱塞泵 | 47 |
| 3.4.2 | 径向柱塞泵 | 49 |
| 3.5 | 液压泵的主要性能和选用 | 50 |
| | 思考题与习题 | 51 |
| 第4章 | 液压执行元件 | 53 |
| 4.1 | 液压马达 | 54 |
| 4.1.1 | 液压马达的特点及分类 | 54 |
| 4.1.2 | 液压马达的工作原理 | 54 |
| 4.2 | 液压缸 | 57 |
| 4.2.1 | 液压缸的分类 | 57 |
| 4.2.2 | 液压缸的典型结构和组成 | 63 |
| 4.3 | 液压缸结构设计 | 66 |
| 4.3.1 | 液压缸设计中应注意的问题 | 66 |
| 4.3.2 | 液压缸主要尺寸的确定 | 66 |
| 4.3.3 | 强度校核 | 68 |
| | 思考题与习题 | 69 |

| | |
|------------------------------|-----|
| 第 5 章 液压与气动控制元件 | 71 |
| 5.1 液压控制阀概述 | 72 |
| 5.1.1 液压控制阀的分类 | 72 |
| 5.1.2 液压控制阀的基本参数 | 72 |
| 5.2 方向控制阀 | 73 |
| 5.2.1 单向阀 | 73 |
| 5.2.2 换向阀 | 75 |
| 5.3 压力控制阀 | 81 |
| 5.3.1 溢流阀 | 81 |
| 5.3.2 减压阀 | 83 |
| 5.3.3 顺序阀 | 85 |
| 5.3.4 压力继电器 | 86 |
| 5.4 流量控制阀 | 87 |
| 5.4.1 节流阀 | 88 |
| 5.4.2 调速阀 | 89 |
| 5.5 插装阀与叠加阀 | 91 |
| 5.5.1 插装阀 | 91 |
| 5.5.2 叠加阀 | 95 |
| 5.6 气动控制阀 | 96 |
| 5.6.1 方向控制阀 | 96 |
| 5.6.2 压力控制阀 | 100 |
| 5.6.3 流量控制阀 | 101 |
| 思考题与习题 | 102 |
| 第 6 章 液压与气动辅助元件 | 104 |
| 6.1 液压辅助装置 | 105 |
| 6.1.1 密封件 | 105 |
| 6.1.2 蓄能器 | 110 |
| 6.1.3 过滤器 | 112 |
| 6.1.4 油管和管接头 | 117 |
| 6.1.5 油箱 | 119 |
| 6.1.6 热交换器 | 121 |
| 6.2 气动辅助元件 | 122 |
| 6.2.1 气源的净化装置 | 122 |
| 6.2.2 消声器 | 127 |
| 6.2.3 油雾器 | 127 |
| 思考题与习题 | 129 |
| 第 7 章 液压与气动基本回路 | 130 |

| | | |
|------------|--------------------------------|------------|
| 7.1 | 液压基本回路 | 131 |
| 7.1.1 | 压力控制回路 | 131 |
| 7.1.2 | 速度控制回路 | 138 |
| 7.1.3 | 方向控制回路 | 149 |
| 7.1.4 | 多执行元件控制回路 | 154 |
| 7.2 | 气动基本回路 | 157 |
| 7.2.1 | 方向控制回路 | 157 |
| 7.2.2 | 压力控制回路 | 159 |
| 7.2.3 | 速度控制回路 | 160 |
| 7.2.4 | 连续往复运动回路 | 161 |
| 7.2.5 | 延时控制回路 | 162 |
| 7.2.6 | 安全保护回路 | 163 |
| | 思考题与习题 | 164 |
| 第8章 | 典型液压与气动系统 | 166 |
| 8.1 | 液压系统图的阅读与分析方法 | 167 |
| 8.1.1 | 液压系统图的阅读 | 167 |
| 8.1.2 | 液压系统图的分析 | 167 |
| 8.2 | YT4543型动力滑台液压系统 | 168 |
| 8.2.1 | 简述 | 168 |
| 8.2.2 | YT4543型液压动力滑台液压系统工作原理 | 169 |
| 8.2.3 | YT4543型动力滑台液压系统的特点 | 171 |
| 8.3 | YA32—200型四柱万能液压机液压系统 | 171 |
| 8.3.1 | 简述 | 171 |
| 8.3.2 | YA32—200型四柱万能液压机液压系统工作原理 | 172 |
| 8.4 | SZ—250/160塑料注射成型机液压系统 | 175 |
| 8.4.1 | 简述 | 175 |
| 8.4.2 | SZ—250/160型塑料注射成型机液压系统 | 176 |
| 8.4.3 | SZ—250/160型注塑机液压系统的特点 | 180 |
| 8.5 | 数控车床液压系统 | 181 |
| 8.5.1 | 简述 | 181 |
| 8.5.2 | 液压系统的工作原理 | 181 |
| 8.5.3 | 液压系统的特点 | 183 |
| 8.6 | 震压造型气动系统 | 183 |
| 8.6.1 | 气动系统工作原理 | 183 |
| 8.6.2 | 气动系统特点 | 184 |
| 8.7 | 液体自动定量灌装气动系统 | 184 |
| 8.7.1 | 气动系统工作原理 | 184 |

| | |
|------------------------------------|------------|
| 8.7.2 气动系统特点 | 185 |
| 思考题与习题 | 185 |
| 第9章 液压伺服控制系统 | 189 |
| 9.1 液压伺服控制系统工作原理、组成、分类 | 190 |
| 9.1.1 液压伺服系统工作原理 | 190 |
| 9.1.2 液压伺服系统的组成及其特点 | 191 |
| 9.1.3 液压伺服系统的分类 | 193 |
| 9.1.4 液压伺服系统的基本类型 | 193 |
| 9.2 电液比例控制阀 | 198 |
| 9.2.1 比例压力阀 | 199 |
| 9.2.2 比例流量阀 | 200 |
| 9.2.3 比例方向阀 | 201 |
| 9.3 电液伺服阀 | 201 |
| 9.3.1 组成及分类 | 201 |
| 9.3.2 典型结构及工作原理 | 202 |
| 9.4 液压伺服控制系统举例 | 204 |
| 9.4.1 液压助力转向控制系统 | 204 |
| 9.4.2 机械手臂伸缩电液伺服系统 | 205 |
| 思考题与习题 | 205 |
| 第10章 常见液压与气动系统故障与排除 | 206 |
| 10.1 液压系统的振动与爬行 | 207 |
| 10.1.1 液压系统的振动 | 207 |
| 10.1.2 液压系统运动部件的爬行 | 209 |
| 10.2 液压卡紧 | 211 |
| 10.3 温升与泄漏 | 213 |
| 10.3.1 液压系统发热与温升 | 213 |
| 10.3.2 液压系统泄漏 | 214 |
| 10.4 气压系统的常见故障与排除 | 215 |
| 10.4.1 压缩空气中杂质引起的气动系统故障与排除方法 | 215 |
| 10.4.2 气动组件的故障 | 216 |
| 10.4.3 执行组件的故障与排除方法 | 219 |
| 10.4.4 气动辅助组件的故障与排除方法 | 220 |
| 思考题与习题 | 222 |
| 第11章 液压系统的设计计算 | 224 |
| 11.1 液压传动系统的设计步骤 | 225 |
| 11.1.1 液压系统的设计要求与使用工况分析 | 225 |
| 11.1.2 液压系统方案设计 | 228 |

| | |
|---------------------------|-----|
| 11.1.3 液压元件的计算与选择 | 230 |
| 11.1.4 液压系统性能验算 | 235 |
| 11.1.5 绘制工作图和编制技术文件 | 237 |
| 11.2 液压系统设计计算实例 | 237 |
| 思考题与习题 | 244 |
| 附录 常用液压气动图形符号 | 246 |
| 参考文献 | 251 |

绪 论

第 1 章



知识点

1. 液压与气动技术的应用与发展。
2. 液压与气动技术的工作原理。
3. 液压与气动技术的特点。



学习指导和要求

1. 掌握液压与气动技术的工作原理。
2. 掌握液压与气动技术的工程表示。
3. 了解液压与气动技术的应用与发展。
4. 了解液压与气动技术的特点。

传动机构通常分为机械传动、电气传动和流体传动机构。流体传动是以流体为工作介质进行能量转换、传递和控制的传动。它包括液压传动、液力传动和气压传动。液压传动主要利用液体的压力能来传递能量；而液力传动则主要是利用液体的动能来传递能量。“气压传动与控制”亦称“气动技术”，是以压缩空气作为传递动力和控制信号的工作介质，提供驱动力或力矩，并对执行元件的位置、速度、力或力矩进行控制。

1.1 液压与气动技术的应用与发展

1.1.1 液压技术的应用与发展

近代液压传动是由 19 世纪崛起并蓬勃发展的石油工业推动起来的。最早实践成功的液压传动装置是舰艇上的炮塔转位器，第二次世界大战期间，在一些兵器上用上了功率大、反应快、动作准的液压传动和控制装置，大大提高了兵器的性能，也大大促进了液压技术的发展。战后，液压技术迅速转向民用，并随着各种标准的不断制订和完善以及各类元件的标准化、规格化、系列化，在机械制造、工程机械、农业机械、汽车制造等行业中迅速推广开来。20 世纪 60 年代后，原子能技术、空间技术、电子技术等的发展再次将液压技术向前推进，使它在国民经济的各方面都得到广泛的应用。

我国的液压工业开始于 20 世纪 50 年代，其产品最初只用于机床和锻压设备，后来用到拖拉机和工程机械上。自从 1960 年代从国外引进一些液压元件生产技术，同时进行自行设计液压产品以来，我国的液压件生产已从低压到高压形成系列，并在各种机械设备上得到了广泛的使用。我国从 20 世纪 80 年代起加速了对国外先进液压产品和技术有计划引进、消化、吸收和国产化工作，以确保我国的液压技术能在产品质量、经济效益、研究开发等各个方面全方位地赶上世界水平。

近年来，液压传动由于应用了计算机技术、信息技术、自动控制技术、摩擦磨损技术以及采用了新工艺、新材料等技术后取得了新的发展，使液压系统系统和元件正向高压、高速、大功率、高效率、低噪声、低能耗、经久耐用和高度集成化方向发展，在完善比例控制、伺服控制、数字控制等技术上取得新成就。此外，液压元件和液压系统在计算机辅助设计、计算机仿真和优化以及微机控制等方面，也取得显著的成绩。

液压技术的持续发展有如下一些比较重要的特征。

1. 研制新型节能、微型元件

国外已研制出一种液压变换器，它是从恒定的压力网上实现低能耗的一种节能装置。为了能在尽可能小的空间内传递尽可能大的功率，液压元件的结构不断地在向微

小型方向发展。

2. 高度的组合化、集成化和模块化

液压系统由管式配置经板式配置、箱式配置、集成块配置发展到叠加式配置、插装式配置，使连接的通道越来越短。这些组合件不但结构紧凑，工作可靠，而且使用简便，也容易维护保养。模块化发展亦是非常重要的方面，对用户而言，只需简单的将独立能力的模块进行组装即可投入使用。

3. 与微电子结合，走向智能化

液压技术从20世纪70年代中期起就开始与微电子结合，尤其近年来，结合层次不断提高，由简单拼装、分散混合到总体组合，出现了多种形式的独立产品。如内置电子线路的无冲击电磁阀、电子控制的变量液压泵以及电液伺服液压缸等。这样一种联结体只要一收到微处理机或微型计算机传输来的信息，就能实现预先规定的任务。

1.1.2 气动技术的应用与发展

以空气为介质做功的机器发明得很早。1869年美国威斯汀豪斯发明火车气动刹车，1871年人们利用风镐采矿。20世纪30年代初，气动技术成功地应用于自动门的开闭及各种机械的辅助动作上。进入60年代尤其是70年代初，随着工业机械化和自动化的发展，气动技术才广泛应用在生产自动化的各个领域，形成现代化气动技术。

据各国行业资料统计，20世纪70年代，液压元件与气动元件的产值比约为9:1，如今，在工业技术发达的欧美，日本等国家，该比例已达6:4，甚至接近5:5。从70年起，我国开始重视气动技术的开发，特别是改革开放以来，气动行业发展很快，气动元件产值的年递增高于其他机械工业。但我国气动行业与世界先进工业国家还有很大的差距，相信在不久的将来，我国得到迅速发展的气动行业将会达到世界先进水平。

纵观世界气动行业的发展趋势，气动元件的发展方向可归纳如下。

1. 电气一体化

一方面，微电子技术与气动元件相结合，组成了PC机—接口—小型阀—气缸的电气一体化的气动系统。另一方面，与电子技术相结合的自适应控制气动元件已经问世，如压力比例阀、流量比例阀、数字控制气缸，使电气技术从以往的开关控制进入到高精度的反馈控制，定位精度提高到 $\pm 0.1 \sim 0.01\text{mm}$ 。电气一体化已不只用于机械手和机器人这样一些典型产品上，而且渗透到工厂本身的加工、装配、检测这些生产领域。

2. 小型化和轻量化

为了让气动元件与电子元件一起安装在印刷线路板上，构成各种功能的控制回路，

气动元件必须小型化和轻量化。

3. 复合集成化

为了减少配件、节省空间、简化装拆、提高效率，多功能复合化和集成化的元件相继出现。阀的集成化是将所需数目的阀都安装在集成板上，一端是电接头，另一端是气管接头。将转向阀、调速阀和气缸组成一体化的带阀气缸，能实现转向、调速及气缸所承担的功能。

4. 无油化

为适应食品、医药、生物工程、电子、纺织、精密仪器等行业的无污染要求，采用预先添加润滑脂的不供油润滑元件。不供油润滑元件组成的系统，不仅节省大量润滑油、而且不污染环境，系统简单、维护方便、润滑性能稳定、成本低和寿命长。

5. 高精度

位置控制精度已由过去的 mm 级提高到现在的 0.1mm 级。为了提高气动系统的可靠性，对压缩空气的质量提出了更高的要求。过滤器的标准过滤精度从过去的 $70\mu\text{m}$ 提高到 $5\mu\text{m}$ ，并有 $0.01\mu\text{m}$ 的精密滤芯，除尘率可达 $99.9\%\sim 99.9999\%$ ，除油率可达 0.0001% 。

另外，在高质量、高速度、高出力上等方面也有很大的发展。

1.2 液压与气动技术的工作原理

1.2.1 液压传动系统的工作原理与组成

图 1.1 (a) 为机床工作台液压控制系统工作原理图。它由油箱、滤油器、液压泵、溢流阀、开停阀、节流阀、换向阀、液压缸以及连接这些元件的油管、接头组成。其工作原理如下：液压泵由电动机驱动后，从油箱中吸油。油液经滤油器进入液压泵，油液在泵腔中从入口低压到泵出口高压，在图 1.1 (a) 所示状态下，通过开停阀、节流阀、换向阀进入液压缸左腔，推动活塞使工作台向右移动。这时，液压缸右腔的油经换向阀和回油管 6 排回油箱。如果将换向阀手柄转换成图 1.1 (b) 所示状态，则压力管中的油将经过开停阀、节流阀和换向阀进入液压缸右腔、推动活塞使工作台向左移动，并使液压缸左腔的油经换向阀和回油管 6 排回油箱。

工作台的移动速度是通过节流阀来调节的。当节流阀开大时，进入液压缸的油量增多，工作台的移动速度增大；当节流阀关小时，进入液压缸的油量减小，工作台的

移动速度减小。为了克服移动工作台时所受到的各种阻力，液压缸必须产生一个足够的推力，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，缸中的油液压力越高；反之压力就越低。

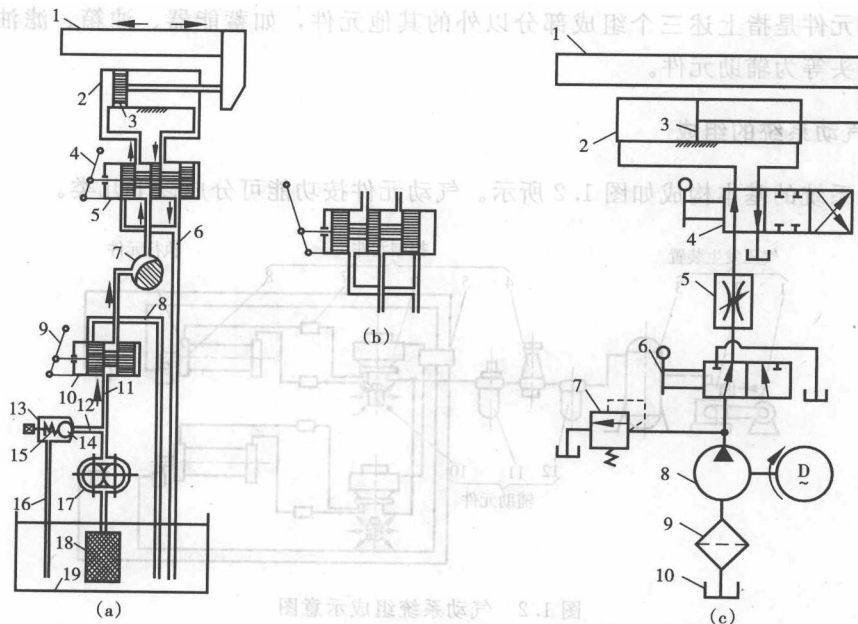


图 1.1 机床工作台液压控制系统工作原理图

1. 工作台；2. 液压缸；3. 活塞；4. 换向手柄；5. 换向阀；6, 8, 16. 回油管；7. 节流阀；
9. 开停手柄；10. 开停阀；11. 压力管；12. 压力支管；13. 溢流阀；14. 钢球；15. 弹簧；
17. 液压泵；18. 滤油器；19. 油箱

从上述例子可看出，一个完整的液压传动系统由以下几部分组成。

1. 动力元件

动力元件一般就是液压泵。液压泵是将原动机所输出的机械能转换成液体压力能的元件，其作用是向液压系统提供压力油，液压泵是液压系统的核心。

2. 执行元件

该元件把液体压力能转换成机械能以驱动工作机构的元件，执行元件包括液压缸和液压马达。

3. 控制元件

该元件包括压力、方向、流量控制阀，是对系统中油液压力、方向、流量进行控

制和调节的元件。

4. 辅助元件

辅助元件是指上述三个组成部分以外的其他元件，如蓄能器、油箱、滤油器、管道、管接头等为辅助元件。

1.2.2 气动系统的组成

气动系统的基本构成如图 1.2 所示。气动元件按功能可分成以下几类。

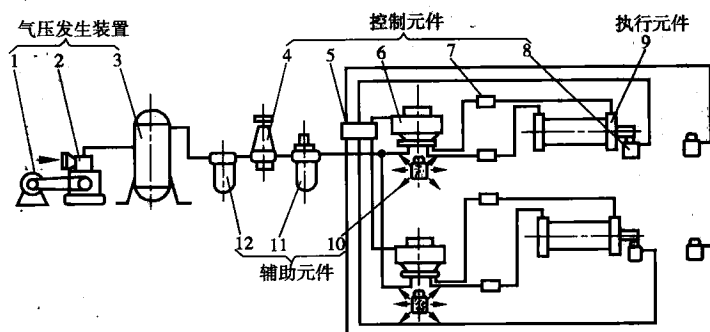


图 1.2 气动系统组成示意图

1. 电动机；2. 空气压缩机；3. 储气罐；4. 压力控制器；5. 逻辑元件；6. 方向控制阀；
7. 流量控制阀；8. 机动控制阀；9. 气缸；10. 消声器；11. 油雾器；12. 空气过滤器

1. 气压发生装置

将原动机供给的机械能转换成气体的压力能，作为传动与控制的动力源，包括空气压缩机、后冷却器、气罐、过滤器、干燥器和自动排水器等。

2. 执行元件

把压缩空气的压力能转化为机械能，以驱动执行机构作往复或旋转运动，包括气缸、摆动气缸、气马达、气爪和复合气缸等。

3. 控制元件

控制和调节压缩空气的压力，流速和流动方向，以保证气动执行元件按预定的程序正常进行工作，包括压力阀、流量阀、方向阀和比例阀等。