

典型液压与气动系统 认知及安装调试

主 编 〇 梁 毅 李 珊 珊



辽宁理工大学出版社

典型液压与气动系统 认知及安装调试

主 编 梁 毅 李珊珊
副主编 陈 雷 安莉莉 秦 都

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目（CIP）数据

典型液压与气动系统认知及安装调试 / 梁毅, 李珊
珊主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2020.9
ISBN 978-7-5643-7615-4

I. ①典… II. ①梁… ②李… III. ①液压系统 - 安
装 - 职业教育 - 教材②气压系统 - 安装 - 职业教育 - 教材
③气压系统 - 调试方法 - 职业教育 - 教材④液压系统 - 调
试方法 - 职业教育 - 教材 IV. ①TH138②TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2020）第 166852 号

Dianxing Yeya yu Qidong Xitong Renzhi ji Anzhuang Tiaoshi
典型液压与气动系统认知及安装调试

主 编 / 梁 毅 李珊珊 责任编辑 / 朱小燕
封面设计 / 吴 兵

西南交通大学出版社出版发行
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031)
发行部电话: 028-87600564 028-87600533
网址: <http://www.xnjdcbs.com>
印刷: 成都中永印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm
印张 9.75 字数 212 千
版次 2020 年 9 月第 1 版 印次 2020 年 9 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-7615-4
定价 29.80 元

课件咨询电话: 028-81435775
图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562



前言

为了积极响应国家职业教育改革的号召，我校借鉴了德国职业教育理念，以学习领域为基础并结合我国职业教育特色，打破传统学科课程体系，以十三个工业机器人学习领域重构工业机器人专业课程体系。《典型液压与气动系统认知及安装调试》一书为十三个学习领域中的学习领域四“液压、气动系统设计基础”课程内容的相关配套教材。

本书的特点是：紧密围绕工作任务来选择组织教学内容，以典型液压、气动设备的拆解、安装、调试流程为主线，将课程内容根据每一项操作按其完成的功能进行模块化重组，形成了“课程-任务”的结构；各典型工作任务以实际操作为牵引，使操作与各系统的原理一一对应，并进行有机连接，实现每一个典型工作任务的完整工作过程，将理论与实践紧密结合起来。

本书在编写过程中注重吸收液压与气动的新知识与新技术，在选取教学内容时以“必需、够用”为原则，努力做到紧扣教学基本要求，尽量降低知识难度。本书内容主要包括液压与气动的基本知识，液压

与气动的动力元件、控制元件、辅助元件、基本回路，以及典型液压与气动系统的拆解、安装与调试。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者
2020年6月



目 录

任务一	初识液压与气动系统	001
任务二	搭建系统的前期准备	012
	子任务一 采购液压油	012
	子任务二 液压油的使用及处理	021
	子任务三 气源装置	034
	子任务四 压缩空气的使用及处理	045
任务三	简单故障的分析及处理	053
任务四	采购液压泵	065
任务五	拆解液压缸	079
任务六	安装磨床工作台液压控制系统	091
任务七	安装液压升降机	108
任务八	安装数控车床刀塔式自动换刀系统	127
任务九	气动系统	139
参考文献	149

初识液压与气动系统

一、教学目标

1. 知识目标

- (1) 了解液压与气动系统的应用；
- (2) 掌握液压与气压传动以及流体的概念；
- (3) 掌握液压与气动系统的工作原理；
- (4) 掌握四大元件的功能；
- (5) 掌握液压与气动系统各自的特点。

2. 能力目标

- (1) 能识别简单的元件符号；
- (2) 能根据结构图分析系统的工作原理；
- (3) 能根据手指气缸的结构图分析其工作原理。

3. 素质目标

- (1) 养成分析问题考虑局部与整体的关系的习惯；
- (2) 培养学生对液压与气动系统的学习兴趣；
- (3) 养成良好的学习习惯；
- (4) 养成团队协作的习惯；
- (5) 培养学生的自学能力。

二、教学重难点

1. 重点

- (1) 掌握液压与气动系统的工作原理；

- (2) 掌握四大元件的功能；
- (3) 掌握液压与气动系统各自的特点。

2. 难点

掌握四大元件的功能。

三、思政环节

中华人民共和国成立 70 年来，我国工业发展取得了令人骄傲的成就，建成了全球最为完整的工业体系，生产能力大幅度提升，主要工业产品产量跃居世界前列，国际竞争力不断增强，出口贸易规模多年创世界第一，工业结构逐步优化，技术水平和创新能力稳步提升，成为世界第一大工业国。工业的跨越发展，奠定了我国强国之基、富国之路。

四、新课导入

工业机器人（见图 1-1）的出现给工业发展提供了强大的动力。因为工业机器人具备智能、高效、精准、持久等特点，所以它被广泛应用于汽车、医药、精密制造等行业。机器人本体加上不同的机械结构，就使得它拥有了多种多样的功能，如码垛、焊接、喷漆、涂胶等。

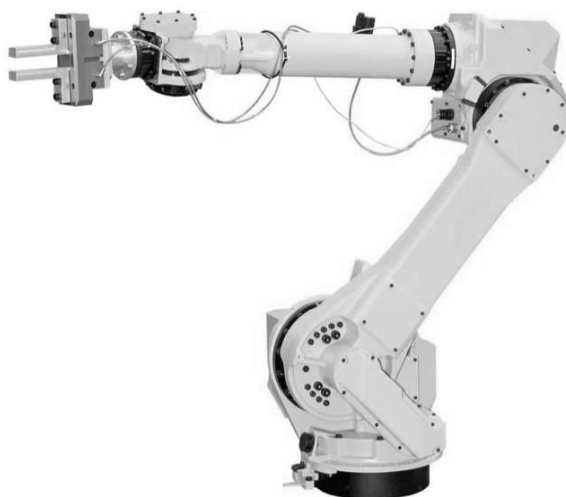


图 1-1 工业机器人

要想更好地掌握工业机器人的功能，除了学习工业机器人本体的相关知识之外，还要习它附带的各种功能器件。下面要介绍的就是具备码垛或抓取功能的工业机器人

人的功能器件——手指气缸（见图 1-2），以及驱动手指气缸动作的气动系统和气动系统相关联的液压传动系统。

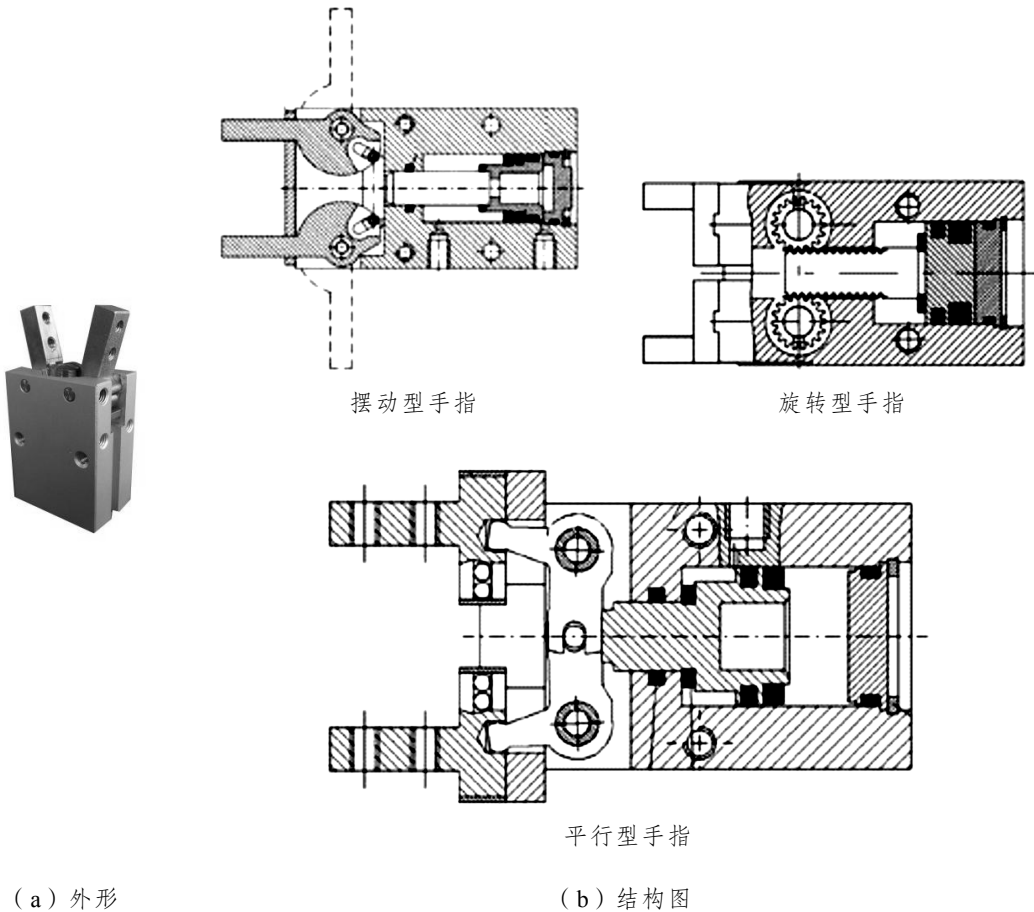


图 1-2 手指气缸

五、布置任务

大技师精密机械设计有限公司新进了一批技术人员，公司特委托你部门对这批新进人员进行技术培训。

要求：

- (1) 讲清楚液压与气动系统以及流体的概念；
- (2) 通过典型液压系统的结构图，指出其中的四大元件，讲清楚其概念并分析其作用；
- (3) 分析液压与气动系统各自的特点及应用；
- (4) 通过手指气缸结构图，分析手指气缸的工作原理。

六、学习资料

（一）液压与气动系统的概念

液压与气压传动是以流体（液压油或压缩空气）为工作介质进行能量传递和控制的一种传动形式。它们通过各种元件组成不同功能的基本回路，再由若干基本回路有机地组合成具有一定控制功能的传动系统。

液压与气压传动都是借助于密封容积的变化，利用流体的压力能与机械能之间的转换来传递能量的；压力和流量是液压与气压传动中的两个重要参数，其中系统压力大小取决于负载大小，流量大小则决定了执行元件的运动速度。

力的传递遵循帕斯卡原理：

$$F_1 = p_1 A_1 = p_2 A_2 = p A_1$$

注：液压与气动系统的工作压力取决于外负载。

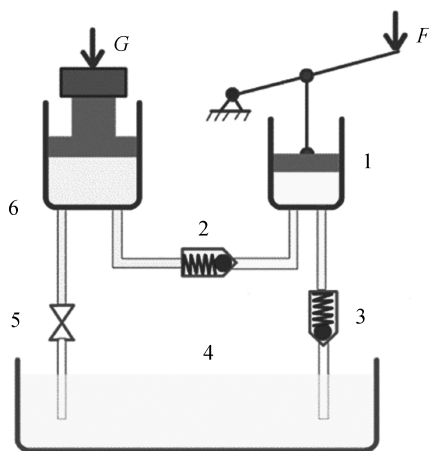
运动的传递遵循容积变化相等的原则：

$$q_1 = v_1 A_1 = v_2 A_2 = q_2$$

注：执行元件的运动速度取决于流量。

因此，压力和流量是液压与气动系统中的两个最基本和重要的参数。

思考：液压千斤顶（见图 1-3）为什么能用一个较小的力举起一个较重的物体？

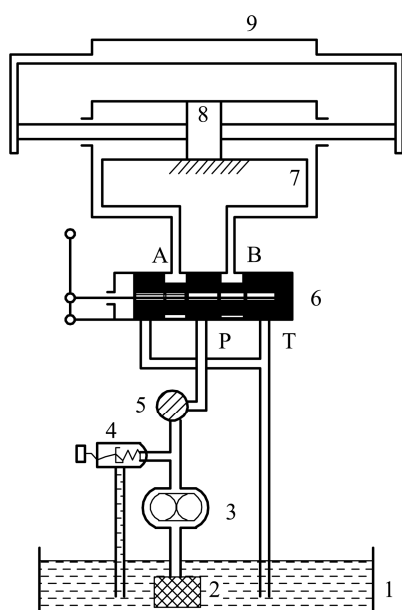


1—小液压缸；2—排油单向阀；3—吸油单向阀；4—油箱；5—截止阀；6—大液压缸。

图 1-3 液压千斤顶的结构

（二）液压与气压系统的工作原理及组成

图 1-4 所示为典型液压系统的结构。



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

图 1-4 典型液压系统的结构

1. 动力元件

动力元件为液压与气动系统提供一定流量的压力流体的装置，将原动机输入的机械能转换为流体的压力能。常见的动力元件有液压泵和空气压缩机。

在该液压系统中，电动机（原动机）带动液压泵 3 旋转，液压泵经过滤器 2 从油箱 1 中吸油。被液压泵施加压力后液压油经油管向上送至系统参与工作。

2. 执行元件

执行元件是将流体压力能转换为机械能的装置，以克服负载阻力，驱动工作部件做工。常见的执行元件有液压缸、气缸或液压马达、气动马达。缸能实现直线运动，输出力和速度。马达能实现旋转运动，输出转矩和转速。

在该系统中，被加压的液压油流入液压缸 8 内，油液压力作用在液压缸内的活塞上面，推动活塞和活塞杆做平移运动，从而带动工作台 9 做平移运动。

3. 控制元件

控制元件包括压力、流量、方向控制阀，它们是对液压与气动系统中流体的压力、流量和方向进行控制的装置，以及进行信号转换、逻辑运算和放大功能的信号控制元件，以保证执行元件运动的各项要求。

在该系统中，溢流阀 4 属于压力控制阀，其作用是限制和稳定整个系统的压力，将系统压力控制在安全范围内，并保持压力恒定。

节流阀 5 属于流量控制阀，其作用是调节油液的流量，从而控制液压缸 8 的运行速度。
换向阀 6 属于方向控制阀，其作用是通过控制与其连接油管中液压油的流向，从而控制液压缸 8 的运行方向（左行或右行）。

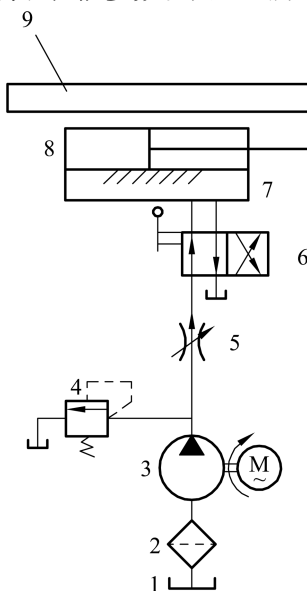
4. 辅助元件

辅助元件是指除上述三类元件外，保证系统正常工作所需要的其他装置，如各种管件、油箱、过滤器、蓄能器、消音器、仪表和密封装置等。

在该系统中，油箱 1、过滤器 2、油管 7 都属于辅助元件。它们是系统中必不可少的元件。油箱 1 的作用是存储系统工作所需的液压油。过滤器 2 的作用是过滤液压油中的杂质，保持液压油的清洁度。油管 7 的作用则是约束液压油的流动，连接各个器件，组成完整的系统。

（三）液压系统的图形符号图

目前各国均用元件的图形符号来绘制液压与气动系统图。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。图 1-5 所示为典型液压系统的图形符号。



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

图 1-5 典型液压系统的图形符号



流体传动系统及元件图形符号和回路图

第 1 部分：用于常规用途和数据处理的图形符号

（四）特 点

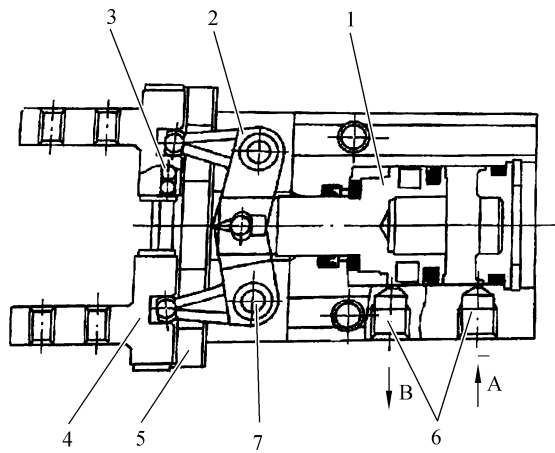
液压与气动系统的优点与缺点见表 1-1。

表 1-1 优点与缺点

序号	类别	优点	缺点
1	液压系统	1. 单位体积输出功率大。在同等功率下，液压装置体积小、质量小。液压马达的体积和质量只有相同功率电动机的 12%	1. 油液的泄漏、油液的可压缩性、油管的弹性变形会影响运动传递的正确性，故不宜用于要求具有精确传动比的场合
		2. 工作比较平稳。由于质量小、惯性小、反应快，液压装置易于实现快速起停、制动和频繁换向	2. 由于油液的黏度随温度变化，从而影响运动的稳定性，故不宜在温度变化范围较大的场合下使用
		3. 液压装置能在较大范围内实现无级调速	3. 工作过程中有较多的能量损失，因此，液压传动的效率不高，不宜用于远距离传动
		4. 易于实现自动化。如将液压控制和电气、电子控制或气动控制结合起来，整个传动装置能实现很复杂的顺序动作，并能方便地实现远程控制	
		5. 易于实现过载保护	4. 为了减少泄漏，液压元件的制造精度要求高，故制造成本较高
		6. 液压元件已实现了标准化、系列化和通用化，液压系统的设计、制造和使用都比较方便	
2	气动系统	1. 以空气为工作介质，取材方便，使用后可以直接排入大气中，处理简单，不污染环境	1. 由于空气具有可压缩性，所以气缸的运动稳定性较差，动作速度易受负载变化的影响
		2. 由于空气流动损失小，压缩空气便于集中供气和实现远距离传输和控制	2. 工作压力较低，系统输出力较小，传动效率较低
		3. 与液压系统相比较，气压传动具有动作迅速、反应快等优点，液压油在管路中流动速度一般为 1~5 m/s，而气体速度可以大于 10 m/s，甚至接近声速，在 0.02~0.03 s 时间内即可达到所要求的工作压力及速度。此外，气压传动维护简单、管路不宜堵塞，且不存在介质变质、补充和更换等问题	
		4. 工作环境适应性强，特别是在易燃易爆、多尘埃、强辐射、振动等恶劣环境下工作时要比液压、电子、电气控制优越	3. 气动系统具有较大的排气噪声
		5. 结构简单、轻便、安装维护简单，压力等级低，使用安全可靠	4. 工作介质本身没有润滑性，需要加油雾器进行润滑
		6. 空气具有可压缩性，气动系统能够实现自动过载保护	

（五）手指气缸的结构

思考：手指气缸（见图 1-6）的手指是如何实现张开、合拢的？



1—活塞杆；2—杠杆；3—钢球；4—手指；5—导轨；6—气管接口；7—杠杆轴。

图 1-6 手指气缸的结构

七、自我检测

- (1) 液压系统的工作介质为_____，气动系统的工作介质为_____。
- (2) 液压与气动系统由_____、_____、_____和_____四大元件构成。
- (3) 液压泵属于_____元件，液压缸、液压马达属于_____元件，减压阀属于_____元件，压力表属于_____元件。
- (4) 系统的_____由负载大小决定，执行元件的运动速度由_____决定。
- (5) 请简单阐述一下液压与气动系统各自的特点。

八、任务实施

1. 学生分组

2. 搜集资料

3. 制订计划

4. 决 策

5. 任务实施

(1) 液压与气动系统与流体的概念：

(2) 在图 1-5 中，属于动力元件的有：_____

属于执行元件的有：_____

属于控制元件的有：_____

属于辅助元件的有：_____

(3) 液压与气动系统的特点分别有哪些？

液压系统的特点：_____

气动系统的特点：_____

(4) 手指气缸的工作原理是：_____

九、验收（任务评价）

1. 小组自评

2. 小组互评

3. 教师点评

十、课后作业

请找出生活、生产中液压系统应用的三个实际案例：

请找出生活、生产中气动系统应用的三个实际案例：

十一、知识拓展

从 17 世纪中叶帕斯卡提出静压传动原理，18 世纪末英国制成世界上第一台水压机算起，液压传动技术已有 300 多年的历史，但直到 20 世纪 30 年代它才较普遍地用于起重机、机床及工程机械。起初响应迅速、精度高的液压控制机构主要用于装备各种武器，后面液压技术才迅速转向民用工业。

20 世纪 60 年代以后，原子能、空间技术、计算技术的发展带动了液压技术迅速发展。因此，液压传动真正的发展也只是近五六十年的事。