



二十一世纪高职高专院校规划教材

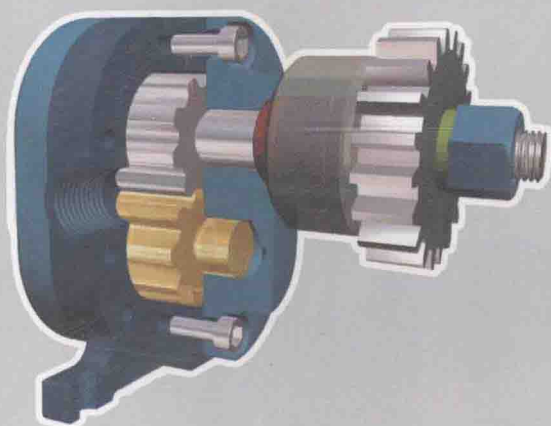
液 压

YEYA YU
QIDONG JISHU

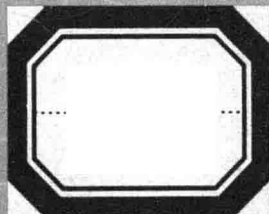
与气动技术

主 编◎ 汪哲能

内附
实训



中国传媒大学 出版社



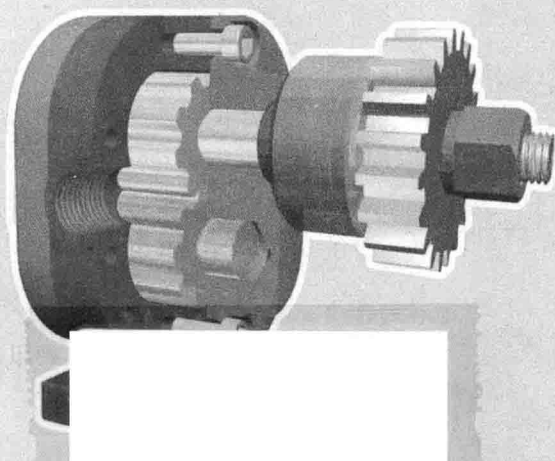
 二十一世纪高职高专院校规划教材

液 压

YEYA YU
QIDONG JISHU

与气动技术

主 编◎ 汪哲能
副主编◎ 赵美卿 刘凤喜
编 者◎ 王传斌 陈祖让 曾祥龙 郭温



中国传媒大学 出版社

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动技术/汪哲能主编. —北京:中国传媒大学出版社, 2011. 1

ISBN 978-7-5657-0131-3

I. ①液… II. ①汪… III. ①液压传动 ②气压传动
IV. ①TH137 ②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 256386 号

液压与气动技术

主 编 汪哲能

责任编辑 王 进 杨晓丹 曾文鹏

责任印制 曹 辉

出 版 人 蔡 翔

出版发行 中国传媒大学出版社(原北京广播学院出版社)

北京市朝阳区定福庄东街 1 号 邮编 100024

电话:010-65450532 65450528 传真:010-65779405

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

经 销 全国新华书店

印 刷 北京市梦宇印务有限公司

开 本 850×1168mm 1/16

印 张 18

版 次 2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

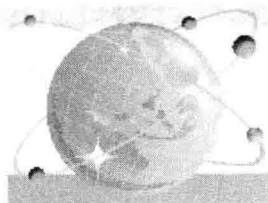
书 号 ISBN 978-7-5657-0131-3/TH·0131 定 价 35.00 元

版权所有

翻印必究

印装错误

负责调换



前言

FOREWORD

为适应当前高职高专教育人才培养模式、课程体系和教学内容等改革的要求,我们在听取行业专家、教育专家意见,总结近几年高职高专教学实践成功经验的基础上,组织相关教师编写了本教材。

本教材立足于高职高专教育培养应用型人才的目的,本着“易学、易用”的编写原则,从工程应用的角度着重阐述液压和气动系统的基本原理及其在实际中的应用,强调学生创造能力、创新精神和解决实际问题能力的培养,使学生充分掌握液压与气动技术必要的基本知识和基本技术技能。突出应用性和针对性,以必需和够用为度,在理论上力求简单明了,尽量减少复杂的理论推导和繁琐的计算。在分析实例和应用上力求直观易懂,并做到学以致用,使学生能运用所学知识分析和解决实际问题,从而培养其动手能力和解决问题的能力,体现职业院校“以就业为导向”的办学宗旨。突出对学生应用能力和综合素质的培养,注意教、学、做三结合。

本书系统地介绍了液压与气动技术的基本理论知识,主要包括以下内容:流体力学基础、能源装置(液压泵、气源装置)、执行元件(液压缸、液压马达、汽缸、气动马达)、控制元件(方向阀、压力阀、流量阀、其他阀)、辅助元件(液压辅件、气压辅件)、基本回路(方向控制回路、压力控制回路、速度控制回路、其他回路)、系统的应用与分析。

本书的编写是一次教学改革的实践和探索,力求适应高职高专课程体系和教学内容的改革发展,但限于编者水平,书中难免存在不足之处,恳请各位同仁及读者批评指正。

编者

本书学习导航

本书体例模式在综合考虑教师教学及学生学习两方面特性的基础上，以方便教师和学生明确主次、有针对性分配教学或者学习时间而精心打造。体例模式如下：

知识全观

展示全书的知识结构框架图，让学生对全书的知识有全面的认识和把握。

知识全观



目标规划

将本章内容知识点提炼为两个部分：学习目标和技能目标。学习目标从两个方面（基本了解、重点掌握）来阐述，技能目标重点阐述学生应熟练应用的知识点。

第一章

流体力学基础

目标规划

(一) 学习目标

基本了解：了解液压传动系统压力损失的基本形式；
重点掌握：掌握液压冲击和气穴现象；
掌握液体静力学和动力学的相关内容。

(二) 技能目标

熟悉流体力学在液压传动系统中的应用。

课前热身随笔

设计笔记页，便于学生记录预习时发现的问题或者产生的想法，以便学习时和教师交流。

课前热身随笔

展示本章内容框架，
让师生对于本章的学习一目了然。

```

graph TD
    A[流体力学基础] --> B[工作介质]
    A --> C[流体的力学基本规律]
    B --> D[流体的主要物理性质]
    B --> E[对液压油的要求及选用]
    B --> F[气体介质]
    C --> G[流体静压强及其特性]
    C --> H[压力的表示方法]
    C --> I[流量和平均流速]
    C --> J[连续性方程]
    C --> K[伯努利方程]
    C --> L[气体状态方程]
    M[流体的运动状态] --> N[层流]
    M --> O[紊流]
    M --> P[能量损失]
    M --> Q[沿程损失]
  
```

流体力学基础

- 工作介质
 - 流体的主要物理性质
 - 对液压油的要求及选用
 - 气体介质
- 流体的力学基本规律
 - 流体静压强及其特性
 - 压力的表示方法
 - 流量和平均流速
 - 连续性方程
 - 伯努利方程
 - 气体状态方程
- 流体的运动状态
 - 层流
 - 紊流
 - 能量损失
 - 沿程损失

(2) 止痛药如能尽早给药，对减轻痛苦以服药，降低紧张情绪，对减轻痛苦可起到辅助作用。

(3) 整个分娩过程尽可能做到无痛，避免自然分娩时因疼痛产生，配药更合理。

课后延伸

[1]孔维. 流体力学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
[2]陈维雄. 粘性流体力学基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
[3]赵家文. 液体与气态环境技术[M]. 苏州: 苏州大学出版社, 2005.

闯关东

[illegible]

课后延伸

· 已摘原形, 液体运动与气体运动(第3版)(M), 武汉, 华中科技大学出版社, 2006。

· 2. 刘国英, 液体与气体运动(第2版)(M), 北京, 机械工业出版社, 2006。

· 3. 徐永来, 液体与气体运动(M), 北京, 高等教育出版社, 2001。

闯关考验

[illegible]

列出学生学习本章后可以自学的课外知识，可以是参考文献或者网站的形式。

设计形式多样的练习题，练习题答案将在教师参考用书中体现。

知识全观

液压与气动技术

液压传动

流体力学基础

流体力学基础

能源装置

执行元件

控制元件

齿轮液压泵

叶片液压泵

柱塞液压泵

液压缸

液压马达

方向控制阀

压力控制阀

流量控制阀

其他控制阀

能源装置

执行元件

控制元件

辅助元件

基本回路

方向控制回路

压力控制回路

速度控制回路

多缸工作控制回路

系统的应用与分析

组合机床动力滑台液压系统

汽车起重机液压系统

铁道轮对轴承压装机液压系统

气压传动

流体力学基础

工作介质

气体状态方程

能源装置

汽缸

执行元件

气动马达

控制元件

气动控制元件

气动逻辑元件

辅助元件

方向控制回路

压力控制回路

基本回路

速度控制回路

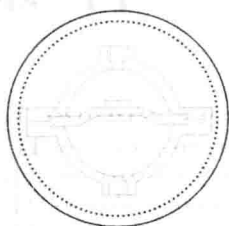
往复运动回路

系统的应用与分析

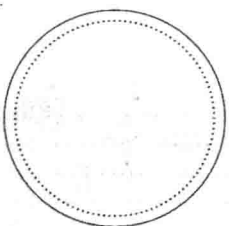
机械手气压传动系统

汽车门开关气动系统

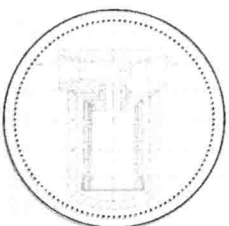
绪论	1
第一章 流体力学基础	11
❖ 目标规划	11
❖ 课前热身随笔	11
❖ 本章穿针引线	12
第一节 工作介质	13
第二节 流体的力学基本规律	17
第三节 流体的压力损失	23
第四节 液压冲击和气穴现象	27
❖ 课后延伸	28
❖ 闯关考验	28
第二章 能源装置	30
❖ 目标规划	30
❖ 课前热身随笔	30
❖ 本章穿针引线	31
第一节 液压泵概述	32
第二节 齿轮液压泵	34
第三节 叶片液压泵	37
第四节 柱塞液压泵	40
第五节 气源装置	43
❖ 课后延伸	44
❖ 闯关考验	44
第三章 执行元件	47
❖ 目标规划	47
❖ 课前热身随笔	47
❖ 本章穿针引线	48
第一节 液压缸	49
第二节 液压马达	61
第三节 汽缸	67
第四节 气动马达	71
❖ 课后延伸	72
❖ 闯关考验	73
第四章 控制元件	76
❖ 目标规划	76
❖ 课前热身随笔	76
❖ 本章穿针引线	77
第一节 液压方向控制阀	78
第二节 液压压力控制阀	89
第三节 液压流量控制阀	98
第四节 其他液压控制阀	105
第五节 常用气动控制阀	113
第六节 气动逻辑元件	124
❖ 课后延伸	127
❖ 闯关考验	127



第五章 辅助元件	134
❖ 目标规划	134
❖ 课前热身随笔	134
❖ 本章穿针引线	135
第一节 液压辅件	135
第二节 气压辅件	156
❖ 课后延伸	166
❖ 闯关考验	166



第六章 基本回路	169
❖ 目标规划	169
❖ 课前热身随笔	169
❖ 本章穿针引线	170
第一节 液压方向控制回路	170
第二节 液压压力控制回路	172
第三节 液压速度控制回路	180
第四节 多缸工作控制回路	190
第五节 气动基本回路	194
❖ 课后延伸	198
❖ 闯关考验	198



第七章 液压与气动系统的应用	202
❖ 目标规划	202
❖ 课前热身随笔	202
❖ 本章穿针引线	203
第一节 组合机床动力滑台液压系统	204
第二节 汽车起重机液压系统	207
第三节 铁道轮对轴承压装机液压系统	209
第四节 机械手气压传动系统	211
第五节 车门开关气动系统	212
❖ 课后延伸	213
❖ 闯关考验	213
附录一 液压气动图形符号	216
附录二 希腊字母表	223
参考文献	224



绪 论

一、液压与气压传动简介

一台完整的机器由原动机部分、传动机构及控制部分、工作机部分(含辅助装置)组成。原动机包括电动机、内燃机等。工作机即完成该机器工作任务的直接工作部分,如剪床的刀刃、车床的刀架等。由于原动机的功率和转速变化范围有限,为了适应工作机的负荷和工作速度变化范围以及工作性能的要求,通过传动机构将原动机和工作机连接起来,其作用是将原动机输出功率经过变换后传递给工作机,以实现动力的传递和控制。

传动机构通常有机械传动、电气传动和流体传动等多种形式。机械传动是通过齿轮、带、链、蜗轮蜗杆等机件直接将动力传送到执行机构的传递方式。电气传动是利用电气设备,通过调节电参数来传递或控制动力的传动方式。流体传动是以流体为工作介质进行能量转换、传递和控制的传动方式,包括液压传动、液力传动(主要以液体动能进行工作的传动方式)和气压传动。气压传动通常简称为气动。

作为一种传动形式,液压传动和气压传动的应用领域相当广泛,以现实生活中比较常见的应用为例:在公路上汽车换轮胎用的千斤顶(图1)利用的就是液压传动,小小的千斤顶能举升重达几吨、十几吨的汽车;在有的客车车门上(图2)使用的就是气动门,每天客车初次启动时在预热发动机的同时,也为车门的开闭提供压缩空气。



图1 液压千斤顶

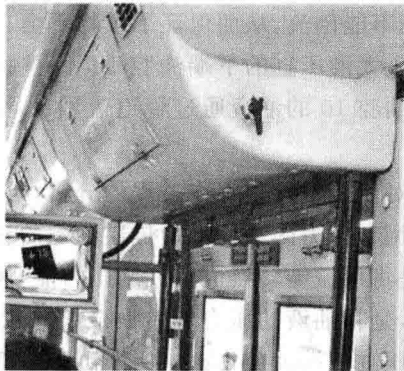


图2 气动车门

二、液压与气压传动的定义及工作原理

1. 液压传动和气压传动

液压传动和气压传动是利用有压流体(液体或气体)作为工作介质来传递动力或控制信号的一种传动方式。

2. 工作原理

(1) 液压传动的工作原理

液压传动的工作原理可以用一个液压千斤顶的工作原理来加以说明。

课堂速记

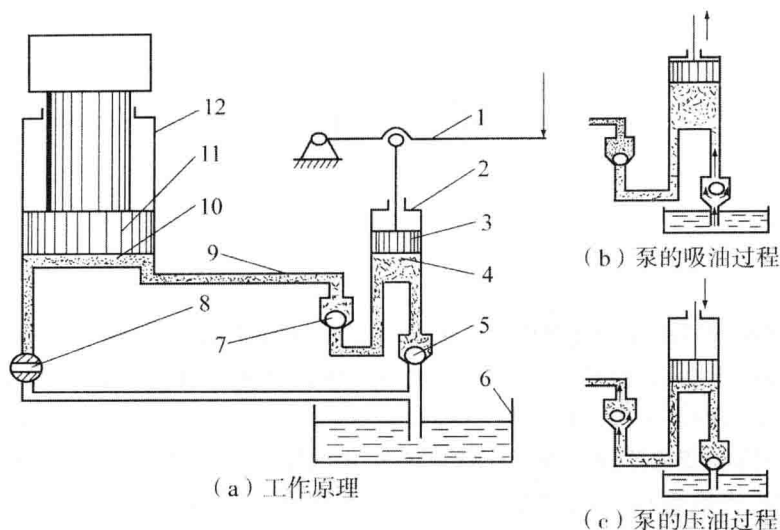


图3 液压千斤顶的工作原理

1—杠杆手柄 2—小液压缸 3,11—活塞 4,10—油腔
5,7—单向阀 6—油箱 8—截止阀 9—油管 12—大液压缸

图3(a)所示为液压千斤顶的工作原理图。大液压缸12和大活塞11组成举升液压缸。杠杆手柄1、小液压缸2、小活塞3、单向阀5和7组成手动液压泵。若提起手柄使小活塞向上移动,小活塞下端油腔4容积增大,形成局部真空,这时单向阀5打开,通过吸油管从油箱6中吸油(图3b);用力压下手柄,小活塞下移,其下端油腔4压力升高,单向阀5关闭,单向阀7打开(图3c),小活塞下端油腔4的油液经管道9输入大液压缸的下端油腔10,迫使大活塞11向上移动,举升重物。再次提起手柄吸油时,单向阀7自动关闭,使油液不能倒流,从而保证了重物不会自行下落。连续地往复扳动手柄,就能不断地将油液压入大液压缸的下端油腔10,使重物逐渐地被举升。如果打开截止阀8,大液压缸的下端油腔10的油液通过管道流回油箱,重物就向下移动。这就是液压千斤顶的工作原理。

通过对液压千斤顶工作过程的分析,可以初步了解液压传动的基本工作原理。液压传动是利用有压力的油液作为传递动力的工作介质。压下杠杆手柄时,小液压缸2输出压力油,是将机械能转换成油液的压力能,压力油经过单向阀7及管道9,推动大活塞11举升重物,是将油液的压力能转换成机械能。大活塞11举升的速度取决于单位时间内流入大液压缸下端油腔10中油液容积的多少。由此可见,液压传动是一个不同能量的转换过程。

(2) 气压传动的工作原理

如果将图3所示系统中的油液换成空气,由于工作介质直接取自大气,亦可直接排入大气,因而可以省略回油管和油箱,再将液压缸改为汽缸,上述系统就可视为一个气动系统。日常生活中常用的打气筒,就与上述小活塞缸工作原理完全相同。

通过上述的分析可以看出,液压传动与气压传动的工作原理是相同的,它们都是执行元件在控制元件的控制下,以密封容积中的工作介质(液压油或压缩空气)来传递运动和动力的。系统首先将机械能转换成压力能,然后通过各种元件组成的控制回路来实现能量的调控,最终再将压力能转换为机械能,使执行机构实现预定的功能,按照预定的程序完成相应的动力与运动的输出。



三、液压与气压传动的发展

不论是液压传动还是气压传动,相对于机械传动来说,都是一门新兴的技术。在机床、工程机械、农业机械、运输机械、冶金机械等许多机械装置中,特别是重型机械设备中得到非常广泛的应用,并渗透到工业的其他各个领域,成为工业领域中非常重要的一门控制和传动技术。

1. 液压传动的发展概况

若从 17 世纪中叶,帕斯卡提出静压传递原理、1795 年英国制成世界上第一台水压机开始算起,液压传动已有二三百年的历史,但直到 20 世纪 30 年代才较普遍地用于起重机、机床及工程机械中。在第二次世界大战期间,由于战争的需要,出现了由响应迅速、精度较高的液压控制机构所装备的各种军事武器。二战结束后,液压技术迅速转向民用工业,不断应用于各种机械装备中(图 4)。

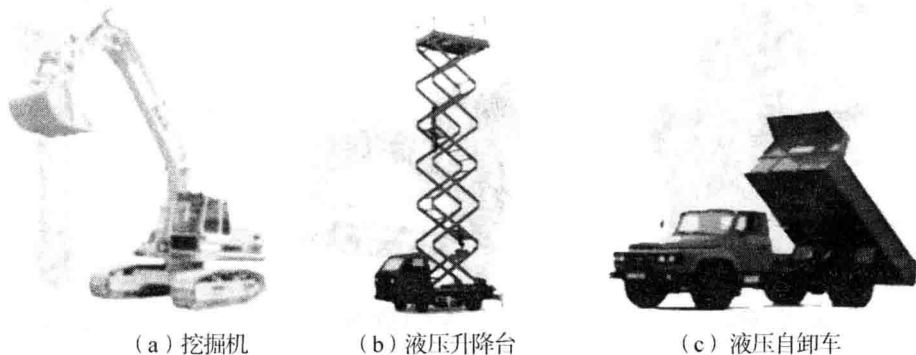


图 4 液压传动的应用

20 世纪 60 年代以后,液压技术随着原子能、空间技术、计算机技术的发展而得到了迅速的发展和广泛的应用,已经发展为一门完整的自动化技术。特别是出现了运动精度高、响应速度快的伺服阀后,液压技术的应用更是飞速发展,在 20 世纪 70 年代末至 80 年代末,由于计算机的迅速发展,促使液压技术进入了数控液压伺服技术的时期。新型液压元件和液压系统的计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助测试(CAT)、计算机直接控制(CDC)、机电一体化技术、可靠性技术,以及污染控制技术等方面是当前液压传动及控制技术发展和研究的方向。电子技术和液压技术相结合是液压系统实现自动控制的发展方向。

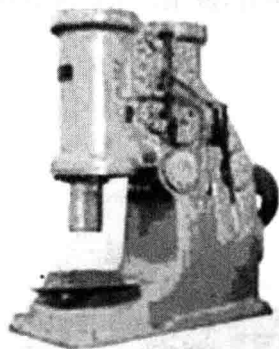
我国于 20 世纪 50 年代末期开始发展液压工业,其产品最初只用于机床和锻压设备,后来才用到其他类设备上,比如拖拉机和工程机械。上海江南造船厂于 1961 年成功地制造了我国第一台万吨水压机,这台水压机的研制成功,为我国的锻造事业跨进世界先进行列起到了重要的作用。我国的工程技术人员自 1964 年从国外引进一些液压元件生产技术后,即着手进行自行设计、研制和生产。20 世纪 80~90 年代,我国对液压行业进行重点改造,扩大对外交流与合作,加速对国外先进液压元件的引进、消化和吸收。现在,我国的液压元件已形成了系列,并在各种机械设备上得到了广泛的使用。

2. 气压传动的发展概况

早在公元前,埃及人就开始采用风箱产生压缩空气来助燃。气动技术由风动技术(自然风力推动风车)和液压技术演变、发展而来。从 18 世纪产业革命开始,逐渐应用于各类行业中。1829 年多级空气压缩机在英国问世,为气压传动的发展创造了条件。1871

课堂速记

年风镐开始用于采矿。1868 年美国人 G. 威斯汀豪斯(Westinghouse)发明了气动制动装置,并在 1872 年用于铁路车辆的制动。随着兵器、机械、化工等工业的发展,气动机构和控制系统得到了广泛的应用。1930 年出现了低压气动调节器。二战以后,随着各国生产的迅速发展和经济繁荣,气压传动技术也应运而生。由于其动力传递介质是取之不尽的空气,环境污染小,工程实现容易,所以在自动化领域中充分显示了它强大的生命力和广阔的发展前景,成为一种实现工业自动化的有效手段。20 世纪 50 年代成功研制出用于导弹尾翼控制的高压气动伺服机构。20 世纪 60 年代发明射流和气动逻辑元件,使气压传动得到很大的发展,其发展速度已超过了液压传动。气动技术在机械、电子、钢铁、运输车辆及橡胶、纺织、轻工、化工、食品、包装、印刷、烟草等各个制造行业,尤其在各种自动化生产装备和生产线中得到了非常广泛地应用(图 5),成为当今应用最广,发展最快,也最易被接受和重视的技术之一。



(a) 空气锤



(b) 气动钉枪



(c) 风镐

图 5 气压传动的应用

四、液压与气压传动系统的组成和表示方法

1. 液压传动系统的组成

图 6(a)所示为一台简化了的机床工作台液压传动系统,它由油箱 19、过滤器 18、液压泵 17、溢流阀 13、开停阀 10、节流阀 7、换向阀 5、液压缸 2 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 17 由电动机驱动后,从油箱 19 中吸油。油液经过滤器 18 进入液压泵 17,油液在泵腔中从入口低压到出口高压,在图 6a 所示状态下,通过开停阀 10、节流阀 7、换向阀 5 进入液压缸 2 左腔,推动活塞使工作台 1 向右移动。这时,液压缸 2 右腔的油液经换向阀 5 和回油管 6 排回油箱。

如果将换向手柄 4 转换成图 6(b)所示状态,则压力管中的油液将经过开停阀 10、节流阀 7 和换向阀 5 进入液压缸 2 右腔,推动活塞使工作台 1 向左移动,并使液压缸 2 左腔的油液经换向阀 5 和回油管 6 排回油箱。

工作台的移动速度是通过节流阀 7 来调节的。当节流阀 7 开大时,进入液压缸 2 的油量增多,工作台 1 的移动速度增大;当节流阀 7 关小时,进入液压缸 2 的油量减小,工作台 1 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大的推力,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,液压缸中的油液压力越高;反之压力就越低。这种现象正说明了液压传动的一个基本原理——压力决定于负载。

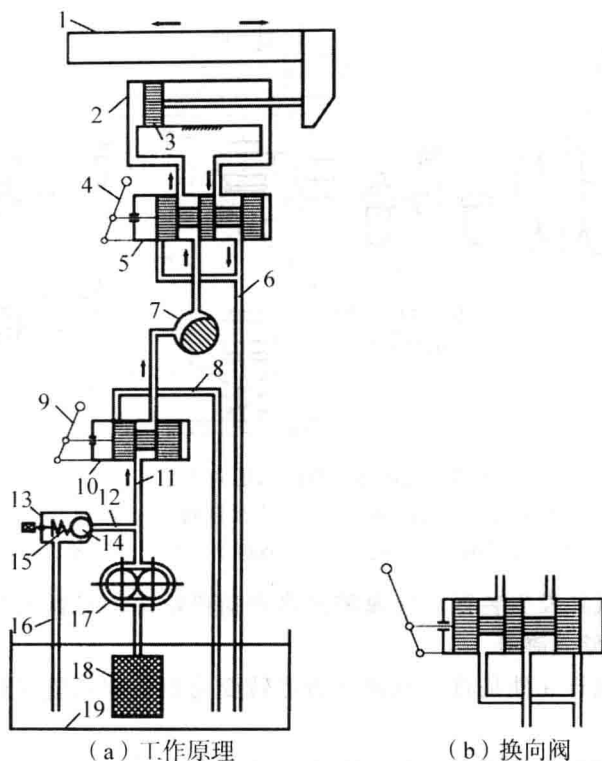


图 6 机床工作台液压传动系统工作原理

- 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—过滤器 19—油箱

从机床工作台液压传动系统的工作过程可以看出,一个完整的、能够正常工作的液压系统,应该包含以下五个部分:

(1)动力元件(动力装置):动力元件是供给液压系统压力油,把机械能转换成压力能的装置。最常见的是液压泵。

(2)执行元件(执行装置):执行元件是把压力能转换成机械能以驱动工作机构的装置。其形式有作直线运动的液压缸和作回转运动的液压马达。

(3)控制元件(控制调节装置):控制元件是对系统中的压力、流量或流动方向进行控制或调节的装置。如溢流阀、节流阀、换向阀、开停阀等。

(4)辅助元件(辅助装置):在液压系统中除了上述三部分之外的其他各类组成元件,如油箱、油管、过滤器、压力计等。其作用是提供必要的条件使系统得以正常工作和便于监测控制。

(5)工作介质(传动介质):工作介质是传递能量的流体,即液压油等。液压系统就是通过工作介质实现运动和动力传递的。

2. 气压传动系统的组成

典型的气压传动系统如图 7 所示,一般由以下五部分组成:

课堂速记

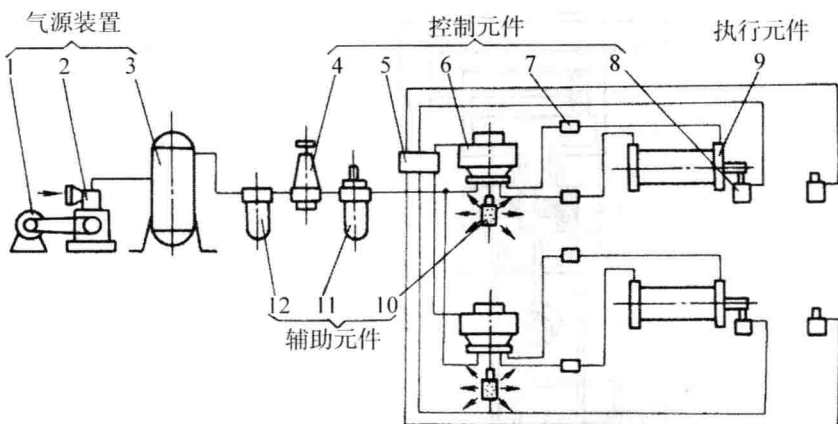


图7 气压传动系统的组成示意图

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

(1)气源装置(气压发生装置):气源装置将原动机输出的机械能转变为空气的压力能。如空气压缩机、储气罐等。

(2)执行元件:执行元件是将空气的压力能转变为机械能的能量转换装置。如气缸和气马达。

(3)控制元件:控制元件用来控制压缩空气的压力、流量和流动方向,以保证执行元件具有一定的输出力和速度并按程序正常工作。如压力阀、流量阀、单向阀和逻辑阀等。

(4)辅助元件:对工作介质起到容纳、净化、润滑、消声和实现元件间连接等作用的装置。如过滤器、干燥器、消声器、油雾器和管件等。

(5)工作介质:气压传动的工作介质主要是指压缩空气。空气由若干种气体混合组成,主要有氮气(N_2)、氧气(O_2)及少量的氩气(Ar)和二氧化碳(CO_2)等。此外,空气中常含有一定量的水蒸气。干空气是指不含水蒸气的空气,湿空气是指含有水蒸气的空气。

氮和氧是空气中含量比例最大的两种气体,它们的体积比近似于4:1,因为氮气是惰性气体,具有稳定性,不会自燃,所以用空气作为工作介质可以用在易燃、易爆场所。

3. 液压与气压传动系统图的图形符号

图6所示的液压传动系统是一种半结构式的工作原理图。它有直观性强、容易理解的优点,当液压系统发生故障时,根据工作原理图检查十分方便。但图形比较复杂,绘制麻烦。我国已经制定了一种用规定的图形符号来表示液压原理图中的各元件和连接管路的国家标准,即“液压气动图形符号(GB/T 786.1-93)”。在国标中对于这些图形符号有以下几条基本规定:

(1)符号只表示元件的职能,连接系统的通路,不表示元件的具体结构和参数,也不表示元件在机器中的实际安装位置。

(2)元件符号内的油液流动方向用箭头表示,线段两端都有箭头的,表示流动方向可逆。

(3)符号均以元件的静止位置或中间零位置表示,当系统的动作另有说明时,可以例外。

图8所示为图6(a)系统用“液压气动图形符号(GB/T 786.1-93)”绘制的工作原理图。使用这些图形符号可使液压传动系统图简单明了,且便于绘制。

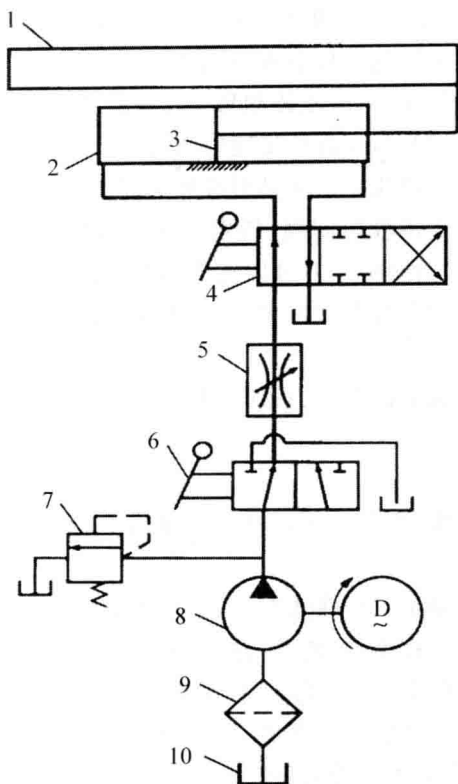


图8 机床工作台液压传动系统的图形符号图

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

液压传动系统的其他图形符号及气动系统的图形符号可查附录一。

五、液压与气压传动的优缺点

1. 液压传动的优缺点

(1) 液压传动的优点

①液压传动使用油管连接,借助油管的连接可以方便灵活地布置传动机构。系统结构空间的自由度大,这是机械传动所无法比拟的。例如,在井下抽取石油的泵可采用液压传动来驱动,以克服长驱动轴效率低的缺点。

②在同等功率的情况下,液压传动装置的体积小、重量轻、结构紧凑、惯性小。液压马达的体积和重量只有同等功率电动机的10%~20%。目前,液压泵和液压马达单位功率的重量指标是发电机和电动机的十分之一,比如液压泵和液压马达可小至0.0025N/W,而发电机和电动机约为0.03N/W。在同等的体积下,液压装置比电气装置能传递更大的动力,因为液压系统中的压力可比电枢磁场中的磁力大30~40倍。在挖掘机等重型工程机械上,由于液压传动系统的推力很大,加之又极易布置其位置,现已基本取代了机械传动。

③液压油具有吸振能力,工作平稳,换向冲击小,能高速启动、制动和换向。液压传动的换向频率高,在实现往复回转运动时可达500次/min,实现往复直线运动时可达1000次/min。液压传动运动均匀平稳,负载变化时速度较稳定。正因为如此,金属切削机床中的磨床传动现在几乎都采用了液压传动。

课堂速记

④液压传动可在大范围内实现无级调速,调速范围最大可达 $1:2000$,一般为 $1:100$ 。并可在液压装置运行的过程中进行调速。

⑤借助于设置溢流阀等元件,液压传动易于实现过载保护。液压传动的工作介质是液压油,液压元件能够自行润滑,元件的使用寿命长。

⑥液压传动容易实现自动化。由于是对液体的压力、流量和流动方向进行控制或调节,操纵简单、方便。借助于各种控制阀,特别是采用液压控制和电气控制相结合时,能很容易地实现复杂的自动工作循环,并可以实现远距离控制。

⑦液压传动比机械传动更容易实现直线运动,从而可以减少中间环节,简化机械结构,提高运动精度。

⑧由于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) 液压传动的缺点

①液压油具有可压缩性,再者由于液压系统中存在泄漏,使得液压传动不能保证严格的传动比。

②为了减少泄漏以及满足某些性能上的要求,液压元件的配合零件制造精度要求较高,加工工艺较复杂,装配比较困难,使用维护要求严格,成本较高。

③液压系统在工作过程中发生故障时不易诊断。

④液压传动泄漏的液压油容易污染环境。油液本身易被污染,而液压元件对油液的污染比较敏感,从而影响系统工作的可靠性。

⑤油液混入空气后,会引起液压系统爬行、振动和产生噪声,使系统的工作性能受影响并缩短元件的使用寿命。

⑥液压传动对油温的变化比较敏感,温度变化时,液体黏性变化,引起运动特性的变化,使得工作的稳定性受到影响,故不宜在温度变化很大的环境条件下工作。一般工作温度在 $-15^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 范围内较为合适。

⑦由于能量传递过程中压力损失和泄漏的存在使传动效率较低,不宜作远距离传递。

⑧液压传动要求有单独的能源,不像电源那样方便使用。机械传动中的机械构件可承受拉、压、弯、剪各种应力,而液压传动中的液体只能承受压力。

2. 气压传动的优缺点

(1) 气压传动的优点

①气压传动的工作介质取之不尽,用之不竭,无介质费用和供应上的困难。可将用过的气体直接排入大气,处理方便。空气泄漏不会严重影响工作,不会污染环境。压缩空气没有爆炸和着火的危险,因此不需要昂贵的防爆设施。

②工作介质很容易通过管道输送,而且由于空气黏性小,在输送时压力损失小。气动系统所使用的压缩空气一般是集中供气,远距离输送。

③气压传动工作压力低,使用安全。相对液压传动而言,气压元件的材料和制造精度要求低,成本低。与液压传动相比,气压传动动作迅速、反应快、维护简单、管路不易堵塞,且不存在工作介质变质、补充和更换等问题。

④气动装置结构简单、轻便、安装维护简单,使用安全。无油的气压传动系统特别适用于无线电元器件的生产过程,还可用于食品及医药的生产。工作环境适应性好,气压元件可根据不同场合,采用相应材料,使元件能够在易燃、高温、低温、强振动、强冲击、强