

普通高等院校“十一五”规划教材
普通高等院校机械类精品教材

顾 问 杨叔子 李培根



液压气压传动与控制

YEYA QIYA CHUANDONG YU KONGZHI

冀 宏 主编
杨华勇 主审

华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>





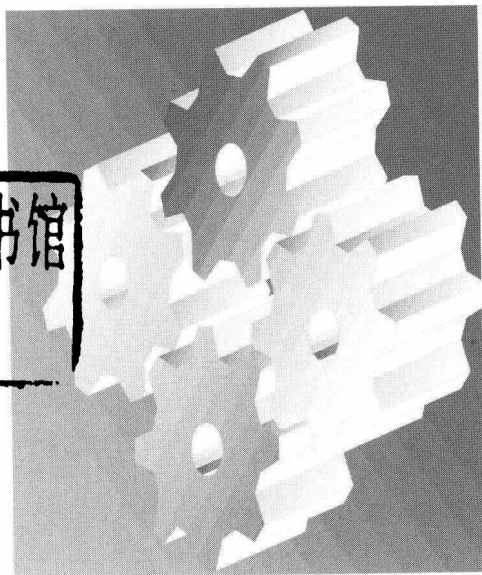
普通高等院校“十一五”规划教材
普通高等院校机械类精品教材

顾问 杨叔子 李培根

液压气压传动与控制

主 编 冀 宏
副主编 王建森 唐铃凤
参 编 闵 为 王峥嵘
张 玮 陆初觉
主 审 杨华勇

业学院图书馆
书 章



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

液压气压传动与控制/冀 宏 主编.—武汉:华中科技大学出版社,2009 年 9 月

ISBN 978-7-5609-5560-5

I. 液… II. 冀… III. ①液压传动-高等学校-教材 ②气压传动-高等学校-教材 IV. TH137 TH138

液压气压传动与控制

冀 宏 主编

策划编辑:刘 锦

责任编辑:姚 幸

责任校对:周 娟

封面设计:潘 群

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北恒泰印务有限公司

开本:787mm×960mm 1/16

印张:24.75 插页:2

字数:500 000

版次:2009 年 9 月第 1 版

印次:2009 年 9 月第 1 次印刷

定价:39.80 元

ISBN 978-7-5609-5560-5/TH·200

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是根据教育部机电类专业本科教育人才培养目标和培养方案及课程教学大纲的要求编写的。全书共 12 章,第 1、2 章主要介绍液压与气压传动基本概念、液压介质和液压流体力学基础,第 3~6 章主要介绍液压泵、液压缸、液压马达、液压阀和液压辅件的典型结构、工作原理及性能特点,第 7 章介绍液压基本回路的分类、构成和功能,第 8 章介绍典型液压传动系统的原理、特点、分析及设计方法,第 9 章介绍液压控制系统的基本理论、液压伺服阀和液压动力机构的结构及特性、液压位置控制系统及其分析方法等,第 10~12 章介绍气压传动基础知识、气源装置与气动元件、气动基本回路与气动系统的组成、工作原理、分析及设计方法。

本书适用于高等院校机械类、自动化类、动力工程类等各专业,也可供从事液压气压传动与控制技术的工程技术人员参考。

序

“爆竹一声除旧，桃符万户更新。”在新年伊始，春节伊始，“十一五规划”伊始，来为“普通高等院校机械类精品教材”这套丛书写这个“序”，我感到很有意义。

近十年来，我国高等教育取得了历史性的突破，实现了跨越式的发展，毛入学率由低于10%达到了高于20%，高等教育由精英教育而跨入了大众化教育。显然，教育观念必须与时俱进而更新，教育质量观也必须与时俱进而改变，从而教育模式也必须与时俱进而多样化。

以国家需求与社会发展为导向，走多样化人才培养之路是今后高等教育教学改革的一项重要任务。在前几年，教育部高等学校机械学科教学指导委员会对全国高校机械专业提出了机械专业人才培养模式的多样化原则，各有关高校的机械专业都在积极探索适应国家需求与社会发展的办学途径，有的已制定了新的人才培养计划，有的正在考虑深刻变革的培养方案，人才培养模式已呈现百花齐放、各得其所的繁荣局面。精英教育时代规划教材、一致模式、雷同要求的一统天下的局面，显然无法适应大众化教育形势的发展。事实上，多年来许多普通院校采用规划教材就十分勉强，而又苦于无合适教材可用。

“百年大计，教育为本；教育大计，教师为本；教师大计，教学为本；教学大计，教材为本。”有好的教材，就有章可循、有规可依、有鉴可借、有道可走。师资、设备、资料（首先是教材）是高校的三大教学基本建设。

“山不在高，有仙则名。水不在深，有龙则灵。”教材不在厚薄，内容不在深浅，能切合学生培养目标，能抓住学生应掌握的要言，能做

到彼此呼应、相互配套,就行,此即教材要精、课程要精,能精则名、能精则灵、能精则行。

华中科技大学出版社主动邀请了一大批专家,联合了全国几十个应用型机械专业,在全国高校机械学科教学指导委员会的指导下,保证了当前形势下机械学科教学改革的发展方向,交流了各校的教改经验与教材建设计划,确定了一批面向普通高等院校机械学科精品课程的教材编写计划。特别要提出的,教育质量观、教材质量观必须随高等教育大众化而更新。大众化、多样化决不是降低质量,而是要面向、适应与满足人才市场的多样化需求,面向、符合、激活学生个性与能力的多样化特点。“和而不同”,才能生动活泼地繁荣与发展。脱离市场实际的、脱离学生实际的一刀切的质量不仅不是“万应灵丹”,而是“千篇一律”的桎梏。正因为如此,为了真正确保高等教育大众化时代的教学质量,教育主管部门正在对高校进行教学质量评估,各高校正在积极进行教材建设,特别是精品课程、精品教材建设。也因为如此,华中科技大学出版社组织出版普通高等院校应用型机械学科的精品教材,可谓正得其时。

我感谢参与这批精品教材编写的专家们!我感谢出版这批精品教材的华中科技大学出版社的有关同志!我感谢关心、支持与帮助这批精品教材编写与出版的单位与同志们!我深信编写者与出版者一定会同使用者沟通,听取他们的意见与建议,不断提高教材的水平!

特为之序。

中国科学院院士
教育部高等学校机械学科指导委员会主任

杨红子

2006.1

前 言

本书是根据教育部机电类专业本科教育人才培养目标和培养方案及教学大纲的要求编写的。

流体传动与机械传动、电气传动一起组成了三大动力传动与控制技术,它们在机械工程、动力工程、自动化等领域起着基础性及关键性的作用。流体传动包括液压、气压传动与控制,液力传动,而液压、气压传动与控制是流体传动的主体部分,它是机械类、自动化类、动力类等领域复合型人才的知识结构中重要的组成部分。为了使读者能够较快地了解和掌握液压、气压传动与控制技术,本书贯彻少而精、理论联系实际的原则,选择液压流体力学、液压元件、液压传动系统、液压控制系统、气压传动及控制等方面的基本和核心内容进行了有机整合。

本书所有编者均有长期从事液压、气压传动与控制方面教学和科研的经历,按照概念准确、分析透彻、结构典型、理论联系实际、体现新成果的编写定位和要求,对本书内容进行了选定和编写。

在汲取同类教材优点的基础上,本书具有以下几个特点。

(1) 加大了液压控制系统的内容。为了准确把握各种液压系统的特点,必须对液压传动系统与液压控制系统的结构组成、性能要求、设计原则、分析及设计方法等方面的各自特点有清晰的认识,明确“传动”与“控制”的联系和区别。

(2) 把螺纹插装阀引入教材中。螺纹插装阀以其结构紧凑、种类多样的突出优点在实际的液压系统尤其是行走机械液压系统中获得了广泛应用,它是一种较新的阀种,应用前景广阔。

(3) 加强了变量泵方面的内容。以适应液压系统节能发展的方向。

(4) 书中所有结构图、原理图都经过反复推敲,力求做到结构合理、准确无误,体现出“没有合理结构,就没有工作原理”的理念。

参加本书编写的有:冀宏(兰州理工大学,第1、5、9、11、12章),唐铃凤(安徽工程科技学院,第4章),闵为(兰州理工大学,第2章),王峥嵘(兰州理工大学,第3、6章),张玮(兰州理工大学,第7章),王建森(兰州理工大学,第8章),陆初觉(兰州理工大学,第10章)。全书由冀宏任主编并统稿,王建森、唐铃凤任副主编。

兰州理工大学机械电子工程专业硕士研究生张玲珑、侯敏、梁宏喜、张立升等为本书插图的绘制做了大量工作,在此表示感谢。

本书由浙江大学杨华勇教授主审,对本书的编写提出了不少宝贵的意见。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏及缺点,恳请读者批评指正。联系地址:兰州理工大学能源与动力工程学院(邮编730050)。

编 者

2009年5月于兰州

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 液压传动的工作原理	(1)
1.2 液压传动系统的组成	(3)
1.3 液压技术的优缺点	(4)
1.4 液压传动的应用与发展	(5)
1.5 气压传动系统的组成与特点	(7)
第 2 章 液压流体力学基础	(11)
2.1 工作介质	(11)
2.2 液体静力学	(19)
2.3 液体运动学和液体动力学	(23)
2.4 管路流动的压力损失	(30)
2.5 孔口流动	(36)
2.6 缝隙流动	(40)
2.7 液压冲击和气穴现象	(43)
第 3 章 液压泵	(50)
3.1 液压泵概述	(50)
3.2 齿轮泵	(54)
3.3 叶片泵	(59)
3.4 柱塞泵	(67)
3.5 液压泵的调节	(71)
3.6 液压泵的选用	(76)
第 4 章 液压执行元件	(78)
4.1 液压缸	(78)
4.2 液压缸的设计和计算	(91)
4.3 液压马达	(96)
第 5 章 液压控制阀	(108)
5.1 概述	(108)
5.2 方向控制阀	(112)
5.3 压力控制阀	(122)
5.4 流量控制阀	(133)
5.5 多路换向阀	(140)
5.6 插装阀	(142)
5.7 叠加阀	(152)
5.8 电-液比例控制阀	(153)
5.9 电-液数字控制阀	(159)
第 6 章 液压辅件	(164)
6.1 蓄能器	(164)

6.2	过滤器	(168)
6.3	油箱	(173)
6.4	集成块	(175)
6.5	热交换器	(178)
6.6	管件	(180)
6.7	密封装置	(184)
第7章	液压基本回路	(189)
7.1	压力控制回路	(189)
7.2	速度控制回路	(198)
7.3	方向控制回路	(212)
7.4	多执行元件控制回路	(216)
第8章	典型液压传动系统	(224)
8.1	组合机床动力滑台液压系统	(224)
8.2	压力机液压系统	(228)
8.3	塑料注射成型机液压系统	(235)
8.4	挖掘机液压系统	(240)
8.5	液压传动系统的设计	(245)
第9章	液压控制系统	(269)
9.1	液压控制系统概述	(269)
9.2	液压伺服阀	(272)
9.3	液压动力元件	(291)
9.4	机-液伺服系统	(298)
9.5	电-液伺服系统	(301)
第10章	气压传动基础知识	(313)
10.1	空气的物理性质	(313)
10.2	气体状态方程	(317)
10.3	气体流动规律	(319)
第11章	气源装置与气动元件	(327)
11.1	气源装置及辅助元件	(327)
11.2	气动执行元件	(336)
11.3	气动控制元件	(343)
11.4	气动逻辑元件	(355)
第12章	气动基本回路和气动系统	(361)
12.1	气动基本回路	(361)
12.2	气动常用回路	(367)
12.3	气动回路实例	(370)
12.4	气动回路的设计	(372)
12.5	气动系统设计的主要内容及设计程序	(379)
部分习题参考答案		(381)
附录 常用液压元件与气动元件的图形符号		(382)
参考文献		(388)

第 1 章 绪 论

任何一部机器都由原动机、传动装置、操纵或控制装置、工作机构等四部分组成。

根据机器的设计要求,工作机构的输出(如力、速度、位移等)应符合一定的规律。由于原动机(如电动机、内燃机等)的输出特性往往不能直接与机器工作任务要求的特性相适应,因此,在原动机与工作机构之间就需配备某种传动装置,以将原动机的输出量进行适当的变换和传递,使工作机构的输出特性满足机器的要求。

传动装置的类型主要有机械传动、电气传动和流体传动,以及由它们组合而成的复合传动。

流体传动是以流体(含液体、气体)为工作介质来进行能量转换、传递和控制的传动形式。以液体为工作介质时称为液体传动,以气体为工作介质时则称为气压传动。

液体传动又分为性质截然不同的两种传动形式:液压传动和液力传动。液压传动的主要特点是靠密闭工作腔的容积变化来进行工作的,它通过液体介质的压力能来进行能量的转换和传递。液力传动主要是通过液体介质的动能来进行能量的转换和传递。

1.1 液压传动的工作原理

液压传动的工作原理可以图 1-1 所示的手动液压千斤顶来说明。

如图所示,当向上抬起杠杆时,手动液压泵的小活塞向上运动,小液压缸 1 下腔容积增大而形成局部真空,单向阀 2 关闭,油箱 4 的油液在大气压的作用下经吸油管顶开单向阀 3 进入小液压缸下腔。当向下压杠杆时,小液压缸下腔容积减少,油液受挤压,压力升高,使单向阀 3 关闭,单向阀 2 被顶开,油液经排油管进入大液压缸 6 的下腔,推动大活塞上移顶起重物。如此不断上下扳动杠杆,则不断有油液进入大液压缸下腔,使重物逐渐被举升。如杠杆停止动作,大液压缸下腔油液的压力将使单向阀 2 关闭,大活塞连同重物一起被锁定不动,停止在举升位置。若打开截止阀 5,大液压缸下腔接通油箱,大活塞及重物将在自重作用下回到初始位置,下腔油液排回油箱。

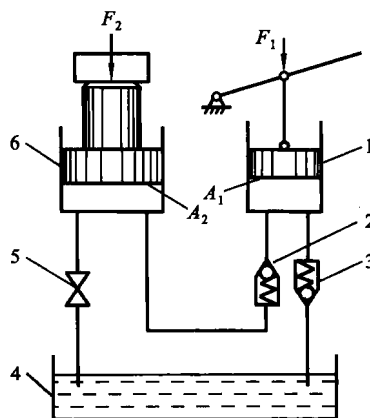


图 1-1 手动液压千斤顶工作原理图

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

其中,小液压缸1与排油单向阀2、吸油单向阀3组成了一个手动液压泵,它将杠杆的机械能转换为油液的压力能输出;而大液压缸6又将油液的压力能转换为机械能输出。液压千斤顶通过手动液压泵和液压缸对能量形式进行了转化,实现了力和运动的传递,或者对外做功。手动液压千斤顶是一个组成简单的液压传动系统,它具有液压传动系统的共有特征。

1. 力的传递——压力取决于负载

设液压缸活塞面积为 A_2 ,作用在活塞上的负载力为 F_2 ,则 F_2 在液压缸中产生的液体压力为 $p_2 = F_2/A_2$ 。根据帕斯卡原理,“在密闭容积内,施加于静止液体上的压力将以等值同时传递到液体各点”,液压泵的排油压力 p_1 应等于液压缸中液体压力,即 $p_2 = p_1 = p$,液压泵的排油压力又称系统压力。

为了克服负载力使液压缸活塞运动,作用在液压泵活塞上的作用力 F_1 应为

$$F_1 = pA_1 = F_2 \frac{A_1}{A_2} \quad (1-1)$$

式中: A_1 ——液压泵活塞面积。

在 A_1 、 A_2 一定时,系统中的液体压力 p 取决于负载力,负载力 F_2 越大,系统的液体压力 p 越大,手动液压泵上所需的作用力 F_1 也越大;反之,如果空载工作,且不计摩擦力,则液体压力 p 和作用力 F_1 都为零。液压传动的这一特征,可以简要表达为“压力取决于负载”。

2. 运动的传递——速度取决于流量

如果不考虑液体的可压缩性、漏损和缸体、管路的变形,液压泵排出的液体体积必然等于进入液压缸的液体体积。设液压泵活塞位移为 s_1 ,液压缸活塞位移为 s_2 ,则有

$$s_1 A_1 = s_2 A_2 \quad (1-2)$$

式(1-2)两边同除以运动时间 t ,得

$$q_1 = v_1 A_1 = v_2 A_2 = q_2 \quad (1-3)$$

式中: v_1 、 v_2 ——分别为液压泵活塞、液压缸活塞的平均运动速度;

q_1 、 q_2 ——分别为液压泵输出的平均流量、输入液压缸的平均流量。

由上述可见,液压传动是靠封闭工作容积变化相等的原则实现运动(速度和位移)传递的。液压缸活塞运动速度 v 取决于进入(或排出)液压缸的流量 q ,而与外负载无关。液压传动的这一特征,可以简要表达为“速度取决于流量”。

以上两个特征是独立存在的,互不影响,与外负载力相对应的流体参数是流体压力,与运动速度相对应的流体参数是流体流量。因此,压力和流量是液压传动中两个最基本、最重要的参数。

3. 液体压力能

若不考虑各种能量损失,手动液压泵的输入功率等于液压缸的输出功率,即

$$F_1 v_1 = F_2 v_2$$

或

$$P = pA_1v_1 = pA_2v_2 = pq \quad (1-4)$$

可见,液压传动的功率 P 可以用液体压力 p 和流量 q 的乘积来表示。

上述千斤顶的工作过程,就是将手动机械能转换为液体压力能,又将液体压力能转换为机械能输出的过程。

综上所述,可归纳出液压传动的基本特征如下。

- (1) 以液体为工作介质,依靠处于密封工作容积内的液体压力来传递能量。
- (2) 液体压力的高低取决于负载。
- (3) 负载运动速度的大小取决于流量。
- (4) 压力和流量是液压传动中最基本、最重要的两个参数。

1.2 液压传动系统的组成

图 1-2 所示为一机床工作台的液压传动系统,它由液压泵、溢流阀、节流阀、换向阀、液压缸、油箱及连接管道等组成。

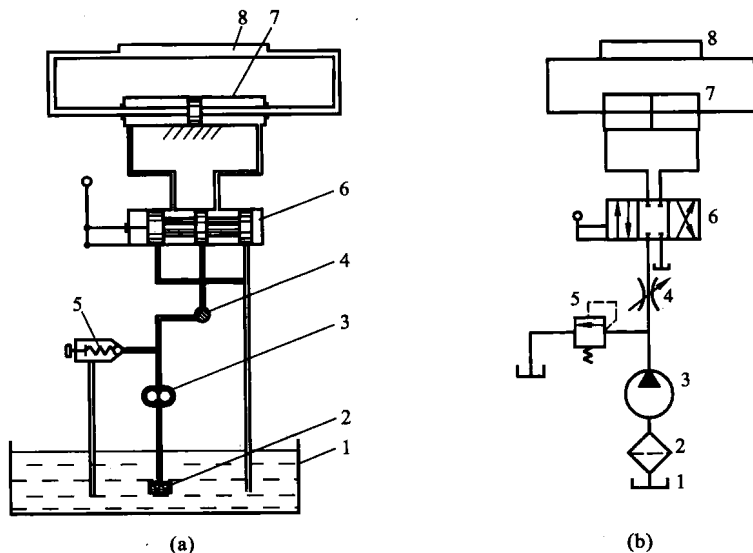


图 1-2 机床工作台液压系统工作原理

(a) 结构 (b) 图形符号

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

下面介绍机床工作台液压系统的工作原理。液压泵 3 由电动机带动旋转,从油箱 1 经过滤器 2 吸油,液压泵排出的压力油先经节流阀 4,再经换向阀 6(设换向阀手柄向右扳动,阀芯处于右端位置)进入液压缸 7 的左腔,液压缸 7 右腔的油液经换向阀 6 和回油管

道返回油箱,液压力作用下推动活塞和工作台 8 向右运动。若换向阀阀芯处于左端位置(手柄向左扳动)时,活塞及工作台反向运动。改变节流阀 4 的开口大小,可以改变进入液压缸的液流流量大小,实现工作台运动速度的调节,多余的液压油经溢流阀 5 和溢流管道排回油箱。液压缸的工作压力由活塞运动所克服的负载决定。液压泵的工作压力由溢流阀限定,其值略高于液压缸的工作压力。由于系统的最高工作压力不会超过溢流阀的调定值,所以溢流阀还对系统起到过载保护的作用。

图 1-2(a)所示为液压系统工作原理图,其表述直观,易于理解,但绘制起来比较麻烦。图 1-2(b)所示为用液压图形符号绘制成的工作原理图,其简单明了,便于绘制。液压图形符号参见国家标准《液压与气动图形符号》(GB/T 786.1—1993)。

液压传动系统由以下四部分组成。

- (1) 动力元件 液压泵,其功能是将原动机输出的机械能转换成液体的压力能。
- (2) 执行元件 液压缸、液压马达,其功能是将液体的压力能转换成机械能,以带动负载进行直线运动或旋转运动。
- (3) 控制元件 压力、流量和方向的控制阀,它们的作用是控制和调节系统中液体的压力、流量和流动方向,以保证执行元件达到所要求的输出力(或力矩)、运动速度及运动方向。
- (4) 辅助元件 保证系统正常工作所需的辅助装置,包括管道、管接头、油箱、过滤器及指示仪表等。

1.3 液压技术的优缺点

液压传动系统与机械传动、电气传动等系统相比,具有如下主要的优、缺点。

1.3.1 液压传动的主要优点

(1) 体积小、自重轻,单位重量输出的功率大 这是由于液压传动可以采用很高的压力(一般已达 32 MPa,个别场合更高),因此具有体积小、自重轻的特点。在同等功率下,液压马达的外形尺寸和重量为电动机的 12 % 左右。在中、大功率及实现直线往复运动时,这一优点尤为突出。

(2) 可在大范围内实现无级调速,且调节方便 调速范围一般可达 100 : 1,有时甚至高达 2 000 : 1。

(3) 操纵控制方便 与电子技术结合更易于实现各种自动控制和远距离操纵。

(4) 响应频率高 因体积小、自重轻,故惯性小、响应速度快,启动、制动和换向迅速。如一个中等功率的电动机启动需要几秒钟,而液压马达只需 0.1 s。

(5) 结构简单 因执行元件的多样性(如液压缸、液压马达等)和各元件之间仅靠管

路连接,使得机器的结构简化,布置灵活方便。

(6) 安全及工作条件好 易于实现过载保护,安全性好;采用矿物油为工作介质,自润滑性好。

1.3.2 液压传动的主要缺点

(1) 不适应精确传动 液压传动系统中存在的泄漏和油液的压缩性,影响了传动的准确性,不易实现定比传动。

(2) 环境温度影响较大 由于油液粘度随温度变化,容易引起油液性能的变化,所以液压传动不宜在温度变化范围较大的场合工作。

(3) 传动效率不高 由于受液体流动阻力和泄漏的影响,所以液压传动的效率不高。

(4) 对油液的清洁度要求高 液压传动系统对油液的污染比较敏感,必须有良好的防护和过滤措施。

1.4 液压传动的应用与发展

1.4.1 液压传动的应用

液压传动具有很多优点,所以在工农业生产及军工等各部门应用广泛。在机床设备上,主要是利用其可以实现无级变速、自动化程度高、能实现换向频繁的往复运动的优点,多用于进给传动装置、往复运动传动装置、辅助装夹装置等;在工程机械、压力机械上多利用其结构简单、输出功率大的特点;航空装置上采用它的原因是液压设备自重轻、体积小。表 1-1 详细列出了液压传动在各个行业中的应用情况。

表 1-1 液压传动在各个行业中的应用

行业名称	应用场合
工程机械	挖掘机、装载机、推土机、压路机等
建筑机械	打桩机、平地机等
汽车工业	自卸式汽车、平板车、高空作业车等
农业机械	联合收割机、拖拉机等
轻工、化工机械	打包机、注塑机、矫直机、橡胶硫化机、造纸机等
起重运输机械	起重机、叉车、装卸机械、液压千斤顶等
矿山机械	开采机、提升机、液压支架等
纺织机械	织布机、抛砂机、印染机等

1.4.2 液压传动的发展

液压传动相对于机械传动来说是一门较新的技术。

18 世纪末,手动泵供压的水压机已经出现。到了 19 世纪 20 年代,水压机已经广泛应用,成为除蒸汽机以外应用最广的机械设备,而且还发展了各种水压传动控制回路,为后续液压技术的发展奠定了基础。但水的粘度低、润滑性差,容易引起设备及管道锈蚀,这些缺点制约了水压传动技术的进一步发展。到了 20 世纪初,由于石油工业的兴起,出现了粘度适中、润滑性好、耐蚀性好的各种矿物油,科学家们开始研究将矿物油取代水作为液压传动的工作介质。其中具有代表意义的是:在 1905 年,美国人詹尼(Janney)利用矿物油作为工作介质,设计制造了第一台液压柱塞泵及由其驱动的油压传动装置,并将其应用于军舰的炮塔装置上。1922 年,瑞士人托马(H. Thoma)发明了径向柱塞泵,随后斜盘式轴向柱塞泵、径向液压马达、轴向变量马达等相继出现。1936 年,威克斯(Vickers)提出了先导式溢流阀,使液压传动装置、液压控制元件的性能不断提高,结构日益丰富,应用范围也越来越广泛。

第二次世界大战期间,由于军事设备的要求,将具有反应快、精度高、功率大的液压控制机构应用到了兵器上,从而推动了液压传动与控制技术的快速发展。战争结束后,液压技术迅速转向民用,在机械制造、工程机械、农业机械、汽车等行业中的应用也越来越广泛。近年来,随着电子技术、计算机技术、信息技术、自动控制技术的不断发展和进步,随着新工艺、新材料技术的不断出现,液压技术也在不断地发展创新,液压技术在工农业生产及国防工业中占有举足轻重的地位。目前,液压技术正朝着高压、高速、大功率、高效率、低噪声、节能高效、环保、小型化及轻量化等方向发展;同时,液压系统的计算机辅助测试、计算机实时控制、机电一体化技术、计算机仿真和优化设计技术、可靠性研究及污染控制等,也是当前液压技术发展和研究的一个重要方向。现代水液压技术直接以天然水(含淡水和海水)为传动介质,其优良的绿色、环保性能,成为液压领域中研究及应用的一大热点,也具有良好的发展前景。

我国液压技术的发展始于 20 世纪 50 年代,最初主要应用在机床和锻压设备上;20 世纪 60 年代,我国从国外引进了一些液压元件生产技术,同时自行设计开发出了液压产品;20 世纪 80 年代初期,我国又从美国、日本、德国引进了一些先进的技术和设备,使我国的液压技术水平有了很大的提高。目前,我国的液压元件已从低压到高压形成了系列产品,并开发生产出了许多新型的液压元件;在精密、重载大型设备的液压系统中,国产元件的应用也越来越多;行走机械液压系统中的专用液压元件也在大力开发。液压技术在我国经济建设和社会发展中将发挥越来越大的基础性和关键性的支撑作用。

1.5 气压传动系统的组成与特点

气压传动是以空气压缩机为动力源,以压缩空气为工作介质进行能量传递和信号传递的工程技术,是实现各种生产过程、自动控制的重要手段之一。

1.5.1 气压传动的工作原理和组成

气压传动的基本工作原理与液压传动相同。典型的气压传动系统由以下四部分构成,如图 1-3 所示,同时图中也列出了气动元件的分类。

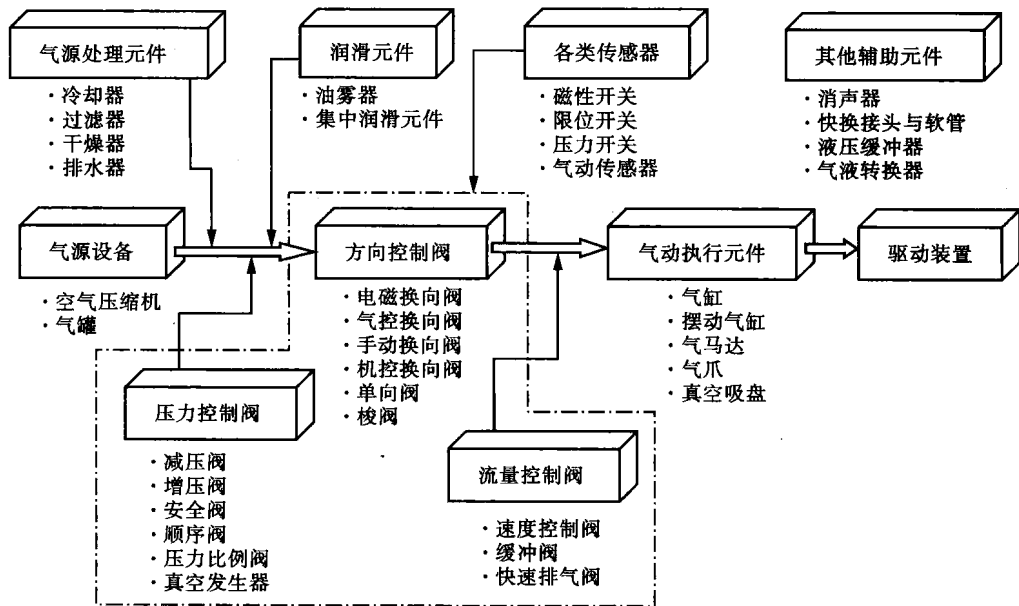


图 1-3 气压传动系统的基本构成

1. 气源设备

气源设备由空气压缩机或真空泵构成,有的还配有储气罐、气源处理元件等附属设备。它将原动机提供的机械能转变为气体的压力能。气动设备较多的厂矿常将气源装置及其附件集中于一处,组成中央气压站,由中央气压站向各处用气点分送压缩空气。

2. 气动执行元件

气动执行元件起能量转换作用,把压缩空气的压力能转换成驱动装置的机械能。如气缸输出直线往复运动的机械能,摆动气缸和气动马达分别输出回转摆动和旋转的机械能。对于以真空动力为动力源的系统,采用真空吸盘以完成各种吸吊作业。

3. 气动控制元件

气动控制元件用来调节和控制压缩空气的压力、流量和流动方向,使执行元件按要求的程序和性能工作。气动控制元件种类繁多,除基本的压力控制、流量控制、方向控制三大类型阀件外,还包括各种逻辑元件、射流元件,以实现“是”、“与”、“非”等逻辑功能。

4. 气动辅助元件

气动辅助元件是提供元件内部润滑、消除排气噪声、进行元件间的连接,以及进行信号转换、显示、放大、检测等所需的各种气动元件。如油雾器、消声器、管件及管接头、气液转换器、限位开关、气动传感器等。

1.5.2 气压传动的优、缺点

1. 气压传动的优点

- (1) 工作介质为空气,取之不尽,来源方便;用过后直接排入大气,不会污染环境。
- (2) 工作环境适应性好 在易燃、易爆、多尘埃、辐射、强磁、振动、冲击等恶劣的环境中,气压传动系统工作安全可靠。对于要求高净化、无污染的场合,如食品加工、印刷、精密检测等更具有独特的适应能力。
- (3) 空气粘度小,流动阻力小,便于介质集中供应和远距离输送。
- (4) 气动控制动作迅速、反应快,可在较短的时间内达到所需的压力和速度;在一定范围内的超载运行下也能保证系统安全工作,并且不易发生过热现象。
- (5) 气动元件结构简单,易于加工制造,使用寿命长,可靠性高。
- (6) 维护简单、管道不易堵塞,不存在介质变质、补充和更换等问题。

2. 气压传动的缺点

- (1) 气体压缩性大,气缸的运动速度易随负载的变化而变化。
- (2) 气缸在低速运动时,由于摩擦力占推力的比例较大,气缸的低速稳定性不如液压缸。
- (3) 目前,气动系统的压力级(一般小于 0.8 MPa)不高,总的输出功率不大。
- (4) 工作介质——空气没有润滑性,系统中必须采取措施对元件进行润滑。
- (5) 噪声大 尤其在超声速排气时,需要加装消声器。

1.5.3 气压传动技术的应用和发展

1. 气压传动技术的应用

随着工业机械化和自动化的发展,气动技术越来越广泛地应用于各个领域。

1) 汽车制造业

现代汽车制造工厂的生产线,尤其是焊接生产线,无一例外地采用了气动技术。如: