

■ 国家骨干高职院校重点建设专业教材



高职机械类  
精品教材

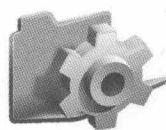
# 电液比例控制与 电液伺服控制技术

主编 袁帮谊

DIANYE BILI KONGZHI YU  
DIANYE SIFU KONGZHI JISHU

中国科学技术大学出版社

国家骨干高职院校重点建设专业教材  
高职机械类精品教材



参 考 文 献

要重门一业才关赫介仿自又至陆赫野对察业耶罕高星”朱林赫望耶同新申已陆空网出新申”  
敢胆对承，书示本基，念研部基的朱林赫望耶同新申已陆空网出新申了取介受主并本，路籍业寺的  
。并对本基研再取不基的谷业中升工物来研并主专业寺关并县，点研编封及  
元陆空网特谷中陆并耶同新申已陆空网出新申了取介受主并本，路籍业寺的，1997。  
要重，发出版  
非合密，学已年考平到，里一脂部，耶同新申，里一脂部，耶同新申，里一脂部，耶同新申  
非合密，学已年考平到，里一脂部，耶同新申，里一脂部，耶同新申，里一脂部，耶同新申

# 电液比例控制与 电液伺服控制技术

DIANYE BILI KONGZHI YU  
DIANYE SIFU KONGZHI JISHU

装订(CIP)目录编查并图

主 编 袁帮谊  
副 主 编 汪业常 肖 全  
王建军 刘欣玉

中国科学技术大学出版社

## 内 容 简 介

“电液比例控制与电液伺服控制技术”是高等职业院校机械制造及自动化相关专业一门重要的专业课程,本书主要介绍了电液比例控制与电液伺服控制技术的基础概念、基本元件、系统组成及性能特点,是相关专业学生在将来的工作中必备的基本知识和基本技能。

本书共分10章,系统地、循序渐进地阐述了电液比例控制与电液伺服控制中的各种控制元件、动力元件,系统的工作原理、性能特点以及使用、维护和维修方法,并从实用的角度出发,简要介绍了实用基本回路及其应用、比例与伺服控制系统的使用和维护常识。

全书结构合理,内容取材适当,每章配有一定数量的思考题和习题,便于教学与自学,适合作为高职高专及成人高校机械及自动化专业教材,亦可供工厂技术管理人员参阅。

## 图书在版编目(CIP)数据

电液比例控制与电液伺服控制技术/袁帮谊主编. —合肥:中国科学技术大学出版社, 2014. 1

ISBN 978-7-312-03370-4

I. 电… II. 袁… III. 电液伺服系统—比例控制—高等学校—教材 IV. TH137.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 303074 号

出版 中国科学技术大学出版社  
安徽省合肥市金寨路 96 号,230026  
<http://press.ustc.edu.cn>

印刷 安徽省瑞隆印务有限公司

发行 中国科学技术大学出版社

经销 全国新华书店

开本 787 mm×1092 mm 1/16

印张 12

字数 307 千

版次 2014 年 1 月第 1 版

印次 2014 年 1 月第 1 次印刷

定价 25.00 元

# 前 言

液压技术包括液压传动技术和液压控制技术。液压传动指的是液压系统中控制阀对控制液体的压力、流量和方向所进行的开关型控制。这些阀的阀芯在工作时的状态要么是开,要么是关,只有这两种状态。液压控制指的是对控制液体的压力和流量实现有比例的控制。从功能上看,这种类型的控制阀是一种液压功率放大器,输入为位移,输出为压力或流量。液压控制系统主要包括电液比例控制系统、机液控制系统和电液伺服控制系统。这类系统具有容量大、响应速度快、刚度大和控制精度高等突出优点,在各类机床、重型机械、起重机械、建筑建材机械、汽车、大型试验设备、航空航天、船舶和武器装备等领域都有广泛的应用。

我国的民用工业,越来越多地用到电液比例控制和电液伺服控制技术。安徽机电职业技术学院机械制造及自动化专业开设“电液比例控制和电液伺服控制技术”这门课程,就是为了培养学生对工业发展的需要的适应能力,也是我院机械制造及自动化专业富有竞争力的体现。安徽省内高职院校只有我院开设了这门课程,我们希望通过这门专业课,为本专业的毕业生增强工作后劲打下良好的基础。

本门课程理论讲授为56学时,实训为一周(24学时)时间。通过不断探索、学习和总结,越来越多的高职类学生掌握了这门技术。

本书由安徽机电职业技术学院袁帮谊担任主编,汪业常、肖全、王建军、刘欣玉担任副主编。其中,绪论由汪业常编写,第1章由肖全编写,第2章由王建军编写,第5章由刘欣玉编写,其余章节由袁帮谊编写,全书由袁帮谊统稿。考虑到学生的主要培养方向(对液压控制的设备进行安装、调试和维修)和将来的实际工作需要,本书着重对控制元件的结构和原理、基本控制回路和综合控制系统进行了详细的分析,淡化了控制理论,尽量不体现理论部分,以达到使毕业生将来能在设备现场解决问题的目的。

本书在编写过程中,引用了大量的参考文献,在此对所有参考文献的作者表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和不妥之处,敬请有关专家和广大读者批评指正。

安徽机电职业技术学院

袁帮谊

2014年1月10日

# 目 录

前言 .....	( i )
绪论 .....	( 1 )
<b>上篇 电液比例控制技术</b>	
<b>第 1 章 比例电磁铁</b> .....	( 11 )
1.1 电磁铁的吸力特性和负载特性 .....	( 11 )
1.2 比例电磁铁的吸力特性分析 .....	( 12 )
1.2.1 平底止座结构的直流螺管电磁铁 .....	( 13 )
1.2.2 锥底止座结构的直流闭式螺管比例电磁铁 .....	( 13 )
1.2.3 盆底止座结构的比例电磁铁 .....	( 14 )
1.2.4 耐高压直流比例电磁铁 .....	( 15 )
1.3 比例电磁铁的控制形式 .....	( 15 )
1.3.1 力控制型 .....	( 16 )
1.3.2 行程控制型 .....	( 17 )
1.4 比例电磁铁使用注意事项 .....	( 18 )
1.5 设计比例电磁铁要考虑的结构问题 .....	( 18 )
<b>第 2 章 比例控制阀</b> .....	( 20 )
2.1 比例控制阀概述 .....	( 20 )
2.2 电液比例控制阀 .....	( 20 )
2.2.1 电液比例控制阀的类型 .....	( 21 )
2.2.2 电液比例控制阀的构成 .....	( 21 )
2.3 比例压力控制阀 .....	( 22 )
2.3.1 直动式比例溢流阀 .....	( 23 )
2.3.2 先导式比例溢流阀 .....	( 24 )
2.3.3 直接检测式比例溢流阀 .....	( 28 )
2.3.4 先导式比例减压阀 .....	( 29 )
2.3.5 三通比例减压阀 .....	( 32 )
2.4 电液比例流量控制阀 .....	( 34 )
2.4.1 直动式比例节流阀 .....	( 34 )
2.4.2 定差减压型比例调速阀 .....	( 35 )

2.4.3	比例溢流节流阀	(37)
2.4.4	先导式位置反馈型比例节流阀	(38)
2.4.5	先导式流量反馈型电液比例流量阀	(42)
2.5	电液比例方向阀	(45)
2.5.1	比例方向阀的结构特点及控制特点	(46)
2.5.2	比例方向阀的特性曲线	(50)
2.5.3	常见的比例方向阀	(53)
2.6	电液比例复合阀	(56)
2.6.1	压力补偿型比例复合阀	(57)
2.6.2	电液比例压力-流量复合阀(P-Q阀)	(57)
2.7	闭环比例阀	(59)
2.7.1	直动式四位四通闭环比例阀	(59)
2.7.2	先导式闭环比例方向阀	(61)
2.7.3	二位三通闭环比例节流阀	(62)
<b>第3章</b>	<b>电液比例控制基本回路</b>	<b>(63)</b>
3.1	电液比例压力控制回路	(63)
3.1.1	比例调压回路	(63)
3.1.2	比例减压回路	(67)
3.2	电液比例速度控制回路	(68)
3.2.1	比例节流调速及其压力补偿	(68)
3.2.2	比例容积调速回路	(69)
3.3	比例压力-速度控制回路	(73)
3.3.1	比例压力-流量复合阀供油回路	(73)
3.3.2	比例压力-流量调节型变量泵供油回路	(74)
3.4	电液比例方向及速度控制回路	(76)
3.4.1	对称执行器的比例方向控制回路	(76)
3.4.2	非对称执行器的比例方向控制回路	(78)
3.4.3	比例差动控制回路	(79)
3.5	比例方向阀的进口节流压力补偿回路	(81)
3.5.1	进口节流压力补偿阀	(81)
3.5.2	对称执行器的进口压力补偿回路	(83)
3.5.3	差动缸的双向压力补偿	(84)
3.6	比例方向阀的出口节流压力补偿控制回路	(89)
3.6.1	单向出口节流压力补偿	(89)
3.6.2	出口节流压力补偿器控制回路	(90)
3.7	插装元件的压力补偿回路	(94)
3.7.1	减压型进口节流压力补偿	(94)
3.7.2	减压型出口节流压力补偿	(96)

3.7.3	溢流型负载压力补偿	(96)
3.7.4	插装式元件的双向压力补偿回路	(97)
3.8	比例方向阀控制的其他实用回路	(100)
3.8.1	重力平衡回路	(100)
3.8.2	比例同步控制回路	(101)
<b>第4章</b>	<b>电液比例控制系统工程案例</b>	<b>(105)</b>
4.1	步进式钢坯加热炉简介	(105)
4.2	步进式钢坯加热炉液压系统分析	(105)

## 下篇 电液伺服控制技术

<b>第5章</b>	<b>液压伺服控制技术与电液伺服系统概述</b>	<b>(113)</b>
5.1	液压伺服控制技术与电液伺服系统简介	(113)
5.2	电液伺服阀的组成和分类	(115)
5.2.1	电液伺服阀的组成	(116)
5.2.2	电液伺服阀的分类	(116)
5.3	电液伺服阀的静、动态特性	(118)
5.3.1	电液伺服阀的静态特性	(118)
5.3.2	电液伺服阀的动态特性	(124)
<b>第6章</b>	<b>电-机械转换器</b>	<b>(127)</b>
6.1	力矩马达的分类与要求	(127)
6.1.1	分类	(127)
6.1.2	要求	(127)
6.2	永磁动铁式力矩马达	(128)
6.3	动圈式力矩马达和力矩马达	(129)
<b>第7章</b>	<b>液压伺服放大器</b>	<b>(130)</b>
7.1	滑阀式液压伺服放大器	(130)
7.2	喷嘴-挡板式液压放大器	(132)
7.3	射流管式液压放大器	(133)
7.4	偏转射流式液压放大器	(134)
<b>第8章</b>	<b>电液伺服阀</b>	<b>(136)</b>
8.1	常见电液伺服阀	(136)
8.1.1	CSV型之间反馈二级滑阀动圈式伺服阀	(136)
8.1.2	SM4型双喷嘴-挡板式两级伺服阀	(140)
8.1.3	400型射流管式伺服阀	(142)
8.1.4	偏转板射流式伺服阀及DDSV型伺服阀	(143)
8.1.5	DOWT型三级电液流量伺服阀	(145)

- 8.1.6 DYSF 型反馈喷嘴式和 FF105 型阀芯力综合式电液压力伺服阀 ..... (146)
- 8.2 伺服阀的使用与故障排除 ..... (147)
- 8.2.1 伺服阀的安装使用与维护 ..... (147)
- 8.2.2 伺服阀常见故障及原因 ..... (150)
- 第9章 伺服液压缸** ..... (152)
- 9.1 伺服液压缸与传统的普通液压缸结构性能比较 ..... (152)
- 9.1.1 功用方面 ..... (152)
- 9.1.2 强度及结构方面 ..... (152)
- 9.1.3 性能方面 ..... (153)
- 9.2 伺服液压缸的工艺与安装要求 ..... (154)
- 9.3 伺服液压缸的技术要求 ..... (156)
- 9.4 伺服液压缸的工作环境条件要求 ..... (156)
- 9.5 伺服油缸的结构形式 ..... (157)
- 第10章 液压伺服控制系统** ..... (159)
- 10.1 机液伺服控制系统 ..... (159)
- 10.2 电液伺服控制系统 ..... (161)
- 10.2.1 电液伺服阀的基本回路 ..... (161)
- 10.2.2 电液伺服控制系统应用实例 ..... (164)
- 课后复习题** ..... (168)
- 参考文献** ..... (183)



## 绪 论

液压技术主要分为液压传动(即开关控制)技术和液压控制(比例控制、伺服控制、数字控制)技术两类,读者可在学习液压传动的基础上再学习液压控制技术。本书主要介绍电液比例控制和电液伺服控制技术。

液压技术整体上经历了开关控制、伺服控制和比例控制三个阶段。液压传动(开关控制)基于17世纪流体力学的帕斯卡原理,1795年世界上诞生了第一台用于棉花、羊毛打包的水压机。液压伺服控制诞生于第二次世界大战期间,由于军事刺激,各种高压元件获得了进一步的发展。1940年底,飞机上首次出现了电液伺服控制系统(二战前,机液控制系统作为海军舰船的操纵装置已开始使用),该系统到20世纪60年代后期臻完善。液压伺服控制具有响应速度快、承载能力强、灵活性大和控制精度高等优点,但它也有造价昂贵、抗污染能力差等缺点。20世纪60年代末,随着工业的不断发展和民用工业的需要,控制精度高而又价廉的比例控制技术应运而生。两院院士路甬祥在20世纪80年代的五项发明为比例控制技术的发展作出了重大贡献。

液压技术的体系发展如图0.1所示。



图0.1 液压传动与液压控制的层次关系

### 1. 电液比例控制的概念、工作原理及组成

(1) 电液比例控制的概念。电液比例控制技术是将电信号(模拟信号或数字信号)连续成比例地转换为液压功率输出(压力或流量)的电液转换技术。

(2) 电液比例控制的工作原理。随着电液比例控制技术的发展,逐渐分化出开环比例控制(图0.2)和闭环比例控制(图0.3)。在普通液压传动系统的基础上配上比例控制阀(含比例放大器)和传感器(开环控制无传感器),就构成了电液比例控制系统。图0.2中,比例

调速阀 1 接到比例放大器 2 给定的电信号后,比例调速阀的开口流量与放大器的电信号成比例关系。放大器的电信号参数变化是连续的,调速阀的开口流量变化也是连续的,即对应的受控制对象液压缸的运动速度有无限种。

图 0.2 中的被控量不需进行检测和反馈,因而当被控量与期望值出现偏差时,就无法对其进行修正,此系统称为开环控制系统。这类系统一般控制精度不高,但与开关式液压控制系统相比,控制质量和方式都有进步和简化,它可使被控量复现控制信号的变化规律。这类系统在工程中经常使用。

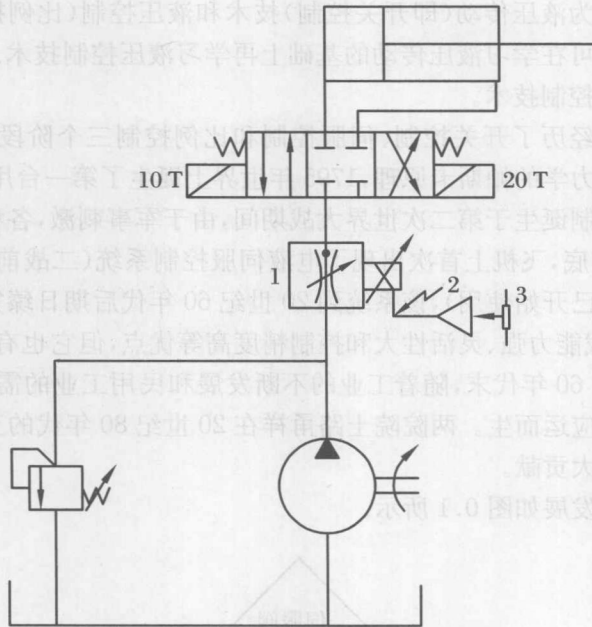


图 0.2 开环比例控制液压系统

1—比例调速阀;2—比例放大器;3—给定电位器

图 0.3 所示的系统引入了反馈回路,称为闭环控制系统。它用被控量和输入量(给定)的偏差信号作为真正的控制信号,最后使输出量尽量与输入量相一致。在受到干扰时仍能消除偏差或能把偏差控制在要求的精度之内。系统的输出能准确地复现输入信号的变化规律。但由于反馈的存在,其稳定性成为设计考虑的主要因素,特别是比例阀工作在较大的范围内时,其非线性影响不能忽略。

(3) 电液比例控制系统的组成。电液比例控制系统尽管结构各异,功能也不相同,但都可归纳为由功能相同的基本单元组成的系统。如图 0.4 所示,图中虚线所示为可能实现的检测与反馈。其中,包含外反馈的控制系统称为闭环控制系统,不包含外反馈的控制系统称为开环控制系统。如果存在比例阀本身的内反馈,也可以构成实际的局部小闭环控制,但一般不称为闭环控制系统。

组成电液比例控制系统的基本单元如下:

(1) 指令元件。它是给定指令信号的产生与输入元件,也可称为编程器或输入电路。在有反馈信号存在的情况下,它给出与反馈信号有相同形式和量级的控制信号。如图 0.2 中给定电位器或电-机械转换器组就是常见的指令元件之一。它也可以是信号发生装置或程序控制器。指令信号可以手动设定或程序设定,最常见的是手动预置设定,运行时用程序

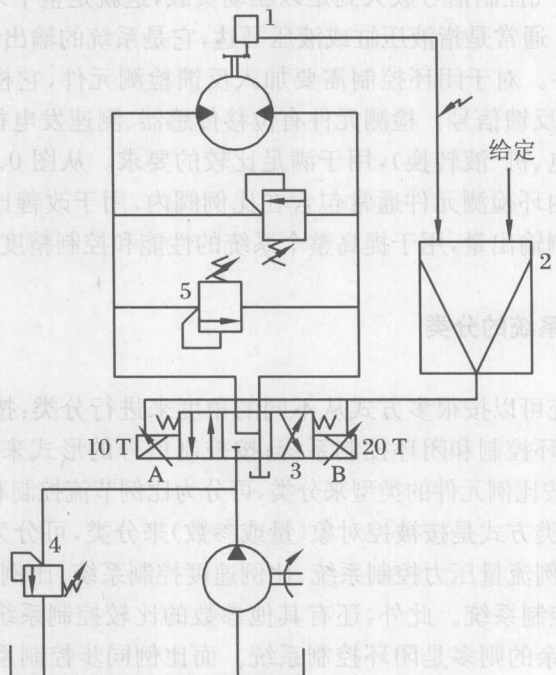


图 0.3 闭环比例调速系统

1—速度传感器;2—双通道比例放大器;3—比例放向阀;4—溢流阀;5—限压阀

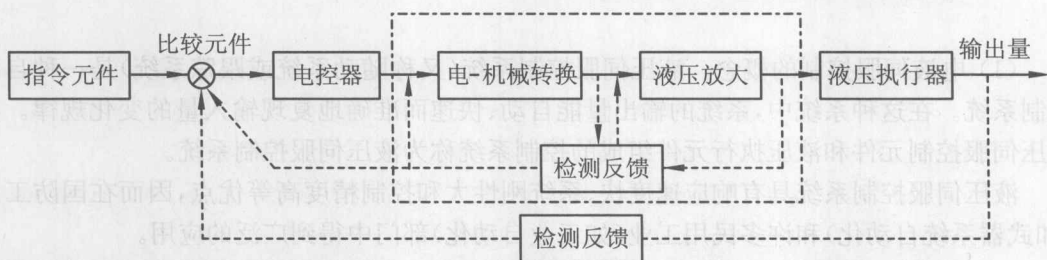


图 0.4 电液比例控制系统框图

选调。

(2) 比较元件。它的功用是把给定的输入与反馈信号进行比较,得出偏差信号作为电控器的输入。进行比较的信号必须是同类型的,比例电控器的输入量为电控量,因此反馈量也应转换成同类型的电学量。如遇到不同类型的量,在比较前要进行信号类型转换,例如 A/D 或 D/A 转换,或电-机械转换等。

(3) 电控器。电控制器通常被称为比例放大器,由于含在比例阀内的电磁铁需要的控制电流比较大(0~800 mA),而偏差控制电流比较小,不足以推动比例电磁铁工作,所以要对控制信号进行比例放大,且偏差信号的类型或形状都不一定能满足高性能控制的要求。电控器的作用是对输入信号进行加工、整形和放大,使其达到电-机械转换装置的控制要求。

(4) 比例阀。比例阀内部又可分为两大部分,即电-机械转换器和液压放大元件,还可能带有阀内的检测反馈元件。电-机械转换器是电液的接口元件,它把经过放大后的电信号转换成与电学量成比例的力或位移。这个输出力或位移改变了液压放大级的液阻,经液压

放大作用,把不大的电气控制信号放大到足以驱动负载,这就是整个系统的功率放大部分。

(5) 液压执行器。通常是指液压缸或液压马达,它是系统的输出装置,用于驱动负载。

(6) 检测反馈元件。对于闭环控制需要加入反馈检测元件,它检测被控量或中间变量的实际值,得出系统的反馈信号。检测元件有位移传感器、测速发电机等。检测元件往往是信号转换器(例如机-电、机-液转换),用于满足比较的要求。从图 0.4 可以看出,检测元件有内环和外环之分。内环检测元件通常包含在比例阀内,用于改善比例阀的动、静态特性。外环检测元件直接检测输出量,用于提高整个系统的性能和控制精度。

## 2. 电液比例控制系统的分类

电液比例控制系统可以按很多方式从不同的角度来进行分类:按被控量是否被检测和反馈来分类,可分为开环控制和闭环控制系统;按控制信号的形式来分类,可分为模拟式控制和数字式控制系统;按比例元件的类型来分类,可分为比例节流控制和比例容积控制系统。

目前,最通用的分类方式是按被控对象(量或参数)来分类,可分为:比例流量控制系统、比例压力控制系统、比例流量压力控制系统、比例速度控制系统、比例位置控制系统、比例力控制系统和比例同步控制系统。此外,还有其他参数的比较控制系统。前 3 项通常以开环控制的形式出现,而其余的则多是闭环控制系统。而比例同步控制系统本质上就是一个比例位置控制系统。

## 3. 电液伺服控制的概念、工作原理及组成

(1) 电液伺服控制的概念。液压伺服控制系统(又称随动系统或跟踪系统)是一种自动控制系统。在这种系统中,系统的输出量能自动、快速而准确地复现输入量的变化规律。由液压伺服控制元件和液压执行元件组成的控制系统称为液压伺服控制系统。

液压伺服控制系统具有响应速度快、系统刚性大和控制精度高等优点,因而在国防工业(如武器系统自动化)和许多民用工业(如工业自动化)部门中得到广泛的应用。

(2) 电液伺服控制的工作原理。图 0.5 所示的是一个简单的液压伺服控制系统的原理图。液压泵 4 是系统的动力源,它以恒定的压力向系统供油,供油压力由溢流阀 3 调定。伺服阀 1 是控制元件,液压缸 2 是执行元件。伺服阀按节流原理控制进入液压缸的流量、压力和方向,使液压缸带动负载运动。伺服阀阀体与液压缸缸体刚性连接,从而构成机械反馈运动系统。

按图示给伺服阀阀芯一个阀芯位移(输入量)  $X_i$ ,则窗口 a、b 便有一个相应的开口量  $X_v$  ( $= X_i$ ),压力油经窗口 b 进入液压缸右腔,液压缸左腔油液经窗口 a 排出,缸体位移(输出量)  $X_p$ 。与此同时阀体也右移,使阀的开口量减小,此时  $X_v = X_i - X_p$ 。直到  $X_p = X_i$ ,即  $X_v = 0$ ,阀的输出流量为零,缸体才会停止运动,处在一个新的平衡位置上,从而完成液压缸输出位移对阀略多于输入位移的跟随运动。如果阀芯反向运动,液压缸也反向跟随运动。在此系统中,缸体位移  $X_p$  之所以能够迅速准确地复现阀芯位移  $X_i$  的变化,是因为阀体与缸体连成一体构成了机械的负反馈控制。由于缸体的输出位移能够连续地反馈到阀体上并与阀芯的输入位移进行比较,若有偏差(阀的开口),缸体就向减小偏差的方向运动,直到偏差消除为止,即“以偏差来消除偏差”。图 0.6 给出了用方块图表示的液压伺服控制系统的工作原理。

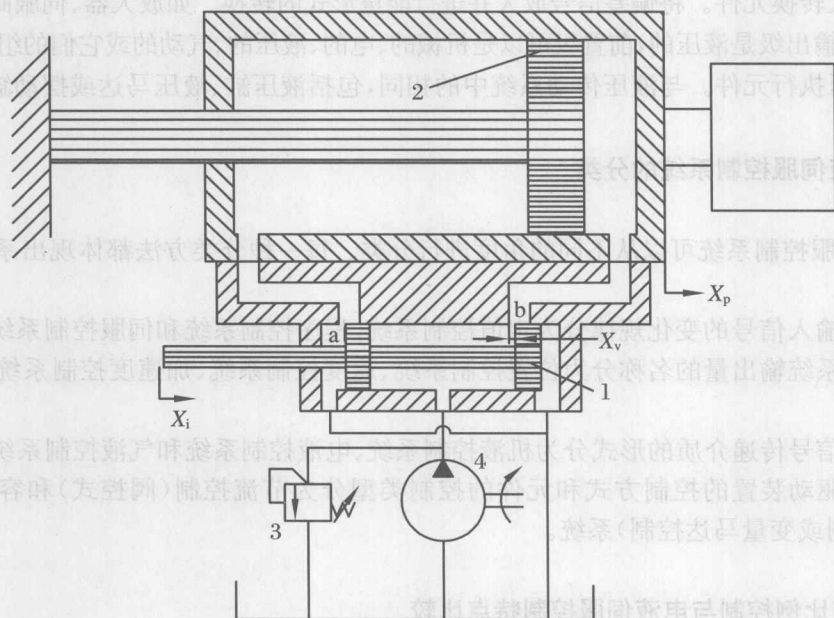


图 0.5 液压伺服控制系统原理图

1—伺服阀；2—液压缸；3—溢流阀；4—液压泵

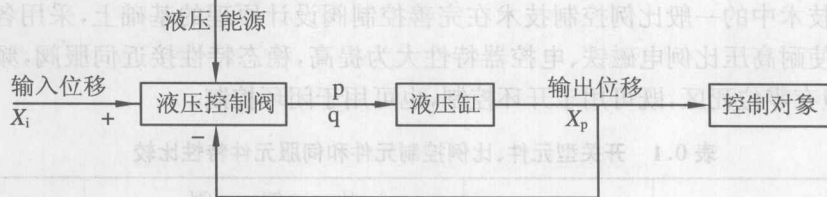


图 0.6 控制系统工作原理方块图

(3) 系统的组成。实际的液压伺服系统无论多么复杂，也都是由一些基本元件组成的。根据元件的功能，系统的组成可用图 0.7 表示，说明如下：

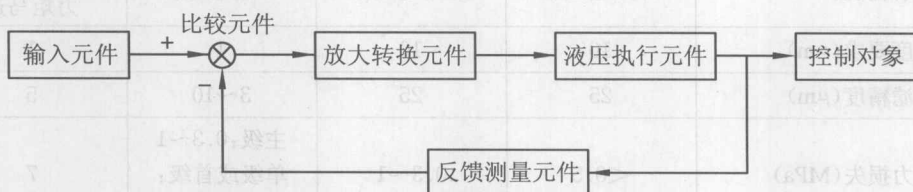


图 0.7 液压伺服控制系统的组成

① 输入元件。它给出输入信号(指令信号)加于系统的输入端。

② 反馈测量元件。测量系统的输出量，并转换成反馈信号。如上述缸体与阀体之间的机械连接装置。

③ 比较元件。将反馈信号与输入信号进行比较，给出偏差信号。反馈信号与输入信号应是相同的物理量，方便比较。比较元件有时不单独存在，而是与输入元件、反馈测量元件或放大转换元件组合成一个结构元件。如图 0.5 中伺服阀同时具有比较和放大两种功能。

④ 放大转换元件。将偏差信号放大并进行能量形式的转换。如放大器、伺服阀等。放大转换元件的输出级是液压的,前置级可以是机械的、电的、液压的、气动的或它们的组合形式。

⑤ 液压执行元件。与液压传动系统中的相同,包括液压缸、液压马达或摆动缸。

#### 4. 电液伺服控制系统的分类

液压伺服控制系统可以从不同的角度进行分类。每一种分类方法都体现出系统一定的特点。

(1) 按输入信号的变化规律分为定值控制系统、程序控制系统和伺服控制系统。

(2) 按系统输出量的名称分为位置控制系统、速度控制系统、加速度控制系统和力控制系统等。

(3) 按信号传递介质的形式分为机液控制系统、电液控制系统和气液控制系统。

(4) 按驱动装置的控制方式和元件的控制类型分为节流控制(阀控式)和容积式控制(变量泵控制或变量马达控制)系统。

#### 5. 电液比例控制与电液伺服控制特点比较

我们将已经学习过的传统的开关型控制与电液比例控制、电液伺服控制作一些相关的比较,见表 0.1。传统的电液开关型控制技术不能满足高性能、高质量控制系统的要求。电液比例控制技术中的一般比例控制技术在完善控制阀设计原理的基础上,采用各种内外反馈、电校正,使耐高压比例电磁铁、电控制器特性大为提高,稳态特性接近伺服阀,频率响应为 5~30 Hz,但有零位死区,既可用于开环控制,也可用于闭环控制。

表 0.1 开关型元件、比例控制元件和伺服元件特性比较

特 性	开关阀	比 例 阀		伺服阀
		一般比例阀	伺服比例阀	
电子或继电器控制	继电器控制	电子控制	电子控制	电子控制
电-机械转换器	开关电磁铁	比例电磁铁	比例电磁铁	力马达或力矩马达
加工精度要求( $\mu\text{m}$ )	10	10	1	1
介质过滤精度( $\mu\text{m}$ )	25	25	3~10	5
阀内压力损失(MPa)	<0.5	0.3~1	主级:0.3~1 单级或首级: 1/3 油源总压力	7
控制功率(W)	15~40	10~25	10~25	0.05~5
频宽(Hz)	<10	5~30	30~70	20~200
滞环	-	3	0.1~0.5	0.1~0.5
重复精度	-	0.5%~1%	0.5%~1%	0.5%~1%
零位死区	有	有	无	无
温度漂移(20~60 $^{\circ}\text{C}$ )	-	5%~8%	2%~3%	2%~3%

电液比例控制技术中的伺服比例阀是一种性能和价格介于伺服阀和普通比例阀之间的控制阀,它具有传统比例阀的特征,采用比例电磁铁作为电-机械转换器,同时它又采用伺服阀的加工工艺、零遮盖阀口,其阀芯与阀套之间的配合精度与伺服阀相当,无零位死区,频率响应比一般比例阀高,而可靠性高于一般伺服阀。适用于各种工业领域的闭环控制系统。它的另一特点是,当阀的电源失效,电磁铁失电时,由于弹簧的作用,使阀处于一个确定的位置,从而使其四个通口具有固定的通断形式,这是电液伺服阀所不及的。

电液伺服阀是电液伺服控制技术的关键元件,采用力马达或力矩马达作为电-机械转换器,前置级常采用喷嘴挡板、射流管和射流元件结构,功率级主要为滑阀结构。它是一种接受模拟电信号后,输出相应调制的流量和压力的液压控制阀。电液伺服阀具有动态响应快(达 200 Hz)、控制精度高、使用寿命长等优点,已广泛应用于航空、航天、舰船、冶金、化工等领域的电液伺服控制系统中。





# 上 篇

# 电液比例控制技术