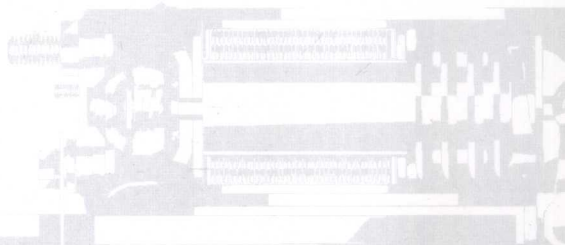
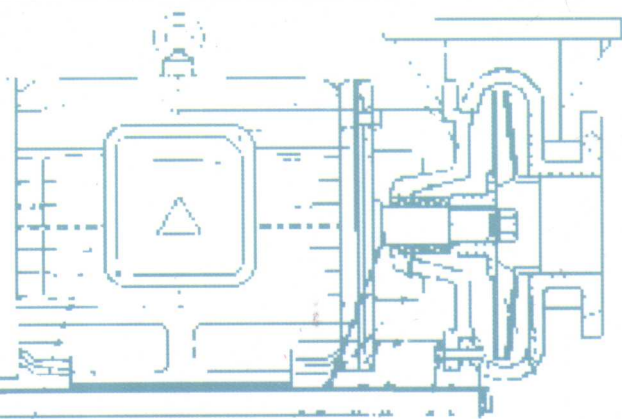


教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

# 机电控制工程基础

机械设计制造及其自动化专业系列教材

主 编 刘恒玉



中央广播电视大学出版社

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

# 机电控制工程基础

主编 刘恒玉

中央广播电视大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

机电控制工程基础 / 刘恒玉主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2002.1

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

ISBN 978-7-304-02163-4

I. 机… II. 刘… III. 机电系统: 控制系统—电视大学—教材 IV. TP271

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 000412 号

版权所有, 翻印必究。

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

机电控制工程基础

主编 刘恒玉

---

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部: 010-58840200 总编室: 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

---

印刷: 北京集惠印刷有限责任公司 印数: 8001~11000

版本: 2001 年 12 月第 1 版 2008 年 2 月第 4 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 20.25 字数: 461 千字

---

书号: ISBN 978-7-304-02163-4

定价: 27.00 元

---

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

# 前 言

本教材是根据中央广播电视大学机械设计制造及其自动化专业“机电控制工程基础”90学时教学大纲编写的。作为机电类本科教材。

教材以“必需”、“够用”，适合于业余自学为主的原则进行编写的。

教材的内容，主要是介绍经典控制理论中的基本概念、基本原理与一些基本分析方法和校正方法。

本教材的特点是：1) 考虑到机电类的学生数学基础较弱，增加了工程数学基础一章。2) 为了便于业余自学，本教材例题较多，有足够的各种类型习题并且都有答案。

本教材共分七章并附有实验指导。第1、3、4、6、7章由刘恒玉编写；第2章由哈尔滨广播电视大学潘俊编写；第5章由哈尔滨工程大学王以伦编写；第7章部分内容由中央广播电视大学田斌编写；实验指导由哈尔滨工程大学田凯编写。全书由刘恒玉统稿。

本教材由哈尔滨工业大学徐丽娜教授、哈尔滨工程大学姚立强教授、中央广播电视大学任为民教授进行审查，徐丽娜教授担任主审，在审查过程中三位教授提出了许多宝贵的意见，在此表示衷心的感谢。

在编写过程中，参考了兄弟院校教材的部分内容，在此表示衷心感谢。

由于时间仓促和水平有限，错误及不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2001年8月

# 目 录

<b>第 1 章 控制系统的基本概念</b> .....	( 1 )
1.1 开环控制系统与闭环控制系统 .....	( 1 )
1.2 自动控制系统的类型 .....	( 7 )
1.3 控制系统的组成与对控制系统的基本要求 .....	( 8 )
1.4 本课程的基本任务、特点及学习方法 .....	( 10 )
小 结 .....	( 11 )
复习提纲 .....	( 11 )
习 题 .....	( 11 )
<b>第 2 章 机电控制工程数学基础</b> .....	( 12 )
2.1 复变量及复变函数 .....	( 12 )
2.2 留数定理 .....	( 30 )
2.3 拉氏变换的定义及常用函数的拉氏变换 .....	( 33 )
2.4 拉氏变换的性质 .....	( 36 )
2.5 拉氏反变换 .....	( 41 )
小 结 .....	( 47 )
复习提纲 .....	( 47 )
习 题 .....	( 48 )
<b>第 3 章 控制系统的数学模型</b> .....	( 52 )
3.1 元件和系统微分方程式的建立 .....	( 53 )
3.2 非线性数学模型的线性化 .....	( 58 )
3.3 传递函数 .....	( 59 )
3.4 系统结构图 .....	( 68 )
3.5 结构图等效变换和系统传递函数 .....	( 70 )
3.6 典型例题 .....	( 78 )

小    结 .....	(83)
复习提纲 .....	(84)
习    题 .....	(84)
<b>第4章 控制系统时域分析 .....</b>	<b>(89)</b>
4.1 典型输入信号和时域性能指标 .....	(90)
4.2 一阶系统的瞬态响应 .....	(93)
4.3 二阶系统的阶跃响应 .....	(95)
4.4 高阶系统的瞬态响应 .....	(109)
4.5 代数稳定判据 .....	(112)
4.6 稳态误差 .....	(117)
4.7 反馈系统的控制规律 .....	(131)
小    结 .....	(135)
复习提纲 .....	(136)
习    题 .....	(137)
<b>第5章 控制系统的频域分析 .....</b>	<b>(141)</b>
5.1 频率特性的基本概念 .....	(142)
5.2 频率特性的表示方法 .....	(145)
5.3 典型环节的频率特性 .....	(147)
5.4 系统开环频率特性的绘制 .....	(158)
5.5 用频率法分析控制系统的稳定性 .....	(169)
5.6 系统瞬态特性和开环频率特性的关系 .....	(184)
5.7 闭环系统频率特性 .....	(189)
小    结 .....	(191)
复习提纲 .....	(192)
习    题 .....	(192)
<b>第6章 用频率法综合控制系统 .....</b>	<b>(197)</b>
6.1 一般概念 .....	(197)
6.2 串联超前(微分)校正 .....	(201)
6.3 串联迟后(积分)校正 .....	(205)
6.4 串联迟后-超前(积分-微分)校正 .....	(210)
6.5 反馈校正 .....	(214)
小    结 .....	(219)

复习提纲 .....	(220)
习 题 .....	(220)
<b>第 7 章 线性离散系统的分析与综合 .....</b>	<b>(222)</b>
7.1 离散控制系统概述 .....	(222)
7.2 采样过程 .....	(225)
7.3 信号恢复 .....	(232)
7.4 $z$ 变换 .....	(236)
7.5 $z$ 反变换 .....	(246)
7.6 采样系统的数学模型 .....	(248)
7.7 采样系统稳定性分析 .....	(262)
7.8 采样系统的稳态误差 .....	(272)
7.9 数字控制系统综合简介 .....	(276)
小 结 .....	(280)
复习提纲 .....	(281)
习 题 .....	(281)
<b>附录 1 常用拉氏变换和 <math>z</math> 变换对照表 .....</b>	<b>(285)</b>
<b>附录 2 习题答案 .....</b>	<b>(286)</b>
<b>附录 3 实验指导 .....</b>	<b>(294)</b>
实验 1 频率特性测试实验 .....	(294)
实验 2 二阶系统瞬态特性的研究 .....	(297)
实验 3 离散系统瞬态性能的研究 .....	(300)
<b>参考文献 .....</b>	<b>(314)</b>

# 第 1 章 控制系统的基本概念

**主要内容：**

- (1) 控制任务，被控制对象、输入量、输出量、扰动量。
- (2) 开环控制系统、闭环控制系统及反馈的概念。
- (3) 控制系统的组成、基本环节及对控制系统的基本要求。

**基本要求：**

- (1) 了解“机电控制工程基础”课程特点，初步建立控制系统概念。
- (2) 了解反馈及反馈控制概念，了解开环系统及闭环系统概念。
- (3) 对本课程有一初步认识。

**重点：**开环控制、闭环控制，系统的基本组成环节。

学习本章内容主要了解基本含义、概念。

## 1.1 开环控制系统与闭环控制系统

在工业生产过程中，为了提高产品质量和劳动生产率，对生产设备、机器和生产过程需要进行控制，使之按预定的要求运行。例如：为了使发电机能正常供电，就必须使输出电压保持不变，尽量使输出电压不受负荷的变化和原动机转速波动的影响；为了使数控机床能加工出合格的零件，就必须保证数控机床的工作台或者刀架的位移量准确地跟随进给指令进给；为了使加热炉能保证生产出合格的产品，就必须对炉温进行严格的控制，等等。

其中，发电机、机床、加热炉是工作的机器装备；电压、刀架位移量、炉温是表征这些机器装备工作状态的物理参量；额定电压、进给的指令、规定的炉温，是在运行过程中对工作状态物理参量的要求。（参看 IP\* 1）。

**被控制对象或对象**——我们称这些需要控制的工作机器、装备为被控制对象或对象。如发电机、机床。

**输出量（被控制量）**——表征机器装备工作状态需要加以控制的物理参量，称为被控制量（输出量）。如前面所述的电压、刀架位移量、炉温等。

**输入量（控制量）**——将要求机器装备工作状态应保持的数值，或者说，为了保证对象的行为达到所要求的目标，而输入的量，称为输入量（控制量）如前述的额定电压、进给指

---

\* IP 是指配合本课程个性化自主学习而制作的计算机课件，后面的数字表示课件的节数。例如：IP1 即课件第 1 节。



令、规定的炉温。

**扰动量**——使输出量偏离所要求的目标，或者说妨碍达到目标，所作用的物理量称为扰动量。

控制的任务实际上就是形成控制作用的规律，使不管是否存在扰动，均能使被控制对象的输出量满足给定值的要求。

## 开环控制系统

### 工作原理

我们以直流电动机的转速控制系统为例，说明开环控制系统的工作原理。

用一台直流电动机 D 来驱动一个需要以恒速转动的负载，如图 1-1-1 所示。电动机两端加电压  $U_a$ ，可控硅功率放大器整流输出电压  $U_a$  的大小由电位器 R 的给定电压  $U_r$  来调节。当电位器给出一定电压  $U_r$  后，经放大器、触发器和可控硅功率放大器输出电压  $U_a$  加在电动机 D 两端，电动机便以相应的转速驱动负载转动。如果要求负载以某一恒定转速转动，则只要给定一个相应的固定电压  $U_r$  即可。若改变电位器滑动端的位置，就相应地改变了给定电压  $U_r$ ，那么可控硅整流器的输出电压  $U_a$  也相应改变，从而电动机 D 的转速也就随着改变了。由此可知，对应电位器滑动端的某一个位置，电动机 D 就运行在某一个对应的转速  $n$  上。从而达到了控制电动机 D 转速的目的。假如电动机的负载发生变化，电动机转速将偏离给定的转速值。如要维持给定的转速不变，就必须由操作人员检测出电机的实际转速并与给定值进行比较，判断出偏离的值，操作人员相应的调节电位器滑动端位置，使电动机转速恢复到给定值。

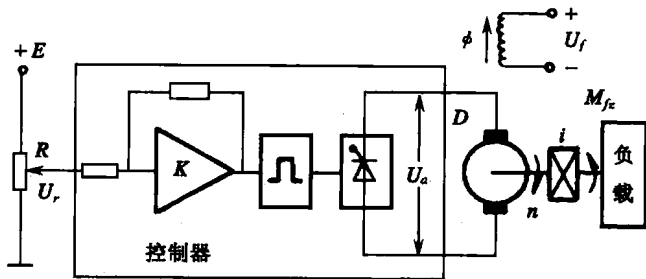


图 1-1-1 开环转速控制系统

在这个转速控制系统中，电动机 D 是被控制对象；转速  $n$  是被控制量；电压  $U_r$  是控制量；负载波动、可控硅电源电压变化等是扰动量。在此系统中，我们把放大器、触发器、可控硅整流器称为控制器。

从上面的工作原理分析可以看出，给定量直接经过控制器作用于被控制对象。被控制量  $n$  不能反过来影响给定量  $U_r$ 。所以只有给定量影响输出量（被控制量）这种被控制量只能受控于控制量，而被控制量不能反过来影响控制量的控制系统称为开环控制。

开环控制系统可以用结构示意图表示，如图 1-1-2 所示。

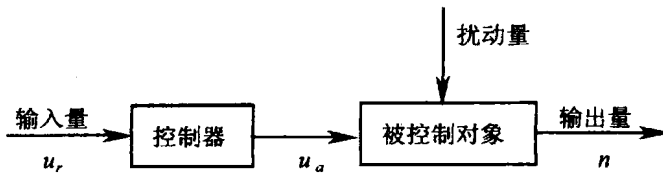


图 1-1-2 开环控制结构图

结构图可以表示这种系统的输入量与输出量之间的关系。由图可知，输入量直接经过控制器作用于被控制对象，所以只有输入量影响输出量。当出现扰动时，没有人的干预，输出量不能按照输入量所期望的状态去工作。

### 闭环控制系统

图 1-1-3 所示的系统，就是闭环控制系统。图中 CF 为测速电机，测速电机测量输出量的转速，并将转速转换为相应的电压  $U_f$ ，故测速电机输出电压  $U_f$  比例于电动机的转速  $n$ 。 $U_f$  反馈到输入端与给定电压  $U_r$  相比较，所得电压差  $U_e = U_r - U_f$ ，称为偏差。偏差电压  $U_e$  通过控制器控制电机 D 的转速。当电位器滑动端在某一位置时，电动机就以一个给定的转速转动。如果由于外部或内部扰动，例如负载突然增加，使电动机转速下降，电动机转速的变化，将由测速电机检测出来。此时反馈电压  $U_f$  降低，偏差电压  $U_e$  增大，使整流电压  $U_a$  升高，电动机转速上升，从而减少或消除电动机转速偏差。

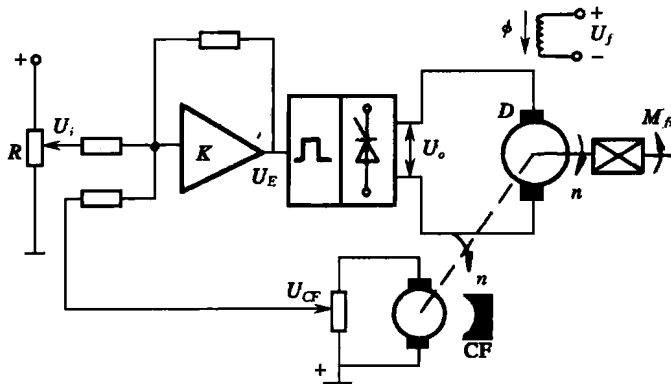


图 1-1-3 闭环转速控制系统

从上面的分析可以看到，为了实现闭环控制，必须对输出量进行测量，并将测量的结果反馈到输入端与输入量相减得到偏差，再由偏差产生直接控制作用去消除偏差。因此，整个控制系统形成一个闭合环路。我们把输出量直接或间接地反馈到输入端，形成闭环，参与控制的系统，称作闭环控制系统。由于系统是根据负反馈原理按偏差进行控制的，也叫作反馈控制系统或偏差控制系统。

闭环控制系统中各元件的作用和信号的流通情况，可用结构图 1-1-4 表示。

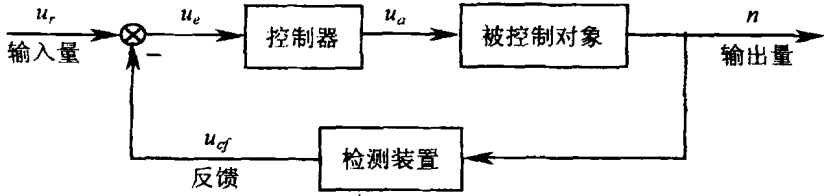


图 1-1-4 闭环系统结构图

图中符号 表示比较元件，负号表示负反馈。

最后，归纳一下开环与闭环控制系统各自的特点如下：

(1) 开环控制系统中，只有输入量对输出量产生控制作用；从控制结构上来看，只有从输入端到输出端的信号传递通道（该通道称为前向通道），控制系统简单，实现容易。

闭环控制系统中除前向通道外，还必须有从输出端到输入端的信号传递通道，使输出信号也参与控制，该通道称为反馈通道。闭环控制系统就是由前向通道和反馈通道组成的，控制系统结构复杂。

(2) 闭环控制系统能抑制内部和外部各种形式的干扰，对干扰不甚敏感。因此，可采用不太精密和成本较低的元件来构成控制精度较高的系统。

开环控制系统，因为输入量与输出量之间没有反馈联系，所以对干扰所造成的误差，系统不具备修正能力。因此，开环控制系统的控制精度，完全由采用高精度元件和有效的抗干扰措施来保证。

(3) 对闭环控制系统来说，系统的稳定性，始终是一个首要问题。稳定是闭环控制系统正常工作必要条件。对于开环控制系统，或者不存在不稳定问题，或者容易解决。

反馈控制系统广泛的应用于各工业部门。在有些系统中，将开环与闭环结合在一起，这种系统称为复合控制系统。在本书中，我们重点研究闭环控制系统。

**例题 1-1-1** 液面控制系统如图 1-1-5 所示。要求在运行中容器的液面高度保持不变。试简述其工作原理，并画出系统原理结构图。

**解：**被控对象是容器，其液面高度  $H$  应为输出量。浮子跟随液面上下浮动，可以反映出液面的实际高度  $H_r$ ，也可以表明实际高度对输入高度的偏差  $H_r - H$ ，相当于测量元件。

浮子带动杠杆，杠杆联动阀门 1 以调节进入容器的流量，进而控制液面高度，故杠杆相当于放大，执行元件。

由以上分析可画出系统的原理结构图如图 1-1-6 所示。

明显看出，被控量是  $H$ ，测量的是  $H_r - H$ ，故系统属于反馈控制方式。

假定在额定需用流量  $Q_{20}$  下，容器的液面高度  $H$  恰好等于输入值  $H_r$ ，而由阀门 1 的开度决定进入容器的液体流量  $Q_1$  也恰恰等于  $Q_{20}$ ，则系统处于要求的工作状态。

若需用流量发生变化，如关小阀门 2、 $Q_2$  减小，这时进入容器的液体流量  $Q_1$  还没改

变，则  $Q_1 > Q_2$ ，液面高度上升，而  $H$  变化将使浮子上升，杠杆联动阀门 1 关小，使  $Q_1$  减少，直到  $Q_1 = Q_2$ ，液面高度又保持常值。

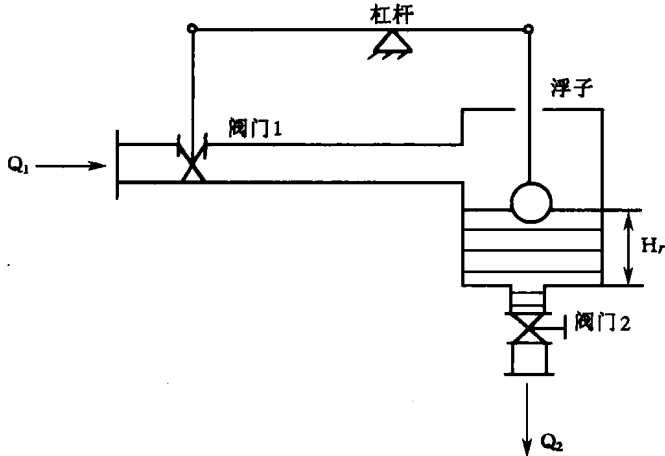


图 1-1-5 闭环液面控制系统

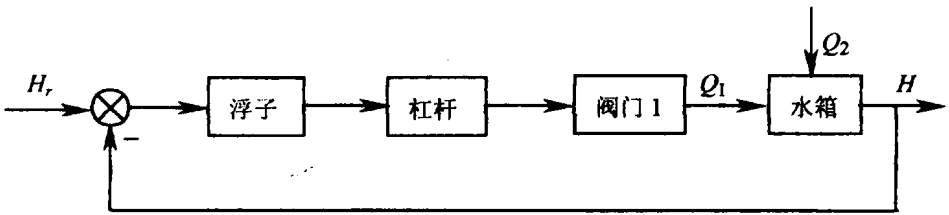


图 1-1-6 闭环液面控制系统的结构图

移动杠杆的支点，加大杠杆传动比，可强化控制效果，浮子移动很小就会使  $Q_1$  变化很大，从而保证液面高度  $H$  的波动量在允许的误差范围内。但是，系统从根本上讲，需用流量改变以后，容器的液面高度  $H$  再也不能恢复到输入值  $H_r$ 。这和装置各部分的特性有着密切的关系。因此，不能认为采用按被控制量偏差控制的系统，最终一定能使输出量等于输入值，完全消除偏差。是否完全消除偏差还取决于系统内部其它方面的规律。

**例题 1-1-2** 图 1-1-7 是数控机床工作台开环进给控制系统，输入量（控制信号） $x_r$  经过控制器控制步进电机转动，再经过齿轮传动及丝杠螺母驱动工作台做直线移动。

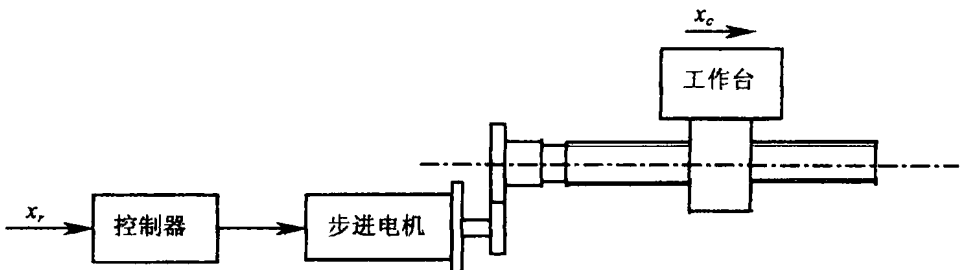


图 1-1-7 工作台开环进给控制系统

在这个系统中工作台的位移量  $x_c$  是输出量，输出量没有反馈到控制器中去。这种系统只是单向的依靠输入量  $x_r$  实现运动。工作台的位移精度只取决于组成开环控制系统各环节的工作精度。各种干扰对工作台的位移精度有显著的影响。其结构图如图 1-1-8 所示。

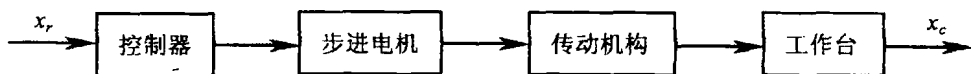


图 1-1-8 工作台开环进给控制系统结构图

**例题 1-1-3** 图 1-1-9 是数控机床工作台闭环进给控制系统。

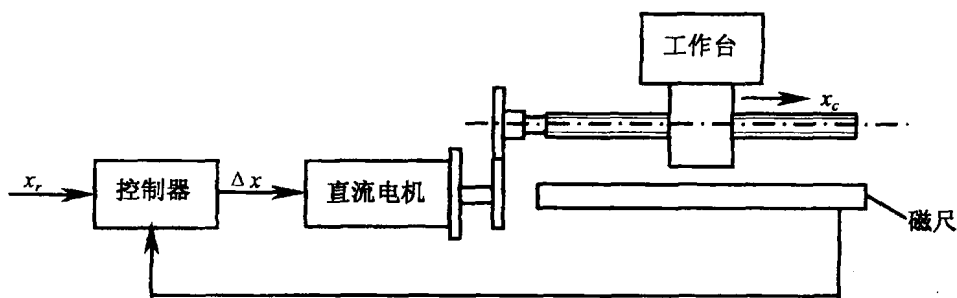


图 1-1-9 工作台闭环进给控制系统

图中  $x_r$  为输入位移指令是输入量， $x_c$  为工作台位移量是输出量，工作台是被控对象，直流电机齿轮传动及丝杠螺母是执行机构，磁尺用来测量工作台的位移量是测量元件。

为了保证工作台能依输入量做随从运动，控制器同时接收输入量  $x_r$  和磁尺测量出的代表工作台位移的量  $x_c$ ，并进行比较得出差值  $\Delta x = x_r - x_c$ ，由差值  $\Delta x$  控制直流电动机驱动齿轮丝杠传动机构，带动工作台移动去减小差值。其结构图如图 1-1-10 所示。

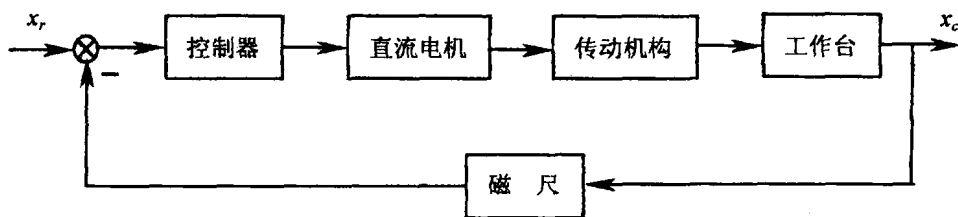


图 1-1-10 工作台闭环进给控制系统结构图

#### 例 1-1-4 问答题举例

(1) 什么叫反馈？什么是负反馈？

答：把系统输出全部或部分地返回到输入端，就叫做反馈。把输出量反馈到系统的输入端与输入量相减称为负反馈。

(2) 什么样系统叫开环控制系统？举例说明。

答：若系统的输出量对系统没有控制作用，即系统没有反馈回路时，则该控制系统称为

开环控制系统。如自动售货机，自动洗衣机，步进电机控制刀架进给机构等。

(3) 什么叫闭环控制系统？举例说明之。

答：当系统的输出量对系统有控制作用时，即系统存在着负反馈回路称为闭环控制系统，例如：人手在抓取物件时的动作。机器人手臂运动控制，火炮跟踪目标的运动，导弹飞行运动控制等等。

## 1.2 自动控制系统的类型

自动控制系统的种类繁多，很难确切地对自动控制系统进行分类。现在将经常讨论的几种自动控制系统的类型概括如下。

### 1.2.1 线性系统和非线性系统

按组成自动控制系统主要元件的特性方程式的性质，可以分为线性控制系统和非线性控制系统。

**线性系统**是由线性元件组成的，其运动方程式可用线性微分方程式或线性差分方程式来描述。

线性系统主要特点是具有迭加性和齐次性。就是说对于线性控制系统，几个输入信号同时作用在系统上所引起的输出，等于各自输入时系统输出之和。

如果微分方程式或差分方程式的系数，不随时间的变化而变化即是常数，则称这类系统为线性定常系统，或称为常参数系统。

如果线性微分方程式或差分方程式的系数，随时间的变化而变化，则称这类系统为线性时变系统。

**非线性系统**是由非线性微分方程式来描述的系统。在自动控制系统中，若有一个元件是非线性的，这个系统就是非线性系统。典型非线性环节特性如图 1-2-1 所示。

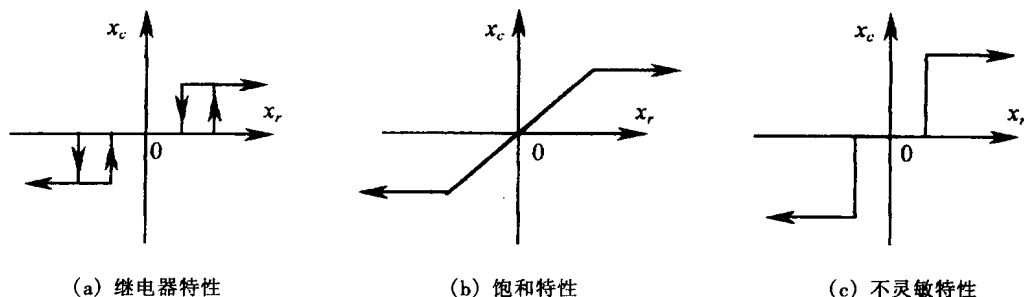


图 1-2-1 典型非线性环节特性

### 1.2.2 连续数据系统和离散数据系统

连续数据系统——若控制系统中各元件的输入、输出信号都是时间  $t$  的连续函数时，则称此系统为连续数据系统（或称连续系统）。连续系统一般由微分方程式来描述。

离散数据系统——系统中某一处或几处信号是以脉冲系列或数码的形式传递的。

离散系统的主要特点是：在系统中使用脉冲开关或采样开关，将连续信号转变为离散信号。离散信号取脉冲形式的系统，称为脉冲控制系统；离散信号以数码形式传递的系统，称为数字控制系统。

### 1.2.3 恒值系统、随动系统和程序控制系统

在生产中应用最多的闭环控制系统，往往要求输出量保持在恒定值。由于要求输出量是常值，则系统的输入量也应该是常值。但也有的系统要求输出量按某一规律变化。因此按输入量的特征，可将系统分成三种类型。

恒值系统。这种系统的输入量保持不变。如恒速、恒温、恒压等自动控制系统。

程序控制系统。这种控制系统输入量是按照一定的时间函数变化的。如程序控制机床的控制系统。

随动控制系统。在这种系统中，输入量是按照事先不知道的时间函数变化，要求输出跟随输入量变化。如火炮的控制系统。

当然这三种系统都可以是线性的或非线性的，连续的或离散的。

随着生产自动化技术的发展，对自动控制系统要求日益完善，人们力求使设计的控制系统能达到最优的性能指标。

## 1.3 控制系统的组成与对控制系统的基本要求

反馈控制是自动控制理论研究的核心。根据控制对象和使用元件的不同，自动控制系统有各种不同的形式。但是从控制功能的角度来看，自动控制系统一般均由以下基本环节（基本元件）组成。

### 1.3.1 闭环控制系统的组成和基本环节

(1) 被控对象或调节对象：是指要进行控制的设备或过程。如前面所述发电机、机床等。

(2) 比较环节（比较元件）：用来实现将所检测到的输出量和输入量进行比较，并产生偏差信号的元件。在多数控制系统中，比较元件常常和测量元件或测量线路结合在一起。

(3) 放大环节（放大元件）：由于偏差信号一般比较微弱，不能直接用于驱动被控对象，需要进行放大。因此控制系统必须具有放大环节。常用放大元件有：放大器、可控硅整流

器、液压伺服放大器等。

(4) 执行环节 (执行元件): 用来实现控制动作, 直接操纵被控对象的元件。常用执行元件有: 交、直流电机, 液压马达, 传动装置等。

(5) 检测环节 (测量元件): 是用来测量被控制量的元件。由于测量元件的测量精度直接影响到系统的控制精度, 因此应尽可能采用高精度的测量元件和合理的测量电路, 常用的测量元件有: 测速电机、编码器、自整角机等。

(6) 校正环节 (校正元件): 对控制性能要求比较高的系统或者比较复杂的系统, 为了改善系统的控制性能, 提高控制系统的控制质量, 需要在系统中加入校正环节。

由上述元件构成的闭环控制系统, 就其信号的传递和变换的功能来说, 都可抽象出如图 1-3-1 所示的控制系统结构图。

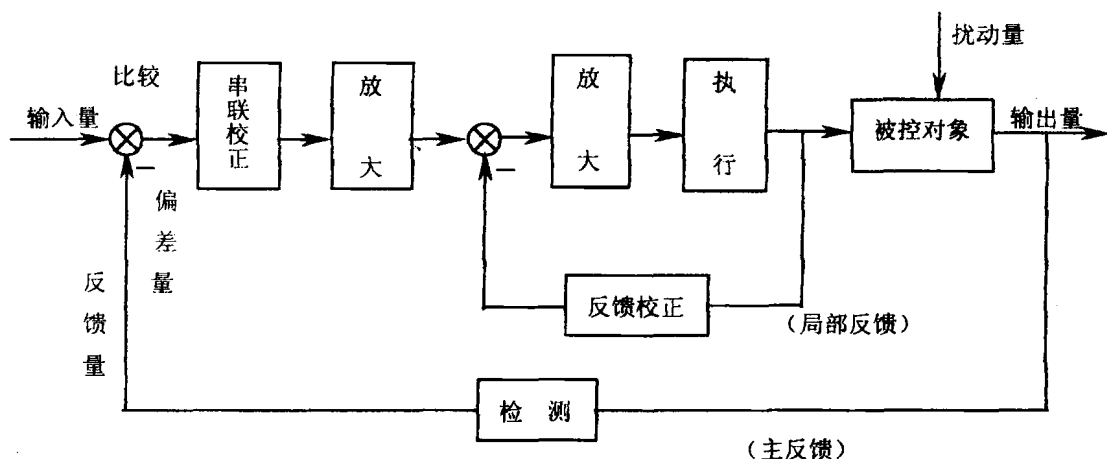


图 1-3-1 闭环控制系统结构图

### 1.3.2 对控制系统的基本要求

一个反馈控制系统, 当扰动量或输入量 (或输入量的变化规律) 发生变化时, 输出量偏离了输入量而产生偏差, 通过反馈控制的作用, 经过暂短的过渡过程, 输出量又趋近于或恢复到原来的稳态值, 或按照新的输入量稳定下来, 这时系统从原来的平衡状态过渡到新的平衡状态。我们把输出量处于变化状态的过程称为瞬态或动态或暂态, 而把输出量处于相对稳定的状态称为稳态或静态。

#### (1) 稳定性

如果系统受扰动后偏离了原工作状态, 扰动消失后, 系统能自动恢复到原来的工作状态, 这样的系统称为稳定系统, 否则为不稳定系统。任何一个反馈控制系统能正常工作, 系统必须是稳定的。

#### (2) 瞬态性能

在分析和设计控制系统时, 常用系统对典型输入信号的时间响应, 来描述系统的瞬态性



能,并用系统的阻尼特性和响应速度来表征。

对于稳定系统,瞬态响应曲线如图 1-3-2 所示。

一般要求响应速度快,超调小。关于瞬态性能指标将在第 4 章中详细阐述。

### (3) 稳态误差

闭环反馈控制系统的稳态误差,是指当  $t \rightarrow \infty$  时,系统输出的实际值  $y(\infty)$  与按参考输入所确定的希望输出值  $y_r(\infty)$  之间的差值,即稳态误差  $e_{ss}$  为

$$e_{ss} = \lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} [y_r(t) - y(t)]$$

一般来说,对于反馈控制系统的基本要求是:系统必须是稳定的,其次是系统的瞬态性能应满足瞬态性能指标要求,第三是系统的稳态误差要满足生产使用时对误差的要求。除此之外控制系统还应结构简单,维修方便,体积小,重量轻,经济上便宜等。

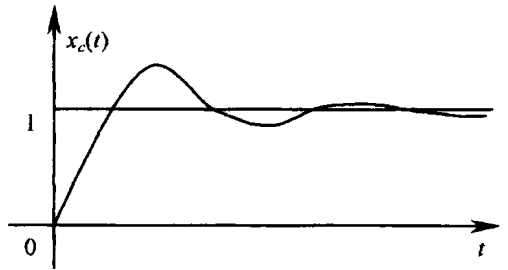


图 1-3-2 欠阻尼单位阶跃响应曲线

## 1.4 本课程的基本任务、特点及学习方法

《机电控制工程基础》是以控制理论为基础,紧密结合工程实际的一门专业基础课,是机械设计制造及自动化专业必修课。

本课程所讨论的问题,都是在工程实践的基础上抽象出来的问题,是分析和设计控制系统的共性问题,这些问题理论较强,涉及的面也十分广泛。因此,讨论问题的周期长是本课程特点之一。为了学好本课程,在学习过程中就应对学过的内容经常复习,明确前后问题的联系,掌握进度。

本课程中应用的数学较多,但是,所讨论的问题都是和工程实践紧密联系着的。因此,学习本课程要特别重视理论联系实际,重视在物理概念的基础上对问题的理解。

负反馈是构成自动控制系统的基本控制策略。因此,牢固地掌握反馈在工程系统中的应用是学好本课程的关键。

控制系统分析,就是建立给定系统的数学模型,在规定的工作条件下,对它的数学模型进行分析研究。其研究的内容就是稳态性能和瞬态(暂态)性能,以及分析某些参数变化对上述性能的影响,决定如何选取合理的参数等。

系统综合设计,就是在给定对系统瞬态和稳态性能要求情况下,根据已知的被控制对象,合理的确定控制器的数学模型,控制规律和参数,并验证所综合的控制系统是否是满足性能指标要求。

机电控制工程基础的基本问题是:建立系统的数学模型;系统分析计算;综合校正确定控制规律。