



高等学校教材经典同步辅导丛书电学类

配科学社《自动控制原理》(第四版) 胡寿松 主编

第四版

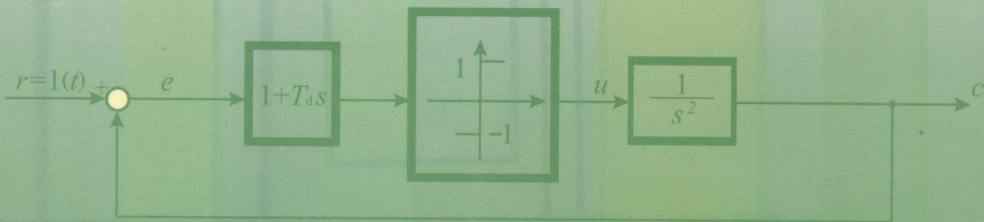
# 自动控制原理

## 同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

丛书主编 清华大学 何联毅

本书主编 清华大学 陈晓东



- ◆ 紧扣教材
- ◆ 知识精讲
- ◆ 习题全解
- ◆ 应试必备
- ◆ 联系考研
- ◆ 网络增值

高等学校教材经典同步辅导丛书

# 自动控制原理

## 同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

丛书主编 清华大学 何联毅

本书主编 清华大学 陈晓东

中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本书是科学出版社出版,胡寿松主编的《自动控制原理》(第四版)教材的配套辅导书。全书由课程学习指南、知识点归纳、典型例题与解题技巧、历年考研真题评析、课后习题全解及考研考试指导等部分组成,旨在帮助读者掌握知识要点,学会分析问题和解决问题的方法技巧,并且提高学习能力及应试能力。

本书可供高等院校自动控制原理课程的同步辅导使用,也可作为研究生入学考试的复习资料,同时可供本专业教师及相关工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

自动控制原理同步辅导及习题全解/陈晓东主编.

徐州:中国矿业大学出版社,2006.8

(高等学校教材经典同步辅导丛书)

ISBN 7 - 81107 - 398 -6

I. 自… II. 陈… III. 自动控制理论—高等学校—  
教学参考资料 IV. TP13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 086936 号

书 名 自动控制原理同步辅导及习题全解  
主 编 陈晓东  
责任编辑 罗 浩  
选题策划 孙怀东  
特约编辑 王丽娜  
出版发行 中国矿业大学出版社  
印 刷 北京市昌平百善印刷厂  
经 销 新华书店  
开 本 787×1092 1/16 本册印张 21.75 本册字数 532 千字  
印 次 2007 年 8 月第 1 版第 2 次印刷  
总 定 价 251.60 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

# 高等学校教材

## 经典同步辅导丛书编委会

主任：清华大学 王 飞  
副主任：清华大学 夏应龙  
清华大学 倪铭辰  
中国矿业大学 李瑞华

---

### 编 委 (按姓氏笔画排序):

于志慧	王丽娜	王 焯	甘 露
师文玉	吕现杰	朱凤琴	刘胜志
刘淑红	孙怀东	严奇荣	杨 涛
李 丰	李凤军	李 冰	李 波
李南木	李炳颖	李 娜	李晓光
李晓炜	李 娟	李雅平	李燕平
时虎平	何联毅	邹绍荣	宋 波
张旭东	张守臣	张鹏林	张 慧
陈晓东	范亮宇	孟庆芬	涂兰敬

《自动控制原理》是自动化、通信、电力、电子等专业重要的课程之一,也是报考上述专业硕士研究生的考试课程。

胡寿松主编的《自动控制原理》(第四版)以体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出特点成为这门课程的经典教材,被全国许多院校采用。

为了帮助读者更好地学习这门课程,掌握更多的知识,我们根据多年的教学经验编写了这本与此教材配套的《自动控制原理同步辅导及习题全解》(第四版)。本书旨在使广大读者理解基本概念,掌握基本知识,学会基本解题方法与解题技巧,进而提高应试能力。本书作为一种辅助性的教材,具有较强的针对性、启发性、指导性和补充性的特点。

自动控制原理是一门工程应用非常广泛的基础课程,所讲述的是控制科学与工程中的基本原理。并且,这门课程不同于其他技术基础课的特点是理论性较强,与数学的结合比较紧密。在修读本课程之前应熟练掌握大学工科数学、电路理论、模拟电子技术、数字电子技术等课程的相关知识。同时,自动控制原理课程是控制类的一门基础课程,是运动控制系统、过程控制系统、自适应控制、人工智能等课程最重要的先修课程。

考虑到《自动控制原理》这门课程的特点,我们在内容上作了以下安排:

**1. 课程学习指南** 从该课程的知识体系出发,对各个章节在全书中的位置,以及与其他章节的联系作了简明扼要的阐述,使学习更有重点。

**2. 知识点归纳** 串讲概念,总结性质和定理,使知识全面系统,便于掌握。

**3. 典型例题与解题技巧** 精选各类题型,涵盖本章所有重要知识点,对题目进行深入、详细地讨论和分析,并引导学生思考问题,能够举一反三、拓展思路。

**4. 历年考研真题评析** 精选历年名校考研真题并进行深入地讲解。

**5. 课后习题全解** 给出了胡寿松主编的《自动控制原理》(第四版)各章习题的答案。我们不仅给出了详细的解题过程,而且对有难度或综合性较强的习题做了分析和小结,从而更好地帮助学生理解掌握每一知识点。

**6. 考研考试指导** 首先归纳了本课程的考研考点,然后精选了清华大学等名校的最新考研考试试题并给出了参考答案,以帮助学生顺利通过相关考试。

本书在编写时参考了大量的优秀教材和权威考题。在此,谨向有关作者和所

选考试、考研试题的命题人以及对本书的出版给予帮助和指导的所有老师、同仁表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,本书难免出现不妥之处,恳请广大读者批评指正。

## 联系我们

华腾教育网:

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

电子邮件:

[huateng@huatengedu.com](mailto:huateng@huatengedu.com)

华腾教育教学与研究中心

课程学习指南 .....	1
<b>第一章 自动控制的一般概念 .....</b>	<b>3</b>
知识点归纳 .....	3
典型例题与解题技巧 .....	6
历年考研真题评析 .....	9
课后习题全解 .....	11
<b>第二章 控制系统的数学模型 .....</b>	<b>18</b>
知识点归纳 .....	18
典型例题与解题技巧 .....	24
历年考研真题评析 .....	30
课后习题全解 .....	32
<b>第三章 线性系统的时域分析法 .....</b>	<b>54</b>
知识点归纳 .....	54
典型例题与解题技巧 .....	62
历年考研真题评析 .....	65
课后习题全解 .....	67
<b>第四章 线性系统的根轨迹法 .....</b>	<b>83</b>
知识点归纳 .....	83
典型例题与解题技巧 .....	89
历年考研真题评析 .....	92
课后习题全解 .....	96
<b>第五章 线性系统的频域分析法 .....</b>	<b>119</b>
知识点归纳 .....	119
典型例题与解题技巧 .....	126
历年考研真题评析 .....	131

课后习题全解 .....	133
<b>阶段测试题(一)</b> .....	152
<b>参考答案</b> .....	154
<b>第六章 线性系统的校正方法</b> .....	158
知识点归纳 .....	158
典型例题与解题技巧 .....	162
历年考研真题评析 .....	165
课后习题全解 .....	168
<b>第七章 线性离散系统的分析与校正</b> .....	192
知识点归纳 .....	192
典型例题与解题技巧 .....	199
历年考研真题评析 .....	203
课后习题全解 .....	204
<b>阶段测试题(二)</b> .....	221
<b>参考答案</b> .....	222
<b>第八章 非线性控制系统分析</b> .....	225
知识点归纳 .....	225
典型例题与解题技巧 .....	229
历年考研真题评析 .....	233
课后习题全解 .....	235
<b>第九章 线性系统的状态空间分析与综合</b> .....	262
知识点归纳 .....	262
典型例题与解题技巧 .....	265
历年考研真题评析 .....	269
课后习题全解 .....	272
<b>第十章 动态系统的最优控制方法</b> .....	300
知识点归纳 .....	300
典型例题与解题技巧 .....	303
历年考研真题评析 .....	304
课后习题全解 .....	306
<b>考研考试指导</b> .....	326
<b>考研考点归纳</b> .....	326



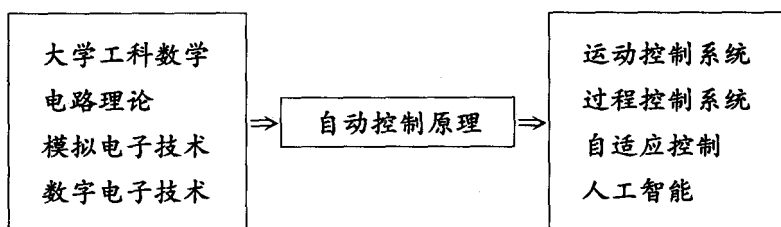
清华大学 2007 年考研试题 .....	326
参考答案 .....	327

# 课程学习指南

自动控制原理课程是控制类各专业必修的一门主干技术基础课程,又是学习后续技术基础课程和专业课程的重要基础,也是控制类各专业研究生入学考试的必考科目。

学习自动控制原理课程的目的是要掌握自动控制的基本理论和设计分析控制系统的基本技能,进而能够发现、分析并解决工程中的实际问题,同时也为后续专业课的学习打下基础。

自动控制原理是一门工程应用非常广泛的基础课程,所讲述的是控制科学与工程中的基本原理。并且,这门课程不同于其他技术基础课的特点是理论性较强,与数学的结合比较紧密。在修读本课程之前应熟练掌握大学工科数学、电路理论、模拟电子技术、数字电子技术等课程的相关知识。同时,自动控制原理课程是控制类的一门基础课程,是运动控制系统、过程控制系统、自适应控制、人工智能等课程最重要的先修课程。



自动控制原理课程可分为两大部分,即经典控制理论和现代控制理论。第一章至第八章为经典控制理论部分,主要包括自动控制的基本概念、数学模型、线性系统的常用分析方法、设计及校正、线性离散系统的分析与校正和非线性控制系统的分析。第九章至第十章为现代控制理论部分,主要包括线性系统状态空间分析与综合以及动态系统的最优控制方法。

自动控制技术已经深入而广泛地应用于工农业生产、交通运输、国防现代化和航空航天等领域。为了学好这门专业必修课程,建议在学习过程中应按以下方法学习:

1. 掌握基本概念、基本方法、基本原理。
2. 要注意前后联系,融会贯通,保持知识的连贯性。
3. 要理论与实践相结合,培养自己分析和解决工程实际问题的能力。
4. 要养成综合分析,全面考虑,认真负责的良好学习习惯。

此外,为了帮助学生在期末、考研等考试中取得好成绩,我们提出以下建议:

1. 勤观察、爱思考。将课程中的所学知识与生活中实际的控制系统联系起来。

2. 能抽象、会画图。建立数学模型,掌握常用的分析方法并能用简图来描述控制系统。
3. 多做题、善总结。每一类题都有内在的规律性,多做题并总结解题技巧和方法,做到举一反三。

# 第一章

## 自动控制的一般概念

### III 知识点归纳

#### 一、基本概念

**自动控制** 在没有人直接参与的情况下,利用外加的设备或装置(称控制装置或控制器),使机器、设备或生产过程(统称被控对象)的某个工作状态或参数(即被控量)自动地按照预定的规律运行。

**自动控制系统** 能够实现自动控制任务的系统,由控制装置与被控对象组成。

**被控对象** 要求实现自动控制的机器、设备或生产过程。

**控制装置** 对被控对象起控制作用的控制装置总体。

**输出量** 位于控制系统输出端,并要求实现自动控制的物理量,也称为被控量。

**输入量** 作用于控制系统输入端,并可使系统具有预定功能或预定输出的物理量。

**扰动** 破坏系统输入量和输出量之间预定规律信号。

**反馈** 将系统的输出量馈送到参考输入端,并与参考输入进行比较的过程。

**反馈控制** 将系统的输出量与参考输入进行比较,并力图保持两者之间既定关系的控制原理。

**前向通道** 从给定信号到被控变量的通道。

**反馈通道** 从被控变量到比较点的通道。

**误差** 期望输出值与实际输出值之间的偏差。在反馈控制系统中,参考输入和反馈信号的偏差也成为误差。

#### 二、反馈控制系统的工作原理

将系统的输出量经测量、变换反馈到输入端,与给定输入相比较得到偏差信号,由偏差信号经控制器产生控制作用,控制作用使偏差消除或减少,保证系统的输出量按给定输入的要求变化。

#### 三、反馈控制系统的基本组成

闭环负反馈控制系统的典型结构如图 1-1 所示,其主要元部件说明如下。

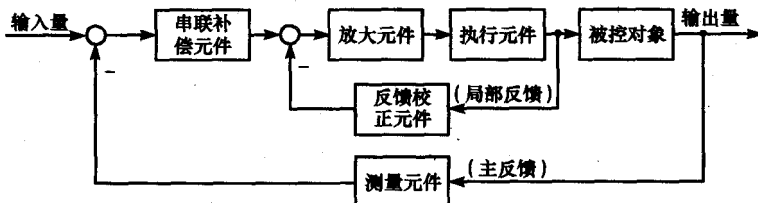


图 1-1 典型负反馈控制系统结构

### 1. 测量元件

测量元件也称为传感器,用于测量被控制量。它的测量值和参考输入进行比较后产生相应的控制信号。

### 2. 给定元件

给出与被控制量希望值相对应的控制输入信号,即给定信号,这个控制输入信号的量纲与主反馈信号的量纲相同。给定元件通常不在闭环回路中。

### 3. 比较元件

用于比较控制量和反馈量并产生偏差信号。

### 4. 放大元件

比较元件产生的误差信号一般比较弱,无法直接驱动被控对象,因此,放大元件对偏差信号进行幅值或功率的放大。

### 5. 执行元件

接收放大元件提供的功率,直接驱动被控对象,改变被控对象的输出。

### 6. 校正元件

在系统中引入用于改善其动态、静态性能的附加元件,这种附加元件称为校正元件。校正元件串联在由偏差信号到被控制信号间的前向通道中称为串联校正;校正元件在反馈回路中称为反馈校正。

## 四、自动控制系统基本控制方式

### 1. 反馈控制系统

系统的输出量与输入端存在反馈回路,即输出量对控制作用有直接的影响,这一类系统称为闭环控制系统。如图 1-1 所示,在系统中,当设定值变化或扰动产生时,就会出现误差信号,从而产生控制作用,以减小系统的误差。当系统中存在无法预计的扰动和参数的变化时,应当采用闭环负反馈控制系统。这种控制方式可使用低成本的元器件构成精确的控制系统。

### 2. 开环控制系统

开环控制系统是指控制器与控制对象之间只有顺向作用而没有反向联系的控制过程。它可分为按给定值控制和按扰动控制两种形式。

(1) 按给定值控制。原理方框图如图 1-2 所示,信号由给定值至输出量单向传递。一定的给定值对一定的输出量。系统的控制精度取决于系统事先的调整精度,对工作过程中受到的扰动或特性参数的变化无法自动补偿。结构简单,成本低,多用于系统结构参数稳定和扰动信号较弱的场合。如:自动售货机,自动报警器,自动化流水线及自动洗衣机等。

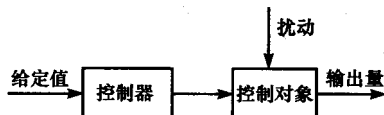


图 1-2 按给定值控制的开环控制原理方框图

(2) 按扰动控制。原理方框图如图 1-3 所示。这种控制方式的原理是:利用对扰动信号的测量产生控制作用,以补偿扰动对输出量的影响。由于扰动信号经测量装置、控制器至对象的输出量是单向传递的,故属于开环控制方式。对于不可测扰动以及对象及功能部件内部参数变化给输出量造成的影响,系统自身无法克服。因此,控制精度有限,常用于工作机械的恒速控制(如稳定刀具转速)以及电源系统的稳压、稳频控制。

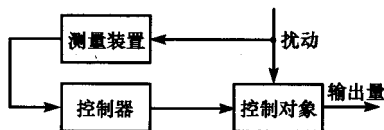


图 1-3 按扰动控制的开环控制原理方框图

### 3. 复合控制系统

复合控制系统是开环控制和闭环控制相结合的一种控制方式。它是在闭环控制回路的基础上，附加一个输入或扰动信号的顺馈通道，用来提高系统的控制精度。顺馈通道是由对输入信号的补偿器或对扰动信号的补偿器组成。原理方框图如 1-4 所示。

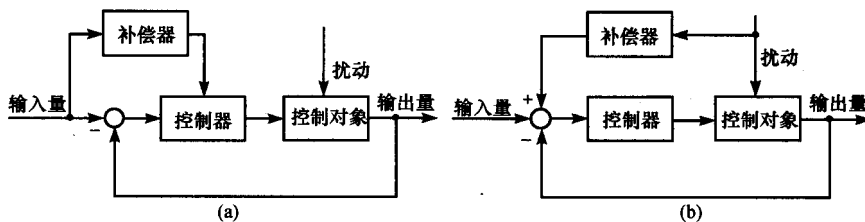


图 1-4 典型复合控制系统的原理方框图

### 4. 最优控制系统

最优控制系统是使所选的系统性能指标达到极值的一种控制方式。系统性能指标是根据工作要求选定的。例如，对远距离航行的飞行器，选取燃料消耗量作为系统性能指标；对自动导航系统，选取定位误差的均方值作为系统性能指标。最优控制的设计方法主要有极大(小)值原理法和动态规划法。

### 5. 自适应控制系统

自适应控制系统是能适应环境条件变化而自动调整系统参数或特性的一种控制方式。例如，在金属切削加工的自适应控制系统中，能按照切削材料和刀具的硬度，自动调整车速、进刀速度和切削用量，以达到最高工效。自适应控制主要用于空间技术和复杂生产过程控制中。

## 五、自动控制系统的分类

### 1. 按控制方式分类

开环控制系统、反馈控制系统和复合控制系统。

### 2. 按元件类型分类

机械系统、电气系统、机电系统、液压系统、气动系统、生物采光等。

### 3. 按系统性能分类

主要分为以下三类：

(1) 线性与非线性系统。可用线性微分方程或差分方程描述的系统，称为线性系统。

线性定常连续系统其输入信号的特性或变化的规律分类

① 恒值系统(镇定系统)：系统的输入量为常值的自动控制系统。要求系统的控制作用能克服扰动的影响使输出量达到期望量。

② 随动系统(跟踪系统或伺服系统)：系统的输入量是未知时间函数的自动控制系统。要求系统的输出量按一定关系和精度跟踪输入信号。

③ 程序控制系统：系统的输入量按已知时间函数规律变化的自动控制系统。要求系统的输出量按预定的规律变化或运动。

如果微分方程或差分方程的系数为常数，则称为线性定常系统；否则为线性时变系统。用非线性方程描述的系统，称为非线性系统。

(2) 连续与离散系统。若输入量和输出量都是时间连续函数的系统,称为连续系统。在连续系统中,信号在全部时间上都是已知的。若系统中信号有一处或一处以上为离散时间函数,称为离散系统。在离散系统中,信号仅定义在离散时间上。

(3) 确定性与不确定性系统。系统的结构、参数和输入量都是确定的、已知的系统,称为确定性系统。反之,当系统本身的结构或参数以及作用于该系统的信号有不确定性或模糊性时,则系统为不确定性系统。现实的工程系统,多为不确定性系统。

### 六、对自动控制系统的基本要求

- 稳定性 要求系统稳定,这是系统正常工作所必须具备的基本条件。
- 快速性 动态要求。要求系统快速平稳地完成过渡过程,超调量要小,调节时间要短。
- 准确性 稳态要求。要求系统稳态控制精度高,稳态误差要小。

### 典型例题与解题技巧

**例 1** 图 1-5 表示一个张力控制系统示意图。当送料速度在短时间内突然变化时,试说明控制系统的作用情况。

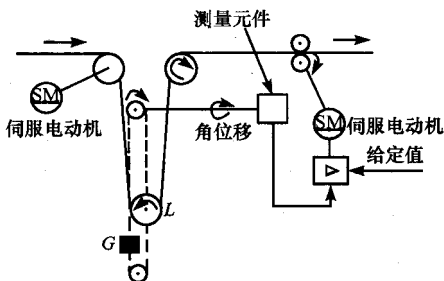


图 1-5 张力控制系统

**【分析】** 本题是按扰动进行控制。

**解** 当给定值参考输入一定时,送料速度为某一要求的数值,此时测量头的重锤  $G$  与轮  $L$  受力平衡,因此测量轴无角位移,系统处于平衡状态。

若送料速度在短时间内突然发生变化,如电源波动引起伺服电动机转速变化、所输送的带料厚度不均匀等,从而使带料在输送过程中的张力发生改变,以至破坏了重锤  $G$  与轮  $L$  的受力平衡,于是测量轴产生角位移,通过测量元件直接测出送料速度的变化,并变换为相应的电压值反馈给放大器,通过放大器比较后,输出校正电压控制伺服电动机的转速,从而改变送料速度,直到送料速度恢复为要求的数值,张力系统重新平衡为止。

**例 2** 图 1-6(a) 是导弹发射架方位控制系统原理图,希望发射架方位按要求角度转动。

- (1) 指出系统的被控对象、被控量和给定量,画出系统方框图;
- (2) 说明控制系统中控制装置的各组成部分。

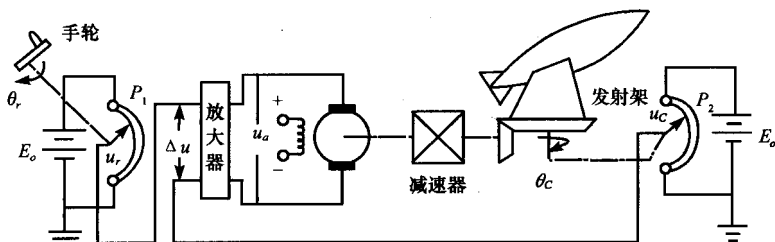


图 1-6(a) 导弹发射架方位控制系统原理图

**【分析】** 负反馈控制的原理是利用偏差减少或消除偏差,使得输出信号按输入信号规律变化。本例中,导弹发射架转动角度就是根据发射架希望转过的角度  $\theta_r$  与发射架实际转过的角度  $\theta_c$  的差来调节,最终使发射架位置处于希望位置。要使系统能够正常工作,必须处于负反馈状态,若改变主回路某一信号极性(如电位器  $P_1$  或  $P_2$  处的电源极性反接、放大器输入端信号线对调、直流电机激磁电压极性改变等),都会改变系统主反馈极性,成为正反馈。

**解** (1) 根据题意,控制系统的目的是使导弹发射架能够转动希望的角度,故被控对象是发射架,被控量是发射架转动的角度  $\theta_c$ ,给定量是手轮转动的角度  $\theta_r$  (希望值)。系统方框图 1-6(b) 所示。

(2) 控制装置各组成元件如下:

手轮是给定元件,给出导弹发射架希望转动的角度  $\theta_r$ ; 电位器  $P_1, P_2$  关联后跨接到同一电源  $E$ 。两端构成电桥电路,它既是测量元件又是比较元件,给出表征发射架希望转过角度与实际转过角度差的偏差电压  $\Delta u$ ; 放大器是放大元件; 直流电机和减速器一起组成了执行机构,对发射架转动角度进行控制。

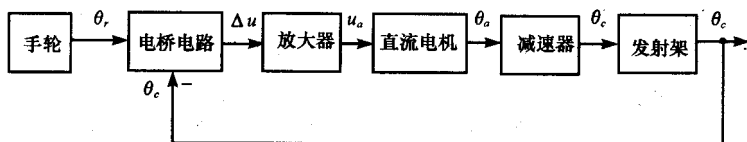


图 1-6(b)

当导弹发射架转过角度  $\theta_c$  与希望角度  $\theta_r$  一致时,电桥电路输出电压  $\Delta u = 0$ ,系统处于平衡状态。当手轮转过(如顺时针转动)某一角度时,  $\theta_r > \theta_c$ ,  $\Delta u > 0$ ,放大器输出电压驱动直流电机正向转动,经减速器带动发射架顺时针偏转。当  $\theta_c = \theta_r$  时,系统又在新的条件下达到平衡,发射架处于新的希望位置。当手轮逆时针转动时的调节过程正好相反,该系统实现了发射架位置跟随手轮转角  $\theta_r$  的变化规律而变化的控制目的。此系统属于闭环随动系统。

**例 3** 图 1-7(a) 为发电机—电动机组转速负反馈控制系统,图中,  $U_g$  为输入量,转速  $n$  为输出量,  $K_s$  表示电压放大器,  $G$  为发电机,  $M$  为电动机,  $TG$  为测速发电机。若不考虑扰动量,试画出系统的原理方框图。

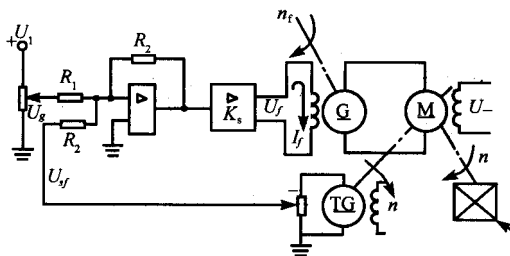


图 1-7(a) 转速控制系统

**【分析】** 方框图的形式不一定是唯一的。根据分析问题的需要可将元部件分解得细一些,也可画得概括简洁一些,但各个方框所代表的具体元部件及各方框间的联系必须与实际情况一致。

**解** 系统的原理方框图如图 1-7(b) 所示。

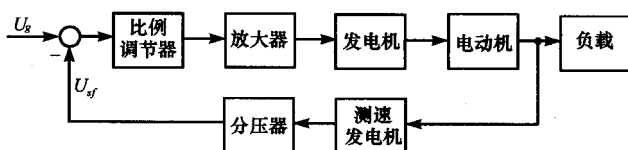


图 1-7(b)



例 4 设位置随动系统如图 1-8(a) 所示,简述其工作原理,画出系统的方框图。

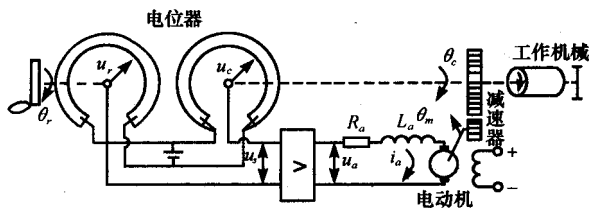


图 1-8(a)

**【分析】** 角位移随动系统是自动控制技术的典型应用,其基本组成、元部件和有关变量在随动系统中具有代表性。对该系统的分析将有助于加深对系统中各元部件作用的认识,并对各有关基本概念有较深入的理解。

**解** (1) 系统的工作原理

控制系统的任务是控制工作机械的角位移  $\theta_c$  跟踪输入手柄的角位移  $\theta_r$ 。

图 1-8(a) 中,当工作机械的转角  $\theta_c$  与手柄转角  $\theta_r$  一致时,两个环形电位器组成的桥式电路处于平衡状态,其输出电压  $u_e = 0$ ,电动机不动,系统处在平衡状态。当手柄转角  $\theta_r$  发生变化时,若工作机械仍处于原来的位置不变,则电桥输出电压  $u_e \neq 0$ ,此电压信号经放大后驱动电动机转动,并经减速器带动工作机械使角位移  $\theta_c$  向  $\theta_r$  变化的方向转动,并逐渐使  $\theta_r$  和  $\theta_c$  的偏差减小。当  $\theta_c = \theta_r$  时,电桥的输出电压为零,电机停转,系统达到新的平衡状态。当  $\theta_r$  任意变化时,控制系统均能保证  $\theta_c$  跟随  $\theta_r$  任意变化,从而实现角位移的跟踪目的。

(2) 元部件及有关变量

系统中手柄是给定元件,手柄角位移  $\theta_r$  是给定值(参考输入量),工作机械是被控对象,工作机械的角位移  $\theta_c$  是被控量(系统输出量)。电桥电路是测量和比较元件,它测量出系统输入量和输出量的跟踪偏差  $(\theta_r - \theta_c)$  并转换为电压信号  $u_e$ ,该信号经放大后驱动电动机,而电动机和减速器组成执行机构。

(3) 系统的原理方框图

系统的原理方框图如图 1-8(b) 所示。

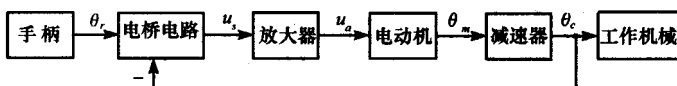


图 1-8(b)

例 5 下列方程中,  $r(t)$ ,  $c(t)$  分别表示系统的输入量和输出量,判断各方程所描述的系统类型(线性或非线性、定常或时变、动态或静态)。

- (1)  $2t \ddot{c}(t) + 5\dot{c}(t) + e^{-t}c(t) = r(t)$ ;
- (2)  $c(t) = r^2(t) + \sqrt{t} \dot{r}(t)$ ;
- (3)  $\ddot{c}(t) + 3\dot{c}(t) + 6c(t) + 10 = r(t)$ ;
- (4)  $c(t) = e^{-r(t)}$ ;
- (5)  $\ddot{c}(t) + 3\dot{c}(t)c^2(t) + 2c(t)\dot{r}(t) - r^2(t) = 0$ ;
- (6)  $c(t) = \begin{cases} 0, & t < 2, \\ 2r(t), & t \geq 2. \end{cases}$

**【分析】** 可用线性微分方程或差分方程描述的系统,称为线性系统。如果微分方程或差分方程的系数全为常数,则称为线性定常系统;否则称为线性时变系统。用非线性方程描述的系统,称为非线性系统。

线性定常系统是自动控制原理研究的主要对象。掌握线性定常系统微分方程的特点,正确理解有关的概念是课程的基本要求。