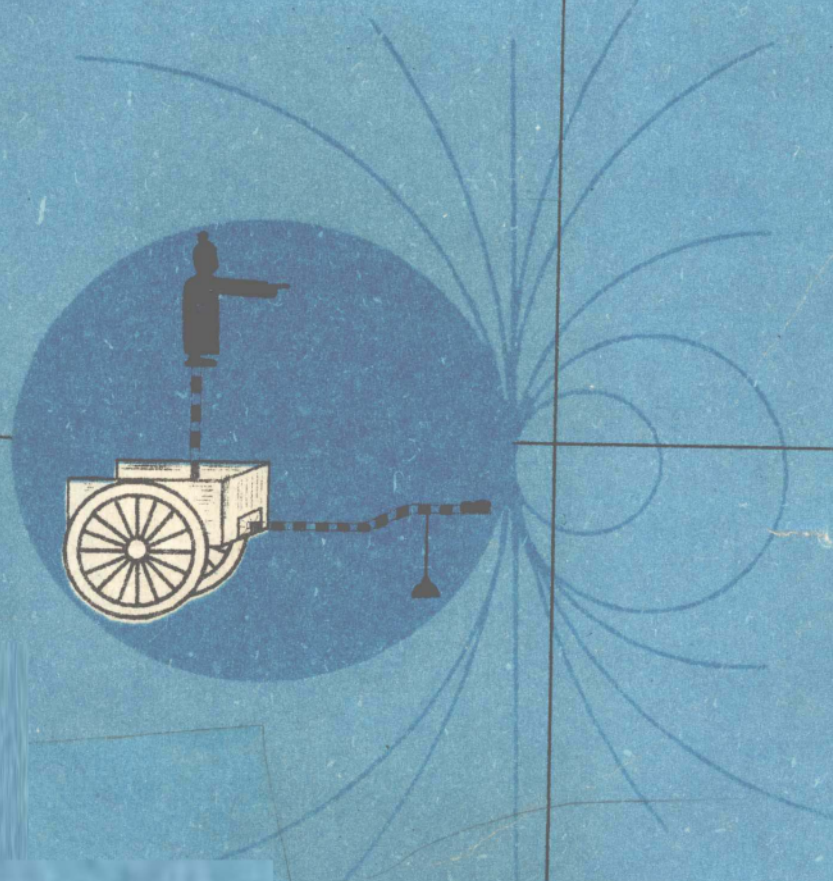


● 学习要点 ● 概念剖析 ● 思路分析 ● 习题解法

自动控制原理学习指导

曹克民

编著



西安地图出版社

责任编辑 王兴华
封面设计 曹克民

封面图是世界上最早的自动装置——
燕肃指南车的外貌。

相传在 4600 多年前黄帝发明了指南车,在公元 200 年左右曾由马鲍和公元 400 年左右由祖冲之制成(或)复制过,以后,在公元 1027 年又曾由燕肃和公元 1107 年曾由吴德仁制成过。封面图是据今人鲍思贺推测的燕肃指南车的外貌,它是应用了扰动补偿原理来进行方向(指南)的控制。

ISBN 7-80545-427-2



276>

ISBN 7-80545-427-2/G
定价:19.80 元

自动控制原理学习指导

曹克民 编著

西安地图出版社

(陕)新登字 013 号

内 容 简 介

本书根据高等工科院校“自动控制原理”课程的体系(基本概念、数学模型、线性连续系统分析、线性连续系统设计与校正、非线性系统分析和设计、离散系统分析和设计、状态空间分析和设计七部分),系统归纳了每部分的学习要点,并通过求解部分院校的典型考题和考研题,帮助读者全面综合掌握本学科的主要内容和思维方法。所编问题由简到难,题解由浅入深,不仅给出了“问题如何解”,还给出了“问题为什么这样解”,对于典型习题还给出了多种不同解法。使工程问题的物理概念与解决问题的思想方法有机地结合起来,使理论和实际有机地结合起来。

本书适用于控制类专业师生学习时参考,对自学者(包括函授、夜大、电大等)也比较适宜,同时也可作为有些非控专业师生学习参考。

自 动 控 制 原 理 学 习 指 导

曹克民 编著

西安地图出版社出版发行

(西安友谊东路 124 号 邮政编码 710054)

新华书店经销 陕西省凤翔印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 20.8 印张 481 千字

1995 年 10 月第 1 版 1995 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—1000 册

ISBN 7-80545-427-2/G·23

定价:19.80 元

前 言

随着科学技术和生产的高速发展,自动化技术及其基础理论——“自动控制原理”,已广泛地应用于各门学科,不仅在机电工程,而且在其它生产过程、国防工业中,即使人文科学、管理科学、生物工程等领域,都愈来愈起着十分重要的作用。为了造就自动化方面的有用人才,国内大部分院校都开设了“自动控制原理”课程。由于这门学科系统性、理论性较强,涉及的知识面较宽,初学者大都感到困难重重,不易掌握;而应用理论解决实际问题更感到无从下手,因而学习效果不尽如人意。积作者长期从事教学工作的实践经验,编写了这本学习指导,以期帮助初学者较快而全面地掌握这门学科。

本书,以题解的形式贯穿始终,每部分都给出了所归纳的学习要点,覆盖了“自动控制原理”的全部内容。书中对每个问题的思维方法和分析要点都作了详细介绍。虽然书中没有包揽“自动控制原理”中的所有问题,但从本书获得的能力和思想方法,将帮助您建立学习知识的方法,解决那些见所未见的新问题。书末给出了部分院校的典型考题和考研题,作为练习,以达到巩固知识,扩大视野,提高学习水平的目的。

由于作者水平有限,时间仓促,虽经反复研讨,还会存在不足之处,敬请读者批评指正。

作 者

1995年4月10日

于西安建筑科技大学

目 录

第一章	自动控制系统的基本概念	(1)
第二章	自动控制系统的数学模型	(11)
第三章	线性连续控制系统的分析	(56)
第四章	线性连续控制系统的设计与校正	(132)
第五章	非线性控制系统的分析和设计	(157)
第六章	线性离散控制系统的分析和设计	(187)
第七章	控制系统的状态空间分析和设计	(206)

附录 1

附录 2

第一章 自动控制系统的基本概念

概念是反映事物特有属性的思维形式。所谓特有属性是指该事物区别于其它事物最本质的特性。概念,在人们的认识中起着十分重要的作用,它是思维的“细胞”,是思维最基本的形式,是人们认识事物的工具,又是人们认识事物的总结。每种科学都是概念组成的理论体系。要对事物从感觉、知觉、表象进入到本质认识的阶段,必须要明确其概念。要真正掌握一个概念,就必须明确概念的内涵和外延。所谓概念的内涵是指该事物区别于它事物的最根本特征,通常指定义。概念的外延是指该概念的适用范围及条件。

自动控制原理是研究自动控制系统运动规律的一门学科,它是由许多重要概念组成的理论体系。要掌握这门科学,不仅要准确掌握其中每一个概念,还要从物理意义上深入理解每一个概念。同时必须走出概念的误区。所谓误区就是说概念并非仅指名词的解释、是非的判断、问题的答复,而是包含在解决问题思路及方法的一切问题之中。本章给出的是自动控制系统的一些基本的概念,以后各章同样包含着许多重要的概念。在学习时将逐步深入和加强。

1.1 构成自动控制系统的原理是什么?

【解答】 为了实现控制,必须将控制作用加到被控对象上。在自动控制情况下,由控制装置自动完成这一任务。相互作用的控制装置和被控对象组成了系统,称为自动控制系统。其方框图如图 1—1 所示。

控制过程由工作工序和控制工序组成。工作工序的作用是使控制过程直接地被执行,而控制工序的作用是保证正确和优质地完成工作工序。

当必须改变某一过程的状态,使其特性指标满足一定的要求时,就产生了控制问题。正常所期望的控制过程由功能算法所产生的指令的总和来决定。功能算法代表了控制目的,控制作用由控制算法形成。控制算法的目的是实现功能算法,使加在被控对象上的合成指令具有规定性质。为了使系统响应接近期望值,在控制算法中不仅必须引入系统性能和功能算法的信息,而且也必须引入系统实际运行的信息。当前采用的一般控制原理(也称基本控制原理)有三种:开环控制原理、补偿控制原理和反馈控制原理。三种控制方式的实质在于使功能算法、控制算法与系统的实际运行相适应,或是考虑到产生对期望值偏差的原因来确定控制算法与功能算法。

1.2 开环控制原理与补偿控制原理的实质和异同点是什么?

【解答】 开环控制原理实质是控制算法只根据给定的功能算法制定,在工作过程中系统的特性或参数发生变化时,不能对过程进行修正。如图 1—2(a)所示为按开环控制原

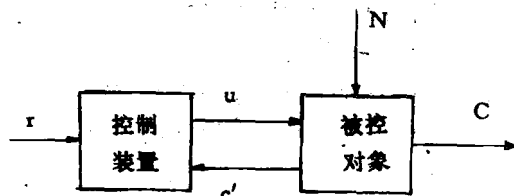


图 1—1

理所绘制的系统框图。控制作用由 $u = \varphi(x)$ 的控制算法描述。给定作用代表控制目的, 由给定装置给出, 其方框图总为开路形式。按开环控制原理进行控制, 只能依靠正确地选择自动控制装置的结构来保证输出近似等于期望值。在没有扰动作用和控制对象特性在工作过程中不变化的情况下, 开环控制能足够准确地实现功能算法。其优点是结构简单、功耗小、动作快。在实际中, 由于扰动作用的特性和控制对象的参数是变化的, 所以它将存在不允许的误差。若需要一定的准确度, 就要求所用的元件精度高, 这是它的主要缺点。

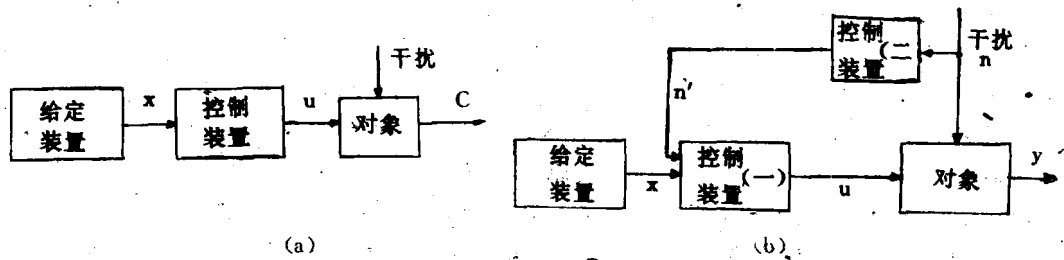


图 1—2

在某些情况下, 若干扰作用是可测量的, 如果将补偿干扰的信号引入到控制作用中, 系统如图 1—2(b) 所示。在一定程度上能减少干扰对输出量的影响, 称这种作用过程的控制为补偿控制原理。它是通过控制装置(二)对扰动作用进行测量、放大, 必要时可进行变换并作为控制作用 u 的一部分加到对象上, 控制算法为 $u = \varphi(x, n')$, 包含有干扰作用的信息, 补偿信号 n' 的大小和符号应能全部或部分地补偿干扰作用对输出 y 的影响。但它仅能补偿被测量的扰动, 未被测量的扰动是不能补偿的。

1.3 反馈控制原理的实质和优点是什么?

【解答】 所谓反馈是指将系统输出信号的全部或一部分由系统的输出端传送到系统的输入端并与输入信号比较的过程。按反馈控制原理构造的系统如图 1—3 所示。反馈信号 $c_f(t)$ 含有系统实际运行的有关信息。控制作用 $u(t)$ 是根据输出量 $c(t)$ 与期望值 $r(t)$ 的偏差而得出的。其控制算法 $u = \varphi(r - c)$, 所以也称按偏差控制原则。其结构上构成闭合的回路, 因此, 这种方式也称为闭环控制原理。

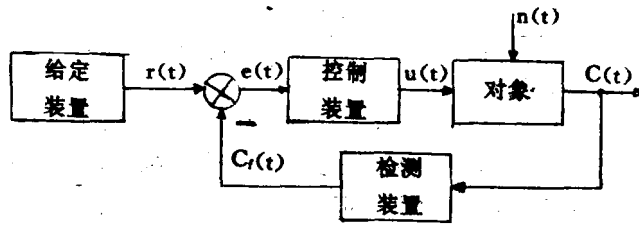


图 1

反馈控制原理的实质就在于考虑了实际运行的结果而构成控制作用, 能消除被反馈包围部分各种因素对输出的影响。这是与开环控制根本不同的。

1.4 如何利用复合控制原理构成自动控制系统?

【解答】 在许多情况下, 为了提高控制精度, 在反馈控制的基础上引入补偿控制方式, 也就是说同时使用开环和闭环控制原理。按这样的原理构成的系统, 除具有负反馈所形成的闭环回路外, 还具有补偿扰动作用的通路, 这种自动控制系统方框图示于图 1—4 (a)。其控制算法是 $u = \varphi((r - c), n')$, 它可以全部或部分地补偿干扰作用所产生的影响。也可以采用图 1—4(b) 所示的系统, 采用控制算法 $u = \varphi((r - c), r)$, 可以全部或部分地补

偿给定作用产生的误差。这时给定作用既构成闭环控制,又构成开环控制。这样构成的控制也称为复合控制的自动控制系统。

1.5 自动控制的任务是什么?

【解答】 自动控制的主要任务是保持输出量不变,或者输出量按预先给定的规律变化,或者按某一种任意的规律变化。

按照给定精度保持输出量不变的系统称为恒值调节系统或镇定系统。系统的功能算法可用 $C=r=\text{常数}$ 的形式给出。

输出量按预先编制的、由给定作用所决定的程序变化的系统称为程序控制系统或程序系统。系统的功能算法可用 $C=F[r(t)]$ 形式给出。式中函数 F 和作用 $r(t)$ 是预先确定的。

输出量按任意的预先未知的规律变化的系统称为伺服控制系统。系统的功能算法可用 $C=F[r(t)]$ 形式描述。式中函数 F 是给定的,而给定作用 $r(t)$ 的变化规律是未知的。当要求输出量复现事先未知的给定作用,跟随给定作用而变化时,这样的系统称为随动系统。其功能算法为 $C=r$,即系统的输出量必须以给定的精度复现给定作用。

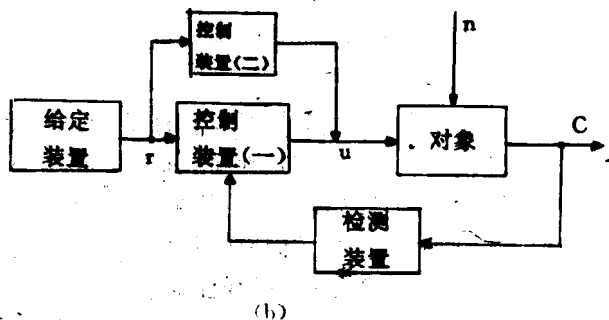
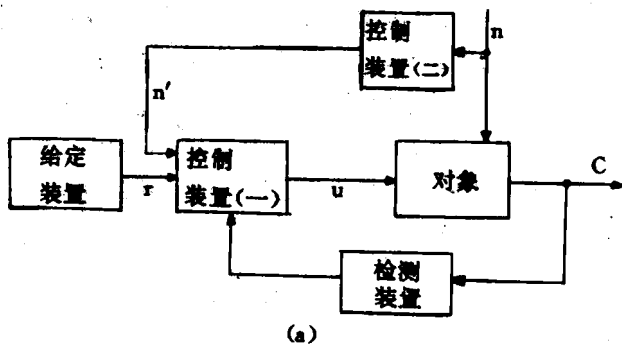


图 1—4

1.6 填空、判断题。将你认为正确的答案填在括号中。或在题后的括号中填“√”或“×”。

1. 在控制系统中应用反馈的主要目的就是降低系统对()的敏感程度。
2. 线性定常系统的一个重要特性就是系统对输入信号导数的响应,可通过对该输入信号()来获得。
3. 若两个系统的根轨迹图是完全相同的,则两个系统的开环传递函数必然是相同的。() 那么,两个系统的闭环传递函数也肯定是相同的。()
4. 一最小相位系统的开环对数幅频特性向右平移 4 倍频程,系统的调节时间将(),超调量将(),稳态误差将()。
5. 线性定常系统的瞬态响应的类型取决于(),而瞬态响应曲线的形状主要取决于()。
6. 一系统根轨迹图中的根轨迹表示了该系统闭环特征方程的全部特征根。()
7. 一系统的相位裕量为正值,则该系统肯定是稳定的。()
8. 为了能使系统准确地跟踪任意的输入信号,则要求系统的频带(),那么就要

求系统的元部件具有()性能。

9. 有人说,既然约旦标准形的状态方程的能控性只与 B 阵有关。而任何一个系统都可以化为约旦标准形,那么任何系统的能控性都只与 B 阵有关。()

10. 对于系统 $\Sigma = (A, b, c)$, 其渐近稳定性由 A 的()确定, 而输入输出稳定性由系统 $G(s)$ 的()确定。(西安建筑科技大学考题)

- 【解答】**
- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| 1. 参数变化和预想不到的扰动 | 6. × |
| 2. 响应的微分 | 7. × |
| 3. ✓ × | 8. 很宽 很高 |
| 4. 缩短 不变 降低 | 9. × |
| 5. 闭环极点 闭环零点 | 10. 特征值 极点 |

1.7 回答下列问题:

1. 系统在跟踪指令信号时,稳态误差为无穷大,那么该系统一定是不稳定的,这结论对吗? 简述理由。

2. 不稳定系统的响应是发散的,那么响应发散的系统是否一定是不稳定的? 简述理由。

【分析】 系统的稳定性和稳态误差是两个完全不同的概念。所谓自动控制系统的稳定性,是指系统在偏离原定态的振荡过程结束以后,返回原来定态的性能。或者说,稳定性就是系统处在定态上的固有的顽强性。线性定常系统的稳定性是由系统的自由运动来决定的,与外作用无关。所以线性定常系统的稳定性仅决定系统的结构和参数,与输入信号无关。稳定性是控制系统的重要特性,也是系统能够工作的首要条件。

系统的稳态误差是指系统的控制准确度(精度)的一种度量。所谓系统的稳态误差是指稳定系统误差信号的终值。对于稳定的控制系统,它的稳态性能一般是根据阶跃、斜坡或加速度输入信号所引起的稳态误差来判断。因此,只有当系统稳定时,研究稳态误差才有意义。

【解答】 1. 不对。由于已经求出了系统的稳态误差为无穷大,说明系统必然是稳定的,否则不可能求出稳态误差。稳态误差为无穷大仅说明该系统不能跟踪指令信号而已。

2. 不一定。当系统不可能求出稳态误差时,这样响应发散的系统一定是不稳定的。若能求出系统的稳态误差,尽管误差为无穷大,此时系统仍是稳定的。

1.8 图 1—5 为一水位高度控制系统。

(1)画出该系统的作用方框图;

(2)说明该系统对阶跃输入信号是“有差”还是“无差”系统;

(3)说明该系统是“按扰动作用的控制”还是“按偏差作用的控制原则”;

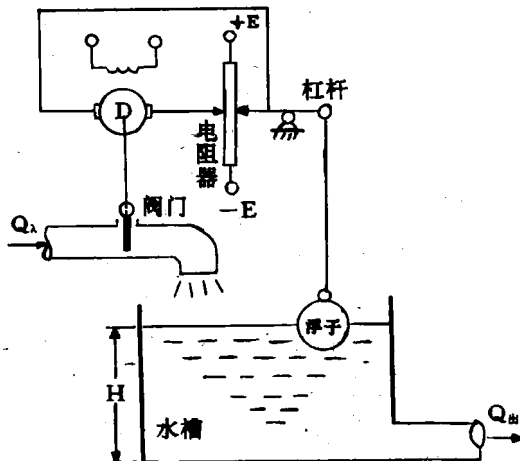


图 1—5

(4)说明该系统是“程序控制系统”还是“随动系统”或是“恒值控制系统”;

(5)说明该系统是“连续控制系统”还是“采样控制系统”。(西安交通大学1985年考研题)

【分析】系统的作用方框图是指实际自动控制系统各元部件的功能及相互间关系和信号传递的图形表示,是对系统完成特定功能的一种定性地抽象。正确地画出系统的作用方框图是定性分析自控系统的基础。

【解答】

(1)工作原理(略)。系统的基本部分为:被控对象:水槽;测量装置:浮子;控制器:杠杆;给定装置:电阻器;执行机构:电动机D及阀门。给定输入信号:电阻器的电压值。输出信号:水槽的水位H。主要干扰信号:进水压力的变化。

根据原理图中各元部件之间的关系,可画出方框图如图1-6:

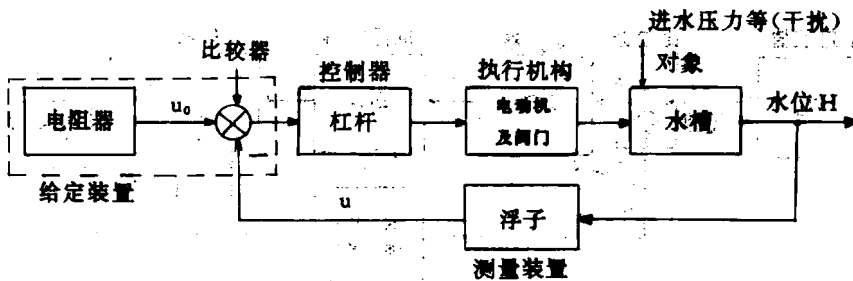


图 1-6

(2)由于系统中存在着伺服电动机,为积分元件,当输入阶跃作用时系统水位应为“无差”的。

(3)按偏差作用的控制系统。虽然偏差最终为零,但由于积分记忆作用,系统仍能正常工作,只要偏差为现积分的积累作用,最终消除偏差。

(4)系统的给定值可连续改变,当给定某一水位高度时,若由扰动作用出现偏差,在偏差的作用下最终消除偏差,系统就在给定的值下工作。故为恒值控制系统。

(5)系统各处的信号均为随时间连续变化的模拟信号,故为连续控制系统。

1.9 某直流稳压电源原理图如图1-7所示。

(1)分解该电源系统,并指出被控对象、执行机构、检测装置、给定装置、放大元件;

(2)指出该电源系统的给定作用、被控量和主要扰动作用;

(3)画出职能方框图,并在图中标出各个信号。(西安建筑科技大学考题)

【分析】所谓分解系统是把一个完整的实际系统分成若干个具有独立功能的部分。这些部分就是构成自控系统的基本部分。这

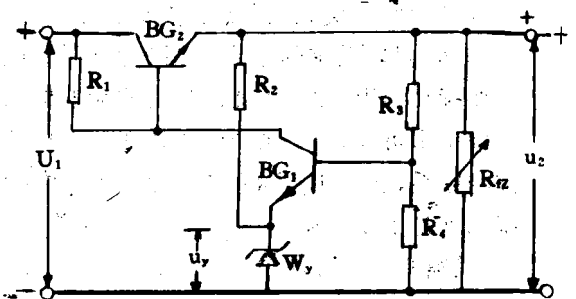


图 1-7

就要求首先分析清楚该系统的工作原理,只有在工作过程分析透彻的基础上才能确定出

完成控制过程不同任务的元部件。同时还须指出系统及各元部件的输入信号(包括给定输入和扰动输入)和输出信号,方可画出系统的职能方框图。

【解答】 (1)由系统原理图可将系统分解成如下几个部分

R_{fz} (预负载)——被控对象 R_3, R_4 组成分压器——检测装置

BG_1 (放大管)——放大器 BG_2 (调整管)——执行机构

W_y (稳压管)——给定装置

(2)由上分析可知,由给定装置 W_y 设定给定量,其值为 W_y 的稳压值 u_y 。被控对象 R_{fz} 需要控制的物理量 u_2 为输出量。

系统的扰动很多,主要扰动有两个:一是来自电网电压的波动,在图中为 u_1 的波动;二是电源所带负载的多少,即负载的变化。

(3)系统职能方框图如图 1—8 所示

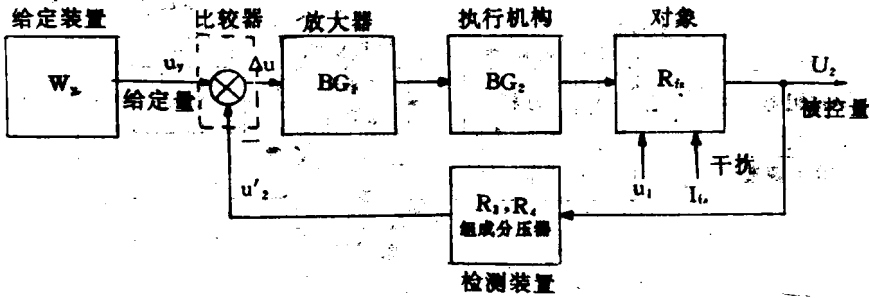


图 1—8

1.10 电冰箱制冷控制系统的工作原理图如图 1—9 所示。

(1)简述工作原理,并画出职能方框图;

(2)指出系统的主要扰动。

【分析】 自动控制系统的职能方框图是指系统自动完成特定工作能力的图形表示。它是在弄清系统工作原理的基础上,将系统分解成起不同作用的元部件,同时弄清各个元部件之间的关系,再找出各元部件的输入量和输出量,系统的给定作用和被控制量及主要扰动作用,然后才能画出其职能方框图。

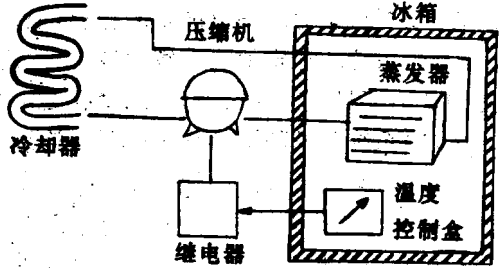


图 1—9

方框可多可少,同一系统的方框图并不是唯一的,但各方框所代表的具体部件及各方框之间的联系,必须和实际系统一致。系统中扰动很多,但其中对被控制量影响最大的那几个扰动就是主要扰动。

【解答】 (1)该系统的任务就是保持冰箱内温度维持在要求的温度上。故该系统为恒值系统。

由图可看出,该系统由箱体(即电冰箱)、控制器、压缩机、冷却管、蒸发器、继电器等组成。控制器通过双金属感温元件,测量箱内温度,并与事先给定的要求温度比较。当温度

偏高时接通继电器、起动压缩机,将蒸发器中的高温低压氟里昂气态制冷液送往冷却管散热,降温后的低温低压制冷液增压成低温高压液态进入蒸发器,急骤降压扩散成气态,吸收箱内的热量,使冰箱内的温度降低,如此循环,使冰箱温度达到要求的温度。

被控对象——冰箱。被控制量:冰箱温度

测量装置——双金属感温元件

执行机构——蒸发器、压缩机、冷却器

控制器——继电器

给定装置——温度控制盒。给定量:要求的温度值。根据系统各部件之间的联接关系画出职能方框图如图 1-10 所示。

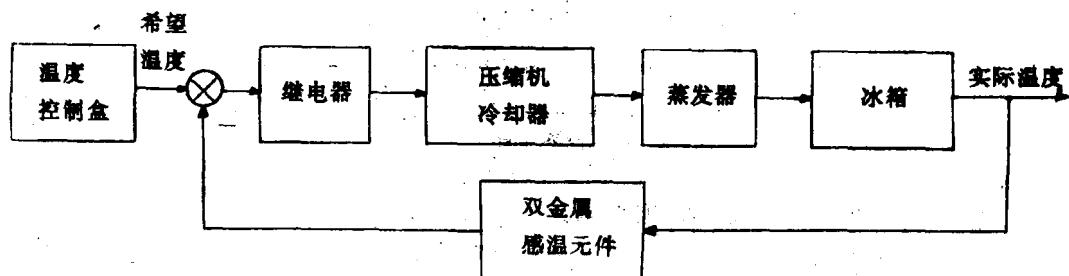


图 1-10

(2)该系统的干扰很多,如放入箱内东西的多少及温度、开门的次数多少、环境温度等,其中主要扰动是环境温度的变化、放入箱内东西多少及温度的变化。

1.11 如图 1-11 所示为瓦特蒸汽机转速调节装置。

- (1)分离系统为基本功能部件;
- (2)指出系统的输入量、输出量及主要扰动量;

(3)画出职能方框图。

【解答】 (1)该系统是为了保持蒸汽机转速恒定不变,除蒸汽机以外的装置是瓦特调速装置。

其工作原理是:当蒸汽机的转速 n 发生变化时,在与轴连接的齿轮减速器并带动调速器主轴的转速发生变化,依靠连杆带动的飞球转

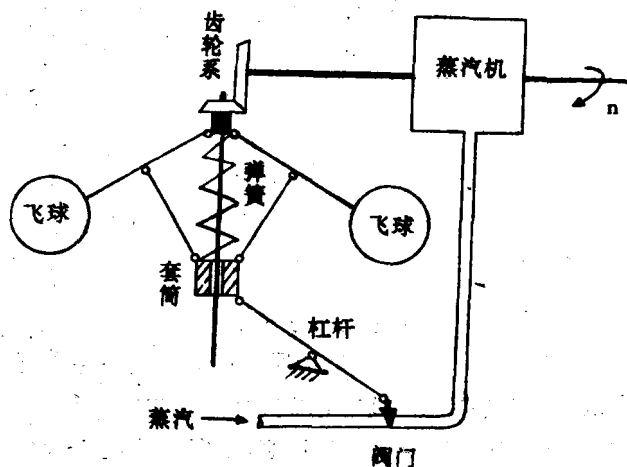


图 1-11

速也发生变化,由于飞球的离心作用,飞球上下移动,感受到转速的变化(与预先给定转速比较),通过与弹簧连接的套筒上下移动,带动与套筒连接的杠杆动作;做出使阀门开度改变的决策,调节进入的蒸汽流量,达到保持蒸汽机转速恒定的目的。

系统可分解成如下部分:

蒸汽机——被控对象	飞球——检测装置
套筒——给定装置	杠杆——控制器

阀门——执行机构

(2)由给定装置套筒的位移设定给定量。蒸汽机的转速 n 为输出量。

系统扰动量很多,主要扰动有蒸汽机轴上所带负载的大小及进入蒸汽压力的波动。

(3)其职能方框图如图 1—12 所示:

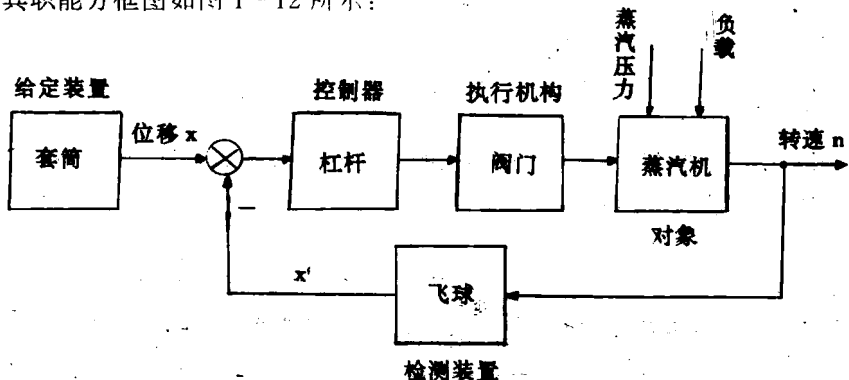


图 1—12

1.12 某高炮半自动瞄准系统原理图如图 1—13 所示。

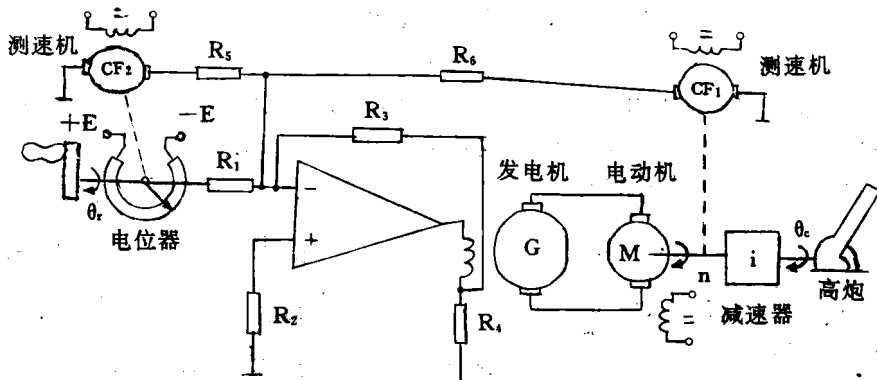


图 1—13

(1)画出系统的职能方框图;

(2)指出该系统的控制方式。

【分析】 测量装置是指通过仪器仪表对某个物理量进行测量并变换成需要值(量纲和因次应与给定量一致)的装置。系统的控制方式有三种:按给定作用进行控制的开环控制;按扰动作用补偿的开环控制;按偏差原则进行控制的反馈控制。它们的本质区别就在于被控制量是否参与控制。开环控制是测量给定作用或扰动作用,而输出量不参于控制。而反馈控制是测量输出量并送回到输入端进行比较获得偏差,用偏差进行控制,所以实际运行结果参于了控制。当一个系统由两种以上控制方式组成时叫做复合控制系统。

【解答】 (1)由图可知, CF_2 、 CF_1 两个测速机,分别测量给定信号和被控量;电动机是被控对象;发电机为执行机构;电位器为给定装置。输出量为电动机的转角 θ_m ;给定量是电位器的转角。根据系统的相互关系绘出职能方框图如图 1—14。

(2)由职能方框图可看出,该系统是在反馈控制的基础上加入比例于给定作用导数的

信号参予控制,所以该系统属复合控制方式。

1.13 如图 1—15 所示为自动平衡温度记录仪的原理图。

- (1)画出职能方框图;
- (2)指出该系统是哪种类别的系统? (西安建筑科技大学考题)

【分析】 自动控制系统完成的任务不同,其结构不同,所以种类很多。系统的分类没有统一的分法,通常是从不同角度对系统进行分类:线性系统和非线性系统;连续系统和离散系统;恒值系统和随动系统;单变量系统和多变量系统;还有最优系统、自适应系统、自学习系统等。系统分类的目的是为了便于系统的分析和设计。

【解答】 (1)该系统是自动记录温度的仪表,记录的温度是实际的温度值。当温度变化时记录笔也应随之而改变。其职能方框图如图 1—16 所示。

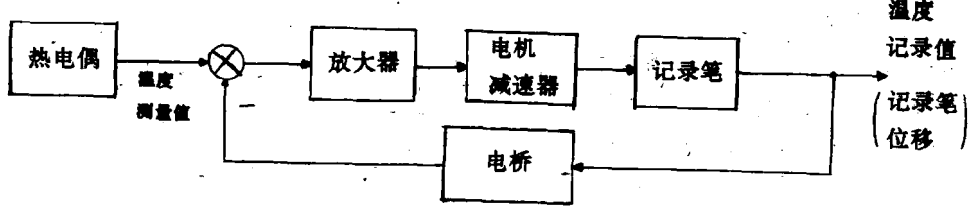


图 1—16

(2)该系统是随动系统。因为记录笔记录的温度曲线应始终与实际温度变化一致。也就是说,记录笔应始终跟随实际温度的变化而相应变化,才能记录实际温度的变化情况。

1.14 图 1—17 所示为热水电加热器示意图。

如要保持所期望的温度,由温控开关轮流接通或断开电加热器的电源。在用热水时,水槽流出热水并补充冷水,试画出该闭环控制系统的方框图,并标出控制量、被控制量、反馈量、测量元件及被控对象。(哈尔滨工业大学 1982 年考研题)

【解答】 由题和图可看出,被控对象为水箱;测量元件为温度变送器;执行机构为电加热器,控制器为温控开关。方框图如图 1—18 所示

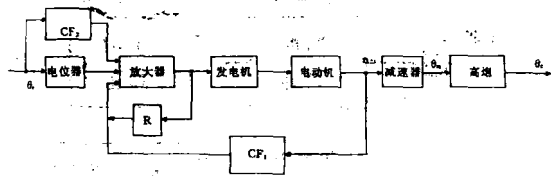


图 1—14

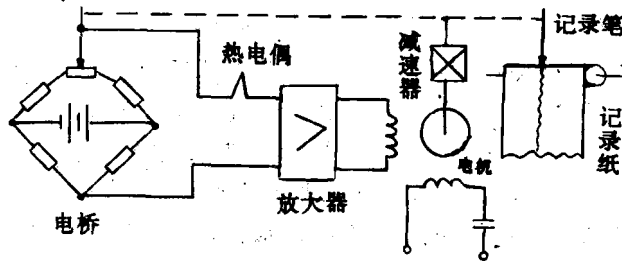


图 1—15

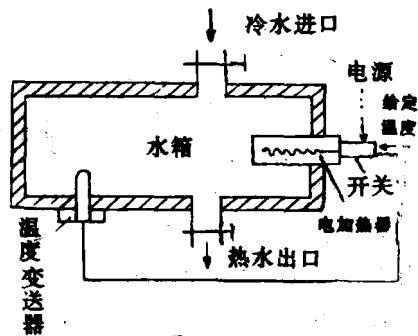


图 1—17

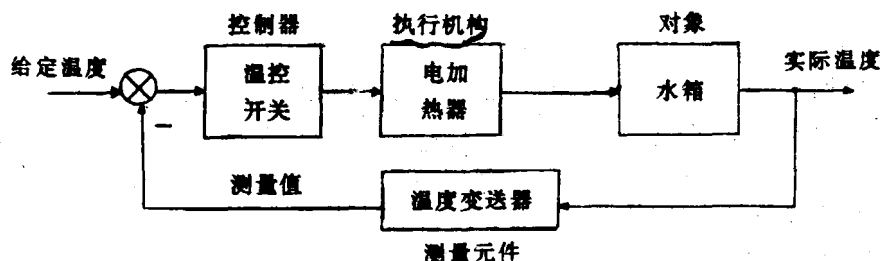


图 1-18

1.15 图示系统表示水位自动控制系统。试说明该系统的工作原理,并画出职能方框图。

【解答】 由图看出:当出水阀门 V_o 打开时,使水流出,水面下降,水面上的浮球也下降,通过杠杆带动塞子 V_i 下降,打开进水口,使水流进,补偿流出的水量,水位回升,则浮球也随之升高,通过杠杆带动塞子向上举起又关小进水口,当水位已达要求,水位的控制过程结束。这样可以保持水箱中水位保持不变,所以是一个水箱水位自动调节系统。其职能方框图如图 1-20 所示。

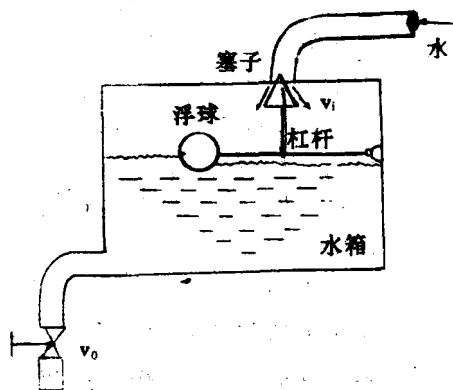


图 1-19

1.16 画出室内空调系统的职能方框图。

恒温器是该系统中的控制器。并说明在该系统中可能存在哪些扰动量,并指出主要扰动量。

【解答】 系统的职能方框图如图 1-21 所示。该系统为温度控制系统,属恒值系统。

该系统可能存在的扰动量有气温的变化;出入房间引起室温的变化;风机排风、进风带走或带进的热量;冷却水的流量及温度变化等。其主要扰动量为气温变化、冷却水的流量及温度变化。

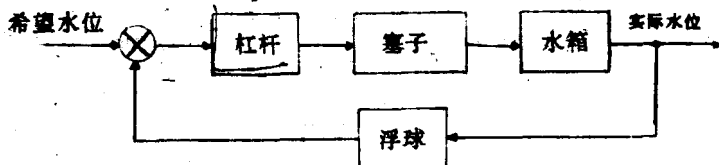


图 1-20

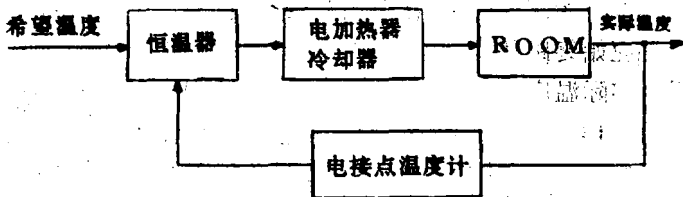


图 1-21

第二章 自动控制系统的数学模型

自动控制系统(包括元部件)的数学模型(以下简称模型)是指反映真实自动控制系统(或元部件)运动规律的数学表达式。通常是以输入量、输出量及中间变量之间相互关系的数学表达式来表示。模型一般分为静态模型和动态模型,通常前者可由后者得到,所以一般所说的模型都是指动态模型。所建立的模型要求准确、简单、通用。建立模型有两条途径:一条是根据系统(或元部件)所遵循的自然机理(定律、定理等)运用数学工具推导建立其模型;另一条是利用系统(或元部件)的输入—输出测量数据采用辨识方法来获得其模型。选择适用的自动系统(或元部件)模型的准则是,所建立模型得到的结果与真实系统(或元部件)的实验结果具有足够的精确度。所建立的模型与自动系统(或元部件)的用途、结构以及实际工作原理(物理的、化学的等等)无关。如何把一个实际的系统(或元件)上升为一个模型是解决实际问题的基楚和关键,是分析和设计的先导。所以建立模型是控制类大学生解决实际问题能力的重要体现。

自动控制系统(或元件)的模型根据分析和设计的方法不同有不同的形式。常用的模型有微分方程式(或组)、传递函数、动态方框图、信号流图、零极点分布、频率特性及差分方程、脉冲传递函数、描述函数、状态空间描述等。本章是讨论单输入单输出线性连续系统(或元件)模型的建立、变换、简化和转换原则和方法,其它的模型将在其它章讨论。

数学模型的两种表示方法

