

信息与电子学科百本精品教材工程

新编电气与电子信息类本科规划教材

自动控制原理

谢克明 主编 王柏林 副主编
李友善 主审

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



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

自动控制原理

自动控制原理

自动控制原理

内容简介

新编电气与电子信息类本科规划教材

自动控制原理

谢克明 主 编
王柏林 副主编
李友善 主 审

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书比较全面地阐述自动控制的基本理论及应用。全书共分 8 章和 5 个附录,主要包括:线性系统数学模型、时域响应分析、根轨迹分析、频域特性分析、控制系统设计与校正、非线性系统分析、采样控制系统,以及在 MATLAB 与 Simulink 支持下对控制系统的计算机辅助分析与设计。全书内容取材新颖,阐述深入浅出,为了便于自学,各章均附有丰富的例题和习题。为了方便教学,本书提供电子课件,具体情况请查阅 <http://edu.phei.com.cn>。

本书可作为自动化等相关专业的本科生教材,也可供相关专业的研究生或从事自动化技术工作的人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

自动控制原理/谢克明主编. —北京:电子工业出版社,2004.7

新编电气与电子信息类本科规划教材

ISBN 7-121-00062-8

I. 自… II. 谢… III. 自动控制理论—高等学校—教材 IV. TP13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 062692 号

责任编辑:凌 毅

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:20 字数:512 千字

印 次:2004 年 7 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:25.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

信息与电子学科百本精品教材工程

《新编电气与电子信息类本科规划教材》

电气信息类专业教材编委会

主任委员：王宏华（河海大学）

副主任委员：戴文进（南昌大学）

赵英凯（南京工业大学）

胡先福（电子工业出版社）

委员：孔峰 任庆昌 唐志平 王云亮

谢克明 徐科军 薛士龙 凌毅

编辑出版组

主任：胡先福

成员：王颖 凌毅 韩同平 张孟玮

冉哲 李岩 李维荣 张昱

《新编电气与电子信息类本科规划教材》参编院校

(按拼音排序)

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ▶ 安徽大学 | ▶ 华北电力大学 | ▶ 山东理工大学 |
| ▶ 北京联合大学 | ▶ 淮海工学院 | ▶ 山东科技大学 |
| ▶ 北华大学 | ▶ 桂林电子工业学院 | ▶ 青岛大学 |
| ▶ 常州工学院 | ▶ 桂林工学院 | ▶ 上海第二工业学院 |
| ▶ 成都理工大学 | ▶ 广西工学院 | ▶ 上海海运学院 |
| ▶ 哈尔滨工程大学 | ▶ 济南大学 | ▶ 太原理工大学 |
| ▶ 杭州电子科技大学 | ▶ 南京邮电学院 | ▶ 太原重型机械学院 |
| ▶ 合肥工业大学 | ▶ 南京工业大学 | ▶ 天津理工大学 |
| ▶ 合肥电子工程学院 | ▶ 南昌大学 | ▶ 厦门大学 |
| ▶ 湖北工业大学 | ▶ 南华大学 | ▶ 西南科技大学 |
| ▶ 湖南科技大学 | ▶ 南通大学 | ▶ 西安建筑科技大学 |
| ▶ 河海大学 | ▶ 内蒙古科技大学 | ▶ 武汉工业学院 |
| ▶ 河北工业大学 | ▶ 山东大学 | ▶ 云南大学 |

前 言

自动控制原理是自动化学科的重要理论基础,是专门研究有关自动控制系统中基本概念、基本原理和基本方法的一门课程,是高等学校自动化类专业的一门核心基础理论课程。学好自动控制理论对掌握自动化技术有着重要的作用。

本书是为适应自动化学科的发展,拓宽专业面、优化整体教学体系的教学改革形势,按照“理论讲透,重在应用”的原则,总结了作者多年的教学经验和课程教学改革成果,参考了国内外控制理论及应用发展的方向,经反复讨论编写而成的。

全书共分 8 章及 5 个附录。主要内容分为 4 大部分:第一部分包括基本概念、线性系统的数学模型、时域响应分析、根轨迹分析、频域特性分析、控制系统设计与校正,这些内容属于线性定常连续控制系统问题,阐明自动控制的 3 个基本问题,即模型、分析和控制;第二部分阐述非线性系统的基本理论和分析方法,包括相平面法和描述函数法,目的是为学生进一步学习后续课程打下一定的基础;第三部分有意加强作为数字控制理论基础的采样控制系统的讨论,重点介绍采样系统的数学模型、稳定性分析与采样系统的校正;第四部分包括在 MATLAB 与 Simulink 支持下对控制系统的计算机辅助分析与设计,设置于附录 A 及各章的最后一节中。

本书是根据目前本科院校自动化专业“自动控制原理”的教学大纲而编写的,适用于自动化专业及其他电气信息类专业本科生使用。编写过程中,作者充分注意到以下几点。

(1) 注重体系的基本结构,强调控制理论的基本概念、基本原理和基本方法,内容精练,重点突出,不以细节为主。

(2) 以学生为本,加强能力培养,遵照认识规律,内容叙述力求深入浅出、层次分明;注意理论的完整性与工程实用性相结合,培养学生的工程意识。

(3) 引入了风靡世界的 MATLAB 软件实现控制系统的辅助分析和设计,以培养学生现代化的分析与设计能力,以适应 21 世纪教学现代化的发展要求。

(4) 为了便于不同层次的学生和读者自学,各章都附有较丰富的、有难度层次的典型例题和习题,并有部分习题要求应用 MATLAB 求解。

(5) 给出本书主要专业术语的英文对照,以方便学生阅读相关的英文文献。

本书由谢克明主编,王柏林任副主编。参加编写的人员有:谢刚(第 2~3 章和附录 B, C, D, E)、王柏林(第 4, 7 章)、刘文定(第 5~6 章)、刘宏锦(第 8 章)和谢克明(第 1 章和附录 A)。全书最后由谢克明统稿。

借此衷心感谢本书的主审李友善教授和责任编辑凌毅女士,同时对在本书编写过程中给予过帮助的各位人员表示诚挚的谢意。

由于笔者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作 者
2004 年 7 月

目 录

第 1 章 引论	1
1.1 开环控制和闭环控制	3
1.1.1 开环控制	3
1.1.2 闭环控制(反馈控制)	3
1.2 自动控制系统的组成及术语	4
1.3 自动控制系统的类型	5
1.3.1 按信号流向划分	5
1.3.2 按系统输入信号划分	5
1.3.3 线性系统和非线性系统	6
1.3.4 定常系统和时变系统	6
1.3.5 连续系统和离散系统	6
1.3.6 单输入单输出系统与多输入多输出系统	6
1.4 自动控制系统性能的基本要求	7
1.5 自动控制课程的主要任务	8
1.5.1 阶跃函数	8
1.5.2 斜坡函数(等速度函数)	8
1.5.3 抛物线函数(等加速度函数)	9
1.5.4 脉冲函数	9
1.5.5 正弦函数	10
1.6 自动控制系统实例	10
1.6.1 造纸机分部传动控制系统	10
1.6.2 谷物湿度控制系统	10
1.6.3 烘烤炉温度控制系统	11
本章小结	11
习题	12
第 2 章 线性系统的数学模型	13
2.1 线性系统的微分方程	14
2.2 微分方程的线性化	18
2.3 传递函数	21
2.3.1 传递函数	21
2.3.2 传递函数的特点	22
2.3.3 典型环节的传递函数	23
2.4 方框图	28
2.4.1 方框图	28
2.4.2 系统方框图的构成	28
2.4.3 环节间的连接	31

2.4.4	方框图的变换和简化	33
2.5	信号流图	36
2.5.1	信号流图的定义	36
2.5.2	系统的信号流图	36
2.5.3	信号流图的定义和术语	37
2.5.4	信号流图的性质	38
2.5.5	信号流图的简化	38
2.5.6	信号流图的增益公式	39
2.6	MATLAB 中数学模型的表示	41
2.6.1	传递函数	41
2.6.2	传递函数的特征根及零极点图	42
2.6.3	控制系统的方框图模型	44
2.6.4	控制系统的零极点模型	45
2.6.5	状态空间表达式	45
	本章小结	47
	习题	47
第3章	控制系统的时域分析	51
3.1	线性定常系统的时域响应	52
3.2	控制系统时域响应的性能指标	53
3.2.1	稳态性能指标	53
3.2.2	动态性能指标	53
3.3	线性定常系统的稳定性	54
3.3.1	稳定性的概念	54
3.3.2	线性定常系统稳定的充分必要条件	54
3.3.3	劳斯判据	55
3.3.4	赫尔维茨判据	59
3.3.5	系统参数对稳定性的影响	61
3.3.6	相对稳定性和稳定裕量	62
3.4	系统的稳态误差	63
3.4.1	误差及稳态误差的定义	63
3.4.2	稳态误差分析	64
3.4.3	稳态误差的计算	65
3.4.4	应用静态误差系数计算给定信号作用下的稳态误差	66
3.4.5	扰动信号作用下的稳态误差与系统结构的关系	69
3.4.6	改善系统稳态精度的途径	70
3.5	一阶系统的时域响应	70
3.5.1	数学模型	70
3.5.2	单位阶跃响应	70
3.5.3	性能指标	71
3.5.4	一阶系统的单位脉冲响应	71

3.6	二阶系统的时域响应	72
3.6.1	二阶系统的数学模型	72
3.6.2	二阶系统的单位阶跃响应	72
3.6.3	二阶系统的单位脉冲响应	77
3.7	高阶系统的瞬态响应	79
3.7.1	高阶系统的瞬态响应	79
3.7.2	高阶系统的降阶	81
3.7.3	零极点对阶跃响应的影响	81
3.8	用 MATLAB 和 Simulink 进行瞬态响应分析	83
3.8.1	单位脉冲响应	83
3.8.2	单位阶跃响应	84
3.8.3	斜坡响应	84
3.8.4	任意函数作用下系统的响应	85
3.8.5	Simulink 中的时域响应举例	86
	本章小结	87
	习题	88
第 4 章	根轨迹法	91
4.1	根轨迹的基本概念	92
4.2	绘制典型根轨迹	94
4.3	特殊根轨迹图	99
4.4	用 MATLAB 绘制根轨迹图	104
4.5	控制系统的根轨迹分析	105
	本章小结	111
	习题	111
第 5 章	控制系统的频域分析	114
5.1	频率特性	115
5.1.1	频率特性概述	115
5.1.2	频率特性的求取	117
5.1.3	频域性能指标	118
5.2	典型环节的频率特性	118
5.2.1	概述	118
5.2.2	典型环节的频率特性	120
5.3	系统的开环频率特性	127
5.3.1	系统的开环对数频率特性	127
5.3.2	系统开环极坐标图(奈氏图)	130
5.3.3	最小相位和非最小相位系统	131
5.4	奈奎斯特稳定判据	133
5.4.1	映射定理	134
5.4.2	Nyquist 轨迹及其映射	136
5.4.3	Nyquist 稳定判据一	137

5.4.4	Nyquist 稳定判据二	138
5.4.5	Nyquist 对数稳定判据	140
5.5	控制系统的相对稳定性	141
5.5.1	增益裕度	142
5.5.2	相角裕量	143
5.5.3	用幅相频率特性曲线分析系统稳定性	145
5.6	闭环频率特性	145
5.6.1	等 M 圆(等幅值轨迹)	146
5.6.2	等 N 圆(等相角轨迹)	147
5.6.3	利用等 M 圆和等 N 圆求单位反馈系统的闭环频率特性	147
5.6.4	非单位反馈系统的闭环频率特性	148
5.7	用频率特性分析系统品质	149
5.7.1	闭环频域性能指标与时域性能指标的关系	149
5.7.2	开环频率特性与时域响应的关系	150
5.8	MATLAB 频域特性分析	152
5.8.1	Bode 图	153
5.8.2	Nyquist 图	154
5.8.3	Nichols 图	156
	本章小结	158
	习题	158
第 6 章	控制系统的设计和校正	162
6.1	概述	163
6.1.1	系统的性能指标	163
6.1.2	系统的校正	165
6.2	线性系统的基本控制规律	166
6.2.1	比例(P)控制作用	167
6.2.2	比例微分(PD)控制作用	167
6.2.3	积分(I)控制作用	169
6.2.4	比例积分微分(PID)控制作用	169
6.3	校正装置及其特性	172
6.3.1	超前校正装置	172
6.3.2	滞后校正装置	173
6.3.3	滞后-超前校正装置	174
6.4	采用根轨迹法进行串联校正	176
6.4.1	串联超前校正	176
6.4.2	串联滞后校正	179
6.4.3	滞后-超前校正	181
6.5	频率法进行串联校正	182
6.5.1	频率法的串联超前校正	182
6.5.2	频率法的串联滞后校正	185

6.5.3	频率法的串联滞后-超前校正	187
6.5.4	按期望特性对系统进行串联校正	190
6.6	反馈校正	191
6.6.1	比例负反馈校正	192
6.6.2	微分负反馈校正	192
6.6.3	反馈校正的设计	193
6.7	复合校正	195
6.7.1	反馈控制与前馈校正的复合控制	195
6.7.2	反馈控制与扰动补偿校正的复合控制	197
6.8	基于 MATLAB 和 Simulink 的线性控制系统设计	197
6.8.1	相位超前校正	197
6.8.2	相位滞后校正	198
6.8.3	Simulink 下的系统设计和校正	199
	本章小结	201
	习题	201
第 7 章	非线性系统分析	205
7.1	常见非线性特性	206
7.1.1	死区特性	206
7.1.2	饱和特性	207
7.1.3	继电特性	207
7.1.4	间隙特性	208
7.2	相平面法	209
7.2.1	相平面的基本概念	209
7.2.2	相轨迹图	210
7.3	线性系统的相轨迹	212
7.3.1	二阶线性系统的相轨迹	212
7.3.2	奇点的稳定性	214
7.4	非线性系统的相平面分析	216
7.4.1	具有饱和特性的非线性系统	217
7.4.2	具有继电特性的非线性系统	218
7.5	描述函数法	220
7.5.1	描述函数定义	220
7.5.2	描述函数的计算	221
7.5.3	非线性系统的描述函数分析	224
7.6	基于 Simulink 的非线性系统分析	226
	本章小结	228
	习题	229
第 8 章	采样控制系统	232
8.1	概述	233
8.2	采样过程与采样定理	235

8.3 采样信号保持器	237
8.3.1 零阶保持器	238
8.3.2 一阶保持器	239
8.4 Z变换	240
8.4.1 Z变换定义	240
8.4.2 Z变换方法	241
8.4.3 Z变换性质	244
8.4.4 Z反变换	246
8.5 采样系统的数学模型	248
8.5.1 线性常系数差分方程	248
8.5.2 差分方程求解	249
8.5.3 脉冲传递函数(Z传递函数)	250
8.6 采样系统的稳定性分析	256
8.6.1 采样系统的稳定条件	256
8.6.2 劳斯稳定判据	257
8.6.3 朱利稳定判据	259
8.6.4 采样周期与开环增益对稳定性的影响	260
8.7 采样系统的稳态误差	262
8.7.1 单位阶跃输入时的稳态误差	262
8.7.2 单位斜坡输入时的稳态误差	263
8.7.3 单位加速度输入时的稳态误差	263
8.8 采样系统的暂态响应与脉冲传递函数零、极点分布的关系	263
8.9 采样系统的校正	267
8.9.1 数字控制器的脉冲传递函数	267
8.9.2 最少拍系统的脉冲传递函数	268
8.9.3 求取数字控制器的脉冲传递函数	271
8.9.4 关于闭环脉冲传递函数 $\Phi(z)$ 或 $\Phi_e(z)$ 的讨论	272
8.10 MATLAB在采样系统中的应用	275
8.10.1 连续系统的离散化	275
8.10.2 求采样系统的响应	276
本章小结	278
习题	279
附录A 控制系统的 Simulink 基础知识	282
附录B 常用函数的拉普拉斯变换表	289
附录C 常用函数的 Z变换表	291
附录D 本书所用的 MATLAB 和 Simulink 命令	292
附录E 控制理论术语中英文对照	297
参考文献	308

第1章 引论

内容提要

自动控制理论是自动化学科的重要理论基础,专门研究有关自动控制系统中的基本概念、基本原理和基本方法。本章介绍开环控制和闭环控制、控制系统的基本原理和组成、控制系统的类型,以及对控制系统的基本要求。

知识要点

开环控制,闭环控制,控制装置,被控对象,稳定性,稳态误差,动态特性。

教学建议

本章的重点是开环控制与闭环控制的区别,以及闭环控制的基本原理和组成,要求学生掌握控制系统性能的基本要求,会分析控制系统实例。建议学时数为4学时。

自动控制作为一种重要的技术手段,在工程技术和科学研究中起着极为重要的作用。什么是控制?什么是自动控制?为说明这些概念,我们首先看看下面恒温箱控制实例。

在一些生产过程中,常常需要利用加热源来维持某一箱体的温度。这时,人们需要控制加热源,不断调节箱体温度。

如图 1-1 所示为恒温箱控制的示意图。在控制过程中,人们要用测温元件(如热电偶)不断地测量箱体温度,并与要求温度比较,反映到大脑中,然后大脑根据温差的大小和方向,产生控制指令,加大或减小热源,以减小差异。人们通过连续不断的操作,使箱体温度维持在要求值附近。在控制过程中,各种职能相互联系,可用方框图 1-2 表示。图中箭头方向表示各部分的联系。

通过研究上述人工控制恒温箱的过程可以看到,所谓控制就是使某个对象中物理量按照一定的目标来动作。本例中,对象指箱体,其中的物理量指箱体内温度,一定目标就是事先要求的温度期望值。

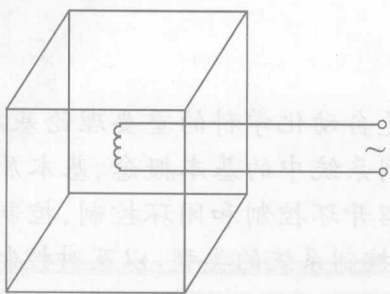


图 1-1 恒温箱控制示意图

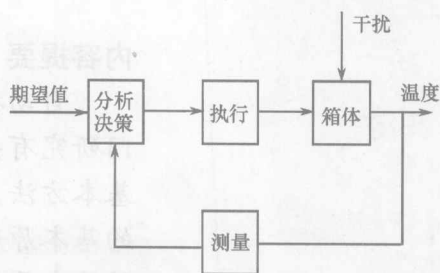


图 1-2 人工控制职能图

若控温要求精度高,那么由人来控制就很难满足要求,这时就需要用控制装置代替人,形成恒温箱自动控制系统,如图 1-3 所示。

该系统由测温元件(热电偶)、加热源(电阻丝)、信号放大变换装置、电动机等构成。直流电机和减速器是执行机构,它的作用类似于人工控制中的人手。热电偶为测温装置,将箱体的实际温度测量出来,并将其传送给控制器,即电位器给出的给定信号与箱体的实际温度相比较的差异信号的大小及方向经放大和变换产生直流电机的电枢电压去控制电机的转速和方向,再由传动装置去调节移动触头,以减小差异,直到偏差为零。根据上述分析,恒温箱自动控制的信号流动及相互关系如图 1-4 所示。

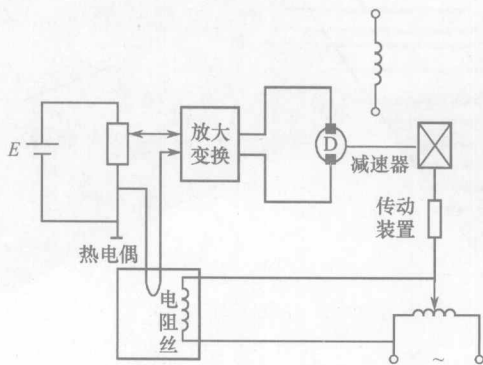


图 1-3 恒温箱自动控制系统示意图

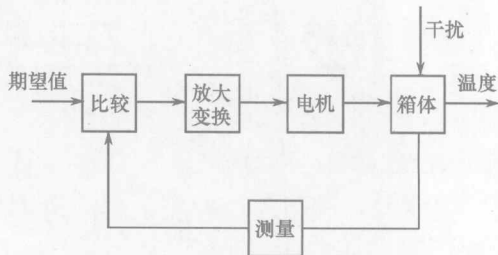


图 1-4 恒温箱自动控制信号流程方框图

自动控制和人工控制的基本原理是相同的,它们都是建立在“测量偏差,修正偏差”的基础上,并且为了测量偏差,必须把系统的实际输出反馈到输入端。自动控制和人工控制的区别在于自动控制用控制器代替人完成控制。总之,所谓自动控制,就是在没有人直接参与的情况下,利用控制装置使被控对象中某一物理量或数个物理量准确地按照预定的要求规律变化。

1.1 开环控制和闭环控制

1.1.1 开环控制

开环控制系统是指无被控量反馈的控制系统,即需要控制的是被控对象的某一量(被控量),而测量的只是给定信号,被控量对于控制作用没有任何影响的系统。结构图如图 1-5 所示。信号由给定值至被控量单向传递。这种控制较简单,但有较大的缺陷,即对象或控制装置受到干扰,或工作中特性参数发生变化,会直接影响被控量,而无法自动补偿。因此,系统的控制精度难以保证。从另一种意义理解,意味着对被控对象和其他控制元件的技术要求较高。如数控线切割机进给系统、包装机等多为开环控制。

1.1.2 闭环控制(反馈控制)

闭环控制系统的定义是有被控量反馈的控制系统,其原理框图如图 1-6 所示。从系统中信号流向看,系统的输出信号沿反馈通道又回到系统的输入端,构成闭合通道,故称闭环控制系统,或反馈控制系统。

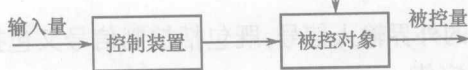


图 1-5 开环控制系统结构框图

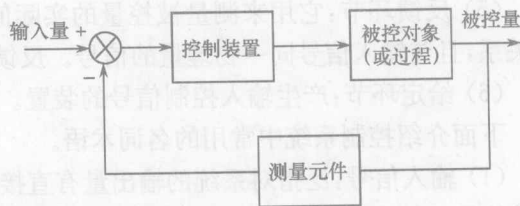


图 1-6 闭环控制系统原理框图

这种控制方式,无论是由于干扰造成,还是由于结构参数的变化引起被控量出现偏差,系统就利用偏差去纠正偏差,故这种控制方式为按偏差调节。

闭环控制系统的突出优点是利用偏差来纠正偏差,使系统达到较高的控制精度。但与开环控制系统比较,闭环系统的结构比较复杂,构造比较困难。需要指出的是,由于闭环控制存在反馈信号,利用偏差进行控制,如果设计不当,将会使系统无法正常和稳定地工作。另外,控制系统的精度与系统的稳定性之间也常常存在矛盾。

开环控制和闭环控制方式各有优缺点,在实际工程中应根据工程要求及具体情况来决定。如果事先预知输入量的变化规律,又不存在外部和内部参数的变化,则采用开环控制较好。如果对系统外部干扰无法预测,系统内部参数又经常变化,为保证控制精度,采用闭环控制则更为合适。如果对系统的性能要求比较高,为了解决闭环控制精度与稳定性之间的矛盾,可以采用开环控制与闭环控制相结合的复合控制系统。

1.2 自动控制系统的组成及术语

典型反馈控制系统的原理框图如图 1-7 所示。

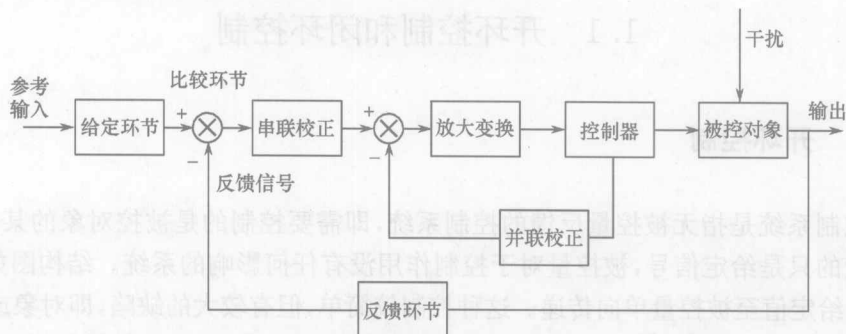


图 1-7 反馈控制系统原理框图

(1) 被控对象:它是控制系统所控制和操纵的对象,它接受控制量并输出被控量。

(2) 控制器:接收变换和放大后的偏差信号,转换为对被控对象进行操作的控制信号。

(3) 放大变换环节:将偏差信号变换为适合控制器执行的信号。它根据控制的形式、幅值及功率来放大变换。

(4) 校正装置:为改善系统动态和静态特性而附加的装置。如果校正装置串联在系统的前向通道中,称为串联校正装置;如果校正装置接成反馈形式,称为并联校正装置,又称局部反馈校正。

(5) 反馈环节:它用来测量被控量的实际值,并经过信号处理,转换为与被控量有一定函数关系,且与输入信号同一物理量的信号。反馈环节一般也称为测量变送环节。

(6) 给定环节:产生输入控制信号的装置。

下面介绍控制系统中常用的名词术语。

(1) 输入信号:泛指对系统的输出量有直接影响的外界输入信号,既包括控制信号又包括扰动信号。其中控制信号又称控制量、参考输入或给定值。

(2) 输出信号(输出量):是指反馈控制系统中被控制的物理量,它与输入信号之间有一定的函数关系。

(3) 反馈信号:将系统(或环节)的输出信号经变换、处理送到系统(或环节)的输入端的信号,称为反馈信号。若此信号是从系统输出端取出送入系统输入端,这种反馈信号称主反馈信号。而其他称为局部反馈信号。

(4) 偏差信号:控制输入信号与主反馈信号之差。

(5) 误差信号:是指系统输出量的实际值与希望值之差。系统希望值是理想化系统的输出,实际上并不存在,它只能用与控制输入信号具有一定比例关系的信号来表示。在单位反馈情况下,希望值就是系统的输入信号,误差信号等于偏差信号。

(6) 扰动信号:除控制信号以外,对系统的输出有影响的信号。

1.3 自动控制系统的类型

自动控制系统的种类很多,其结构性能和完成的任务各不相同,因此有多种分类方法,下面介绍几种常见的分类。

1.3.1 按信号流向划分

1. 开环控制系统

开环控制系统原理框图如图 1-8 所示。信号由输入端到输出端单向流动。

2. 闭环控制系统

若控制系统中信号除从输入端到输出端外,还有从输出到输入的反馈信号,则构成闭环控制系统,也称反馈控制系统,方框图如图 1-9 所示。



图 1-8 开环控制系统原理框图

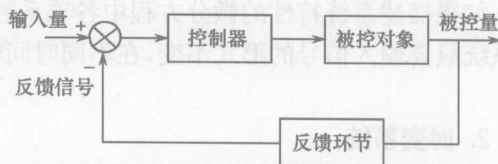


图 1-9 闭环控制系统方框图

1.3.2 按系统输入信号划分

1. 恒值调节系统(自动调节系统)

这种系统的特征是输入量为—恒值,通常称为系统的给定值。控制系统的任务是尽量排除各种干扰因素的影响,使输出量维持在给定值(期望值)上。如工业过程中恒温、恒压、恒速等控制系统。

2. 随动系统(跟踪系统)

该系统的控制输入量是一个事先无法确定的任意变化的量,要求系统的输出量能迅速平稳地复现或跟踪输入信号的变化。如雷达天线的自动跟踪系统和高炮自动瞄准系统就是典型的随动系统。

3. 程序控制系统

系统的控制输入信号不是常值,而是事先确定的运动规律,编成程序装在输入装置中,即控制输入信号是事先确定的程序信号,控制的目的是使被控对象的被控量按照要求的程序动作。如数控机床就属此类系统。