

新世纪电气自动化系列精品教材

XINSHIJIDIANQIZIDONGHUAXILIEJINGPINJIAOCAI

ZIDONGKONGZHUYUANLI

自动控制

原理

主 编 / 谢成祥 张燕红



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

新世纪电气自动化系列精品教材

自动控制原理

主 编 谢成祥 张燕红
副主编 高 敏 田会峰 陈伦琼



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

·南京·

内 容 简 介

本书是为了适应应用型高等院校工程教育改革而编写的控制类课程基础教材,主要介绍了经典控制理论的基本内容、控制系统的分析方法及系统校正设计方法。在讲解控制理论基础知识的同时,介绍了一些典型的控制系统,有利于读者更好地掌握经典控制理论的内容。全书共分7章,包括绪论、控制系统的数学模型、控制系统的时域分析、根轨迹法、频域分析法、控制系统的校正方法、非线性系统分析。为了能够使学生更有效地进行控制理论的学习和应用,本书在相关章节加入了基于MATLAB的计算机辅助分析和设计的内容。每章配有相应的习题。本书可作为高等院校自动化、电气工程及其自动化、测控技术及仪器、电子信息工程、机械、动力等专业的教科书,也可作为从事自动控制类的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

自动控制原理/谢成祥,张燕红主编. —南京:东南大学出版社,2018.12

新世纪电气自动化系列精品教材

ISBN 978-7-5641-8128-4

I. ①自… II. ①谢… ②张… III. ①自动控制理论—高等学校—教材 IV. ①TP13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 266728 号

自动控制原理

出版发行 东南大学出版社
出版人 江建中
社 址 南京市四牌楼2号
邮 编 210096

经 销 全国各地新华书店
印 刷 大丰科星印刷有限责任公司
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 16.75
字 数 429千字
版 次 2018年12月第1版
印 次 2018年12月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5641-8128-4
印 数 1—2500册
定 价 58.00元

(本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830)

前 言

自动控制原理是自动化学科的重要基础理论,同时又是系统学科、信息学科、机械学科等相关学科的应用基础,在工业、军事、社会和经济等领域有着广泛的应用。随着计算机技术的迅猛发展,经典控制理论的许多分析、设计方法及实现手段也产生了很大的变化。在此背景下,根据应用型工科人才培养的需要,结合相关专业的教学大纲,编写了本书。旨在使读者通过学习,不仅能掌握经典控制理论基本的分析和设计方法,也能使用计算机辅助工具——MATLAB对控制系统进行分析。

本书的编者都是“自动控制原理”课程教学的一线教师,从事该课程教学的平均教龄超10年,有丰富的教学经验,十分了解当前学生的需求及该课程的发展历程。本书定位于工程应用型人才,广泛参考国内外优秀教材内容和体系结构,结合编者教学经验而编写,在编写过程中,力求内容简练、概念清晰、循序渐进、深入浅出、联系实际,以符合教学规律;在保证系统理论的完整性和系统性的基础上,尽量避免繁杂的公式推导,使全书条理清晰、结构严谨;将目前使用最为广泛的控制系统分析和综合设计软件包——MATLAB融入到教学内容中。另外,为了便于理解和巩固所学的内容,方便不同层次的学生和读者自学,各章都附有典型例题和习题。

教材主要内容简介如下:

第1章对自动控制理论的发展系统组成、系统分类等进行了简单介绍。

第2章介绍控制系统的数学描述方法,系统地介绍了控制系统的数学模型以及利用结构图等效化简和梅逊增益公式确定系统闭环传递函数的方法。

第3章介绍了线性系统的时域分析方法,引入了控制系统的性能指标及其计算方法,重点对系统的稳定性、快速性、准确性的分析方法进行了讨论。

第4章介绍了线性系统根轨迹分析方法,重点讨论了根轨迹的绘制法则、根轨迹的绘制步骤以及利用根轨迹分析系统性能的方法。

第5章介绍了系统频域分析方法,着重介绍奈奎斯特图和伯德图的绘制方法,以及如何利用奈奎斯特图和伯德图对控制系统的开环频率特性进行分析。

第6章介绍了控制系统的综合和校正方法,主要介绍了采用频率特性进行系统校正的方法,叙述了超前校正、滞后校正以及滞后-超前校正的设计方法。

第7章介绍非线性系统分析,主要有相平面法和描述函数法。

本书由谢成祥、张燕红担任主编,高敏、田会峰、陈伦琼担任副主编。第1章由常州工学院的陈伦琼编写,第2章由常州工学院的高敏编写,第3、4章由常州工学院的张燕红编写,第5、6章由常州工学院的谢成祥编写,第7章由江苏科技大学的田会峰编写,全书由张燕红统稿。

本书由常州工学院的谢成祥、张燕红担任主编,常州工学院的高敏、江苏科技大学的田会峰、常州工学院的陈伦琼担任副主编。第1章由陈伦琼编写,第2章由高敏编写,第3、4章由张燕红编写,第5、6章由谢成祥编写,第7章由田会峰编写,全书由张燕红统稿。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请读者批评指教。

编者

2018年8月

目 录

1	绪论	(1)
1.1	自动控制理论及应用	(1)
1.2	自动控制理论的基本内容	(1)
1.3	自动控制系统的分类	(2)
1.3.1	按信号传递路径分类	(2)
1.3.2	按控制作用的特点分类	(3)
1.3.3	控制系统的其他类型	(4)
1.4	自动控制系统的组成	(4)
1.5	自动控制系统的的基本要求	(5)
	小结	(6)
	习题	(7)
2	控制系统的数学模型	(8)
2.1	系统动态微分方程模型	(8)
2.2	非线性数学模型的线性化	(11)
2.3	传递函数	(12)
2.3.1	传递函数的定义	(13)
2.3.2	传递函数的性质	(14)
2.3.3	传递函数的求取	(14)
2.3.4	典型环节的传递函数	(15)
2.3.5	控制系统的传递函数	(18)
2.4	系统结构图及其等效变换	(19)
2.4.1	动态结构图的概念	(20)
2.4.2	动态结构图的绘制	(20)
2.4.3	动态结构图的等效变换	(21)
2.5	信号流图与梅逊公式	(25)
2.5.1	信号流图的组成要素及其术语	(25)
2.5.2	信号流图的绘制	(26)

2.5.3	梅逊(Mason)公式	(27)
2.6	在 MATLAB 中系统数学模型的表示	(29)
2.6.1	传递函数模型	(29)
2.6.2	零极点增益(ZPK)模型	(31)
2.6.3	系统数学模型之间的转换	(31)
2.6.4	系统的连接	(33)
	小结	(34)
	习题	(34)
3	线性系统的时域分析法	(38)
3.1	典型输入信号和时域性能指标	(38)
3.1.1	典型输入信号	(39)
3.1.2	时域性能指标	(40)
3.2	一阶系统的时域分析	(41)
3.2.1	一阶系统的结构图和数学模型	(41)
3.2.2	一阶系统的单位阶跃响应	(42)
3.2.3	一阶系统的单位斜坡响应	(43)
3.2.4	一阶系统的单位脉冲响应	(43)
3.3	二阶系统的时域分析	(44)
3.3.1	二阶系统的结构图和数学模型	(44)
3.3.2	二阶系统的单位阶跃响应	(45)
3.3.3	二阶系统的动态性能指标	(49)
3.4	高阶系统的时域分析	(53)
3.4.1	高阶系统的瞬态响应	(54)
3.4.2	闭环主导极点	(55)
3.5	线性系统的稳定性分析	(55)
3.5.1	稳定性的概念	(55)
3.5.2	线性系统稳定的充要条件	(56)
3.5.3	劳斯判据	(57)
3.5.4	控制系统的相对稳定性	(61)
3.6	线性系统的稳态性能分析	(62)
3.6.1	稳态误差定义	(62)
3.6.2	控制系统的类型	(63)
3.6.3	给定稳态误差的计算	(64)

3.6.4 扰动稳态误差的计算	(67)
3.7 提高系统性能的方法	(69)
3.7.1 比例(P)控制	(69)
3.7.2 积分(I)控制	(70)
3.7.3 比例加积分(PD)控制	(70)
3.7.4 比例加微分(PD)控制	(71)
3.7.5 比例加积分加微分(PID)控制	(73)
3.8 用 MATLAB 进行线性系统的时域分析	(74)
3.8.1 应用 MATLAB 分析系统的稳定性	(74)
3.8.2 应用 MATLAB 进行部分分式展开	(74)
3.8.3 应用 MATLAB 分析系统的动态特性	(76)
3.8.4 用 Itview 获得响应曲线和性能指标	(81)
小结	(82)
习题	(83)
4 线性系统的根轨迹法	(86)
4.1 根轨迹的基本概念	(86)
4.1.1 根轨迹图	(86)
4.1.2 根轨迹的幅值条件和相角条件	(87)
4.2 绘制根轨迹的规则和方法	(89)
4.3 广义根轨迹	(101)
4.3.1 广义根轨迹的绘制	(101)
4.3.2 多回路系统的根轨迹绘制	(101)
4.3.3 正反馈回路的根轨迹	(103)
4.4 根轨迹的应用	(106)
4.4.1 分析系统的性能	(106)
4.4.2 闭环零、极点位置与系统瞬态响应的关系	(109)
4.4.3 增加开环零点、开环极点对根轨迹的影响	(109)
4.5 应用 MATLAB 进行根轨迹分析	(111)
4.5.1 绘制基本根轨迹图	(111)
4.5.2 根轨迹分析系统性能	(115)
小结	(119)
习题	(119)

5	控制系统的频率特性法	(121)
5.1	频率特性的基本概念	(121)
5.1.1	频率特性的定义	(121)
5.1.2	频率特性的性质	(123)
5.1.3	频率特性的表示方法	(123)
5.2	幅相频率特性曲线(极坐标图)的绘制	(125)
5.2.1	典型环节频率特性的极坐标图	(126)
5.2.2	系统开环幅相曲线(极坐标图)的绘制	(129)
5.2.3	开环幅相曲线的一般绘制规则	(132)
5.3	对数频率特性曲线	(134)
5.3.1	典型环节的对数频率特性图	(134)
5.3.2	开环对数频率特性的绘制	(139)
5.3.3	最小相位系统	(142)
5.3.4	从伯德图求开环传递函数	(143)
5.4	奈奎斯特(Nyquist)稳定判据	(146)
5.4.1	幅角原理	(146)
5.4.2	奈奎斯特稳定判据	(147)
5.4.3	奈奎斯特稳定判据在伯德图上的应用	(152)
5.5	稳定裕度	(153)
5.6	开环频率特性与系统性能指标的关系	(156)
5.6.1	闭环频率特性及其性能指标	(156)
5.6.2	控制系统频域指标与时域指标的关系	(157)
5.6.3	开环对数幅频特性与系统动态性能的关系	(160)
5.7	用 MATLAB 进行频域分析	(162)
	小结	(169)
	习题	(170)
6	控制系统的校正方法	(173)
6.1	前言	(173)
6.2	系统校正的基本概念	(174)
6.2.1	性能指标	(174)
6.2.2	校正方式	(176)
6.2.3	校正装置的设计方法	(177)
6.3	串联校正	(177)

6.3.1 超前校正	(177)
6.3.2 滞后校正	(182)
6.3.3 滞后-超前校正	(186)
6.3.4 超前、滞后和滞后-超前校正的比较	(190)
6.3.5 串联校正的期望对数频率特性设计法	(190)
6.3.6 串联工程设计法	(195)
6.4 反馈校正	(197)
6.5 基于 MATLAB 的校正装置频域设计	(202)
小结	(210)
习题	(210)
7 非线性控制系统分析	(213)
7.1 非线性控制系统的基本概念和特点	(213)
7.1.1 典型非线性环节	(213)
7.1.2 非线性系统的特点	(215)
7.1.3 非线性系统的研究方法	(216)
7.2 描述函数法	(216)
7.2.1 描述函数的基本思想与应用前提	(216)
7.2.2 描述函数的定义	(217)
7.2.3 典型非线性特性的描述函数	(218)
7.2.4 组合非线性环节的描述函数	(220)
7.2.5 基于描述函数的非线性系统稳定性分析	(222)
7.2.6 非线性系统存在周期运动时的稳定性分析	(223)
7.3 相平面法	(227)
7.3.1 基本概念	(227)
7.3.2 相平面图绘制方法	(228)
7.3.3 相平面、相轨迹的特点	(230)
7.3.4 线性系统基本的相轨迹	(230)
7.3.5 非线性系统的相平面分析	(235)
7.3.6 非线性系统相平面分区线性化方法	(236)
7.4 用 MATLAB 进行非线性控制系统分析	(238)
7.4.1 非线性系统的线性化	(238)
7.4.2 直接求解非线性微分方程	(238)
7.4.3 运用 Simulink 分析非线性系统时域响应	(239)

小结	(241)
习题	(242)
附录 A 拉普拉斯变换	(245)
A.1 拉氏变换的概念	(245)
A.1.1 拉氏变换的定义式	(245)
A.1.2 常用函数的拉氏变换	(245)
A.2 拉氏变换的性质	(247)
A.2.1 线性性质	(247)
A.2.2 微分性质	(247)
A.2.3 积分性质	(248)
A.2.4 位移性质	(248)
A.2.5 延迟性质	(249)
A.2.6 相似性质	(249)
A.2.7 初值定理	(249)
A.2.8 终值定理	(250)
A.3 拉氏反变换	(251)
A.3.1 $F(s)$ 的所有极点都是不相等的实数	(251)
A.3.2 $F(s)$ 的极点包含有共轭复数	(252)
A.3.3 $F(s)$ 的极点包含有相等的实数	(253)
附录 B 常用函数的拉普拉斯变换	(255)
参考文献	(256)

1 绪论

本章你将学习

- 自动控制理论及应用
- 自动控制理论的基本内容
- 自动控制系统的分类
- 自动控制系统的组成
- 自动控制系统的的基本要求

1.1 自动控制理论及应用

自动控制理论是自动控制学科的基础理论,是一门理论性较强的工程科学。本课程的主要任务是研究与讨论控制系统的一般规律,从而设计出合理的自动控制系统,实现自动控制。所谓自动控制,是指在没有人直接参与的情况下,利用自动控制装置使整个生产过程或工作机械自动地按预先规定的规律运行,或使它的某些物理量按预定的要求发生变化。

在工程和科学技术发展的过程中,自动控制发挥着重要的作用。例如在工业上,各种机器设备的速度控制、锅炉的温度和压力控制等;在军事上,雷达和火炮自动跟踪目标的随动控制;在航空航天方面,人造卫星及宇宙飞船准确地进入预定轨道并返回地面控制等;在日常生活方面,厨房中电冰箱的温度控制等,都是自动控制技术的具体应用。

自动控制理论的发展与应用,不仅保证了安全,提高了劳动生产率和产品质量,改善了劳动条件,而且在人类征服自然、探索新能源、发展空间技术和改善人民物质生活等方面都起到了极为重要的作用。自动控制理论是实现工业、农业、国防等方面科学技术现代化的有利工具。因此,大多数工程技术人员和科学工作者现在都必须具备一定的自动控制知识。

1.2 自动控制理论的基本内容

自动控制理论由经典控制理论、现代控制理论和智能控制理论组成。

经典控制理论:以传递函数为基础,研究单输入、单输出的自动控制系统的分析与设计问题。基本内容有:时域分析法、根轨迹法、频率特性法、相平面法、描述函数法等。

现代控制理论:以状态空间法为基础,研究多输入、多输出、时变、非线性等自动控制系统的分析和设计问题。基本内容有:线性系统基本理论、系统辨识、最优控制问题、自适应控制问题及最佳滤波问题等。

智能控制理论:以人工智能理论为基础,研究具有模糊性、不确定性、不完全性、偶然性

的自动控制系统。基本内容有:模糊控制、专家系统和学习控制。

1.3 自动控制系统的分类

自动控制系统的形式是多种多样的,根据不同的分类方法可以分成不同的类型。实际系统可能是几种方式的组合。

1.3.1 按信号传递路径分类

1) 开环控制系统

【例 1.1】 考虑如图 1.1 所示的电加热炉炉温控制系统。

接通电源后,根据经验和实验数据,调节调压器的活动触点置于某一位置上,通过电热器给炉子加热,使炉温维持在期望值附近一定的范围内。当外界条件及元件参数发生变化时,炉内实际温度和期望的温度会出现误差,有时误差可能较大。但该系统不可能由于存在误差,自动调整调压器活动触点的位置,通过改变电热器的电流来消除温度误差,也就是说,输出量对系统本身没有控制作用。因此,该炉温控制系统是一个开环控制系统。

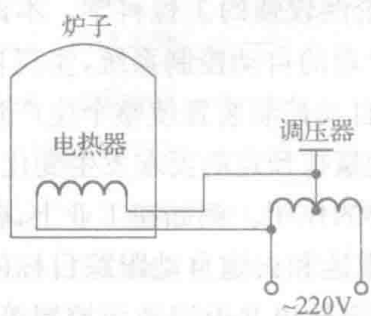


图 1.1 炉温的开环控制系统

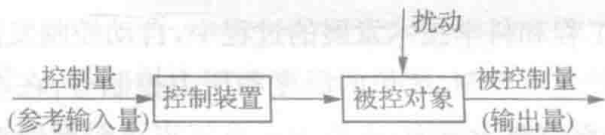


图 1.2 开环控制系统框图

开环控制系统的框图如图 1.2 所示:

开环控制系统的特点:

(1) 控制信号由输入到输出单方向传递,不对输出量进行任何检测,或虽然进行检测,但对系统工作不起任何控制作用。

(2) 外部条件和系统内部参数保持不变时,对于一个确定的控制量,总存在一个与之对应的被控制量(输出量)。

(3) 控制精度取决于控制装置及被控对象的参数稳定性,若系统容易受干扰影响,则缺乏精确性和适应性,例如上面讲过的炉温控制,如果电源的波动、炉门开闭次数的不同或周围环境温度的变化,都会导致炉温偏离期望值。

2) 闭环控制系统

【例 1.2】 考虑如图 1.3 所示的炉温闭环控制系统。

电加热炉的温度要稳定在某一期望的温度值附近,炉温的期望值是由给定的电压信号反映的,热电偶是温度测量元件,测出炉内实际温度,其输出是电压。热电偶的输出量与给定电压比较产生电压差,经放大后使电机动作,通过减速器带动调压器活动触点,从而改变

流过电热器的电流,消除温度误差,使炉内实际温度等于或接近期望的温度值。

在上述系统中,系统把实际的炉温转换为电压信号,由电压比较装置产生电压误差信号,然后根据误差信号进行控制,其系统的原理框图如图 1.4 所示。这种系统把输出量直接(或间接)地反馈到输入端形成闭环,使得输出量参与系统的控制,称为闭环控制系统。

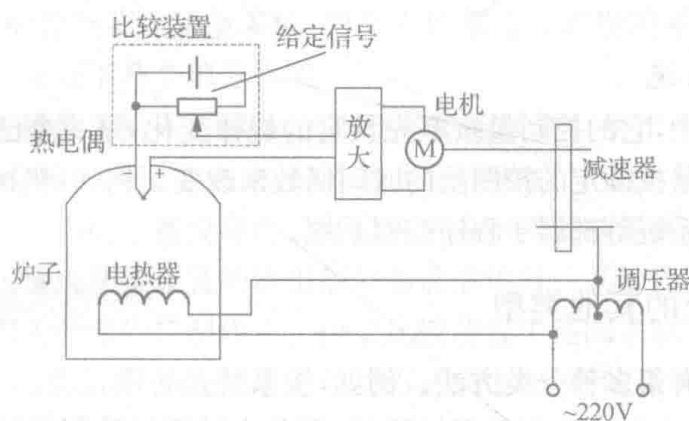


图 1.3 炉温的闭环控制系统

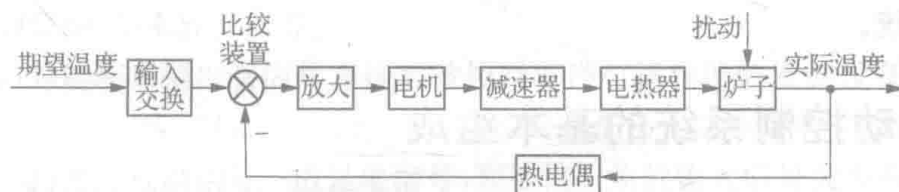


图 1.4 炉温闭环控制系统的原理框图

闭环控制系统的特点：

- (1) 由负反馈构成闭环,利用误差信号进行控制。
- (2) 对于外界扰动和系统内参数的变化等引起的误差能够自动纠正。
- (3) 系统元件参数配合不当,容易产生振荡,使系统不能正常工作。因而存在稳定性问题。

闭环控制是最常用的一种控制方式,显然,有简单的闭环控制,也有复杂的闭环控制。闭环控制在工程系统和社会经济系统中正得到广泛的应用,在生命有机体的生长和进化过程中也普遍存在着这种闭环控制。生命有机体为适应环境的变化而做出有效的动作反应,主要是依靠这种反馈作用。人具有学习能力,能通过学习,积累学习经验,用过去的经验来调节未来行为的策略,并具有通过学习来适应环境和改造世界的能力,本质上也是一种闭环控制。

1.3.2 按控制作用的特点分类

1) 恒值控制系统

若自动控制系统的任务是保持被控制量恒定不变,即使被控制量在控制过程结束时,被控制量仍等于控制量值,这是生产过程中用得最多的一种控制,例如电动机的转速控制和各

种恒温、恒压、恒液位等控制都属于恒值控制系统。

2) 随动控制系统

随动控制系统又简称随动系统,它的控制量随时间的变化规律事先是不能确定的,随动控制系统的任务是在各种情况下快速、准确地使被控制量跟踪控制量的变化。例如:自动跟踪卫星的雷达天线控制系统,工业控制中的位置控制系统,工业自动化仪表的显示记录等都属于随动控制系统。

3) 程序控制系统

在程序控制系统中,它的控制量按事先预定的规律变化,是一个已知的时间函数,控制的目的是要求被控制量按确定的控制量的时间函数来改变。例如:机械加工中的数控机床,加热炉温度自动控制系统等都属于程序控制系统。

1.3.3 控制系统的其他类型

自动控制系统还有很多种分类方法。例如,按系统是否满足叠加原理可分为线性系统和非线性系统;按系统控制器是否采用计算机,可分为计算机控制系统和模拟系统;按被控对象的范畴可分为运动控制系统、过程控制系统等;按系统参数是否随时间变化可分为时变系统和定常系统。

1.4 自动控制系统的的基本组成

自动控制系统的基本结构如图 1.5 所示。下面以图 1.5 为例介绍一些常用术语以及自动控制系统的组成。

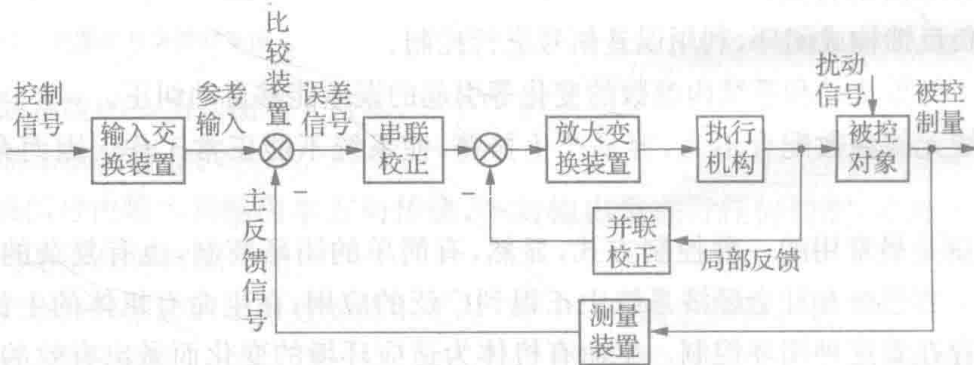


图 1.5 闭环控制系统框图

1) 控制系统的一些常用术语

控制信号:它是控制着被控制量变化规律的指令信号。

被控制量:要控制其变化规律的信号。它应与控制信号间保持一定的函数关系。

主反馈信号:由输出端反馈到输入端的信号。正反馈信号有利于加强控制信号的作用,负反馈信号抵消控制信号的部分作用。

误差信号:它是指系统输出量的实际值与期望值之差。

扰动信号:简称扰动或干扰,它与控制作用相反,是一种不希望的、影响系统输出的不利

因素。扰动信号可来自系统内部,也可来自系统外部,前者称内部扰动,后者称外部扰动。

前向通路:从输入端到输出端的单方向通路。

反馈通路:从输出端到输入端的反方向通路。对于一个复杂系统,前向通路和反馈通路都不止一条。

2) 控制系统的基本组成部分

虽然工程实践中的控制系统复杂多样,但是它们都是以典型的系统为基础。一个典型的反馈控制系统,通常由以下几个部分构成:

输入变换装置:或称参考输入传感器,有时也称给定装置。用于产生参考输入信号。通常称为参考输入或指令输入或设定值,它的作用是把控制信号变换为能和反馈信号相比较(同量纲)的信号。例如,用电位器设定的滑臂位置来表示需要的温度。

比较装置:它比较输入变换装置的输出信号和反馈信号。其输出为误差信号,作为串联校正的输入,以产生校正误差的控制作用。由于比较装置中是减去反馈信号,因此形成一个负反馈的系统。例如,反馈电位器与设定电位器组成的电路;有的系统以标准装置的方式配以专用的比较器等。

放大变换装置:把误差信号放大并进行能量形式转换,使之达到足够的幅值和功率的装置,例如电液伺服阀、功率放大器等。

执行机构:是能够根据控制信号直接对被控对象进行操作的装置或设备。有的控制信号可以直接驱动被控对象,但是大多数情况下被控对象都是大功率级的,控制信号与被控对象功率级别不等;另外控制信号一般是电信号,而被控对象的输入信号大多数是其他形式的非电物理量,物理量量纲不等,控制信号不能直接驱动被控对象,此时就需要执行机构,例如步进电动机、电磁阀、气动阀、各种驱动装置等。

被控对象:指自动控制系统根据需要进行控制的机器、设备或生产过程。而被控对象内要求实现自动控制的物理量称为被控量或系统输出量,例如恒温炉、电动机等。

测量装置:它感受或测量被控制量的实际值并把它变换为可以进行比较的信号的装置。测量装置的输出信号是反馈信号,例如测速发电机、压力、流量等各种传感器和测量仪表。

校正装置:是对系统的参数和结构进行调整,用于改善系统的控制性能,如图 1.5 中串联校正环节。

1.5 自动控制系统的基本要求

对于一个控制系统首要的要求是系统的绝对稳定性。否则系统无法正常工作,甚至毁坏设备,造成重大损失。直流电动机的失磁、导弹发射的失控、运动机械的增幅振荡等都属于系统不稳定。

在系统稳定的前提下,要求系统的动态性能和稳态性能要好。系统的动态性能和稳态性能是由相应的性能指标来描述的,这在后面的章节中再详细叙述。在此,对于系统的性能要求可以简要概括为:响应动作要快速、动态过程要平稳、最终跟踪要准确。

上述三条自动控制系统的基本要求如图 1.6 所示。

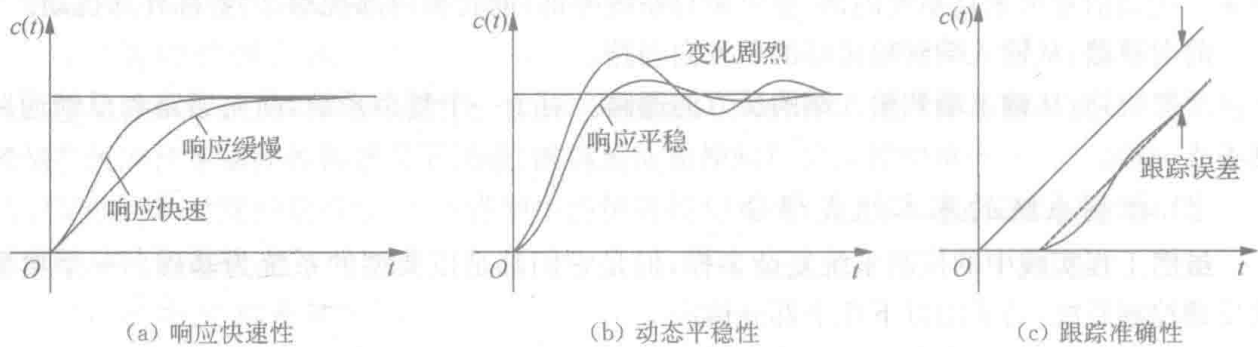


图 1.6 控制系统的基本要求

图 1.6(a)显示了给定恒值信号时,系统达到稳态值的快速性。图 1.6(b)说明了给定恒值信号时,系统的响应能够很快稳定在稳态值附近与在稳态值附近上下波动的两种情况比较。图 1.6(c)说明了跟踪等速率变化信号的系统,系统的响应能否准确地跟踪输入信号。能够准确地跟踪的系统,就没有跟踪误差或者跟踪误差很小,否则,跟踪误差就大。

对于同一系统,这三条基本要求是相互制约的。过分提高响应动作的快速性,可能会导致系统强烈的振荡;而过分追求稳定性,又可能使系统反应迟钝,最终导致控制准确度变坏。如何分析与解决这些矛盾便是本学科研究的重要内容。

小 结

自动控制是指在没有人直接参与的情况下,利用自动控制装置使整个生产过程或工作机械自动地按预先规定的规律运行,或使它的某些物理量按预定的要求发生变化。

根据信号传递路径,定义了两种类型的控制:开环控制和闭环控制。开环控制系统不测量系统的输出,从而系统的输出不影响输入。反之,闭环控制系统则测量系统的输出并将其反馈以影响系统的输入。闭环控制是反馈控制。实际生产过程中的自动控制系统,绝大部分都是闭环控制系统,自动控制理论主要是研究闭环控制系统。

典型的自动控制系统由下述部分构成:被控对象,指自动控制系统根据需要进行控制的机器、设备或生产过程,是自动控制系统的核心部分;执行机构,是能够根据控制信号直接对被控对象进行操作的装置或设备;输入变换装置,用于产生参考输入信号;测量装置,它感受或测量被控制量的实际值并把它变换为可以进行比较的信号;比较装置,它比较输入变换装置的输出信号和反馈信号,其输出为误差信号,作为串联校正的输入,以产生校正误差的控制作用。

自动控制系统的分类方法很多,其中最常见的按控制作用的特点进行分类,可分为恒值控制系统、随动控制系统和程序控制系统。

自动控制系统的基本要求,是在系统稳定的前提下,系统的稳态控制精度要高,系统的响应要快,这些要求可归纳成稳、准、快三个字。