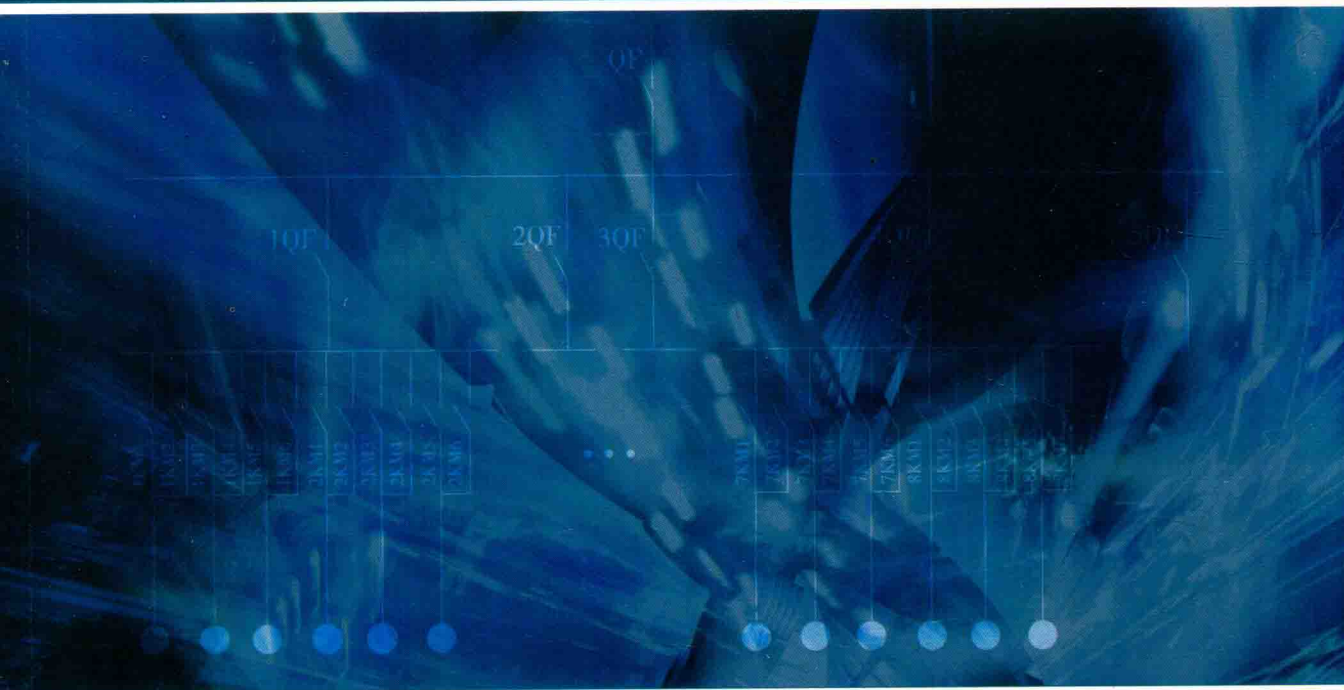


王雪梅 著



NORTHEAST NORMAL UNIVERSITY PRESS
WWW.NNUPRESS.COM

东北师范大学出版社

电气自动化控制系统及设计

□ 王雪梅 著



NORTHEAST NORMAL UNIVERSITY PRESS

WWW.NNUP.COM

东北师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电气自动化控制系统及设计 / 王雪梅著. -- 长春 :
东北师范大学出版社, 2017.3
ISBN 978-7-5681-2932-9

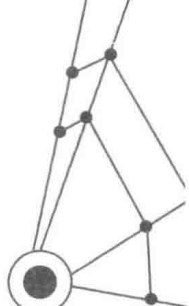
I. ①电… II. ①王… III. ①电气控制系统—系统
设计 IV. ①TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 070933 号

☐ 责任编辑: 卢永康	☐ 封面设计: 优盛文化
☐ 责任校对: 赵忠玲	☐ 责任印制: 张允豪

东北师范大学出版社出版发行
长春市净月经济开发区金宝街 118 号 (邮政编码: 130117)
销售热线: 0431-84568036
传真: 0431-84568036
网址: <http://www.nenup.com>
电子函件: sdcbbs@mail.jl.cn
河北优盛文化传播有限公司装帧排版
北京一鑫印务有限责任公司
2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷
幅画尺寸: 185mm×260mm 印张: 15.75 字数: 337 千

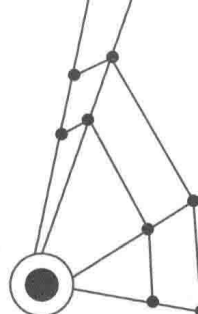
定价: 55.00 元



P 前言 PREFACE

随着信息技术的发展,电气自动化、智能化的运用越来越广泛,电气系统和设备的控制也越来越重要。电气系统需要按照专业化的系统控制要求,才能更好地促使其自动化系统的形成,为电气控制系统更好地应用于社会生活奠定基础。而随着电气自动化技术的不断发展,电气设备和系统控制过程中对专业化的要求也越来越高,电气自动化行业的相关从业人员必须通过更加专业化、系统化的学习和研究,来适应这种科技与社会的进步,更要以较高的标准要求自己,为整个电气自动化技术的发展做出自己应有的一份贡献。

本书从电气自动化入门的基础原理、常识入手,对整个电气自动化系统做出了详尽的研究。从常用器件、传感器研究到经典电路系统分析,再到更深一层的 PLC 技术综述,并在大量研究与实践的基础上列举了几个典型电气自动化控制系统的设计案例。希望透过阅读与学习本书的相关内容能够对电气自动化行业中各个层次的工作人员起到一定的帮助,更进一步为完成祖国从“制造业大国”到“制造业强国”这一转变目标的实现贡献一份自己的力量。



第一章	绪 论	001
□	第一节 电气自动化控制系统及设计的研究背景	/ 002
□	第二节 电气自动化控制系统在国内外的发展方向	/ 003
□	第三节 研究电气自动化控制系统的目标与意义	/ 004
第二章	对电气自动化控制系统的研究概括	007
□	第一节 电气自动化控制系统的基本认知与常识研究	/ 008
□	第二节 电气自动化控制系统的性能指标评述	/ 022
第三章	电气自动化控制系统的硬件模块研究综述	027
□	第一节 常用低压电器、电气元件及电子元器件	/ 028
□	第二节 在电气自动化控制系统中常用的动力设备的研究	/ 037
□	第三节 在电气自动化控制系统中常用传感器的研究定完	/ 039
第四章	电气自动化控制系统中常见的电气控制电路	065
□	第一节 概 述	/ 066
□	第二节 对电动机的各种控制电路分析	/ 067
□	第三节 对机床液压系统的电气控制电路分析	/ 087
□	第四节 其他常用基本控制电路分析	/ 091
第五章	对电气自动化控制系统中的变频器与常用控制驱动装置的研究	095
□	第一节 交—直—交电压型变频器	/ 096
□	第二节 交—直—交电流型变频器	/ 102
□	第三节 常用控制驱动装置解析	/ 104

第一章

绪 论

第一节 电气自动化控制系统及设计的研究背景

社会在不断地发展进步,科学技术水平也在不断地提高,科学技术在各个工程领域所占的比重也越来越大,许多行业实行的智能化、自动化技术都离不开电气化与之配合设置。我国的电气自动化技术经历了几十年的发展,已经获得了不错的成绩。但是,与国际水平相比,我国的电气自动化技术水平还是不够高的。随着市场经济规模的不断扩大,电气自动化市场中出现了大量的竞争对手,加剧了企业的市场竞争。企业只有充分发挥自身的生产优势,才能在一些行业中占有重要的位置。

一、电气自动化控制系统的信息集成化

电气自动化控制系统中信息技术的运用主要体现在两方面:一是管理层面上纵深方向的延伸。企业中的管理部门使用特定的浏览器对企业中的人力资源、财务核算等数据信息进行及时存取,同时能够有效地监督控制正处于生产过程中的动态形式画面,可以及时掌握企业生产信息的第一手资料。二是信息技术会在电气自动化设施、系统与机器中进行横向的拓展。随着不断应用增加的微电子处理器技术,原来明确规定的界面设定逐渐变得模糊了,与之对应的结构软件、通信技术和统一、运用都比较容易的组态环境慢慢变得重要起来。

二、电气自动化控制系统的标准语言规范是 WindowsNT 和 IE

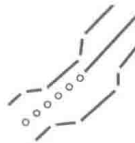
在电气自动化工程领域,发展的主要流向已经衍变成人机的界面,因为 PC 系统控制的灵活性质以及容易集成的特性使其正在被越来越多的用户接受和使用。同时电气自动化工程控制系统使用的标准系统语言使其更加容易进行维护处理。

三、电气自动化分布式控制系统

随着企业对 DCS 系统的实际应用,这一系统所存在的缺点也渐渐显现出来。因为 DCS 系统属于模拟数字的混合体系;它所使用的仪表装置仍然是模拟的传统型仪表,其可靠性很低,在工作中的维修使用异常困难;生产商之间缺乏协议的统一标准,缺乏维修使用的互换性;昂贵的价格。信息时代的飞速发展导致了电气自动化工程系统的技术创新。

四、集中监控的方式进行的控制系统

因为集中控制方式的系统控制是要把所有的功能全部放入一个处理器中,所以处理速度是很慢的,导致了机器整个运行速度的减慢。要把所有的电子自动化设备放入监控之中,就



造成了监控对象的数量过于庞大,也导致了主机空间的不断下降,同时增加了大量的电缆数量,使得投资成本提高了。电缆进行较长距离的传输也会对整个控制系统的可靠性产生影响。因为集中进行监控的连锁与隔离刀闸中的闭锁使用的都是硬接线,使设备没有办法进行继续操作。加上这一接线进行反复接线时会很繁杂,查线工作就会更加困难,这样加大了维护工作的难度,也会因此而产生错误的操作,使整个电气自动化工程控制系统无法积极进行操作。

第二节 电气自动化控制系统在国内外的发展方向

一、电气自动化工程控制系统的创新技术

我国制订了电气自动化工程长期发展的计划,在逐渐开放的环境中,不断地提升电气自动化工程控制系统的创新能力,创新集成能力以及引入、消化、重新吸收的创造能力。企业不断追求发展产品自身的技术创新,大力致力于电气自动化工程系统的自主知识产权的产品研究,为电气自动化工程进行自主创新创造更宽更广的空间。一定要确定电气自动化企业中创新技术的主导位置,提供优厚的政策环境,健全机制体系,加速实行国家重大的科技研究项目。目前,国内企业主要生产中低档次产品,产品在国内市场主要适用于中小规模的项目。电气自动化工程企业须尽快打开科技创新的市场局面,积极转换经济的增长模式,逐渐提升创新实践能力。

二、统一化的电气自动化系统

统一电气自动化系统能够实现电气自动化产品的周期性设计、测试与实行、开机与调试、维护与运行等,这样能够最大限度地缩减设计到完工的资金和时间。将电气自动化系统实行统一化管理,关键能够满足客户的需求,也就是把开发系统彻底从运行系统中独立出来,这对于电气自动化工程控制系统来说,是成功地将电气自动化系统通用化。电气自动化工程的网络构成应该保障控制现场的设施、计算机的监管体系、企业工程的管理体系中的通讯数据保持通畅。实行网络的体系计划时,不管是使用现场总线还是通讯系统的以太网,需要保障控制元件级到办公室的环境之间自动化的整体通信。

三、电气自动化控制系统的标准化接口

微软公司的标准技术有效地缩减了工程的成本和时间,实现了办公室系统和电气自动化系统资源数据的共享交换。当企业同相关的系统进行连接时,由于电气自动化系统策划方案的重要性,需要使用的操作系统是 Windows XP,那么办公室通信使用的标准是 IP 系统,自

动化控制和管理系统两者之间重要接口的建立是通过 PC 系统。程序的标准化接口确保了厂家之间进行的软硬件交换数据，真正将通信产生的困难解决了。

四、市场产业化中的电气自动化控制系统

企业加快进行结构产业化发展，始终坚定实行体制的深化改革，依据科学技术推动发展以及保障体系机制同时，需要关注市场产业化形成带来的问题。在电气自动化企业对开发技术和集成系统投入过多精力的时候，应巧妙运用分工外包和社会性质的协作，将零部件的配套生产逐渐市场化，有规模有计划地进行大型装备技术的研究开发，逐渐提升自主进行的装备创造比例。市场产业化是产业不断发展的结果，能够有效提升配置资源的工作效率。

五、电气自动化工程及产品的生产将更加安全

电气自动化工程控制系统正朝着安全防范技术的集成系统方向发展，重点加强了安全与非安全系统控制的一体化集成，使用户在现阶段非安全系统控制的前提下，运用最低的设计开发费用实现安全方案。将来电气自动化系统的亮点就在于电气自动化产品的系统安全。企业应分析我国的市场特性，逐步地进行市场扩展，应从安全级别需求最高的领域开始，逐步延伸到其他危险级别相对较低的领域。从工厂设施层发展到网络层，从硬件设备延伸到软件设备，把电气自动化工程控制系统的安全与防范设计进行全面的研究。

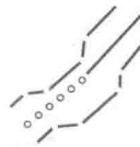
六、未来的电气自动化系统需要更加专业的技术人才

电气自动化工程系统在安装和设计时，通常容易忽视对设备控制人员的职业培训。一些从事生产的厂商和系统工程单位在电气自动化系统进行安装运行以后，才重视对设备操作人员以及维修人员的岗位培训。电气自动化系统在进行安装的过程中就应当让未来操作这些设备的人员观察熟悉整个系统的安装流程，这样做能够加强他们对系统的深刻认知。经过正规的训练，设备的操控人员就会更加明白为何电气自动化系统会按照这种方式进行安装。为了能够处理电气自动化工程系统在今后运行中会出现的问题，就需要提前找出发生故障的可能因素，反之就会导致对故障出现原因的判定出现偏差。安装新的电气自动化系统时，设备操控人员需要对这些技术熟悉掌握。企业组织员工训练的期间内，重点要培训员工的技术操作，让设备操控员工准确掌握系统的硬件配备知识以及实际操作的技术要点和保养维修知识。

第三节 研究电气自动化控制系统的目标与意义

一、电气自动化与地球数字化互相结合的设想

电气自动化工程与信息技术结合的典型的表現方法就是地球数字化技术，这项技术中包



含了自动化的创新经验,可以把大量的、高分辨率的、动态表现的、多维空间的和地球相关的数据信息整体形成坐标,最终成为一个电气自动化数字地球。将整理出的各种信息全部放入计算机中,与网络结合,人们不管在任何地方,只要根据地球地理坐标,便可以知道地球任何地方关于电气自动化的数据信息。

二、现场总线技术的创新使用,可以节省大量的电气自动化成本

电气自动化工程控制系统中大量运用了现场总线与以太网为主的计算机网络技术,经过了系统运行经验的逐渐积累,电气设备的自动智能化也飞速地发展了起来,在这些条件的共同作用下,网络技术被广泛地运用到了电气自动化技术中,所以现场的总线技术也由此产生。这个系统在电气自动化工程控制系统设计过程中更加突显其目的性,为企业最底层的设施之间提供了通信渠道,有效地将设施的顶层信息与生产的信息结合在一起。针对不一样的间隔会发挥不一样的作用,根据这个特点可以对不一样的间隔状况分别实行设计。现场总线的技术普遍运用在了企业的底层,初步实现了管理部门到自动化部门存取数据的目标,同时也符合了网络服务于工业的要求。与DCS进行比较,可以节约安装资金、节省材料、可靠性能比较高,同时节约了大部分的控制电缆,最终实现了节约成本目的。

三、加强电气自动化企业与相关专业院校之间的合作

鼓励企业到电气自动化专业的学校中去设立厂区、建立车间,进行职业技能培训、技术生产等,建立多种功能汇集在一起的学习形式的生产试验培训基地。走入企业进行教学,积极建设校外的培训基地,将实践能力和岗位实习充分结合在一起。扩展学校与企业结合的深广程度,努力培养订单式人才。按照企业的职业能力需求,制定出学校与企业共同研究培养人才的教学方案,以及相关的理论知识的学习指导。

四、改革电气自动化专业的培训体系

第一,在教学专业团队的协调组织下,对市场需求中的电气自动化系统的岗位群体进行科学研究,总结这些岗位群体需要具有的理论知识和技术能力。学校组织优秀专业的教师根据这些岗位群体的特点,制定与之相关的教学课程,这就是以工作岗位为基础形成了更加专业化的课程模式。第二,将教授、学习、实践这三方面有机地结合在一起,把真实的生产任务当作对象,重点强调实践的能力,对课程学习内容进行优化处理,专业学习中至少一半的学习内容要在实训企业中进行。教师在教学过程中,利用行动组织教学,让学生更加深刻地理解将来的工作程序。

随着经济全球化的不断发展和深入,电气自动化控制系统在我国社会经济发展中占有越来越重要的地位。本书介绍了电气自动化控制系统的各个方面,电气自动化控制系统信息技术的集成化,使电气自动化控制系统维护工作变得更加简便,电气自动化控制系统不仅仅节省了工程建设的资金和材料,还提高了工程及工程设备的可靠性。根据电气自动化系统现状

及发展趋势来看，电气自动化控制系统要想长远发展下去就要不断地创新，将电气自动化系统进行统一化管理，并且要采用标准化接口，还要不断进行电气自动化系统的市场产业化分析，保证安全地进行电气自动化工程生产，保证这些条件都合格时还要注重加强电气自动化系统设备操控人员的教育和培训。此外，电气自动化专业人才的培养应从学生时代开始，要加强校企合作之间的合作，使员工在校期间就能够形成良好的职业技能，只有这样的人才能为电气自动化工程所用，才能利用所学的知识更好地促进电气自动化行业的发展壮大，为社会主义市场经济的建设添砖加瓦。

第二章

对电气自动化控制系统 的研究概括

第一节 电气自动化控制系统的基本认知与常识研究

一、自动控制的基本原理、组成及控制

1. 自动控制的基本原理

在现代科学技术的众多领域中,自动控制技术起着越来越重要的作用。所谓自动控制,是指在没有人直接参与的情况下,利用外加的设备或装置(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。近几十年来,随着电子计算机技术的发展和应用,在宇宙航行、机器人控制、导弹制导以及核动力等高新技术领域中,自动控制技术更具有特别重要的作用。不仅如此,自动控制的应用现已扩展到生物、医学、环境、经济管理和其他许多领域中,成为现代社会活动中不可缺少的重要组成部分。

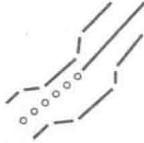
自动控制发展初期,是以反馈理论为基础的自动调节原理,主要用于工业控制。为了实现各种复杂的控制任务,首先要将被控对象和控制装置按照一定的方式连接起来,组成一个有机整体,这就是自动控制系统。在自动控制系统中,被控对象的输出量即被控量是要求严格加以控制的物理量,它可以要求保持为某一恒定值,如温度、压力、液位等,也可以要求按照某个给定规律运行,例如飞机航行、记录曲线等;而控制装置则是对被控对象施加控制作用的机构的总体,它可以采用不同的原理和方式对被控对象进行控制,但最基本的一种是基于反馈控制原理组成的反馈控制系统。

在反馈控制系统中,控制装置对被控对象施加的控制作用,是取自被控量的反馈信息,用来不断修正被控量与输入量之间的偏差,从而实现对被控对象进行控制的任务。下面我们通过一个例子来说明反馈控制的原理。

厨师用一台电热烤炉来烤制某种食品,温度以 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时为宜,为此在烤炉上装了一只水银温度计。食品原料装入后,便将电源开关 S 接通,烤炉的电阻 R 通电加热;温度达到 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,再把开关 S 断开,烤炉内的温度便逐步下降,当温度低于 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,又要将开关 S 合上,这样操作下去直到食品取出为止,显然,这位厨师需要一直坚守岗位,如果疏忽大意,烘烤的食品不是半生不熟就是被烤焦了不能食用。

如果把水银温度计换成一套控温仪表,它不但能显示当前炉内温度,而且它还有一对控制接点,再把手动开关换成交流接触器。当我们把食品原料放入烤炉以后,将电源接通,接触器 KM 的线圈得电,烤炉的电阻 R 通电加热;温度达到 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,接触器 KM 断电,其工作过程与前面的情况相同,但炉温可以自动保持在 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,不再需要人的参与。

同样是控制电热烤炉的温度,还可以采用另外一种方法,厨师操作一只调压器,当炉温



接近 150℃ 时，把输送到电阻 R 上的电压适当降低，当炉温低于 150℃ 时又适当提高这个电压，这样也可以将炉温保持在 150℃ 上下，但是还得依靠人工操作。

我们将水银温度计换成另一种控温仪表，调压器也改用由电动机带动滑动电刷的调压器，这时当炉温低于 150℃ 时，调压器输出电压最高以加快升温速度，炉温接近 150℃ 时，输出电压将适当下降，超过 150℃ 时输出电压为零，显然，这样炉温同样可以自动保持在 150℃ 左右，也不需人的参与。

如果上述第一、二种控制方法与三、四相比较，不难看出前者的加热电压是不变的，电阻上的电流则是时有时无；后者的加热电压是变化的，电阻上的电流大小随炉温变化，一般情况下不致完全断电，这样烤炉的温度波动会小些，但是控温装置显然也要复杂些。

概括起来，自动化带来的主要效益是：

- (1) 稳定产品质量；
- (2) 增加产量，提高劳动生产率；
- (3) 降低原材料消耗；
- (4) 降低劳动强度，保障人身安全；
- (5) 缩短产品的交货周期，加快资金周转。

综合许多自动控制系统的实例，我们再把上述 4 种控温系统的组成进行对比，可以得出表 2-1 所示的结果，由此可见，自动控制装置是模仿人的操作，从而取代了人的劳动。

表 2-1 四种温控系统结构对比

	手控开关型	带温控仪表型	手控调压器型	电动调压器型
控制对象	电热炉			
被控变量	炉内温度			
目标值	150℃			
检测装置	温度计	测温元件	温度计	测温元件
比较环节	人脑	温控器	人脑	控温仪表
调节器	人脑	控温接点	人脑	控制单元
执行器	手控开关	交流接触器	手控调压器	电动调压器
操作变量	电源通断	电源通断	电压高低	电压高低
干扰作用	电源电压变化，炉门开闭，烘烤产品进出等			

2. 反馈控制系统的基本组成

反馈控制系统是由各种结构不同的元部件组成的。从完成“自动控制”这一职能来看，一个系统必然包含被控对象和控制装置两大部分，而控制装置是由具有一定职能的各种基本元件组成的。在不同系统中，结构完全不同的部件却可以具有相同的职能，因此将组成系统的元部件按职能分类主要有以下几种：

- (1) 测量元件：其职能是检测被控制的物理量，如果这个物理量是非电量，一般要再转

换为电量。

(2) 给定元件：其职能是给出与期望的被控量相对应的系统输入量（即参据量）。

(3) 比较元件：其职能是把测量元件检测的被控量实际值与给定元件给出的参据量进行比较，求出它们之间的偏差。常用的比较元件有差动放大器、机械差动装置、电桥电路等。

(4) 放大元件：其职能是将比较元件给出的偏差信号进行放大，用来推动执行元件去控制被控对象。

(5) 执行元件：其职能是直接推动被控对象，使其被控量发生变化。

(6) 校正元件：也叫补偿元件，它是结构或参数便于调整的元部件，用串联或反馈的方式连接在系统中，以改善系统的性能。

3. 自动控制系统基本控制方式

反馈控制是自动控制系统最基本的控制方式，也是应用极广泛的一种控制方式。除此之外，还有开环控制方式和复合控制方式，它们都有其各自的特点和不同的适用场合。

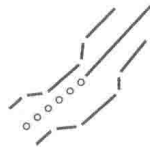
(1) 反馈控制方式：反馈控制方式也称为闭环控制方式，是指系统输出量通过反馈环节返回来作用于控制部分，形成闭合环路的控制方式，是按偏差进行控制的，其特点是不论什么原因使被控量偏离期望值而出现偏差时，必定会产生一个相应的控制作用去减小或消除这个偏差，使被控量与期望值趋于一致。可以说，按反馈控制方式组成的反馈控制系统，具有抑制任何内、外扰动对被控量产生影响的能力，有较高的控制精度。但这种系统使用的元件多，结构复杂，特别是系统的性能分析和设计也较麻烦。尽管如此，它仍是一种重要的并被广泛应用的控制方式，自动控制理论主要的研究对象就是用这种控制方式组成的系统。

(2) 开环控制方式：开环控制方式是指控制装置与被控对象之间只有顺向作用而没有反向联系的控制过程，其特点是系统的输出量不会对系统的控制作用发生影响。

(3) 复合控制方式：按扰动控制方式在技术上较按偏差控制方式简单，但它只适用于扰动是可量测的场合，而且一个补偿装置只能补偿一种扰动因素，对其余扰动均不起补偿作用。因此，比较合理的一种控制方式是把按偏差控制与按扰动控制结合起来，对于主要扰动采用适当的补偿装置实现按扰动控制，同时再组成反馈控制系统实现按偏差控制，以消除其余扰动产生的偏差。这样，系统的主要扰动已被补偿，反馈控制系统就比较容易设计，控制效果也会更好。这种按偏差控制和按扰动控制相结合的控制方式称为复合控制方式。

二、自动控制系统的分类

自动控制系统有多种分类方法。按控制方式可分为开环控制、反馈控制、复合控制等；按元件类型可分为机械系统、电气系统、机电系统、液压系统、气动系统、生物系统；按系统功能可分为温度控制系统、位置控制系统等；按系统性能可分为线性系统和非线性系统、连续系统和离散系统、定常系统和时变系统、确定性系统和不确定性系统等；按参据量变化规律又可分为恒值控制系统、随动系统和程序控制系统等。一般为了全面反映自动控制系统的特点，常常将上述各种分类方法组合应用。



1. 线性连续控制系统

这类系统可以用线性微分方程式描述。按其输入量的变化规律不同又可将这种系统分为恒值控制系统、随动系统和程序控制系统。

2. 线性定常离散控制系统

离散控制系统是指系统的某处或多处的信号为脉冲序列或数码形式,因而信号在时间上是离散的。连续信号经过采样开关的采样就可以转换成离散信号。一般,在离散系统中既有连续的模拟信号,也有离散的数字信号,因此离散系统要用差分方程描述。工业计算机控制系统就是典型的离散系统。

3. 非线性控制系统

系统中只要有一个元部件的输入—输出特性是非线性的,这类系统就称为非线性控制系统,这时,要用非线性微分(或差分)方程描述其特性。非线性方程的特点是系数与变量有关,或者方程中含有变量及其导数的高次幂或乘积项。由于非线性方程在数学处理上较困难,目前对不同类型的非线性控制系统的研究还没有统一的方法。但对于非线性程度不太严重的元部件,可采用在一定范围内线性化的方法,将非线性控制系统近似为线性控制系统。

三、对自动控制系统的基本要求

自动控制理论是研究自动控制共同规律的一门学科。尽管自动控制系统有不同的类型,对每个系统也有不同的特殊要求,但对于各类系统来说,在已知系统的结构和参数时,我们感兴趣的都是系统在某种典型输入信号下,其被控量变化的全过程。对每一类系统被控量变化全过程提出的共同基本要求都是一样的,可以归结为稳定性、快速性和准确性,即稳、准、快的要求。

1. 稳定性

稳定性是保证控制系统正常工作的先决条件。它是这样来表述的:系统受到外作用后,其动态过程的振荡倾向和系统恢复平衡的能力。如果系统受到外作用后,经过一段时间,其被控量可以达到某一稳定状态,则称系统是稳定的。还有一种情况是系统受到外作用后,被控量单调衰减,在这两种情况中系统都是稳定的,否则称为不稳定。另外,若系统出现等幅振荡,即处于临界稳定的状态,这种情况也可视为不稳定。线性自动控制系统的稳定性是由系统结构决定的,与外界因素无关。

2. 快速性

为了很好完成控制任务,控制系统仅仅满足稳定性要求是不够的,还必须对其过渡过程的形式和快慢提出要求,一般称为动态性能。快速性是通过动态过程时间长短来表征的,系统响应越快,说明系统复现输入信号的能力越强。

3. 准确性

理想情况下,当过渡过程结束后,被控量达到的稳态值应与期望值一致。但实际上,由于系统结构、外作用形式以及摩擦、间隙等非线性因素的影响,被控量的稳态值与期望值之