

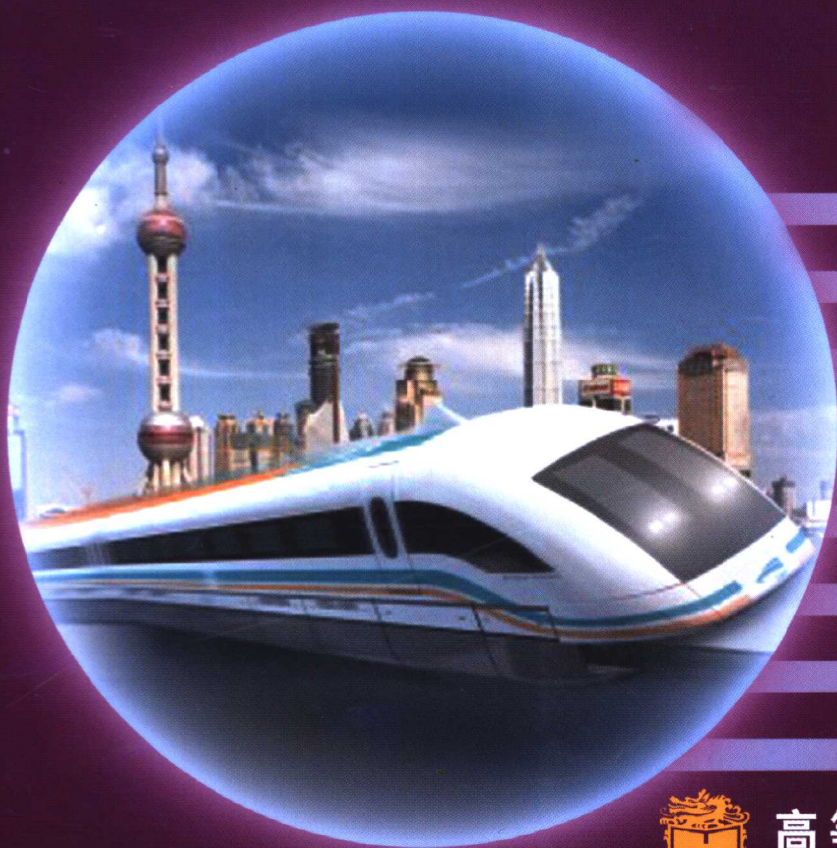


普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)

自动控制工程 基础及应用

张小慧 主 编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材
(高职高专教育)

自动控制工程基础及应用

张小慧 主编

高等教育出版社

内容提要

本书主要介绍基于 PC 机自动控制工程各组成部分的功能和作用,内容涉及传感检测装置、执行机构及传动装置、计算机和 PLC 控制等。并对实施自动控制工程时的方案设计、设备配置、安装调试等方面的问题进行讨论。

本书适合作高职高专院校应用电子、电气、自动化专业的教材和电气工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

自动控制工程基础及应用 / 张小慧主编. —北京:
高等教育出版社, 2003.12
ISBN 7-04-013179-X

I. 自... II. 张... III. 自动控制理论—高等学校:技术学校—教材 IV. TP13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 105330 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 中国农业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 11.5
字 数 270 000

版 次 2003 年 12 月第 1 版
印 次 2003 年 12 月第 1 次印刷
定 价 14.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2~3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2~3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

前 言

本书是教育部普通高等教育“十五”国家级规划教材,是在多年教学与实践的基础上,根据高职高专培养目标的要求以及现代自动控制工程技术发展的需要编写的。本书从实际应用出发,介绍代表当今发展潮流的、广泛应用的、基于PC机自动控制工程的一些主要技术,包含自动控制工程中常用的执行机构及传动装置、检测用传感器、计算机和PLC控制等内容。讨论了由上述内容构成和实施自动控制工程时的方案构思、设计方法、设备配置、安装调试等实际应用问题。

本书尽量立足实际,遵循标准,注重实用。适合作高职高专电气、电子、自动化、计算机应用等专业的教材,它对于上述专业学生的知识掌握和综合应用有极大的帮助。本书内容对一般电气自动化工程技术人员也具有实用参考价值。

本书共分六章,其中第一章由王进杏、张小慧编写,第二、三、四章由张小慧、莫其华编写,第五章由莫其华、何旭初、蔡红斌编写,第六章由张小慧、莫其华、刘嘉编写,全书由张小慧担任主编并统稿。刘一峰高级工程师审读了本书。

书中参考了有关的教科书和资料,在此对作者和资料提供人表示感谢。

由于编者水平有限,书中会有错漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

作者

2003年9月

策划编辑	孙 杰
责任编辑	许海平
封面设计	王凌波
责任绘图	郝 林
版式设计	史新薇
责任校对	康晓燕
责任印制	杨 明

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581698/58581879/58581877

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn 或 chenrong@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社法律事务部

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

专业基础系列

■ 电路基本分析 (第2版)	石 生
■ 电路基本分析学习指导(配盘)	刘青松
■ 电路及磁路 (第二版)	蔡元宇
■ 电路	徐熙文
■ 电路基础	胡翔骏
■ 电路与电工技术	陆国和
■ 电工实验与实训	陆国和
■ 电工电子技术 (少学时)	林平勇
■ 电工电子技术 (多学时)	陈小虎
■ 电工电子技术简明教程	谢克明
■ 电工学	易沅屏
■ 电工技术 (第二版)	席时达
■ 电子技术 (第二版)	吕国泰
■ 建筑电工技术	严伟中
■ 电工电子实训	董儒胥
■ 电子技术实践与训练	廖先芸
■ 电子电路及电子器件	郭培源
■ 电子技术	付植桐
■ 模拟电子技术基础	陈梓城
■ 数字电子技术基础	张友汉
■ 模拟电子技术 (第2版)	胡宴如
■ 模拟电子技术学习指导	胡宴如
■ 数字电子技术 (第2版)	杨志忠
■ 数字电子技术学习指导	杨志忠
■ 模拟电子技术基础 (第二版)	周良权
■ 数字电子技术基础 (第二版)	周良权
■ 电机及拖动	许晓峰
■ 电机及应用	赵承荻
■ 电机应用技术基础	牛维扬
■ 自动控制工程基础及应用	张小慧

目 录

绪论	1	第五节 PLC 的编程	71
第一章 自动控制工程及其技术简介	2	第六节 PLC 编程工具软件的使用	74
第一节 自动化和自动控制工程的概念	2	第七节 PLC 程序的编制方法	93
第二节 对自动控制系统的基本要求	6	第八节 触摸屏装置	101
第三节 自动控制工程技术和装置简介	8	第五章 传动和执行机构	120
第二章 传感器和检测装置	12	第一节 电气传动机构	120
第一节 传感器的基本知识	12	第二节 调速方式与负载类型配合	123
第二节 接近开关及其作用	15	第三节 直流电动机速度调节装置	126
第三节 位移检测装置	18	第四节 三相异步电动机变频调速方式与 负载配合	136
第四节 速度传感器	21	第五节 变频调速装置	141
第五节 温度检测装置	22	第六节 液压执行机构	150
第六节 压力传感变换器	25	第七节 气动执行机构	152
第三章 计算机控制技术	28	第六章 自动控制工程实施	155
第一节 计算机控制系统及其构成	28	第一节 自动控制工程的设计步骤	155
第二节 串行与并行接口	32	第二节 控制系统的干扰抑制和冗余配置	156
第三节 模拟信号输入接口	37	第三节 单机自动控制工程实施	160
第四节 模拟信号输出接口	44	第四节 系统自动控制工程实施	163
第五节 开关信号输入输出通道接口	49	第五节 集散控制系统实施应用	167
第六节 计算机控制中控制规律的实现	51	第六节 自动控制工程中设备的安装及其 注意事项	173
第四章 可编程控制器和触摸屏装置	62	参考文献	176
第一节 可编程控制器概况	62		
第二节 PLC 的基本结构及工作原理	62		
第三节 PLC 的技术性能	65		
第四节 PLC 的特点及应用场合	70		

绪 论

提到“自动控制”或“自动化”几个字,人们很容易联想到生活和生产过程中使用的各种自动化装置,如建筑物的自动门和电梯,轻工、电子、汽车、钢铁等企业的自动生产线,锅炉热动力和化工反应器的过程控制等,都采用了自动控制技术和装置。就连导弹和航天这样的尖端工业也离不开自动控制技术的支持,自动控制工程已经遍布于国民经济各个领域。

“自动控制”或“自动化”的作用如何呢?仅就生产过程自动化而言,可以提高劳动生产率,节省能源和原材料,降低生产成本。能够在保障安全生产,改善工作条件,减轻劳动强度的同时,大幅度提高产品质量,增强产品更新换代能力。更为重要的是自动化技术的应用有助于实现科学管理,促进改善产品结构、产业结构,在生产方式和管理体制等方面产生重大影响。因此,自动控制及自动化技术的广泛应用,对于国民经济发展有着巨大推动作用。

自动化技术涉及的基础理论学科很多,如自动控制原理、自动控制系统、传感器、传动控制技术、微电子和计算机技术等。特别是微电子和计算机技术的应用,为自动化工程技术带来根本性变革和巨大发展。由于有专门课程加以研究,因此,这里我们对相关理论不作深入讨论,而是把重点放在体现理论的实际综合应用上,具体来说就是讨论用基于理论的技术和装置来构建自动化系统和实施自动化工程的问题。另外,由于自动化技术应用领域广泛,这里选取一些简单且具有代表性的工业生产自动化工程实例作为基本对象加以讨论,便于着手学习和领会掌握。

本书的指导思想是从实际应用出发,介绍代表当今自动控制工程领域发展潮流的、广泛使用的——基于PC机的自动化工程的一些主要技术,内容包含自动控制工程中常用的执行机构及传动装置、传感器及检测装置、计算机和PLC控制技术,并对采用上述内容构成和实施自动控制工程时的方案构思、设计方法、设备配置、安装调试等应用方面的问题进行讨论。

教材取材的必要性在于:以计算机为核心的控制系统应用于生产过程控制已成为自动化的发展潮流,用它来武装新兴工业与改造传统工业生产过程,是我国既定和正在实施的重要技术方针。随着向管理等高层领域的延伸和发展,自动化技术已成为实现工业现代化的根本途径和主要工具。因此,对那些将来要成为生产一线工程技术人员的工科学生必须要具备一定的自动化技术知识。

第一章

自动控制工程及其技术简介

本章主要介绍自动化系统的构成,叙述自动控制工程中的一些基本概念,并概括说明现代自动工程的一些特点。

第一节 自动化和自动控制工程的概念

一、自动控制工程的意义

提到“自动化”,人们很容易联想到生活和生产过程中使用的各种自动化设施,如饭店、宾馆的自动门、街头自动售货机、自动供水装置、建筑物电梯、车间里利用机械手代替人工操纵的饮料灌装线和汽车装配线等。自动化与自动控制的概念密切相关,它通常是指在无人直接参与的情况下,利用自动控制装置,控制工作机械、生产过程或某些参数,自动地按预定的规律和要求运行、变化。自动化工程则主要是指自动化系统的方案构思、设计、设备配置、安装调试等实施内容。

自动化工程有着重要作用和意义。借助自动化装置和技术,实施对各种设备或生产过程的控制和监视,显然会大大降低员工的劳动强度、提高生产效率。在高温、剧毒、强辐射等环境中,用自动化装置远距离监控生产过程而不必进入现场作业,保障了操作人员的身心安全。自动化装置的高精度、高速度、连续性好等特点,还有助于提高产品质量。特别是现代微电子和计算机技术的应用,使自动化装置性能有了根本性的提高,也使自动化工程由主要专注于设备和生产工艺流程的监控向着更高的层次——管理综合自动化方向发展。自动化技术的应用为合理配置原材料、降低能源消耗、减少环境污染,及时分析调整产品结构,适应大规模的现代化生产模式提供了基础条件。事实上,人们把整体自动化水平的高低当作了衡量行业生产水平、国家工业化程度的一个重要标志。

二、传动控制系统构成和基本概念

1. 自动控制系统构成

开展自动化工程要涉及诸多自动化理论和技术,如自动控制原理、自动控制系统、传感器、电气控制及传动控制技术、微电子和计算机监控技术等。有些还涉及机械、液压、气动传动系统。自动化工程实施往往是上述多项技术、装置或系统的综合应用。因此,上述学科中的基本概念这里均适用。除了上面的叙述外,随着内容的深入还会涉及一些主要概念和定义。

为叙述方便,这里举两个例子。第一个例子是图 1-1-1 所示的自动门,图(a)为机械结构示意图,图(b)为控制系统结构示意图。自动控制由控制器、伺服电动机、传动丝杠、门机构、内外红外线探测器和门开门关位置监视开关组成。自动门工作过程为:当有人从内部(或外部)走近自动门时,相应的红外探测器会检测到信号,并送至控制器,于是控制器起动电动机 3 带动丝杠正转,门 6 开启,到达全敞开位置时触及开门限位开关 8,控制器接受到该信号后,使电动机断电,门即停在敞开位置。当人走出(入)离开红外探测范围后,控制器经过短暂延迟,反向起动电动机 3 关门,当门到达全关闭位置时触及关门限位开关 9,电动机断电停止。这便是自动门根据无人通行而自动开关的过程。上面提到的延时作用,是为了防止在行人间隙之间自动门频繁开关动作。关门中间红外探测器 7 的作用是,当有人处在两扇门中间时,自动门处于打开状态位置(不能关闭),防止夹人。

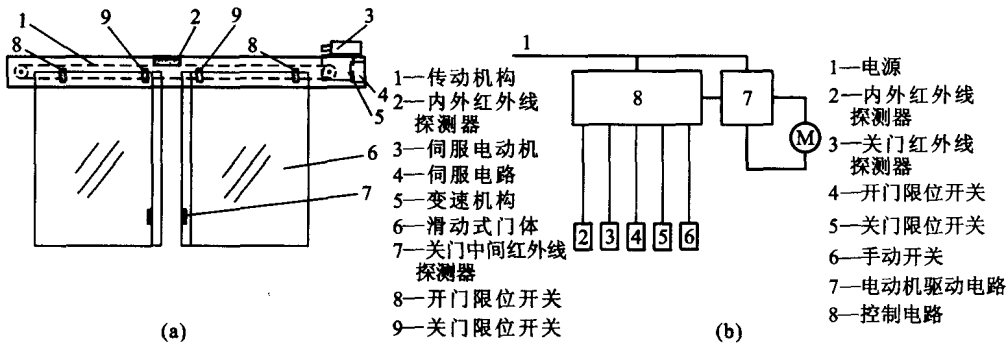


图 1-1-1 自动门构成原理图

第二个例子是恒压控制供水自动化工程中的自动控制系统。图 1-1-2 所示为其系统图,图中 1 和 2 分别代表两台水泵,即泵 1 和泵 2 M1 和 M2 为两台水泵的交流驱动电动机,其中一台按工频电源运行,另一台通过变频器供电,二者由转换开关进行选择切换。 P_s 是在用户供水管路上安装的用来检测水压的传感器,PLC 为控制器。下面以 1 号水泵接变频运行,2 号水泵接工频电源运行方式为例说明该恒压供水控制系统的工作过程。在控制器中设定恒定水压 P_s 后,当用户用水量较少时,控制器只须开启水泵 1 供水。由于水泵水压 P_s 与转速 n 的平方成正比关系,即 $P_s \propto n^2$,当用户用水量变化造成水压高低变化时,控制器输出控制变频器使泵 1 电动机转速变低变高,减小或增加流量,以保持水压保持恒定。当用水量继续增加,超出泵 1 所能达到的压力流量调节范围或泵 1 达到最高转速时,控制器则开启泵 2,在泵 2 满负荷运行的基础上,通过变频器调节泵 1 转速,使水压趋于恒定。

(1) 被控制对象和被控量

很显然,在上述两个例子中,门和水泵是被控制的,控制器令其开则开,令其关则关。像这种受操纵、受控制的主体,如设备、装置或生产过程等即称为被控对象,有时简称对象。通常情况下,被控对象反映为代表其特征的参数,这些参数则被称为被控量。

(2) 控制装置

同样是在上述例子中,用来控制门开或关、水泵开或停的控制器,它可能是由计算机、数字/

模拟电路、继电器电路等组成,它的作用是接受被控对象的相关检测信号,不断与设定的工艺控制规律和要求信号比较、分析、决策、发出命令,控制被控对象按预定目标工作。具备了这种功能的装置即称之为控制装置。由此可见,控制装置是自动化系统中最关键的核心部分。

(3) 传动和执行机构

很多情况下,控制装置输出能量不够大,不能直接驱动被控对象,而要通过类似于第一个例子中的电动机——螺杆机构和第二个例子中的变频器——电动机环节进行变换后起作用。这种担负着接受控制装置输出信号,并将其转变为能对被控对象施加控制作用的机构称作传动和执行机构。换句话说,传动和执行机构是控制命令的真正“执行者”。例如设备或生产线的电动、液压或气动的机械臂等都属于传动和执行机构。

(4) 传感检测装置

在第一个例子中,感应开关 8、9 用来检测门开关位置,第二个例子中的传感器 P_5 检测供水压力,像这样一种用来检测被控量实际值,并将其转化为符合规范或标准信号的装置称为传感检测装置。

至此可以了解到,自动控制工程中的控制系统按作用分,通常应包括被控对象、控制装置、传感检测装置和传动执行机构四大部分。

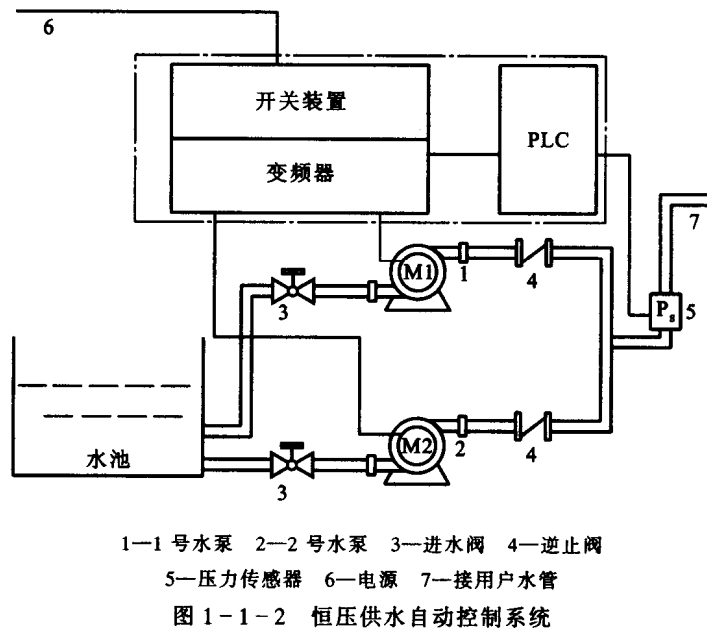


图 1-1-2 恒压供水自动控制系统

2. 自动控制系统基本概念

根据自动控制的理论,可以用图 1-1-3 的方框图形式表示上述二例自动控制系统的构成,它是自动控制系统的抽象结构。

除了已介绍的四个主要部分外,自动控制系统还涉及给定信号、反馈和反馈信号、误差信号、干扰信号以及开环控制和闭环控制等概念。

① 被控量 $c(t)$ 亦称输出量,多指反映被控对象的状态参数。

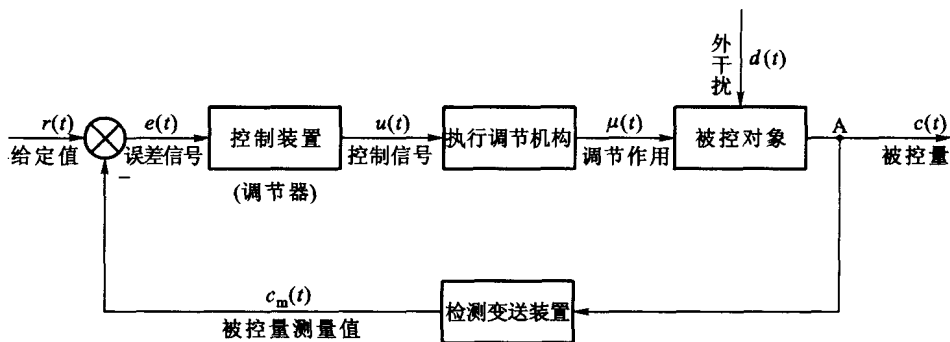


图 1-1-3 自动控制系统结构方框图

② 给定信号 $r(t)$ 简称给定,它是指自动控制系统预先设定的控制目标或规律,控制系统将按照它的要求进行工作,如前面例中的开门红外传感信号和压力设定信号。给定信号用作自动控制系统规定的正常输入信号。

干扰信号 $d(t)$ 是指来自控制系统内部和外部未规定的、非正常的输入信号。

③ 反馈和反馈信号 $c_m(t)$,反馈是指把反映被控对象(被控量)实际状态的信号反送到控制系统的输入端并对被控对象产生作用和影响的过程。那些反送到控制系统输入端的信号便称作反馈信号。在前面的例子中,反馈信号则分别对应自动门门限开关信号和供水系统压力变换器信号。反馈有两种形式,当反馈信号与给定信号相位(极性)相反,其作用的结果使被控对象与给定目标之间的误差变得越来越小的,称之为负反馈。反之,称为正反馈。

在自动控制系统中通常采用的是负反馈,它是使控制对象始终跟随给定规律变化,不断趋向和最终达到给定目标。这是因为:a. 负反馈不断调整所施加的控制作用,使误差最终为零,表示被控量与给定目标量一致,这才是控制的目的。b. 负反馈控制系统对外界或内部的干扰有抑制作用或称之为具有抗干扰作用。

④ 误差信号 $e(t)$,通常是指给定信号与反馈信号比较、获得的信号差。它反映的是控制过程中设定的控制目标或规律与被控对象的实际状态和变化的差距,同时也是控制的依据。前面恒压供水自动控制系统中,则是根据压力变换器的实际压力反馈信号与给定压力信号在控制装置中不断比较,并根据差值进行控制调整。

⑤ 开环控制和开环控制系统,根据控制理论关于闭环控制的含义,对一个控制系统,如果只有给定信号,没有反馈信号参与控制时,称这种形式的控制为开环控制。那么,表现在系统结构上则是没有反馈信号通路,这样的系统称为开环控制系统。

⑥ 闭环控制和闭环控制系统对一个系统控制来说,只要有反馈信号参与的控制,便可称为闭环控制,因而,有时也称闭环控制为反馈控制。那么,由闭环控制方式构成的控制系统则称为闭环控制系统。根据被控对象和反馈信号的种类,可以确定闭环控制系统的名称。如:恒压自动供水系统中被控量为压力,反馈量为压力信号,构成的闭环控制系统称之为压力闭环控制系统。在其他一些控制系统中,被控量和反馈量为速度信号的称为速度闭环控制系统;在一个大的控制系统中同时出现了两个(如电压和电流)反馈,那么,则可以称该控制系统为(电压、电流)双闭环控制系统。依此类推,凡此种种。

第二节 对自动控制系统的基本要求

一、基本要求

工程上对一个自动控制系统有稳定性、准确性、快速性等基本要求。这些要求通常用系统在单位阶跃信号作用下过渡过程响应的一些性能指标来衡量。

稳定性是指系统过渡过程曲线呈衰减振荡的形式,最终趋于稳态,即 $c(\infty) = \text{常量}$,如图 1-2-1(a)所示。这是实际工程中对任何一个自动控制系统的最低要求。

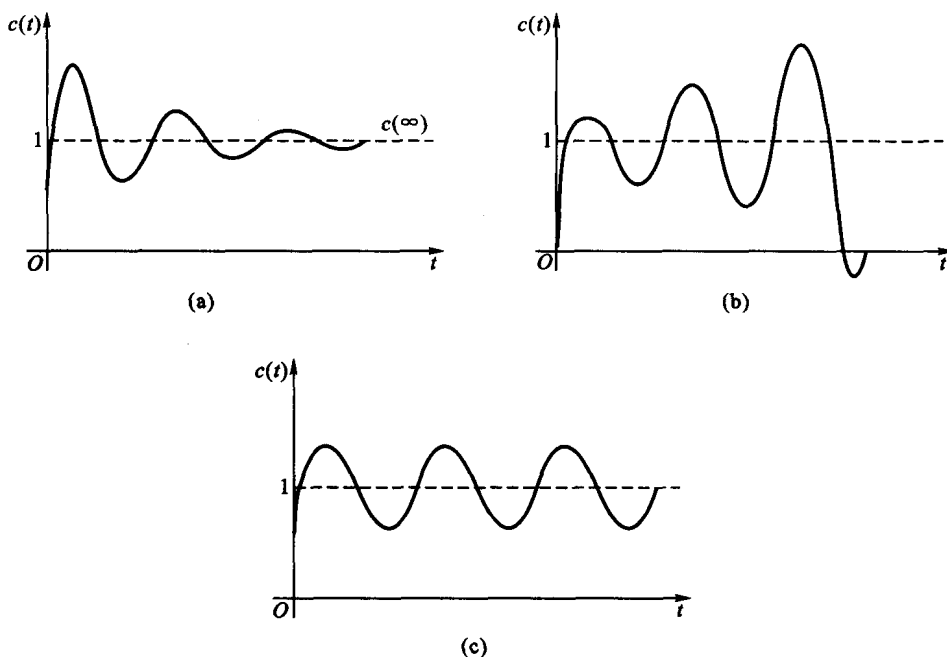


图 1-2-1 闭环控制系统在给定值单位阶跃作用下的过渡过程曲线

(a) 稳定 (b) 不稳定 (c) 临界稳定(等幅振荡)

若过渡过程曲线是发散的,被控量偏离给定值愈来愈大,即 $c(\infty) \rightarrow \infty$,则系统为不稳定的,如图 1-2-1(b)所示。这样的系统在工程上是绝不允许采用。

若过渡过程是等幅振荡的,则系统处于稳定与不稳定之间的临界状态,称为“临界稳定”,响应曲线如图 1-2-1(c)所示,这种情况会表现为被控对象在一定范围内、不停地、有节奏、大幅度地变化着(出现振荡)。比如前面的自动门和恒压供水系统处于这种状态时,就会出现在没有外界干扰的情况下,不停地开门关门、压力忽高忽低的变化。这种情况在工程上也必须避免,因为这种“振荡”将直接减少设备使用寿命,损坏设备,甚至造成事故。

图 1-2-2 表示一个控制系统在单位阶跃信号作用下典型的过渡过程曲线,结合该图说明系统的主要性能指标如下:

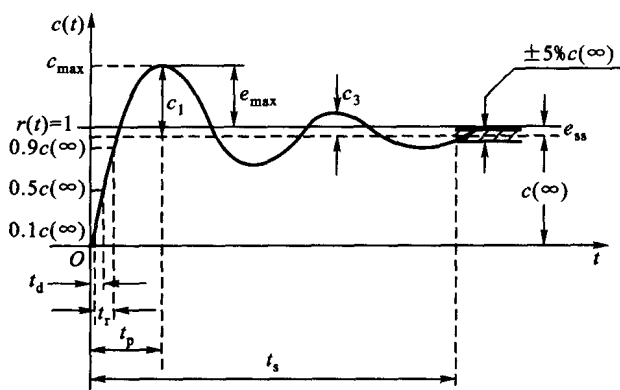


图 1-2-2 闭环系统在给定值单位阶跃扰动作用下的典型过渡过程曲线及其性能指标

1. 稳定性指标——超调量 $\sigma\%$

超调量 $\sigma\%$ 指在过渡过程曲线上,被控量输出的最大值 $c_{\max}$ 与其稳态值 $c(\infty)$ 之差与其稳态值之比的百分数,即

$$\sigma\% = \frac{c_{\max} - c(\infty)}{c(\infty)} \times 100\% \quad (1-2-1)$$

它反映了控制系统过渡过程的相对平稳性, $\sigma\%$ 小,表明系统的相对平稳性好。反之,则差。

2. 精确性指标——稳态误差(静差) e_{ss}

$$e_{ss} = |r(t) - c(\infty)| \quad (1-2-2)$$

它用系统给定值与稳态值之差的绝对值来衡量,反映了系统最终的控制精度。 e_{ss} 应该在工艺允许的范围以内,其值越小表明控制系统的稳态精度越高。

3. 快速性指标

(1) 总体快速性的指标——控制(或调节)时间 t_s

控制(或调节)时间 t_s 是指从过渡过程开始到结束所需的时间。理论上过渡过程无限长。实际上,一般认为当被控量完全进入其稳态值的 $\pm 5\%$ (或取 $\pm 2\%$) 的误差范围以内就认为过渡过程结束。因此,控制时间 t_s 就是从信号施加开始到被控量完全进入其稳态值的 $\pm 5\%$ ($\pm 2\%$) 误差范围内所需的最短时间。

控制(或调节)时间 t_s 是衡量一个控制系统总体快速性的指标。控制工程中一般希望它尽量小。这意味着系统能较快地跟随给定值并可以克服干扰的影响。

(2) 反映控制系统起始阶段快速性的指标

① 延迟时间 t_d : 它是指被控量首次达到其稳态值的一半所需的时间。

$$t_d = t |_{c(t)=0.5c(\infty)} \quad (1-2-3)$$

② 上升时间 t_r : 一般指被控量从其新稳态值的 10% 上升到 90% (对有振荡的系统,通常也可以取从零开始至第一次上升到其新稳态值)所需的时间。

$$t_r = \Delta t \big|_{c(t): 0.1c(\infty) \rightarrow 0.9c(\infty)} \quad (1-2-4)$$

③ 峰值时间 t_p : 指被控量超过其稳态值达到第一个峰值所需的时间。

$$t_p = t \big|_{c(t) = c_{\max}} \quad (1-2-5)$$

在上述所有的性能指标中,应用最多的为: e_{ss} 、 $\sigma\%$ 和 t_s , 对于随动系统还应关注 t_p 、 t_r 。

t_d 、 t_r 与 t_p 三个指标反映的是系统响应速度的快慢,考察快速随动系统中会用到。

此外,过渡过程曲线的振荡次数和振荡频率,也分别能反映系统的稳定性与快速性。在最优控制系统中,常用各种误差积分指标作为目标函数来衡量控制系统性能的优良程度等。需用时,请参阅自动控制原理方面的资料。

二、系统性能指标之间的关系

控制系统的上述三个基本要求与各项性能指标之间,常常相互矛盾,相互制约。例如当追求系统过分稳定(要求超调量 $\sigma\%$ 较小)或提高精度(e_{ss} 较小),则要求过渡过程平缓,这会导致响应速度变慢,整体快速性变差(t_r 、 t_p 、 t_s 变大);同样,一味注重提高快速性,也将会使系统的稳定性变差。因此,在工程上需要针对被控对象的不同特点和要求,对系统的各项性能指标在有所侧重的基础上综合考虑加以确定。比如对本身工艺要求缓慢的控制系统,可以以克服各种干扰、提高稳定性或精确度为主要目标,而对于以速度和位移为控制对象的系统,则往往以快速性指标为主。

第三节 自动控制工程技术和装置简介

一、自动化工程组成部分及相互关系

以上是按照自动控制系统的框架结构将其分为四个部分,而事实上自动控制工程中的每一部分都可能会采用一项或多项控制技术和装置。实施一项自动化控制工程往往是根据需要把多项技术与装置集结到一起综合应用。仍以先前的例子来加以说明,首先要考虑到这样一个问题,那就是任何设备和控制装置的工作都需要有动力源,比如首先给设备、控制器接上电源,为它们提供最基本能量是工作的前提条件。那些能够向设备、控制器等提供电源的装置称之为配电装置。如果把配电装置作为一项单独内容,综合考虑控制系统相关部分的功能、作用,那么可以将前面的自动门和恒压供水控制所代表的自动化工程结构及相互关系用图 1-3-1 所示形式表示。其中以变压器和开关电器等为代表的配电装置的作用是负责为系统其他各部分提供电源,包括执行机构用的动力电源和控制装置、传感检测装置用的控制电源。同时配电装置中的部分元件如开关的操作及状态还将受到控制装置的监控。传感检测装置是用来检测被控对象的运行参数的,一些有源型传感器工作时也需要向其提供电源。以计算机、PLC 或单片机为核心的控制装置则在接收反映被控对象运行状况的传感检测装置的检测信号的同时,按预定的控制规律和要求进行处理,其输出指令控制着配电装置的操作和执行机构的动作。执行机构在从配电装置获得动力的同时,执行控制装置发出的指令,作用于被控对象,完成控制功能。因此,图中所代