



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

电气工程及其自动化系列

计算机控制技术

JISUANJI KONGZHI JISHU

胡家华 主编

- ◆ 厚基础，重实践
- ◆ 融入新思想新方法
- ◆ 培养动手创新能力



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十二五”创新型规划教材·电气工程及其自动化系列

计算机控制技术

胡家华 主 编
颜景斌 李艳东 副主编



哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍了计算机控制系统分析、设计与工程实现的基本理论、过程和方法。全书共分9章,分别讲述了计算机控制系统的基本概念、基本组成、过程通道与信号采样及恢复、数字控制器的模拟化设计方法、离散化设计方法、状态空间设计方法及模糊控制的基本过程,并讨论了离散控制系统的计算机仿真技术及系统可靠性设计等问题,书中还给出了一些实际举例。

本书可作为高等院校电气工程及其自动化、计算机应用、电子信息、机电一体化等专业教材,也可供相关的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制技术/胡家华主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2012.3

ISBN 978-7-5603-3419-6

普通高等教育“十二五”创新型规划教材·电气工程及其自动化系列

I. ①计… II. ①胡… III. ①计算机控制-高等学校-教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 023965 号

策划编辑 王桂芝 许雅莹

责任编辑 王桂芝 段余男

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街10号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 12.75 字数 338 千字

版 次 2012年3月第1版 2012年3月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-3419-6

定 价 28.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

普通高等教育“十二五”创新型规划教材
电气工程及其自动化系列
编 委 会

主 任 戈宝军

副主任 王淑娟 叶树江 程德福

编 委 (按姓氏笔画排序)

王月志	王燕飞	付光杰	付家才	白雪冰
刘宏达	宋义林	张丽英	周美兰	房俊龙
郭 媛	贾文超	秦进平	黄操军	嵇艳菊

序

随着产业国际竞争的加剧和电子信息科学技术的飞速发展,电气工程及其自动化领域的国际交流日益广泛,而对能够参与国际化工程项目的工程师的需求越来越迫切,这自然对高等学校电气工程及其自动化专业人才的培养提出了更高的要求。

根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》及教育部“卓越工程师教育培养计划”文件精神,为适应当前课程教学改革与创新人才培养的需要,使“理论教学”与“实践能力培养”相结合,哈尔滨工业大学出版社邀请东北三省十几所高校电气工程及其自动化专业的优秀教师编写了《普通高等教育“十二五”创新型规划教材·电气工程及其自动化系列》教材。该系列教材具有以下特色:

1. 强调平台化完整的知识体系。系列教材涵盖电气工程及其自动化专业的主要技术理论基础课程与实践课程,以专业基础课程为平台,与专业应用课、实践课有机结合,构成了一个通识教育和专业教育的完整教学课程体系。

2. 突出实践思想。系列教材以“项目为牵引”,把科研、科技创新、工程实践成果纳入教材,以“问题、任务”为驱动,让学生带着问题主动学习,在“做中学”,进而将所学理论知识与实践统一起来,适应企业需要,适应社会需求。

3. 培养工程意识。系列教材结合企业需要,注重学生在校工程实践基础知识的学习和新工艺流程、标准规范方面的培训,以缩短学生由毕业生到工程技术人员转换的时间,尽快达到企业岗位目标需求。如从学校出发,为学生设置“专业课导论”之类的铺垫性课程;又如从企业工程实践出发,为学生设置“电气工程师导论”之类的引导性课程,帮助学生尽快熟悉工程知识,并与所学理论有机结合起来。同时注重仿真方法在教学中的应用,以解决教学实验设备因昂贵而不足、不全的问题,使学生容易理解实际工作过程。

本系列教材是哈尔滨工业大学等东北三省十几所高校多年从事电气工程及其自动化专业教学科研工作的多位教授、专家们集体智慧的结晶,也是他们长期教学经验、工作成果的总结与展示。

我深信:这套教材的出版,对于推动电气工程及其自动化专业的教学改革、提高人才培养质量,必将起到重要的推动作用。

教育部高等学校电子信息与电气学科教学指导委员会委员
电气工程及其自动化专业教学指导分委员会副主任委员

戈宝军

2011年7月



前 言

本书是为大学本科学学生编写的教材。本教材总结了编者十多年来教学、科研的工作经验,并参考了近年来国内外最新相关著作和文献,根据教学的要求及学时安排,尽量利用较少的篇幅,系统地介绍计算机控制系统最基本的内容和应用。

计算机控制是指利用计算机技术(包括硬件和软件)参与到闭环控制系统中。近年来,计算机技术和控制技术发展很快,两者的结合使计算机控制理论和控制技术得到了快速发展。而计算机控制技术在军事、航天航空技术、工业生产过程、能源开发和利用等方面都有广泛的应用,因此,计算机控制技术是大学本科相关专业学生必修的专业技术基础课。

本书从工程技术角度出发,突出基本理论、基本概念和基本方法,注重理论与应用结合,设计与实现结合,强调设计过程的系统性和实用性。本书系统地阐述了计算机控制系统的分析方法、设计方法和工程实际应用。其主要内容有:第1章介绍计算机控制系统的组成和分类及发展趋势。第2章介绍计算机控制系统的过程通道、信号的采样与恢复、数字滤波和标度变换。第3章介绍计算机控制系统设计和分析所涉及的数学工具和数学方法,以及系统稳定性的判断方法和依据。第4章讨论计算机控制系统模拟化设计方法,这些方法从连续控制系统的设计方法演变而来,并且重点介绍数字PID控制的设计过程。第5章讨论计算机控制系统的离散化设计方法。重点讨论按照某种特定条件设计好的系统,当输入信号发生变化后系统的适应性及性能的变化;并详细地介绍了快速有波纹系统和快速无波纹系统的设计过程,以及针对含有纯滞后环节的系统如何进行设计。第6章介绍计算机控制系统的状态空间设计法。现代控制理论与状态空间法是紧密相连的,在一些复杂的工业过程控制、航天航空、交通运输和能源开发等领域,系统复杂、性能要求高,经典控制理论已满足不了设计要求,而状态空间法可以解决时变和时不变系统、线性和非线性系统、单输入单输出和多输入多输出系统的设计和分析。状态空间法是现代控制理论的标志,在工程设计中使用的越来越多。第7章介绍计算

机控制系统的模糊控制过程。针对被控对象的不确定性、无法建立精确的数学模型,采用模糊控制能获得满意的控制效果,因此,本章讨论模糊控制过程所涉及的数学工具、模糊控制原理,以及模糊控制器的设计过程。第8章介绍离散控制系统的计算机仿真技术,重点讨论 Simulink 的使用方法及模块的应用。第9章介绍计算机控制系统的可靠性设计。可靠性是系统设计的一个难题,只有设计的系统可靠,才能用到实际的生产过程中,否则将出现不可想象的后果,针对这样的问题,本章提出了一些设计方法。

本书由哈尔滨理工大学胡家华、颜景斌、刘健,以及齐齐哈尔大学李艳东和燕山大学谈宏莹共同编写。胡家华任主编并统稿,颜景斌、李艳东任副主编。具体编写分工如下:第1章、第9章由刘健编写,第2章、第8章由颜景斌编写,第3章、第5章由胡家华编写,第4章、第7章由李艳东编写,第6章由谈宏莹编写。

哈尔滨工业大学出版社对本书的出版给予了大力支持,并对本书进行了精心加工和修改,对此深表谢意。

由于作者的水平有限,书中难免存在疏漏及不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2011 年 10 月



目 录

第1章 计算机控制系统概述	1
1.1 计算机控制系统的一般概念	1
1.2 计算机控制系统的组成	2
1.3 计算机控制系统的分类	4
1.4 计算机控制技术的发展趋势	6
本章小结	8
习 题	8
第2章 计算机控制系统的过程通道	9
2.1 接口与过程通道	9
2.1.1 接口电路	9
2.1.2 过程输入通道	10
2.1.3 过程输出通道	15
2.2 系统间的通信通道	19
2.2.1 串行总线的基本概念	19
2.2.2 串行通信的异步和同步方式	20
2.2.3 差错控制技术	21
2.2.4 串行通信标准总线	24
2.2.5 现场工业总线	26
2.3 计算机控制系统中信号采样与恢复	29
2.3.1 信号的采样过程	30
2.3.2 采样定理	31
2.3.3 量化过程和量化误差	32
2.3.4 信号的恢复和保持器	32
2.4 过程通道的干扰和数字滤波	34
2.4.1 串模干扰和共模干扰	34
2.4.2 数字滤波	35
2.5 标度变换	37
本章小结	38
习 题	39

第3章 系统设计的数学工具和数学分析	40
3.1 差分方程	40
3.2 z 变换及 z 传递函数	43
3.2.1 z 变换	43
3.2.2 z 变换的一些基本性质	46
3.2.3 z 的反变换	47
3.2.4 用 z 变换求解差分方程	49
3.3 脉冲传递函数	50
3.3.1 脉冲传递函数定义	50
3.3.2 脉冲传递函数的求法	51
3.4 z 域稳定性分析	52
3.4.1 系统在 z 域稳定性条件	52
3.4.2 系统在 z 域稳定性判据	53
3.4.3 线性离散系统的动态响应分析	55
3.4.4 线性离散系统的稳态误差	57
本章小结	60
习 题	60
第4章 计算机控制的模拟化设计方法	61
4.1 模拟控制器到数字控制器的实现	61
4.1.1 模拟控制器到数字控制器的离散等效原理及条件	62
4.1.2 模拟控制器转化为数字控制器的方法	63
4.2 数字 PID 控制器的设计	65
4.2.1 模拟 PID 控制规律的离散化	65
4.2.2 数字 PID 控制算法的改进	68
4.3 数字 PID 控制器参数的整定	71
4.3.1 PID 参数变化对系统性能的影响	71
4.3.2 采样周期 T 的选择	72
4.3.3 简易工程法整定参数	72
4.3.4 试凑法确定 PID 调节器参数	74
4.3.5 PID 归一参数整定法	75
4.4 设计举例	76
本章小结	78
习 题	78
第5章 计算机控制系统的离散化设计	79
5.1 最少拍无差计算机控制系统的设计	80
5.1.1 最少拍无差控制系统的设计方法	80

5.1.2	快速有波纹系统的设计	84
5.1.3	快速无波纹系统的设计	87
5.2	纯滞后控制系统的设计	89
5.2.1	史密斯(Smith)预估控制	89
5.2.2	大林(Dahlin)算法	92
5.3	数字控制器的频域设计法	97
5.3.1	数字控制器的频率特性	97
5.3.2	w 变换法的设计步骤	99
5.4	数字控制器的根轨迹设计法	101
	本章小结	103
	习 题	103
第6章	计算机控制系统的状态空间设计法	105
6.1	状态空间法的基本概念	105
6.2	离散系统的状态空间描述	106
6.2.1	由差分方程建立离散状态空间模型	106
6.2.2	多输入多输出离散系统的状态空间描述	109
6.2.3	离散状态方程的求解	109
6.2.4	离散状态空间方程与 z 传递函数之间的转换	111
6.3	离散系统的能控性和能观性	114
6.3.1	能控性和能观性定义	114
6.3.2	对偶原理	118
6.4	离散系统的状态空间设计法	119
6.4.1	极点配置设计法	119
6.4.2	状态观测器设计法	121
6.4.3	离散二次型最优设计法	123
	本章小结	126
	习 题	126
第7章	计算机控制系统的模糊控制	129
7.1	模糊控制的数学工具	129
7.1.1	模糊集合	129
7.1.2	模糊集合的表示方法	130
7.1.3	模糊集合的运算	131
7.1.4	隶属函数确定方法	131
7.1.5	模糊关系	132
7.2	模糊控制原理	135
7.2.1	模糊控制器的组成	135
7.2.2	模糊控制器设计	139

7.3 双输入单输出模糊控制器设计	142
7.4 模糊数字 PID 控制器	145
本章小结	147
习 题	147
第 8 章 离散控制系统的计算机仿真	148
8.1 MATLAB - Simulink 简介	148
8.2 Simulink 结构程序设计	150
8.3 离散系统仿真	156
8.4 Simulink 仿真应用	161
本章小结	164
习 题	164
第 9 章 计算机控制系统的可靠性与抗干扰技术	166
9.1 可靠性的基本概念	166
9.1.1 可靠性的含义	166
9.1.2 可靠性的主要指标	166
9.1.3 系统可靠性的计算方法	170
9.2 改善计算机控制系统可靠性的方法	172
9.2.1 影响计算机控制系统可靠性的因素及改善措施	172
9.2.2 计算机控制系统的可靠性设计原则	173
9.3 硬件抗干扰技术	174
9.3.1 干扰的基本概念	174
9.3.2 干扰的耦合方式	174
9.3.3 抗干扰的主要技术手段	175
9.3.4 串模干扰与共模干扰	180
9.3.5 电源系统的干扰	182
9.3.6 反射波的干扰	183
9.4 软件抗干扰技术	186
9.4.1 指令冗余技术	186
9.4.2 软件陷阱技术	187
9.4.3 故障自动恢复处理程序	189
9.4.4 Watchdog 技术	190
本章小结	191
习 题	191
参考文献	192



第 1 章 计算机控制系统概述

本章重点:开环和闭环控制系统的基本概念;计算机控制系统的组成结构;计算机控制系统的分类及发展方向。

本章难点:计算机控制系统的输入、输出通道的概念。

计算机控制系统是在自动控制技术和计算机技术飞速发展的基础上产生的。20 世纪 50 年代中期,经典的控制理论已经发展成熟和完备,并在不少工程技术领域中得到了成功应用,模拟式自动控制系统也达到了相当完善的程度。许多元件、过程仪表和系统都已形成了标准化和系列化产品,在工业生产过程中占有相当重要的地位。但是经典的控制理论也有明显的局限性,在对复杂系统的设计和复杂控制规律的实现上很难满足更高的要求。现代控制理论的发展为自动控制系统的分析、设计与综合提供了理论基础,而计算机技术的发展为复杂控制规律的实现提供了非常有效的手段,两者的结合极大地推动了计算机自动控制技术的发展。

1.1 计算机控制系统的一般概念

自动控制系统的组成方式可以是多种多样的。但从系统的输出对控制过程的影响来看,可以把自动控制系统归为两种,即开环控制系统和闭环控制系统。

开环控制是指系统的输出对控制过程没有影响,如图 1.1 所示。

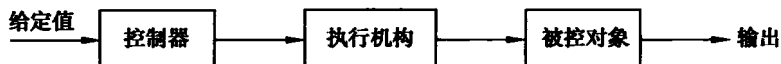


图 1.1 开环控制系统

闭环控制是指系统的输出对控制过程有影响,如图 1.2 所示。



图 1.2 闭环控制系统

开环控制和闭环控制在自动控制系统中都有应用,但是应用比较广泛的是闭环控制系统。

图 1.2 所示的闭环控制系统可以看成是连续控制系统的典型结构,系统中各处的信号均

为连续信号。图 1.2 中给定值与反馈值比较产生偏差,控制器对偏差进行调节计算,得到调节量,经过执行机构使被控参数达到期望值。其中控制器是控制系统的关键部分,它决定了控制系统的控制性能和应用范围。

将连续系统中的比较器和控制器的功能用计算机来实现,就组成了一个典型的计算机控制系统,其基本框图如图 1.3 所示。

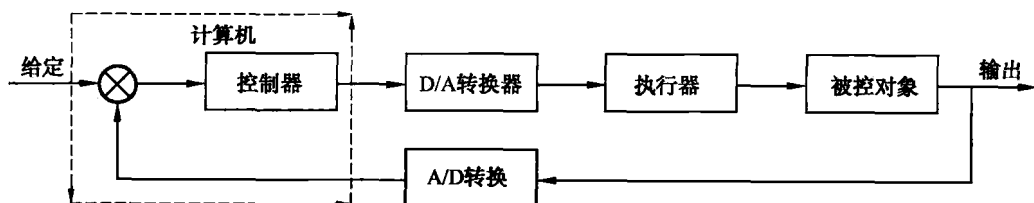


图 1.3 计算机控制系统的典型结构

在计算机控制系统中,计算机的输入输出都是数字信号,而被控对象的被控参数一般都是模拟量,执行机构的输入大都是模拟量,因此系统结构中需有将模拟量转换为数字量的 A/D 转换部分和将数字量转换为模拟量的 D/A 转换部分。因此可以说计算机控制系统是数字信号和模拟信号的混合系统。

在计算机控制系统中,除了包含数字信号外,由于被控对象是连续的,所以系统中也包含连续的信号。数字信号是指在时间上离散、幅值上量化的信号,因此计算机控制系统也称为数字控制系统。如果忽略幅值上的量化效应,数字信号就是离散信号,若将连续的被控对象连同保持器一起进行离散化处理,那么计算机控制系统就可以看成是离散控制系统。

计算机控制系统的控制过程通常可以归结为以下三个实时过程:

- ① 实时数据采集,即对被控量的瞬时值进行检测和输入。
- ② 实时决策,即按给定的控制与管理要求,根据实时采集的被控量和输入量进行控制行为的决策,产生控制指令。
- ③ 实时控制,即根据决策,适时地向执行机构发出控制指令。

上述实时的概念是信号的采集、计算和输出都要在一定的时间内(采样间隔)完成,超过一定的时间就失去了控制时机,控制也失去了意义。这一过程不断重复,使整个系统能够按照一定的品质指标运行。

1.2 计算机控制系统的组成

计算机控制系统由微型计算机、外部设备、输入输出接口及通道、检测机构和执行机构、被控对象以及相应的软件组成,如图 1.4 所示。

1. 硬件

硬件包括计算机、输入输出接口及通道、外部设备以及操作台。

(1) 计算机

计算机是计算机控制系统的核心,通过接口和通道可以向系统的功能部分发出各种指令,同时对被控对象的被控参数进行实时检测与处理。具体的功能是完成程序执行、数值计算、逻辑判断和数据处理以及数据保存等工作。

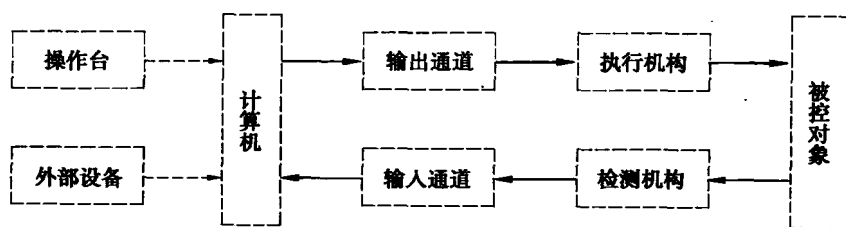


图 1.4 计算机控制系统的组成

(2) 输入输出接口及通道

接口电路是完成计算机与外部设备之间电气信号与数字信号的连接。计算机处理的信号电平是TTL电平,而外部设备的信号电平不一定是TTL电平,因此通过接口电路将其他信号电平转换为TTL电平,或将TTL电平转换为其他信号电平。接口和通道可以看成是一体的,一般来说接口电路和其他输入输出电路构成输入输出通道。通道是计算机和被控对象(或生产过程)之间信息传递和转换的连接通道。输入通道把被控对象的被控参数经过A/D转换变成数字信号传给计算机,或是将其他数字信号直接传给计算机;输出通道把计算机输出的控制命令和数据经D/A转换变成模拟信号传给被控对象,或将开关信号直接输出。输入输出通道一般分为:模拟量输入输出通道;数字量输入输出通道;开关量输入输出通道。

(3) 计算机外部设备

实现计算机和外界交换信息的设备统称为外部设备(外设)。外部设备包括信息存贮设备、输入输出设备以及串行通信设备等。

输入设备主要有键盘,用来输入命令和数据。

输出设备主要有CRT显示器和打印机等,用来向操作人员提供各种信息和数据,以便及时了解控制过程。

串行通信设备主要用来满足组建网络的要求,实现资源共享,信息共享。

(4) 操作台

操作台是操作人员与计算机控制系统进行“对话”的装置,主要包括以下几部分:

① 显示装置,如液晶显示器或数码管显示器,以显示操作人员要求实现的内容或报警信号以及过程曲线等。

② 功能键,通过功能键可以向主机申请中断服务,以完成特定功能的实现。功能键包括复位键、启动键、停止键、打印键、显示键等。

③ 数字键,用来输入某些数据或修改控制系统的某些参数。

2. 软件

软件是指能够完成各种功能的计算机控制系统的程序。它包括系统软件和应用软件。它是计算机系统的神经中枢,整个系统的动作,都是在软件的指挥下协调工作。

系统软件是指为提高计算机使用效率,扩大功能,为用户使用、维护和管理计算机提供方便的程序总称。系统软件一般包括操作系统、诊断系统和进行应用程序编辑、编译的环境软件等,具有一定的通用性。一般由计算机厂家提供。

应用软件是用户根据要解决的实际问题而编写的各种程序,一般是指在计算机控制系统中完成各种任务的程序,如数据采集和处理程序、输入输出控制程序、巡回检测和报警控制程序等。

3. 计算机控制系统的特点

计算机控制系统与模拟控制系统相比较,具有以下不同特点:

① 在模拟(连续)控制系统中,各处的信号是连续模拟信号。而在计算机控制系统中,除仍有连续的模拟信号外,还有离散信号、数字信号等。因此计算机控制系统是模拟信号和数字信号的混合系统。

② 在模拟(连续)控制系统中,控制规律是由模拟电路实现的,控制规律越复杂所需要的模拟控制电路越复杂,设备越庞大。如果要修改控制规律,原有的控制电路的结构就要进行改变。而在计算机控制系统中,控制规律是通过计算机的控制程序来实现的,如果要修改控制规律,只要对控制程序进行修改就可以,而硬件电路一般不进行修改,因此计算机控制系统具有很好的灵活性和适应性。

③ 在模拟(连续)控制系统中,系统的给定值与反馈值的比较是连续进行的,调节器对偏差的调节也是连续进行。而在计算机控制系统中,计算机是每隔一定时间通过 A/D 转换器对连续信号进行采样,按照给定的控制规律进行计算处理,产生的控制信号经 D/A 转换成为离散的模拟信号,再经过保持器,将其变为连续信号作用在被控对象上。因此,计算机控制系统可以看成是离散控制系统。

④ 在模拟(连续)控制系统中,一个控制器一般只能控制一个回路。而在计算机控制系统中,由于计算机具有高速的处理能力,一个数字控制器通过分时控制的方式,可以同时控制多个被控回路。因此,计算机控制系统的控制效率非常高。

⑤ 计算机具有丰富的指令系统和很强的逻辑判断能力,可以实现模拟电路不能实现的复杂控制规律。

1.3 计算机控制系统的分类

根据计算机在控制系统中的控制功能和控制目的,可以将计算机控制系统分为以下几种类型。

1. 操作指导控制系统

操作指导(Operational Information, OI) 控制系统是指计算机的输出不直接用来控制生产对象,而只对系统的过程参数进行采集和处理,然后输出控制结果,由操作人员根据控制结果去调节被控对象。这种控制系统是一种开环控制过程。其优点是结构简单,控制灵活和安全。缺点是要人工操作,速度受到限制,不适合快速系统的控制和多个对象的控制。它一般用在计算机控制系统的研制初级阶段,或者是用在新的数学模型试验以及新程序的调试阶段。

2. 直接数字控制系统

直接数字控制(Direct Digital Control, DDC) 系统,是计算机用于工业过程控制最普遍的一种方式,其结构如图 1.5 所示。计算机通过检测部件对一个或多个被测量进行巡回检测,通过输入通道输入计算机。计算机根据设定的控制规律进行计算得到控制量,然后通过输出通道输出控制量去控制被控对象,使系统的被控参数达到预定的要求。直接数字控制系统是一种闭环控制过程,计算机不仅能完全取代模拟控制器,实现多回路的控制,而且不改变系统的硬件电路,只通过改变程序就能有效实现较复杂的控制规律,如前馈控制、自适应控制、最优控制等。

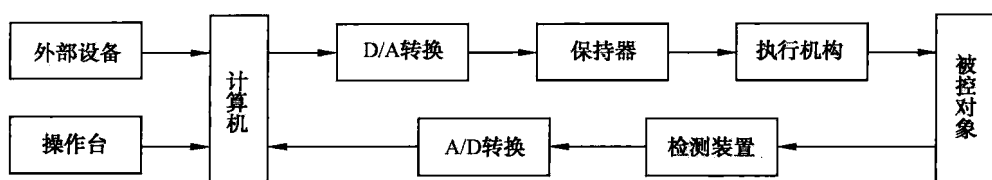


图 1.5 直接数字控制系统原理框图

3. 监督计算机控制系统

监督计算机控制(Supervisory Computer Control)系统,简称SCC系统。在SCC系统中,由一台计算机(称为SCC计算机)根据生产过程的数学模型,计算出最佳给定值,传给模拟调节器或是DDC计算机,由模拟调节器或是DDC计算机控制生产过程。

监督计算机控制系统有两种不同的结构形式:一种是SCC+模拟调节器系统;另一种是SCC+DDC系统。监督计算机控制系统的结构如图1.6所示。图1.6(a)是SCC+模拟调节器控制系统,图1.6(b)是SCC+DDC系统。监督计算机控制方式的控制效果,主要取决于生产过程的数学模型的优劣,而这个模型一般是针对一个目标函数设计的,如果这个数学模型能使目标函数达到最优,则这种控制方式就能实现最优控制。监督计算机控制系统中SCC计算机输出是控制的最优给定值,不是人为给定的,因此这种控制系统又可以称为给定值控制。

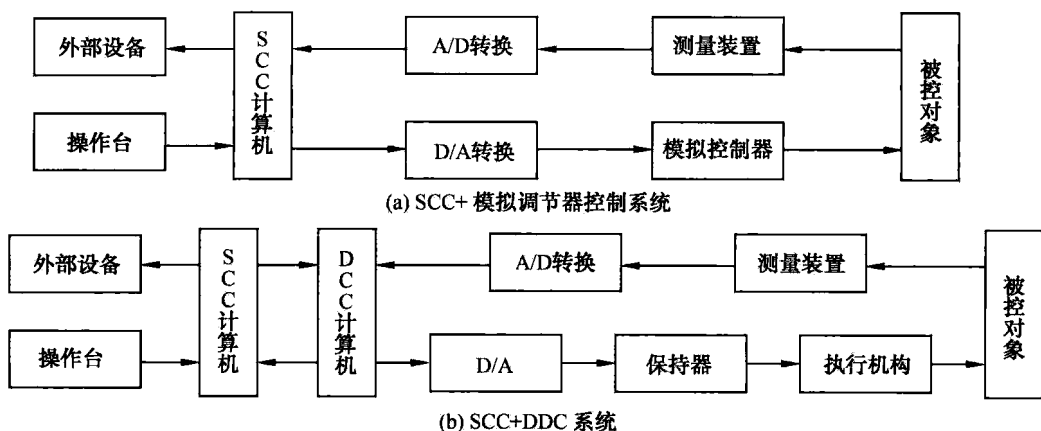


图 1.6 监督计算机控制系统结构示意图

4. 分布控制系统(集散控制系统)

分布控制系统(Distributed Control System, DCS)也称为集散控制系统。在整个生产过程中,由于生产设备分布广,各设备、各工序同时并行工作且相互独立,故系统比较复杂。针对这种情况,分布控制系统将控制功能分散,用多台计算机分别执行不同的控制任务,而且把系统分三级管理:分散过程控制级、监督级、管理级。

- ① 分散过程控制级是底层,直接对生产过程进行检测和控制。
- ② 监督级是中间层,它根据生产管理级的要求,确定分散过程控制级的最优给定值。
- ③ 管理级是顶层,它根据下级的信息以及生产要求,编制整个系统的生产报表和最优控制策略等。

DCS是利用计算机技术对生产过程进行集中监督、管理和分散控制的一种新型控制

技术。

5. 计算机集成制造系统

计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System, CIMS) 是对企业生产过程和生产管理进行优化的生产管理控制系统。它将企业的计划、采购、生产、销售整个生产过程统一考虑进行优化决策和最优生产过程控制,以达到最高的生产效率和最低的生产成本以及产品质量的高度可靠。

计算机集成制造系统是计算机技术、自动控制技术、制造技术、信息技术、管理技术、系统工程技术等新技术的综合。

1.4 计算机控制技术的发展趋势

计算机控制技术是自动控制理论与计算机技术相结合的产物。因此计算机控制系统的发展是与自动控制理论和计算机技术本身的发展密不可分。

从 1946 年第一台电子计算机诞生,人们就想到在工业生产中利用计算机。随着大规模及超大规模集成电路的发展,计算机的可靠性和性价比越来越高,这使得计算机控制系统的应用越来越广泛。同时,随着生产力及生产规模的发展,对计算机控制系统的要求也逐渐提高。目前,计算机控制系统有如下几个发展趋势。

1. 集散控制系统

在生产过程控制领域中,集散控制技术已日益完善而且逐渐成为广泛使用的控制系统。集散控制系统从初期的分散控制为主,发展到向全系统信息的综合管理,因而具有分散控制和综合管理的两方面特征,故称为分散型综合控制系统,简称集散控制系统。

集散控制系统的特点是分散控制、集中管理。按照功能分层的方法,集散控制可以分为现场控制级、过程装置控制级、车间操作管理级、全厂优化和管理级。信息一方面自下向上逐渐集中,同时,它又自上而下逐渐分散。从系统结构分析看,集散控制系统由三大基本部分组成,即分散过程控制装置部分、集中操作和管理部分及通信系统部分。

① 分散过程控制装置部分由多回路控制器、多功能控制器、可编程逻辑控制器以及数据采集装置等组成。它相当于现场控制级和过程控制装置级,实现与生产过程的链接。

② 集中操作和管理部分由操作站、管理机和外部设备等组成,它相当于车间操作管理级和全厂优化、调度管理级。

③ 通信系统部分是在每级之间以及每级内的计算机经过通信网络连接起来,进行有线数据通信。

在集散控制系统中,一台控制器控制一个回路或若干个回路,这样可以避免在采用集中计算机控制系统时,若计算机出现问题,将对整个生产装置或整个生产系统带来严重后果的影响。集散控制系统中用一台或几台计算机对全系统进行全面信息管理,这样便于实现生产过程的全局优化。

2. 计算机集成制造系统

计算机集成制造系统简称 CIMS,是在自动化技术信息技术以及制造技术的基础上,通过计算机及其软件,将工厂的全部生产环节,包括产品设计、生产规划、生产设备、生产过程及生产材料和销售等有机地集成起来,统一决策,实现批量生产的总体高效率、高柔性的制造