

普通高等教育船舶类规划教材

微型计算机应用技术

黄国建 虞平良 曾芬芳 等编著

微型计算机应用技术

上

36-43

GJ/2

出版社

上海交通大学出版社

TP36-43
HGJ/2

普通高等教育船舶类规划教材

微型计算机应用技术

黄国建 虞平良 曾芬芳等编著

上海交通大学出版社

031596

内 容 简 介

本书介绍微型计算机技术在工业自动控制方面的广泛应用,着重介绍了微机控制系统的组成、分类与特点,过程通道的配置与特点,总线标准与抗干扰技术,控制系统的PID控制、模糊控制、最优控制与自适应控制等常用算法,以及微机控制系统设计的一般方法与步骤。书中选择了温度过程控制系统、数字程序控制系统与电液伺服控制系统等三种典型系统,详细介绍其工作原理、软硬件组成、系统构成特点及应用实例与相关程序,以利于读者形成从部件到系统的完整概念,掌握构成一个完整的工业控制系统的能力。

本书概念清晰、叙述完整、资料丰富、内容先进、实践性较强,具有较大的参考价值。

本书可作微机工业用户的技术参考书,亦可作大专院校工业自动化专业师生的教材。

JS302/16

(沪)新登字 205 号

微型计算机应用技术

出版:上海交通大学出版社

(上海市华山路 1954 号 邮政编码:200030)

发行:新华书店上海发行所

印刷:常熟教育印刷二厂

开本:787×1092(毫米)1/16

印张:12.75 字数:318000

版次:1995 年 12 月 第 1 版

印次:1995 年 12 月 第 1 次

印数:1—4000

ISBN 7—313—01583—6/TP·289

定价:15.00 元

570110

出版说明

根据国务院国发(1978)23号文件批转试行的“关于高等学校教材编审出版若干问题的暂行规定”,中国船舶工业总公司负责全国高等学校船舶类专业教材编审、出版的组织工作。

为了做好这一工作,中国船舶工业总公司相应地成立了“船舶工程”、“船舶动力”两个教材委员会和“船电自动化”、“惯性导航及仪器”、“水声电子工程”、“液压”、“水中兵器”五个教材小组,聘请了有关院校的教授、专家60余人参加工作。船舶类专业教材委员会(小组)是有关船舶类专业教材建设的研究、指导、规划和评审方面的专家组织,其任务是做好高等学校船舶类专业教材的编审工作,为提高教材质量而努力。

在总结前三轮教材编审、出版工作的基础上,根据国家教委对“八·五”规划教材要“抓好重点教材,全面提高质量,适当发展品种,力争系统配套,完善管理体制,加强组织领导”的要求,船舶总公司于1991年又制定了《1991~1995年全国高等学校船舶类专业规划教材选题》。列入规划的选题共107种。

这批教材由各有关院校推荐,同行专家评阅,教材委员会(小组)评议,完稿后又经主审人审阅,教材委员会(小组)复审,然后分别由国防工业出版社、人民交通出版社以及有关高等学校的出版社出版。

为了不断地提高教材质量,希望使用教材的单位和广大师生提出宝贵意见。

中国船舶工业总公司教材编审室

1992年5月

前 言

计算机技术和自动化技术是现代科学技术领域中发展最快的两个分支,计算机控制技术则是这两个分支的结合。由于计算机技术的迅速发展,如何提高非计算机专业学生的计算机应用能力已成为各高等院校面临的一个重要课题。几年来,我们对如何提高工业自动化专业学生的计算机应用能力进行了一些探索。在实践中,我们将工作的重点放在系列课程建设方面,确立了“一个中心,两个环节,三种能力,全方位建设”这样一个完整的体系,即以提高学生计算机应用能力为中心,抓住理论教学和实践教学两个环节,建立一个完整的课程体系,分别由《微型计算机原理》、《微型计算机应用技术》和《计算机操作实践》三门课程完成三个方面能力的培养,并结合课程改革建成了先进的实践教学系统,还将教学内容、教学方法、教学手段的改革与师资队伍建设和教书育人相结合,从全方位上保证了学生计算机应用能力的提高。本书就是为了满足该课程体系建设而编写的。

在上述课程体系建设中,《微型计算机应用技术》的任务是从系统着眼,培养学生构成一个完整的工业控制系统的能力。因此,本书的内容也突出系统概念,从系统的角度讲解接口,并选择三种典型系统——温度过程控制系统、数字程序控制系统和电液伺服控制系统,详细介绍其工作原理,构成特点以及应用实例,以便读者能够形成一个从部件到系统的完整概念。此外,由于在《微机原理》中已采用单片机为背景机,因此本书也以 MCS-51 系列单片机为背景机。

除了突出系统概念以外,内容的先进性和较强的实践性是本书的第二个特点。这是因为参加本书编写工作的人员长期工作在教学、科研第一线。几年来,除教学工作外,还为工厂企业完成了多项技术改造项目,接触了大量的世界先进技术,积累了丰富的实践经验。书中提供的实例,大多经过实际使用,有较大的参考价值。

概念清晰、叙述完整、资料丰富是本书的第三个特点。对书中涉及的内容,如常用芯片的使用,常用算法的实现等,都作了详细的介绍。由于课堂教学时数的限制,有些内容可作为学生课外阅读材料,也可作为学生进行课程设计、毕业设计的参考资料。

全书共分七章。第一章简单介绍了计算机控制系统的组成及分类、工控机的特点、国内外现状及其发展展望。第二章介绍了构成控制系统的基本单元——过程通道,分别叙述了后向通道、前向通道、人机通道和相互通道的配置与特点,并介绍了若干常用的微机总线标准及抗干扰技术。第三章为计算机控制系统的常用算法,既包括传统的 PID 算法,也包括了近代的模糊控制、最优控制、自适应控制等先进算法。第四章介绍微型计算机控制系统设计的一般步骤,并介绍了多微处理器系统中的特有问题。第五章到第七章分别介绍了温度过程控制系统、数字程序控制系统和电液伺服控制系统,包括系统特点及硬件、软件组成。

本书由华东船舶工业学院黄国建教授、虞平良副教授、曾芬芳副教授主编,上海交通大学陈铁年教授主审。参加编写工作的还有李彦、李众、陈红卫等老师,张健老师调试、修改了大部分程序。

在本书出版过程中,得到了范懋基教授、徐伟良教授、李文秀教授和上海交通大学出版社的关心和支持,在此表示衷心感谢。

本书引用了不少国内外作者的论著,在此谨表谢意。

由于编者水平有限,加上时间仓促,疏漏不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者 1995.7

目 录

第一章 绪论	1
1.1 计算机控制系统的组成	1
1.2 计算机控制系统的分类	6
1.3 工控机的特点及其发展	11
第二章 计算机控制系统中的通道配置和接口技术	16
2.1 控制系统通道概述	16
2.2 前向通道中的信号调理技术	22
2.3 后向通道中的隔离与驱动技术	27
2.4 微机的总线标准	29
2.5 过程通道抗干扰技术	45
第三章 计算机控制系统常用算法	55
3.1 数字 PID 调节器	55
3.2 模糊控制器	64
3.3 其他控制算法简介	79
第四章 微机控制系统设计	85
4.1 微机控制系统设计的一般步骤	85
4.2 微机控制系统设计举例	89
4.3 多微处理器控制系统的设计特点	94
第五章 微机温度过程控制系统	98
5.1 温度控制系统的构成	98
5.2 温度控制系统的输入通道	99
5.3 温度控制系统的常用算法	105
5.4 温度控制系统举例	107
5.5 工业锅炉的微机控制	112
第六章 微机数字程序控制系统	121
6.1 数字程序控制的一般概念	121
6.2 插补原理	123
6.3 微机数字程序控制系统的硬件	134
6.4 微机数字控制系统的软件编制	140
第七章 电液伺服控制系统	153
7.1 液压伺服控制概述	153
7.2 电液控制阀	155
7.3 电液伺服控制系统	161
7.4 电液伺服系统的计算机控制	165
第八章 工业个人计算机控制系统	170
8.1 概述	170
8.2 工控机的软件工程方法	174

8.3 用 IPC 组成的工业控制系统	178
附录一 模糊控制数学基础	183
附录二 若干标准总线引线表	189

第一章 绪 论

在现代科学技术领域中,计算机技术被认为是发展最快的两个分支之一。特别是近年来,以大规模集成电路先进技术为基础的微型计算机(以下简称微机)的出现,又进一步促进了计算机技术的发展。目前,微机已被广泛应用于工业、农业、国防、商业以至日常生活的各个领域,它不仅在数据处理、科学计算等方面应用极广,而且在工业自动控制方面也得到了越来越广泛的应用。

本书将着重介绍计算机控制系统的构成、常用算法,并研究若干个实际应用方面。

1.1 计算机控制系统的组成

一、连续控制系统与计算机控制系统

作为控制系统的一种类型,计算机控制系统与连续控制系统有许多共同之处。

图 1.1 给出了两种典型的连续控制系统框图。图 1.1(a)为开环控制系统,在这种系统中,控制器直接根据给定值去控制被控对象的工作,被控制量在整个控制过程中对控制量不产生影响,因此其控制性能较差。

图 1.1 (b)所示为典型的按偏差进行控制的闭环控制系统框图。被控对象的输出 $y(t)$ 是被控量(如转速、位移、温度、压力、流量、液位等)。控制的目的是要使被控量尽可能精确、及时地与给定信号 $r(t)$ 一致。为了对被控对象进行控制, $y(t)$ 经测量元件测量,并经变送器转换成电压(或电流)信号后,与给定信号 $r(t)$ 相比较。如有偏差,控制器将

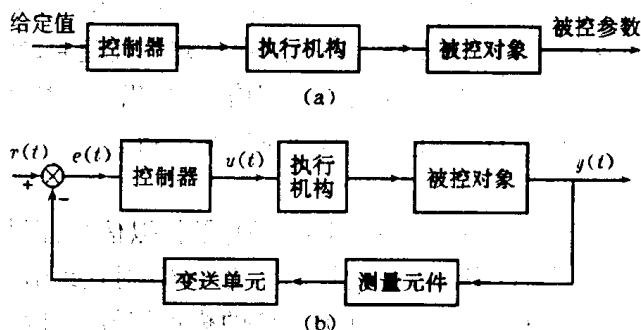


图 1.1 控制系统的一般形式

根据偏差产生控制信号 $u(t)$,通过执行机构作用于被控对象,使被控量达到预定值。

在控制系统中,控制器是核心部分。传统控制系统的控制器由模拟电路构成,其主要缺点是缺乏灵活性。因为其控制功能与模拟电路一一对应,所以改变控制方案一般要更换模拟电路。这种控制器称为模拟控制器。因为它是随时间连续起作用的,所以又称为连续控制器。该控制系统称为连续时间控制系统。

如果把图 1.1 中系统的控制器用数字计算机代替,就成为一个计算机控制系统。其框图如图 1.2 所示。如果计算机是微机,就组成微机控制系统。在微机控制系统中,只要运用各种指令,就能编出符合某种控制规律的程序。微处理器执行这样的程序,就能实现对被控参数的控制。

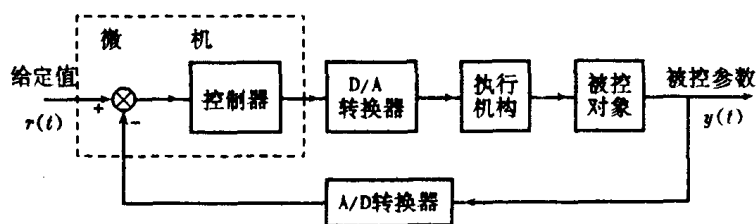


图 1.2 计算机控制系统基本框图

在计算机控制系统中,由于计算机的输入和输出信号都是数字信号,因此在这样的控制系统中,需要有将模拟信号转换为数字信号的 A/D 转换器,以及将数字信号转换为模拟信号的 D/A 转换器。

计算机控制系统有如下特点:

1. 由程序实现控制作用

在传统控制系统中,控制规律是由模拟电路实现的。而在计算机控制系统中,任何一种控制规律都是由数字计算机通过执行程序实现的,控制规律的改变只不过是程序的更换,不需在硬件上作任何变动。

2. 采样控制方式

在控制系统中,被控对象往往是连续装置,即其输入和输出都是连续时间信号。对于传统控制系统,被控量 $y(t)$ 与给定信号 $r(t)$ 的比较是连续进行的,产生的偏差是连续时间信号。控制器也是随时间连续起作用的。而计算机控制系统是在离散时刻起控制作用的,在系统中配备了实时时钟、模数转换器 A/D 和数模转换器 D/A。实时时钟每隔一定时间间隔,向 A/D 发出信息,对连续时间信号采样。经过数字计算机处理后,产生控制信号通过 D/A 输出,将离散时刻输出的控制信号,转换为连续时间信号,作用于被控对象。所以,计算机控制系统又称为采样控制系统,可以当作一个离散时间系统来分析。

3. 数字信号处理

在传统控制系统中,控制器处理的是模拟信号,而数字计算机只能接受、处理和输出数字信号。为了实现数字计算机的控制作用,A/D 对连续信号采样后,同时将模拟信号转换为数字信号。D/A 又将数字信号变换为连续的模拟信号。正因为这种数字控制作用,所以计算机控制系统也称为数字控制系统。其中计算机起数字控制器的作用。

4. 综合处理和控制

数字计算机可存储大量数据,进行高速运算,实现逻辑分析和判断,充分发挥软件的功能。因而它能实现多回路、多对象、多工况的综合处理和控制。例如在传统控制系统中,一个控制回路配有一个控制器。而在计算机控制系统中,一台数字计算机可以同时为多个控制通道服务,代替许多传统控制器工作。

5. 在线系统与实时系统

计算机控制系统从计算机参与生产过程的控制方式来看,它是在线系统;从计算机对输入数据和信号的响应来看,它是实时系统。

在线系统表示计算机直接接受生产过程设备的信息,并把计算结果直接送给被控对象,所以又称做“联机系统”。与此相对应,如果被控对象不直接受计算机控制,而通过中间记录介质

如磁带、磁盘或显示、打印记录,靠人进行联系再作相应操作和控制的系统,称为离线系统或脱机系统。

实时系统是计算机对接收到的数据和信息在一定允许时间范围内及时响应和处理,并把运算或判断结果迅速返回,作用于被控对象的控制系统。超出了允许时间,就失去了控制时机,控制也就失去了意义。

一个在线系统不一定是一个实时系统,但一个实时控制系统必定具有在线的功能和工作方式。例如一个只用于数据采集的计算机系统是一个在线系统,但它不是实时控制系统。

由常规仪表组成的连续控制系统虽具有可靠性高、易于维护操作等优点,并得到了广泛的使用,但是随着生产向大型化、连续化、生产品种多样化方向的发展,对自动化的要求越来越高,常规的连续控制系统的应用受到了限制。例如,它难以实现多变量的控制,难以用常规模拟仪表构成复杂的控制规律,难以实现最优控制、自适应控制、时变控制等,难以改变控制方案。而计算机控制系统除了能完成常规连续控制系统的所有控制功能外,还有它独特的优点。主要有:

(1)由于数字计算机的运算速度快、精度高,有丰富易变的逻辑判断功能和大容量的存储单元,因此能实现复杂的控制规律,从而可达到较高的控制质量。

(2)由于计算机具有分时操作的功能,所以一台计算机能代替多台常规控制仪表。一台数字机的最初投资虽然较大,但增加一个控制回路的费用却很小。对于连续系统来说,控制规律越复杂,所需要的硬件也就越多越复杂,因此,模拟硬件的成本几乎和控制规律的复杂性成正比。对于计算机控制系统,控制规律是由编制计算机程序之后在计算机上运行而实现的,控制规律的改变和复杂程序的提高,都不需改变计算机硬件,只需改变控制程序,因此控制系统的功能/价格比值高,系统成本低。

(3)由于计算机具有记忆和判断功能,所以可通过计算机综合生产的各方面情况,在环境或生产过程参数变化时及时作出判断,选择最合理最有利的方案和决策,从而使计算机控制系统具有很强的灵活性和适应性。

(4)计算机控制系统还有一些连续控制系统所不具备的优点,如没有漂移,抗干扰、抗噪声能力强等。

(5)随着计算机技术的发展,特别是微机的发展,使得计算机控制系统在体积和重量上都比模拟系统小得多,成本低得多。

由于计算机控制系统具有以上的优点,特别是由于大规模集成电路的出现与发展,从60年代末期开始,小型计算机,特别是微机的发展,使得数字计算机极快地深入到一般的控制领域,开始逐步取代模拟控制部件,甚至对最简单的单环控制系统也开始使用微机或单片机控制。

二、计算机控制系统的组成

从图1-2结构框图中可以看出,计算机控制系统主要由以下部分组成:

1. 控制对象

控制对象是指要控制的机器或设备,其特性可用传递函数来表征。根据传递函数的不同,控制对象可以是惯性环节、积分环节、纯滞后环节或它们的组合。根据输入输出量的数量,控制对象也可分为单输入单输出、多输入单输出及多输入多输出等类型。

2. 执行机构

执行机构是控制系统的重要部件,它根据调节器输出的控制信号,改变输出的角位移或直线位移,并通过调节机构改变被调介质的流量或能量,使生产过程符合预定的要求。执行机构按照采用的动力方式可以分为电动、气动和液动三类。

3. 测量变换装置

测量变换装置通常由传感器和测量线路构成,用于测量被控对象的运动状态、干扰等信号,并将信号放大、变换成一定量程的模拟信号。常用的测量变换装置为模拟式,如温度、压力、流量变送器等。随着数字技术的发展,将会有越来越多的数字测量装置问世并被广泛使用。

4. 数字调节器

数字调节器以数字计算机为核心,加上采样保持器,A/D、D/A 转换器及保持器组成。其控制规律由编制的计算机程序实现。

采样保持器用来对模拟信号采样,并保持一段时间。采样得到的是离散模拟信号,即时间上离散、幅值上连续的信号。采样周期应满足采样定理的要求,以保证不丢失信号中包含的信息。

A/D 转换器将离散模拟信号转换成时间上和幅值上均为离散的数字量。转换精度取决于 A/D 转换器的位数。当位数足够多时,转换可以达到足够高的精度。

数字计算机系统是数字调节器的核心,起控制器的作用,对信号进行存储、加工处理,按控制任务的要求形成控制指令,输出控制信号。数字计算机系统包括硬件和软件两部分。D/A 转换器将数字计算机输出的数字量转换成离散模拟量。由于离散模拟量在时间上是离散的,不能直接控制阀门或连续对象,还需经保持器作时间外推变换成模拟量。保持器将离散模拟信号转换成模拟信号,用来解决采样点之间的插值问题。所以保持器起了外推器的作用,它根据过去时刻的离散值,外推出采样点之间的数值。通常采用的保持器为零价保持器,它对采样值既不放大,也不衰减,而将 kT 时刻的采样值一直保持(外推)到 $(k+1)T$ 时刻前的瞬间。

三、微机控制系统的硬件组成

计算机控制系统中的微机系统主要是由主机、外部设备、输入/输出通道、人机联系设备和通信设备等组成,它们通过系统总线相互连接,构成一个完整的系统。其框图如图 1.3 所示,现分述如下:

1. 主机

微处理器是控制系统的核心,它和内存存储器一起通常又称为主机。主机根据过程输入通道发送来的工业对象的生产工况参数,按照人们预先安排的程序,自动地进行信息的处理、分析和计算,并作出相应的控制决策,以信息的形式通过输出通道,及时发出控制命令。主机中的程序和控制数据是人们事先根据控制规律(数学模型)安排好的。系统启动后,微处理器就从内存存储器中逐条取出指令并执行之。于是,整个系统就按人们事先设定的规律一步步地工作。

2. 常规外部设备

常规外部设备按功能可分成三类:输入设备、输出设备和外存储器。外部设备配备多少,要视具体情况而定。

常用的输入设备有键盘、纸带输入机等。输入设备主要用来输入程序和数据。

常用的输出设备有打印机、记录仪、显示器(数码显示器或 CRT 显示器)、纸带穿孔机等。

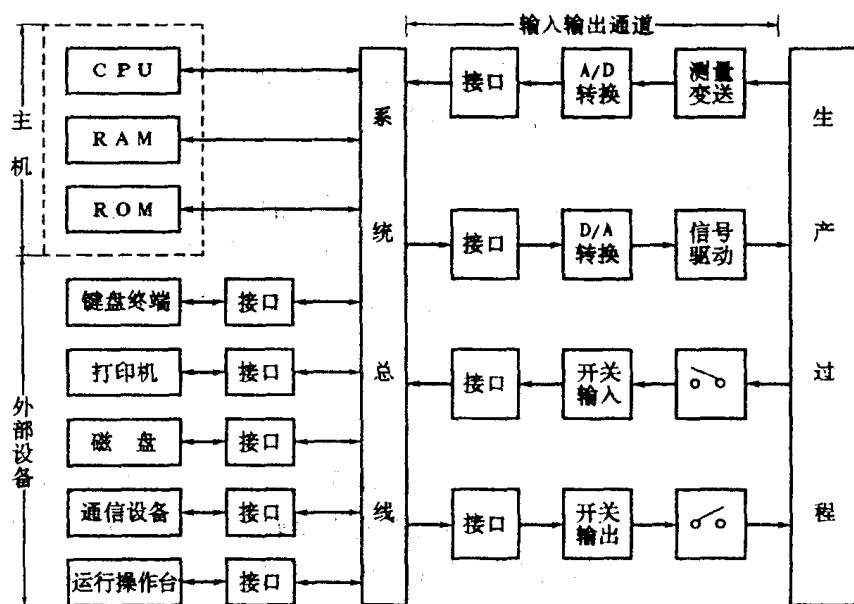


图 1.3 微机控制系统的硬件组成框图

输出设备主要用来把各种信息和数据按人们容易接受的形式,如数字、曲线、字符等提供给操作人员,以便及时了解控制过程的情况。

外存储器,如磁带装置、磁盘装置,兼有输入、输出功能,它们主要用来存储系统程序和有关数据。

3. 输入输出通道

过程输入输出通道,又称过程通道。工业现场的过程参数一般是非电量的,需经传感器(称一次仪表)变换为等效的电信号。为了实现计算机对生产过程的控制,必须在计算机和生产过程之间设置信息传递和变换的连接通道,这就是过程输入输出通道。它是生产过程控制特殊要求的。

过程通道一般分为模拟量输入通道、模拟量输出通道、开关量输入通道和开关量输出通道。它们的详细情况后面将有专门章节叙述。

自动化仪表包括测量元件、检测仪表、显示仪表、调节仪表、执行机构等,直接将输入输出通道与工业对象发生联系。

4. 接口电路

外部设备和过程通道是不能直接由主机控制的,必须由“接口”来传送相应的信息和命令。

微机控制系统中,根据应用不同,有各种不同的接口电路。从广义上讲,过程通道属于过程参数和主机之间的专用接口。这里讲的接口是指通用接口电路,一般有并行接口、串行接口和管理接口(包括中断管理、直接存储器存取 DMA 管理、计数/定时等)。

对微机控制系统的设计人员来说,应能在众多的集成化、标准化可编程序接口电路中,熟练地选择接口电路并配上简单的硬件,组成完整的符合要求的接口。

5. 运行操作台

每台微机都有一个键盘,它是用来直接与 CPU 进行“对话”的。程序员可用这个键盘检查程序,当主机硬件发生故障时,维修人员可以利用它判断故障。过程控制系统的操作人员必须

跟微机控制系统进行“对话”以了解生产过程状态,有时还要修改控制系统的某些参数,以及在发生事故时进行人工干预等等。

所以,微机控制系统一般要有一套专供运行操作人员使用的控制台,称为运行操作台,上面配备必要的显示装置和功能、数字输入按键,以便于操作人员的工作。

6. 通信设备

现代化工业生产过程的规模一般比较大,对生产过程的控制和管理也很复杂,往往需要几台或几十台计算机才能分级完成控制和管理任务。这样,在不同地理位置、不同功能的计算机之间或设备之间就需要通过通信设备进行信息交换。为此,需要把多台计算机或设备连接起来,构成计算机通信网络。

四、微机控制系统的软件

上述硬件只能构成裸机,它只为过程计算机控制系统提供了物质基础。裸机只是系统的躯干,既无大脑思维,也无知识和智能。因此必须为裸机提供软件,才能把人的思维和知识用于对生产过程的控制。软件是各种程序的统称,软件的优劣不仅关系到硬件功能的发挥,而且也关系到计算机对生产过程的控制品质和管理水平。软件通常分为两大类:系统软件和应用软件。

1. 系统软件

系统软件一般包括汇编语言、高级算法语言、过程控制语言、操作系统、数据库系统、通信网络软件和诊断程序等。系统软件带有一定的通用性,由计算机制造厂提供。用户需要了解系统软件并要会使用,以便更好地编制应用软件。

2. 应用软件

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。在微机控制系统中,每个控制对象或控制任务都配有相应的控制程序,用这些控制程序来实现对各个控制对象的不同要求。这种为控制目的而编制的程序,通常称为应用程序。这些程序的编制涉及到对生产工艺、生产设备、控制工具、控制规律的深入理解。首先要建立符合实际的数学模型,确定控制算法和控制功能,然后将其编成相应的程序。

应用软件一般分为过程输入程序、过程控制程序、过程输出程序、人机接口程序、打印显示程序和公共子程序等。其中过程控制程序是应用软件的核心,是基于经典或现代控制理论的控制算法的具体实现。过程输入、输出程序分别用于过程输入、输出通道,一方面为过程控制程序提供运算数据,另一方面执行控制命令。

计算机控制系统随着硬件技术的日臻完善,对软件提出了越来越高的要求。只有软件和硬件相互间有机地配合,才能充分发挥计算机的优势,研制出完善的计算机控制系统。

1.2 计算机控制系统的分类

对计算机控制系统有多种分类方法。根据数字计算机的应用特点和参与控制的方法可以将计算机控制系统分成六类。

一、计算机巡回检测 and 数据处理系统

严格说来它不属于计算机控制系统,只是为人工控制发展为自动控制提供资料。因此,也

可把它看作是计算机应用于工业控制的低级阶段,如图 1.4 所示。该系统将生产过程的各种需要收集的参数,经测量变换器、采样及模/数(A/D)变换器变换后,定时地巡回送入计算机内存中,然后由计算机对数据进行分析处理。当出现异常时发出声光报警,需要时,可以请求打印输出或选点显示,或者按要求定时制表打印或将数据处理的结果记录在外存储器中,作为资料保存和供分析使用。

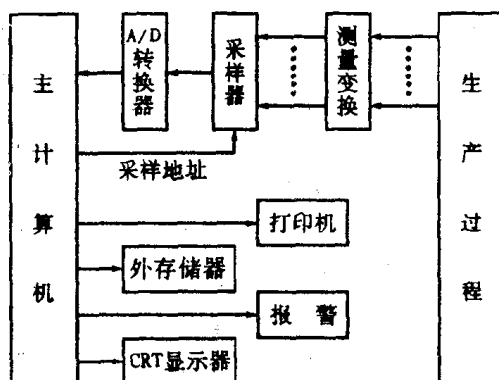


图 1.4 巡回检测和数据处理系统组成框图

二、操作指导控制系统

操作指导控制系统的构成如图 1.5 所示。该控制系统属开环控制型结构。这时微机的输出部分与生产过程的各个控制单元不直接发生联系,控制动作实际上由操作人员接受计算机指示去完成。微机根据一定的控制算法(数学模型),依赖测量元件测得的信号数据,计算出供操作人员选择的最优操作条件及操作方案。操作人员根据计算机的输出信息,如 CRT 显示图形或数据、打印机输出等去改变调节器的给定值或直接操作执行机构。

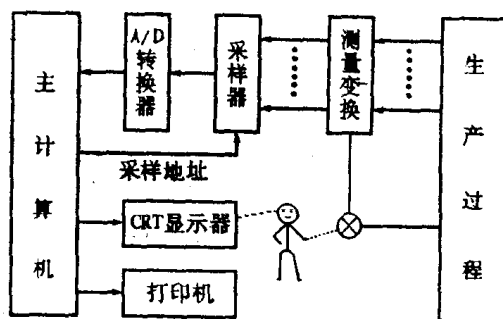


图 1.5 操作指导系统组成框图

操作指导控制系统的优点是结构简单、控制灵活和安全。缺点是要由人工操作,速度受到限制、不能控制多个对象。它常用于进行数据检测处理及用于试验新的数学模型和调试新的控制程序等。

三、直接数字控制系统

直接数字控制(Direct Digital Control,简称 DDC)系统的构成如图 1.6 所示。计算机首先通过模拟量输入通道和开关量输入通道实时采集数据,然后按照一定的控制规律进行计算,最后发出控制信息,并通过模拟量输出通道和开关量输出通道直接控制生产过程。DDC 系统属于计算机闭环控制系统,是计算机在工业生产过程中最典型的一种应用方式。

直接数字控制与模拟调节系统有很大的相似性,直接数字控制是以一台计算机代替多台模拟调节器的功能。由于计算机的特点,除了能够实现多回路的 PID 调节规律外,不需改变硬件,仅仅改变程序就能实现多回路串级控制、前馈控制、纯滞后补偿控制、多变量解耦控制以及自适应、自学习、最优等复杂规律的控制。

四、计算机监督控制系统

在直接数字控制方式中,对生产过程产生直接影响的被控参数给定值是预先设定的,并且存入微机的内存中,这个给定值不能根据过程条件和生产工艺信息的变化及时修改,故直接数

字控制方式无法使生产过程处于最优工况,这显然是不够理想的。

在计算机监督控制(Supervisory Computer Control,简称 SCC)系统中,计算机根据原始工艺信息和其他参数,按照描述生产过程的数学模型或其他方法,自动地改变模拟调节器或以直接数字控制方式工作的微机中的给定值,从而使生产过程始终处于最优工况(如保持高质量、高效率、低消耗、低成本等等)。从这个角度上说,它的作用是改变给定值,所以又称设定值控制 SPC(Set Point Computer Control)。

监督控制方式的控制效果,主要取决于数学模型的优劣。这个数学模型一般是针对某一目标函数设计的,如果这一数学模型能使某一目标函数达到最优状态,那么,这种控制方式就能实现最优控制。当数学模型不理想时,控制效果也不会太理想。监督控制系统也可以实现自适应控制。监督控制系统有两种不同的结构形式:

1. SCC+模拟调节器

该系统的原理图如图 1.7(a)所示。在此系统中,SCC 计算机的作用是收集、检测信号及管

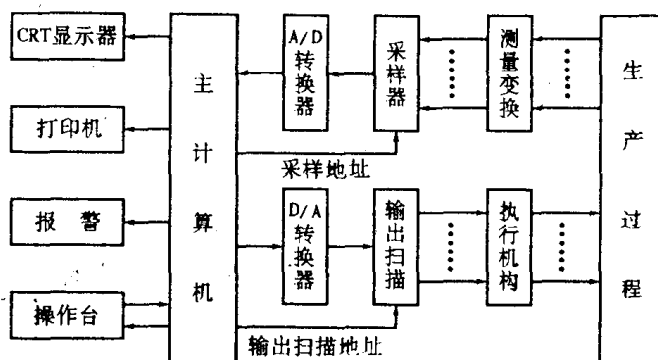


图 1.6 直接数字控制系统组成框图

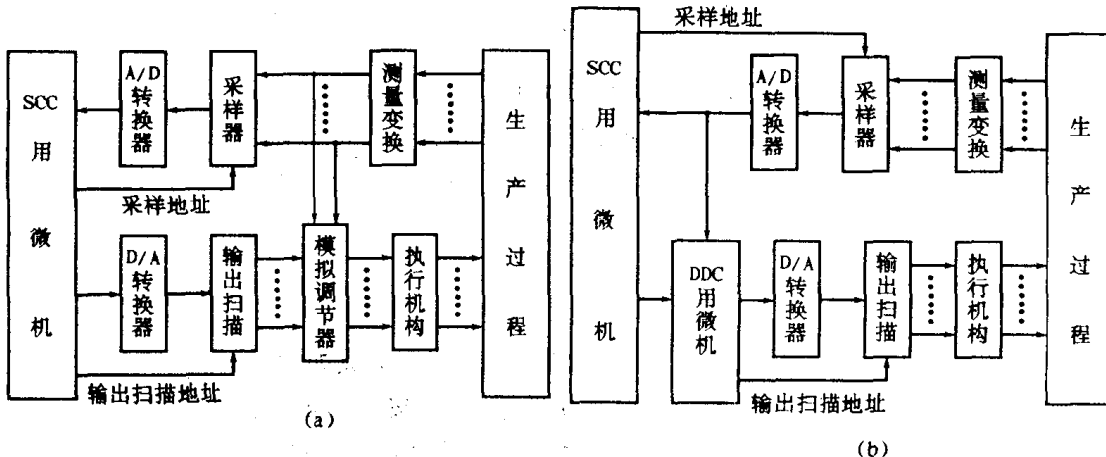


图 1.7 监督控制系统的两种结构形式

理命令,然后按照一定的数学模型计算并输出给定值到模拟调节器。此给定值在模拟调节器中与检测值进行比较,其偏差值经模拟调节器计算后输出到执行机构,以达到调节生产过程参数的目的。这样系统就可以根据工况的变化,不断地改变给定值,以达到实现最佳控制的目的。而一般的模拟系统是不能随意改变给定值的。因此,这种系统特别适合于老企业的技术改造,既用上了原来的模拟调节器,又实现了最佳给定值控制。

2. SCC+DDC 控制系统

其原理图如图 1.7(b)所示。该系统为两级计算机控制系统,一级为监督级 SCC,其作用与 SCC+模拟调节器系统中的 SCC 一样,用来计算最佳给定值。直接数字控制器(DDC)用来比较

给定值与测量值(数字量),其偏差值由 DDC 进行数字计算后,经过 D/A 变换器和多路分配器,分别控制各个执行机构进行参数调节。这种系统与 SCC+模拟调节器系统相比,优点是控制规律可以由编程改变,用起来更加灵活,而且一台 DDC 计算机可以控制多个回路,使系统比较简单。

SCC 系统的主要优点是它在计算时可以考虑许多常规控制器不能考虑的因素,如环境温度和湿度对生产过程的影响等。此外它还能始终如一地使生产过程在最优状态下运行,从而避免了由于不同的操作人员用各自的办法去调节控制系统给定值所造成的控制误差。另外,当系统中模拟调节器或 DDC 控制器出了故障时,可用 SCC 计算机代替调节器进行控制,从而大大提高了系统的可靠性。

用于 SCC 的计算机要求具有比较强的科学计算能力,因此要求有较大的内存容量、外存容量和较丰富的软件。另外,由于生产过程的复杂性,其数学模型的建立是比较困难的,所以这种系统实现起来比较困难。

五、计算机分级控制系统

随着计算机系统的逐步完善,尤其是小型计算机和微机出现以后,计算机本身的可靠性大大提高,人们希望计算机除了完成过程控制的任务外,还能完成生产调度、生产计划、材料消耗、成本核算、检修和维护等企业管理任务。这些任务的计算工作量较大,往往要用中型或大型计算机来完成。但这些计算机的工作可靠性不能满足对生产过程进行直接数字控制的要求。而性能可靠的小型机和微机又满足不了企业管理的计算工作的要求。所以,往往需将两类计算机结合起来,用小型机或微机进行直接数字控制,置于分级控制的最底层,而用中型或大型计算机完成企业管理任务,置于分级控制的上面各层次,各级各类计算机之间使用高速通信线路互相连接,及时沟通信息,协调一致地进行工作。

分级控制系统的结构如图 1.8 所示。其中装置控制级即 DDC 级直接用于控制生产过程。在这一级中主要进行 PID 等各种直接数字控制,以及程序控制、顺序控制、比值控制、串级控

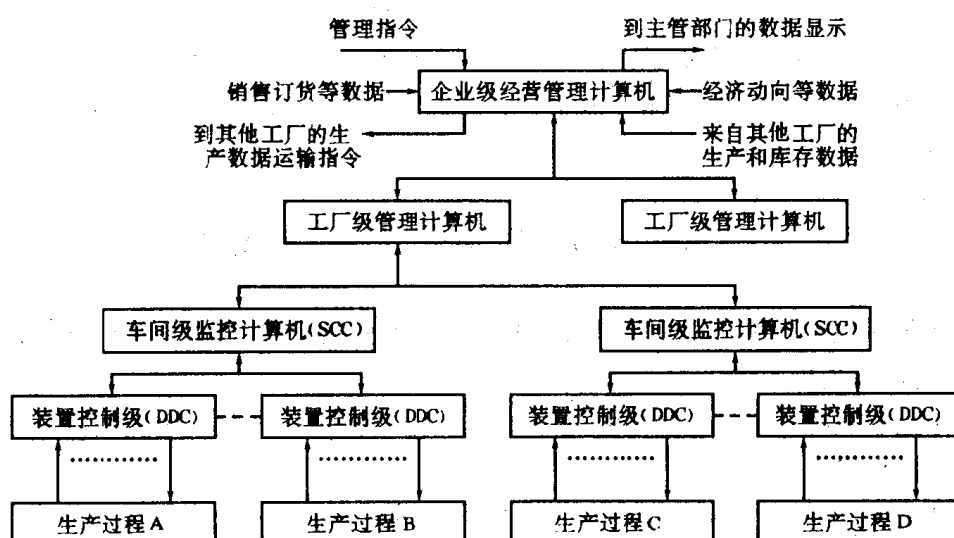


图 1.8 分级控制系统组成框图