



教育部  
高等职业教育  
示范专业  
规划教材

教育部  
高等职业教育示范专业规划教材  
(电气工程及其自动化类专业)

# 微型计算机 控制技术

主编 王洪庆



教育部高等职业教育示范专业规划教材  
(电气工程及其自动化类专业)

# 微型计算机控制技术

主 编 王洪庆  
副主编 段 峻  
参 编 张 池 徐伟杰  
          宋艳丽  
主 审 仲崇权



机械工业出版社

本书从实用角度出发,以 AT89C51 单片机为微处理器,全面系统地讲述了微型计算机在工业过程控制中的软件、硬件技术。全书共分为 10 章,内容包括:微型计算机控制系统概述、微型计算机控制系统的接口技术、计算机串行通信接口技术、常用控制程序设计、离散控制系统及 Z 变换、数字控制器的模拟化设计、数字控制器的离散化设计、微型计算机控制系统的设计、微型计算机控制系统应用实例和现场总线系统。

本书系统性好,重点突出,注重实用,并吸取了近几年来计算机控制领域已开发应用的一些新技术、新成果。本书可作为高职高专的工业电气自动化、测控技术、自动化仪表、机电一体化和计算机控制技术等专业教材。也适合从事工业控制及自动化工作的工程技术人员学习与参考。为方便老师授课,本书特备有免费电子教案,有需要者可向责任编辑索要(010-88379758)。

### 图书在版编目(CIP)数据

微型计算机控制技术/王洪庆主编. —北京:机械工业出版社, 2005.5

教育部高等职业教育示范专业规划教材. 电气工程及自动化类专业

ISBN 7-111-16336-2

I. 微... II. 王... III. 微型计算机—计算机控制—高等学校:技术学校—教材 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 022454 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:于宁 版式设计:张世琴 责任校对:王欣

封面设计:鞠杨 责任印制:陶湛

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 11.5 印张 · 281 千字

定价:18.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

计算机控制技术是微型计算机的一个重要应用领域,它主要研究如何将微型计算机技术和自动控制理论应用于工业生产过程,它是我国高等工科院校中高职和高专各类工业电气自动化、机电一体化、计算机控制技术、自动化仪表、测控技术等主干专业课程之一。

根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》精神,为满足高职高专相关专业教学基本建设的需要,我们组织编写了这本教材。

以前《微型计算机控制技术》教材基本上都以 Z80 作为控制工具,内容比较陈旧,过分强调理论,硬件粗略,软件不全,基本没有新器件,缺乏实际应用技术。本书考虑到高职高专学生特点,以目前广泛流行的 89C51 单片机作为控制工具,删除繁琐理论推导,立足工程实际应用,重点介绍微型计算机在工业过程测试和控制应用中的各种技术。

本教材文字通俗简练,重点突出,在内容的安排和选材上注重系统性、完整性和实用性。为方便老师授课,本书特备有免费电子教案,有需要者可向责任编辑索要(010-88379758)。

全书由 10 章内容组成,教学时数约为 60 学时。

第 1 章介绍了微型计算机控制系统的一般概念、组成、特点、分类和发展趋势;第 2 章介绍键盘、显示器、输入/输出通道等微型计算机控制系统的接口技术;第 3 章介绍常见串行通信接口、双机通信、VB 的通信控件等通信接口技术;第 4 章主要介绍计算机控制系统设计中的判断程序、查找技术、巡回检测程序、步进电动机控制程序、越限报警、数字滤波、标度变换、线性化处理等有关技术问题和程序设计实现;第 5 章主要介绍了离散控制系统的一般概念、Z 变换、离散控制系统的差分方程及脉冲传递函数的求法等数字控制器的模拟化设计;第 6 章主要介绍 PID 算法的数字实现、PID 算法的改进、参数整定及程序设计;第 7 章主要介绍数字控制器的离散化设计、最少拍有波纹数字控制器、最少拍无波纹数字控制器以及达林算法的原理和设计方法;第 8 章主要介绍了计算机控制系统的设计原则、步骤、抗干扰技术,以及计算机控制系统的调试;第 9 章通过已调试好的工业控制具体实例来介绍微型计算机控制系统应用技术;第 10 章主要介绍现场总线的概念、结构、技术特点和应用。

本书由王洪庆担任主编,并编写了第 1、3、4、9、10 章,段峻担任副主编,并编写了 5、7 章,张池编写了第 2 章,徐伟杰编写了第 8 章,宋艳丽编写了第 6 章。

本教材由大连理工大学电子与信息工程学院仲崇权教授担任主审,并认真详细地审阅了本教材,提出了许多宝贵意见,编者在此表示诚挚的感谢。

本教材是在参阅、整理国内外大量资料,集编者多年教学、工程实践经验的基础上,通过吸取兄弟院校各种计算机控制技术教材的优点而编写的。由于编者水平有限,本书中难免存在许多不妥与错误之处,诚请读者批评指正。

编 者

# 目 录

前言	
<b>第 1 章 微型计算机控制系统概述</b> .....	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 .....	3
1.3 微型计算机控制系统的分类 .....	6
1.4 微型计算机控制系统的发展趋势 .....	9
小结 .....	10
习题 .....	10
<b>第 2 章 微型计算机控制系统的接口技术</b> .....	11
2.1 LED 显示器接口 .....	11
2.2 键盘接口技术 .....	14
2.3 模拟量输入通道 .....	17
2.4 模拟量输出通道 .....	19
2.5 开关量输入/输出通道 .....	23
小结 .....	26
习题 .....	27
<b>第 3 章 计算机串行通信接口技术</b> .....	28
3.1 串行通信基础 .....	28
3.2 MCS-51 的串行接口 .....	31
3.3 其他常见的串行通信接口 .....	36
3.4 VB 与串行通信 .....	38
小结 .....	40
习题 .....	40
<b>第 4 章 常用控制程序设计</b> .....	41
4.1 判断程序 .....	41
4.2 数据查找技术 .....	45
4.3 数据采集系统设计 .....	49
4.4 报警程序设计 .....	53
4.5 电动机、步进电动机接口技术 .....	59
4.6 二进制无符号双字节定点数 运算符程序 .....	65
4.7 数字滤波程序 .....	69
4.8 标度变换程序 .....	77
4.9 非线性补偿 .....	79
小结 .....	80
习题 .....	81
<b>第 5 章 离散控制系统及 Z 变换</b> .....	82
5.1 离散系统概述 .....	82
5.2 Z 变换 .....	83
5.3 Z 反变换 .....	85
5.4 采样系统的差分方程 .....	87
5.5 脉冲传递函数 .....	88
小结 .....	92
习题 .....	92
<b>第 6 章 数字控制器的模拟化设计</b> .....	93
6.1 概述 .....	93
6.2 PID 控制及作用 .....	94
6.3 PID 算法的数字实现及 程序设计 .....	96
6.4 PID 算法的改进 .....	100
6.5 PID 参数的整定方法 .....	105
小结 .....	109
习题 .....	110
<b>第 7 章 数字控制器的离散化设计</b> .....	111
7.1 最少拍计算机控制系统的设计 .....	112
7.2 最少拍无波纹数字控制器的设计 .....	115
7.3 达林算法 .....	118
7.4 数字控制器的计算机实现方法 .....	119
小结 .....	121
习题 .....	121
<b>第 8 章 微型计算机控制系统的设计</b> .....	123
8.1 微型计算机控制系统设计的原则、 步骤和方法 .....	123
8.2 微型计算机控制系统的抗 干扰技术 .....	126
小结 .....	132

---

习题 .....	133	9.7 温度控制系统的设计 .....	157
<b>第 9 章 微型计算机控制系统</b>		小结 .....	167
<b>应用实例 .....</b>	<b>134</b>	习题 .....	167
9.1 微型机在煤气表机心负压试漏 中的应用 .....	134	<b>第 10 章 现场总线系统 .....</b>	<b>168</b>
9.2 微型机在阀门定位器中的应用 .....	138	10.1 现场总线概述 .....	168
9.3 IC 卡智能煤气表的设计 .....	143	10.2 现场总线的结构和技术特点 .....	170
9.4 微型机实现电加热锅炉系统的 自动控制 .....	147	10.3 几种常用的现场总线 .....	172
9.5 单片机与微机 RS-485 通信 .....	151	10.4 现场总线的应用 .....	175
9.6 微机控制的公共汽车自动 报站系统 .....	153	小结 .....	176
		习题 .....	176
		<b>参考文献 .....</b>	<b>177</b>



# 第 1 章 微型计算机控制系统概述

随着科学技术的进步和发展，计算机在自动控制领域中得到了广泛应用。计算机控制是计算机技术与自动控制理论及自动化技术紧密结合并应用于实际的结果。它在现代化的工、农、医，国防等领域发挥着越来越重要的作用。

## 1.1 计算机控制系统的一般概念

计算机在控制领域中的应用，有力地推动了自动控制技术的发展，扩大了控制技术在工业生产中的应用范围，特别是使大规模的工业生产自动化系统发展到了崭新的阶段。

控制系统随着控制对象、控制规律、执行机构的不同而不同，但其基本结构如图 1-1 所示。

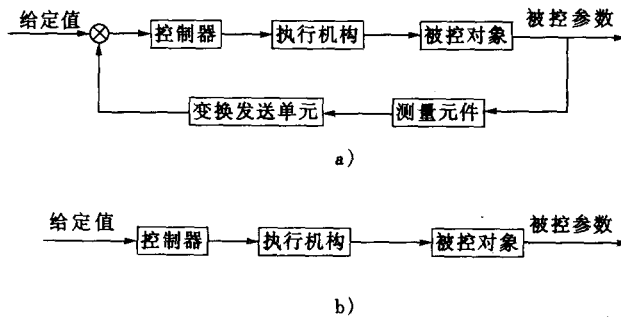


图 1-1 控制系统的一般形式

a) 闭环控制系统框图 b) 开环控制系统框图

在控制系统中为了得到控制信号，要将被控参数与给定值进行比较，然后形成误差信号。控制器根据误差信号进行控制调节，使系统趋向减小误差，最终使误差为零，从而达到使被控制参数趋于或等于给定值的目的。在这种控制系统中，被控量是系统的输出，被控量又反馈到输入端，与输入量(给定值)相减，所以被称之为按误差进行控制的闭环控制系统。从图 1-1a 可知，该系统通过测量元件对被控参数(如温度、压力、流量、转速、位移等)进行测量，由变换发送单元将被测参数变成一定形式的电信号，反馈给给定值经过比较后，输出给控制器。控制器将反馈回来的信号与给定信号进行比较，若有误差则按预定的控制规律产生一个控制信号并驱动执行机构工作，使被控参数与给定值保持一致。

图 1-1b 是开环控制系统。与闭环控制系统不同，它不需要被控对象的反馈信号，控制器直接根据给定值去控制被控对象工作。这种控制系统不能自动消除被控参数与给定值之间的误差。与闭环控制系统相比，其控制性能显然要差。

由图 1-1 可见，自动控制系统的 basic 功能进行信号的传递、加工和比较。这些功能是由检测、变换发送装置、控制器和执行机构来完成的。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。

下面我们举一些常见的控制系统的实例来说明计算机控制系统的重要组成部分。

**1. 飞机的姿态控制** 典型的闭环控制系统如图 1-2 所示，系统中的所有信号都是连续的时间变量  $t$  的函数。被控制量是机体的姿态  $\theta(t)$ ，它随姿态命令  $r$  而变化。系统中的速度反馈回路是用来改善系统稳定性的动态特性。

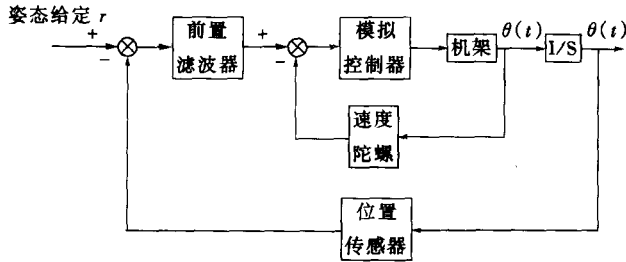


图 1-2 飞机单轴自动驾驶连续控制系统

若将自动控制系统中的控制器的功能用计算机或数字控制装置来实现，就构成了计算机控制系统，其基本框图如图 1-3 所示。如果计算机是微型计算机，就称之为微型计算机控制系统。

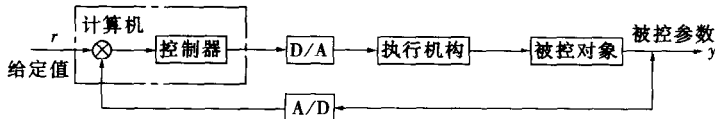


图 1-3 计算机控制系统基本框图

在一般的模拟控制系统中，控制规律是由硬件电路产生的，要改变控制规律就要更改硬件电路。而在计算机控制中，控制规律是用软件实现的，计算机执行预定的控制程序，就能实现对被控参数的控制。因此，要改变控制规律，只要改变控制程序就可以了，这就使控制系统的设计更加灵活方便。特别是可以利用计算机强大的计算、逻辑判断、记忆和信息传递能力来实现更为复杂的控制规律，如非线性控制、逻辑控制、自适应控制、智能控制等。

在计算机控制系统中，计算机的输入和输出信号都是数字量，因此这样的系统需要将模拟量转换成数字量的 A/D 转换器，以及将数字量转换成模拟量的 D/A 转换器。

计算机控制系统的过程一般可归纳为两个步骤：

(1) 实时数据采集。对被控参数瞬时值实时采集，并输入计算机。

(2) 实时决策控制。对采集到的被控参数的状态量进行分析，并按已确定的控制规律决定进一步的控制过程，适时地向执行机构发出控制信号。

以上过程不断重复，使整个系统能按照一定的动态品质指标工作。此外，计算机控制系统还应该能对被控制参数和设备本身可能出现的异常状态进行及时监督和处理。上述控制过程的两个步骤主要由计算机完成，实际上计算机是通过算术、逻辑操作和数据传递等工作来实现复杂控制功能的。

**2. 啤酒罐计算机温度控制系统** 啤酒罐计算机温度控制系统是多点温度控制系统，如图 1-4 所示。啤酒罐的温度要多点控制，各点温度由铂电阻、恒流源、放大器等构成的测量



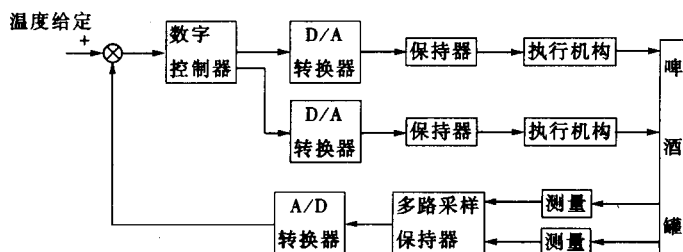


图 1-4 啤酒罐计算机温度控制系统

电路转换成电压信号，由多路采样保持器进行巡回检测。各点温度经采样保持器、A/D转换器变成数字量到计算机与给定值进行比较后，按照一定的规律运算得到控制量，然后经过D/A转换器、保持器、执行机构分别控制啤酒罐相应各点的温度。

从图 1-4 可知，在计算机控制系统中，计算机不但要完成原来由模拟调节器所完成的控制任务，而且还应充分发挥其优势，完成更多模拟调节器不可能完成的任务，从而使控制系统的功能更趋于完善。一般，计算机在控制系统中至少起到以下三个作用：

(1) 实时数据处理。对来自测量变送装备的被控变量数据的瞬时值进行实时采集、分析处理，以及显示、记录、制表等。

(2) 实时监督决策。对系统中的各种数据进行越限报警、故障预报与处理。根据需要进行设备自动启停，并对整个系统进行诊断与管理等。

(3) 实时控制及输出。根据被控生产过程的特点和控制要求，选择合适的控制规律，包括复杂的先进控制策略，然后按照给定的控制策略和实时的生产情况，实现在线、实时控制。

## 1.2 计算机控制系统的组成

### 1.2.1 计算机控制系统的硬件组成

计算机控制系统由计算机系统和工业对象两大部分组成，计算机系统包括硬件和软件。硬件是指主机及其外围设备，软件是指管理计算机的程序以及过程控制应用程序。

典型的微型机控制系统硬件框图如图 1-5 所示。硬件由主机、接口电路及外围设备等组成，系统可根据需要扩展其硬件。下面对各部分作简要说明。

(1) 主机。主机由 CPU、存储器和 I/O 接口组成，是控制系统的核心。通过接口可向系统的各个部分发出各种命令，同时对被控对象的参数进行巡回检测、数据处理以及控制计算、逻辑判断等工作。主机是整个控制系统的指挥部，主机性能的好

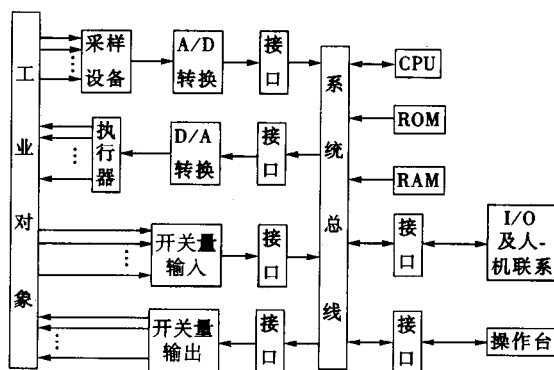


图 1-5 微型机控制系统硬件框图

坏直接影响到系统的功能和接口电路的设计。

(2) 常用外围设备。常用的外围设备有输入设备、输出设备和外存储器，用来显示、打印、存储和数据传送。

输入设备有键盘、鼠标等。它们主要用来输入用户命令和数据。

输出设备有打印机、显示器、记录仪、声光报警器等。它主要用来向人们显示或记录各种信息和数据，以便及时了解控制过程。

外存储器如磁盘驱动器、磁带录音机、光盘驱动器等。它们兼有输入/输出功能，主要用来存储程序和有关数据。

(3) I/O 接口与输入/输出通道。I/O 接口与输入/输出通道是主机与被控对象进行信息交换的纽带，由于外部设备和被控对象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。一般有并行接口、串行接口、直接数据传送接口等。接口的任务是实现主机与外设的连接，外设不同，接口的形式也不一样，高速外设数据接口使用直接数据传送通道 DMA，绝大多数 I/O 接口都有是可编程的，它们的工作方式可以通过编程设置。通道还包括将模拟量转换为数字量的 A/D 转换器和将数字量转换为模拟量的 D/A 转换器等。

(4) 检测元件和执行器。在微机控制系统中，为了实现对生产过程、其他设备或周围环境的测量和控制，首先必须对各种参数如温度、压力、流量、成分、液位、速度、距离等进行采集。为此，首先要用检测元件(即传感器)把非电量信号转变成电信号，再由变送器把这些电信号转换成统一的标准(0~5V 或 4~20mA)信号，然后再送入计算机。随着科学技术的发展，检测元件的品种越来越多，使许多过去无法实现参数的自动化测量控制也成为可能。

如果说传感器是微机测控系统的感觉器官，那么执行器就是微机测控系统的手和脚。它根据微机发出的控制命令，改变操纵变量的大小，从而克服偏差，使被控制量达到规定的要求。执行器有电动、气动、液压传动之分，此外还有伺服电动机、步进电动机和晶闸管元件等。

(5) 操作台。操作台是人机对话的联系纽带，通过它可以向计算机输入命令、修改参数、显示被测参数和发出各种操作命令。它主要由以下四部分组成：

1) 作用开关：电源开关、数据及地址选择开关、自动/手动切换开关等可通过接口可与主机相连。它们完成对主机进行启/停、对设备进行启/停或修改数据、选择控制方式等功能。

2) 功能键：通过功能键，可向主机申请服务。它包括复位键、启动键、打印键、显示键、工作方式选择键等。

3) 显示器：LED, LCD 或 CRT 显示屏，显示操作者所要求的内容或报警信号。在显示数据较少或系统功耗小的系统中，更多的是采用 LCD 显示器；而在规模比较大，要求比较高的系统中，可以选用 CRT 显示器。因为 CRT 显示器不仅可以显示数据表格，而且可以显示各种图形，如控制系统流程图、参数变化趋势图、调节回路指示图等。清晰美观的显示，可便于操作人员的工作，提高系统的性能。

4) 键盘：用于输入或修改参数。

### 1.2.2 计算机控制系统的软件组成

软件是指完成各种功能的计算机程序的总和，如操作、管理、控制、计算和自诊断等，

它是微机系统的神经中枢。整个系统的动作都是在软件指挥下协调工作的。以功能来区分，软件可分为系统软件、应用软件和数据库等。计算机控制系统的软件组成如图 1-6 所示。

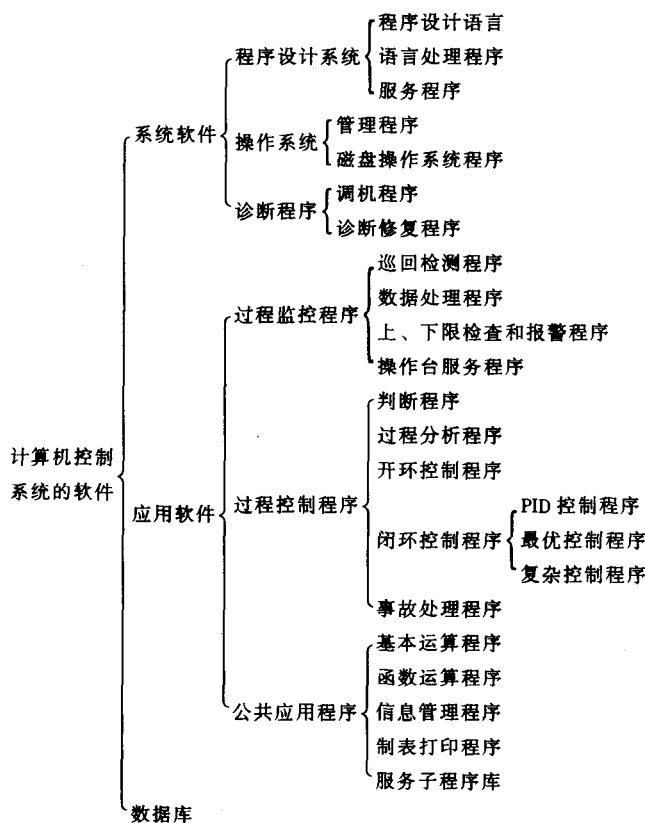


图 1-6 计算机控制系统的软件组成

微型计算机的操作系统是系统软件的典型例子，它包括管理程序、磁盘操作系统程序等。

应用程序常指为达到控制输出量而由用户自己编写的控制程序。这些控制程序是用来完成对各个控制对象的不同要求而专门设计的。在控制系统中，应用程序的优劣将给系统的精度和效率带来很大的影响。

### 1.2.3 微型计算机控制系统的特点

由上述可知，微型计算机控制系统的组成较为复杂，不但需要一套完善的软、硬件系统，还需要针对被控对象建立符合实际的数学模型，根据所要达到的技术指标确定采用何种控制规律，并编制出相应的应用程序。所以微型计算机控制系统具有以下特点。

**1. 可靠性高** 可靠性 (Reliability) 是指系统在规定的时间内正常运行工作的能力。由于计算机控制的生产过程大多为连续生产过程或批量生产过程，控制系统的任何故障将对生产过程产生不良影响，所以系统的可靠性要求比较高。微机控制系统的主要部件采用集成电路技术和 CMOS 工艺，具有自诊断和校验等功能，使可靠性大大提高。

提高可靠性的方法除了在元器件、工艺、设计、安装等方面采取措施外，还可以采用分布系统，每台微机分担部分功能，缩小了故障范围。

**2. 实时性强** 所谓实时性是指微机控制系统中信息的输入、计算和输出都要在一定的时间内完成。即计算机必须以足够快的速度对外来信息进行处理并在一定的时间内作出反应或进行控制输出,若超出了一定的时间范围,就失去了控制时机和控制意义。微机对生产过程的控制大多为实时控制,所以要求计算机控制必须配有定时器或实时时钟,并要求有完善的中断系统。

微机的实时性主要包括以下四方面的内容。

(1) 实时数据采集。被控对象当前输出的信息(如温度、压力、流量、成分、速度、转速、位移量等)瞬间即逝,如不及时采集,便会丢失,所以应将它们实时地转换为相应的数字信号送到计算机中,由计算机加以判断和处理。

(2) 实时决策运算。采样数据是反映生产过程状态的信息,采样到计算机中的数据,经过比较、分析、判断后,根据生产过程参数是否偏离预定值,是否达到或超过安全极限值等状况,及时按预定规律进行运算作出决策。

(3) 实时控制。微机及时将决策结果形成的控制量输出,作用于执行机构,校正被控对象参数。

(4) 实时报警。如果被控对象参数超限或系统设备出现异常情况,微机应能及时发出声光报警信号,并能自动地或由人工进行必要的处理。

**3. 环境适应性强。**工业上的微型计算机控制系统一般都置于生产现场,环境条件(如高温、多尘、潮湿以及电磁干扰)比较差。这就要求微机控制系统一方面必须具有较高的抗干扰能力,能不受电源、外界电磁场的影响而正常工作,即使发生停电等意外情况也不能失控而引起生产事故,另一方面必须能在各种恶劣环境下正常工作,特别是高温和低温环境。

**4. 良好的可维护性** 为了实现系统的长期连续工作,可维护性是必须的。这一方面要经常不断地检查系统各部分正常与否;另一方面,系统如果发生故障,则应尽快维修。

为了使系统有比较好的可维护性,一般系统的硬件结构采用插件式,修理时只需更换一块备用插件板即可,而不至于影响生产的正常运行。此外计算机的程序系统中应配有诊断程序,以便及时发现故障和判断故障的部位。

**5. 人机联系方便** 在微型计算机控制系统中,操作人员必须对生产过程的运行情况、变化趋势、历史记录等进行及时了解或干预,所以微机也应具备这种功能。例如具有打印、显示、报警、实时键入等各类命令,使操作起来更为方便。

**6. 较完善的输入/输出通道** 为了对生产装置和生产过程进行控制,计算机需不断地测量输入被控对象的参数,并输出模拟量或数字量去控制被控对象,所以需要配置完善的输入/输出通道。完成输入/输出还必须通过一定的程序,所以计算机还应具有完善的输入/输出指令。

### 1.3 微型计算机控制系统的分类

在微型计算机控制系统的发展过程中,早期的控制是对生产过程的每一个局部使用各自独立的微处理器控制单元来完成其自动控制作用,其控制功能得到了加强,工作更可靠,维修更方便。但这种系统各单元之间没有直接的联系,不便于对整个生产过程进行全面控制,于是人们就开始使用一台高档次的计算机对各个分散的控制单元进行统一的管理,它根据各

控制单元送来的数据,经过分析和处理后对各控制单元进行监督控制,实现对整个生产过程控制的协调和优化。微型计算机与其所控制的生产过程有密切关系,根据生产过程的复杂程度可采用不同的控制系统。从应用的特点和控制的目标出发,将微型计算机控制系统分为以下几类。

**1. 操作指导控制系统** 所谓操作指导是指计算机的输出不直接用来控制生产过程,而只是对系统过程参数进行收集,按预定的算法计算各控制量,求出最佳设定值,通过显示或打印输出数据,操作人员根据这些数据进行必要的操作控制,如图 1-7 所示。

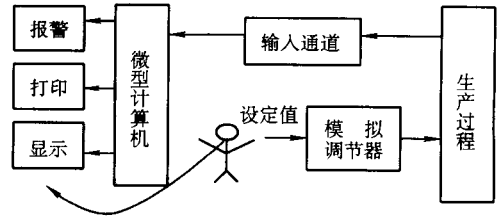


图 1-7 操作指导控制系统原理框图

操作指导控制系统是在数据采集与处理系统的基础上发展而成的,属于在线检测、离线控制的系统。该系统的优点是比较简单,且安全可靠,特别对于未摸清控制规律的系统尤为适用。它常用于数据检测处理以及用于试验新的数学模型和调试新的控制程序。其缺点是由于人工操作,控制速度受到限制,实时性较差。目前在一些化工、热工等变化缓慢的过程中,通常一天或几小时才需要计算一次设定值,这时操作指导控制系统比较适用。

**2. 直接数字控制系统(DDC 系统)** 直接数字控制(Direct Digital Control,简称 DDC)系统就是把数据采集得到的输入数据,根据预先确定的控制规律进行计算,然后输出控制量,通过执行机构直接控制生产过程,使被控参数保持在设定值。直接数字控制系统的结构框图如图 1-8 所示。

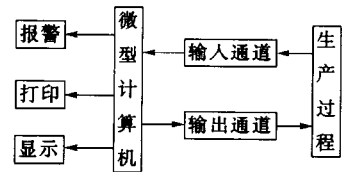


图 1-8 DDC 控制系统原理框图

DDC 系统中的计算机完成闭环控制,它不仅能完全取代模拟调节器,实现多回路的 PID 控制,而且不需要改变硬件,只需改变程序就能实现各种复杂控制,如非线性控制、自适应控制、最优控制、模糊控制等。

直接数字控制系统是目前工业生产计算机控制系统中用的较普遍的一种系统形式。它已广泛应用于热工、化工、冶金机械等部门,并且随着廉价单片机的普及应用,在冰箱、空调、彩电等家用电器中也广泛得到应用。

**3. 监督控制系统(SCC 系统)** 监督控制(Supervisory Computer Control,简称 SCC)系统就是计算机根据原始的工艺变量信号和其他信息,按照描述生产过程的数学模型或其他方法,求出应当采用的控制信号值,然后再去自动改变常规的模拟调节器或 DDC 计算机的设定值,从而使生产过程在最优工作状态(如保持高效、低耗、高产、优质等)的状态下运行。监督控制系统结构框图如图 1-9 所示。

模拟调节器和 DDC 系统的微机直接面向生产过程,而 SCC 系统中的微机则是面向模拟调节器或 DDC 系统中的微机,如图 1-9a、b 所示。也就是说 SCC 系统至少是一个两级控制系统,所以 SCC 系统更接近生产变化实际情况,它不仅可以进行给定值控制,而且还可以进行顺序控制、最优控制及自适应控制等。另外,两级控制也使得系统的运行性能和可靠性得到很大提高。

**4. 集散控制系统(DCS)** 集散控制系统(Distributed Control System,简称 DCS)是随着当代工业生产的高度自动化和过程控制的日益复杂化而发展起来的,它是融自动控制技术、计算

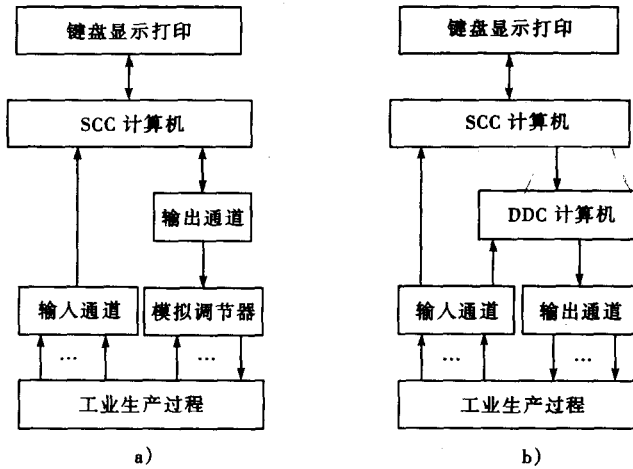


图 1-9 监督控制系统结构框图

a) SCC + 模拟调节器系统 b) SCC + DDC 系统

机技术和通信技术为一体的高科技技术控制系统。该系统结构框图如图 1-10 所示。

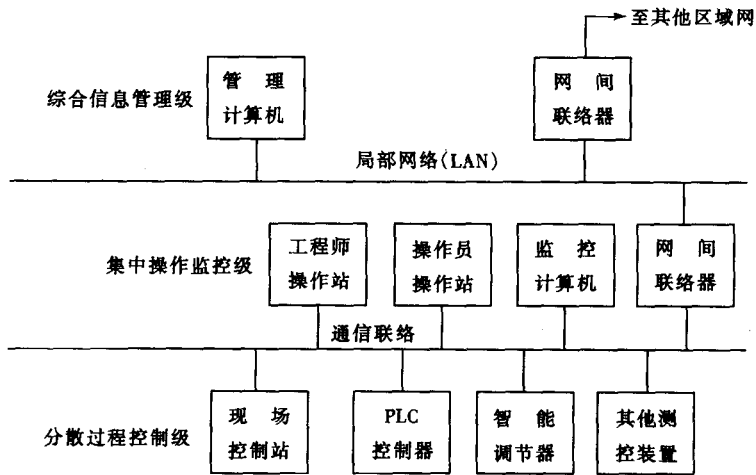


图 1-10 集散控制系统结构框图

集散控制系统的实质就是利用计算机技术对生产过程进行集中管理和分散控制的一种新型控制技术。整个系统采用单元模块组合式结构，概括起来主要是由集中管理部分、分散监控部分和通信部分组成。集中管理部分用于全系统的信息管理和优化控制；分散监控部分用于系统的控制与监测；通信部分连接集散控制系统的各个分散部分，完成数据、指令或其他信息的传递。

集散控制系统具有通用性强、系统组态灵活、控制功能完善、数据处理方便、显示操作集中、安装简单规范化、调试方便、运行可靠等特点。它能够适应工业生产过程的各种需要，可以提高生产自动化水平和管理水平，提高产品质量，降低能源消耗和原材料消耗，提高劳动生产率，保证安全生产，促进工业技术发展，创造最佳期经济效益和社会效益。

**5. 现场总线控制系统** 现场总线控制系统(Fieldbus Control System,简称 FCS)是20世纪90年代兴起的新一代工业控制技术。现场总线是连接智能现场设备和自动化系统的数字式、双向传布、多分支结构的通信网络。现场总线控制系统将组成控制系统的各种传感器、执行器和控制器用现场总线连接起来,通过网络上的信息传输完成传输控制系统中需要硬件连接才能传递的信号,从而完成各设备的协调,实现自动化控制。现场总线控制系统是一个开放式的互联网络,其结构如图1-11所示。

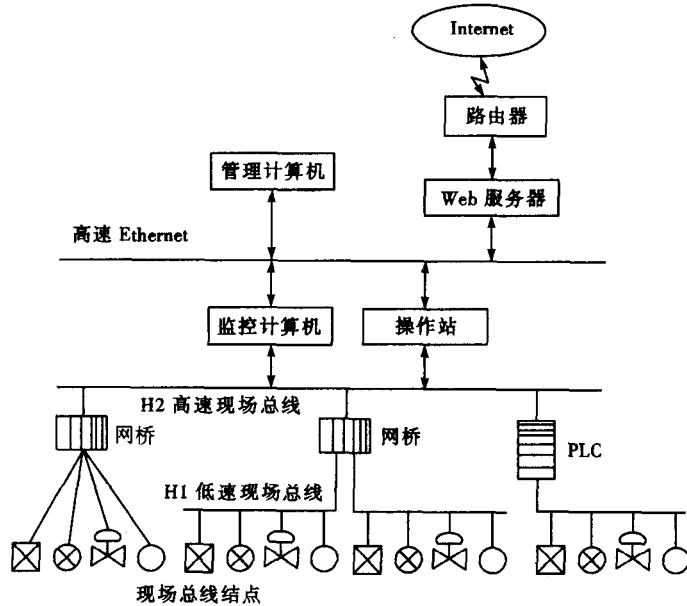


图 1-11 现场总线控制系统

现场总线控制系统有两个显著的特点,一是信号传输实现了全数字化,避免了传统系统中模拟信号传输过程中不可避免的信号衰减、精度下降和容易受到干扰等缺点,提高了信号传输的精度和可靠性;二是实现了控制的彻底分散,把控制功能分散到现场设备和仪表中,使现场设备和仪表成了具有综合功能的智能设备和智能仪表,它们经过统一组态,可以构成各种所需的控制系统,从而实现彻底的分散控制。

## 1.4 微型计算机控制系统的发展趋势

随着企业生产规模的逐渐扩大,对生产过程的自动化程度要求越来越高,系统控制在向着更加复杂、可靠性以及精确性要求更高的方向发展。这就要求我们有更加先进的控制系统与之相适应。

自从微型计算机出现以来,便以其集成度高、功能强、体积小、功耗低、价格廉、灵活方便等一系列优点,广泛用于国防、航空航天、海洋、地质、气候、教育、经济、日常生活等各个领域,并发挥着巨大的作用。

当前微型计算机控制系统的发展,也促进了控制理论的发展。如采样控制理论就是在计



算机控制的基础上产生的。系统辨识、最优控制、自适应控制等理论的研究最终也只能借助于计算机控制系统来实现。当然自动控制理论特别是现代控制理论本身的发展又反过来推动计算机控制系统的应用和发展，促进工业生产自动化水平的不断提高，为计算机控制提供更新的基础。

近年来，随着自动控制理论及计算机应用技术的发展，使生产过程进一步微机化、规范化和科学化，使工厂各生产职能部门能够利用计算机终端通过电话线或光纤通信线路与微机控制系统联网，随时从公用数据库中了解、分析生产情况，便于对下一步的生产和技术改造进行决策，有利于提高生产率和提高产品的质量。

## 小 结

本章主要介绍微型计算机控制技术中的一般概念、组成、特点、分类和发展趋势，要求掌握微机控制系统的一般组成，建立对微机控制系统的总体认识，了解当前微机控制系统的典型控制方式的分类、特点和它今后的发展趋势。

计算机控制系统是由软件、硬件两部分组成的。读者应了解软件、硬件所包含的主要部件。随着我国科学技术的发展，计算机控制技术将起着越来越重要的作用。

## 习 题

- 1-1 什么是计算机控制系统？它主要有哪几部分组成？各部分的作用是什么？
- 1-2 计算机控制系统的典型形式有几种？各有什么特点？

## 第 2 章 微型计算机控制系统的接口技术

计算机控制系统的重要组成部分之一就是计算机的硬件系统，通过它获得过程或被控信号参数值，进行参数处理和转换，并控制对象以及对过程参数的显示和干预等。因此，一个合理、简洁、可靠的计算机硬件系统便成了计算机控制系统的重要部分。一个计算机硬件系统包括四大部分，即信号参数的采集通道及变换、参数的处理、控制信号的输出通道、过程显示和人工干预等。计算机和操作人员之间常常需要互通信息：一是显示生产过程的情况，以便生产管理人员了解生产情况并进行操作指导；二是为操作人员提供运行要求，对系统进行人工干预，即对生产过程进行监视和控制，因此显示器和键盘接口也是微机控制技术的重要组成部分之一。

### 2.1 LED 显示器接口

LED 显示器是单片机应用系统中常用的廉价输出设备。它是由若干个发光二极管组成的，当发光二极管导通时，相应一个笔划发光，控制某几段发光二极管导通，就能显示出某个数码或字符，常用七段 LED 显示器有两种结构，如图 2-1 所示。

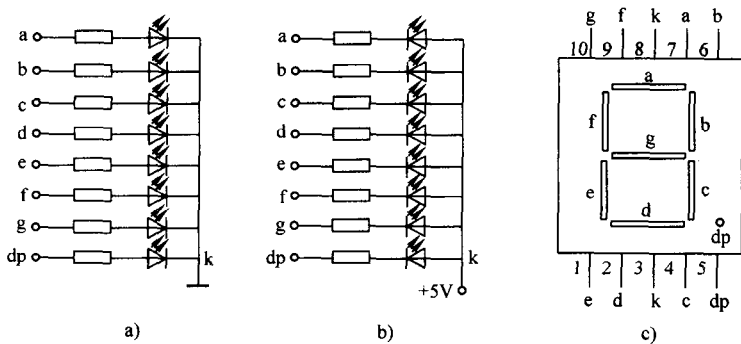


图 2-1 七段 LED 显示器的两种结构

a) 共阴极结构 b) 共阳极结构 c) 管脚图

按照显示方式，LED 显示有静态显示和动态显示之分。

在静态显示系统中，每位显示器都应有各自的锁存器、译码器(若采用软件译码,译码器可省去)与驱动器，用以锁存各自待显示数字的 BCD 码或字段码。因此，静态显示系统在每一次显示输出后能够保持显示不变，仅在待显数字需要改变时，才更新其数字显示器中锁存的内容。这种显示占用 CPU 的时间少，显示稳定可靠。缺点是，当显示的位数较多时，占用的 I/O 较多。

在动态显示的系统，CPU 需定时地对每位 LED 显示器进行扫描，每位 LED 显示器分时轮流工作，每次只能使一位 LED 显示，但由于人的视觉暂留现象，仍感觉所有的 LED 显