

control

微型计算机控制技术

潘新民 王燕芳 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

内 容 简 介

本书是专门讲述单片微型计算机控制技术的教科书,内容全面,讲解深入浅出,注重实用。本书全面系统地讲述了微型计算机在工业过程控制中的各种应用技术。主要内容有微型机控制系统的组成及分类;接口技术,即微型计算机控制技术的硬件基础;数据处理方法,即微型计算机控制技术的软件基础;目前常用的几种控制算法,以及微型机控制系统设计方法。全书的介绍以目前应用最多的 MCS-51 系列单片机为主,也兼顾一些其他型号的单片机。

本书可作为大专院校的微型机应用、自动化、仪器仪表、电子通信等专业的微型机控制技术课程的教材,也是广大从事微型机过程控制系统设计技术人员的一本实用参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机控制技术/潘新民,王燕芳编著. —北京:电子工业出版社,2003.1
ISBN 7-5053-8318-3

I. 微… II. ①潘… ②王… III. 微型计算机—计算机控制 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 101068 号

责任编辑:黄志瑜 特约编辑:孙学瑛

印 刷:北京冶金大业印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:25.75 字数:656 千字

版 次:2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

印 数:6 000 册 定价:32.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话: (010) 68279077

前 言

近年来,随着微型计算机的发展,它的应用在人们的工作和日常生活中越来越普遍。工业过程控制是计算机的一个重要应用领域。现在可以毫不夸张地说,没有微型计算机的仪器不能称为先进的仪器,没有微型计算机的控制系统不能称其为现代控制系统的时代已经到来。微型计算机控制技术正是为了适应这一领域的需要而发展起来的一门技术。如今,《微型计算机控制技术》已成为我国高等学校的计算机应用、自动化、电子与电气工程、机电一体化等专业的主干课程,同时也是广大技术人员更新知识的必备参考书。

《微型计算机控制技术》一书自 1985 年出版以来,受到广大读者的青睐,很多高等学校均选此书作为教材。该书先后经多次修改,不断更新,已经出版多次,本书是最新版本。

全书共分 10 章。第 1 章介绍微型机控制系统的组成及分类。第 2 章介绍模拟量输入/输出的通道接口技术,主要包括采样定理、多路开关、A/D 和 D/A 转换和数据采集。第 3 章介绍的是人机交互接口技术,主要有键盘接口技术、LED 显示接口技术及 LCD 显示接口技术。第 4 章介绍常用控制程序设计,主要内容有报警技术、开关量输出接口技术、电机控制接口技术、步进电机控制等。第 5 章介绍串行通信及其接口总线,如 RS-232-C, RS-422, RS-485, SPI, I²C, SMBus 及现场总线。第 6 章介绍过程控制的数据处理方法,主要讲述数字滤波、标度变换、自动量程转换、非线性补偿以及 DSP 技术。第 7 章介绍数字 PID 及其算法,内容包括 PID 数字化、PID 的发展、PID 参数的整定方法。第 8 章介绍直接数字控制,主要描述两种具有代表性的直接数字控制,即最少拍无波纹系统和大林算法。第 9 章介绍模糊控制,讲述模糊控制的规律以及在微型计算机中的实现方法。第 10 章介绍微型机控制系统的设计方法及实例。

全书以目前应用最多的 MCS-51 系列单片机为主,采用理论与实践相结合的方法进行讲述,突出实用性,特别在软件和硬件相结合的设计方面做了不少的努力。

本书在编写过程中,有意识地培养和建立读者的思维能力,使读者真正建立数据流及信息流的概念,以便在控制应用中,能够使软件和硬件有机地结合。通过各章例子的讲述,可使广大读者真正掌握微型计算机软件和硬件相结合的设计方法。

本书第 2 章、第 3 章和第 7 章由王燕芳编写,其余部分由潘新民编写。

本书主要适合高等院校的计算机应用、自动化、电子与电气工程及机电一体化等专业作为教材,同时也是从事单片机应用技术人员的实用参考书。

由于水平有限,再加上时间仓促,书中错误和不当之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

作 者

2002 年 7 月于天津

目 录

第 1 章 微型计算机控制系统的概述	1
1.1 微型计算机控制系统的组成	1
1.1.1 微型机控制系统的硬件结构	2
1.1.2 微型机控制系统的软件	3
1.2 微型机控制系统的分类	5
1.2.1 操作指导控制系统	5
1.2.2 直接数字控制系统 (DDC)	6
1.2.3 计算机监督系统 (SCC)	6
1.2.4 分布控制系统 (DCS)	8
1.2.5 计算机集成制造系统 (CIMS)	9
1.2.6 现场总线控制系统 (FCS)	10
1.3 微型计算机控制系统的发展概况及趋势	12
1.3.1 单片微型计算机	12
1.3.2 可编程逻辑控制器	15
1.3.3 STD 总线工业控制机	17
1.3.4 工业 PC	19
1.3.5 微型计算机控制系统的发展趋势	20
习题一	22
第 2 章 模拟量输入/输出通道的接口技术	23
2.1 多路开关及采样-保持器	23
2.1.1 采样定理	23
2.1.2 多路开关	26
2.1.3 采样-保持器	32
2.2 模拟量输出通道的接口技术	34
2.2.1 D/A 转换原理	34
2.2.2 8 位 D/A 转换器及其接口技术	36
2.2.3 高于 8 位的 D/A 转换器及其接口技术	44
2.3 模拟量输入通道接口技术	47
2.3.1 A/D 转换原理	47
2.3.2 8 位 A/D 转换器	48
2.3.3 8 位 A/D 转换器的接口技术	54
2.3.4 8 位 A/D 转换器的程序设计	58
2.3.5 高于 8 位的 A/D 转换器及其接口技术	61
习题二	67

第3章 人机交互接口技术	71
3.1 键盘接口技术	71
3.1.1 键盘设计需解决的几个问题	71
3.1.2 少量功能键的接口技术	73
3.1.3 矩阵键盘的接口技术	76
3.1.4 键盘特殊功能的处理	83
3.2 LED 显示接口技术	86
3.2.1 LED 数码管的结构及显示原理	86
3.2.2 LED 动态显示接口技术	89
3.2.3 LED 静态显示接口技术	93
3.2.4 硬件译码显示电路	95
3.2.5 LED 的光柱模拟显示器件	99
3.3 LCD 的显示接口技术	102
3.3.1 LCD 的基本结构及工作原理	102
3.3.2 LCD 的驱动方式	103
3.3.3 4 位 LCD 静态驱动芯片 ICM7211	106
3.3.4 点阵式 LCD 的接口技术	107
习题三	113
第4章 常用控制程序的设计	115
4.1 报警程序的设计	115
4.1.1 常用的报警方式	115
4.1.2 简单报警程序的设计	118
4.1.3 越限报警程序的设计	122
4.2 开关量的输出接口技术	126
4.2.1 光电隔离技术	126
4.2.2 继电器输出接口技术	127
4.2.3 固态继电器输出接口技术	128
4.2.4 大功率场效应管开关接口技术	130
4.2.5 可控硅接口技术	131
4.2.6 电磁阀接口技术	134
4.3 电机的控制接口技术	135
4.3.1 小功率直流电机调速原理	135
4.3.2 开环脉冲宽度调速系统	137
4.3.3 PWM 调速系统设计	138
4.3.4 闭环脉冲宽度调速系统	142
4.3.5 交流电机的控制接口技术	147
4.4 步进电机的控制接口技术	148
4.4.1 步进电机的工作原理	148

4.4.2	步进电机控制系统的原理	149
4.4.3	步进电机与微型机的接口及程序设计	152
4.4.4	步进电机步数及速度的确定方法	157
4.4.5	步进电机的变速控制	158
习题四		159
第5章 总线接口技术		165
5.1	串行通信基本概念	165
5.1.1	数据传送方式	166
5.1.2	波特率和接收/发送时钟	167
5.1.3	异步通信和同步通信	168
5.1.4	信号的调制和解调	169
5.1.5	差错控制技术	170
5.2	串行通信标准总线 (RS-232-C)	175
5.2.1	RS-232-C	175
5.2.2	RS-423/RS-422/RS-485	181
5.3	SPI 总线	185
5.3.1	SPI 的工作原理	187
5.3.2	多机 SPI 系统	188
5.3.3	串行时钟的极性和相位	190
5.3.4	SPI 错误条件	190
5.3.5	SPI 中断	191
5.3.6	SPI I/O 寄存器	191
5.3.7	SPI 的应用	193
5.4	I ² C 总线	195
5.4.1	I ² C 总线概述	195
5.4.2	I ² C 总线的数据传送	196
5.4.3	寻址	199
5.4.4	仲裁和时钟同步化	203
5.4.5	I ² C 总线的电气特性	205
5.4.6	I ² C 时序规范	206
5.4.7	I ² C 总线的应用	207
5.5	SMBus	208
5.5.1	SMBus 的特点	209
5.5.2	位传送	209
5.5.3	数据在 SMBus 上的传送	210
5.5.4	裁决和时钟的产生	211
5.5.5	SMBus 与 I ² C 的主要区别	212
5.5.6	SMBus 的应用	214
5.6	现场总线技术	215

5.6.1 现场总线技术的发展概况	216
5.6.2 现场总线控制系统的特点	216
5.6.3 5 种典型的现场总线	217
5.6.4 LonWorks 技术	220
5.6.5 现场总线的应用	228
习题五	230
第 6 章 过程控制数据处理的方法	233
6.1 查表技术	234
6.1.1 顺序查表法	235
6.1.2 计算查表法	236
6.1.3 对分查表法	238
6.2 数字滤波技术	241
6.2.1 程序判断滤波	242
6.2.2 中值滤波	244
6.2.3 算术平均值滤波	246
6.2.4 加权平均值滤波	249
6.2.5 滑动平均值滤波	249
6.2.6 RC 低通数字滤波	250
6.2.7 复合数字滤波	251
6.2.8 各种数字滤波性能的比较	252
6.3 量程自动转换和标度变换	252
6.3.1 量程自动转换	253
6.3.2 线性参数标度变换	257
6.3.3 非线性参数标度变换	259
6.4 测量数据预处理技术	260
6.4.1 线性插值算法	261
6.4.2 分段插值算法程序的设计方法	261
6.4.3 插值法在流量测量中的应用	262
6.4.4 系统误差的自动校正	268
6.5 DSP 在数据处理中的应用	269
6.5.1 DSP 简介	269
6.5.2 DSP _s 芯片	270
6.5.3 DSP 在数据处理中的应用	272
习题六	273
第 7 章 数字 PID 及其算法	277
7.1 PID 算法的数字实现	278
7.1.1 PID 算法的数字化	279
7.1.2 PID 算法的程序设计	281

7.2	数字 PID 调节中的几个实际问题	282
7.2.1	正、反作用问题	283
7.2.2	饱和作用的抑制	283
7.2.3	手动/自动跟踪及手动后援问题	287
7.3	PID 算法的发展	288
7.3.1	不完全微分的 PID 算式	288
7.3.2	积分分离的 PID 算式	290
7.3.3	变速积分的 PID 算式	291
7.3.4	带死区的 PID 算式	292
7.3.5	PID 比率控制	293
7.4	PID 参数的整定方法	295
7.4.1	采样周期 T 的确定	296
7.4.2	扩充临界比例度法	296
7.4.3	扩充响应曲线法	297
7.4.4	归一参数整定法	298
7.4.5	优选法	299
	习题七	299
第 8 章	直接数字控制及其算法	301
8.1	最少拍随动系统的设计	301
8.1.1	最少拍随动系统的脉冲传递函数	301
8.1.2	最少拍随动系统数字控制器的设计	303
8.2	最少拍无波纹随动系统的设计	308
8.2.1	单位阶跃输入最少拍无波纹随动系统的设计	308
8.2.2	单位速度输入最少拍无波纹随动系统的设计	309
8.2.3	最少拍无波纹随动系统设计举例	310
8.3	大林 (Dahlin) 算法	312
8.3.1	大林算法的 $D(z)$ 基本形式	313
8.3.2	振铃现象及其消除方法	315
8.4	数字控制器 $D(z)$ 在微型机系统中的实现方法	318
8.4.1	直接程序设计法	318
8.4.2	串行程序设计法	319
8.4.3	并行程序设计法	321
8.4.4	数字控制器的设计	322
	习题八	323
第 9 章	模糊控制技术	325
9.1	模糊控制概述	325
9.1.1	模糊控制的发展概况	325
9.1.2	模糊控制的特点	326

9.1.3 模糊控制的应用	327
9.1.4 模糊控制的发展	328
9.2 模糊控制算法的设计	329
9.2.1 常见的模糊控制规则	329
9.2.2 反映控制规则的模糊关系	331
9.3 基本模糊控制器	332
9.3.1 查询表的建立	332
9.3.2 基本模糊控制器实例	333
9.4 模糊数模型的建立	336
9.4.1 模糊控制器语言变量值的选取	337
9.4.2 双输入单输出模糊控制器的模糊控制规则	337
9.4.3 建立模糊数模型	338
9.5 模糊 - PID 复合控制器	342
9.5.1 比例 - 模糊 - PI 控制器	342
9.5.2 参数模糊自整定 PID 控制器	343
习题九	346
第 10 章 微型机控制系统的设计	347
10.1 微型机控制系统的设计方法及步骤	347
10.1.1 控制系统总体方案的确定	348
10.1.2 微型计算机及接口的选择	350
10.1.3 控制算法的选择	352
10.1.4 控制系统的硬件设计	353
10.1.5 控制系统软件设计	357
10.1.6 微型计算机控制系统的调试	359
10.2 微型计算机控制的自动装箱系统	360
10.2.1 自动装箱控制系统的原理	360
10.2.2 控制系统硬件设计	361
10.2.3 控制系统软件设计	364
10.3 加热炉温度控制系统	371
10.3.1 温度控制系统的组成	371
10.3.2 温度控制系统的硬件设计	372
10.3.3 数字控制器的数学模型	377
10.3.4 温度控制系统软件设计	378
10.3.5 手动后援问题	391
习题十	392
附录 MCS-51 系列单片机指令及位地址速查表	393
参考文献	399

第 1 章 微型计算机控制系统的概述

本章要点:

- ☒ 微型计算机控制系统的概述
- ☒ 微型计算机控制系统的分类
- ☒ 微型计算机控制系统的发展概况及趋势

自从 20 世纪 70 年代初第一个微处理器 Intel 4004 问世以来,随着半导体技术的进步,微型计算机以惊人的速度向前发展。在短短的二十几年时间里,经过了 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机等几个大的发展阶段,目前 64 位机已问世。就微型机的种类而言,不但有 8088, 8086, 80286, 80386, 80486, 80586, Pentium 这样功能齐全的高性能微型计算机相继问世,而且还出现了许多小巧灵活的单片机,如 Intel 公司的 MCS-51 系列、Zilog 公司的 Z80 系列、Motorola 公司的 6800 系列。特别是近年来随着 8096 系列 16 位单片机及 80960 系列 32 位单片机的出现,更使微型机在工业控制领域中锦上添花,取得了长足的进步。从 20 世纪 80 年代的 Z80 单板机,到 20 世纪 90 年代初的单片机,从结构简单、可靠性高的 STD 总线工业控制机,到具有更加强大功能的工业 PC,从简单的单机控制到复杂的集散型多机控制,无不反映微型计算机在工业控制中的强大生命力。如今,完全可以这样说,没有微处理器的仪器不能称其为先进的仪器;没有微型机的控制系统更谈不上是现代工业控制系统。作为现代从事工业控制和智能化仪表的研究、开发和使用的人员,不懂微型计算机,在工业控制领域内,简直寸步难行。

在这一章里,主要介绍微型机控制系统的基本概念,及其组成和分类。

1.1 微型计算机控制系统的组成

微型计算机控制系统由微型计算机、接口电路、外部通用设备和工业生产对象等组成,其典型结构如图 1.1 所示。

如图 1.1 所示,被测参数经传感器、变换器,转换成统一的标准信号,再经多路开关分时送到 A/D 转换器进行模拟/数字转换;转换后的数字量通过接口送入计算机;这就是模拟量输入通道。在计算机内部,用软件对采集的数据进行处理和计算,然后经模拟量输出通道输出。输出的数字量通过 D/A 转换器转换成模拟量,再经反多路开关与相应的执行机构相连,以便对被测参数进行控制。

下面介绍微型机控制系统的硬件结构和软件功能。

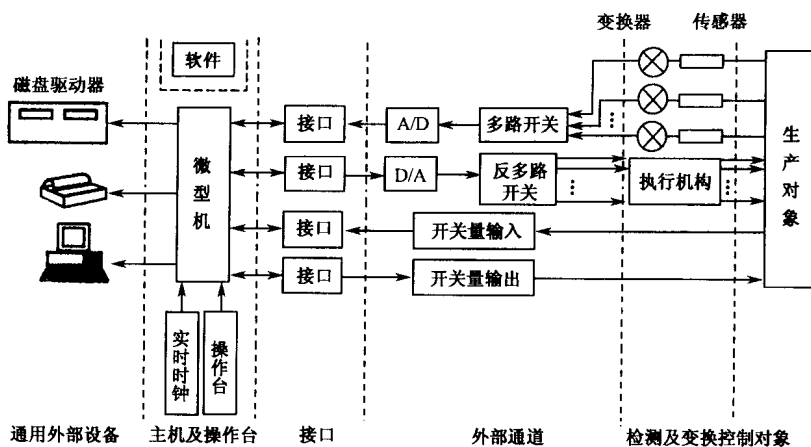


图 1.1 典型微机控制系统的组成

1.1.1 微型机控制系统的硬件结构

硬件是由主机 CPU、接口电路及外部设备组成的。由于系统的不同，组成微型机控制系统的硬件也不同，一般可根据系统的需要进行扩展。现在已经生产出具有各种功能的接口板，并用标准总线连接起来。用户可根据实际需要进行挑选，使用非常方便。如 STD 总线工业控制机、PC 总线工业控制机等，即属此类工业控制机。

1. 主机 (CPU)

它是整个控制系统的指挥部，通过接口及软件可向系统的各个部分发出各种命令，对被测参数进行巡回检测，数据处理，控制计算，报警处理以及逻辑判断等操作。因此，主机是微型机控制系统的重要组成部分。主机的选用将直接影响到系统的功能及接口电路的设计等。目前最常用的主机是单片机 Intel 8051、8096 系列等。由于单片机种类繁多，功能各异，因此，在选用单片机作为 CPU 时，对接口电路的设计必须引起高度注意。

2. I/O 接口

I/O 接口是主机与被控对象进行信息交换的纽带。主机通过 I/O 接口与外部设备进行数据交换。目前，绝大部分 I/O 接口电路都是可编程的，即它们的工作方式可由程序进行控制。目前在工业控制机中常用的接口有：①并行接口，如 8155，8255；②串行接口，如 8251；③直接数据传送接口，如 8237；④中断控制接口，如 8259；⑤定时器 / 计数器接口，如 8253 等。此外，由于计算机只能接收数字量，而一般的连续化生产过程的被测参数大都为模拟量，如温度、压力、流量、液位、速度、电压以及电流等，因此，为了实现计算机控制，还必须把模拟量转换成数字量，即进行 A/D 转换。同样，外部执行机构也多为模拟量，所以计算机计算出被调参数之前，还必须把数字量变成模拟量，即进行 D/A 转换。

3. 通用外部设备

通用外部设备主要是为了扩大主机的功能而设置的,主要用来显示、打印、存储及传送数据。目前已有许多专门厂家生产各种各样的通用外部设备,如电传打印机、CRT 显示终端、纸带打孔机、纸带读入机、卡片读入机、声光报警器、磁带机、磁盘驱动器、光盘驱动器、扫描仪等。这些专用设备就像微型机的眼、耳、鼻、舌、四肢一样,大大扩充了主机的功能。

4. 检测元件及执行机构

在微型机控制系统中,为了对生产过程进行控制,首先必须对各种数据,如温度、压力、流量、液位、成分等进行采集。为此,必须通过检测元件,即传感器,把非电量参数转换成电量。如热电偶可以把温度转换成 mV 信号;压力变换器可以把压力转变成电信号。这些信号经变换器转换成统一的标准信号(0~5V 或 4~20mA)后,再送入微型机。因此,检测元件精度的高低,直接影响微型机控制系统的精度。

此外,为了控制生产过程,还必须有执行机构。它们的作用就是控制各参数的流入量。例如,在温度控制系统中,根据温度的误差来控制进入加热炉的煤气(或油)量;在水位控制系统中控制进入容器的水的流量。执行机构有的采用电动、气动、液压传动控制,也有的采用电机、步进电机以及可控硅元件等进行控制。关于这部分内容将在第4章详细介绍。

5. 操作台

操作台是人-机对话的联系纽带。通过它人们可以向计算机输入程序,修改内存的数据,显示被测参数,以及发出各种操作命令等。它主要由以下4部分组成:

(1) 作用开关。如电源开关、数据及地址选择开关以及操作方式(如自动-手动)选择开关等。通过这些开关,人们可以对主机进行启停操作,设置和修改数据,以及修改控制方式等。作用开关可通过接口与主机相连。

(2) 功能键。设置功能键的目的主要是通过各种功能键向主机申请中断服务,如常用的复位键、启动键、打印键、显示键等。此外,面板上还有工作方式选择键,如连续工作方式或单步工作方式。所有这些功能键通常以中断方式与主机进行联系。

(3) LED 数码管及 CRT 显示。用来显示被测参数及操作人员感兴趣的内容。随着微型机控制技术的发展,CRT 显示的应用越来越普遍。它不但可以显示数据表格,而且能够显示被控系统的流程总图、棒状指示图、开关状态图、时序图、变量变化趋势图、调节回路指示图、表格式显示,以及报警、索引等。

(4) 数字键。用来送入数据或修改控制系统的参数。

关于键盘及显示接口的设计将在第3章中讲述。

1.1.2 微型机控制系统的软件

对于微型机控制系统而言,除了上述硬件组成部分以外,软件也是必不可少的。所谓软件是指完成各种功能的计算机程序的总和,如操作、监控、管理、控制、计算和自诊断程序等。软件分系统软件和应用软件两大部分。它们是微型机系统的神经中枢,整个系统的动作

都是在软件指挥下进行协调工作的。按使用语言来分,软件可分为机器语言、汇编语言和高级语言;就其功能来分,软件可分为系统软件、应用软件及数据库,具体分类如图 1.2 所示。

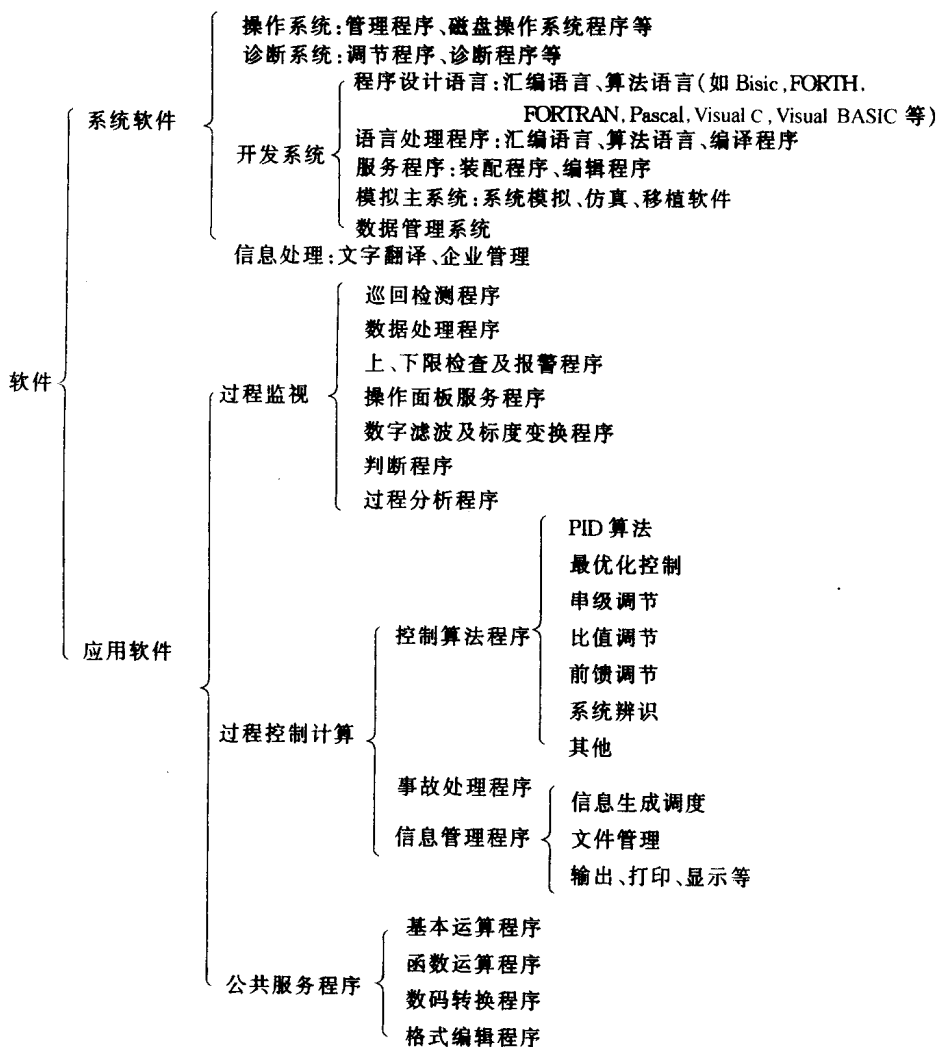


图 1.2 计算机软件分类

系统软件一般由计算机厂家提供,专门用来使用和管理计算机的程序。系统软件包括:①各种语言的汇编、解释和编译软件,如 8051 汇编语言程序, C51, C96, PL/M, Turbo C, Borland C, MS-C 等;②监控管理程序、操作系统、调整程序以及故障诊断程序等。这些软件一般不需要用户自己设计,对用户来讲,它们只作为开发应用软件的工具。

应用软件是面向生产过程的程序,如 A/D 或 D/A 转换程序、数据采样程序、数字滤波程序、标度变换程序、键盘处理程序、显示程序、过程控制程序(如 PID 运算程序、数字控制程序)等。应用软件大都由用户根据实际需要自行开发。本书将在以后各章中详细讲述这些程序的设计方法。目前也有一些专门用于控制的应用软件,如 LEBTECH/CONTROL, ONSPEC 等。这些应用软件的特点是功能强,使用方便,组态灵活,可节省设计者大量时间,因而越来越受到用户的欢迎。

数据库及数据库管理系统是专门讲述如何建立数据库以及如何实现查询、显示、调用和修改数据等功能的,主要用于资料管理、存档和检索。近年来,随着计算机软件的发展,数据库开发软件得到了迅速的发展,出现了许多数据库开发软件,如 FoxPro, Visual Basic (VB), Microsoft SQL Server 等。数据库软件的出现,使微型机控制系统向大型化发展成为可能。例如,一些大型控制系统经常采用 VB 作为平台和数据库管理, VC (Visual C) 作为面向对象程序,并辅之以汇编语言作为 I/O 接口处理,这就是目前最流行的设计方法之一。

目前,软件设计已经成为计算机科学中的一个独立分支,而且发展非常快。

1.2 微型机控制系统的分类

微型计算机控制系统与其所控制的生产对象密切相关。控制的对象不同,其控制系统也不同。下面根据微型机系统的工作特点分别进行介绍。

1.2.1 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对象,而只对系统过程参数进行收集、加工处理,然后输出数据。操作人员根据这些数据进行必要的操作。其原理方块图如图 1.3 所示。

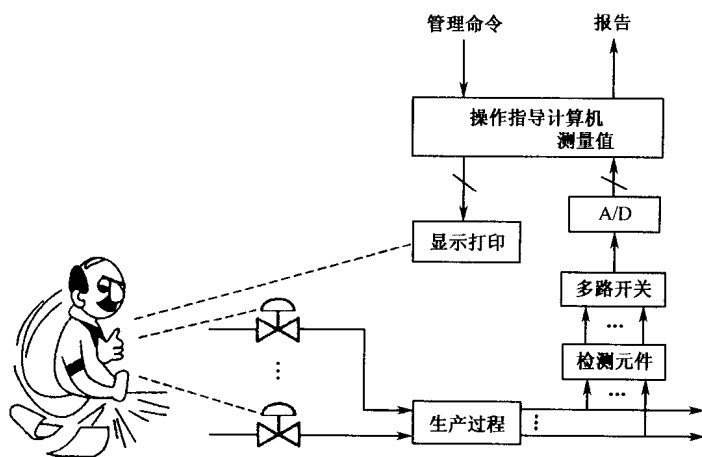


图 1.3 操作指导控制系统的原理

如图 1.3 所示,在这种系统中,每隔一定的时间,计算机进行一次采样,经 A/D 转换后送入计算机进行加工处理,然后再进行报警、打印或显示。操作人员根据此结果进行设定值的改变或必要的操作。

该系统最突出的特点是比较简单,且安全可靠,特别是对于未摸清控制规律的系统更为适用;它常常被用于计算机系统的初级阶段,或用于试验新的数学模型和调试新的控制程序等。它的缺点是仍要进行人工操作,所以操作速度不能太快,太快了人跟不上计算机的变化,而且不能同时操作几个回路。它相当于模拟仪表控制系统的手动与半自动工作状态。

1.2.2 直接数字控制系统 (DDC)

所谓 DDC (Direct Digital Control) 系统就是用一台微型机对多个被控参数进行巡回检测; 检测结果与设定值进行比较, 再按 PID 规律或直接数字控制方法进行控制运算; 然后输出到执行机构对生产过程进行控制, 使被控参数稳定在给定值上。其工作原理, 如图 1.4 所示。

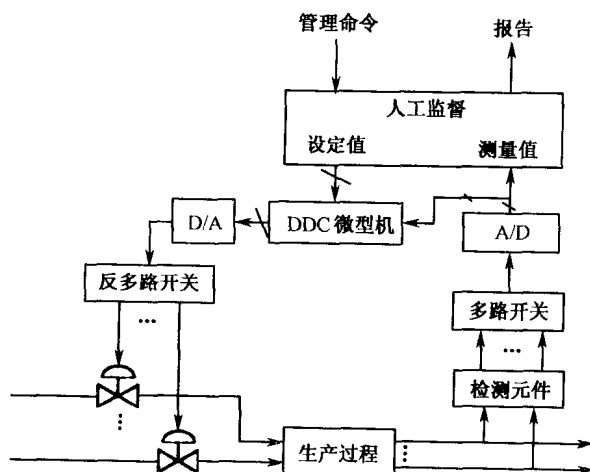


图 1.4 DDC 系统原理

由于微型计算机的速度快, 所以一台微型机可代替多个模拟调节器, 这是非常经济的。

DDC 系统的另一个优点是灵活性大, 可靠性高。因为计算机的计算能力强, 所以用它可以实现各种比较复杂的控制, 如串级控制、前馈控制、自动选择控制, 以及大滞后控制等。正因如此, DDC 系统得到了广泛的应用。

1.2.3 计算机监督系统 (SCC)

计算机监督系统 (Supervisory Computer Control) 简称 SCC 系统。在 DDC 系统中, 是用计算机代替模拟调节器进行控制的。而在计算机监督系统中, 则由计算机按照描述生产过程的数学模型, 计算出最佳给定值送给模拟调节器或者 DDC 计算机, 最后由模拟调节器或 DDC 计算机控制生产过程, 从而使生产过程处于最优工作状况。SCC 系统较 DDC 系统更接近生产变化的实际情况。它不仅可以进行给定值控制, 同时还可以进行顺序控制、最优控制, 以及自适应控制等, 它是操作指导和 DDC 系统的综合与发展。

SCC 系统就其结构来讲有两种。一种是 SCC 加模拟调节器, 另一种是 SCC 加 DDC 系统。

1. SCC 加模拟调节器控制系统

SCC 加模拟调节器控制系统的工作原理, 如图 1.5 所示。

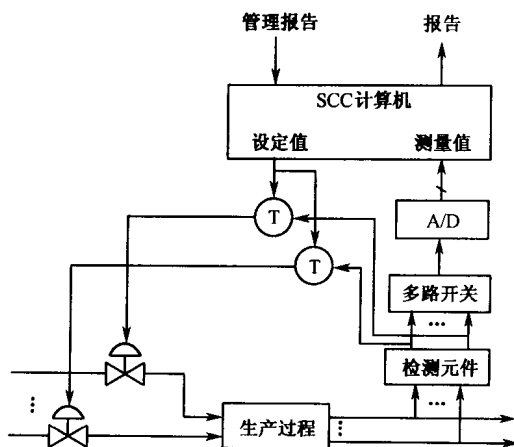


图 1.5 SCC 加模拟调节器控制系统的工作原理

在此系统中，SCC 监督计算机的作用是收集检测信号及管理命令，然后，按照一定的数学模型计算后，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的目的。这样，系统可以根据生产工况的变化，不断地改变给定值，以达到实现最优控制的目的。一般的模拟系统是不能改变给定值的。因此这种系统特别适合老企业的技术改造，既用上了原有的模拟调节器，又实现了最佳给定值控制。

2. SCC 加 DDC 系统

SCC 加 DDC 系统的工作原理，如图 1.6 所示。

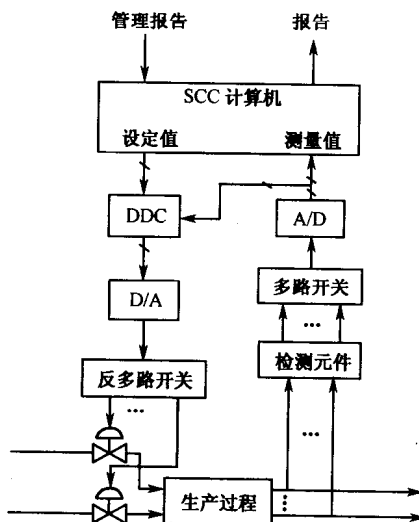


图 1.6 SCC 加 DDC 系统的工作原理

本系统为两级计算机控制系统。一级为监督级 SCC，其作用与 SCC 加模拟调节器中的 SCC 一样，用来计算最佳给定值。直接数字控制器（DDC）用来把给定值与测量值（数字

量)进行比较,其偏差由 DDC 进行数字控制计算,然后经 D/A 转换器和反多路开关分别控制各个执行机构进行调节。与 SCC 加模拟调节器系统相比,其控制规律可以改变,用起来更加灵活,而且一台 DDC 可以控制多个回路,系统比较简单。

总之,SCC 系统比 DDC 系统有着更大的优越性,更接近生产的实际情况。另一方面,当系统中模拟调节器或 DDC 控制器出了故障时,可用 SCC 系统代替调节器进行调节。这样就大大提高了系统的可靠性。

但是,由于生产过程的复杂性,其数学模型的建立是比较困难的,所以此系统实现起来比较困难。

1.2.4 分布控制系统 (DCS)

分布控制系统 (Distributed Control System) 也叫集散控制系统。在整个生产过程中,由于生产过程是复杂的,设备分布又很广,其中各工序、各设备同时并行地工作,而且基本上是独立的,故系统比较复杂。然而,随着微型机价格的不断下降,人们越来越注意把原来使用中小型计算机的集中控制替换成分布控制系统 (DCS),这样就可以避免传输误差及系统的复杂化。在这种系统中,只有必要的信息,才传送到上一级计算机或中央控制室,而绝大部分时间里各个计算机都各自并行地就地工作着。分布式控制系统由分散过程控制级 (DDC)、计算机监督控制级 (SCC) 和生产管理级 (MIC) 组成,其工作原理,如图 1.7 所示。

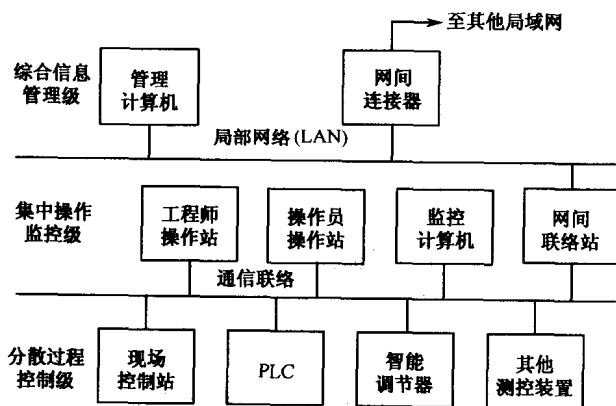


图 1.7 分布控制系统的组成

分散过程控制级是 DCS 的基础,用于直接控制生产过程。它由各工作站组成,每一工作站分别完成数据采集、顺序控制或某一被控制量的闭环控制等。分散过程控制级收集的数据供监控级调用,各工作站接收监控级发送的信息,并依此而工作。可见分散过程控制级基本上属于 DDC 系统的形式,只是将 DDC 系统的职能由各工作站分别完成。由于工作任务由各站来完成,因此局部的故障不会影响整个系统的工作,从而避免了集中控制系统中“危险集中”的缺点。

监控级的任务是对生产过程进行监视与操作。监控级根据生产管理级的技术要求,确定分散过程控制级的最优给定量。监控级能全面地反映各工作站的情况,提供充分的信息,