



微型计算机 控制技术

(第2版)



• 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

微型计算机控制技术

(第2版)

潘新民 王燕芳 编著



宁波大学00690002



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书内容全面,深入浅出,注重实用。

本书全面系统地讲述了微型计算机在嵌入式系统中的各种应用技术。主要内容有:微型计算机控制系统的组成及分类、A/D 和 D/A 转换、数据采集、键盘接口技术、LED 及 LCD 显示、报警技术、马达控制、步进电机控制、I/C 卡接口技术、RFID 技术、串行通信及其接口总线(RS-232-C、SPI、I²C)、现场总线、数字滤波、标度变换、自动量程转换、非线性补偿、PID 控制、模糊控制、微型计算机控制系统设计方法及实例、微型计算机控制系统抗干扰措施等。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。书中虽然以单片机为例进行讲述,但书中所涉及的全部内容都是目前所流行的嵌入式系统所需要的,完全适用于嵌入式系统。

为了适应微型计算机控制技术发展的需要,本书在原来《微型计算机控制技术》的基础上,进行了大量的增删,去掉了一些理论推导和原理性的论述,增加一些更加实用的内容。主要有:嵌入式系统在物联网中的应用、FPGA 系统、串行 A/D 转换器、LED 点阵显示器的设计、遥控键盘的设计、触摸式电子开关接口技术、远程报警系统的设计、IC 卡和射频识别技术(RFID)以及微型计算机控制系统抗干扰措施等。

本书可作为高等院校、职业技术学院的微型计算机应用、自动化、仪器仪表、电子、通信、机电一体化等专业的《微型计算机控制技术》课程的教材,也是广大从事微型计算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. — 2 版. — 北京: 电子工业出版社, 2011.1
ISBN 978-7-121-12040-4

I. ①微… II. ①潘… ②王… III. ①微型计算机—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(2010)第 203950 号

策划编辑: 袁金敏

责任编辑: 付 睿

印 刷: 北京市海淀区四季青印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱

邮编: 100036

开 本: 850×1168 1/16

印张: 25

字数: 760 千字

印 次: 2011 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元(含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件到 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

光阴荏苒,一晃本书到今年已经整整出版 25 年了(1985 年 8 月第 1 版)。在这 25 年中,得到了广大师生和技术人员的厚爱,在此,对所有读者表示深深的谢意。随着微型计算机控制技术的发展,先后在不同的出版社出版了 6 次,本书是第 7 次出版,也是在电子工业出版社出版的本书的第 2 版。由作者主讲的以该书为内容的同名电视讲座于 1989—1990 年先后在湖北电视台和天津电视台举办,后来又由国务院电振办、中央电视台和国家技术监督局联合在中央电视台举办“微型计算机控制技术”讲座,听众大约十几万人之多,当时,在全国具有相当大的影响。

随着大规模集成电路的发展,微型计算机的应用愈加广泛、日益深入。其中,由单片微型计算机(简称单片机)构成的嵌入式系统已经愈来愈受到人们的关注。现在可以毫不夸张地说,作者在十几年前预言的“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。

嵌入式系统正是为适应这一领域的需要而发展起来的一门新技术。嵌入式系统是内部含有微型计算机用于完成智能化功能的电子系统。它是先进的半导体技术、计算机技术和电子技术与各个行业的具体应用相结合的产物。一般由嵌入式微处理器、I/O 接口设备、嵌入式操作系统及应用程序 4 部分组成。嵌入式系统的最大特点是它的“嵌入”性,也就是它“嵌入”到仪器仪表和控制系统的内部,使用者甚至感觉不到它的存在。但是,它却在那里“默默”地工作着。

嵌入式系统的优点是体积小、成本低、功能强、智能化。现在,随着社会对嵌入式系统开发人员的需求,讲述嵌入式系统的《微型计算机控制技术》已成为我国高等院校的计算机应用、自动化、电子与电气工程和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。

本书正是为了适应这一形式而编写的,专门讲述嵌入式系统设计的专业教科书,全书共分 11 章。第 1 章介绍微型计算机控制系统的组成及分类,这是本书的开篇,全面提出了微型计算机控制技术的主要内容及它们之间的关系,给读者以整体概念;第 2 章介绍模拟量输入/输出通道接口技术,主要包括采样-保持器、多路开关、A/D 和 D/A 转换和数据采集方法,这是微型计算机沟通模拟世界的重要通路;第 3 章介绍人机交互接口技术,主要有键盘接口技术、遥控键盘技术、LED 显示接口技术及 LCD 显示接口技术,这是人机交互的桥梁;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、电机控制接口技术和步进电机控制等,这是实现微型计算机控制的关键技术;第 5 章是 IC 卡技术,主要讲述目前在物联网中广泛应用的接触式 I/C 卡和射频识别技术(RFID),这是现代信息社会中物联网不可或缺的重要前端接口技术;第 6 章介绍串行通信及其接口总线,如 RS-232-C、RS-485、SPI、I²C 及现场总线等,这是微型计算机控制系统信息传递的动脉和纽带;第 7 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、非线性补偿及 DSP 技术等,这是微型计算机控制软件设计的基础;第 8 章介绍数字 PID 及其算法,内容包括 PID 数字化、PID 的发展、PID 参数的整定方法等,这是微型计算机控制系统应用最多、最简单的一种控制算法;第 9 章介绍模糊控制,讲述模糊控制的规律及在微型计算机中的实现方法,这是解决控制算法的万能钥匙;第 10 章介绍微型计算机控制系统的设计方法及实例,这是本书全部知识应用的范例,通过本章的学习,可以逐步掌握微型

计算机控制系统的设计真谛;第11章为微型计算机控制技术抗干扰技术,主要介绍各种软件、硬件抗干扰措施,这些是微型计算机控制系统从理论到实际不可忽视的知识。

本书的主要特点。

1. **以点带面。**以目前应用最多的 MCS-51 系列单片机为主,同时也兼顾其他类型的单片机。虽然以单片机为例进行讲述,但书中所涉及的全部内容都是目前所流行的嵌入式系统所需要的,完全适用于嵌入式系统。
2. **与时俱进。**为了适应微型计算机控制技术发展的需要,本书在原来《微型计算机控制技术》的基础上,进行了大量的增删,去掉了一些理论推导和原理性的论述,增加了一些更加实用的内容。主要有:嵌入式系统在物联网中的应用、FPGA 系统、串行 A/D 转换器、LED 点阵显示器的设计、遥控键盘的设计、触摸式电子开关接口技术、远程报警系统的设计、IC 卡和射频识别技术(RFID)及微型计算机控制系统抗干扰措施等。
3. **软件和硬件相结合。**本书既对硬件接口进行了详细的论述,同时又对软件的设计思想、程序流程图及汇编语言程序进行了全面的说明。
4. **实用性强。**本书很多实例都取自于作者多年的科研课题。学完本书后,只要把本书的内容稍加修改,串联起来即可构成一个实用的课题。因此,本书对学生毕业设计、首次涉足嵌入式微型计算机系统的人员特别有用。
5. **内容精练。**本书摒弃了一些较深的理论推导,深入浅出、言简意赅、精练实用。
6. **信息流概念清楚。**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。通过对各章实例进行分析,可使广大读者真正掌握微型计算机嵌入式系统的设计方法。
7. **强化练习。**每章最后都附有习题,内容包括选择题、思考题和练习题,而且书后附有部分习题参考答案及课程设计选题。
8. **资源共享。**本书配有电子光盘,把我们在福建省精品课建设中积累的一些资料与大家共享。主要内容有:教学大纲、教学进度表(参考)、用 Proteus 开发的部分章节仿真系统及课程设计范例等。同时,为了顾及熟悉 C 语言的读者,还附录了书中部分内容的 C 语言程序,详见附录中的光盘目录。若需要本书教学课件,请到 www.broadview.com.cn 下载。

本书第2章、第3章、第4章、第5章和第7章由王燕芳编写,其余部分由潘新民编写。潘莉、潘峰也完成了本书的部分编写工作、绘图工作及编写和调试了部分程序。此外,光盘中部分章节的 Proteus 仿真系统和 C 语言程序在作者指导下,由冯招程、陈琼莺、杨延和陈国勇等编写和调试。对上述人员表示诚挚的谢意。

虽然我们付出了很大的努力,但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

2010年6月

E-mail: xmppxm@163.com

目 录

第 1 章 微型计算机控制系统概述.....	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	4
1.2.1 操作指导控制系统	4
1.2.2 直接数字控制系统 (DDC)	4
1.2.3 计算机监督系统 (SCC)	5
1.2.4 嵌入式系统 (EMS)	6
1.2.5 物联网系统 (ITS)	8
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.....	11
1.3.1 单片微型计算机	11
1.3.2 可编程逻辑控制器.....	13
1.3.3 现场可编程门阵列 (FPGA)	14
1.3.4 工业 PC 机	18
1.3.5 微型计算机控制系统的发展趋势	19
习 题 一.....	20
第 2 章 模拟量输入/输出通道的接口技术.....	22
2.1 多路开关及采样-保持器	22
2.1.1 多路开关	22
2.1.2 采样-保持器	27
2.2 模拟量输出通道的接口技术.....	29
2.2.1 8 位 D/A 转换器及其接口技术	29
2.2.2 高于 8 位的 D/A 转换器及其接口技术	33
2.3 模拟量输入通道的接口技术.....	35
2.3.1 8 位 A/D 转换器.....	36
2.3.2 8 位 A/D 转换器的接口技术.....	38
2.3.3 8 位 A/D 转换器的程序设计.....	41
2.3.4 高于 8 位的 A/D 转换器及其接口技术	44
2.3.5 串行 A/D 转换器及其接口技术	48
习 题 二.....	52
第 3 章 人机交互接口技术.....	55
3.1 键盘接口技术	55
3.1.1 键盘设计需解决的几个问题	55

3.1.2	少量功能键的接口技术	57
3.1.3	矩阵键盘的接口技术	58
3.1.4	电子薄膜开关的应用	63
3.1.5	键盘特殊功能的处理	67
3.2	红外遥控键盘接口技术	69
3.2.1	红外发射电路 (NB9148)	69
3.2.2	红外接收电路 (NB 9149/NB9150)	72
3.2.3	红外遥控键盘系统的设计	75
3.2.4	简单红外遥控键盘系统的设计	77
3.3	LED 显示接口技术	79
3.3.1	LED 数码管的结构及显示原理	80
3.3.2	LED 动态显示接口技术	82
3.3.3	LED 静态显示接口技术	85
3.3.4	硬件译码显示电路	88
3.4	LED 电子显示屏技术	89
3.4.1	LED 显示屏的分类	89
3.4.2	LED 显示屏的结构	90
3.4.3	LED 显示屏的设计	91
3.5	LCD 的显示接口技术	103
3.5.1	LCD 的基本结构及工作原理	103
3.5.2	LCD 的驱动方式	104
3.5.3	4 位 LCD 静态驱动芯片 ICM7211	106
3.5.4	点阵式 LCD 的接口技术	108
习 题 三		117
第 4 章	常用控制程序的设计	120
4.1	报警程序的设计	120
4.1.1	常用的报警方式	120
4.1.2	简单报警程序的设计	122
4.1.3	越限报警程序的设计	126
4.1.4	远程自动报警系统的设计	129
4.2	开关量输出接口技术	133
4.2.1	光电隔离技术	133
4.2.2	继电器输出接口技术	134
4.2.3	固态继电器输出接口技术	134
4.2.4	大功率场效应管开关接口技术	137
4.2.5	可控硅接口技术	138
4.2.6	电磁阀接口技术	139
4.3	电机控制接口技术	140
4.3.1	小功率直流电机调速原理	141
4.3.2	开环脉冲宽度调速系统	142
4.3.3	PWM 调速系统设计	143
4.3.4	闭环脉冲宽度调速系统	147
4.3.5	交流电机控制接口技术	150
4.4	步进电机控制接口技术	151
4.4.1	步进电机的工作原理	152
4.4.2	步进电机控制系统的原理	152
4.4.3	步进电机与微型机的接口及程序设计	155

4.4.4	步进电机步数及速度的确定方法	159
4.4.5	步进电机的变速控制	160
习 题 四		161
第 5 章	IC 卡技术	166
5.1	IC 卡	166
5.1.1	IC 卡分类	167
5.1.2	接触式 IC 卡的物理特性	168
5.2	IC 卡系统硬件结构	169
5.2.1	IC 卡读写器	169
5.2.2	IC 卡的供电电路	170
5.3	IC 卡接口软件设计	171
5.3.1	IC 卡的操作系统	171
5.3.2	IC 卡的应用软件	172
5.4	射频识别 (RFID) 技术	173
5.4.1	RFID 卡的结构与原理	175
5.4.2	RFID 技术的分类	177
5.4.3	RFID 技术标准	178
5.4.4	125 kHz RFID 技术	179
5.4.5	13.56 MHz RFID 技术	191
习 题 五		199
第 6 章	总线接口技术	201
6.1	串行通信基本概念	201
6.1.1	数据传送方式	201
6.1.2	异步通信和同步通信	202
6.2	串行通信标准总线	204
6.2.1	RS-232-C	204
6.2.2	RS-485	208
6.2.3	多机通信	211
6.3	SPI 总线	214
6.3.1	SPI 的内部结构	215
6.3.2	SPI 的工作原理	217
6.3.3	多机 SPI 系统	218
6.3.4	串行时钟的极性和相位	219
6.3.5	SPI 中断	220
6.3.6	直接采用 SPI 总线接口芯片的应用	220
6.3.7	SPI 总线模拟程序设计	220
6.4	I ² C 总线	222
6.4.1	I ² C 总线概述	222
6.4.2	I ² C 总线的数据传送	223
6.4.3	寻址	226
6.4.4	仲裁和时钟同步化	229
6.4.5	I ² C 总线的电气特性	230
6.4.6	I ² C 时序规范	232
6.4.7	直接采用 I ² C 总线接口芯片的应用	232
6.4.8	I ² C 总线模拟实用程序	234
6.5	现场总线技术	238

6.5.1 现场总线技术的发展概况	238
6.5.2 现场总线控制系统的特点	239
6.5.3 5种典型的现场总线	240
6.5.4 现场总线的应用	242
习 题 六	243
第7章 过程控制数据处理的方法	245
7.1 数字滤波技术	246
7.1.1 程序判断滤波	246
7.1.2 算术平均值滤波	248
7.1.3 加权平均值滤波	250
7.1.4 滑动平均值滤波	251
7.1.5 RC低通数字滤波	251
7.1.6 复合数字滤波	252
7.1.7 各种数字滤波性能的比较	253
7.2 量程自动转换和标度变换	253
7.2.1 量程自动转换	254
7.2.2 线性参数标度变换	258
7.2.3 非线性参数标度变换	259
7.3 测量数据预处理技术	260
7.3.1 线性插值算法	261
7.3.2 分段插值算法程序的设计方法	261
7.3.3 插值法在流量测量中的应用	262
7.3.4 系统误差的自动校正	266
7.4 DSP在数据处理中的应用	267
7.4.1 DSP简介	267
7.4.2 DSP _s 芯片	268
7.4.3 DSP在数据处理中的应用	270
习 题 七	271
第8章 数字PID及其算法	274
8.1 PID调节算法	275
8.1.1 比例(P)调节器	276
8.1.2 比例-积分调节器(PI)	276
8.1.3 比例-微分调节器	277
8.1.4 比例-积分-微分作用调节器(PID)	278
8.2 PID算法的数字实现	278
8.2.1 PID算法的数字化	278
8.2.2 PID算法的程序设计	280
8.3 数字PID调节中的几个实际问题	282
8.3.1 正、反作用问题	282
8.3.2 饱和作用的抑制	282
8.3.3 手动/自动跟踪及手动后援问题	285
8.4 PID算法的发展	286
8.4.1 不完全微分的PID算式	286
8.4.2 积分分离的PID算式	288
8.4.3 变速积分的PID算式	289
8.4.4 带死区的PID算式	290

8.4.5 PID 比率控制	290
8.5 PID 参数的整定方法	292
8.5.1 采样周期 T 的确定	293
8.5.2 归一参数整定法	293
8.5.3 优选法	294
习 题 八	294
第 9 章 模糊控制技术	297
9.1 模糊控制概述	297
9.1.1 模糊控制的发展概况	297
9.1.2 模糊控制的特点	298
9.1.3 模糊控制的应用	298
9.1.4 模糊控制的发展	299
9.2 模糊控制算法的设计	300
9.2.1 常见的模糊控制规则	300
9.2.2 反映控制规则的模糊关系	302
9.3 基本模糊控制器	302
9.3.1 查询表的建立	302
9.3.2 基本模糊控制器实例	303
9.4 模糊数模型的建立	307
9.4.1 模糊控制器语言变量值的选取	307
9.4.2 双输入单输出模糊控制器的模糊控制规则	307
9.4.3 建立模糊数模型	308
9.5 模糊-PID 复合控制器	311
9.5.1 比例-模糊-PI 控制器	311
9.5.2 参数模糊自整定 PID 控制器	312
习 题 九	315
第 10 章 微型机控制系统的设计	316
10.1 微型机控制系统的设计方法及步骤	316
10.1.1 控制系统总体方案的确定	317
10.1.2 微型计算机及接口的选择	319
10.1.3 控制算法的选择	320
10.1.4 控制系统的硬件设计	321
10.1.5 控制系统软件设计	324
10.1.6 Proteus 仿真软件简介	325
10.2 微型计算机控制的自动装箱系统	328
10.2.1 自动装箱控制系统的原理	328
10.2.2 控制系统硬件设计	329
10.2.3 控制系统软件设计	331
10.3 智能型 FR1151 压力变送器	337
10.3.1 FR1151 压力变送器的组成原理	337
10.3.2 FR1151 系统的硬件设计	338
10.3.3 FR1151 系统的软件设计	343
10.4 加热炉温度控制系统	346
10.4.1 温度控制系统的组成	347
10.4.2 温度控制系统的硬件设计	347
10.4.3 数字控制器的设计	350

10.4.4	温度控制系统软件设计.....	351
10.4.5	手动后援问题.....	357
习 题 十		358
第 11 章	微型机控制系统抗干扰技术.....	359
11.1	电源、地线、传输干扰及其对策.....	359
11.1.1	电源干扰及其对策.....	360
11.1.2	地线干扰及其对策.....	363
11.1.3	传输线的干扰及其对策.....	365
11.2	微型机控制系统硬件抗干扰措施.....	367
11.2.1	模拟量输入通道的干扰及其对策.....	367
11.2.2	μP 监控电路.....	369
11.3	微型机控制系统软件抗干扰措施.....	373
11.3.1	提高数据采集可靠性的方法.....	374
11.3.2	输入/输出软件抗干扰措施.....	374
11.3.3	防止“死机”的对策.....	375
习 题 十一		378
附录 A	微型计算机控制技术课程设计任务书.....	379
附录 B	选择题参考答案.....	385
附录 C	微型计算机控制技术光盘资料索引.....	386
参考文献		388

第1章 微型计算机控制系统概述

本章要点:

- ◆ 微型计算机控制系统的组成
- ◆ 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(简称为微型机)以惊人的速度向前发展。在短短的三十几年时间里,经过了 4 位机、8 位机、16 位机和 32 位机等几个大的发展阶段,目前 64 位机已经问世。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处理器相继问世,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、PCI 系列单片机、Motorola 公司的 6805 系列等。近年来 DSP 处理器的出现,更使微型机在工业控制领域中取得了长足的进步。从 20 世纪 90 年代初的单片机,到更加实用的嵌入式系统,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 机,从简单的单机控制到复杂的集散型多机控制,无不体现微型计算机在工业控制中的强大生命力。特别是最近几年出现的嵌入式系统,更将微型计算机的应用推向了一个高峰。如今,作者在十几年前提出的“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的工业控制系统”已经实现。作为现代从事工业控制和智能化仪器的研究、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。近两年来,随着物联网的发展,又赋予微型计算机控制技术以新的使命,应用范围将更加广泛(详见 1.2.5 节)。

在本章里,主要介绍微型机控制系统的基本概念、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部分组成,本书主要以嵌入式系统为主(关于嵌入式系统的概念将在 1.2.4 节讲述),其典型结构图如图 1.1 所示。

图 1.1 中,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。计算机输出的数字量通过 D/A 转换器转换成模拟量,再经过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。

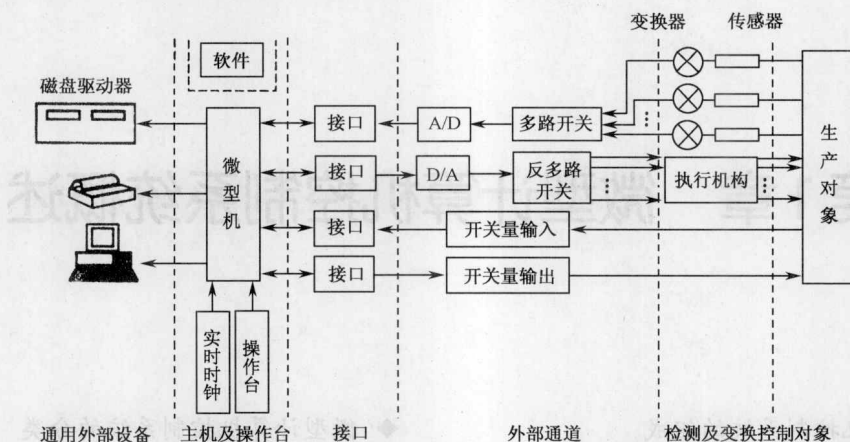


图 1.1 典型微型机控制系统的组成

1.1.1 微型机控制系统的硬件结构

微型机控制系统的硬件是由主机 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,可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,都属此类工业控制机。本书主要以嵌入式系统为主,重点讲述嵌入式系统的原理与设计。

1. CPU

微处理器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 CPU 是 Intel 8051 系列单片机,如 AT89C51、8XC51 和 8XC552 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重视。

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 和 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。随着物联网的应用,一种新型的 I/O 接口——射频自动识别(RFID),被提到应用日程(详见 5.4 节)。同样,外部执行机构也多为模拟量,所以计算机在输出被调参数之前,还必须把数字量转变成模拟量,即进行 D/A 转换。因此,A/D 和 D/A 转换器也是微型机控制系统和智能化仪器的重要接口之一。

3. 通用外部设备

通用外部设备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。目前已有许多专业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、光盘驱动器和扫描仪等。这些设备就像微型机的眼、耳、鼻、舌和四肢一样,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、液位和成分等进行采集。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, 直接影响到微型机控制系统的精度。

此外, 为了控制生产过程, 还必须要有执行机构。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、气动或液压传动控制, 也有采用电机、步进电机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及操作方式 (如自动或手动) 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、打印键和显示键等。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。它们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和应用软件。

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 和 MS-C 等; ②监控管理程序、操作系统、调整程序及故障诊断程序等。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、显示程序和过程控制程序 (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 和 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。

对于嵌入式系统,如中小型控制系统、专用控制系统及智能化仪器,主要使用汇编语言和高级语言,如 WAVE 和 C51 等。

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。下面根据微型机控制系统的工作特点分别进行介绍。

1.2.1 操作指导控制系统

所谓操作指导控制系统 (Operating Indication System) 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 1.2 所示。

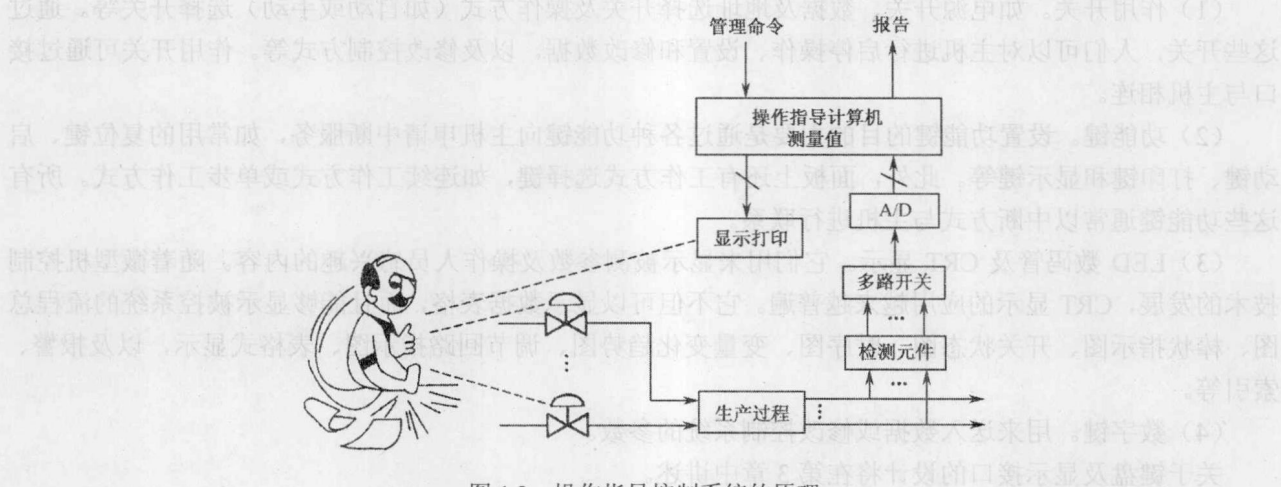


图 1.2 操作指导控制系统的原理

如图 1.2 所示,在这种系统中,每隔一定的时间计算机会进行一次采样,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来说更为适用。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,使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 1.3 所示。

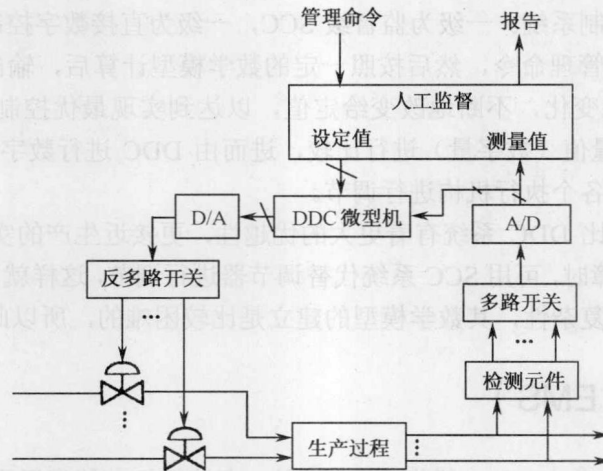


图 1.3 DDC 系统原理

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功能强、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。正因为如此，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 DDC 计算机，最后由 DDC 计算机控制生产过程，从而使生产过程处于最优工作状态。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+模拟调节器，另一种是 SCC+DDC 系统。现在，主要应用的是 SCC+DDC 系统。

SCC+DDC 系统的工作原理，如图 1.4 所示。

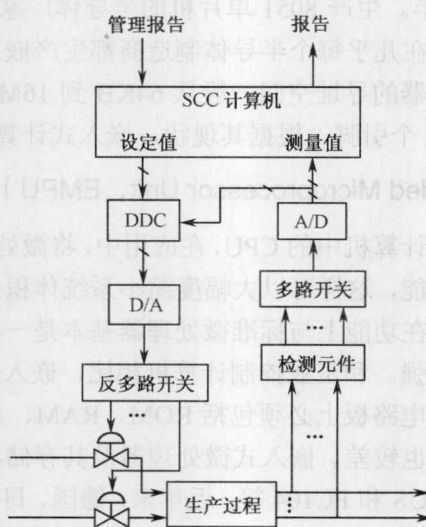


图 1.4 SCC+DDC 系统的工作原理

该系统为两级计算机控制系统。一级为监督级 SCC, 一级为直接数字控制级 DDC。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 DDC。这样, 系统就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。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, 进而由 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。

总之, SCC+DDC 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, 当系统中的 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难度较大。

1.2.4 嵌入式系统 (EMS)

嵌入式系统 (Embedded System) 一般指非 PC 系统, 有计算机功能但又不称之为计算机的设备或器材。它包括硬件和软件两部分, 嵌入式系统的硬件部分, 包括处理器/微处理器、存储器及外设器件和 I/O 端口、图形控制器等。嵌入式系统有别于一般的计算机处理系统, 它不具备像硬盘那样大容量的存储介质, 而大多数使用 EPROM、EEPROM 或闪存 (Flash Memory) 作为存储介质; 嵌入式系统的软件部分包括操作系统软件 (具备实时和多任务操作) 和应用程序。应用程序控制着系统的运作和行为, 而操作系统控制着应用程序编程与硬件的交互作用。简单地说, 嵌入式系统集系统的应用软件与硬件于一体, 类似于 PC 中 BIOS 的工作方式, 具有软件代码少、高度自动化和响应速度快等特点, 特别适合要求实时和多任务的体系。它是可独立工作的“器件”。

嵌入式系统的核心是嵌入式微处理器。嵌入式微处理器一般具备以下 4 个特点。

- (1) 对实时多任务有很强的支持能力, 能完成多任务并且有较短的中断响应时间, 从而使内部的代码和实时内核的执行时间减少到最低限度。
- (2) 具有功能很强的存储区保护功能。这是由于嵌入式系统的软件结构已模块化, 而为了避免在软件模块之间出现错误的交叉作用, 需要设计强大的存储区保护功能, 同时也有利于软件诊断。
- (3) 可扩展的处理器结构, 能最迅速地开发出满足应用的最高性能的嵌入式微处理器。
- (4) 嵌入式微处理器必须功耗很低, 尤其用于便携式的无线及移动的计算和通信设备中靠电池供电的嵌入式系统更是如此, 如需要功耗达到 mW 甚至 μ W 级。

目前据不完全统计, 全世界嵌入式处理器的品种总量已经超过 1000 种, 流行体系结构有 30 几个系列, 其中属于 8051 体系的占有多半。生产 8051 单片机的半导体厂家有 20 多个, 共有 350 多种衍生产品, 仅 PHILIPS 就有近 100 种。现在几乎每个半导体制造商都生产嵌入式处理器, 越来越多的公司有自己的处理器设计部门。嵌入式处理器的寻址空间一般从 64KB 到 16MB, 处理速度从 0.1 MIPS 到 2000 MIPS, 常用封装从 8 个引脚到 144 个引脚。根据其现状, 嵌入式计算机可以分成下面几类。

1. 嵌入式微处理器 (Embedded Microprocessor Unit, EMPU)

嵌入式微处理器的基础是通用计算机中的 CPU, 在应用中, 将微处理器装配到专门设计的电路板上, 只保留和嵌入式应用有关的母板功能, 这样可以大幅度缩小系统体积并降低功耗。为了满足嵌入式应用的特殊要求, 嵌入式微处理器虽然在功能上与标准微处理器基本是一样的, 但在工作温度、抗电磁干扰和可靠性等方面一般都做了各种增强。和工业控制计算机相比, 嵌入式微处理器具有体积小、重量轻、成本低和可靠性高的优点, 但是在电路板上必须包括 ROM、RAM、总线接口和各种外设等器件, 从而降低了系统的可靠性, 技术保密性也较差。嵌入式微处理器及其存储器、总线、外设等安装在一块电路板上, 称为单板计算机, 如 STD-BUS 和 PC104 等。近年来, 德国、日本的一些公司又开发出了类似“火柴盒”式名片大小的嵌入式计算机系列 OEM 产品, 我国也有此类产品。

嵌入式处理器目前主要有 Am186/88、386EX、SC-400、Power PC、68000、MIPS 和 ARM 等系列。