


全国高职高专规划教材

单片机原理 与应用

The Theory and Application
of Microprocessor

朱月秀 主 编
濮阳槟 骆经备 副主编

 科学出版社
www.sciencep.com

全国
高职高专
规划教材

全国高职高专规划教材

单片机原理与应用

朱月秀 主 编
濮阳槟 骆经备 副主编



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统介绍了以 MCS-51 为核心的单片机系列。内容包括单片机的结构,指令系统,汇编语言程序设计,存储器与存储器的扩展,单片机的 I/O 接口扩展,单片机的串行通信,单片机的接口技术及应用,单片机应用系统设计开发的步骤、方法以及抗干扰技术。

本书注重应用、理论适度,介绍了工程上广泛使用的 AT89 系列,并选择了难度适中的例子和习题,以帮助学生理解课程内容。

本书可作为高职高专院校电子、自动化、计算机以及相关专业的教材,也适合工程技术人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用/朱月秀主编.—北京:科学出版社,2004

(全国高职高专规划教材)

ISBN 7-03-012777-3

I.单... II.朱... III.单片微型计算机-高等学校:技术学校-教材
IV.TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 002758 号

策划编辑:李振格/责任编辑:熊盛新

责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华平面设计部

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年2月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2004年2月第一次印刷 印张:14 3/4

印数:1—5 000 字数:347 000

定价:20.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(双青))

全国高职高专规划教材编委会名单

主任：俞瑞钊

副主任：陈庆章 周必水 刘加海

委员：（以姓氏笔画为序）

方 程 方锦明 王筱慧 王 雷 代绍庆 卢菊洪
刘向荣 吕何新 孙光弟 朱 炜 江爱民 江锦祥
余根墀 张 元 张学辉 张锦祥 张德发 李天真
李永平 李良财 李明钧 李益明 汪志达 沈凤池
沈安衢 邵应珍 陈月波 陈晓燕 周国民 周建阳
欧阳江林 范剑波 胡海影 赵小明 凌 彦 徐文杰
秦学礼 戚海燕 曹哲新 章剑林 龚祥国 董方武
蒋黎红 谢 川 谢晓飞 鲁俊生 楼 丰 楼程伟
鞠洪尧

秘书长：熊盛新

本书编写人员名单

主 编 朱月秀

副主编 濮阳槟 骆经备

撰稿人 朱月秀 濮阳槟 骆经备 尤佳 蒋小洛 许明海

胡海影

前 言

近年来计算机技术发展日新月异,单片机由于其功能强、体积小、价格低、稳定性好等优点,应用领域不断扩大,目前在计算机外部设备、通信、智能仪表、过程控制、家用电器、航空航天系统等各个领域得到广泛应用。

目前世界上有许多公司都生产单片机,但以 MCS-51 为核心的单片机 MCS-51 系列、AT89 系列等仍是主流单片机,也是广大工程技术人员首选的机型。本书以 MCS-51 单片机为背景系统介绍单片机的结构、工作原理、扩展、接口技术、中断系统和各功能部件的组成及应用。为了体现高职高专培养生产、建设、服务、管理第一线应用型人才的目标,本书在内容选取上注重应用,通过大量的例子把在工程中广泛应用的知识、技术讲透,以达到触类旁通、举一反三的目的;在内容组织上注重高职高专学生的特点,力求循序渐进、深入浅出。

全书共分 11 章,第 1 章为单片机概述;第 2 章介绍 MCS-51 单片机结构;第 3、4 章介绍单片机的指令系统和汇编语言的程序设计;第 5~10 章分别介绍单片机的中断技术、定时器/计数器、外部扩展、接口技术和串行通信技术;第 11 章介绍单片机应用系统设计开发的步骤、方法及其抗干扰技术。

本书由朱月秀担任主编,濮阳槟、骆经备担任副主编,尤佳、蒋小洛、许明海、胡海影参编。第 1、2 章由骆经备编写,第 3、5 章由朱月秀编写,第 4 章由胡海影编写,第 6、10、11 章由濮阳槟编写,第 7 章由许明海编写,第 8 章由蒋小洛编写,第 9 章由尤佳编写。在编写本书的过程中,本书的配套实验教材《单片机原理及应用实训教程》一书的主编徐正惠教授提出了许多宝贵的建议,同时我们还参考了目前国内比较优秀的有关单片机方面的书刊,在此谨向有关作者和所有参与本书编写、出版的同志表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中难免会有疏漏之处,请广大读者批评指正。

编 者

2003 年 6 月

目 录

第 1 章 单片机概述.....	1
1.1 单片机的概念.....	1
1.2 单片机的发展概况.....	1
1.3 MCS-51 系列.....	2
1.4 AT89 系列单片机.....	4
1.5 单片机的应用.....	5
习题.....	6
第 2 章 单片机的硬件结构.....	7
2.1 MCS-51 单片机的内部结构与信号引脚.....	7
2.1.1 MCS-51 单片机的内部结构.....	7
2.1.2 MCS-51 单片机的信号引脚.....	9
2.2 MCS-51 单片机的内部存储器.....	12
2.2.1 内部数据存储器低 128 单元.....	12
2.2.2 内部数据存储器高 128 单元.....	14
2.2.3 堆栈.....	16
2.2.4 内部程序存储器.....	18
2.2.5 MCS-51 存储器的结构.....	18
2.3 MCS-51 单片机的 I/O 口电路及功能.....	19
2.3.1 P0 口.....	19
2.3.2 P1 口.....	20
2.3.3 P2 口.....	21
2.3.4 P3 口.....	21
2.3.5 I/O 口的读—修改—写操作.....	22
2.3.6 I/O 口的负载能力及接口要求.....	22
2.4 MCS-51 单片机的时钟电路与时序.....	23
2.4.1 时钟电路.....	23
2.4.2 时序定时单位.....	24
2.4.3 典型指令时序.....	25
2.5 MCS-51 的复位方式和复位电路.....	26
2.5.1 复位.....	27
2.5.2 复位电路.....	27

2.6	低功耗操作方式	28
2.6.1	HMOS 的掉电保护方式	28
2.6.2	CHMOS 的低功耗方式	29
2.7	AT89 单片机的硬件结构	30
2.7.1	与 MCS-51 单片机的异同点	30
2.7.2	AT89C2051 芯片的结构与信号引脚	31
	习题	33
第 3 章	MCS-51 单片机指令系统	35
3.1	指令系统概述	35
3.1.1	指令格式	35
3.1.2	指令系统的分类	36
3.1.3	指令描述符号意义的说明	36
3.2	寻址方式	37
3.3	数据传送类指令	41
3.4	算术运算类指令	46
3.5	逻辑运算及移位类指令	52
3.6	控制转移类指令	56
3.7	布尔操作类指令	61
	习题	64
第 4 章	MCS-51 单片机程序设计	66
4.1	汇编语言概述	66
4.1.1	汇编语言的特点	66
4.1.2	汇编语言的语句格式	66
4.1.3	汇编语言的伪指令	67
4.2	程序设计	70
4.2.1	顺序程序设计	70
4.2.2	分支程序设计	71
4.2.3	循环程序设计	74
4.3	子程序设计	76
4.3.1	参数传递	76
4.3.2	现场保护	77
4.4	常用子程序设计	77
4.4.1	数制转换程序	77
4.4.2	多字节无符号数的加减法运算	79
4.4.3	双字节的乘法运算	80
4.4.4	软件定时程序	82
4.4.5	查表程序	83
4.4.6	数据检索	84

4.4.7 数据排序	85
习题	87
第 5 章 中断与定时	89
5.1 MCS-51 单片机的中断系统	89
5.1.1 单片机中断技术概述	89
5.1.2 中断源	90
5.1.3 中断控制	91
5.1.4 中断处理过程	94
5.1.5 中断请求的撤消	97
5.2 MCS-51 单片机定时器/计数器	98
5.2.1 定时器/计数器的功能	98
5.2.2 定时器/计数器的控制寄存器	99
5.2.3 定时工作方式 0	100
5.2.4 定时工作方式 1	102
5.2.5 定时工作方式 2	103
5.2.6 定时工作方式 3	105
5.2.7 用定时器/计数器进行外部中断扩展	107
5.3 中断与定时器/计数器综合应用举例	108
习题	111
第 6 章 存储器与存储器的扩展	112
6.1 单片机扩展存储器的设计	112
6.1.1 MCS-51 单片机系统总线	112
6.1.2 外部存储器的操作时序	114
6.1.3 单片机对存储器片选的实现	116
6.2 程序存储器的扩展	117
6.2.1 程序存储器概述	117
6.2.2 常用程序存储器	118
6.2.3 程序存储器的扩展举例	121
6.3 数据存储器的扩展	124
6.3.1 数据存储器概述	124
6.3.2 常用数据存储器	125
6.3.3 数据存储器扩展举例	126
6.4 同时扩展程序存储器和数据存储器	128
习题	129
第 7 章 单片机 I/O 接口的扩展	131
7.1 I/O 接口的直接应用	131
7.2 I/O 接口技术概述	133

7.2.1	为什么需要 I/O 接口电路	133
7.2.2	单片机 I/O 控制方式	133
7.3	单片机简单 I/O 接口的扩展	135
7.3.1	简单输入接口的扩展	135
7.3.2	简单输出接口的扩展	137
7.4	8255A 可编程并行 I/O 的扩展	138
7.4.1	8255A 的结构和引脚	138
7.4.2	8255A 的控制字及其工作方式	140
7.4.3	8255A 的应用	142
7.5	8155 可编程并行 I/O 的扩展	143
7.5.1	8155 的结构和引脚	143
7.5.2	8155 的控制字及其工作方式	145
7.5.3	8155 的应用	147
	习题	148
第 8 章	单片机与输入输出设备的接口	149
8.1	拨码盘接口	149
8.1.1	BCD 拨码盘的结构	149
8.1.2	BCD 拨码盘的接口方法	150
8.2	单片机与键盘的接口	152
8.2.1	键盘的工作原理	152
8.2.2	独立式按键及其接口程序	154
8.2.3	行列式键盘 (也称矩阵式键盘) 及接口	155
8.3	LED 显示器接口	159
8.3.1	LED 显示器的结构	160
8.3.2	LED 显示器的工作方式	161
8.3.3	LED 显示器的接口电路	161
8.4	LCD 显示器的接口	163
8.4.1	LCD 显示器的结构	163
8.4.2	LCD 显示器的工作方式	164
8.4.3	LCD 显示器的接口电路	165
8.5	键盘/显示器专用接口芯片 8279	166
8.5.1	8279 的内部结构及工作原理	167
8.5.2	8279 的引脚与功能	168
8.5.3	8279 的寄存器	169
8.5.4	8279 的接口应用	172
	习题	175
第 9 章	单片机的串行通信	176
9.1	串行通信基本常识	176

9.1.1	异步串行通信的字符格式	176
9.1.2	异步串行通信的传送速率	177
9.1.3	异步串行通信的信号形式	178
9.1.4	异步串行通信的数据通路形式	178
9.1.5	RS-232C 总线标准	179
9.1.6	串行接口电路	182
9.2	MCS-51 单片机的串行口及控制寄存器	183
9.2.1	MCS-51 串行口结构	183
9.2.2	串行通信控制寄存器	183
9.3	MCS-51 单片机串行通信工作方式	185
9.3.1	串行工作方式 0	185
9.3.2	串行工作方式 1	189
9.3.3	串行工作方式 2	192
9.3.4	串行工作方式 3	194
9.4	多机通信	194
9.4.1	多机通信基本原理	194
9.4.2	多机通信的程序设计	195
9.4.3	简单应用举例	196
习题	198
第 10 章	单片机与 A/D 及 D/A 转换器的接口	199
10.1	A/D 及 D/A 转换器的性能指标	199
10.2	单片机与 D/A 转换器的接口	200
10.2.1	DAC0832 及其与单片机接口电路	200
10.2.2	DAC1020 及其与单片机接口电路	204
10.3	单片机与 A/D 转换器的接口	206
10.3.1	5G14433A/D 转换器及其与单片机的接口	206
10.3.2	ADC0809 及其与单片机的接口	210
习题	214
第 11 章	单片机应用系统设计	215
11.1	单片机应用系统设计	215
11.1.1	典型的单片机应用系统	215
11.1.2	单片机应用系统设计的一般步骤	215
11.2	单片机应用系统的硬件电路	216
11.2.1	硬件电路的组成及设计原则	216
11.2.2	单片机应用系统的可靠性设计	217
11.2.3	单片机应用系统的保密性设计	220
11.3	单片机应用系统的调试	221
11.3.1	单片机应用系统中常见的故障	221

11.3.2 单片机应用系统的仿真调试	222
习题	223
参考文献	224

第 1 章 单片机概述

本章要点

本章主要讲述单片微型计算机的基本概念、发展概况、应用领域以及被誉为“控制领域中最佳 8 位微机”的 MCS-51 系列和 AT89 系列

众所周知,近几十年来微型计算机的发展速度是十分迅速的,其发展方向主要有两个方面:其一是不不断推出高性能的通用微型计算机系统。从 20 世纪 80 年代的 286、386 直到今天的 P4,字长已从原来的 8 位扩展到 64 位;CPU 的处理速度和处理能力大大增强;先进的系统结构,使微机适合组成网络。通用微型计算机系统主要用于信息管理、科学计算、辅助设计、辅助制造等。其二是面向控制型应用领域的单片微型计算机的大量生产和广泛应用。如 Intel、ZILOG、NEC 等公司都生产单片微型计算机。由于单片微型计算机具有可靠性高、体积小、价格低、易于产品化等特点,因而在智能仪器仪表、实时工业控制、智能终端、通信设备、导航系统、家用电器等自控领域获得广泛应用。

1.1 单片机的概念

单片微型计算机简称单片机。它是把组成微型计算机的各功能部件:中央处理器 CPU、随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM、I/O 接口电路、定时器/计数器以及串行通信接口等制作在一块集成芯片中,构成一个完整的微型计算机。

单片机主要应用于控制领域,它的结构与指令功能都是按照工业控制要求设计的,故又称为微控制器(Micro Controller Unit)。在国际上,“微控制器”的叫法更通用些,在我国比较习惯“单片机”这一名称。

由于单片机在应用时通常是被控系统的核心并融入其中,即以嵌入的方式工作,为了强调其“嵌入”的特点,也常常将单片机称为嵌入式微控制器。

1.2 单片机的发展概况

单片机出现的历史并不长,它的产生与发展和微处理器的产生与发展大体上同步,经历了 4 个阶段:

第一阶段(1971~1974 年):1971 年 11 月美国 Intel 公司首先设计出集成度为 2000 只晶体管/片的 4 位微处理器 Intel 4004,并且配有随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM 和移位寄存器等芯片,构成第一台 MCS-4 微型计算机。1972 年 4 月 Intel 公司又研制成功了处理能力较强的 8 位微处理器——Intel 8008。这些微处理器虽说还不是单片机,但从此拉开了研制单片机的序幕。

第二阶段(1974~1978年):初级单片机阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表。这个系列单片机内集成有 8 位 CPU、并行 I/O 接口、8 位定时器/计数器,寻址范围不大于 4K,且无串行口。

第三阶段(1978~1983年):高性能单片机阶段。在这一阶段推出的单片机普遍带有串行口,有多级中断处理系统、16 位定时器/计数器。片内 RAM、ROM 容量加大,且寻址范围可达 64KB,有的片内还带有 A/D 转换器接口。这类单片机有 Intel 公司的 MCS-51、Motorola 公司的 6801 和 Zilog 公司的 Z8 等。这类单片机的应用领域极其广泛,这个系列的各类产品仍然是目前国内外产品的主流。其中 MCS-51 系列产品,以其优良的性能价格比,成为我国广大科技人员的首选。

第四阶段(1983年~现在):8 位单片机巩固发展及 16 位单片机推出阶段。此阶段主要特征是一方面发展 16 位单片机及专用单片机;另一方面不断完善高档 8 位单片机,改善其结构,以满足不同的用户需要。

纵观单片机近 30 年的发展历程,我们认为单片机今后将向多功能、高性能、高速度、低电压、低功耗、低价格、外围电路内装化以及片内存储器容量增加的方向发展。但其位数不一定会继续增加,尽管现在已经有 32 位单片机,但使用的并不多。今后的单片机将功能更强、集成度和可靠性更高、功耗更低以及使用更方便。此外,专用化也是单片机的一个发展方向,针对某一用途的专用单片机将会越来越多。

1.3 MCS-51 系列

MCS-51 系列单片机是美国 Intel 公司于 20 世纪 80 年代初推出的 8 位微型计算机。20 多年来,其应用领域不断扩大,长盛不衰,被誉为“控制领域中最最佳的 8 位微型计算机”。

1. 单片机的应用特性

从应用的角度看, MCS-51 系列单片机具有以下一些特性:

(1) 集成度高

MCS-51 系列单片机代表产品为 8051, 8051 内部包含 4KB 的 ROM、128B 的 RAM、四个 8 位并行口、一个全双工串行口、两个 16 位定时器/计数器以及一个处理功能强大的中央处理器。

(2) 系统结构简单

MCS-51 系列单片机芯片内部采用模块化结构,增加或更换一个模块就能获得指令系统和引脚兼容的新产品。另一方面, MCS-51 系列单片机具有 64KB 的外部程序存储器寻址能力和 64KB 的外部 RAM 和 I/O 口寻址能力。Intel 公司标准的 I/O 接口电路和存储器电路都可以直接连到 MCS-51 系列单片机上以扩展系统功能,应用非常灵活。

(3) 可靠性高

单片机产品和其他产品一样,出厂指标有军用品、工业品和商用品之分。其中军用品要求绝对可靠,在任何恶劣的环境下都能可靠工作,主要用于武器系统、航空器等方面。单片机属于工业品,能在常温下工作,不需要在温度恒定的机房内工作。由于单片

机总线大多在芯片内部不易受干扰，而且单片机应用系统体积小，易于屏蔽，所以单片机的可靠性较高。

(4) 处理功能强，速度快

MCS-51 系列单片机指令系统中具有加、减、乘、除指令，各种逻辑运算和转移指令，还具有位操作功能。CPU 时钟频率高达 12MHz，单字节乘法和除法仅需要 $4\mu\text{s}$ ，而且具有特殊的多机通信功能，可作为多机系统中的子系统。

2. 单片机的制造工艺

目前，制造单片机的工艺只有两种：HMOS 工艺和 CHMOS 工艺。早期的 MCS-51 系列芯片都采用 HMOS 工艺，即高密度、短沟道 MOS 工艺。8051、8751、8031、8951 等产品均属于 HMOS 工艺制造的产品。CHMOS 工艺是 CMOS 和 HMOS 的结合，除保持了 HMOS 工艺的高密度、高速度之外，还具有 CMOS 工艺低功耗的特点。例如 HMOS 工艺制造的 8051 芯片的功耗为 630mW，而用 CHMOS 工艺制造的 80C51 芯片的功耗为 120mW，这么低的功耗用一粒纽扣电池就可以工作。单片机型号中包含有“C”的产品就是指它的制造工艺是 CHMOS 工艺。例如 80C51，就是指用 CHMOS 工艺制造的 8051。

3. MCS-51 单片机系列产品

MCS-51 是一个单片机系列产品，具有多种芯片型号。具体说，按其内部资源配置的不同，MCS-51 可分为两个子系列和四种类型，见表 1.1。

表 1.1 MCS-51 系列单片机

资源配置 子系列	片内 ROM 形式				片内 ROM 容量	片内 RAM 容 量	定时器/ 计数器	中断 源
	无	ROM	EPROM	E ² PROM				
MCS-51 子系列	8031	8051	8751	8951	4KB	128B	2 × 16	5
MCS-52 子系列	8032	8052	8752	8952	8KB	256B	3 × 16	6

MCS-51 子系列包含 4 个产品，这 4 个产品具有不同的应用特性。

8051：单片机 8051 内部包含了 4KB 的 ROM、128B 的 RAM、21 个特殊功能寄存器、4 个 8 位并行口、一个全双工串行口、两个 16 位定时器/计数器以及一个处理功能很强的中央处理器，是一台完整的微型计算机

8751：是以 4KB 的 EPROM 代替 4KB ROM 的 8051。

8951：是以 4KB 的 E²PROM（或 Flash ROM）代替 4KB ROM 的 8051。

8031：是内部无 ROM 的 8051。单片机 8031 不构成完整计算机，必须外接 EPROM 作为程序存储器。

52 子系列也包含 4 个产品，分别是 51 子系列的增强型。由于资源数量的增加，芯片的功能有所增强。片内 ROM 容量从 4KB 增加到 8KB；RAM 容量从 128B 增加到 256B；定时器数目从 2 个增加到 3 个；中断源从 5 个增加到 6 个等。

4. 80C51 单片机系列

80C51 单片机系列是在 MCS-51 系列的基础上发展起来的。早期的 80C51 单片机只是 MCS-51 系列众多芯片中的一类，但是随着后来的发展，80C51 单片机已经形成了独立的系列，并且成为当前 8 位单片机的典型代表。

最早推出 80C51 系列芯片的是 Intel 公司，并且作为 MCS-51 系列的一部分，按原 MCS-51 系列芯片的规则命名，例如 80C51、80C31、87C51 等（至于 89C51，我们把它归入 89 系列单片机，将在下一节介绍）。后来越来越多的公司生产 80C51 芯片，而且型号的命名已面目全非，功能上也做了不同程度的改进，如增加了 A/D 转换、高速 I/O 口等。有些还在总线结构上做了重大改进，出现了廉价的非总线型单片机芯片。但是万变不离其宗：CHMOS 工艺芯片 80C51/80C31/87C51/89C51 的基本特征是低功耗、允许的电源电压波动范围较大（为 $5V \pm 20\%$ ），并有三种功耗控制方式（增加了待机和掉电保护两种方式）。习惯上，我们仍然把 80C51 系列作为 MCS-51 的子系列。

1.4 AT89 系列单片机

AT89 系列单片机是 ATMEL 公司的 8 位 Flash 单片机系列。这个系列单片机的最大特点是在片内含有 Flash 存储器，而其他方面和 MCS-51 没有太大的区别。该系列有着十分广泛的用途，特别是在便携式、省电和特殊信息保存的仪器和系统中显得更为有用。

1. AT89 系列单片机的特点

（1）内含有 Flash 存储器

由于片内含有 Flash 存储器，因此在系统开发过程中可以十分容易地进行程序的修改。同时，在系统工作过程中，能有效地保存数据信息，即使外界电源损坏也不影响信息的保存。

（2）和 AT80C51 插座兼容

AT89 系列单片机的引脚和 MCS-51 系列单片机的引脚是一样的。只要用相同引脚的 AT89 系列单片机就可以取代 MCS-51 系列单片机。

（3）静态时钟方式

AT89 系列单片机采用静态时钟方式，节省电能，这对于降低便携式产品的功耗十分有用。

2. AT89 系列单片机的概况

AT89 系列单片机共有 7 种型号，分别为 AT89C51、AT89LV51、AT89C52、AT89LV52、AT89C2051、AT89C1051、AT89S8252。其中 AT89LV51、AT89LV52 分别是 AT89C51、AT89C52 的低电压产品。最低电压可以低至 2.7V。而 AT89C2051、AT89C1051 则是低档型的低电压产品。它们只有 20 条引脚，最低电压也为 2.7V，见表 1.2。

表 1.2 AT89 系列单片机概况

型号	AT89C51	AT89C52	AT89C1051	AT89C2051	AT89S8252
Flash (KB)	4	8	1	2	8
片内 RAM (B)	128	256	64	128	256
I/O (条)	32	32	15	15	32
定时器 (个)	2	3	1	2	3
中断源 (个)	6	8	3	6	9
串行接口 (个)	1	1	1	1	1
M 加密/级	3	3	2	2	3
片内振荡器	有	有	有	有	有
EEPROM (KB)	无	无	无	无	2

1.5 单片机的应用

由于单片机具有可靠性高、体积小、价格低、易于产品化等特点,因而在智能仪器仪表、实时工业控制、智能终端、通信设备、导航系统、家用电器等自控领域获得广泛应用。例如:

(1) 智能仪器仪表

用单片机改造原有的测量、控制仪表,能促进仪表向数字化、智能化、多功能化、综合化、柔性化发展,如温度、压力、流量、浓度显示、控制仪表等。通过采用单片机软件编程技术,使长期以来测量仪表中的误差修正、线性化处理等难题迎刃而解。

(2) 实时工业测控系统

用单片机可以构成各种工业控制系统、自适应系统、数据采集系统等。如温室人工气候控制、水闸自动控制、电镀生产线自动控制等。

(3) 机电一体化产品

单片机与传统的机械产品结合,使传统机械产品结构简化、控制智能化。例如电传打字机的设计中由于采用了单片机,取代了近千个机械部件。

(4) 家用电器

全自动洗衣机、智能冰箱、各类小家电都无一例外地采用了单片机。

单片机的应用主要是在控制领域里。它的应用和计算机应用有很大的不同。主要表现在以下几点:

(1) 控制系统在线应用

控制系统在线应用由于控制对象和单片机联系密切,所以对设计者提出了很高的要求。他们不但要熟练掌握单片机,还要了解控制对象,懂得传感技术,具有一定的控制理论知识等。

(2) 软硬件结合

单片机应用系统的设计需要软、硬件统筹考虑。设计者不但要熟练掌握汇编语言的编程技术,而且还必须精通单片机硬件系统和指令系统。

(3) 应用现场环境恶劣

应用现场的环境一般是比较恶劣的。电磁干扰、电源波动、高低温等因素都会影响