



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 单片微型计算机原理与接口技术

(第二版)

高 锋 编著



科学出版社  
www.sciencep.com

TP368.1

85=2D

2007

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 单片微型计算机原理与接口技术

(第二版)

高 锋 编著

科 学 出 版 社

北 京

## 内 容 简 介

本书以 80C51 系列单片微机为主讲机种,主要介绍单片微型计算机的原理与接口技术,内容包括单片微机的基本硬件配置、指令系统和程序编程、常用功能部件(中断、定时器/计数器、串行口)应用编程、单片微机的接口技术(存储器和 I/O 的扩展原理和方法、A/D 接口、D/A 接口、键盘接口和显示接口等)。第二版中增加了串行扩展原理和方法、可靠性设计技术和低功耗设计等新的内容。

本书概念清楚,叙述详细,例题丰富,便于自学,可作为高等院校本科“单片微机原理与接口技术”课程教学用书,也可作为大专院校、远程教育或单片微机培训班教材。本书也可供从事单片微机应用的技术人员参考。

随书配有光盘,可作为多媒体课件,方便教师教学和学生学习。

### 图书在版编目(CIP)数据

单片微型计算机原理与接口技术/高锋编著. - 2 版. - 北京:科学出版社,2007

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

ISBN 978-7-03-018577-8

I. 单… II. 高… III. ①单片微型计算机-理论-高等学校-教材②单片微型计算机-接口-高等学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 020340 号

责任编辑:段博原/责任校对:刘小梅

责任印制:张克忠/封面设计:黄华斌 王 浩

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>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2003 年 2 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2007 年 4 月第 二 版 印张: 19 3/4

2007 年 4 月第七次印刷 字数: 374 000

印数: 22 001—27 000

定价: 28.00 元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

## 前 言

单片微机又称为微控制器(MCU),在全世界的年产量已有 100 亿多片,在中国大陆,年用量超过 6 亿片,而且还在迅速地增长。简单的如玩具、家用电器,复杂的如仪器仪表、工业控制、军用设备等等,几乎每一领域都可看到单片微机的应用。单片微机的应用带来了“智能化”、“傻瓜化”,使控制更灵活,设备更精确,并符合“绿色”电子的要求。

目前,提供单片微机的公司及厂家越来越多,可供用户选择的单片微机型号也层出不穷。Intel 公司的 MCS-51 单片微机在我国流行了 20 多年,至今仍在发展。特别是 MCS-51 实施技术开放以后,由于 Philips、ISSI、Atmel、WINBIND、ADI、DALLAS、Siemens 等知名公司的介入,在 MCS-51 基础上形成了新一代的 80C51 系列单片微机,这使 80C51 的应用领域更宽广。另外,由于在 80C51 单片微机中采用了 Flash ROM、基于 Flash ROM 的 ISP(in system programmable)技术,软件工具已有 C 编译器和实时多任务操作系统等,使得单片微机在目标板上在线实时仿真,从而提高了工作效率,缩短了开发周期,适应了商品经济的发展。

正由于 80C51 的上述特点,目前大多数高校都以 80C51 单片微机为基础介绍单片微机的原理与接口技术。本教材也是以 80C51 单片微机为典型介绍单片微机的原理及应用。本教材共分九章,除第一章“绪论”外,顺序依次为:① 第二章主要介绍硬件,即 80C51 内部主要硬件结构;② 第三、四章主要介绍软件,重点是 80C51 的指令系统及软件编程方法;③ 第五、六、七章主要介绍 80C51 内部功能部件的原理及应用编程,特点是软、硬件相结合;④ 第八章主要介绍 80C51 的接口技术;⑤ 第九章通过几个例子介绍单片微机的扩展和应用。

根据编者二十年来从事本科生“微机原理和接口技术”课程理论教学和实践教学的经验和体会,本书以 2003 年 2 月的第一版为基础,对原书的一些内容进行了增删,前后文字和叙述进行了统一,特别是对第八章内容改动较大,增加了串行扩展原理和方法、可靠性设计技术和低功耗设计技术等新的内容。为了方便多媒体教学和读者的自学,本书附有多媒体课件光盘。为了帮助读者更好地理解本书内容和重点复习,作者配套出版了《单片机习题与试题解析》一书。

本书的出版得到浙江大学“微机原理和接口技术”课程多位任课老师和电气工程学院领导的支持和鼓励,在此表示衷心感谢。本书参考和引用了“参考文献”中所列教材和专著中的一些内容,在此向原著者表示感谢。

由于作者学识水平所限,书中难免会有错误和不妥之处,恳请读者不吝赐教!

作 者

2007年1月于浙江大学玉泉

# 目 录

## 前言

<b>第一章 绪论</b> .....	1
1.1 单片微机的发展 .....	1
1.1.1 单片微机的概念 .....	1
1.1.2 单片微机的发展 .....	2
1.2 80C51 系列单片微机 .....	5
1.3 单片微机的应用 .....	9
1.4 本教程的教学安排 .....	10
思考与练习 .....	11
<b>第二章 80C51 单片微机的基本结构</b> .....	12
2.1 80C51 单片微机的内部结构 .....	12
2.2 80C51 单片微机的引脚及其功能 .....	15
2.3 80C51 CPU 的结构和特点 .....	18
2.3.1 中央控制器 .....	18
2.3.2 运算器 .....	20
2.3.3 时钟电路及 CPU 的工作时序 .....	23
2.4 80C51 存储器结构和地址空间 .....	28
2.4.1 程序存储器 .....	29
2.4.2 内部数据存储器 .....	30
2.4.3 片外数据存储器区 .....	36
2.5 80C51 并行输入/输出端口 .....	36
2.5.1 P0 口 .....	36
2.5.2 P1 口 .....	39
2.5.3 P2 口 .....	41
2.5.4 P3 口 .....	43
2.6 80C51 布尔(位)处理器 .....	45
2.7 80C51 单片微机的工作方式 .....	45
2.7.1 复位方式 .....	45
2.7.2 程序执行方式 .....	47
2.7.3 低功耗工作方式 .....	47

2.7.4 编程方式	49
思考与练习	52
<b>第三章 80C51 单片微机的指令系统</b>	<b>54</b>
3.1 80C51 指令系统概述	54
3.1.1 寻址方式	54
3.1.2 指令格式	60
3.1.3 指令分类	61
3.1.4 指令系统中使用符号说明	61
3.1.5 单片微机执行指令的过程	62
3.2 数据传送类指令	62
3.2.1 内部 8 位数据传送指令	63
3.2.2 16 位数据传送指令	65
3.2.3 外部数据的传送指令组	66
3.2.4 程序存储器数据传送指令(或称查表指令)	67
3.2.5 数据交换指令	67
3.2.6 堆栈操作指令组	68
3.3 算术运算类指令	70
3.3.1 加法指令	70
3.3.2 带进位加法指令	71
3.3.3 增量(加 1) 指令	72
3.3.4 二十进制调整指令	73
3.3.5 带借位减法指令	74
3.3.6 减 1 指令	75
3.3.7 乘法/除法指令	76
3.4 逻辑运算类指令	77
3.4.1 逻辑“与”运算指令	77
3.4.2 逻辑“或”运算指令	77
3.4.3 逻辑“异或”运算指令	78
3.4.4 累加器移位/循环指令	78
3.4.5 累加器按位取反指令	80
3.4.6 累加器清 0 指令	80
3.5 控制程序转移类指令	80
3.5.1 无条件转移指令	81
3.5.2 条件转移指令	84
3.5.3 循环转移指令	86

3.5.4	子程序调用指令	87
3.5.5	返回指令	88
3.5.6	空操作指令	89
3.6	布尔(位)操作类指令	89
3.6.1	布尔传送指令	89
3.6.2	布尔状态控制指令	90
3.6.3	布尔(位)逻辑操作指令	90
3.6.4	布尔(位)条件转移指令	91
	思考与练习	93
<b>第四章</b>	<b>80C51 单片微机的程序设计</b>	<b>97</b>
4.1	概述	97
4.1.1	汇编语言格式	97
4.1.2	伪指令语句	100
4.2	80C51 汇编语言程序设计	104
4.2.1	顺序结构程序设计	105
4.2.2	分支结构程序设计	111
4.2.3	循环结构程序设计	118
4.2.4	子程序设计	122
4.2.5	程序设计举例	128
	思考与练习	131
<b>第五章</b>	<b>80C51 单片微机的中断系统原理及应用</b>	<b>134</b>
5.1	中断系统概述	134
5.1.1	单片微机的中断系统需要解决的问题	134
5.1.2	中断的主要功能	135
5.2	80C51 的中断系统	136
5.2.1	中断源	136
5.2.2	中断矢量	137
5.3	中断的控制	138
5.3.1	中断标志	138
5.3.2	中断允许控制	139
5.3.3	中断优先级	139
5.3.4	外部中断触发方式	140
5.3.5	中断请求的撤除	141
5.4	中断的响应过程和响应时间	142
5.4.1	中断的响应过程	142



5.4.2 中断响应时间 .....	144
5.5 外部中断源的扩展 .....	144
5.5.1 采用“OC门”经“线或”后实现 .....	144
5.5.2 通过片内定时器/计数器来实现 .....	146
5.6 80C51 的单步操作 .....	147
5.7 中断服务程序的设计 .....	148
思考与练习 .....	150
<b>第六章 单片微机的定时器/计数器原理及应用 .....</b>	<b>151</b>
6.1 概述 .....	151
6.2 定时器/计数器 T0、T1 .....	152
6.2.1 与定时器/计数器 T0、T1 有关的特殊功能寄存器 .....	152
6.2.2 定时器/计数器 T0、T1 的工作方式 .....	155
6.3 定时器/计数器 T2 .....	159
6.3.1 定时器/计数器 T2 中的特殊功能寄存器 .....	159
6.3.2 定时器/计数器 T2 的工作方式 .....	161
6.4 监视定时器(看门狗)T3 .....	165
6.5 定时器/计数器的应用编程 .....	167
6.5.1 定时器的应用 .....	167
6.5.2 计数器的应用 .....	171
6.5.3 门控位 GATE 的应用 .....	173
6.5.4 运行中读定时器/计数器 .....	176
思考与练习 .....	176
<b>第七章 80C51 单片微机的串行口原理及应用 .....</b>	<b>178</b>
7.1 串行数据通信概述 .....	178
7.2 80C51 串行口及控制 .....	180
7.2.1 80C51 串行口结构 .....	180
7.2.2 80C51 串行口控制 .....	181
7.3 串行口的工作方式 .....	183
7.3.1 串行口方式 0——同步移位寄存器方式 .....	183
7.3.2 串行口方式 1——8 位 UART .....	185
7.3.3 串行口方式 2 和 3——9 位 UART .....	188
7.4 多处理机通信方式 .....	190
7.5 串行口的应用 .....	191
7.5.1 串行口的波特率发生器及波特率计算 .....	191
7.5.2 方式 0 的编程和应用 .....	193

7.5.3 方式 1 的编程和应用 .....	193
7.5.4 方式 2 和 3 的编程和应用 .....	199
思考与练习 .....	208
<b>第八章 单片微机的系统扩展原理及接口技术</b> .....	<b>210</b>
8.1 系统扩展原理 .....	210
8.1.1 外部并行扩展原理 .....	210
8.1.2 外部串行扩展原理 .....	215
8.2 程序存储器的扩展 .....	219
8.2.1 程序存储器扩展时的总线功能和操作时序 .....	219
8.2.2 片外程序存储器的扩展 .....	220
8.3 数据存储器的扩展 .....	221
8.3.1 并行数据存储器的扩展 .....	222
8.3.2 串行数据存储器的扩展 .....	224
8.4 I/O 的扩展及应用 .....	236
8.4.1 I/O 扩展概述 .....	236
8.4.2 80C51 单片机 I/O 口直接应用 .....	240
8.4.3 80C51 简单 I/O 的扩展 .....	241
8.4.4 可编程并行 I/O 接口芯片 8255A 的扩展及应用 .....	242
8.4.5 扩展串行 I/O 接口芯片 PCF8574 的扩展及应用 .....	249
8.5 D/A 转换器接口的扩展及应用 .....	253
8.5.1 概述 .....	253
8.5.2 8 位 D/A 转换器芯片 DAC 0832 .....	254
8.5.3 DAC 0832 的扩展与应用 .....	256
8.6 A/D 转换器接口的扩展及应用 .....	257
8.6.1 概述 .....	257
8.6.2 8 位 A/D 转换器芯片 ADC 0809 .....	258
8.6.3 ADC 0809 的扩展及应用 .....	261
8.7 键盘接口 .....	263
8.7.1 键盘接口的工作原理 .....	264
8.7.2 键盘的接口电路 .....	265
8.8 显示接口 .....	266
8.8.1 LED 显示器的扩展 .....	266
8.8.2 LCD 显示器的扩展 .....	270
8.9 系统扩展时的可靠性与低功耗 .....	277
8.9.1 系统扩展时的可靠性 .....	277

---

8.9.2 系统扩展时的低功耗 .....	278
思考与练习 .....	279
<b>第九章 单片微机应用系统实例</b> .....	<b>282</b>
9.1 数据采集系统 .....	282
9.1.1 水表数据采集系统 .....	282
9.1.2 电能表数据采集系统 .....	285
9.2 无总线单片微机应用系统 .....	287
<b>附录 A 80C51 指令</b> .....	<b>292</b>
<b>附录 B 多种单片微机型号命名法</b> .....	<b>297</b>
B.1 Intel 公司单片微机型号命名示例 .....	297
B.2 Philips 公司单片微机型号命名示例 .....	297
B.3 Atmel 公司 89 系列单片微机的型号编码 .....	300
<b>附录 C 单片微机常见缩略语</b> .....	<b>302</b>
<b>附录 D</b> .....	<b>304</b>
<b>参考文献</b> .....	<b>305</b>

# 第一章 绪 论

## 1.1 单片微机的发展

### 1.1.1 单片微机的概念

单片微机是单片微型计算机 SCMC(single chip micro computer)的译名简称,在国内也常简称为“单片微机”或“单片机”。它包括中央处理器 CPU、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、中断系统、定时器/计数器、串行口和 I/O 等等。现在,单片微机已不仅指单片计算机,还包括微计算机(microcomputer)、微处理器(microprocessor)、微控制器(microcontroller)和嵌入式控制器(embedded controller),单片微机已是它们的俗称。

单片微机主要应用于工业控制领域,用来实现对信号的检测、数据的采集以及对应用对象的控制。由于单片微机扩展了各种控制功能,如 A/D、PWM、计数器的捕获/比较逻辑、高速 I/O 口、WDT 等,已突破了微型计算机的传统内容,所以,更准确地反映其本质的叫法应是微控制器。又由于它完全作嵌入式应用,故又称为嵌入式微控制器(embedded microcontroller)。国际上常把单片微机称为微控制器 MCU(micro controller unit)。而在国内则比较习惯称为“单片微机”或“单片机”,本书中主要使用“单片微机”一词。

除了工业控制领域,单片微机在家用电器、电子玩具、通信、高级音响、图形处理、语言设备、机器人、计算机等各个领域迅速发展。目前单片微机的世界年产量已达 100 多亿片,而在中国内陆地区单片微机的年应用量已超过 6 亿片,由此可以看出单片微机的广泛应用和发展前景。

根据总线的宽度不同,单片微机可分为 4 位机、8 位机、16 位机和 32 位机。4 位机和 8 位机的销量几乎平分秋色,但从发展来看,由于半导体技术的发展,8 位机和 4 位机之间的价格差距越来越小,8 位机的性能价格比越来越高。所以,在将来较长一段时间内,8 位机是单片微机的主流机种。而且,4 位机和 8 位机主要用于家电、电子玩具、电话、一般性的工业控制等处理速度要求不太高而又需有大批量的领域;16 位机和 32 位机主要用于图像图形处理、机器人、高速数据通信等技术要求高但批量较小的场合。从全球单片微机市场来看,2006 年单片微机细分产品中,8 位单片微机的增长平缓,这主要是由产品价格持续下降所导致的。与之不同,近几年中国 8 位单片微机市场却一直保持着 30% 以上的高增长率,2006 年 8 位单片微机占中国单片微机整体市场销售额的一半以上。在我国,消费类产品

的生产制造和需求数量非常巨大,如彩电、冰箱、洗衣机等,而这类产品大多对单片微机的要求相对简单,且对单片微机价格相对更加敏感,因此,在这类产品中以 8 位单片微机,甚至是 4 位单片微机为主。同时,8 位单片微机应用的主力市场——汽车电子领域的高速成长,也是带动这一市场保持主流地位的有力因素。此外,随着供应商不断提高自身的产品性能、丰富产品的功能,8 位单片微机依靠自身的价格优势、较低的功耗及较小的尺寸,进一步抢占了部分 16 位单片微机的市场份额,从而更加巩固了主流产品的市场地位。努力研究、推广 8 位单片微机的应用比较适合我国的国情,对形成我国的单片微机应用产业有很大的好处。

在 8 位单片微机中,主要有以 Intel 公司为代表的 MCS-51 系列;有以 Motorola 公司为代表的 MC6800 系列(MC68HC05 及 MC68HC08 等),有以 ZiLOG 公司为代表的 Z8 系列等等。Intel 公司的 MCS-51 系列单片微机因其优良的性能价格比、通畅的供货渠道、国产低价的仿真器、较全的技术资料而较早地占领了中国的单片微机市场,并为广大工程技术人员所熟悉。同时,由于 MCS-51 系列中 8031 的硬件设计先进合理,具有很高的性能价格比,MCS-51 指令系统丰富和使用方便等优点,8031 单片微机成为事实上的工业标准,并被世界所公认。世界上很多著名半导体厂商都选购 Intel 公司的 8031 单片微机专利而生产其派生产品,从而使 80C51 系列单片微机的阵容日趋庞大,这是其他系列单片微机所望尘莫及的。众多的 80C51 系列产品为用户提供了根据实际用途选择功能上足够而又不浪费的单片微机的可能性和灵活性,使用户系统更能体现出体积小、功能强、价格便宜的优点。

总之,单片微机目前和今后一段时间内的主要市场是 8 位机,而其中的 80C51 系列单片微机,无论从它的技术和产品延续性还是从它的品种齐全性来讲,都是值得推荐的。

### 1.1.2 单片微机的发展

随着单片微机技术的不断发展和 80C51 系列单片微机成员的不断扩大,单片微机的品种除了有不带片内 ROM、带片内掩膜 ROM 和带片内 EPROM 三种基本品种外,还出现了带片内 E<sup>2</sup>PROM、带片内闪速存储器(Flash),以及具有高电磁兼容性的单片微机等。单片微机的新技术层出不穷,例如:监视定时器(WDT,俗称看门狗)、集成电路间互连总线(I<sup>2</sup>C 总线)、控制域网络总线(CAN 总线)、直接存储器存取(DMA)、振荡器失效检测(OFD)、射频干扰减小(RFI)方式、低功耗方式等。这些新出现的单片微机品种和单片微机技术的新进展,无疑会对单片微机的应用产生巨大的推动作用。

众所周知,计算机必须由三大基本单元,即 CPU、存储器和输入/输出设备组成。单片微机在一块芯片上集成了运算器、定时器、片内振荡器和控制器,构成了

通常所说的 CPU;在同一芯片上集成了 ROM/EPROM、RAM、特殊功能寄存器 SFR 和存储器扩展控制器,构成了单片微机的存储器;还集成了可编程并行 I/O 控制、串行口控制器、A/D 转换器及 D/A 输出,构成了单片微机的输入/输出通道。尽管单片微机中没有键盘等输入设备,也没有 CRT 等输出设备,但单片微机允许利用 I/O 接口与各种输入/输出设备相连。

1970 年微型计算机研制成功之后,随着大规模集成电路的发展又出现了单片微机,并且按照不同的发展要求,形成了两个独立发展的分支。美国 Intel 公司 1971 年生产的 4 位单片微机 4004 和 1972 年生产的雏形 8 位单片微机 8008,特别是 1976 年 MCS-48 单片微机问世以来,在短短的二十几年间,经历了四次更新换代,其发展速度为人约每二到三年要更新一代,集成度增加一倍,功能翻一番。发展速度之快、应用范围之广,已达到了惊人的地步。它已渗透到生产和生活的诸多领域,可谓“无孔不入”。

1976 年 Intel 公司首先推出 MCS-48 系列单片微型计算机。它已包括计算机的三个基本单元,成为真正意义的单片微机,赢得了广泛的应用,为单片微机的发展奠定了基础,成为单片微机发展进程中的一个重要阶段。

在 MCS-48 单片微机成功的刺激下,许多半导体公司和计算机公司争相研制和发展自己的单片微机系列。到目前为止,世界各地厂商已研制出大约 50 个系列、几百个品种的单片微机产品。其中,有 Motorola 公司的 MC68HC05 及 MC68HC08 系列等,ZiLOG 公司的 Z8 系列,Rockwell 公司的 6501、6502 等,此外,日本的 NEC 公司、日立公司(Hitachi)及 Epson 公司等,也都相继推出了各具特色的单片微机品种。

日本日立公司推出的 HS/300、HS/600 是较新款式的 8 位单片微机系列,采用高级语言 C 语言编写软件,中央处理器工作频率为 10 MHz,16 位寄存器进行寄存器加/减(速度 200ns)、乘/除(速度 1.4~2.6 $\mu$ s),寻址空间最多可到 16 MB。

日本 NEC 公司 78K/11 系列 16 位单片微机,由于工作温度在 -40~125 $^{\circ}$ C,已作为汽车电子元件之一广泛应用于汽车制造业。

美国 Motorola 公司的 LapKat 芯片是 HC05 单片微机的新成员之一,也是较为理想的微型功率控制器。LapKat 芯片以 8 位 CPU 为核心配以 8 KB ROM 及 304 B RAM,基本功率控制管理器有 8 条外围设备扫描线、8 条内部工作扫描线、8 个 8 位功率监视及电池侦察 A/D,能仿真 8042、8048 键盘扫描/控制器以及 MC146818 实时时钟(RTC),也可与 HC05 配合或单独使用。

美国 Harriscomp 公司 NS 单片微机系列产品,其概念核心是将共用的中央处理器结构作为整个系列所有成员的控制中心。这种方式可将各种 E<sup>2</sup>PROM、寄存器、比较器、模/数转换器及通用异步收发器(UART)等外围功能,较迅速而有效地组合在一起。

对工业控制、智能仪表等诸多较高层次的应用领域,8位单片微机系列在性能、价格两方面有较好的兼顾。

尽管目前单片微机的品种很多,但其中最具典型性的当属 Intel 公司的 MCS-51 系列单片微机,MCS-51 是在 MCS-48 的基础上于 20 世纪 80 年代初发展起来的,虽然它仍然是 8 位的单片微机,但其功能有很大的增强。此外,它还具有品种全、兼容性强、软硬件资源丰富等特点。因此,MCS-51 应用非常广泛,成为继 MCS-48 之后最重要的单片微机品种。直到现在 MCS-51 仍不失为单片微机中的主流机型。国内尤以 80C51 系列单片微机应用最广。由于 8 位单片微机的高性能价格比,估计近十年内,8 位单片微机将仍是单片微机中的主流机型。

在 8 位单片微机之后,16 位单片微机也有很大发展。例如,1983 年 Intel 公司推出的 MCS-96 系列单片微机就是其中的典型代表。与 MCS-51 相比,MCS-96 不但字长增加一倍,而且还具有 4 路或 8 路的 10 位 A/D 转换功能,此外,在其他性能方面也有一定的提高。飞利浦公司推出了与 80C51 在源码级相兼容的 16 位单片微机,即 80C51XA(每一条 80C51 指令可以 1:1 地被翻译成一条 XA 指令,仅 XCHD 指令除外),用户不需投入很大的软件开销和人员就能较大的提高产品性能。80C51XA 具有的高性能包括:执行速度快、支持高级语言(比如 C 语言)、支持实时多任务执行、易于形成派生系列产品、地址宽度可变(用户可以方便地将外部地址线宽度选定为 12 位、16 位、20 位、24 位等等。在工业控制产品、高档智能仪表、彩色复印机、录像机等应用领域,16 位单片微机大有用武之地。近几年 32 位单片微机也得到快速发展,如 ARM 处理器系列如 Freecale 半导体(原 Motorola 半导体产品部)的 Cold Fire 系列 32 位机。

纵观二十多年的发展过程,单片微机正朝多功能、多选择、高速度、低功耗、低价格、扩大存储容量和加强 I/O 功能及结构兼容方向发展。预计,今后的发展趋势不外乎在以下几个方面:

### (1) 多功能

在单片微机中尽可能多的把应用系统中所需要的存储器、各种功能的 I/O 口都集成在一块芯片内,即外围器件内装化,如把 LED、LCD 或 VFD 显示驱动器集成在 8 位单片微机中,如把 A/D、D/A、乃至多路模拟开关和采样/保持器也集成在单片微机芯片中,从而成为名副其实的单片微机。

### (2) 高性能

为了提高速度和执行效率,在单片微机中开始使用 RISC 体系结构、并行流水线操作和 DSP 等的设计技术,使单片微机的指令运行速度得到大大提高,其电磁兼容等性能明显地优于同类型的微处理器。

### (3) 全盘 CMOS 化趋势

单片微机采用两种半导体工艺生产,HMOS 工艺即高密度短沟道 MOS 工艺,

具有高速度和高密度;CHMOS 工艺即互补金属氧化物的 HMOS 工艺,除具有 HMOS 的优点外,还具有 CMOS 工艺的低功耗特点。如 8051 的功耗为 630mW,而 80C51 的功耗仅 120mW。

从第三代单片微机起开始淘汰非 CMOS 工艺。目前,数字逻辑电路和外围器件等都已普遍 CMOS 化。

#### (4) 推行串行扩展总线

推行串行扩展总线可以显著减少引脚数量,简化系统结构。随着外围器件串行接口的发展,单片微机的串行接口的普遍化、高速化,使得并行扩展接口技术日渐衰退。而许多公司都推出了删去了并行总线的非总线单片微机,需要外扩器件(存储器、I/O 等)时,采用串行扩展总线,甚至用软件虚拟串行总线来实现。

同时,由于集成度的进一步提高,有的单片微机的寻址能力已突破 64 KB 的限制,8 位、16 位的单片微机有的寻址能力已达到 1MB 和 16 MB。片内 ROM 的容量可达 62 KB, RAM 的容量可达 2KB。

## 1.2 80C51 系列单片微机

8051 单片微机是美 Intel 公司在 1980 年推出的 MCS-51 系列单片微机的第一个成员, MCS 是 Intel 公司的注册商标。凡 Intel 公司生产的以 8051 为核心单元的其他派生单片微机都可称为 MCS-51 系列,有时简称为 51 系列。其他公司生产的以 8051 为核心单元的其他派生单片微机却不能称为 MCS-51 系列,只能称为 8051 系列。也就是说, MCS-51 系列是专指 Intel 公司生产的以 8051 为核心单元的单片微机,而 8051 系列泛指所有公司(也包括 Intel 公司)生产的以 8051 为核心单元的所有单片微机。

80C51 系列单片微机包括 Intel 公司的 MCS-51 单片微机,又包括了以 8051 为核心单元的世界许多公司生产的单片微机,比如 Philips(飞利浦公司)的 83C552 及 51LPC 系列等(见表 1-1)、Siemens(西门子公司)的 SAB80512 等、AMD(先进微器件公司)的 8053 等、OKI(日本冲电气公司)的 MSM80C154 等、Atmel 公司的 Flash 单片微机 89C51 等(见表 1-2)、Dallas 公司的 DS5000/DS5001 等、华邦公司的 W78C51 及 W77C51 等(见表 1-3)。

80C52 系列单片微机是 80C51 系列的增强型,主要是增强了以下几点:片内 ROM 从 4KB 增加到 8KB;片内 RAM 从 128 个字节增加到 256 个字节;定时器/计数器从 2 个增加到 3 个;中断源从 5 个增加到 6 个。

从 MCS-48 单片微机发展到如今的新一代单片微机,大致经历了三代。如以 Intel 8 位单片微机为例,这三代的划分大致如下。

第一代:以 MCS-48 系列单片微机为代表。属于低性能单片微机阶段。



1976年9月, Intel公司推出MCS-48系列8位单片微机, 含8位CPU、1K ROM、64字节RAM、2个中断源等。它是第一台完全的8位单片微机。在与通用CPU分道扬镳、构成新型工业微控制器方面取得了成功, 为单片微机的进一步发展开辟了成功之路。

第二代: 以MCS-51系列的8051、8052单片微机为代表。

1980年Intel公司推出了MCS-51系列8位高档单片微机。其主要的技术特征是:

1) 扩大了片内存储容量和外部寻址空间: 片内程序存储器增大为 $4K \times 8$ 位。程序存储器和片外数据存储器的寻址都增加为64 KB。在片内数据存储方面, 采用8位地址, 寻址范围为256个字节。

2) 增强了并行口、增设了全双工串行口I/O: 4个8位并行I/O接口, 可用于地址和数据的传送, 也可与8243、8155等连接, 进行外部I/O接口的扩展; 串行I/O接口, 是一个全双工串行通信口, 可用于数据的串行接收和发送, 为构成串行通信网络提供了方便。

3) 增加了定时器/计数器的个数并扩展了长度: 定时器/计数器由一个增为两个(8052为三个), 计数长度由8位增为16位, 且有4种工作方式。这样, 既提高了定时/计数范围, 又使用户使用灵活方便。

4) 增强了中断系统: 设置有2级中断优先级, 可接受5个中断源的中断请求, 中断优先级别可由用户定义。这样, 就使MCS-51单片微机很适合用于数据采集与处理、智能仪器仪表和工业过程控制。

5) 具备较强的指令寻址和运算等功能: 有111条指令, 分为4大类, 使用了7种寻址方式。这些指令44%为单字节指令, 41%为双字节指令, 15%为三字节指令。若用12 MHz的晶体频率, 50%的指令可在 $1\mu s$ 内执行完毕, 40%的指令在 $2\mu s$ 内执行完毕。此外, 还设有减法、比较和8位乘、除法指令。乘、除法指令的执行时间仅为 $4\mu s$ 。这样, 大大地提高了CPU的运算与数据处理能力。

6) 增设了颇具特色的布尔处理机: 在指令系统中设置有位操作指令, 可用于位寻址空间, 这些位操作指令与位寻址空间一起构成布尔处理机。布尔处理机对于实时逻辑控制处理具有突出的优点。

可以看出, 这一代单片微机主要的技术特征是为单片微机配置了完善的外部并行总线(地址总线AB、数据总线DB、控制总线CB)和具有多机识别功能的串行通信接口(UART), 规范了功能单元的特殊功能寄存器(SFR)控制模式及适应控制器特点的布尔处理系统和指令系统, 为发展具有良好兼容性的新一代单片微机奠定了良好的基础。

但是, 无论是第一代还是第二代单片机都还未突破单片微机的内涵。

第三代: 以80C51系列单片微机为代表。