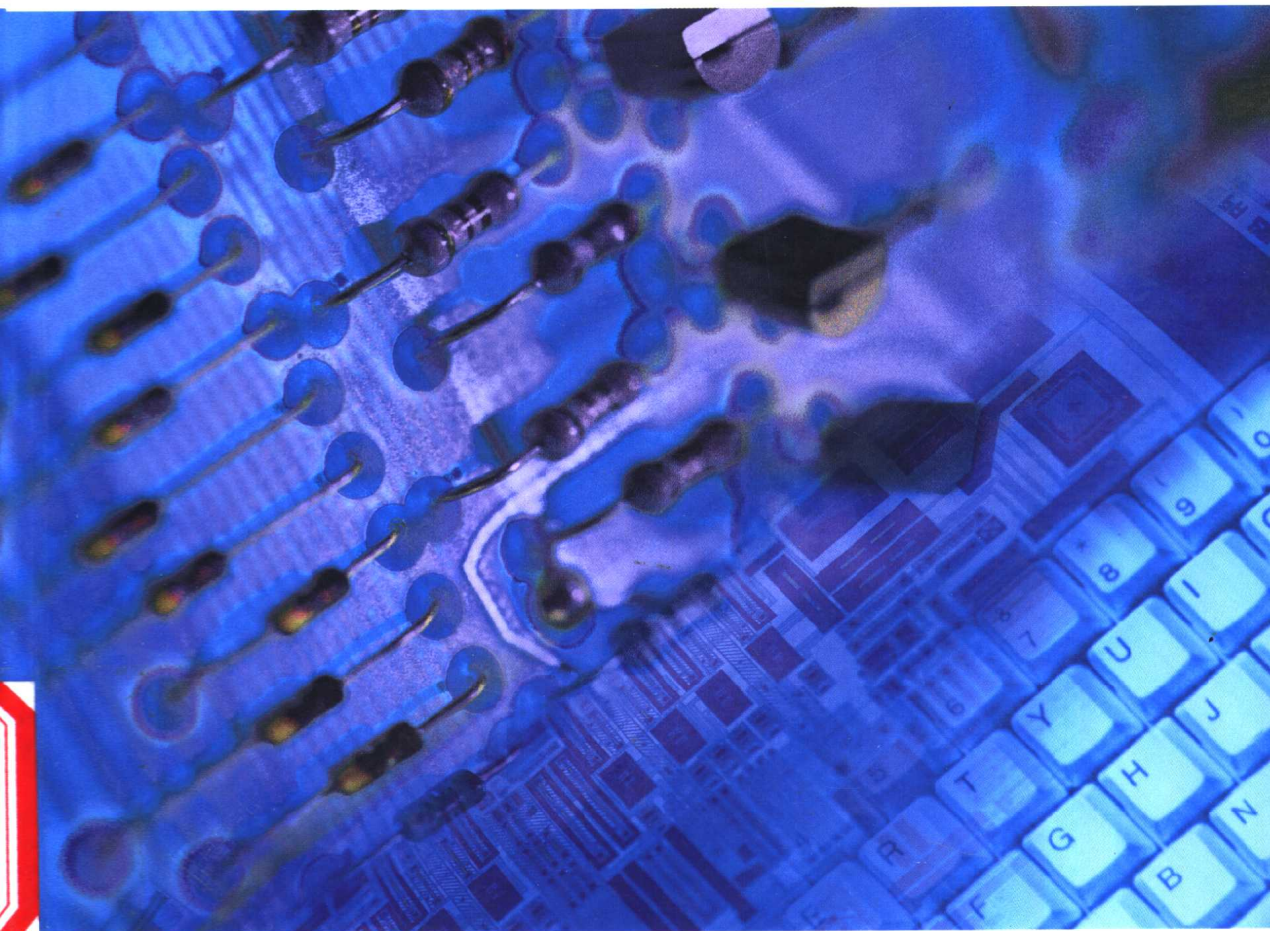


21 世纪高等院校教材

单片微型计算机原理与接口技术

高 锋 编著



 科学出版社
www.sciencep.com

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、显示接口)。随书所配光盘,可作为多媒体课件。

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

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. —北京:科学出版社,2003
(21 世纪高等院校教材)

ISBN 7-03-011074-9

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 002948 号

责任编辑:钟 谊 王 利 邱 璐 贾瑞娜/责任校对:宋玲玲

责任印制:刘秀平/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>

西 源 印 刷 厂 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)

2003 年 2 月 第 一 次 印 刷 印张: 18 1/4

印数: 1—4 000 字数: 346 000

定 价: 25.00 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近 100 亿片,在中国大陆,年用量约为 6 亿片,而且还在不断地增长。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、九章主要介绍 80C51 的接口技术。

根据十多年来从事本科生“微机原理和应用”课程理论教学和实践教学的经验和体会,作者以讲稿为基础,适当补充了一些新内容写成此书。在成书过程中,作者得到了研究生陈隆、袁汶雯、董兆辉等人的协助。为了方便多媒体教学和读者的自学,本书配套出版了多媒体课件光盘,研究生季瑞松等参与了制作。

本书的出版得到浙江大学“微机原理和应用”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。

由于编者学识水平有限,再加上时间较紧,书中难免会有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

作 者

2002 年 11 月于浙江大学

目 录

第一章 绪论	1
1.1 单片微机的的发展	1
1.1.1 单片微机的概念	1
1.1.2 单片微机的的发展	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
第二章 单片微机的基本结构	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 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 片外数据存储区	36
2.5 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 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
第三章 80C51 单片微机的指令系统	54

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	内部八位数据传送指令	63
3.2.2	十六位数据传送指令	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
第四章 80C51 单片微机的程序设计	97
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	104
4.2.2 分支结构程序设计	113
4.2.3 循环结构程序设计	119
4.2.4 子程序设计	125
4.2.5 程序设计举例	130
第五章 80C51 单片微机的中断系统原理及应用	137
5.1 中断系统概述	137
5.1.1 单片微机的中断系统需要解决的问题	137
5.1.2 中断的主要功能	138
5.2 80C51 的中断系统	139
5.2.1 中断源	139
5.2.2 中断矢量	140
5.3 中断的控制	141
5.3.1 中断标志	141
5.3.2 中断允许控制	142
5.3.3 中断优先级	142
5.3.4 外部中断触发方式	144
5.3.5 中断请求的撤除	144
5.4 中断的响应过程和响应时间	145
5.4.1 中断的响应过程	145
5.4.2 中断响应时间	147
5.5 外部中断源的扩展	148
5.5.1 采用“OC 门”经“线或”后实现	148
5.5.2 通过片内定时器/计数器来实现	150
5.6 80C51 的单步操作	151

5.7	中断服务程序的设计	151
第六章	单片微机的定时器/计数器原理及应用	154
6.1	概述	154
6.2	定时器/计数器 T0、T1	155
6.2.1	与定时器/计数器 T0、T1 有关的特殊功能寄存器	155
6.2.2	定时器/计数器 T0、T1 的工作方式	158
6.3	定时器/计数器 T2	162
6.3.1	定时器/计数器 T2 中的特殊功能寄存器	162
6.3.2	定时器/计数器 T2 的工作方式	164
6.4	监视定时器(看门狗)T3	168
6.5	定时器/计数器的应用编程	170
6.5.1	定时器的应用	170
6.5.2	计数器的应用	174
6.5.3	门控位 GATE 的应用	176
6.5.4	运行中读定时器/计数器	179
第七章	80C51 单片微机的串行口原理及应用	181
7.1	串行数据通信概述	181
7.2	80C51 串行口及控制	183
7.2.1	80C51 串行口结构	183
7.2.2	80C51 串行口控制	184
7.3	串行口的工作方式	186
7.3.1	串行口方式 0——同步移位寄存器方式	186
7.3.2	串行口方式 1——8 位 UART	188
7.3.3	串行口方式 2 和 3——9 位 UART	191
7.4	多处理机通信方式	193
7.5	串行口的应用	194
7.5.1	串行口的波特率发生器及波特率计算	194
7.5.2	方式 0 的编程和应用	196
7.5.3	方式 1 的编程和应用	196
7.5.4	方式 2 和 3 的编程和应用	203
第八章	80C51 单片微机的系统扩展原理及接口技术	214
8.1	系统扩展原理	214
8.1.1	外部并行扩展原理	214
8.1.2	外部串行扩展原理	218
8.2	程序存储器的扩展	222

8.3	数据存储器的扩展	225
8.4	I/O 的扩展及应用	227
8.4.1	I/O 扩展概述	227
8.4.2	80C51 单片微机 I/O 口直接应用	231
8.4.3	80C51 简单 I/O 的扩展	233
8.4.4	可编程 I/O 接口芯片 8255A 的扩展及应用	234
8.5	D/A 转换器接口的扩展及应用	241
8.5.1	概述	241
8.5.2	8 位 D/A 转换器芯片 DAC0832	242
8.5.3	DAC0832 的扩展与应用	243
8.6	A/D 转换器接口的扩展及应用	245
8.6.1	概述	245
8.6.2	A/D 转换器芯片 ADC0809	246
8.6.3	ADC0809 的扩展及应用	248
8.7	键盘接口	251
8.7.1	键盘接口的工作原理	251
8.7.2	键盘的接口电路	253
8.8	显示接口	254
第九章	80C51 单片微机应用系统实例	260
9.1	水表、电表数据采集系统	260
9.2	无总线单片微机应用系统	264
附录 A	269
附录 B	274
附录 C	279

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 亿片,而在中国内陆地区单片微机的年应用量已达 6 亿片左右,截止到 2001 年 4 月,由中国内陆地区自行设计和生产的单片微机也已达到 2000 万片。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。从目前世界销量看,4 位机和 8 位机的销量之和占总销量的 90%,16 位机的销量不足 10%,而 32 位机更少。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。因此,努力研究并推广 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 丰富的指令系统和使用方便等优点,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 8051 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 8051 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 E²PROM、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(I²C 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,其发展速度为大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、30多个品种的单片微机产品。其中,有Motorola公司的6801、6802,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10MHz,16位寄存器进行寄存器加/减(速度200ns)、乘/除(速度1.4~2.6 μ s),寻址空间最多可到16MB。

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8KB ROM及304B 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Harris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E²PROM、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Intel的MCS-51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。目前,Intel公司的MCS-96系列单片微机在国内已得到较好的应用。

综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、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、Dallas 公司的 DS5000/DS5001 等、华邦公司的 W78C51 及 W77C51 等。

80C52 系列单片微机是 51 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 字节增加到 256 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。在片内数据存储器方面,

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 $1\mu\text{s}$ 内执行完毕,40% 的指令在 $2\mu\text{s}$ 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 $4\mu\text{s}$ 。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(AB、DB、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。

它包括了 Intel 公司发展 MCS-51 系列的新一代产品,如 8XC152、80C51FA/FB、80C51GA/GB 石 XC451、8XC452,还包括了 Philips、Siemens、ADM、Fujitsu、OKI、Atmel 等公司以 80C51 为核心推出的大量各具特色、与 MCS-51 兼容的单片微机。

80C51 系列单片微机是在 MCS-51 的 HMOS 基础上发展起来的,它们具有 CHMOS 结构。部分厂家所生产的 80C51 系列或与之相兼容的单片微机的特点列于表 1-1、表 1-2 及表 1-3 中。由于生产厂家多,芯片种类也多,各个公司都对自己生产的 80C51 单片微机的命名作了规定,造成对芯片型号辨认上的困难。

表 1-3 华邦公司 W78C51 和 W77C51 系列的部分单片微机

型 号			存储器/B		定时 器/计 数器	I/O 脚	串行 口	中断	频率 /MHz	其他 特点
无 ROM	ROM	E ² PROM 多次编程	ROM	RAM						
W78C31B	W78C51	W78E51	4K	128	2	32	1	5	40	
W78C32B	W78C52	W78E52	8K	256	3	32	1	6	40	
W78C33B	W78C54	W78E54	16K	256	3	36	1	6	40	
	W78C54	W78E58	32K	256	3	36	1	6	40	
	W78C516	W78E516	64K	256	3	36	1	6	40	
	W78L51		4K	128	2	32	1	5	24	
W78L32	W78C52	W78LE52	8K	256	3	32	1	6	24	
W77C32				256	4	32	2	12	40	WDT
	W77C58	W77E58	32K	1k+256	4	32	2	12	40	WDT
		W77LE58						25		

从表中可以看出,80C51 系列单片微机保留了 MCS-51 单片微机的所有特性,内部组成基本相同。80C51 系列单片微机增设了两种可以用软件进行选择的低功耗工作方式:空闲方式和掉电方式。87C51 单片微机是 80C51 含 EPROM 的产品,89C51 单片微机是 80C51 含 E²PROM 的产品。这种单片微机有两级或三级程序存储器保密系统,用于保护 EPROM 或 E²PROM 中的程序,以防止非法拷贝。另外,87C51 单片微机还可用智能编程法进行编程,使每个字节编程的时间由 50ms 减少到 4ms,速度快、效率高。

新一代的 80C51 系列单片微机除了上述的结构特性外,还向外部电路扩展,有的公司型号配备了串行扩展线,比如芯片间的总线(Philips 公司的 I²C 总线)、设备间网络系统总线(CAN 总线)等,为外部提供了完善的总线结构。采用总线方式的应用系统多属较复杂的工控系统、智能仪表、监测系统,或满足这些应用而构成的多机与网络系统。总线方式的单片微机在不使用外部并行总线时,外部并行总线引脚可作为 I/O 口用。在掩膜用户程序时,还可要求将这些 I/O 口改造成具有各种驱动能力的 I/O 口。根据应用的需要,部分产品对总线结构作了重大改进,推出了非总线型单片微机,其对外部不存在并行三总线(AB、DB、CB),必要时可以通过串行总线进行扩展。

1.3 单片微机的应用

单片微机的控制功能强、可靠性好(许多部件已集成在芯片内部,对外连线相当少),非常易于根据应用系统要求进行扩展、功耗非常小、体积非常小,非常适用于各行各业,甚至“上天入地”。单片微机并不神秘,它的应用,首先应是它的控制功能,即在于实现计算机控制,比如在线控制应用方面。由于单片微机适合各种应用场合的新品种不断推出,所以它具有很强的生命力。

按照所使用单片微机的类型不同,单片微机应用系统结构可分成总线方式和非总线方式。

在总线方式的应用系统中,单片微机都具有完善的外部扩展总线,如并行总线(AB、DB、CB)、串行通信总线(如 UART),通过这些总线可方便地扩展外围单元、外设接口等。采用总线方式的应用系统多属较复杂的工控系统、智能仪表、监测系统,或满足这些应用而构成的多机与网络系统。总线方式的单片微机在不使用外部并行总线时,外部并行总线引脚可作为 I/O 口用。在掩膜用户程序时,还可要求将这些 I/O 口改造成具有各种驱动能力的 I/O 口。

非总线方式的应用系统(如 80C51 系列中的 83C751、87C751,83C752、WC752, Motorola 的 MC68HC05 系列中的许多产品)省去了外部并行总线,可构成各种小封装芯片,有限的引脚可提供更多的用户 I/O 口,以使应用系统的芯片数量最少。采用非总线方式的应用系统多属小型控制器、测控单元、单片仪表等。

现在单片微机的应用日益广泛,以下大致介绍一些典型的应用领域和应用特点。

(1) 家用电器领域

国内各种家用电器已普遍采用单片微机控制取代传统的控制电路,做成单片微机控制系统,如洗衣机、电冰箱、空调机、微波炉、电饭煲、电视机、录像机及其他视频音像设备的控制器。

(2) 办公自动化领域

比如一台 PC 机可嵌入 10 个单片微机,如键盘、鼠标、显示器、CD-ROM、声卡、打印机、软/硬盘驱动器、调制解调器等。

现代办公室中所使用的大量通信、信息产品,如绘图仪、复印机、电话、传真机及考勤机等,多数都采用了单片微机。

(3) 工业自动化领域的在线应用

如工业过程控制、过程监测、工业控制器及机电一体化控制系统等,这些系统除一些小型工控机之外,许多都是以单片微机为核心的单机或多机网络系统。如工业机器人的控制系统是由中央控制器、感觉系统、行走系统、擒拿系统等节点构