

80C51 单片微机

原理及应用教程

张美金 刘 卉 谢国民 等编著

辽宁人民出版社

80C51 单片机

原理及应用教程

DANPIANWEIJIYUANLIJIYINGYONGJIAOCHENG

张美金 刘 卉 谢国民 等编著

辽宁人民出版社

© 张美金等 2008

图书在版编目 (CIP) 数据

80C51 单片微机原理及应用教程/张美金, 刘卉, 谢国民等著. —沈阳: 辽宁人民出版社, 2008.10

ISBN 978-7-205-06413-6

I. 8… II. ①张…②刘…③谢… III. 单片微型计算机
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 106155 号

出版发行: 辽宁人民出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)

印 刷: 辽宁彩色图文印刷有限公司

幅面尺寸: 184mm × 260mm

印 张: $19\frac{1}{4}$

插 页: 1

字 数: 402 千字

出版时间: 2008 年 10 月第 1 版

印刷时间: 2008 年 10 月第 1 次印刷

责任编辑: 田 杨 陈 兴

封面设计: 杨 勇 白 咏

版式设计: 王珏菲

责任校对: 牟泽春

书 号: ISBN 978-7-205-06413-6

定 价: 35.00 元

内容简介

本书以 80C51 系列单片微机为主体，在系统、全面介绍单片微机的工作原理和应用技术（内容包括单片机结构、指令系统、程序设计与调试、接口部件的结构及其功能及系统扩展和系统设计等）的基础上，从工程设计应用角度出发介绍了显示、键盘、通讯、A/D、D/A 等具体硬件电路设计及软件程序实例，以使读者在系统掌握本书所介绍内容的基础上，初步具备独立设计满足工程要求、符合现场实际环境、稳定可靠的应用系统的能力。

本书的作者集多年的教学经验和实践，在编写过程中力求内容上的典型性、先进性和实用性，将 C 语言编程、程序仿真和调试、程序下载等内容列入书中，并给出了具有指导性的实践训练内容。

本书可作为高等院校自动化及相关专业本、专科生的教材和研究生的教学参考书，也可供从事单片机应用开发的技术人员参考。

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，在中国内地，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，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，使得单片微机可以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。

由于单片机技术的广泛应用性，在我国高等工科院校中，普遍开设了单片机及其相关课程。为了使学校教学与科学技术的飞速发展紧密地联系起来，本书以 80C51 系列单片微机为基础，全面介绍了 80C51 系列单片微机的基本结构、存储器结构、指令系统、程序设计与调试、I/O 口、中断、定时器、串行通信以及 80C51 系列单片微机的扩展和系统的总体设计。本书的特点是紧跟单片机技术的发展，注重单片机的实际应用。首先，书中利用一定篇幅对单片机系统的仿真和程序下载进行了介绍，让读者了解单片机开发系统的使用方法，并能够借助于开发系统进行系统的开发。其次是介绍了流行的 C 语言编程方法。最后是在相关章节之后附加了实践训练题目，读者可根据书中提供的题目进行相关的实践训练。本书可作为高等院校本、专科信息工程、通信工程、电气工程、自动化、计算机科学与技术、机电一体化等专业的教学用书，也可作为工程技术人员、单片机爱好者的技术参考书。

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 and 体会，作者以讲稿为基础，适当补充了一些新内容写成此书。本书由张美金负责全书的统稿与定稿。第 1 章、第 4 章由谢国民编写，第 2 章、第 3 章及附录由李红编写，第 5 章由李新编写，第 6 章、第 10 章由张美金编写，第 7 章、第 9 章由寇玉生编写，第 8 章由刘卉编写。在成书过程中，作者得到了研究生蔡磊等人的协助。

80C51 单片微机原理及应用教程

DANPIANWEIJIYUANLIJIYINGYONGJIAOCHENG

此书的出版得到辽宁工程技术大学“单片机原理和应用”课程多位任课老师的支持和鼓励，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，恳请读者批评指正。

编 者

2008年7月

目 录

第 1 章 绪论	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	4
1.3 单片微机的应用	8
1.4 本教程的教学安排	9
思考与练习	10
第 2 章 80C51 单片微机的基本结构	11
2.1 80C51 单片微机的主要特性	11
2.2 80C51CPU 的结构与特点	11
2.2.1 运算器	12
2.2.2 中央控制器	14
2.3 存储器和 I/O 接口电路	15
2.4 80C51 单片微机的封装及引脚功能	15
2.4.1 PDIP 封装的 80C51 单片微机引脚及功能	15
2.4.2 PLCC 和 TQFP 封装的 80C51 单片微机引脚及功能	18
2.5 复位操作和复位电路	19
2.6 振荡器及时序	20
2.6.1 振荡器	21
2.6.2 80C51 的时序	21
2.7 80C51 的低功耗工作方式	23
思考与练习	26
第 3 章 80C51 存储器	27
3.1 存储器的概述	27
3.2 80C51 单片微机的存储器结构	28

3.2.1	程序存储器	28
3.2.2	数据存储器	29
3.2.3	特殊功能寄存器 SFR	30
3.3	外部存储器及其访问	33
3.3.1	外部程序存储器与访问	33
3.3.2	外部数据存储器与访问	36
3.4	片内程序存储器操作	37
3.4.1	程序存储器的加密	38
3.4.2	Flash 存储器的并行编程	39
3.4.3	Flash 存储器的串行编程	41
	思考与练习	44
第 4 章	80C51 指令系统	45
4.1	汇编语言指令格式	46
4.1.1	汇编语言执行指令格式	46
4.1.2	汇编伪指令	46
4.2	寻址方式	49
4.3	指令系统	54
4.3.1	数据传送指令	54
4.3.2	算术运算指令	58
4.3.3	逻辑运算指令	63
4.3.4	位 (布尔) 操作类指令	65
4.3.5	控制转移类指令	68
	思考与练习	75
第 5 章	80C51 程序设计与调试	79
5.1	程序设计步骤	79
5.2	源程序的基本格式及编辑环境	81
5.2.1	源程序的基本格式	81
5.2.2	源程序的编辑环境	83
5.3	程序设计方法	83
5.3.1	顺序结构程序	83
5.3.2	分支结构程序	84
5.3.3	循环结构程序	86
5.3.4	子程序结构程序	89
5.3.5	中断服务程序	94
5.4	C51 基础	95
5.4.1	C51 的程序结构及编译环境	95

5.4.2	C51 的数据类型与存储类型	97
5.4.3	80C51 结构的 C51 定义	100
5.4.4	C51 和汇编语言的混合编程	102
5.4.5	C51 程序设计举例	108
5.5	程序调试与下载运行	110
5.5.1	单片微机开发系统 (装置)	111
5.5.2	源程序调试	112
5.5.3	程序下载运行	113
	思考与练习	114
	实践训练	115
第 6 章	接口部件的结构及其功能	116
6.1	并行 I/O 口结构与功能	116
6.1.1	I/O 口概述	116
6.1.2	I/O 接口的功能	116
6.1.3	接口与端口	117
6.1.4	I/O 口编址技术	118
6.1.5	I/O 数据传送的控制方式	119
6.1.6	80C51 并行 I/O 口的内部结构	121
6.1.7	I/O 端口的结构特点	121
6.1.8	80C51 的并行 I/O 口	122
6.1.9	并行 I/O 口操作	127
6.1.10	I/O 端口应用特性	129
6.1.11	I/O 口的应用	129
6.2	定时器 / 计数器结构与功能	135
6.2.1	定时器 / 计数器的结构	136
6.2.2	定时器 / 计数器工作模式寄存器 TMOD	137
6.2.3	定时器 / 计数器控制寄存器 TCON	137
6.2.4	模式 0 及应用	138
6.2.5	模式 1 及应用	140
6.2.6	模式 2 及应用	141
6.2.7	模式 3 及应用	143
6.2.8	定时器 / 计数器的其他应用	144
6.2.9	T2 控制寄存器 - T2CON	145
6.2.10	T2 模式寄存器 - T2MOD	146
6.2.11	定时器 / 计数器 T2 的工作模式	146
6.2.12	定时监视器 (看门狗定时器)	149
6.2.13	80C51 系列单片微机的定时监视器	150

6.3 串行口原理与应用	151
6.3.1 串行通信概述	152
6.3.2 串行通信的实现	152
6.3.3 串行通信的通信方式	153
6.3.4 串行通信的传输方式	155
6.3.5 RS232C 接口的引脚描述	155
6.3.6 RS232C 接口的具体规定	157
6.3.7 RS232C 接口的典型应用	157
6.3.8 串行口的控制	159
6.3.9 串行口的工作模式	161
6.3.10 多机通信	165
6.3.11 波特率的确定	166
6.3.12 串行口模式 0 的应用	169
6.3.13 串行口模式 1 的应用	170
6.3.14 串行口模式 2 和模式 3 的应用	172
思考与练习	174
实践训练	176
第 7 章 单片微机中断系统	177
7.1 中断概述	177
7.2 中断系统结构与中断控制	180
7.2.1 80C52 的中断源	180
7.2.2 中断标志与控制	182
7.3 中断响应	185
7.3.1 中断响应条件	185
7.3.2 中断响应过程	186
7.3.3 中断响应时间	187
7.4 中断请求的撤除	188
7.5 外部中断源的扩展	189
7.5.1 采用“OC 门”经“线或”后实现	189
7.5.2 通过片内定时 / 计数器来实现	190
7.6 中断程序设计	191
思考与练习	196
实践训练	196
第 8 章 单片微机应用系统扩展技术	198
8.1 总线扩展及地址分配	198
8.1.1 总线扩展	198

8.1.2 地址分配	200
8.2 外部程序存储器扩展	202
8.2.1 常用 EPROM 芯片	202
8.2.2 典型 EPROM 扩展电路实现	203
8.3 外部数据存储器的扩展	204
8.3.1 RAM (SRAM) 扩展	204
8.3.2 并行 E ² PROM 扩展	206
8.3.3 串行 E ² PROM 扩展	208
8.4 并行 I/O 口的扩展	211
8.4.1 简单 I/O 口的扩展	211
8.4.2 可编程 8155H 的并行 I/O 扩展	212
8.4.3 8255A 可编程并行 I/O 接口扩展	222
8.5 A/D 和 D/A 转换接口的扩展	228
8.5.1 8 位并行 A/D 转换器 ADC0809 扩展	228
8.5.2 12 位并行 A/D 转换器 AD574 扩展	231
8.5.3 12 位串行 A/D 转换器 TLC2543 扩展	234
8.5.4 8 位并行 D/A 转换器 DAC0832 扩展	236
8.5.5 12 位串行 D/A 转换器 TLV5616 的扩展	239
思考与练习	242
实践训练	244
第 9 章 单片微机应用系统设计及举例	245
9.1 单片微机应用系统的开发过程	245
9.2 液氧容器温度控制系统设计	248
9.2.1 系统的目标任务	249
9.2.2 系统的总体设计	249
9.2.3 系统的结构框图及工作原理	249
9.2.4 硬件设计	250
9.2.5 软件设计	252
9.3 基于 GSM/CDMA 的防盗报警系统	257
9.3.1 系统的目标任务	257
9.3.2 系统的总体设计	258
9.3.3 系统的结构框图及工作原理	258
9.3.4 程序流程及软件设计	259
思考与练习	265
实践训练	265

第 10 章 其他系列单片微机介绍	266
10.1 HOLTEK 公司 HT48XX 系列单片微机概述	266
10.1.1 HT48XX 系列单片微机的主要性能	266
10.1.2 HT48 系列单片微机引脚描述	267
10.1.3 HT48 系列单片微机内部结构框图	268
10.1.4 HT48 系列单片微机指令集	269
10.2 PIC16C5X 系列单片微机概述	272
10.2.1 PIC16C5X 系列单片微机的主要性能	272
10.2.2 PIC16C5X 系列单片微机引脚描述	273
10.2.3 PIC16C5X 系列单片微机内部结构框图	274
10.2.4 PIC16C5X 系列单片微机指令集	275
10.3 其他型号单片微机及其生产厂商简介	276
附录一 80C51 指令速查表	279
附录二 80C51 指令详表	280
附录三 C51 中的关键字	284
附录四 C 语言运算符优先级和结合性	286
附录五 ASCII 码表	287
附录六 主要单片微机生产厂商网址及相关信息网址	289
附录七 多种单片微机型号命名法	290
参考文献	294

第1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 口, 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, 而在中国内地单片微机的年应用量已达 6 亿片左右, 截至 2001 年 4 月, 由中国内地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。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（PC 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、几百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 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 μ 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 $^{\circ}$ C ~ 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 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)，可与 HC05 配合或单独使用。

美国 Harrisop 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 EPROM、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地提高产品性能。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。

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 系列单片机

8051 单片机是美 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 128B 增加到 256B;定时器/计数器从 2 个增加到 3 个;中断源从 6 个增加到 8 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、1KROM、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 6 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 5 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