

# 80C51 单片机实用教程

## ——基于 Keil C 和 Proteus

---

张志良 编著

# 80C51 单片机实用教程

## ——基于 Keil C 和 Proteus

---

80C51 Danpianji Shiyong Jiaocheng  
——Jiyu Keil C He Proteus

□ 张志良 编著

高等教育出版社·北京

## 内容简介

本书内容包括 80C51 单片机片内结构和工作原理, 汇编指令及程序设计, C51 程序设计, 中断、定时/计数器和串行口, 并、串行扩展技术, 显示、键盘、A-D、D-A、时钟、测温 and 驱动电动机等接口电路, Keil 和 Proteus 编译和仿真软件操作基础等。

本书系传统型与项目式两种编写形式结合的单片机教材, 由“理论引领实验”, 且随原理理论逐步深入而展开。有 36 例实验操作项目, 覆盖面广, 能适用和满足绝大多数院校和专业的教学需求。读者可从网上免费下载实验操作仿真文件包, 在 PC 机上, 不涉及具体硬件实验设备, 虚拟仿真运行本书全部案例项目。电路与程序(双解汇编和 C51)真实可靠可信可行, 能直接用于或移植于实际工程项目。程序条例清晰, 每条语句均有注释, 便于阅读理解。文字叙述浅显易懂, 对不易理解和容易混淆的概念, 讲细讲透, 便于自学。

本书可用于各类高等工科院校“单片机”课程教材, 也可供工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

80C51 单片机实用教程: 基于 Keil C 和 Proteus / 张志良编著. — 北京: 高等教育出版社, 2016. 1  
ISBN 978-7-04-044532-9

I. ①8… II. ①张… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 311819 号

策划编辑 王耀锋	责任编辑 王耀锋	封面设计 张申申	版式设计 王艳红
插图绘制 杜晓丹	责任校对 刘娟娟	责任印制 耿 轩	

---

出版发行 高等教育出版社	咨询电话 400-810-0598
社 址 北京市西城区德外大街 4 号	网 址 <a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
邮政编码 100120	<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
印 刷 北京市大天乐投资管理有限公司	网上订购 <a href="http://www.hepmall.com.cn">http://www.hepmall.com.cn</a>
	<a href="http://www.hepmall.com">http://www.hepmall.com</a>
开 本 787mm×1092mm 1/16	版 次 2016 年 1 月第 1 版
印 张 28.5	印 次 2016 年 1 月第 1 次印刷
字 数 640 千字	定 价 37.00 元
购书热线 010-58581118	

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物料号 44532-00

# 前 言

目前，单片机教材有两种形式：一种是传统的“原理理论+例题”型；另一种是“项目任务驱动”式。前一种显然不太符合单片机课程实践性强的特点，后一种“原理理论”呈碎片化，且不全面，项目不能系统覆盖“原理理论”。本书欲探索两者结合的单片机教材编写方式，具体情况如下。

(1) 保持传统型“原理理论”系统全面阐述方式，在每章后编入实验操作项目，这与项目式教材“项目驱动理论”不同，是“理论引领实验”，且随原理理论逐步深入而展开。

(2) 一般项目式教材中的项目，少则不满十例，多则十几例，不超过二十例。本书精选实验操作项目 36 例，覆盖面广，能适用和满足绝大多数院校和专业的教学需求，便于读者根据本校、本专业需要选择部分项目实验操作。

(3) 36 例实验均可 Proteus 仿真演示。单片机教学实验和开发应用需要配备价格不菲的开发装置，且各校硬件实验设备各不相同，因而教学实验相对不便。本书基于 Keil C51 和 Proteus 软件，读者可在无单片机和开发装置实体硬件的条件下，利用 PC 机，实现单片机软件和硬件的同步仿真。这既能教学演示观赏，又可让学生课后边学边练、实验操作，使单片机教学变得相对方便和有效。

(4) 36 例实验为常见常用教学和工程案例，全部通过 Keil 调试和 Proteus 虚拟仿真，电路与程序真实可靠可信可行，能直接用于或移植于实际工程项目。但软件仿真不宜完全替代单片机实际硬件实验，编者建议，读者可根据本校硬件实验设备情况和专业需要，从中选择部分案例，进一步硬件实验操作，以增强教学效果。

(5) 为降低书价，本书不配光盘，读者所需的文件可从网上免费下载（不设门槛），内含 Proteus 仿真电路 DSN 文件和驱动程序 Hex 文件，Hex 文件由书中相应程序在 Keil 编译时自动生成。

(6) 给出全部习题、思考题解答（主要在《单片机学习指导及习题解答》中）。同时，根据部分习题编成“仿真练习 60 例”，同样配发免费下载的 Proteus 仿真电路 DSN 文件和驱动程序 Hex 文件，便于读者对照练习。

(7) 双解汇编和 C51，书中例题同时给出具有同等功效的汇编和 C51 两种程序。读者若能在学习 C51 编程的同时，对照学习汇编程序，将能更深刻、更清晰地理解 80C51 单片机工作原理和运行过程，从而加深理解，提高学习效果，也有助于编制高质量的应用程序。

(8) 本书程序条理清晰，每条语句均有注释，便于阅读理解。后文用到读者容易产生疑问、但前文已经叙述过的概念时，注出该概念所在前文章节、例题或图编号，便于初学者查阅

理解。遇有外围接口电路芯片时，均给出该电路芯片的功能和应用介绍。文字叙述深入浅出，对不易理解和容易混淆的概念，讲细讲透。因此，本书最大的特点是便于自学。

本书由张志良主编，邵瑛、邵菁、刘剑昀参编。其中第1、2章由邵菁编写，第3、4、5章由邵瑛编写，第6、7章由刘剑昀编写，其余部分由张志良编写并统稿。

限于编者水平，书中错误不妥之处，恳请读者批评指正。读者阅读本书中电路和程序，若有疑问，可来信询疑（Email: zzlls@126.com），编者负责答疑，有信必复。

张志良  
2015.6

# 目 录

<b>第 1 章 80C51 单片机片内结构和工作原理</b> .....	1
1.1 单片机概述 .....	1
1.1.1 单片机发展概况 .....	1
1.1.2 80C51 系列单片机 .....	3
1.2 80C51 单片机片内结构和引脚功能 .....	6
1.2.1 片内结构 .....	6
1.2.2 引脚功能 .....	7
【复习思考题】 .....	9
1.3 存储空间配置和功能 .....	9
1.3.1 程序存储器 (ROM) .....	10
1.3.2 外部数据存储器 (外 RAM) .....	11
1.3.3 内部数据存储器 (内 RAM) .....	11
1.3.4 特殊功能寄存器 (SFR) .....	13
1.3.5 程序计数器 PC .....	17
【复习思考题】 .....	17
1.4 I/O 端口结构及工作原理 .....	17
【复习思考题】 .....	20
1.5 时钟和时序 .....	20
1.5.1 时钟电路和机器周期 .....	21
1.5.2 时序 .....	22
【复习思考题】 .....	23
1.6 复位和低功耗工作方式 .....	23
1.6.1 复位 .....	23
1.6.2 低功耗工作方式 .....	25
【复习思考题】 .....	26
<b>第 2 章 编译和仿真软件操作基础</b> .....	27
2.1 Keil C51 编译软件 .....	27
2.1.1 项目建立和设置工程属性 .....	27
2.1.2 程序编译运行 .....	34
2.1.3 常用窗口介绍 .....	37
2.2 Proteus ISIS 虚拟仿真软件 .....	43

2.2.1	用户编辑界面 .....	43
2.2.2	电路原理图设计和编辑 .....	47
2.2.3	虚拟仿真运行 .....	56
2.3	实验操作 .....	61
实验1	流水循环灯程序输入和仿真运行 .....	61
<b>第3章</b>	<b>80C51 指令系统和汇编语言程序设计</b> .....	<b>65</b>
3.1	指令系统基本概念 .....	65
3.1.1	指令基本格式 .....	65
3.1.2	指令系统中的常用字符 .....	66
3.1.3	寻址方式 .....	67
【复习思考题】	.....	69
3.2	80C51 指令系统 .....	69
3.2.1	数据传送类指令 .....	70
3.2.2	算术运算类指令 .....	76
3.2.3	逻辑运算及移位类指令 .....	80
3.2.4	位操作类指令 .....	83
3.2.5	控制转移类指令 .....	85
【复习思考题】	.....	88
3.3	汇编语言程序设计 .....	88
3.3.1	汇编语言程序设计基本概念 .....	88
3.3.2	顺序程序 .....	91
3.3.3	分支程序 .....	92
3.3.4	循环程序 .....	92
3.3.5	查表程序 .....	95
【复习思考题】	.....	97
3.4	实验操作 .....	97
实验2	双键控4灯 .....	97
实验3	查看延时程序延时时间 .....	100
实验4	花样循环灯 .....	100
习题	.....	101
<b>第4章</b>	<b>C51 语言及程序设计</b> .....	<b>105</b>
4.1	C51 概述 .....	105
【复习思考题】	.....	107
4.2	C51 数据与运算 .....	107
4.2.1	数据与数据类型 .....	107
4.2.2	变量及其定义方法 .....	114
4.2.3	运算符和表达式 .....	119

4.2.4 数据类型转换和运算顺序的优先级、结合性	123
【复习思考题】	126
4.3 C51 基本语句	126
4.3.1 语句基本概念	126
4.3.2 选择语句	127
4.3.3 循环语句	131
【复习思考题】	137
4.4 C51 构造类型数据	137
4.4.1 数组	137
4.4.2 指针	141
【复习思考题】	147
4.5 C51 函数	148
4.5.1 函数概述	148
4.5.2 函数的参数和返回值	150
4.5.3 函数的调用	154
4.5.4 常用库函数	156
【复习思考题】	161
4.6 实验操作	161
实验5 双键控4灯	161
实验6 流水循环灯	162
实验7 模拟交通灯	163
习题	164
<b>第5章 中断系统和定时/计数器</b>	<b>169</b>
5.1 80C51 中断系统	169
5.1.1 中断概述	169
5.1.2 中断源和中断控制寄存器	170
5.1.3 中断处理过程	173
5.1.4 中断系统的应用	178
【复习思考题】	182
5.2 80C51 定时/计数器	183
5.2.1 定时/计数器概述	183
5.2.2 定时/计数器的控制寄存器	183
5.2.3 定时/计数器工作方式	185
5.2.4 定时/计数器的应用	187
【复习思考题】	198
5.3 实验操作	198
实验8 输出周期脉冲波	198



实验9 统计展览会4个人口参展总人数	200
实验10 播放生日快乐歌	201
习题	202
<b>第6章 80C51 并行扩展</b>	<b>208</b>
6.1 并行扩展概述	208
6.1.1 并行扩展连接方式	208
6.1.2 并行扩展寻址方式	210
6.2 并行扩展外ROM	213
6.3 并行扩展外RAM	215
6.4 并行扩展I/O口	218
6.4.1 用74系列芯片并行扩展输入口	218
6.4.2 用74系列芯片并行扩展输出口	220
6.4.3 并行扩展I/O口可编程芯片介绍	223
【复习思考题】	224
6.5 实验操作	224
实验11 并行扩展RAM 6264	224
实验12 并行扩展8位输入输出口	226
习题	228
<b>第7章 80C51 串行口及串行扩展</b>	<b>230</b>
7.1 80C51 串行口	230
7.1.1 串行通信概述	230
7.1.2 串行口特殊功能寄存器	232
7.1.3 串行工作方式	234
7.1.4 单片机与PC机串行通信	244
【复习思考题】	249
7.2 串行扩展概述	249
7.2.1 串行扩展特点	250
7.2.2 串行扩展方式分类	250
7.2.3 虚拟串行扩展概念	252
【复习思考题】	252
7.3 80C51 同步移位寄存器串行扩展	253
【复习思考题】	256
7.4 I <sup>2</sup> C 总线串行扩展	256
7.4.1 I <sup>2</sup> C 总线概述	256
7.4.2 虚拟I <sup>2</sup> C总线基本信号和数据传送时序	258
7.4.3 虚拟I <sup>2</sup> C总线扩展AT24C02	263
【复习思考题】	269

7.5 实验操作 .....	270
实验 13 74HC164 串行输出控制 8 循环灯 .....	270
实验 14 74HC165 串行输入 8 位数据信号 .....	271
实验 15 双机串行通信方式 1 .....	272
实验 16 单片机与 PC 机虚拟串行通信 .....	273
实验 17 74HC164 + 165 虚拟串行输入输出 .....	279
实验 18 读写 AT24C02 .....	281
习题 .....	282
<b>第 8 章 显示与键盘</b> .....	<b>289</b>
8.1 LED 数码管显示 .....	289
8.1.1 LED 数码管和编码方式 .....	289
8.1.2 静态显示方式及其典型应用电路 .....	292
8.1.3 动态显示方式及其典型应用电路 .....	298
【复习思考题】 .....	302
8.2 LCD 显示屏显示 .....	303
8.2.1 LCD1602 显示屏显示字符 .....	303
8.2.2 LCD12864 显示屏显示汉字 .....	309
【复习思考题】 .....	321
8.3 键盘 .....	321
8.3.1 键盘接口概述 .....	322
8.3.2 独立式按键及其接口电路 .....	324
8.3.3 矩阵式键盘及其接口电路 .....	328
【复习思考题】 .....	340
8.4 实验操作 .....	341
实验 19 74LS377 并行扩展输出 3 位 LED 数码管静态显示 .....	341
实验 20 74LS164 串行扩展输出 3 位 LED 数码管静态显示 .....	342
实验 21 CC4511 BCD 码驱动 3 位 LED 数码管静态显示 .....	343
实验 22 74LS138 译码选通 8 位 LED 数码管动态显示 .....	345
实验 23 74LS595 串行选通 8 位 LED 数码管动态显示 .....	346
实验 24 LCD1602 显示屏显示字符 .....	347
实验 25 LCD12864 显示屏显示汉字 .....	348
实验 26 74HC148 编码输入 8 位按键状态 .....	350
实验 27 4 × 4 矩阵式键盘 .....	352
实验 28 电子密码锁 .....	353
习题 .....	354
<b>第 9 章 A - D 转换和 D - A 转换</b> .....	<b>361</b>
9.1 A - D 转换接口电路 .....	361

9.1.1	A - D 转换的基本概念 .....	361
9.1.2	并行 ADC0809 及其接口电路 .....	362
9.1.3	串行 ADC0832 及其接口电路 .....	370
	【复习思考题】 .....	376
9.2	D - A 转换接口电路 .....	376
9.2.1	D - A 转换的基本概念 .....	376
9.2.2	DAC0832 及其接口电路 .....	377
	【复习思考题】 .....	381
9.3	实验操作 .....	381
实验 29	ADC0808 中断方式 A - D (ALE 输出 CLK) .....	381
实验 30	ADC0832 串行 A - D (TXD 输出 CLK) .....	383
实验 31	DAC0832 输出连续锯齿波 .....	384
	习题 .....	386
<b>第 10 章</b>	<b>时钟、测温 and 驱动电动机</b> .....	<b>388</b>
10.1	时钟 .....	388
10.1.1	模拟电子钟 .....	388
10.1.2	DS1302 实时时钟 .....	395
10.2	DS18B20 测温 .....	406
10.3	驱动电动机 .....	415
10.3.1	驱动步进电动机 .....	415
10.3.2	直流电动机正反转及 PWM 调速 .....	420
10.4	实验操作 .....	427
实验 32	模拟电子钟 (80C51 定时器产生秒时基) .....	427
实验 33	开机显示 PC 机时间的 1302 时钟 (LCD1602 显示) .....	428
实验 34	DS18B20 测温 .....	429
实验 35	驱动四相步进电动机 .....	431
实验 36	直流电动机正反转及 PWM 调速 .....	433
	习题 .....	436
<b>附录</b>	.....	<b>439</b>
附录 A	ASCII 码表 .....	439
附录 B	仿真练习 60 例目录 .....	440
<b>参考文献</b>	.....	<b>442</b>

# 第 1 章

## 80C51 单片机片内结构和工作原理

### 1.1 单片机概述

电子计算机是 20 世纪人类最伟大的发明之一，而微型计算机的发展，使人类社会大步跨入电脑时代，改变了社会生活的各个方面。微型计算机可以分成以下两大分支。

一类是个人计算机，也称为 PC 机 (Personal Computer)，以 Intel 公司的 8086、80286、386、486、586、奔 II、奔 III、奔 IV、酷睿……为代表，以满足海量高速数值计算为己任，其数据宽度不断更新，迅速从 8 位、16 位过渡到 32 位、64 位、双核处理器……不断完善其通用操作系统，突出发展高速海量数值计算能力，并在数据处理、模拟仿真、人工智能、图像处理、多媒体和网络通信中得到了广泛的应用。

另一类是嵌入式微处理器，通常是我们说的单片机，以面对工业控制领域为对象，突出控制能力，实行嵌入式应用。以 Intel 公司的 MCS-48、MCS-51 (80C51)、PIC、ARM……为代表，在工业测控系统、智能仪表、智能通信产品、智能家用电器和智能终端设备等众多领域内得到了广泛应用。

嵌入式微处理器的出现是微型计算机发展史上的一个重要里程碑。嵌入式系统和 PC 机系统形成了微型计算机技术发展的两大分支。PC 机系统全力实现海量高速数据处理，兼顾控制功能；嵌入式系统全力满足测控对象的测控功能，兼顾数据处理能力。同时，两大分支之间串行通信，优势互补，形成了网络控制系统，使功能更强大，更完善。两大分支的形成与发展，实现了近代计算机技术的突飞猛进。

#### 1.1.1 单片机发展概况

##### 1. 什么是单片机？

单片机一词最初源于“Single Chip Micro Computer”，它忠实地反映了早期单片机的形态和本质。随后按照面向对象，突出控制功能，在片内集成了许多功能电路及 I/O 接口电路，突破了传统意义的单芯片结构，发展成微控制结构，目前国外已普遍称之为微控制器 MCU (Micro Controller Unit)。鉴于它完全作为嵌入式应用，故又称为嵌入式微控制器。对“单片机”一词的理解，不应再限于“Single Chip Microcomputer”，而应接轨于国际上对单片机的标准称呼“MCU”。由于国内对单片机一词已约定俗成，因此仍沿用至今，本书中也用该词称呼。

单片机的发展有个过程,在单片机之前,曾出现过单板机形式的微型计算机。单板机是将微处理器芯片、存储器芯片和输入输出接口芯片安装在同一块印制电路板上,构成具有一定功能的计算机系统,因此称为单板微型计算机,简称单板机。而单片机是将微处理器、存储器和输入输出接口电路集成在一块集成电路芯片上,构成具有一定功能的计算机系统,因此称为单片微型计算机,简称单片机。

## 2. 单片机应用

单片机应用领域之广,几乎到了无所不在的地步。其主要应用领域有:智能化家用电器、办公自动化设备、商业营销设备、工业自动化控制、智能化仪表、智能化通信产品、汽车电子产品、医疗器械和设备、航空航天系统和国防军事、尖端武器等领域。

单片机应用的意义不仅在于它的广阔范围及所带来的经济效益,更重要的意义在于,单片机的应用从根本上改变了控制系统传统的设计思想和设计方法。以前采用硬件电路实现的大部分控制功能,正在用单片机通过软件方法来实现。例如,以前自动控制中的PID调节,现在可以用单片机实现具有智能化的数字计算控制、模糊控制和自适应控制。这种以软件取代硬件并能提高系统性能的控制技术称为微控制技术。随着单片机应用的推广,微控制技术将不断发展完善。

## 3. 单片机发展概况

单片机的发展大致可分为四个阶段。

第一阶段:单片机探索阶段。以Intel公司MCS-48、Motorola公司6801为代表,属低档型8位机。

第二阶段:单片机完善阶段。以Intel公司MCS-51、Motorola公司68HC05为代表,属高档型8位机。此阶段,8位单片机体系进一步完善,特别是MCS-51系列单片机在世界范围内得到了广泛的应用,奠定了它在单片机领域的经典地位,形成了事实上的8位单片机标准结构。

第三阶段:8位机与16位机争艳阶段,也是单片机向微控制器发展的阶段。此阶段Intel公司推出了16位的MCS-96系列单片机,世界其他芯片制造商也纷纷推出了性能优异的16位单片机,但由于价格不菲,其应用面受到一定限制。相反MCS-51系列单片机,由于其性能价格比高,却得到了广泛的应用,并吸引了世界许多知名芯片制造厂商加盟,竞相使用以80C51为内核,扩展部分测控系统中使用的电路技术、接口技术、Flash ROM、A/D、D/A和看门狗等功能部件,推出了许多与80C51兼容的8位单片机,强化了微控制器的特征,进一步巩固和发展了8位单片机的主流地位。

第四阶段:微控制器全面发展阶段。随着单片机在各个领域全面深入发展和应用,世界各大电气、半导体厂商普遍投入,出现了高速、大寻址范围、强运算能力的通用型单片机以及小型廉价的专用型单片机,百花齐放,单片机技术得到了飞速发展和巨大提高。32位、64位微处理器相继问世,例如ARM(Advanced RISC Machines)系列微处理器,内存越来越大,主频越来越高,并且驻入嵌入式操作系统,甚至可以直接使用PC机使用的Windows和Linux操作

系统。高端嵌入式微处理器的功能已经开始接近 PC 机，例如 iPhone、Pad 等。因此，编者认为，微型计算机原来的一分为二的发展已有向合二为一方向靠拢的趋势。

### 1.1.2 80C51 系列单片机

单片机中，目前在我国应用最广泛的仍然是 80C51 系列单片机，80C51 单片机属于 Intel 公司 MCS-51 系列单片机。

#### 1. MCS-51 系列单片机

MCS-51 单片机是 20 世纪 80 年代由 Intel 公司推出的，最初是 HMOS 制造工艺，其基本型芯片根据片内 ROM 结构可分为 8031（片内无 ROM）、8051（片内有 4 KB 掩模 ROM）、8751（片内有 4 KB EPROM），统称为 51 系列单片机。其后又有增强型 52 系列，包括 8032、8052、8752 等。

HMOS 工艺的缺点是功耗较大，随着 CMOS 工艺的发展，Intel 公司生产了 CHMOS 工艺的 80C51 芯片，大大降低了功耗，并引入了低功耗管理模式，使低功耗具有可控性。CHMOS 工艺的 80C51 芯片，根据片内 ROM 结构，也有基本型 80C31、80C51、87C51 和增强型 80C32、80C52、87C52 三种类型，引脚与 51 系列兼容，指令相同，其性能分类如表 1-1 所示。

表 1-1 80C51 系列单片机

型号名称		片内 ROM	片内 RAM	定时/计数器
51 子系列 (基本型)	8031、80C31	无	128 B	2 × 16b
	8051、80C51	4 KB 掩模 ROM	128 B	2 × 16b
	8751、87C51	4 KB EPROM	128 B	2 × 16b
52 子系列 (增强型)	8032、80C32	无	256 B	3 × 16b
	8052、80C52	8 KB 掩模 ROM	256 B	3 × 16b
	8752、87C52	8 KB EPROM	256 B	3 × 16b

随后，Intel 公司将 80C51 内核使用权以专利互换或出售形式转让给世界许多著名 IC 制造厂商，例如 Philips、NEC、Atmel、AMD、Dallas、Siemens、Fujitsu、OKI、Winbond、LG 等。在保持与 80C51 单片机兼容的基础上，这些公司融入了自身的优势，扩展了针对满足不同测控对象要求的外围电路，如满足模拟量输入转换的 A/D、满足伺服驱动的 PWM、满足高速输入/输出控制的 HSI/HSO、满足串行扩展要求的串行扩展总线 I<sup>2</sup>C 或 SPI、保证程序可靠运行的“看门狗”WDT、引入使用方便且价廉的 Flash ROM 等，开发出几百种功能各异的新品种。这样，80C51 单片机就变成了有众多芯片制造厂商支持的大家族，包括采用 CHMOS 工艺的 MCS-51 单片机，被统称为 80C51 系列单片机，简称为 C51 系列单片机或 51 单片机。

客观事实表明，80C51 系列单片机已成为 8 位单片机的主流，成了事实上的标准 MCU 芯片。现在，虽然世界上 MCU 品种繁多，功能各异，且 16 位/32 位芯片肯定比 8 位芯片功能强

大,但 80C51 系列单片机因其性能价格比高、开发装置多、国内技术人员熟悉、芯片功能够用适用并可广泛选择等特点,再加上众多芯片制造厂商加盟等因素,在中、小应用系统,仍占据主流地位。因此,选择 80C51 系列单片机作为研究分析对象,既符合教学特点的典型性,又不失教学内容的先进性。

目前,在我国国内,应用最广泛的是具有 Flash ROM 并与 80C51 兼容的 C51 单片机,实际使用的芯片主要有:Atmel 公司的 AT89 系列和宏晶公司的 STC 系列单片机芯片。

## 2. AT89 系列单片机

Atmel 是一家美国公司,以 E<sup>2</sup>PROM 和 Flash ROM 技术见长。1994 年,该公司通过专利互换取得了 80C51 内核的授权,推出了与 80C51 完全兼容的 AT89 系列单片机,其最突出的优点是片内 ROM 为 Flash ROM,读写方便,可多次擦写,价格低廉,性价比高。

80C51 单片机按其 ROM 类型可分为 MaskROM、OTPROM、EPROM 和 ROMLess。MaskROM 型和 OTPROM 型不适宜中小批量或未定型产品;EPROM 型擦写不方便,且成本较高;ROM-Less 型片内无 ROM,需扩展外 ROM。从某种意义上来说,AT89 系列使单片机成为真正的“单片”机,开创了单片机应用的新时代。

AT89 系列可以分为标准型、低档型和高档型三大类。标准型以 AT89C51 为代表,低档型以 AT892051 为代表,高档型以 AT89S × × 系列(串行下载)和 AT89LV × × 系列(低电压)为代表。表 1-2 为 AT89 系列单片机片内功能配置概况。

表 1-2 AT89 系列单片机片内功能配置

型 号	片内存储器			定时/ 计数器	I/O 引脚	串行口		双数据 指针	在系统 编程	内部 看门狗	加密级	
	Flash ROM	E <sup>2</sup> PROM	RAM			UART	SPI					
标准 型	89C51	4 KB	无	128 B	2	32	1	无	无	无	无	3
	89C52	8 KB	无	256 B	3	32	1	无	无	无	无	3
	89C53	12 KB	无	256 B	3	32	1	无	无	无	无	3
	89C55	20 KB	无	256 B	3	32	1	无	无	无	无	3
低 档 型	89C1051	1 KB	无	64 B	1	15	1	无	无	无	无	2
	89C2051	2 KB	无	128 B	2	15	1	无	无	无	无	2
	89C4051	4 KB	无	128 B	2	15	1	无	无	无	无	2

此外,Atmel 公司还推出了许多与 51、52 子系列兼容的新型芯片。例如,大容量片内 RAM 和 Flash ROM、低工作电压、双数据指针、A/D、PWM (Pulse Width Modulation, 脉宽调制)、WDT (Watch Dog Timer, 片内硬件看门狗)、SPI (Serial Peripheral Interface, 串行外设接口)、ISP (In-System Programming, 在系统编程)、三级保密封锁位等功能。限于篇幅,未予展开,感兴趣的读者可参阅有关技术书籍。

### 3. STC 系列单片机

宏晶公司是我国本土的一家微处理器设计公司，2005 年起步，业务发展迅猛。目前已拥有 STC89/90、STC10/11/12/15 等几大系列 51 单片机。其中 89 系列与 AT89 系列完全兼容，90 系列是基于 89 系列的改进型产品。10/11/12/15 系列是 1T 单片机（即 1 个时钟周期效率相当于原 51 单片机 1 个机器周期）。主要特点如下。

(1) 超低价，高性价比。目前，STC 公司 51 系列单片机价格低廉，最低不足 1 元，且其性能优越（Flash 寿命超 10 万次）、指令执行效率高（主频最高 35 MHz，可设置每机器周期 1 时钟）、超强抗干扰性（ESD 保护、经 2/4 kV 快速脉冲干扰测试）、低 EMI（Electro Magnetic Interference，电磁辐射）、保密性强（第 9 代加密技术）、可靠性好、功耗低（掉电模式 0.1  $\mu$ A、空闲模式 2 mA、正常工作模式 4~7 mA），并向下兼容 Atmel、Philips、Winbond 等公司的同类芯片。

(2) 品种繁多，选择面宽。STC 提供了从大容量片内 RAM（最多 4 KB）、Flash ROM（最多 63.5 KB）、E<sup>2</sup>PROM（最多 53 KB）、宽工作电压（2.5~5.5 V）、多封装形式（DIP、SOP、PDIP、LQFP、PLCC 等 20 余种）、小体积（引脚最少 8P，体积最小 4 mm×4 mm）、多 I/O 口和串口（最多 62 个 I/O 端口，4 UART）和多品种资源功能（A/D、PWM、WDT、SPI、ISP、IAP 等）等多方面选择，可最大限度满足单片机应用的适用需求。

(3) 技术资料丰富，便于应用。宏晶公司建有中文网站（www.STCMCU.com），提供较为详细的中文资料，包括芯片选型指南、芯片数据手册、片内资源应用指导、以汇编语言或 C51 语言编写的程序样例和头文件等。

因此，编者认为，STC 系列堪称目前世界上性价比最高的 51 单片机。宏晶公司自称是全球最大的 51 单片机设计公司，全球第一品牌。表 1-3 为 STC89 系列单片机片内功能配置，STC 品种繁多，性能优越，限于篇幅，不能详细展开，若需选用，可查阅有关技术资料。

表 1-3 STC89 系列单片机片内功能配置

型号	最高时钟频率/MHz	片内存储器			定时/计数器	P4 口	数据指针	在系统编程	在应用编程	内部看门狗	A/D	降低电磁辐射	双倍速
		Flash ROM /KB	E <sup>2</sup> PROM /KB	RAM/B									
STC89C51RC	45	4	2 <sup>+</sup>	512	3	√	2	√	√	√		√	√
STC89C52RC	45	8	2 <sup>+</sup>	512	3	√	2	√	√	√		√	√
STC89C53RC	45	14		512	3	√	2	√	√	√		√	√
STC89C54RD+	45	16	16 <sup>+</sup>	1280	3	√	2	√	√	√		√	√
STC89C55RD+	45	16	16 <sup>+</sup>	1280	3	√	2	√	√	√		√	√
STC89C58RD+	45	32	16 <sup>+</sup>	1280	3	√	2	√	√	√		√	√
STC89C516RD+	45	63		1280	3	√	2	√	√	√		√	√



续表

型号	最高时钟频率 /MHz	片内存储器			定时/计数器	P4口	数据指针	在系统编程	在应用编程	内部看门狗	A/D	降低电磁辐射	双倍速
		Flash ROM /KB	E <sup>2</sup> PROM /KB	RAM/B									
STC89LE516RD +	90	64		512	3	√	2	√			√	√	
STC89LE516X2	90	64		512	3	√	2	√			√	√	√

## 1.2 80C51 单片机片内结构和引脚功能

无论是 8051 系列, 还是 80C51 系列或其他厂商开发的与 80C51 兼容的增强型芯片, 其片内基本结构相同。虽然增强型芯片的功能更强大、性价比更高, 但学习和掌握 80C51 单片机片内基本结构和功能, 是各类兼容增强型芯片的应用基础。因此, 本章仅介绍 80C51 单片机片内基本结构和功能, 不涉及 52 子系列和增强型芯片的扩展功能。而且, 重点讨论其面向用户的部分, 特别是应用特性和外部特性, 也就是站在用户的角度上分析 80C51 单片机向我们提供了哪些资源、如何去应用它们, 使读者对 80C51 单片机的片内结构和工作原理有较为详细的了解。

### 1.2.1 片内结构

图 1-1 为 80C51 单片机功能结构框图。从图中看到 80C51 单片机芯片内部集成了 CPU、RAM、ROM、定时/计数器和 I/O 口等各功能部件, 并由内部总线把这些部件连接在一起。这些功能部件主要是如下部件:

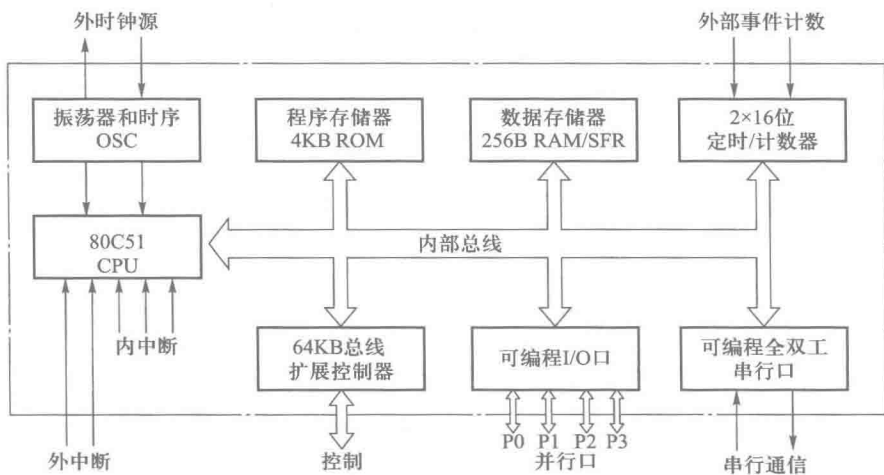


图 1-1 80C51 单片机功能结构框图