



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



21世纪高等院校电气信息类系列教材

Electrical Information •
Science and Technology

单片机原理与应用

第②版

赵德安 等编著



附赠电子教案

[http:// www](http://www.mep.com)

[com](http://www.mep.com)



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

TP368.1/485

2009

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21 世纪高等院校电气信息类系列教材

单片机原理与应用

第 2 版

赵德安 等编著

机械工业出版社

本书全面系统地讲述了 MCS-51 系列单片机的基本结构和工作原理、基本系统、指令系统、汇编语言程序设计、并行和串行扩展方法、人机接口,以及单片机的开发应用等方面的内容,并结合单片机的网络化、多功能化的发展趋势,补充了 SPI、I²C 等串行数据总线接口,单片机的 C 语言程序开发,片内资源丰富的高速 SOC 单片机 C8051F,以及低功耗单片机的网上查询方法等内容。

本书既可作为高等院校单片机课程的教材,也可作为相关专业技术人员的参考书。

✎

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理与应用/赵德安等编著. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2009. 4

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 21 世纪高等院校电气信息类系列教材

ISBN 978 - 7 - 111 - 26506 - 1

I. 单… II. 赵… 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 (2009) 第 034531 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:李馨馨 版式设计:霍永明

责任校对:魏俊云 责任印制:乔宇

北京京丰印刷厂印刷

2009 年 4 月第 2 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 23 印张 · 571 千字

0 001—3 500 册

标准书号: ISBN - 978 - 7 - 111 - 26506 - 1

定价: 36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379753 88379739

封面无防伪标均为盗版

前 言

单片微型计算机简称单片机，是典型的嵌入式微控制器。单片机具有集成度高，功能强，结构简单，易于掌握，应用灵活，可靠性高，价格低廉等优点，在工业控制、机电一体化、通信终端、智能仪表、家用电器等诸多领域中得到了广泛应用，已成为传统机电设备升级为智能化机电设备的重要手段。因此高等理工科院校师生和工程技术人员了解和掌握单片机的原理和应用技术是十分必要的。

本书以经典体系结构的 **MSC-51** 系列单片机为背景机，系统地介绍了单片机的发展概况和基本结构、工作原理、基本系统、指令系统、汇编语言程序设计、并行扩展和串行扩展方法、人机接口，以及单片机的开发应用等方面的内容，同时结合单片机网络化、多功能化的发展趋势，补充了 **SPI**、**I²C** 等串行数据总线接口，单片机的 **C** 语言程序开发，片内资源丰富的高速 **SOC** 单片机 **C8051F**，以及低功耗单片机。每章都附有习题，供读者课后练习。附录中还列出了单片机应用资料的网上查询方法等内容。

本书第 1、2、7、11 章由盛占石编写，第 3、6 章由赵德安编写，第 5 章由周重益编写，第 8 章由张建生编写，第 10 章由鲍可进编写，第 4 章由周重益、赵文祥共同编写，第 9 章由潘天红、赵德安、孙月平共同编写。全书由赵德安统一整理。李金伴教授认真审阅了部分书稿，提出了指导性的建议和中肯的意见。

在编写过程中，我们参考了有关书刊、资料，在此对有关作者一并表示感谢。

由于水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 绪论 1

- 1.1 单片机的发展概况 1
 - 1.1.1 单片机的发展历史 1
 - 1.1.2 典型的单片机产品 1
- 1.2 单片机的应用领域和应用方式 25
- 1.3 习题 26

第2章 单片机的基本结构与工作

原理 27

- 2.1 MCS-51 系列单片机总体结构 27
 - 2.1.1 MCS-51 单片机的引脚描述 27
 - 2.1.2 MCS-51 单片机的硬件资源 29
 - 2.1.3 MCS-51 单片机的片外总线结构 30
- 2.2 MCS-51 单片机的时钟电路及 CPU 的工作时序 31
 - 2.2.1 时钟电路 31
 - 2.2.2 CPU 的工作时序 32
- 2.3 MCS-51 单片机存储器分类及配置 34
 - 2.3.1 程序存储器 35
 - 2.3.2 数据存储器 35
- 2.4 CHMOS 型单片机的低功耗工作方式 39
 - 2.4.1 空闲方式 40
 - 2.4.2 掉电方式 40
 - 2.4.3 节电方式的应用 40
- 2.5 习题 42

第3章 单片机的指令系统 43

- 3.1 指令格式 43
 - 3.1.1 汇编指令 43
 - 3.1.2 常用的缩写符号 45
 - 3.1.3 伪指令 46
- 3.2 寻址方式 48

- 3.2.1 寄存器寻址 48
- 3.2.2 立即寻址 49
- 3.2.3 直接寻址 49
- 3.2.4 寄存器间接寻址 49
- 3.2.5 基寄存器加变址寄存器间接寻址 50
- 3.2.6 相对寻址 50
- 3.2.7 位寻址 51
- 3.3 指令的类型、字节和周期 52
 - 3.3.1 指令系统的结构及分类 52
 - 3.3.2 指令的字节和周期 52
- 3.4 数据传送指令 53
 - 3.4.1 一般传送指令 53
 - 3.4.2 累加器专用数据交换指令 58
- 3.5 算术运算指令 59
 - 3.5.1 加减指令 59
 - 3.5.2 乘法和除法指令 63
- 3.6 逻辑运算指令 64
 - 3.6.1 累加器 A 的逻辑运算指令 64
 - 3.6.2 两个操作数的逻辑运算指令 65
 - 3.6.3 单位变量逻辑运算指令 66
 - 3.6.4 双位变量逻辑运算指令 66
- 3.7 控制转移指令 67
 - 3.7.1 无条件转移指令 67
 - 3.7.2 条件转移指令 68
 - 3.7.3 子程序调用和返回指令 70
- 3.8 习题 72

第4章 单片机的其他片内功能

部件 74

- 4.1 并行 I/O 口 74
 - 4.1.1 P1 口 74
 - 4.1.2 P2 口 75
 - 4.1.3 P0 口 77
 - 4.1.4 P3 口 78
- 4.2 定时器/计数器 79
 - 4.2.1 定时器的一般结构和工作

原理	79	6.2.2 程序存储器扩展方法	149
4.2.2 定时器/计数器 T0 和 T1	80	6.3 数据存储器 RAM 的扩展	150
4.2.3 定时器/计数器的初始化	84	6.3.1 常用的数据存储器	150
4.2.4 8052 等单片机的定时器/计 数器 T2	85	6.3.2 RAM 存储器扩展方法	151
4.3 串行通信接口	88	6.4 并行接口的扩展	152
4.3.1 串行通信及基础知识	88	6.4.1 用 74 系列器件扩展并行 I/O 口	153
4.3.2 串行接口的组成和特性	89	6.4.2 可编程并行 I/O 扩展接口 8255A	154
4.3.3 串行接口的工作方式	90	6.4.3 带 RAM 和计数器的可编程并行 I/O 扩展接口 8155	161
4.3.4 波特率设计	93	6.5 D/A 接口的扩展	165
4.3.5 单片机双机通信和多机通信	96	6.5.1 梯形电阻式 D/A 转换 原理	165
4.4 中断系统	99	6.5.2 DAC0832	166
4.4.1 中断系统概述	99	6.6 A/D 接口的扩展	169
4.4.2 中断处理过程	104	6.6.1 MC14433	169
4.4.3 中断系统的应用	106	6.6.2 ADC0809	172
4.5 习题	112	6.7 习题	176
第 5 章 汇编语言程序设计	113	第 7 章 单片机系统的串行扩展	178
5.1 汇编语言概述	113	7.1 MCS-51 系统的串行扩展原理	178
5.1.1 汇编语言的优点	113	7.1.1 SPI 三线总线	178
5.1.2 汇编语言程序设计的步骤	113	7.1.2 I ² C 公用双总线	179
5.1.3 评价程序质量的标准	113	7.2 单片机的外部串行扩展	179
5.2 简单程序设计	114	7.2.1 串行扩展 E ² PROM	179
5.3 分支程序	117	7.2.2 串行扩展 I/O 接口	182
5.3.1 简单分支程序	117	7.2.3 串行扩展 A/D 转换器	183
5.3.2 多重分支程序	118	7.3 习题	188
5.3.3 N 路分支程序	120	第 8 章 单片机的人机接口	190
5.4 循环程序	123	8.1 键盘接口	190
5.4.1 循环程序的导出	123	8.1.1 键盘的工作原理和扫描 方式	190
5.4.2 多重循环	126	8.1.2 键盘的接口电路	191
5.5 查表程序	130	8.1.3 键盘输入程序设计方法	193
5.6 子程序的设计及调用	134	8.2 LED 显示器接口	194
5.6.1 子程序的概念	134	8.2.1 LED 显示器的工作原理	194
5.6.2 调用子程序的要点	134	8.2.2 LED 显示器的工作方式和显示 程序设计	196
5.6.3 子程序的调用及嵌套	138	8.3 LCD 显示器接口	197
5.7 习题	141	8.3.1 LCD 显示器的工作原理	197
第 6 章 单片机系统的并行扩展	143	8.3.2 LCD 显示器的接口电路和显示	
6.1 MCS-51 系统的并行扩展原理	143		
6.1.1 MCS-51 并行扩展总线	143		
6.1.2 地址译码方法	145		
6.2 程序存储器扩展	148		
6.2.1 常用 EPROM 存储器电路	148		

程序设计	198	9.5.3 常用的 C 语言程序模块和主程序 结构	254
8.4 8279 专用键盘显示器	203	9.6 习题	263
8.4.1 8279 的内部原理	203	第 10 章 高速 SOC 单片机 C8051F	264
8.4.2 8279 的引脚分析	204	10.1 Cygnal C8051F 系列单片机 特点	264
8.4.3 8279 的键盘显示器电路	205	10.2 C8051F020 单片机	266
8.4.4 8279 的设置	206	10.2.1 概述	266
8.4.5 8279 的应用程序介绍	208	10.2.2 存储器组织	268
8.5 习题	209	10.2.3 I/O 口与数字交叉开关	274
第 9 章 MCS-51 单片机系统的开发 与应用	211	10.3 模/数转换器	278
9.1 单片机应用系统的研制过程	211	10.4 电压输出数/模转换器	285
9.1.1 总体设计	212	10.5 电压基准	288
9.1.2 硬件设计	212	10.6 SMBus	289
9.1.3 可靠性设计	214	10.7 串行外设接口总线	299
9.1.4 软件设计	214	10.8 定时器	305
9.1.5 系统调试	216	10.9 可编程计数器阵列	312
9.2 磁电机性能智能测试台的研制	218	10.10 系统其他控制功能	322
9.2.1 系统概述	218	10.11 Cygnal 单片机集成开发环境	329
9.2.2 测试系统硬件设计	218	10.11.1 Cygnal 集成开发环境软件 简介	329
9.2.3 测控算法	220	10.11.2 CygnalIDE 界面	330
9.2.4 程序设计	223	10.11.3 软件的基本操作	335
9.2.5 实验结果	224	10.12 应用举例	339
9.3 水产养殖水体多参数测控仪	225	10.13 习题	345
9.3.1 系统概述	225	第 11 章 低功耗单片机系统的 设计	346
9.3.2 水体多参数测控仪的基本组成 及工作原理	225	11.1 低功耗单片机系统的特点	346
9.3.3 硬件设计	225	11.2 低功耗单片机系统的器件选择	347
9.3.4 软件设计	231	11.3 低功耗单片机系统的电路设计	348
9.3.5 可靠性措施	232	11.4 低功耗单片机系统的功耗分析	350
9.3.6 运行效果	232	11.5 低功耗单片机系统的软件设计	351
9.4 课程设计: 单片机温度控制实验 装置的研制	233	11.6 习题	355
9.4.1 系统的组成及控制原理	233	附录	357
9.4.2 控制系统软件编制	234	附录 A 单片机应用资料的网上查询	357
9.4.3 课程设计的安排	235	附录 B MCS-51 单片机的指令表	357
9.4.4 教学效果	235	参考文献	362
9.5 单片机的 C 语言程序开发	235		
9.5.1 Keil IDE μ Vision2 集成开发 环境	236		
9.5.2 WAVE6000 IDE 集成开发 环境	247		

第 1 章 绪 论

1.1 单片机的发展概况

1946 年第一台电子计算机的诞生，引发了一场数字化的技术革命。如果说当初计算机的出现纯粹是为了解决日益复杂的计算问题，那么现在计算机的应用已无处不在。随着大规模集成电路技术的不断进步，微型计算机也称个人计算机（Personal Computer，PC）在办公自动化方面得到广泛应用；另一方面将微处理器、存储器和外围设备集成到一块芯片上形成的单片机（Single-Chip Microcomputer），则在控制领域大显身手。单片机可以装入到各种智能化产品之中，所以又称为嵌入式微控制器（Embedded Microcontroller）。

1.1.1 单片机的发展历史

单片机的发展可以分为三个阶段：

20 世纪 70 年代为单片机发展的初级阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 系列单片机为典型代表，在一块芯片内含有 CPU、并行口、定时器、RAM 和 ROM 存储器，这是一种真正的单片机。这个阶段的单片机因受集成电路技术的限制，CPU 指令系统功能相对较弱、存储器容量小、I/O 部件种类和数量少，只能用在比较简单的场合，而且价格相对较高，单片机的应用未引起足够的重视。

20 世纪 80 年代为高性能单片机的发展阶段。以 Intel 公司的 MCS-51、MCS-96 系列单片机为典型代表，出现了不少 8 位或 16 位的单片机，这些单片机的 CPU 和指令系统功能加强了，存储器容量显著增加，外围 I/O 部件品种多、数量大，有的包含了 A/D 之类的特殊 I/O 部件。单片机应用得到了推广，典型单片机开始应用到各个领域。

20 世纪 90 年代至今为单片机的高速发展阶段。世界上著名的半导体厂商都重视新型单片机的研制、生产和推广。单片机性能不断地完善，性能价格比显著提高，种类和型号快速增加。从性能和用途上看，单片机正朝着面向多层次用户的多品种多规格方向发展，哪一个应用领域前景广阔，就有这个领域的特殊单片机出现。既有特别高档的单片机，用于高级家用电器、掌上电脑、复杂的实时控制系统等领域，又有特别廉价、超小型、低功耗单片机，用于智能玩具等消费类应用领域。对应用单片机的技术人员来说，选择单片机有了更大的自由度。

1.1.2 典型的单片机产品

本节将介绍世界上一些著名的半导体厂商典型的单片机产品，以使读者对目前的单片机产品有个大概的了解，在开发单片机应用系统时，为读者选择单片机提供参考。

1. Intel 公司的单片机

Intel 公司是最早推出单片机的大公司之一，其产品有 MCS-48、MCS-51 和 MCS-96 三大

系列几十个型号的单片机。目前 Intel 公司已不再推出新品种的单片机，但 Intel 公司 MCS-51 系列单片机的结构为其他一些大公司所采纳，它们推出了许多适用于不同场合的新型的 51 系列单片机，使这个系列的单片机仍被广泛应用。表 1-1 列出了 Intel 公司 MCS-51 单片机产品的特性。

表 1-1 Intel MCS-51 单片机特性

型 号	ROM/EPROM/ FLASH/KB	RAM/ KB	时钟 频率 /MHz	I/O 口线	定时器/ 计数器	串行口	中断源	PCA 通道	A/D 通道	SEP	GSC	DMA 通道	加密 位	省电 方式
8031AH	—	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	—	—
8051AH	4	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	0	—
8051AHP	4	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	P	—
8051H	4	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	1	—
8051BH	4	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	2	—
8032AH	—	256	12	32	3	1	6	0	0	0	0	0	—	—
8052AH	8	256	12	32	3	1	6	0	0	0	0	0	0	—
8752BH	8	256	12	32	3	1	6	0	0	0	0	0	2	—
80C31BH	—	128	12,16	32	2	1	5	0	0	0	0	0	—	✓
80C51BH	4	128	12,16	32	2	1	5	0	0	0	0	0	0	✓
80C51BHP	4	128	12,16	32	2	1	5	0	0	0	0	0	P	✓
87C51	4	128	12~24	32	2	1	5	0	0	0	0	0	3	✓
80C32	—	256	12~24	32	3	1	6	0	0	0	0	0	—	✓
80C52	8	256	12~24	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	✓
87C52	8	256	12~24	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	✓
80C54	16	256	12~24	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	✓
87C54	16	256	12~24	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	✓
80C58	32	256	12~24	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	✓
87C58	32	256	12~24	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	✓
80L52	8	256	12~20	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	✓
87L52	8	256	12~20	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	✓
80L54	18	256	12~20	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	✓
87L54	16	256	12~20	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	✓
80L58	32	256	12~20	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	✓
87L58	32	256	12~20	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	✓
80C51FA	—	256	12,16	32	3	1	7	5	0	0	0	0	—	✓
83C51FA	8	256	12,16	32	3	1	7	5	0	0	0	0	0	✓
87C51FA	8	256	12~24	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	✓
83C51FB	16	256	12~24	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	✓
87C51FB	16	256	12~24	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	✓

(续)

型 号	ROM/EPROM/ FLASH/KB	RAM/ KB	时钟 频率 /MHz	I/O 口线	定时器/ 计数器	串行口	中断源	PCA 通道	A/D 通道	SEP	GSC	DMA 通道	加密 位	省电 方式
83C51FC	32	256	12~24	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	✓
87C51FC	32	256	12~24	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	✓
80L51FA	—	256	12~20	32	3	1	7	5	0	0	0	0	—	✓
83L51FA	8	256	12~20	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	✓
87L51FA	8	256	12~20	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	✓
83L51FB	16	256	12~20	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	✓
87L51FB	16	256	12~20	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	✓
83L51FC	32	256	12~20	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	✓
87L51FC	32	256	12~20	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	✓
80C51GB	—	256	12,16	48	3	1	1 5	10	8	1	0	0	—	✓
83C51GB	8	256	12,16	48	3	1	1 5	10	8	1	0	0	1	✓
87C51GB	8	256	12,16	48	3	1	1 5	10	8	1	0	0	3	✓
80C152JA	—	256	16.5	40	2	1	1 1	0	0	1	1	2	—	✓
80C152JB	—	256	16.5	56	2	1	1 1	0	0	1	1	2	—	✓
83C152JA	8	256	16.5	40	2	1	1 1	0	0	1	1	2	0	✓
80C51SL-BG	—	256	16	24	2	1	1 0	0	4	0	1	0	—	✓
81C51SL-BG	8	256	16	24	2	1	1 0	0	4	0	1	0	0	✓
83C51SL-BG	8	256	16	24	2	1	1 0	0	4	0	1	0	0	✓
80C51SLAH	—	256	16	24	2	1	1 0	0	4	0	1	0	—	✓
81C51SLAH	16	256	16	24	2	1	1 0	0	4	0	1	0	0	✓
83C51SLAH	16	256	16	24	2	1	1 0	0	4	0	1	0	0	✓
87C51SLAH	16	256	16	24	2	1	1 0	0	4	0	1	0	0	✓
80C51SLAL	—	256	16	24	2	1	1 0	0	4	0	1	0	—	✓

(续)

型 号	ROM/EPROM/ FLASH/KB	RAM/ KB	时钟 频率 /MHz	I/O 口线	定时器/ 计数器	串行口	中断源	PCA 通道	A/D 通道	SEP	GSC	DMA 通道	加密 位	省电 方式
81C51SLAL	16	256	16	24	2	1	1 0	0	4	0	1	0	0	✓
83C51SLAL	16	256	16	24	2	1	1 0	0	4	0	1	0	0	✓
87C51SLAL	16	256	16	24	2	1	1 0	0	4	0	1	0	0	✓

注：表格中“—”表示无此项功能，“✓”表示有此项功能。以下表格同。

2. ATMEL 公司的单片机

ATMEL 公司生产的具有 8051 结构的 FLASH 型和 EEPROM 型单片机（尤其是 89C51 和 89C52），由于和 Intel 的 MCS-51 系列单片机中典型产品完全兼容，开发和使用简便，在我国得到了广泛的应用。1997 年，ATMEL 公司推出了全新配置的精简指令集（RISC）的 AVR 单片机，由于 AVR 单片机优良的性能，在越来越多的领域得到了应用。表 1-2 列出了该公司的单片机主要产品的特性。

表 1-2 ATMEL 公司的单片机特性

型 号	ROM/EPROM/ FLASH/B	RAM /B	时钟频率 /MHz	I/O 口线	定时器/ 计数器	串行口	PWM	A/D 通道	SPI	加密位	省电 方式
AT80F51	—/—/4K (OTP)	128	12	32	2	1				—	✓
AT80F52	—/—/8K (OTP)	256	12, 16, 20	32	2	1				—	✓
AT89C1051U	—/—/1K	128	12, 24	32	2	1				—	✓
AT89C2051	—/—/2K	128	12, 24	32	2	1				—	✓
AT89C4051	—/—/4K	128	12, 24	32	2	1				—	✓
AT89C51	—/—/4K	128	12, 16, 20, 24, 33	32	2	1				—	✓
AT89C52	—/—/8K	256	12, 16, 20, 24, 33	32	3	1				—	✓
AT89C55	—/—/20K	256	16, 24, 33	32	3	1				—	✓
AT89LV51	—/—/4K	128	12	32	2	1				—	✓
AT89LV52	—/—/8K	256	12	32	2	1				—	✓
AT89S53	—/—/2K	256	16, 24	32	2	1			1	—	✓
AT89S8252	—/—/8K	256	16, 24	32	2	1			1	—	✓
AT87F51	—/—/4K (OTP)	128	12, 16, 20, 24, 33	32	2	1				—	✓
AT87F52	—/—/8K	256	12, 16, 20, 24, 33	32	3	1				—	✓

(续)

型 号	ROM/EPROM/ FLASH/B	RAM /B	时钟频率 /MHz	I/O 口线	定时器/ 计数器	串行口	PWM	A/D 通道	SPI	加密位	省电 方式
AT87F51RC	—/—/32K	128	12,16,20,24,33	32	3	1				—	✓
AT87F55	—/—/20K (OTP)	256	12,16,20,24,33	32	3	1				—	✓
AT89LV55	—/—/20K	256	12	32	3	1				—	✓
AT89LS53	—/—/12K	256	12	32	2	1				—	✓
AT89LS8252	—/—/8K	256	12	32	2	1				—	✓
AT89S4D12	—/—/4K		12	32	2	1				—	✓
AT90S1200	—/—/1K		12	15	1	1			1		✓
AT90S2313	—/—/2K	128	10	15	2	1	1		1		✓
AT90S2323	—/—/2K	128	10	3	1	1			1		✓
AT90S2343	—/—/2K	128	10	5	1	1			1		✓
AT90S4414	—/—/4K	256	8	32	2	1	1		1		✓
AT90S4434	—/—/4K	256	8	32	3	1	1	8	1		✓
AT90S8515	—/—/8K	512	8	32	2	1	2		1		✓
AT90S8535	—/—/8K	512	8	32	3	1	2	8	1		✓
Atmega103	—/—/128K	4K	6	48	3	1	2	8	1		✓
Atmega8	—/—/8K	1K	16	23	3	1	3	8	1		✓
Atmega16	—/—/16	1K	16	32	3	1	3	8	1		✓
Atmega32	—/—/32K	2K	16	32	3	1	4	8	1		✓
Atmega64	—/—/64K	4K	16	53	4	2	8	8	1		✓
Atmega128	—/—/128	4K	16	53	4	2	8	8	1		✓
Atmega1280	—/—/128K	8K	16	86	6	4	10	16	1		✓

3. Philips 公司的单片机

Philips 公司生产的单片机包括 8051 结构的 80C51 系列 8 位单片机、采用 8051 结构的 16 位单片机、以 68000 为核心的 16 位单片机。其中 80C51 系列 8 位单片机品种多、片内资源丰富、容易开发应用产品，因此得到了广泛的应用。80C51 系列单片机的特点是具有便于开发的 FLASH 型单片机，具有 I²C 串行总线口，具有 8~10 位 A/D，程序存储器和数据存储器容量大，还具有 CAN BUS（控制器局域网）接口。表 1-3 列出了 80C51 系列单片机产品的主要功能特性。

表 1-3 Philips 公司的 80C51 系列单片机特性

型 号	ROM/EPROM/ FLASH/B	RAM /B	时钟频率 /MHz	I/O 口线	定时器/ 计数器	串行 口	监视 器	多功能 定时器	A/D 通道 /bit	特殊 部件	加密 位	I ² C
87C750/83C750	1K(OTP)	64	3.5~40		1							
87C748/83C748	2K(OTP)	64	3.5~16		2							

(续)

型 号	ROM/EPROM/ FLASH/B	RAM /B	时钟频率 /MHz	I/O 口线	定时器/ 计数器	串行 口	监视 器	多功能 定时器	A/D 通道 /bit	特殊 部件	加密 位	I ² C
87C751/83C751	2K(OTP)	64	3.5 ~ 16		1	✓						
87C749/83C749	2K(OTP)	64	3.5 ~ 16		2				8 × 8			
87C752/83C752	2K(OTP)	64	3.5 ~ 16		1				5 × 8			✓
87C754/83C754	4K(OTP)	256	3.5 ~ 16		3	✓						
87C51/80C51/80C31	4K(OTP)	128	0 ~ 33		2							
80CL51/80CL31	4K(OTP)	128	0 ~ 16		2							
83CL410/80CL410	4K(OTP)	128	0 ~ 12		2							✓
87C451/83C451/80C451	4K(OTP)	128	3.5 ~ 16		2							
87C550/83C550/80C550	4K(OTP)	128	3.5 ~ 16		2	✓	✓	✓	8 × 8			
83C851/80C851	4K(OTP)	128	1.2 ~ 16		2	✓						
83C852/80C852	6K(OTP)	256	1 ~ 6		2	✓						
83CL580/80CL580	6K(OTP)	256	0 ~ 12		3	✓	✓	✓	4 × 8			✓
89C52/87C52/80C52/ 80C32	8K(OTP)	256	0 ~ 33		3	✓		✓				
83C845	8K	256	3.5 ~ 12		2							
S87C652/P83C652/ P80C652	8K(OTP)	256	1.2 ~ 24		2	✓						
87C51FA/P83C51FA/ 80C51FA	8K(OTP)	256	0 ~ 33		4	✓		✓				
89C51RA + /87C51RA + / 83C51RA + /80C51RA +	8K(OTP)	512	0 ~ 33		4	✓	✓	✓				
87C575/83C575/80C575	8K(OTP)	256	4 ~ 16		4	✓	✓	✓				
87C576/83C576/80C576	8K(OTP)	256	6 ~ 16		4		✓	✓	6 × 10			
83C562/80C562	8K	256	8.5 ~ 16		2	✓	✓	✓	8 × 8			
87C552/83C552/80C552/	8K(OTP)	256	1.2 ~ 30		3	✓	✓	✓	8 × 10			✓
87C453/83C453	8K(OTP)	256	3.5 ~ 16		2	✓	✓					
83C145	12K	256	3.5 ~ 12					✓				
87C005/83C005	16K(OTP)	256	3.5 ~ 12		2							
89C54/87C54/80C54	16K(OTP)	256	0 ~ 33		3	✓		✓				
S87S654/P83S654	16K(OTP)	256	1.2 ~ 24		2	✓						✓
83CL781	16K	256	0 ~ 12		3	✓		✓				✓
83CL782	16K	256	0 ~ 12		3	✓		✓				✓
87C51FB/83C51FB	16K(OTP)	256	0 ~ 33		4	✓		✓				
89C51RB + /87C51RB + / 83C51RB +	16K	512	0 ~ 33		4		✓	✓				

(续)

型 号	ROM/EPROM/ FLASH/B	RAM /B	时钟频率 /MHz	I/O 口线	定时器/ 计数器	串行 口	监视 器	多功能 定时器	A/D 通道 /bit	特殊 部件	加密 位	I ² C
87C524/83C524	16K(OTP)	512	1.2 ~ 16		3		✓	✓				✓
83C858	16K	512	1.2 ~ 10			✓						
83C592/80C592	16K(OTP)	512	1.2 ~ 16		3	✓	✓	✓	8 × 10			✓
89C58/87C58/80C58	32K(OTP)	256	0 ~ 33		4	✓		✓				
87C51FC/83C51FC	32K(OTP)	256	0 ~ 33		4			✓				
89C51RC + /87C51RC + / 83C51RC +	32K(OTP)	512	0 ~ 33		3		✓	✓				
87C528/83C528/80C528	32K(OTP)	512	2.5 ~ 20		3		✓	✓				
83CE598/80CE598	32K(OTP)	512	1.2 ~ 16		3		✓	✓	8 × 10			
89CE558/83CE558/ 80CE558	32K(OTP)	1024	3.5 ~ 16		3		✓	✓				
89C51RD + /87C51RD + / 83C51RD +	64K(OTP)	1024	0 ~ 33		4		✓	✓				
O51XAG30/G37/G33	32K(OTP)	512	0 ~ 33		4		✓	✓				
P51XAS3	32K	1024	30		4		✓	✓	8 × 10			

4. Motorola 公司的单片机

68HC05 是 Motorola 公司推出的一种采用 HCMOS 技术的 8 位单片机。它的典型代表为 MC68HC705C8A，它有 8 位 CPU、8KB 的 EPROM、304B 的 RAM、16 位多功能定时器、34 根 I/O 线（31 根双向 I/O 线，3 根中断和定时器输入/输出线）、串行通信口、串行扩展口、Watchdog（看门狗）、5 个中断向量（9 个中断源）。68HC05 系列有几十种型号，它们的程序存储器（ROM、EPROM）和 RAM 容量、引脚封装、存储空间分配、I/O 功能各不相同，以适应各种应用场合的不同需要。表 1-4 列出了 68HC05 系列单片机的功能特性。

68HC08 系列单片机是 Motorola 公司最新推出的新型 8 位单片机，它和 MC69HC05 系列单片机兼容，CPU 和指令系统的功能大大加强，编程更为方便。68HC08 系列单片机主要特点是提供便于开发、价格低廉的 FLASH Memory 型单片机产品，具有 16 位多功能定时模块，并行口具有拉高、开路、键中断、大电流驱动等功能，具有 UART、SPI、A/D 等特殊 I/O 部件。目前国内已开发生产的 SEMVHC08GJ 低价仿真器，可开发 GP32、GP20、JL3 等单片机。表 1-5 列出了 68HC08 系列单片机的功能特性。

表 1-4 Motorola 公司的 68HC05 系列单片机特性

型 号	ROM/EPROM/ FLASH/B	RAM /B	EEPROM /B	I/O 口线	定时器 /计数器	串行 口	中断 源	PWM	A/D 通道 /bit	COP	最大总线 频率/MHz	工作电 压/V
MC68HC05B6	6K	176	256	32	16 位 2IC, 20C	SCI		2 × 8	8 × 8	✓	4.0	3.3, 5.0
MC68HC05B8	7K	176	256	32	16 位 2IC, 20C	SCI		2 × 8	8 × 8	✓	4.0	3.3, 5.0

(续)

型 号	ROM/EPROM/ FLASH/B	RAM /B	EEPROM /B	I/O 口线	定时器 /计数器	串行 口	中断 源	PWM	A/D 通道 /bit	COP	最大总线 频率/MHz	工作电 压/V
MC68HC05B16	15K	352	256	32	16 位 21C, 20C	SCI		2 × 8	8 × 8	✓	4.0	3.3, 5.0
MC68HC705B16	—/15K	352	256	32	16 位 21C, 20C	SCI		2 × 8	8 × 8	✓	2.1	3.3, 5.0
MC68HC05B32	32K	528	256	32	16 位 21C, 20C	SCI		2 × 8	8 × 8	✓	2.1	3.3, 5.0
MC68HC705B32	—/32K	528	256	32	16 位 21C, 20C	SCI		2 × 8	8 × 8	✓	2.1	3.3, 5.0
MC68HC05BD3	3.75K	128	—	24	MFT	I ² C		16 × 8	—	✓	2.1	5.0
MC68HC705BD3	—/7.75K	256	—	24	MFT	I ² C		16 × 8	—	✓	2.1	5.0
MC68HC05BD5	7.75K	256	—	24	MFT	I ² C		16 × 8	—	✓	2.1	5.0
MC68HC705BD7	—/11.5K	384	—	26	MFT	MB US (DDCI /2B)		16 × 8	4 × 8	✓	2.1	5.0
MC68HC05C8A	8K	176	—	31	16 位 11C, 10C	SCI SPI		—	—	✓	4.0	3.3, 5.0
MC68HC705C8A	—/8K	304	—	31	16 位 11C, 10C	SCI SPI		—	—	✓	4.0	3.3, 5.0
MC68HC05C9A	16K	352	—	31	16 位 11C, 10C	SCI SPI		—	—	✓	4.0	3.3, 5.0
MC68HC705C9A	—/16K	352	—	31	16 位 11C, 10C	SCI		—	—	✓	2.1	3.3, 5.0
MC68HC05D32	32K	352	—	31	16 位 11C, 10C	SCI SPI		5 × 6	—	✓	2.1	3.3, 5.0
XC68HC705D32A	—/32K	352	—	31	16 位 11C, 10C	SCI		5 × 6	—	✓	2.1	3.3, 5.0
XC68HC705F32	—/32K	920	256	可到 80	16 位 41C, 40C, MFT, RTI	SCI SPI		3 × 8	8 × 8	✓	2.1	3.0, 5.0
MC68HC05J1A	1.2K	64	—	14	MFT, RTI	—		—	—	✓	4.0	2.0, 3.3, 5.0
MC68HC705J1A	—/1.2K	64	—	14	MFT, RTI	—		—	—	✓	4.0	3.3, 5.0
MC68HC05J5A	2.5K	128	—	14	16 位 11C, MFT, RTI	—		—	—	✓	2.1	2.2, 5.0

(续)

型 号	ROM/EPROM/ FLASH/B	RAM /B	EEPROM /B	I/O 口线	定时器 /计数器	串行 口	中断 源	PWM	A/D 通道 /bit	COP	最大总线 频率/MHz	工作电 压/V
PC68HC705J5A	—/2.5K	128	—	14	16 位 1IC, MFT, RTI	—		—	—	✓	2.1	5.0
MC68HC05JB3	2.5K	144	—	19	16 位 1IC, 1OC, MFT, RTI	USB		—	—	✓	3.0	5.0
PC68HC705JB3	—/2.5K	144	—	19	16 位 1IC, 1OC, MFT, RTI	USB		—	—	✓	3.0	5.0
MC68HC05JB4	3.5K	176	—	19	16 位 1IC, 1OC, MFT, RTI	USB		—	6 × 8	✓	3.0	5.0
MC68HC705JB4	—/3.5K	176	—	19	16 位 1IC, 1OC, MFT, RTI	USB		—	6 × 8	✓	3.0	5.0
XC68HC05JJ6	6K	224	—	14	16 位 1IC, 1OC, MFT, RTI	SIOP		—	4 × 12	✓	2.1	3.3, 5.0
XC68HC705JJ7	—/6K + 64 位 PEP	224	—	14	16 位 1IC, 1OC, MFT, RTI	SIOP		—	4 × 12	✓	2.1	3.0, 5.0
XC68HC05JP6	6K	224	—	22	16 位 1IC, 1OC, MFT, RTI	SIOP		—	4 × 12	✓	2.1	3.3, 5.0
XC68HC705JP7	—/6K + 64 位 PEP	224	—	22	16 位 1IC, 1OC, MFT, RTI	SIOP		—	4 × 12	✓	2.1	3.3, 5.0
MC68HC05K0	0.5K	32	—	10	MFT, RTI	—		—	—	✓	4.0	2.1, 3.0, 3.3, 5.0
MC68HC05K3	0.9K	64	16 PEEP	10	MFT, RTI	—		—	—	✓	2.1	3.3, 5.0
XC68HC805K3	—	64	920 + 16 PEEP	10	MFT, RTI	—		—	—	✓	2.1	3.3, 5.0
MC68HC705KJ1	—/1.2K	64	—	10	MFT, RTI	—		—	—	✓	4.0	3.3, 5.0
MC68HC05L5	8K	256	—	39	16 位 1IC, 1OC, 8 位 1IC, 1OC, RTI	SIOP		—	—	—	2.1	3.3, 5.0

(续)

型 号	ROM/EPROM/ FLASH/B	RAM /B	EEPROM /B	I/O 口线	定时器 /计数器	串行 口	中断 源	PWM	A/D 通道 /bit	COP	最大总线 频率/MHz	工作电 压/V
MC68HC05L16	16K	512	—	39	16 位 1IC, 10C, 8 位 1IC, 10C, RTI	SIOP		—	—	—	2.1	2.2, 3.3, 5.0
MC68HC705L16	—/16K	512	—	39	16 位 1IC, 10C, 8 位 1IC, 10C, RTI	SIOP		—	—	—	2.1	3.3, 5.0
MC68HC05L25	6K	176	—	20	16 位 Event, Timebase	SPI		—	2 × 8	✓	2.1	3.3, 5.0
MC68HC05LJ5	1.2K	64	—	14	MFT, RTI	—		—	—	✓	2.1	5.0
MC68HC05P1A	2K	128	—	21	16 位 1IC, 10C	—		—	—	✓	2.1	3.3, 5.0
MC68HC05P4A	4K	176	—	21	16 位 1IC, 10C	SIOP		—	—	✓	2.1	3.3, 5.0
MC68HC05P6	4.5K	176	—	21	16 位 1IC, 10C	SIOP		—	4 × 8	✓	2.1	3.3, 5.0
MC68HC705P6A	—/4.5K	176	—	21	16 位 1IC, 10C	SIOP		—	4 × 8	✓	2.1	3.3, 5.0
MC68HC05PL4/B	4K	256	—	23	16 位 1IC, 10C 8 位	—		—	—	✓	2.5	2.0, 4.0
MC68HC705PL4/B	—/4K	256	—	23	16 位 1IC, 10C 8 位	—		—	—	✓	2.5	4.0
MC68HC05RC9	8K	352	—	20	I. R. 定时器	—		—	—	✓	2.1	2.2, 5.0
MC68HC05RC18	16K	352	—	20	I. R. 定时器	—		—	—	✓	2.1	2.2, 5.0
XC68HC705RC16	—/16K	350	—	20	I. R. 定时器	—		—	—	✓	2.1	3.3, 5.0
MC68HC05SR3	3.75K	192	—	32	8 位	—		—	4 × 8	—	2.1	3.3, 5.0
MC68HC705SR3	—/3.75K	192	—	32	8 位	—		—	4 × 8	—	2.1	3.3, 5.0
MC68HC05SU3A	3.75K	192	—	32	8 位	—		—	—	—	2.1	5.0
MC68HC05X4	4K	176	—	16	16 位 1IC, 10C, MFT, RTI	CAN		—	—	✓	2.1	5.0
MC68HC05X32	32K	528	256	32	16 位 2IC, 20C	SCI CAN		2 × 8	8 × 8	✓	2.1	5.0
MC68HC705X32	—/32K	528	256	32	16 位 2IC, 20C	SCI CAN		2 × 8	8 × 8	✓	4.0	5.0