

高等学校计算机专业特色教材

单片机原理 与应用

*Principle and Application
of Single-Chip Microcomputer*

——基于汇编、C51及混合编程

陈勇 程月波 荆蕾 等编著

高等教育出版社

高等学校计算机专业特色教材

单片机原理与应用

——基于汇编、C51 及混合编程

Danpianji Yuanli yu Yingyong

—Jiyu Huibian、C51 ji Hunhe Biancheng

陈 勇 程月波 荆 蕾 等编著

高等教育出版社·北京

内容提要

本书以 STC12C5A60S2 单片机为主线,详细介绍了 MCS-51 内核单片机的结构、汇编指令系统、C51 程序设计、C51 与汇编语言混合编程,以及 STC12C5A60S2 单片机的 PCA/PWM、A/D 转换电路、E²PROM、SPI 接口等片上资源;系统扩展设计及例题的介绍与实际应用相结合,原理图中给出了各元器件的实际应用参数。书中给出了大量例题,其中第 7-11 章中的每一道例题都采用汇编、C51 两种语言分别编程实现。第 12 章中数字显示温度计、RLC 测量仪两个应用实例的电路及程序经过了实际验证,具有一定的实用参考价值。

本书配有电子教案和习题解答,可在高等教育出版社网站下载,网址为 <http://computer.cncourse.com>。

本书内容系统全面,讲解简洁易懂,可作为自动控制、电力电子、智能仪器仪表、通信、电子信息等相关专业本科生的教材,也可供相关工程技术人員参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用:基于汇编、C51 及混合编程 / 陈勇等编著. --北京:高等教育出版社,2014.3

ISBN 978-7-04-032573-7

I. ①单… II. ①陈… 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(2014)第 021535 号

策划编辑	唐德凯	责任编辑	唐德凯	特约编辑	谷玉春	封面设计	于涛
版式设计	马敬茹	插图绘制	尹莉	责任校对	窦丽娜	责任印制	刘思涵

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	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印刷	山东鸿杰印务集团有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
开本	787mm×1092mm 1/16		http://www.landaco.com.cn
印张	25.5	版次	2014年3月第1版
字数	580千字	印次	2014年3月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定价	37.00元

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 32573-00

前 言

本书以宏晶科技公司研发、生产的 STC12C5A60S2 单片机为主线，详细介绍了 MCS-51 内核单片机的原理及接口技术。STC 系列单片机的功能及性能在当今同类产品中居领先水平，STC12C5A60S2 单片机的引脚与传统的 80C51 单片机完全兼容。因此，选用本书作为教材，对以 MCS-51 为蓝本授课的任课教师来说并没有增加备课难度，也不必更换实验设备，但能够让学生掌握更多的知识并学以致用。

本书介绍了 MCS-51 单片机的汇编和 C51 两种编程语言，所举例题均结合实际应用，并给出汇编和 C51 两种参考程序，所用到的电路图与实际电路一致，电路中涉及的器件都给出了具体参数，有利于学生即学即用。书中设计的两个实际应用案例采用 C51 与汇编混合编程，以解决完全用汇编语言编程工作量过大、全部用 C51 编程影响单片机控制精度以及运行效率相对较低的问题。书中还简要介绍了 Proteus 单片机仿真软件，这对于没有硬件实验条件的初学者来说十分重要。

全书共分 12 章，第 1 章介绍了单片机的概念、发展历程及其应用；第 2 章简要介绍了 STC12C5A60S2 单片机的内部资源和引脚功能；第 3 章结合实例介绍了 Proteus 7.4 仿真软件和 keil μ Vision3 的应用；第 4 章详细介绍了 51 内核单片机的汇编语言指令格式、寻址方式、常用伪指令，从应用角度出发，通过大量例题列举了多种汇编语言程序设计的方法；第 5 章介绍了 C51 的数据类型、变量格式、绝对地址访问及各类函数的结构；第 6 章介绍了 C51 程序中嵌入汇编程序及参数传递的方式；第 7 章介绍了中断系统的结构、定时器/计数器的工作模式及 PCA/PWM 模块的应用；第 8 章介绍了串行口 1 和串行口 2 的工作模式、波特率的设置、RS-232 及 RS-485 串行接口的标准以及 SPI 接口的应用；第 9 章介绍了 STC 系列单片机片内 ADC 的结构及应用；第 10 章介绍了 STC 系列单片机片内 E²PROM 的应用；第 11 章介绍了单片机与存储器、可编程 I/O 接口、高速 ADC、DAC、键盘、LED 显示器件及控制器件的连接与程序控制；第 12 章设计了数字显示温度计和电阻、电感、电容测量仪两个实际应用案例。附录中提供了 51 内核单片机指令表、C51 库函数、STC 单片机选型指南和程序下载说明。

关于本书电路图中的元器件符号，特做如下说明。在实际工程应用中，普遍采用国际通用的 IEEE 标准的元器件符号，产品说明书或使用手册也大多采用此标准。使用 IEEE 标准有助于学生在实际工作中阅读资料、绘图等。并且，Protel 等 EDA 软件中的元器件符号也均使用 IEEE 标准。因此，本书中的电路图部分符号采用 IEEE 标准，与国家标准不符，但更贴近工程实践。

II 前言

参加本书编写的有陈勇、程月波、荆蕾、张郁辉、常新华。其中，陈勇完成了第 2、7、8、9、12 章的编写工作；程月波完成了第 1、4、5、6 章的编写工作；荆蕾完成了第 3、11 章及附录 C、附录 D 的编写工作；张郁辉完成了第 10 章及附录 A 的编写工作；常新华参加了编写大纲的讨论、修改及附录 B 的编写工作。全书由陈勇统稿。

山东大学信息工程学院（威海）王怡俊教授在百忙之中对书稿进行了详细的审阅，并提出了许多宝贵意见，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中疏漏与错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 8 月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第 1 章 单片机概述1	
1.1 单片机的基本概念.....1	
1.2 单片机的发展历程.....2	
1.2.1 4 位单片机.....2	
1.2.2 8 位单片机.....2	
1.2.3 16 位单片机.....3	
1.2.4 32 位单片机.....3	
1.2.5 64 位单片机.....3	
1.3 8 位单片机的主要系列.....4	
1.3.1 51 内核系列单片机.....4	
1.3.2 非 51 内核单片机.....5	
1.4 单片机的应用.....6	
习题 1.....7	
第 2 章 STC 系列单片机的结构与原理8	
2.1 51 内核单片机的内部基本结构.....8	
2.2 STC 系列单片机简介.....11	
2.3 STC12C5A60S2 单片机引脚 功能.....13	
2.4 程序状态字寄存器.....16	
2.5 存储器及存储空间.....17	
2.5.1 程序存储器.....17	
2.5.2 片内 RAM.....17	
2.5.3 特殊功能寄存器.....20	
2.5.4 扩展 RAM.....27	
2.6 I/O 口的工作方式及配置.....29	
2.6.1 I/O 口的工作方式.....29	
2.6.2 准双向口输出配置.....30	
2.6.3 强推挽输出配置.....31	
2.6.4 仅为输入配置.....31	
2.6.5 开漏输出配置.....32	
2.6.6 PWM 输出时 I/O 口的状态.....32	
2.7 时钟电路与时序.....33	
2.7.1 时钟电路.....33	
2.7.2 时钟分频及分频寄存器.....33	
2.7.3 时序.....34	
2.8 省电模式.....36	
2.9 复位电路.....37	
2.9.1 上电复位.....37	
2.9.2 “看门狗”(WDT) 复位.....38	
2.9.3 外部低压检测复位.....39	
2.9.4 软件复位.....40	
习题 2.....40	
第 3 章 单片机软件开发快速入门42	
3.1 Proteus 7.4 快速入门.....43	
3.1.1 窗口界面.....43	
3.1.2 基本操作.....45	
3.1.3 程序的编译和仿真.....50	
3.2 Keil μ Vision3 快速入门.....53	
3.2.1 Keil μ Vision3 IDE 的主要特性.....53	
3.2.2 Keil 工程的建立及设置.....54	
3.3 Keil μ Vision3 和 Proteus 7.4 联合调试.....63	
习题 3.....66	
第 4 章 51 内核单片机汇编语言 程序设计67	
4.1 汇编指令格式.....67	

II 目录

4.2 寻址方式	68	绝对地址访问	124
4.2.1 立即(数)寻址	69	5.4 C51 的运算符	127
4.2.2 寄存器寻址	69	5.5 C51 的指针	130
4.2.3 直接寻址	69	5.6 C51 的函数	131
4.2.4 寄存器间接寻址	70	5.7 C51 流程控制	139
4.2.5 变址寻址	70	5.7.1 分支语句	139
4.2.6 相对寻址	71	5.7.2 循环语句	141
4.2.7 位寻址	72	5.8 C51 编程实例	143
4.3 指令系统	72	5.8.1 C51 程序的反汇编程序	143
4.3.1 数据传送指令	72	5.8.2 算术运算程序设计	144
4.3.2 算术运算指令	78	5.8.3 数制转换程序设计	144
4.3.3 逻辑运算指令	83	5.8.4 查表程序设计	145
4.3.4 控制转移指令	86	5.8.5 单片机硬件接口程序设计	146
4.3.5 位操作指令	93	5.9 模块化程序设计	147
4.4 汇编程序常用伪指令	96	习题 5	148
4.5 汇编语言程序设计	99	第 6 章 C51 与汇编语言混合编程	149
4.5.1 51 内核单片机的汇编程序总体 结构	99	6.1 C51 与汇编语言混合编程 概述	149
4.5.2 汇编程序设计示例	101	6.1.1 C51 与汇编语言混合编程的 优点	149
习题 4	110	6.1.2 单片机程序的编译过程	149
第 5 章 单片机 C51 程序设计	113	6.2 C51 和 A51 程序接口基础	150
5.1 C51 程序设计基础	113	6.2.1 C51 函数名的转换及其命名 规则	150
5.1.1 C51 的特点	113	6.2.2 C51 函数及其相关段的命名 规则	151
5.1.2 C51 程序结构	114	6.2.3 C51 函数的参数传递规则	151
5.1.3 C51 的字符集、标识符与关键字	115	6.3 混合编程的实现	157
5.2 C51 的数据类型及其在 51 内核单片机中的存储方式	115	6.3.1 C51 程序中嵌入汇编程序	157
5.2.1 C51 的数据类型	115	6.3.2 C51 与汇编函数的相互调用	158
5.2.2 数据的存储器类型	118	习题 6	165
5.2.3 常量和变量	118	第 7 章 中断控制、定时器/计数器及 PCA/PWM 的应用	166
5.2.4 存储模式	119	7.1 中断的概念	166
5.3 硬件资源访问	121	7.2 中断系统的结构	167
5.3.1 C51 对特殊功能寄存器的定义	121		
5.3.2 C51 对位变量的定义	122		
5.3.3 C51 对存储器和外部 I/O 接口的			

7.3 中断寄存器	169	8.3.3 方式 2、方式 3	214
7.4 低压检测中断	174	8.3.4 多机通信	215
7.5 外部中断	174	8.4 串行口 1 通信中波特率的设置	216
7.6 定时器/计数器 T0、T1 的工作方式	175	8.5 串行口 2 的相关寄存器	217
7.6.1 方式 0	176	8.6 串行口 2 的工作方式	217
7.6.2 方式 1	177	8.6.1 方式 0	218
7.6.3 方式 2	177	8.6.2 方式 1	218
7.6.4 方式 3	178	8.6.3 方式 2	218
7.7 定时器/计数器 T0、T1 的应用举例	179	8.6.4 方式 3	218
7.8 定时器/计数器 T2 的工作方式及应用	187	8.7 串行口的应用	218
7.8.1 与定时器/计数器 T2 相关的寄存器	187	8.8 RS-232 串行标准	229
7.8.2 捕获方式	188	8.9 RS-485 串行接口	231
7.8.3 自动重装递增计数器方式	189	8.10 SPI 串行接口概述	232
7.8.4 自动重装递增或递减计数器方式	190	8.10.1 SPI 接口电路	232
7.8.5 波特率发生器	190	8.10.2 SPI 串行通信的特殊功能寄存器	233
7.8.6 时钟输出方式	191	8.11 SPI 串行数据通信	235
7.9 PCA/PWM 模块的结构及应用	195	8.11.1 单主单从通信方式	235
7.9.1 PCA/PWM 模块的结构	195	8.11.2 互为主从通信方式	236
7.9.2 PCA 16 位定时器/计数器	196	8.11.3 单主多从通信方式	237
7.9.3 PCA/PWM 各个模块的特殊功能寄存器	198	8.11.4 SPI 通信的具体过程	237
7.9.4 PCA/PWM 模块的工作方式及应用	199	8.11.5 SPI 通信时序	238
习题 7	208	8.12 SPI 接口的应用	239
第 8 章 串行口通信	209	习题 8	244
8.1 串行通信的概念	209	第 9 章 STC12C5A60S2 单片机的片内 A/D 转换器	246
8.2 串行口 1 的相关寄存器	211	9.1 A/D 转换器的内部结构	246
8.3 串行口 1 的工作方式	213	9.2 A/D 转换器的相关寄存器	247
8.3.1 方式 0	213	9.3 A/D 转换器的应用	249
8.3.2 方式 1	213	习题 9	252
		第 10 章 STC 系列单片机片内 E²PROM 的应用	253
		10.1 E ² PROM 模块所属特殊功能寄存器	253
		10.2 E ² PROM 读、写、擦除	255

IV 目录

习题 10	261	11.7.1 LED 数码管静态显示	310
第 11 章 单片机常用接口	262	11.7.2 LED 数码管动态显示	313
11.1 单片机最小系统	262	11.7.3 LED 点阵驱动	316
11.2 数据存储器扩展	264	11.8 单片机与光电耦合器件的接口	320
11.2.1 SRAM 芯片	265	11.9 单片机与电磁式继电器的接口	321
11.2.2 单片机和 SRAM 的接口	265	11.10 单片机与蜂鸣器的接口	322
11.3 输入/输出扩展	268	习题 11	324
11.3.1 I/O 接口电路的功能	268	第 12 章 单片机应用系统设计案例	327
11.3.2 简单 I/O 接口扩展举例	269	12.1 基于 STC12C5A60S2 单片机的数字显示温度计	327
11.4 8255A 可编程 I/O 接口扩展	272	12.1.1 数字温度计硬件电路设计	327
11.4.1 8255A 的内部结构和引脚功能	272	12.1.2 系统软件设计	331
11.4.2 8255A 的控制字	274	12.2 电阻、电感、电容测量仪	340
11.4.3 8255A 的工作方式	275	12.2.1 电阻、电感、电容测量仪的工作原理	340
11.4.4 8255A 的应用	280	12.2.2 系统硬件电路的设计	342
11.5 单片机与外部 A/D、D/A 转换电路的接口	283	12.2.3 系统软件程序的设计	345
11.5.1 A/D 转换器的分类和性能指标	284	习题 12	367
11.5.2 高速 A/D 转换器 TLC5510	284	附录	368
11.5.3 单片机与高速 A/D 转换器 TLC5510 的接口	286	附录 A STC 系列单片机指令汇总表	368
11.5.4 D/A 转换器	289	附录 B C51 库函数	373
11.5.5 D/A 转换器 TLC5620	289	附录 C STC 单片机选型指南	380
11.5.6 单片机与 TLC5620 的接口	291	附录 D STC12 系列单片机程序下载说明	394
11.6 单片机与键盘的接口	295	参考文献	399
11.6.1 按键的原理	295		
11.6.2 独立键盘	296		
11.6.3 矩阵键盘	302		
11.7 单片机与 LED 显示器的接口	308		

第 1 章

单片机概述

单片机源于微型计算机。随着半导体技术和计算机技术的飞速发展，作为微型计算机的一个重要分支，单片机以其体积小、价格低、运用灵活、可靠性高等优点，已成为工业生产各个领域不可或缺的重要元素。

1.1 单片机的基本概念

单片机是单片微型计算机（Single Chip Microcomputer, SCM）的简称。它是把计算机中的微处理器、只读存储器（Read Only Memory, ROM）、随机存储器（Random Access Memory, RAM）、I/O 接口、串行接口、中断系统、定时器/计数器等基本功能部件微型化并集成到一块芯片上构成的小而完善的计算机系统。因为多用在控制领域，所以又叫做微控制器（Micro Controller Unit, MCU）或嵌入式控制器（Embedded Controller, EC）。

单片机的核心部件是微处理器，其主要任务是数值计算和信息处理。多年以来，微处理器一直向着更高的运算速度方向飞速发展。另外，作为控制系统的核心部件，应测控领域的需要，单片机芯片除了具备通用微型计算机的数值计算功能外，还必须具备强大、灵活的控制功能，所以针对各种不同的工作领域和工作环境（如高温、高辐射、强电磁干扰、含腐蚀性气体等），不断强化控制功能与提高工业环境下的可靠性也是单片机发展的一个主要方向。

不同规格、不同系列、不同型号的单片机应用于不同的领域时，实时控制器件的配置可能不同，在单片机主芯片上已经集成了大部分功能部件，另外，根据实际需要可片外扩展模数转换器（英文全称为 Analog to Digital Converter，也称 A/D 转换器，或简称为 ADC）、数模转换器（英文全称为 Digital to Analog Converter，也称 D/A 转换器，或简称为 DAC）、脉冲宽度调制器（Pulse Width Modulation, PWM）、传感器、电压比较器，“看门狗”定时器（Watch Dog Timer, WDT）等电路。现在，大部分单片机把某些实时控制及功能部件也集成在了芯片内部。

随着科学技术的发展，单片机集成的部件也越来越多，功能越来越强大，要求应用系统在芯片上的最大化解解决，除了那些无法集成的外部电路或机械部分以外，其他所有的系统电路全部集成在一起，并嵌入软件的全部内容，用户不需要扩充资源就可以完成项目开发，这称为

片上系统 (System On Chip, SOC)。美国 Cygnal 公司推出的 C80C51F 系列单片机就是能真正独立工作的片上系统。

1.2 单片机的发展历程

自 1946 年庞大而昂贵的电子数字计算机诞生, 人们就一直致力于追求计算机的微型化、单片化。直到 1971 年, Intel 公司研制成功第一块 4 位微处理器芯片 4004, 标志着微处理器和微型计算机时代的开始, 计算机具有了小型、廉价的特点。该特点帮助计算机迅速走出机房, 走向各个应用领域。随着半导体技术及大规模集成电路技术的发展, 单片机先后经历了 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机、64 位机等几个发展阶段。

1.2.1 4 位单片机

1975 年, 美国得克萨斯仪器公司研制出第一块 4 位单片微型计算机芯片 TMS-1000, 其他各个计算机生产公司也先后推出自己的 4 位单片机。典型产品有美国国家半导体 (National Semiconductor, NS) 公司的 COP402 系列、SHARP 公司的 SM 系列、日本电器公司 (NEC) 的 μ PD75 $\times\times$ 系列、松下公司的 MN1400 系列、东芝公司的 TLCS 系列、富士通公司的 MB88 系列等。

4 位单片机主要用于控制家用电器及高档电子玩具。

1.2.2 8 位单片机

1976 年 9 月, 美国 Intel 公司首先推出 MCS-48 单片机。该单片机的 CPU 为 8 位, 内部集成了 1 KB 或 2 KB 的 ROM, 64 B 或 128 B 的 RAM, 1 个 8 位定时器/计数器, 2 个中断源, 有并行接口, 由于受集成度的限制, 芯片内部无串行接口, 从性能上看属于低档 8 位单片机。

之后, 由于集成电路技术水平的提高, Intel 公司在 MCS-48 系列单片机的基础上又推出了 MCS-51 系列 8 位高档单片机。该系列单片机寻址能力达到了 64 KB, 片内集成了 4~8 KB 的 ROM, 片内除了带并行 I/O 接口外, 还有串行 I/O 接口。20 世纪 80 年代, 其他 IC 制造商, 如 PHILIPS、Atmel、NEC、AMD、西门子等, 通过专利互换或技术转让等方式获得了 MCS-51 内核技术, 并以 80C51 (CHMOS 型的 8051) 为技术内核, 相继推出了自己的 8 位单片机产品, 因而常用“80C51 系列”来称呼所有具有 8051 指令系统的单片机。

8 位单片机的代表产品除 Intel 公司的 MCS-51 系列, 还有 Atmel 公司的 89C5 \times 、89S5 \times 系列、Motorola 公司的 6801 系列、NEC 公司的 μ PD78 $\times\times$ 系列、SST 公司的 SST89C5 \times 系列、Zilog 公司的 Z8 系列。

MCS-51 单片机的体系结构一直是单片机发展过程中的经典体系, 以其为内核的衍生品多达几百个, 在我国市场流行的 8 位单片机中, 80C51 体系占多半。以其发展趋势来看, 未

来它依然是单片机芯片的主流品种，所以各高等院校多以 MCS-51 单片机为蓝本进行应用基础学习。

近年来，在 8 位单片机的基础上，其功能进一步提高，不但改善了控制功能，加大了存储器容量，有些内部还集成了高速 I/O 接口、ADC、PWM、WDT 等，称为超 8 位单片机，如 Intel 公司的 8×252、Zilog 公司的 Super8、Motorola 公司的 MC68HC、我国宏晶公司的 STC 等单片机。

8 位单片机由于功能强，价格低，被广泛应用于工业控制、智能接口、仪器仪表等各个领域。

1.2.3 16 位单片机

1983 年以后，出现了 16 位单片机。16 位单片机将单片机的性能又推向了一个新的阶段。这一阶段的代表产品主要有 Intel 公司的 MCS-96 系列，美国国家半导体公司的 HPC16040 系列，NEC 公司的 783×× 系列。以 MCS-96 为例，其片内含有 16 位 CPU、8 KB 的 ROM、232 B 的 RAM、5 个 8 位并行 I/O 接口、4 个全双工串行口、4 个 16 位定时器/计数器、8 级中断处理系统。

16 位单片机多用于高速复杂的控制系统以及便携式设备等场合。例如，美国德州仪器 1996 年开始推向市场的 MSP430 系列单片机，以其超低功耗及丰富的片内资源在需要电池供电的便携式仪器仪表中获得了广泛应用。

1.2.4 32 位单片机

在集成电路技术的快速发展以及音频、图像、网络、无线数字传输技术等实际需求的驱动下，目前各计算机生产厂家已经相继推出高性能的 32 位单片机芯片。它不仅包含存储器和 I/O 接口等通用部件，还包含有专门的通信链路接口等，可用于数据处理、图像处理、高速控制、音频处理等许多方面。在 32 位单片机产品中，英国 ARM 公司设计的 32 位 ARM 嵌入式微处理器应用相当广泛。Intel、IBM、SAMSUNG、LG、NEC、PHILIPS 等 30 多家半导体公司先后与 ARM 公司签订了 ARM 嵌入式技术使用许可协议。

32 位单片机的主要应用领域包括移动电话、车载导航、数字视频、游戏机、数码照相机、打印机、电子付费终端、智能卡以及工业设备、网络产品等。

1.2.5 64 位单片机

近年来，各单片机生产厂家已进入更高性能的 64 位单片机研制和生产阶段，如英国 Inmos 公司的 Transputer T800。

64 位单片机在引擎控制、智能机器人、磁盘控制、音频/图像通信等场合已有应用。

经过近五十年的发展，多系列、多型号、多种性能组合的单片机产品不断出现，目前的单片机市场已经形成了百花齐放、百家争鸣的局面，世界各大芯片制造公司都推出了自己的单

片机及其衍生产品。虽然从 4 位机、8 位机到 16 位机、32 位机、64 位机，各种产品应有尽有，但从实际使用的情况看，单片机芯片并没有像微处理器那样出现推陈出新、以新代旧的局面。因为应用领域的不同，4 位、8 位、16 位、32 位单片机等都存在于市场中，满足不同类型产品的需要。当然，随着芯片制造工艺、技术水平的不断提高，为了适应市场需求，各厂家都在原来的基础上采用新技术，推出新产品，以便提高市场占有率。生产商的激烈竞争以及广泛的市场需求，无疑为单片机的飞速发展插上了翅膀，促使单片机的性能价格比不断攀升。应各种电子产品对单片机的要求，在未来，单片机将继续向高速度、大容量、高性能、低电压、低功耗、多功能的方向发展。

1.3 8 位单片机的主要系列

目前，市场上的 8 位单片机主要分为以 MCS-51 为内核的系列单片机和非 MCS-51 内核的单片机。其中，51 内核单片机因开发工具及软硬件齐全在市场上占主导地位。

1.3.1 51 内核系列单片机

MCS-51 系列及其兼容芯片的特点是总线开放、通用性较强、采用复杂指令（CISC）结构芯片及其开发设备价格低廉、速度较快，是 8 位单片机的主流品种。生产厂家主要有 Intel、Atmel、PHILIPS、Winbond、SST、宏晶科技等。下面介绍几款目前流行的 51 内核 8 位单片机。

1. Intel 公司的 MCS-51 系列单片机

Intel 公司的 MCS-51 系列单片机较早进入市场，功能较强、价格低廉。标准 MCS-51 内核单片机芯片（8031/32、8051/52、8071/72 等）已停产，近几年 Intel 公司的主要产品是以低功耗、增强型 MCS-51 为内核，如 8×C52/54/58 系列、8×C51FA/FB/FC 系列、8×L51FA/FB/FC、8×L51GX/8×L52、8×L52/54/58 系列、8×C51SL 系列。虽然目前 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机在实际应用中使用较少，但是它们开创了 51 内核单片机的新纪元，为单片机的发展做出了不朽的贡献。

2. Atmel 公司的 89 系列单片机

Atmel 公司生产的 AT89 系列单片机具有 MCS-51 内核，兼容 80C51 单片机。典型产品有 AT89C51、AT89S52 等。AT89 系列单片机内含 Flash 存储器，在系统的开发过程中可以十分容易地修改程序，缩短系统开发周期，曾在市场上流行一时。该系列的升级产品还提供了丰富的外围接口和专用的控制器，如 AT89S5×系列支持在系统编程（In System Programming, ISP），并内置了硬件“看门狗”计数器（WDT），其中的 AT89S53 芯片还集成了 SPI 总线接口部件。AT89×51SNDIC 芯片内置了 MP3 解码器，当前许多厂家都采用该系列芯片外加 Flash 存储器来构成 MP3 播放器。

AT89 系列的芯片引脚和 80C51 单片机一样, 可以用 AT89 系列单片机直接替代具有相同引脚数目的 80C51 单片机。

3. PHILIPS 公司的增强型 89C51 系列单片机

荷兰的 PHILIPS 公司生产的单片机功耗低、类型全、功能强, 可以满足各个应用领域的需求。其主要产品系列包括 P89C51R×、LPC76、LPC900 等。其中的 P89C51R×系列单片机的硬件资源、封装形式、引脚排列及指令系统与 80C51 芯片完全兼容, 并且扩充了片内 RAM 容量, 集成了 256~768 B 的片内扩展 RAM, 提供了硬件 WDT, 具有 7 个中断源 (4 个优先级)。该系列单片机曾获得较为广泛的应用。

4. 华邦公司的 51 内核单片机

中国台湾 Winbond 公司生产的 W77 和 W78 系列单片机的引脚和指令系统与 80C51 单片机完全兼容, 但每个机器周期只需 4 个时钟周期, 工作频率最高可达 40 MHz, 提高了单片机的运行速度, 同时还增加了 WDT 及两组全双工通用异步接收/发送装置 (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter, UART) 等。由于其功能强、型号多, 可以满足不同应用场合的需求, 有些计算机主板上采用了该公司生产的单片机。

5. 宏晶科技公司的 51 内核 STC 系列单片机

宏晶科技公司推出的 STC MCU 全系列单片机是基于 Flash 制造工艺的 80C51 单片机, 宏晶 STC 支持 ISP 技术, 使用 ISP 技术可不需要编程器, 而直接在用户系统的电路板上烧录用户程序, 修改调试非常方便, 并低成本实现了内部电可擦可编程只读存储器 (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory, E²PROM) 功能, 具有完全独立的自主知识产权。其代表产品如 STC11/12/15xx 系列单片机采用了 1 个时钟/机器周期, 指令代码与传统 80C51 完全兼容, 但速度快 8~12 倍。内部集成 MAX810 专用复位电路, 2 路 PWM, 8 路高速 10 位 A/D 转换 (25 万次/s) 等。STC 系列单片机的优点是超强加密、高速、低功耗、低价格、功能强、电源电压适用范围宽, 并具有强抗静电、抗干扰能力。

1.3.2 非 51 内核单片机

非 51 内核单片机在我国应用较广的是 Motorola 公司生产的 M68HC 系列单片机、MicroChip 公司的 PIC 单片机、Atmel 公司的 AVR 单片机。

1. Motorola 公司的 M68HC 系列

Motorola 是世界上最大的单片机生产厂家之一。该公司生产的单片机品种全、选择余地大、新产品多。M68HC05 就有 30 多个系列 200 多个品种。Motorola 公司的 M68HC05、M68HC11、M68HC12 系列单片机芯片的主要特点是在同样的处理速度下所用的时钟数较 Intel 类单片机低得多, 因而高频噪声低、抗干扰能力强, 比较适合于工业控制领域及恶劣的环境。

2. Atmel 公司的 AVR 系列

Atmel 公司生产的单片机除了有与 MCS-51 兼容的 AT8951 系列, 还有与 MCS-51 不兼容的 AVR 系列。AVR 系列单片机采用增强型精简指令 (RISC) 结构, 在一个时钟周期内可执行

复杂指令。AVR 系列单片机的工作电压为 2.7~6.0 V，是一种高速、低功耗的单片机产品，端口有较强的驱动负载能力，广泛应用于计算机外部设备、工业实时控制、仪器仪表、通信设备、家用电器、宇航设备等各个领域。

3. MicroChip 公司的 PIC 系列及兼容芯片

MicroChip 公司的 8 位单片机芯片主要包括 PIC12C/F、PIC16C/16F、PIC17C、PIC18C/18F 等系列。该系列单片机的特点是指令数目少、运行速度快、工作电压低、功耗小以及采用互补推挽输出方式，驱动能力较强，任一 I/O 接口均可直接驱动 LED（发光二极管），适用于用量大、档次低、价格敏感的产品。广泛用于办公自动化设备、消费电子产品、通信设备、智能化仪器仪表、汽车电子、金融电子、工业控制等领域。

1.4 单片机的应用

单片机由于体积小、功耗低、面向控制、抗干扰能力强等优点，被广泛地应用于各种控制系统中。其主要应用在以下几个领域。

1. 家用电器领域

各种家用电器已普遍采用单片机控制取代传统的控制电路，做成单片机控制系统，如洗衣机、电冰箱、空调机、微波炉、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

现代办公室中所使用的大量通信、信息产品，如绘图仪、打印机、复印机、电话机、传真机等，多数都采用了以单片机为核心的控制电路。一台 PC 内可能嵌入了多片单片机，如控制键盘、鼠标、显示器、CD-ROM、声卡、调制解调器等。

3. 工业控制领域

单片机可以构成各种工业控制系统、数据采集系统等。例如，工业过程控制、过程监测、电机控制、自动化生产线控制、工业机器人的控制系统等，都是以单片机为核心的单机或多机网络系统。

4. 智能仪器仪表与集成智能传感器领域

由于单片机具有超微型化的特点，并且有无可比拟的高性能价格比，从而为仪器仪表的智能化提供了可能。目前，各种变送器、电气测量仪表普遍采用单片机应用系统替代传统的测量系统，使测量系统具有各种智能化功能。

5. 汽车电子与航空航天电子系统

汽车电子与航空航天电子系统中的集中显示系统、动力监测控制系统、自动驾驭系统、通信系统以及运行监视器（黑匣子）等，都要构成冗余的网络系统，需要数目较多的单片机芯片。

总之，单片机已经广泛地渗透到社会、生产、服务等各个领域，单片机的应用正从根本

上改变着传统的控制系统设计思想和设计方法。从前由模拟电路或数字电路实现的大部分控制功能，现在使用单片机通过软件方法都能实现了。这种以软件取代硬件，提高系统性能的控制技术，称之为微控制技术。工程技术人员有必要很好地掌握单片机原理及系统设计技术。

习题 1

- 1-1 什么是单片机？
- 1-2 单片机的主要用途是什么？