



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材



通信技术专业

单片机原理 与接口技术 (第3版)

曹天汉 主 编

钱卫星 张雪娟 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·通信技术专业

单片机原理与接口技术

(第 3 版)

曹天汉 主 编

钱卫星 副主编
张雪娟

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书分为四部分共12章。第一部分2章,介绍单片机及单片机芯片的基本硬件结构;第二部分4章,系统地叙述汇编语言指令系统及程序设计的基础、单片机C语言基础、C51程序的基本结构与设计和C51的构造类型数据;第三部分4章,介绍单片机片内的标准外围单元:并行输入/输出口、中断系统、定时器/计数器和串行口的组成及应用方法;第四部分2章,通过各种应用实例阐述单片机的并行扩展技术和串行扩展技术。

本书已在多所高职院校用做教科书,鉴于其知识点叙述上的科学性、可读性和内容上的先进性、实用性,本书也可作为工程技术人员和单片机爱好者的自学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与接口技术/曹天汉主编. —3版. —北京:电子工业出版社,2009.7

新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材·通信技术专业

ISBN 978-7-121-09064-6

I. 单… II. 曹… III. ①单片微型计算机-基础理论-高等学校:技术学校-教材 ②单片微型计算机-接口-高等学校:技术学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第100260号

策 划:陈晓明

责任编辑:陈晓明 特约编辑:张晓雪

印 刷:北京民族印务有限责任公司

装 订:北京民族印务有限责任公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:21 字数:538千字

印 次:2010年6月第2次印刷

印 数:3000册 定价:31.00元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

第3版前言

本书自2003年出版以来,被许多高职院校教师选为教材,连续进行了多次印刷。其间,在2006年通过修订出版了第2版,并被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。随着教学过程中经验的积累,此次修订在前一次修订的基础上,对部分章节和全部课内练习作了更新,删除了一些不必要的内容,增加了单片机C语言的内容并在章节的顺序上也作了适当的调整,使书中知识结构清晰,重点突出,章节更为精炼,知识点的叙述也更具科学性,所以更有利于读者对知识点的理解和掌握。

随着社会的发展,C语言在单片机开发中的应用越来越广泛,这对已具有较好汇编语言基础的人来说,能大大地提高其单片机开发效率。编者认为,要掌握好单片机技术,对单片机的硬件系统是必须熟知的,而汇编语言是面向机器的语言,如果有扎实的汇编语言的基础,要想掌握单片机C语言就不是一件难事,特别是对于单片机C语言中的复杂数据结构,有了汇编语言的基础,学起来更为容易。在单片机应用实践中,C语言能编的程序,汇编语言一定能编,只不过可能有时候会复杂一些,但汇编语言能编的程序,C语言不一定能编,所以经常采用混合编程的方法。

在此次修订中,编者在增加单片机C语言内容方面作了以下两方面的考虑:

(1) 对于高职院校理工科的学生,C语言是必修课,所以对于已学过C语言的读者来说,编者考虑如何以汇编语言为基础,将单片机C语言融入到汇编语言中去,使读者在学习汇编语言的过程中,很好地学会单片机C语言的应用,从而提高单片机的应用能力。

(2) 对于没有学过C语言的读者,编者在书中第二部分增加了3章,较全面地介绍单片机C语言重要知识点的内容,并在各章的部分汇编语言例题中,加配了C语言程序。力图在学好汇编语言的基础上让读者明白,把汇编语言和单片机C语言都学好并不难。单片机C语言与汇编语言在处理问题上本质是相同的,只是在处理方法上不同而已。汇编语言中条条指令面向单片机硬件,对单片机硬件需人工干预,处理问题灵活性、主动性强一些;而C语言只是将这些事大部分都交给C编译器去做,所以显得似乎C语言的结构更简捷方便一些,可移植性、维护性也比汇编强。

此次第3版的修订由杭州职业技术学院曹天汉担任主编并统改了全稿,钱卫星、张雪娟担任副主编,参加了单片机C语言、实验环节和多媒体教学课件的编写和制作,在修订过程中还得到宁凡、李凡、施慧莉、张峥、吴红梅、彭斐等教师的许多宝贵意见和建议,并得到杭州富铭环境科技有限公司开发部经理杨斌工程师的大力支持,在此一并致以谢意。

由于作者水平有限,修订后的教材在汇编语言与C语言的结合中难免还存在很多不尽人意的地方,也可能还存在一些缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

2009年3月15日于杭州

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”

编写的院校名单(排名不分先后)

桂林工学院南宁分院

江西信息应用职业技术学院

江西蓝天职业技术学院

吉林电子信息职业技术学院

保定职业技术学院

安徽职业技术学院

杭州中策职业学校

黄石高等专科学校

天津职业技术师范学院

福建工程学院

湖北汽车工业学院

广州铁路职业技术学院

台州职业技术学院

重庆科技学院

济宁职业技术学院

四川工商职业技术学院

吉林交通职业技术学院

连云港职业技术学院

天津滨海职业技术学院

杭州职业技术学院

重庆职业技术学院

重庆工业职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

湖北孝感职业技术学院

江西工业工程职业技术学院

四川工程职业技术学院

广东轻工职业技术学院

广东技术师范职业技术学院

西安理工大学

辽宁大学高职学院

天津职业大学

天津大学机械电子学院

九江职业技术学院

包头职业技术学院

北京轻工职业技术学院

黄冈职业技术学院

郑州工业高等专科学校

泉州黎明职业大学

浙江财经学院信息学院

南京理工大学高等职业技术学院

南京金陵科技学院

无锡职业技术学院

西安科技学院

西安电子科技大学

河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

三峡大学职业技术学院
桂林电子工业学院高职学院
桂林工学院
南京化工职业技术学院
湛江海洋大学海滨学院
江西工业职业技术学院
江西渝州科技职业学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
漯河职业技术学院
太原电力高等专科学校
苏州经贸职业技术学院
金华职业技术学院
河南职业技术师范学院
新乡师范高等专科学校
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院
天津中德职业技术学院
安徽电子信息职业技术学院
合肥通用职业技术学院
安徽职业技术学院
浙江工商职业技术学院

河南机电高等专科学校
深圳信息职业技术学院
河北工业职业技术学院
湖南信息职业技术学院
江西交通职业技术学院
沈阳电力高等专科学校
温州职业技术学院
温州大学
广东肇庆学院
湖南铁道职业技术学院
宁波高等专科学校
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
成都航空职业技术学院
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院
天津渤海职业技术学院
驻马店师范专科学校
郑州华信职业技术学院
浙江交通职业技术学院
江门职业技术学院
广西工业职业技术学院
广州市今明科技公司
无锡工艺职业技术学院
江阴职业技术学院
南通航运职业技术学院

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应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，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路173信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

第一部分 单片机及其基本组成	(1)
第1章 单片机概述	(2)
1.1 单片机	(2)
1.2 单片机系统	(4)
习题1	(5)
第2章 MCS-51 单片机的基组成	(6)
2.1 概述	(6)
2.1.1 MCS-51 单片机的内部结构框图	(6)
2.1.2 MCS-51 单片机的引脚及片外总线结构	(7)
2.2 中央处理器 CPU	(9)
2.3 振荡器和时钟电路	(9)
2.3.1 电路组成	(9)
2.3.2 时序与时序定时单位	(10)
2.4 MCS-51 单片机的内部存储器	(11)
2.4.1 MCS-51 单片机系统的存储器结构及地址空间	(11)
2.4.2 MCS-51 单片机的内部数据存储器	(13)
2.4.3 特殊功能寄存器	(14)
2.4.4 堆栈及其存储特性	(17)
2.4.5 内部程序存储器	(18)
2.5 MCS-51 单片机的复位	(19)
2.6 单片机的几种工作方式	(20)
习题2	(21)
第二部分 MCS-51 单片机的指令系统及程序设计	(23)
第3章 MCS-51 单片机的汇编语言指令系统	(24)
3.1 指令格式及常用符号	(24)
3.1.1 指令的汇编语言格式	(24)
3.1.2 指令编码的格式	(25)
3.1.3 指令中常用符号	(26)
3.1.4 指令执行的基本过程	(27)
3.2 指令中的寻址方式	(28)
3.3 数据传送指令	(31)
3.3.1 在单片机片内 RAM 中传送数据的指令	(31)
3.3.2 读写外部 RAM 的指令	(36)

3.3.3 读程序存储器的指令	(36)
3.4 算术运算类指令	(37)
3.4.1 加法指令	(37)
3.4.2 减法指令	(40)
3.4.3 乘法指令	(41)
3.4.4 除法指令	(41)
3.5 逻辑运算与移位类指令	(42)
3.6 控制转移类指令	(44)
3.6.1 无条件转移指令	(45)
3.6.2 条件转移指令	(47)
3.6.3 调用与返回指令	(49)
3.6.4 空操作指令	(51)
3.7 位操作类指令	(51)
3.8 MCS-51 汇编语言的伪指令	(53)
习题 3	(57)
软件实训 I	(59)
第 4 章 单片机 C 语言基础	(62)
4.1 单片机 C 语言概述	(62)
4.1.1 C 语言的特点	(62)
4.1.2 单片机 C 语言——C51	(63)
4.2 单片机 C51 语言基本语法	(63)
4.2.1 C51 的运算量	(63)
4.2.2 C51 的数据类型	(65)
4.2.3 C51 的存储种类和存储器类型	(72)
4.2.4 C51 的运算符和表达式	(75)
习题 4	(84)
第 5 章 MCS-51 单片机程序设计	(86)
5.1 程序设计的基本方法	(86)
5.1.1 程序设计的步骤	(86)
5.1.2 源程序的编辑、编译和汇编	(88)
5.2 程序的基本形式与设计举例	(90)
5.2.1 汇编语言程序的基本结构与设计举例	(91)
5.2.2 C51 程序的基本结构与设计举例	(100)
习题 5	(124)
第 6 章 C51 的构造类型数据	(126)
6.1 数组	(126)
6.1.1 数组的引入	(126)
6.1.2 一维数组	(127)
6.1.3 二维数组	(131)
6.1.4 字符数组	(132)
6.1.5 数组的存储空间	(134)

6.2 指针	(134)
6.2.1 指针的基本概念	(134)
6.2.2 指针的定义	(135)
6.2.3 指针变量的引用	(137)
6.2.4 指针变量的运算	(138)
6.2.5 指针变量作为函数的参数	(139)
6.2.6 数组的指针	(140)
6.2.7 函数型指针	(141)
6.2.8 指针数组	(142)
6.3 结构体	(143)
6.3.1 结构的定义	(143)
6.3.2 结构类型变量的引用和初始化	(145)
6.3.3 结构类型数组	(146)
6.3.4 结构类型指针	(147)
6.4 联合体	(148)
6.5 枚举	(149)
6.6 typedef 语句	(151)
6.7 预处理	(152)
6.7.1 宏定义	(152)
6.7.2 文件包含	(154)
6.7.3 条件编译	(154)
习题6	(155)
软件实训2	(156)
第三部分 MCS-51 单片机的基本功能单元	(161)
第7章 MCS-51 单片机的并行输入/输出端口	(162)
7.1 端口功能概述	(162)
7.2 端口的内部结构与运作	(163)
7.2.1 P0 口	(163)
7.2.2 P1 口	(165)
7.2.3 P2 口	(165)
7.2.4 P3 口	(167)
7.3 应用举例	(168)
习题7	(170)
第8章 MCS-51 单片机的中断系统	(171)
8.1 中断的基本概念	(171)
8.2 中断机构及操作	(172)
8.2.1 中断源	(172)
8.2.2 中断请求标志	(173)
8.2.3 中断的控制	(174)
8.3 中断处理过程	(175)
8.4 中断程序的编写	(178)

8.4.1 汇编语言编写中断程序	(178)
8.4.2 C51 编写中断程序	(180)
习题 8	(181)
第 9 章 MCS-51 单片机的定时/计数器	(182)
9.1 定时/计数器的结构和工作原理	(182)
9.2 定时/计数器的控制	(184)
9.3 定时/计数器的工作方式	(185)
9.3.1 工作方式 0	(185)
9.3.2 工作方式 1	(187)
9.3.3 工作方式 2	(188)
9.3.4 工作方式 3	(191)
习题 9	(192)
第 10 章 MCS-51 单片机的串行口	(193)
10.1 数据通信基础知识	(193)
10.1.1 数据通信的概念	(193)
10.1.2 通信协议	(193)
10.1.3 数据传输模式	(195)
10.1.4 双工通信方式	(196)
10.1.5 串行通信接口电路	(196)
10.1.6 串行通信总线标准	(197)
10.2 MCS-51 单片机的串行口结构与工作原理	(200)
10.2.1 串行口结构	(200)
10.2.2 串行口的工作原理	(202)
10.3 串行口的控制寄存器	(202)
10.3.1 串行口控制寄存器 SCON	(202)
10.3.2 电源控制寄存器 PCON	(204)
10.3.3 中断允许寄存器 IE	(204)
10.4 串行口的工作方式	(204)
10.4.1 工作方式 0	(204)
10.4.2 工作方式 1	(207)
10.4.3 工作方式 2	(209)
10.4.4 工作方式 3	(211)
10.4.5 串行通信编程的程序流程	(213)
10.5 单片机与 PC 的通信	(217)
习题 10	(219)
硬件实训 1	(219)
第四部分 单片机的扩展技术	(223)
第 11 章 MCS-51 单片机的并行扩展技术	(224)
11.1 单片机并行扩展的总线结构及编址技术	(224)
11.1.1 并行扩展系统结构	(224)
11.1.2 并行扩展总线的构造	(225)

11.1.3 编址技术	(226)
11.2 存储器的并行扩展	(228)
11.2.1 片外存储器的访问过程	(228)
11.2.2 存储器并行扩展实例	(229)
11.3 单片机应用系统中并行 I/O 端口的扩展	(234)
11.3.1 并行输入/输出口的简单扩展	(235)
11.3.2 单片机应用系统的可编程并行 I/O 芯片的扩展	(238)
11.4 并行 A/D 和 D/A 转换器及其与单片机的接口	(253)
11.4.1 A/D 转换器及其与单片机的接口	(253)
11.4.2 D/A 转换器及其与单片机的接口	(257)
11.5 单片机与 LED 显示器及键盘接口	(262)
11.5.1 单片机与 LED 显示器的接口	(263)
11.5.2 单片机与键盘的接口	(269)
11.5.3 8279 键盘/显示器接口芯片	(275)
11.6 单片机与液晶显示器 LCD 接口	(286)
11.6.1 ICM7211 的结构与引脚	(287)
11.6.2 ICM7211 应用举例	(289)
11.7 单片机与打印机接口	(290)
11.7.1 微型打印机简介	(290)
11.7.2 打印机与单片机接口	(291)
习题 11	(293)
第 12 章 MCS-51 单片机的串行扩展技术	(295)
12.1 I ² C 总线接口技术	(295)
12.1.1 I ² C 总线接口	(295)
12.1.2 I ² C 总线的软件模拟	(299)
12.2 SPI 串行外设接口	(305)
12.2.1 SPI 总线的组成	(305)
12.2.2 SPI 总线的软件模拟	(306)
12.2.3 SPI 总线接口应用实例	(307)
12.3 MCS-51 单片机串行口工作方式 0 串行扩展接口	(313)
12.3.1 单片机串行口工作方式 0 串行扩展接口组成	(313)
12.3.2 串行工作方式 0 串行扩展接口实例	(313)
习题 12	(314)
硬件实训 2	(315)
附录 A MCS-51 单片机指令汇总	(318)
参考文献	(323)

第一部分

单片机及其基本组成

- ◀ 认识什么是单片机以及单片机的硬件系统和软件系统
- ◀ 熟悉单片机的基本组成部件
- ◀ 了解 CPU 中运算器和控制器的组成及作用
- ◀ 掌握时钟电路的组成、熟悉时序的意义和时序的单位
- ◀ 熟知单片机存储器的类型和 3 个地址空间，熟悉片内数据存储器单元的特点，掌握 6 个特殊功能寄存器的用法；知道程序存储器 0000H ~ 002AH 共 43 个程序存储器单元的特殊用法
- ◀ 熟知单片机复位后的状态

第1章 单片机概述

内容提要

单片机的定义。MCS-51 单片机系列。单片机的硬件和软件系统。

1.1 单片机

1. 什么是单片机

单片机是一种集成电路芯片，是采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器 CPU（Central Processing Unit），随机存储器 RAM（Random Access Memory），只读存储器 ROM（Read Only Memory），多种 I/O 口（Input/Output Ports 即输入/输出）和中断系统，定时器/计数器等功能电路（有些单片机可能还包括显示驱动电路，脉宽调制电路，模拟多路转换器、A/D 转换器等电路）集成到一块硅片上构成的一个小而完善的计算机系统。

它虽然只是一块集成电路芯片，但“麻雀虽小，五脏俱全”，从组成和功能上看，它已具有了计算机系统的基本属性。所以可以称它为单片微型计算机 SMC（Single Chip Micro-computer），简称单片机。

单片机可单独地完成现代工业控制所要求的智能化控制功能，能在软件的控制下准确、迅速、高效地完成程序设计者事先规定的任务，这是单片机最大的特征。

单片机常用于控制装置，因此 20 世纪 80 年代以后，国际上也普遍称之为 MCU（Micro Controller Unit），即微控制器。又因为它在应用时作为核心部分嵌入在被控系统中，所以在这个意义上也可称其为嵌入式微控制器 EMCU（Embedded Micro Controller Unit）。

2. 通用型单片机和专用型单片机

单片机分为通用型和专用型两大类。

通常所说的和本书所介绍的单片机都是指通用型单片机。通用型单片机是一种基本芯片，例如，市场上常见的各种系列的单片机（ATMEL、PHILIPS、AVR、PIC、WINBOND 等系列的单片机产品），它们的可用资源（如 RAM、ROM、I/O 口等）比较丰富，性能全面，适用性强，所以在生产、科研等实际应用中，不同用户可用通用型单片机内部丰富的资源，设计出不同的应用控制系统来。

专用型单片机也叫专用微处理器，是专门针对某个特定产品而设计的，例如，数码相机、手机、洗衣机功能控制器、空调控制器、IC 卡读写器、银行点钞机中应用的单片机等。由于专用型单片机在研制中是针对某一特定的需求而设计的，所以各方面均经过最优化的考

虑、具有十分明显的综合优势。在大批量产品的生产中，各种专用型单片机芯片的开发将会越来越多。

单片机在近 30 年的发展中，各种多功能、高性能、高速度、低电压、低功耗、低价格的产品层出不穷，通用型单片机有各种各样的系列型号，专用型单片机有各种各样的专门化产品，但是万变不离其宗，它们的结构和原理均建立在同一个基础上，所以我们选定一种通用型单片机进行全面深入地学习，将会对其他各种单片机的学习与应用带来触类旁通的效果。

3. MCS-51 单片机系列

MCS-51 单片机是美国 Intel 公司于 1980 年推出的产品，典型产品有 8031（内部没有程序存储器，实际使用方面已经被市场淘汰），8051（芯片采用 HMOS，功耗是 630 mW，是 89C51 的 5 倍，实际使用方面已经被市场淘汰）和 8751、8951 等通用产品。

根据内部资源配置的不同，MCS-51 可分为两个子系列和 4 种类型。按资源配置的数量分，MSC-51 系列分为 51 和 52 共两个子系列，其中 51 子系列是基本型，52 子系列是增强型，以芯片型号最末位数字的“1”和“2”作标志。从单片机内部程序存储器的配置情况看，MCS-51 可分为 4 种类型：无片内程序存储器、有片内掩模只读存储器（称 ROM 或 Mask ROM）、有紫外线擦除可编程只读存储器（称 EPROM 或 Opt ROM）、有电擦除可编程只读存储器（称 EEPROM 或 Flash ROM）。分类情况如表 1.1 所示。

表 1.1 MCS-51 系列单片机分类表

资源配置 子系列	片内 ROM 的形式				片内 ROM 容量	片内 RAM 容量	定时器/ 计数器	中断源
	无	ROM	EPROM	EEPROM				
51 子系列	8031	8051	8751	8951	4KB	128B	2 × 16	5
52 子系列	8032	8752	8752	8952	8KB	256B	3 × 16	6

在制造上 MCS-51 系列单片机按两种工艺生产。一种是 HMOS 工艺，即高密度短沟道 MOS 工艺，另一种是 CHMOS 工艺，即互补金属氧化物的 HMOS 工艺。CHMOS 是 CMOS 和 HMOS 的结合，既保持了 HMOS 高速度和高密度的特点，还具有 HMOS 的低功耗的特点。在产品型号中凡是不带字母“C”的即为 HMOS 芯片，而带有字母“C”的芯片即为 CHMOS 芯片，如 80C31、80C51、87C51、89C51 等。

虽然 MCS-51 的原生产厂商 Intel 公司现在已把精力集中在 CPU 的生产上，并逐步放弃了单片机的生产，但是由于 MCS-51 单片机影响极为深远，所以世界上很多知名的 IC 生产厂家都生产与 MCS-51 兼容的芯片，就是说 MCS-51 内核实际上已经成为一个 8 位单片机的标准，其他公司的 51 单片机产品都是与 MCS-51 内核兼容的产品而已。例如，Atmel 公司的 AT89 系列单片机，PHILIPS 公司的 P80C，P87C，P89C 系列单片机 Siemens 公司的 C500 系列单片机，WINBOND 公司的 W77，W78 系列单片机等。直到现在，与 MCS-51 系列内核兼容的单片机仍是应用的主流产品。因此，作为一本单片机的基础教材，我们将 MCS-51 单片机作为教学的首选芯型不失为一种明智的选择。

1.2 单片机系统

1. 单片机的硬件系统

单片机集成了计算机的基本组成部分，但不可能将计算机的全部电路集成在其中，还有一些电路需要在芯片外以分立元件（如石英晶体、电阻、电容等）组成的电路来实现。此外，在实际应用中根据不同功能的需求，还需要扩展外部电路和外部芯片、连接输入/输出设备等。所以说在单片机的应用中，需要围绕单片机芯片组建一个能完成特定应用功能的硬件组合实体，它能在我们为它所编制的程序下完成预定的任务，称之它为单片机的硬件系统。它实际上就是为实现某一种实际应用所设计的，以单片机芯片为核心而组成的单片机应用系统的实体部分。

2. 单片机的软件系统

单片机的硬件系统作为实体为单片机的应用提供了基础，但是没有软件系统，就像人没有大脑神经系统的支配一样处于瘫痪状态。软件是相对硬件而言的，它是指由计算机硬件执行，用来完成一定任务的所有程序及数据，即为运行、管理和维护计算机所编制的程序的总和。

计算机的软件系统包括系统软件、应用软件和程序设计语言，例如，微型计算机中所使用的 Windows XP、Office XP 和 C 语言等。但单片机的软件系统比较简单，它不需要复杂的操作系统来进行系统管理，只使用用于管理单片机系统工作的管理程序（称为监控程序）和用于完成实际具体任务的应用程序。而对于简单的单片机应用系统，只要有为实现控制目的而直接执行的应用程序就行了。

单片机本身无编制程序的能力，需要借助其他微型计算机并配之以相应的开发软件来进行编程。在单片机应用系统的编程中有机器语言、汇编语言和高级语言三种编程方式：

（1）机器语言是用二进制代码表示的单片机指令，用机器语言构成的程序称为目标程序（机器码），用机器语言编程既麻烦又容易出错。机器语言编程只适合简单的初级程序的开发，目前已很少有人采用它。

（2）汇编语言是用符号（助记符）表示的指令，它是对机器语言的改进。用汇编语言编程是单片机应用中最常用的编程方式，其编写的程序称之为源程序。但汇编语言也是面向机器的低级语言，它要求程序设计员必须精通所选用的不同单片机的硬件系统和指令系统，不便于记忆和使用。但它面向机器的特点，无疑是掌握单片机系统设计技术和学好高级语言的基础。

（3）采用高级语言编程，也是广泛应用的单片机编程方式。支持 MCS-51 单片机编程的高级语言有 BASIC、PL/M 和 C，而 C 语言程序设计以其明显的优点，成为单片机开发、应用的重要趋势之一，目前流行的编译软件 Keil C51，适用 C 语言来编程。C 语言既具有高级语言的简洁、便于理解和记忆、通用性好、表达能力强等优点，又能直接对计算机的硬件进行操作，运算能力也较强，有些采用汇编语言解决起来比较麻烦的问题，用 C 语言来解决比较容易。尽管它也有自身的不足，但在掌握了汇编语言的基础上再学会用 C 语言来编程

无疑是一种最佳的配合。

我们编写的程序最终将翻译成单片机能直接执行的目标程序（二进制编码，也称机器码），因为单片机只能识别程序的二进制编码，这个过程称为汇编，汇编一般有手工汇编和用汇编程序汇编两种方法。单片机没有自己的汇编程序，单片机的应用源程序是在其他微型计算机上通过专门的汇编程序软件进行汇编的（Keil C51 等均包含有此类软件包），这种方法称为交叉汇编。我们要认识到的是，在单片机的应用系统中，单片机能直接执行的是固化在程序存储器中的目标程序（源程序的二进制代码）。

习 题 1

- 1.1 什么是单片机？什么是单片机的硬件系统？
- 1.2 单片机的软件系统有何特点？
- 1.3 与 MCS-51 系列单片机兼容的产品主要有哪些？