

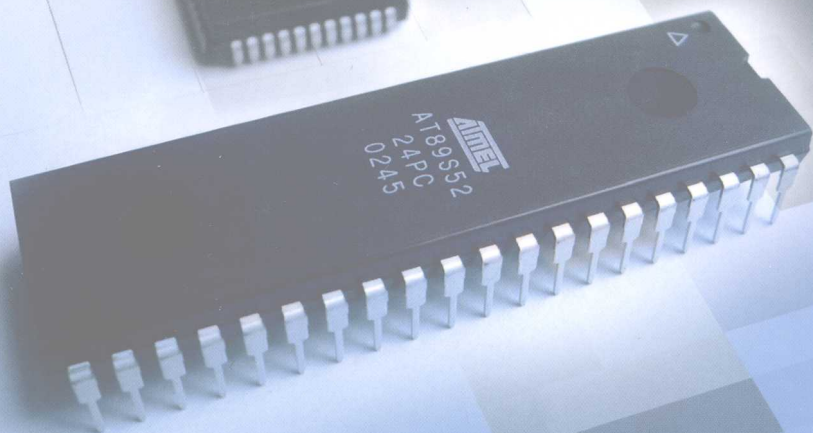


高职高专计算机系列教材

中国计算机学会高职高专教育学会推荐出版

# 单片机原理及应用 (第2版)

张迎新 等编著



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高职高专计算机系列教材

# 单片机原理及应用

## (第2版)

张迎新 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是高职高专系列教材之一。由于以前出版的《单片机原理及应用》内容已经不能完全满足当前教学的需要,本书根据近年来单片机的发展,在保持原教材结构特点的基础上,更新了内容,同时增加了串行接口扩展方法的应用实例和 C51 语言的内容。

本书以 80C51 系列中的 89 系列单片机为例介绍了单片机的硬件结构、工作原理、指令系统、汇编语言程序设计、接口技术、中断系统及单片机应用等内容,并增加了 C51 语言的介绍。在各章中对关键性内容都结合实例予以说明,同时还安排了大量思考题和习题,以利于读者对所述内容的理解、掌握、巩固和应用。

本书的特点是深入浅出、阐述清晰、编排合理、例题丰富,易于自学。

本书既可作为大专院校单片机课程教材,也可作为科技人员学习开发单片机的参考书。

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

单片机原理及应用/张迎新等编著. —2 版. —北京:电子工业出版社,2009.1

(高职高专计算机系列教材)

ISBN 978-7-121-06743-3

I. 单… II. 张… III. 单片微型计算机—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(2008)第 117077 号

责任编辑:赵家鹏

印 刷:北京季蜂印刷有限公司

装 订:三河市万和装订厂

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:21.25 字数:540.8 千字

印 次:2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:34.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,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 zlts@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 1 版出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作的有关规定，在电子工业部教材办的组织与指导下，按照教材建设适应“三个面向”的需要和贯彻国家教委关于“以全面提高教材质量水平为中心，保证重点教材，保持教材相对稳定，适当扩大教材品种，逐步完善教材配套”的精神，大专计算机专业教材编审委员会与中国计算机学会教育专业委员会大专教育学会密切合作，于 1986 年~1995 年先后完成了两轮大专计算机专业教材的编审与出版工作，共出版教材 48 种，从而较好地解决了全国高等学校大专层次计算机专业教材需求问题。

为使教材内容更适应计算机科学与技术飞速发展的需要以及在管理上适应国家实施“双休日”后的教学安排、在速度上适应市场经济发展形势的需要，在电子工业部教材办的指导下，大专计算机专业教材编委会、中国计算机学会大专教育学会与电子工业出版社密切合作，从 1994 年 7 月起经过两年的努力制定了 1996 年~2000 年大专计算机专业教材编审出版规划。

本书就是规划中配套教材之一。

这批书稿都是通过教学实践，从师生反映较好的讲义中经学校选报，编委会评选择优推荐或认真遴选主编人，进行约编的。广大编审者，编委和出版社编辑为确保教材质量和如期出版，做出了不懈的努力。

限于水平和经验，编审与出版工作中的缺点和不足在所难免，望使用的学校和广大师生提出批评建议。

中国计算机学会教育委员会大专教育学会  
电子工业出版社

附：先后参加全国大专计算机教材编审工作和参加全国大专计算机教育学会学术活动的学校名单：

上海科技高等专科学校  
上海第二工业大学  
上海科技大学  
上海机械高等专科学校  
上海化工高等专科学校  
复旦大学  
南京大学  
上海交通大学  
南京航空航天大学  
扬州大学工学院  
济南交通专科学校  
山东大学  
苏州市职工大学  
国营 734 厂职工大学  
南京动力高等专科学校  
南京机械高等专科学校  
南京金陵职业大学  
南京建筑工程学院  
长春大学  
哈尔滨工业大学  
南京理工大学  
上海冶金高等专科学校  
杭州电子工业学院  
上海电视大学  
吉林电气化专科学校  
连云港化学矿业专科学校  
电子工业部第 47 研究所职工大学  
福建漳州大学  
扬州工业专科学校  
连云港职工大学  
沈阳黄金学院  
鞍钢职工工学院  
天津商学院  
国营 738 厂职工大学  
湖南计算机高等专科学校  
中国保险管理干部学院  
湖南税务高等专科学校  
湖南二轻职工大学  
湖南科技大学  
湖南怀化师范专科学校  
湘穗电脑学院  
湖南纺织专科学校  
湖南邵阳工业专科学校  
湖南湘潭机电专科学校  
湖南株洲大学  
湖南岳阳大学  
湖南商业专科学校  
长沙大学  
长沙基础大学  
湖南涉外经济职业学院

北京广播电视大学  
天津职业技术师范学院  
天津市计算机研究所职工大学  
山西大众机械厂职工大学  
河北邯郸大学  
沈阳机电专科学校  
北京燕山职工大学  
国营 761 厂职工大学  
山西太原市太原大学  
大连师范专科学校  
江苏无锡江南大学  
上海轻工专科学校  
上海仪表职工大学  
常州电子职工大学  
国营 774 厂职工大学  
西安电子科技大学  
电子科技大学  
河南新乡机械专科学校  
河南洛阳大学  
郑州粮食学院  
江汉大学  
武钢职工大学  
湖北襄樊大学  
郑州纺织机电专科学校  
河北张家口大学  
河南新乡纺织职工大学  
河南新乡市平原大学  
河南安阳大学  
河南洛阳建材专科学校  
开封大学  
湖北宜昌职业大学  
中南工业大学  
国防科技大学  
湖南大学  
湖南零陵师范专科学校  
湖北鄂州职业大学  
湖北十堰大学  
贵阳建筑大学  
广东佛山大学  
广东韶关大学  
西北工业大学  
北京理工大学  
华中工学院汉口分院  
烟台大学  
安徽省安庆石油化工总厂职工大学  
湖北沙市卫生职工医学院  
化工部石家庄管理干部学院  
西安市西北电业职工大学  
湖南邵阳师范专科学校

# 前 言

《单片机原理及应用》自 2004 年 10 月再版以来，至今已经近 4 年，在此期间单片机技术又有了很大的发展，此外，《单片机原理及应用》自出版以来已多次印刷，说明此书有一定的读者群，因而我们决定对原书内容进行修订更新。在重新编写时，将对原书内容做多处改进，特别是增加了“单片机 C51 语言程序设计”这一章。目前大多数单片机教材在介绍单片机编程语言时都以汇编语言为主，但随着单片机应用的深入，在开发较复杂的系统时就需要用到 C 语言，而目前的单片机教材多数都没有兼顾到 C 语言的同时应用，而专门讲述单片机 C 语言的教材多数又是属于面向开发的高级教程，对单片机的原理讲述较少，高等院校多数都开设了 C 语言课程，在这种情况下再专门开设单片机的 C 语言课程也显得没有必要了，因而本书采用重点介绍用于单片机的 C51 语言与通用 C 语言的不同之处（扩展特点）和应用于单片机编程时的主要特点。

因为以 8051 为内核的 80C51 系列单片机目前在世界上生产量最大，派生产品最多，可以满足大多数用户的需要；而且 80C51 的软件工具也已形成从低到高的不同档次、价格合理性的开发装置，因而 80C51 系列单片机成为单片机教学的首选机型，特别是 80C51 系列中的典型型号在基本结构、工作原理和引脚上与 MCS-51 系列单片机的 8051 是完全兼容的。基于这种情况，本书在介绍单片机时，是以 80C51 系列为例进行讲述的。而在介绍具体型号时选用了美国 ATMEL 公司的 AT89 系列产品。由于其显著的特点（详见第 1 章），使得它很快在单片机市场脱颖而出，并在市场上占有较大的份额。AT89 系列单片机的成功使得几个著名的半导体厂家也相继生产了类似的产品，例如，Philips 的 P89 系列、美国 SST 公司的 SST89 系列等。后来人们简称这一类产品为 89 系列单片机，它实际上还是属于 80C51 系列。89 系列单片机虽然并不是功能强，最先进的单片机，但它是源于经典的 MCS-51 系列，考虑到教学的连续性及 89 系列单片机和所用开发装置的普及性（大约占市场 50% 的份额），因而本书的单片机芯片实例将采用 ATMEL 公司的 AT89S51/52 单片机（因为 AT89C51/52 在 2003 年已经停止生产，AT89S51/52 是其替代产品，不过 Philips 的 P89C51/52 仍然有产品），在作为一般共性介绍时还是用 80C51 代表（此时表示的是 80C51 系列而不是具体型号）。

本教材在章节的安排顺序和内容上都有不同程度的改进。第 1 章增加了单片机基础知识的介绍，第 2 章以 AT89S51/52 单片机为例介绍单片机的结构及原理，第 3 章介绍指令系统，第 4 章介绍汇编语言程序设计，第 5 章介绍定时/计数器，第 6 章介绍串行接口，第 7 章介绍中断系统，第 8 章介绍扩展方法，第 9 章介绍接口技术，第 10 章是新增加的内容，介绍 C51 语言程序设计，第 11 章介绍单片机应用系统设计。为了能给读者较多的应用实例和方法，同时又不至于使篇幅过长，在举例时对于关键和核心的内容尽量讲透，其他内容点到为止。

本书是作者多年教学和科研的积累，同时为了使本书的内容更加丰富和完整，书中也引用了部分国内外的参考文献、书籍，主要来源见参考文献。在此，对有关作者表示衷心感谢，

并请没有联系上的作者与我们联系以便支付相应稿酬。

本书由张迎新担任主编，雷文编写了 1.3 节，陈胜编写了 7.2 节，王盛军编写了 10.3 节和 10.4 节，刘石明编写了 11.6 节，迟明华编写了 11.5 节，其余由张迎新编写。

在本书的编写过程中，唐光荣、姚静波、樊桂花、雷道振等都提出了很好的修改意见，并对部分章节进行了审查；迟明华画了部分插图，张帆帮助录入了部分章节，在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限，书中的错误与不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

张迎新

2008.4.12

## 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](mailto: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

<b>第 1 章 概述</b> .....	(1)
1.1 单片机发展概况.....	(1)
1.1.1 单片机的发展历史.....	(1)
1.1.2 单片机的组成及特点.....	(2)
1.1.3 单片机的发展趋势.....	(3)
1.1.4 单片机与嵌入式系统.....	(4)
1.2 常用 8 位单片机系列.....	(5)
1.2.1 80C51 系列单片机的特点及分类.....	(6)
1.2.2 其他常用单片机系列综述.....	(7)
1.3 单片机基础知识.....	(9)
1.3.1 数制与编码.....	(10)
1.3.2 计算机的基本组成电路.....	(13)
<b>第 2 章 单片机结构及原理</b> .....	(16)
2.1 单片机结构.....	(16)
2.1.1 单片机组成及结构.....	(16)
2.1.2 引脚定义及功能.....	(18)
2.2 单片机的工作原理.....	(21)
2.2.1 指令与程序概述.....	(21)
2.2.2 CPU 的工作原理.....	(22)
2.2.3 单片机执行程序过程.....	(23)
2.3 存储器.....	(25)
2.3.1 存储器的分类.....	(25)
2.3.2 存储单元和存储单元地址.....	(26)
2.3.3 存储器结构和地址空间.....	(27)
2.3.4 程序存储器.....	(28)
2.3.5 数据存储器.....	(29)
2.4 特殊功能寄存器 SFR.....	(31)
2.4.1 80C51 系列的 SFR.....	(31)
2.4.2 SFR 地址分布及寻址.....	(32)
2.4.3 SFR 的功能与作用.....	(34)
2.5 CPU 时序及时钟电路.....	(37)
2.5.1 CPU 时序及有关概念.....	(37)
2.5.2 80C51 的指令时序.....	(38)
2.5.3 振荡器和时钟电路.....	(40)
2.6 复位和复位电路.....	(41)
2.6.1 内部复位信号的产生.....	(41)

2.6.2	复位状态	(42)
2.6.3	外部复位电路设计	(42)
2.7	输入/输出端口结构	(43)
2.7.1	4个I/O端口的异同点	(44)
2.7.2	P0口	(44)
2.7.3	P1口	(46)
2.7.4	P2口	(46)
2.7.5	P3口	(47)
2.8	80C51系列单片机的低功耗方式	(47)
2.8.1	电源控制寄存器PCON	(48)
2.8.2	待机方式	(48)
2.8.3	掉电方式	(49)
	思考与练习	(49)
<b>第3章</b>	<b>指令系统</b>	<b>(51)</b>
3.1	指令系统简介	(51)
3.2	寻址方式	(52)
3.2.1	符号约定	(52)
3.2.2	寻址方式说明	(54)
3.3	指令系统分类介绍	(58)
3.3.1	数据传送类指令	(58)
3.3.2	算术运算类指令	(63)
3.3.3	逻辑操作类指令	(67)
3.3.4	控制转移类指令	(70)
3.3.5	位操作类指令	(73)
	思考与练习	(76)
<b>第4章</b>	<b>汇编语言程序设计</b>	<b>(80)</b>
4.1	概述	(80)
4.1.1	程序设计语言	(80)
4.1.2	汇编语言规范	(81)
4.1.3	汇编语言程序设计步骤	(84)
4.2	汇编语言程序设计举例	(85)
4.2.1	顺序程序设计	(85)
4.2.2	循环程序设计	(86)
4.2.3	分支程序设计	(87)
4.2.4	散转程序设计	(88)
4.2.5	查表程序设计	(91)
4.2.6	子程序设计	(93)
	思考与练习	(97)
<b>第5章</b>	<b>定时/计数器</b>	<b>(100)</b>
5.1	定时/计数器T0、T1概述	(100)

5.1.1	定时器/计数器 T0、T1 的结构	(100)
5.1.2	定时/计数器的原理	(101)
5.2	定时/计数器的控制方法	(101)
5.2.1	定时/计数器寄存器	(101)
5.2.2	定时/计数器的初始化	(103)
5.2.3	定时/计数器初值的确定方法	(103)
5.3	定时/计数器 T0、T1 的工作方式	(104)
5.3.1	方式 0	(104)
5.3.2	方式 1	(104)
5.3.3	方式 2	(105)
5.3.4	方式 3	(105)
5.4	定时器 T0、T1 应用举例	(107)
5.4.1	定时器应用举例	(107)
5.4.2	计数器应用举例	(108)
5.4.3	门控位应用举例	(108)
5.5	定时/计数器 T2	(110)
5.5.1	T2 的寄存器	(110)
5.5.2	定时器 T2 的工作方式	(112)
5.5.3	应用例题	(116)
5.6	定时器 T3——WDT 监视定时器	(117)
5.6.1	WDT 的功能及应用特点	(117)
5.6.2	辅助寄存器 AUXR	(118)
	思考与练习	(118)
<b>第 6 章</b>	<b>80C51 的串行接口</b>	<b>(120)</b>
6.1	串行通信概述	(120)
6.1.1	同步通信和异步通信方式	(120)
6.1.2	串行通信的数据传送速率	(121)
6.1.3	串行通信的方式	(121)
6.1.4	通信协议	(122)
6.2	80C51 串行口简介	(122)
6.2.1	串行口结构与工作原理	(122)
6.2.2	串行口控制寄存器 SCON	(123)
6.2.3	80C51 的帧格式	(124)
6.2.4	波特率的设置	(125)
6.3	串行通信工作方式	(126)
6.3.1	方式 0	(127)
6.3.2	方式 1	(127)
6.3.3	方式 2 和方式 3	(128)
6.3.4	多机通信	(128)
6.4	串行口应用举例	(129)

6.4.1	用串行口扩展 I/O 口	(130)
6.4.2	用串行口进行异步通信	(132)
	思考与练习	(136)
<b>第 7 章</b>	<b>中断系统</b>	(137)
7.1	概述	(137)
7.1.1	中断的概念	(137)
7.1.2	引进中断技术的优点	(137)
7.1.3	中断源	(138)
7.1.4	中断系统的功能	(138)
7.2	AT89S51 单片机的中断系统	(140)
7.2.1	中断系统的结构	(140)
7.2.2	中断源及中断入口	(140)
7.2.3	中断控制	(142)
7.3	中断处理过程	(145)
7.3.1	中断响应	(145)
7.3.2	中断处理	(146)
7.3.3	中断返回	(147)
7.3.4	中断请求的撤除	(147)
7.3.5	中断响应时间	(148)
7.3.6	扩充外中断源	(148)
7.4	中断程序的设计与应用	(150)
7.4.1	中断程序的一般设计方法	(150)
7.4.2	中断程序应用举例	(152)
	思考与练习	(162)
<b>第 8 章</b>	<b>单片机的系统扩展</b>	(163)
8.1	并行扩展概述	(163)
8.1.1	外部并行扩展总线	(163)
8.1.2	系统扩展常用芯片	(164)
8.1.3	并行扩展的寻址方法	(166)
8.2	存储器的并行扩展	(166)
8.2.1	数据存储器扩展概述	(167)
8.2.2	存储器扩展举例	(167)
8.2.3	超大容量存储器的扩展	(168)
8.3	并行 I/O 接口的扩展	(169)
8.3.1	简单的并行 I/O 扩展	(169)
8.3.2	可编程 I/O 接口电路的扩展	(170)
8.4	串行扩展概述	(174)
8.4.1	串行扩展总线与串行扩展接口	(175)
8.4.2	常用串行总线与串行接口简介	(175)
8.4.3	单片机串行扩展的模拟技术	(177)

8.5	I <sup>2</sup> C 总线	(178)
8.5.1	I <sup>2</sup> C 总线的特点	(179)
8.5.2	I <sup>2</sup> C 总线的组成及基本工作原理	(179)
8.5.3	I <sup>2</sup> C 总线的传输时序	(180)
8.5.4	I <sup>2</sup> C 总线应用举例	(181)
8.6	SPI 串行接口	(191)
8.6.1	SPI 接口的特点	(191)
8.6.2	SPI 接口的组成及基本原理	(191)
8.6.3	SPI 串行接口应用举例	(192)
	思考与练习	(201)
<b>第 9 章</b>	<b>接口技术</b>	<b>(202)</b>
9.1	键盘接口	(202)
9.1.1	键盘工作原理	(202)
9.1.2	独立式按键	(203)
9.1.3	行列式键盘	(205)
9.2	显示器接口	(210)
9.2.1	LED 显示器的结构与原理	(210)
9.2.2	LED 静态显示方式	(212)
9.2.3	LED 动态显示方式	(214)
9.2.4	液晶显示器 LCD 的应用技术	(216)
9.2.5	键盘、显示接口电路	(220)
9.3	功率驱动器件及接口电路	(221)
9.3.1	输出接口的隔离技术	(221)
9.3.2	直流负载驱动电路	(221)
9.3.3	晶闸管负载驱动电路	(222)
9.3.4	继电器接口电路	(223)
9.3.5	固态继电器接口电路	(224)
9.4	数模转换接口	(226)
9.4.1	DAC 电路原理	(226)
9.4.2	D/A 转换器的主要技术指标	(227)
9.4.3	并行 D/A 转换器及接口	(227)
9.4.4	串行 D/A 转换器及接口	(231)
9.5	模数转换器	(235)
9.5.1	模数转换的主要技术指标	(235)
9.5.2	逐次逼近式 A/D 转换	(236)
9.5.3	双积分 ADC 电路	(240)
9.5.4	串行 A/D 转换器	(244)
9.6	打印机接口	(247)
9.6.1	TPμP-40A 主要技术性能及接口要求	(247)
9.6.2	字符代码及打印命令	(248)

9.6.3 T $\mu$ P-40A/16A 与单片机接口 .....	(249)
思考与练习 .....	(251)
<b>第 10 章 单片机 C51 语言程序设计</b> .....	(252)
10.1 单片机的 C51 语言概述 .....	(252)
10.1.1 C 语言的主要优点 .....	(252)
10.1.2 使用 C51 语言的注意事项 .....	(253)
10.1.3 C51 的运算符及表达式 .....	(253)
10.1.4 C51 语言的程序结构 .....	(254)
10.1.5 C51 的流程控制语句 .....	(255)
10.2 C51 对通用 C 语言的扩展 .....	(257)
10.2.1 数据类型 .....	(257)
10.2.2 数据的存储类型 .....	(259)
10.2.3 指针 .....	(261)
10.2.4 函数 .....	(262)
10.2.5 C51 语言对单片机硬件的访问 .....	(264)
10.3 内部功能模块的 C 语言编程 .....	(266)
10.4 C 语言与汇编语言的混合编程 .....	(270)
10.4.1 C 语言与汇编语言混合编程注意事项 .....	(270)
10.4.2 带参数传递的函数调用 .....	(271)
10.4.3 无参数传递的函数调用 .....	(273)
10.4.4 混合编程举例 .....	(273)
思考与练习 .....	(274)
<b>第 11 章 单片机应用系统的设计与开发</b> .....	(275)
11.1 应用系统研制过程 .....	(275)
11.1.1 总体设计 .....	(275)
11.1.2 硬件设计 .....	(276)
11.1.3 软件设计 .....	(278)
11.2 开发工具和开发方法 .....	(280)
11.2.1 开发工具 .....	(280)
11.2.2 开发方法 .....	(282)
11.3 Keil C51 集成开发环境的使用 .....	(283)
11.3.1 Keil 软件工具简介 .....	(284)
11.3.2 项目的建立与设置 .....	(286)
11.3.3 运行调试 .....	(288)
11.4 恒温箱温度控制监测系统 .....	(289)
11.4.1 题目分析 .....	(289)
11.4.2 硬件设计 .....	(290)
11.4.3 软件设计 .....	(291)
11.5 PC 机与单片机间的串行通信设计 .....	(295)
11.5.1 RS-232C 标准接口 .....	(296)

11.5.2	单片机与 PC 机之间的电平转换芯片	(296)
11.5.3	PC 机与单片机串行通信应用实例	(297)
11.5.4	采用 RS-422A 标准的通信系统	(304)
11.6	日历/时钟与单片机的接口与应用	(306)
11.6.1	串行实时时钟芯片 DS1302 简介	(306)
11.6.2	DS1302 的命令字	(307)
11.6.3	片内寄存器功能定义	(308)
11.6.4	数据读写方式及控制操作方法	(309)
11.6.5	单片机与 DS1302 的接口与应用	(310)
	思考与练习	(313)
附录 A	80C51 指令表	(315)
附录 B	各数制对照表	(320)
附录 C	ASCII (美国标准信息交换码) 表	(321)
附录 D	二进制逻辑单元图形符号对照表	(322)
附录 E	常用芯片引脚图	(323)
参考文献		(325)

# 第 1 章 概 述

为适应嵌入式应用的需要，单片机应运而生，发展极为迅速。从 1976 年开始至今 30 多年的时间里，单片机已发展成为一个品种齐全、功能丰富的庞大家族。

目前单片机已成为工控领域、尖端武器、日常生活中最广泛使用的计算机，因而对广大理工科高等院校的学生和科技人员来说，学习和掌握单片机原理及应用已是刻不容缓的事情了。

## 1.1 单片机发展概况

单片机一词最初是源于“Single Chip Microcomputer”，简称 SCM。在单片机诞生时，因为它的组成与原理都基于计算机，所以 SCM 是一个准确的、流行的称谓。随着 SCM 在技术上、体系结构上的不断进步，使其控制功能不断扩展，它的主要作用已不是计算，而是控制。国际上也逐渐采用“MCU”（Micro Controller Unit），即微控制器来代替 SCM，形成了单片机界公认的、最终统一的名词。为了与国际接轨，以后应将中文“单片机”一词和“MCU”作为唯一的对应翻译。在国内因为单片机一词已约定成俗，所以可继续沿用。

### 1.1.1 单片机的发展历史

如果将 8 位单片机的推出作为起点（1976 年），那么，单片机的发展历史大致可分为 4 个阶段。

#### 1. 单片机的探索阶段

主要是探索如何把计算机的主要部件集成在单芯片上。Intel 公司推出的 MCS-48 就是在工控领域探索的代表，参与这一探索的还有 Motorola, Zilog 等公司，也都取得了满意的效果。这是单片微型计算机的诞生年代，单片机一词即由此而来。

#### 2. 单片机完善阶段

Intel 公司在 MCS-48 基础上推出了完善的、典型的 MCS-51 单片机系列。它在以下几个方面奠定了典型的通用总线型单片机体系结构。

- ① 设置了经典、完善的 8 位单片机的并行总线结构。
- ② 外围功能单元由 CPU 集中管理的模式。
- ③ 体现控制特性的位地址空间、位操作方式。
- ④ 指令系统趋于丰富和完善，并且增加了许多突出控制功能的指令。

由于 MCS-51 系列单片机在结构上的逐渐完善，奠定了它在这一阶段的领先地位。它的产品曾经在世界单片机市场占有 50% 以上的份额，因而多年来国内一直以 MCS-51 系列单片机作为教学的主要机型。在这一阶段，Motorola 公司的 M68 系列和 Zilog 公司的 Z8 系列也



占据了一定的市场份额。

### 3. 向微控制器发展的阶段

为满足测控系统要求的各种外围电路与接口电路，突出其智能化控制能力，Philips 等一些著名半导体厂商在 8051 基本结构的基础上，加强了外围电路的功能，突出了单片机的控制功能，将一些用于测控对象的模/数转换器、数/模转换器、程序运行监视器、脉宽调制器等纳入芯片中，体现了单片机的微控制器特征。

为了进一步缩小单片机体积，出现了为满足串行外围扩展要求的串行总线及接口，如 I<sup>2</sup>C、SPI、MICROWIRE 等串行总线及接口。同时带有这些接口的各种外围芯片也应运而生，例如存储器、A/D、时钟等，出现了有较高性能的 16 位单片机。

单片机的首创公司 Intel 将其 MCS-51 系列中的 8051 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，如 Philips、Atmel、NEC、SST、华邦等。这些公司的产品都在保持与 8051 单片机兼容的基础上增强了 8051 的许多特性，在工艺上都采用了 CHMOS 和闪存技术。为了与 Intel 早期的 MCS-51 系列产品区别，后来统称为 80C51 系列，也有人简称为 51 系列。这样 80C51 系列得到众多制造厂商的支持，继而发展成上百个品种的大家族。从此作为单片机领军代表的 Intel 公司退出了 8 位单片机市场，但它的历史功绩是不会被抹杀的。在本书中提到的 80C51 已经不是 MCS-51 系列中的 80C51 型号单片机，而是 80C51 系列的一个统称。专家认为虽然世界上的 MCU 品种繁多，功能各异，开发装置也互不兼容，但是客观发展表明：尽管 80C51 系列单片机现在并不是最完善和最先进的单片机，但从综合因素（如教学的连续性和更换教学设备的资金等问题）考虑，它仍然适合作为单片机教学的首选机型。

### 4. 单片机的全面发展阶段

很多大半导体和电气厂商都开始加入单片机的研制和生产，单片机世界出现了百花齐放，欣欣向荣的景象。随着单片机在各个领域全面深入的发展和应，出现了高速、大寻址范围、强运算能力的 8 位、16 位、32 位通用型单片机，以及小型廉价的专用型单片机。

## 1.1.2 单片机的组成及特点

单片机是微型机的一个主要分支，它在结构上的最大特点是把 CPU、存储器、定时器和多种输入/输出接口电路集成在一块超大规模集成电路芯片上。就其组成和基本工作原理而言，一块单片机芯片就是一台计算机。

### 1. 单片机的组成

图 1-1 为单片机的典型组成框图。由图可见，单片机的核心部分是中央处理器 CPU，它是单片机的大脑，由它统一指挥和协调各部分的工作。时钟电路用于给单片机提供工作时所需要的时钟信号。程序存储器和数据存储器分别用于存放单片机工作的用户软件和临时数据。中断系统用于处理系统工作时出现的突发事件。定时/计数器用于对时间定时或对外部事件计数。它通过内部总线把计算机的各主要部件连接为一体，其内部总线包括地址总线、数据总线和控制总线。其中，地址总线的作用是为数据交换时提供地址，CPU 通过它们将地址输出