



“十二五”职业教育国家规划教材修订版  
“互联网+”新形态教材



# 单片机应用技术

倪志莲◎主编

(第4版)

 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

“十二五”职业教育国家规划教材修订版

“互联网+”新形态教材

# 单片机应用技术

(第4版)

主 编 倪志莲

副主编 张怡典

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

本书以 Atmel 公司的 AT89S51 单片机为例,系统地阐述了 MCS-51 单片机的基本结构、指令系统、内部资源及外部接口电路等方面的知识,同时介绍了单片机应用系统的开发过程及各种常用的开发工具,并对用 C 语言开发单片机做了简要介绍。

本书是作者在长期从事单片机课程教学的基础上编写的,内容深入浅出,层次分明,实例丰富,便于自学。同时安排了大量的实训内容,并给出了详细的硬件电路及元器件清单,便于读者制作。

本书适合高职高专电子类、通信类、电气类、计算机类学生使用,也可作为从事单片机开发的工程技术人员的培训教材,还可作为电子设计爱好者初学单片机技术的参考用书。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目 (CIP) 数据

单片机应用技术 / 倪志莲主编. —4 版. —北京: 北京理工大学出版社, 2019. 8 (2019. 9 重印)

ISBN 978-7-5682-7550-7

I. ①单… II. ①倪… III. ①单片微型计算机 IV. ①TP368. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 190822 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 涿州市新华印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 19.5

字 数 / 460 千字

版 次 / 2019 年 8 月第 4 版 2019 年 9 月第 2 次印刷

定 价 / 49.00 元

责任编辑 / 王艳丽

文案编辑 / 王艳丽

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 施胜娟

---

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换



# 前言 (第4版)

## Preface

“单片机应用技术”是电子电气类专业的一门专业核心课程，主要用于培养高职高专学生单片机系统硬件制作、软件调试及故障分析能力。

自2007年起，为了配合教育部对高等职业教育的大力推进，针对该课程进行了全方位教学改革，改变了以教师为主导，理论教学为主的传统教学模式，逐步过渡到以学生为中心，教、学、做一体的教学模式。经过三年改革探索，于2009年年底获得江西省精品课程。为了配合课程改革的进一步深入，对《单片机应用技术》教材先后进行了三次修订，以便更好地完成项目式教学的目标，为电子电气类专业教师和学生提供更好的教材及教学资源。

在本次修订过程中，保留了原有教材的体系结构，对教材的内容做适当调整，删除已很少使用的芯片内容，更新一些常用的芯片。重点突出项目实训的具体过程和实施办法，将理论知识与操作技能有机结合，使授课教师及学生在使用教材的过程中更加方便。

此次修订主要从以下几方面进行了精心的改编。

1. 为了体现教材内容的先进性，删除了存储器扩展的相关内容，增加了 I<sup>2</sup>C、SPI、1-Wire 三种串行总线扩展的相关知识。

2. 为了配合串行总线相关知识，增加了 AT24CXX 存储器芯片、DS1302 时钟芯片及 DS18B20 数字温度传感器芯片三种典型芯片的介绍，并增加了数字钟和数字温度计两个实训项目。

3. 将 C 语言的内容作为选学内容放入各章节中，作为对汇编语言的补充，便于知识的扩展。

4. 将显示与键盘接口、数/模及模/数转换接口单列成章，以便知识点的细化。

5. 具有更多的免费教学资源，提供教学课件、参考试卷、学习指南、课程标准等教学资源及所有实训项目的元器件清单、硬件电路图、Proteus 仿真电路图、参考程序等。

6. 本书所有实训项目的制作无须指定厂家硬件设备支持，均可自行购买电路板及元器件独立完成。为了方便读者制作，本书配套提供了硬件教学开发板的 PCB 图及元器

件清单，可免费索取。教学开发板所有端口均为开放式结构，只需购买元器件，即可完成开发板的制作。

7. 本书将微课和视频及动画资源以二维码形式嵌入教材各知识点中，方便大家通过手机扫码学习。

本书由九江职业技术学院倪志莲教授担任主编并统稿，九江职业技术学院孙旭日副教授、中国船舶重工集团公司七〇七研究所金荣高级工程师、台达电子企业管理（上海）有限公司谢佳伟研发主任工程师参与共同编写。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

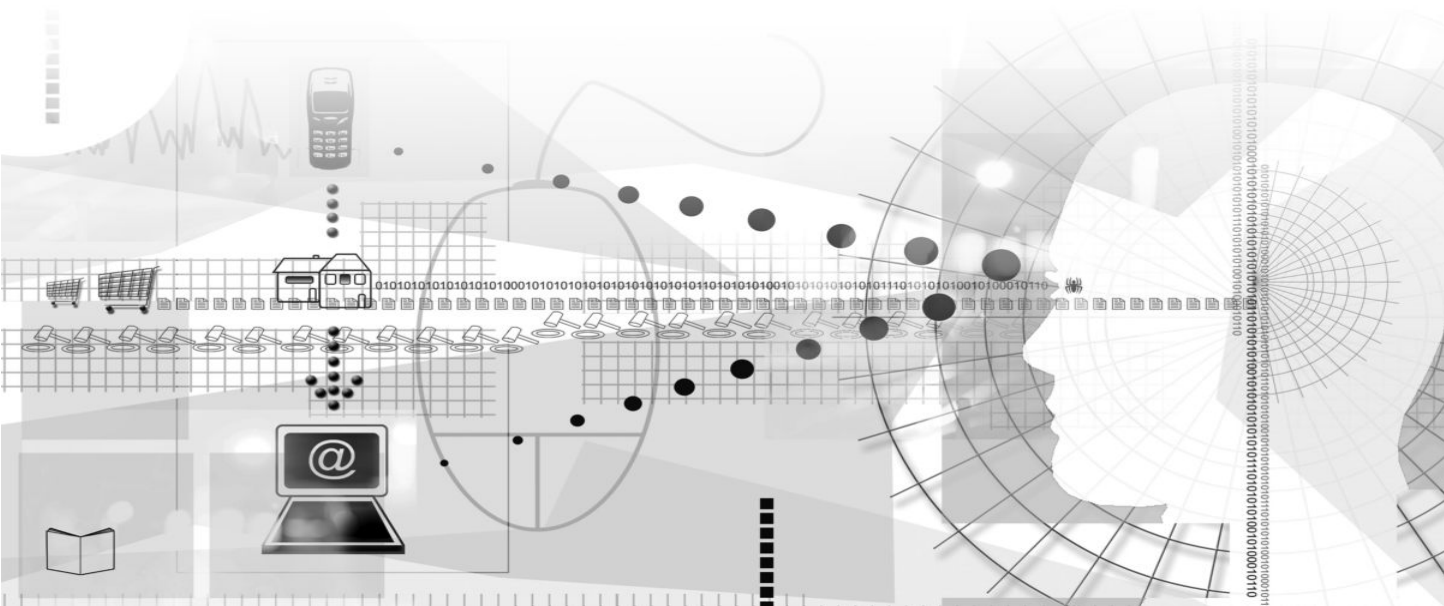
编 者

## ✓ 本门课程对应岗位群

本课程为培养电子技术、仪器仪表、通信、电气自动化、机电一体化、计算机控制等领域高技能型人才提供必要的理论知识及职业技能，通过强化训练与考核，能获得单片机设计师、单片机工程师、电子仪器仪表装调工等高级职业资格，可从事智能电子产品、计算机控制设备生产企业的设计、组装、调试、质量检验、技术支持、组织管理等岗位的工作。

## ✓ 岗位群需求知识点

1. 了解单片机的类型、结构及工作原理等基本概念。
2. 掌握单片机的存储结构及最小系统。
3. 掌握单片机指令系统及寻址方式。
4. 掌握单片机程序设计方法，了解汇编过程。
5. 掌握单片机中断系统、定时计数器及串行通信的寄存器参数设置及程序设计方法。
6. 掌握单片机可编程 I/O 扩展电路及程序设计。
7. 掌握单片机键盘显示接口电路及程序设计。
8. 掌握单片机 A/D、D/A 转换接口电路及程序设计。
9. 掌握单片机综合设计调试及抗干扰措施。
10. 掌握各种单片机调试工具的使用方法。





# 目 录

## Contents

▶ 第1章 认识单片机 .....	1
本章知识点 .....	1
先导案例 .....	1
1.1 单片机的发展及应用 .....	2
1.1.1 嵌入式系统与单片机 .....	2
1.1.2 单片机的发展趋势 .....	3
1.1.3 单片机主要产品及应用 .....	4
1.1.4 单片机系统的开发 .....	10
1.2 单片机的数制与编码 .....	11
1.2.1 计算机中的常用数制 .....	11
1.2.2 计算机中数的表示 .....	13
1.2.3 常用编码 .....	14
本章小结 .....	15
思考题与习题 .....	15
▶ 第2章 单片机的最小系统 .....	17
本章知识点 .....	17
先导案例 .....	17
2.1 微型计算机的基本结构及工作原理 .....	18
2.1.1 微型计算机的基本结构 .....	18
2.1.2 微型计算机的工作原理 .....	20
2.2 AT89S51 单片机的内部结构及引脚功能 .....	21
2.2.1 AT89S51 单片机的基本结构 .....	21
2.2.2 AT89S51 单片机的引脚及封装 .....	23
2.2.3 AT89S51 单片机的 I/O 口 .....	24
2.3 AT89S51 的存储结构 .....	27
2.3.1 程序存储器 .....	27
2.3.2 数据存储器 .....	28
2.4 AT89S51 单片机的最小系统 .....	33
2.4.1 AT89S51 单片机最小系统的构成 .....	33

2.4.2	时钟电路 .....	33
2.4.3	复位电路 .....	34
2.5	C51 的数据结构 .....	36
2.5.1	C51 的常量 .....	36
2.5.2	C51 的变量与存储类型 .....	36
2.6	单片机常用开发工具 .....	42
2.6.1	Keil $\mu$ Vision4 仿真调试软件包 .....	42
2.6.2	Proteus 仿真软件 .....	47
任务训练 单片机最小系统电路制作 .....		50
知识拓展 .....		53
本章小结 .....		55
思考题与习题 .....		56
►	<b>第3章 单片机的指令系统</b> .....	<b>57</b>
<hr/>		
本章知识点 .....		57
先导案例 .....		57
3.1	单片机的编程语言及格式 .....	57
3.1.1	单片机编程语言分类及特点 .....	57
3.1.2	汇编语言的指令格式 .....	59
3.1.3	指令的分类及符号含义 .....	59
3.2	寻址方式 .....	60
3.2.1	立即寻址 .....	60
3.2.2	直接寻址 .....	61
3.2.3	寄存器寻址 .....	61
3.2.4	寄存器间接寻址 .....	62
3.2.5	变址寻址 .....	63
3.2.6	相对寻址 .....	64
3.2.7	位寻址 .....	64
3.3	数据传送类指令 .....	65
3.3.1	内部 RAM 数据传送指令 .....	65
3.3.2	外部 RAM 数据传送指令 .....	68
3.3.3	查表指令 MOVC .....	69
3.3.4	典型应用 .....	70
3.4	算术运算类指令 .....	72
3.4.1	加法指令 .....	72
3.4.2	减法指令 .....	74
3.4.3	乘除指令 .....	75
3.4.4	典型应用 .....	75
3.5	逻辑运算类指令 .....	77

3.5.1	基本逻辑运算指令 .....	77
3.5.2	移位指令 .....	79
3.5.3	典型应用 .....	80
3.6	控制转移类指令 .....	81
3.6.1	无条件转移指令 .....	82
3.6.2	条件转移指令 .....	82
3.6.3	调用及返回指令 .....	84
3.6.4	典型应用 .....	85
3.7	位操作指令 .....	88
3.7.1	位操作指令 .....	88
3.7.2	典型应用 .....	89
3.8	C51 的运算符 .....	90
	任务训练 流水灯控制电路的设计与制作 .....	93
	先导案例解决 .....	95
	生产学习经验 .....	95
	本章小结 .....	95
	思考题与习题 .....	96
<b>► 第4章</b>	<b>单片机的软件编程 .....</b>	<b>98</b>
	本章知识点 .....	98
	先导案例 .....	98
4.1	软件编程的步骤及方法 .....	98
4.1.1	软件编程的步骤 .....	98
4.1.2	软件编程中的技巧 .....	99
4.2	汇编语言源程序的汇编过程 .....	100
4.2.1	伪指令 .....	101
4.2.2	源程序的汇编过程 .....	104
4.3	典型程序设计举例 .....	106
4.3.1	顺序结构程序设计 .....	106
4.3.2	分支结构程序设计 .....	107
4.3.3	循环结构程序设计 .....	110
4.3.4	子程序设计 .....	115
4.4	C51 的函数 .....	119
4.4.1	C51 的常用控制语句 .....	119
4.4.2	C51 程序的基本构成 .....	123
4.4.3	函数的分类及定义 .....	125
4.4.4	函数的说明与调用 .....	126
4.4.5	简单的 C51 程序实例 .....	127
	任务训练 交通灯控制电路设计与制作 .....	128

生产学习经验 .....	132
本章小结 .....	133
思考题与习题 .....	133
<b>► 第5章 AT89S51 单片机的内部资源 .....</b>	<b>135</b>
本章知识点 .....	135
先导案例 .....	135
5.1 AT89S51 的中断系统 .....	135
5.1.1 中断的基本概念 .....	135
5.1.2 中断源与中断请求标志 .....	137
5.1.3 中断控制 .....	139
5.1.4 中断的响应过程 .....	140
5.1.5 中断程序设计 .....	142
5.2 AT89S51 的定时/计数器 .....	144
5.2.1 定时/计数器的结构 .....	144
5.2.2 定时/计数器的控制 .....	145
5.2.3 定时/计数器的工作方式 .....	146
5.2.4 定时/计数器的程序设计 .....	147
5.3 AT89S51 的串行通信 .....	150
5.3.1 串行通信的基本概念 .....	150
5.3.2 串行口的结构及工作方式 .....	153
5.3.3 串行通信的程序设计 .....	157
5.3.4 串行通信的常用标准接口 .....	164
5.4 C51 的中断函数及应用 .....	167
5.4.1 C51 的中断函数 .....	167
5.4.2 C51 的中断及定时器编程实例 .....	167
任务训练1 音乐播放器电路设计与制作 .....	168
任务训练2 双机通信电路设计与制作 .....	172
本章小结 .....	174
思考题与习题 .....	175
<b>► 第6章 AT89S51 单片机的显示及键盘接口 .....</b>	<b>176</b>
本章知识点 .....	176
先导案例 .....	176
6.1 显示器及其接口电路 .....	177
6.1.1 LED 数码显示器及其接口电路 .....	177
6.1.2 点阵显示器 .....	182
6.1.3 液晶显示器 .....	184
6.2 键盘及其接口电路 .....	188

6.2.1 独立式键盘 .....	188
6.2.2 矩阵式键盘 .....	189
6.2.3 键盘的接口及程序设计 .....	190
任务训练1 秒表电路设计与制作 .....	192
任务训练2 电子琴电路设计与制作 .....	195
本章小结 .....	199
思考题与习题 .....	200
<b>► 第7章 AT89S51 单片机的数/模及模/数转换接口 .....</b>	<b>201</b>
本章知识点 .....	201
先导案例 .....	201
7.1 数/模转换接口 .....	202
7.1.1 D/A 转换的基本知识 .....	202
7.1.2 8 位 D/A 转换器 DAC0832 .....	203
7.1.3 串行 D/A 转换器 TLC5615 及接口电路 .....	207
7.2 模/数转换接口 .....	209
7.2.1 A/D 转换的基本知识 .....	209
7.2.2 8 位 A/D 转换器 ADC0809 .....	211
7.2.3 串行 A/D 转换器 TLC549 及接口电路 .....	213
任务训练1 数控电源设计与制作 .....	216
任务训练2 数字电压表设计与制作 .....	218
本章小结 .....	221
思考题与习题 .....	222
<b>► 第8章 AT89S51 单片机的系统扩展 .....</b>	<b>223</b>
本章知识点 .....	223
先导案例 .....	223
8.1 AT89S51 单片机的总线结构 .....	224
8.1.1 单片机系统总线 .....	224
8.1.2 单片机与外部芯片的并行扩展 .....	225
8.2 并行接口的扩展 .....	226
8.2.1 并行 I/O 口的简单扩展 .....	227
8.2.2 8155 可编程接口芯片 .....	228
8.3 I <sup>2</sup> C 总线扩展 .....	234
8.3.1 I <sup>2</sup> C 串行总线概述 .....	234
8.3.2 24CXX 系列存储器使用 .....	235
8.3.3 AT24CXX 系列存储器接口电路与编程 .....	238
8.4 SPI 总线的扩展 .....	241
8.4.1 SPI 串行总线概述 .....	241

8.4.2 DS1302 时钟芯片的使用 .....	242
8.4.3 DS1302 的接口电路与编程 .....	246
8.5 单总线的扩展 .....	248
8.5.1 单总线简介 .....	248
8.5.2 DS18B20 的引脚及硬件连接 .....	249
8.5.3 DS18B20 的使用方法 .....	250
任务训练 1 数字钟设计与制作 .....	256
任务训练 2 温度控制器设计与制作 .....	263
先导案例解决 .....	272
本章小结 .....	272
思考题与习题 .....	273
<b>► 第 9 章 单片机应用系统开发 .....</b>	<b>274</b>
本章知识点 .....	274
先导案例 .....	274
9.1 单片机应用系统设计过程 .....	274
9.1.1 单片机应用系统设计的要求 .....	274
9.1.2 单片机应用系统的组成 .....	275
9.1.3 单片机应用系统设计步骤 .....	276
9.2 单片机的选型 .....	279
9.2.1 单片机的性能指标 .....	279
9.2.2 单片机的选型原则 .....	280
9.3 单片机的抗干扰技术 .....	281
9.3.1 干扰的来源 .....	281
9.3.2 硬件抗干扰技术 .....	283
9.3.3 软件抗干扰技术 .....	284
本章小结 .....	288
思考题与习题 .....	288
<b>► 附录 A ASCII 码表 .....</b>	<b>289</b>
<b>► 附录 B AT89S51 单片机指令表 .....</b>	<b>291</b>
<b>► 附录 C 常用芯片引脚 .....</b>	<b>296</b>
<b>► 参考文献 .....</b>	<b>299</b>

# 第 1 章

## 认识单片机

### 本章知识点

- 单片机的主要类型、发展及应用。
- 各种数制的转换方法。
- 单片机系统开发步骤。

### 先导案例

如图 1-1 所示，单片机体积小，仅仅是一块芯片。它和计算机有什么异同，二者存在什么关系呢？

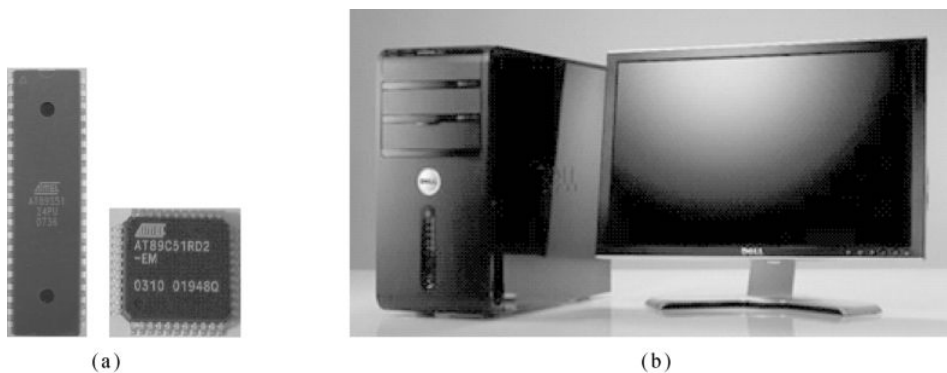


图 1-1 单片机与计算机  
(a) 单片机；(b) 计算机

单片机属于嵌入式计算机，是计算机微型化的结果，它将计算机中的主要部件集成在一

块芯片中,可以方便地嵌入到控制对象中以实现对象的智能化。而通用的微型计算机主要是为了实现高速及海量的数据处理。了解单片机的发展及主要产品对单片机的选型有着重要意义。

## 1.1 单片机的发展及应用

### 1.1.1 嵌入式系统与单片机

自1946年计算机诞生以来,它始终是用于实现数值计算的大型设备。直到20世纪70年代,微处理器的出现,才使得计算机技术的发展有了历史性的变化。人们以应用为中心,将微型计算机嵌入到一个应用对象体系中,以实现对象智能化控制的要求。这样的计算机就有别于通用的计算机系统,它失去了通用计算机的标准形态和功能。这种以应用为中心,以计算机技术为基础,软硬件可裁剪,针对具体应用系统,对功能、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统被称为嵌入式系统。

由于嵌入式计算机系统要嵌入到对象体系中,实现的是对象的智能化控制,因此,它有着与通用计算机系统完全不同的技术要求与技术发展方向。通用计算机的微处理器迅速从286、386、486发展到奔腾系列,操作系统则迅速扩张计算机基于高速海量的数据文件处理能力,使通用计算机系统进入尽善尽美阶段。而嵌入式计算机则走上了芯片化道路,它完全按照嵌入式应用要求设计全新的体系结构、微处理器、指令系统、总线方式、管理模式,将计算机做在一个芯片上,这就是嵌入式系统独立发展的单片机时代。随着微电子工艺水平的提高,其后发展的产品DSP迅速提升了嵌入式系统的技术水平,使嵌入式系统无处不在。

今天,嵌入式系统几乎包括了生活中的所有电器设备,如掌上PDA、移动计算设备、电视机顶盒、手机、数字电视、多媒体、汽车、微波炉、数码相机、家庭自动化系统、电梯、空调、安全系统、自动售货机、蜂窝式电话、工业自动化仪表与医疗仪器等。

简单地说,一个嵌入式系统就是一个硬件和软件的集合体。硬件包括嵌入式处理器、存储器及外部设备器件、输入/输出端口、图形控制器等;软件包括操作系统和应用程序。

嵌入式系统的核心就是嵌入式处理器。嵌入式处理器对实时和多任务有很强的支持能力、对存储区的保护功能强、具有可扩展的处理器结构及低功耗等特点。据不完全统计,目前全世界嵌入式处理器的品种总量已经超过1000种,流行的体系结构有30多个系列。其中8051体系占多一半,生产这种单片机的半导体厂家有20多个,共有350多种衍生产品,仅Philips公司就有近100种。现在几乎每个半导体制造商都生产嵌入式处理器。

嵌入式处理器可分成下面几类。

#### (1) 嵌入式微处理器

嵌入式微处理器(Embedded Micro Processor Unit, EMPU)采用“增强型”通用微处理器。对工作温度、电磁兼容性以及可靠性方面的要求较高,在功能方面与标准的微处理器基本上是一样的。嵌入式微处理器组成的系统将嵌入式微处理器及其存储器、总线、外部设备等安装在一块电路主板上,具有体积小、质量轻、成本低、可靠性高的优点,



微课:单片机  
分类及应用

但系统的技术保密性较差。嵌入式微处理器目前主要有 80X86 系列、Power PC 系列及 68 000 系列等。

### (2) 微控制器

微控制器 (Micro Controller Unit, MCU) 又称单片机, 它将整个计算机系统集成到一块芯片中。微控制器一般以某种微处理器内核为核心, 根据某些典型的应用, 在芯片内部集成了 ROM、EPROM、RAM、总线、总线逻辑、定时/计数器、看门狗、I/O 口、串行口、脉宽调制输出、A-D、D-A、Flash ROM、E<sup>2</sup>PROM 等各种必要的功能部件和外部设备。为适应不同的应用需求, 可对功能的设置和外部设备的配置进行必要的修改和裁减定制。和嵌入式微处理器相比, 微控制器使应用系统的体积大大减小、功耗和成本大幅下降、可靠性提高, 使得微控制器成为嵌入式系统应用的主流。目前 MCU 约占嵌入式系统市场份额的 70%。最典型的的就是 MCS-51 系列产品。

### (3) 嵌入式 DSP 处理器

由于实际应用中数字信号进行处理的要求, 使 DSP 算法被大量应用于嵌入式系统。DSP 应用从在通用单片机中以普通指令实现 DSP 功能, 过渡到采用嵌入式 DSP 处理器。DSP 处理器在系统结构和指令等方面进行了特殊设计, 使之更适用于运算量较大, 特别是向量运算、指针线性寻址等较多的场合。EDSP (Embedded Digital Signal Processor, EDSP) 处理器比较有代表性的产品是 TI 公司的 TMS320 系列和 Motorola 的 DSP56000 系列。

### (4) 片上系统

随着 EDA 的推广和 VLSI 设计的普及化, 以及半导体工艺的迅速发展, 可以在一块硅片上实现一个更为复杂的系统, 这就产生了 SoC (System on Chip, SoC) 技术。除了某些无法集成的器件以外, 整个嵌入式系统大部分均可集成到一块或几块芯片中去, 应用系统电路板将变得很简单, 对于减小整个应用系统的体积和功耗、提高可靠性非常有利。流行的 SoC 有 Cirrus Logic 公司的 Maverick 系列——EP7312 和 EP9312, Motorola 公司的 MC9328MX1, Intel 公司的 Strong ARM 及 TI 公司的 OMAP 等。

## 1.1.2 单片机的发展趋势

单片机的应用面极广, 发展速度很快, 其发展大致经历了以下 3 个历史阶段。

1974~1978 年, 为单片机芯片化阶段。第一代单片机始于 1974 年, 以 Intel 公司的 MCS-48 系列为代表, 其特点是专门的结构设计。单片机在片内集成了 8 位 CPU、并行 I/O 端口, 8 位定时/计数器、RAM、ROM 等, 资源少、无软件, 只能保证基本的控制功能。这一代单片机产品, 还有 Motorola 公司的 6801 系列和 Zilog 公司的 Z8 系列。

1978~1983 年, 为单片机完善阶段。以 Intel 公司的 MCS-51 系列为代表, 其技术特点是具有完善的总线结构, 包括 8 位数据总线、16 位地址总线及相应的控制总线组成的三总线结构及串行总线; 具有强大的指令系统, 其中大量的位操作指令与片内位地址空间构成了单片机所独有的布尔操作系统, 建立了计算机外围功能电路的 SFR 集中管理模式; 具有多级中断处理、16 位定时/计数器, 较大容量的片内 RAM 和 ROM, 有的单片机内部还带有 A-D 转换接口。这一代单片机真正开创了单片机作为微控制器的发展方向。

1983 年至今, 为单片机向微控制器过渡阶段。在这一时期, 一方面不断完善高档 8 位单片机, 另一方面发展 16 位单片机及专用单片机。将许多测控系统中所使用的电路技术、

接口技术及可靠性技术应用于单片机中,如程序运行监视器(WDT)、脉冲宽度调制器(PWM)、高速I/O口、A-D、D-A等,将这些满足嵌入式应用要求的外围扩展加入到芯片内部使单片机内部的外围功能电路得到增强,使其更符合智能控制器的特征。同时加强了各种总线扩展技术,如SPI、I<sup>2</sup>C、CAN等总线接口,以及电源管理功能等。

单片机在目前的发展形势下,表现出以下几大趋势。

- ① 采用多核CPU提高处理能力。
- ② 加大存储容量,采用新型存储器,方便用户擦写程序及数据,加强程序的保密措施。
- ③ 单片机内部所集成的部件越来越多,和模拟电路结合越来越紧密,使其应用水平不断提高。如NS公司(美国国家半导体公司)已将语音、图像部件也集成到单片机中。
- ④ 通信和联网功能不断加强。
- ⑤ 集成度不断提高,功耗越来越低,电源电压范围加宽。

随着半导体工艺技术的发展及系统设计水平的提高,单片机还会不断产生新的变化和进步,最终人们可能发现,单片机与微机系统之间的距离越来越小,甚至难以区别。

### 1.1.3 单片机主要产品及应用

随着集成电路的飞速发展,单片机从问世到现在发展迅猛,拥有繁多的系列,五花八门的机种。根据控制单元设计方式与采用技术的不同,可将目前市场上的单片机分为两大类型:复杂指令集(CISC)和精简指令集(RISC)。采用CISC结构的单片机数据线和指令线分时复用,指令丰富,功能较强,但取指令和取数据不能同时进行,速度受限,价格偏高。采用RISC结构的单片机数据线和指令线分离,即所谓哈佛结构。这使得取指令和取数据可同时进行,执行效率更高,速度亦更快。

属于CISC结构的单片机有Intel的MCS-51/96系列、Motorola的M68HC系列、Atmel的AT89系列、中国台湾Winbond(华邦)的W78系列、荷兰Philips的PCF80C51系列等;属于RISC结构的有Microchip公司的PIC16C5X/6X/7X/8X系列、Zilog公司的Z86系列、Atmel公司的AT90S系列等。一般来说,控制关系较简单的小家电,可以采用RISC型单片机;控制关系较复杂的场合,如通信产品、工业控制系统应采用CISC单片机。

各类单片机的指令系统各不相同,功能也各有所长,其中最具代表性的当属Intel的8051系列单片机。世界上许多知名厂商都生产与8051兼容的芯片,如Philips、Siemens、Dallas、Atmel等公司,通常把这些公司生产的与8051兼容的单片机统称为MCS-51系列。特别是在近年来,MCS-51系列又推出了一些新产品,主要是改善单片机的控制功能,如内部集成了高速I/O口、ADC、PWM、WDT等,以及低电压、微功耗、电磁兼容、串行扩展总线、控制网络总线性能等。由于它应用广泛且功能不断完善,因此成为单片机初学者的首选机型。

现将国际上较大的单片机公司以及产品销量大、发展前景看好的各系列8位单片机简介如下。

#### 1. Intel公司的MCS-51系列单片机

Intel公司的MCS-51系列单片机的型号及性能指标如表1-1所示。



微课:单片机  
主要产品

表 1-1 MCS-51 系列单片机的型号及性能指标

公司	型号	片内存储器		I/O 口 线	串行口	中 断 源	定 时 器	看 门 狗	工 作 频 率/ MHz	A/D 通道/ 位数	引 脚 与 封 装
		ROM EPROM Flash ROM	RAM								
Intel	80 (C) 31	—	128	32	UART	5	2	N	24	—	40
	80 (C) 51	4 KB ROM	128	32	UART	5	2	N	24	—	40
	87 (C) 51	4 KB EPROM	128	32	UART	5	2	N	24	—	40
	80 (C) 32	—	256	32	UART	6	3	Y	24	—	40
	80 (C) 52	8 KB ROM	256	32	UART	6	3	Y	24	—	40
	87 (C) 52	8 KB EPROM	256	32	UART	6	3	Y	24	—	40
Atmel	AT89C51	4 KB Flash ROM	128	32	UART	5	2	N	24	—	40
	AT89C52	8 KB Flash ROM	256	32	UART	6	3	N	24	—	40
	AT89C1051	1 KB Flash ROM	64	15	—	2	1	N	24	—	20
	AT89C2051	2 KB Flash ROM	128	15	UART	5	2	N	25	—	20
	AT89C4051	4 KB Flash ROM	128	15	UART	5	2	N	26	—	20
	AT89S51	4 KB Flash ROM	128	32	UART	5	2	Y	33	—	40
	AT89S52	8 KB Flash ROM	256	32	UART	6	3	Y	33	—	40
	AT89S53	12 KB Flash ROM	256	32	UART	6	3	Y	24	—	40
	AT89LV51	4 KB Flash ROM	128	32	UART	6	2	N	16	—	40
AT89LV52	8 KB Flash ROM	256	32	UART	8	3	N	16	—	40	
Philips	P87LPC762	2 KB EPROM	128	18	I <sup>2</sup> C, UART	12	2	Y	20	—	20
	P87LPC764	4 KB EPROM	128	18	I <sup>2</sup> C, UART	12	2	Y	20	—	20
	P87LPC768	4 KB EPROM	128	18	I <sup>2</sup> C, UART	12	2	Y	20	4/8	20
	P8XC591	16 KB ROM/EPROM	512	32	I <sup>2</sup> C, UART	15	3	Y	12	6/10	44
	P89C51RX2	16~64 KB Flash ROM	1 024	32	UART	7	4	Y	33	—	44
	P89C66X	16~64 KB Flash ROM	2 048	32	I <sup>2</sup> C, UART	8	4	Y	33	—	44
	P8XC554	16 KB ROM/EPROM	512	48	I <sup>2</sup> C, UART	15	3	Y	16	8/10	64

其中，带有“C”的型号为 CHMOS 工艺的低功耗芯片，否则为 HMOS 工艺芯片；MCS-51 系列单片机大多采用 DIP、PLCC 封装形式。

## 2. 89 系列单片机

89 系列单片机与 MCS-51 系列单片机完全兼容，已成为使用者的首选主流机型，其特征为片内 Flash ROM 是一种高速 E<sup>2</sup>PROM，可在内部存放程序，能方便地实现单片系统、扩展系统、多机系统。

### (1) Atmel 公司的 AT89 系列单片机

美国 Atmel 公司推出的 AT89 系列单片机是一种 8 位 Flash ROM 单片机，采用 8031CPU