

21

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN DIANZI JISHU GUIHUA JIAOCAI  
世纪高职高专电子技术规划教材

# 单片机原理 与应用

邱丽芳 主 编  
彭志刚 副主编  
胡汉辉 主 审

- 引入工程实践
- 突出基本概念
- 注重技能训练

免费提供

电子教案  
习题解答

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪高职高专电子技术规划教材

# 单片机原理与应用

邱丽芳 主 编

彭志刚 副主编

胡汉辉 主 审

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理与应用 / 邱丽芳主编. —北京: 人民邮电出版社, 2007.10  
(21 世纪高职高专电子技术规划教材)

ISBN 978-7-115-16499-5

I. 单... II. ①邱... 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 (2007) 第 107435 号

### 内 容 提 要

本书共分 12 章, 主要介绍单片机的基础知识、单片机的接口技术、单片机的指令系统及程序设计、单片机应用系统设计, 涵盖单片机原理与应用的全部内容, 各章配有小结及习题。全书以培养应用能力为主线, 体现高职高专特色。

本书适合作为高职高专院校电子类专业教学用书, 也可供有关工程技术人员参考。

21 世纪高职高专电子技术规划教材

### 单片机原理与应用

- 
- ◆ 主 编 邱丽芳
  - 副 主 编 彭志刚
  - 主 审 胡汉辉
  - 责任编辑 赵慧君
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京华正印刷有限公司印刷  
新华书店总店北京发行所经销
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 18.25  
字数: 438 千字 2007 年 10 月第 1 版  
印数: 1—3 000 册 2007 年 10 月北京第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-115-16499-5/TP

定价: 26.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

# 21 世纪高职高专电子技术规划教材

## 编 委 会

主 任 王俊鹏

副主任 张惠敏 向 伟

编 委 (以姓氏笔画为序)

朱乃立 阮友德 许恒玉 苏本庆 余本海

李存永 肖 珑 邱寄帆 张新成 林训超

胡修池 胡起宙 赵慧君 曾令琴 韩 丽

程 勇 潘春燕

## 从书出版前言

遵照教育部提出的以就业为导向, 高职高专教育从专业本位向职业岗位和就业为本转变的指导思想, 人民邮电出版社协同一些高职高专院校和相关企业共同开发了 21 世纪高职高专电子技术规划教材。

随着职业教育在我国的不断深化, 各高职高专院校越来越关注人才培养的模式与专业课程设置, 越来越关心学生将来的就业岗位, 并开始注重培养学生的职业能力。但是我们看到, 高职高专院校所培养的人才与市场上需要的技术应用型人才仍存在差距。那么如何在保证知识体系完整性的同时, 能在教材中体现正在应用的技术、正在发展的技术和前沿的技术成了本套教材探讨的重点, 为此我们在如下几个方面做了努力和尝试。

1. 针对电子类专业基础课程较经典, 及知识点又相对统一、固定的特点, 采取本科老师与高职高专老师合作编写的方式, 借助本科老师在理论方面深厚的功底, 在写作质量上进行把关, 高职高专老师则发挥其熟悉职业教育教学需求的优势把握教材的广度与深度, 力图解决专业基础课程理论与应用相结合的目的。

2. 高职高专教育培养的人才是面向生产、管理第一线的技术型人才, 基础课程的教学应以必需、够用为原则, 以掌握概念、强化应用为教学重点, 注重岗位能力的培养。本套教材在保证基本知识点讲解的同时, 掌握“突出基本概念, 注重技能训练, 强调理论联系实际, 加强实践性教学环节”的原则, 在内容安排上避免复杂的数学推导和计算。

3. 专业课程引入工程实例, 强化培养职业能力。让学生了解在实际工作中利用单片机和 PLC 做项目的流程, 并通过一系列小的实例逐步让学生产生学习兴趣, 并了解开发过程, 最后通过一个大的完整案例对学生进行综合培训, 从而达到对职业能力的培养。

以上这些仅是高职高专教材出版的初步。如何配合学校做好为国家培养人才的工作, 出版高质量的教材将是我们不断追求和奋斗的目标。

我们衷心希望, 关注高等职业教育的广大读者能对本套教材的不当之处给予批评指正, 提出修改意见, 同时也热切盼望从事高等职业教育的老师、企业专家和我们联系, 共同探讨相关专业的教学方案和教材编写等问题。来信请发至 [zhaohuijun@ptpress.com.cn](mailto:zhaohuijun@ptpress.com.cn)。

21 世纪高职高专电子技术规划教材编委会  
2005 年 8 月

## 编者的话

---

单片机是计算机的一个重要分支，它具有体积小、价格低、面向控制的特点，适用于各种工业控制、仪器仪表装置，在人类生产和生活的各个领域也都有着极为广泛的应用。“单片机原理与应用”作为电类专业的专业基础课程，我们在编写时，重点放在使学生对控制系统有深入具体的认识，对单片机在控制系统中的核心作用有深刻的了解。

全书共 12 章。第 1 章为单片机概述，第 2 章为 MCS-51 单片机结构和原理，第 3 章为 MCS-51 单片机的指令系统，第 4 章为 MCS-51 汇编程序设计，第 5 章为并行输入/输出接口，第 6 章为 MCS-51 单片机存储器及扩展技术，第 7 章为 MCS-51 中断系统及定时器，第 8 章为 MCS-51 的串行通信，第 9 章为显示/键盘接口技术，第 10 章为输入通道和输出通道的接口技术，第 11 章为其他接口电路，第 12 章为单片机应用系统的设计。

本书由湖南工业职业技术学院邱丽芳为主编，彭志刚为副主编。第 3 章、第 4 章、第 10 章、第 12 章由邱丽芳编写，第 1 章、第 2 章、第 5 章、第 11 章由彭志刚编写，第 7 章、第 8 章、第 9 章由陈新华编写，第 6 章由胡汉辉编写，附录由王皓编写。本书主审胡汉辉认真地审阅了全书，并提出了许多宝贵意见，在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中存在错误或不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者  
2007 年 6 月

# 目 录

第 1 章 单片机概述 .....	1
1.1 单片机发展概况 .....	1
1.2 单片机的特点和应用 .....	2
1.3 单片机的类型 .....	3
1.4 单片机应用系统的开发 .....	5
本章小结 .....	5
习题 .....	5
第 2 章 MCS-51 系列单片机的结构和原理 .....	6
2.1 MCS-51 系列单片机的内部结构 .....	6
2.1.1 内部结构 .....	6
2.1.2 引脚说明 .....	8
2.1.3 三总线结构 .....	10
2.1.4 CPU .....	10
2.1.5 存储器配置 .....	11
2.2 单片机的时钟及复位 .....	16
2.2.1 振荡器和时钟电路 .....	16
2.2.2 时序及有关概念 .....	17
2.2.3 复位方式 .....	18
2.3 MCS-51 系列单片机的最小系统 .....	19
本章小结 .....	20
习题 .....	20
第 3 章 MCS-51 单片机的指令系统 .....	22
3.1 概 述 .....	22
3.1.1 指令的表示形式及汇编 .....	22
3.1.2 指令的格式及编码 .....	23
3.1.3 常用符号 .....	25
3.2 寻址方式 .....	25
3.3 指令系统 .....	28
3.3.1 数据传送类指令 .....	29
3.3.2 算术运算类指令 .....	32
3.3.3 逻辑运算与循环类指令 .....	35
3.3.4 位操作类指令 .....	36
3.3.5 控制转移类指令 .....	39

3.4 伪指令	43
本章小结	45
习题	45
<b>第4章 MCS-51 系列单片机汇编语言程序设计</b>	<b>49</b>
4.1 汇编语言程序设计的基本方法	49
4.2 汇编语言程序设计举例	51
4.2.1 顺序结构程序设计	51
4.2.2 分支结构程序设计	52
4.2.3 循环程序	55
4.2.4 子程序	57
4.2.5 查表程序	59
本章小结	60
习题	60
<b>第5章 并行输入/输出接口</b>	<b>62</b>
5.1 MCS-51 系列单片机的并行输入/输出接口	62
5.1.1 P0 口	62
5.1.2 P1 口	63
5.1.3 P2 口	64
5.1.4 P3 口	65
5.1.5 并行 I/O 口的应用	65
5.2 8255A 可编程并行输入/输出接口	66
5.2.1 8255A 的结构	67
5.2.2 8255A 的引脚功能	68
5.2.3 8255A 与 MCS-51 系列单片机的连接	69
5.2.4 8255A 的工作方式与控制字	69
5.2.5 8255A 三种工作方式的功能及应用举例	71
本章小结	76
习题	77
<b>第6章 MCS-51 单片机存储器及其扩展技术</b>	<b>78</b>
6.1 存储器系统基本知识	78
6.1.1 存储器分类	78
6.1.2 存储器的组成	80
6.1.3 片选方式和地址分配	81
6.2 只读存储器	83
6.2.1 概述	83
6.2.2 扩展 EPROM 存储器	85
6.2.3 扩展 EEPROM 存储器	87
6.2.4 快擦写型存储器	91
6.3 随机存取存储器	94



6.3.1 概述	94
6.3.2 扩展 SRAM 存储器	95
6.3.3 扩展 EEPROM 存储器	98
6.3.4 RAM 的断电保护	98
本章小结	101
习题	101
<b>第 7 章 MCS-51 系列单片机的中断系统及定时器</b>	<b>102</b>
7.1 中断系统	102
7.1.1 中断概述	102
7.1.2 中断系统的结构	103
7.2 中断处理过程	107
7.2.1 中断响应条件和时间	107
7.2.2 中断响应过程	108
7.2.3 中断返回	109
7.2.4 中断程序举例	110
7.3 定时器/计数器	111
7.3.1 定时器/计数器结构及工作原理	111
7.3.2 定时器的专用寄存器	112
7.3.3 定时器的工作方式	114
7.3.4 定时器应用举例	120
本章小结	122
习题	122
<b>第 8 章 MCS-51 的串行通信</b>	<b>124</b>
8.1 串行通信概述	124
8.1.1 串行通信的基本方法	124
8.1.2 串行通信中的几个问题	125
8.1.3 串行通信的实现	127
8.2 串行通信标准	128
8.2.1 RS-232C 串行通信标准	128
8.2.2 RS-422A 与 RS-485 串行通信标准	130
8.3 单片机的串行 I/O 口	133
8.3.1 串行口的专用寄存器	133
8.3.2 串行口的 4 种工作方式	135
8.3.3 串行口应用举例	137
本章小结	146
习题	146
<b>第 9 章 显示/键盘接口技术</b>	<b>147</b>
9.1 LED 显示器及其接口	147
9.1.1 LED 显示器结构及工作原理	147

9.1.2	软件译码 LED 显示器接口	148
9.1.3	点阵 LED 显示接口	153
9.2	LCD 显示器及其接口	156
9.2.1	显示器结构及工作原理	156
9.2.2	LCD 显示接口及应用	158
9.3	键盘及其接口	160
9.3.1	键的状态输入及去抖动	161
9.3.2	独立式键盘及其接口	162
9.3.3	矩阵式键盘及其接口	163
9.4	8279 键盘/显示接口芯片	170
9.4.1	8279 引脚及功能	170
9.4.2	8279 工作方式	173
9.4.3	8279 命令及状态字	174
9.5	键盘/显示接口举例	179
	本章小结	181
	习题	182
<b>第 10 章</b>	<b>输入通道和输出通道的接口技术</b>	<b>183</b>
10.1	输入/输出通道概述	183
10.1.1	输入通道概述	183
10.1.2	输出通道概述	184
10.1.3	光电隔离接口	184
10.2	A/D 转换器	188
10.2.1	A/D 转换器的基本知识	188
10.2.2	ADC0809 接口电路及应用	192
10.2.3	MC14433 接口电路及应用	198
10.3	D/A 转换器	203
10.3.1	D/A 转换器的基本知识	203
10.3.2	DAC0832 接口电路及应用	205
	本章小结	209
	习题	210
<b>第 11 章</b>	<b>其他接口电路</b>	<b>211</b>
11.1	报警接口电路	211
11.1.1	灯光报警电路	211
11.1.2	声响报警电路	212
11.2	小直流电动机控制接口	212
11.2.1	工作原理	212
11.2.2	接口电路	213
11.3	步进电动机接口	216
11.3.1	步进电动机简介	216

11.3.2 步进电动机的控制系统和基本控制方法	218
11.3.3 步进电动机与 MCS-51 系列单片机的接口	219
11.3.4 步进电动机步数、转速的确定	222
11.4 I <sup>2</sup> C 串行总线接口	223
11.4.1 I <sup>2</sup> C 串行总线概述	224
11.4.2 EEPROM 芯片简介	225
本章小结	231
习题	232
<b>第 12 章 单片机应用系统的设计</b>	<b>233</b>
12.1 单片机的开发系统及开发工具	233
12.1.1 单片机的开发系统	233
12.1.2 单片机应用系统的开发工具	236
12.2 单片机应用系统的设计原则与过程	236
12.2.1 单片机应用系统的设计原则	236
12.2.2 单片机应用系统的设计过程	237
12.3 单片机应用系统的抗干扰设计	243
12.3.1 硬件抗干扰设计	243
12.3.2 软件抗干扰设计	244
12.4 单片机应用系统举例——秒表/时钟计时器的设计	246
12.4.1 功能要求	246
12.4.2 方案论证	246
12.4.3 系统硬件电路的设计	246
12.4.4 系统程序的设计	247
12.4.5 调试及性能分析	248
12.4.6 控制源程序清单	249
本章小结	260
<b>附录 1 MCS-51 系列单片机指令表</b>	<b>261</b>
<b>附录 2 常用接口芯片外引脚图</b>	<b>266</b>
<b>附录 3 MCS-51 系列单片机片内寄存器</b>	<b>273</b>
<b>附录 4 ASCII (美国信息交换标准代码) 码表</b>	<b>278</b>
参考文献	279

# 第 1 章

## 单片机概述

为适应科学技术的发展，微型计算机不断更新换代，新产品层出不穷。近年来在微型计算机的大家族中，单片机的发展极为迅速。本章主要介绍单片机的概念、单片机的发展概况、特点和应用领域以及常用的单片机系列和型号，单片机应用系统的一般开发流程。

### 1.1 单片机发展概况

#### 1. 什么是单片机

随着大规模、超大规模集成电路技术的发展和计算机微型化的需要，将微型计算机的基本功能部件：中央处理器（CPU）、存储器、输入/输出（I/O）接口、定时器/计数器等多种资源集成在一个半导体芯片上，使得一块集成电路芯片就能构成一个完整的微型计算机。这种集成电路芯片被称为单片微型计算机（Single Chip Microcomputer），简称单片机。由于它的结构及功能均是按照工业控制要求设计的，所以其确切的名称应是单片微控制器（Micro Controller Unit, MCU）。单片机在应用时通常装入到各种智能化产品之中，所以又称嵌入式微控制器（Embedded Micro Controller Unit, EMCU）。图 1-1 所示为单片机的结构框图。

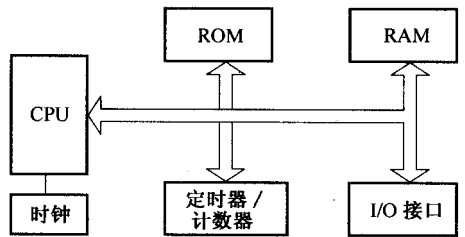


图 1-1 单片机结构框图

在单片机的结构设计上，它的软、硬件系统及 I/O 接口控制能力等方面都有独到之处，具有较强而有效的功能。从其组成、逻辑功能上来看，单片机具备了微型计算机系统的基本部件。但需要指出的是，单片机毕竟还只是一个芯片，只有在配置了应用系统所需的接口芯片、输入/输出设备后，才能构成实用的单片机应用系统。

#### 2. 单片机发展概况

单片机的发展历史并不长，从 Intel 公司生产出第一块单片机开始，单片机发展极为迅速，集成度越来越高，应用范围越来越广。迄今为止，仅 30 多年的历史，单片机技术已发展成为计算机技术的一个独特分支，在众多领域尤其是在智能化仪器仪表、检测和控制系统中得到了广泛的应用。

单片机以其诸多的优点而成为微型计算机的一个重要分支，它的产生与发展与微处理器的产生与发展大体同步，到目前为止，单片机的发展主要经历了4个阶段。

第一阶段（1970~1974年）：为4位机阶段。这种单片机的特点是：价格便宜，控制能力强。许多厂商都开发了自己的4位机系列，特别是日本厂商，将单片机广泛应用于民用、商用及工业控制领域。

第二阶段（1974~1978年）：为低、中档8位机阶段。此类单片机一般不带串行I/O接口，片内RAM和ROM容量小，寻址范围通常为4KB。它是8位机的早期产品，如Intel公司的MCS-48单片机即属此类。低、中档8位机目前已被高档8位机取代。

第三阶段（1978~1982年）：为高性能8位机阶段。这类单片机是在低、中档机的基础上发展起来的，因而其性能有明显的提高，如在1980年，Intel公司在MCS-48系列基础上又推出了高性能的MCS-51系列单片机。这类单片机均带有串行I/O接口，其定时器/计数器为16位，片内存储器容量都相应增大，并有中断优先级处理功能。这类单片机功能强，应用领域广，是目前单片机中应用最多的一种。

第四阶段（1982年至今）：为8位机性能提高和16位、32位机推出阶段。此阶段8位机不断完善以满足不同的应用领域，自1982年16位机诞生以来，现有Intel公司的MCS-96系列，NS公司的HPC16040系列，NEC公司的MPD783××系列和TI公司的TMS9940系列等均为16位机。近年来，32位机的出现成为单片机发展史上的又一个重要成就，其速度、性能比8位机、16位机更优越。

目前，8位高档机和16位机在单片机应用中占主导地位，产品众多，已有几十个系列、几百个型号，除了通用单片机以外，集成更多资源，如A/D转换器、D/A转换器、“看门狗”（Watchdog）电路、LCD控制器、网络控制模块等，将单片机嵌入式系统和Internet连接起来已是一种趋势。还有专用单片机产品，如专门用于数据处理（图像和语言处理等）的单片机。总之，单片机正在向微型化、低功耗、高速、高集成度、多资源、网络化、专用型方向发展。

## 1.2 单片机的特点和应用

### 1. 单片机的特点

单片机在一块芯片上集成了一台微型计算机（简称微机）所需的基本部件。它在硬件结构、指令功能方面均有独到之处，其主要特点如下。

① 性价比高。单片机性能稳定，功能强大，价格便宜。

② 体积小、集成度高、速度快、可靠性高。单片机将一台计算机所需的基本部件集成在一块芯片上，减少了各部件间的连线，能大大地提高运行速度和抗干扰能力。

③ 控制功能强。为了满足工业控制的需要，单片机有很强的位处理功能。在其他的逻辑控制功能方面，也都优于一般的8位微处理器。

④ 单片机系统配置灵活、方便。由于单片机带有一定数量的接口电路，容易构成各种规模的应用系统。

⑤ 单片机类型多。单从ROM类型来说，单片机的只读存储器有ROM、EPROM、EEPROM、

Flash Memory 等多种, 可以根据实际需要进行选择。

## 2. 单片机的应用

由于单片机具有如上所述的特点, 因此在工业生产、日常生活等诸多领域, 得到了日益广泛的应用, 单片机的主要应用领域如下。

① 工业控制。如工业生产过程中参数(如温度、压力、流量、液位等)的控制, 数控机床, 工业机器人等。

② 智能化仪器仪表。由单片机构成的智能仪器仪表, 集测量、数据处理功能于一体, 如转速测试仪、噪声测试仪、振动测试仪及电子秤等。

③ 计算机网络与通信。单片机上有并行 I/O 接口和串行 I/O 接口, 可用于通信接口, 如单片机控制的自动呼叫应答系统、列车无线通信系统、遥测遥控系统等。

④ 家用电器。由于单片机体积小, 控制能力强, 且片内有定时器/计数器, 所以广泛应用于家电设备中。如空调机、洗衣机、微波炉、及防盗报警器等。

## 1.3 单片机的类型

### 1. 单片机的主要生产厂商及产品

自单片机诞生以来, 其产品得到了迅猛的发展, 形成了多公司、多系列、多型号的局面。国际上知名且有较大影响的公司及其主要产品, 如表 1-1 所示。

表 1-1 单片机主要生产厂商及产品

公 司	典型产品系列
Intel	MCS-48、MCS-51、MCS-96 系列
Philips	与 MCS 系列兼容的 51 系列
Motorola	MC68 系列
Atmel	与 MCS 系列兼容的 51 系列
Microchip	PIC16C5X 系列
Zilog	Z8 系列

上述各种产品既有很多共性, 又各具特色, 由于种种原因, 到目前为止在国内广泛使用的单片机主要是 Intel 公司生产的 MCS-48、MCS-51 和 MCS-96 系列, 其中又以 MCS-51 系列使用最为广泛。

### 2. MCS-51 系列单片机及其兼容机

#### (1) MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列是高档 8 位机。它与 MCS-48 系列相比, 性能全面提高; 其许多功能也超过了 8085 CPU 和 Z80 CPU, 成为当前工业测控类应用系统的优选单片机。MCS-51 系列单片

机包括下列型号。

① 8051/8751/8031。这3种芯片常称为8051子系列，它们结构和功能相同，RAM为128B，区别仅在于片内程序存储器。8051片内有4KB的掩膜ROM，程序已由生产厂家烧制到掩膜ROM中，8051主要应用于程序固定且批量大的单片机产品中。8751片内有4KB的EPROM，用户可以把编好的程序用开发机或编程器写入其中，需要修改时，可以先用紫外光擦除器擦除其中的程序，然后再写入新的程序。8031片内无程序存储器，使用时需外接程序存储器芯片，其他结构性能相同。

② 8052/8752/8032。是8051/8751/8031的改进型，常称为8052子系列。其片内ROM和片内RAM比8051子系列各增加一倍，ROM为8KB，RAM为256B；另外增加了一个定时器/计数器和一个中断源。

③ 80C51/87C51/80C31。这3个型号是8051子系列的CHMOS型芯片，其片内存储器与8051子系列相同，称为80C51子系列。CHMOS型芯片的基本特点是集成度高和功耗低。

MCS-51系列单片机系列性能如表1-2所示。

表 1-2 MCS-51 系列单片机性能表

系列	功能	片内 ROM 类型			片内存储器容量		片外存储器寻址范围	
		ROM	EPROM	无 ROM	ROM	RAM	RAM	ROM
MCS-51		8051	8751	8031	4KB	128B	64KB	64KB
		8052	8752	8032	8KB	256B	64KB	64KB
		80C51	87C51	80C31	4KB	128B	64KB	64KB
系列	功能	I/O		定时/计数器	中断源	A/D	备注	
		并行	串行					
MCS-51		32	1	2×16位	5	—	CHMOS 型	
		32	1	3×16位	6			
		32	1	2×16位	5			

## (2) 与MCS-51系列兼容的单片机

从Intel公司推出MCS-51系列单片机以来，51系列单片机得到了极其广泛的应用。近年来，很多公司都生产以8051为内核的单片机，如Atmel公司的AT89/AT87系列、Philips公司的P89/P87系列、SST公司的STC89/87系列单片机。各大公司通常以8XC51来命名。

在众多的51系列单片机中，AT89系列单片机在我国得到了极其广泛的应用。AT89系列单片机是美国Atmel公司的8位机产品。它的特点是片内含有Flash Memory，Flash Memory是一种电擦除和电写入的闪速存储器（记为FPEROM），在系统的开发过程中可以很容易地进行程序修改，使开发调试更为方便。AT89系列单片机有如下3类。

① 标准型。主要有AT89C51、AT89LV51、AT89C52和AT89LV52这4种型号，其中AT89C51和AT89C52直接与8051系列兼容，相当于将8051、8052中的4KB、8KB ROM换成相应数量的Flash Memory，其余部分完全相同。AT89LV51是AT89C51低电压型号，可在2.7V~6V的电压范围内工作，其余功能和AT89C51相同。

② 低档型。主要有AT89C1051、AT89C2051两种型号。除并行I/O接口数较少外，其他部件和AT89C51基本相同，引脚只有20条。

③ 高档型。主要有 AT89S51、AT89S52 和 AT89S53 等型号，其中 AT89S51 有 4KB 可下载 Flash Memory，AT89S52 有 8KB 可下载 Flash Memory，AT89S53 有 12KB 可下载 Flash Memory，下载功能是由 PC 通过 89 系列单片机的串行外围接口 SPI 实现的。

## 1.4 单片机应用系统的开发

对于一个单片机应用系统，从提出任务到设计、调试、最后投入使用，这一过程称为开发。应用系统的开发是一个综合过程，具体来说可分为如下步骤。

① 确定应用系统的要求、功能以及软硬件的相互关系。

② 进行硬件设计。设计应用系统的电路原理图，选择元器件，合理安排线路并进行电路设计，制作印制电路板进行元器件的装配。

③ 进行软件设计。划分功能模块，确定算法和数据结构，对系统资源进行分配，画出程序流程图，编写源程序。进行软件设计可以采用汇编语言，也可以采用面向单片机的高级语言，包括 C 语言、PL/M 语言或 BASIC 语言，采用什么语言，可以根据系统的规模、设备条件以及控制要求进行选择。

④ 仿真调试。使用单片机仿真器或开发装置，将目标程序装入仿真器或开发装置中，对目标程序进行调试。调试过程中可能需要对硬件、软件进行修改、补充。

⑤ 样机制作。安装元件进行老化、测试，对电路板进行精细加工，然后装配成整机，再对整机进行测试和试验，合格后还需作较长时间的运行考验，只有这样，才能设计出好的应用产品来。

## 本章小结

1. 单片机是一块超大规模的集成电路，它是微电子技术和计算机技术相结合的产物，一块单片机芯片中包含有一台微型计算机所需的基本部件。
2. 单片机的出现历史并不长，由于其自身的优点，在控制领域使用非常广泛。
3. 单片机的系列多，型号多。在我国 51 系列的单片机使用较多。
4. 学习单片机的目的是为了开发单片机应用系统。

## 习 题

1. 什么叫单片机？一块完整的单片机芯片至少有哪些组成部件？
2. 单片机的发展经历哪几个阶段？各个阶段的单片机有什么特点？
3. Intel 公司的单片机有几大系列？各个系列的区别是什么？
4. AT89C51 和 MCS-51 单片机有何区别？
5. 单片机应用系统的一般开发步骤是什么？



## 第 2 章

# MCS-51 系列单片机的结 构和原理

单片机是计算机的一个分支，其组成原理和典型计算机相似，但结构上有其独到的特点。MCS-51 系列单片机在我国使用比较广泛，典型产品有 8051、8751、8031，它们的基本结构和基本功能相同。由于 MCS 是 Intel 公司的注册商标，所以只有 Intel 公司生产的单片机才称为 MCS 系列，其他公司生产的与 MCS-51 系列兼容的单片机都称为 51 系列单片机。本章介绍 MCS-51 系列单片机的内部结构、工作原理、引脚功能、存储器、时钟电路和复位工作方式。

### 2.1 MCS-51 系列单片机的内部结构

MCS-51 系列单片机包括许多类型，常用的有 8051 子系列、8052 子系列（均为 HMOS 型芯片）和 80C51 子系列（CHMOS 型芯片）等。它们的内部结构基本相同。这一节将主要以 8051 子系列为背景，介绍 MCS-51 系列单片机的内部结构以及各部分功能。

#### 2.1.1 内部结构

单片机在一块芯片上集成了一台计算机所需要的基本功能部件。MCS-51 单片机片内包含下列部件：

- ① 1 个 8 位 CPU；
- ② 1 个片内时钟振荡器，最高时钟频率为 12MHz；
- ③ ROM/EPROM 存储器（8031 片内没有）；
- ④ RAM 存储器（8051 子系列内含 128B RAM）；
- ⑤ 2 个 16 位定时器/计数器；
- ⑥ 可寻址外部程序存储器（ROM 指只读存储器，在“单片机”课程中又称为程序存储器）和外部数据存储器（RAM 指随机存取存储器，在“单片机”课程中又称为数据存储器）空间 64KB 的控制电路；
- ⑦ 32 条双向 I/O 接口线（4 个 8 位并行 I/O 接口）；
- ⑧ 1 个全双工异步串行口；
- ⑨ 5 个中断源、2 个优先级的中断结构；