

- 任务驱动
- 校企合作
- 侧重技能
- 面向就业

工业和信息化部职业教育教学指导委员会“十二五”规划教材
高等职业教育自动化类专业规划教材·任务驱动系列

单片机技术

◎ 张 涛 主编

◎ 韩春贤 王 盟 侯景忠 副主编

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



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

工业和信息产业职业教育教学指导委员会“十二五”规划教材
高等职业教育自动化类专业规划教材·任务驱动系列

单片机技术

张 涛 主编

韩春贤 王 盟 侯景忠 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是作者多年的单片机课程教学经验的总结,是近几年学院单片机技术课程教学团队大力推行教学改革成果。我们针对单片机课程教学出现的问题、社会需求及学生的认知情况,重新对单片机课程的教学内容进行了取舍和重构,采用“任务驱动”的教学方法,使单片机课程的教学彻底摆脱了“理论+实验”的教学模式,增强了学生的学习兴趣,提高了学生的操作技能。本书分为5章,共设计了23个任务和6个应用实例,主要介绍了80C51单片机的系统结构、程序设计的方法、三大内部资源(中断系统、定时器/计数器、串行通信系统)的使用及显示器、键盘等常用外部电路的扩展等内容。本书既保留了传统单片机教材知识的完整性、系统性的特点,又将23个任务合理地穿插其中,借助Keil和Proteus软件的编程、仿真功能,使硬件与软件设计相结合,提高了单片机学习的趣味性,任务中的技能拓展和6个应用实例也给了学生更多的发挥空间。

本书可作为高职高专院校电子信息类、自动化类、机电设备类、计算机类等专业的单片机技术课程的教材,也可作为广大单片机爱好者的参考工具书。

本书免费提供电子教案、课件、各任务电路的设计文件、汇编语言源程序和C语言源程序等资料。

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

单片机技术/张涛主编. —北京:电子工业出版社,2012.2
工业和信息化部职业教育指导委员会“十二五”规划教材
高等职业教育自动化类专业规划教材·任务驱动系列
ISBN 978-7-121-15764-6

I. ①单… II. ①张… III. ①单片微型计算机—高等职业教育—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第011703号

策划编辑:王昭松

责任编辑:王昭松 特约编辑:徐 岩

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订:

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:16.5 字数:422.4千字

印 次:2012年2月第1次印刷

印 数:4000册 定价:30.00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 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

自 20 世纪 80 年代后期,我国的高等院校工科专业开始开设单片机课程,至今已有 20 多年了。这期间,在教室讲授理论,到实验室利用实验箱做实验的教学模式一直沿用至今。由于单片机技术涉及到硬件电路设计和软件设计两方面的知识和技能,学习难度较大,致使学生上课犹如听天书,过了期中多数学生就懵懵然而放弃了,入门者寥寥。如何提高单片机课程的教学质量,让更多的学生掌握单片机技术,一直是专家和教师们研究的课题和课程改革的方向。

高等职业教育作为我国的一种教育类型,注重的是学生职业技能的培养。本着这个目标,在教高[2006]16 号文件的指导下,我院的单片机课程教学团队对该课程进行了持续的课程改革。一是把上课地点从教室搬到了实训室;二是引入了 Proteus、Keil 等仿真软件和自行制作了单片机学习板供学生操作训练;三是改革了考核方法,把终结性考核变为了过程性考核。本书就是教学改革的产物。

教学改革是一项需要长期探索的工作,教师和学生都有一个适应的过程。在教改初期,由于知识的完整性和系统性被打乱了,有的教师反映不会“讲课”了,学生反映上课“玩”得很高兴,但最后感觉“没学到”什么知识。这两种反映都是正常的,说明了我们的教学改革还处于初期阶段,教学模式、方法和手段的转变需要时间。

本书定位为单片机课程改革初期阶段的教材。它尽可能地保留了传统单片机教材知识的完整性、系统性的特点,又对单片机课程的知识点进行了取舍和重构,合理地分散到 23 个任务中,借助 Keil、Proteus 软件的编程、仿真功能,做到以任务为核心去组织知识点的学习,在硬件与程序设计中给出了比较详细的说明,不仅使学生学得会,还要使学生学得懂,在掌握技能的同时,还要具备一定的理论基础。

在实训手段上,我们提倡分三个层次。一是采用 Keil、Proteus 等编程、仿真软件作为入门,可降低难度和教学成本;二是采用单片机学习板,一块学习板的成本在百元左右,配置发光二极管、LED 数码管、键盘、蜂鸣器和扩展接口,能够完成多数的学习任务,没有过多的接线,学生在完成软件仿真之后,将编好的程序下载到单片机芯片中运行,这就解决了脱离实际的问题;三是单片机实验箱或单片机控制对象(用单片机控制的小车机器人),它们可作为综合性的实验或课程设计使用。把这三个层次的实训手段搭配好,本着由易到难、循序渐进的原则,技能的培养问题也就迎刃而解了。

本书分为 5 章,共设计了 23 个任务和 6 个应用实例。第 1 章通过 3 个任务的学习,重点对单片机的概念、应用领域、发展历程与趋势及常用单片机的类型有个初步的认识,通过解剖一个典型的单片机应用电路,了解单片机应用系统的构成和设计过程。第 2 章通过 10 个任务的学习,重点掌握 80C51 单片机的七种寻址方式、五大类指令及四种程序结构,使学生具备初步的程序设计能力。第 3 章通过 5 个任务的学习,重点掌握 80C51 单片机的中断系统、定时器/计数器和串行通信三大内部资源的使用方法。第 4 章通过 5 个任务的学习,重点掌握显示器、键盘、A/D、D/A 等单片机外部电路的设计方法。第 5 章通过 6 个应用实例,让学生尝试设计一些综合性的单片机应用系统,培养学生逐步具备单片机应用系统设计

的职业技能,此部分也可作为课程设计的题目。

因为各院校的实际情况不同,我们对本书的使用提出如下建议。

(1) 建议把计算机组成原理(或微机原理)、电子电路和C语言程序设计作为先期开设的课程。

(2) 课程教学安排在单片机实训室或计算机机房(安装Proteus和Keil软件)或多媒体教室进行,“理论+实验”的教学模式不适合使用本教材。

(3) 根据单片机课程在各专业中的地位不同,建议授课课时定在60~90学时之间。作为专业核心课程,建议安排在90学时左右,如条件允许,再安排1~2周的课程设计。

(4) 教学过程中,建议教师先做任务的演示,再让学生讨论,最后提出任务的解决方案,从而增强学生的感性认识,让学生带着兴趣和问题去学习。合理安排知识讲授和技能训练的时间比例,建议每次集中讲授的时间不超过15min。不要在用Proteus软件绘制电路上花费太多的时间,在学生能够熟练绘制单片机最小系统后,教师只需让学生绘制任务所需部分的电路。在掌握汇编语言程序设计的基础上,适当考虑C语言程序的教学,毕竟学单片机开发主流语言是C语言,书中多数任务提供了完整的C程序,教师可指导学生学习。

(5) 鉴于多数学生拥有个人计算机,教师在安排作业时可适当安排设计类的作业,锻炼学生查找资料、独立完成任务的能力。建议有条件的学校,课余时间开放单片机实训室以供学生训练。

本书由张涛制订了编写大纲,给出思路和写作风格,指导全书的编写,对全书统稿,并编写了第1章,韩春贤编写了第2章和第5章的实例5.5,王盟编写了第3章、第5章的实例5.6及附录A,侯景忠编写了第4章、第5章的实例5.1~5.4及附录B、C。

在这里,对我院单片机课程教学团队的汤荣秀、李金霞、李辉、王青叶、潘磊老师对单片机课程改革做出的贡献表示感谢,对天津启诚伟业科技有限公司的大力支持表示感谢,对全国各个院校致力于单片机课程改革的老师们致以崇高的敬意!

由于编者的水平有限,书中难免存在错误,敬请广大师生、读者批评指正。(联系邮箱: ztaa2009@163.com)。

编 者

2011年12月

目 录

第1章 认识单片机	(1)
任务 1.1 你了解单片机吗?	(1)
1.1.1 什么是单片机	(1)
1.1.2 单片机的特点	(1)
1.1.3 单片机的分类	(2)
1.1.4 单片机的应用领域	(3)
1.1.5 单片机技术的发展历程	(3)
1.1.6 单片机技术的发展趋势	(5)
1.1.7 常用单片机的类型介绍	(6)
任务 1.2 解剖典型单片机应用电路	(10)
1.2.1 单片机最小系统	(10)
1.2.2 输入设备	(17)
1.2.3 输出设备	(17)
1.2.4 电源电路	(18)
任务 1.3 如何设计单片机应用系统	(18)
1.3.1 单片机应用系统的设计步骤	(19)
1.3.2 单片机应用系统的设计举例	(20)
小结	(25)
练习题 1	(27)
第2章 让单片机听指挥	(28)
任务 2.1 认识单片机的内部结构	(28)
2.1.1 80C51 单片机的存储器结构	(28)
2.1.2 片内数据存储器	(29)
2.1.3 程序存储器	(33)
2.1.4 计算机的语言、指令与语句	(35)
任务 2.2 片内数据存储器的数据传送	(42)
2.2.1 寻址方式	(42)
2.2.2 数据传送指令	(45)
2.2.3 任务中用到的其他指令	(47)
2.2.4 任务中用到的伪指令	(49)
2.2.5 数据交换指令	(50)
任务 2.3 片外数据存储器的数据传送	(52)
2.3.1 数据存储单元的编址问题	(52)

2.3.2 累加器与外部 RAM 之间的数据传送指令	(53)
任务 2.4 程序存储器的数据传送	(55)
2.4.1 基址变址寻址方式	(56)
2.4.2 程序存储器中数据传送到累加器 A 的指令	(56)
2.4.3 累加器判零转移指令	(57)
2.4.4 定义字节与定义字伪指令	(58)
2.4.5 查表程序的设计	(58)
任务 2.5 单 LED 数码管轮流显示十六进制数	(61)
2.5.1 8 段 LED 数码管	(61)
2.5.2 四个并行 I/O 口在使用时的注意事项	(63)
2.5.3 任务中用到的其他指令	(63)
2.5.4 堆栈的使用	(65)
2.5.5 延时子程序的设计	(66)
任务 2.6 让单片机进行算术运算	(71)
2.6.1 算术运算指令	(71)
2.6.2 十进制调整指令	(75)
任务 2.7 让单片机进行逻辑运算	(79)
任务 2.8 8 个 LED 流水灯的控制	(84)
2.8.1 循环移位指令	(85)
2.8.2 怎样产生流水灯效果	(86)
任务 2.9 8 灯闪烁 10 次控制的实现	(89)
2.9.1 相对寻址方式	(90)
2.9.2 程序控制类指令	(90)
2.9.3 汇编语言程序的结构	(91)
任务 2.10 4 键控制 4 灯显示	(97)
2.10.1 位寻址方式	(98)
2.10.2 位操作指令	(100)
2.10.3 其他伪指令	(102)
2.10.4 独立式键盘电路	(104)
小结	(108)
练习题 2	(109)

第 3 章 单片机的三大资源

任务 3.1 8 LED 的外部中断控制	(111)
3.1.1 中断的概念	(111)
3.1.2 与中断相关的寄存器	(111)
3.1.3 中断的处理过程	(115)
任务 3.2 秒脉冲发生器	(123)
3.2.1 定时器/计数器的概念	(123)

3.2.2	定时器/计数器的结构组成	(123)
3.2.3	定时器/计数器的相关寄存器	(124)
3.2.4	定时器/计数器的工作方式0和工作方式1	(125)
3.2.5	定时器/计数器的应用	(127)
任务 3.3	LED 数码管显示 60s 计时器	(132)
3.3.1	定时器/计数器的工作方式2	(133)
3.3.2	定时器/计数器的工作方式3	(133)
任务 3.4	计数声光报警系统的设计	(139)
任务 3.5	双机串口通信系统	(143)
3.5.1	串行通信的基本概念	(144)
3.5.2	同步通信方式与异步通信方式	(144)
3.5.3	80C51 串行口的结构	(145)
3.5.4	波特率的概念	(147)
3.5.5	串行通信中数据传输的方向	(147)
3.5.6	多机通信控制位 SM2 的意义	(148)
小结		(153)
练习题 3		(154)
第 4 章	单片机的外部电路	(156)
任务 4.1	8 位 LED 数码管的动态显示	(156)
4.1.1	数码管的静态显示方式	(156)
4.1.2	数码管的动态显示方式	(157)
任务 4.2	4×4 矩阵键盘的设计	(163)
4.2.1	键盘的工作原理	(163)
4.2.2	矩阵式键盘	(164)
任务 4.3	字符型液晶显示模块 LCD1602 的使用	(176)
4.3.1	液晶显示技术概述	(176)
4.3.2	点阵字符型液晶显示模块 LCD1602 的介绍	(177)
任务 4.4	A/D 转换芯片 ADC0809 的使用	(185)
4.4.1	A/D 转换的相关知识	(186)
4.4.2	典型 A/D 转换器 ADC0809	(186)
任务 4.5	D/A 转换芯片 DAC0832 的使用	(194)
4.5.1	D/A 转换的相关知识	(194)
4.5.2	典型 D/A 转换器 DAC0832	(195)
小结		(200)
练习题 4		(200)
第 5 章	单片机应用系统设计实例	(201)
设计实例 5.1	简易密码锁的设计	(201)

设计实例 5.2	LED 点阵显示控制电路的设计	(203)
设计实例 5.3	十字路口交通灯控制系统的设计	(205)
设计实例 5.4	步进电机控制系统的设计	(213)
设计实例 5.5	智能电子钟的设计	(218)
设计实例 5.6	基于 DS18B20 的温度检测系统的设计	(225)
附录 A	Proteus ISIS 使用入门	(233)
附录 B	Keil μ Vision2 软件的使用说明	(242)
附录 C	MCS-51 单片机指令表	(252)
参考文献		(256)

第1章 认识单片机

任务 1.1 你了解单片机吗？

【学习目标】

- (1) 掌握单片机的概念、特点和分类。
- (2) 了解单片机技术的应用领域，知道单片机在智能仪表、家用电器等电子产品中的应用。
- (3) 了解单片机的发展历程与发展趋势，知道常见单片机的生产厂商。
- (4) 掌握 Intel 公司 MCS-51 系列单片机的型号和特点。

【任务描述】

通过本次任务的学习，你不仅会亲眼看见单片机是什么样子，还要知道它的发展历程，了解身边的哪些电子产品使用了单片机，知道有哪些公司生产哪些系列和型号的单片机。怎么样，内容不少吧，立即开始吧！

【相关知识】

1.1.1 什么是单片机

家用的遥控彩电、全自动洗衣机、空调、IC 卡式的电度表，都是用单片机控制的。单片机是将 CPU（Central Processing Unit）、存储器（Memory）、定时器/计数器（Timer/Counter）、I/O（Input/Output）接口电路等主要部件集成在一块集成电路上的微型计算机，简称单片机（SCM，Single Chip Microcomputer），又称微控制器（MCU，Micro Controller Unit）。如图 1.1 所示是 Atmel 89S51 和 Microchip PIC33FJ256 单片机的外观。

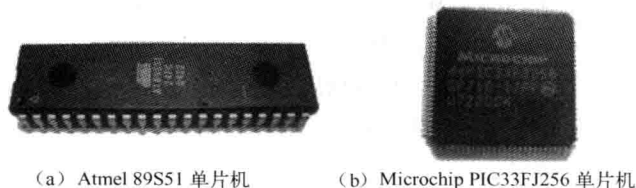


图 1.1 两款单片机的外观

1.1.2 单片机的特点

单片机主要应用在控制领域，它有以下几个方面的优点。

(1) 抗干扰能力强, 适应温度范围宽, 在恶劣的环境下也能可靠地工作, 这是通用微机不可比拟的。

(2) 体积小、成本低、运用灵活、易于产品化, 能方便地组成各种智能化的控制设备仪器和仪表, 实现机电一体化。

(3) 面向控制, 能针对性地解决从简单到复杂的各类控制问题, 产品的性价比高。

(4) 可以方便地实现多机和分布式控制, 使整个控制系统的效率和可靠性大为提高。

1.1.3 单片机的分类

从单片机诞生到现在, 它的种类繁多, 产品性能各异, 可从以下几个方面分类。

1. 按单片机内部程序存储器分类

按此方法分类, 单片机可分为片内无 ROM 型、片内带掩膜 ROM 型、片内 EPROM 型、片内一次可编写型 (OTP, One Time Programmable) 和片内带 Flash 型等。Flash 型单片机是近几年发展的一种新型机种。

2. 按指令集分类

按此方法分类, 单片机可分为 CISC (Complex Instruction Set Computer, 复杂指令集) 结构的单片机和 RISC (Reduced Instruction Set Computer, 精简指令集) 结构的单片机两大类。

采用 CISC 结构的单片机, 其指令丰富, 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。CISC 结构的单片机有 Intel 8051、8052 系列, Motorola M68HC 系列, Atmel AT89 系列和 Philips P89C5x 系列等。

采用 RISC 结构的单片机, 取指令和取数据能够同时进行, 便于采用流水线操作, 且大部分指令为单周期指令, 其运行速度快; 同时程序存储器的空间利用率高, 有利于实现超小型化。RISC 结构的单片机有 Microchip PIC 系列、三星 KS57C 系列 4 位单片机、Atmel AT90 系列和 Philips P89LPC90 系列等。

一般在控制关系较简单的电子产品中可以采用 RISC 型单片机, 在控制关系复杂的场合应采用 CISC 型单片机。

3. 按构成单片机芯片的半导体工艺分类

按此方法分类, 单片机可分为 HMOS (High density Metal Oxide Semiconductor, 高密度金属氧化物半导体) 工艺和 CHMOS (Complementary HMOS, 互补 HMOS) 工艺两大类。CHMOS 是 CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor, 互补金属氧化物半导体) 和 HMOS 的结合, 除了保持 HMOS 的高速度和高密度之外, 还有 CMOS 低功耗的特点, 两类器件的功能是完全兼容的。采用 CHMOS 的器件在编号中用一个 C 来加以区别, 如 80C51, 80C31 等型号, 都是采用 CHMOS 工艺制造的, 而 8051 是采用 HMOS 工艺制造的。

4. 按单片机字长分类

按此方法分类, 单片机可分为位片机、4 位机、8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机。

目前应用广泛、需求量较大的是 8 位机和 16 位机。

1.1.4 单片机的应用领域

单片机的应用领域非常广泛。例如，导弹的导航装置、飞机上各种仪表、计算机网络通信与数据传输、工业自动化过程的实时控制和数据处理、广泛使用的各种智能 IC 卡、小轿车的安全保障系统、家用电器、医疗设备及高档电子玩具等，这些设备都离不开单片机的控制。

1. 在智能仪器仪表中的应用

由于单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活等优点，广泛应用于仪器仪表中，再结合不同类型的传感器，可实现对诸如频率、温度、流量、速度、角度、压力等物理量的测量。采用单片机控制的智能仪器仪表实现了数字化、智能化、微型化，且功能也更加强大。

2. 在工业控制中的应用

用单片机可以构成形式多样的控制系统和数据采集系统。例如工厂流水线的智能化管理、电梯智能化控制及各种报警系统等。

3. 在家用电器中的应用

现阶段的家用电器基本上都采用了单片机控制，如电饭煲、微波炉、全自动洗衣机、电冰箱、空调机、遥控彩电、音响设备、电子秤、豆浆机及电子血压计等设备。

4. 在计算机网络和通信领域中的应用

单片机普遍具备通信接口，可以很方便地与计算机进行数据通信。现在的通信设备基本上都实现了单片机智能控制，如手机、电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统及列车无线通信等。

5. 单片机在医用设备领域中的应用

单片机在医用设备中的用途也相当广泛，如医用呼吸机、各种分析仪、监护仪、超声波诊断设备及病床呼叫系统等。

6. 单片机在汽车设备领域中的应用

单片机在汽车电子中的应用非常广泛，如汽车中的发动机控制器、基于 CAN 总线的汽车发动机智能电子控制器、GPS 导航系统、ABS 防抱死系统及制动系统等。

可见，单片机在家电、工业控制、医疗、国防等诸多领域都有着广泛的应用。

1.1.5 单片机技术的发展历程

单片机技术的发展历程大致经历了以下几个阶段。

1. 第一阶段 (1974 年~ 1976 年): 单片机的产生和初级发展阶段

1974 年, 美国仙童 (Fairchild) 公司研制出世界上第一台单片微型计算机 F8。它只包含了 8 位 CPU、64B 的 RAM 和两个并行口, 使用时还需外接 ROM、定时器/计数器等芯片。随后, Mostek 公司推出了 3870。这一时期的单片机制造工艺落后, 集成度很低。

2. 第二阶段 (1976 年~ 1978 年): 单片机的探索阶段

1976 年 9 月, 美国 Intel 公司的 MCS-48 系列单片机问世, 它成为单片机发展史上重要的里程碑, 开始了工业控制领域的智能化时代。这一系列的单片机在芯片内集成了 8 位 CPU、并行 I/O 口、8 位定时器/计数器、ROM 和 RAM 等, 无串行 I/O 口, 中断处理较简单, 片内 RAM、ROM 容量较小, 且寻址范围不超过 4KB。因为体积小、功能全、价格低而获得了广泛的应用, 为单片机技术的发展奠定了基础。

3. 第三阶段 (1978 年~ 1983 年): 主流低速单片机的发展阶段

1980 年, Intel 公司推出了功能、技术更趋完善的高档 8 位 MCS-51 系列单片机, 其代表机型为 8051 单片机, 成为市场上的主流机型。该时期的单片机存储容量和寻址范围都有所增大, 运算速度也有了较快的增长; 单片机内含的中断源、并行 I/O、定时器/计数器的数量也有明显增加; 另外还集成了全双工串行通信接口电路, 有的片内还带有 A/D 转换接口。代表机型有 Intel 公司的 MCS-51 系列、TI 公司的 TMS7000 系列等。

4. 第四阶段 (1983 年以后): 高档 8 位单片机巩固发展及 16 位单片机的推出阶段

这一时期, 既有工艺先进、集成度高、内部功能强、运行速度快的 16 位单片机问世, 也有高性能、多功能的新型 8 位单片机不断推出。

1983 年, Intel 公司推出了功能极强的 16 位 MCS-96 系列单片机。除 CPU 为 16 位以外, 片内 RAM 增加到 232B, ROM 的容量达到 8KB, 片内带有高速 I/O 处理单元, 多通道 10 位 A/D 转换部件, 具有 8 级中断, 实时处理能力更强, 适合更复杂的控制系统。16 位单片机的代表机型还有 TI 公司的 TMS9900 系列机, NEC 公司的 783XX 系列, NS 公司的 HPC16040 等。

高档 8 位单片机, 这一时期的代表有: Intel 公司的 8044 (双 CPU 工作), Motorola 公司的 MC68HC11 (内含 E²PROM 和 A/D 转换电路), WDC 公司的 65C124 (内含网络接口电路) 等。

5. 第五阶段 (进入 21 世纪以来): 单片机百花齐放发展的阶段

进入 21 世纪, 由于科技的不断发展, 人们对不同层次、不同功能的单片机的需求不断增加。低功耗、高时钟频率、抗干扰能力强等高性能兼容单片机不断问世, 如 TI 公司的 MSP430, LG 公司的 GMS90 系列。另一方面, 具备不同引脚封装形式、低工作电压、内载 Flash ROM 等特殊单片机也不断出现, 如美国 MicroChip 公司的 PIC 12、16、18 系列 8 位单片机, 美国 Atmel 公司的 AVR 单片机等。



读一读：实际上，占全球单片机销量 60%~80% 的 8 位单片机，仍然是当前的主流。就国内而言，使用量最大、应用范围最广泛的也是 8 位单片机。在 8 位单片机中，Intel 公司的 MCS-51 系列单片机已成为 8 位单片机的主流机型。世界上生产单片机的各公司也看好 MCS-51 系列单片机的强劲趋势，在 8 位单片机的设计上纷纷向 MCS-51 系列单片机内核靠拢，8051 内核已成为 8 位单片机的发展核心。荷兰 Philips 公司首先购买了 8051 内核的使用权，并在此基础上增加了具有自身特点的 I²C 总线。Atmel 公司用 Flash ROM 技术与 Intel 公司进行技术交换，取得了 80C31 的使用权，生产出 AT89C 系列单片机。Infineon（英飞凌）公司推出的 C500 系列单片机、中国台湾华邦公司生产的 W78 系列 8 位单片机等均与 MCS-51 系列 8 位单片机在指令系统和引脚功能上完全兼容。Intel 公司将 8051 生产技术以不同形式向不同公司转让，使得以 8051 为内核的系列单片机大量衍生出来，满足了各个领域不同的应用要求。所以，本书仍以 MCS-51 系列的 80C51 单片机为原型。

目前，单片机的主要生产厂家包括以下几个公司。

Intel 公司：MCS-51 系列，MCS-96 系列。

Atmel 公司：AT89 系列（MCS-51 内核），AT90（AVR）系列。

MicroChip 公司：目前主要的单片机产品包括 PIC10F、12F、16F、18F 系列 8 位机；PIC24F、24H 系列 16 位机；PIC32 系列 32 位机等。

Freescall（飞思卡尔半导体，原摩托罗拉半导体部）：MC68HC××系列。

NXP（恩智浦半导体，Philips 公司创立）：89、87、80 系列（MCS-51 内核）。

TI 公司：MPS430 系列。

1.1.6 单片机技术的发展趋势

20 世纪 90 年代后期至今，单片机技术进入了一个新的发展阶段，将朝着 CHMOS 化、低功耗、小体积、大容量、高性能、低价格和外围电路内装化等几个方面发展。

1. CHMOS 化

由于 CHMOS 技术的进步，且具有低功耗、高密度、高速度等特点，大大促进了单片机的 CHMOS 化。

2. 低功耗

单片机的功耗已到 mA 级，甚至到 1 μ A 以下，使用电压在 3~6V 之间，完全适应电池工作。低功耗的效应不仅是功耗低，而且带来了产品的高可靠性、高抗干扰能力以及产品的便携化、低电压化。目前 0.8V 供电的单片机已经问世。

3. 大容量化

传统的单片机片内程序存储器一般为 1~8KB，片内数据存储器在 256B 以下。在某些复杂的应用上，片内不论是程序存储器还是数据存储器容量都不能满足需求，必须采用外接

方式进行扩展。而新型单片机（例如 Philips P89C664）片内程序存储器可达 64KB，片内数据存储器可达 8KB。今后，随着制造工艺的不断发展，单片机片内存储器容量将进一步扩大。

4. 单片机的高性能化

主要是指进一步提高 CPU 的性能，加快运算速度，并加强了位处理功能、中断、定时功能。其主频从 4 ~ 12MHz 向 0（全静态）~ 40MHz 以上发展。同时采用流水线结构，让指令以队列形式出现在 CPU 中，从而进一步提高运算速度。有的单片机基本采用了多流水线结构，这类单片机的运算速度要比标准的单片机高出 10 倍以上。

5. 外围电路内装化

随着集成电路制造工艺的不断改进，将各种功能器件集成在片内成为可能。除了一般必须具有的 CPU、ROM、RAM、定时器/计数器等外，片内还可以根据需要集成如串行口、A/D、D/A、DMA 控制器、锁相环（PLL，Phase Locked Loop）、串行外围接口（SPI，Serial Peripheral Interface）、脉宽调制（PWM，Pulse Width Modulation）、看门狗计时器（WDT，Watch Dog Timer）、液晶显示（LCD，Liquid Crystal Display）驱动器等多种功能的部件。这样使得单片机的功能扩大，稳定性增强，可以为用户提供更优质的服务。

6. 增强 I/O 口功能

为了减少外部驱动芯片，进一步增加单片机并行口的驱动能力，现在有的单片机可直接输出较大电流（20mA）和较高电压，以便直接驱动显示器。为进一步提高 I/O 的传输速度，有的单片机设置了高速 I/O 口，能以最快的速度捕捉外部数据的变化，同时以最快的速度向片外输出数据，以适应数据高速传输的场合。

1.1.7 常用单片机的类型介绍

1. Intel 公司的 MCS -51 系列单片机

MCS -51 系列单片机的品种很多，常见的 MCS -51 系列单片机包括下列型号。

(1) 8031/8051/8751。这三种单片机常称为 8051 子系列，它们的区别仅在于片内程序存储器不同。8051 片内有 4KB 的掩膜 ROM；8751 片内有 4KB 的 EPROM；8031 片内无程序存储器，需外接 EPROM 或 E²PROM 存储芯片。

(2) 8032/8052/8752。它们是 8031/8051/8751 的改进型，常称为 8052 子系列。其片内 ROM、RAM 容量比 8051 子系列单片机增加一倍。另外还增加了一个定时器/计数器和一个中断源。

(3) 80C31/80C51/87C51。它们是采用 CHMOS 工艺制造的芯片，也称 80C51 子系列。它与 8051 子系列的区别在于芯片的制造工艺不同，其他方面完全兼容。它具有集成度高、速度快、功耗低等特点而被用户广泛使用。Intel 公司 CHMOS 单片机的主要型号见表 1.1。

表 1.1 Intel 公司 CHMOS 单片机的主要型号

系 列	典 型 芯 片	片 内 ROM 形式	片 内 RAM 形式	定时器/计数器	并行 I/O 口	串行 I/O 口	中 断 源
C51 子系列	80C31	无	128B	2 × 16	4 × 8	1	5
	80C51	4KB 掩膜 ROM	128B	2 × 16	4 × 8	1	5
	87C51	4KB EPROM	128B	2 × 16	4 × 8	1	5
	89C51	4KB E ² PROM	128B	2 × 16	4 × 8	1	5
C52 子系列	80C32	无	256B	3 × 16	4 × 8	1	6
	80C52	8KB 掩膜 ROM	256B	3 × 16	4 × 8	1	6
	87C52	8KB EPROM	256B	3 × 16	4 × 8	1	6
	89C52	8KB E ² PROM	256B	3 × 16	4 × 8	1	6
2051	89C2051	2KB E ² PROM	128B	2 × 16	2 × 8	1	5

2. Atmel 公司的 AT89 系列和 AT90 系列单片机

(1) AT89 系列。AT89 系列单片机是 Atmel 公司的 8 位 Flash 单片机。AT89 系列单片机的核心是 8051，其引脚排列、定义与 51 系列完全一致，可以直接替换。由于其片内程序存储器使用了 Flash ROM，芯片可以反复使用，因此缩短了研制周期，降低了研制成本。

AT89 系列单片机的常见型号见表 1.2。

表 1.2 AT89 系列单片机的常见型号

型 号	Flash ROM 容量 (KB)	RAM 容量 (B)	工作电压 (V)	引 脚
AT89C1051	1	64	5	20
AT89C2051	2	128	5	20
AT89C51	4	128	5	40
AT89LV51	4	128	2.7~6	40
AT89C52	8	256	5	40
AT89LV52	8	256	2.7~6	40
AT89C55	20	256	5	40
AT89LV55	20	256	2.7~6	40



读一读：AT89 系列单片机的型号编码由三个部分组成，它们分别是前缀、型号和后缀。其格式如下。

AT89C × × × × — × × × ×

其中：AT 是前缀，表示 Atmel 公司；89C × × × × 是型号；× × × × 是后缀。

下面分别对这三个部分进行说明，并且对其中有关参数的表示和意义作出相应的解释。

1. 前缀

前缀由字母“AT”组成，它表示该器件是 Atmel 公司的产品。

2. 型号

型号由“89C××××”或“89LV××××”或“89S××××”等表示。

(1) 89C××××中，9表示内部含Flash存储器；C表示是CMOS产品。

(2) 89LV××××中，LV表示是低电压产品。

(3) 89S××××中，S表示含ISP Flash ROM。

在这个部分的××××表示器件型号，例如：51，1051，8252等。

3. 后缀

后缀由“××××”这4个参数组成，每个参数的表示和意义不同。在型号与后缀部分由“-”号隔开。

后缀中的第一个参数×用于表示速度，它的意义如下。

×=12，表示速度为12MHz，

×=16，表示速度为16MHz，

×=20，表示速度为20MHz，

×=24，表示速度为24MHz，

后缀中的第二个参数×用于表示封装，它的意义如下。

×=D，陶瓷双列直插式封装。

×=J，塑料J引线芯片载体。

×=L，无引线芯片载体。

×=P，塑料双列直插（DIP）封装。

×=S，SOIC封装。

×=Q，PQFP封装。

×=A，TQFP封装。

×=W，裸芯片。

后缀中的第三个参数×用于表示温度范围，它的意义如下。

×=C，表示是商业产品，温度范围为0～+70℃。

×=I，表示是工业产品，温度范围为-40～+85℃。

×=A，表示是汽车用产品，温度范围为-40～+125℃。

×=M，表示是军用产品，温度范围为-55～+150℃。

后缀中的第四个参数×用于说明产品的处理情况，它的意义如下。

×为空，表示处理工艺是标准工艺。

×=/883，表示处理工艺采用MIL-STD-883标准。

例如，有一个单片机型号为“AT89C51-12PI”，则表示意义为，该单片机是Atmel公司的Flash单片机，内部是C51结构，速度为12MHz，封装为DIP，是工业级产品，按标准处理工艺生产。