



应用型本科信息大类专业“十二五”规划教材

单片机应用 技术教程

鞠剑平 陈朝大 主 编



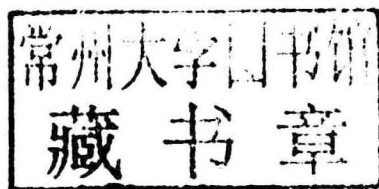
华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

应用型本科信息大类专业“十二五”规划教材

单片机应用技术教程

主 编 鞠剑平 陈朝大
副主编 郭军团 江 维 魏晋军 王妍玮
刘远聪 韩 剑 张 蔓
参 编 张秋菊 王晓莹 王铭杉



华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书主要介绍 MCS-51 及其兼容型单片机系统的设计、调试的相关知识。本着系统性、先进性和实用性的原则,本书在介绍传统单片机系统的经典内容的同时,也介绍了单片机领域最新发展的一些新理论、新技术、新方法和新应用。

全书内容包括单片机的硬件结构、单片机指令系统与汇编程序设计、单片机的 C 语言编程、单片机内部资源与外围接口技术、单片机的存储器与 I/O 并行以及串行扩展技术。本书内容编排上以 C51 为主,兼顾汇编语言,淡化芯片内部组成,从单片机实际应用的角度介绍功能,强化其接口连线、应用及总线连接技术,让读者熟悉单片机仿真和编程的相关工具软件(Protues、Keil C)。本书的大部分实例都给出了基于 Proteus 的仿真电路、汇编程序和 C51 程序。本书的最后还给出了基于 Proteus 仿真的单片机实验和课程设计指导。为方便教学,本书还配有电子课件等教学资源包,任课教师和学生可以登录我们爱读书网(www.ibook4u5.com)免费注册下载。

本书可供高等院校本科、专科的自动化、电子信息、通信工程、机电一体化、计算机等工科类专业选用,也可作为相关技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术教程/鞠剑平 陈朝大 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.9
ISBN 978-7-5609-7979-3

I. 单… II. ①鞠… ②陈… III. 单片微型计算机-高等学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 103601 号

单片机应用技术教程

鞠剑平 陈朝大 主编

策划编辑:康 序

责任编辑:康 序

封面设计:潘 群

责任校对:代晓莺

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:武汉兴明图文信息有限公司

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:22.75

字 数:580 千字

版 次:2012 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:39.80 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

只有无知，没有不满。

Only ignorant, no resentment.

.....迈克尔·法拉第(Michael Faraday)

迈克尔·法拉第(1791—1867)：英国著名物理学家、化学家，在电磁学、化学、电化学等领域都作出过杰出贡献。

应用型本科信息大类专业“十二五”规划教材

编 审 委 员 会 名 单

(按姓氏笔画排列)

卜繁岭	于惠力	方连众	王书达	王伯平	王宏远
王俊岭	王海文	王爱平	王艳秋	云彩霞	尼亚孜别克
厉树忠	卢益民	刘仁芬	朱秋萍	刘 锐	刘黎明
李见为	李长俊	张义方	张怀宁	张绪红	陈传德
陈朝大	杨玉蓓	杨旭方	杨有安	周永恒	周洪玉
姜 峰	孟德普	赵振华	骆耀祖	容太平	郭学俊
顾利民	莫德举	谈新权	富 刚	傅妍芳	雷升印
路兆梅	熊年禄	霍泰山	魏学业	鞠剑平	

前言

PREFACE

单片机自 20 世纪 70 年代诞生以来,已经广泛应用于仪器仪表、家用电器、医用设备、航空航天、专用设备的智能化管理及过程控制等领域。近十多年以来,嵌入式技术发展迅速,单片机的发展也进入了一个新的阶段。从广义上讲,单片机也属于嵌入式系统的范畴。目前,国内外很多大学都将单片机作为嵌入式系统的入门课程,通过单片机的学习,掌握计算机系统结构的基本概念和基础知识,为进一步地学习 32 位的 ARM 系统打下基础。

单片机发展至今,其类型和生产厂家众多,出现了 8、16、32 位单片机,这些单片机的结构、片上资源和接口、编译开发环境都有很大的区别,但是 8 位单片机是学习 16、32 位单片机和嵌入式系统的基础。而目前最常见的 8 位单片机就是 intel 的 MCS-51 系列单片机及其兼容机(以 AT89c51 为代表),这些兼容机在低端的控制领域仍有广泛应用。所以,对相关专业的学生掌握单片机的入门知识而言,学习和掌握 MCS-51 单片机的相关知识仍然是必要和合理的。

在很长一段时间内,国内单片机的程序设计是基于汇编语言编写的,但是随着技术发展,基于高级语言的单片机程序设计越来越普及,特别是基于 C 语言的单片机程序设计,称为 C51 程序设计。本书内容编排上以 C51 为主,兼顾汇编语言,淡化芯片内部组成,从单片机实际应用的角度介绍功能,强化其接口连线、应用及总线连接技术,让读者熟悉单片机仿真和编程的相关工具软件(Proteus、Keil C)。本书的大部分实例,都给出了基于 Proteus 的仿真电路、汇编程序和 C51 程序。

本书共分 10 章。其中第 1 章由张蔓编写,第 2 章由王妍玮编写,第 3 章、第 6 章由郭军团编写,第 4 章由鞠剑平编写,第 5 章由魏晋军编写,第 7 章由江维编写,第 8 章由刘远聪编写,第 9 章由陈朝大编写,第 10 章由韩剑编写。全书由鞠剑平、陈朝大负责统稿工作。张秋菊、王晓莹、王铭杉给本书的编写提供了大量的素材。

在本书编写过程中,华中科技大学出版社的康序编辑做了大量的工作,最终促成了本书的出版。在此,对康序编辑及华中科技大学出版社的其他工作人员

一并表示衷心的感谢!

为了方便教学,本书还配有电子课件等教学资源包,任课教师和学生可以登录我们爱读书网(www.ibook4u5.com)免费注册下载。

由于时间紧迫,编者水平有限,书中错误及疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2012 年 7 月

目 录

CONTENTS

第 1 章 单片机概论	(1)
1.1 单片机的基本概念	(1)
1.2 单片机的发展历史及发展趋势	(2)
1.3 常用的单片机系列	(4)
1.4 单片机的应用	(5)
1.5 MCS-51 系列单片机	(6)
习题 1	(9)
第 2 章 单片机的硬件结构	(10)
2.1 MCS-51 单片机的内部结构	(10)
2.2 MCS-51 单片机的外部引脚	(12)
2.3 MCS-51 单片机的 CPU 结构	(15)
2.4 MCS-51 单片机的存储器结构	(18)
2.5 MCS-51 单片机的时钟电路与复位电路	(22)
2.6 单片机的工作模式与最小系统	(25)
习题 2	(28)
第 3 章 单片机指令系统与汇编语言程序设计	(30)
3.1 指令系统概述	(30)
3.2 指令系统的寻址方式	(33)
3.3 MCS-51 单片机的指令系统	(37)
3.4 汇编语言程序设计概述	(60)
3.5 伪指令	(66)
3.6 汇编语言程序设计举例	(69)
习题 3	(104)
第 4 章 MCS-51 单片机的 C 语言编程	(106)
4.1 C51 语言概述	(106)
4.2 C51 语言的关键字与数据类型	(109)
4.3 C51 语言的存储种类和存储模式	(113)
4.4 C51 语言的表达式和程序结构	(117)
4.5 C51 语言的函数	(121)

4.6	C51 的指针与绝对地址访问	(127)
4.7	51 单片机的混合编程	(133)
	习题 4	(140)
第 5 章	MCS-51 单片机的内部资源	(144)
5.1	MCS-51 系列单片机的中断系统	(144)
5.2	MCS-51 单片机的定时器/计数器	(153)
5.3	MCS-51 单片机的串行通信	(160)
	习题 5	(173)
第 6 章	单片机的存储器扩展	(175)
6.1	单片机系统总线与系统扩展方法	(175)
6.2	程序存储器 EPROM 的扩展	(182)
6.3	数据存储器扩展	(189)
6.4	闪速存储器 Flash 的扩展	(194)
6.5	新型存储器(双口 RAM 及 FIFO)的扩展	(198)
	习题 6	(209)
第 7 章	单片机并行 I/O 口的扩展	(210)
7.1	I/O 口扩展概述	(210)
7.2	简单 I/O 口扩展	(212)
7.3	8255A 可编程并行接口芯片扩展 I/O 口	(214)
7.4	8155 可编程并行接口芯片扩展 I/O 口	(220)
7.5	单片机串行口到并行口的转换	(226)
7.6	并行接口日历时钟芯片 DS12887	(231)
7.7	V/F 与 F/V 接口	(233)
	习题 7	(238)
第 8 章	单片机外部接口技术	(240)
8.1	LED 显示接口技术	(240)
8.2	键盘接口技术	(255)
8.3	液晶显示接口技术	(268)
	习题 8	(277)
第 9 章	单片机的串行扩展技术	(280)
9.1	串行扩展概述	(280)
9.2	I ² C 总线的串行扩展	(281)
9.3	单总线串行扩展	(292)
9.4	SPI 总线串行扩展	(302)
	习题 9	(312)
第 10 章	MCS-51 单片机的仿真实验与课程设计	(313)
10.1	单片机开发调试过程	(313)
10.2	单片机软件开发工具 KEIL C	(314)
10.3	MCS-51 单片机仿真实验	(326)
	参考文献	(355)

第1章

单片机概论

内容概要

本章介绍单片机的基本概念、特点,单片机的发展历史和单片机的应用领域,着重讲解单片机的分类及 MCS-51 系列单片机。学习完本章的内容之后,读者将对单片机有一个初步的完整印象。



1.1 单片机的基本概念

单片机是一种集成度很高的微型计算机。自 20 世纪 70 年代问世以来,单片机已广泛应用在工业自动化控制、自动检测、智能仪器仪表、家用电器、电力电子、机电一体化等领域。

计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备及输出设备 5 个部分组成。而单片机则是在半导体硅片上集成了微处理器(CPU)、存储器(RAM、ROM、EPROM)和各种输入/输出(I/O)接口等形成的芯片级的微型计算机。因而单片机具有一台计算机的属性,其主要应用于测控领域,也称为微控制器 MCU(microcontroller unit)。

单片机的基本组成和基本工作原理与一般的微型计算机的相同,但在具体结构和处理过程上又有自己的特点。其主要特点如下。

(1)在存储器结构上,单片机的存储器采用哈佛(Harvard)结构,其 ROM 和 RAM 是严格分开的。ROM 称为程序存储器,只存放程序、固定常数和数据表格。RAM 称为数据存储器,用于工作区及存放数据。二者的访问方式也不同,使用不同的寻址方式,通过不同的地址指针访问。程序存储器存储空间较大,数据存储器存储空间较小,这样分配主要考虑到单片机多用于控制系统中的特点。程序存储器和数据存储器又有片内存储器和片外存储器之分,而且访问方式也不相同。所以,单片机的存储器在操作时分为片内程序存储器、片外程序存储器、片内数据存储器 and 片外数据存储器四种情况。

(2)在芯片引脚上,单片机大部分采用分时复用技术进行封装。单片机芯片内集成了较多的功能部件,需要的引脚信号较多。但由于工艺和应用场合的限制,芯片上引脚数目又不能太多。为解决实际的引脚数和需要的引脚数之间的矛盾,一根引脚往往设计了两个或多个功能。每条引脚在当前起什么作用,由指令和当前机器的状态来决定。

(3)在内部资源访问上,单片机通过特殊功能寄存器(SFR)的形式来完成资源的访问。单片机芯片中集成了微型计算机的微处理器、存储器、I/O 接口、定时器/计数器、串行接口、中断系统等电路,这些资源的访问是通过特殊功能寄存器(SFR)的形式实现的,也就是说用户对资源的访问是通过对对应的特殊功能寄存器(SFR)进行访问来实现的。

(4)在指令系统上,单片机采用面向控制的指令系统。为了满足控制系统的要求,单片机有很强的逻辑控制能力。在单片机内部一般都设置有一个独立的位处理器,又称为布尔处理器,专门用于位运算。

(5)单片机内部一般都集成有一个全双工的串行接口。通过这个串行接口,不仅可以很方便地和其他外设进行通信,还可以与另外的单片机或微型计算机通信,组成计算机分布式

控制系统。

(6) 单片机有很强的外部扩展能力。在内部的各功能部件不能满足应用系统要求时,单片机可以很方便地在外部扩展各种电路,它能与许多通用的微机接口芯片兼容。



1.2 单片机的发展历史及发展趋势

1.2.1 单片机的发展历史

单片机的历史可以追溯到 20 世纪 70 年代,美国 Intel 公司在 1971 年推出了 4 位单片机 4004,1972 年又推出了 8 位单片机 8008 雏形,特别是,在 1976 年推出 MCS-48 单片机以后的 30 年中,单片机的发展和其相关的技术经历了数次的更新换代。其发展速度大约为每三四年更新一代,集成度增加 1 倍、功能翻 1 番。以 8 位单片机的推出为起点,单片机的发展大致可分为四个阶段。

第一阶段(1976—1978):初级单片机阶段。该阶段以 Intel 公司的 MCS-48 单片机为代表。这个系列的单片机内集成有 8 位 CPU、I/O 口、8 位定时器/计数器,寻址范围不大于 4KB,有简单的中断功能,无串行接口。

第二阶段(1978—1982):单片机的完善阶段。在这一阶段推出的单片机其功能有较大的加强,能够应用于更多的场合。这个阶段的单片机普遍带有串行 I/O 口、有多级中断处理系统、16 位定时器/计数器,片内集成的 RAM、ROM 容量加大,寻址范围可达 64 KB,一些单片机片内还集成了 A/D 转换器转换接口。这类单片机的典型代表有 Intel 公司的 MCS-51、Motorola 公司的 6801 和 Zilog 公司的 Z8 等。

第三阶段(1982—1992):8 位单片机巩固发展及 16 位高级单片机的发展阶段。在此阶段,尽管 8 位单片机已广泛应用,但为了更好满足测控系统的嵌入式应用的要求,单片机集成的外部接口电路有了更大的扩充。这个阶段单片机的代表为 8051 系列。许多半导体公司和生产厂以 MCS-51 的 8051 为内核,推出了满足各种嵌入式应用的多种类型和型号的单片机。其技术的主要特点有。

(1) 外部功能集成。包括满足模拟量直接输入的 A/D 转换器接口;满足伺服驱动输出的 PWM;保证程序可靠运行的程序监控定时器 WDT(俗称看门狗电路)等。

(2) 出现了为满足串行外部扩展要求而设计的串行扩展总线和接口,如 SPI、I²C bus、单总线(1-wire)等。

(3) 出现了为满足分布式系统的功能要求,突出控制功能的现场总线接口,如 CAN bus 等。

(4) 在程序存储器方面广泛使用了片内程序存储器技术,出现了片内集成 EPROM、EEPROM、flashROM 及 maskROM、OTPROM 等各种类型的单片机,以满足不同产品的开发和生产的需要,也为最终取消外部程序存储器扩展奠定了良好的基础。与此同时,一些公司针对更高层次的应用,开发出了 16 位的单片机,其典型的代表有 Intel 公司的 MCS-96 系列的单片机。

第四阶段(1993 年至今):百花齐放阶段。现阶段单片机发展的显著特点是百花齐放、技术创新的速度不断加快,以满足日益增长的广泛需求。其创新内容主要有以下几个方面。

(1) 单片机嵌入式系统的应用是面对最底层的电子技术的应用,从简单的玩具、小家电,到复杂的工业控制系统、智能仪表、电器控制,以及机器人、个人通信信息终端、机顶盒等。

因此,面对不同的应用对象,不断推出适合不同领域要求的,并且功能从简单到复杂的单片机系列。

(2)大力发展专用型单片机。早期的单片机是以通用型为主的,随着单片机设计生产技术的提高,其生产周期缩短、成本下降,并且许多特定类型的电子产品,如家电类产品的巨大的市场需求,推动了专用单片机的发展。这类产品采用专用单片机,具有成本低、资源有效利用率高、系统外部电路少、可靠性高等优点。因此专用单片机也是单片机发展的一个主要方向。

(3)致力于提高单片机的综合品质。采用更先进的技术来提高单片机的综合品质,如提高 I/O 口的驱动能力,增加抗静电和抗干扰措施,宽(低)电压低功耗等。

1.2.2 单片机的发展趋势

自单片机诞生至今,已发展出了上百个系列的近千个机种。目前,单片机正朝着高性能和多品种的方向发展,CMOS 化、低功耗、小体积、大容量、高性能、低价格和外部电路内装化等是其发展的主要特点。

(1)CMOS 化 近年来,由于 CHMOS 技术的发展,大大地促进了单片机的 CMOS 化。CMOS 芯片除了有低功耗特性之外,还具有功耗的可控性,使单片机可以工作在功耗的精细管理状态。

(2)低功耗 单片机的工作电流降到 mA 数量级;工作电压在 3~6 V 之间,完全可以由电池供电。低功耗化的结果不仅是功耗低,而且产品的可靠性、抗干扰能力均得到提高,产品便携性更好。

(3)低电压 几乎所有的单片机都有 WAIT、STOP 等省电运行方式。允许使用的电压范围越来越宽,一般在 3~6 V 范围内工作。低电压供电的单片机电源电压的下限已可达 1~2 V。目前,0.8 V 电压供电的单片机已经问世。

(4)低噪声与高可靠性 为了提高单片机的抗电磁干扰能力,使产品能适应恶劣的工作环境,满足电磁兼容性方面更高标准的要求,各单片机厂家在单片机的内部电路中都采用了新的技术措施。

(5)大容量 以往单片机内的 ROM 容量为 1~4 KB, RAM 容量为 64~128 B。但在需要复杂控制的场合,这样的存储容量是不够的,必须进行外接扩充。为了适应这种应用领域的要求,必须运用新的工艺,使片内存储器有更大的容量。

(6)小容量、低价格 与上述特点相反,以 4 位、8 位单片机为中心的小容量、低价格的系列单片机的大量使用也是发展特点之一。这类单片机的用途是把以往由数字逻辑集成电路组成的控制电路改由单片机控制,这可广泛用于家电产品。

(7)外部电路内装化 这也是单片机发展的特点之一。随着芯片集成度的不断提高,有可能把众多的各种外部功能器件集成在片内。例如,美国 Cygnal 公司的 C8051F020 系列的 8 位单片机,内部采用流水线结构,大部分指令的完成时间为 1 个或 2 个时钟周期,峰值处理能力为 25MIPS(每秒百万条指令)。芯片上集成有 8 通道 A/D 转换器、两路 D/A 转换器、两路电压比较器,内置温度传感器、定时器、可编程数字交叉开关和 64 个通用 I/O 口、电源监测、看门狗、多种类型的串行总线(两个 UART、SPI)等。

(8)串行扩展技术应用 在很长一段时间里,通用型单片机通过三总线结构扩展外部器件成为单片机应用的主流。随着低价位 OTP(one time programble)及各种类型的片内程序存储器的开发,加之外部接口不断进入片内,推动了单片机“单片”应用结构的发展。特别是

I²C、SPI 等串行总线的引入,可以使单片机的引脚设计得更少,其系统结构更加简化及规范化。



1.3 常用的单片机系列

单片机可分为通用型单片机和专用型单片机两大类。通用型单片机是把可开发资源全部提供给使用者开发的微控制器。专用型单片机则是为过程控制、参数检测、信号处理等领域的特殊需要而设计的单片机。通常所说的单片机即指通用型单片机。

20 世纪 80 年代以来,单片机的发展非常迅速,世界上著名的厂商投放市场的产品就有几十个系列数百个品种,涵盖了 8 位、16 位和 32 位单片机。

1.8 位单片机系列

1) MCS-51 系列单片机

自单片机问世以来,在我国使用最多的是 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机及其兼容单片机。MCS 是 Intel 公司生产的单片机的系列号,如 Intel 公司的 MCS-48、MCS-51、MCS-96 系列单片机。MCS-51 系列是 Intel 公司在 MCS-48 系列的基础上发展起来的,是最早进入我国的单片机主流产品之一。

20 世纪 80 年代中后期,Intel 公司以专利转让或技术交换的形式把 8051 的内核技术转让给其他厂家,如 Amtel、Philips、Analog Devices、Dallas 等公司。这些厂家生产的兼容单片机,与 8051 的系统结构(主要是指令系统)相同,但采用 CMOS 工艺。我们把这些厂家以 8051 为基核推出的各种型号的兼容型单片机统称为 80C51 系列单片机。

2) ST 公司的 STM8 系列单片机

ST(意法半导体)公司的 STM8 内核 MCU 是最近两年进入市场的 MCU 芯片,包括 STM8S(标准系列)、STM8L(低压低功耗系列)、STM8A(汽车专用系列)三个子系列,采用 0.13 μm 的制造工艺、CISC 指令系统,是目前 8 位 MCU 市场上功能较完备、性价比较高的主流品种之一。其主要特点是功耗低、集成的外设种类多,并且与 ST 公司生产的 ARM Cortex-M3 内核的 STM32 芯片兼容,内嵌单线仿真接口电路(开发设备简单)、可靠性高、价格低廉。

3) STC 系列单片机

STC 系列单片机是宏晶公司生产的单片机。它主要基于 8051 内核,是新一代增强型单片机,其指令代码完全兼容传统 8051 单片机,其优点是其速度比 8051 单片机的速度快 8~12 倍,带 A/D 转换器,4 路 PWM,双串口,有全球唯一采用 ID 号的产品,加密性好,抗干扰强。

4) Microchip 公司的 PIC 系列单片机

Microchip(微芯科技)公司的 8 位单片机主要包括 PIC10F、PIC12C/12F、PIC16C/16F、PIC17C、PIC18C/18F 等系列。其特点是:采用 RISC 指令系统,指令数目少、运行速度快、工作电压低、功耗小;I/O 引脚支持互补推挽输出方式,驱动能力较强,任意一个 I/O 口均可直接驱动发光二极管。该系列 MCU 芯片最大缺点是:集成的外设种类不多,功能有限,即性价比不高,适用于用量大、档次低、价格敏感的电子产品。

5) ATMEL 公司的 AVR 系列单片机

AVR 系列单片机采用增强型 RISC 结构,在一个时钟周期内可执行复杂指令,每 1 MHz 具有 1MIPS 的处理能力。AVR 单片机的工作电压为 2.7~6.0 V,功耗小,广泛应用

于计算机外部设备、工业实时控制、仪器仪表、通信设备、家用电器、宇航设备等领域。

2.16 位单片机系列

16 位单片机的操作速度及数据吞吐能力等性能指标比 8 位机的有较大幅度的提高,但市场占有率远没有 8 位、32 位的单片机高,生产厂家也较少,目前主要有日本 RENESAS(瑞萨科技)公司的 H8S、H8SX、R8C、MC16C 系列, Freescale(飞思卡尔半导体)公司的 S12、S12X、HC16 系列, Microchip(微芯科技)公司的 PIC24F、PIC24H、dsPIC30F、dsPIC33D 系列, Infineon(英飞凌)公司的 C166/XC166 系列, TI(德州仪器)公司的 MSP430 系列, 凌阳科技公司的 SPMC75 系列。

16 位单片机主要应用于工业控制、汽车电子、医疗电子、智能化仪器仪表、便携式电子设备等领域。其中, TI 公司的 MSP430 系列以其超低功耗的特性广泛应用于低功耗场合。

3.32 位单片机系列

由于 8 位、16 位单片机的数据吞吐率有限,因此在语音、图像、工业机器人、Internet 及无线数字传输技术需求的驱动下,开发、使用 32 位单片机成为一种必然趋势。目前,各大芯片厂商纷纷推出各自的 32 位嵌入式单片机芯片,主要有 Freescale、TOSHIBA、HITACHI、NEC、EPSON、MITSUBISHI、SAMSUNG、Atmel、NXP、Nuvoton(Winbond 关联企业)等公司,其中以 ARM 内核的 32 位 MCU、RENESAS 的 M32C 与 R32C 内核的 32 位 MCU、Microchip 的 PIC32M 系列 MCU、Freescale ColdFire 内核的 MCF5×××系列 32 位 MCU 应用较为广泛,产量也较大。

基于 ARM 的 Cortex-M3 内核架构的单片机芯片目前大量用于工控领域,主要有 ST 公司的 STM32F1××系列、NXP 的 LPC1300 与 LPC1700 系列,以及 Luminary Micro(流明诺瑞公司,已被 TI 公司并购)的 Stellaris(群星)系列;基于 Cortex-M0 的内核芯片主要有 NXP 公司的 LPC1100 及 LPC1200 系列芯片、Nuvoton 公司的 NuMicro NUC100 系列以及 NuMicro M051 系列(其设计定位是期望取代传统的 MCS-51 内核芯片,支持总线接口功能)。其他厂家,如 ST、TOSHIBA 等公司表示将在 2011 年内推出基于 Cortex-M0 的内核芯片,也许未来几年内 Cortex-M0 内核会成为一个通用的 MCU 内核。这类芯片速度快、功能完善、价格低廉,功耗也不高,在某些应用领域大有取代 8 位、16 位 MCU 芯片的趋势。



1.4 单片机的应用

如今单片机已经渗透到我们生活的各个领域,几乎很难找到哪个领域没有单片机的踪迹。导弹的导航装置,飞机上各种仪表的控制,计算机的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,民用豪华轿车的安全保障系统,录像机、摄像机、全自动洗衣机的控制,以及程控玩具、电子宠物等,这些应用领域都离不开单片机。更不用说自动控制领域的机器人、智能仪表、医疗器械及各种智能机械了。因此,单片机的学习、开发与应用将造就一批计算机应用与智能化控制的科学家、工程师。

单片机的应用领域大致可分如下几个范畴。

1) 在智能仪器仪表上的应用

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点,故可以广泛应用于仪器仪表中,结合不同类型的传感器,可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。单片机能够让仪器仪表数

字化、智能化、微型化,并且其功能比起采用模拟或数字电路更加强大。例如,精密的测量设备(功率计、示波器、各种分析仪)中就使用了单片机控制。

2)在工业控制中的应用

使用单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统。例如,工厂流水线的智能化管理,电梯的智能化控制、各种报警系统,以及与计算机联网构成二级控制系统等。

3)在家用电器中的应用

随着单片机技术的快速发展,单片机以其可靠性高、控制功能强、环境适应性好、体积小等优点在家用电器中得到日益广泛的应用。单片机取代传统家电中的机械控制部件,正在使传统的家用产品走向智能化。例如,能识别衣物种类、脏物程度,自动选择洗涤时间、强度的洗衣机;能识别食物的种类,选择加热时间、温度的微波炉;能识别食物种类、保鲜程度,自动选择储藏温度的冰箱等。这类高智能的全自动家用电器充分发挥了单片机和家电系统融合的优势。



1.5 MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列单片机共有二十几种芯片,表 1-1 列出了 MCS-51 系列单片机的产品分类及特点。

表 1-1 MCS-51 系列单片机分类

型 号	程序 存储器 (R/E) 容量/B	数据 存储器 容量/B	寻址 范围 (RAM)	寻址 范围 (ROM)	并 行 口 / 位	串 行 口	中 断 源 / 个	定时 器/计 数器 / 位	晶振/ MHz	典型 指令 / μ s	其 他
8051AH	4 KB(R)	128 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	HMOS-Ⅱ工艺
8751H	4 KB(E)	128 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	HMOS-Ⅰ工艺
8031AH	—	128 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	HMOS-Ⅱ工艺
8052AH	8 KB(R)	256 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	HMOS-Ⅱ工艺
8752H	8 KB(E)	256 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	HMOS-Ⅰ工艺
8032AH	—	256 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	HMOS-Ⅱ工艺
80C51BH	4 KB(R)	128 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	CHMOS 工艺
87C51H	4 KB(E)	128 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	
80C31BH	—	128 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	
83C451	4 KB(R)	128 B	64 KB	64 KB	7×8	UART	5	2×16	2~12	1	CHMOS 工艺 有选通方式 双向口
87C451	4 KB(E)	128 B	64 KB	64 KB	7×8	UART	5	2×16	2~12	1	
80C451	—	128 B	64 KB	64 KB	7×8	UART	5	2×16	2~12	1	
83C51GA	4 KB(R)	128 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	7	2×16	2~12	1	CHMOS 工艺 8×8 A/D 有 16 位 监视定时器
87C51GA	4 KB(E)	128 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	7	2×16	2~12	1	
80C51GA	—	128 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	7	2×16	2~12	1	
83C152	8 KB(R)	256 B	64 KB	64 KB	5×8	GSC	6	2×16	2~17	0.73	CHMOS 工艺 有 DMA 方式
80C152	—	256 B	64 KB	64 KB	5×8	GSC	1	2×16	2~17		

续表

型 号	程序 存储器 (R/E) 容量/B	数据 存储器 容量/B	寻址 范围 (RAM)	寻址 范围 (ROM)	并 行 口 / 位	串 行 口	中 断 源 / 个	定时 器/计 数器 / 位	晶振/ MHz	典型 指令 / μs	其 他
83C251	8 KB(R)	256 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	7	3×16	2~12	1	CHMOS 工艺 有高速输出、脉 冲调制、16 位监视 定时器
87C251	8 KB(E)	256 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	7	3×16	2~12	1	
80C251	—	256 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	7	3×16	2~12	1	
80C52	8 KB(R)	256 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	CHMOS 工艺
8052AH BASIC	8 KB(R)	256 B	64 KB	64 KB	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	HMOS-Ⅱ 工艺 片内固化 BASIC

表 1-1 列出了 MCS-51 系列单片机的芯片型号及它们的技术性能指标,下面针对表 1-1,对 MCS-51 系列单片机做进一步的说明。

(1)按照 MCS-51 系列单片机片内配置的程序存储器来分类,可以分为以下三种类型。

- 片内带 maskROM(掩膜 ROM)型:如 8051、80C51、8052、80C52 等。此类芯片是由半导体厂家在芯片生产的过程中,将用户的应用程序代码通过掩膜工艺制作到 ROM 中而形成的。其应用程序只能委托半导体厂家“写入”,但程序一旦写入后则不能修改。此类单片机适合大批量使用。

- 片内带 EPROM 型:如 8751、87C51、8752 等。此类芯片带有透明窗口,可通过紫外线擦除存储器中的程序代码,应用程序可通过专门的编程器写入到单片机中,需要更改时可擦除原程序后重新写入。此类单片机价格较贵,不适合大批量使用。

- 片内无 ROM(ROMless)型:如 8031、80C31、8032 等。此类芯片中没有程序存储器,使用时必须在外部并行扩展程序存储器芯片。由于此类单片机必须在外部并行扩展程序存储器芯片,因而会造成系统的电路复杂,目前较少使用。

(2)按照片内配置存储器的容量来分类,可以分为以下两种类型。

- 51 子系列型:芯片型号的最后一位数字以 1 作为标志,51 子系列是基本型产品。其片内带有 4 KB ROM/EPROM(8031、80C31 除外)、128 B RAM、2 个 16 位定时器/计数器、5 个中断源等。

- 52 子系列型:芯片型号的最后一位数字以 2 作为标志,52 子系列是增强型产品。片内带有 8 KB ROM/EPROM(8032、80C32 除外)、256 B RAM、3 个 16 位定时器/计数器、6 个中断源等。

(3)按芯片的半导体制造工艺来分类,可以分为以下两种类型。

- HMOS 工艺型:如 8051、8751、8052、8032 等。HMOS 工艺,即高密度短沟道 MOS 工艺。

- CHMOS 工艺型:如 80C51、83C51、87C51、80C31、80C32、80C52 等。CHMOS 工艺,即互补金属氧化物 HMOS,是 CMOS 工艺与 HMOS 工艺的结合。此类芯片型号中都用字母“C”来标识。

此两类器件在功能上是完全兼容的,但采用 CHMOS 工艺的芯片具有更低功耗的特点,它所需要的电流要比 HMOS 器件的小得多。CHMOS 器件比 HMOS 器件多了两种节电的

工作方式(掉电方式和待机方式),常用于构成低功耗的应用系统。

此外,单片机与其他芯片一样有其温度特性,按其所能适应的环境温度范围,可划分为以下三个等级。

- 民用级:0~70℃。
- 工业级:−40~+85℃。
- 军用级:−65~+125℃。

因此,在使用时应注意根据现场温度选择芯片。

20世纪90年代,美国的Atmel公司率先把MCS-51内核与flash存储技术相结合,推出了8位高性能的AT89系列单片机。AT89系列单片机与MCS-51单片机的指令和引脚完全兼容,但在功能上比MCS-51有所增强。AT89系列单片机内含可编程flash存储器,用户可以很方便地进行程序的擦写操作;并且采用静态时钟模式,可以节省电能。因此,Atmel公司生产的单片机在MCS-51的兼容机市场占据了很大的份额,受到众多用户的喜爱。

AT89系列的各种不同型号的单片机,其主要差别在于片内的flash程序存储器的容量大小、片内数据存储器的容量大小、并行I/O口线及中断源个数的不同。其常用产品的特性如表1-2所示。

表 1-2 AT89 系列单片机一览表

型 号	快闪程序 存储器 容量/B	数据存 储器容 量/B	寻址范围 ROM	寻址范围 RAM	并行 I/O 口线/位	串行 UART	中断源/ 个	定时器/ 计数器/ 位	工作频率 /MHz
AT89C51	4 KB	128 B	64 KB	64 KB	32	1	5	2×16	0~24
AT89C52	8 KB	256 B	64 KB	64 KB	32	1	6	3×16	0~24
AT89LV51	4 KB	128 B	64 KB	64 KB	32	1	5	2×16	0~24
AT89LV52	8 KB	256 B	64 KB	64 KB	32	1	6	3×16	0~24
AT89C1051	1 KB	64 B	4 KB	4 KB	15	—	3	1×16	0~24
AT89C1051U	1 KB	64 B	4 KB	4 KB	15	1	5	2×16	0~24
AT89C2051	2 KB	128 B	4 KB	4 KB	15	1	5	2×16	0~24
AT89C4051	4 KB	128 B	4 KB	4 KB	15	1	5	2×16	0~24
AT89C55	20 KB	256 B	64 KB	64 KB	32	1	6	3×16	0~33
AT89S53	12 KB	256 B	64 KB	64 KB	32	1	7	3×16	0~33
AT89S8252	8 KB	256 B	64 KB	64 KB	32	1	7	3×16	0~33
AT88SC54C	8 KB	128 B	64 KB	64 KB	32	1	5	2×16	0~24

如图1-1所示,Atmel单片机的型号编码通常表示为AT89C××××-××××的形式,包含前缀、型号和后缀三个部分。其中,“AT”是前缀,“89C××××”是型号,型号之后的“××××”是后缀。各部分含义如图1-1所示。

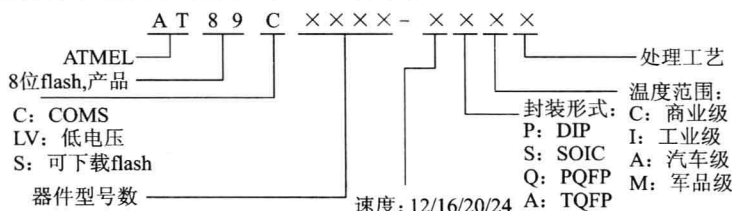


图 1-1 Atmel 单片机的型号编码