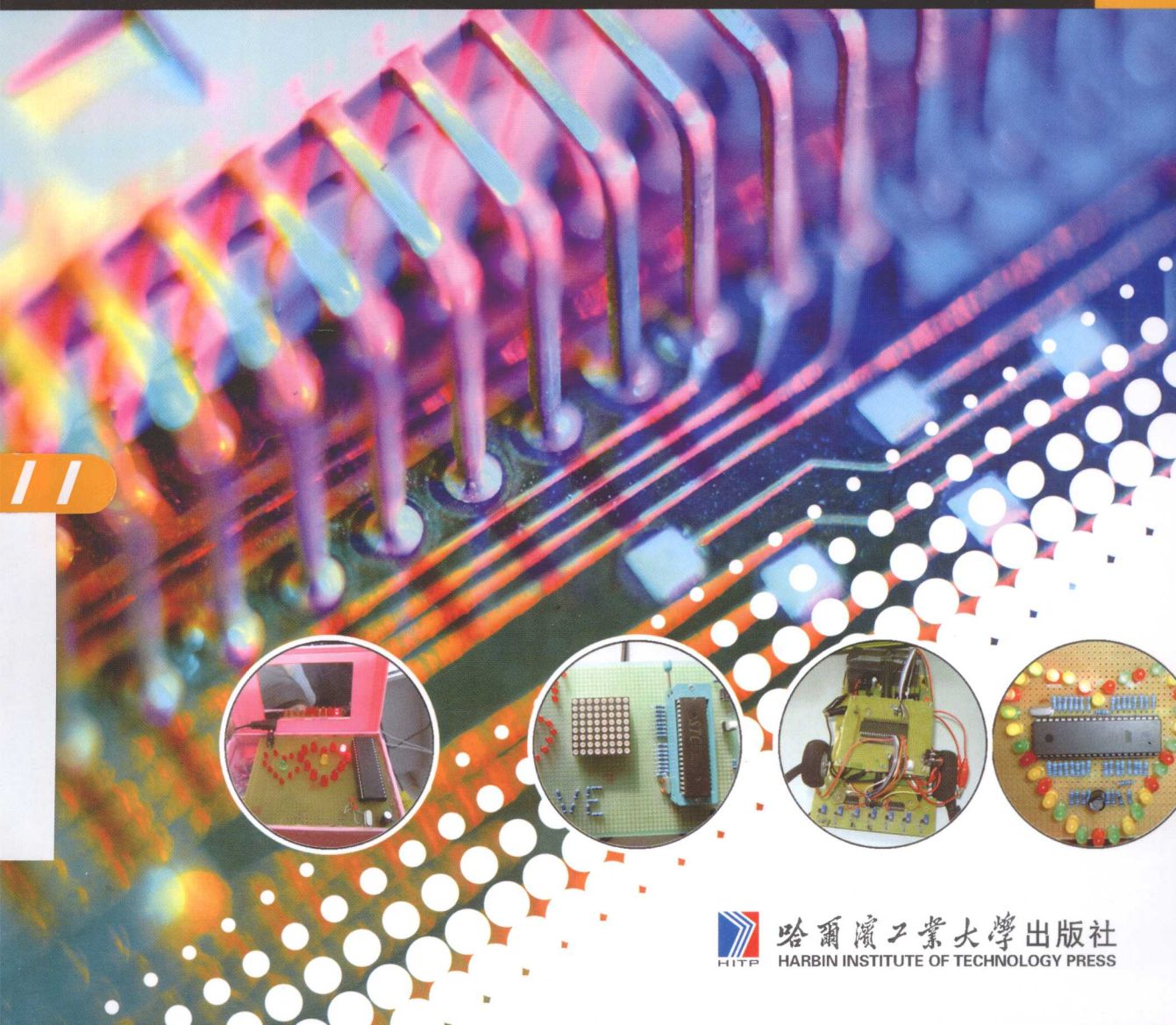


普通高等院校“十二五”规划教材 / 控制工程类

单片机实践教程

主编 孙明 曹伟 王妍玮

Practice Tutorial of Microcomputer



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

013033126

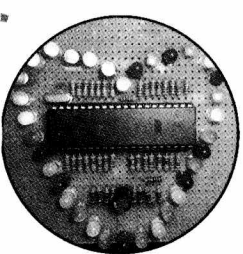
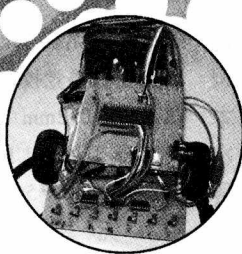
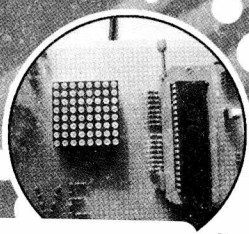
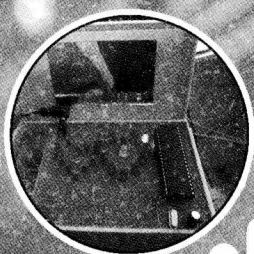
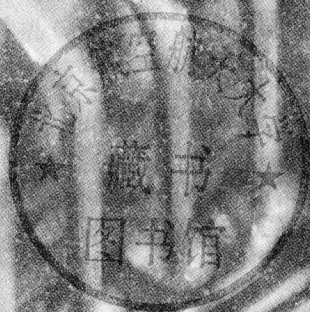
普通高等院校“十二五”规划教材 /

TP368.1
766

单片机实践教程

主编 孙明 曹伟 王妍玮

Practice Tutorial of Microcomputer



北航

C1640287



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

TP368.1
766

内 容 简 介

本书主要介绍单片机系统的设计、调试及相关知识,以 AT 和 STC 系列单片机为主介绍相关实例和实践项目,使学生举一反三,在实例制作中观察实验结果,掌握单片机相关知识。本书强调理论与实践相结合,在介绍单片机经典内容的同时,也介绍了单片机领域的最新发展情况。

本书以 Keil C 软件为编程工具,内容编排上兼顾汇编语言与 C 语言两种编程方式,硬件上强调其接口连线与应用,学生可结合实例制作自己喜爱的科技作品。本书具有很强的直观性的特点,可保证学生学以致用,使学生的动手实践能力得到发挥。

本书适合普通高等学校本、专科自动化、电子、通信、机电一体化及计算机等相关工科专业选用,可作为单片机理论教学、实验、课程设计及本科生毕业设计教材,也可作为相关工程技术人员自学、大学生科技创新、科研及竞赛的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机实践教程/孙明,曹伟,王妍玮主编. —哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社,2013.3

应用型本科院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5603-4004-3

I. ①单… II. ①孙…②曹…③王… III. ①单片微型
计算机-高等学校-教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 022678 号

策划编辑 杜 燕 赵文斌

责任编辑 刘 瑶

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 黑龙江省委党校印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 17 字数 393 千字

版 次 2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-4004-3

定 价 30.80 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

随着电子产品的广泛应用,单片机已广泛应用于仪器仪表、家电、机电一体化、产品研发与开发等行业中。单片机的类型和生产厂家众多,先后出现了 8、16 及 32 位的单片机,这些类型的单片机内部资源分布和接口有所不同,目前最常见的 51 系列单片机价格低廉、使用方便。学习 8 位单片机的调试和编程方法也为 16 及 32 位单片机的开发打下基础,因此,相关专业学生应掌握单片机相关知识,并学以致用,可为相关专业学生就业及创业提供有利条件。

本书由浅入深、循序渐进地对单片机系统的开发过程进行阐述,对 Keil 编程软件和 μ Vision 2 开发环境进行介绍,并介绍汇编语言和 C51 语言,方便读者根据自己的爱好选择参考实例,突出学生动手实践能力和创新意识的提高。本书具有以下特点:

1. 案例丰富,入门容易

本书中列举了大量实例,既有汇编语言实例,也有 C51 语言编程实例,由浅入深,易于模仿,使读者易于参考书中实例模仿练习,易于上手。

2. 软硬结合,易于教学

本书采用 C51 编程和硬件电路板制作相结合的方法,直观易懂,有利于教学,能激发学生的学习兴趣。

3. 循序渐进,由浅入深

本书以基础实例引导学生入门,通过综合性实例,使学生掌握单片机系统工程实践开发过程,在此基础上使学生创造性地完成实际项目的开发,解决实际问题。

本书共分为 8 章,其中第 1 章由黑龙江大学甄佳奇编写,第 2 章由哈尔滨石油学院孟浩编写,第 3 章由东北农业大学成栋学院贾春风编写,第 4 章由哈尔滨工程大学王妍玮编写,第 5 章由哈尔滨石油学院周广超编写,第 6 章和第 7 章由齐齐哈尔大学计算机与控制工程学院孙明编写,第 8 章由齐齐哈尔大学计算机与控制工程学院曹伟编写。此外,哈尔滨工程大学李名祺为本书的编写提供了大量的程序素材与教学素材。

本书在编写过程中参考了已有的单片机的教材和资料,并在书后的参考文献中一一列出,这些宝贵的资料对本书的编写起到重要作用,在此对所有参考文献的作者表示感谢!

本书的基础理论部分主次论述清楚,条理清晰,应用部分中的实例来自编者多年的教学实例、科研和生产实践中的新研究成果。由于编者水平有限,书中难免出现不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者
2012 年 11 月

目 录

第1章 绪言	1
1.1 单片机概述	1
1.1.1 单片机的基本概念	1
1.1.2 单片机的发展历史及发展趋势	2
1.1.3 单片机的分类	5
1.1.4 STC 系列单片机	9
1.2 51 单片机的结构	9
1.2.1 51 单片机的内部结构	9
1.2.2 51 单片机的引脚	10
1.3 51 单片机的内部结构和特点	13
1.3.1 51 单片机的内部结构	13
1.3.2 51 系列单片机存储器	16
1.3.3 51 单片机时钟电路与复位电路	22
1.3.4 单片机的工作模式	25
1.4 51 系列单片机并行输入/输出端口(字操作)	26
1.4.1 P0 口	26
1.4.2 P1 口	26
1.4.3 P2 口	26
1.4.4 P3 口	26
1.4.5 P4 口	27
1.5 51 系列单片机布尔(位)处理器	28
习题	28
第2章 Keil C51 集成开发环境及软件调试	30
2.1 Keil C51 安装与调试	30
2.2 Keil C51 开发环境	35
2.2.1 μ Vision 2 常用功能按键介绍	35
2.2.2 μ Vision 2 项目的创建	39
2.2.3 编译器常见警告与错误信息的解决方法	43
2.3 Keil 创建简单工程实例	44
习题	48
第3章 C51 程序设计	49
3.1 C51 语言的基础知识	49

3.1.1	C51 语言的基本数据类型	49
3.1.2	C51 语言数据类型的扩展	51
3.1.3	C51 语言中的运算符	57
3.1.4	C51 语言中的表达式	59
3.1.5	C51 语言中的常用头文件	60
3.2	C51 语言的流程控制语句	60
3.2.1	转移语句	60
3.2.2	选择语句	62
3.2.3	循环语句	64
3.3	程序结构和函数	67
3.3.1	程序结构	67
3.3.2	函数	68
3.4	C51 程序设计举例	74
习题		75
第4章	汇编语言程序设计	76
4.1	概述	76
4.1.1	指令系统概述	76
4.1.2	寻址方式	76
4.2	指令系统	78
4.2.1	数据传递类指令	78
4.2.2	堆栈操作	81
4.2.3	算术运算类指令	82
4.2.4	逻辑运算类指令	84
4.2.5	控制转移类指令	86
4.2.6	位及位操作指令	89
4.3	伪指令	92
4.4	汇编语言程序设计举例	97
习题		100
第5章	最小系统板制作	102
5.1	单片机最小系统	101
5.2	单片机程序下载	102
5.2.1	ISP 下载线	102
5.2.2	USB 下载	103
5.3	常用单片机程序的下载	106
5.3.1	STC 系列单片机程序下载	106
5.3.2	AT 系列单片机程序下载	111
习题		115

第 6 章 单片机基础实验项目	116
6.1 单路 LED 小灯闪烁	116
6.1.1 实验任务	116
6.1.2 电路原理图	116
6.1.3 软件设计	117
6.2 LED 灯移位(延时方式)	119
6.2.1 实验任务	119
6.2.2 电路原理图	119
6.2.3 软件设计	119
6.3 LED 灯移位(查表方式)	122
6.3.1 实验任务	122
6.3.2 电路原理图	122
6.3.3 软件设计	123
6.4 单路模拟开关	125
6.4.1 实验任务	125
6.4.2 电路原理图	125
6.4.3 软件设计	126
6.5 多路模拟开关	127
6.5.1 实验任务	127
6.5.2 电路原理图	127
6.5.3 软件设计	128
6.6 报警器	129
6.6.1 实验任务	129
6.6.2 电路原理图	129
6.6.3 软件设计	130
6.7 I/O 并行口直接驱动 LED 显示	132
6.7.1 实验任务	132
6.7.2 电路原理图	132
6.7.3 软件设计	133
6.8 动态数码显示技术	135
6.8.1 实验任务	135
6.8.2 电路原理图	135
6.8.3 软件设计	136
6.9 定时计数器 T0 作定时应用技术	138
6.9.1 实验任务	138
6.9.2 电路原理图	138
6.9.3 软件设计	139
6.10 8×8 LED 点阵显示技术	142

6.10.1	实验任务	142
6.10.2	电路原理图	142
6.10.3	软件设计	142
6.11	ADC0809 A/D 转换器基本应用技术	147
6.11.1	实验任务	147
6.11.2	电路原理图	147
6.11.3	软件设计	148
6.12	独立按键	151
6.12.1	实验任务	151
6.12.2	电路原理图	151
6.12.3	软件设计	151
6.13	4×4 矩阵按键	155
6.13.1	实验任务	155
6.13.2	电路原理图	155
6.13.3	软件设计	155
	习题	166
第7章	单片机应用实验项目	167
7.1	00~59 秒计时器	167
7.1.1	任务要求	167
7.1.2	硬件设计	167
7.1.3	软件设计	167
7.2	电子琴	170
7.2.1	任务要求	170
7.2.2	硬件设计	170
7.2.3	软件设计	170
7.3	点阵 LED“0~9”数字显示技术	179
7.3.1	任务要求	179
7.3.2	硬件设计	179
7.3.3	软件设计	180
7.4	数字电压表	184
7.4.1	任务要求	184
7.4.2	硬件设计	184
7.4.3	软件设计	184
7.5	电子密码锁设计	187
7.5.1	任务要求	187
7.5.2	硬件设计	188
7.5.3	软件设计	188
7.6	倒车雷达设计	197

7.6.1 任务要求	197
7.6.2 硬件设计	197
7.6.3 软件设计	199
习题.....	208
第8章 单片机综合实践项目	209
8.1 利用单片机制作小车	209
8.2 利用单片机制作水温控制系统	217
8.2.1 设计目的	218
8.2.2 系统功能	218
8.2.3 温度控制总体方案与原理	218
8.2.4 软件设计	222
8.3 利用单片机 GSM 模块的无线测温系统	232
8.4 利用单片机制作语音检测及播放系统	242
8.5 利用单片机制作射频识别系统	247
习题.....	260
参考文献.....	261

1.1 单片机概述

1.1.1 单片机的基本概念

近几十年,随着计算机的飞速发展,单片机也迅速发展起来,广泛应用于各种智能产品中,成为 21 世纪的一项重要技术。它将组成计算机的基本部件,包括 CPU(Central Processing Unit)、ROM(Read Only Memory)、RAM(Random Access Memory)、定时器/计数器以及 I/O(Input/Output)口等集成在一个芯片上,形成芯片级的微型计算机,称为单片机(Single Chip Microcomputer)。

组成单片机的各功能部件与计算机大体相同,但单片机集成在一个芯片上,而计算机中的各部件独立封装。与通用的计算机相比,单片机具有许多优越性,主要体现在以下 4 个方面。

(1)体积小,结构简单,集成度高。

单片机体积小,对于强磁场环境易于采取屏蔽措施,适合于在恶劣环境下工作。

(2)性价比高。

高性能、低价格是单片机最显著的特点。

(3)可靠性高,功耗小(单片机独立封装,故可靠性高)。

与计算机不同,单片机最主要的特点就是把各个功能部件集成在一个芯片上,内部采用总线结构,减少各芯片之间的连线,提高单片机的可靠性与抗干扰能力。

(4)功能强,应用广泛,使用方便灵活。

目前,单片机的应用已涉及日常生活的各个方面,每一个电子产品里面几乎都包含单片机,无论是在民用的生活用品中,还是在机电一体化、工业控制、智能仪器仪表、实时控制及军用方面,单片机为产品的更新作出了积极的贡献。单片机已经成为我们求职中必不可少的一门专业知识,因此我们有必要学好这门课程。

单片机按用途可分为通用型和专用型两大类。根据单片机数据总线的宽度不同,单片机主要可分为 4 位机、8 位机、16 位机和 32 位机。在高端应用(图形图像处理、通信)

中,32 位机应用已经较为普遍,但在中、低端控制应用中,且在未来较长一段时间内,8 位机依然是单片机的主流机种,8 位机学习是 16 位、32 位单片机的基础。近年来推出的增强型单片机产品内部继承了高速 I/O、ADC、PWM 等接口部件,并在低电压、低功耗、串行总线扩展、程序存储器类型、存储器容量及开放方式等都有较大的发展。

目前单片机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、医疗器械以及各种智能机械了。因此,单片机的学习、开发与应用造就了一批计算机应用与智能化控制的科学家、工程师。

单片机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,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,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。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化、微型化,且功能比起采用电子或数字电路更加强大,例如,精密的测量设备(如功率计、示波器及各种分析仪等)。

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、数据采集系统,例如,工厂流水线的智能化管芯片理、电梯智能化控制、各种报警系统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

随着单片机技术日新月异的发展,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。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的融合优势。

1.1.2 单片机的发展历史及发展趋势

单片机可以追溯到 20 世纪 70 年代,1970~1974 年,第一代 4 位单片机产生,这类单片机具有并行 I/O 接口及常用资源,广泛应用于电视机、收音机和电子玩具。1970 年,微型计算机研制成功后,随后就出现了单片机。美国 Inter 公司在 1971 年推出了 4 位单片机 4004;1972 年推出了雏形 8 位单片机 8008。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。其发展速度大约每三四年要更新一代、集成度增加一倍、功能翻一番。尽管单片机出现的历史并不长,但以 8 位单片机的推出为起点,单片机的发展大致可分为 4 个阶段。

第一阶段(1976~1978 年):初级单片机阶段,以 Inter 公司 MCS-48 为代表。这个系

列的单片机内集成有8位CPU、I/O接口、8位定时器/计数器,寻址范围不大于4 KByte,简单的中断功能,无串行接口。

第二阶段(1978~1982年):单片机完善阶段。在这一阶段推出的单片机的功能有较大的加强,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、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 KByte。一些单片机片内还集成了A/D转换接口。这类单片机的典型代表有Inter公司的MCS-51、Motorola公司的6801和Zilog公司的Z8等。

第三阶段(1982~1992年):8位单片机巩固发展及16位高级单片机发展阶段。在此阶段,尽管8位单片机的应用已广泛普及,但为了更好地满足测控系统的嵌入式应用的要求,单片机集成的外围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。其主要技术发展有:

(1) 外围功能集成。满足模拟量直接输入的ADC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)。

(2) 出现了为满足串行外围扩展要求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,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以及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,一些公司面向更高层次的应用,发展推出了16位单片机,典型代表有Inter公司的MCS-96系列单片机。

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,以满足日益增长的广泛需求。其主要有以下几方面:

(1) 单片嵌入式系统的应用是面对最底层的电子技术应用,从简单的玩具、小家电到复杂的工业控制系统、智能仪表、电器控制以及发展到机器人、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从简易性能到多全功能的单片机系列。

(2) 大力发展专用型单片机。早期的单片机以通用型为主。由于单片机设计生产技术的提高、周期缩短、成本下降以及许多特定类型电子产品,如家电类产品巨大的市场需求能力,推动了专用单片机的发展。在这类产品中采用专用单片机,具有低成本、资源有效利用、系统外围电路少、可靠性高的优点。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、宽范围的电压低功耗等。

单片机作为微型计算机的一个重要分支,应用广泛,发展速度快。自单片机诞生至今,已发展为上百种系列的近千个机种。目前,单片机进一步向着CMOS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方面发展。

(1) CMOS 化。

近年来,由于 CHMOS 技术的进步,大大地促进了单片机的 CMOS 化。CMOS 芯片除了低功耗特性之外,还具有功耗的可控性,使单片机可以工作在功耗精细管理状态。这也是今后以 80C51 取代 8051 为标准 MCU 芯片的原因。因为单片机芯片多数是采用 CMOS (金属栅氧化物)半导体工艺生产。CMOS 电路的特点是低功耗、高密度、低速度、低价格。采用双极型半导体工艺的 TTL 电路速度快,但功耗和芯片面积较大。随着技术和工艺水平的提高,又出现了 HMOS(高密度、高速度 MOS)和 CHMOS 工艺的结合。目前生产的 CHMOS 电路已达到 LSTTL 的速度,传输延迟时间小于 2 ns,它的综合优势在于采用 TTL 电路。因而在单片机领域,CMOS 正在逐渐取代 TTL 电路。

(2) 低功耗化。

单片机的功耗已从 mA 级,降至 1 μ A 以下;使用电压为 3~6 V,完全适应电池工作。低功耗化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。

(3) 低电压化。

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下限已可达 1~2 V。目前 0.8 V 供电的单片机已经问世。

(4) 低噪声与高可靠性。

为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内部电路中都采用了新的技术措施。

(5) 大容量化。

以往单片机内的 ROM 为 1~4 KByte, RAM 为 64~128 Byte。但在需要复杂控制的场合,该存储容量是不够的,必须进行外接扩充。为了适应这种领域的要求,必须运用新的工艺,使片内存储器大容量化。目前,单片机内 ROM 最大可达 64 KByte, RAM 最大为 2 KByte。

(6) 高性能化。

高性能化主要是指进一步改进 CPU 的性能,加快指令运算的速度,提高系统控制的可靠性。采用精简指令集(RISC)结构和流水线技术,可以大幅度提高运行速度。现指令速度最高者已达 100 MIPS(Million Instruction Per Seconds,兆指令每秒),并加强位处理功能、中断和定时控制功能。这类单片机的运算速度比标准的单片机高出 10 倍以上。由于这类单片机有极高的指令速度,因此可以用软件模拟其 I/O 功能,由此引入了虚拟外设的新概念。

(7) 外围电路内装化。

这也是单片机发展的主要方向。随着集成度的不断提高,有可能把众多的各种外围功能器件集成在片内。除了一般必须具有的 CPU、ROM、RAM、定时器/计数器等以外,片内集成的部件还有模/数转换器、DMA 控制器、声音发生器、监视定时器、液晶显示驱动器、彩色电视机和录像机用的锁相电路等。

(8) 串行扩展技术。

在很长一段时期里,通用型单片机通过三总线结构扩展外围器件成为单片机应用的

主流结构。随着低价位 OTP (One Time Programmable) 及各种类型片内程序存储器的发展,加之外围接口不断进入片内,推动了单片机“单片”应用结构的发展。特别是 I^2C 、SPI 等串行总线的引入,可以使单片机的引脚设计得更少,单片机系统结构更加简化及规范化。

1.1.3 单片机的分类

自 20 世纪 80 年代中期 MCS-51 系列单片机出现以来,许多公司,如 Philips、Dallas、Siemens、Atmel、华邦、LG 等都以 MCS-51 中的基础结构 8051 为基核推出了许多各具特色、具有优异性能的单片机。这样,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 51 系列单片机。Intel 公司 MCS-51 系列单片机中的 8051 是其中最基础的单片机型号。总地说来,常用的单片机主要有以下几种。

1.51 系列单片机

(1) Intel 公司的 MCS-51 系列单片机。

尽管各类单片机很多,但目前在我国使用最为广泛的单片机系列是 Intel 公司生产的 MCS-51 系列单片机,同时该系列还在不断地完善和发展。随着各种新型号系列产品的推出,它越来越被广大用户所接受。

表 1.1 列出了 MCS-51 系列单片机的分类及特点。

表 1.1 MCS-51 系列单片机的分类及特点

型号	程序 存储器 R/E	数据 存储器	寻址 范围 (RAM)	寻址 范围 (ROM)	并行 口	串行 口	中断源	定时器 计数器	晶振 /MHz	典型 指令 / μs	其他
8051AH	4KR	128	64 K	64 K	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	HMOS-Ⅱ工艺
8751H	4KE	128	64 K	64 K	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	HMOS-Ⅰ工艺
8031AH	—	128	64 K	64 K	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	HMOS-Ⅱ工艺
8052AH	8KR	256	64 K	64 K	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	HMOS-Ⅱ工艺
8752H	8KE	256	64 K	64 K	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	HMOS-Ⅰ工艺
8032AH	—	256	64 K	64 K	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	HMOS-Ⅱ工艺
80C51BH	4KR	128	64 K	64 K	4×8	UART	5	2×16	2~12		CHMOS 工艺
87C51H	4KE	128	64 K	64 K	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	
80C31BH	—	128	64 K	64 K	4×8	UART	5	2×16	2~12	1	
83C451	4KR	128	64 K	64 K	7×8	UART	5	2×16	2~12	1	CHMOS 工艺
87C451	4KE	128	64 K	64 K	7×8	UART	5	2×16	2~12	1	有选通方式
80C451	—	128	64 K	64 K	7×8	UART	5	2×16	2~12	1	双向口
83C51GA	4KR	128	64 K	64 K	4×8	UART	7	2×16	2~12	1	CHMOS 工艺
87C51GA	4KE	128	64 K	64 K	4×8	UART	7	2×16	2~12	1	8×8A/D 有 16 位
80C51GA	—	128	64 K	64 K	4×8	UART	7	2×16	2~12	1	监视定时器
83C152	8KR	256	64 K	64 K	5×8	GSC	6	2×16	2~17	0.73	CHMOS 工艺
80C152	—	256	64 K	64 K	5×8	GSC	11	2×16	2~17		有 DMA 方式

续表 1.1

型号	程序存储器 R/E	数据存储器	寻址范围 (RAM)	寻址范围 (ROM)	并行口	串行口	中断源	定时器 计数器	晶振 /MHz	典型指令 / μ s	其他
83C251	8KR	256	64 K	64 K	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	8KE	256	64 K	64 K	4×8	UART	7	3×16	2~12	1	
80C251	—	256	64 K	64 K	4×8	UART	7	3×16	2~12	1	
80C52	8KR	256	64 K	64 K	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	CHMOS 工艺
8052AH BASIC	8KR	256	64 K	64 K	4×8	UART	6	3×16	2~12	1	HMOS-Ⅱ 工艺 片内固化 BASIC

注:UART:通用异步接受发送器;R/E:MaskROM/EPROM;GSC:全局串行通道。

下面在表 1.1 的基础上对 MCS-51 系列单片机作进一步说明。

①按片内不同程序存储器的配置划分。

MCS-51 系列单片机按片内不同程序存储器的配置来划分,可以分为 3 种类型。

a. 片内带 MaskROM(掩膜 ROM)型:8051、80C51、8052、80C52。此类芯片是由半导体厂家在芯片生产过程中,将用户的应用程序代码通过掩膜工艺制作到 ROM 中。其应用程序只能委托半导体厂家“写入”,一旦写入后不能修改。此类单片机适合大批量使用。

b. 片内带 EPROM 型:8751、87C51、8752。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,需要更改时可擦除重新写入。此类单片机价格较贵,不宜于大批量使用。

c. 片内无 ROM(ROMLess)型:8031、80C31、8032。此类芯片的片内没有程序存储器,使用时必须在外部并行扩展程序存储器存储芯片,因此,造成系统电路复杂,目前较少使用。

②按片内不同容量的存储器配置划分。

按片内不同容量的存储器配置来划分,可以分为两种类型:

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

b. 52 子系列型:芯片型号的最后位数字以 2 作为标志,52 子系列则是增强型产品。片内带有 8 KByte ROM/EPROM(8032、80C32 除外)、256 Byte 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上的不同划分。

按芯片的半导体制造工艺上的不同来划分,可以分为两种类型:

a. HMOS 工艺型:8051、8751、8052、8032。HMOS 工艺,即高密度短沟道 MOS 工艺。

b. CHMOS 工艺型:80C51、83C51、87C51、80C31、80C32、80C52。此类芯片型号中都带字母“C”来标识。

此两类器件在功能上是完全兼容的,但采用 CHMOS 工艺的芯片具有低功耗的特点,

它所消耗的电流要比 HMOS 器件小得多。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,关于单片机的温度特性,与其他芯片一样按所能适应的环境温度范围,可划分为3个等级:

- a. 民用级:0 ~ 70 ℃。
- b. 工业级:-40 ~ +85 ℃。
- c. 军用级:-65 ~ +125 ℃。

因此,在使用时应注意根据现场温度选择芯片。

此外,自 Atmel 公司在 MCS-51 系列单片机 8051 的基础上开发的 AT89 系列单片机问世以来,以其较低廉的价格和独特的程序存储器——快闪存储器(Flash Memory)为用户所青睐。表 1.2 列出了 AT89 系列单片机的几种主要型号。

表 1.2 AT89 系列单片机的几种主要型号

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

采用了快闪存储器的 AT89 系列单片机,不但具有一般 MCS-51 系列单片机的基本特性(如指令系统兼容、芯片引脚分布相同等),而且还具有一些独特的优点:

①片内程序存储器为电擦写型 ROM(可重复编程的快闪存储器)。整体擦除时间仅为 10 ms 左右,可写入/擦除 1 000 次以上,数据保存 10 年以上。

②两种可选编程模式,既可以用 12 V 电压编程,也可以用 V_{CC} 电压编程。

③宽范围的工作电压范围, $V_{CC}=2.7 \sim 6$ V。

④全静态工作,工作频率范围为 0 ~ 24 MHz,频率范围宽,便于系统功耗控制。

⑤3 层可编程的程序存储器上锁加密,使程序和系统更加难以仿制。

总之,AT89 系列单片机与 MCS-51 系列单片机相比,前者和后者有兼容性,但前者的性能价格比等指标更为优越。

目前,获得 8051 内核的厂商在该内核的基础上进行了功能与性能的改进,具有代表性的有:

①深圳宏晶科技公司的 STC 系列单片机。STC 系列单片机是宏晶公司的单片机,主要是基于 8051 内核,是新一代增强型单片机,指令代码完全兼容传统 8051,速度快 8~12 倍,带 ADC,4 路 PWM,双串口,有全球唯一 ID 号,加密性好,抗干扰强。

②荷兰飞利浦公司的 8xC552 系列单片机。它是基于 80C51 内核的单片机,嵌入了掉电检测、模拟以及片内 RC 振荡器等功能,这使 51LPC 在高集成度、低成本、低功耗的应用设计中可以满足多方面的性能要求。

③美国 Atmel 公司的 89C51 系列单片机。它是 ATME1 公司的 8 位单片机,有 AT89、AT90 两个系列,AT89 系列是 8 位 Flash 单片机,与 8051 系列单片机相兼容,静态时钟模式;AT90 系列单片机是增强 RISC 结构、全静态工作方式、内载在线可编程 Flash 的单片机,也称为 AVR 单片机。

目前,Intel 公司推出的 MCS-51 系列的 8 位单片机,数量约占 8 位单片机的 38.3%,广泛应用于实时控制、自动化仪表等方面,已成为我国 8 位单片机的主流机型。随着功能的不断完善,该系列单片机已同步前进,在各个领域的科研、技术改造和产品开发中起到了越来越重要的作用。因此,在今后的时间里,其主流系列的地位会不断巩固下去。MCS-51/52 系列单片机主要包括 51 和 52 子系列,它们的区别在于片内 RAM 的容量,其中 51 子系列为 128 Byte 的片内 RAM,而 52 子系列的片内 RAM 为 256 Byte。

2. 其他系列单片机

除 8051 外,比较有代表性的单片机还有以下几种:如 PIC 单片机,它是 MICROCHIP 公司的产品,其突出的特点是体积小,功耗低,精简指令集,抗干扰性好,可靠性高,有较强的模拟接口,代码保密性好,大部分芯片有其兼容的 FLASH 程序存储器的芯片;EMC 单片机,它是台湾义隆公司的产品,有很大一部分与 PIC 8 位单片机兼容,且相兼容产品的资源相对比 PIC 多,价格便宜,有很多系列可选,但抗干扰较差;HOLTEK 单片机,它是台湾盛扬半导体公司生产的单片机,价格便宜,种类较多,但抗干扰较差,适用于消费类产品;TI 公司单片机(51 单片机),它是德州仪器提供的 TMS370 和 MSP430 两大系列通用单片机,TMS370 系列单片机是 8 位 CMOS 单片机,具有多种存储模式、多种外围接口模式,适用于复杂的实时控制场合,MSP430 系列单片机是一种超低功耗、功能集成度较高的 16 位低功耗单片机,特别适用于要求功耗低的场合;松翰单片机(SONIX),它是台湾松翰公司生产的单片机,大多为 8 位机,有一部分与 PIC 8 位单片机兼容,价格便宜,系统时钟分频可选项较多,有 PMW、ADC、内振、内部噪声滤波,缺点是 RAM 空间过小,抗干扰较好。

尽管单片机种类很多,但在我国使用最多的还是 8051 内核的单片机。单片机技术虽然缺少统一的技术标准,但其工作原理都是相同的,其主要区别在于片内资源的不同及编程格式不同。当使用 C 语言编程时,编程语言的差别就很小了。因此,只要学好了一种单片机,使用其他单片机时,只需仔细阅读相应的技术文档就可以进行项目或产品的开发。