



教育部高职高专规划教材
Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuan Guihua Jiaocai

高职高专计算机系列教材

单片机原理 与应用教程

■ 傅扬烈 主编
■ 俞光昀 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

教育部高职高专规划教材

高职高专计算机系列教材

单片机原理与应用教程

傅扬烈 主编

俞光昀 主审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

“单片机原理与应用教程”是计算机科学、自动控制等电类专业的一门专业必修课,随着单片机控制领域的不断拓展,部分机械、机电类专业也开设此课程。本教材是依据中国计算机学会高职高专教育学会 2001 年审定的编写大纲编写的。

教材主要针对 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机,介绍其内部资源、程序设计、系统扩展、人机界面、过程通道等应用开发中涉及到的问题,最后简单介绍了其他常用的单片机。

本教材从单片机应用开发的角度出发,对单片机教材的内容进行了整合,结构合理,面向设计;实例取材于工程实际,具有很高的参考价值;内容覆盖面广,条理清晰。不仅对学习掌握单片机,而且对实际开发也具有较好的帮助作用。

本书既可作为计算机及相关专业的教材,也可供工程技术人员阅读和参考。

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

单片机原理与应用教程/傅扬烈主编. —北京:电子工业出版社,2002.2

高职高专计算机系列教材

ISBN 7-5053-6685-8

I. 单... II. 傅... 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(2002)第 003509 号

责任编辑:张孟玮 洪国芬

印 刷:北京李史山胶印厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:17 字数:432 千字

版 次:2002 年 2 月第 1 版 2002 年 2 月第 1 次印刷

印 数:10100 册 定价:21.00 元

2002.2/05

凡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。

联系电话:(010)68279077

出版说明

教材建设工作是整个高职高专教育教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、学校和有关出版社的共同努力下,各地已出版了一批高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设仍落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。出版后的教材将覆盖高职高专教育的基础课程和主干专业课程。计划先用2~3年的时间,在继承原有高职、高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决好新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专教育教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

“教育部高职高专规划教材”是按照《基本要求》和《培养规格》的要求,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的,适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2000年4月3日

前 言

单片微型计算机(Single Chip Microcomputer,简称单片机)是20世纪70年代中期发展起来的一种新型微机。因其具有硬件结构简单,指令系统完备,使用方便可靠,系统便于扩展,性能价格比高等显著特点,越来越广泛地被计算机、电气工程技术人员采用,广泛应用于诸如计算机控制、数据采集系统、智能仪器仪表、家用电器及商业服务业等不同的领域。尤其Intel公司的MCS-51系列单片机在单片机应用领域仍占有很重要的地位,从大量的与MCS-51兼容的各具特色的单片机不断涌现就可见其重要性。学习、掌握单片机技术成为计算机、自动化,甚至部分机械、机电类工程技术人员设计开发的重要技术手段。

单片机原理及应用是一门实践性较强的课程。学生不仅需要通过教学、实验等教学环节巩固所学知识,而且需要具备综合运用所学知识,针对不同的用户需求进行设计开发的能力。因此,实践是非常重要的教学环节。鉴于MCS-51系列单片机及其外围扩展技术已经很成熟,便于设计者借鉴使用,且多数的应用开发采用MCS-51也是足够的,所以教材主要针对Intel公司的MCS-51系列单片机,介绍其内部资源、程序设计、系统扩展、人机界面、过程通道等应用开发中涉及到的问题。要求学生不仅掌握单片机的基本结构、原理,更重要的是如何将所学知识应用于实际工程设计中去,因而教材从计算机控制的角度来组织内容,不是孤立地学习,而是将单片机放在服务于项目开发中去讲,对内容进行必要的整合。在选材上,注意内容的连贯性,尽量做到层次结构分明、难点分散;注重内容的实用性,精选实例,无论软硬件均选自工程实践;保障内容的正确性,绝大多数应用取自编者多年来的科研开发;突出软硬件设计的技巧性和方法;介绍新技术、新方法;图、文规范化。此外,教材力图使学生学会如何进行设计。通过对本课程的学习,使学生对单片机系统及其应用设计有较深刻的理解,为今后应用开发打下较为坚实的基础。

本书由傅扬烈老师主编,共分8章,其中第1、3章由范巍老师编写,第2、4章由姜宏岸老师编写,第5~8章由傅扬烈老师编写。全书由傅扬烈老师统稿。

本书得到了中国计算机学会高职高专教育学会的大力支持,南京师范大学俞光昀教授担任主审,并对本书提供了大量宝贵意见。本教材还得到了多位教师和科研人员的帮助,其中丁辉、陈书谦、张丽虹、王霞等老师协助编者完成收集资料、校稿、整理图片等工作,投入了很大的精力,做了大量的工作。中国船舶工业总公司第716研究所的刘彤从工程角度出发,给本书的编写也提供了大量建议。在此一并表示感谢!

希望得到广大单片机专家及爱好者的大力支持。由于编者水平有限,本版中可能还会有错误或不当之处,恳请诸位不吝赐教,以利修正。

编 者

2001年9月于连云港

目 录

第 1 章 MCS-51 单片机应用系统	(1)
1.1 概述	(1)
1.1.1 单片机的产生、发展及应用	(1)
1.1.2 单片机的主要厂商及产品	(3)
1.1.3 MCS-51 系列单片机的分类	(5)
1.2 MCS-51 系列单片机内部结构	(6)
1.2.1 基本组成与结构	(6)
1.2.2 外部引脚	(8)
1.3 中央处理器	(9)
1.3.1 运算器	(9)
1.3.2 控制器	(10)
1.4 MCS-51 存储器与存储空间	(12)
1.4.1 程序存储器	(13)
1.4.2 内部 RAM 数据存储器	(13)
1.4.3 片外数据存储器	(18)
1.5 并行接口	(18)
1.5.1 P1 口	(18)
1.5.2 P3 口	(19)
1.5.3 P2 口	(19)
1.5.4 P0 口	(20)
1.5.5 应用特性	(20)
1.6 最小应用系统	(21)
1.6.1 时钟电路	(21)
1.6.2 CPU 时序	(23)
1.6.3 复位与复位电路	(23)
1.6.4 CHMOS 型单片机低功耗工作方式	(26)
1.6.5 典型最小应用系统的结构	(27)
习题 1	(28)
第 2 章 MCS-51 指令系统及程序设计	(30)
2.1 指令格式	(30)
2.1.1 汇编指令	(30)
2.1.2 指令代码格式	(30)
2.1.3 指令中的常用符号	(30)
2.2 寻址方式	(31)
2.2.1 立即寻址	(31)
2.2.2 直接寻址	(32)
2.2.3 寄存器寻址	(32)

2.2.4	寄存器间接寻址	(33)
2.2.5	基址寄存器加变址寄存器间接寻址	(33)
2.2.6	相对寻址	(33)
2.2.7	位寻址	(34)
2.3	MCS-51 单片机指令系统	(34)
2.3.1	数据传送指令	(34)
2.3.2	算术运算指令	(37)
2.3.3	逻辑运算指令	(39)
2.3.4	位操作指令	(41)
2.3.5	控制转移指令	(41)
2.4	汇编语言及程序设计	(44)
2.4.1	汇编语言语句结构及伪指令	(44)
2.4.2	程序的基本结构	(45)
2.4.3	顺序程序设计	(46)
2.4.4	分支程序设计	(46)
2.4.5	循环程序设计	(49)
2.4.6	子程序设计	(51)
2.5	程序设计举例	(54)
2.5.1	多字节数算术运算程序	(54)
2.5.2	数制转换程序	(57)
2.5.3	查表程序	(57)
2.5.4	散转程序	(59)
2.5.5	软件陷阱	(61)
2.5.6	数字滤波程序	(62)
2.5.7	信号产生程序	(63)
习题 2		(64)
第 3 章 单片机系统及其扩展技术		(67)
3.1	MCS-51 系统扩展原理	(67)
3.2	存储器扩展	(68)
3.2.1	程序存储器扩展	(68)
3.2.2	数据存储器扩展	(74)
3.3	扩展并行接口	(76)
3.3.1	扩展概述	(76)
3.3.2	TTL 芯片扩展的 I/O 接口	(77)
3.3.3	可编程 I/O 接口芯片扩展	(79)
3.3.4	扩展可编程门阵列	(87)
3.4	串行通信	(89)
3.4.1	MCS-51 的串行口	(89)
3.4.2	串行口的工作方式	(91)
3.4.3	多机通信	(94)
3.4.4	MCS-51 UART 的串行口扩展	(95)
3.4.5	串行口的虚拟扩展技术	(98)
3.5	定时器/计数器	(99)
3.5.1	定时器/计数器 T0 和 T1	(99)

3.5.2	定时器/计数器的编程和使用	(103)
3.5.3	外部扩展定时器/计数器	(104)
3.6	中断系统	(105)
3.6.1	中断的基本概念	(105)
3.6.2	中断系统	(105)
3.6.3	中断应用举例	(110)
习题 3		(112)
第 4 章	人-机界面	(113)
4.1	键盘接口	(113)
4.1.1	BCD 拨码盘	(113)
4.1.2	按键与去抖	(117)
4.1.3	键盘接口	(118)
4.1.4	薄膜开关	(126)
4.2	显示接口	(127)
4.2.1	LED 显示与驱动	(127)
4.2.2	LED 数码管的显示与驱动	(129)
4.2.3	LCD 液晶显示与驱动	(132)
4.3	微型打印机接口	(136)
4.3.1	TP μ P 打印机的主要技术性能	(136)
4.3.2	TP μ P-40A 打印机的接口信号和时序	(136)
4.3.3	TP μ P-40A 打印机的打印代码和打印命令	(138)
4.3.4	MCS-51 单片机与 TP μ P-40A 打印机的接口及打印实例	(139)
习题 4		(141)
第 5 章	过程 I/O 通道	(142)
5.1	开关量输入	(142)
5.1.1	开关量 I/O 及常见问题分析	(143)
5.1.2	光耦及其应用	(143)
5.1.3	开关量输入通道的设计方法	(145)
5.2	开关量输出	(146)
5.2.1	开关量输出常见的受控对象	(146)
5.2.2	开关量输出的电气隔离	(146)
5.2.3	开关量输出的驱动	(147)
5.2.4	开关量输出的常用设计方法	(147)
5.3	模拟量输入通道	(147)
5.3.1	A/D 转换器的分类与技术指标	(148)
5.3.2	双积分型 A/D 转换器	(149)
5.3.3	逐次逼近型 A/D 转换器(SAR)	(155)
5.3.4	串行 A/D 转换器	(161)
5.3.5	其他 A/D 转换方式	(165)
5.3.6	数据采集系统	(166)
5.4	模拟量输出	(168)
5.4.1	D/A 转换器指标与分类	(168)
5.4.2	并行 D/A 转换器	(169)
5.4.3	串行 D/A 转换器	(174)

5.4.4 其他 D/A 转换器	(176)
5.5 过程通道设计及干扰抑制	(177)
5.5.1 过程通道设计	(177)
5.5.2 干扰与抑制	(178)
习题 5	(179)
第 6 章 传感与驱动	(180)
6.1 常见传感器简介	(180)
6.1.1 常见的开关量传感器	(180)
6.1.2 常用的模拟量传感器	(184)
6.2 信号变送	(185)
6.2.1 电桥	(185)
6.2.2 信号放大	(186)
6.2.3 信号处理	(188)
6.2.4 信号转换	(190)
6.2.5 过程 I/O 通道设计中的其他问题	(192)
6.3 输出驱动	(193)
6.3.1 常用的驱动集成电路	(193)
6.3.2 可控硅	(195)
6.3.3 继电器	(197)
6.3.4 晶体管	(198)
6.4 常用的执行机构	(199)
习题 6	(201)
第 7 章 单片机应用系统设计	(202)
7.1 总体设计	(202)
7.2 硬件设计	(203)
7.2.1 硬件原理设计	(203)
7.2.2 资源分配	(204)
7.2.3 线路板图绘制	(204)
7.2.4 可靠性设计	(207)
7.2.5 保密性设计	(210)
7.2.6 硬件线路板的焊接与测试	(211)
7.3 软件设计	(211)
7.3.1 系统监控程序设计	(212)
7.3.2 中断与子程序调用	(212)
7.3.3 软件抗干扰措施	(215)
7.3.4 程序测试	(215)
7.4 单片机开发装置的使用与系统调试	(216)
7.4.1 单片机开发装置	(216)
7.4.2 系统联调	(216)
7.5 程序固化与编程器的使用	(217)
7.6 产品验收与交付使用	(218)
7.7 应用举例	(218)
7.7.1 用户需求分析	(218)
7.7.2 系统总体结构	(220)

7.7.3 硬件设计.....	(225)
7.7.4 软件设计.....	(225)
习题 7	(230)
第 8 章 常用单片机简介	(232)
8.1 Intel MCS-96/98 系列单片机	(232)
8.1.1 MCS-96 系列单片机的总体结构	(232)
8.1.2 MCS-96 系列单片机的基本组成部分	(233)
8.1.3 MCS-96 系列单片机的指令系统	(234)
8.1.4 MCS-96 系列单片机的片内接口	(235)
8.1.5 MCS-96 系列单片机的主要产品	(236)
8.2 PIC 系列单片机	(237)
8.2.1 PIC 系列单片机产品及特点	(237)
8.2.2 典型 PIC16 系列单片机内部结构	(242)
8.3 Motorola 系列单片机	(243)
8.3.1 概述.....	(243)
8.3.2 M6805/M146805 系列单片机	(244)
8.3.3 M68HC05 系列单片机	(245)
8.3.4 M68HC11 系列单片机	(245)
8.3.5 MC68HC11 的片内存储器	(248)
8.4 其他单片机.....	(250)
习题 8	(251)
附录 A MCS-51 指令表	(252)
附录 B 本书芯片索引	(257)

第 1 章 MCS-51 单片机应用系统

1.1 概述

1.1.1 单片机的产生、发展及应用

1. 什么是单片机

什么是单片机,目前还没有一个确切的定义。普遍认为单片机是将 CPU、RAM、ROM、定时器/计数器以及输入/输出(I/O)接口电路等计算机主要部件集成在一块芯片上,这样所组成的芯片级微型计算机称为单片微型计算机(Single Chip Microcomputer),简称为单片微机或单片机。由于单片机的硬件结构与指令系统都是按工业控制要求设计的,常用于工业的检测、控制装置中,因而也称为微控制器(Micro-Controller)或嵌入式控制器(Embedded-Controller)。

单片机按用途可分为通用型和专用型两大类。通常所说的和本书所介绍的单片机是指通用型单片机。按内部数据通道的宽度,又可分为 4 位、8 位、16 位及 32 位单片机。

2. 单片机的发展历史

单片机的发展历史可划分为三个阶段:

第一阶段(1974 年~1976 年):单片机初级阶段。因工艺限制,单片机采用双片形式,而且功能比较简单。例如仙童公司生产的 F8 单片机。

第二阶段(1976 年~1978 年):低性能单片机阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 系列单片机为代表。这种单片机片内集成有 8 位 CPU、并行 I/O 口、8 位定时器/计数器、RAM 及 ROM 等。不足之处是无串行口,中断简单。

第三阶段(1978 年至今):高性能单片机阶段。单片机以其优异的性能,低廉的价格,不断渗透到社会生活的每个角落。单片机生产厂商如雨后春笋不断涌现,多系列、多型号、各种性能组合的单片机层出不穷,不断满足不同应用场合的新要求。随着芯片制作工艺、技术水平的不断提高和单片机需求量的不断加大,单片机的性能价格比不断攀升,呈现出一派欣欣向荣的景象。单片机技术的开放性、生产商的竞争激烈性和广泛的市场需求等因素,无疑为单片机的飞速发展提供了强大动力。因此,单片机应用开发成为当今电子工程技术人员急需掌握的技术。

3. 单片机的发展趋势

(1)微型化

芯片集成度的提高为微型化提供可能。早期单片机大量使用双列直插式封装,现在的封装水平已大大提高。随着贴片工艺的出现,单片机也大量采用了各种符合贴片工艺的封装,大大减小芯片的体积,为嵌入式系统提供了可能。

(2)低功耗

现在新的单片机的功耗越来越小,特别是很多单片机都设置了多种工作方式,包括等待、暂停、睡眠、空闲、节电等工作方式。扩大电源电压范围以及在较低电压下仍然能工作是当今单片机发展的目标之一。目前,一般单片机都可在 3.3~5.5 V 的条件下工作,一些厂家甚至生产出可以在 2.2~6 V 条件下工作的单片机。

(3)高速化

早期 MCS-51 典型时钟为 12 MHz,目前西门子公司的 C500 系列(与 MCS-51 兼容)时钟频率为 36 MHz; EMC 公司的 EM78 系列单片机时钟频率高达 40 MHz; 现在已有更快的 32 位 100 MHz 的单片机产品出现。

(4)集成资源更多

单片机在内部已集成了越来越多的部件,这些部件包括一些常用的电路,例如,定时器、比较器、A/D 转换器、D/A 转换器、串行通信接口、Watchdog 电路、LCD 控制器等。有的单片机为了构成控制网络或形成局部网,内部含有局部网络控制模块,甚至将网络协议固化在其内部。

(5)性能更加优异

现在有的单片机已采用所谓的三核(Tr-Core)结构,这是一种建立在系统级芯片(System on a Chip)概念上的结构。三个核为:微控制器和 DSP(Digital Signal Processing)核、数据和程序存储器核、外围专用集成电路 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)。采用该结构的单片机的最大特点在于把 DSP 和微控制器同时做在一个片上。虽然从结构上讲,DSP 是单片机的一种类型,其作用主要反映在高速计算和特殊处理上,如快速傅里叶变换等,这些单片机的 MCU(Microprocessor Control Unit)都是 32 位的,而 DSP 采用 16 或 32 位结构,工作频率一般在 60 MHz 以上。

(6)通信及网络功能加强

单片机的另外一个名称就是嵌入式微控制器,原因在于它可以嵌入到任何微型或小型仪器或设备中。在某些单片机内部还含有局部网络控制模块,因此这类单片机十分容易构成网络。特别是在控制系统较为复杂时,构成一个控制网络十分有用。目前,将单片机嵌入式系统和 Internet 连接起来已是一种趋势。

(7)专用型单片机发展加快

专用型单片机具有最大程度简化的系统结构,资源利用率最高,大批量使用有可观的经济效益。

4. 单片机的应用领域

单片机是为了实现控制功能而设计的一种微型计算机。它的应用首先是控制功能,即在于实现计算机控制。其实现手段采用嵌入方式,即嵌入到对象环境中作为一个智能化控制单元。由于被控对象种类繁多,其应用也非常广泛,下面只介绍一些典型的应用领域和应用特点。

(1)工业控制领域

在过程控制、机电一体化等工业控制系统中,除使用了小型工控机之外,很多是以单片机为核心的单机系统或多机网络系统。

(2)智能仪表与智能传感器

这是单片机应用最广泛、形态最多的领域,各种类型的仪表及传感器引入单片机以替代传统的测量系统,不仅提高了自动化程度和精度,而且具有各种智能化的功能,如存储、数据处理、查找、判断、联网等。

(3)家用电器领域

目前国内外各种家用电器已普遍采用单片机取代传统的电路控制,如洗衣机、电冰箱、空调、微波炉、电视机、录像机、电风扇及视频音像等设备,甚至很多高级玩具中也使用了单片机。

(4)办公自动化领域

在现代办公室中,办公自动化设备多数采用了单片机,如计算机中的键盘、磁盘驱动器、打印机、绘图仪、复印机、传真机、电话机、考勤机等。

(5)其他方面的应用

单片机除了上述应用领域之外,还广泛地应用于商业流通领域、汽车电子及航空航天电子等等。

综上所述,单片机的应用领域非常广泛。同时,它的应用也从根本上改变了传统控制系统设计思想和设计方法,取代以微控制技术来实现,这是一个全新的概念。随着单片机应用技术的推广普及,微控制技术必将不断发展、完善。

1.1.2 单片机的主要厂商及产品

1. 单片机主要厂商

1976 年单片机诞生以来,其产品在 20 多年里得到了迅猛的发展,形成了多公司、多系列、多型号的局面。在国际上影响较大的公司及其产品如表 1.1 所示。

表 1.1 主要单片机的厂商及其产品

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	PIC16C 5X 系列
Zilog	Z8 系列

除上述公司及其产品外,还有一些其他公司也生产各种类型的单片机,如:Siemens、OKI、Fairchild、Mostek 公司等等。

2. 单片机主要产品

(1)Intel 公司系列单片机

Intel 公司的系列单片机可分为 MCS-48、MCS-51、MCS-96 三个系列。Intel 的单片机每一类芯片的 ROM 根据型号一般有片内掩膜 ROM、片内 EPROM 和外接 EPROM 三种方式,这是 Intel 公司的首创,现已成为单片机的统一规范。最近 Intel 公司又推出了片内带 E²PROM 型单片机。片内掩膜 ROM 型单片机适合于已定型的产品,可以大批量生产;片内带 EPROM 型、外接 EPROM 型及片内带 E²PROM 型单片机适合于研制新产品和生产产品样机。

MCS-48 系列单片机是 1976 年推出的 8 位单片机,其典型产品为 8048。MCS-51 系列单

片机是 Intel 公司 1980 年推出的一个高性能的 8 位单片机。与 48 系列相比,MCS-51 系列单片机无论是在片内 RAM/ROM 容量、I/O 功能、种类和数量,还是在系统扩展能力方面均有很大加强,其主要产品性能如表 1.2 所示。MCS-51 的典型产品为 8051。MCS-96 系列单片机是 Intel 公司 1983 年推出的 16 位单片机,其功能更加强大,主要产品性能如表 1.3 所示。

表 1.2 MCS-51 系列单片机性能

型 号		程序存储器	RAM(B)	I/O 口线	定时器(个×位)	中断源	晶振(MHz)
8051	8051AH/BH	4KB ROM	128	32	2×16	5	2~12
	8751AH/BH	4KB EPROM	128	32	2×16	5	2~12
	8031AH	无	128	32	2×16	5	2~12
8052	8052AH	8KB ROM	256	32	3×16	6	2~12
	8752AH	8KB EPROM	256	32	3×16	6	2~12
	8032AH	无	256	32	3×16	6	2~12
80C51	80C51BH	4KB ROM	128	32	2×16	5	2~12
	87C51BH	4KB EPROM	128	32	2×16	5	2~12
	80C31BH	无	128	32	2×16	5	2~12
80C52	80C52	8KB ROM	256	32	3×16	6	2~12
	80C32	无	256	32	3×16	6	2~12
80C54	87C54	16KB ROM	256	32	3×16	6	2~20
	80C54	16KB ROM	256	32	3×16	6	2~20
80C58	87C58	32KB ROM	256	32	3×16	6	2~20

表 1.3 MCS-96 系列单片机性能表

型号	程序存储器	RAM(B)	I/O 口线	定时器(个×位)	中断源	晶振(MHz)
8098	无	232	32	4×16	8	12
8094	无	232	32	4×16	8	12
8095	无	232	32	4×16	8	12
8096	无	232	48	4×16	8	12
8097	无	232	48	4×16	8	12
8394	8KB ROM	232	32	4×16	8	12
8396	8KB ROM	232	32	4×16	8	12
8798	8KB EPROM	232	32	4×16	8	12

(2)Philips 公司单片机

Philips 公司生产与 MCS-51 兼容的 80C51 系列单片机,片内具有 I²C 总线、A/D 转换器、定时监视器、CRT 控制器(OSD)等丰富的外围部件。其主要产品有 80C51、80C52、80C31、80C32、80C528、80C552、80C562、80C751 等,其中 83C552 功能最强,83C751 体积最小。

Philips 单片机独特的创造是具有 I²C 总线,这是一种集成电路和集成电路之间的串行通信总线。可以通过总线对系统进行扩展,使单片机系统结构更简单,体积更小。I²C 总线也可以用于多机通信。

(3)Motorola 公司单片机

Motorola 公司的单片机从应用角度可以分成两类:高性能的通用型单片机和面向家用消

费领域的专用型单片机。

通用型单片机具有代表性的是 MC68HC11 系列,有几十种型号。其典型产品为 MC68HC11A8,具有准 16 位的 CPU、8 KB ROM、256 B RAM、512 B E²PROM、16 位 9 功能定时器、38 位 I/O 口线、2 个串行口、8 位脉冲累加器、8 路 8 位 A/D 转换器、Watchdog、17 个中断向量等功能,可单片工作,也可以扩展方式工作。除上述系列之外,还有 MC68HC16 系列,典型产品为 MC68HC16Z1,具有高速 16 位 CPU、20 根外部地址总线、16 位数据总线、1KB RAM、9 功能 16 位定时器、2 路 PWM、串行通信口、高速 8 路 10 位 A/D 转换器、46 根 I/O 口线、200 多个中断矢量、Watchdog 等功能。M68HC16 系列单片机采用模块化设计,由 16 位 CPU 模块、内部总线模块、系统集成模块、各种 I/O 模块、各种存储器模块等组成。改变存储器模块或 I/O 模块可形成不同的 MC68HC16 系列单片机。

专用型单片机性能价格比高,应用时一般采用“单片”形式,原则上一块单片机就是整个控制系统。这类单片机无法外接存储器,如 MC68HC05/MC68HC04 系列。

(4)ATMEL 51 系列单片机

ATMEL 公司生产的 CMOS 型 51 系列单片机,具有 MCS-51 内核,用 Flash ROM 代替 ROM 作为程序存储器,具有价格低、编程方便等优点。例如 89C51 就是拥有 4KB Flash ROM 的单片机。

ATMEL 公司生产的单片机主要有 89C51、89F51、89C52、89LV52、89C55 等。

(5)Microchip 公司的单片机

Microchip 公司推出了 PIC16C5X 系列的单片机。它的典型产品 PIC16C57 具有 8 位 CPU、2KB×12 位 E²PROM 程序存储器、80B×8 RAM、1 个 8 位定时器/计数器、21 根 I/O 口线等硬件资源。指令系统采用 RISC 指令,拥有 33 条基本指令,指令长度为 12 位,工作速度较高。主要产品有 PIC16C54、PIC16C55、PIC16C56 等。

(6)Zilog 公司的单片机

Zilog 公司推出的 Z8 系列单片机是一种中档 8 位单片机。它的典型产品为 Z8601,具有 8 位 CPU、2 KB ROM、124 B RAM、2 个 8 位定时器/计数器、32 位 I/O 口线、1 个异步串行通信口、6 个中断向量等。主要产品型号有 Z8600/10、Z8601/11、Z86C06、Z86C21、Z86C40、Z86C93 等。

1.1.3 MCS-51 系列单片机的分类

MCS-51 系列单片机是 Intel 公司开发的非常成功的产品,具有性能价格比高、稳定、可靠、高效等特点。自从开放技术以来,不断有其他公司生产各种与 MCS-51 兼容或者具有 MCS-51 内核的单片机。MCS-51 已成为当今 8 位单片机中具有事实上的“标准”意味的单片机,应用很广泛。本书以 8051 为核心,讲述 MCS-51 系列单片机。

MCS-51 系列单片机采用模块化设计,各种型号的单片机都是在 8051(基本型)的基础上通过增、减部件的方式获得的。8051 是片内 ROM 型单片机,内部具有 4KB 掩膜 ROM。在此基础上将掩膜 ROM 模块换成 EPROM 模块衍生出了 8751(EPROM 型),去除掩膜 ROM 模块衍生出了 8031(无 ROM 型)。上面三种类型称为 MCS-51 系列中的 51 子系列。在 8051、8751、8031 的基础上,增加 128B RAM 和一个定时器/计数器及其引出的中断源衍生出的 8052、8752、8032,称为 52 子系列。MCS-51 系列单片机有以下两种类型:

1. 基本型

基本型主要有 8051、8031、8031AH、8051AH、8751AH、8751BH、80C31BH、80C51BH、87C51BH(二级程序存储器保密位,可防止非法拷贝程序)等。后缀有 AH 或 BH 型单片机采用 HMOS 工艺制造,中间有一个“C”字母的单片机是采用 CMOS 工艺制造的,具有低功耗的特点,支持节能模式。

2. 增强型

(1)增大内部存储器型

该型产品将内部的程序存储器 ROM 和数据存储器 RAM 增加一倍。如 8032AH、8052AH、8752BH 等,内部拥有 8 KB ROM 和 256 B RAM,属于 52 子系列。

(2)可编程计数阵列(PCA)型

型号中含有字母“F”的系列产品,如 80C51FA、83C51FA、87C51FA、83C51FB、87C51FB、83C51FC、87C51FC 等,均是采用 CHMOS 工艺制造,具有比较/捕捉模块及增强的多机通信接口。

(3)A/D 型

该型产品如 80C51GB、83C51GB、87C51GB 等具有下列新功能:8 路 8 位 A/D 转换模块,256B 内部 RAM,2 个 PCA 监视定时器,增加了 A/D 和串行口中断,中断源达 7 个,具有振荡器失效检测功能。

1.2 MCS-51 系列单片机内部结构

自 20 世纪 80 年代初 Intel 公司推出 MCS-51 系列单片机以来,该系列的产品已经发展到了几十种型号,8051 是最早、最典型的产品。Intel 公司对该系列单片机采用技术开放的策略,使很多公司相继推出了以 8051 为基核的、具有优异性能的、各具特色的单片机。

1.2.1 基本组成与结构

MCS-51 系列单片机泛指以 8051 为内核的 MCS-51 单片机,主要产品有 8051、8751、8031。8051 是 ROM 型单片机,内部有 4 KB 工厂掩膜编程的 ROM 程序存储器;8751 是 EPROM 型单片机,内部有 4 KB 用户可编程的程序存储器;8031 是无 ROM 程序存储器的单片机,它必须外接 EPROM 程序存储器。除此之外,8051、8751 和 8031 的内部结构是完全相同的,其基本组成结构如图 1.1 所示。它们都具有以下硬件资源:

- 面向控制的 8 位 CPU;
- 128B 内部 RAM 数据存储器;
- 32 位双向输入/输出线;
- 1 个全双工的异步串行口;
- 2 个 16 位定时器/计数器;
- 5 个中断源,2 个中断优先级;
- 时钟发生器;
- 可寻址 64 KB 程序存储器和 64 KB 外部数据存储器。

MCS-51 系统结构框图如图 1.2 所示。

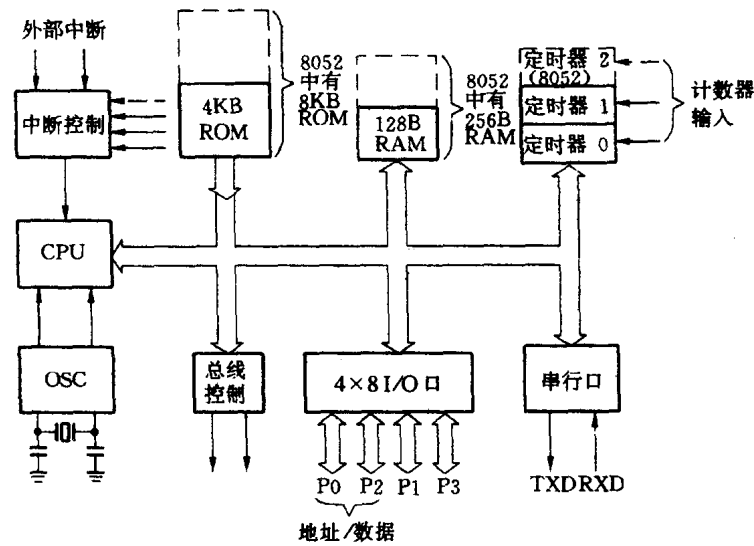


图 1.1 8051 系列单片机的基本组成结构

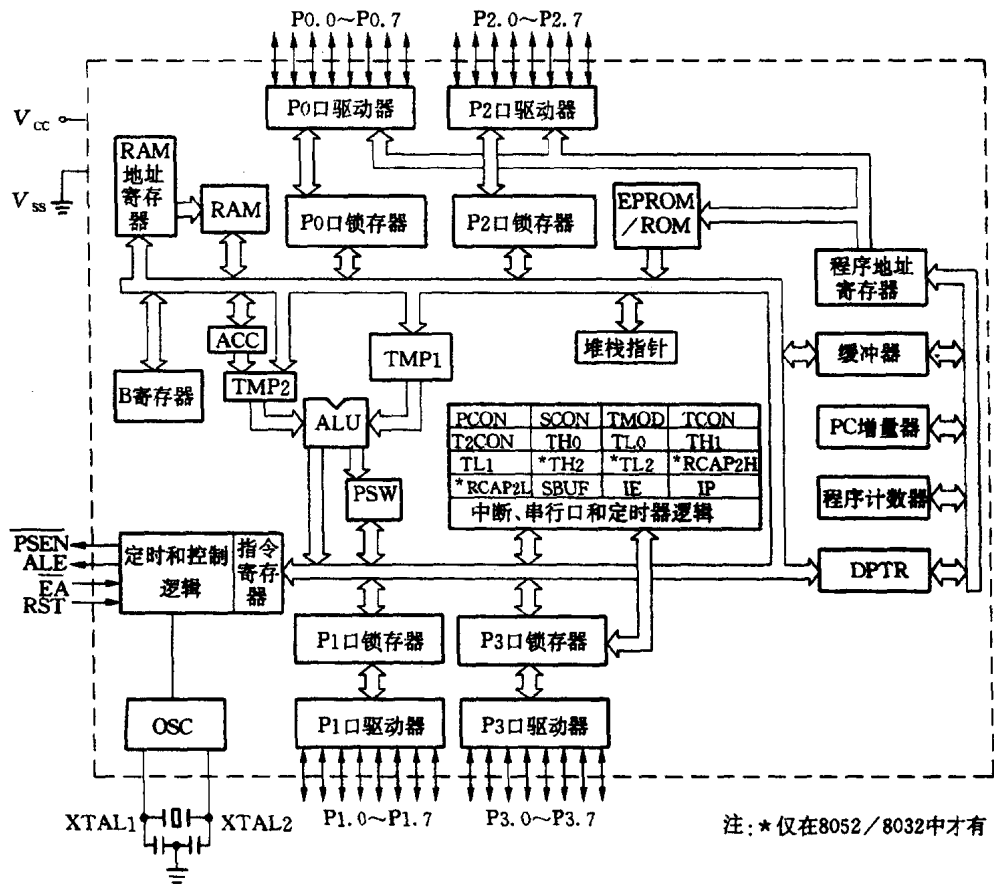


图 1.2 MCS-51 系统结构框图