



应用型本科信息大类专业“十二五”规划教材

单片机原理与应用

盛珣华 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

单片机原理与应用

主 编 盛珣华

副主编 张小凤 梅 斌 陈朝大

胡 明 齐晶薇

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

本书针对工科类本科专业应用型人才培养要求编写,内容强调理论与实际应用相结合,特别适合于以培养应用型人才为目标的学校使用。本书共分为 11 章,内容包括:单片机概述、单片机的硬件系统结构、单片机程序设计、AT89S51 并行端口的原理及应用、AT89S51 单片机的中断系统、AT89S51 单片机的定时器/计数器、显示与键盘、AT89S51 单片机的串行口、AT89S51 单片机的系统扩展、AT89S51 单片机的模拟量接口、单片机应用系统设计。此外,部分章节还设置了 Proteus 软件与 Keil 软件应用专栏,方便学生能更好地掌握单片机的软件应用知识。

为了方便教学,本书还配有教学课件等教学资源包,任课教师和学生可以登录“我们爱读书”网(www.ibook4us.com)免费下载,或者发邮件至 hustpeit@163.com 免费索取。

本书可作为本科电子信息、自动化、电气工程、通信、机电类、计算机应用等专业的教材,也可供相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用 / 盛珣华主编. — 武汉: 华中科技大学出版社, 2014. 3
ISBN 978-7-5609-9938-8

I. ①单… II. ①盛… 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(2014)第 041974 号

单片机原理与应用

盛珣华 主编

策划编辑: 康 序

责任编辑: 史永霞

封面设计: 李 嫒

责任校对: 马燕红

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: 武汉正风天下文化发展有限公司

印 刷: 武汉市宏隆印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 18.75

字 数: 475 千字

版 次: 2014 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 38.00 元



华中出版

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、电化学等领域都做出过杰出贡献。

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

随着单片机的广泛应用,单片机课程已成为各高等院校工科专业的必修课程。虽然现在市场上单片机的教材众多,但适合应用型人才培养的相关教材却非常缺乏。

本书是编者根据近几年在应用型本科院校的教学实践,比对其多年在重点本科院校的教学经验编写的。

考虑到 MCS-51 系列 8 位单片机在单片机应用领域仍占有较重要的地位,本书仍讲述 8 位单片机,重点介绍 MCS-51 系列兼容单片机 AT89S51 的结构和工作原理。

本书在编写过程中重点考虑了以下问题。

- (1) 根据应用型院校学生的特点,理论内容少而精,通俗易懂。
- (2) 各章举例紧贴实际应用,注重基础原理与应用的结合。
- (3) 考虑不同专业对软件的要求,书中相关实例的程序均用汇编语言与 C51 语言两种语言编写,可对照和选用。单片机的程序设计一直是该课程学生学习的难点,为此程序举例采用由浅入深的方法,再配合实验和 Keil 软件的调试,可以提高学生在软件编程方面的能力。
- (4) 设置 Proteus 软件和 Keil 软件专栏,可以帮助学生加深对理论知识的理解。
- (5) 思考题与习题的形式多样,学生可以加深和巩固课堂所学的内容。

本书由北京理工大学珠海学院盛珣华担任主编,由北京理工大学珠海学院张小凤、湖北师范学院梅斌、广东技术师范学院天河学院陈朝大、中国矿业大学徐海学院胡明、哈尔滨远东理工学院齐晶薇担任副主编。其中,盛珣华与张小凤编写了第 4、5、6、8、9 章,梅斌编写了第 10、11 章,陈朝大编写了第 1、2 章,胡明编写了第 3 章,齐晶薇编写了第 7 章。最后由盛珣华审核并统稿。

为了方便教学,本书还配有教学课件等教学资源包,任课教师和学生可以登录“我们爱读书”网(www.ibook4us.com)免费下载,或者发邮件至 hustpeiit@163.com 免费索取。

由于时间紧迫和编者的水平有限,书中难免出现错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2014 年 1 月 15 日

目
录

CONTENTS

第 1 章 单片机概述	(1)
1.1 单片机的基本概念	(3)
1.2 单片机的发展历史	(3)
1.3 单片机的主要特点	(4)
1.4 单片机的应用	(4)
1.5 单片机的发展趋势	(5)
1.6 常用单片机芯片	(5)
1.7 单片机应用系统开发简述	(8)
Proteus 软件与 Keil 软件应用专栏 1	(11)
复习思考题 1	(13)
第 2 章 单片机的硬件系统结构	(14)
2.1 AT89S51 单片机的硬件系统结构	(14)
2.2 AT89S51 单片机的芯片引脚	(15)
2.3 AT89S51 单片机的微处理器	(17)
2.4 AT89S51 的存储器	(19)
2.5 单片机的最小系统电路	(25)
2.6 低功耗节电模式	(29)
Proteus 软件与 Keil 软件应用专栏 2	(31)
复习思考题 2	(37)
第 3 章 单片机程序设计	(40)
3.1 汇编语言程序设计	(41)
3.2 单片机 C51 语言程序设计	(75)
Proteus 软件与 Keil 软件应用专栏 3	(103)
复习思考题 3	(108)
第 4 章 AT89S51 并行端口的原理及应用	(112)
4.1 AT89S51 的并行 I/O 端口的结构及工作原理	(112)
4.2 并行 I/O 端口的应用	(116)
Proteus 软件与 Keil 软件应用专栏 4	(126)
复习思考题 4	(126)
第 5 章 AT89S51 单片机的中断系统	(128)
5.1 AT89C51 单片机的中断系统	(128)

5.2	MCS-51 系列单片机中断处理过程	(132)
5.3	中断程序举例	(136)
	Proteus 软件与 Keil 软件应用专栏 5	(139)
	复习思考题 5	(139)
第 6 章	AT89S51 单片机的定时器/计数器	(141)
6.1	定时器/计数器的结构和工作原理	(141)
6.2	定时器/计数器的控制	(143)
6.3	定时器/计数器的工作方式	(144)
6.4	定时器/计数器用于外部中断源扩展	(147)
6.5	定时器/计数器的应用举例	(148)
6.6	报警电路设计	(154)
	Proteus 软件与 Keil 软件应用专栏 6	(161)
	复习思考题 6	(162)
第 7 章	显示与键盘	(164)
7.1	单片机与 LED 显示器接口	(164)
7.2	LED 大屏幕显示器和接口	(171)
7.3	字符型 LCD 液晶显示器	(178)
7.4	单片机与键盘接口	(189)
	Proteus 软件与 Keil 软件应用专栏 7	(196)
	复习思考题 7	(197)
第 8 章	AT89S51 单片机的串行口	(198)
8.1	计算机串行通信基础	(198)
8.2	AT89S51 单片机串行口结构	(203)
8.3	串行口的 4 种工作方式	(205)
8.4	多机通信	(211)
8.5	波特率的制定方法	(212)
8.6	串行通信的应用设计	(213)
	Proteus 软件与 Keil 软件应用专栏 8	(215)
	复习思考题 8	(216)
第 9 章	AT89S51 单片机的系统扩展	(218)
9.1	存储器扩展	(218)
9.2	并行接口的扩展	(231)
	Proteus 软件与 Keil 软件应用专栏 9	(245)
	复习思考题 9	(246)
第 10 章	AT89S51 单片机的模拟量接口	(247)
10.1	A/D 与 D/A 概述	(247)
10.2	DAC	(247)
10.3	ADC 的接口	(254)
	Proteus 软件与 Keil 软件应用专栏 10	(258)
	复习思考题 10	(259)
第 11 章	单片机应用系统设计	(261)
11.1	单片机应用系统设计的步骤	(261)
11.2	单片机应用系统的可靠性	(262)
	复习思考题 11	(284)
附录 A	80C51 单片机指令速查表	(285)
	参考文献	(289)

【内容概要】 本章介绍微型计算机的发展和各种应用形态,重点讲述单片机的基础知识、特点、应用领域以及发展趋势,并对 MCS-51 系列单片机及其兼容的单片机进行了介绍。本章还讲述了单片机应用系统的开发过程,并简要介绍了 Keil 软件和 Proteus 软件,使读者对单片机的开发应用有初步的了解。

20 世纪重大发明之一是计算机的诞生。1946 年 2 月 15 日,第一台电子数字计算机(ENIAC)(见图 1-1)问世,这标志着计算机时代的到来。

美籍匈牙利数学家冯·诺依曼在 1946 年 6 月提出了程序存储和二进制运算的思想,进一步构建了计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备组成的经典结构,如图 1-2 所示。目前计算机仍没有突破冯·诺依曼提出的经典结构。

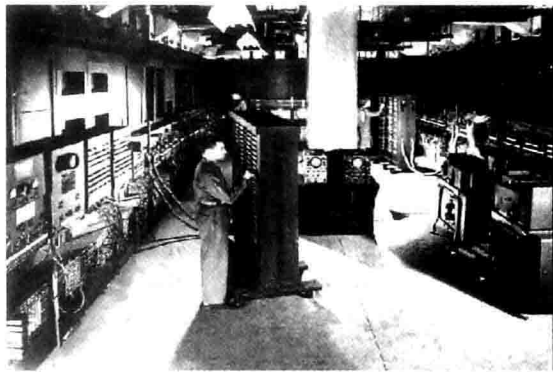


图 1-1 第一台数字计算机 ENIAC

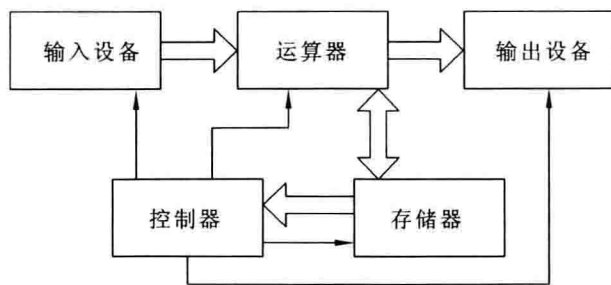


图 1-2 计算机的经典结构

计算机诞生至今,短短几十年的时间里,性能大大提高,价格不断下降,计算机已经广泛地应用于人类生产和生活的各个领域。

计算机经历了电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模/超大规模集成电路四个发展阶段。计算机从早期单一的数字计算发展到信息处理、事务管理、计算机辅助设计和制造、工业自动控制、人工智能以及教学和娱乐等各个领域,直接影响到人类社会的方方面面。

根据运算速度、存储容量、体积大小等因素,可以将计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机等几类。

微型机从 20 世纪 70 年代初问世以来,经历了 4 位、8 位、16 位、32 位及 32 位以上的变化,现在一台高档微型机的性能已经超过早期中型机的水平。

1. 微型机的发展状况

第一代(1971—1973):4 位微处理器和低档 8 位微处理器的时期。其典型产品为 Intel 公司推出的 Intel 4004 微处理器。其指令系统只有 45 条指令,用 P 沟道 MOSFET 技术制造,允许以 50 kips(每秒千条指令)的速度执行指令。4 位微处理器用于早期的视频游戏和基于微处理器的小型控制系统中。

第二代(1974—1977):8 位微处理器时期。其典型产品为:1973 年 Intel 公司推出的 8080/8085 微处理器,可寻址的存储器空间为 16 KB,并且增加了指令(总计 70 条),性能也大大优于第一代产品。其他产品有 Motorola 公司的 MC6800 微处理器,Zilog 公司的 Z80

微处理器等。

第三代(1977—1980):16 位微处理器时期。其典型产品为: Intel 公司推出的 8086/8088, Zilog 公司推出的 Z8000 微处理器, Motorola 公司推出的 MC68000 微处理器。

IBM 公司推出了以 Intel 8086 CPU 为处理器的 IBM PC 机和 Intel 8088 CPU 为处理器的 IBM PC/XT。这两种机型的内存为 1 MB, 支持单任务的操作系统。20 世纪 70 年代末, Intel 公司又推出了以 Intel 80286 为 CPU 的 16 位增强型 PC 机 IBM PC/AT, 内存可达到 4 MB, 支持多任务多用户操作系统。

第四代(1981—):32 位微处理器时期。其典型产品为: Intel 公司推出的 Intel 80386、Intel 80486、Intel PentiumPro、Intel Pentium 2、Intel Pentium 3、Intel Pentium 4 等处理器, Motorola 公司推出的 MC 68020、MC 68030、MC 68040 等处理器, Zilog 公司推出的 Z80000 等处理器。它们是面向超高速性能、多任务处理、网络多媒体应用领域设计的, 适用于设计高性能、多功能的现代微计算机系统。

2. 微型机的特点

微型计算机与其他类型计算机相比, 以其体积小、质量轻、功能强、耗能少、价格低廉等优点, 深受人们的喜爱, 得到广泛的应用。

微型计算机从应用形态可分为系统机(多板机)、单板机和单片机等。

1) 系统机(多板机)

将 CPU、存储器、I/O 接口电路和总线接口等组装在一块主机板(即微机主板)上, 通过系统总线与其他外设适配板卡(各种适配板卡插在主机板的扩展槽上并与电源、软/硬盘驱动器及光驱等装在同一机箱内)连接键盘、显示器、打印机、软/硬盘驱动器及光驱等设备, 配上系统软件, 就构成了一台完整的微型计算机系统, 简称系统机。

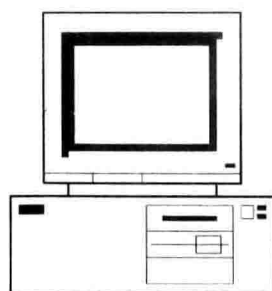
2) 单板机

将 CPU 芯片、存储器芯片、I/O 接口芯片和简单的 I/O 设备(小键盘、LED 显示器)等装在一块印制电路板上, 再配上监控程序(固化在 ROM 中), 就构成了一台单板微型计算机, 简称单板机。我国在 20 世纪 80 年代大量应用单板机, 随着单片机的发展, 单板机已经逐渐被淘汰。

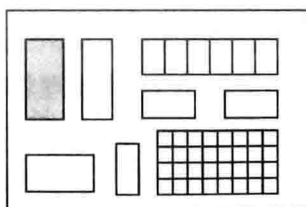
3) 单片机

在一片集成电路芯片上集成了微处理器、存储器、I/O 接口等电路, 从而构成了单芯片微型计算机, 即单片机。

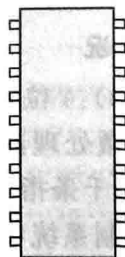
微型计算机的三种应用形态示意图如图 1-3 所示。



(a) 系统机



(b) 单板机



(c) 单片机

图 1-3 微型计算机的三种应用形态示意图



图 1-4 单片机的芯片

1971年微处理器推出后不久,就出现了单芯片的微型计算机,简称为单片机。单片机是以大规模集成电路为特征的第四代电子计算机。单片机问世以来,广泛地应用在工业自动化、自动检测与控制、智能仪器仪表、机电一体化设备、汽车电子、家用电器等各个方面。



1.1 单片机的基本概念

单片机是将中央处理单元(CPU)、存储器(RAM、ROM)、I/O接口电路、定时器/计数器等部件集成在一片半导体硅片上,而构成的一个完整的微型计算机。单片机的芯片如图1-4所示。

单片机主要应用于控制领域。单片机在使用时,通常处于控制系统的核心并嵌入其中,所以通常把单片机称为嵌入式控制器(embedded controller, EMCU)或微控制器(micro controller unit, MCU)。

单片机芯片的体积小、耗电少、价格低,可广泛应用到工业控制领域、智能仪器仪表、家用电器、机器人、分布式系统的前端模块、汽车电子系统、玩具、个人信息终端以及通信产品中。



1.2 单片机的发展历史

单片机根据其基本操作处理的二进制数据位数,分为:4位单片机、8位单片机、16位单片机和32位单片机,单片机的发展历史可大致分为三个阶段。

第一阶段(1974—1976):4位单片机。1975年,美国德克萨斯仪器公司首次推出4位单片机TMS-1000,之后各国相继推出4位单片机,如夏普公司推出的SM单片机。此阶段为单片机发展的初级阶段,功能比较简单,主要用于控制家用电器和玩具。

第二阶段(1976—1983):8位单片机。1976年Intel公司推出的MCS-48系列8位单片机,随后各计算机公司推出了多种8位单片机,如GI公司推出的PIC1650, Zilog公司推出的Z8等。此阶段的单片机仍然处于低性能阶段。

1978年以后,随着集成电路的发展,出现了高性能的单片机。典型代表产品为Intel公司推出的MCS-51系列, Motorola公司推出的6801单片机。此类单片机普遍带有串行I/O端口、多级中断系统、16位定时器/计数器,片内ROM、RAM容量加大,且寻址范围可达64KB,有的片内还带有A/D转换器。由于这类单片机的性价比高,所以得到了广泛的应用。此后,各公司的8位单片机迅速发展起来,新机型不断涌现,目前高性能8位单片机仍然是应用数量最多的单片机。

第三阶段(1983—):16位单片机和32位单片机。此阶段是单片机制造业大发展的时期,这个时期的各公司开发了一大批性能优越的单片机,极大地推动了单片机的应用。如Intel公司推出的MCS-96系列,美国国家半导体公司推出的HPC16040系列, NEC公司推出的783××系列等。近年来,又有不少新型的高集成度的单片机产品涌现出来,出现了单片机产品丰富多彩的局面。

到现在为止,世界各大半导体公司推出的单片机已有几十个系列几百个品种。

其中Intel公司推出的MCS-51系列单片机,由于被广泛应用,因此成为公认的单片机的标准系列和主导产品。以MCS-51系列为内核的单片机生产量大、品种多;特别是近年来,与MCS-51系列兼容,低功耗、高性能并且带快闪可编程存储器的AT89S51等新型单片机的加盟,更加强了MCS-51系列单片机的主导地位。



1.3 单片机的主要特点

单片机的基本组成与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。

1. 单片机在结构上的特点

存储器采用哈佛结构,ROM 和 RAM 严格分开,ROM 存放程序,RAM 存放数据;内部资源中,有较多的寄存器;位寻址功能强大,设置了独立的位处理器;和其他微型计算机相比,单片机更适于控制领域的应用。

2. 单片机技术易于掌握和普及

单片机技术是一门较为容易掌握的技术,广大工程技术人员通过理论学习和工程实践能较快地掌握其应用和设计技术。

3. 功能齐全、应用广泛

单片机芯片的体积小、耗电少、成本低、功能齐全、嵌入容易、可靠性高,可广泛应用到工业控制领域、智能仪器仪表、家用电器、机器人、分布式系统的前端模块、汽车电子系统、玩具、个人信息终端以及通信产品中。单片机的普及给工业自动化等领域带来了一场重大革命和技术进步。

4. 发展迅速、前景广阔

在短短几十年的时间里,单片机就经过了 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机等几大发展阶段。尤其是形式多样、集成度高、功能日臻完善的单片机不断问世,更使得单片机在工业控制及工业自动化领域获得长足的发展和大量应用。近几年来,单片机的内部结构越加完美,配套的功能部件越来越完善,一片芯片就是一个应用系统,为应用系统向更高层次和更大规模的发展奠定了坚实的基础。



1.4 单片机的应用

单片机具有良好的控制性和灵活的嵌入特性。因此,以单片机为核心的嵌入式控制系统在下述的各个领域中得到了广泛的应用。

1. 工业自动化控制

在工业领域,单片机的主要应用有工业过程控制、智能控制、设备控制、数据采集和传输、检测和监控等。在工业自动化的领域中,单片机可以实现电动机转速控制、温度控制、自动生产线等。在比较复杂的控制系统,如分布式多机系统,单片机常作为一个终端机,安装在系统的某些节点上,对现场信息进行实时的测量和控制,并将检测信号通过通信网络上传至上位机,实现采集分散、控制集中的复杂控制。

2. 智能化仪器仪表

目前,对仪器仪表的要求是自动化和智能化。将单片机嵌入到仪器仪表中,单片机用于对信息的检测处理,可提高仪器仪表的精度和准确度,简化结构,减小体积并易于携带和使用,加速仪器仪表向数字化、智能化、多功能化方向发展。

3. 家用电器

单片机在家用电器中的应用也已经非常普及。目前,家电产品为实现智能化普遍使用

单片机。例如,洗衣机、电冰箱、微波炉、空调、电风扇、电视机、加湿机、消毒柜等设备中嵌入了单片机后,功能和性能大大提高,并实现了智能化、最优化控制。

4. 机电一体化产品

单片机在机器人、数控机床和汽车电子设备中的应用非常广泛。

5. 其他领域

1) 武器装备

在现代化的武器装备中,如飞机、军舰、坦克、导弹、鱼雷制导、智能武器装备、航天飞机导航系统等,都有单片机的嵌入。

2) 各种终端及计算机外部设备

应用于计算机网络终端设备(如银行终端)和计算机外部设备中,如打印机、硬盘驱动器、绘图机。传真机、复印机等都使用了单片机作为控制器。

3) 通信方面

在调制解调器、各类手机、传真机、程控电话交换机、信息网络以及各种通信设备中,单片机也已经得到了广泛的应用。



1.5 单片机的发展趋势

1. CPU 的改进

(1) CPU 由 8 位单片机向 16 位单片机和 32 位单片机发展,其数据处理能力更强。

(2) 采用双 CPU 结构,以提高数据处理能力。

2. 存储器的发展

片内程序存储器普遍采用闪速存储器(Flash Memory)。闪速存储器具有 RAM 和 ROM 的共同优点,有静态 RAM 的读/写操作简便,又有在掉电时数据不会丢失的优点。目前,有的单片机片内程序存储器容量可达 128 KB 甚至更高,可不用片外扩展程序存储器。

3. 片内 I/O 端口的改进

增加并行端口的驱动能力,有些单片机可以直接输出大电流和高电压,直接驱动 LED 和执行器。有些单片机设置了一些特殊的串行 I/O 端口功能,为构成分布式、网络化系统提供了方便条件。

4. 低功耗化

耗电量是目前电子产品优劣的重要指标,目前单片机产品采用功耗小的 CMOS 芯片,并普遍配置有等待状态、睡眠状态、关闭状态等多种节点工作方式。在这些状态下低电压工作的单片机,其消耗的电流仅为 μA 或 nA 数量级,非常适合于电池供电的便携式、手持式的仪器仪表以及其他消费类电子产品。

5. 编程及仿真的简单化

目前,大多数的单片机都支持程序的在线编程,也称为在系统编程(in system programming,ISP),只需一条 ISP 并口下载线,就可以把仿真调试通过的程序从 PC 写入单片机的闪速存储器内,省去编程器。某些机型还支持在线应用编程(IAP),省去了仿真器。



1.6 常用单片机芯片

20 世纪 80 年代以来,单片机的发展非常迅速,出现了许多种单片机产品,其中 Intel 公司

推出的 MCS-51 系列单片机是一款设计成功、功能较强并在世界范围得到广泛使用的机型。

1.6.1 MCS-51 系列单片机

MCS 是 Intel 公司生产的单片机的系列符号,MCS-51 系列单片机是 Intel 公司在 MCS-48 系列的基础上于 20 世纪 80 年代初发展起来的,是最早进入我国,并在我国应用最为广泛的单片机机型之一,也是单片机应用的主流品种。

MCS-51 系列单片机采用 HMOS(全称为高性能金属氧化物半导体,如 8051)和 CHMOS(全称为互补金属氧化物 HMOS,如 80C51)工艺。这两种单片机完全兼容。CHMOS 工艺先进,它综合了 HMOS 工艺的高速度和 CMOS(全称为互补金属氧化物半导体)工艺的低功耗特点。

MCS-51 系列单片机主要包括基本型产品,如 8031、8051、8751(对应的低功耗型 80C31、80C51、87C51)和增强型产品,如 8032、8052、8752(对应的低功耗型 80C32、80C52、87C52)。

1. 基本型

基本型的典型产品有 8031、8051、8751。这三种芯片只是在程序存储器的形式上不同,在结构和功能上都一样。

8051 单片机片内含有 4 KB 的 ROM,ROM 中的程序是由单片机芯片生产厂固化的,适合于大批量的产品。

8751 单片机片内含有 4 KB 的 EPROM,单片机应用开发人员可以把编写好的程序用开发机或编程器写入其中,需要修改时,可以先用紫外线擦除器擦除,然后再写入新的程序。

8031 单片机片内没有程序存储器,在单片机芯片外扩展 4 KB 的可擦除可编程存储器(EPROM)后,就相当于一片 8751,此种应用方式灵活方便。

2. 增强型

Intel 公司在 MCS-51 系列的三种基本型产品基础上,又推出了增强型系列产品,即 52 子系列,典型产品有 8032、8052、8752。它们内部的 RAM 容量增到 256 B,8052、8752 的片内程序存储器容量扩展到 8 KB,16 位定时器/计数器增至 3 个,6 个中断源,串行口通信速率大大提高。

表 1-1 列出了基本型和增强型的 MCS-51 系列单片机片内的基本硬件资源。

表 1-1 基本型和增强型的 MCS-51 系列单片机片内的硬件资源

	型号	片内程序 存储器	片内数据存 储器/B	I/O 端口线 (位)	16 位定时器/ 计数器/个	中断源个数 /个
基本型	8031	无	128	32	2	5
	8051	4KB ROM	128	32	2	5
	8751	4KB EPROM	128	32	2	5
增强型	8032	无	256	32	3	6
	8052	8KB ROM	256	32	3	6
	8752	8KB EPROM	256	32	3	6

1.6.2 其他与 MCS-51 系列兼容的单片机

20 世纪 80 年代中期以后, Intel 公司以专利转让或技术交换的形式把 8051 的内核技术转让给了许多半导体芯片生产厂家, 如 Atmel、PHILIPS、CYGNAL、ANALOG、LG、ADI、Maxim 等公司。这些厂家生产的兼容机均采用 8051 的内核结构、指令系统相同, 采用 CMOS 工艺; 有的公司还在 8051 内核的基础上又增加了一些功能模块, 其集成度更高, 功能和市场竞争力更强。人们常用 80C51 来称呼所有这些具有 8051 内核使用和指令系统的单片机, 并习惯把这些兼容机等各种衍生品种统称为 MCS-51 系列单片机。

世界各半导体器件厂家推出的与 80C51 兼容的主要产品如下。

(1) Atmel 公司的 AT89 系列单片机。

(2) PHILIPS 公司的 80C51、80C552 系列高性能单片机。

(3) 美国 CYGNAL 公司的 C8051F 系列高速单片机。

(4) 美国 ADI 公司生产的 $AD_{\mu}C8 \times \times$ 系列高精度单片机。

(5) 中国台湾华邦公司的产品 W77 系列、W78 系列单片机。

(6) STC 系列单片机。STC 系列单片机是我国研制的具有独立自主知识产权, 功能强大、抗干扰性强的增强型 51 单片机, STC 系列单片机中有多种子系列, 如 STC 12C5410 系列、STC 12C2052 系列等。

Atmel 公司是美国 20 世纪 80 年代中期成立并发展起来的半导体公司, 该公司将闪速存储器技术与 80C51 内核相结合, 形成了片内带有闪速存储器的 AT89C5 $\times$ /AT89S5 $\times$ 系列单片机。

AT89C5 $\times$ /AT89S5 $\times$ 系列单片机与 MCS-51 系列单片机在原有功能、引脚以及指令系统方面完全兼容, 该系列单片机中的某些品种又增加了一些新的功能, 如看门狗定时器 WDT、ISP 及 SPI 串行接口技术等。片内闪速存储器允许在线 (+5V) 电擦除、使用编程器或串行下载写入对其重复编程。另外, AT89C5 $\times$ /AT89S5 $\times$ 单片机还支持由软件选择的两种节电工作方式, 非常适于电池供电或其他要求低功耗的场合。AT89S5 $\times$ 单片机是目前取代 MCS-51 系列单片机的主要芯片之一。AT89S5 $\times$ 的“S”挡系列机型是 Atmel 公司继 AT89C5 $\times$ 系列之后推出的新机型, “S”表示含有串行下载的闪速存储器, 代表性产品为 AT89S51 和 AT89S52。

1.6.3 其他型号的单片机

1. PIC 单片机

PIC 单片机是 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闪速程序存储器的芯片。

2. TI 公司单片机

德州仪器提供了 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。

3. AVR 系列单片机

AVR 系列单片机是 1997 年由 Atmel 公司利用闪速存储器新技术, 研发出的精简指令

集的高速 8 位单片机。

1.7 单片机应用系统开发简述

1.7.1 单片机应用系统开发

单片机应用系统开发时,需要设计应用系统的硬件并编写相应的软件。单片机应用系统能否达到预期设计的目标,与正确的硬件设计和良好的软件功能设计相关。完成这一目标的过程称为单片机应用系统的开发。

单片机是一块集成了微型计算机基本部件的集成电路芯片,与通用的微型计算机相比,单片机本身没有开发功能,必须借助开发器(仿真仪)来排除应用系统的硬件故障和软件错误。在硬件设计和软件设计完成后,将调试完成的程序借助开发器固化到单片机的芯片中,完成整体的开发过程。

硬件仿真的目的是利用开发器(仿真仪)的资源(CPU、存储器和 I/O 设备等)来模拟欲开发的单片机应用系统(即目标机)的 CPU、存储器和 I/O 操作,并跟踪和观察目标机的运行状态。

利用仿真仪开发一个单片机应用系统的过程如图 1-5 所示。

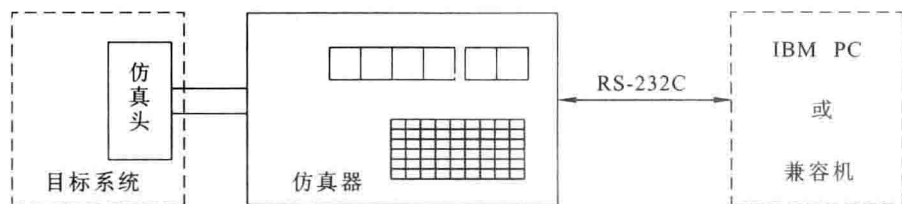


图 1-5 利用仿真仪开发一个单片机应用系统的过程

1. 根据应用系统的要求进行总体设计

总体设计的目标是明确任务、需求分析和拟订设计方案,确定软硬件各自完成的任务等。总体设计对于应用系统是否能顺利完成,起着重要的作用。

2. 硬件设计

根据总体设计要求设计并制作硬件电路板(即目标系统),制作前可先用仿真软件(如 Proteus 软件)进行仿真,仿真通过后再用硬件实现并通过仿真仪进行功能检测。

3. 软件设计

软件编程并调试,目前一般用 Keil 软件进行设计调试,调试成功后将程序写入目标单片机芯片中。

4. 综合调试

进行硬软件综合调试,检测应用系统是否达到设计的功能。

1.7.2 单片机仿真仪的应用

目前,市场上有多种用于单片机开发的仿真仪,本书以综合仿真仪 XL2000(见图 1-6)为例对仿真仪的应用加以说明。

综合仿真仪 XL2000 是深圳市学林电子有限公司综合近 10 年经验开发出的目前具有