



21世纪高等院校规划教材



单片机原理及应用设计 (第二版)

主 编 胡 辉

副主编 李叶紫 王 晓



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

014032369

TP368.1-43
23-2

21 世纪高等院校规划教材

单片机原理及应用设计 (第二版)

主 编 胡 辉

副主编 李叶紫 王 晓



TP368.1-43
23-2



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



北航

C1720681

内 容 提 要

本书主要介绍了 MCS-51 系列单片机的基础知识、单片机的结构及工作原理、指令系统与程序设计、中断及定时、串行通信、C51 程序设计、并行 I/O 口的扩展、A/D 与 D/A 转换接口的设计、单片机的应用实例介绍及单片机应用开发环境等内容。本书结合应用型本科教育的特点,在取材和编排上注重理论联系实际,由浅入深、循序渐进。书中列举了大量的应用实例可作为单片机类课程设计的指导。针对目前高校学生 C 语言的普及性,本书安排了 C51 程序设计,目的是使 C 语言掌握较好的学生尽快掌握单片机应用技术。本书对市场上流行的单片机作了简单介绍供读者选择。本书突出实用性,注重和加强对学生的实践应用能力的培养。为了便于教学或自学,每章附有习题,可供读者练习。

本书可作为高等院校应用型本科的电子信息类、机电类、计算机及电类相关专业教材,也可作为相关领域工程技术人员的学习参考书。

本书配有免费电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站以及万水书苑下载,网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>或 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用设计 / 胡辉主编. — 2版. — 北京:中国水利水电出版社, 2014.3
21世纪高等院校规划教材
ISBN 978-7-5170-1688-5

I. ①单… II. ①胡… 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015967号

策划编辑:雷顺加 责任编辑:张玉玲 加工编辑:李 燕 封面设计:李 佳

书 名	21 世纪高等院校规划教材 单片机原理及应用设计(第二版)
作 者	主 编 胡 辉 副主编 李叶紫 王 晓
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658(发行部)、82562819(万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 17.25 印张 435 千字
版 次	2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷 2014 年 3 月第 2 版 2014 年 3 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	32.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

再版前言

《单片机原理及应用设计》自 2005 年 7 月出版以来,多所高校的相关专业选用了本书,同时也得到了不少高校教师和学生的意见和建议。随着教学改革的需要和发展,教材编制组根据本课程教学内容所提出的一些新要求,制定了第二版修订方案,使本教材在原来的基础上得到进一步的完善。

随着电子技术的发展,单片机在国民经济的各个领域得到了广泛的应用。单片机以体积小、功能全、性价比高等诸多优点,在数据采集、工业控制、家用电器、通信设备、信息处理、航空、航天等各种领域得到广泛应用。目前市场上单片机的品种繁多,单片机功能越来越多,速度越来越快,第一版教材中介绍的有些内容相对陈旧,已经不能够满足读者的需求,为了让读者更好地了解市场上流行单片机的种类及特点,在第二版上增加了此部分内容。由于 MCS-51 单片机具有结构体系完整、指令系统功能完善和内部寄存器的规范化等特色,与其配套的各类开发系统和各类软件也比较完善,因此在中国的单片机市场上一直是主流芯片,所以在第二版中依然保留了以 MCS-51 单片机的结构为例学习掌握单片机的应用技术的方法。

本版保留了第一版的组织结构,在此基础上进行了修改和扩充,删去了一些比较浅显和累赘的内容,补充了部分应用实例,同时引入了一些实用技术。修改的主要内容为:将第 1 章的单片机系统基础知识中的单片机常用逻辑电路一节介绍去掉,增加常用单片机的选择及简介,突出市场流行单片机的介绍;简化了第 2 章中单片机内部结构的部分不常用电路的介绍;修改了第 3 章和第 4 章的部分例题和习题;对于第 9 章内容作了大幅度的调整,去掉一些目前单片机不常用的外围接口电路的应用(8155A 和 9279),增加了串行总线芯片的应用(I²C 总线、SPI 总线);对于第 11 章的单片机应用实例内容进行了进一步的优化,选取的例子都是具有代表性的,只给出设计方案,删除了实例的程序;对于第 12 章的内容进行了更换,将单片机可靠性设计与抗干扰设计换成了单片机常用仿真工具介绍,充分满足实践教学的需求。

修订后本书的特色如下:

(1) 面向学习和一般应用,介绍 51 单片机的典型芯片,在掌握 51 单片机的使用的同时也了解市场上其他流行单片机的特点,更好的选择单片机进行系统设计;

(2) 介绍单片机的常用开发工具和开发手段,特别是对 μ Vision 下的调试资源和调试操作进行了较详细的描述;

(3) 从标准 C 起步学习 C51,适合短学时的 C51 授课,内容比较浓缩精炼;

(4) 更新了单片机外围芯片的应用,提供了较多的参考资料,设计了多个综合实践教程,供学习者参考,提高开发技巧;

(5) 每个程序实例都有详细的说明和注释,其中许多 C 函数可以作为模块资源来加以利用。

本书共 12 章,以 MCS-51 系列单片机为机型,介绍单片机的基础知识、基本原理结构、51 指令系统、中断、定时器/计数器、串行通信、C51 程序设计、单片机的扩展、应用实例及单片机常用仿真工具等知识。学生通过学习可较全面地掌握单片机的应用技术。本书基本概念突出、逻辑性强、突出实践性环节、结构新颖,注重理论与实际相结合,务求实用。

本教材参考学时为 56 个，各院校可根据具体情况进行讲授。通过本课程的学习，能使学生在单片机应用技术方面具备一定的实用能力。

本书编写人员都是长期从事单片机教学与科研的教师和工程技术人员，具有丰富的教学和科研经验。本书由胡辉任主编，李叶紫、王晓任副主编。第 1、2、5、6 章由胡辉编写，第 3、4 章由李叶紫编写，第 7~8 章由王晓编写，第 9~10 章由戴永成编写，第 11~12 章由李宗睿编写，附录部分由邵文参、孟冬青、李万军编写。全书由胡辉统稿。参加本书大纲讨论的有孟庆敏、李文杰等。参加本书绘图及校对工作的有宗文闯、杜春凯、杨路等。

由于编写时间仓促，编者水平有限，书中难免出现一些错误和不妥之处，恳请广大读者和同仁批评指正。

编者

2013 年 12 月

目 录

再版前言

第1章 单片机系统基础知识	1	2.4.2 单片机的 CPU 时序	36
本章学习目标	1	2.5 单片机的工作方式	38
1.1 概述	1	2.5.1 程序执行方式	38
1.1.1 单片机的基本概念	1	2.5.2 节电工作方式	38
1.1.2 单片机的发展概况	3	2.5.3 复位	40
1.1.3 单片机的特点和应用	5	本章小结	41
1.2 单片机的数制表示法	6	习题二	42
1.2.1 二进制、十进制与十六进制	6	第3章 单片机的指令系统	43
1.2.2 数制的转换	7	本章学习目标	43
1.2.3 原码、反码与补码	8	3.1 单片机指令系统概述	43
1.2.4 计算机中常用的编码	10	3.1.1 指令格式	43
1.3 常用单片机的选择及简介	13	3.1.2 指令符号	44
1.3.1 单片机的选择	13	3.1.3 指令分类	44
1.3.2 单片机系列产品简介	14	3.2 寻址方式	46
本章小结	19	3.2.1 直接寻址	47
习题一	19	3.2.2 立即寻址	47
第2章 单片机的内部结构及工作原理	21	3.2.3 寄存器寻址	47
本章学习目标	21	3.2.4 间接寻址	47
2.1 单片机的内部结构	21	3.2.5 相对寻址	48
2.1.1 内部结构	21	3.2.6 变址寻址	49
2.1.2 引脚定义及功能	23	3.2.7 位寻址	49
2.2 单片机的存储器结构	25	3.3 指令系统	50
2.2.1 内部数据存储器及专用寄存器	25	3.3.1 数据传送类指令	50
2.2.2 外部数据存储器	29	3.3.2 算术运算类指令	54
2.2.3 程序存储器	30	3.3.3 逻辑运算指令	58
2.3 单片机并行 I/O 口	32	3.3.4 移位指令	58
2.3.1 P0 口的结构及特点	32	3.3.5 控制转移类指令	59
2.3.2 P1 口的结构及特点	33	3.3.6 位操作指令	62
2.3.3 P2 口的结构及特点	34	3.4 伪指令	64
2.3.4 P3 口的结构及特点	34	3.4.1 起始地址伪指令	64
2.4 单片机的时钟与时序	35	3.4.2 汇编结束伪指令	64
2.4.1 时钟电路	35	3.4.3 数据地址赋值伪指令	65

3.4.4 赋值伪指令	65	6.1.2 定时器/计数器的控制寄存器	109
3.4.5 定义字节伪指令	65	6.1.3 定时器/计数器的工作方式	110
3.4.6 定义字伪指令	65	6.2 定时器/计数器的应用	112
3.4.7 位地址赋值伪指令	66	6.2.1 定时器方式 0 的应用	112
3.4.8 定义存储区伪指令	66	6.2.2 定时器方式 1 的应用	113
本章小结	66	6.2.3 外部脉冲宽度的测量	114
习题三	67	6.2.4 单片机内部软件看门狗的应用	115
第 4 章 程序设计	70	本章小结	116
本章学习目标	70	习题六	116
4.1 简单汇编语言程序设计	70	第 7 章 单片机的串行通信	117
4.1.1 分支程序	70	本章学习目标	117
4.1.2 循环程序	73	7.1 串行通信的概念	117
4.1.3 延时程序	75	7.1.1 异步通信与同步通信	117
4.2 MCS-51 常用子程序	76	7.1.2 串行通信的波特率	118
4.2.1 代码转换类程序设计	76	7.1.3 串行通信的方式	118
4.2.2 查表程序设计	78	7.2 单片机串行的通信原理及工作方式	119
4.2.3 定点数运算子程序	80	7.2.1 单片机串行口的结构	119
4.2.4 浮点数运算子程序	83	7.2.2 单片机串行口的控制	120
本章小结	91	7.2.3 单片机串行口的工作方式	121
习题四	91	7.3 单片机串行口的应用	123
第 5 章 单片机的中断系统	94	7.3.1 串行口扩展显示器	123
本章学习目标	94	7.3.2 串行口扩展的键盘	125
5.1 中断的概念	94	7.3.3 双机通信	126
5.1.1 中断的定义	94	7.3.4 多机通信	127
5.1.2 中断源	95	7.3.5 计算机与单片机的通信	133
5.1.3 中断的优先级	96	本章小结	135
5.1.4 中断控制	97	习题七	135
5.1.5 中断响应	98	第 8 章 单片机 C51 程序设计	136
5.1.6 中断响应的撤除	99	本章学习目标	136
5.2 外部中断的使用	100	8.1 C51 的结构	136
5.2.1 外部中断源的应用	100	8.1.1 C51 的结构特点	137
5.2.2 利用定时器扩展外部中断源	104	8.1.2 C51 的数据类型	137
5.2.3 多级外部中断的扩展	104	8.1.3 C51 的常量与变量	138
本章小结	107	8.2 C51 程序的格式	141
习题五	107	8.2.1 C51 的运算符	141
第 6 章 单片机的定时器/计数器	108	8.2.2 C51 的基本语句	148
本章学习目标	108	8.3 C51 程序设计	151
6.1 定时器/计数器	108	8.3.1 头文件	151
6.1.1 定时器/计数器的结构	108	8.3.2 特殊功能寄存器的读写	152

8.3.3 位的控制	153	10.1.3 12 位串行 A/D 转换器 TLC2543 的应用	219
8.3.4 基本 I/O 口	154	10.2 D/A 转换器的应用	222
8.3.5 中断的设计	155	10.2.1 8 位 D/A 转换器 DAC0832 的应用	223
8.4 C51 程序应用	157	10.2.2 12 位串行 D/A 转换器 TLV5616 的应用	227
8.4.1 延时程序	157	本章小结	230
8.4.2 I/O 口的应用	159	习题十	230
8.4.3 LED 显示器的扩展	161	第 11 章 单片机应用系统设计	232
8.4.4 方波发生器	163	本章学习目标	232
本章小结	164	11.1 简易电阻测量仪	232
习题八	164	11.1.1 设计目的	232
第 9 章 I/O 口的应用与扩展	166	11.1.2 技术指标	232
本章学习目标	166	11.1.3 设计方案	232
9.1 基本 I/O 的应用与扩展	166	11.2 密码锁控制器	233
9.1.1 P1 口的应用	166	11.2.1 设计目的	233
9.1.2 P0 口的扩展	168	11.2.2 技术指标	233
9.2 显示器的扩展	169	11.2.3 设计方案	233
9.2.1 基本 LED 显示原理	169	11.3 简易体育比赛计分器的设计	235
9.2.2 LED 的静态显示	171	11.3.1 设计目的	235
9.2.3 LED 的动态显示	173	11.3.2 技术指标	235
9.2.4 LCD 显示器的扩展	174	11.3.3 设计方案	235
9.3 键盘的扩展	183	11.4 IC 卡读写器设计	237
9.3.1 键盘概述	183	11.4.1 设计目的	237
9.3.2 独立式键盘的扩展	185	11.4.2 技术指标	237
9.3.3 矩阵式键盘的扩展	186	11.4.3 设计方案	237
9.4 I/O 通用芯片 8255A 的扩展与应用	189	11.5 温度检测系统的设计	238
9.4.1 8255A 概述	189	11.5.1 设计目的	238
9.4.2 8255A 的应用	193	11.5.2 技术指标	238
9.5 串行总线芯片的扩展	197	11.5.3 设计方案	238
9.5.1 I ² C 总线	197	11.6 简易步进电机控制器的设计	243
9.5.2 SPI 总线	204	11.6.1 设计目的	243
本章小结	208	11.6.2 技术指标	243
习题九	209	11.6.3 设计方案	243
第 10 章 A/D、D/A 转换器的应用	210	本章小结	244
本章学习目标	210	第 12 章 单片机常用仿真工具	245
10.1 A/D 转换器的应用	210	本章学习目标	245
10.1.1 8 位逐次比较式 A/D 转换器 ADC0809 的应用	210	12.1 单片机系统开发软件 Keil	245
10.1.2 12 位并行 A/D 转换器 AD574A 的应用	215		

12.1.1 Keil μ Vision4 的安装.....	246	12.2.2 文件的编译.....	258
12.1.2 Keil μ Vision4 的工具软件.....	246	12.3 STC 单片机程序下载.....	259
12.1.3 Keil μ Vision4 的菜单命令说明.....	247	12.3.1 STC 单片机下载线的制作.....	260
12.1.4 Keil μ Vision4 的软件开发过程.....	250	12.3.2 单片机下载软件.....	262
12.1.5 Keil μ Vision4 的模拟仿真.....	254	本章小结.....	263
12.1.6 联合仿真.....	255	附录 MCS-51 系列单片机指令集.....	264
12.2 单片机系统开发软件 WAVE.....	256	参考文献.....	268
12.2.1 文件的建立.....	256		

第 1 章 单片机系统基础知识



本章学习目标

本章主要讲解单片机的基本概念、单片机的发展概况、单片机的特点及应用。介绍单片机应用技术的预备知识，单片机的数制表示法，以便为读者在后续章节的学习打下基础。最后对于市场上常用的单片机技术及 32 位微处理器做了个简单的介绍，为初学者做一个学习的引导。通过本章学习，读者应该掌握以下内容：

- 了解单片机及微型计算机的基本概念
- 了解单片机的特点及单片机的发展和应用
- 掌握二进制数、十进制数和十六进制数之间的换算关系
- 了解二进制数原码、反码和补码的表示方法
- 了解 BCD 码和 ASCII 码
- 了解市场上常用单片机的特点及选择方法

1.1 概述

单片机是单片微型计算机的简称，是典型的嵌入式微控制器（Microcontroller Unit），它由运算器、控制器、存储器、输入输出设备构成，相当于一个微型的计算机（最小系统），和计算机相比，单片机缺少了外围设备等。单片机的体积小、质量轻、价格便宜，为学习、应用和开发提供了便利条件。同时，学习使用单片机是了解计算机原理及结构的最佳选择。

1.1.1 单片机的基本概念

随着微型计算机的高速发展，微型计算机系统、微处理器、单片微型计算机、嵌入式系统和 SOC（片上系统）等新系统的不断涌现。为了学习掌握好单片微型计算机，从概念上弄清这些系统之间的关系是十分重要的。

1. 微处理器的概念

MPU 是微处理器的缩写（Microprocessor），简称为 MP。MPU 是集成在同一块芯片上的具有运算和控制功能逻辑的中央处理器。微处理器不仅是构成微型计算机、单片微型计算机系统、嵌入式系统的核心部件，而且也是构成多微处理器系统和现代并行结构计算机的基础。

2. 微型计算机的概念

微型计算机（Microcomputer）是指由微处理器加上采用大规模集成电路制成的程序存储器和数据存储器，以及与输入/输出设备相连接的 I/O 接口电路，微型计算机简称 MC。如果将微处理器、存储器和输入/输出接口电路集成在一块集成电路芯片上，称为单片微型计算机；如果将组成微型计算机的各功能部件都做在一块电路板上，称为单板机；如果分做在多块电路板上，称为多板机。如图 1-1 所示为微型计算机基本组成框图。

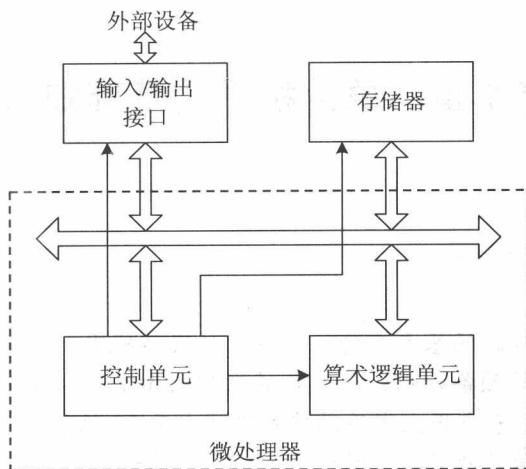


图 1-1 微型计算机结构框图

3. 单片机的基本概念

单片机是单片微型计算机的简称，也就是把微处理器（CPU）、一定容量的程序存储器（ROM）和数据存储器（RAM）、输入/输出接口（I/O）、时钟及其他一些计算机外围电路，通过总线连接在一起并集成在一个芯片上，构成的微型计算机系统。

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。Intel 公司在单片机出现时，就给它取名为嵌入式微控制器（embedded microcontroller）。单片机的最明显的优势，就是可以嵌入到各种仪器、设备中，这一点是其他机器和网络所不能做到的。因此了解单片机知识，掌握单片机的应用技术，更具有重要的意义。

单片微型计算机具有体积小、重量轻、价格低和可靠性好等许多优点。经常应用在家用电器、智能仪器仪表中。在工业控制领域可以很方便地实现多机和分布式控制。

4. 嵌入式系统的基本概念

嵌入式系统是以应用技术产品为核心，以计算机技术为基础，以通信技术为载体，以消费类产品为对象，引入各类传感器加入，进入 Internet 网络技术的连接，而适应应用环境的产品。嵌入式系统是计算机技术、通信技术、半导体技术、微电子技术、语音图像数据传输技术、甚至传感器等先进技术和具体应用对象相结合后的更新换代产品。因此往往是技术密集，投资强度大，高度分散，不断创新的知识密集型系统。反映当代最新技术的先进水平。针对不同的具体应用而设计的嵌入式系统之间差别也很大。一般的嵌入式系统功能简单，且在兼容性方面要求不高，但是在大小、成本方面限制较多。

嵌入式系统泛指嵌入于宿主设备的系统中，嵌入的目的主要是用智能化提升宿主设备的功能。嵌入式系统可大可小，位数可多可少，完全由能满足宿主设备的功能要求而定。一般的嵌入式系统都具有计算机的功能。

嵌入式系统的核心是嵌入式微处理器。嵌入式微处理器一般具备以下 3 个特点：

（1）嵌入式微处理器对实时多任务有很强的支持能力，能完成多任务并且有较短的中断响应时间，而使内部的代码和实时内核的执行时间减少到最低限度。可扩展的处理器结构，能最迅速地开展出满足应用的最高性能的嵌入式微处理器。

（2）嵌入式微处理器具有功能很强的存储区保护功能。这是由于嵌入式系统的软件结构

已模块化,而为了避免在软件模块之间出现错误的交叉作用,需要设计强大的存储区保护功能,同时也有利于软件诊断。

(3) 嵌入式微处理器功耗很低,因为嵌入式微处理器用于便携式的无线及移动的通信设备中,是靠电池供电的,因此它的功耗只有 mW 甚至 μW 级。

嵌入式系统一般都具有在系统编程的功能。其可靠性高、成本低、体积小、功耗低,因此它已广泛地应用到各种不同类型设备当中,且具有不断创新特征,系统中采用片上系统(SOC)将是其发展趋势。

5. SOC 的基本概念

SOC 是片上系统的简称。所谓 SOC 技术,是一种高度集成化、固件化的系统集成技术。使用 SOC 技术设计系统的核心思想,就是要把整个应用电子系统全部集成在一个芯片中。在使用 SOC 技术设计应用系统时,除了那些无法集成的外部电路或机械部分以外,其他所有的系统电路全部集成在一起。

在传统的应用电子系统设计中,根据设计要求的功能选择合适的集成电路组合在一起,对整个系统进行综合,这种设计是一个以功能集成电路为基础,器件分布式的应用电子系统结构。因此传统应用电子系统的实现,采用的是分布功能综合技术。

对于 SOC 来说,应用电子系统的设计也是根据功能和参数要求设计系统,但与传统方法有着本质的差别。SOC 是以功能 IP 为基础的系统固件和电路综合技术。首先,功能的实现不再针对功能电路进行综合,而是针对系统整体固件实现进行电路综合,也就是利用 IP 技术对系统整体进行电路结合。其次,电路设计的最终结果与 IP 功能模块和固件特性有关,使设计的电磁兼容特性得到极大提高。

1.1.2 单片机的发展概况

从单片机走过 40 多年的发展历程可以看出,单片机的发展趋势将是向大容量、高性能化,外围电路内装化等方面发展。单片机技术的发展以微处理器(MPU)技术及超大规模集成电路技术的发展为先导,以广泛的应用领域为动力,表现出较微处理器更具个性的发展趋势。目前,把单片机嵌入式系统和 Internet 连接已是一种趋势。

1. 单片机的发展阶段

单片机的发展大致经历了以下三个阶段。

(1) 单片机的初级阶段。

单片机始于 20 世纪 70 年代中期,我们将 1978 年以前的单片机称为单片机的初级阶段。这时,美国的仙童公司(Fairchild)首先推出了第一款单片机 F-8,随后,Intel 公司推出了那一阶段具有代表意义的 MCS-48 单片机,此阶段的单片机是 8 位机,有并行 I/O 口,没有串行口,寻址范围小于 4K。

(2) 单片机的中级(成熟)阶段。

将 1978 年~1982 年称为单片机的成熟阶段,在这个时期,单片机的性能得到了很大的发展,硬件结构日趋成熟,指令系统逐渐完善。最具代表意义的单片机就是 Intel 公司的 MCS-51、Motorola 公司的 6801 以及 Zilog 公司的 Z8 等,这些单片机具有多级中断处理系统、16 位中断定时器/计数器、串行端口。存储器寻址范围可达 64K,有些芯片还扩展了 A/D 转换器接口。由此,这一类单片机的应用领域极其广泛,在我国工业控制领域和电子测量方面也得到了广泛的应用。

(3) 单片机的高级(发展)阶段。

1982 年以后单片机的发展进入了高级阶段,这一时期的主要特征是速度越来越快、功能越来越强、品种越来越多。8 位机进入改良阶段,16 位机和 32 位机相继出现,8 位、16 位、32 位单片机共同发展,这是当前单片机技术发展的另一动向。目前,单片机技术的发展仍然以 8 位机为主的。随着移动通讯、网络技术、多媒体技术等高科技产品进入家庭,32 位单片机应用得到了长足发展。而 16 位单片机的发展无论从品种和产量方面,近年来都有较大幅度的增长。

2. 单片机技术的发展方向

目前,计算机系统的发展已明显地朝巨型化、单片化、网络化等三个方向发展。巨型机用以解决复杂系统计算和高速数据处理。单片机的最明显的优势,就是可以嵌入到各种仪器、设备中。这一点是巨型机和网络不可能做到的。随着单片机需求的发展,各个生产厂家都在不断的改善单片机的功能。其主要表现在内部结构上,增加了各种新的功能,提高了运算速度;降低了功耗;提高了存储能力;增加了与 Internet 连接的能力,并在电源电压方面、工艺方面及抗干扰能力方面有了较大的进步和发展。

(1) 内部结构。

单片机在内部已集成了越来越多的部件,这些部件包括一般常用的电路,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。

为了构成控制网络或形成局部网,有些单片机内部设计了内部含有局部网络控制模块 CAN。有些单片机内部设置了专门用于变频控制的脉宽调制控制电路,在这些单片机中,脉宽调制电路有 6 个通道输出,可产生三相脉宽调制交流电压,并内部含死区控制等,形成最具经济效益的嵌入式控制系统。

有些单片机使用了锁相环技术或内部倍频技术使内部总线速度大大高于时钟产生器的频率。

目前单片机采用的最先进技术是所谓的三核(TrCore)结构。这是一种建立在系统级芯片(System on a chip)概念上的结构。这种单片机由三个核组成:一个是微控制器和 DSP 核,一个是数据和程序存储器核,最后一个外围专用集成电路(ASIC)。这种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。虽然从结构定义上讲,DSP 是单片机的一种类型,但其作用主要反映在高速计算和特殊处理,如快速傅立叶变换等上面。

(2) 功耗和电源电压方面。

单片机的进步还表现在单片机的功耗越来越低,许多单片机都设置了多种工作方式,这些工作方式包括等待、暂停、睡眠、空闲、节电等。例如 Philips 公司的 P87LPC762 单片机在空闲时,其功耗为 1.5 mA,而在节电方式中,其功耗只有 0.5mA。TI 公司的单片机 MSP430 系列,它是一个 16 位的系列,有超低功耗工作方式。它的低功耗方式有 LPM1、LPM3、LPM4 等三种。当电源为 3V 时,功耗达到 μA 级。有些厂家最近推出的单片机可在 1.8V 电压下以 50M/48MIPS 全速工作,功率约为 20mW。0.9V 供电的单片机已经问世。几乎所有的单片机都有 Wait、Stop 等省电运行方式。允许使用的电源电压范围也越来越宽。一般单片机都能在 3~6V 范围内工作,对电池供电的单片机不再需要对电源采取稳压措施。

(3) 工艺的进步及抗干扰能力的提高。

CMOS 工艺的单片机代替 NMOS 工艺单片机,使得功耗大幅度下降,随着超大规模集成电路技术由 $3\mu\text{m}$ 工艺发展到 1.5、1.2、0.8、0.5、0.35 μm 近而实现 0.2 μm 工艺,全静态设计使功

耗不断下降。

为了提高单片机系统的抗电磁干扰能力,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采取了一些新的技术措施。如美国国家半导体的单片机内部增加了抗 EMI 电路,并增强了“看门狗”的功能。Motorola 也推出了低噪声的 LN 系列单片机。

采用 EFT (Electrical Fast Transient) 抗干扰技术。在振荡电路的正弦信号受到外界干扰时,其波形上会迭加各种毛刺信号,如果使用施密特电路对其整形,则毛刺会成为触发信号干扰正常的时钟,在交替使用施密特电路和 RC 滤波电路时,就可以消除这些毛刺,从而保证系统的时钟信号正常工作。这样,就提高了单片机工作的可靠性。

(4) 存储能力和 Internet 连接。

过去的单片机存储器是以掩膜型为主的。由于掩膜需要一定的生产周期,为了降低产品的成本,一些生产厂家推出的单片机不再是掩膜型,而是具有在线可编程功能的单片机。目前, MTP 可多次编程的单片机被普遍使用。一些单片机厂家如 ATMEL AVR 单片机,片内采用 FLASH,可多次编程。华邦公司生产的与 8051 兼容的单片机也采用了 MTP 性能。

有些公司把单片机为核心的嵌入式系统和 Internet 相连,给用户带来了更大的方便。这个技术包括三个主要部分:即 emMicro, emGateway 和网络浏览器。其中, emMicro 是嵌入设备中的一个只占内存容量 1K 字节的极小的网络服务器; emGateway 作为一个功能较强的用户或服务器,它用于实现对多个嵌入式设备的管理,还有标准的 Internet 通信接入以及网络浏览器的支持。网络浏览器使用 emObjects 进行显示和嵌入式设备之间的数据传输。

1.1.3 单片机的特点和应用

从单片机的结构和发展概况上,可以看出单片机的特点和应用。

1. 单片机的特点

(1) 体积小、使用灵活、成本低、易于产业化。它能方便地嵌入到各种智能式测控设备及各种智能仪器仪表中。

(2) 可靠性好、适应温度范围宽。由于单片机的生产厂商不断的提高产品的抗干扰能力,单片机芯片本身也是按工业测控环境要求设计的,能适应各种恶劣的环境,其抗工业噪声干扰的能力优于一般通用的 CPU。

(3) 易扩展,很容易构成各种规模的应用系统、控制功能强。I/O 接口多,指令系统丰富,易于单片机的逻辑控制功能的实现。

(4) 系统内无监控或系统管理程序。单片机系统内部一般无监控或系统管理程序,使用简单,只有用户设计和调试好的应用程序。

2. 单片机的应用

(1) 测控系统。用单片机可以构成各种工业控制系统、数据采集系统、分布式测控系统、机器人控制系统和机电一体化产品。

(2) 智能仪器仪表。把单片机应用在智能仪器仪表中,促进仪表向数字化、智能化、多功能化、综合化方面发展。

(3) 通讯产品。用于调制解调器与程控交换技术。

(4) 民用产品。用于家用电器、电子玩具、录像机、激光唱机等民用产品。

(5) 军用产品。用于导弹控制、制导控制、智能武器装备、航天飞机导航系统等军用产

品之中。

(6) 计算机外部设备。用于打印机、硬盘驱动器与复印机等计算机外部设备当中。

单片机应用的意义不仅在于它的广阔应用范围及所带来的经济效益。更重要的意义在于,单片机的应用从根本上改变了传统的控制系统设计思想和设计方法。以前采用硬件电路实现的控制功能,现在用单片机的软件就可实现。这种以软件取代硬件的功能,提高系统的性能。

1.2 单片机的数制表示法

在人们的日常生活和数学计算中,我们经常采用的是十进制,但计算机只能“识别”二进制数。所以,二进制数及其编码是所有计算机的基本语言。其基本信息只有“0”和“1”,这是因为数字电路中的开关只有“通”和“断”两个状态。如果计算机要进行十进制或其他进制的计算,那么都要转换成二进制进行计算。用“0”或“1”两种状态表示数字,鲜明可靠,容易识别,实现方便,计算机正是利用只有两种状态的双稳态电路来表示和处理信息的。但二进制数值数多,书写和识读不便,在计算机软件编制过程中又常常需要用到十六进制数表示。了解二进制数、十进制数、十六进制数之间的关系,相互转换和运算方法,是学习计算机技术必备的基础知识。

1.2.1 二进制、十进制与十六进制

1. 二进制

以2为基数的数制叫二进制,它只包括“0”和“1”两个符号。进位规则是“逢二进一”。每左移一位,数值增大一倍;右移一位,数值减小一半。对于整数,从右往左各位的权依次是1、2、4、8、16…;对于小数,从左往右各位的权分别是1/2、1/4、1/8、1/16…。二进制数可以在数的后面放一个B作为标识符,表示这个数是二进制数。

如果 X_i 表示“0”和“1”两个数的任一个,那么一个含有n位整数,m位小数的二进制数可表示为:

$$N = X_{n-1} \times 2^{n-1} + X_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + X_0 \times 2^0 + X_{-1} \times 2^{-1} + X_{-2} \times 2^{-2} + \cdots + X_{-m} \times 2^{-m}$$

也可以表示为:

$$N = \sum_{i=-m}^{n-1} X_i \times 2^i \quad (\text{公式1})$$

式中: N 为二进制的值; X_i 为第 i 位的系数; 2^i 为第 i 位的权。

例如: 二进制数 101.101B 等于十进制的 5.625。

其各位数码代表的数值为 $1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = 5.625$ 。

例如: 十进制的 7 等于二进制的 111B。

2. 十进制

以10为基数的数制叫十进制,十进制用0、1、2、3、4、5、6、7、8、9等10个符号来表示。进位规则是“逢十进一”。十进制数可以在数的后面放一个D作为标识符,表示这个数是十进制数,也可以省略。

如果 X_i 表示0、1、2、3、4、5、6、7、8、9等10个数中的任一个数,那么一个含有n位整数,m位小数的十进制数可表示为:

$$N = X_{n-1} \times 10^{n-1} + X_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + X_0 \times 10^0 + X_{-1} \times 10^{-1} + X_{-2} \times 10^{-2} + \cdots + X_{-m} \times 10^{-m}$$

也可以表示为:

$$N = \sum_{i=-m}^{n-1} X_i \times 10^i \quad (\text{公式 2})$$

式中: N 为十进制的值; X_i 为第 i 位的系数; 10^i 为第 i 位的权。

3. 十六进制

尽管计算机内部采用二进制来表示信息, 但为了书写和阅读的方便, 我们经常采用十六进制。以 16 为基数的数制叫十六进制, 进位规则是“逢十六进一”。十六进制数可以在数的后面放一个 H 作为标识符, 表示这个数是十六进制数。

十六进制用 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 共 16 个符号来表示。如果 X_i 表示 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 中的任何一个, 那么, 一个含有 n 位整数, m 位小数的十六进制数可表示为:

$$N = X_{n-1} \times 16^{n-1} + X_{n-2} \times 16^{n-2} + \cdots + X_0 \times 16^0 + X_{-1} \times 16^{-1} + X_{-2} \times 16^{-2} + \cdots + X_{-m} \times 16^{-m}$$

也可以表示为:

$$N = \sum_{i=-m}^{n-1} X_i \times 16^i \quad (\text{公式 3})$$

式中: N 为十进制的值; X_i 为第 i 位的系数; 16^i 为第 i 位的权。

1.2.2 数制的转换

1. 二进制→十进制的转换

二进制→十进制的转换可用公式 1 来转换。

【例 1-1】 $10011011\text{B} = 1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 155$

$1101.11\text{B} = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 13.75$

2. 十六进制→十进制的转换

十六进制→十进制的转换可用公式 3 来转换。

【例 1-2】 $3\text{BH} = 3 \times 16^1 + 11 \times 16^0 = 59$

$1\text{A6CH} = 1 \times 16^3 + 10 \times 16^2 + 6 \times 16^1 + 12 \times 16^0 = 6764$

3. 十进制→二进制的转换

把一个十进制整数依次除以 2, 并记下每次所得的余数 (1 或 0), 最后所得的余数的组合即为转换的十进制数。第一位余数为最低位 (LSB), 最后一个余数为最高位 (MSB)。

【例 1-3】 $126 = 1111110\text{B}$

0	126
1	63
1	31
1	15
1	7
1	3
	1

要将一个十进制小数转换成二进制, 则应将十进制小数连续不断地乘以 2, 并且记录所得的溢出的整数部分, 直到乘积为零为止。但有时结果永不为 0, 此时, 只要转换到所要求的精度为止即可。第一次溢出的数为小数的最高位, 最后一次溢出的为最低位。

【例 1-4】要将十进制数 0.318 转换成二进制。

则：0.318=010100010...B。

溢出整数	小数部分×2	剩余小数部分
0	$0.318 \times 2 = 0.636$	0.636
1	$0.636 \times 2 = 1.272$	0.272
0	$0.272 \times 2 = 0.544$	0.544
1	$0.544 \times 2 = 1.088$	0.088
0	$0.088 \times 2 = 0.176$	0.176
0	$0.176 \times 2 = 0.352$	0.352
0	$0.352 \times 2 = 0.65$	0.65
1	$0.65 \times 2 = 1.3$	0.3

这是一个无限循环的二进制数。

如果十进制数包含整数和小数两部分，则必须将整数和小数分别进行转换。

4. 十六进制→二进制的转换

十六进制→二进制的转换非常简单，因为十六进制的每位都与四位二进制相对应，要将十六进制转换成二进制，只要将每位十六进制数转换成相应的四位二进制数即可。

【例 1-5】8AH=10001010B

E46AH=1110010001101010B

5. 二进制→十六进制的转换

由于四位二进制数正好与一位十六进制数相对应，那么二进制→十六进制的转换时，只需从二进制数的最低位算起，每四位一个数，到最高位不够四位填 0，即可按位转换成十六进制数。

【例 1-6】100111010001110=0010、0111、0100、0110=2746H

1100111000101011=1100、1110、0010、1011=CE2BH

1.2.3 原码、反码与补码

在数学中，“+”、“-”表示数的正与负。在计算机中，为了运算的方便，数的最高位用来表示正、负数。最高位为“0”表示正数，最高位为“1”表示负数。8 位微型计算机中约定，最高位 D7 用来表示符号位，其他 7 位用来表示数值，如图 1-2 所示。

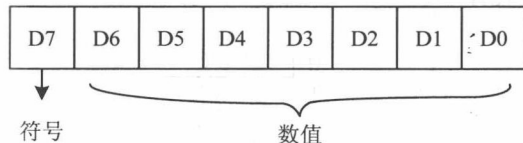


图 1-2 计算机符号表示法

例如：7 位数+1011001B，则在计算机中表示为，01011001B（59H）；而-1011001B 则在计算机中表示为，11011001B（D9H）。为了区别原来的数与它在计算机中的表示形式，我们将已经数码化了的带符号数称为机器数。而把原来的数称为机器数的真值。那么上例中的 1011001B 为真值，而 01011001B、11011001B 为机器数。

在计算机中，机器数有三种表示方法：原码、反码、补码。