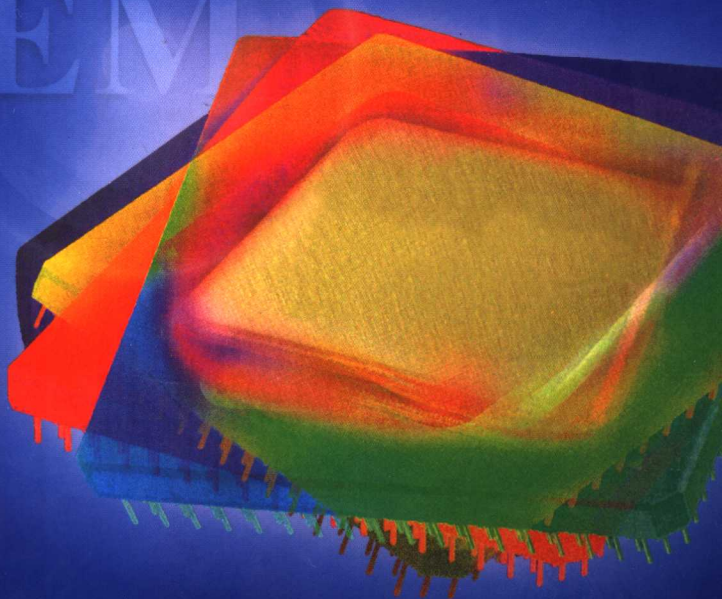




单片机应用系统设计 与仿真调试

• 严天峰 编著

EMULATE
SYSTEM



北京航空航天大学出版社

单片机应用系统设计 与仿真调试

严天峰 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书由浅至深系统地向读者介绍了单片机的软硬件结构、程序设计、仿真和调试方法,从“实用”的角度出发,着重介绍了诸如通道控制、显示、键盘、通信、A/D、D/A 等多个模块的具体实现方法以及目前流行的 SPI、I²C 总线接口的基本用法,是作者多年来对单片机技术开发、教学工作的一次比较系统的总结。书中所有代码都经过作者上机验证,有的就是实际工程的范例,相信读者能从这些范例中得到启迪。

根据本书,读者在系统的学习之后,应该可以独立设计出一个真正符合现场环境的应用系统,达到从“实验”到“实用”的目的。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用系统设计与仿真调试 / 严天峰编著. — 北京:北京航空航天大学出版社, 2005. 8

ISBN 7-81077-714-9

I. 单… II. 严… III. 单片微型计算机—系统设计
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 067412 号

单片机应用系统设计与仿真调试

严天峰 编著

责任编辑 胡晓柏

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×960 mm 1/16 印张:18.75 字数:420 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-714-9 定价:28.00 元

序

单片机作为一种典型的嵌入式系统,在我国的应用已经非常广泛,尤其是 51 系列单片机更是学习单片机的入门机型。各种各样关于 51 单片机的书已经非常多,各高校电子相关专业也都开设了单片机的课程;但其中大部分都是从教学的角度出发,以讲单片机的基本知识为主。读者按照这样的思路学完之后,虽然对单片机的硬件结构及软件编程都有一定的了解,但真正运用时却又不知如何下手,主要原因就是不能将所学的理论知识与实际很好地结合,缺少动手能力。本书就是针对此问题编写而成的。

本书是以 2002.1 至 2003.10 刊登在《电子世界》杂志上的“单片机应用技术讲座”为基础,并补充了部分内容。它以最常用的 51 系列单片机为例,注重实用。

本书以对单片机的基本知识(硬件、软件)有一定了解的读者为对象,给出了在实际应用中比较常见的单片机各种接口电路、单片机仿真调试等;在书的最后给出了两个非常实用的单片机开发系统。

配合讲解,书中提供了完整的汇编或 C 语言源程序。对于没有单片机开发经验的工程师,完全可以按照书中软硬件的设计方法来搭建自己的电路。我相信,通过读者的努力,应该可以轻松地完成一个单片机系统的设计。

对于在校学生,按照本书的硬件电路,就可以搭建出一个可以直接用于参加大学生电子设计竞赛的最小单片机系统。

序

本书的作者严天峰先生是一位有着十几年嵌入式系统开发经验的资深工程师,一直从事单片机和其他嵌入式系统的设计开发工作,有着丰富的实际经验。本书中所配的所有源程序都是经作者亲自调试通过的,具有很强的实用性。

需要提醒读者的是,单片机的学习不仅仅是一个理论学习的过程,而且必须动手实践。热切地希望读者通过本书的学习和实践,早日成为一个合格的单片机开发工程师。

戴 茗

《电子世界》杂志社主编

前言

近几年来,单片机技术的发展已达到了相当高的水平,一些新型单片机层出不穷,技术日新月异。越来越多的电子爱好者都想在这一新型领域有所作为,有关单片机的书籍和资料也很多。然而令众多初学者困惑的是:如何才能根据现场环境设计出一个具体的应用系统,而不是仅仅停留在会控制一组发光二极管,能编写一个简单的程序让单片机奏出一段音乐上。如何才能真正学好单片机?我从作为一个有着十几年嵌入式系统开发经验的单片机开发工程师的角度向读者提以下几点建议。

● 重在实践

提出“重在实践”,是因为单片机开发是一门实践性很强的技术。一个成功的应用系统,包括软件和硬件的设计都是经过大量的试验完成的。试问,一个连电烙铁都不会使用的人如何能学好单片机呢?因此要想真正入门单片机,首先还是要建立一个“实时仿真”的应用环境,最好有一套可以随时动手的“在线实时仿真”系统,如“仿真机”、应用试验板、下载实验仪等。在“实时仿真”系统环境中进行在线试验,会使初学者有较为直观的感性认识。

● 贵在总结

一个成熟可靠的单片机应用系统软件是由许多不同功能的子程序组合在一起的,而这些子程序往往是通用的,如键盘、显示、通信子程序等。将这些子程序通过不同的主程序灵活地组织起来,便可构成多个功能完全不同的应用系统。因此,不断在实践中总结和积累,是初学者成为一名单片机高手的必由之路。许多单片机爱好者几乎都有这样的观点:理论是基础,经验才

前言

是最为宝贵的财富。这些宝贵的经验正是他们在实践中不断总结的结晶。

● 掌握相关的基础知识

要想学好单片机,仅仅掌握单片机的知识是远远不够的,因为一个成功的单片机应用系统并不是一个独立的、封闭的系统。举个例子,在实验室中,编写了一段程序,可以灵活自如地通过单片机的 I/O 口控制一组发光二极管,但要同样通过这几个端口去控制一组发动机或一个家用电器,也许会觉得无从下手。这时候数字和模拟电路的基础知识便显得尤为重要了。它们在一个单片机应用系统内不是分离的、独立的,而是相辅相成的关系。一个连模拟电路基础知识都不太懂的人是肯定学不好单片机的。

另外,本书的内容并没有过多地涉及单片机的内部结构,而是偏重单片机技术的应用,在“实用”二字上下功夫。它通过利用 SST89 系列单片机强大的 IAP 和 ISP 功能,以 SST89C58 为核心设计的仿真下载实验仪为主导线,可使读者在不具备专业仿真器的情况下完成 51 系列的绝大多数单片机在线调试。首先从最基本的 I/O 接口、键盘、显示、通信讲起,之后是 A/D 转换并介绍一些近年来比较流行的新技术,如 I²C 总线等,其中又重点介绍了目前流行的基于 Windows 环境下的单片机集成开发环境 μ Vision。它的最大特点之一是对 C 语言的完美支持。考虑到读者的实际水平和接受能力,本书多数例程都给出了汇编和 C 语言两种源程序。当然,不可否认的是,在读者真正掌握了一种单片机之后,就会发现,采用 C 高级语言设计程序将是单片机技术今后发展的方向。

本书是以 2002.1 至 2003.10 刊登在《电子世界》杂志上的“单片机应用技术讲座”为基础,并补充了部分内容编写完成的,是我多年来对单片机技术开发、教学工作的一次比较系统的总结。书中所有代码都经过我上机验证,有的就是实际工程的范例,相信读者能从这些范例中得到启迪。

对于本书的出版,首先要感谢北京航空航天大学是何立民教授,他在百忙之中对该书的初稿进行了审校,并将具体修改意见通过编辑部予以转告,使得该书得以顺利出版;其次,还要特别致谢《电子世界》杂志社主编戴茗女士,她亲自为该书撰写序言以及不遗余力地在初学者特别是大学生读者中推广、普及单片机的知识;最后,还要感谢我的家人,妻子李冰承担了繁琐的书稿抄写、打印工作;还有我的父母,他们一直是我从事这项工作的坚强后盾和动力源泉。

严天峰

2005 年 5 月于兰州交通大学

《电子世界》杂志社网址: www.eleworld.com

作者信箱: yantianfeng@163.com

目 录

第 1 章 单片机概述	1
1.1 前 言	1
1.2 单片机的分类及应用领域	1
1.3 单片机技术的发展趋势	3
1.4 目前流行的 51 内核的单片机	6
第 2 章 单片机仿真调试及 Keil 51 集成开发环境	10
2.1 单片机仿真调试的一般过程	10
2.2 Keil C51 Windows 集成开发环境 μ Vision2 IDE	12
2.2.1 μ Vision2 IDE 简介	12
2.2.2 μ Vision2 IDE 集成开发环境的安装	14
2.3 μ Vision2 的基本用法	16
2.3.1 编辑源文件	16
2.3.2 建立工程文件	18
2.4 单片机在 Keil C51 集成开发环境中的仿真过程	22
2.4.1 硬件和软件仿真	22
2.4.2 μ Vision IDE 的软件模拟仿真	23
2.4.3 μ Vision IDE 的硬件仿真	30
2.5 单片机仿真下载仪的硬件资源	36

目 录

第3章 单片机 I/O 口的特点及操作	40
3.1 概 述	40
3.2 89S(C)51 单片机 I/O 口的特点	44
3.3 89S(C)51 单片机 I/O 口的使用技巧	45
3.4 89S(C)51 单片机 I/O 口在后向通道中的应用	51
3.4.1 单片机与机械继电器的接口	52
3.4.2 单片机与固态继电器的接口	52
第4章 显示及显示器接口	55
4.1 概 述	55
4.2 LED 显示器的基本结构和原理	55
4.3 LED 显示器与单片机的接口	58
4.3.1 可编程 I/O 扩展芯片 8155	59
4.3.2 LED 显示器的驱动	62
4.4 LED 显示器与 51 单片机接口的软件实现方法	63
4.5 LED 显示的串行接口方式	67
4.6 LED 显示需注意的几个问题	74
第5章 键盘及其接口技术	75
5.1 概 述	75
5.2 键盘设计中应注意的几个问题	75
5.2.1 键盘接口类型的选择	75
5.2.2 多键和重键的处理	76
5.2.3 键盘的防抖动技术	77
5.3 键盘接口的软件设计	78
5.3.1 独立式键盘的程序设计	78
5.3.2 行列式键盘的程序设计	86
5.4 串行显示/键盘接口芯片的用法	89
5.4.1 概 述	89
5.4.2 串行接口显示/键盘芯片 zlg7289	89
第6章 单片机的中断系统及其应用	97
6.1 概 述	97
6.2 89S(C)51 单片机的中断结构	98
6.3 外部中断 0、1 的程序设计	100
第7章 定时器/计数器及其在定时系统中的应用	107
7.1 概 述	107

7.2	定时器的结构	108
7.3	定时器的工作方式	108
7.4	定时器/计数器常数的计算及编程	109
7.4.1	定时器/计数器常数的计算	109
7.4.2	定时器/计数器的软件编程	110
7.5	实时时钟及其软硬件的实现方法	116
7.5.1	概 述	116
7.5.2	电子钟的功能及其软件实现方法	117
7.5.3	DS1302 时钟芯片	127
第 8 章	I ² C 总线及其软硬件设计	134
8.1	概 述	134
8.2	I ² C 总线的基本概念	134
8.2.1	I ² C 总线一般特征	134
8.2.2	I ² C 总线的数据传输和器件寻址	135
8.3	常用 I ² C 器件的用法	137
8.3.1	AT24C01 的电路连接方式	138
8.3.2	I ² C 总线的软件实现方法	139
8.4	EEPROM 数据存储器在电子钟定时功能中的应用	146
8.5	虚拟 I ² C 总线软件包	149
8.5.1	虚拟 I ² C 总线软件包 VIIC1.0 简介	149
8.5.2	虚拟 I ² C 总线软件包 VIIC1.0 应用	153
第 9 章	A/D 和 D/A 转换器及其在单片机系统中的应用	155
9.1	概 述	155
9.2	A/D 转换器的选择	155
9.2.1	A/D 转换器的位数选择	156
9.2.2	A/D 转换器的转换速度	156
9.2.3	输入信号的极性选择	157
9.2.4	A/D 转换器的抗干扰措施	157
9.3	并行 A/D 转换器及其软硬件设计	158
9.4	串行 A/D 转换器及其软硬件设计	165
9.4.1	概 述	165
9.4.2	10 位 11 通道 SPI 串行接口 A/D 转换器 TLC1543	165
9.4.3	TLC1543 工作原理	166
9.4.4	TLC1543 软硬件设计要点	167

目 录

9.4.5	12 位 11 通道 SPI 串行接口 A/D 转换器 TLC2543	173
9.4.6	TLC2543 与单片机接口的软硬件设计	175
9.5	D/A 转换器及其后向通道控制	180
9.5.1	概 述	180
9.5.2	串口 D/A 转换器 TLC5615	180
9.5.3	TLC5615 与单片机接口的软硬件设计	183
9.5.4	利用 D/A 转换器实现的信号发生器	186
第 10 章	单片机串行通信软硬件的实现	192
10.1	概 述	192
10.2	89S(C)51 单片机串口结构及其工作方式	193
10.2.1	串口的基本通信方式	193
10.2.2	单片机串口的控制方式	193
10.2.3	89S(C)51 单片机串口的速率设置	194
10.3	RS-232 接口电路和单片机通信程序设计	195
10.3.1	RS-232 硬件结构和接口	195
10.3.2	通信程序设计	199
10.3.3	单片机普通 I/O 口模拟串行通信的实现方法	203
10.4	采用 T2 定时器实现单片机的高速通信	206
第 11 章	Windows 环境下单片机与 PC 机串行通信的实现方法	208
11.1	概 述	208
11.2	下位机(单片机部分)串行通信的实现方法	208
11.2.1	通信协议的约定	208
11.2.2	采用单片机的下位机通信软件的实现方法	209
11.3	Windows 环境下上位机与单片机接口程序设计	214
11.3.1	Visual Basic 6.0 MSComm 控件功能描述	214
11.3.2	VB 与单片机通信软件设计	218
第 12 章	看门狗及其软硬件实现方法	222
12.1	概 述	222
12.2	X5045 看门狗芯片及其与单片机的接口	223
12.2.1	SPI 串行总线介绍	223
12.2.2	X5045 看门狗芯片的原理及其功能	224
12.2.3	X5045 与单片机的接口及程序设计	227
12.3	基于 I ² C 总线的 CSI24C021 看门狗芯片及其与单片机的接口	237
12.3.1	CSI24C021 看门狗芯片原理及功能	237

12.3.2	CSI24C021 与单片机的接口及程序设计	239
12.4	AT89S51 单片机内部看门狗的使用	242
12.4.1	AT89S51 单片机内部看门狗定时器简介	242
12.4.2	AT89S51 单片机内部看门狗定时器的使用方法	242
12.5	软件看门狗的应用	243
第 13 章	单片机应用系统的可靠性技术	246
13.1	概 述	246
13.2	提高单片机系统稳定性指标的硬件措施	246
13.2.1	单片机及其相关元器件的选择	247
13.2.2	印制电路板布线的可靠性设计	248
13.2.3	采取的抗干扰措施	249
13.3	提高单片机系统稳定性指标的软件措施	251
第 14 章	应用与提高	253
14.1	概 述	253
14.2	基于 AD7416 数字温度传感器的蓄电池温度监测系统	253
14.2.1	系统基本任务和功能	254
14.2.2	AD7416 工作原理和方式	255
14.2.3	温度自动监测系统其他功能模块的软硬件实现方法	260
14.2.4	系统设计应注意的一些问题	267
14.3	基于 DTMF 编码信号的远程自动报警监测系统	275
14.3.1	基本功能介绍	276
14.3.2	DTMF 双音多频编码芯片 HT9200 和 PCD3311 的工作原理及与单片机的接口	276
14.3.3	采用 PCD3311 的远程码自动报警监测系统	284
14.4	结束语	287
参考文献		288

第 1 章

单片机概述

1.1 前 言

单片机全称为单片微型计算机(Single Chip Microcomputer), 又称微控制器(Microcontroller Unit)或嵌入式控制器(Embedded Controller)。它是将计算机的基本部件如 CPU、ROM、RAM、并行 I/O、串行 I/O、定时器/计数器、中断控制、系统时钟及系统总线微型化并集成到一块芯片上的微型计算机。与传统意义上的计算机相比, 单片机有着体积小、功耗低、功能强、性能价格比高、易于推广应用等显著优点, 在自动化装置、智能仪器仪表、过程控制、通信、家用电器等许多领域中得到日益广泛的应用。

自 1976 年 Intel 公司在世界上推出第一款 MCS-48 单片机以来, 迄今已有二十多年。近年来, 随着半导体和电子技术的不断发展, 单片机技术也已发展到了相当高的水平, 各种新型单片机层出不穷, 技术日新月异。一些新型单片机片内集成的功能越来越强大, 如内部集成 A/D、D/A、WDT 看门狗、PWM 脉宽调制、PCA 可编程定时器/计数器阵列、内部比较器等。这些功能强大的单片机已突破了传统意义上的单片机的概念, 并有向 SoC(片上系统)方向发展的趋势。比较有代表性的有美国 Cygnal 公司在 2000 年初推出的 51 内核的 C8051F 系列单片机, 其更新了原 51 单片机结构, 采用自主知识产权的 CIP-51 内核, 使得 51 单片机焕发了新的生命力, 运行速度高达 25 MIPS。这也是采用 51 内核的真正能独立工作的 SoC。

1.2 单片机的分类及应用领域

目前据不完全统计, 全世界嵌入式处理器的品种总量已经超过 1 000 多种, 流行体系结

1 单片机概述

构有 30 几个系列,其中 8051 体系的占有多半。一般按单片机数据总线的位数将单片机分为 4 位、8 位、16 位、32 位机。4 位单片机在整个单片机市场中所占的比例逐年减少,现阶段主要应用于各种规模较小的家电类消费产品,如 PC 机用的输入装置(鼠标、游戏杆)、电池充电器(Ni-Cd 电池、锂电池)、运动器材、带液晶显示的音视频产品控制器、一般家用电器的控制及遥控器、玩具控制、计时器、时钟、计算器、多功能电话、LCD 游戏机等。在 4 位单片机市场中,日本厂家生产的产品占据主流地位,使用较多的有 OKI 公司的 MSM64164C、MSM64481,NEC 公司的 75006x 系列,EPSON 公司的 SMC62 系列等。

8 位单片机是目前世界上品种最为丰富、应用最为广泛的单片机,也是我国单片机市场的主流产品。8 位单片机具有体积小、功耗低、功能强、性能价格比高、易于推广应用等显著优点。从国内流行的产品来看,主要分为 MCS-51 系列及其兼容机型和非 MCS-51 系列单片机。MCS-51 兼容产品因开发工具及软硬件资源齐全而占主导地位。生产 51 及其兼容单片机的半导体厂家有 20 多个,各自的代表产品有 ATMEL 公司的 89C5x、89S5x 系列,WINBOND 公司的 W77E5x、W78E5x 系列,PHILIPS 公司的 P87LPC7x、P89C5x、P87C5x 系列,SST 公司的 SST89C5x 系列,Cygnal 公司的 C8051F 系列,ST 公司的 μ PSD 系列,甚至国内的一些厂商也推出了一些具有 51 内核的单片机,粗略统计仅 51 内核的单片机就有共 350 多种衍生品种。

非 51 系列的 8 位单片机在中国应用较广的有 MOTOROLA 公司的 68HC05/08 系列、Microchip 公司的 PIC 单片机以及 ATMEL 的 AVR 单片机。目前 8 位单片机在自动化控制、智能仪器仪表、过程控制、通信产品、家用电器、军工产品、航空航天等许多领域得到广泛应用。

16 位单片机操作速度及数据吞吐能力在性能上比 8 位机有较大提高。目前以 Intel 的 MCS-96/196 系列、TI 公司的 MSP430 系列及 MOTOROLA 公司的 68HC11 系列为主。16 位单片机主要应用于工业控制、智能仪器仪表、便携式设备等场合。其中 TI 公司的 MSP430 16 位系列单片机则凭借其省电、超低功耗的特性,已在水、电、暖的远程抄表、IC 卡等对电源功耗有着严格要求的行业中得到广泛应用。

32 位单片机是现阶段单片机的发展趋势,随着技术发展及开发成本和产品价格的下降,将会与 8 位机并驾齐驱,并在市场上有逐步赶超 8 位单片机的趋势。在 32 位单片机的生产厂家中,MOTOROLA、ATMEL、HITACH、NEC、EPSON、MITSUBISHI、SAMSUNG 等厂商群雄割据,其中以 32 位 ARM 嵌入式微处理器及 MOTOROLA 的 MC683xx、68K 系列应用相对广泛。在 32 位单片机市场中,基于 ARM 核的单片机占据了 2001 年的 32 位单片机市场将近 75% 的份额。ARM 嵌入式微处理器是由 ARM(Advanced RISC Machines)公司设计的。ARM 公司是一家以设计半导体技术为主业的知识产权供应商,自身不生产芯片,以转让设计许可由合作伙伴来生产芯片。在 ARM 公司的设计产品中,以高性能、廉价、低耗能的 RISC 单片机最为出名。包括 Intel、IBM、SAMSUNG、OKI、

LG、NEC、SONY、PHILIPS 等超过 30 家半导体公司与 ARM 签订了 RISC 单片机技术使用许可协议。至于软件系统合伙人,则包括微软、Symbian 和 MRI 等一系列当今最具实力的软件开发和供应商。基于以上种种因素,使得 ARM 嵌入式微处理器一上市便在 32 位单片机市场上成为一枝独秀的主流产品。

ARM 嵌入式微处理器具有体积小、低功耗、低成本、高性能以及 16/32 位双指令集等诸多特点,其 32 位体系结构被公认为业界领先的 32 位嵌入式 RISC 处理器结构,所有 ARM 处理器共享这一体系结构。这可确保开发者转向更高性能的 ARM 处理器时,由于所有产品均采用一个通用的软件体系,所以相同的软件可在所有产品中运行,从而使开发者的软件开发获得最大回报。当前,基于 ARM 体系结构的嵌入式微处理器还向以下几个方面扩充。

- Thumb:16 位指令集,用以改善代码的密度。
- DSP:用于 DSP 应用的算术运算指令集。
- Jazeller:允许直接执行 Java 字节码的扩充。

由于价格低廉、性能优越,32 位单片机尤其是基于 32 位 RISC 结构的 ARM 已广泛应用到航空、勘探、国防、测量等军事领域和众多民用产品中,如掌上电脑、个人数字助理(PDA)、可视电话、移动电话、TV 机顶盒、数码相机等嵌入式设备。事实上,ARM 已成为移动通信、手持计算、多媒体数字消费等嵌入式系统解决方案的 RISC 标准。

当然,从目前各种单片机在市场的占有率来看,8 位、16 位和 32 位单片机的市场占有率分别为 40%、20%和 32%,从中可以看到 8 位单片机仍是市场主流产品,但 32 位单片机发展很迅速。由于 8 位单片机在运算速度、内部结构的先天不足,因此基于 Internet、无线数字传输的嵌入式应用将会是 32 位机最为广泛的市场。

1.3 单片机技术的发展趋势

从 20 年来单片机发展历程可以看出,单片机技术的发展以微处理器(MPU)技术及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,表现出以下技术特点。

1. 体系结构的变化

从单片机的体系结构来看,以 RISC 精简指令为代表的单片机是单片机体系结构发展的一个方向。RISC 体系结构的单片机除了精简指令集外,一般还采用流水线结构,以 51 内核的单片机作为参照。采用 RISC 结构的单片机可将传统的 MCS-51 单片机的机器周期由标准的 12 个系统时钟周期降为几个甚至 1 个系统时钟,如 ATMEL 公司的 AVR 和 Cygnal 公司的 C8051F 系列单片机的机器周期便为 1 个时钟周期,大大提高了指令的运行速度。

1 单片机概述

2. 8 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。长期以来,单片机技术的发展是以 8 位机为主的。随着移动通信、网络技术、多媒体技术等高科技产品进入家庭,以 ARM 为代表的 32 位单片机应用得到了长足、迅猛的发展。

3. 处理速度越来越快

为提高单片机抗干扰能力,降低噪声,降低时钟频率而不牺牲运算速度是单片机技术发展的方向。一些 8051 单片机兼容厂商改善了单片机的内部时序,在不提高时钟频率的条件下,使运算速度提高了很多,如 PHILIPS 公司的 89C51RD2 采用了 6 个时钟周期为 1 个机器周期的内部时序,华邦公司的 W77E58 的每个指令周期只需 4 个时钟周期,在同样的外部晶体振荡频率下运算速度提高了数倍。MOTOROLA 单片机则使用了锁相环和内部倍频技术,使得单片机的内部总线运行速度大大高于时钟的频率,如 68HC08 单片机在使用 4.9 MHz 外部振荡器时,内部时钟可到 32 MHz。而三星电子则新近推出了运算速度高达 1.2 GHz 的 ARM 处理器内核 Halla。

4. 低电压与低功耗

近年来,几乎所有的单片机都有休眠、停止等多种省电运行模式,允许使用的电源电压范围也越来越宽。一般单片机都能在 3~6 V 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。低电压供电的单片机电源下限已由 2.7 V 降至 2.2 V、1.8 V、0.9 V 供电的单片机已经问世。比较典型的如 TI 公司的 MSP430 单片机,其内置强大的电源管理功能,在休眠模式下,工作电流小于 0.8 μA ,RAM 数据保持时的耗电电流仅 0.1 μA ;在正常工作时的耗电电流为 160 μA ;其灵活瞬时接通时钟系统可在不到 6 μs 的时间内从待机模式切换到工作模式,可大大延长电池的使用寿命。

5. 低噪声与高可靠性技术

为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,各个单片机厂家在设计单片机内部电路时均采取了一些新的技术措施。一些新兴的单片机无一例外都在单片机内部增加了看门狗定时器,有的单片机还内置电源检测和复位电路,大大增强了单片机自身的抗干扰能力。

6. 内部程序及数据存储器的容量越来越大

传统的 51 内核单片机的程序和数据处理的最高容量为 64 KB。近年来,随着以消费类电子为代表的嵌入式产品的市场占有率逐年扩大,单片机内部程序及数据存储器的容量也越来越大,甚至在一些热门的嵌入式电子产品中,要求单片机运行复杂的操作系统。这就在很大程度上促使单片机向大容量数据存储的方向发展,如 SST 公司的 SST89C58、ADI 公

司的 AD μ 812BS 还在片内集成了 FLASH 数据存储器,在对数据要求比较严格的场合应用尤为方便。

7. 内部功能越来越强大

目前除了具有 ROM、RAM、外部 I/O 口、定时器/计数器、中断、串行通信等传统单片机的功能外,一些新型的单片机还扩充了许多新的功能,如内置多通道模/数转换器 ADC、数/模转换器 DAC、电压比较器、WDT 看门狗定时器、可编程定时器/计数器阵列 PCA 以及 I²C、SMBus、SPI 等外部串行总线接口;有的专用单片机甚至还内置 USB、IRDA 红外和无线通信接口,使得单片机的功能越发完善,大大提高了系统的可靠性和稳定性。另外,国内一些公司针对某种特殊应用,也开发了许多与 8051 内核兼容的单片机,如北京福星晓程电子科技股份有限公司为远程自动抄表、智能信息家电以及远程监控系统而设计开发的单芯片片上系统 PL3105。它内含直序扩频、DPSK 调制/解调、半双工电力载波通信单元,具有更强的抗干扰能力、更高的数据通信速率和更大的软件可配置灵活性,尤其在高精度模/数转换以及电力线载波通信方面具有广泛的应用价值。PL3105 采用了 0.35 μ m CMOS 数/模混合制造工艺,内部集成 2 路 16 位 Σ - Δ 调制 A/D 转换器、1 路 8 位 PWM 调制 D/A 转换器、时钟/日历单元、4 $\times$ 24 段笔画式 LCD 驱动电路及 8 $\times$ 8 段笔画式 LED 驱动电路,并带有红外线脉冲探测驱动电路和完善的上/掉电复位、电压监测及看门狗电路。正是由于上述这种大规模的系统集成,使得应用 PL3105 设计的新系统具有低成本、低功耗、多功能、高可靠性等传统系统无法比拟的优势。

8. ISP 及 IAP 技术的应用

在系统可编程(In System Programming, ISP)和在应用中可编程(In Application Programming, IAP)技术可通过单片机上引出的编程线、串行数据、时钟线等在线对单片机编程。编程线与 I/O 线共用,不增加单片机的额外引脚。具备在系统可编程 ISP 技术的单片机,可在电路板上对空白器件直接编程并写入最终用户代码,已经编程的器件也可以用 ISP 方式擦除或再编程。而在应用中可编程技术则更胜一筹,用户可以在一个应用系统中获取新代码并重新编程,即可用程序来改变程序。ISP 和 IAP 技术为系统的开发调试提供了方便,并使单片机系统远程调试、升级成为现实,它是未来 MCU 的发展方向。本书的所有代码和例程均没有采用传统意义上的仿真器和编程器,而是通过一片 SST 公司的 SST89C58,运用在应用中可编程技术在线实现仿真功能。关于 ISP 及 IAP 技术的具体应用,将在以后的章节中详细介绍。

9. 开发及编译环境的多样化

目前,随着微电子技术的不断发展,以 ISP、IAP 技术为代表的一些新型 MCU 的出现,使得单片机的开发也从传统的“仿真+编程”这一模式向以 JTAG 为代表的仿真模式过渡