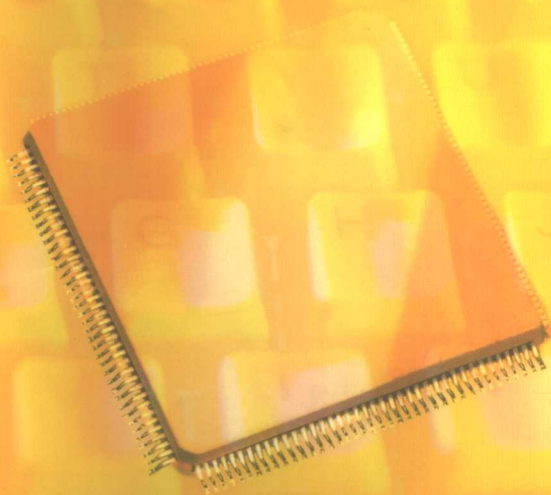




单片机应用系统 设计实例与分析

沈红卫 编著



北京航空航天大学出版社

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

单片机应用系统设计实例 与分析

沈红卫 编著

北京航空航天大学出版社

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

内 容 简 介

本书遵循“完整性、系统性和启发性”3原则,从问题分析、方案论证及系统实现等环节入手,全面阐述了IC卡智能水表、载荷数据采集系统等多个单片机应用系统的设计思想和具体实现,并无保留地提供了带详细说明的源程序代码。系统设计中所涉及的硬件多为目前流行的型号和系列;系统设计中的应用笔记等大多为作者的经验和体会总结;系统设计中大量涉及与单片机应用系统开发相关的多学科知识;因此,本书具有较好的启发性和借鉴意义。

本书力图帮助读者建立单片机应用系统开发的完整过程概念,帮助读者加速单片机应用系统开发的经验积累。

本书适于专门从事单片机应用系统开发的工程技术人员、大专院校电类和信息类等专业的学生以及其他单片机爱好者阅读,可作为单片机的高级培训教材,或大专院校的教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用系统设计实例与分析/沈红卫编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2003.1
ISBN 7-81077-256-2

I. 单… II. 沈… 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(2002)第 093659 号

单片机应用系统设计实例 与分析

沈红卫 编著

责任编辑 王 瑛

*

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:pressell@publica.bj.cninfo.net

北京市松源印刷有限公司 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:17 字数:435 千字

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷 印数:5000 册

ISBN 7-81077-256-2 定价:26.00 元

前 言

我对单片机产生兴趣可以追溯到 1990 年,那时,单片机让我惊奇不已。虽然,由于工作条件较差,没有配备专门的开发工具,凭自己微薄的薪金收入,根本不可能动买一套开发工具的念头;可是,我的兴致有增无减。记得那时,我可以整天在书店里查看有关单片机的书籍和资料,而且为此跑遍了南京的所有书店,也倾我所有买了不少与此相关的书。

随着时间的推移,单片机的应用与普及是我们始料未及的。这些年来,介绍单片机的各种书籍层出不穷;但是,我个人的感受却是,真正能让普通爱好者和开发者所喜爱的书好像不多。我想,肯定有自己心理期望高的因素;此外,对初学者来说,最需要的是尽快建立单片机开发的完整概念,包括开发工具、开发过程的概念,以及如何借鉴别人的经验加快经验积累等等;因此,作者们应在这些方面给予更多的关注,并无保留地提供自己的体会和经验。

在写此书之前,我根本没有写书的念头。一次偶然的机会,我觉得是否可以将这些年来在单片机应用系统开发中的体会和想法总结成书出版,不管是成功的经验,还是失败的教训。感谢北京航空航天大学出版社的何立民教授、马广云博士的热情支持和无私帮助,在经历近一年的艰苦之后,使本书得以成稿。

我想,此书应该面向一般意义上的单片机开发者,这是我写作此书的出发点。既然是阐述系统,因此也牵涉到许多其他学科知识;但讨论它们的目的是为了说明的需要,并希望能借此传达围绕问题分析问题、解决问题的基本思想。基于上述考虑,写作时也尽量将整个系统完整阐述清楚,包括:系统的设计要求、方案选择、硬件实现、软件实现以及调试中的一些体会,也力图体现设计的来龙去脉。虽然由于篇幅的限制,有些实例不能细说慢道,和盘托出,但至少我觉得具备了一定的典型性,也就有了一定的可读性。

在每个实例中,所使用的芯片虽不是最新的,却也是目前比较流行或常用的;开发理念虽不是最新颖的,却也是普遍使用的;开发手段和路线虽不是最好的,却也反映了一个普遍而执著的单片机开发者的实践痕迹。

本书是我多年单片机应用开发研究和探索的结果,也是我多年来单片机应用开发、教学工作的一次总结。里面介绍的有关开发的过程、真实而基本不加掩饰的设计思想,相信读者能从中得到启发和帮助。

一项艰苦工作的完成,常常不是一个人的功劳,许多人在其中付出了不为人知的辛劳。在这里,我要深深地感谢所有在出版此书过程中给予帮助和支持的亲属、师长、同事、朋友以及所引用资料的作者们。如果此书能给单片机应用开发者一定教益的话,那么我们所有人都会从中感受到欣慰。

沈红卫

2002 年 8 月 16 日于绍兴凤则江畔

2003/10/2

目 录

第1章 单片机概述	1
1.1 什么是单片机	1
1.2 单片机的昨天、今天和明天	1
1.2.1 单片机的辉煌历史	1
1.2.2 单片机面临的挑战	3
1.2.3 单片机的光明未来	4
1.3 众多品牌的单片机	5
1.3.1 各种品牌的单片机	5
1.3.2 主流单片机在我国	7
1.4 无处不在的单片机	9
1.4.1 单片机的广泛应用	9
1.4.2 无所不为的单片机——单片机的典型应用	9
第2章 附加于普通模拟示波器的多功能智能装置	12
2.1 引 言	12
2.2 多功能智能装置的系统设计要求与设计方案	12
2.2.1 系统设计任务与要求	12
2.2.2 系统总体方案的设计	13
2.3 主控模块设计	15
2.3.1 主控模块硬件设计	15
2.3.2 软件结构及程序设计	19
2.4 人机界面与参数设定开关量信号模块设计	23
2.4.1 人机界面与参数设定开关量信号电路设计	23
2.4.2 人机界面与参数设定开关量信号模块软件设计	25
2.5 信号输入通道与信号采样模块的设计	25
2.5.1 A/D 芯片的选用及说明	25
2.5.2 信号采样模块电路的设计	26
2.5.3 信号采样模块中的采集软件设计	30
2.6 信号复现模块的设计	32
2.6.1 普通模拟示波器的波形显示原理	32
2.6.2 信号复现模块的硬件设计	34
2.7 数据通信接口模块	47
2.8 容错设计原理及其实现	49
2.8.1 容错设计的一般思想	49
2.8.2 系统的自诊断设计	49

2.8.3	自诊断的软件实现	50
2.8.4	系统的抗干扰设计	52
第3章	住宅公用路灯用电量分配装置	54
3.1	住宅公用路灯用电量分配装置工作原理与用途	54
3.1.1	住宅公用路灯用电量分配装置的用途	54
3.1.2	用电量的分配原理	54
3.1.3	系统总体方案的确定	55
3.2	系统电原理图设计	56
3.2.1	主系统设计及其分析	56
3.2.2	执行分配的继电器电路设计及其分析	57
3.2.3	系统供电电源电路设计及其分析	58
3.2.4	住宅公用路灯用电量分配装置的应用示例	58
3.3	可靠性问题	58
3.3.1	看门狗电路	59
3.3.2	长期运行须考虑的安全性问题	59
3.4	软件结构及程序清单	60
3.4.1	软件结构及其说明	60
3.4.2	程序思想与具体程序清单	61
第4章	syCNC-1型数控车削系统	65
4.1	数控系统概述	65
4.1.1	数控系统的发展概况	65
4.1.2	经济型数控系统的设计理念	65
4.2	syCNC-1型数控系统的设计要求	66
4.2.1	syCNC-1型数控系统设计要求概述	66
4.2.2	syCNC-1型数控系统的性能指标	67
4.3	总体方案的确定	68
4.3.1	系统总体方案	68
4.3.2	系统功能模块及其分析	69
4.4	硬件系统设计	72
4.4.1	主模块设计	72
4.4.2	输入/输出模块设计	73
4.4.3	人机界面模块设计	76
4.5	syCNC-1型数控系统中核心软件设计	82
4.5.1	人机界面及其软件实现技术	82
4.5.2	逐点比较插补法的软件实现	87
4.5.2.1	插补运算器	87
4.5.2.2	逐点比较插补法	88
4.5.2.3	逐点比较插补法的软件实现	93
4.5.3	步进电机的软件控制	111

4.6	数控系统抗干扰技术	114
4.6.1	干扰的形式与来源	114
4.6.2	硬件抗干扰的主要措施	115
4.6.3	软件抗干扰的主要措施	117
第5章	基于 89C2051 的 IC 卡读/写器	119
5.1	IC 卡技术及其应用	119
5.1.1	IC 卡概述	119
5.1.2	IC 卡的应用	121
5.2	IC 卡读写/器的特点与功能	122
5.3	IC 卡读/写器系统设计	122
5.3.1	系统硬件设计	122
5.3.2	系统软件设计	127
5.4	上位 PC 机通信接口软件	135
第6章	基于 PIC16F84 单片机的 IC 卡智能水表	138
6.1	IC 卡智能水表方案的确定	138
6.1.1	IC 卡智能水表	138
6.1.2	IC 卡智能水表方案	139
6.2	IC 卡智能水表的硬件设计	142
6.2.1	IC 卡智能水表的电原理图	142
6.2.2	电路分析及其说明	142
6.3	IC 卡智能水表的软件设计	145
6.3.1	IC 卡智能水表的软件框架	145
6.3.2	IC 卡智能水表程序设计	145
6.4	低功耗设计	156
6.4.1	低功耗问题	156
6.4.2	低功耗解决方案	156
6.5	安全性问题	158
6.5.1	安全性	158
6.5.2	安全性问题解决方案	158
第7章	多功能时间控制器	160
7.1	多功能智能钟的功能与设计要求	160
7.2	系统总体设计方案	160
7.2.1	总体方案的确定	160
7.2.2	系统中关键器件的选用	161
7.2.2.1	串行数码管显示接口芯片 MAX7219	161
7.2.2.2	X25045 串行 EEPROM 信息存储芯片	163
7.2.2.3	串行时钟芯片 DS1302	167
7.2.2.4	RS-485 通信接口芯片 SN75LBC184	169
7.2.3	系统硬件设计	170

7.3	监控软件设计	172
7.3.1	监控软件结构	172
7.3.2	控制时间表的单片机编程技术	183
7.4	几个需要注意的问题	184
第8章	数字单脉冲电源	187
8.1	数字脉冲电源及其应用	187
8.1.1	脉冲电源的应用	187
8.1.2	数字脉冲电源	188
8.2	数字脉冲电源的性能指标与设计要求	189
8.3	双CPU系统方案	190
8.3.1	系统总体方案的思路	190
8.3.2	双CPU系统的若干形式	190
8.4	系统硬件设计	192
8.4.1	基于89C52的主系统设计	192
8.4.1.1	主系统电路	192
8.4.1.2	主系统显示电路	194
8.4.1.3	主系统按键电路	195
8.4.2	基于89C2051的从系统设计	195
8.4.3	斩波脉冲驱动输出电路设计	196
8.5	软件系统	196
8.5.1	主系统软件	196
8.5.2	从系统软件	215
第9章	液压万能材料试验机的智能载荷采集系统	222
9.1	概 述	222
9.2	智能载荷采集系统的特点与要求	222
9.2.1	智能载荷采集系统的特点	222
9.2.2	智能载荷采集系统的性能与要求	223
9.3	系统总体方案	223
9.3.1	系统总体方案的确定	223
9.3.1.1	系统方案确定的原则	223
9.3.1.2	系统方案的框图及其说明	224
9.3.2	系统主电路设计与说明	224
9.3.2.1	系统主电路设计	224
9.3.2.2	系统主电路的分析与说明	226
9.4	抗拉强度的检测原理与实现	231
9.5	载荷信号调理与数字化	239
9.5.1	弱信号调理与放大	239
9.5.2	信号传输	243
9.5.3	信号的A/D转换处理	243

9.6 可靠性设计	245
第10章 单片机应用系统调试	247
10.1 单片机应用系统开发技术概要	247
10.1.1 单片机应用系统开发的一般程序	247
10.1.2 单片机应用系统开发的常用工具	247
10.1.2.1 仿真器(仿真开发系统).....	248
10.1.2.2 烧写器(编程器).....	250
10.1.2.3 编译系统.....	251
10.1.2.4 逻辑测试笔.....	252
10.1.3 单片机应用系统开发的新理念	252
10.2 单片机应用系统调试	252
10.2.1 单片机应用系统的硬件调试	252
10.2.2 单片机应用系统的软件调试	254
10.3 单片机应用系统开发的引玉之言	260

第 1 章 单片机概述

1.1 什么是单片机

随着微电子技术、大规模集成电路技术的发展,可以将 CPU, RAM, ROM, 定时器/计数器以及输入/输出(I/O)接口电路等主要计算机部件集成在一块集成电路芯片上。这样所组成的芯片级的微型计算机称为单片微型计算机(single chip microcomputer),直译为单片微机或单片机。虽然单片机只是一个芯片,但从组成和功能上看,它已具有了微机系统的含义。

单片机从功能和形态来说都是为满足控制领域应用要求的,并且发展到新一代 80C51, M68HC05, M68HC11 系列单片机时,在其中着力扩展了各种控制功能,如 A/D、PWM、PCA 计数器捕获/比较逻辑、高速 I/O 口、WDT 等,已突破了微型计算机(microcomputer)的传统内容;所以更准确地反映单片机本质的叫法应是微控制器(microcontroller——MCU),与之相应,则将通用的微型计算机称为微处理器(MPU)。

根据单片机的结构和微电子设计的特点,虽然应用系统中往往仅以单片机为核心,但是它已完全融入应用系统之中,故而也有将单片机称为嵌入式微控制器(embedded microcontroller)的。在我国,单片机的叫法仍然有普遍的意义,但是这里我们把它认为是一个单片形态的微控制器。

按内部数据通道的宽度,单片机可分为 4 位、8 位、16 位及 32 位等。单片机的中央处理器(CPU)和通用微处理器基本相同,只是增设了“面向控制”的处理功能。例如:位处理、查表、多种跳转、乘除法运算、状态检测、中断处理等,增强了实用性。

单片机有 2 种基本结构形式:一种是在通用微型计算机中广泛采用的、将程序存储器和数据存储器合用一个存储空间的结构,称为普林斯顿(Princeton)结构,或冯·诺依曼结构;另一种是将程序存储器和数据存储器截然分开,分别寻址的结构,称为哈佛(Harvard)结构。Intel 公司的 MCS-51 和 80C51 系列单片机采用的是哈佛结构,而 Motorola 公司的 M68HC11 等则采用的是普林斯顿结构。考虑到单片机“面向控制”实际应用的特点,一般需要较大的程序存储器,目前的单片机以采用程序存储器和数据存储器截然分开的结构为多。

1.2 单片机的昨天、今天和明天

1.2.1 单片机的辉煌历史

单片机即微控制器(MCU)自 1976 年 Intel 公司推出 MCS-48,迄今已有 20 多年了。由于 MCU 具有集成度高、功能强、可靠性高、体积小、功耗低、使用方便、价格低廉等一系列优点,目前已渗透到人们工作和生活的各个角落,几乎是“无处不在,无所不为”。MCU 的应用领域已从面向工业控制、通信、交通、智能仪表等迅速发展到家用消费产品、办公自动化、汽车电子、

PC 机外围以及网络通信等广大领域。

就 MCU 本身而言,除了 4 位机和 8 位机仍然保有巨大的应用领域之外,各种新型的、高性能的机型也得到迅速发展。

1970 年微处理器研制成功之后,随之就出现了单片机(即单片的微型计算机)。自 1971 年美国 Intel 公司生产的 4 位单片机 4004 和 1972 年生产的 8 位单片机雏形 8008,特别是 1976 年 9 月 Intel 公司的 MCS-48 单片机问世以来,在短短的十几年间,经历了 4 次更新换代,其发展速度大约每二三年更新一代、集成度增加一倍、功能翻一番,其发展速度之快、应用范围之广已达到了惊人的程度。

下面列举单片机发展过程中的一些重要事件,以对单片机的发展情况作概要说明。

1976 年 Intel 公司首先推出能称为单片机的 MCS-48 系列单片微型计算机。它以体积小、功能全、价格低等特点,赢得了广泛的应用,为单片机的发展奠定了基础,成为单片机发展进程中的一个重要阶段。

在 MCS-48 成功的刺激下,许多半导体公司和计算机公司争相研制和发展自己的单片机系列。到目前为止,世界各地厂商已研制出大约 50 个系列、30 多个品种的单片机产品,其中有 Motorola 公司的 6801,6802,Zilog 公司的 Z-8 系列,Rockwell 公司的 6501,6502 等;此外日本的 NEC 公司、日立公司及 EPSON 公司等也都相继推出了各具特色的单片机品种。

日本日立(Hitachi)公司推出的 H8/300,H8/600 是较新款式的 8 位单片机系列,采用高级语言 C 编写软件,中央处理器工作频率 10 MHz,16 位寄存器至寄存器加/减(速度 200 ns)、乘/除(速度 1.4~2.6 μ s),寻址空间最多 16 MB;日本 NEC 公司 78K/11 系列 16 位单片机,由于操作温度在 $-40\sim 125^{\circ}\text{C}$,已作为汽车电子元件之一,广泛用于汽车制造业;美国 Motorola 公司的 LapKat 芯片是 HC05 单片机的新成员之一,也是较为理想的微型功率控制器。

LapKat 以 8 位 CPU 为核心,配以 8 KB ROM 及 304 KB RAM。基本功率控制管理计有 8 条外部外围设备扫描线、8 条内部工作扫描线、8 个 8 位功率监视及电池侦察 A/D。它能仿真 8042,8048 键盘扫描/控制器以及 MC146818 实时时钟(RTC),也可与 HC05,MCU 配合或单独使用。

美国 Harriscope 公司 NS 单片机系列产品,其概念核心是将共用的中央处理器结构作为整个系列所有成员的控制中心。这种方式可将各种寄存器、比较器、模/数转换器及通用异步收发器(UART)等外围功能较迅速而有效地组合在一起。

对工业控制、智能仪表等诸多较高层次的应用领域,8 位单片机系列在性能、价格两方面有较好的兼顾。

尽管目前单片机的品种很多,但其中最具有代表性的当属 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机。MCS-51 是在 MCS-48 的基础上于 20 世纪 80 年代初发展起来的,虽然它仍然是 8 位的单片机,但其功能有很大的增强,此外它还具有品种全、兼容性强、软/硬件资料丰富等特点;因此应用非常广泛,成为继 MCS-48 之后最重要的单片机品种,直到现在 MCS-51 仍不失为单片机中的主流机型。国内尤以 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机应用最广。由于 8 位单片机的高性能价格比(如 Z8 系列的 Z8600,80C51 系列的 80C31,每片售价仅 1~1.5\$),估计近 10 年内,8 位单片机仍将是单片机中的主流机型。

继 8 位单片机之后,16 位单片机也有很大发展,例如 1983 年 Intel 公司推出的 MCS-96 系列单片机就是其中的典型代表。与 MCS-51 相比,MCS-96 不但字长增加 1 倍,而且还具

有4路或8路的10位A/D转换功能;此外,在其他性能方面也有一定的提高,在高档智能仪表、彩色复印机、录像机等应用领域,16位单片机大有用武之地。目前Intel的MCS-96系列单片机在国内已得到较广泛的应用。

1.2.2 单片机面临的挑战

在数字化道路上,我国电子设计技术的发展经历了并将继续经历许多重大的变革与飞跃。从应用SSI通用数字电路芯片构成电路系统,到广泛应用MCU(微控制器或单片机),在电子系统设计上发生了一个具有里程碑意义的飞跃。这一飞跃不但克服了应用纯SSI数字电路系统许多不可逾越的困难,同时也为电子设计技术的应用开拓了更广阔的前景,使得电子系统的智能化水平在广度和深度上产生了质的飞跃。但是电子设计技术发展到今天,又将面临一次更大意义上的突破。从某种意义上说,这种突破的实现是历史抉择性的,而非技术性的,即CPLD/FPGA在EDA中的广泛应用。从本质上说,新的电子系统运转的物理机制又将回到原来的纯数字电路结构上,但却是一种更高层次的循环。它在更高层次上保留了过去数字技术的优秀部分,对MCU系统将是一种扬弃,但在电子设计的设计操作和系统构成的整体上却发生了质的飞跃。如果说MCU在逻辑的实现上是无限的话,那么CPLD/FPGA不但包括了MCU这一特点,而且还可触及硅片电路限度的物理极限,并兼有串行工作方式、高速、高可靠性以及宽口径适用性等诸多方面的特点。不但如此,随着EDA技术的发展和CPLD/FPGA向深亚微米领域的进军,它们与MCU,MPU,DSP,A/D,D/A,RAM和ROM等独立器件间的物理与功能界限将日益模糊。特别是软/硬IP芯核产业的迅猛发展,嵌入式通用与标准FPGA器件呼之欲出,片上系统(SOC)即将问世。CPLD/FPGA不可替代的地位及其伴随而来的极具知识经济特征的IP芯核产业的崛起,正越来越受到业内人士的密切关注。

由MCU为主构成的电子应用系统通常出现的问题可分为2类:一类是纯技术问题,如软件设计、接口器件的选择及抗干扰措施的应用问题,这些问题通常属于可解决之列;另一类则直接与MCU本身相关,即与MCU与生俱来的一些不可克服的弱点相关。它们包括以下几个方面:

- 低速。由于MCU的工作方式是通过内部的CPU逐条执行软件指令来完成各种运算和逻辑功能的,无论多么高的工作时钟频率和多么好的指令时序方式,在排队式串行指令执行方式(DSP处理器也不能摆脱这种工作方式)面前,其工作速度和效率也将大打折扣;因此,MCU在实时仿真、高速工控及高速数据采集等领域便显得力不从心。

- 复位工作方式。MCU的另一致命弱点是:任何MCU在工作初始都必须经历一个复位过程,否则将无法进行正常工作。MCU的复位必须满足一定的电平条件和时间条件(长达ms级)。当工作电平有某种干扰性突变时,MCU不可或缺的复位设置将成为系统不可靠工作的重要因素。而且这种产生于复位的不完全性,构成系统不可靠工作的隐患,其出现方式极为随机和动态,一般方法难以检测。一些系统在工作中出现的“假复位”和不可靠复位带来的后果是十分严重的。尽管人们不断提出了各种改善复位的方法及可靠复位的电路,市场上也有层出不穷的MCU复位监控专用器件,但到目前为止,复位的可靠性问题仍然未能得到根本性的解决。这是MCU的一种先天不足。

- PC的跑飞。在强干扰或某种偶然因素下,任何MCU的PC都极有可能越出正常的程序流程而跑飞。事实证明,无论多么优秀的MCU,无论具有多么良好的抗干扰措施,包括设

置任何方式的内、外硬件看门狗,在强干扰下,特别是强电磁干扰下,MCU 都无法保证其仍能正常工作而不进入不可挽回的“死机”状态。特别是当 PC 跑飞与复位不可靠因素交织在一起时,情况将变得尤为复杂。

● MCU 使用误区。MCU 逻辑行为上的普适性,常会引导人们进入这样一个误区:MCU 是无所不能的。任何一个电子系统设计项目,MCU 都成为无可置疑的主角。认真观察和分析我国目前以 MCU 为主的许多应用系统,不难发现 MCU 的越俎代庖、勉为其难之处比比皆是。

相比之下,CPLD/FPGA 的优势是多方面的,可归纳如下:

● 编程方式简便、先进。CPLD/FPGA 产品中大部分是采用菊花链为系统编程方式的。

● 高速。CPLD/FPGA 的时钟延迟可达 ns 级,结合其并行工作方式,在超高速应用领域和实时测控方面有非常广阔的应用前景。

● 高可靠性。在高可靠应用领域,MCU 的弱势为 CPLD/FPGA 的应用留下了很大的用武之地。

● 功能强大,应用广阔。目前,CPLD/FPGA 的可选择范围很大,可根据不同的应用选用不同容量的芯片。如 Lattice 的 ispLSI 或 AMD 公司的 MACH,最小芯片的等效逻辑门为 1 000 门,最大达数十万门;ALTERA 和 XILINX 公司将在年内推出百万门的 CPLD/FPGA。

● 易学易用,开发便捷。

● 开发周期短。由于相应的 EDA 软件功能完善而强大,仿真能力便捷而实时,开发过程形象而直观,兼之硬件因素涉及甚少;因此,可以在很短时间内完成十分复杂的系统设计。这是产品快速进入市场的最宝贵的特征。

单片机面临着 CPLD/FPGA 的严峻挑战。

单片机如何迎接挑战,走向光明的未来呢?

1.2.3 单片机的光明未来

单片机在性能和功能上的不断提升,使人们有理由相信,单片机的未来是光明的。例如 RISC 结构是近年来单片机体系结构发展的一个重要方向。RISC 单片机除了精简指令集之外,通常还具有单字长指令系统和 CPU 的流水线操作方式,其流水线操作方式大大提高了指令的运行速度。Scenix 公司新近推出的 SX 系列单片机可以证明这点。

那么到底是什么能让单片机长盛不衰呢?

1. 虚拟技术正式走上单片机舞台

虚拟技术是计算机应用的一个重要方面,单片机领域也不例外。虚拟技术是计算机对真实状况的软件模拟。在单片机应用中,虚拟技术应用于外围接口或功能单元的时序模拟、状态模拟及控制模拟,例如各种串行接口的虚拟传送、频率信号源的虚拟输出以及虚拟的 LED 译码控制等。单片机虚拟技术的实用化基础是 MCU 的高速指令速度,例如当指令速度达到 0.5 MIPS 时,可实现传输速率为 100 kbps 的 I²C 总线接口的虚拟,但无法实现传输速率为 1.05 MHz 的 SPI 外围接口。指令速度越高,可虚拟的对象越广泛。

采用虚拟技术时,除了要求指令高速运行外,还要有合理的片内资源支持并实现专业化设计,对虚拟对象有彻底的了解,开发出优秀的软件包,并为虚拟对象的软件包制定出使用规范。

随着单片机技术的发展,虚拟技术可进一步从虚拟外设向虚拟器件发展;随着单片机可应

用的程序空间的扩大,单片机系统中闲置的程序空间加大,可存放许多虚拟对象的固化软件。

2. 免开发装置技术

免开发装置的开发环境是指将原有开发装置的功能向2端分化,使原有开发装置的形态达到极端萎缩的状态。向上位PC机的分化,除完善编辑、汇编、模拟运行功能外,还要很好承担起对目标系统单片机的直接通信与控制,完成程序下载、单步或设断点运行,提取运行状态信息等;向目标系统的分化,要求单片机具有ISP(in system programmable)功能,并支持上位PC机通过串行电缆对单片机有限引脚的运行控制、状态信息提取。

Scenix公司推出的SX系列单片机就为用户提供了使用开发电缆的开发环境。用户使用这种开发电缆,一头与PC机的RS232C接口相连,另一头直接与目标板上单片机的4个引脚相连,在PC机软件和开发电缆上的开发芯片支持下,完成目标系统的全部实时仿真、调试及程序写入功能。

这种免开发装置的开发电缆的开发调试特点是:

- PC机通过1根电缆线直接与目标系统相连,开发环境简单,可靠方便;
- 仿真调试写入固化一体化;
- 实现了目标系统真正在线的实时仿真;
- 仿真调试时会占用少许资源。

3. 单片机技术的新发展

大体上有7个方面的发展与更新,使得单片机仍具有时代魅力:

- 集成FLASH存储器,相应使用ISP/IAP技术;
- 增加新型接口,如CAN/USB/IrDA/Bluetooth/Ethernet/简易Internet连接接口;
- 集成多种外部设备,外部设备能配置或从外部能改变集成外设的结构;
- MCU核的MCU化、RISC化与DSP核混合化,地址、数据总线分立,地址总线向16~32位扩充;
- 提升工作频率,向高速和复杂功能迈进;
- 发扬低功耗及廉价特长;
- 为设计者提供开发手段,如配套汇编器,特别是C语言编译器、交叉模拟器、廉价仿真器。

1.3 众多品牌的单片机

1.3.1 各种品牌的单片机

1. Motorola 单片机

Motorola是世界上最大的单片机厂商。品种全、选择余地大、新产品多,是其特点。在8位机方面有68HC05和升级产品68HC08。68HC05有30多个系列,200多个品种,产量已超过20亿片。8位增强型单片机68HC11也有30多个品种,年产量在1亿片以上。升级产品有68HC12。16位机68HC11也有10多个品种。32位单片机的683xxx系列也有几十个品种。近年来,以PowerPC,Coldfire,M. CORE等为CPU,将DSP作为辅助模块集成的单片机也纷纷推出,目前仍是单片机的首选品牌。Motorola单片机的特点之一是,在同样速度下。

所用的时钟频率较 Intel 类单片机低很多,因而使得高频噪声低,抗干扰能力强,更适合于工控领域及恶劣的环境。Motorola 8 位单片机过去的策略是以掩膜为主的,最近推出 OTP 计划,以适应单片机发展的新趋势;在 32 位机上,M. CORE 在性能和功耗方面都胜过 ARM7。

2. Microchip 单片机

Microchip 单片机是市场份额增长最快的单片机。它的主要产品是 16C 系列 8 位单片机。CPU 采用 RISC 结构,仅 33 条指令,运行速度快,且以低价位著称,一般价格都在 1\$/每片以下。Microchip 单片机没有掩膜产品,全部是 OTP 器件。Microchip 强调节约成本的优化设计,适于用量大、档次低、价格敏感的产品。

3. Scenix 单片机

Scenix 单片机,其 I/O 模块有新意。I/O 模块的集成与组合技术是单片机不可缺少的重要方面。除传统的 I/O 功能模块,如并行 I/O,UART,SPI,12C,A/D,PWM,PLL,DTMF 等外,新的 I/O 模块不断出现,如 USB,CAN,J1850。Scenix 单片机在 I/O 模块的处理上引入了虚拟 I/O 的新概念。Scenix 采用了 RISC 结构的 CPU,使 CPU 最高工作频率达 50 MHz,运算速度接近 50 MIPS。有了强有力的 CPU,各种 I/O 功能便可以用软件的办法模拟。单片机的封装采用 20/28 引脚。公司提供各种 I/O 的库函数,用于实现各种 I/O 模块的功能。这些用软件完成的模块包括多路 UART,多种 A/D,PWM,SPI,DTMF,FSK,LCD 驱动等,这些都是通常用硬件实现起来也相当复杂的模块。

4. NEC 单片机

NEC 单片机自成体系,以 8 位单片机 78K 系列产量最高,也有 16 位、32 位单片机。16 位以上单片机采用内部倍频技术,以降低外部时钟频率。有的单片机采用内置操作系统。NEC 的销售策略是着重于服务大客户,并投入相当的技术力量帮助大客户开发产品。

5. 东芝单片机

东芝单片机的特点是从 4 位机到 64 位机,门类齐全。4 位机在家电领域仍有较大的市场。8 位机主要有 870 系列、90 系列等。该类单片机允许使用慢模式,采用 32 kHz 时钟,耗电降至 10 μ A 数量级。CPU 内部多组寄存器的使用,使得中断响应与处理更加快捷。东芝的 32 位单片机采用 MIPS 3000A RISC 的 CPU 结构,面向 VCD、数码相机、图像处理等方面。

6. 富士通单片机

富士通也有 8 位、16 位及 32 位单片机,但 8 位机使用的是 16 位的 CPU 内核。也就是说,8 位机和 16 位机所用的指令相同,使得开发比较容易。8 位单片机有著名的 MB8900 系列,16 位机有 MB90 系列。富士通公司注重于服务大公司、大客户,帮助大客户开发产品。

7. Epson 单片机

Epson 公司以擅长制造液晶显示器著称,故 Epson 单片机主要为该公司生产的 LCD 配套。其单片机的特点是 LCD 驱动部分做得特别好,在低电压、低功耗方面也很有特点。目前 0.9 V 供电的单片机已经上市,不久的将来,LCD 显示的手表类单片机将使用 0.5 V 供电。

8. 8051 类单片机

最早由 Intel 公司推出的 8051/31 类单片机也是世界上用量最大的几种单片机之一。由于 Intel 公司在嵌入式应用方面将重点放在 186、386、奔腾等与 PC 机类兼容的高档芯片的开发上,8051 类单片机主要由 Philips、三星、华邦等公司接产。这些公司都在保持与 8051 单片机兼容的基础上,改善了 8051 许多特性(如时序特性),如提高了速度、降低了时钟频率、放宽

了电源电压的动态范围及降低了产品价格。

9. Zilog 单片机

Z8 单片机是 Zilog 公司的产品,采用多累加器结构,有较强的中断处理能力。产品为 OTP 型,Z8 单片机的开发工具可谓价廉物美。Z8 单片机以低价位的优势面向低端应用,以 18 引脚封装为主,ROM 为 0.5~2 KB。最近 Zilog 公司推出了 Z86 系列单片机,该系列内部可集成廉价的 DSP 单元。

10. NS 单片机

COP8 单片机是美国国家半导体公司的产品。该公司以生产先进的模拟电路著称,能生产高水平的数字、模拟混合电路。COP8 单片机内集成了 16 位 A/D,这是单片机中不多见的。COP8 单片机内部使用了抗 EMI 电路,在看门狗电路以及 STOP 方式下单片机的唤醒方式上都有独到之处。此外,COP8 的程序加密控制也做得比较好。

11. 三星单片机

三星单片机有 KS51 和 KS57 系列 4 位单片机、KS86 和 KS88 系列 8 位单片机、KS17 系列 16 位单片机及 KS32 系列 32 位单片机。三星单片机为 OTP 型,具有 ISP 在片编程功能。三星公司以生产存储器芯片著称,在存储器市场供大于求的形势下,参与单片机的竞争。三星公司在单片机技术上引进、消化发达国家的技术,生产与之兼容的产品,然后以价格优势取胜。例如在 4 位机上采用 NEC 的技术,8 位机上引进 Zilog 公司 Z8 的技术,在 32 位机上购买 ARM7 内核,还有引用 NEC 的技术、东芝的技术等。其单片机裸机的价格相当有竞争力。

12. 华邦单片机

华邦单片机属 8051 类单片机。它们的 W78 系列与标准的 8051 兼容,W77 系列为增强型 51 系列。华邦对 8051 的时序做了改进,相同时钟频率下,速度提高 2.5 倍,FLASH 容量从 4 KB 到 64 KB,有 ISP 功能。在 4 位单片机方面,华邦有 921 系列和带 LCD 驱动的 741 系列。在 32 位机方面,华邦使用惠普公司 PA-RISC 单片机技术,生产低位的 32 位 RISC 单片机。

1.3.2 主流单片机在我国

尽管目前单片机的品种很多,但其中最具有代表性的当属 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机。MCS-51 是在 MCS-48 的基础上于 20 世纪 80 年代初发展起来的,虽然它仍然是 8 位的单片机,但其功能有很大的增强;此外它还具有品种全、兼容性强、软/硬件资料丰富等特点,因此应用非常广泛,成为继 MCS-48 之后最重要的单片机品种。直到现在 MCS-51 仍不失为单片机中的主流机型。Intel 8 位单片机经历了 3 代,这 3 代大致划分为:

- 第 1 代:以 1976 年推出的 MCS-48 系列为代表。其主要的技术特征是将 CPU 和计算机外围电路集成到 1 个芯片上,使单片机与通用 CPU 分道扬镳,构成新型工业微控制器,为单片机的进一步发展开辟了成功之路。

- 第 2 代:以 MCS-51 的 8051,8052 为代表。MCS-51 系列 8 位高档单片机是在总结 MCS-48 系列单片机的基础上,于 20 世纪 80 年代初推出的新产品。其主要的技术特征是:

- (1) 扩大了片内存储容量和外部寻址空间

程序存储器和外部数据存储器的寻址都增加为 64 KB。4 KB×8 ROM 作为内部程序存储器,用来存放系统程序、用户的专用程序及固定常数。

在 MCS-51 系列单片机中,8031,8751 与 8051 的内部结构基本相同,其区别仅在于 8031 内部不含有程序存储器,必须由外部扩展;8751 内部程序存储器为可编程、可改写的只读存储器 EPROM,其内部程序由用户自行写入。

在片内数据存储器方面,采用 8 位地址,寻址范围为 256。其中 00H~7FH 为 128 B 的内部 RAM,用来存放用户的随机数;在 80H~FFH 范围内离散地分布着 21 个特殊功能寄存器,其中 11 个特殊功能寄存器具有位寻址能力;在内部 RAM 中,00H~1FH 可分为 4 个寄存器工作区,寄存器工作区由选择指令进行切换,从而有效地提高了 CPU 的现场保护能力和实时响应速度;20H~2FH 单元可进行位寻址。

(2) 增强了并行口,增设了全双工串行 I/O 口

4 个 8 位并行 I/O 接口可用于地址和数据的传送,也可与 8253,8155 等连接,进行外部 I/O 接口的扩展。串行 I/O 接口是一个全双工串行通信口,可用于数据的串行接收和发送,为构成串行通信网络提供了方便。

2 个定时器/计数器均为 16 位(比 8048 长 1 倍),且有 4 种工作方式。这样既扩大了定时/计数范围,又使用户的使用灵活方便。

(3) 增强了中断系统

在 MCS-51 单片机中,设置有 2 级中断优先级,可接收 5 个中断源的中断请求,中断优先级可由用户定义。这样,就使 MCS-51 单片机很适用于数据采集与处理、智能仪器仪表及工业过程控制。

(4) 具有较强的指令寻址和运算等功能

MCS-51 系列单片机有 111 条指令,可分为 4 大类,使用了 7 种寻址方式。这些指令 44% 为单字节指令,41% 为双字节指令,15% 为 3 字节指令。若用 12 MHz 的晶体频率,50% 的指令可在 1 μ s 内执行完毕,40% 的指令在 2 μ s 内执行完毕。此外,还设有减法、比较及 8 位乘、除法指令,乘、除法指令的执行时间仅为 4 μ s。这样,大大提高了 CPU 的运算与数据处理能力。

(5) 增设了颇具特色的布尔处理机

在 MCS-51 的指令系统中设置有位操作指令,可用于位空间寻址。这些位操作指令与位寻址空间一起构成布尔处理机。布尔处理机对于实时逻辑控制处理具有突出的优势。

可以看出,这一代单片机主要的技术特征是为单片机配置了完善的外部并行总线(AB, DB, CB)和具有多机识别功能的串行通信接口(UART),规范了功能单元的特殊功能寄存器(SFR)的控制模式及适应控制器特点的布尔处理系统和指令系统,为发展具有良好兼容性的新一代单片机奠定了基础。

● 第 3 代:以 80C51 系列为代表。它包括了 Intel 公司发展 MCS-51 系列的新一代产品,如 8XC152,80C51FA/FB,80C51GA/GB,8XC451,8XC452;还包括了飞利浦、西门子、ADM、富士通、OKI、Atmel 等公司以 80C51 为核心推出的大量各具特色、与 MCS-51 兼容的单片机。80C51 系列单片机是在 MCS-51 的 HMOS 基础上发展起来的,具有 CHMOS 结构,保留了 MCS-51 单片机的所有特性,内部组成与 MCS-51 基本相同,较 MCS-51 系列集成度高、速度快、功耗低。

80C51 系列单片机增设了 2 种可以用软件进行选择的低功耗工作方式:空闲方式和掉电方式。87C51 和 89C51 单片机是 80C51 含 EPROM 的产品,这 2 种单片机有 2 级或 3 级程序