
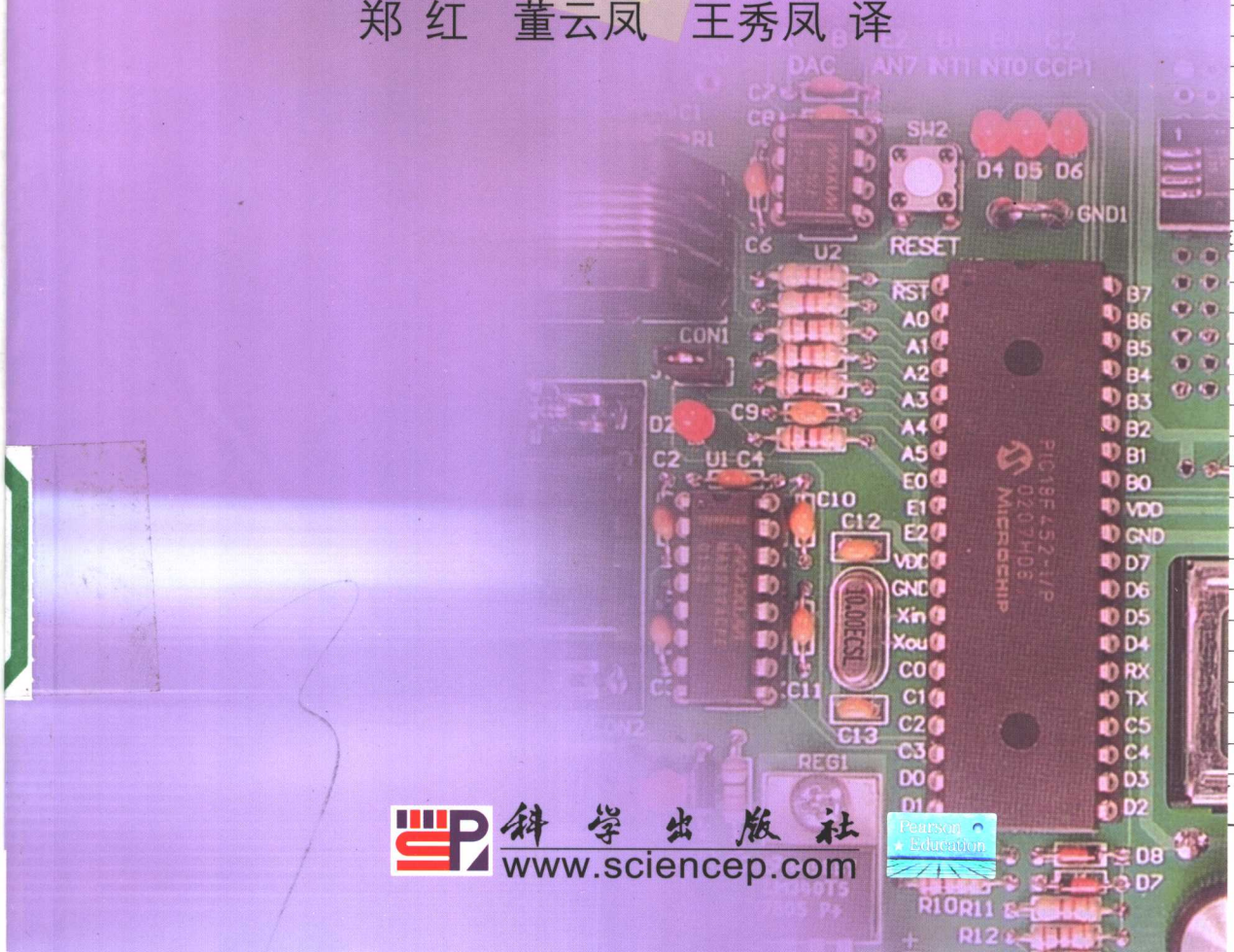


PIC18F452 微控制器 嵌入式设计

[美] 约翰 B. 皮特曼 著
郑红 董云凤 王秀凤 译

 科学出版社
www.sciencepress.com

 Pearson
Education



图字:01-2004-0308

内 容 简 介

本书针对 PIC18FXXX 系列中最新的 PIC18F452 芯片论述了微控制器的嵌入式设计。全书主要介绍了汇编语言代码的模块,包含 PIC18F452 的一组特性,以及与 QwikFlash 板上的一些 I/O 器件的相互作用,目的是让读者顺利地写出扩展应用代码。

本书的叙述角度非常独特,作者通过自己的开发经验,力图让读者系统地掌握位控制器嵌入式设计中的算法处理,降低复杂性以及开发部分特殊性能。本书可作为微控制器嵌入式设计领域学习和研究的大学生、研究生、工程技术人员的参考书。

John B. Peatman

Embedded Design with the PIC18F452 Microcontroller

©2003 by Pearson Education, Inc.

本书封面贴有 Pearson Education 出版集团激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

PIC18F452 微控制器嵌入式设计/[美] 约翰 B. 皮特曼著;郑红等译.
—北京:科学出版社,2005

ISBN 7-03-013625-X

I. P… II. ①约…②郑… III. 微控制器, PIC18F452-系统设计
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 064730 号

责任编辑:段博原 潘继敏 / 责任校对:刘小梅

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:陈敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 1 月 第 一 版 开本: B5(720×1000)

2005 年 1 月 第一次印刷 印张: 29

印数: 1-3 000 字数: 562 000

定价: 58.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

前 言

微控制器(单片机)的发展受到两个趋势的强烈驱动。一个趋势是智能产品的低成本要求。当一个产品以数以百万计的数量生产时,其元器件成本的微小节省将决定元器件的选择。另一个趋势是可编程解决方案的需求。当一个应用具有严格的时序要求时(如汽车发动机的控制),这种需求就更为明显。这种需求曾经引发了快速复杂微控制器结构的出现。微芯技术公司(Macrochip Technologies Inc.)已经开发了自己的 PIC 微控制器系列产品,从简单的低成本器件,到后续的几代产品,一直在进行各种功能的扩展,以满足日益增加的应用需求。同时,微芯技术公司始终保持以最低的成本引入新技术的洞察力,以便“购买”市场份额。正如本书第 1 章所指出的,微芯技术公司一直遵循这个策略,才达到了处于世界 8 位微控制器生产厂家前两位的地位,市场份额每年连续增长。因为 8 位微控制器覆盖了大部分应用的需要,所以“8 位”主宰了微控制器世界。

本书的编写围绕微芯技术公司最新的器件家族——PIC18FXXX 系列微控制器,主要集中于 2002 年 5 月上市的新器件 PIC18F452。它是一款 40 引脚的微控制器,是早期 PIC16C74 和 PIC16F877 微控制器的升级产品。这种升级对于这类器件的用户是很熟悉的,它增加了许多新的功能,去掉了所有早期 PIC 微控制器器件不实用的部分;同时,PIC18F452 微控制器的 FLASH 程序存储器降低了开发成本,不仅器件便宜(单片低于 10 美元),而且可以得到微芯技术公司的免费编译器及 QwikBug 监控程序的免费支持。QwikBug 已经编程到芯片中,支持用户程序的连续反复下载,并且可以进行断点运行、监视/改变可视变量、单步运行等用户程序调试。

为了提供“在做中学”的环境,本书的第一次印刷在书的封底内侧附赠了一个 QwikFlash 开发板。开发板的组装如图 4-1 所示。没有兴趣使用这个开发板的读者,也可以从免费的开发板感受到作者朋友般的诚意。组装开发板的器件可以在 Digi-Key 公司的特殊安排下购买。附录 A1 包括了 Digi-Key 器件清单以及结构组装指南,无论是对以前从未焊接过电路板的新手,还是对有经验的学生、专业人士、业余爱好者都适用。另外,组装板也可以从 MICRODESIGNS 公司,或通过他们的网站 www.microdesignsinc.com 购买。

全书所采用的方法就是介绍汇编语言代码的模块,包括 PIC18F452 的特性,以及与 QwikFlash 开发板上的一些 I/O 器件相连接的外设驱动。用这种方式,旨在让读者找到一条写出扩展应用代码的创造性过程的平坦道路。这种扩展的多样化没有尽头,许多已经在各章结尾的习题中提出。其他的列于附录 A10,作为一组

实验室计划的建议,这些实验计划可以配套第一次使用本书组织课程的学院或大学。利用微控制器的各种特性和 QwikFlash 开发板的 I/O 器件本身的多样性,可以扩展其他项目。

许多年前, Skip Addison 的结构化汇编程序引入代码书写给我留下了深刻印象。将汇编语言写成如 C 语言一样嵌套的 IF... ELSE... ENDIF, WHILE... END-WHILE, REPEAT... UNTIL 结构,为汇编语言编程提供了非常清晰的控制流程。当时, Jessica Meremonte 编写了一个结构完整的汇编预处理程序,结合微芯技术公司的免费(优秀的)编译器,使得 PIC18F452 微控制器的代码编写具有同样的功能。本书第 6 章中作为编译器介绍了 Jessica 的 sasm 实用程序。在本书后面 14 章中,强调代码的书写过程和代码的可理解性。

为了有效地发挥微控制器的作用,设计者至少应该具备三方面的能力。本书中对这三方面进行了阐述。首先,他或她必须深入了解所使用的元器件。以微控制器为例,它的 CPU 寄存器结构,它的指令集,它的寻址方式,它的片上资源,甚至包括它扩展给用户的 I/O 器件,如键盘、显示器、传感/控制器、温度传感器和步进电机执行元件等,都需要深入理解。另外,使用中断控制、微控制器可以巧妙地同时处理许多实时操作,为了做到这一点而不出错,设计者必须理解微控制器如何处理中断和与中断相关的时序问题。

第二,设计者必须透彻地理解设计的各种要求,并能够将设计要求转变成微控制器语言描述的算法。例如,一辆汽车的反抱闸系统设计,要求对抱闸系统的动态特性以及相应的控制算法进行深入理解。

第三,设计者必须理解一个仪器或装置的总体要求,并可以将其分解成易于处理的模块。几乎任何项目都可以比喻成一个人在穿越小溪时,从一块石头跳跃到另一块石头的过程。每一块石头都代表了一个需要理解的设计思想,例如,使用液晶显示器。但是,除了研究这些石头之外,设计者还必须注意如何穿越小溪。通过一些例子,包括例程和作者网站上的完整设计(如在第 4.3 节描述的 QwikFlash 工具的源代码),读者可以了解到几个项目的构成。

本书致力于统一组织这三种能力的开发,包括理解和使用元器件,合理的算法设计过程,分解复杂的仪器或装置功能,以满足设计需要。

关于本书

本书主要用于高年级一个学期的课程。那些选修了面向设计的课程或参与独立项目活动的低年级学生也可以选修这门课程,对这些学生来说,有机会向高年级学生学习工程经验的确是值得的。尽管这本书的脉络是电子器件,但是,作为设计使用微控制器的基本要求,对使用的每个元器件都进行了充分的说明,所以本书可用于各种使用单片机进行设计的课程中。本书的目的在于利用“单片控制”使多样化应用成为可能。

一直希望本书的各个部分自成体系。读者浏览第 1 章可以了解微芯技术公司 CEO Steve Sanghi 的观念。第 2、3 章描述了 PIC18F452 的结构、指令和寻址方式。第 4 章描述了 QwikFlash 开发板的特点(即封底内侧的电路板)。包括使用从作者网站下载的免费程序,用开发板进行频率和时间间隔测量,具有不可思议的精度。

第 5、6 章介绍了第一个代码例程,并对例程开发方案选择进行了讨论,讨论的后半部分安排在附录中。附录 A1.2 和 A4.3 介绍了微芯技术公司的内置调试器 ICD2。附录 A4 介绍了片上免费监控程序 QwikBug 和编程写入芯片的方法。附录 A3 介绍了免费 sasm 结构化汇编实用程序在微芯技术公司 MPLAB 设备中的使用。附录 A5.2 介绍了免费 QwikAddress 实用程序,并借其提供与 sasm 程序的链接。

第 7 章开发了内嵌在 QwikFlash 板上的液晶显示器的应用程序。介绍了第二个代码例程,作为后续项目工作进展的基石。第 8、12 章扩充了板上可用的用户 I/O 的讨论。第 8 章讨论了一个广泛使用的输入器件,旋转脉冲发生器(RPG)。第 12 章开发了针对用户输入的显示与 RPG 系统。

第 9 章讨论了时序和中断的重要区域问题。介绍了芯片内置的高、低优先级中断机理,并阐述了有效满足应用时序要求条件下,中断请求之间的优先级分配方法。

本书其余的章节“混合匹配”可以满足一门课程的需要和实验室项目的安排。第 13、16 章详细阐述了使用 PIC18F452 的定时器捕捉输入事件和控制输出事件的时序。第 10、11 章阐述了使用芯片模拟和数字输入的细微差别。第 14 章阐述了 36 个微芯技术公司整数子程序库的使用方法,以便处理多字节有符号或无符号数。同时,也介绍了 8 位浮点子程序使用的方法,以及这些程序在保证计算精度中的作用。第 15、17 章深入研究了两种扩展 I/O 可用引脚数的方法,以及两种增强芯片外设能力的方法,它超过了芯片片内外设功能。第 18 章介绍芯片内置 UART

的使用。第 19 章研究低端的 PIC 微控制器用作一个智能外设的方法,这个芯片通过 UART 引脚与 PIC18F452 连接。第 20 章讨论不同序号芯片的差异及功能的多样化,包括芯片的不挥发数据 EEPROM、看门狗定时器、警戒复位电路,并介绍了额外的低电池电流操作方法。

最后的两个例程 P3、P4 重写为 C 程序,由 Mike Chow 编写,包含在附录 A7 中。一个用微芯技术公司的 C 编译器,另一个用 HiTech 软件的 C 编译器,两个都是高质量的 C 编译器。用 C 书写的由汇编代码转换的类可以从 P3 例程的使用中得到益处。作为后续工作的例程,P3 代码具有许多值得探讨的问题,这些问题随着代码加长会不断出现。P4 例程说明处理中断的方法。

本书宗旨为工程学习目标——创造性设计能力的开发。介绍一款多功能、低成本微控制器芯片,使用一个低成本的开发板和必要的开发工具,用来开发和调试程序代码。我们的集中设计过程在微控制器芯片本身,以及多种 I/O 器件,将学生的热情吸引到学习过程中。当使用 QwikFlash 板上的 I/O 器件时,学院或大学实验课程可以使用另一块 QwikProto 板很容易地扩展各种 I/O 资源,如附录 A2 中图 A2-3 所示。其他 I/O 的情况在附录 A10.2 中介绍。也可以参观作者网站 www.picbook.com 中 URL 选择 I/O 器件信息和其他大学使用这些器件的项目思路。为了帮助读者利用这个机会开发微控制器设计能力,大部分章节在结尾部分进行问题分类,并开设了许多有趣的专题。建议课程安排包括附录 A10 和 10 个“开始”的实验室项目。

致 谢

我非常荣幸地得到佐治亚理工学院电气和计算机工程学院院长 Roger Webb 和副院长 Bill Sayle 的建议和支持。同时,许多年来一些杰出的学生与我共享兴趣与激情,一直给予了大力帮助。过去的一年中,在参与本书的编写和我的实验室转型工作(包括从编写应用程序直到 PIC18F452 使用)的 12 位努力者中,Chris Twigg 表现非常突出。他开发了本书中第 17 章的 I²C 接口代码,图 7-15 的创造性 Bargraph 子程序,以及准备用于微芯技术公司 C 编译器的子程序库的数学转换子程序,这些工作使得汇编程序易于使用,并为应用程序中的 QwikPH 实用程序更新分级提供了方便。他建立了 www.picbook.com 网站,并与 Cory Hawkins 和 Paul Nichols 共同开发了 4.3 节介绍的 QwikFlash 工具。Jessica Meremonte 手工录入了本书中全部 sasm 结构化汇编语言实用程序。David Flower 的 QwikAddress 实用程序漂亮地解决了使用 sasm 实用程序中出现的若干问题。这个学生团队列于附录 A4 中,最后,Burt Sims 和 Rawin Rojvanit 的工作,开发了 QwikBug 的驻留调试实用程序。团队中每个人各种能力的结合,为 QwikFlash 板的开发应用提供了完整充分的支持。

过去的几年中,Rick Farmer 和我在 PC 板的开发方面一直有合作关系,主要是为了我的实验室进行开发。Rick 使用 PIC 微控制器工作多年,同时,长期以来他也是一个多产的、有洞察力的设计者。他独具慧眼三次修改 QwikFlash 板,才有了今天这个完整的设计。他原来的 PICloader“装载”PIC16F877 微控制器的驻留实用程序给 QwikBug 开发提供了借鉴。

在本书编写过程中,微芯技术公司人员的帮助是无法估价的,尽管本书写作期间这个芯片已被商业化地介绍过。Scott Fink 早期的建议,让我了解到即将生产的 PIC18F452,奠定了这个项目和我们的开发活动的基础。Al Lovrich 采用向我提问编写本书所需要的每一个工具和信息的方式支持我的工作。Carol Popovich 和 Paul Landino 答应我准备工具和芯片需要的每一个请求,以便及早将我的实验室转型到 PIC18F452。Craig Miller 和 Greg Robinson 毫无保留地使用他们的芯片调试知识(使用内部电路调试器),帮助我开发 QwikBug。Josh Conner 和 Frank Testa(外来的顾问)帮助我们获取和理解数学程序。Brett Duane 帮助我理解了一些问题,这些问题在我早期使用微控制器的经历中出现过。Steve Sanghi 和 Eric Sells 提供了有价值的材料和对第 1 章的观点。

Digi-Key 帮助加快了组装 QwikFlash 板上所有器件的订货速度。他们识别我没有注意到的来自于 Digi-Key 的可用器件,可以单源订货。他们建立了单一的

辨识软件序号,18F452-KIT,用作元器件名称,一个一个地列举每个器件,列于图 A1-1。在器件放置顺序的简化和显著减少器件成本精确性方面卓有成效。

感谢 MICRODESIGNS 公司的 Bill Kaduck 和 Dave Cornish,本书的读者通过他们的网站 www.microdesignsinc.com 可以制作一个低成本组装 QwikFlash 板,见附录 A1.1。AppForge 的 Doug Armstrong 许多年来一直研究边缘切削设计工作,对我的实验室有许多实际应用方面的帮助。智能系统公司(Intelligent Systems Corp)的 Leland Strange 长期以来一直是我观念顾问的主要人选。Skip Addison 的图片使得全书清晰可见。

在 Prentice Hall 出版社,我很幸运地遇到两个出色的编辑,先前的 Eric Frank 和现在的 Tom Robbins。当我们第一次讨论 QwikFlash 板随书附赠的问题时, Eric 提出了极富创意的主意,用冲压封面将板子置于透明的包装中。感谢 Tom Robbins,因为在本书的第一次印刷中附赠板子,读者免于承受在购书费用中加入板子的成本。感谢 Jim Carreker,他支付了第一批印刷 PC 板的费用。作为一个善于言词、精力充沛的大学生,在我的专业生涯中,他把握了大方向。我很开心他一再地用这种方式冲击我的生活。

另外,本书的编写过程中,我幸运地与 Lynda Castillo 和 David George 一起工作。作为这本书的出版编辑,Clarinda Publications 的 Cindy Miller 完成了认真细致的工作。向 Chennai 的 Laserwords 和 India 表示我的感谢,他们精确迅速复制了我用铅笔画的图表。这是我第一次经历 pdf 文件瞬间转换的文档修订,我非常满意。

最后,在本书——我的第六本教科书出版之际,我再一次感谢我的妻子 Marilyn,因为她是所有书籍出版的合作伙伴。我们彼此同步,Marilyn 优雅地整理我呆板的句子,将手写文本输入到她的 Word 处理器中。在我的整个生涯中,我很幸运,我们彼此享受这种一起工作的方式。

约翰 B. 皮特曼
佐治亚理工学院

目 录

前言

关于本书

致谢

第 1 章 引言	1
1.1 信息处理的革命	1
1.2 发展策略	2
1.3 FLASH 存储技术	4
1.4 微控制器特点	5
第 2 章 CPU 结构	9
2.1 概述	9
2.2 哈佛结构	9
2.3 直接寻址.....	10
2.4 间接寻址.....	12
2.5 程序存储器读操作.....	16
2.6 程序指令顺序.....	18
2.7 CPU 及其状态位	20
2.8 特殊功能寄存器(SFR).....	22
习题	23
第 3 章 指令集	26
3.1 概述.....	26
3.2 F/W 的区别	29
3.3 “分组”操作.....	29
3.4 传送指令.....	30
3.5 单操作数指令.....	32
3.6 “与”、“或”、“异或”指令.....	35
3.7 算术运算指令.....	36
3.8 有条件和无条件分支转移.....	38
3.9 条件跳转指令.....	39
3.10 子程序调用和返回指令	40
3.11 保留指令	40
习题	41

第 4 章 QWIKFLASH 目标板	43
4.1 概述	43
4.2 QWIKFLASH I/O 电路	44
4.3 QWIKFLASH 工具	47
4.4 调试支持	48
第 5 章 程序开发(P1 例程)	50
5.1 概述	50
5.2 TIMER0 操作	50
5.3 程序结构	54
5.4 LOOPTIME 子程序	55
5.5 BLINKALIVE 子程序	56
5.6 宏	57
5.7 P1. ASM 程序	58
5.8 免费工具	62
5.9 汇编	64
5.10 执行	68
习题	69
第 6 章 结构化汇编预处理器	71
6.1 概述	71
6.2 条件编译和执行	71
6.3 结构化汇编构架	72
6.4 条件测试	74
6.5 SASM 输入参数	76
6.6 SASM 安装、执行及程序代码调试	77
6.7 P1. ASM 修订	78
习题	83
第 7 章 字符数字液晶显示(P2 例程)	85
7.1 概述	85
7.2 LCD 接口选择	85
7.3 初始化	87
7.4 光标定位代码	91
7.5 显示字符串	91
7.6 LCD 字符集	94
7.7 用户定义的字符	96
7.8 显示调试辅助程序	101
7.9 P2. ASM——显示例程	102
习题	108

第 8 章 旋转脉冲发生器	112
8.1 概述	112
8.2 RPG 分辨率	112
8.3 RPG 功能	114
8.4 RPG 子程序	114
8.5 速率检测 RPG	116
习题	118
第 9 章 中断和中断时序	121
9.1 概述	121
9.2 低优先级中断时序	122
9.3 低优先级中断结构	126
9.4 高优先级中断结构	131
9.5 重要代码区	133
9.6 外部中断	135
9.7 PORTB 中断 (引脚 RB7 : RB4)	136
习题	137
第 10 章 模数转换	140
10.1 概述	140
10.2 I/O 引脚分配	140
10.3 ADC 输出格式	143
10.4 ADC 特性及其使用	144
10.5 ADC 的中断控制	146
习题	147
第 11 章 I/O 引脚设置	148
11.1 概述	148
11.2 数字输出引脚功能	148
11.3 数字 I/O 电路	150
11.4 输入设置	153
习题	154
第 12 章 LCD 屏幕 (P3 例程)	155
12.1 概述	155
12.2 按钮输入	155
12.3 Screens 子程序	158
12.4 P3. ASM——屏幕选项程序例程	162
习题	173
第 13 章 时间间隔测量	174
13.1 概述	174

13.2	TIMER1 和内部时间间隔测量	174
13.3	DisplayMax 子程序	178
13.4	扩展内部时间间隔测量	181
13.5	CCP1 和外部时间间隔测量	184
13.6	CCP1 和内部时间间隔测量	186
13.7	扩展外部时间间隔测量	186
13.8	TIMER3 和 CCP2 的使用	186
13.9	频率测量	188
13.10	温度测量	189
	习题	190
第 14 章	数学运算符程序	192
14.1	概述	192
14.2	乘法	192
14.3	除法	195
14.4	乘法 / 除法子程序的使用	197
14.5	保持计算精度	201
14.6	浮点子程序	202
14.7	浮点子程序的使用	204
14.8	归一化子程序	205
	习题	207
第 15 章	串行外设接口的 I/O 扩展	209
15.1	概述	209
15.2	SPI 功能	209
15.3	SPI 初始化	210
15.4	输出端口扩展	213
15.5	输入端口扩展	214
15.6	多 I/O 端口扩展	215
15.7	DAC 输出	217
15.8	温度输入	219
15.9	主-从互连	222
	习题	224
第 16 章	输出时间间隔控制(P4 例程)	226
16.1	概述	226
16.2	时序的外部控制	226
16.3	周期中断发生器	229
16.4	快速任意方波输出	234
16.5	通用任意方波输出	237

习题	243
第 17 章 外设访问存取总线 SMBUS/I²C	246
17.1 概述	246
17.2 SMBUS/I ² C 总线说明	246
17.3 I ² C 总线操作	246
17.4 PIC18F452 的 I ² C 总线传输	250
17.5 I/O 扩展	252
17.6 底层 I ² C 子程序	254
17.7 I/O 扩展代码	258
17.8 DAC 输出	261
17.9 数字温度计	262
17.10 举例	264
习题	277
第 18 章 通用异步接收发送器 UART	281
18.1 概述	281
18.2 信号波形和波特率的精确度	281
18.3 波特率选择	283
18.4 UART 数据处理电路	284
18.5 UART 初始化	285
18.6 UART 应用	286
习题	289
第 19 章 可编程外设芯片	290
19.1 概述	290
19.2 PIC16C505 概述	290
19.3 键盘外设接口	296
19.4 主程序和 LOOPTIME 宏	298
19.5 键按下检测	299
19.6 键开关状态机制	300
19.7 UART 宏	303
19.8 PIC16C505 源文件	304
习题	310
第 20 章 综合特性	312
20.1 概述	312
20.2 配置字节	312
20.3 振荡器选择	315
20.4 电源电压	316
20.5 低电压检测(LVD)	317

20.6	警戒复位(BOR)	320
20.7	看门狗定时器(WDT)	321
20.8	复位	323
20.9	电池电源操作	326
20.10	定时	329
20.11	数据EEPROM使用	331
20.12	并行从端口(PSP)	334
附录 A1	QWIKFLASH 开发板装配	336
A1.1	概述	336
A1.2	微芯的ICD2模块	336
A1.3	器件列表	337
A1.4	开发板组装必备工具	339
A1.5	焊接技巧	340
A1.6	开发板结构	341
A1.7	清除焊剂	347
A1.8	LCD安装前的性能验证	347
A1.9	安装LCD	348
A1.10	性能验证	348
A1.11	QWIKBUG性能验证	349
附录 A2	用附加的QwikProto板进行实验室升级	350
A2.1	板和器件	350
A2.2	结构	351
A2.3	引脚使用条件	351
A2.4	工程概念	353
A2.5	作者的工作站	354
附录 A3	MPLAB 用户接口的结构化汇编程序使用	357
A3.1	安装SASM	357
A3.2	Project设置	357
A3.3	QWIKADDRESS实用程序应用	358
附录 A4	QWIKBUG 监控程序	359
A4.1	概述	359
A4.2	资源利用	359
A4.3	ICD2模块的QwikBug安装	360
A4.4	P16PRO PIC编程器的QwikBug安装	362
A4.5	QWIKBUG验证	363
A4.6	自启动特征	364
A4.7	命令键	364

A4.8	帮助命令(F1 或 H)	364
A4.9	复位命令(F2 或 T)	365
A4.10	加载命令(F3 或 L)	365
A4.11	显示命令(F4 或 D)	366
A4.12	断点命令(F5 或 B)	366
A4.13	监视命令(F6 或 W)	367
A4.14	运行命令(F7 或 R)	368
A4.15	单步命令(F8 或 S)	368
A4.16	修改命令(F9 或 M)	369
A4.17	修改 QwikBug	369
A4.18	致谢	369
附录 A5	QwikAddress 和 QWIKPH 实用程序	371
A5.1	概述	371
A5.2	David Flowers 的 QwikAddress 实用程序	371
A5.3	CHRIS TWIGG 的 QWIKPH 实用程序	374
附录 A6	数学子程序的验证	377
附录 A7	PIC18F452 的 C 编程应用	378
附录 A8	PIC18F452 特殊功能寄存器及其位	412
附录 A9	器件和封装	416
附录 A10	课程组织和实验室规划	417
A10.1	课程安排	417
A10.2	实验室建立	418
A10.3	实验室设备	419
A10.4	编译器编码与构造比较,编译器编码与 C 代码比较	419
A10.5	10 个项目	420
词汇表		433

第 1 章 引 言

1.1 信息处理的革命^①

嵌入式信息处理革命正在我们周围发生。电子智力隐含于我们的日常生活中。提供这种智能的集成电路的成本近几年不断下降,使得这些器件的制造商愈来愈多,而且这些器件的应用迅速增长。

竞争的压力需要制造商在维持和减少价格的同时,扩展产品的功能和提供产品的特殊性能。为了满足这些需要,制造商利用嵌入式控制系统的集成电路,为特殊控制应用提供集成设计解决方案。嵌入式控制系统能使制造商突显其产品的特殊性,替代低效的机电控制装置,增加产品功能,显著降低产品成本。另外,嵌入式控制系统方便了全新种类产品的出现。嵌入式控制系统一般由微控制器完成主要功能,有时它是系统唯一的器件。

微处理器是集成于单一芯片上的计算机,它由如下几部分组成:中央处理器、程序存储器、用于数据存储的随机存储器、各种输入输出模块等。除了微处理器以外,一个完整的嵌入式系统还包括特定的应用软件、特定的外围器件控制器、外部的稳定存储器,以及用于存储附加程序软件的各种 EEPROM。

在广泛的市场范围内,嵌入式控制解决方案使数以千计的产品和器件完成不同应用功能。这些应用包括:

- 汽车空调系统
- 遥控装置
- 手持工具
- 家用电器
- 便携式计算机
- 手机
- 电机控制
- 保安系统

日益增加的对嵌入式控制系统的需求,已经使得微控制器市场成为半导体产品中份额最大的产品之一。现在流行的微控制器是 4~32 位的结构。尽管 4 位微控制器相对比较便宜,通常的市场价格在每片 1 美元以下,但是,它们常常缺

^① 本节由亚利桑那州钱德勒微芯技术公司首席执行官兼总裁 Steve Sanghi 撰写。

乏今天的设计工程师针对产品特性所提出的性能和特点要求,它仅仅可以满足产品的基本功能。同样,尽管 16 位和 32 位结构微控制器提供了非常高的性能,但是对于绝大多数嵌入式控制应用来说,它们仍然是较贵的,其通常的价格为每片 6~12 美元。结果,为了得到最有效的嵌入式控制的性能价格比,竞争使得制造商们日益大量地生产 8 位微控制器产品,它的典型价格是每片 1~8 美元。

例如,一辆新汽车可能包含一个 32 位的引擎控制微控制器,三个 16 位的传动、声音、反抱闸系统微控制器,但是用到多达 50 个的 8 位微控制器,用以提供其他嵌入式控制功能,如门锁、自动窗、阳光顶、可调节座位、电镜、气袋、油泵、速度计、安全和车内环境控制系统等。

8 位微控制器的应用是多种多样的,目标是可以想像到的各种高性能低成本的应用。由于 8 位的微控制器非常普遍,成功的工程师们需要了解采用这些器件设计的各种复杂性。

微芯技术公司(Microchip Technology Inc.)设计了 PIC18F452,它集柔性、方便、FLASH 技术于一体,具有帮助嵌入式控制系统设计工程师探索各种不同终端产品设计的优势。PIC18F452 集成了部分外设,在芯片内,并且附送一套兼容的开发系统。本书帮助读者迅速了解 PIC18XXX 结构,以便将 PIC18F452 器件用于不同的产品设计与制造,提高产品的终端市场吸引力。

1.2 发展策略

微芯技术公司运用的制造原则是发展策略经济体系的应用。这个原则是器件质量成倍提高,而生产器件的单位成本却以固定比率减小。伴随着以往客户购买器件成本的减小,公司获得更多的市场份额。在微芯技术公司的案例中,显示出迥然不同的价格优势。一款新的产品如 PIC18F452 微控制器,其所有新的、吸引人的特点,与旧的 PIC[®] 相比并没有价格的提升。相反,它给出了反映制造成本的价格,遵循一种质量提高时制造成本降低的价格体系。结果如表 1-1 所示,反映了微芯在 8 位微控制器领域内与世界范围内的其他厂家比较所占的市场份额。这是一个被摩托罗拉(Motorola)主宰了多年的世界。如图 1-1 所示,微芯技术公司的市场份额相对于摩托罗拉的市场份额取得了令人瞩目的增长,增强了微芯技术公司向世界 8 位微控制器第一目标迈进的信心。当技术新闻不断地鼓吹新的 16 位和 32 位微控制器的特点时,事实上,微控制器的世界却被 8 位微控制器如本书所讨论的 PIC18F452 所主宰,如图 1-2 所示。

对于本书的读者来说,这一切意味着他们的学习集中于器件的一个家族,可以发现这些器件有着广泛的工业用途,且具有价格竞争力。而且,本书强调了微芯技术公司最新控制器的结构,展现出微芯技术公司以具有竞争性价格的新器件获得市场份额的趋势。