

PIC技术宝典

PIC Microcontroller and Embedded Systems

Muhammad Ali Mazidi

[美] Rolin D. McKinlay 著

Danny Causey

李中华 张雨浓 陈卓怡 等译

PIC MICROCONTROLLER AND EMBEDDED SYSTEMS

USING ASSEMBLY AND C FOR PIC18



MUHAMMAD ALI MAZIDI
ROLIN D. MCKINLAY
DANNY CAUSEY

TURING

图灵电子与电气工程丛书

PIC技术宝典

PIC Microcontroller and Embedded Systems

Muhammad Ali Mazidi

[美] Rolin D. McKinlay 著
Danny Causey

李中华 张雨浓 陈卓怡 等译

PIC MICROCONTROLLER
AND EMBEDDED SYSTEMS
USING ASSEMBLY AND C FOR PIC18



MUHAMMAD ALI MAZIDI
ROLIN D. MCKINLAY
DANNY CAUSEY

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

PIC 技术宝典/(美)马兹迪
(Mazidi, M. A.), (美)麦金莱(McKinlay, R. D.),
(美)考西(Causey, D.)著;李中华等译. —北京:
人民邮电出版社, 2008. 10
(图灵电子与电气工程丛书)
书名原文: PIC Microcontroller and Embedded Systems
ISBN 978-7-115-18554-9

I. P… II. ①马…②麦…③考…④李… III. 单片微型
计算机-微控制器 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 111348 号

内 容 提 要

本书是关于 PIC 微控制器的经典著作,内容紧密围绕 PIC18 系列微控制器原理及嵌入式系统应用展开,主要介绍了 PIC18 系列微控制器的硬件和软件方面的基本知识和特性,着重描述其硬件结构、软件编程和接口技术及其嵌入式应用等问题。

本书适合作为高等院校相关专业课程教材,也可供从事微控制器应用设计和嵌入式系统开发的工程技术人员参考。

图灵电子与电气工程丛书 PIC 技术宝典

◆ 著 [美] Muhammad Ali Mazidi, Rolin D. McKinlay, Danny Causey

译 李中华 张雨浓 陈卓怡 等
责任编辑 朱 巍

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷

◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 45
字数: 1067 千字 2008 年 10 月第 1 版
印数: 1—4000 册 2008 年 10 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字:01-2007-3148 号
ISBN 978-7-115-18554-9/TP

定价:99.00 元

读者服务热线:(010)88593802 印装质量热线:(010) 67129223

反盗版热线:(010)67171154

版 权 声 明

Authorized translation from the English language edition, entitled: *PIC Microcontroller and Embedded Systems Using Assembly and C for PIC18*, 9780131194045 by Muhammad Ali Mazidi, Rolin D. McKinlay, Danny Causey, published by Pearson Education, Inc., Copyright © 2006 by Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD. and POSTS & TELECOM PRESS, Copyright © 2008.

本书中文简体字版由 Pearson Education Asia Ltd. 授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

本书封面贴有 Pearson Education(培生教育出版集团)激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。

译者序

微控制器是一种无处不在的内嵌型控制芯片,广泛用于工业控制、消费类电子产品、汽车、金融、军事、能源等领域。在强大的市场需求和日新月异的科技进步驱动下,微控制器产品不断推陈出新。PIC系列微控制器是全球领先的微控制器和模拟半导体供应商——美国微芯公司推出的嵌入式微控制器,具有运行速度快、工作电压低、功耗低、驱动能力强、体积小、价格低廉、指令简单易学易用等优点。PIC18系列微控制器就是其中的杰出产品之一。

本书涵盖学习微控制器所需的基础知识、PIC18微控制器的内部结构、汇编指令系统、C语言编程、接口技术及其应用实例,具有以下鲜明特点。

- 本书采用计算机基础知识——PIC18微控制器内部结构——汇编指令——C编程——外围接口——应用实例的授课思路,知识体系清晰、内容丰富,适应当今信息社会对宽口径计算机类专业学生的培养需求。
- 每章的开篇都简明地给出了本章的学习目标以及主要内容的结构分布,在每章末尾还给出了小结,有助于读者进一步理解和思考所学知识,形成完整的知识体系。
- 本书在介绍PIC18微控制器原理及应用设计的同时,还配以丰富的设计实例,让读者能充分体会到每一个设计细节,有利于快速培养读者的细致分析与设计系统的能力。
- 对于主要的设计实例,本书分别给出了其汇编语言编程和C语言编程,通过对比学习两类不同的编程思想和风格,使得学生很容易发现二者的联系、区别和优缺点,克服了将汇编语言编程和C语言编程单独讲述的弊端。
- 章后习题以及每节后的复习题进一步充实了全书的内容,有利于帮助读者更好地理解相关基本理论。本书配有的附录,内容全面详尽,对读者而言是一本非常难得的技术手册。

简而言之,本书结构清晰、内容丰富、通俗易懂,是一本不可多得的学习宝典。

本书由李中华、陈卓怡主译,李中华负责统稿,张雨浓负责审校。参加本书翻译和初校工作的还有杨波、孙宇佳、张董华、伍沛然等。在此,谨对所有为本书的出版提供了帮助的人们表示诚挚的谢意。

由于译审者不平所限,加之时间仓促,译文中难免有不妥乃至错误之处,敬请广大读者批评指正。

译者

前 言

使用微处理器的产品大致可分为两类。第一类产品使用高性能微处理器,比如“奔腾”系列 CPU,应用在系统性能很重要的场合。第二类产品对性能的要求是次要的,价格、大小、功耗以及快速开发等问题比原始处理能力更为重要,用于这种产品的微处理器常称为微控制器。

本书介绍微控制器。PIC18 是目前广泛应用的一种微控制器。其应用范围广泛的原因有很多, Microchip 公司在软件和硬件上的大力支持是一个不可忽视的原因。本书可以用作微控制器和嵌入式系统的大学课程教材。它不仅建立了汇编语言程序设计的基础,而且针对工程学科的学生全面讲述了 PIC18 接口。基于这样的背景,进而讨论了基于微控制器的嵌入式系统的设计与接口。本书也可供应用技术人员、硬件工程师、计算机科研人员和爱好者使用。对于那些构建单机项目或者采用 PC 进行数据采集与传送的网络项目设计人员来说,本书也是一本理想的参考资料。

预备知识

读者应该具备数字电路相关知识。了解汇编语言相关知识有助于学习本书,但这些知识不是必需的。虽然本书是为那些没有汇编语言程序设计背景的学生而写的,但预先有汇编程序设计经验的学生将能够迅速掌握 PIC18 的体系结构,并且能立即开展项目。对于书中的 PIC18 C 语言程序设计部分, C 语言的基础知识是必需的。在书中,我们采用 Microchip 公司的 PIC18 C 语言编译器。PIC18 C 编译器与 MPLAB 相兼容,并且可以在 Microchip 公司网站(www.microchip.com)免费获得。我们鼓励读者用 MPLAB 仿真和运行书中的程序。

本书概览

本书采用系统的、循序渐进的叙述方式,涵盖了 PIC18 的 C 语言与汇编语言程序编程和接口的各个方面,还提供了许多实例和例程,用以澄清概念,并向学生提供动手学习的机会。在每节的结尾都配有习题,巩固本节的要点。

第 0 章介绍数制系统(二进制、十进制和十六进制)、基本逻辑门与计算机术语。这章专为学生设计,如没有学过数字逻辑课程的机械工程专业的学生,或者那些需要回顾这部分知识的学生。

第 1 章讨论了 PIC18 的历史和其他 PIC 系列产品(如 PIC16)的特点,还提供了 PIC18 系列部分芯片型号的一览表。

第 2 章讨论了 PIC18 的内部体系结构,介绍了如何用 PIC18 汇编语言创建可执行程序,

还研究了栈和标志寄存器。

第3章讨论了循环、跳转和调用指令,并给出了大量的例题。

第4章致力于讨论 I/O 端口。了解了这部分内容,学生可以开始做 PIC18 I/O 接口的实验,并且尽快启动项目。

第5章专注于算法、逻辑指令和程序的介绍。

第6章涉及 PIC18 的寻址方式,以及怎样访问 PIC18 程序存储区的数据和怎样进行存储器组转换。

第7章介绍 PIC18 的 C 语言程序设计。在整本书中,我们都使用美国 Microchip 公司提供的 PIC18 C 语言编译器编写 PIC18 及其他系列的 C 语言程序。PIC18 的 C 编译器与 MPLAB 兼容,并且可以在 Microchip 公司网站上免费获得。

第8章介绍 PIC18 芯片的硬件连接。

第9章描述了 PIC18 定时器以及怎样用它们作为事件计数器。

第10章研究了 PIC18 的串行数据通信及其同 RS232 的接口,还介绍了 PIC18 与 x86 IBM PC 及其兼容机的 COM 端口的通信。

第11章详尽讨论了 PIC18 中断,并附有诸多编写中断处理程序的例子。

第12章介绍了 PIC18 与实体设备(如液晶显示屏和键盘)的接口。

第13章介绍了 PIC18 与实体设备(如 DAC 芯片、ADC 芯片以及传感器)的接口。

第14章阐述了怎样用 PIC18 闪存和 EEPROM 存储器作为数据存储单元。

第15章介绍了 PIC18 内部的 CCP 和 ECCP 模块以及它们的用法。

第16章介绍了怎样使用 SPI 总线协议对实时时钟芯片 DS1306 进行连接和编程。

最后,第17章介绍了继电器、光绝缘体和电动机的基本接口。

附录给出了本书主题的所有必备参考资料。附录 A 详尽地描述了 PIC18 的每一条指令,并附有例子。附录 B 介绍了绕接技术的基本知识。附录 C 包含了 IC 技术和逻辑器件,以及 PIC18 的 I/O 端口接口和扇出能力。在将 PIC18 连接到外部设备之前必须学习这部分内容。附录 D 探究了流程图与伪代码的用法。附录 E 适用于那些熟悉 x86 和 8051 体系结构又想快速过渡到 PIC18 体系结构的学生。附录 F 为 ASCII 表。附录 G 列出了汇编共享软件的资源和一些电子器件供应商。附录 H 包含了 PIC18 芯片的数据表。

实验手册

实验手册包含了一些非常基本的实验,并且可以在 www.MicroDigitalED.com 网站上找到。实验指导教师可根据课程目标、授课层次和研究生课程或本科生课程,安排更加高级和严格的实验任务。相关材料和作者的其他书籍都可以在上述网站上找到。

习题答案和 PPT 教辅

章末习题涉及了一些很基本的概念。教师可以根据授课目标、授课层次和研究生课程或本科生课程,安排更有挑战性和更严格的任务。习题答案是在 Rasti 先生和 Faramarz

Mortezae 教授的帮助下写成的。只有教师才有资格获得在线的习题答案和 PPT 教辅^①。

在线教师资源

如果要在在线获得补充材料,教师必须获得一个教师登录密码。登录 www.prenhall.com, 单击 Instructor Resource Center(教师资源中心)链接,然后单击 Register Today(现在注册), 获取教师登录密码。注册后的 48 小时之内,你将收到一封确认电子邮件,其中包含了一个教师登录密码。一旦获得教师登录密码,就可以下载想用的资料了。

致谢

本书是众人智慧和汗水的结晶。我们向所有对本书提供帮助的人表示诚挚的谢意。

感谢 Esfahan 大学的 Javad Rasti 先生。他在本书出版之前,仔细通读了每一个章节,发现并修正了一些错误。书中的大部分图表都是根据 Pedram Mazidi 的 PIC18 数据表再创作的。一些教授、专业工程师和学生发现了书中的错误,或者对书的改进提出了建议。我们真诚地感谢他们的热情与支持。他们是 Javad Rasti(Esfahan 大学),Vahid Mokhtari(BIHE[®])、Mohammadi Abdar(Azad 大学),Clyde Knight、Sam Waterman 和 Faramarz Mortezaei(都来自 DeVry 大学),Frank Fortman、David Goodman 和 Maryam Mohseni。本书的出版离不开他们的鼓励。

感谢审阅这版书的专家和学者:

Shujen Chen, DeVry 大学 Tinley Park 校区;

Lawrence Lam, DeVry 大学 Federal Way 校区;

Vahid Mokhtari, BIHE 大学;

Faramarz Mortezaie, DeVry 大学 Fremont 校区;

Sepehr Naimi, BIHE 大学;

Javad Rasti, Esfahan 大学;

Chao-Yin Wang, DeVry 大学 North Brunswick 校区。

最后,感谢 Prentice Hall 的各位工作人员,尤其感谢在写作方面给了我们很大支持和鼓励的编辑 Jeff Riley 和促成本书出版的制作编辑 Rex Davidson。我们有幸得到了世界上最好的文稿编辑 Janice Mazidi 和 Bret Workman 的帮助,感谢他们所做的无与伦比的工作。

编写此书赋予了作者很多的乐趣,希望你在阅读时也能获得快乐,并将它运用在课程学习和项目设计中。如果你有任何建议或者发现书中存有错误遗漏,请与我们联系:

mdebooks @ yahoo. com

^① 如果您是高校教师,有意采用本书作为教材,请致信 contact@turingbook.com。 编者注

^② BIHE 是 Bahá'í Institute for Higher Education 的缩写,这是一所伊朗的高等学府。——编者注

mmazidi @ microdigitaled. com
rmckinlay @ microdigitaled. com
dcausey @ microdigitaled. com

汇编器/编译器

MPLAB 和 PIC18 的 C 编译器可以在 <http://www.microchip.com> 网站下载。

商标信息声明

本书许多材料的使用均得到 Microchip 公司许可。未经 Microchip 公司书面许可,任何人不得复印或者复制相关信息。

Accuron[®]、dsPIC[®]、KEELOQ[®]、microID[®]、MPLAB[®]、PIC[®]、PICmicro[®]、PIC-START[®]、PICkit2[®]、PowerSmart[®]、PRO MATE[®]、rfPIC[®]、SmartShunt[®]、Microchip 公司及其标识、KEELOQ 标识都是 Microchip 公司在世界各地的商标或者注册商标。

本书中所有 PIC 系列微控制器相关的图、表和命令都属于 Microchip 公司,在本书中的使用复制得到了 Microchip 公司许可。

附录 H 所列 PIC18 数据表的版权属于 Microchip 公司,在本书中的使用得到了 Microchip 公司许可。

目 录

第 0 章 计算入门	1	0.3.1. 一些重要术语	12
0.1 数制和编码系统	1	0.3.2 计算机的内部组成	13
0.1.1 十进制和二进制数制系统	1	0.3.3 数据总线概述	13
0.1.2 十进制数转换成二进制数	2	0.3.4 地址总线概述	14
0.1.3 二进制数转换成十进制数	2	0.3.5 CPU 及其和 RAM、ROM 的关系	14
0.1.4 十六进制系统	3	0.3.6 CPU 内部	15
0.1.5 二进制和十六进制之间的转换	3	0.3.7 计算机的内部工作	16
0.1.6 十进制数转换成十六进制数	4	0.3.8 复习题	17
0.1.7 十六进制数转换成十进制数	4	小结	17
0.1.8 十进制、二进制和十六进制计数	5	习题	18
0.1.9 二进制数和十六进制数加法	5	复习题答案	19
0.1.10 补码	6	第 1 章 PIC 微控制器的历史和特性	21
0.1.11 十六进制数的加法和减法	6	1.1 微控制器与嵌入式处理器	21
0.1.12 十六进制数的加法	6	1.1.1 微控制器和通用微处理器	21
0.1.13 十六进制数的减法	6	1.1.2 应用于嵌入式系统的微控制器	22
0.1.14 ASCII 码	7	1.1.3 x86PC 嵌入式应用	23
0.1.15 复习题	7	1.1.4 微控制器的选择	24
0.2 数字入门	8	1.1.5 微控制器的选择标准	24
0.2.1 二进制逻辑	8	1.1.6 机电学与微控制器	25
0.2.2 逻辑门	8	1.1.7 复习题	25
0.2.3 使用逻辑门设计电路	10	1.2 PIC18 系列概述	25
0.2.4 译码器	11	1.2.1 PIC 微控制器的发展简史	25
0.2.5 触发器	12	1.2.2 PIC18 特性	26
0.2.6 复习题	12	1.2.3 其他微控制器	30
0.3 计算机内部	12	1.2.4 复习题	31
		小结	31
		习题	32
		复习题答案	33

第2章 PIC 体系结构与汇编语言

编程	34	地址分配	56
2.1 PIC 的 WREG 寄存器	34	2.5.7 汇编语言的标签规则	57
2.1.1 WREG 寄存器	35	2.5.8 复习题	57
2.1.2 MOVLW 指令	35	2.6 PIC 汇编语言编程	58
2.1.3 ADDLW 指令	35	2.6.1 汇编语言结构	58
2.1.4 复习题	37	2.6.2 复习题	59
2.2 PIC 文件寄存器	37	2.7 汇编和连接 PIC 程序	60
2.2.1 PIC 文件寄存器(数据 RAM)空间分配	37	2.7.1 关于 asm、err 和目标 文件的更多信息	61
2.2.2 PIC 芯片中的 GP RAM 和 EEPROM 比较	38	2.7.2 列表文件和映像文件	62
2.2.3 PIC18 的文件寄存器与 访问存储区	39	2.7.3 复习题	62
2.2.4 复习题	41	2.8 PIC 的程序计数器和程序 ROM 空间	62
2.3 默认访问存储区的指令操作	41	2.8.1 PIC 的程序计数器	63
2.3.1 MOVWF 指令	41	2.8.2 PIC18 系列 ROM 的 内存分配	63
2.3.2 关于 WREG 和访问 存储区的更多指令	42	2.8.3 通电时 PIC 的启动	64
2.3.3 COMF 指令	46	2.8.4 在程序 ROM 里放置 代码	65
2.3.4 DECF 指令	47	2.8.5 程序的逐字节执行	66
2.3.5 MOVE 指令	47	2.8.6 PIC18 ROM 数据宽度	66
2.3.6 MOVFF 指令	48	2.8.7 PIC 的哈佛结构	68
2.3.7 复习题	49	2.8.8 PIC18 的指令大小	69
2.4 PIC 状态寄存器	49	2.8.9 MOVLW 指令格式	69
2.4.1 PIC18 状态寄存器	49	2.8.10 ADDLW 指令格式	69
2.4.2 ADDLW 指令和状态 寄存器	50	2.8.11 MOVWF 指令格式	69
2.4.3 并非所有指令都会影响 标志位	50	2.8.12 MOVFF 指令格式	70
2.4.4 标志位和判决	52	2.8.13 GOTO 指令格式	70
2.4.5 复习题	52	2.8.14 从其他微处理器过渡 到 PIC18	70
2.5 PIC 数据格式和伪指令	53	2.8.15 复习题	71
2.5.1 PIC 数据类型	53	2.9 PIC 的 RISC 结构	71
2.5.2 数据格式描述	53	2.9.1 RISC 结构	72
2.5.3 汇编伪指令	54	2.9.2 RISC 的特性	72
2.5.4 使用 EQU 做定值分配	55	2.9.3 复习题	74
2.5.5 使用 EQU 做 SFR 地址 分配	55	2.10 使用 MPLAB 仿真器查看 寄存器和存储器	74
2.5.6 使用 EQU 做 RAM		小结	74
		习题	76
		复习题答案	80

第 3 章 分支、调用和时延循环	82
3.1 分支指令和循环	82
3.1.1 PIC 的循环语句	82
3.1.2 循环嵌套	85
3.1.3 循环 100 000 次	87
3.1.4 其他的条件转移指令 ...	87
3.1.5 所有的条件分支指令都是短跳转	89
3.1.6 短转移地址的计算	89
3.1.7 无条件分支指令	90
3.1.8 带有 \$ 符号的 GOTO 指令	91
3.1.9 复习题	92
3.2 CALL(调用)指令和栈	92
3.2.1 CALL 指令	92
3.2.2 PIC18 的栈和栈指针	92
3.2.3 如何访问 PIC18 的栈 ...	93
3.2.4 压栈	93
3.2.5 出栈	93
3.2.6 CALL 指令和栈的作用 ...	94
3.2.7 栈的上限	95
3.2.8 在主程序里调用多个子例程	95
3.2.9 RCALL 指令(相对调用指令)	97
3.2.10 复习题	98
3.3 PIC18 的时延与指令流水线	98
3.3.1 PIC18 的时延计算	98
3.3.2 流水线	98
3.3.3 PIC 的指令周期时间	99
3.3.4 分支代价	99
3.3.5 PIC18 的时延计算	100
3.3.6 时延的嵌套循环	101
3.3.7 PIC 多级执行流水线 ...	103
3.3.8 复习题	104
小结	105
习题	105
复习题答案	107
第 4 章 PIC I/O 端口编程	108
4.1 PIC18 的 I/O 端口编程	108
4.1.1 I/O 端口引脚及其功能	108
4.1.2 TRIS 寄存器在数据输出中的作用	110
4.1.3 TRIS 寄存器在数据输入中的作用	111
4.1.4 端口 A	114
4.1.5 端口 A 用作输入端口 ...	114
4.1.6 端口 B	114
4.1.7 端口 B 用作输入端口 ...	115
4.1.8 端口 A 和端口 B 的双重功能	115
4.1.9 端口 C	115
4.1.10 端口 C 用作输入端口	116
4.1.11 端口 D	116
4.1.12 端口 D 作为输入端口 ...	116
4.1.13 端口 C 和端口 D 的双重功能	116
4.1.14 端口 E	117
4.1.15 访问 8 位数据的不同方法	117
4.1.16 读取后紧接的写 I/O 操作	118
4.1.17 复位时的端口状态 ...	119
4.1.18 复习题	119
4.2 I/O 位操作编程	120
4.2.1 I/O 端口与位寻址	120
4.2.2 BSF(置位 fileReg)	121
4.2.3 BCF(清零 fileReg)	121
4.2.4 BTG(位翻转 fileReg) ...	123
4.2.5 检测输入引脚	123
4.2.6 BTFSS(位测试 fileReg, 若为 1 则跳过)	123
4.2.7 BTFSC(位测试 fileReg, 若为 0 则跳过)	123
4.2.8 监测二进制位	124
4.2.9 读取二进制位	127
4.2.10 读输入引脚与读 LATx 端口	127
4.2.11 读端口的 LATx	128

4.2.12 复习题	129
小结	129
习题	129
复习题答案	130
第 5 章 算术、逻辑指令和程序	
示例	132
5.1 算术指令	132
5.1.1 无符号数的加法	132
5.1.2 ADDWF 和单字节的 加法	133
5.1.3 ADDWFC 和 16 位数的 加法	134
5.1.4 BCD(二进制编码的 十进制数)数字系统 ...	134
5.1.5 非压缩 BCD 数	134
5.1.6 压缩 BCD 数	135
5.1.7 DAW 指令	135
5.1.8 无符号数的减法	136
5.1.9 PIC 减法的 C 标志位 ...	138
5.1.10 无符号数的乘法	138
5.1.11 无符号数的除法	139
5.1.12 除法的应用	139
5.1.13 复习题	140
5.2 有符号数的概念及其算术运算 ...	141
5.2.1 计算机中有符号数的 概念	141
5.2.2 有符号的 8 位操作数 ...	141
5.2.3 正数	141
5.2.4 负数	141
5.2.5 有符号数运算中的溢出 问题	143
5.2.6 何时设置 OV 标志位 ...	143
5.2.7 二进制补码运算指令 ...	144
5.2.8 复习题	145
5.3 逻辑和比较指令	145
5.3.1 AND 指令	145
5.3.2 OR 指令	145
5.3.3 EX-OR 指令	146
5.3.4 COMF 指令(将 fileReg 取反)	147
5.3.5 NEGF 指令(将 fileReg 取补)	147
5.3.6 比较指令	148
5.3.7 CPFSGT 指令	148
5.3.8 CPFSEQ 指令	148
5.3.9 CPFSLT 指令	149
5.3.10 复习题	151
5.4 移位指令和数据串行化	152
5.4.1 文件寄存器的左移或 右移操作	152
5.4.2 带进位的移位	152
5.4.3 串行化数据	153
5.4.4 字节数据的串行化	153
5.4.5 SWAPF fileReg, d	155
5.4.6 复习题	155
5.5 BCD 和 ASCII 码转换	156
5.5.1 ASCII 数	156
5.5.2 从压缩 BCD 码到 ASCII 码的转换	157
5.5.3 从 ASCII 码到压缩 BCD 码的转换	157
5.5.4 复习题	158
小结	158
习题	158
复习题答案	162
第 6 章 存储区转换、表处理、宏和 模块	163
6.1 立即寻址与直接寻址方式	164
6.1.1 立即寻址方式	164
6.1.2 直接寻址方式	164
6.1.3 指令 INCF fileReg, W 与 INCF fileReg, F 的区别	165
6.1.4 DECFSZ 指令和 DECF 指令	165
6.1.5 SFR 及其地址	166
6.1.6 复习题	167
6.2 寄存器间接寻址方式	168
6.2.1 寄存器间接寻址方式 ...	168
6.2.2 寄存器间接寻址方式的 优点	168

6.2.3	FSR 的自动增量	170	6.7.2	宏的定义	198
6.2.4	复习题	173	6.7.3	LOCAL 伪指令	199
6.3	查询表与表处理	173	6.7.4	INCLUDE 伪指令	201
6.3.1	DB 伪指令和程序 ROM 中的定值数据	173	6.7.5	NOEXPAND/EXPAND 伪指令	201
6.3.2	PIC18 的读表操作	174	6.7.6	宏与子例程	203
6.3.3	TBLPTR 的自动增量	175	6.7.7	模块	204
6.3.4	查表和 RETLW 指令	177	6.7.8	编写模块	204
6.3.5	访问 RAM 中的查 询表	179	6.7.9	EXTERN 伪指令	204
6.3.6	PIC18 的写表操作	181	6.7.10	GLOBAL 伪指令	204
6.3.7	复习题	181	6.7.11	连接模块	206
6.4	数据 RAM 的位寻址	181	6.7.12	复习题	207
6.4.1	可位寻址的文件寄存器 数据 RAM	182	小结		207
6.4.2	文件寄存器的位寻址	182	习题		207
6.4.3	状态寄存器的位寻址	184	复习题答案		211
6.4.4	复习题	185	第 7 章 PIC C 语言编程		213
6.5	PIC18 的存储区转换	185	7.1	C 语言中的数据类型和时延	214
6.5.1	位 A 和存储区转换	185	7.1.1	PIC18 的 C 语言数据 类型	214
6.5.2	BSR 寄存器和存储区 转换	186	7.1.2	无符号字符	214
6.5.3	存储区转换和指令 INCF F,D,A	186	7.1.3	有符号字符	216
6.5.4	MOVFF 指令和存 储区	189	7.1.4	无符号整型	216
6.5.5	用 MPLAB 仿真器检查 数据 RAM 空间	190	7.1.5	有符号整型	216
6.5.6	复习题	192	7.1.6	其他数据类型	216
6.6	校验和与 ASCII 码子例程	192	7.1.7	时延	217
6.6.1	ROM 中的校验和	192	7.1.8	复习题	219
6.6.2	校验和程序	192	7.2	C 语言 I/O 编程	219
6.6.3	BCD 到 ASCII 的转换 程序	194	7.2.1	字节 I/O 编程	219
6.6.4	二进制(十六进制)到 ASCII 的转换程序	196	7.2.2	位寻址 I/O 编程	221
6.6.5	用存储区作为栈	197	7.2.3	端口位的结构	222
6.6.6	复习题	198	7.2.4	复习题	227
6.7	宏和模块	198	7.3	逻辑操作	227
6.7.1	什么是宏以及怎样 声明宏	198	7.3.1	C 语言的位操作符	228
			7.3.2	C 语言的按位移位 操作	228
			7.3.3	复习题	231
			7.4	C 语言的数据转换程序	231
			7.4.1	ASCII 数	231
			7.4.2	压缩 BCD 码到 ASCII 码的转换	232

7.4.3	ASCII 码到压缩 BCD 码 的转换	232	8.1.3	复习题	258
7.4.4	ROM 的校验和	234	8.2	PIC18 配置寄存器	258
7.4.5	PIC18 二进制(十六进制) 到十进制和 ASCII 的 转换	235	8.2.1	CONFIG1H 寄存器和 振荡器时钟源	259
7.4.6	复习题	236	8.2.2	CONFIG2L 寄存器和 复位电压	262
7.5	C 语言的数据串行化	236	8.2.3	CONFIG2H 寄存器和 看门狗定时器	264
7.6	C18 程序存储区配置	239	8.2.4	CONFIG4L 寄存器和 背景调试程序	265
7.6.1	RAM 数据空间与代码 数据空间	239	8.2.5	LIST 伪指令	266
7.6.2	为数据分配程序 空间	239	8.2.6	设置所有的配置寄 存器	267
7.6.3	用于程序的 NEAR 与 FAR	240	8.2.7	在 MPLAB C18 C 编译器 中设置 CONFIG 寄存器	268
7.6.4	Pragma 和数据与程序 的固定地址分配	241	8.2.8	复习题	269
7.6.5	在指定的 ROM 地址 放置代码	242	8.3	解释 PIC18 的 Intel 十六 进制文件	269
7.6.6	在指定的 ROM 地址 放置代码	242	8.3.1	分析 Intel 十六进制 (INHX8M)文件	270
7.6.7	复习题	243	8.3.2	分析 Intel 十六进制 文件(INHX32)	272
7.7	C18 的数据 RAM 分配	243	8.3.3	Intel 十六进制分段 文件(INHX8S)	275
7.7.1	C18 C 编译器中 RAM 数据空间的用法	244	8.3.4	复习题	275
7.7.2	用于数据的 near 与 far	245	8.4	PIC18 Trainer 的设计和装载	276
7.7.3	在指定内存地址存放 数据	246	8.4.1	基于 PIC18F452/458 的 Trainer	277
7.7.4	覆盖存储类	248	8.4.2	PIC18 Trainer 的连接	278
7.7.5	复习题	250	8.4.3	PIC18 Trainer 程序 下载	278
小结		250	8.4.4	汇编语言和 C 语言编写 的 PIC18 测试程序	278
习题		251	8.4.5	故障检修的技巧	281
复习题答案		252	8.4.6	复习题	281
第 8 章 PIC18F 硬件连接与 ROM			小结		282
程序载入			习题		282
8.1	PIC18F452/458 的引脚连接	254	复习题答案		284
8.1.1	复位后的程序计数 器值	256			
8.1.2	端口 A、B、C、D 和 E	257			

第 9 章 PIC18 定时器的汇编编程

和 C 编程	285
9.1 定时器 0 和定时器 1 编程	285
9.1.1 定时器的基本寄存器	285
9.1.2 定时器 0 寄存器和 编程	285
9.1.3 T0CON(定时器 0 控制) 寄存器	286
9.1.4 TMR0IF 标志位	287
9.1.5 16 位定时器编程	288
9.1.6 在 16 位模式下定时器 0 的编程步骤	288
9.1.7 计算定时器的载 入值	291
9.1.8 使用 Windows 计算器 寻找 TH 和 TL	293
9.1.9 预分频器和长时延的 产生	293
9.1.10 定时器 0 的 8 位模式 编程	295
9.1.11 定时器 0 的 8 位模式 编程步骤	296
9.1.12 编译器和负值	297
9.1.13 定时器 1 编程	298
9.1.14 复习题	301
9.2 计数器编程	301
9.2.1 T0CON 寄存器中的 T0CS 位	301
9.2.2 使用外部晶振作为 定时器 1 的时钟	302
9.2.3 复习题	306
9.3 定时器 0 和定时器 1 的 C 编程	306
9.3.1 用 C 访问定时器	306
9.3.2 计算使用定时器的 时延	306
9.3.3 定时器 0 和定时器 1 用 作计数器的 C 编程	311
9.4 定时器 2 和定时器 3 的编程	314
9.4.1 定时器 2 的编程	314

9.4.2 定时器 3 的编程	317
9.4.3 复习题	322
小结	322
习题	322
复习题答案	324

第 10 章 PIC18 串行端口的汇编

编程和 C 编程	326
10.1 串行通信基础	326
10.1.1 半双工和全双工 传输	327
10.1.2 异步串行通信和 数据帧	328
10.1.3 起始位和结束位	328
10.1.4 数据传输率	329
10.1.5 RS232 标准	329
10.1.6 RS232 引脚	329
10.1.7 数据通信的分类	330
10.1.8 检查 RS232 的握手 信号	331
10.1.9 IBM PC/兼容 COM 端口	332
10.1.10 复习题	332
10.2 PIC18 连接到 RS232	332
10.2.1 PIC18 的 RX 和 TX 引脚	332
10.2.2 MAX232	333
10.2.3 MAX233	333
10.2.4 复习题	334
10.3 PIC18 串行端口的汇编语言 编程	334
10.3.1 PIC18 的 SPBRG 寄存器和波特率	334
10.3.2 TXREG 寄存器	336
10.3.3 RCREG 寄存器	336
10.3.4 TXSTA(发送状态和 控制寄存器)	336
10.3.5 RCSTA(接收状态和 控制寄存器)	337
10.3.6 PIR1(外部中断请求 寄存器 1)	338

10.3.7 PIC18 串行数据发送 编程	338	11.2.3 复习题	369
10.3.8 TXIF 标志位的重 要性	340	11.3 外部硬件中断编程	369
10.3.9 PIC18 串行数据接收 编程	340	11.3.1 外部中断 INT0、 INT1 和 INT2	369
10.3.10 RCIF 标志位的 重要性	341	11.3.2 下降沿触发中断	371
10.3.11 PIC18 的波特率翻 两番	342	11.3.3 边沿触发中断 采样	373
10.3.12 波特率的误差 计算	344	11.3.4 复习题	374
10.3.13 发送和接收	347	11.4 串行通信中断编程	374
10.3.14 基于中断的数据 传输	348	11.4.1 RCIF 和 TXIF 标志位 与中断	374
10.3.15 复习题	349	11.4.2 使用 PIC18 中的串行 COM	375
10.4 PIC18 串行端口的 C 编程	349	11.4.3 复习题	378
10.4.1 PIC18 C 的数据发送 和接收	349	11.5 PORTB 变化中断	378
10.4.2 复习题	350	11.6 PIC18 的中断优先级	382
小结	352	11.6.1 设置中断优先级	382
习题	352	11.6.2 低优先级中断的 C 编程	390
复习题答案	354	11.6.3 中断嵌套	393
第 11 章 用汇编和 C 语言进行 中断编程	356	11.6.4 在任务转换时变量的 快速保存	393
11.1 PIC18 中断	356	11.6.5 中断延迟	394
11.1.1 中断和查询	356	11.6.6 软件触发中断	394
11.1.2 中断服务程序	357	11.6.7 复习题	394
11.1.3 中断执行的步骤	357	小结	394
11.1.4 PIC18 的中断源	357	习题	395
11.1.5 中断的使能和 禁用	358	复习题答案	397
11.1.6 使能中断的步骤	359	第 12 章 LCD 和键盘接口	399
11.1.7 复习题	360	12.1 LCD 接口	399
11.2 定时器中断编程	360	12.1.1 LCD 操作	399
11.2.1 定时器复零标志位和 中断	360	12.1.2 LCD 引脚描述	399
11.2.2 使用 C18 编译器的 PIC18 中断 C 编程	365	12.1.3 为 LCD 发送带时间延 迟的命令和数据	401
		12.1.4 使用 busy 标志位向 LCD 发送命令或 数据	403
		12.1.5 LCD 数据表	405
		12.1.6 使用 TBLRD 指令向 LCD 发送信息	408