



EMBEDDED  
SYSTEM

嵌入式技术与应用丛书

PIC Microcontrollers: Know It All

# PIC微控制器 技术及应用

[美]Di Jasio · Wilmshurst · Ibrahim · Morton  
Bates · J. Smith · D.W. Smith · Hellebuyck 著

姜宁康 朱安定 译



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>



清华大学出版社

北京清华大学学研大厦A座 邮编 100084  
http://www.tup.tsinghua.edu.cn

清华大学“985工程”“211工程”重点教材

# PIC微控制器 技术及应用

作者 (美) 詹姆斯·麦克莱恩 (James M. McKeown)  
译者 李永强、李永华、李永军、李永刚

ISBN 7-302-11911-9

定价：49.00元



清华大学出版社  
Tsinghua University Press

嵌入式技术与应用丛书

# PIC 微控制器技术及应用

PIC Microcontrollers: Know It All

[美] Di Jasio • Wilmshurst • Ibrahim • Morton 著  
Bates • J.Smith • D.W.Smith • Hellebuyck

姜宁康 朱安定 译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

本书是一本 PIC 微控制器开发应用的入门/提高级指导教材,它以美国 Microchip (微芯)公司的 PIC 微控制器为例,详细介绍了 PIC 微控制器基础知识、基本应用开发,以及高级应用开发。

全书共分为六部分。第一部分: PIC 微控制器的历史背景、基本应用开发、主要的产品系列、控制器内部架构、常用硬件电路的设计思想和方法。第二部分: PIC 微控制器的汇编语言程序设计,如嵌入式系统开发的基本知识、汇编语言语法、仿真器的使用、硬件电路设计等。结合案例和典型 PIC 微控制器型号,详细介绍了嵌入式系统开发的常用技术要点。第三部分: PicBasic 语言、PicBasic Pro 语言及针对 PIC 微控制器的程序设计。以循序渐进的方式逐渐引入 PicBasic 的语法、开发环境,借助大量的案例介绍了一些应用场景,如 LED 显示、LCD 显示、电机驱动等。第四部分:如何利用 MBasic 来对 PIC 微控制器编程,着重介绍了 MBasic 编译器内部结构和一些实用性较强的技术,如系统引导原理、软/硬件消除开关抖动技术、光电隔离技术、步进电机和传感器控制技术、红外远程控制等。第五部分:如何利用最流行的 C 语言来开发较大型的嵌入式系统。同时,介绍了如何利用仿真逻辑分析仪进行时序分析、性能评估。另外,也介绍了代码检查、优化等实用技术。第六部分给出了本书涉及的案例项目的源代码。

PIC Microcontrollers: Know It All, First Edition

Di Jasio, Wilmshurst, Ibrahim, Morton, Bates, J.Smith, D.W.Smith, Hellebuyck

ISBN-13: 978-0-7506-8615-0

Copyright ©2007 by Elsevier. All rights reserved.

Authorized Simplified Chinese translation edition published by the Proprietor.

9789812721587,

Copyright ©2009 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd. All rights reserved.

Printed in China by Publishing House of Electronics Industry under special arrangement with Elsevier (Singapore) Pte Ltd.

This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书简体中文版由 Elsevier (Singapore) Pte Ltd. 授予电子工业出版社在中国大陆(不包括香港、澳门特别行政区以及台湾地区)发行与销售。未经许可之出口,视为违反著作权法,将受法律之制裁。

本书封底贴有 Elsevier 公司防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2009-0626

## 图书在版编目(CIP)数据

PIC 微控制器技术及应用/(美)加西奥(Jasio, D.)等著;姜宁康,朱安定译.—北京:电子工业出版社,2009.4  
(嵌入式技术与应用丛书)

书名原文: PIC Microcontrollers: Know It All

ISBN 978-7-121-08373-0

I. P… II. ①加…②姜…③朱… III. 单片机微型计算机—微控制器 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 025386 号

策划编辑:高买花

责任编辑:侯丽平

印 刷:北京市天竺颖华印刷厂

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:39.5 字数:1011.2 千字

印 次:2009 年 4 月第 1 次印刷

印 数:3 500 册 定价:88.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

# 前 言

本书以 Microchip 公司的 PIC 微控制器为核心,对 PIC 高、中、低档全系列多种型号的产品,从引脚定义、指令集、控制器架构,到常见硬件电路设计、寄存器映射和多种语言的软件编程,进行了细致的分析对比,深入浅出地介绍了 PIC 微控制器在多种场合下的应用开发。

PIC 微控制器的学习比一般编程学习要困难一些,关键在于要完成一个 PIC 嵌入式系统,不仅要掌握编程技术,还要知道针对实际系统需求,如何合理地选择微控制器及其外围电路,并以此为基础设计硬件电路和软件系统。本书的作者既有大学教师,也有 Microchip 公司的员工,都是来自产品开发第一线的实践者。本书是他们多年实践经验的再现,全文语言流畅、通俗易懂、叙事简练,更配以案例项目及源代码,使读者很容易理解。

在内容安排上本书具有如下特点:

(1) 内容划分恰当。综观全书,先介绍 PIC 的基本原理、指令系统,再以不同的程序设计语言,讲述了对 PIC 微控制器的编程方法,并配有翔实的案例。各个部分相对独立,允许读者有选择地学习。

(2) 结构安排合理。本书各部分的内容安排都是由易到难,硬件与软件配合,逐一给出实例,后面的例子往往包含前面所学的内容,适合读者循序渐进地学习。

(3) 知识铺垫完整。为了减小读者在案例学习时的难度,本书在具体讲解每个案例之前都介绍了与案例相关的领域知识。

(4) 全书提供了许多学习参考资料,方便读者对感兴趣的知识点进一步探究。

(5) 部分章节列出了作者的一些心得,避免读者在实际开发中走弯路。

本书内容,实用性强,配备了翔实的案例,可供学习 PIC 系列微控制器结构、硬件设计、指令系统,以及应用汇编语言/ PicBasic 语言/ MBasic 语言/ C 语言开发 PIC 应用系统的有关工程技术人员和爱好者参考阅读,也可以作为高等院校相关专业的本科教材及实验参考。

本书第一、二部分及附录由朱安定翻译,第三、四、五部分由姜宁康翻译。此外,还要感谢王思兵博士、琚小明博士,学生吴垠梓、任定成、陈涛、付新宇、栾天骄、申慧斌、陶洁莹、王力文、王斯禹、夏帆、张超、赵兆龙对翻译工作的帮助,同时感谢家人对我们的一贯支持和鼓励。本书提供了相关程序源代码,读者可以访问电子工业出版社华信教育资源网([www.hxedu.com.cn](http://www.hxedu.com.cn))注册下载。

在翻译过程中,译者尽力做到尊重原著,在内容表达正确的基础上符合中文习惯,追求语言流畅。另外,原书中电路图里的一些电子器件符号保留原来形式,以便和原书对照阅读。书中难免有翻译不当之处,恳望读者不吝指正。

译者

2009.1

## 关于作者

**Martin P. Bates:** 负责第 6~8 章及附录 C 的写作。他目前任教于英国黑斯廷斯(Hastings)工学院电子电气工程系, 个人研究兴趣包括微控制器应用和嵌入式系统设计。

**Lucio Di Jasio:** 负责第 24~29 章的写作, 也是《16 位微控制器 C 语言程序设计》一书的作者。他于 1995 年加入 Microchip 公司, 担任现场应用工程师。从 2005 年开始, 成为应用部门 (Application Segment Group) 负责人, 目的是在一个较广的应用范围 (包括实用仪表、智能电源转换、电机控制、照明控制等) 内, 开发和促进 Microchip 公司的解决方案。

**Chuck Hellebuyck:** 负责第 15~17 章的写作, 著有《PIC 微控制器的 PIC Basic 程序设计》一书。他是 Elproducts 公司的创始人和总经理, 公司的业务主要是开发基于 PIC 微控制器的应用和项目工具。他也是 “Nuts and Volts” 杂志关于 PIC 微控制器的专栏作家。

**Dogan Ibrahim:** 负责第 1、14 章的写作, 是《PIC Basic 项目》的作者。目前在英国 Transport for London 公司工作。曾经在英国伦敦南岸大学 (South Bank University) 作讲师, 担任过塞浦路斯近东大学 (Near East University, Cyprus) 的计算机工程系主任。

**John Morton:** 负责第 9、10 章及附录 D~I 的写作, 是《PIC 微控制器》的作者, 牛津大学圣约翰学院 (St. John's College) 的资深研究院士, 用电子自旋来研究实验量子计算。他在牛津大学材料系和 Clarendon Laboratory 实验室工作, 并与量子信息处理中心合作, 他的研究兴趣之一是 PIC 微控制器。

**D.W. Smith:** 负责第 11~13 章的写作, 著有《PIC 实战》。他在电子工业界有着 30 年的工作经历。在到 MMU 之前, 作为电子设计工程师, 他就职于 ICL 和 Marconi。他的教学兴趣在于引导学生如何利用设计与技术, 把微控制器应用到实际项目中。

**Jack Smith:** 负责第 18~23 章的写作, 是《PIC 微控制器的 MBasic 程序设计》一书的作者。他目前工作于维吉尼亚克利夫顿实验室。以前曾是维吉尼亚 TeleworX 公司的创始人和顾问, 目前正从事几个与业余无线电相关的 PIC 微控制器项目。

**Tim Wilmshurst:** 负责第 2~5 章及附录 A、B 的写作, 是《利用 PIC 微控制器设计嵌入式系统》一书的作者。从早年微控制器出现时, 他就开始嵌入式系统的设计工作。曾经在剑桥大学工作多年, 那时, 他带领一个开发小组构建研究性应用的最初系统——例如, 测量子弹的速度、风道控制、模拟地震、治愈打鼾等。目前, 他是 Derby 大学电子工程系主任, 希望与他的学生共享他对工程设计的热爱。

# 目 录

## 第 1 部分 PIC 微控制器引言

<b>第 1 章 PIC 微控制器族</b> .....	2
1.1 12 位指令字长微控制器 .....	4
1.2 14 位指令字长微控制器 .....	5
1.3 16 位指令字长微控制器 .....	8
1.4 PIC 微控制器内部结构 .....	9
1.4.1 程序存储器 (闪存) .....	9
1.4.2 数据存储器 (RAM) .....	9
1.4.3 寄存器文件映射和特殊功能寄存器 .....	9
1.4.4 振荡器电路 .....	19
1.4.5 复位电路 .....	21
1.4.6 中断 .....	22
1.4.7 配置字 .....	23
1.4.8 I/O 接口 .....	23
<b>第 2 章 16 系列 PIC 微控制器和 16F84A 介绍</b> .....	27
2.1 PIC16 系列概述 .....	27
2.1.1 引言 .....	27
2.1.2 16F84A .....	28
2.1.3 升级注意 .....	29
2.2 16F84A 架构概览 .....	29
2.2.1 状态寄存器 .....	30
2.3 存储器技术回顾 .....	31
2.3.1 静态 RAM (SRAM) .....	31
2.3.2 EPROM (可擦除可编程只读存储器) .....	32
2.3.3 EEPROM (电可擦除可编程只读存储器) .....	32
2.3.4 闪存 (Flash) .....	32
2.4 16F84A 的存储器 .....	32
2.4.1 16F84A 的程序存储器 .....	33
2.4.2 16F84A 数据和特殊功能寄存器存储器 (“RAM”) .....	34
2.4.3 配置字 .....	35
2.4.4 EEPROM .....	35
2.5 时序相关的概念 .....	36
2.5.1 时钟振荡器和指令周期 .....	36
2.5.2 流水线 .....	37
2.6 上电和复位 .....	38
2.7 与 Atmel AT89C2051 比较 .....	39
2.8 16F84A 片内复位电路详述 .....	40
2.9 小结 .....	41
参考文献 .....	41
<b>第 3 章 并行端口、供电电源和时钟振荡器</b> .....	42
3.1 并行输入/输出的目的 .....	42

3.2	并行输入/输出的技术挑战	43
3.2.1	构建并行端口	43
3.2.2	端口电气特性	44
3.2.3	一些典型实例	45
3.3	连接到并行端口	46
3.3.1	开关	46
3.3.2	发光二极管 LED	47
3.4	PIC16F84A 的并行端口	48
3.4.1	16F84A 的端口 B	49
3.4.2	16F84A 的端口 A	49
3.4.3	端口输出特性	50
3.5	时钟振荡器	51
3.5.1	时钟振荡器种类	51
3.5.2	实际振荡器考虑	52
3.5.3	16F84A 的时钟振荡器	52
3.6	供电	53
3.6.1	供电需求和供电源	53
3.6.2	16F84A 工作条件	53
3.7	电子“Ping-Pong”游戏的硬件设计	54
3.8	小结	55
	参考文献	55

## 第 2 部分 使用汇编语言对 PIC 微控制器编程

<b>第 4 章</b>	<b>汇编语言引言</b>	<b>58</b>
4.1	计算机程序能做什么、如何开发程序	58
4.1.1	编程的问题和汇编程序折中方案	59
4.1.2	汇编语言的编程过程	60
4.1.3	程序开发过程	60
4.2	PIC16 系列指令集	61
4.2.1	PIC16 系列 ALU	61
4.2.2	PIC16 系列指令集简介	61
4.3	汇编编译器和汇编程序格式	62
4.3.1	汇编编译器和 Microchip 公司的 MPASM™ 编译器介绍	62
4.3.2	汇编程序格式	62
4.3.3	汇编程序的伪指令	63
4.3.4	数制	64
4.4	创建简单的程序	64
4.4.1	一个简单的数据传输程序	64
4.5	选择开发环境	66
4.5.1	MPLAB 介绍	66
4.5.2	MPLAB 的组件	67
4.5.3	MPLAB 文件结构	67
4.6	MPLAB 开发环境介绍	67
4.6.1	创建一个项目	68
4.6.2	输入源代码	69
4.6.3	编译项目	69
4.7	仿真技术介绍	70



4.7.1	开始	70
4.7.2	生成端口输入信号	70
4.7.3	观察微控制器的特征	71
4.7.4	程序复位和运行	71
4.8	下载程序到微控制器	72
4.9	简单比较 CISC 指令集和 RISC 指令集	73
4.10	16 系列指令集格式详述	74
4.11	小结	75
	参考文献	75
<b>第 5 章</b>	<b>构建汇编语言程序</b>	<b>76</b>
5.1	结构化程序设计的主要概念	76
5.1.1	流程图	76
5.1.2	状态图	77
5.2	流程控制——分支和子程序	78
5.2.1	条件分支和位操作	78
5.2.2	子程序和堆栈	79
5.3	产生时延和间隔	80
5.4	数据处理	82
5.4.1	间接寻址和文件选择寄存器 (File Select Register)	82
5.4.2	查找表 (Look-Up Table)	82
5.4.3	有延时和查找表的程序示例	84
5.5	逻辑运算指令	86
5.6	算术运算指令和进位标志	86
5.6.1	使用 add 指令	86
5.6.2	使用 subtract 指令	86
5.6.3	一个算术运算程序例子	86
5.6.4	用间接寻址来保存斐波纳契数列	88
5.7	降低汇编程序的复杂度	90
5.7.1	包含文件	90
5.7.2	宏	91
5.7.3	MPLAB 特殊指令	92
5.8	MPLAB 仿真器的进一步使用	92
5.8.1	断点	92
5.8.2	跑表 (Stopwatch)	93
5.8.3	跟踪 (Trace)	94
5.9	“Ping-Pong” 游戏程序	94
5.9.1	“Ping-Pong” 游戏程序的结构	95
5.9.2	探索 “Ping-Pong” 游戏程序代码	96
5.10	“Ping-Pong” 游戏程序的仿真运行	97
5.10.1	定义输入触发	97
5.10.2	设置一个 Watch 窗口	97
5.10.3	单步执行	98
5.10.4	模拟 (Animate) 模式	98
5.10.5	执行 (Run)	98
5.10.6	断点	98
5.10.7	跑表 (Stopwatch)	98

5.10.8	跟踪 (Trace)	99
5.10.9	调试整个程序	99
5.11	其他图形化仿真器	99
5.12	小结	100
	参考文献	100
<b>第 6 章</b>	<b>编程技术进阶</b>	<b>101</b>
6.1	程序时序	101
6.1.1	流水线技术	101
6.1.2	执行时间	101
6.2	硬件计数器/定时器	102
6.2.1	使用 TMR0	103
6.2.2	计数器模式	103
6.2.3	定时器模式	104
6.2.4	TIM1 定时器程序示例	104
6.2.5	时序问题	105
6.2.6	定时器进阶	106
6.3	中断	106
6.3.1	设置中断	106
6.3.2	中断执行	106
6.3.3	INT1 中断程序	107
6.3.4	中断进阶	110
6.4	寄存器操作进阶	110
6.4.1	数据目的地	110
6.4.2	寄存器组的选择	111
6.4.3	文件寄存器间接寻址	112
6.4.4	EEPROM 存储器	113
6.4.5	程序计数器高位寄存器, PCLATH	114
6.5	特殊功能	114
6.5.1	振荡器类型	114
6.5.2	上电定时器	115
6.5.3	看门狗定时器 (WDT)	115
6.5.4	休眠模式	115
6.5.5	在线编程和调试	116
6.5.6	代码保护	116
6.5.7	配置字	116
6.6	程序数据表	117
6.7	汇编语言伪指令	119
6.7.1	控制处理器的伪指令	120
6.7.2	条件伪指令	121
6.7.3	列表伪指令	121
6.7.4	数据伪指令	121
6.7.5	宏指令	121
6.8	特殊指令	122
6.9	数字类型	122
6.10	小结	123

<b>第 7 章 硬件原型</b> .....	124
7.1 硬件设计 .....	124
7.2 硬件构建 .....	125
7.2.1 印制电路板 PCB .....	125
7.2.2 无焊面包板 (Breadboard) .....	126
7.2.3 条状铜箔面包板 (Stripboard) .....	127
7.3 演示试验板 .....	128
7.3.1 硬件规格说明 .....	128
7.3.2 硬件实现 .....	128
7.3.3 实现 .....	129
7.4 试验板上的应用程序 .....	131
7.4.1 程序 BUZZ1 .....	131
7.4.2 程序 DICE1 .....	133
7.4.3 SCALE1 程序 .....	136
7.4.4 DIZI 应用程序概述 .....	138
7.5 小结 .....	139
<b>第 8 章 更多 PIC 应用和芯片</b> .....	140
8.1 16F877 应用 .....	141
8.1.1 温度控制器系统 .....	141
8.1.2 I/O 分配 .....	142
8.1.3 温度控制器电路图说明 .....	143
8.1.4 硬件开发 .....	146
8.1.5 温度控制器测试程序 .....	148
8.1.6 修改应用 .....	155
8.2 16F818 应用 .....	155
8.3 12F675 应用 .....	156
8.4 18F452 应用 .....	156
8.4.1 PIC C 语言编程 .....	158
8.4.2 C 语言编程的优点 .....	160
8.5 小结 .....	160
<b>第 9 章 PIC12F50X 系列 (8 引脚 PIC 微控制器)</b> .....	161
9.1 与 PIC16F54 的差异 .....	161
9.1.1 STATUS 寄存器 .....	161
9.1.2 OSCCAL 寄存器 .....	162
9.1.3 输入和输出 .....	162
9.1.4 OPTION 寄存器 .....	163
9.1.5 TRIS 寄存器 .....	163
9.1.6 通用目的文件寄存器 .....	163
9.1.7 MCLR .....	163
9.1.8 配置位 .....	163
9.2 项目案例——PIC 骰子 .....	163
9.2.1 随机数漫谈 .....	165
<b>第 10 章 以 PIC12F675 示例中级操作</b> .....	168
10.1 内在差异 .....	168
10.1.1 OPTION 和 WPU 寄存器 .....	170
10.1.2 TRISIO 寄存器 .....	170

10.1.3	校准内部振荡器	170
10.1.4	PCLATH——程序计数器的高位	171
10.1.5	其他的差异	171
10.2	中断	172
10.2.1	INTCON	172
10.2.2	中断服务程序	173
10.2.3	休眠状态下的中断	174
10.2.4	维护 STATUS 现场	175
10.2.5	新的程序模板	175
10.2.6	项目案例——问答比赛控制器	177
10.3	EEPROM	179
10.3.1	EECON1	179
10.3.2	从 EEPROM 中读取数据	179
10.3.3	向 EEPROM 中写入数据	180
10.3.4	项目案例——电话卡	180
10.3.5	深入的 EEPROM 例子——音乐制造器	182
10.3.6	电源监视器	182
10.4	模拟-数字转换	183
10.4.1	ADCON0	183
10.4.2	模拟选择寄存器 ANSEL	184
10.4.3	A/D 转换中断	184
10.4.4	项目案例——浴室监控	184
10.5	比较器模块	187
10.5.1	参考电压	187
10.5.2	比较器中断	188
10.5.3	比较器案例——太阳跟踪器	188
10.5.4	比较器案例——从一个引脚读多个按钮	189
10.6	本章案例——智能花园灯	191
<b>第 11 章</b>	<b>输入端口的使用</b>	<b>193</b>
11.1	开关流程图	194
11.2	程序开发	195
11.2.1	程序是怎样执行的	196
11.2.2	程序执行的解释	198
11.3	扫描（多个输入端口）	198
11.4	开关扫描	198
11.5	控制应用——热电吹风控制器	200
<b>第 12 章</b>	<b>键盘扫描</b>	<b>204</b>
12.1	键盘处理案例	205
12.1.1	程序执行过程分析	207
12.1.2	扫描子程序	207
12.1.3	安全码	209
12.1.4	程序执行分析	213
12.1.5	消除抖动程序	213
12.1.6	扫描子程序	213
12.1.7	存储安全码	214
12.1.8	校验安全码	214

<b>第 13 章 案例程序集</b> .....	215
13.1 事件计数 .....	215
13.1.1 计数电路的程序 .....	216
13.1.2 执行过程分析 .....	217
13.2 查找表 .....	218
13.3 7 段显示器 .....	218
13.3.1 查找表工作原理 .....	220
13.3.2 程序流程分析 .....	221
13.3.3 测试 .....	222
13.3.4 程序执行解释 .....	224
13.4 数字大于 255 的处理 .....	224
13.4.1 流程图说明 .....	226
13.4.2 程序代码 .....	226
13.4.3 程序执行分析 .....	228
13.5 长时间间隔 .....	229
13.5.1 流程图说明 .....	229
13.5.2 5min 延时代码 .....	229
13.6 1 小时的时延 .....	231
13.6.1 延时 1 小时程序代码 .....	231
<b>第 3 部分 使用 PicBasic 对 PIC 微控制器编程</b>	
<b>第 14 章 PicBasic 和 PicBasic Pro 程序设计</b> .....	234
14.1 PicBasic 语言 .....	234
14.1.1 PicBasic 变量 .....	235
14.1.2 PicBasic 算术运算和逻辑运算 .....	237
14.1.3 PicBasic 程序流程控制命令 .....	238
14.1.4 其他 PicBasic 命令 .....	241
14.1.5 推荐的 PicBasic 程序结构 .....	248
14.2 PicBasic Pro 语言 .....	249
14.2.1 PicBasic Pro 变量 .....	249
14.2.2 常量 .....	250
14.2.3 注释 .....	250
14.2.4 多语句行 .....	250
14.2.5 包含 Include .....	250
14.2.6 定义 Define .....	250
14.2.7 行扩展 .....	250
14.2.8 在 PicBasic Pro 语言中访问端口和其他寄存器 .....	250
14.2.9 算术运算符 .....	251
14.2.10 PicBasic Pro 命令 .....	253
14.3 液晶显示器 (LCD) 接口和命令 .....	257
14.3.1 并行接口 LCD 模块 .....	258
14.3.2 串行接口 LCD 模块 .....	262
14.4 中断 .....	264
14.5 推荐的 PicBasic Pro 程序结构 .....	265
14.6 步进电机的应用 .....	266
14.7 伺服电机的应用 .....	267

<b>第 15 章 简单的 PIC 项目</b> .....	268
15.1 项目 1——使一个 LED 闪烁 .....	268
15.1.1 PBC 代码 .....	269
15.1.2 PBPro 代码 .....	270
15.1.3 小结 .....	271
15.2 项目 2——滚动点亮多个 LED .....	271
15.2.1 PBC 代码 .....	271
15.2.2 PBPro 代码 .....	274
15.2.3 小结 .....	276
15.3 项目 3——驱动一个 7 段 LED 显示器 .....	276
15.3.1 PBC 代码 .....	277
15.3.2 PBPro 代码 .....	278
15.3.3 小结 .....	280
<b>第 16 章 基于 16F876 的项目</b> .....	281
16.1 项目 4——访问 PORTA (I/O) .....	281
16.1.1 PBC 代码 .....	282
16.1.2 PBPro 代码 .....	284
16.1.3 小结 .....	286
16.2 项目 5——模拟-数字转换 .....	286
16.2.1 PBC 代码 .....	287
16.2.2 PBPro 代码 .....	291
16.2.3 小结 .....	293
16.3 项目 6——驱动一个伺服电机 .....	293
16.3.1 PBC 代码 .....	294
16.3.2 PBPro 代码 .....	296
16.3.3 小结 .....	298
<b>第 17 章 通信</b> .....	299
17.1 项目 7——驱动 LCD 模块 .....	299
17.1.1 PBC 代码 .....	300
17.1.2 PBPro 代码 .....	305
17.1.3 小结 .....	307
17.2 项目 8——串口通信 .....	307
17.2.1 PBPro 代码 .....	310
17.2.2 小结 .....	313
17.3 项目 9——通过串口驱动 LCD .....	313
17.3.1 PBC 代码 .....	315
17.3.2 PBPro 代码 .....	320
17.3.3 小结 .....	324
<b>第 4 部分 使用 MBasic 对 PIC 微控制器编程</b>	
<b>第 18 章 MBasic 编译器和开发试验板</b> .....	326
18.1 编译器软件包 .....	326
18.1.1 编译器版本介绍 .....	326
18.1.2 MBasic 编译器 .....	326
18.2 BASIC 及其要点 .....	327
18.3 开发用的试验板 .....	329
18.4 程序设计风格 .....	331

18.4.1	标准程序设计风格	331
18.4.2	常量、变量和子程序名称	332
18.5	电路的搭建及标准配置	333
18.5.1	PIC 的选择	334
18.6	引脚、端口和 I/O	334
18.6.1	输出模式	336
18.6.2	输入模式	337
18.6.3	引脚变量和地址	337
18.6.4	运行时和编程时的引脚定义	338
18.6.5	LVP 编程引脚选择	340
18.6.6	弱上拉	340
18.7	伪代码和程序规划	340
18.8	编译器内部架构	342
18.8.1	编译器与解释器	343
	参考文献	345
<b>第 19 章</b>	<b>PIC 引脚输出电气特性</b>	<b>346</b>
19.1	PIC 引脚内部架构	346
19.2	LED 指示器	349
19.3	电感负载的开/关	353
19.4	低端开关	354
19.4.1	小型 NPN 开关	354
19.4.2	小型 N-沟道 MOSFET 开关	357
19.4.3	大功率双极低端开关	358
19.4.4	大功率 MOSFET 低端开关	360
19.4.5	高端开关	363
19.4.6	大功率高端开关	364
19.5	隔离开关	368
19.5.1	继电器开关	368
19.5.2	4N25 光隔离 NPN 开关	372
19.5.3	PS710A-1A AD/DC 光隔离 MOSFET 管开关	373
19.6	高速开关——由 PIC 产生声音信号	374
	参考文献	376
<b>第 20 章</b>	<b>PIC 引脚输入电气特性</b>	<b>379</b>
20.1	引言	379
20.2	开关抖动和保持电流	385
20.3	硬件方法消除抖动	386
20.4	软件方法消除抖动	388
20.5	隔离开关	391
20.6	键盘矩阵信号读取	392
	参考文献	395
<b>第 21 章</b>	<b>步进电机</b>	<b>396</b>
21.1	步进电机基础知识	396
21.1.1	简介	396
21.1.2	操作	397
21.1.3	单极与双极	398
21.1.4	步进电机的分类	400

21.1.5	识别步进电机	401
21.1.6	阅读一个步进电机的规格说明	402
21.1.7	运行模式	406
21.2	程序	411
参考文献		431
<b>第 22 章</b>	<b>数字温度传感器和实时时钟</b>	<b>432</b>
22.1	DS18B20 温度传感器	432
22.1.1	“1-Wire” 协议	432
22.1.2	读取一个“1-Wire” 芯片的序列号	435
22.1.3	读取温度	437
22.2	读取同一“1-Wire” 总线上多个传感器信号	442
22.3	DS1302 实时时钟	446
22.4	日期、时间和温度控制的综合应用	456
22.4.1	上升沿还是下降沿	458
22.4.2	数据位的顺序	459
22.4.3	阅读数据手册	459
22.5	修改程序及电路的思考	462
参考文献		463
<b>第 23 章</b>	<b>红外远程控制</b>	<b>464</b>
23.1	通用编码标准	465
23.2	IR 接收器	466
23.3	宽/窄脉冲的特性	469
23.4	REC-80 控制器的解码	481
23.5	修改程序及电路的思考	492
参考文献		493
<b>第 5 部分 使用 C 语言对 PIC 微控制器编程</b>		
<b>第 24 章</b>	<b>准备知识</b>	<b>496</b>
24.1	内容计划	496
24.2	开发环境准备	496
24.3	编码	497
24.3.1	编译和链接	498
24.3.2	生成第一个项目	499
24.3.3	端口初始化	500
24.3.4	重新测试 PORTA	501
24.3.5	测试 PORTB	501
24.4	回顾	503
24.4.1	给汇编专家的提示	503
24.4.2	给 PIC MCU 专家的提示	504
24.4.3	给 C 语言专家的提示	504
24.4.4	提示和技巧	504
参考书		504
参考资料链接		504
<b>第 25 章</b>	<b>程序循环</b>	<b>505</b>
25.1	内容计划	505
25.2	开发环境准备	505
25.3	编码	506



25.3.1	while 循环	506
25.3.2	动态仿真	508
25.4	使用逻辑分析仪	510
25.5	项目评审	511
25.5.1	给汇编专家的提示	512
25.5.2	给 PIC 微控制器专家的提示	512
25.5.3	给 C 语言专家的提示	512
25.5.4	提示和技巧	512
	参考书	513
	参考资料链接	513
<b>第 26 章</b>	<b>更多模式、更多程序循环技术</b>	<b>514</b>
26.1	内容计划	514
26.2	开发环境准备	514
26.3	编码	514
26.3.1	do 循环	514
26.3.2	变量声明	515
26.3.3	for 循环	515
26.3.4	更多的循环示例	516
26.3.5	数组	517
26.3.6	一个新的示例	517
26.4	利用仿真逻辑分析仪进行测试	519
26.5	使用 Explorer 16 试验板	520
26.6	项目评审	520
26.6.1	给汇编专家的提示	520
26.6.2	给 C 语言专家的提示	521
26.6.3	提示和技巧	521
	参考书	522
	参考资料链接	522
<b>第 27 章</b>	<b>“NUMB3RS”</b>	<b>523</b>
27.1	内容计划	523
27.2	开发环境准备	523
27.3	编码	523
27.3.1	优化	524
27.3.2	测试	525
27.3.3	分析 long 型数据	525
27.3.4	long 整型数乘法注意事项	526
27.3.5	long long 类型数乘法	526
27.3.6	浮点型	526
27.4	给 C 语言编程专家的提示	527
27.5	性能分析	527
27.6	项目评审	529
27.6.1	给汇编专家的提示	529
27.6.2	给 PIC 微控制器专家的提示	530
27.6.3	提示和技巧	530
	参考资料链接	531