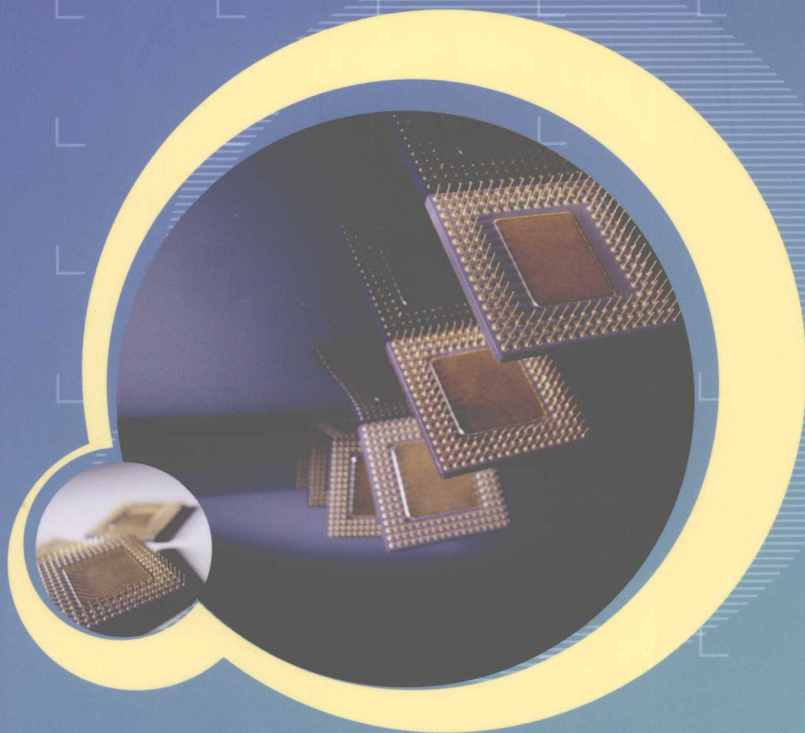


PIC[®]系列单片机

CD-ROM
INCLUDED

程序设计与开发应用

陈新建 邵少雄 葛长虹 编著



北京航空航天大学出版社

PIC[®]系列单片机程序设计与开发应用

陈新建 邵少雄 葛长虹 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书系统介绍 PIC 系列单片机、汇编和 C 语言编程方法以及项目开发应用过程,以应用实验和具体项目开发的方式全面阐述应用程序的编制过程。首先介绍了 PIC 系列单片机的分类、硬件结构、引脚定义和指令系统,以 C18, PICC(包括 PICC18)编译器语法和应用为重点并通过应用实验方式详细地说明了 C 语言编译器的使用;然后阐述 PIC10F, PIC12F 系列单片机编程以及 PIC16F, PIC18F 系列单片机中断、内核和外围模块编程并给出了相应的应用实验程序;最后以开发氮控仪表的硬件电路和相应软件为重点,具体说明项目的开发应用方法。

本书提供的实验电路和编程实例简洁、实用、易懂,读者可在工程实践中直接引用和扩展使用。本书所有源程序均在作者制作的实验板上调试通过,源程序见本书所附光盘。

本书通俗易懂,有非常强的实用性,以培养读者实际动手编程和开发应用能力,可供 PIC 单片机爱好者、高等院校相关专业师生以及从事 PIC 单片机项目开发制作的工程技术人员阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

PIC®系列单片机程序设计与开发应用/陈新建编著.

北京:北京航空航天大学出版社,2007.5

ISBN 978-7-81124-004-7

I. P... II. 陈... III. 单片微型计算机, PIC 系列
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 049635 号

©2007, 北京航空航天大学出版社, 版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书内容。
侵权必究。

PIC®系列单片机程序设计与开发应用

陈新建 邵少雄 葛长虹 编著

责任编辑 张国申

*

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:787×960 1/16 印张:31 字数:694 千字

2007 年 5 月第 1 版 2007 年 5 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81124-004-7 定价:46.00 元(含光盘 1 张)

版 权 声 明

本书引用以下资料已得到其版权所有者 Microchip Technology Inc. (美国微芯科技公司) 的授权。

Chinese Version:

- [1] MPLAB® C18 Getting Started(DS51295E-CN)
- [2] MPLAB® C18 UG(DS51288C-CN)
- [3] PIC12F635/16F636/639(DS41232B-CN)

English Version:

- [1] PIC10F200/202/204/206 datasheet (DS41239A)
- [2] PIC16F87XA datasheet(DS39582B)

再版上述资料须经过其版权所有者 Microchip Technology Inc. 的许可。
所有权保留。未得到该公司的书面许可, 不得再版或复制。

商 标 声 明

以下图案是 Microchip Technology Inc. 在美国及其他国家的注册商标:



以下文字是 Microchip Technology Inc. 的注册商标(状态:®):

Accuron, AmpLab, dsPIC, ENVOY, FilterLab, KEELOQ, KEELOQ Logo, Microchip Logo, Microchip Name and Logo, microID, Migratable Memory, MPLAB, MXDEV, MXLAB, PIC, PICmicro, PICMASTER, PICSTART, PowerSmart, PRO MATE, rfPIC, SEEVAL, SmartSensor, SmartShunt, *The Embedded Control Solutions Company*, TrueGauge

以下文字是 Microchip Technology Inc. 的商标(状态:TM):

Analog-for-the-Digital Age, Application Maestro, dsPICDEM, dsPICDEM. net, dsPICworks, ECAN, ECONOMONITOR, FanSense, FlexROM, *fuzzyLAB*, ICEPIC, ICSP or In-Circuit Serial Programming, Linear Active Thermistor, MPASM, MPLAB Certified Logo, MPLIB, MPLINK, MPSIM, Now Design It, PICDEM, PICDEM. net, PICKit, PICLAB, PICtail, PowerCal, PowerInfo, PowerMate, PowerTool, QuickASIC, Real ICE, rfLAB, rfPICDEM, Select Mode, Smart Serial, SmartTeal, The Emerging World Standard, Total Endurance, UNI/O, WiperLock, Zena

以下文字是 Microchip Technology Inc. 的服务标记(状态:SM):

SQTP

以下所有其他商标的版权归各自公司所有:

PICC, PICC Lite, PICC-18, CWPIC, EWPIC, ooPIC, OOPIC

前 言

美国微芯(Microchip)科技公司所推出哈佛总线(Harvard)结构的精简指令集(RISC)PIC系列单片机的结构、性能特点、运行速度及可靠性在同类产品中有无可比拟的优越性。8位单片机产品包括PIC10F, PIC12F, PIC16F, PIC18F四大系列;16位单片机产品包括PIC24F, PIC24H, dsPIC30F, dsPIC33F四大系列。dsPIC30F, dsPIC33F是数字信号处理器,因为这2种单片机的内部都有1个数字信号处理引擎,借此引擎,单片机对数字信号的处理速度更快。

微芯科技公司系列单片机产品品种齐全,性能可靠,又有单一开发平台——MPLAB IDE集成开发环境的支持。在MPLAB IDE的支持下,微芯科技公司又开发出自己的C18, dsPIC30等C语言编译器,第三方公司也相继推出支持这些器件的C语言编译器,如PICC, PICC18等,这使得PIC系列单片机的编程和开发应用变得简单、高效,同时也使得产品开发周期和上市时间大大缩短。

为了便于读者学习和实践,本书制作了2种实验板PICDEMO1和PICDEMO2,其主要用于PIC系列单片机的学习、研究与开发应用,实验板电路图可参见本书的附录部分。2种实验板的实验电路简单,用户根据原理图直接搭建电路就可以开展实验。本书各章节的实验源程序全部在这2种实验板上调试通过,用户在工程实践中可直接引用或扩展使用。

本书第1章对PIC系列单片机的硬件结构、引脚定义、型号分类、功能特点、封装、指令系统等作了详细说明;第2~4章以C18, PICC(包括PICC18)编译器的语法和应用实验为重点,对C语言的使用和编程方法作了重点阐述,尤其在C语言和汇编语言混合编程方面,这几章也给出了详细的应用实验程序;第5~6章说明PIC10F, PIC12F系列单片机及其编程方法;第7~10章阐述PIC16F, PIC18F系列单片机中断、内核和外围模块编程,分布在这几章的实验源程序覆盖了PIC16F, PIC18F系列单片机应用的各个方面,只要稍加修改,用户就可以在工程实践中使用这些源程序;第11~12章以开发氮控仪表的硬件和软件为重点,说明具体项目的开发应用方法。本书的应用实验、源程序和项目制作有很强的实用性,并且能增强读者实际开发应用能力。

本书第1~4章及第11~12章由陈新建编写;第5~6章由葛长虹编写;第7~10章由邵少雄编写。全书由陈新建负责统稿、定稿工作,蔡华也参与了本书部分工作。

本书在成书过程中得到了北京航空航天大学出版社的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

限于作者的水平,书中难免存在错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

作 者

2006年10月

目 录

第 1 章 PIC 系列单片机的硬件结构及其指令系统

1.1 PIC 系列单片机概述	2
1.1.1 PIC10F 系列单片机	2
1.1.2 PIC12F 系列单片机	3
1.1.3 PIC16F 系列单片机	4
1.1.4 PIC18F 系列单片机	6
1.1.5 PIC24F, PIC24H 系列单片机	9
1.1.6 dsPIC30F, dsPIC33F 系列数字信号控制器	11
1.2 PIC 系列单片机的硬件结构和引脚定义	13
1.2.1 PIC10F 系列单片机的硬件结构	13
1.2.2 PIC10F 系列单片机的引脚定义	15
1.2.3 PIC12F 系列单片机的硬件结构	16
1.2.4 PIC12F 系列单片机的引脚定义	18
1.2.5 PIC16F 系列单片机的硬件结构	20
1.2.6 PIC16F 系列单片机的引脚定义	24
1.2.7 PIC18F 系列单片机的硬件结构	27
1.2.8 PIC18F 系列单片机的引脚定义	27
1.2.9 PIC24F, PIC24H 系列单片机的硬件结构	40
1.2.10 PIC24F, PIC24H 系列单片机的引脚定义	43
1.3 PIC 系列单片机的指令系统	52
1.3.1 基本级指令系统	54
1.3.2 中级指令系统	56
1.3.3 高级指令系统	59
1.4 PIC 系列单片机的汇编器 MPASM	62
1.4.1 MPASM 的安装与运行	62
1.4.2 MPASM 的语法和运算符	63
1.4.3 MPASM 的伪指令	64
1.4.4 MPASM 的宏指令	67
1.4.5 汇编语言程序模板	69

第 2 章 C18 编译器的语法

2.1 概 述	70
---------------	----

2.2 数据类型及数值范围	71
2.2.1 整型	71
2.2.2 浮点型	72
2.3 存储类别和存储限定符	73
2.3.1 存储类别	73
2.3.2 存储限定符	75
2.4 包含文件搜索路径和预定义宏名	76
2.4.1 包含文件搜索路径	76
2.4.2 预定义宏名	77
2.5 C18 与 ISO 的差异	77
2.6 匿名结构和行内汇编	85
2.6.1 匿名结构	85
2.6.2 行内汇编	86
2.7 pragma 伪指令	88
2.7.1 #pragma sectiontype 伪指令	88
2.7.2 #pragma interruptlow fname 和 #pragma interrupt fname 伪指令	93
2.7.3 #pragma varlocate bank variable-name 和 #pragma varlocate "section-name" variable-name 伪指令	99
2.7.4 #pragma romdata config 配置位定义伪指令	101
2.8 处理器的标志头文件	102
2.9 寄存器定义文件	109
第3章 C18 编译器的运行原理和优化	
3.1 存储模型	111
3.2 调用约定	112
3.2.1 返回值	113
3.2.2 管理软件堆栈	114
3.2.3 C 语言与汇编语言混合编程	114
3.3 启动代码	133
3.3.1 默认操作	133
3.3.2 定制	134
3.4 编译器管理的资源	135
3.5 编译器优化	135
3.5.1 合并相同的字符串优化 (一命令行选项: -Om+/-Om-)	136
3.5.2 转移优化 (一命令行选项: -Ob+/-Ob-)	136
3.5.3 存储区选择优化 (一命令行选项: -On+/-On-)	137

3.5.4	W 寄存器内容跟踪优化 (—Ow+ / —Ow—)	137
3.5.5	代码排序优化 (—Os+ / —Os—)	138
3.5.6	尾部合并优化 (—Ot+ / —Ot—)	139
3.5.7	删除执行不到的代码优化 (—Ou+ / —Ou—)	140
3.5.8	复制传递优化 (—Op+ / —Op—)	141
3.5.9	冗余存储删除优化 (—Or+ / —Or—)	142
3.5.10	删除死代码优化 (—Od+ / —Od—)	142
3.5.11	过程抽象优化 (—Opa+ / —Opa—)	143
第 4 章 PICC, PICC18 编译器的语法		
4.1	数据类型	147
4.1.1	数的进制及常数	148
4.1.2	位数据类型	150
4.1.3	可位寻址寄存器	151
4.1.4	整型数据	153
4.1.5	浮点数	154
4.2	位指令	155
4.3	绝对变量	156
4.4	结构体和联合体	157
4.4.1	结构体	157
4.4.2	联合体	158
4.5	字符串	163
4.6	常数和可变类型变量	163
4.7	局部变量和全局变量	165
4.7.1	自动变量	165
4.7.2	静态变量	165
4.7.3	全局变量	166
4.8	特殊类型限定词	166
4.8.1	persistent 类型限定词	167
4.8.2	bank1, bank2, bank3 类型限定词	167
4.9	指 针	171
4.9.1	常数指针	171
4.9.2	基本级系列单片机指针	171
4.9.3	中级、高级系列单片机指针	172
4.9.4	类型限定词和指针的结合	173
4.10	函 数	174
4.10.1	函数参数传递	174

4.10.2	函数返回值	177
4.10.3	函数调用规则	179
4.10.4	库函数	179
4.11	C 中断函数	180
4.11.1	中级系列单片机 C 中断函数	180
4.11.2	高级系列单片机 C 中断函数	181
4.11.3	中断现场保护和恢复	182
4.11.4	中断等级	183
4.11.5	中断使能	184
4.12	pragma 伪指令	184
4.12.1	#pragma jis, #pragma nojis 和 Printf_check 伪指令	185
4.12.2	#pragma psect 伪指令	185
4.12.3	#pragma regsused 伪指令	186
4.13	C 语言和汇编语言混合编程	186
4.13.1	外部汇编函数	186
4.13.2	在汇编语言程序内访问 C 变量	187
4.13.3	#asm, #endasm, asm(“”)指令	189
4.14	特殊区域值	192
4.14.1	定义工作配置字	192
4.14.2	定义芯片标记单元	193
4.15	程序链接	194

第 5 章 PIC10F 系列单片机的程序设计

5.1	程序存储器	195
5.2	数据存储器	196
5.2.1	通用寄存器文件	196
5.2.2	特殊功能寄存器	197
5.2.3	状态寄存器	197
5.2.4	OPTION 寄存器	199
5.2.5	OSCCAL 寄存器	200
5.3	程序计数器和堆栈	201
5.4	寻址方式	202
5.5	I/O 端口	202
5.6	TIMER0 定时器模块	204
5.7	比较器模块	205
5.8	CPU 特性	206
5.9	PIC10F 系列单片机的程序模板和编程	206

第 6 章 PIC12F 系列单片机的程序设计

6.1	程序存储器	208
6.2	数据存储器	208
6.2.1	状态寄存器	209
6.2.2	OPTION 寄存器	210
6.2.3	INTCON 寄存器	211
6.2.4	PIE1 寄存器	212
6.2.5	PIR1 寄存器	213
6.2.6	PCON 寄存器	214
6.2.7	OSCCAL 寄存器	214
6.3	PCL 和 PCLATH	215
6.4	寻址方式	215
6.5	I/O 端口	216
6.6	TIMER0 定时器模块	217
6.7	TIMER1 定时器模块	218
6.8	比较器模块	220
6.9	模数转换器	222
6.10	EEPROM 数据存储器	223
6.11	CPU 特性	225
6.12	中 断	226
6.13	PIC12F 系列单片机的程序模板和编程	228

第 7 章 PIC16F 系列单片机中断系统编程

7.1	外部引脚沿跳变和电平变化中断编程	230
7.1.1	外部引脚沿跳变中断	230
7.1.2	外部引脚电平变化中断	234
7.2	定时器计数溢出中断编程	241
7.2.1	TMR0 计数溢出中断编程	242
7.2.2	TMR1 计数溢出中断编程	248
7.2.3	TMR2 计数溢出中断编程	253
7.3	CCP 模块中断编程	261
7.3.1	CCP 模块捕捉中断	264
7.3.2	CCP 模块比较中断	267
7.4	A/D 转换中断编程	271
7.5	异步串行通信接收发送中断编程	278
7.5.1	接收中断	281

7.5.2 发送中断	285
7.6 EEPROM 写入完成中断编程	289

第8章 PIC16F 系列单片机内核和外围模块编程

8.1 CPU 特殊功能编程	297
8.2 低电压检测编程	300
8.3 输入/输出端口编程	301
8.3.1 RA 口	301
8.3.2 RB, RC, RD 和 RE 端口	302
8.4 定时器编程	307
8.4.1 TMR0	307
8.4.2 TMR1	310
8.4.3 TMR2	313
8.5 CCP 模块编程	314
8.5.1 捕捉	314
8.5.2 比较	316
8.5.3 PWM	317
8.6 主同步串行口和异步串行口通信编程	324
8.6.1 主同步串行口	324
8.6.2 异步串行口通信	332
8.7 A/D 转换编程	336

第9章 PIC18F 系列单片机中断系统编程

9.1 外部引脚沿跳变和电平变化中断编程	341
9.1.1 外部引脚沿跳变中断	341
9.1.2 外部引脚电平变化中断	345
9.2 定时器计数溢出中断	350
9.2.1 TMR0 计数溢出中断	350
9.2.2 TMR1 计数溢出中断	353
9.2.3 TMR2 计数溢出中断	357
9.2.4 TMR3 计数溢出中断	359
9.3 CCP 模块中断编程	362
9.3.1 CCP 模块捕捉中断	363
9.3.2 CCP 模块比较中断	365
9.3.3 增强型 CCP 模块捕捉/比较中断	367
9.4 A/D 转换中断编程	368
9.5 异步串行通信接收发送中断编程	375

9.5.1 接收中断	379
9.5.2 发送中断	379
9.6 EEPROM 写入完成中断编程	382

第 10 章 PIC18F 系列单片机内核和外围模块编程

10.1 CPU 特殊功能编程	386
10.2 低电压检测编程	387
10.3 输入输出端口编程	389
10.3.1 RA 端口	389
10.3.2 RB 端口、RC 端口、RD 端口	390
10.3.3 其他端口	394
10.4 定时器编程	395
10.4.1 TMR0	395
10.4.2 TMR1	397
10.4.3 TMR2	399
10.4.4 TMR3	400
10.5 CCP 模块编程	402
10.5.1 捕捉	402
10.5.2 比较	403
10.5.3 PWM	405
10.5.4 增强型 CCP 模块	406
10.6 主同步串行口和异步串行口通信编程	409
10.6.1 主同步串行口	409
10.6.2 异步串行口通信	418
10.7 A/D 转换编程	420
10.8 液晶显示器编程	421

第 11 章 氮控仪的硬件组成和电路原理

11.1 渗氮工艺过程概述	423
11.1.1 渗氮工艺过程	424
11.1.2 系统功能	424
11.1.3 系统结构框图	425
11.2 氮控仪	425
11.2.1 氮控仪的功能和技术数据	425
11.2.2 氮控仪结构特点	426
11.2.3 硬件电路组成及工作原理	427
11.2.4 主要元器件选择和样机制作	433

11.2.5 氮控仪原理图	437
---------------------	-----

第 12 章 氮控仪的软件设计

12.1 主程序的功能和流程图	440
12.1.1 主程序框图	440
12.1.2 主程序	440
12.2 主要功能函数	441
12.2.1 键盘扫描函数	442
12.2.2 液晶显示函数	443
12.2.3 24C01 读写函数	445
12.2.4 A/D 转换和标度转换函数	446
12.2.5 通信函数	448
12.2.6 其他实用程序	449
12.3 完整的按键扫描、显示和 EEPROM 读写程序	449

附录 A PIC 系列单片机开发工具

附录 B 实验板电路图

附录 C 配套光盘内容简介

参考文献

10.1 氮控仪	10.1.1 氮控仪
10.2 氮控仪	10.2.1 氮控仪
10.3 氮控仪	10.3.1 氮控仪
10.4 氮控仪	10.4.1 氮控仪
10.5 氮控仪	10.5.1 氮控仪
10.6 氮控仪	10.6.1 氮控仪
10.7 氮控仪	10.7.1 氮控仪
10.8 氮控仪	10.8.1 氮控仪
10.9 氮控仪	10.9.1 氮控仪
10.10 氮控仪	10.10.1 氮控仪
10.11 氮控仪	10.11.1 氮控仪
10.12 氮控仪	10.12.1 氮控仪
10.13 氮控仪	10.13.1 氮控仪
10.14 氮控仪	10.14.1 氮控仪
10.15 氮控仪	10.15.1 氮控仪
10.16 氮控仪	10.16.1 氮控仪
10.17 氮控仪	10.17.1 氮控仪
10.18 氮控仪	10.18.1 氮控仪
10.19 氮控仪	10.19.1 氮控仪
10.20 氮控仪	10.20.1 氮控仪
10.21 氮控仪	10.21.1 氮控仪
10.22 氮控仪	10.22.1 氮控仪
10.23 氮控仪	10.23.1 氮控仪
10.24 氮控仪	10.24.1 氮控仪
10.25 氮控仪	10.25.1 氮控仪
10.26 氮控仪	10.26.1 氮控仪
10.27 氮控仪	10.27.1 氮控仪
10.28 氮控仪	10.28.1 氮控仪
10.29 氮控仪	10.29.1 氮控仪
10.30 氮控仪	10.30.1 氮控仪
10.31 氮控仪	10.31.1 氮控仪
10.32 氮控仪	10.32.1 氮控仪
10.33 氮控仪	10.33.1 氮控仪
10.34 氮控仪	10.34.1 氮控仪
10.35 氮控仪	10.35.1 氮控仪
10.36 氮控仪	10.36.1 氮控仪
10.37 氮控仪	10.37.1 氮控仪
10.38 氮控仪	10.38.1 氮控仪
10.39 氮控仪	10.39.1 氮控仪
10.40 氮控仪	10.40.1 氮控仪
10.41 氮控仪	10.41.1 氮控仪
10.42 氮控仪	10.42.1 氮控仪
10.43 氮控仪	10.43.1 氮控仪
10.44 氮控仪	10.44.1 氮控仪
10.45 氮控仪	10.45.1 氮控仪
10.46 氮控仪	10.46.1 氮控仪
10.47 氮控仪	10.47.1 氮控仪
10.48 氮控仪	10.48.1 氮控仪
10.49 氮控仪	10.49.1 氮控仪
10.50 氮控仪	10.50.1 氮控仪
10.51 氮控仪	10.51.1 氮控仪
10.52 氮控仪	10.52.1 氮控仪
10.53 氮控仪	10.53.1 氮控仪
10.54 氮控仪	10.54.1 氮控仪
10.55 氮控仪	10.55.1 氮控仪
10.56 氮控仪	10.56.1 氮控仪
10.57 氮控仪	10.57.1 氮控仪
10.58 氮控仪	10.58.1 氮控仪
10.59 氮控仪	10.59.1 氮控仪
10.60 氮控仪	10.60.1 氮控仪
10.61 氮控仪	10.61.1 氮控仪
10.62 氮控仪	10.62.1 氮控仪
10.63 氮控仪	10.63.1 氮控仪
10.64 氮控仪	10.64.1 氮控仪
10.65 氮控仪	10.65.1 氮控仪
10.66 氮控仪	10.66.1 氮控仪
10.67 氮控仪	10.67.1 氮控仪
10.68 氮控仪	10.68.1 氮控仪
10.69 氮控仪	10.69.1 氮控仪
10.70 氮控仪	10.70.1 氮控仪
10.71 氮控仪	10.71.1 氮控仪
10.72 氮控仪	10.72.1 氮控仪
10.73 氮控仪	10.73.1 氮控仪
10.74 氮控仪	10.74.1 氮控仪
10.75 氮控仪	10.75.1 氮控仪
10.76 氮控仪	10.76.1 氮控仪
10.77 氮控仪	10.77.1 氮控仪
10.78 氮控仪	10.78.1 氮控仪
10.79 氮控仪	10.79.1 氮控仪
10.80 氮控仪	10.80.1 氮控仪
10.81 氮控仪	10.81.1 氮控仪
10.82 氮控仪	10.82.1 氮控仪
10.83 氮控仪	10.83.1 氮控仪
10.84 氮控仪	10.84.1 氮控仪
10.85 氮控仪	10.85.1 氮控仪
10.86 氮控仪	10.86.1 氮控仪
10.87 氮控仪	10.87.1 氮控仪
10.88 氮控仪	10.88.1 氮控仪
10.89 氮控仪	10.89.1 氮控仪
10.90 氮控仪	10.90.1 氮控仪
10.91 氮控仪	10.91.1 氮控仪
10.92 氮控仪	10.92.1 氮控仪
10.93 氮控仪	10.93.1 氮控仪
10.94 氮控仪	10.94.1 氮控仪
10.95 氮控仪	10.95.1 氮控仪
10.96 氮控仪	10.96.1 氮控仪
10.97 氮控仪	10.97.1 氮控仪
10.98 氮控仪	10.98.1 氮控仪
10.99 氮控仪	10.99.1 氮控仪
10.100 氮控仪	10.100.1 氮控仪

{第1章}

PIC 系列单片机的硬件结构 及其指令系统

单片机又称微控制器,即 MCU,是 Microcontroller Unit 的英文缩写。PIC 系列单片机是美国微芯科技公司(又称 Microchip 公司)的微控制器产品。PIC 的含义是外部接口控制器,是 Peripheral Interface Controller 的英文缩写。PIC 系列单片机硬件采用精简指令的 RISC 结构,指令数量少。例如,PIC 的 8 位基本级和中级单片机只有三十几条指令,而 PIC 的 8 位高级单片机也仅有七十多条指令。与 RISC 结构相对应的是 CISC 结构,即复杂指令结构,如 Intel MCS51 单片机,有 111 条指令。指令数量少决定了指令简单,便于记忆,易于使用。

PIC 系列单片机硬件的另一特点是哈佛(Harvard)总线结构,即程序存储器地址和数据存储器地址完全分开;指令总线和数据总线完全分开,因此哈佛总线结构的指令总线和数据总线的位数可以不同。例如 PIC 的 8 位基本级单片机指令总线是 12 位;8 位中级单片机指令总线是 14 位;而 8 位高级单片机指令总线是 16 位。人们一般称 8 位数据总线的单片机是 8 位单片机,依次类推,16 位和 32 位数据总线的单片机分别是 16 位单片机和 32 位单片机。

PIC 的 8 位基本级单片机应用在控制任务相对简单的产品中,如消费类产品、玩具、简单的数据采集类产品等;PIC 的 8 位中级和高级单片机应用在更加广泛的领域中,如计算机外设、工业控制、汽车电子、通信、仪器仪表等。目前,微芯科技公司又推出功能更加强大的 16 位高性能系列单片机,品种比较齐全,其中包括标准的 16 位单片机和 dsPIC 数字信号控制器 2 种类型,可以应用于通信、比较高端的数据分析和压缩、汽车电子、复杂的电机控制等场合。

1.1 PIC 系列单片机概述

PIC 的 8 位单片机分成基本级、中级、高级三个档次,具体为 PIC10F, PIC12F, PIC16F, PIC18F 四大系列。目前, PIC 单片机的程序存储器基本上都采用 FLASH 闪速存储器, 一次性可编程的 OTP 产品将来有可能完全被 FLASH 闪速存储器产品所取代, 因为 FLASH 闪速存储器单片机在产品开发研制、产品快速上市、在线可编程(ICSP)、反复烧写和性价比方面有无可比拟的优越性。目前, 在产品研制的器件选型方面, PIC12C, PIC16C, PIC18C 系列 OTP 单片机绝大部分已被相应的 FLASH 闪速存储器单片机所取代。因此, 随着 FLASH 闪速存储器单片机性能的提高、价格的降低、市场的推广, PIC12C, PIC16C, PIC18C 系列 OTP 单片机将会逐渐淡出市场。以下是微芯科技公司最近推出的产品选型指南中提到的少量 PIC16C, PIC16CR, PIC16HV, PIC18C 系列 OTP 单片机: PIC16C55A, PIC16C56A, PIC16CR56A, PIC16C58B, PIC16CR58B, PIC16HV540, PIC14000, PIC16C432, PIC16C433, PIC16C554, PIC16C558, PIC16C62B, PIC16C620A, PIC16CR620A, PIC16C621A, PIC16C622A, PIC16C63A, PIC16CR63, PIC16C65B, PIC16CR65, PIC16C717, PIC16CR72, PIC16CR73, PIC16CR74, PIC16CR76, PIC16CR77, PIC16C745, PIC16C765, PIC16C770, PIC16C771, PIC16C773, PIC16C774, PIC16C781, PIC16C782, PIC16C925, PIC16C926, PIC18C601, PIC801。

PIC 的 16 位单片机是近期推出的产品, 包括 PIC24F, PIC24H, dsPIC30F, dsPIC33F 四个系列, 其中 dsPIC30F, dsPIC33F 是数字信号处理器, 微芯科技公司称其为数字信号控制器。其实, 数字信号处理器也是单片机的 1 种, 之所以称其为数字信号处理器, 是因为这种单片机的内部有 1 个数字信号处理引擎, 借此引擎, 单片机对数字信号的处理速度更快。dsPIC30F, dsPIC33F 非常适合于数字信号解压缩和复杂的电机控制。PIC24F, PIC24H 是微芯科技公司刚推出的标准 16 位单片机, 其内部不含数字信号处理引擎, 可以使用在 PIC18 系列单片机无法满足应用且应用对成本比较敏感的场所。

1.1.1 PIC10F 系列单片机

PIC10F 系列单片机目前共有 PIC10F200, PIC10F202, PIC10F204, PIC10F206, PIC10F220, PIC10F2226 种产品, 它们都是 FLASH 闪速存储器单片机, 一般有 6~8 个引脚: 6 个引脚的采用 SOT-23 封装; 8 个引脚采用 PDIP 封装。

1. 器件概述

PIC10F 是低成本、高性能、8 位和基于闪存的 CMOS 单片机, 采用 RISC 架构, 只有 33 条

单字、单周期指令。除了程序跳转指令是双周期指令外,其余指令都是单周期指令。4 MHz 振荡时,单周期指令的指令周期只有 $1\ \mu\text{s}$ 。PIC10F 器件具有 12 位指令宽度,总计 33 条指令,易于使用和记忆且缩短了开发时间。

PIC10F 器件具有降低系统成本和功耗的特殊功能。由于 PIC10F 具有上电复位电路(POR)和器件复位定时器(DRT),因此不再需要另加外部复位电路;器件特有的内部振荡器(INTRC)模式,节省了数量有限的可用 I/O 资源;省电休眠模式、看门狗定时器和代码保护功能降低了系统成本和功耗,增强了系统可靠性。

PIC10F 器件配有低成本的闪存,适用于任何规模的生产。用户能够充分受益于微芯科技公司在闪存可编程单片机领域的价格优势,同时还能得益于闪存在编程方面的灵活性。

PIC10F 产品的支持软件包括:全功能的宏汇编器、软件模拟器、在线调试器、C 语言编译器、低成本的开发编程器以及全功能的编程器。以上支持工具都能运行在 PC 及其兼容的计算机上。

2. 应用

PIC10F 器件有很广的应用范围,包括个人护理器具、安全系统和低功耗的远程发送器/接收器等。闪存技术使得应用程序(如发送器代码、系统设置、接收器频率等)的定制极为快速而方便。直插式或表面贴装式的封装体积很小,非常适用于空间受限的应用。低成本、低功耗、高性能、易于使用以及灵活的 I/O 使得 PIC10F 器件的用途非常广泛,甚至能够应用在一些以前从来没有考虑过使用单片机的领域(例如,大型系统和协处理器应用中的定时器功能、逻辑和 PLD 电路)。

1.1.2 PIC12F 系列单片机

PIC12F 系列单片机目前主要包括 PIC12F508, PIC12F509, PIC12F510, PIC12F615, PIC12F629, PIC12F635, PIC12F675, PIC12F6838 种,它们都是 FLASH 闪速存储器产品。这些产品一般是 8 个引脚,采用 PDIP, SOIC 或 DFN 封装。其中 PIC12F635 单片机内部资源还包含 KEELLOG 硬件,属于安防类器件,当然也可以当作普通单片机使用;其他几种能当作通用器件使用,开发人员可以根据项目的具体情况灵活选用这些器件。

1. 器件概述

PIC12F 是低成本、高性能、8 位和基于闪存的 CMOS 单片机,采用 RISC 架构,只有 33 条单字、单周期指令。除了程序跳转指令是双周期指令外,其余指令都是单周期指令。20 MHz 振荡时,单周期指令的指令周期只有 200 ns。PIC12F 器件具有 12 位指令宽度,总计 33 条指令,易于使用和记忆且缩短了开发时间。

PIC12F 器件具有降低系统成本和功耗的特殊功能。由于其具有上电复位电路(POR)和器件复位定时器(DRT),因此不再需要另加外部复位电路;器件特有的内部振荡器(INTRC)模式,节省了数量有限的可用 I/O 资源;低功耗(LP)模式、省电休眠模式、看门狗定时器和代码保护功能降低了系统成本和功耗,增强了系统可靠性。

PIC12F 器件配有低成本的闪存,适用于任何规模的生产。用户能够充分受益于微芯科技公司在闪存可编程单片机领域的价格优势,同时还能得益于闪存在编程方面的灵活性。

PIC12F 产品支持的软件包括:全功能的宏汇编器、软件模拟器、在线调试器、C 语言编译器、低成本的开发编程器,以及全功能的编程器。以上支持工具都能运行在 PC 及其兼容的计算机上。

2. 应用

PIC12F 器件有很广的应用范围,包括个人护理器具、安全系统和低功耗的远程发送器/接收器等。闪存技术使得应用程序(如发送器代码、系统设置、接收器频率等)的定制极为快速而方便。小封装或表面贴装式的封装体积很小,非常适用于空间受限的应用。低成本、低功耗、高性能、易于使用以及灵活的 I/O 使得 PIC12F 器件的用途非常广泛,甚至能够应用在一些以前从来没有考虑过使用单片机的领域(例如,大型系统和协处理器应用中的定时器功能、逻辑和 PLD 电路)。

1.1.3 PIC16F 系列单片机

PIC16F 系列单片机目前包括 PIC16F505, PIC16F506, PIC16F54, PIC16F57, PIC16F59, PIC16F616, PIC16F627A, PIC16F628A, PIC16F630, PIC16F631, PIC16F636, PIC16F639, PIC16F648A, PIC16F676, PIC16F677, PIC16F683, PIC16F684, PIC16F685, PIC16F687, PIC16F688, PIC16F689, PIC16F690, PIC16F716, PIC16F72, PIC16F73, PIC16F737, PIC16F74, PIC16F747, PIC16F76, PIC16F767, PIC16F77, PIC16F777, PIC16F785, PIC16F818, PIC16F819, PIC16F84A, PIC16F87, PIC16F870, PIC16F871, PIC16F872, PIC16F873A, PIC16F874A, PIC16F876A, PIC16F877A, PIC16F88, PIC16F883, PIC16F884, PIC16F886, PIC16F887, PIC16F913, PIC16F914, PIC16F916, PIC16F917, PIC16F946 等,都是 FLASH 闪速存储器产品。这些产品一般是 14、18、20、28 或 40 个引脚,采用 PDIP, QFP, PLCC, SSOP, SOIC 或 DFN 等各种封装形式以满足用户的要求。

PIC16F 系列单片机的应用领域非常广泛。其中 PIC16F683, PIC16F684, PIC16F716, PIC16F737, PIC16F747, PIC16F767, PIC16F777 等被广泛应用于电机控制,因为这些器件含有 A/D 转换器、比较器、PWM; PIC16F913, PIC16F914, PIC16F916, PIC16F917, PIC16F946 被广泛应用于液晶的控制、驱动和显示; PIC16F636 单片机还包含 KEELOG 硬件,可以使用