

PIC16系列单片机 C程序设计 与PROTEUS仿真



江 和 编著



北京航空航天大学出版社

PIC16[®] 系列单片机 C 程序设计与 PROTEUS 仿真

江 和 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以 PIC16F877A 为主要对象(也介绍了 PIC16F887 及其他型号的单片机),介绍了 PIC16 系列单片机的 PICC C 语言的特点与编程,PROTEUS 仿真软件使用。重点介绍 PROTEUS 与 PIC16F 单片机的 PICC C 语言程序的调试、运行过程;PIC16F877A 的主要功能与编程;介绍了与单片机应用基础相关的诸如数码管、字符型、点阵型液晶显示器的使用;最后给出了几个实例。

本书在介绍单片机的基本功能时,精心设计了 PROTEUS 仿真线路,利用 PROTEUS 的互动元件让读者选择各种情况进行仿真,从中掌握该功能的编程与使用。本书附光盘 1 张,内含本书所有源程序及 PROTEUS 线路图。

本书试图以完整的 C 语言程序与 PROTEUS 仿真向读者展示 PIC16F 系列单片机的应用开发过程,可作为大学本科生的单片机原理及应用课程的教材与参考书,也可供从事单片机开发应用的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

PIC16 系列单片机 C 程序设计与 PROTEUS 仿真/江和编
著. -- 北京:北京航空航天大学出版社,2010. 6

ISBN 978-7-5124-0067-2

I. ①P… II. ①江… III. ①单片微型计算机—
C 语言—程序设计②单片微型计算机—系统仿真—应用软件,
PROTEUS IV. ①TP368.1 ②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 068132 号

版权所有,侵权必究。

PIC16 系列单片机 C 程序设计与 PROTEUS 仿真

江 和 编 著

责任编辑 李松山

*

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(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787mm×960mm 1/16 印张:25 字数:560 千字

2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-5124-0067-2 定价:48.00 元(含光盘 1 张)

前 言

单片机技术已成为电气控制检测领域中非常重要的技术,也是电气行业技术人员必须掌握的技术之一。美国 Microchip 公司 PIC16F 系列单片机由于其性能优越,得到越来越多国内单片机使用者的青睐。

编程是单片机应用中极重要的一个方面。长期以来,技术人员大多采用汇编语言,作者过去也一直使用汇编语言进行编程。然而,单片机 C 语言的众多优点是汇编语言无法匹敌的:简练、易读、编程效率高、移植性好。这些优点也让我对单片机 C 语言极力推崇。

对于初学者以及想通过自学提高单片机应用能力的人来说,硬件条件的限制成为他们进一步成长的瓶颈。他们苦于没有用于调试单片机的仿真器,甚至为购买单片机芯片或其他电子元件而犯愁。

PROTEUS 软件的出现,解决了那些对单片机深感兴趣但经济上不太宽裕的学生面临的困难。

PROTEUS 以其完美的仿真技术,特别是对单片机的软件仿真,成为电子仿真软件中最靓丽的一道风景。其众多能用于仿真的元器件,特别是具有互动功能的元器件和具有各种通信接口的芯片令人惊叹不已。当用户的计算机里装上了 PROTEUS 软件,就如同在家里建立了一个大型单片机实验室:其中有用之不尽的单片机芯片、几万种电子元器件和各种显示仪表(示波器、电压表、电流表等)。用户可以在 PROTEUS 软件中模拟几十个单片机之间的通信以及各种复杂的电压、电流波形。这些在真实的实验室中都很难做到!因此,专业人员亦可从该软件中获益。

根据作者的经验,使用 PROTEUS 软件仿真时唯一要注意的是,不要因为过于沉迷其中而挨更抵夜!

有一点要说明,实践是检验真理的唯一标准,在单片机实践中也不例外。通过 PROTEUS 仿真正确后,如有条件应该使用实际硬件线路来验证一下。有时,仿真与实际的结果可能会有点差异。

目前关于 PIC16F 单片机的书籍为数不少,但从 PIC16F 单片机功能的角度介绍 C 语言编程、介绍 PROTEUS 与 PIC16F 单片机结合仿真的书籍并不多见。怀着好东西要与大家分享

前言

的心情,作者有了写这本书的冲动。

本书主要介绍单片机 PIC16F877A(注意,不是 PIC16F877),以及单片机 PIC16F887。所介绍的软件均为本书编写期间的最新版本:PICC C 为 9.6 版本,PROTEUS 为 7.5 版本,单片机的集成开发软件为 MPLAB IDE V8.3。

本书的第 1 章“PIC16 系列单片机与 MPLAB IDE 简介”,是专为 PIC16 系列单片机还不熟悉的读者所编写的,那些已经用过 PIC16 系列单片机汇编的读者可以跳过这一章。

第 2 章“HI-TECH PICC C 语言介绍”专门介绍 PICC C 语言的特点及使用,此章假设读者已有一定的 C 语言基础。如果读者还没学过 C 语言,或者学过但已经忘得差不多了,建议自学或复习《C 程序设计(第二版)》。

第 3 章“PROTEUS ISIS 使用介绍”介绍 PROTEUS 仿真软件的使用,重点阐述在 PROTEUS 中如何使用 PICC C 语言,以及 PROTEUS 与 PIC16F 单片机相结合调试 C 程序的应用方法。

第 4 章“PIC16F877A 单片机基本功能与编程”介绍了 PIC16F877A 单片机的各种功能模块及应用,在 PROTEUS 示例中力求全方位给出各个功能的应用与相关的 C 编程。读者通过示例既可掌握单片机相关功能模块的使用,又可掌握 C 语言编程技巧。与 PIC16F877 相比,PIC16F877A 增加了比较器、电压参考模块,这些内容也在本章中给出。本章最后一节还详细说明了 PIC16F887 与 PIC16F877A 的区别及其编程。

第 5 章“单片机应用相关基础”介绍了在单片机应用中必须掌握的基本知识,如 BCD 转换、LED 动态与静态显示、字符型 LCD、点阵 LCD 的应用,还有外扩 AD、DA 转换芯片的应用,光电耦合器等常用芯片的应用,以及固定电源与可调电源设计等。这些示例均有完整的 C 程序(除电源外)与 PROTEUS 仿真,相信读者会感兴趣的。

第 6 章“单片机应用综合实例”为本书的最后一章,给出了几个综合实例:频率计设计,基于 TC74 的温度检测与控制,一线式器件的使用,RS-485 多机通信与 MODBUS 协议等。

本书试图采用较为轻松的语言风格,深入浅出的说明方式,引领读者走进单片机那神奇而又美妙的世界。

本书中所有的 PROTEUS 线路图和 C 程序均为作者本人完成。疏漏和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。有兴趣的读者可以发送电子邮件到 jianghe706@163.com,与作者进一步交流;也可以发送电子邮件到 emsbook@gmail.com,与本书策划编辑进行交流。

在此要感谢 Microchip 公司提供了免费软件及相关资料,感谢广州风标电子科技有限公司免费提供了 PROTEUS 正版软件。

作者

2010 年 1 月于福州大学沁园



第 1 章 PIC16 系列单片机与 MPLAB IDE 简介

1.1 PIC 系列 8 位单片机介绍	1
1.2 PIC16F87XA 的主要参数与功能	2
1.2.1 PIC16F87XA 的引脚与主要参数	2
1.2.2 PIC16F877A 的主要功能	5
1.2.3 PIC16F877A 的程序存储器与数据存储器	6
1.2.4 程序计数器	7
1.2.5 PIC16F 系列单片机的寻址方式	8
1.2.6 指令时钟	8
1.3 PIC16F877A 的特殊功能寄存器	8
1.3.1 STATUS 寄存器	9
1.3.2 OPTION 寄存器	10
1.3.3 PCON 寄存器	11
1.4 汇编指令简介	12
1.5 MPLAB IDE 界面、菜单介绍	14
1.5.1 File 菜单	15
1.5.2 Edit 菜单	17
1.5.3 View 菜单	17
1.5.4 Project 菜单	18
1.5.5 Debugger 菜单	19
1.5.6 Programmer 菜单	20
1.5.7 Tools 菜单	23
1.5.8 Configure 菜单	24
1.5.9 Windows 菜单	24
1.6 MPLAB IDE 工具栏介绍	24
1.6.1 标准工具栏	24

1.6.2	项目管理器工具栏	25
1.6.3	调试运行工具栏	26
1.7	MPLAB IDE 与 ICD 2 的使用	26
1.7.1	作为在线调试器的 ICD 2 的使用	26
1.7.2	作为烧写器的 ICD 2 的使用	31
1.8	MPLAB IDE 软件仿真 SIM 的使用	32
1.8.1	SIM 仿真设置	32
1.8.2	SIM 仿真示波器使用	33
1.8.3	SIM 仿真中的跑表使用	33
1.8.4	SIM 仿真的 Stimulus 的设置与使用	34
第 2 章 HI-TECH PICC C 语言介绍		
2.1	HI-TECH PICC 的特点	38
2.2	PICC 的相关设置与操作	39
2.3	PICC 变量的类型与定义	41
2.3.1	PICC 变量及定义	41
2.3.2	PICC 变量修饰关键词	45
2.3.3	PICC 的结构体与共用体	48
2.3.4	PICC 的指针	50
2.4	宏定义的使用	52
2.4.1	不带参数的宏定义	52
2.4.2	带参数的宏定义	53
2.5	数制与表示法	54
2.6	运算符	54
2.7	PICC C 语言的基本语句	56
2.7.1	for 循环	56
2.7.2	while 语句	57
2.7.3	goto 语句	57
2.7.4	continue 和 break 语句	58
2.7.5	if 语句	58
2.7.6	switch 语句	59
2.8	PICC C 中的函数	60
2.8.1	带返回值的函数	60
2.8.2	无返回值的函数	61
2.9	PIC. H 与 PIC168XA. H 介绍	61

2.9.1 PIC.H 文件介绍	62
2.9.2 PIC168XA.H 介绍	63
2.10 其他头文件介绍	64
2.11 PICC 的中断服务程序的编制	65
2.12 在 C 中嵌入汇编指令	66
第 3 章 PROTEUS ISIS 使用介绍	
3.1 PROTEUS ISIS VSM 概述	67
3.2 PROTEUS ISIS 菜单介绍	68
3.2.1 File 菜单	69
3.2.2 View 菜单	69
3.2.3 Edit 菜单	70
3.2.4 Tools 菜单	70
3.2.5 Design 菜单	72
3.2.6 Graph 菜单	72
3.2.7 Source 菜单与 Debug 菜单	73
3.2.8 Library 菜单	73
3.2.9 Template 菜单	73
3.2.10 System 菜单	75
3.3 PROTEUS ISIS 标准工具栏介绍	76
3.4 PROTEUS ISIS 绘图工具栏介绍	79
3.5 仿真进程控制按钮介绍	86
3.6 元件库与常用元件介绍	86
3.6.1 元件库介绍	86
3.6.2 常用元件介绍	88
3.7 PROTEUS 绘制线路图实例	90
3.8 在 PROTEUS 中调试 PIC16 系列的 PICC C 程序	94
3.9 在 MPLAB IDE 的 PROTEUS VSM 中调试 PICC C 程序	100
第 4 章 PIC16F877A 单片机基本功能与编程	
4.1 输入/输出端口	105
4.1.1 端口 A	106
4.1.2 端口 B	106
4.1.3 端口 C	107
4.1.4 端口 D	108
4.1.5 端口 E	108

目 录

4.2	中 断	108
4.2.1	中断的概念	108
4.2.2	与中断有关的寄存器	110
4.2.3	中断的编程	113
4.3	TMR0 定时器	115
4.4	TMR1 定时器	120
4.5	TMR2 定时器	125
4.6	A/D 转换	127
4.7	CCP 模块	137
4.7.1	捕捉模式	138
4.7.2	比较模式	142
4.7.3	PWM 模式	151
4.8	比较器参考电压模块	154
4.9	比较器模块	158
4.10	USART 串行通信模块	163
4.10.1	与 USART 有关的寄存器	164
4.10.2	USART 波特率计算	165
4.10.3	奇偶校验	166
4.10.4	地址侦测功能	167
4.10.5	异步串行通信方式	168
4.10.6	同步串行通信	175
4.11	SPI 串行通信	187
4.11.1	与 SPI 有关的寄存器介绍	188
4.11.2	SPI 工作原理与操作	189
4.11.3	SPI 接口编程应用	192
4.12	I ² C 串行通信	196
4.12.1	一般说明	196
4.12.2	I ² C 时序	197
4.12.3	与 I ² C 相关的寄存器	198
4.12.4	寻 址	201
4.12.5	I ² C 主控工作方式	201
4.12.6	I ² C 从动工作方式	203
4.12.7	I ² C 多主机工作方式	204
4.12.8	I ² C 编程举例	204

4.13	EPROM、程序存储器 FLASH_ROM 的读写	210
4.13.1	EEPROM 的读写	210
4.13.2	FLASH_ROM 的读/写	211
4.14	系统功能	213
4.14.1	看门狗定时器(WDT)	213
4.14.2	SLEEP 的休眠工作方式	215
4.14.3	器件的配置位	218
4.15	PIC16F88x 系列单片机介绍	222
4.15.1	端口的差异	223
4.15.2	看门狗定时器的差异	224
4.15.3	具有门控功能的定时器 TMR1	225
4.15.4	比较器模块	227
4.15.5	A/D 转换模块	235
4.15.6	增强型 ECCP 模块	236
4.15.7	增强型同步/异步串行通信模块	239
第 5 章 单片机应用相关基础		
5.1	BCD 转换	242
5.1.1	使用减法的 BCD 转换算法	242
5.1.2	使用除法的 BCD 转换算法	243
5.1.3	两种 BCD 转换算法的比较	244
5.2	8 段数码管显示	244
5.2.1	数码管简介	244
5.2.2	动态显示程序设计	246
5.2.3	静态显示设计	250
5.3	字符型 LCD 使用	254
5.4	点阵型 LCD 使用	268
5.4.1	串口接线的 LCD HDG12864F-1	269
5.4.2	并口接线的 LCD HDG12864F-3	278
5.5	常用芯片的使用	279
5.5.1	3-8 译码器 74LS138 的使用	279
5.5.2	8 路模拟开关 CC4051 的使用	281
5.6	外扩 A/D 转换器的使用	283
5.7	D/A 转换器的使用	286
5.8	光电耦合器的使用	292

5.8.1	普通光电耦合器的使用	293
5.8.2	过零通断、双向可控硅输出的光电耦合器的使用	297
5.9	绝对值线路与电压平移线路	299
5.9.1	反相放大与同相放大线路	299
5.9.2	绝对值线路	300
5.9.3	电压上移线路	301
5.10	有源滤波器	303
5.10.1	低通滤波器	303
5.10.2	高通滤波器	304
5.10.3	带通滤波器	304
5.11	高共模抑制比的差动放大线路	305
5.12	直流电源应用实例	307
5.12.1	固定输出的单电源线路	308
5.12.2	固定输出的双电源线路	309
5.12.3	可调输出的单电源线路	309
5.12.4	可调输出的双电源	310
第 6 章 单片机应用综合实例		
6.1	频率计	311
6.1.1	【例 6.1】频率计 1	311
6.1.2	【例 6.2】频率计 2	317
6.2	基于 TC74 的温度监测与控制	321
6.2.1	TC74 的基本性能与参数	321
6.2.2	【例 6.3】基于 TC74 的温度监测与控制	321
6.3	一线式温度传感器系列组网与应用	333
6.3.1	DS18B20 的基本性能参数及结构	334
6.3.2	DS18B20 的命令与时序	338
6.3.3	单片机与单个 DS18B20 器件的通信	342
6.3.4	单片机与多个 1-Wire 器件的通信	351
6.4	RS-485 多机通信与 MODBUS 协议	361
6.4.1	RS-485 接口介绍	361
6.4.2	MODBUS 协议介绍	363
6.4.3	【例 6.6】RS-485 通信实例	366
附录 共用子程序		384
参考文献		388

第 1 章

PIC16 系列单片机与 MPLAB IDE 简介

1.1 PIC 系列 8 位单片机介绍

单片机,作为计算机的一个特殊的分支,在各领域中的应用越来越广。单片机的正式名称为微控制器(Micro Controller Unit,MCU)。全世界单片机的年产量以百亿计。PIC 系列单片机是美国 Microchip 公司的产品。Microchip 公司的单片机在 15 年前默默无闻,由于其齐全的功能、完善的技术支持、合理的价格等原因,现在其 8 位单片机的产量跃居世界第一,可谓突飞猛进。在我国,越来越多的技术人员正使用 PIC 系列单片机于他们的产品设计中。

PIC 系列单片机有 8 位、16 位和 32 位。在 8 位机中,又分为 10、12、16 和 18 系列,共有超过 250 款的单片机品种供用户选择。8 位机中绝大部分器件都有省电的睡眠工作方式、内部看门狗定时器(WDT)、上电定时器、掉电复位、代码保护。PIC16 系列单片机中的无跳转指令均为单指令周期指令,跳转指令为双指令周期指令。除 PIC18 系列中个别指令外的所有指令均为单字指令。表 1-1 为 4 个系列的 PIC 系列 8 位单片机的主要特点比较。

表 1-1 PIC 系列 8 位单片机的特点

系 列	指令位长	引脚数	程序存储器/字	RAM /字节	其他特性
PIC10	12	SOT-23:6 PDIP:8	256~512	16~24	内部 4 MHz/8 MHz 振荡器,1 个 8 位定时器,1 个比较器,2 级硬件堆栈,8 位 A/D 转换器,33 条指令
PIC12	12	8	0.5K~2K	25~128	内部 4 MHz/8 MHz 振荡器,1~2 个 8 位定时器,1 个 16 位定时器,比较器,2/8 级硬件堆栈,中断功能,8/10 位 A/D 转换器,最大时钟 20 MHz,33/35 条指令

续表 1-1

系 列	指令 位长	引脚数	程序存 储器/字	RAM /字节	其他特性
PIC16	14	14~64	0.5K~16K	25~1 024	内部 32 kHz~8 MHz 振荡器,8/16 位定时器,比较器,8 级硬件堆栈,中断功能,10/12 位 A/D 转换器,USART,SPI,I ² C,电压参考模块,比较器模块,最大时钟 20 MHz,35 条指令
PIC18	16	14~64	2K~64K	256~3 968	内部 32 kHz~8 MHz 振荡器,8、16 位定时器,比较器,8 级硬件堆栈,中断功能,10 位 A/D 转换器,USART,SPI,I ² C,电压参考模块,比较器模块,最大时钟 32/64 MHz,CAN、USB,硬件乘法器,75 条指令

注:不是所有的器件都有所有的特性,详细介绍可参阅相关器件数据手册。

由表 1-1 看出,PIC18 系列与 PIC16 系列相比,其最主要的差别是它有一个硬件乘法器,能在一条指令内完成 8×8 的乘法运算,同时,它的程序存储器最大可达 64 K 字,通用数据存储器最大可达 3 968 字节,适合于对单片机要求较高、程序比较复杂的产品。

PIC16F87XA(这里的“X”代表相关数字,如 3、4、6、7 等,下同)是 PIC16 系列中的一个重要的产品系列,它取代了 PIC16F87X。在 PIC16F87XA 中,PIC16F877A 的功能较全,因此本书以此单片机作为主要介绍对象。读者掌握了 PIC16F877A 后,使用 PIC 系列的其他单片机就很容易了。目前 Microchip 公司还重点推出 PIC16F88X 单片机,它总体上与 PIC16F87XA 差不多,但比 PIC16F87XA 的使用更为方便灵活。因此,在 4.15 节中将专门详细介绍 PIC16F887 单片机的特点及使用。本书中有的例子用到了 PIC 系列其他型号单片机,顺便会简单介绍其特点。

在本书中,有时把 PIC16F877A 简称为 877A,其他型号的单片机也如此。

1.2 PIC16F87XA 的主要参数与功能

1.2.1 PIC16F87XA 的引脚与主要参数

PIC16F87XA 中有 4 种产品,其主要区别是封装为 28 脚或 40 脚(指 DIP 封装)和程序空间为 4 K 字或 8 K 字,详细如表 1-2 所列。

表 1-2 PIC16F87XA 的主要参数

型 号	程序 /字	通用寄 存器/字节	EEPROM /字节	I/O 数	10 位 AD 通道数	CCP	MSSP		USART	定时器 8/16 位	比较器/ 电压参考
							SPI	I ² C			
PIC16F873A	4 096	192	128	22	5	2	✓	✓	✓	2/1	2/1
PIC16F874A	4 096	192	128	33	8	2	✓	✓	✓	2/1	2/1
PIC16F876A	8 192	368	256	22	5	2	✓	✓	✓	2/1	2/1
PIC16F877A	8 192	368	256	33	8	2	✓	✓	✓	2/1	2/1

同一型号不同封装的单片机引脚分布不同,有的甚至连引脚数都不同,在使用时,特别是在设计 PCB 板时要注意。873A 和 876A 是 28 脚,它有 4 种封装,即 PDIP、SOIC、SSOP 和 QFN,如图 1-1 所示。874A 和 877A 也有 4 种封装,分别为 40 脚的 PDIP、44 脚的 QFN、PLCC 和 TQFP,如图 1-2 所示。如无特别说明,本书所说的封装均指 PDIP 封装。图 1-1 和图 1-2 的引脚上的箭头方向表示引脚的输入/输出方向,双向箭头“↔”表示此引脚可为输入或输出,指向引脚内的箭头表示此引脚只能用作输入,指向引脚外的箭头表示此引脚只能用作输出。

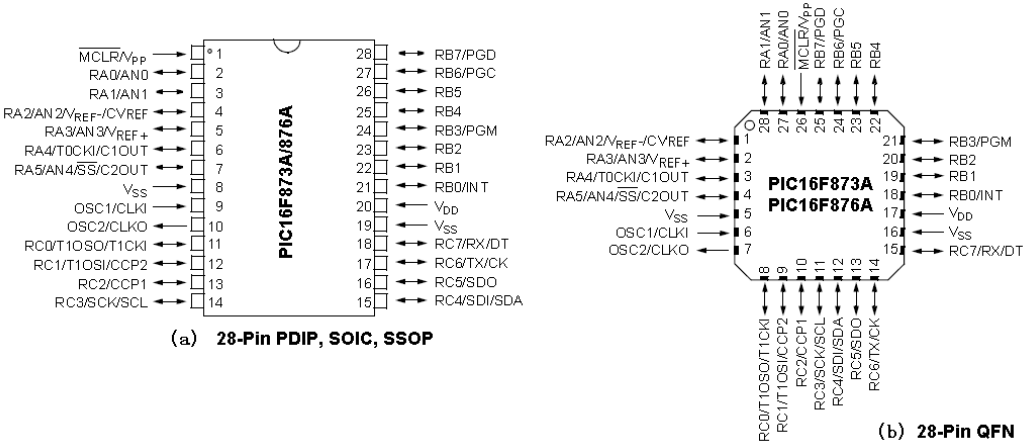


图 1-1 873A 与 876A 的不同封装引脚图

不同封装的引脚间距不同,表 1-3 给出了所用到的封装的引脚间距,其中 mil 是毫英寸,因为在 PCB 制板时常用此单位,故也一并给出,100 mil=2.54 mm。如要制作 PCB 板,应认真查阅相关单片机芯片数据手册中的封装信息,以免出错。

第 1 章 PIC16 系列单片机与 MPLAB IDE 简介

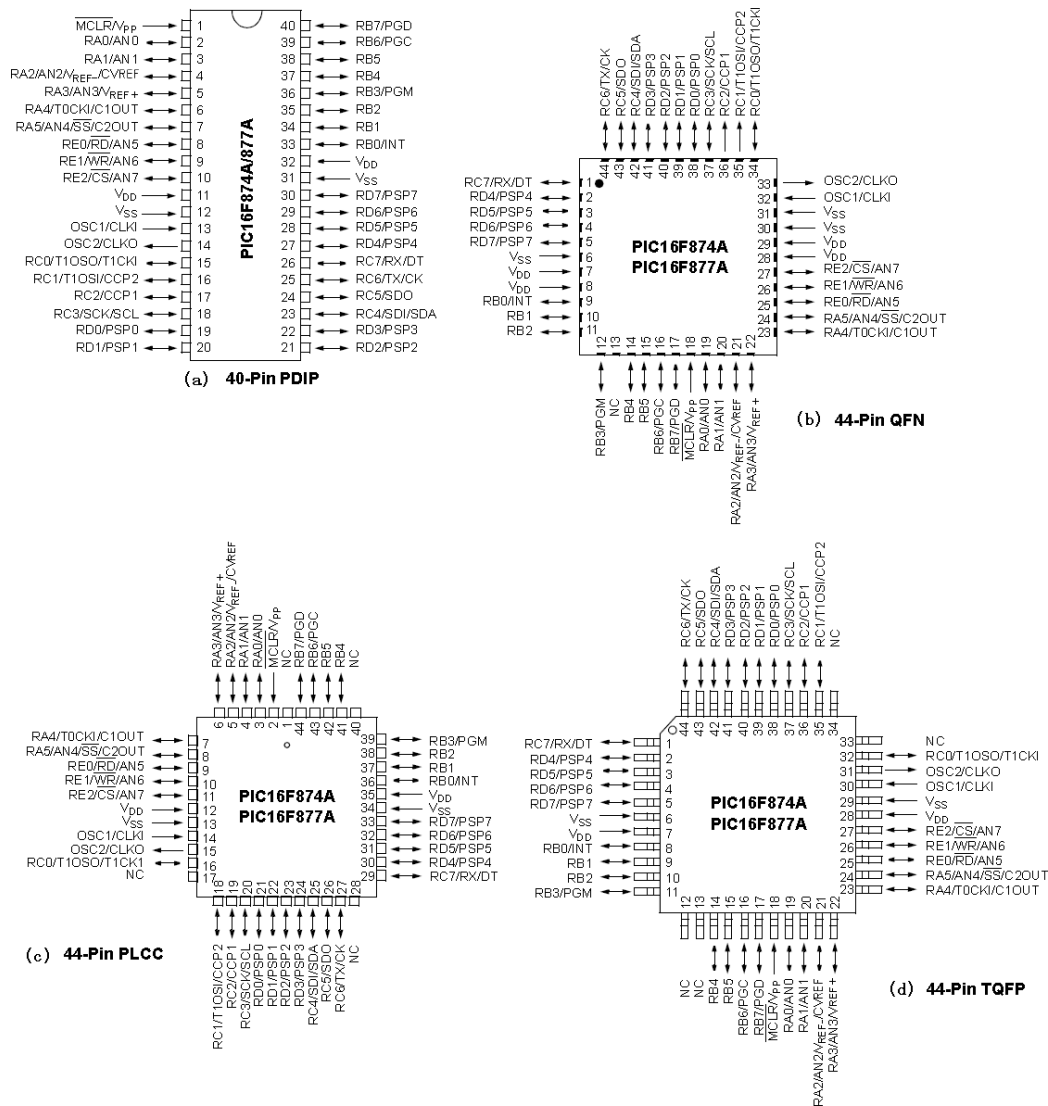


图 1-2 874A 与 877A 的不同封装引脚图

表 1-3 不同封装芯片的引脚间距

封 装	引脚间距	
	mil	mm
PDIP	100	2.54
PLCC	50	1.27

续表 1-3

封 装	引脚间距	
	mil	mm
SOIC	50	1.27
TQFP	31	0.8
QFN	26	0.65
SSOP	26	0.65

1.2.2 PIC16F877A 的主要功能

在 87XA 的 4 种产品中,877A 属于功能最全的一种产品,故本书以此型号为主加以介绍。如不特别说明,所用的单片机均指 PIC16F877A。

除了表 1-2 的参数外,PIC16F877A 的主要资源及功能如下:

- 3 个定时器,2 个 8 位,1 个 16 位;
- 2 个 CCP 模块,即捕捉、比较、脉宽调制模块;
- 1 个同步串行接口,SPI 与 I²C;
- 1 个通用同步/异步串行通信接口 USART;
- 1 个并行从动口;
- 上电复位(POR);
- 掉电复位(BOR);
- 低功耗睡眠工作方式;
- 8 路 10 位 A/D 转换器;
- 2 个模拟电压比较器;
- 1 个参考电压发生器;
- 8 级硬件堆栈;
- 可擦写 10 万次的 FLASH 程序存储器;
- 可擦写 100 万次的 EEPROM,其数据可保持 40 年以上;
- 可自编程及在线编程;
- 看门狗电路(WDT);
- 程序代码保护。

1.2.3 PIC16F877A 的程序存储器与数据存储器

877A 的程序存储器空间为 8K 字,即最多可存 8 192 条指令,其结构图如图 1-3 所示。877A 的程序存储器分为 4 页,每页 2K 字。硬件为 8 级堆栈,意味着除中断外,能最多嵌套连续 7 级的子程序调用。程序计数器(PC)为 13 位, $2^{13} = 8\ 192$,正好能寻址 8K 字的程序存储器空间。

PIC16 系列单片机的复位向量为 0,而早期的产品如 PIC16C5X 系列的复位向量是在程序的最后单元。复位向量指的是当由于各种原因产生单片机复位时,程序是从复位向量即 0x0000 开始执行的。

PIC16 系列单片机的中断向量为 0x0004。中断向量指的是当单片机产生中断时,硬件将 PC 指针强制指向该中断向量,即程序自动跳转到 0x0004。

877A 的数据存储器结构如图 1-4 所示。PIC16 系列单片机的数据存储器分为 4 个体(bank),即 bank0~bank3,也称为体 0~体 3。

图 1-4 中已命名的寄存器为特殊功能寄存器,未命名的为通用寄存器,通用寄存器可供用户自由使用。图 1-4 中体 1~体 3 中映射到 70h~7Fh 单元的寄存器,实际上就是 70h~7Fh 单元中的寄存器,只是可以在不同的体中直接存取,便于编程。图 1-4 中灰色单元不能使用。图 1-4 中的特殊功能寄存器名称是在汇编程序中定义的,PICC 中定义的特殊功能寄存器绝大部分与之相同,但也有特殊情况,在用 PICC 的 C 语言编程中要引起注意。

在 PIC16 系列单片机汇编编程中,数据存储器的分体及程序存储器的分页是学习 PIC16 系列单片机中遇到的主要难点,对于初学者来说更是如此。但使用 PICC C 编程后,这个最主要的难点没有了,因此本书不详细介绍数据存储器分体与程序存储器的分页,有兴趣的读者可参阅其他相关书籍。

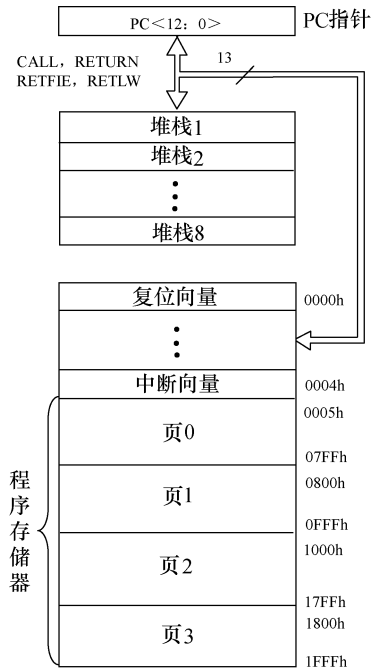


图 1-3 877A 的 FLASH 程序存储器结构图