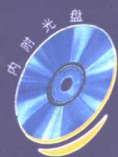


工控与电子精品图书

PIC



16F87X

快 速 上 手

何信龙 李雪银 编著

PIC

16F87X

快 速 上 手



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



PIC16F87X 快速上手

何信龙 李雪银 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

北京市版权局著作权合同登记号：01-2001-3541 号

本书繁体字版由全华科技图书股份有限公司出版，版权归全华科技图书股份有限公司所有。本书简体字中文版由全华科技图书股份有限公司授权清华大学出版社出版。专有出版权属清华大学出版社所有，未经本书原版出版者和本书出版者的书面许可，任何单位和个人不得以任何形式或任何手段复制或传播本书的部分或全部。

内 容 简 介

PIC16F87X 系列单片机是美国 Microchip 公司最新推出的中档 8 位单片机，是其第二代具有 FLASH 程序存储器的产品，并且内置 ICD 功能，支持在线串行编程，同时也与其他型号的单片机保持了良好的兼容性。

本书着重介绍了 PIC16F87X 单片机的硬件结构和软件指令，并结合程序实例加以说明；同时也介绍了 MPASM 汇编语言，以及 PIC16F87X 所支持的 MPLAB-ICD 系统开发软件。本书可以作为单片机开发和学习的一本很好的参考用书。

版权所有，翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签，无标签者不得销售。

书 名：PIC16F87X 快速上手

作 者：何信龙 李雪银 编著

出 版 者：清华大学出版社(北京清华大学学研大厦，邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑：朱英彪

印 刷 者：清华大学印刷厂

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本：787×1092 1/16 印张：16.75 字数：380 千字

版 次：2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 7-900637-27-3

印 数：0001～5000

定 价：29.00 元(附光盘)

《工控与电子精品系列图书》序

“以信息化带动工业化”是我国今后几年乃至更长时间第二产业发展的主题，也是我国科学技术发展的必由之路。21 世纪之初既有机遇又有挑战，作为一个工程技术人员怎样面对挑战而抓住机遇，使自己乘上工业化的快车！

每一位工程技术人员需要不断地去学习、去实践，丰富自己，才能跟上科技的步伐从而更适应激烈竞争的环境。本系列丛书完全从这个角度出发，使读者反复于学习与实践之间，不仅可以领会理论的精髓更可以掌握开发的技巧。

本系列丛书有以下特点：

实例丰富而详尽

针对目前市场图书现状，本系列丛书大多数以应用实例为主，其中有几本为应用实例集。文中所涉及硬件均有完整的电路图和源程序，更可贵的是大多数源程序都配有详尽的注释。涉及到操作步骤，更是详细而有序，手把手教习读者去开发真正的产品。

涉及范围广而精

本系列丛书针对目前乃至今后市场需求，由最底层的微电子技术到 EDA 工程，由信号处理技术到 DSP，由测控技术到单片机，由宽带网技术到智能建筑，讲解机理透彻，应用实例实用经典。本系列丛书还侧重于新技术的推广，为我国迎头赶上先进技术提供一些启发。

读者定位准确

本系列丛书中的每一本都是针对不同的工程技术人员，涉及到电子和工控行业大多数的技术人员，让每一位读者都可以找到适合自己的技术书籍。

本系列丛书的选题策划、稿件编辑，得到了广大高校教师和业内工程技术人员的大力支持与合作，才使得我们这个系列丛书能够以较高水准面向广大读者，在此表示衷心的感谢！

希望每一位工程技术人员走向各自事业的成功！

《工控与电子精品系列图书》策划委员会

2001 年 8 月

《工控与电子精品系列图书》策划委员会

主 编： 王俊峰

总策划： 李华君 曾 刚

策 划： 曾 刚 朱英彪 苗建强 刘建昌 陈仕云 许存权

作 者 序

Microchip 终于推出内置 ICD 功能的 PIC16F87X 单片机了，这实在是很令人振奋的消息，特别是对考虑经济因素的学习者来说，终于可以用比较低的成本来学习 PIC 单片机了。因此对使用者来说，这的确是一大福音；而对 Microchip 来说，也是推广 PIC 单片机的最佳武器。

PIC 单片机内置 ICD 功能的做法有点像 DSP 上使用 JTAG 接口的做法，都是整合调试功能于单片机中，因此软件开发的工程会变得更方便，更有效率。但在刚推出的初期，最大的获利者还是要算教育单位与初学者了，至于业界能否完全接受，并不只是有没有 ICD 的问题，还得接受一段时间的考验。

笔者过去在使用 PIC 单片机时一直是使用硬件 ICE 来开发软件，此次试用 PIC16F87X 搭配 ICD 模块，虽然功能与效率略逊于硬件 ICE，但若把硬件的投资成本考虑进来，那么 PIC16F87X 的开发工具套件可以说是既便宜又大碗。因此，如果你想学习 PIC 的新手，那么 PIC16F87X 会是你入门的最佳选择。

本书得以出版和 Microchip 公司有着相当密切的关系，因此在这里要特别感谢 Microchip 台湾分公司——美商高雄电子公司，除了提供笔者技术上的问题支持，也对本书得以出版提供了不少协助。另外本书中所附的技术资料光盘也是该公司免费赞助的，不但增加了本书的丰富性，也让读者拥有更完整的技术资源与支持，特此致谢。在从事 PIC 相关研究的同时，读者若有相关的问题需要协助可以电话咨询（TEL：02-2717-7175），或者参加 Microchip 公司定期举办的培训课程，既可以获得第一手的 Microchip 产品信息，又可以从中得到完整的培训。

另外，如果读者对本书的内容有不同的意见或发现错误的地方，也欢迎来信指正，您可以通过全华公司转交来信，也可以使用 E-mail: hsl@ms12.url.com.tw 和笔者联络，谢谢！

何信龙 李雪银

前 言

PIC16F87X 单片机是美国 Microchip 公司 PIC 系列单片机中较为特殊的一个小系列。该系列的单片机包括了 PIC 单片机系列所提供的大部分外围功能模块，与 PIC16C7X 的芯片基本是兼容的，但在功能上还是增加了不少特点，这就是为什么将这本书奉献给广大单片机开发人员的原因；另外 PIC16F87X 系列非常适合初学者学习 PIC 系列单片机，所以本书也适合于大中专院校的教师、学生以及业余电子爱好者。

PIC16C7X 是 PIC 中档单片机中功能最强大的单片机，而 PIC16F87X 则是此强大系列中的 Flash 版本，而且还有一些更强的功能。除了程序存储器是 Flash 的，内置 EEPROM 也是 PIC16F87X 的一大特点，更加方便的是对 EEPROM 的访问是以存储器映像的方式来控制存取的；中断也增加了两个，为控制片内存储器读取提供极大的方便；ICD 的功能更是 PIC16F87X 的一大特色，使初学者非常方便且无须多花费用就可以很方便地学习到 PIC 中档单片机的全部功能；对于用到 A/D 转换的开发者来说，PIC16F87X 为他们提供了转换精度高达 10 位的 A/D 转换模块；另外完整 MSSP 模块更好地支持了 I²C 通讯模式。这些功能在书中都有较为详尽的阐述。

另外本书所配光盘原书为两张，为了降低本书的定价，经过权衡后将两张光盘合而为一，保留了其中的 Microchip 的技术资料（产品简介、Data Book、MPLAB 软件、应用范例集等），而原有的浏览器软件、Adobe Acrobat、Winzip 等软件都已去掉，这些必需的软件请读者自行解决。

衷心希望本书的出版能够为国内广大单片机开发人员带来一些帮助，为 PIC 单片机的初学者带来许多帮助和乐趣，让每一位开发者都能走向成功！

策划委员会

2001 年 9 月

目 录

第 1 章 PIC16F87X 简介	1
1.1 PICmicro™ 系列单片机介绍	2
1.1.1 PIC12CXXX 系列	3
1.1.2 PIC16C5X 系列	4
1.1.3 PIC16CXXX 系列	5
1.1.4 PIC17CXXX 系列	6
1.1.5 PIC18CXXX 系列	7
1.2 Why PIC16F87X?	7
1.3 PIC16F87X 介绍	8
1.4 PIC16F87X 摘要说明	10
1.4.1 PIC16F87X 微处理器的核心特点	10
1.4.2 PIC16F87X 外围特点	11
1.5 PIC16F87X 与 PIC16C7X 的差异	11
1.6 注解说明	12
1.7 PIC 单片机 PART NUMBER 说明	13
1.8 Microchip CD ROM	13
第 2 章 PIC16F87X 单片机结构	15
2.1 PIC16F87X 核心结构	16
2.2 单片机的振荡时钟	17
2.3 指令周期与指令流程	20
2.4 PIC16F87X 内部功能结构	21
2.5 引脚功能描述	24
第 3 章 存储器结构	29
3.1 前言	30
3.2 PIC16F87X 的程序存储器	30
3.3 PIC16F87X 的数据存储器	32
3.4 Data EEPROM 和 Flash ROM	38
3.4.1 EEPROM 简介	38
3.4.2 Data EEPROM 和 Flash ROM 简介	39
3.4.3 EEPROM 的读取	42
3.4.4 EEPROM 的写入	43
3.4.5 Flash ROM 的读取	44
3.4.6 Flash ROM 的写入	45
3.4.7 EEPROM 和 Flash ROM 的保护机制	47

第4章 单片机核心探讨.....	49
4.1 算术逻辑单元与工作寄存器.....	50
4.2 状态寄存器.....	50
4.3 程序计数器.....	52
4.4 堆栈.....	56
4.5 直接寻址与间接寻址.....	57
4.6 选择寄存器.....	58
4.7 中断.....	59
4.7.1 PIC16F87X 的中断.....	60
4.7.2 中断程序的开始与结束.....	61
4.7.3 中断相关寄存器.....	63
4.8 看门狗定时器.....	68
4.9 电源控制寄存器.....	69
4.10 单片机的复位.....	70
4.10.1 上电复位.....	71
4.10.2 内部掉电复位.....	72
4.10.3 WDT 与外部引脚低电平复位.....	73
4.10.4 单片机开启程序.....	73
4.10.5 复位后的寄存器状态.....	75
4.11 休眠模式.....	77
4.12 配置字以及单片机的标示与保护.....	79
第5章 输入输出端口.....	81
5.1 输入输出端口简介.....	82
5.2 PORTA 端口.....	83
5.3 PORTB 端口.....	85
5.4 PORTC 端口.....	87
5.5 PORTD 端口.....	89
5.6 PORTE 端口.....	90
5.7 并行从动端口.....	92
第6章 定时器模块与 CCP 模块.....	95
6.1 定时器模块介绍.....	96
6.1.1 TIMER0.....	97
6.1.2 TIMER1.....	99
6.1.3 TIMER2.....	102
6.2 CCP 模块介绍.....	104
6.2.1 捕捉功能.....	106
6.2.2 比较功能.....	107
6.2.3 PWM 功能.....	108
第7章 模拟数字转换器模块.....	113
7.1 A/D 转换器模块.....	114

7.2	A/D 转换模块的使用.....	118
7.3	A/D 转换原理.....	119
7.3.1	A/D 转换采样.....	120
7.3.2	A/D 时钟选取.....	121
7.3.3	A/D 分辨率与速度的选择.....	122
7.3.4	A/D 转换流程.....	123
7.4	A/D 转换模块的特性.....	125
7.4.1	休眠模式下的 A/D 转换.....	125
7.4.2	CCP 模块与 A/D 转换的搭配.....	125
7.4.3	A/D 转换模块的复位.....	125
7.4.4	A/D 转换的传递函数.....	126
第 8 章	同步串行端口模块.....	127
8.1	PIC16F87X 的串行通信模块.....	128
8.2	SPI 串行通信模块.....	128
8.2.1	SPI 工作方式下的相关寄存器.....	129
8.2.2	SPI 方式工作原理.....	133
8.2.3	SPI 主控方式.....	134
8.2.4	SPI 从动方式.....	135
8.3	I ² C 串行通信方式.....	136
8.3.1	I ² C 串行通信方式简介.....	136
8.3.2	I ² C 总线的通信协议.....	137
8.3.3	I ² C 方式下相关寄存器.....	140
8.3.4	I ² C 从动方式.....	143
8.3.5	I ² C 的通用地址寻址.....	145
8.3.6	I ² C 主控方式简介.....	146
8.3.7	I ² C 主控发送方式.....	148
8.3.8	I ² C 主控接收方式.....	150
8.3.9	I ² C 主控方式启动位的时序.....	151
8.3.10	I ² C 主控方式重启动位的时序.....	153
8.3.11	I ² C 主控方式停止位的时序.....	155
8.3.12	I ² C 主控方式应答信号位的时序.....	156
8.3.13	多主机方式下应考虑的因素.....	158
第 9 章	通用同步异步接收发送器模块.....	159
9.1	USART 串行通信模块.....	160
9.2	USART 模块相关寄存器.....	160
9.3	USART 中的波特率发生器.....	163
9.4	USART 的异步工作方式.....	164
9.4.1	USART 的异步发送方式.....	165
9.4.2	USART 的异步接收方式.....	168
9.4.3	USART 异步接收方式的寻址应用.....	170
9.5	USART 的同步工作方式.....	172

9.5.1	USART 的同步主控发送方式	172
9.5.2	USART 的同步主控接收方式	174
9.5.3	USART 的同步从动发送方式	175
9.5.4	USART 的同步从动接收方式	177
第 10 章	PIC16F87X 指令集	179
10.1	PIC16F87X 的指令	180
10.1.1	字节操作指令	183
10.1.2	位操作指令	183
10.1.3	立即数操作与控制操作指令	183
10.2	PIC16F87X 指令集说明	184
第 11 章	MPASM 汇编语言	201
11.1	C 语言与汇编语言	202
11.2	汇编语言编译器	202
11.3	MPASM 的环境与使用	203
11.4	MPASM 的伪指令	205
11.5	头文件	208
11.6	MPASM 的宏指令	215
第 12 章	MPLAB-ICD	219
12.1	MPLAB-ICD 简介	220
12.2	MPLAB-ICD 开发工具套件	221
12.2.1	MPLAB-ICD 硬件	222
12.2.2	MPLAB-ICD 软件	224
12.3	MPLAB-IDE 简介	225
12.4	MPLAB-IDE 的安装	226
12.5	开始使用 MPLAB	227
12.5.1	工作环境的设定	228
12.5.2	MPLAB-ICD 的设置	229
12.6	MPLAB 项目文件	233
12.6.1	项目文件的建立	233
12.6.2	项目文件的编译	235
12.6.3	MPLAB 环境设定	237
12.7	在 MPLAB 中进行程序调试	239
12.7.1	MPLAB 的程序仿真环境	240
12.7.2	MPLAB 的程序调试	242
12.7.3	简单的测试程序	244
12.7.4	MPLAB 的程序调试	246
12.7.5	MPLAB 的其他选项	247

第 1 章

PIC16F87X 简介

1.1 PICmicro™ 系列单片机介绍

PICmicro™ 系列的单片机是由美国 Microchip 公司推出的 8 位单片机，基本上 PIC 单片机的发展都朝着高性能、低价及小型化的方向前进，提供最佳的性价比 (Price/Performance Ratio)，因此一上市后便获得广大的反响，受到工业界的广泛欢迎与采用，到 1997 年时其 8 位单片机市场的占有率已经位居世界第二位。从 Microchip 对自己的期望与定位——The Embedded Control Solutions Company，我们就可以看到 PICmicro™ 系列的单片机确实已经提供了完整的嵌入式控制系统解决方案。

虽然 PIC 都是 8 位的单片机，但都采用 RISC (Reduced Instruction Set Computing) 核心结构，这有别于过去一般的 CISC (Complex Instruction Set Computing) 结构。所谓 RISC 结构即是采用哈佛 (Harvard) 双总线结构，将地址总线与数据总线分开，因此在同一个指令执行过程中，数据与地址可以同时传送，避免了总线处理上的瓶颈。

PICmicro™ 家族的成员众多，不同的单片机都具有不同的功能搭配和市场定位。因此在确定好所需要的功能之后，工程师们有相当多的选择去寻找最适合的单片机；而且最重要的是这些单片机的外围功能和指令都是向上兼容的，因此即使在开发过程中发现所选的单片机不适合而必须更换另外一种时，也不会付出太大的转换代价。

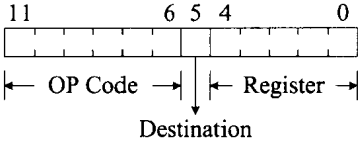
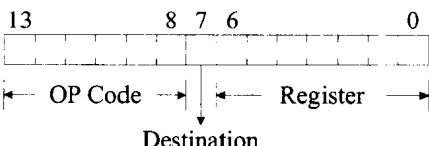
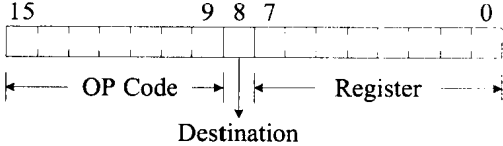
一般情况下，PICmicro™ 单片机可以分为基本型、中档型和高档型三类，区分的准则是单片机程序地址宽度 (Program Word) 的不同。地址宽度有 12 位、14 位及 16 位，分别代表了基本型、中档型和高档型三种类型的单片机系列：

- ✎ 基本型 (Base-Line) : 12 位指令字
- ✎ 中档型 (Mid-Range) : 14 位指令字
- ✎ 高档型 (High-End) : 16 位指令字

如果从单片机的型号来区分，则包括 PIC12CXXX、PIC16C5X、PIC16CXX、PIC17CXXX 以及 PIC18CXXX。每个家族间的差异除了程序存储器的位宽不同，也就是指令字 (Instruction Word) 的位数不同外，还有其他像外围、引脚数目、速度等的差异，表 1.1 所示的是四个家族系列在指令字上的差异比较。

从表 1.1 中我们可以看到，PIC12CXXX 系列又可分为 PIC12C5XX 与 PIC12C6XX 两个家族，这样分主要是因为 PIC12C5X 使用的是和 PIC16C5X 相同的核心，而 PIC12C6XX 使用的是和 PIC16CXX 相同的核心。这样的分类其实只是一个初浅的介绍，事实上每一个单片机都有外围的不同、功能的不同、存储器形态的不同、封装形式不同等区别。要了解不同单片机的差异，最好的方法就是参考 Microchip 的 Product Line Card 这份文件，而且这份文件基本上是每季更新的，内容主要是对整个 Microchip 公司的产品作简略介绍与比

表 1.1 PIC 系列单片机家族在指令字上的差异比较

PIC 家族	指令字长	指令字格式
PIC12C5XX PIC16C5X	12-Bit	
PIC12C6XX PIC16CXX	14-Bit	
PIC17CXXX PIC18CXXX	16-Bit	

较，除了单片机外还有其他像 EEPROM、系统开发等方面的比较。对于要用 PIC 而不知如何选择工程师来说，这可是一份相当好的参考资料。以文件中单片机部分的比较表来说，其中详细地列出了每一型号单片机的差异，包括内置有哪些外围设备、I/O 口的数目、程序存储器与数据存储器的尺寸、最快的动作时钟、定时器数目等。当你在面对众多的 PIC 单片机成员而犹豫不决时，这份文件可以帮助你迅速地找到合适的 PIC 单片机。这份文件已包含在技术光盘片中，也可以在 Microchip 的网站上找到。

下面我们对这些不同家族的单片机作一些较为基本的介绍。

1.1.1 PIC12CXXX 系列

PIC12CXXX 家族的单片机是世界上第一种 8 个引脚的 RISC 结构单片机，采用 DIP 与 SOIC 封装。虽然只有 8 个引脚，但功能却不少，可谓是麻雀虽小、五脏俱全。PIC12CXXX 家族中主要又可分为两类，PIC12C5XX 与 PIC12C6XX 两者间的差异在于核心的不同。不过对使用者来说，较明显的差异在于内部 ROM 与 RAM 的大小有所不同；而且 PIC12C6XX 具有中断的功能，也内置模拟/数字转换模块（Analog to Digital Converter Module, A/D）的外围，还可以运行在更高的时钟速度。

表 1.2 中列出了 PIC12CXXX 所有成员的比较，图 1.1 所示的是 PIC12CXXX 的引脚图。在表 1.2 中可以发现有 PIC12CEXXX 的单片机，CE 代表内置 EEPROM，使用时是采用双向的 I²C 串行通信协议，对于需要使用 EEPROM 的应用而言，它是非常适合的，特别是对于决定要使用 PIC12C 系列的使用者来说，可以减少串行通信引脚，也可以缩小零件的面积。基本上，存储器产品也是 Microchip 公司的另外一项主力产品，在 PIC 中结合了 EEPROM

对使用者来说可以省下许多外挂 EEPROM 的空间和设计余量。

另外表 1.2 中与图 1.1 中还有 PIC12C508A 与 PIC12C509A 并未列出, 多一个 A 的差异主要在于电压范围的不同, 制作的技术也有差异, 事实上这种 A 大多是代表比较新的版本, 读者可以查阅 Data Book 来了解其中的差异。

表 1.2 PIC12CXXX 家族成员

TYPE	Program Memory	RAM	Max MHz	I/O Port	A/D	Timer	EEPROM
PIC12C508	512×12	25	4	6	--	1+WDT	--
PIC12C509	1024×12	41	4	6	--	1+WDT	--
PIC12CE518	512×12	25	4	6	--	1+WDT	16×8
PIC12CE519	1024×12	41	4	6	--	1+WDT	16×8
PIC12C671	1024×14	128	10	6	4	1+WDT	--
PIC12C672	2048×14	128	10	6	4	1+WDT	--
PIC12CE673	1024×14	128	10	6	4	1+WDT	16×8
PIC12CE674	2048×14	128	10	6	4	1+WDT	16×8

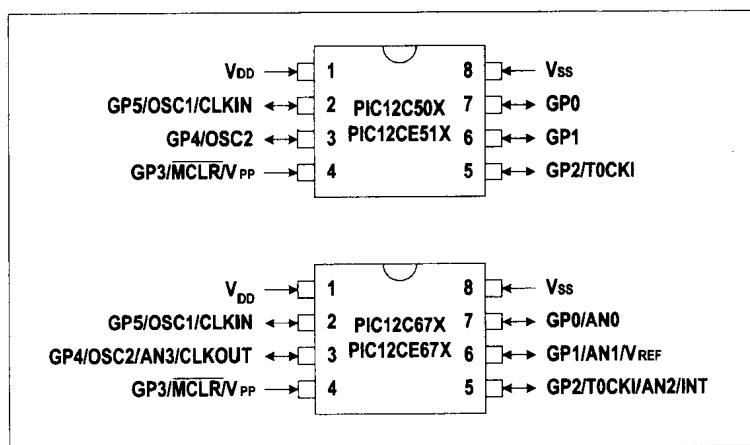


图 1.1 PIC12CXXX 系列单片机引脚

1.1.2 PIC16C5X 系列

PIC16C5X 系列所包含的成员就比较多了, 它是 PIC 单片机系列中入门型的单片机, 只配备一些基本的外围, 没有 A/D 转换器, 没有串行通信端口, 没有 CCP 模块, 也没有中断, 最高速度可以到 20MHz。

表 1.3 中列出了 PIC16C5X 主要成员 (并非全部) 的比较, 图 1.2 所示的是 PIC16C5X 的引脚图。

表 1.3 PIC16C5X 家族成员

TYPE	Program Memory	RAM	Max MHz	I/O Port	A/D	Timer	in
PIC16C52	384×12	25	4	12	--	1	8
PIC16C54	512×12	25	20	12	--	1+WDT	8
PIC16C55	512×12	24	20	20	--	1+WDT	8
PIC16C56	1024×12	25	20	12	--	1+WDT	8
PIC16C57	2048×12	72	20	20	--	1+WDT	8
PIC16C58	2048×12	73	20	12	--	1+WDT	8

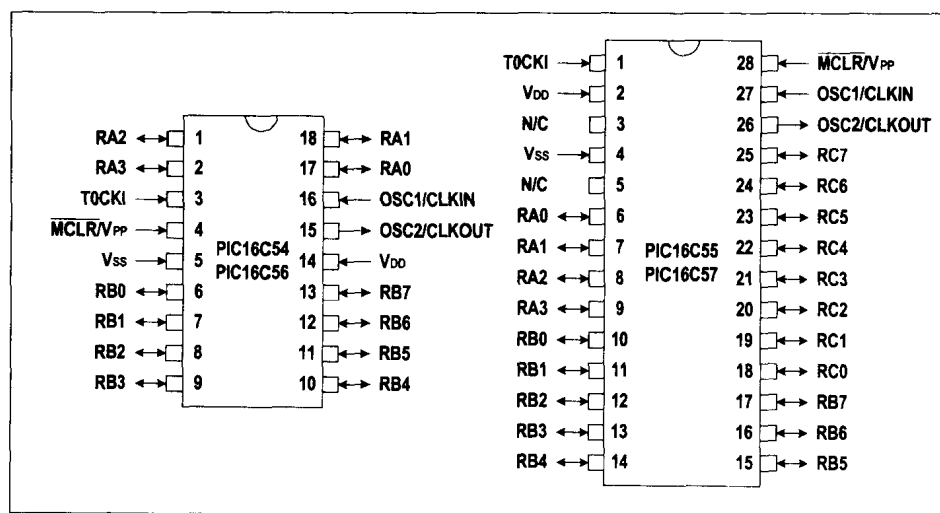


图 1.2 PIC16C5X 家族单片机引脚图

1.1.3 PIC16CXXX 系列

比起 PIC16C5X 系列, PIC16CXXX 加入了更多的外围供选择, 最重要的是开始提供了 4~12 个中断源的中断 (Interrupt) 功能。因此工程师在电路的设计或软件的编程时有了更大的弹性, 中断的数目根据家族中成员的不同而异, 另外还有 CCP 模块可以选择。由于 PIC16CXXX 的家族成员实在很多, 引脚数目从 18 个到 64 个的单片机都有, 碍于篇幅无法在文中作完整的比较与介绍, 下面仅列出部分的系列成员来大概的说明, 详细的规格差异请读者自行查询 Data Book。

在 PIC16CXXX 的家族成员中, PIC16C55X 是功能与外围都比较简单的单片机, 只有 18 个引脚 (DIP 封装), 相对于 PIC16C5X, 最主要是多了中断的功能, 其他部分则差别不大。PIC16C62X 系列是 18 个引脚的单片机, 增加了电源电压低侦测 (Brown-out Detection) 的功能, 另外内置一组比较器模块, 里面包含了 2 个模拟比较器。接下来是 PIC16C6XX 系列, 与 PIC16C62X 系列相较, 所提供的 I/O 引脚增加了, ROM 和 RAM 的区块大小也增加了。PIC16C6X 家族增加了不少功能, 主要支持各种工作方式的串行通信端口, 比较器

模块没有了，取而代之的是 CCP 模块（一组或两组）；CCP 模块（Capture/Compare/PWM）是集捕捉、比较与脉宽调制三项功能于一身的多功能模块，必须搭配定时器（Timer）的使用，因此所提供的 Timer 也增加为 3 个。PIC16CE6X 则是内置 EEPROM 的单片机。PIC16C7X 系列，这也是本书要介绍的主角，它的引脚数从 18 个到 40 个都有，提供 A/D 转换模块、串行通信端口，还有 CCP 模块。另外还有 PIC16C8X，为 18 个引脚的 EEPROM 或 Flash 单片机（Flash 形态的为 PIC16F8X）。最后是 PIC16C92X 家族，为 64 个引脚的单片机，最主要的差异是提供了 LCD 控制模块。

值得一提的是在当今个人计算机市场中，在 USB 接口成为新的串行标准之后，USB 产品也逐一问世，Microchip 已经在从事 USB 外围的支持，而且是结构在 PIC16C7X 的单片机之上（PIC16C745/765），因此对于未来要从事 USB 接口开发的应用者来说，也是一大福音。另外，Microchip 开发了 PIC16F87X 的单片机，这种单片机就是本书的主角，其实它就是 PIC16C7X 的 Flash 版本，而且在某些功能上比 PIC16C7X 更完整。最重要的特色是 PIC16F87X 内置有 ICD（In-Circuit Debug）功能，可以在不需要 ICE 的情况下进行软件的开发，利用一个转接头连接电路与 PC 相连，就可以直接把程序代码下载到单片机中，进行仿真调试的工作。这对于抱着学习目的来使用 PIC 的人来说可算是低价而又方便的学习方案。

看到这里相信读者可能会感觉有一点混乱，不过没有关系，每个单片机家族的差异并不需要强记在心中，只要在需要的时候再查询即可，这里就做个大概的分类，下面在表 1.4 中列出了 PIC16CXXX 中各系列单片机的比较以供读者做大概的参考。

表 1.4 PIC16CXXX 家族成员

TYPE	Pin Number	A/D	Max MHz	Serial I/O	Brown Out Detection	Comparator	Timer
PIC16C55X	18	No	20	No	No	No	1+WDT
PIC16C62X	18	No	20	No	Yes	Yes	1+WDT
PIC16C6XX	28-40	No	20	No	Yes	Yes	1+WDT
PIC16C6X	18-40	No	20	Yes	Yes	CCP	3+WDT
PIC16C7X	18-40	Yes	20	Yes*	Yes	CCP	3+WDT
PIC16F8X	18	No	10	No	No	CCP	1+WDT
PIC16F87X	28/40	Yes	20	Yes	Yes	CCP	3+WDT
PIC16C92X	64	Yes*	8	Yes	No	CCP	3+WDT

注：有*的部分表示并非家族中成员全部都具备此项功能；而 PIC16C6X 中的 PIC16C61 并没有提供串行通信、Brown Out Detection、CCP 模块，Timer 也只有（1+WDT）。

1.1.4 PIC17CXXX 系列

这个 PIC17CXXX 系列的最大的特点就是具备 8×8 位的硬件乘法器（PIC17C42 例外），运算结果可以得到 16 位的乘积值，而且由于其核心结构的改良，增加了不少提高程序效率