



零点起步系列丛书



零点起步——PIC单片机 常用模块与典型实例

◎ 闫广明 张波 孙小君 等编著

- 循序渐进，由浅入深
- 技术全面，讲解清晰
- 代码规范，实用性强
- 学以致用，注重实践



实例源代码、习题答案、
电子教案和相关视频



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

零点起步系列丛书

零点起步——PIC 单片机常用 模块与典型实例

闫广明 张 波 孙小君 等编著



机械工业出版社

本书共分 13 章, 介绍了 PIC 单片机的发展与应用、PIC 单片机开发流程、PIC16 系列单片机系统结构、单片机 C 语言、输入/输出端口的用法、中断系统、定时/计数器、A/D 转换器、USART 串行通信、SPI 接口、I²C 总线、CCP 模块和综合实例等内容。

本书采用以 Proteus ISIS 模拟软件为硬件平台, 以 MPLAB IDE+HI-TECH PICC 编译器为软件平台的实例介绍方式, 让读者对每个功能模块都能通过实际动手制作、设计的方式来学习和掌握, 从而能够把学到的知识运用到实际产品的设计中。

本书既可以作为高等院校相关专业的入门教材, 也可以作为单片机工程师的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

零点起步——PIC 单片机常用模块与典型实例/闫广明等编著. —北京: 机械工业出版社, 2011.2
(零点起步系列丛书)

ISBN 978-7-111-33274-9

I. ①P… II. ①闫… III. ①单片微型计算机 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 017682 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 郝建伟 李 宁

责任印制: 杨 曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2011 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·20 印张·495 千字

0001—3500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-33274-9

ISBN 978-7-89451-873-6 (光盘)

定价: 43.00 元 (含 1CD)



凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

销售一部: (010) 68326294

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

基本内容

在单片机领域中，PIC 单片机是 Microchip 公司推出的一系列单片机的总称。PIC 单片机具有指令简洁、可靠性高、功耗低、驱动能力强、接口丰富、产品系列多等优点，能满足各类用户的需要。本书以 PIC 单片机中档型号 PIC16F877（一款 8 位单片机）为例全面地介绍单片机的基本原理、软硬件设计方法和单片机常用接口的使用方法。

本书以 MPLAB 开发软件和 HI-TECH PICC 编译器作为软件开发平台，以 Proteus ISIS 软件作为硬件电路开发平台，为读者搭建了一个低成本的单片机学习、开发环境。在学习完本书之后，相信读者能够全面地掌握 PIC 单片机常用模块的原理及其应用设计，并可以使用 PIC 单片机进行实际项目的开发。

本书共分 13 章，具体内容如下。

- 第 1 章：概述了 PIC 单片机的发展与应用，介绍了 PIC 单片机的常见型号，以 PIC16F877 为例介绍了单片机的基本参数以及 PIC 单片机功能特性。
- 第 2 章：按照常用的单片机开发流程，通过图示介绍了 MPLAB 集成开发环境的安装、HI-TECH PICC 编译器的安装和使用方法、Proteus ISIS 的安装和使用方法、硬件调试器 MPLAB ICD2 的安装和使用方法。
- 第 3 章：先从 PIC 单片机的系统结构入手来分析其优点，包括中央处理器结构和存储器结构，然后又介绍了其常见专用功能模块的功能特点。
- 第 4 章：介绍了 C 语言用于单片机中需要工程师掌握的最基本内容。相关知识点都尽量用简单的 I/O 操作来介绍，非常易于理解。
- 第 5 章：介绍了数码管的控制以及按键的读取对应输出端口的用法和输入端口的用法，还介绍了按键和数码管的综合应用。
- 第 6 章：先介绍了 PIC 单片机中断的过程及相关寄存器，然后以 INT 中断为例介绍了中断系统的使用方法。
- 第 7 章：重点介绍了 PIC 单片机中定时器 0 模块的用法，其他两个定时器模块在 CCP 模块中介绍。
- 第 8 章：介绍了 PIC16F877 内置的 A/D 转换器的外围硬件电路设计和操作时序。
- 第 9 章：介绍了 PIC16F877 单片机的内置 USART 的用途特点、系统结构、硬件连接方法和软件设计，并通过实例介绍了具体功能的编程方法。
- 第 10 章：介绍了 SPI 总线协议基础，并以 PIC 单片机为例介绍了基于 SPI 协议的各类程序设计。按主发、主收两个方面分别介绍了 SPI 的用法，便于读者清晰理解每种 SPI 通信方式的用法。
- 第 11 章：介绍了 I²C 接口的功能特点，I²C 主模式数据发送，I²C 主模式数据接收以及接口 EEPROM 的读/写。
- 第 12 章：介绍了 PIC16F877 中 CCP 模块的 3 个功能模式的系统结构、工作流程、



硬件连接和程序设计方法。

- 第 13 章：以控制字符式液晶模块和 LED 点阵显示屏为例，介绍了具体项目的一般设计过程。

主要特点

本书作者都是长期使用 PIC 单片机进行教学、科研和实际生产工作的一线教师和工程师，有着丰富的教学、科研和编著经验。在内容编排上，按照学习的规律，循序渐进，深入浅出，结合大量可重复的实例介绍软硬件设计方法。通过对本书的学习，能够使读者快速、真正地掌握 PIC 单片机各种功能模块的使用。

本书具有以下鲜明的特点：

- 循序渐进，由浅入深。
- 技术全面，讲解清晰。
- 代码规范，实用性强。
- 学以致用，注重实践。

读者对象

- 单片机初学读者。
- 具有一定单片机基础知识，希望进一步深入掌握 PIC 单片机各个模块功能的中级读者。
- 本专科院校电子工程、自动化、计算机相关专业的学生。
- 从事单片机产品设计的工程技术人员。

本书既可以作为高等院校电子类专业的教材，也可以作为读者的自学用书，同时也非常适合作为专业人员的参考手册。

配套光盘简介

为了方便读者学习，本书提供了配套光盘，其中包含了本书主要实例的源文件和电路图，这些文件都被保存在与章节相对应的文件夹中，相信会为读者的学习带来方便。

注意：由于光盘上的文件都是“只读”的，所以直接修改这些文件是不行的。读者可以先将这些文件复制到硬盘上，去掉文件的“只读”属性，然后再使用。

本书由闫广明、张波、孙小君等编著。其中，第 1~6 章由闫广明编写，第 7~10 章由孙小君编写，第 11~13 章由张波编写。全书由闫广明统稿。参加本书编著工作的还有管殿柱、宋一兵、赵景波、张忠林、王献红、李文秋、初航、王桐、段群杰等。

由于编者水平有限，加上时间仓促，书中错误和不妥之处在所难免，敬请广大读者不吝指正，网站地址：www.zerobook.net，联系信箱：gdz_zero@126.com。

编者

目 录

前言

第 1 章 PIC 单片机概述	1
1.1 PIC 单片机的发展与应用	1
1.2 PIC 单片机型号选择	2
1.3 PIC16F877 单片机的基本参数	5
1.4 PIC 单片机的功能特性	5
1.5 思考与练习	5
第 2 章 PIC 单片机开发流程	6
2.1 软件平台的安装	6
2.1.1 MPLAB 集成开发环境的安装	6
2.1.2 测试汇编语言开发环境	7
2.1.3 C 语言编译器 HI-TECH PICC 的安装	9
2.2 硬件平台的安装	9
2.2.1 Proteus ISIS 软件的安装与测试	9
2.2.2 ICD2+开发板的硬件开发平台的安装	11
2.2.3 基于 ICD2 的硬件开发平台的测试	14
2.3 单片机项目的建立与运行	17
2.3.1 C 语言项目建立过程	17
2.3.2 目标代码的生成与运行	20
2.4 思考与练习	21
第 3 章 PIC16 系列单片机系统结构	22
3.1 PIC16F877 单片机系统基本结构	22
3.2 PIC 单片机功能概述	23
3.2.1 基本功能模块	23
3.2.2 专用功能模块	28
3.3 思考与练习	29
第 4 章 单片机 C 语言	30
4.1 实例：第一个单片机 C 语言程序	31
4.2 单片机 C 语言的数据类型和变量	34
4.2.1 常量和变量	36
4.2.2 字符型数据	38
4.2.3 位型数据	41
4.2.4 整型数据	41



4.2.5	浮点型数据	44
4.2.6	变量的命名规则	45
4.2.7	数据类型修饰符	46
4.3	C 语言的运算符	48
4.3.1	数学运算符	48
4.3.2	位运算符	49
4.3.3	赋值运算符	54
4.3.4	逻辑运算符	55
4.4	C 语言的重要控制语句	56
4.4.1	选择结构	56
4.4.2	分支结构	60
4.4.3	while 循环结构	62
4.4.4	for 循环结构	64
4.5	数组	66
4.5.1	数组的定义与初始化	67
4.5.2	特别的数组：字符串	69
4.5.3	数组的使用	70
4.5.4	实例：数码管显示	70
4.5.5	二维数组与多维数组	75
4.6	函数	77
4.6.1	函数的声明和定义	77
4.6.2	函数的参数	78
4.6.3	数组作为函数的参数	80
4.6.4	何时使用函数	80
4.6.5	实例：延时函数的编写和使用	81
4.7	宏定义	83
4.7.1	不带参数的宏定义	83
4.7.2	带参数的宏定义	84
4.8	C 语言书写规范	85
4.8.1	变量和函数的命名规范	86
4.8.2	常量和宏定义的命名规范	86
4.8.3	程序的缩进和空格的使用	87
4.8.4	注释的书写方法	89
4.9	多文件项目管理	91
4.9.1	.H 文件的书写	91
4.9.2	.C 文件的书写	92
4.9.3	添加到当前项目的方法	93
4.10	实例：简单的计数器	94
4.11	思考与练习	96



第 5 章 输入/输出端口的用法	98
5.1 输入/输出端口简介	98
5.1.1 输入/输出端口的原理	99
5.1.2 输入/输出端口的相关寄存器	100
5.2 输出端口的用法	101
5.2.1 跑马灯的设计	102
5.2.2 多数码管的显示控制	103
5.3 输入端口的用法	109
5.3.1 单个按键状态的读取	109
5.3.2 3 个按键状态的读取	113
5.4 矩阵小键盘的读取方法	115
5.4.1 4×4 矩阵式键盘的工作原理	116
5.4.2 基于扫描法的矩阵式键盘读取	117
5.5 应用实例：电子计算器	119
5.6 思考与练习	123
第 6 章 中断系统	125
6.1 PIC16F877 中断系统的硬件结构	125
6.2 PIC16F877 的中断过程	127
6.3 PIC16F877 中断系统的相关寄存器	127
6.4 C 语言中断服务程序的编写	131
6.5 INT 中断的用法	132
6.5.1 INT 中断的相关寄存器	132
6.5.2 INT 中断的硬件连接	133
6.6 实例：用 INT 中断来控制 LED 小灯	133
6.7 实例：B 口中断的使用	135
6.8 思考与练习	137
第 7 章 定时/计数器	138
7.1 PIC16F877 单片机的定时/计数器简介	138
7.2 TIMER0 的硬件结构	139
7.3 TIMER0 的相关寄存器	140
7.4 实例：精确的秒表	141
7.5 “看门狗”定时器的用法	147
7.5.1 WDT 的系统结构	147
7.5.2 WDT 的硬件设置	149
7.5.3 WDT 的程序设计	149
7.5.4 WDT 的使用注意事项	149
7.6 实例：WDT 的使用	150
7.7 思考与练习	153



第 8 章 A/D 转换器	154
8.1 系统结构及相关寄存器	154
8.2 外围硬件电路设计	157
8.3 查询方式下的操作时序	158
8.4 实例：查询方式下的 A/D 转换例程	158
8.5 中断方式下的 A/D 转换	160
8.5.1 相关寄存器	161
8.5.2 实例：中断方式下的 A/D 转换	161
8.6 实例：测量电阻阻值	164
8.7 思考与练习	168
第 9 章 USART 串行通信	169
9.1 通信基础知识	169
9.1.1 通信协议	170
9.1.2 数据传送方式	170
9.1.3 波特率	171
9.1.4 串行通信的检错和纠错	171
9.2 USART 的系统结构	172
9.2.1 USART 发送器的系统结构	172
9.2.2 USART 发送器的相关寄存器	175
9.2.3 USART 接收器的系统结构	176
9.2.4 USART 接收器的相关寄存器	178
9.3 单片机与 RS-232 接口电路设计	179
9.4 实例：异步发送模式下的程序设计	182
9.5 实例：双机 USART 异步通信	185
9.6 思考与练习	191
第 10 章 SPI 接口	192
10.1 功能特点和系统结构	192
10.2 主控发送模式的原理及应用	193
10.2.1 主控发送模式的工作流程	193
10.2.2 主控发送模式的相关寄存器	195
10.2.3 主控发送模式的硬件连接	196
10.2.4 实例：主控发送模式的程序设计	197
10.3 主控接收模式的原理及应用	199
10.3.1 主控接收模式的工作流程	199
10.3.2 主控接收模式的相关寄存器	200
10.3.3 主控接收模式的硬件连接	202
10.3.4 实例：主控接收模式的程序设计	202
10.4 实例：25XXX 系列 EEPROM 的读/写	207
10.4.1 25C080 的系统结构与操作时序	208



10.4.2	25C080 的硬件连接	211
10.4.3	25C080 的程序设计	211
10.5	思考与练习	217
第 11 章	I ² C 总线	218
11.1	I ² C 接口的功能特点	218
11.1.1	I ² C 总线器件到总线线路的电气连接	219
11.1.2	I ² C 协议简介	220
11.1.3	PIC16F877 的 I ² C 模块的特点	222
11.2	I ² C 主模式数据发送	222
11.2.1	I ² C 主模式的系统结构与数据发送流程	222
11.2.2	I ² C 主模式数据发送过程中的相关寄存器	225
11.2.3	I ² C 模块的硬件连接	227
11.2.4	实例: I ² C 主模式数据发送的程序设计	227
11.3	I ² C 主模式数据接收	230
11.3.1	I ² C 主模式数据接收流程	231
11.3.2	I ² C 主模式数据接收过程中的相关寄存器	233
11.3.3	实例: I ² C 主模式数据接收的程序设计	234
11.3.4	I ² C 主模式的复合数据帧	238
11.4	实例: I ² C 接口 EEPROM 的读/写	238
11.4.1	24C02C 功能简介	239
11.4.2	24C02C 的系统结构与读/写帧格式	239
11.4.3	24C02C 的硬件连接	241
11.4.4	读/写 24C02C 的程序设计	242
11.5	思考与练习	248
第 12 章	CCP 模块	249
12.1	CCP1 模块的捕捉模式	249
12.1.1	CCP1 模块捕捉模式的系统结构和工作流程	249
12.1.2	CCP1 模块捕捉模式下的相关寄存器	250
12.1.3	实例: 基于捕捉功能的频率计设计	252
12.2	CCP1 模块的比较模式	257
12.2.1	CCP1 模块比较模式的系统结构和工作流程	258
12.2.2	CCP1 模块比较模式下的相关寄存器	258
12.2.3	实例: 基于比较功能的方波发生器设计	259
12.3	CCP1 模块的脉宽调制模式	261
12.3.1	CCP1 模块脉宽调制模式的系统结构和工作流程	261
12.3.2	CCP1 模块脉宽调制模式下的相关寄存器	262
12.3.3	脉宽调制模式的周期与占空比	263
12.3.4	实例: 基于脉宽调制功能的方波发生器设计	264
12.4	CCP2 模块与 CCP1 模块的区别和联系	267



12.5 思考与练习	268
第 13 章 综合实例	269
13.1 字符式液晶模块原理及编程	269
13.1.1 LM016L 的系统结构与硬件连接	270
13.1.2 LM016L 的指令集	274
13.1.3 LM016L 的初始化	274
13.1.4 LM016L 的字符显示	275
13.1.5 实例：基于 LM016L 的秒表显示设计	276
13.2 LED 点阵显示屏原理及应用	285
13.2.1 典型 LED 点阵显示屏电路设计与分析	285
13.2.2 LED 点阵显示屏显示汉字的原理	288
13.2.3 实例：在 LED 点阵显示屏上显示汉字	290
13.3 电子密码锁控制器	294
13.3.1 需求分析	294
13.3.2 硬件设计	295
13.3.3 软件设计	297
13.4 思考与练习	306
参考文献	309

PIC 单片机概述

单片机是计算机发展的另一分支，其主要用于嵌入到目标设备中实现智能的控制或者测量。由于它可靠性高、体积小、价格便宜、功能强，所以其广泛地应用于人们的日常生活和生产中。

单片机家族非常庞大，它们有很多相似的功能，但各有各的特点，用户可以根据需要选择。如此庞大的单片机家族，其实只要熟练掌握一种单片机的使用方法，便可以举一反三，对其他型号的单片机也能够快速上手。

本书以 PIC 单片机为例介绍单片机技术，是有其充分理由的。

- PIC 单片机在国际单片机市场竞争中后来居上，在 2003~2010 年其 8 位单片机的出货量一直稳居世界第一位。这是与 PIC 单片机自身特点密不可分的。
- 入门容易。其典型的 8 位机指令集只有 35 条，系统结构简洁、易懂，对学习者相关基础知识要求很低。
- 功能齐全。学习了 PIC 的典型 8 位机之后，就可以基本掌握单片机中大部分常用的接口用法，如 USART、I²C、SPI 等典型接口。
- 可靠性高。可靠性是单片机的一个重要指标。PIC 单片机的可靠性在业界是有口皆碑的。
- 升级、移植容易。PIC 单片机虽然型号众多，但其不同型号之间的移植非常容易，使产品的升级换代非常方便。
- 强大统一的开发环境。PIC 单片机所有的型号都可以使用免费的 MPLAB IDE 开发环境来开发，甚至还有免费的 HI-TECH PICC 语言编译器使用。

通过以上的理由可以看出，PIC 单片机非常适合单片机初学者，更适合产品开发工程师学习。

本章要点：

- PIC 单片机的基本参数。
- PIC 单片机的功能特性。

1.1 PIC 单片机的发展与应用

Microchip 公司的 PIC 系列单片机有 8 位单片机、16 位单片机、32 位单片机。这里以 8 位单片机系列为主介绍单片机的型号特点。

8 位单片机在其整个 8 位机家族中分低、中、高三档，对应的内部指令宽度分别是 12、14、16 位。现分别介绍如下。



- 12 位指令宽度的低档单片机结构简单，价格低廉，适用于一些控制任务相对简单且对价格敏感的低端消费类产品，代表型号如 PIC16C5x 系列的 PIC16C54C、PIC16C57C 等，PIC12C5xx 系列的 PIC12C508A、PIC12C509 等。
- 14 位指令宽度的中档单片机是目前型号最丰富的一个系列，其片内功能模块种类齐全，组合灵活多变，价位适中，应用领域极其广泛，代表型号如 PIC16F7x 系列的 PIC16F73、PIC16F74、PIC16F76、PIC16F77，PIC16F87xA 系列的 PIC16F873A、PIC16F874A、PIC16F876A、PIC16F877A 等。
- 16 位指令宽度的高档单片机在命名上以 PIC18 开头，整个内核体系在 PIC16 系列基础上有很大提高，最高指令流可达 10 MIPS（单条指令执行时间为 100ns），达到部分 16 位单片机的性能，一般用于较高端的产品设计，是 Microchip 今后在 8 位单片机上发展的主要方向。

PIC 的 8 位单片机的引脚有 6~100 针，分别适合各类的应用领域。

PIC 特定型号的 8 位单片机支持众多的外设接口，包括定时器、比较器、模拟比较器、PWM、ADC、I²C、SPI、USB、CAN、LIN 等。

尽管 PIC 单片机种类很多，但不同家族、不同型号之间的源代码移植非常方便。这完全得益于 PIC 单片机内核设计的一致性，使其指令上下兼容，具备相同的功能模块操控方式，更重要的是其表现出的电气特性也一致。目前，国内单片机的应用方向还主要定位在中低端的产品设计中，所以 PIC16 系列成为广大设计工程师的关注焦点。本书以 PIC 家族中最典型的中档系列为立足点展开深入讨论，但相关话题对低档和高档系列的开发应用也有借鉴意义。

1.2 PIC 单片机型号选择

由于实际项目对单片机的功能要求各异，所以如何选择一款合适的型号就显得异常重要。本节以引脚（pin）数目为索引列出 PIC 系列 8 位单片机产品列表。

表 1-1 是 8/14pin 单片机选型表。其突出特点是体积微小，功能丰富（相对）。主要用于低成本、体积敏感型应用领域。

表 1-1 8/14pin 单片机选型表

引 脚	功 能	型 号
8pin	普通型	PIC12C508、PIC12C509 PIC12CE518、PIC12CE519（E2PROM）
	带 A/D	PIC12C671、PIC12C672 PIC12CE673、PIC12CE674（E2PROM）
	高级	FLASH 程序/数据区/8×8 乘法器 PIC18F010、PIC18F020 PIC18F012、PIC18F022（10 位 A/D）
14pin	普通型	PIC16C505

表 1-2 是 18/20pin 单片机选型表。这类单片机是产品设计中常用的型号，其特点是体积小，不同型号的功能特色明显，主要应用于低成本控制领域。



表 1-2 18/20pin 单片机选型表

引脚	级别	功能	型号
18/20pin	基本级	普通型	PIC16C52、PIC16C54、PIC16C56、PIC16C58
		高电压 (3.5~15V)	PIC16HV540
	中级	普通型	PIC16C554、PIC16C558
		LIN 总线	PIC16C432 (比较器)、PIC16C433 (A/D)
		电压比较器	PIC16C620、PIC16C621、PIC16C622 PIC16CE623、PIC16CE624、PIC16CE625 (EEPROM)
		FLASH 程序/数据区	PIC16F627、PIC16F628 (电压比较器/ PWM/USART/ SCI)
		8 位 A/D	PIC16C710、PIC16C71、PIC16C711、PIC16C715 PIC16C712、PIC16C716 (CCP 模块)
		10 位 A/D	PIC16C717 (ECCP 模块/MI ² C/SPI)
		OP/8 位 A/D/D-A	PIC16C781、PIC16C782 (电压比较器/参考电压)
		12 位 A/D	PIC16C770、PIC16C771 (ECCP 模块/MI ² C/SPI)
		FLASH 程序/数据区	PIC16F83、PIC16F84 PIC16F85、PIC16F86 (8 位 A/D/电压比较器) PIC16F812、PIC16F816 (8 位 A/D/ CCP 模块)

表 1-3 是 28pin 单片机选型表。这类单片机也是产品中常用的型号，其特点是体积小，功能强，不同型号特色功能明显。

表 1-3 28pin 单片机选型表

引脚	级别	功能	型号
28pin	基本级	普通型	PIC16C55、PIC16C57
	中级	CCP 模块	PIC16C62 (I ² C/ SPI) PIC16C63 (USART/ I ² C/ SPI) PIC16C66 (USART/ I ² C/ SPI)
		电压比较器	PIC16C642
		8 位 A/D CCP 模块	PIC16C72 (I ² C/ SPI) PIC16C73、PIC16C76 (USART/ I ² C/ SPI)
		8 位 A/D/FLASH 程序区	PIC16F73、PIC16F76 (CCP 模块/USART/ I ² C/ SPI)
		USB 1.1	PIC16C745 (CCP 模块/USART/)
		12 位 A/D	PIC16C773 (CCP 模块/USART/ SPI/ I ² C)
		10 位 A/D/FLASH 程序/数据区	PIC16F870 (CCP 模块/ AUSART) PIC16F872、PIC16F873、PIC16F876 (CCP 模块/ AUSART/ MI ² C/ SPI)
		混合信号处理：带 8 位 A/D/D-A/温度传感器/电压比较器	PIC140000 (I ² C/ SMB)
	高级	10 位 A/D	PIC18F232、PIC18C/F242、PIC18C/F252 (CCP 模块/8×8 乘法器/USART/ MI ² C/ SPI)
		CAN2.0B/10 位 A/D	PIC18F248、PIC18F258 (CCP 模块/8×8 乘法器/USART/ MI ² C/ SPI)

表 1-4 是 40/44pin 单片机选型表。这是 PIC 单片机中主要用于教学、科研的一类型号，其特点是功能齐全，性价比高。



表 1-4 40/44pin 单片机选型表

引 脚	级 别	功 能	型 号
40/44pin	基本级		无
	中级	CCP 模块	PIC16C64、PIC16C65、PIC16C67 (USART/I ² C/SPI)
		电压比较器	PIC16C661、PIC16C662
		8 位 A/D	PIC16C74、PIC16C77 (CCP 模块/USART/I ² C)
		USB 1.1	PIC16C765 (CCP 模块/USART)
		12 位 A/D	PIC16C774 (CCP 模块/USART/SPI/I ² C)
		8 位 A/D/FLASH 程序区	PIC16F74、PIC16F77 (CCP 模块/USART/I ² C/SPI)
	高级	CCP 模块	PIC17C (R) 42、PIC17C (R) 43、PIC17C44 (外部中断/8×8 乘法器/USART)
		10 位 A/D	PIC18F432、PIC18C/F442、PIC18C/F452 (CCP 模块/8×8 乘法器/USART/MI ² C/SPI)
		CAN2.0B/10 位 A/D	PIC18F448、PIC18F458 (CCP 模块/8×8 乘法器/USART/MI ² C/SPI)
		CCP 模块	PIC17C (R) 42、PIC17C (R) 43、PIC17C44 (外部中断/8×8 乘法器/USART)

表 1-5 是 64/68pin 单片机选型表。这类单片机主要用于液晶显示模块、CAN 总线控制等领域。

表 1-5 64/68pin 单片机选型表

引 脚	级 别	功 能	型 号
64/64pin	基本级		无
	中级	LCD 显示模块	PIC16C923 (CCP 模块/I ² C/SPI)
			PIC16C924 (8 位 A/D/CCP 模块/I ² C/SPI)
	高级	12 位 A/D	PIC16C925、PIC16C926 (10 位 A/D/CCP 模块/I ² C/SPI)
			PIC17C752、PIC17C756 (8×8 乘法器/PWM/比较器/USART/I ² C/SPI)
			PIC18F6520、PIC18F6620、PIC18F6720 (CCP 模块/8×8 乘法器/USART/MI ² C/SPI)
		CAN 2.0B/10 位 A/D	PIC18C658 (CCP 模块/8×8 乘法器/USART/MI ² C/SPI)
		ROMless	PIC18C601 (10 位 A/D/CCP 模块/8×8 乘法器/USART/MI ² C/SPI)

表 1-6 是 80/84pin 单片机选型表。这类单片机主要应用于 LCD 控制、高精度 A/D 转换、CAN 总线等多输入输出 (Input/Output, I/O) 引脚控制领域。

表 1-6 80/84pin 单片机选型表

引 脚	级 别	功 能	型 号
80/84pin	基本级		无
	中级		无
	高级	16 位 A/D	PIC17C762、PIC17C766 (8×8 乘法器/PWM/比较器/USART/I ² C/SPI)
		10 位 A/D	PIC18F8520、PIC18F8620、PIC18F8720 (CCP 模块/8×8 乘法器/USART/MI ² C/SPI)
		CAN2.0B/10 位 A/D	PIC18C858 (CCP 模块/8×8 乘法器/USART/MI ² C/SPI)
		ROMless	PIC18C801 (10 位 A/D/CCP 模块/8×8 乘法器/USART/MI ² C/SPI)



1.3 PIC16F877 单片机的基本参数

PIC 单片机在单片机系统开发中越来越被广泛应用, 尤其在全球 8 位单片机市场的占有率, 已从 1990 年的第 20 位上升到 2010 年的第一位。PIC 单片机最大的特点是不搞单纯的功能堆积, 而是从实际情况出发, 重视产品的性能与价格比, 靠发展多种型号来满足不同层次的应用要求。PIC 单片机从低到高有几百个型号, 可以满足各种需要。其中, PIC16F877 单片机更是以高性价比, 适合学习研究而著称。

该型号有 8KB 14 位 FLASH 程序存储器、368B RAM、内置 256B EEPROM、2 个 8 位计数器、1 个 16 位计数器、2 个 CCP、10 位多通道模/数转换器、14 个中断源、8 级深度的硬件堆栈、可配置编程 I/O 端口, 具备 SPI 总线、I²C 总线、USART 总线。PIC16F877 性价比很高, 更是初学者用来学习 PIC 单片机的入门首选。

1.4 PIC 单片机的功能特性

所有 PIC 12 / 16Pin 中档单片机都有一个同样的运算控制和执行内核, 各个型号所不同的是其配属的外围功能模块各不相同。这样做的目的是可以让用户按照具体产品设计的要求, 选择最恰当的一款着手设计工作。按设计任务对功能进行添加或裁减, 可以方便地移植到其他合适的芯片上继续开发。其基本功能特性包括如下几点。

- “哈佛”结构, 功能强大的精简指令集 (RISC) 单片机内核。
- 8 层硬件堆栈用于保护和恢复程序计数器。
- 工作频率 0~20MHz, 用户可选的多种时钟模式。
- 二级指令执行流水线机制, 使平均每条指令执行时只需 1 个指令周期。
- 全部 35 条指令, 每条指令占 1 个字, 程序字长 14 位。
- 程序空间最大物理可寻址范围 8192 (8KB) 程序字。
- 片上寄存器最大物理可寻址范围 512B, 使用寄存器文档的概念。
- 丰富的外围功能模块。
- 片内或片外多种信号中断机制。
- 片上具备独立“看门狗”。
- 可靠的复位功能。

在后继章节中会对 PIC 单片机的各种功能特性进行详细介绍, 请读者阅读相关章节来学习各种功能的具体用法。

1.5 思考与练习

- (1) 请调研市场上常见的 8 位单片机品牌和型号, 并列表比较各自功能特点。
- (2) 简述 PIC 单片机基本参数。
- (3) 概述 PIC 单片机功能特性。

第 2 章

PIC 单片机开发流程

本章按照一般的单片机开发流程，以 PIC 单片机开发为例，通过大量的图示介绍了 MPLAB 集成开发环境的安装、HI-TECH PICC 编译器的安装和使用方法、Proteus ISIS 的安装和使用方法、硬件调试器 MPLAB ICD2 的安装和使用方法。

本章要点：

- MPLAB 与 HI-TECH PICC 软件的安装步骤。
- 在 MPLAB 中建立 C 语言项目的步骤。
- Proteus ISIS 软件的安装和运行方法。

2.1 软件平台的安装

要想开发单片机，必须有一个容易使用的软件开发环境作为基础。PIC 单片机的开发环境有很多，最常用的是 Microchip 公司为其用户免费提供的 MPLAB IDE 软件，为了便于叙述，后文将 MPLAB IDE 简称为 MPLAB。本节以 MPLAB 为例介绍软件开发平台的安装和使用。

2.1.1 MPLAB 集成开发环境的安装

读者可以从互联网或本书附带的光盘中获得 MPLAB 的安装文件压缩包。

 MPLAB 软件互联网下载网站：<http://www.microchip.com>。

MPLAB 软件在光盘位置：“\software\MPLAB_v8.zip”。

把 MPLAB 的安装文件压缩包复制到硬盘某个文件夹后解压，然后运行“Install_MPLAB_v8.exe”，按照向导提示操作即可完成安装（中途会弹出 HI-TECH 编译器的单独安装界面，请采用默认选项完成安装）。如果都选择默认安装选项，则安装结束后所有软件文件都放在“C:\Program Files\Microchip\”文件夹目录下。在以下章节中凡涉及 MPLAB 安装路径时，如果没有特别说明就是指此安装路径。

为了支持用户的硬件仿真器和调试器，在 MPLAB 安装完毕后还需要另外安装相对应的设备驱动程序。安装过程结束时会自动弹出常见硬件设备的安装帮助文件。根据现有硬件设备，按照相应安装帮助文件一步一步操作，一般都能成功安装。若没有弹出安装帮助文件，用户也可以到文件夹“C:\Program Files\Microchip\MPLAB IDE”中查看相应硬件设备的文件夹，如图 2-1 所示。一般在其文件夹的“Drivers”子文件夹中会有此硬件的安装过程说明文件，如硬件调试器 ICD2 的安装说明书是“C:\Program Files\Microchip\MPLAB