

单片机 C 语言程序设计 实训 100 例

——基于 PIC+Proteus 仿真（第 2 版）

彭 伟 编著



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书第2版以全新的 MPLAB X IDE+XC 编译器搭建 PIC 单片机程序开发环境,并以 Proteus 为硬件仿真平台,精心编写了 100 个 PIC 单片机 C 语言程序设计案例,各案例设计了难易适中的实训目标,并提供了完整的 C 程序源码。

全书基础设计类案例涵盖 PIC 单片机最基本的端口编程、定时/计数器应用、中断程序设计、A/D 转换、CCP 程序设计、EEPROM、Flash、USART 及看门狗程序设计等;硬件应用类案例涉及单片机存储器扩展、接口扩展、译码、编码、驱动、光电、机电、传感器、I²C 及 SPI 接口器件、MMC、ATA、遥控等器件;综合设计类案例涉及消费类电子产品、仪器仪表及智能控制等相关技术,部分案例涉及 IrDA/GPS/RS-485/Modbus/USB/Ethernet 等技术应用。

本书适用于大专院校学生学习实践 PIC 单片机 C 语言程序设计技术的教材或参考书籍,也可作为电子工程技术人员或单片机技术爱好者的学习参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

单片机 C 语言程序设计实训 100 例:基于 PIC+Proteus 仿真 / 彭伟编著. —2 版. —北京:电子工业出版社,2015.9
ISBN 978-7-121-27050-5

I. ①单… II. ①彭… III. ①单片微型计算机—C 语言—程序设计 IV. ①TP368.1②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 203945 号

责任编辑:曲 昕 特约编辑:张传福

印 刷:三河市双峰印刷装订有限公司

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

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:31.5 字数:806 千字

版 次:2011 年 1 月第 1 版

2015 年 9 月第 2 版

印 次:2015 年 9 月第 1 次印刷

定 价:77.00 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 zlts@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

目前,各高校电类专业都将C语言作为专业基础课程纳入教学计划,由于C语言功能强大,便于模块化开发,所带库函数非常丰富,编写的程序易于移植,此诸多优点使之成为单片机应用系统开发最快速高效的程序设计语言,仅具有C语言基础知识但不熟悉单片机指令系统的读者也能很快掌握单片机C语言程序设计技术,C语言在单片机应用系统设计上的效率优势已经远远高于汇编、BASIC等开发语言。

单片机C语言程序设计不同于通用的计算机应用程序设计,它必须针对具体的微控制器及外围电路来完成。为便于学习单片机应用程序设计和系统开发,很多公司推出了单片机实验箱、仿真器、编程器、下载器、开发板等,这些硬件设备可用于验证单片机程序,开发和调试单片机应用系统,但由于这些设备价格不菲,它们阻碍了普通读者对单片机技术的学习和研究。幸运的是,英国Labcenter公司推出了具有单片机系统仿真功能的Proteus软件,单片机系统开发通常是基于上位机加目标系统进行的,Proteus的出现使得仅用一台PC在纯软件环境中完成系统设计与调试成为可能。目前,Proteus支持8051、AVR、PIC、ARM、Cortex-M等多种单片机与嵌入式微处理器,系统库中包含有大量模拟、数字、光电和机电类元器件,系统还提供了多种虚拟仪器,所开发的单片机C程序可以在Proteus仿真电路中调试和交互运行,这无疑为读者学习和提高单片机C程序设计技术,为单片机应用系统高水平工程师的成长提供了理想平台。

为适应单片机技术发展趋势,帮助读者们快速提高PIC单片机C语言程序设计水平,本书第2版以微芯公司全新推出的MPLAB X IDE + XC编译器搭建PIC单片机程序开发环境,并以Proteus为硬件仿真平台,精心编写了100个PIC单片机C语言程序设计案例,各案例设计了难易适中的实训目标,并提供了完整的C程序源码。

本书前两章分别对PIC单片机C语言程序设计和Proteus操作基础作了概述,第3章基础程序部分给出的案例涵盖PIC单片机端口编程、中断程序设计、定时/计数器应用、模拟比较器程序设计、A/D转换、EEPROM、USART及看门狗程序设计等,各案例分别对相关知识和技术要点作了阐述与分析,源程序中也给出了丰富的注释信息。第4章硬件应用部分则针对PIC单片机的存储器扩展、接口扩展、译码、编码、驱动、光电、机电、传感器、I²C及SPI接口器件、MMC、ATA、遥控等器件给出了数十个案例,对案例中涉及的硬件技术资料亦进行了有针对性的分析,以便于读者快速理解相关代码的编写原理。第5章的案例综合应用了单片机内部硬件资源和外部扩展资源,通过对这些案例的分析研究与调试运行及对设计实践要求的独立完成,读者用C语言开发PIC单片机应用系统的能力会得到大幅提升。

本套单片机C语言程序设计仿真系列已推出8051版(第2版)、AVR版、PIC版(第2版),其相关案例包可到出版社网站免费下载。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中错漏之处在所难免,在此真诚欢迎读者对本书多多提出宝贵意见,笔者邮箱是:pw95aaa@foxmail.com。

本书从选题、撰稿到出版的全过程中,学校科研处对本选题始终给予大力支持,并提供项目资助,在此一并对学校领导及同事们的关心与支持表示由衷感谢!

在这里,我还要郑重地感谢恩师陈文成先生,他的数学思想一直在深刻影响着我所从事的

专业技术教学与研究工作的。我还要深深感谢父母、深深感谢妻子魏莉萍女士，是他（她）们一直以来的鼓励、期望和支持，使我能坚持本系列书籍的写作，我还要谢谢聪明可爱的乖女儿，她那天真爽朗的笑声总能驱走我的倦怠，她的每一步成长都给了我惊喜与更多期待，愿她的脑瓜里总能充满幻想、愿她和她的同龄人都有美丽的未来。

最后要感谢美国微芯公司的 Shaw Lam 与 Jacqueline Eichman 对本书撰写提供的重要支持与帮助，感谢电子工业出版社的曲昕编辑对本书撰写与出版所做的大量细致而周密的工作，谢谢！

谨以此书献给我所有的同行与朋友们，所有忠实的读者们，是你们的期待使我坚持完成了本书第 2 版的编写工作，谢谢你们！

彭 伟

2015 年 7 月于武昌

目 录

第 1 章 PIC 单片机 C 语言程序设计概述	1
1.1 PIC 单片机简介.....	2
1.2 PIC 单片机 C 语言程序开发环境安装及应用.....	6
1.3 PIC 单片机 C 语言程序设计基础.....	8
1.4 PIC 单片机内存结构.....	17
1.5 PIC 单片机配置位.....	19
1.6 基本的 I/O 端口编程.....	21
1.7 中断服务程序设计.....	23
1.8 PIC 单片机外设相关寄存器.....	24
1.9 C 语言程序设计在 PIC 单片机应用系统开发中的优势.....	36
第 2 章 Proteus 操作基础	37
2.1 Proteus 操作界面简介.....	37
2.2 仿真电路原理图设计.....	38
2.3 元件选择.....	41
2.4 仿真运行.....	44
2.5 MPLAB X IDE 与 Proteus 的联合调试.....	45
2.6 Proteus 在 PIC 单片机应用系统开发中的优势.....	46
第 3 章 基础程序设计	48
3.1 闪烁的 LED.....	48
3.2 用双循环控制 LED 左右来回滚动显示.....	50
3.3 多花样流水灯.....	51
3.4 LED 模拟交通灯.....	53
3.5 单只数码管循环显示 0~9.....	55
3.6 4 位集成式数码管滚动显示单个数字.....	57
3.7 8 位集成式数码管扫描显示多个不同字符.....	59
3.8 K1~K5 控制两位数码管的开关、加减与清零操作.....	61
3.9 数码管显示 4×4 键盘矩阵按键.....	64
3.10 数码管显示拨码开关编码.....	67
3.11 继电器及双向可控硅控制照明设备.....	68
3.12 INT 中断计数.....	71
3.13 RB4~RB7 端口电平变化中断控制数码管开关与加减显示.....	74
3.14 TIMER0 控制单只 LED 闪烁.....	77
3.15 TIMER0 控制流水灯.....	81

3.16	TIMER0 控制数码管扫描显示	83
3.17	TIMER1 控制交通指示灯	85
3.18	TIMER1 与 TIMER2 控制十字路口秒计时显示屏	90
3.19	用工作于同步计数方式的 TMR1 实现按键或脉冲计数	94
3.20	用定时器设计的门铃	97
3.21	报警器与旋转灯	99
3.22	用工作于捕获方式的 CCP1 设计的频率计	102
3.23	用工作于比较模式的 CCP1 控制音阶播放	106
3.24	CCP1 PWM 模式应用	109
3.25	模拟比较器测试	113
3.26	数码管显示两路 A/D 转换结果	117
3.27	EEPROM 读/写与数码管显示	121
3.28	睡眠模式及看门狗应用测试	125
3.29	单片机与 PC 双向串口通信仿真	129
3.30	PIC 单片机并行从动端口 PSP 读写测试	138
第 4 章	硬件应用	145
4.1	74HC138 与 74HC154 译码器应用	145
4.2	74HC595 串入并出芯片应用	147
4.3	用 74HC164 驱动多只数码管显示	151
4.4	数码管 BCD 解码驱动器 7447 与 CD4511 应用	154
4.5	8×8 LED 点阵屏显示数字	156
4.6	8 位数码管段位复用串行驱动芯片 MAX6951 应用	159
4.7	串行共阴显示驱动器 MAX7221 (7219) 级联应用	165
4.8	14 段与 16 段数码管串行驱动显示	169
4.9	16 键解码芯片 74C922 应用	173
4.10	1602 LCD 字符液晶测试程序	176
4.11	1602 液晶显示 DS1302 实时时钟	181
4.12	1602 液晶工作于 4 位模式实时显示当前日期时间	187
4.13	兼容 I ² C 接口的实时日历与时钟芯片 PCF8563 应用	192
4.14	2×20 串行字符液晶演示	200
4.15	LGM12864 液晶显示测试程序	203
4.16	PG160128A 液晶图文演示	210
4.17	TG126410 液晶串行模式显示	222
4.18	HDG12864 系列液晶演示	228
4.19	Nokia7110 液晶菜单控制程序	234
4.20	8 通道模拟开关 74HC4051 应用测试	242
4.21	用带 I ² C 接口的 MCP23016 扩展 16 位通用 I/O 端口	245
4.22	用带 SPI 接口的 MCP23S17 扩展 16 位通用 I/O 端口	250

4.23	用 I ² C 接口控制 MAX6953 驱动 4 片 5×7 点阵显示器	255
4.24	用 I ² C 接口控制 MAX6955 驱动十六段数码管显示	260
4.25	用带 SPI 接口的 D/A 转换器 MCP4921 生成正弦波形	265
4.26	用带 SPI 接口的 D/A 转换器 MAX515 控制 LED 亮度循环变化	271
4.27	正反转可控的直流电机	274
4.28	PWM 控制 MOSFET 搭建的 H 桥电路驱动直流电机运行	276
4.29	用 ULN2803 驱动单极步进电机正反向运转	280
4.30	用 L297+L298 控制与驱动双极步进电机	284
4.31	PC 通过 RS-485 器件 MAX487 远程控制单片机	292
4.32	I ² C 接口 DS1621 温度传感器测试	295
4.33	SPI 接口温度传感器 TC72 应用测试	304
4.34	温度传感器 LM35 全量程应用测试	309
4.35	K 型热电偶温度计	313
4.36	用铂电阻温度传感器 PT100 设计的测温系统	317
4.37	DS18B20 温度传感器测试	324
4.38	SHT75 温湿度传感器测试	333
4.39	1-Wire 式可寻址开关 DS2405 应用测试	339
4.40	光敏电阻应用测试	341
4.41	高仿真数码管电子钟组件应用	343
4.42	MPX4250 压力传感器测试	350
4.43	I ² C 接口存储器 AT24C04 应用	353
4.44	SPI 接口存储器 AT25F1024 应用	360
4.45	PIC18 I ² C、SPI、USART 及 A/D 模块应用	367
4.46	用 PIC18 控制 Microwire 接口继电器驱动器 MAX4820	376
4.47	用 PIC24 控制兼容 I ² C 接口的 SAA1064 驱动 4 位数码管显示	378
4.48	MMC 存储卡测试	382
4.49	ATA 硬盘数据读/写应用	387
4.50	微芯 VLS5573 液晶显示屏驱动器演示	395
第 5 章	综合设计	401
5.1	用 DS1302/DS18B20+MAX6951 设计的多功能电子日历牌	401
5.2	用 NE555 与电容式湿度传感器 HCH-1000 设计的湿度检测器	404
5.3	用 4×20 LCD 与 DS18B20 设计的单总线多点温度监测系统	410
5.4	用内置 EEPROM 与 1602 液晶设计的加密电子密码锁	418
5.5	用 PIC 单片机与 1601 LCD 设计的计算器	420
5.6	电子秤仿真设计	425
5.7	数码管显示的 GP2D12 仿真测距警报器	426
5.8	GPS 全球定位系统仿真	431
5.9	带 SPI 接口硬字库支持串口与级联由 4953 驱动的 64×16 点阵屏	434

5.10	用 M145026 与 M145027 设计的无线收发系统	443
5.11	红外遥控收发仿真	445
5.12	交流电压检测与数字显示仿真	449
5.13	带位置感应器的直流无刷电机 PMW 控制仿真	452
5.14	3 端可调正稳压器 LM317 应用测试	455
5.15	模拟射击训练游戏	458
5.16	带触摸屏的国际象棋游戏仿真	461
5.17	温室监控系统仿真	464
5.18	PIC 单片机 MODBUS 总线通信仿真	468
5.19	PIC18 单片机 USB 接口应用程序	474
5.20	基于 PIC18+Microchip TCP/IP 协议栈的 HTTP 服务器应用	482
	参考文献	495

第 1 章 PIC 单片机 C 语言程序设计概述

美国微芯科技公司 (Microchip Technology Inc) 是从事单片机及半导体器件研发、生产的全球知名企业, 所开发的 CMOS 工艺 PIC (Peripheral Interface Controller, 外设接口控制器) 系列 8 位单片机, 采用精简指令结构 (RISC), 指令数量少, 其 8 位机指令集只有 35 条, 系统结构简洁, 非常容易学习与应用开发。PIC 单片机硬件采用哈佛 (Harvard) 总线结构, 即程序存储器与数据存储器地址完全分开, 指令总线与数据总线完全分开, 其高速度、低电压、低功耗、大电流 LCD 驱动能力和低价位的 OTP 技术都体现出现代单片机产业的新趋势。

PIC 系列单片机广泛应用于计算机外设、工业控制、通信控制、智能仪器、汽车电子、金融电子及消费类家电控制、玩具设计等各个领域, PIC 单片机已经成为世界上最有影响力的嵌入式微控制器之一, 其可靠性在业界也有口皆碑。另外, PIC 单片机众多的型号可以很好地适应不同的应用需求。虽然 PIC 单片机型号众多, 但彼此之间的系统移植却非常容易, 产品升级换代变得非常方便。

PIC 的 8 位机有基本级、中档级和高档级 3 个系列, 其内部指令宽度分别为 12、14、16 位, 下面对这三个系列的单片机作简要介绍。

(1) 基本级系列

该系列的低档单片机价位低, 适应于控制任务相对简单且对价格敏感的低端消费类产品。例如 PIC12C5xx、PIC16C5x 等。

(2) 中档级系列

该系列产品型号最为丰富, 它在基本级产品基础上进行改进, 并保持了很高的兼容性。其外部结构也是多样的, 具有从 8 引脚到 68 引脚的各种封装, 适用于各种低、中、高档电子产品的设计。例如 PIC16F7x、PIC16F87xA。

(3) 高档级系列

该系列的特点是速度快, 适用于高速数字运算场合, 可取代某些 DSP 产品。此外, 这个系列单片机还具备丰富的 I/O 控制功能, 可外接扩展 EPROM 和 RAM, 使其成为 8 位单片机性能最高的供选机型。这个系列型号名称以 PIC18 开头。

PIC 的 8 位单片机支持众多外设及外设接口, 包括 TIMER、CCP、ADC、I²C、SPI、PSP、USB、CAN、LIN 等。

本书案例涉及 PIC12/16/18 系列单片机, 其中以中档的 PIC16F877A 单片机和高档的 PIC18F452 为主, 在开发 PIC 单片机 C 语言程序时, 使用的是微芯公司免费推出的 MPLAB 集成开发环境, 综合了编辑器、项目管理和设计平台, 适用于选择 PICmicro 系列单片机进行嵌入式系统开发。

本书在使用 C 语言程序开发设计各类案例时, 使用微芯公司提供的集成开发环境 MPLAB X IDE 及 XC8、XC16、HI-TECH PICC/PICC18、MCC18 编译器组合搭建 PIC 单片机 C 语言程序开发平台, 所搭建的开发平台可大大降低开发成本、缩短开发周期、大幅提高开发效率、程序可读性好且易于移植。

本书的编写, 旨在进一步提高读者的 PIC 单片机 C 语言程序开发能力。全书提供的 100 个案例均给出了完整的 Proteus 仿真电路及 C 语言程序源代码, 所有案例均已调试通过。

阅读使用本书之前要求已经学习了基本的 PIC 单片机 C 语言程序设计技术, 本章仅介绍使

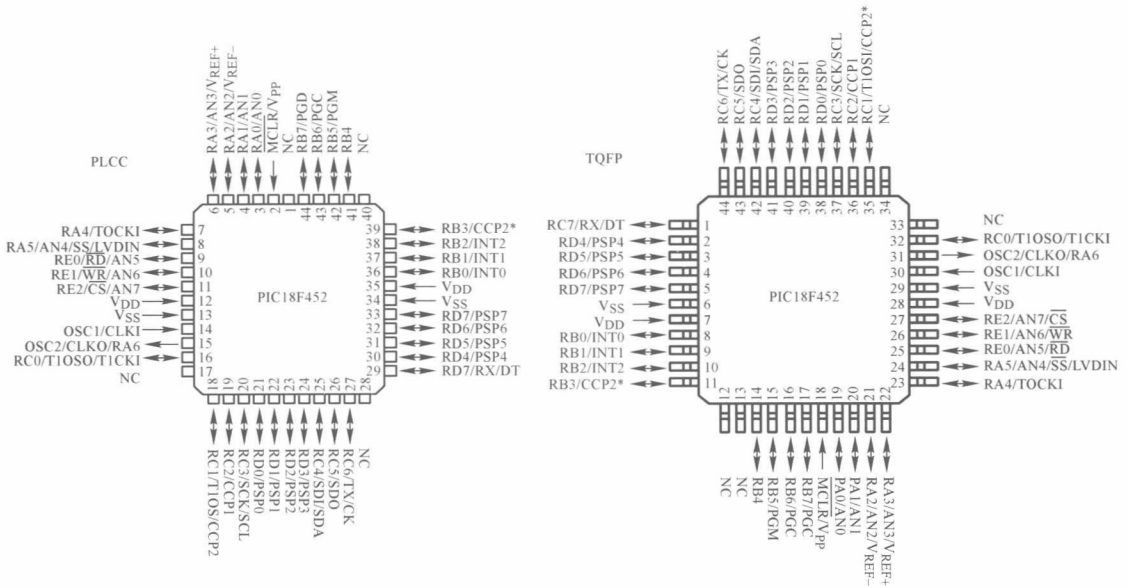


图 1-2 PIC18F452 单片机的两种不同封装

下面介绍这两种单片机的主要性能与外设特征。

一、PIC16F877A 单片机主要性能与外设特征简介

(1) 主要性能

- “哈佛结构”，功能强大的精简指令（RISC）单片机内核
- 35 条单字节指令
- DC - 20MHz 时钟输入，DC - 200ns 指令周期
- 可选择的振荡器
- 8 级深度硬件中断堆栈，用于保护和恢复程序计数器
- 共有 14 个中断源
- 直接、间接和相对寻址方式
- 8K Flash 程序字，368 字节数据 RAM 存储器，256 字节 EEPROM 数据存储器
- 处理器可读/写程序存储器（Flash）
- 全静态设计
- 具有上电复位功能（POR，Power-on Reset）
- 具有上电延时定时器（PWRT，Power-up Timer）和振荡器起振定时器（OST，Oscillator Start-up Timer）
- 具有片内看门狗定时器（WDT，Watchdog Timer）
- 具有片内可靠运行的 RC 振荡器
- 两线式串行编程能力（ICSP，In-Circuit Serial Programming）
- 具有单电源 5V 在线串行编程能力
- 可经两个引脚进行在线调试
- 可编程的代码保护，防止程序泄密
- 运行电压范围 2.0~5.5V
- 高吸入/拉出电流 25mA

- 低功耗睡眠方式
 - 低功耗，具有商用、工业用温度范围
- (2) 外设特征
- **TIMER0**: 带有 8 位预分频器的 8 位定时器/计数器
 - **TIMER1**: 带有预分频器的 16 位定时器/计数器，使用外部晶体振荡时钟时，在 SLEEP 期间仍能工作
 - **TIMER2**: 带有 8 位周期寄存器、预分频器和后分频器的 8 位定时/计数器
 - 2 个捕捉器（16 位，最大分辨率为 12.5ns），比较器（16 位，最大分辨率为 200ns），PWM 模块（最大分辨率为 10 位）
 - 10 位 8 通道模/数转换器
 - 模拟电压比较器
 - 带有 SPI（主模式）和 I²C（主/从）模式的 MSSP
 - 带有 9 位地址探测的通用同步/异步接收/发送器（USART，也称 SCI）
 - 带有 RD/WR/CS（仅 40/44 引脚）控制 8 位字宽的并行从动端口（PSP）
 - 带有欠压复位（BOR）电路

二、PIC18F452 单片机的主要性能与外设特征简介

(1) 主要性能

- “哈佛结构”，功能强大的精简指令（RISC）单片机内核
- 75 条单字节指令
- DC - 40MHz 时钟输入，最高执行速度达 10MIPS
- 可选择的振荡器
- 32K Flash 程序存储器，1 536 字节数据 RAM 存储器，256 字节 EEPROM 数据存储器
- 多达 20 种中断源，具有两级中断优先级和中断嵌套
- 31 级硬件堆栈
- 立即寻址、直接寻址、间接寻址、寄存器间接寻址
- 内置 8×8 单周期硬件乘法器
- 带有独立片内 RC 振荡器的看门狗定时器（WDT，Watchdog Timer）可保证运行可靠
- 多达 9 种复位方式：POR、BOR、RESET 指令、堆栈满、堆栈下溢、PWRT、OST、MCLR、WDT
- 多达 10 种振荡器方式选择：LP、XT、HS、HSPLL、RC、RCIO、INTIO1、INTIO2、EC、RCIO
- 在线串行编程（ICSP）与在线串行调试（ICD）
- 宽工作电压：2.0~5.5V
- I/O 端口驱动能力强，驱动电流达 25mA
- 具有商用、工业用温度范围
- 超低功耗设计：在空闲模式下，电流降至 5.8μA，在休眠模式下，电流降至 0.1μA

(2) 外设特征

- **TIMER0**: 带有 8 位预分频器的 8/16 位定时器/计数器
- **TIMER1**: 带有预分频器的 16 位定时器/计数器，可在休眠模式下通过外部时钟计数
- **TIMER2**: 带有 8 位周期寄存器的 8 位定时/计数器（作为 PWM 的时基）

- 2 个 CCP 模块 (捕捉/比较/脉宽调制)
- 8 路 10 位精度的 A/D 转换器
- MSSP 接口有 SPI、I²C 两种
- 带有 SPI (主模式) 和 I²C (主/从) 模式的 SSP
- 比较器参考电压模块
- 可寻址的 USART
- 并行从动端口 (PSP)
- 可编程的低电压检测模块 (LVD)。

图 1-3、图 1-4 分别给出了 PIC16F877A 和 PIC18F452 两种单片机的内部结构。

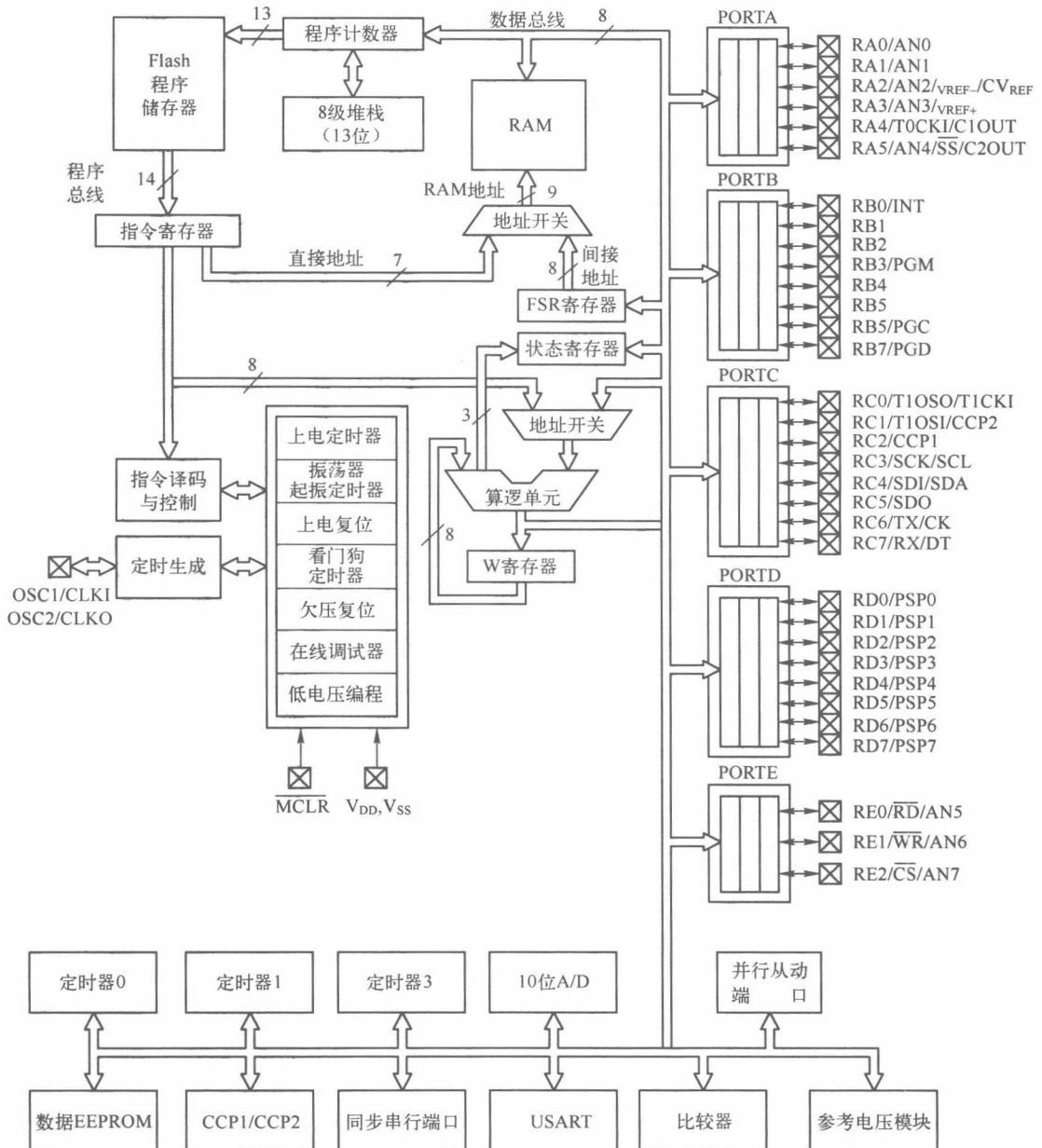


图 1-3 PIC16F877A 单片机内部结构图

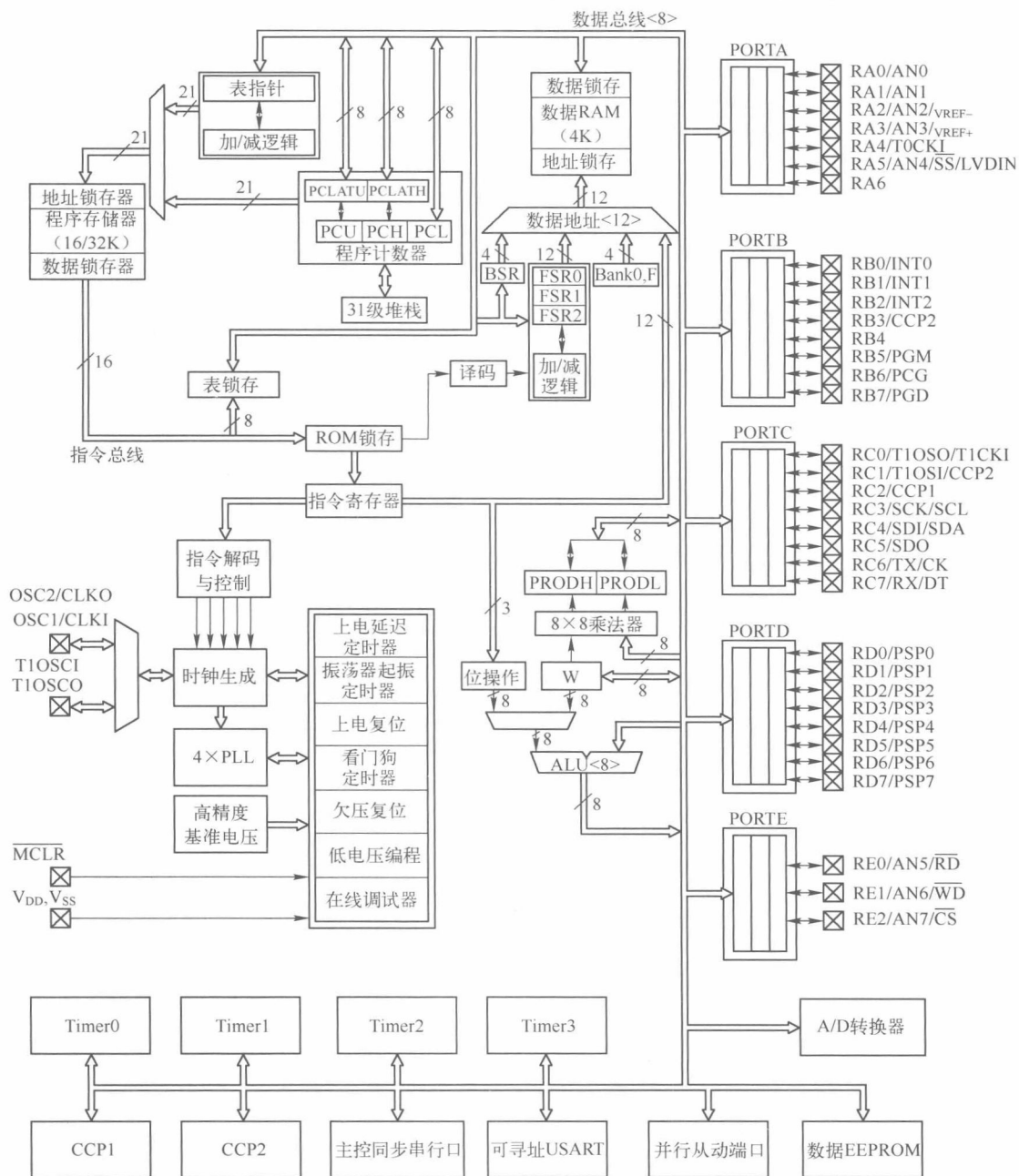


图 1-4 PIC18F452 单片机内部结构图

1.2 PIC 单片机 C 语言程序开发环境安装及应用

PIC 单片机集成开发平台 MPLAB X IDE 可从微芯公司网站 (www.microchip.com) 免费下载, 其运行界面如图 1-5 所示 (MPLAB X IDE v3.00.02 beta 版)。

在 MPLAB X IDE 中编译本书 C 语言源程序时, 还需要单独安装 C 程序编译器, 例如 MPLAB XC 系列编译器 (MPLAB XC8/XC16/XC32 Compiler), Microchip C18 (MCC18)、HI-TECH PICC/PIC-C18 等, 其中本书主要使用的 XC8 编译器是一种独立式的优化 ANSI C 编译器, 它支持所有 8 位 PIC 单片机, 如 PIC10、PIC12、PIC16 和 PIC18 系列器件, 以及 PIC14 000 器件。

该编译器提供了 3 种工作模式：免费（Free）、标准（Standard）或专业（PRO）模式。标准和专业工作模式是许可模式，需要使用一个序列号来启用，无许可证的客户可以使用免费模式。基本的编译器操作、支持的器件和可用的存储器在所有模式之间是相同的，其差别仅在于编译器采用的优化级别不同。本书使用的 XC8 版本为 MPLAB XC8 Compiler v1.33，安装文件为 xc8-v1.33-full-install-windows-installer.exe。

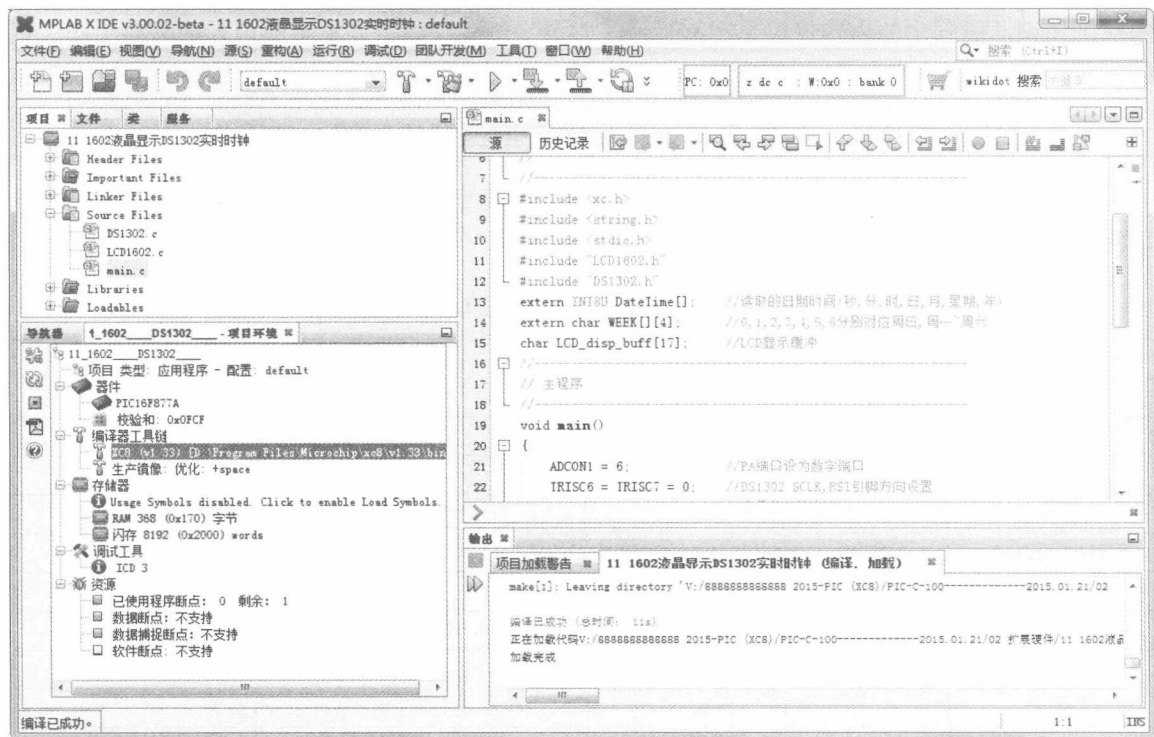


图 1-5 MPLAB X IDE 集成开发环境

创建新项目时，在 MPLAB X IDE 单击菜单“文件/新建项目”，选择“Microchip 嵌入式/独立项目”，然后选择 PIC 单片机型号及硬件工具（Hardware Tools），并在下一步选择编译器（本书选择的是 XC8/v1.33），选择对话框如图 1-6 所示，最后在如图 1-7 所示的窗口中选择项目名称及文件夹，并选择编码为 UTF-8。



图 1-6 编译器选择对话框



图 1-7 选择项目名与文件

打开一个项目时，需要在 MPLAB X IDE 中单击菜单“文件/打开项目”，在弹出的对话框中找到“项目路径”并单击打开按钮即可。

1.3 PIC 单片机 C 语言程序设计基础

对于 MPLAB XC8 编译器，本节并不准备全面讲述其所支持的 PIC 单片机 C 语言程序设计的基础知识，所列出的内容仅仅是在编写调试本书案例程序时需要参考的内容或需要引起注意的内容。

一、基本数据类型、有符号与无符号数应用、数位分解、位操作

本书所有 PIC 单片机 C 语言程序设计的基本数据类型大部分与 ANSI C 相同，表 1-1 列出了常用的基本数据类型。

表 1-1 C 程序设计中常用的基本数据类型

数据类型	本书定义	长度(位)	取值范围
bit		1	取值为 0 或 1
signed char (char)	INT8	8	-128~127
unsigned char	INT8U	8	0~255
char		8	默认为无符号类型，通过设置编译选项可改为有符号类型
int (signed int)	INT16	16	-32 768~32 767
unsigned int	INT16U	16	0~65 535
long (signed long)	INT32	32	-2 147 483 648~2 147 483 647
unsigned long	INT32U	32	0~4 294 967 295
float		24/32	默认为 24 位，通过设置编译选项可改为 32 位
double		24/32	同上

设计单片机应用系统时，使用的多数都是无符号数，全书约定将 0~255 以内的无符号整数定义为 INT8U，它相当于字节类型 BYTE；0~65 535 以内的无符号整数定义为 INT16U，它相当于字类型 WORD。

如果涉及有符号数处理，在定义时要注意使用 signed 类型（除非对符号位及数据位独立进行处理）。例如，温度控制程序中有正负温度，DS18B20 温度传感器可处理的实际温度范围 -55~125℃，如果忽略小数部分，则相关变量可定义为 INT8 类型（即 signed char），其取值范围 -128~127。

对于大量要将整数或浮点数显示在数码管上的案例，需要对待显示数据进行数位分解，例如：

```
INT8U d = 227;
INT8U c[3];
c[0] = d / 100; c[1] = d / 10 % 10; c[2] = d % 10;
```

又如：

```
float x = 123.45;
```

要得到 x 的各个数位，可先将 x 乘以 100，然后再分解各数位：

```
INT16U y = x * 100;
```