



附赠1CD

单片机应用开发实例丛书

PIC系列单片机 开发实例精解

孙安青 编著

经典实例

超声波语音仪实例
简易示波器实例
数控电源实例
游戏开发实例



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

单片机应用开发实例丛书

PIC系列单片机 开发实例精解

孙安青 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

全书共 19 章, 分别介绍了单片机的发展, 内部结构及系统时钟源工作与配置方法, 指令系统与汇编语言程序设计, C 语言基础知识, MPLAB C18 编译器的 C 语言扩展特性和使用方法, MPLAB IDE 集成开发环境的安装及应用, 各种模块的原理及使用方法, 超声波语音测距仪开发实例, 简易数字示波器实例, 数控电源实例和游戏开发实例。

本书可作为高等院校电子工程、自动化、电气工程、测控技术与仪器、电子信息工程、通信工程及计算机科学与技术等专业的学生教材, 也可作为相关工程技术人员的学习参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

PIC 系列单片机开发实例精解 / 孙安青编著. —北京: 中国电力出版社, 2011.1

(单片机应用开发实例丛书)

ISBN 978-7-5123-0926-5

I. P… II. ①孙… III. 单片微型计算机-系统开发 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 190622 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 3 月第一版 2011 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 30.125 印张 737 千字

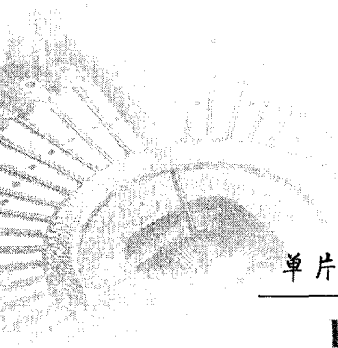
印数 0001—3000 册 定价 55.00 元 (含 1CD)

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



单片微型计算机（简称单片机）的诞生是计算机发展史上的一个里程碑，它以体积小、功能全、性价比高等诸多优点而独具特色，在工业控制、通信设备、信息处理、家用电器等各种测控领域的应用中独占鳌头。8 位单片机由于其价格低廉、使用方便，仍然是市场的主流产品。学习单片机原理，掌握单片机技术，具有重要的现实意义。

在众多的单片机中，美国 Microchip 公司的 PIC 系列单片机异军突起，率先推出了采用精简指令集计算机（Reduced Instruction Set Computer, RISC）、哈佛（Harvard）双总线和两级精简指令流水线结构的高性价比的 8 位单片机，具有速度快、功耗低、驱动电流大、控制能力强等优点，能满足用户的各种需要。在所有的单片机中，PIC 单片机是最容易学习、最容易应用的单片机之一。

Microchip 公司推出的 8 位 PIC 单片机分为低档、中档和高档，共几十种型号的产品来满足不同的产品设计需求。随着技术的发展、更多功能的需求，高档 PIC18 系列单片机在指令运算速度、大容量的程序存储和数据存储上有了很大的改进，能够很好地满足应用的需要。

本书特色

目前，市场上关于 PIC18 系列单片机的书籍比较少，且大都偏重讲述原理，很少以实例的形式来介绍原理的应用方法，并且对应用实例涉及得不多。本书采用原理介绍与实例应用相结合形式来讲述 PIC18F 单片机的基本原理及应用。因此，本书在介绍原理的同时，并以应用实例的形式介绍原理的应用方法和技巧，最后再以几个实用的、热门的综合实例的形式介绍 PIC18F 单片机的综合应用，引导读者直接掌握 PIC18 系列单片机原理及应用。本书的应用实例丰富，读者通过每个实例的应用可以很快掌握 PIC18F 单片机的应用，会发现原来学习单片机是这么容易。

主要内容

全书共 19 章，主要内容如下。

第 1 章介绍了单片机的发展，PIC18 系列单片机的品种及优越性。此外，还介绍了 PIC 单片机的开发工具，使读者对开发 PIC 单片机有一定的了解。

第 2~3 章介绍了 PIC18F 系列单片机的内部结构及系统时钟源工作与配置方法。

第 4 章介绍了 PIC18F 系列单片机的指令系统与汇编语言程序设计，让读者掌握汇编语言开发 PIC18F 系列单片机提供帮助。

第 5 章介绍了开发 PIC18F 系列单片机的 C 语言基础知识，以及 MPLAB C18 编译器的 C 语言扩展特性和使用方法。

第 6 章介绍了 MPLAB IDE 集成开发环境的安装及应用的一些基本知识，让读者掌握如

何高效地利用 MPLAB IDE 开发环境编写、编译、调试程序的方法。

第 7~15 章主要介绍了 PIC18F 系列单片机内置的各个模块的原理及使用方法，依次是通用 I/O 端口、中断系统、定时器模块、CCP 模块、MSSP 模块、USART 模块、A/D 转换器模块、EEPROM 数据存储器模块、模拟比较器模块。在介绍了这些模块的原理同时，并以实例的形式介绍了各个模块的应用和编程技巧。

第 16 章介绍了基于 PIC 单片机的超声波语音测距仪开发实例。本实例详细介绍了利用低成本的 PIC 单片机实现超声波测距的硬件和软件设计。内容涉及超声波发声、接收、语音的产生和播放等。

第 17 章介绍了基于 PIC 单片机的简易数字示波器实例。本实例详细介绍了利用 PIC 单片机本身资源和少量的外围器件来实现数字示波器的波形显示、频率、峰峰值等参数测量的低成本仪器。内容涉及数据采集、数据处理算法和 LCD 显示等。

第 18 章介绍了基于 PIC 单片机的数控电源实例。本实例详细介绍了利用 PIC 单片机的 PWM 模块来产生模拟电压的软/硬件设计。实例中详细介绍了 PWM 产生模拟电压的原理及实现方法，内容涉及模拟电压产生、LED 数码管的显示和数字键盘的输入等。

第 19 章介绍了基于 PIC 单片机的游戏开发实例。本实例详细介绍了利用低成本的 PIC 单片机和 LCD 显示模块实现的撞击墙的游戏的硬件和软件设计，内容涉及大屏幕 LCD 显示模块的显示驱动、图形绘制技术、文字显示技术、游戏算法和游戏声音技术的设计与实现等。

致谢

在本书的策划和编写过程中，笔者参阅了大量的参考书籍、文献资料以及网络相关资源，并在书中引用了其中的部分文字和插图，在此表示感谢。桂林电子科技大学应用科技学院院长罗源伟教授、副院长雷加教授、副院长陈旭副教授和桂林电子科技大学信息科技学院陈岳林教授为本书提供了某些章节的设计思路和相关资料。桂林电子科技大学应用科技学院电子信息工程专业的教研室主任付强老师以及童有为、严素清、陈金龙、陈小毛、侯杏娜老师提供了技术上的支持和帮助，桂林电子科技大学信息科技学院机电工程系的莫荣老师在帮助完成实例验证中给予了热情的帮助。韦生贵、毛立昱、黄少雄等同学为本书做了很多工作，在此一并向他们表示谢意！此外，还要特别感谢我的家人，他们在本书的编写过程中给了我很大的鼓励和支持。

限于作者水平和时间，错误和不当之处在所难免，敬请读者批评指正（网站：www.supermcu.com，邮箱：supermcu@126.com）。

作 者

前 言

第1章 概述	1
1.1 PIC单片机简介	1
1.2 PIC单片机体系结构简介	1
1.2.1 精简指令(RISC)体系结构	1
1.2.2 哈佛(Harvard)双总线结构	2
1.2.3 两级流水线结构	2
1.3 PIC单片机优越性	2
1.4 PIC单片机系列产品	3
1.5 PIC系列单片机开发工具	10
1.5.1 PIC系列单片机仿真器	10
1.5.2 PIC系列单片机编程器	13
1.5.3 PIC系列单片机的集成开发环境	16
第2章 PIC18F单片机结构	18
2.1 PIC18F单片机主要特性	18
2.2 PIC18F系列单片机的特殊模块特性	19
2.3 PIC18F单片机内核组成	20
2.4 PIC18F单片机外围引脚功能及描述	22
2.5 PIC18F单片机的常用配置字	26
2.5.1 配置寄存器介绍	27
2.5.2 配置寄存器的使用方法	33
第3章 PIC18F单片机时钟源与复位电路	35
3.1 振荡器类型	35
3.2 晶振/陶瓷振荡器	35
3.3 外部时钟输入	36
3.4 RC振荡器	36
3.5 PLL倍频器	37
3.6 内部振荡器电路	37
3.7 时钟源与振荡器的切换	39
3.8 内置RC振荡器使用方法	40
3.9 复位电路	41
3.10 本章小结	43
第4章 汇编语言程序设计	44
4.1 寻址方式	44
4.2 指令系统	46

4.2.1	PIC18F 汇编语言指令格式	47
4.2.2	指令中的符号标识	48
4.2.3	汇编指令	49
4.3	汇编语言程序设计	63
4.3.1	程序设计语言概述	63
4.3.2	汇编语言程序设计的特点及伪指令	63
4.3.3	程序设计的步骤	66
4.3.4	PIC18F 汇编程序设计模板	67
4.3.5	结构化程序设计	69
第 5 章	C 语言程序设计	76
5.1	C 语言基本知识	76
5.1.1	标识符和关键字	76
5.1.2	数据的基本类型	77
5.1.3	C 语言的运算符与表达式	78
5.1.4	C 语言的语句	84
5.1.5	函数	90
5.1.6	局部变量与全局变量	92
5.1.7	变量的存储类别	93
5.1.8	数组	96
5.1.9	指针	102
5.1.10	指针与数组	108
5.1.11	指针与函数	115
5.1.12	结构体	118
5.1.13	共用体和枚举	125
5.2	PIC18 单片机的 C 语言扩展特性	129
5.2.1	概述	129
5.2.2	扩展语法	130
5.2.3	语言扩展	132
5.2.4	PRAGMA 伪指令	133
5.2.5	中断伪指令	134
5.2.6	#pragma config	137
5.2.7	C 语言与汇编混合编程	137
第 6 章	MPLAB IDE 集成开发环境	141
6.1	MPLAB IDE 的特点与安装	141
6.2	MPLAB IDE 的使用	144
6.3	使用项目向导创建工程文件	149
6.4	编译项目	152
6.5	程序调试运行	152
6.6	观察窗口	154
6.7	MPLAB ICD 2 调试器的使用	156
第 7 章	通用 I/O 端口	160
7.1	I/O 端口工作原理	160
7.2	相关寄存器	161
7.3	通用 I/O 端口应用实例	163

7.3.1 跑马灯实例	163
7.3.2 按键加 1 计数实例	166
7.3.3 4×4 矩阵键盘识别实例	169
7.4 本章小结	176
第 8 章 中断系统	177
8.1 概述	177
8.2 中断系统结构	177
8.3 中断控制寄存器 (INTCONx)	179
8.4 外设中断请求标志寄存器 (PIRx)	181
8.5 外设中断使能寄存器 (PIEx)	183
8.6 外设中断优先级寄存器 (IPRx)	185
8.7 外部中断 INTn	187
8.8 中断系统的应用实例	187
8.8.1 按键计数器实例	188
8.8.2 Wiegand 门禁通信协议识别器实例	193
8.9 本章小结	205
第 9 章 定时计数器模块	206
9.1 Timer0 模块	206
9.2 Timer1 模块	208
9.3 Timer2 模块	211
9.4 Timer3 模块	212
9.5 应用实例	215
9.5.1 1kHz 方波信号发生器	215
9.5.2 频率连续可调方波信号发生器	218
9.5.3 基于 Timer1 的实时时钟的设计	230
9.5.4 频率计的设计	238
9.6 本章小结	243
第 10 章 捕捉/比较/脉宽调制 (CCP) 模块	244
10.1 CCP 模块	244
10.2 捕捉模式	246
10.3 比较模式	247
10.4 PWM 模式	248
10.5 CCP 模块应用实例	250
10.5.1 信号脉宽测量	250
10.5.2 数字化调光源	255
10.6 ECCP 模块	258
10.7 本章小结	268
第 11 章 主同步串口 (MSSP) 模块	269
11.1 概述	269
11.2 SPI 模式	270
11.3 MSSP 模块在 SPI 模式下的应用实例	276
11.3.1 串/并转换应用	276
11.3.2 16×16 点阵 LED 显示屏实例	278

11.3.3 串行 SPI 接口大容量 EEPROM 读写	286
11.4 I ² C 模式	294
11.5 I ² C 模式下的应用实例	302
11.6 本章小结	309
第 12 章 串行通信接口 (EUSART) 模块	310
12.1 概述	310
12.2 与 EUSART 相关的寄存器	310
12.3 波特率发生器	313
12.4 EUSART 异步模式	315
12.5 EUSART 异步模式下的应用实例	318
12.5.1 单片机与 PC 机通信实例	318
12.5.2 基于 RS-485 总线的路灯监控演示实例	325
12.6 EUSART 同步模式	336
12.7 EUSART 同步模式应用实例	340
12.8 本章小结	345
第 13 章 A/D 转换器模块	346
13.1 逐次逼近式 A/D 转换器原理	346
13.2 内置的 10 位 A/D 转换器	347
13.2.1 寄存器描述	348
13.2.2 A/D 配置及转换步骤	349
13.3 CCP2 触发信号在 A/D 转换器中的应用	350
13.4 应用实例	350
13.4.1 2 路 0~5V 可调直流电压测量实例	350
13.4.2 提高 PIC18F 单片机的 A/D 分辨率技术	356
13.5 本章小结	360
第 14 章 数据 EEPROM 存储器模块	361
14.1 概述	361
14.2 相关寄存器	361
14.2.1 EEADR 和 EEADRH 寄存器	361
14.2.2 EECON1 和 EECON2 寄存器	361
14.3 数据 EEPROM 存储器读操作	362
14.4 数据 EEPROM 存储器写操作	363
14.5 应用实例	364
第 15 章 模拟比较器及参考电压源模块	367
15.1 模拟比较器	367
15.1.1 CMCON 控制寄存器	367
15.1.2 比较器工作原理	368
15.1.3 比较器的参考电压	369
15.1.4 比较器的输出	369
15.1.5 比较器的中断	369
15.2 比较器参考电压源模块	370
15.3 应用实例	371

15.3.1	恒温控制器设计	371
15.3.2	基于比较器的直流电压测量	374
第 16 章 基于 PIC 单片机的超声波语音仪		380
16.1	概述	380
16.2	超声波测距原理	380
16.2.1	压电式超声波传感器	380
16.2.2	超声波测距原理	380
16.2.3	环境温度对波速的影响	381
16.3	硬件设计	381
16.3.1	超声波发射电路	381
16.3.2	超声波接收电路	382
16.3.3	环境测温电路	383
16.3.4	单片机最小系统与显示电路	385
16.3.5	语音电路	385
16.4	软件设计	388
16.4.1	软件设计概要	388
16.4.2	软件流程图	388
16.4.3	初始化程序设计	389
16.4.4	40kHz 超声波产生程序设计	392
16.4.5	温度测量程序设计	392
16.4.6	语音播放程序设计	395
16.4.7	中断服务程序设计	395
16.4.8	主程序 main()程序设计	397
16.5	本章小结	399
第 17 章 基于 PIC 单片机的简易示波器实例		400
17.1	系统结构介绍	400
17.2	硬件电路设计	400
17.2.1	信号调理电路	401
17.2.2	键盘、显示及单片机核心电路	401
17.2.3	电源供电电路	403
17.3	TS12864 液晶 (LCD) 模块	403
17.3.1	液晶模块概述	403
17.3.2	引脚功能	404
17.3.3	时序图	404
17.3.4	指令表	405
17.3.5	TS12864 基本驱动函数	405
17.4	软件设计	405
17.4.1	TS12864 点阵 LCD 程序设计	406
17.4.2	配置字、变量声明与定义	410
17.4.3	系统初始化程序设计	411
17.4.4	中断服务程序设计	413
17.4.5	main()主程序设计	415
17.5	实例运行效果截图	422
17.6	本章小结	422

第 18 章 基于 PIC 单片机的数控电源实例	423
18.1 工作原理	423
18.2 硬件设计	423
18.2.1 电源电路	423
18.2.2 模拟信号调理	424
18.2.3 单片机最小系统	425
18.3 软件设计	425
18.3.1 程序设计概要	425
18.3.2 软件流程图	427
18.3.3 程序设计分析	427
18.4 本章小结	435
第 19 章 基于 PIC 单片机的游戏开发实例	436
19.1 系统硬件设计	436
19.1.1 硬件结构	436
19.1.2 电源系统	437
19.1.3 GDM240×128 液晶显示器	437
19.1.4 GDM240×128 显示器与单片机接口	445
19.1.5 PIC18F 单片机最小系统及键盘	445
19.2 系统软件设计	446
19.2.1 GDM240×128 点阵 LCD 驱动程序设计	446
19.2.2 PIC18F 单片机配置及资源初始化函数	454
19.2.3 与游戏相关的变量	456
19.2.4 游戏程序的关键点分析	457
19.2.5 按键程序设计	461
19.2.6 游戏时间显示程序设计	462
19.2.7 游戏程序设计主流程图	462
19.2.8 球运动程序设计	464
19.2.9 PIC18F 中断服务程序设计	468
19.3 游戏运行效果图	470
19.4 本章小结	470
参考文献	471

1.1 PIC 单片机简介

由美国 Microchip 公司推出的 PIC 单片机系列产品, 率先采用了 RISC 结构的嵌入式微控制器, 其高速度、低电压、低功耗、大电流 LCD 驱动能力和低价位 OTP 和 Flash 技术等都体现出单片机产业的新趋势。目前, PIC 系列单片机在世界单片机市场的份额排名中已逐年升位, 尤其在 8 位单片机市场, 已从 1990 年的第 20 位上升到目前的第 2 位。PIC 单片机从覆盖市场出发, 已有 3 种 (又称三层次) 系列多种型号的产品问世, 所以在全球都可以看到 PIC 单片机在电脑的外设、家电控制、电子通信、智能仪器、汽车电子、金融电子各个领域的广泛应用。现在的 PIC 单片机已经是世界上最有影响力的嵌入式微控制器之一。

PIC 的 8 位单片机产品共有基本级、中档级和高档级 3 个系列。

(1) 基本级系列。该级产品的特点是价位低, 如 PIC10F 和 PIC12F 系列, 适用于各种对成本要求严格的家电产品选用。又如, PIC10F 系列单片机是世界第一个 8 脚的低价位单片机, 因其体积很小, 完全可以应用在以前不能使用单片机的家电产品中。

(2) 中档级系列。该级产品是 PIC 最丰富的品种系列, 它在基本级产品上进行了改进, 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, 如 PIC16F87XA。该级产品的性能很高, 如内部带有 A/D 转换器、EEPROM 非易失性数据存储、模拟比较器模块、PWM 模块、I²C 和 SPI 等接口模块。PIC 中级系列产品适用于各种高、中、低档的电子产品的设计。

(3) 高档级系列。该系列产品如 PIC18F 系列, 其特点是速度快, 所以适用于高速数字运算的应用场合中, 加之它具备一个指令周期内 (15ns) 可以完成 8×8 (位) 二进制乘法的运算能力, 所以可取代某些 DSP 产品。此外, PIC18FXXX 还具有丰富的 I/O 控制功能, 并可外接扩展 EPROM 和 RAM, 使其成为目前 8 位单片机中性能最高的机种之一。因此, 很适用于在高、中档的电子设备中使用。

1.2 PIC 单片机体系结构简介

1.2.1 精简指令 (RISC) 体系结构

Microchip 公司是率先采用具有先进的 RISC 结构应用在 PIC 单片机系统中的技术公司。作为精简指令集 RISC 体系结构, 它的关键技术在于采用流水线操作 (Pipelining) 和等长指令体系结构, 使一条指令可以在一个单独操作中完成, 从而实现在一个时钟周期里完成一

条或多条指令。因此，RISC 的特点就是通过简化 CPU 的指令功能，使指令的平均执行时间缩短，从而提高 CPU 的性能和速度。在使用相同的晶体管技术和相同的运行时钟下，RISC 体系结构的运行速度是 CISC 的 2~4 倍。

1.2.2 哈佛 (Harvard) 双总线结构

所有 PIC 单片机的存储结构都是基于哈佛双总线概念，数据和指令传输总线完全分开，以避免出现典型的 CISC 体系结构中经常出现的处理瓶颈问题。

传统的冯·诺依曼结构的计算机是在同一个存储空间取指令和数据，两者不能同时进行，限制了工作带宽。而在哈佛结构的计算机中，指令和数据空间是完全分开的，一个用于指令，另一个用于数据。由于可以对程序和数据同时进行访问，所以提高了数据吞吐率。

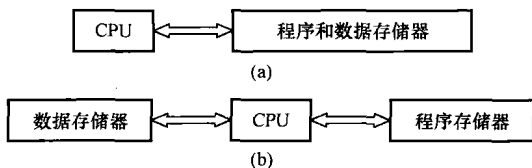


图 1-1 两种不同结构的工作示意图

(a) 冯·诺依曼结构；(b) 哈佛结构

正因为 PIC 单片机中采用了哈佛双总线结构，所以与常见的单片机不同的一点是：程序和数据可以采用不同的宽度。数据总线都是 8 位的，但在低档、中档和高档 PIC 系列单片机中的指令总线位数分别为 12 位、14 位和 16 位。图 1-1 给出两种不同结构的工作示意图原理。

1.2.3 两级流水线结构

PIC 系列单片机指令采用两级指令流水线结构，分别为取指和执行两级，如图 1-2 所示。当一条指令被执行时允许下一条指令同时被取出，使得在每个时钟周期可以获得最高效率。

在 CISC 结构的单片机中，取指和指令执行都是顺序进行的。而在 RISC 结构单片机中，采用的是流水线架构，取指和执行在时间上是相互重叠的，因此很容易实现单周期指令。而在 PIC 系列单片机中，其指令系统除了分支指令是双周期指令外，其他指令都是单周期指令。因而，在 PIC 系列单片机中，指令的执行效率很高，提高了单片机的处理速度。

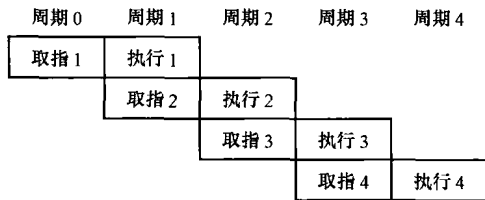


图 1-2 指令流水线工作示意图

1.3 PIC 单片机优越性

PIC 系列单片机除了具有一般单片机所具有的实用、低价、低功耗、高速度、体积小、功能强等特点之外，还具有品种多、指令集小、简单易学等特点。它的品种达近百种，用户可根据需要选择不同档次和不同功能的芯片。通常，无需外扩展程序存储器、数据存储器、A/D、CAN、USB、以太网模块等，真正体现了单片机的“单片”特性。PIC 系列单片机还具有很多优点，且容易学习，因此如果能很好地利用其各种特性，可以设计出许多在电路合理性、成本控制、性能指标各方面都很优秀的产品。与其他单片机相比，它还具有



如下特点。

(1) 品种多, 选择余地大。PIC 系列单片机有近百种可供选择, 从 18~100 脚, 最高时钟频率为 4~64MHz, 程序存储器容量从几 KB 到一百多 KB。

(2) 高速度。PIC 系列单片机的内核吞吐率最高可达 16MIPS (Million Instruction Per Second), 每条指令最快可达 51ns。因此, 特别适合对于时间要求苛刻的实时应用。

(3) 指令少, 易学易用。PIC 系列单片机内核是采用精简指令 (RISC), 指令集比 CISC 内核单片机要少得多, 总共只有 75 条。

(4) 用户可选择振荡器多。PIC 系列单片机内核的振荡器内部集成有高精度的 RC 振荡器, 频率从 32kHz~16MHz 共有 8 个档位可供选择, 同时支持外部的晶振荡器 (4~64MHz)、陶瓷振荡器、外部 RC 振荡器等。此外, 内部还集成有 4 倍频的 PLL 锁相环技术, 用户只需要低频的振荡器, 就可以让内核工作于 4 倍于振荡器的时钟上, 从而提高了系统的电磁干扰。

(5) 低功耗。PIC 系列单片机内核采用全静态 CMOS 工艺设计, 电源操作能耗很低。可以用软件在必要的时候降低主频频率, 大幅降低功耗, 并可在程序不运行时进入休眠状态, CPU 不执行运算, 只维持 RAM 的供电, 所需要的电流极小。

(6) 程序代码加密保护, 具有较强的保密性能。

(7) I/O 口功能强大。I/O 口除了具有基本的输入/输出功能之外, 还具有其他模块的功能, 通过软件配置, 每个 I/O 引脚都可以对输入/输出分别分时进行多路复用。

(8) 驱动能力强。数据输入允许有 25mA 的灌电流, 输出允许也有 25mA 的拉电流, 可以直接驱动发光二极管。



1.4 PIC 单片机系列产品

PIC 系列单片机根据其指令总线的位数可分为 12 位 (低档)、14 位 (中档) 和 16 位 (高档) 三种。

1. 低档 PIC 单片机

PIC10F/PIC12F 是一款低成本、高性能的 8 位全静态闪存 CMOS 单片机。一般为 8 引脚的 PDIP 或 8 引脚的 SOIC 封装, 采用的是 RISC 架构, 仅有 33 条单字单周期指令。且内部集成的具有 256~2048B 容量的闪存存储器、最大集成有 128B 的 RAM、8 位定时器、4~6 个 I/O 引脚、A/D 转换器、EEPROM 存储器、模拟比较器等功能。详细的型号见表 1-1。

表 1-1 低档 PIC 单片机常用具体型号的分类情况

引 脚	型 号	特 点
8	PIC10F200	闪存 256 字节, 数据存储器 16 字节, I/O 口 4 位, 1 个 8 位定时器
	PIC10F202	闪存 512 字节, 数据存储器 24 字节, I/O 口 4 位, 1 个 8 位定时器
	PIC10F204	闪存 256 字节, 数据存储器 16 字节, I/O 口 4 位, 1 个 8 位定时器 1 个比较器
	PIC10F206	闪存 512 字节, 数据存储器 24 字节, I/O 口 4 位, 1 个 8 位定时器 1 个比较器
	PIC10F220	闪存 256 字节, 数据存储器 16 字节, I/O 口 4 位, 1 个 8 位定时器 2 通道 8 位 A/D
	PIC10F222	闪存 512 字节, 数据存储器 23 字节, I/O 口 4 位, 1 个 8 位定时器 2 通道 8 位 A/D

续表

引 脚	型 号	特 点
8	PIC12F508	闪存 512 字节, 数据存储器 25 字节, I/O 口 6 位, 1 个 8 位定时器
	PIC12F509	闪存 1024 字节, 数据存储器 41 字节, I/O 口 6 位, 1 个 8 位定时器
	PIC12F629	闪存 1024 字节, 数据存储器 64 字节, I/O 口 6 位, 1 个 8 位定时器 1 个 16 位定时器, 1 个比较器
	PIC12F675	闪存 1024 字节, 数据存储器 64 字节, I/O 口 6 位, 1 个 8 位定时器 1 个 16 位定时器, 1 个比较器, 4 通道 10 位 A/D
	PIC12F683	闪存 2048 字节, 数据存储器 128 字节, EEPROM 存储器 256 字节 I/O 口 6 位, 2 个 8 位定时器 1 个 16 位定时器, 1 个比较器 4 通道 10 位 A/D

2. 中档 PIC16F 单片机

中档 PIC16F 单片机从 18 脚到 40 脚的器件型号多达到几十种。内部采用的 RISC 架构, 指令的长度为 14 位宽, 可最大寻址空间达到 8KB, 集成的 RAM 存储容量可达 368B, 外设功能丰富: IO 引脚可达到 36 个、2 个 8 位定时器、1 个 16 位定时器、模拟通道可达 8 个的 10 位 A/D 转换器、2 个模拟比较器、2 个 CCP (捕捉/比较/PWM) 模块、USART 串口通信模块、SSP (SPI/I²C) 接口模块等多种功能。但有些型号的单片机, 例如 PIC16F639 单片机内置有 KeeLoq 模块和低频前端模拟, PIC16F913 内置有 16 段的 LCD 驱动模块。表 1-2 列出了部分中档 PIC16F 单片机的器件型号和功能特点。

表 1-2 中档 PIC 单片机常用具体型号的分类情况

引 脚	型 号	特 点
14	PIC16F630	闪存 1024 字节, 数据存储器 64 字节, EEPROM 存储器 128 字节。 I/O 口 12 位, 1 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 1 个比较器。
	PIC16F676	闪存 1024 字节, 数据存储器 64 字节, EEPROM 存储器 128 字节。 I/O 口 12 位, 1 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 1 个比较器。 8 通道 10 位 A/D
	PIC16F636	闪存 2048 字节, 数据存储器 128 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 12 位, 1 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个比较器。 KeeLoq 模块
	PIC16F639	闪存 2048 字节, 数据存储器 128 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 12 位, 1 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个比较器。 KeeLoq 模块, 低频前端模拟
	PIC16F684	闪存 2048 字节, 数据存储器 128 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 12 位, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个比较器。 8 通道 10 位 A/D
	PIC16F688	闪存 4096 字节, 数据存储器 256 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 12 位, 1 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个比较器。 8 通道 10 位 A/D
	PIC16F505	闪存 1024 字节, 数据存储器 72 字节, I/O 口 12 位, 1 个 8 位定时器
	PIC16F506	闪存 1024 字节, 数据存储器 67 字节, I/O 口 12 位, 1 个 8 位定时器
18	PIC16F54	闪存 512 字节, 数据存储器 25 字节, I/O 口 12 位, 1 个 8 位定时器
	PIC16F627A	闪存 1024 字节, 数据存储器 224 字节, EEPROM 存储器 128 字节。 I/O 口 16 位, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个比较器模块。 1 个 CCP 模块

续表

引脚	型号	特点
18	PIC16F628A	闪存 2048 字节, 数据存储器 224 字节, EEPROM 存储器 128 字节。 I/O 口 16 位, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个比较器模块。 1 个 CCP 模块
	PIC16F648A	闪存 4096 字节, 数据存储器 256 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 16 位, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个比较器模块。 1 个 CCP 模块
	PIC16F716	闪存 2048 字节, 数据存储器 128 字节, I/O 口 13 位。 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 1/2/4 路 PWM 输出模块
	PIC16F84A	闪存 1024 字, 数据存储器 68 字节, EEPROM 存储器 64 字节。 I/O 口 13 位, 1 个 8 位定时器
	PIC16F87	闪存 7168 字节, 数据存储器 368 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 16 位, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 1 个 CCP 模块。 1 个 AUSART, 2 个比较器, 1 个 SSP 模块
	PIC16F88	闪存 7168 字节, 数据存储器 368 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 16 位, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 1 个 CCP 模块。 1 个 AUSART, 2 个比较器, 1 个 SSP 模块, 1 路 10 位 A/D
28	PIC16F57	闪存 2048 字节, 数据存储器 72 字节, I/O 口 20 位, 1 个 8 位定时器
	PIC16F722	闪存 2048 字, 数据存储器 128 字节, I/O 口 25 位。 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个 CCP 模块, 1 个 AUSART。 1 个 SSP 模块, 11 路 8 位 A/D
	PIC16F723	闪存 4096 字, 数据存储器 192 字节, I/O 口 25 位。 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个 CCP 模块, 1 个 AUSART。 1 个 SSP 模块, 11 路 8 位 A/D
	PIC16F726	闪存 8192 字, 数据存储器 368 字节, I/O 口 25 位。 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个 CCP 模块, 1 个 AUSART。 1 个 SSP 模块, 11 路 8 位 A/D
	PIC16F73	闪存 4096 字, 数据存储器 192 字节, I/O 口 22 位。 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个 CCP 模块, 1 个 USART。 1 个 SSP 模块, 5 路 8 位 A/D
	PIC16F737	闪存 4096 字节, 数据存储器 368 字节, I/O 口 25 位, 1 个 MSSP。 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 3 个 CCP 模块, 1 个 AUSART。 11 路 10 位 A/D, 2 路比较器
	PIC16F767	闪存 8192 字节, 数据存储器 368 字节, I/O 口 25 位, 1 个 MSSP。 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 3 个 CCP 模块, 1 个 AUSART。 14 路 10 位 A/D, 2 路比较器
	PIC16F76	闪存 8192 字, 数据存储器 368 字节, I/O 口 22 位。 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个 CCP 模块, 1 个 USART。 1 个 SSP 模块, 5 路 8 位 A/D
	PIC16F873A	闪存 4096 字, 数据存储器 192 字节, EEPROM 存储器 128 字节。 I/O 口 22 位, 2 个比较器, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器。 2 个 CCP 模块, 1 个 USART, 1 个 SSP 模块, 5 路 10 位 A/D
	PIC16F876A	闪存 8192 字, 数据存储器 368 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 22 位, 2 个比较器, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器。 2 个 CCP 模块, 1 个 USART, 1 个 SSP 模块, 5 路 10 位 A/D
	PIC16F882	闪存 2048 字, 数据存储器 128 字节, EEPROM 存储器 128 字节。 I/O 口 28 位, 2 个比较器, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器。 1/1 个 CCP/ECCP, 1 个 EUSART, 1 个 SSP 模块, 11 路 10 位 A/D
	PIC16F883	闪存 4096 字, 数据存储器 256 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 24 位, 2 个比较器, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器。 1/1 个 CCP/ECCP, 1 个 EUSART, 1 个 SSP 模块, 11 路 10 位 A/D

5

第 1 章
概

述

单片机应用开发实例丛书

续表

引 脚	型 号	特 点
28	PIC16F886	闪存 8192 字, 数据存储器 368 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 24 位, 2 个比较器, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器。 1/1 个 CCP/ECCP, 1 个 EUSART, 1 个 SSP 模块, 11 路 10 位 A/D
	PIC16F913	闪存 4096 字, 数据存储器 256 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 24 位, 1 个 CCP 模块, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器。 16 段 LCD, 5 通道 10 位 A/D
40	PIC16F916	闪存 8192 字, 数据存储器 352 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 24 位, 1 个 CCP 模块, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器。 16 段 LCD, 5 通道 10 位 A/D
	PIC16F59	闪存 2048 字节, 数据存储器 134 字节, I/O 口 32 位。 1 个 8 位定时器
	PIC16F724	闪存 4096 字, 数据存储器 192 字节, I/O 口 36 位。 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个 CCP 模块, 1 个 AUSART。 1 个 SSP 模块, 14 路 8 位 A/D
	PIC16F727	闪存 8192 字, 数据存储器 368 字节, I/O 口 36 位。 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个 CCP 模块, 1 个 AUSART。 1 个 SSP 模块, 14 路 8 位 A/D
	PIC16F747	闪存 4096 字节, 数据存储器 368 字节, I/O 口 36 位, 1 个 MSSP。 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 3 个 CCP 模块, 1 个 AUSART。 14 路 10 位 A/D, 2 路比较器
	PIC16F777	闪存 8192 字节, 数据存储器 368 字节, I/O 口 36 位, 1 个 MSSP。 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 3 个 CCP 模块, 1 个 AUSART。 14 路 10 位 A/D, 2 路比较器
	PIC16F74	闪存 4096 字, 数据存储器 192 字节, I/O 口 33 位。 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个 CCP 模块, 1 个 USART。 1 个 SSP 模块, 8 路 8 位 A/D
	PIC16F77	闪存 8192 字, 数据存储器 368 字节, I/O 口 33 位。 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器, 2 个 CCP 模块, 1 个 USART。 1 个 SSP 模块, 8 路 8 位 A/D
	PIC16F874A	闪存 4096 字, 数据存储器 192 字节, EEPROM 存储器 128 字节。 I/O 口 33 位, 2 个比较器, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器。 2 个 CCP 模块, 1 个 USART, 1 个 SSP 模块, 8 路 10 位 A/D
	PIC16F877A	闪存 8192 字, 数据存储器 368 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 33 位, 2 个比较器, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器。 2 个 CCP 模块, 1 个 USART, 1 个 SSP 模块, 8 路 10 位 A/D
	PIC16F914	闪存 4096 字, 数据存储器 256 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 35 位, 1 个 CCP 模块, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器。 24 段 LCD, 8 通道 10 位 A/D
	PIC16F917	闪存 8192 字, 数据存储器 352 字节, EEPROM 存储器 256 字节。 I/O 口 35 位, 1 个 CCP 模块, 2 个 8 位定时器, 1 个 16 位定时器。 24 段 LCD, 8 通道 10 位 A/D

3. 高档 PIC18F 单片机

PIC18F 单片机相对于中档 PIC16F 单片机来说, 除了具有中档 PIC16F 单片机的功能之外, 还在指令集上有很大的增强, 而且可寻址的空间最大可达 2MB, 内置的 RAM 空间可达 4KB, 增加了一个 8×8 硬件乘法器, 运算速度提高到 64MHz。因此, PIC18F 单片机可以用于那些对复杂运算比较高的场合。

在集成外设方面也有很大的提高, 定时器由中档的 3 个到高档的 7~8 个, CCP 模块还