

● 陈立伟 王 桐 徐 贺◎编著



PIC

单片机基础 与实例进阶

赠配书光盘： 包含实例源文件及相关学习资料，主要实例的设计过程都被采集成视频录像。

- 从零开始，轻松入门
- 图解案例，清晰直观
- 图文并茂，操作简单
- 实例引导，专业经典
- 学以致用，注重实践

清华大学出版社



PIC 单片机基础与实例进阶

陈立伟 王 桐 徐 贺 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书面向 PIC 单片机初、中级读者,全书共分 13 章,分别介绍单片机的历史及发展现状、PIC 单片机系统结构、MPLAB 开发环境的使用方法、PIC 单片机 C 语言、通用输入/输出接口的用法、中断系统、定时/计数器、模数转换器、USART 模块、SPI 模块、I²C 模块、CCP 模块、单片机奏乐和图形点阵式液晶等内容。

本书的最大特点就是打破了依赖硬件实验板的传统,采用 Proteus 模拟软件作为硬件开发平台,软件程序设计均以 C 语言实现,直接与实际产品开发环境接轨,为读者从学习到应用提供了捷径。另外,本书在实例设计方面采用模块化程序设计方法,使读者在完成某个模块的学习后即可直接将该模块的代码应用于实际项目、产品中。

本书内容翔实、由浅入深,结构安排合理、讲解透彻,案例丰富实用,能够使读者快速、全面地掌握 PIC 单片机各模块功能的应用。

本书可以作为各类培训学校的教材用书,也可作为工程技术人员及高职高专、本科院校相关专业师生的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

PIC 单片机基础与实例进阶/陈立伟,王桐,徐贺编著. —北京:清华大学出版社,2012.1

ISBN 978-7-302-26930-4

I. ①P… II. ①陈… ②王… ③徐… III. ①单片微型计算机-教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 194600 号

责任编辑:钟志芳

封面设计:刘超

版式设计:文森时代

责任校对:柴燕

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:三河市君旺印装厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:19.5 字 数:451 千字

(附光盘 1 张)

版 次:2012 年 1 月第 1 版

印 次:2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:42.00 元



前言

基本内容

PIC 单片机是美国微芯 (Microchip) 公司推出的一系列单片机的总称, 具有指令精简、高可靠、低功耗、驱动能力强、接口丰富、产品系列多等特点, 能满足各类用户的需要。PIC 系列 8 位单片机的出货量近十年来一直保持世界第一, 在我国的使用量也是名列前茅。本书以 PIC 单片机中档系列典型芯片 PIC16F877 (A) 为例, 全面讲解单片机的基本原理、开发环境的配置、软硬件设计方法和单片机常见接口的使用方法。

本书以 MPLAB 整合开发环境和 HT-PIC C 编译器作为软件开发平台, 以 Proteus 软件作为硬件电路开发平台, 为读者搭建了一个零成本的单片机学习、开发环境。同时, 本书还配有全部实例的源代码和仿真电路图, 便于读者轻松模仿并迅速入门。在完成本书的学习后, 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或产品的开发。

全书共分为 13 章, 各章具体内容如下。

- ◇ 第 1 章: 概述单片机的历史及发展现状, 介绍常见的单片机和各自的特点, 便于读者选型, 并以 PIC16F877 为例介绍了单片机的基本参数。
- ◇ 第 2 章: 详细讲解 PIC 单片机系统结构, 包括中央处理器结构和存储器结构, 而后再依次介绍其基本功能模块和专用功能模块的特性。
- ◇ 第 3 章: 依照常用的单片机开发流程, 通过图示讲解 PIC 单片机软件开发环境 MPLAB、HT-PIC C 编译器、硬件模拟软件 Proteus 及硬件调试器开发的 MPLAB ICD2 的安装和基本使用方法。
- ◇ 第 4 章: 讲述用于单片机开发的 C 语言基础知识, 包括数据类型、常量和变量、程序流程语句、数组、函数和宏定义。相关知识点用简单的 I/O 控制来举例, 易于学习和理解。
- ◇ 第 5 章: 通过讲解 LED 和多位数码管的控制方法使读者掌握输出端口的用法; 通过讲解单按键的读取和矩阵式按键的读取方法使读者掌握输入端口的用法; 最后通过电子计算器的设计将两者整合, 完成一个产品原型。
- ◇ 第 6 章: 先讲述中断的基本概念和过程, 然后通过详细讲解 PIC 单片机的中断系统使读者掌握中断的相关寄存器和编程方法, 最后以外部引脚中断为例来讲解中断系统的具体编程方法。
- ◇ 第 7 章: 通过实例讲解 PIC 单片机中 TMR0 和 WDT 的用法与使用注意事项, 并

比较了 TMR0 和其他两个定时器模块的区别。

- ✧ 第 8 章：介绍 PIC16F877 内置的模数转换器（ADC）原理及其外围电路设计，并通过实例讲解各种情况下的 A/D 转换编程方法。
- ✧ 第 9 章：讲解 PIC16F877 内置 USART 的用途、特点、系统结构、硬件连接方法和软件设计，并通过多种方式举例讲解串行发送器和串行接收器的具体用法。
- ✧ 第 10 章：讲述 SPI 总线协议基础，并以 PIC 单片机为例讲解了基于 SPI 协议的主从通信程序设计。
- ✧ 第 11 章：首先从应用角度讲解 I²C 协议的用法，而后以 PIC 单片机内置 I²C 模块为例，重点讲解 I²C 模块的主控模式。通过对 24 系列 E²PROM 和双向 I/O 口扩展电路 PCF8574A 的读写使读者掌握 I²C 模块的用法。
- ✧ 第 12 章：分别讲解 PIC16F877 中的捕捉模块、比较模块和 PWM 模块的系统结构、工作流程、硬件连接和程序设计方法，并通过简化的工程实例讲解这 3 种模块在实际产品设计中的用法。
- ✧ 第 13 章：以单片机奏乐和图形点阵式液晶控制为例讲解新模块或芯片的学习和使用步骤，突出软件设计在单片机设计中的重要性和灵活性。

主要特点

本书作者都是长期使用 PIC 单片机教学、科研和实际生产工作的一线教师或工程师，具有丰富的教学、科研和编著经验。本书在内容编排上，按照学习的规律，循序渐进，由浅入深，结合大量可重用的实例讲解 PIC 单片机的软、硬件设计方法。读者通过本书的学习，能够快速地掌握 PIC 单片机各种功能模块的使用。

具体地讲，本书具有以下鲜明特点：

- ✧ 从零开始，轻松入门
- ✧ 图解案例，清晰直观
- ✧ 图文并茂，操作简单
- ✧ 实例引导，专业经典
- ✧ 学以致用，注重实践

读者对象

- ✧ 单片机初学者。
- ✧ 具有一定单片机基础知识（如熟悉 51 系列单片机），希望进一步深入掌握 PIC 单片机各个模块功能的中级读者。
- ✧ 本科、大中专院校电气、电子类相关专业学生。
- ✧ 从事 PIC 单片机产品设计的工程技术人员。

本书既可作为高等院校电子类专业的教材，也可作为读者的自学教程和专业人员的参考手册。

配套光盘简介

为了方便读者学习，本书提供了配套多媒体教学光盘，其中包含本书主要的实例源文件和相关软件安装包，这些文件都保存在与章节相对应的文件夹中。同时，主要实例的设计过程都被采集成视频录像，相信会为读者的学习带来便利。

注意：由于光盘中的文件都是“只读”属性的，因此无法直接修改。读者可以先将这些文件复制到硬盘中，去掉文件的“只读”属性，然后再使用。

本书由陈立伟、王桐、徐贺主编，第1~6章由陈立伟编写，第7~10章由王桐编写，第11~13章由王立滨编写；全书由陈立伟统稿。参加本书编著工作的还有管殿柱、宋一兵、付本国、赵秋玲、赵景伟、赵景波、张洪信、王献红、张忠林、王臣业、谈世哲、程联军、初航等。本书受到中央高校基本科研业务费专项资金资助（supported by the Fundamental Research Funds for the Central Universities）。

感谢您选择了本书，希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

零点工作室网站地址：www.zerobook.net。

零点工作室联系信箱：gdz_zero@126.com。

零点工作室
2011年12月

目 录

第 1 章 单片机概述	1
1.1 单片机的历史	1
1.2 单片机的发展现状	2
1.3 单片机的特点	2
1.4 单片机的应用领域	3
1.5 常用的单片机产品介绍	4
1.6 PIC 单片机概述	5
1.6.1 PIC 单片机种类	5
1.6.2 PIC16F877 单片机的基本特性	6
思考与练习	7
第 2 章 PIC16 系列单片机系统结构	8
2.1 PIC16F877 的基本结构	8
2.2 基本功能模块	9
2.3 专用功能模块	14
思考与练习	15
第 3 章 单片机开发工具	16
3.1 软件平台的安装	16
3.1.1 MPLAB 功能简介	16
3.1.2 MPLAB 集成开发环境的安装	17
3.1.3 C 语言编译器 HI-TECH PICC 的安装	18
3.2 单片机项目的建立与运行	18
3.2.1 C 语言项目建立过程	18
3.2.2 目标代码的生成与运行	21
3.3 硬件平台的安装	22
3.3.1 单片机模拟软件 Proteus 的安装与测试	22
3.3.2 ICD2 开发板的硬件开发平台的安装	24
3.3.3 基于 ICD2 的硬件开发平台的测试	26
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 数据类型和变量	35
4.2.1 常量和变量	36
4.2.2 整型数据	38
4.2.3 浮点型数据	41
4.2.4 字符型数据	42
4.2.5 位型数据	44
4.2.6 数据类型修饰符	45
4.3 C语言的运算符	47
4.3.1 算术运算符	47
4.3.2 位运算符	48
4.3.3 赋值运算符	53
4.3.4 逻辑运算符	54
4.4 C语言的流程控制语句	55
4.4.1 C语言语句概述	55
4.4.2 顺序结构	56
4.4.3 选择结构	57
4.4.4 多分支结构	62
4.4.5 while 循环结构	63
4.4.6 for 循环结构	66
4.5 数组	69
4.5.1 数组的定义与初始化	69
4.5.2 特别的数组：字符串	72
4.5.3 数组的使用	73
4.5.4 实例：数码管显示	73
4.5.5 二维数组与多维数组	79
4.6 函数	81
4.6.1 函数的声明和定义	81
4.6.2 函数的参数	82
4.6.3 数组作为函数的参数	84
4.6.4 何时使用函数	84
4.6.5 实例：延时函数的编写和使用	85
4.7 宏定义	88
4.7.1 不带参数的宏定义	88
4.7.2 带参数的宏定义	89
4.8 多文件项目管理	90

4.8.1 .H 文件的书写	90
4.8.2 .C 文件的书写	91
4.8.3 把模块文件添加到当前项目的过程	92
4.9 实例：简单的计数器	93
思考与练习	95
第 5 章 通用输入/输出接口的用法	97
5.1 输入/输出端口简介	97
5.1.1 输入/输出端口原理	98
5.1.2 输入/输出端口的相关寄存器	99
5.2 输出端口用法	100
5.2.1 跑马灯的设计	100
5.2.2 多数码管的显示控制	102
5.3 输入端口用法	108
5.3.1 单个开关量状态的读取	108
5.3.2 4×4 矩阵式键盘的工作原理	112
5.4 实例：简单电子计算器	117
思考与练习	123
第 6 章 中断系统	124
6.1 中断的基本概念	124
6.1.1 中断的机理	124
6.1.2 中断的作用	126
6.2 PIC16F877 的中断系统	126
6.3 中断的响应和处理	131
6.4 INT 中断的用法	132
6.4.1 INT 中断的用途特点	132
6.4.2 INT 中断的相关寄存器	133
6.4.3 PICC 中断服务程序的编写	133
6.4.4 INT 中断的硬件连接	134
6.5 实例：INT 中断例子	134
思考与练习	137
第 7 章 定时/计数器	138
7.1 TMR0 的特点	138
7.2 TMR0 的系统结构及相关寄存器	138
7.3 TMR0 的硬件连接	140
7.4 实例：TMR0 外部计数	141
7.5 实例：TMR0 内部定时	143

7.6 看门狗定时器的用法	147
7.6.1 WDT 的系统结构	148
7.6.2 WDT 的硬件设置	149
7.6.3 WDT 的程序设计	149
7.6.4 WDT 使用注意事项	150
7.7 PIC16F877 内置定时器的比较	151
思考与练习	152
第 8 章 A/D 转换器	153
8.1 A/D 转换基础知识	153
8.2 片内 ADC 模块的基本用法	153
8.2.1 A/D 转换模块的系统结构及相关的寄存器	154
8.2.2 A/D 转换相关寄存器	156
8.2.3 A/D 转换模块的硬件设计	159
8.2.4 A/D 转换模块的查询方式操作时序	160
8.2.5 实例：查询方式下的 A/D 转换设计	160
8.3 实例：多通道 A/D 转换设计	163
8.4 实例：中断模式下的 A/D 转换设计	166
8.5 实例：休眠模式下的 A/D 转换	168
8.6 A/D 转换细节问题	171
8.6.1 转换精度	171
8.6.2 采样时间要求	171
8.6.3 转换时间要求	173
思考与练习	173
第 9 章 通用同步/异步收发器 USART	175
9.1 USART 模块的功能特点	175
9.2 USART 发送器用法	175
9.2.1 USART 发送器相关寄存器	177
9.2.2 实例：采用查询方式的数据发送	179
9.2.3 实例：中断方式下的数据发送	182
9.3 USART 接收器用法	184
9.3.1 USART 接收器相关寄存器	185
9.3.2 实例：采用查询方式的数据接收	187
9.3.3 实例：中断方式下的数据接收	190
9.4 USART 的外围硬件电路设计	192
思考与练习	194

第 10 章 SPI 接口.....	195
10.1 SPI 模块的系统结构图和工作模式	195
10.2 SPI 模式相关寄存器	198
10.3 主控模式	200
10.3.1 寄存器配置	201
10.3.2 实例: 25C040 模块写操作	202
10.4 从动模式	205
10.4.1 从动模式相关寄存器	205
10.4.2 实例: 双机 SPI 协议通信	205
10.5 实例: MAX7219 串行 8 位 LED 显示驱动器	210
10.5.1 MAX7219 功能简介	210
10.5.2 系统结构与工作流程	211
10.5.3 MAX7219 的 SPI 通信时序图	212
10.5.4 实例: MAX7219 的软件编程	212
思考与练习	215
第 11 章 I ² C 接口	216
11.1 I ² C 总线基础知识	216
11.1.1 I ² C 总线的概念	217
11.1.2 I ² C 协议格式	218
11.2 PIC16F877 单片机的 I ² C 模块	221
11.3 I ² C 主控模式	226
11.3.1 I ² C 的主控发送模式	226
11.3.2 实例: 24C02C 模块写操作	227
11.3.3 I ² C 主控接收模式	231
11.3.4 I ² C 主控模式的复合帧	233
11.3.5 实例: 24C02C 模块读操作	234
11.4 I ² C 从动模式	238
11.5 实例: PCF8574A 的读写	239
11.5.1 PCF8574A 功能简介	239
11.5.2 PCF8574A 的系统结构与通信格式	240
11.5.3 PCF8574A 编程实例	241
11.6 区分 SPI、I ² C 与 UART	244
思考与练习	245
第 12 章 CCP 模块	246
12.1 PIC 单片机的 CCP 模块概述	246
12.2 CCP1 模块相关寄存器	247

12.3	捕捉模式	250
12.3.1	捕捉模式的系统结构和工作过程	250
12.3.2	实例: CCP 测速计	251
12.4	比较模式	256
12.4.1	比较模式的系统结构和工作流程	256
12.4.2	实例: CCP 频率发生器	256
12.5	PWM 模式	259
12.5.1	PWM 模式的系统结构和工作流程	259
12.5.2	PWM 的周期与占空比	260
12.5.3	实例: PWM 信号发生器	261
	思考与练习	264
第 13 章	应用设计实例	265
13.1	单片机奏乐	265
13.1.1	蜂鸣器简介	265
13.1.2	单片机奏乐原理	266
13.1.3	单个音符的演奏方法	268
13.1.4	单片机演奏音乐的方法	270
13.1.5	实例: 单片机控制蜂鸣器奏乐	274
13.2	图形点阵式液晶模块的使用	278
13.2.1	HDG12864F-3 模块特点	278
13.2.2	HDG12864F-3 的接口与硬件连接	278
13.2.3	HDG12864F-3 的指令集	280
13.2.4	实例: HDG12864F-3 指令集的程序实现	281
13.2.5	HDG12864F-3 的数据显示	283
13.2.6	HDG12864F-3 的初始化	284
13.2.7	实例: HDG12864F-3 的驱动程序设计	284
13.2.8	实例: 在图形液晶上显示汉字	292
13.2.9	实例: 在图形液晶上显示图像	296
	思考与练习	298

第 1 章 单片机概述

读者可能都知道电脑是什么，能做什么。但是你知道什么是微电脑吗？当今各种设备中总会冠以“微电脑控制”一词，那么这个微电脑是什么呢？它与电脑有什么关系和区别呢？

微电脑实际上是商家为了便于大众理解而给单片机起的别名。微电脑实际上就是单片机(Single Chip Microcomputer)。目前国际上统称为微控制器(Micro Controller Unit, MCU)。

单片机是一种集成电路芯片，是采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器 CPU、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、多种 I/O 口和中断系统、定时器/计时器等功能（可能还包括显示驱动电路、脉宽调制电路、A/D 转换器等电路）集成到一块硅片上构成的一个小而完善的计算机系统。

本章简单讲解了单片机的历史与发展现状；介绍了什么是单片机系统、单片机的应用领域、常用单片机产品；概要讲解了 PIC 单片机的特点。

1.1 单片机的历史

在计算机的发展史上，运算和控制一直是计算机功能实施的两条主线。运算功能主要体现在巨型机、大型机、服务器和个人电脑上，承担高速、海量技术数据的处理和分析，一般以计算能力（即运算速度）为重要标志。而控制功能则主要体现在单片机中，主要与控制对象耦合，能与控制对象互动和实时控制。单片机以低成本、小体积、高可靠、功能强等优点脱颖而出，极大地丰富了该项研究领域新的内涵。自从美国英特尔公司出品了 4 位的逻辑控制器 4004 以后，各大半导体公司纷纷投入对单片机的研发，各类单片机如雨后春笋般相继出现，其功能不断改善，以适应不同的应用领域。一般而言，将其发展史分为以下 4 个阶段。

第一代：20 世纪 70 年代后期，4 位逻辑控制器件发展到 8 位。使用 NMOS 工艺（速度低、功耗大、集成度低）。代表产品有摩托罗拉公司的 MC6800、Intel 公司的 Intel 8048、Zilog 公司的 Z80。

第二代：20 世纪 80 年代初，采用 CMOS 工艺，并逐渐被高速低功耗的 HMOS 工艺代替。代表产品有摩托罗拉公司的 MC146805、Intel 公司的 Intel 8051。

第三代：20 世纪 90 年代初，单片机由可扩展总线型向纯单片型发展，通过内置存储器使外围电路更加简洁，即只工作在单片方式。单片机的扩展方式从并行总线型发展出各种串行总线，其外部表现形式与个人计算机差别越来越大。单片机的功耗越来越低，其工作电压已降至 3.3V。代表产品有德州仪器（TI）公司的 MSP430。

第四代：Flash 的使用使 MCU 技术进入了第四代。代表产品有微芯公司的 PIC16F877、

Atmel 公司的 AT89C52。

1.2 单片机的发展现状

单片机的飞速发展和性能的日益完善，实际上是对传统控制技术的一场革命，其开创了微控制技术的新天地。现代控制理念的核心内涵就是嵌入式计算机应用系统。通过不断提高控制功能和拓展外围接口功能，使单片机成为最典型、最广泛、最普及的嵌入式微控制系统。单片机拥有计算机的基本核心部件，将其嵌入到电子系统中，可以满足控制对象要求，实现嵌入到非计算机产品中应用的计算机系统，从而为电子系统高级智能化奠定了基础。它的实现方式要比模拟控制思想简洁和方便得多。同时，可以跨越式地实现对外部模拟量的高速采集、逻辑分析处理和对目标对象的智能控制。

近二十多年来，计算机得到了前所未有的发展，从航空、航天军事专用到走入千家万户，成为人们生活的必需品。而同样具有计算机的一般功能，价格低廉的单片机应运而生，并且正在不断改变人们的生活方式。嵌入式系统源于计算机的嵌入应用。早期的嵌入式系统的概念就是将通用计算机经适应性配置后嵌入到各种实际应用系统中，如轮船的自动驾驶仪和飞机的导航仪等系统。

与计算机相比，单片机的优势是显而易见的，尤其是现在单片机应用已渗入到各个领域，完全不能按照原有的嵌入式的思路去理解和应用。例如，控制一个家用的电子产品（智能电饭煲、模糊智能洗衣机和手机等），利用 PC 计算机控制几乎是不可能的，几十元或几百元的电子产品要求配套一台几千元的电脑，这不成为笑话。单片机是芯片级的小型计算机系统，可以被嵌入到任何应用对象系统中，实现以智能化为主要的控制目的。

单片机的应用领域随着其功能化外沿的不断拓展而日益广泛，已渗入到现场控制、电信手机、家用电器、仪表仪器、汽车电气和电子玩具等领域的智能化控制和管理方面。

目前，各个单片机生产厂家还是立足于 8 位单片机的竞争，因为从其降临以来，一直成为应用最广泛的器件。在这场持久的“战争”中，近年，美国 Microchip 和 Motorola 两家公司已占据着世界 8 位单片机产量最高的两位芯片制造商。Motorola 公司的单片机主要自产自销，其产品的可靠性高，但开发成本也很高，其他厂家使用的并不多。Microchip 公司的 PIC 系列单片机以其物美价廉的优点则被广泛应用。这也是本书选择 PIC 为例讲解单片机的原因之一。

1.3 单片机的特点

单片机主要是用来嵌入到具体设备中的计算机，所以其特点与个人计算机截然不同，单片机的主要特点表现在以下几个方面：

(1) 高集成度，体积小，高可靠性

单片机将各功能部件集成在一块晶体芯片上，集成度很高，体积自然也是最小的。芯

片本身是按工业测控环境要求设计的,内部布线很短,其抗工业噪音性能优于一般通用的 CPU。单片机程序指令、常数及表格等固化在 ROM 中不易破坏,许多信号通道均在一个芯片内,故可靠性高。

(2) 控制功能强

单片机内部往往有专用的数字 I/O 口,通过指令可以进行丰富的逻辑操作和位处理,非常适用于专门的控制功能。单片机还集成了各种接口,这样使其可以方便与各种设备通信,达到控制目的。

(3) 低电压,低功耗,便于生产便携式产品

为了满足广泛使用于便携式系统,许多单片机内的工作电压仅为 1.8~3.6V,而工作电流仅为数百微安乃至更低。合理的设计使某些应用下其待机时间可达几年。

(4) 优异的性能价格比

为了提高执行速度和运行效率,单片机已开始使用 RISC 流水线和 DSP 等技术。单片机的寻址能力也已突破 64KB 的限制,有的已达到 4GB,片内的 ROM 容量可达 62MB, RAM 容量则可达 64MB。由于单片机的广泛使用,因而销量极大,各大公司的商业竞争更使其价格十分低廉,其性能价格比极高。

1.4 单片机的应用领域

单片机以高性能、高速度、体积小、价格低廉、可重复编程和功能扩展方便等优点,获得广泛的应用。其主要应用于如下领域:

(1) 家用电器及玩具

由于单片机价格低、体积小、控制能力强、功能扩展方便等优点,使其广泛应用于电视、冰箱、洗衣机、玩具、家用防盗报警器等。

(2) 智能测量设备

以前的测量仪表体积大,功能单一,限制了测量仪表的发展。选用单片机改造各种测量控制仪表,可以使其体积减小,功能扩展,从而生产新一代的智能化仪表,如各种数字万用表、示波器等。

(3) 机电一体化产品

机电一体化产品是指将机械技术、微电子技术和计算机技术综合在一起,从而产生具有智能化特性的产品,它是机械工业的主要发展方向。单片机可以作为机电一体化产品的控制器,从而简化原机械产品的结构,扩展其功能。

(4) 自动测控系统

使用单片机可以设计各种数据集成系统、自适应控制系统等,如温度的自动控制、电压电流的数据采集。

(5) 计算机控制及通信技术

51 系列单片机都集成有串行通信接口,可以通过该接口和计算机的串行接口进行通信,实现计算机的程序控制和通信等。

1.5 常用的单片机产品介绍

自世界上第一片单片机诞生以来,单片机不断推陈出新,目前已有几十个系列、上百种型号。目前应用比较广、影响比较大的有如下几种:

(1) Microchip 单片机

Microchip 的 8 位单片机的主要产品是 PIC16 系列、18 系列, CPU 采用 RISC 结构, 分别仅有 35、58 条指令, 采用哈佛双总线结构, 运行速度快, 低工作电压, 低功耗, 较大的输入/输出直接驱动能力, 价格低, 一次性编程, 小体积。适用于用量大, 档次低, 价格敏感的产品。在办公自动化设备、消费电子产品、电讯通信、智能仪器仪表、汽车电子、金融电子和工业控制等不同领域都有广泛的应用。PIC 系列单片机目前在世界单片机市场份额排名第一, 发展非常迅速。

(2) Motorola 单片机

Motorola 目前是世界上仅次于 Microchip 的第二大的单片机厂商。从 M6800 开始, 开发了广泛的品种, 4 位、8 位、16 位、32 位的单片机都能生产, 其中典型的代表有 8 位机 M6805、M68HC05 系列, 8 位增强型 M68HC11、M68HC12, 16 位机 M68HC16 和 32 位机 M683XX。Motorola 单片机的特点之一是在同样的速度下所用的时钟频率较 Intel 类单片机低得多, 因而使得高频噪声低, 抗干扰能力强, 更适合于工控领域及恶劣的环境。

(3) 8051 单片机

8051 单片机最早由 Intel 公司推出, 其后, 多家公司购买了 8051 的内核, 使得以 8051 为内核的 MCU 系列单片机在世界上产量最大, 应用也最广泛。

(4) PHILIPS 公司的 P89LPC900 系列单片机

LPC900 系列是高性能的增强型 80C51 单片机。其指令周期为 2~4 个时钟周期, 速度为标准 80C51 器件的 6 倍。它在 28 脚 TSSOP 和 HVQFN 封装当中集成了多种通信端口和系统监控功能。适合于许多要求高集成度、低成本的场合。可以满足多方面的性能要求。LPC900 系列采用了高性能的处理器结构, 集成了许多系统级的功能, 可大大减少外围元件的数目和电路板面积。其设计用于要求低电压、高集成度、高性能和低成本的应用领域。

(5) 华邦单片机

华邦公司的 W77、W78 系列 8 位单片机的脚位和指令集与 8051 兼容, 但每个指令周期只需要 4 个时钟周期, 速度提高了 3 倍, 工作频率最高可达 40MHz。同时增加了看门狗定时器, 6 组外部中断源, 两组 UART, 两组 Data pointer 及 Wait state control pin。W741 系列的 4 位单片机带液晶驱动, 在线烧录, 保密性高, 低操作电压 (1.2~1.8V)。

(6) Atmel 公司的 AVR 单片机

它是增强型 RISC 内载 Flash 的单片机, 芯片上的 Flash 存储器附在用户的产品中, 可随时编程, 再编程, 使用户的产品设计容易, 更新换代方便。AVR 单片机采用增强的 RISC 结构, 使其具有高速处理能力, 在一个时钟周期内可执行复杂的指令, 每 MHz 可实现 1MIPS 的处理能力。AVR 单片机工作电压为 2.7~6.0V, 可以实现耗电最优化。AVR 的单片机广泛应用于计算机外部设备、工业实时控制、仪器仪表、通信设备、家用电器和宇航设备等

各个领域。

(7) MDT20XX 系列单片机

台湾产的工业级 OTP 单片机,由 Micon 公司生产,与 PIC 单片机管脚完全一致,海尔集团的电冰箱控制器、TCL 通信产品,长安奥拓铃木小轿车功率分配器就采用这种单片机。

(8) EM78 系列 OTP 型单片机

台湾义隆电子股份有限公司生产,直接替代 PIC16CXX,管脚兼容,源程序可通过软件转换直接使用。

(9) EPSON 单片机

EPSON 单片机以低电压、低功耗和内置 LCD 驱动器特点著名于世,尤其是 LCD 驱动部分做得最好。广泛用于工业控制、医疗设备、家用电器、仪器仪表、通信设备和手持式消费类产品等领域。目前 EPSON 已推出 4 位单片机 SMC62 系列、SMC63 系列、SMC60 系列和 8 位单片机 SMC88 系列。

(10) 东芝单片机

东芝单片机门类齐全,4 位机在家电领域有很大市场,8 位机主要有 870 系列和 90 系列,这两个系列的单片机都具有慢模式,即主频采用 32kHz 时,单片机功耗可降至 10 μ A 数量级。东芝的 32 位单片机采用 MIPS 3000A RISC 的 CPU 结构,面向 VCD、数字相机、图像处理等市场。

(11) Zilog 单片机

Z8 单片机是 Zilog 公司的产品,采用多累加器结构,有较强的中断处理能力,开发工具价廉物美。Z8 单片机以低价位面向低端应用。直到 20 世纪 90 年代前期,很多国内大学的微机原理还是讲述 Z80。

(12) NS 单片机

COP8 单片机是 NS(美国国家半导体公司)的产品,内部集成了 16 位 A/D,这是不多见的,在看门狗多路及 STOP 方式下单片机的唤醒方式上都有独到之处。此外,COP8 的程序加密也做得比较好。

上面这些产品有很多相同的内容,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,便可举一反三,对其他型号的单片机也能够快速上手。这里推荐 PIC 单片机作为入门选择。

1.6 PIC 单片机概述

PIC 系列单片机是美国 Microchip 公司生产的单片机系列产品的标志产品。它从以前的默默无闻到今天跃居全世界 8 位单片机销量第一,与其过硬的产品质量和系统内核的设计完善不无关系。本节简单介绍 PIC 单片机的分类和特点。

1.6.1 PIC 单片机种类

Microchip 公司的 PIC 系列单片机有 8 位单片机、16 位单片机、32 位单片机和超低功