

Broadview®
www.broadview.com.cn

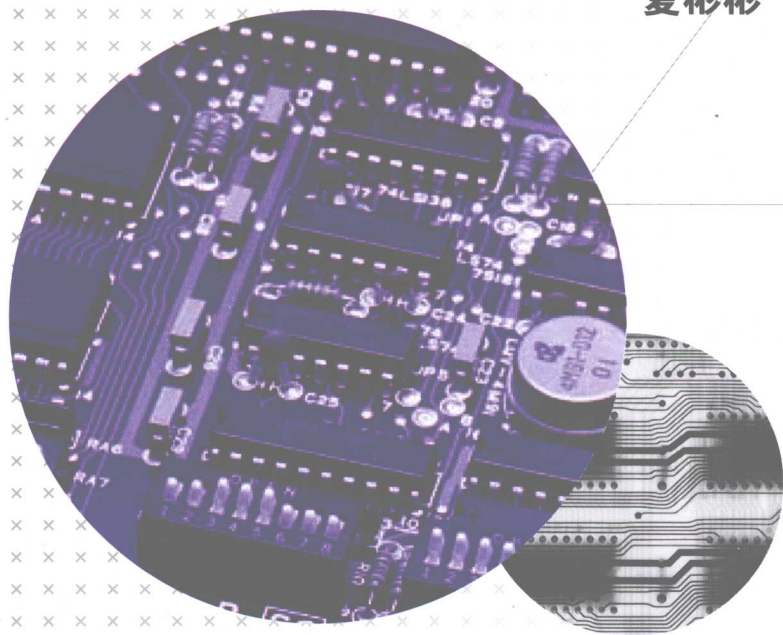
电子工程应用
精讲系列

PIC单片机

常用模块与综合系统设计

实例精讲

夏彬彬 任明全 屈金学 编著



实例丰富
即学即用



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

电子工程应用
精讲系列

PIC单片机

常用模块与综合系统设计

实例精讲

夏彬彬 任明全 屈金学 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

全书从实用的角度出发,通过大量实例详细介绍了 PIC 单片机常用模块与综合系统设计的方法与技巧。全书共分 3 篇 18 章,第一篇为基础知识篇,简要介绍了 PIC 单片机的硬件结构、中断系统、指令系统和 PIC 开发工具,引导读者入门;第二篇为 PIC 单片机常用模块设计篇,通过 18 个模块实例详细介绍了 PIC 单片机的各种开发技术和使用技巧,这些模块实例基础、实用、易学易懂,全部调试通过,几乎涵盖了 PIC 单片机所有的开发技术;第三篇为综合系统设计实例篇,通过 3 个综合系统实例,对前面所述的 PIC 单片机常用模块进行了综合应用设计,经过此篇学习,读者的 PIC 单片机综合系统设计能力将迅速提升,并可产生质的飞跃。

本书语言通俗易懂,结构合理,基础知识与大量实例相结合,边学边练。不但详细介绍了 PIC 单片机的硬件电路设计和模块化编程,而且提供了综合系统设计思路,对实例的所有程序代码做了详细注释,有利于读者理解和巩固知识点。

本书配有光盘一张,包含了全书所有实例的硬件原理图和程序源代码,方便读者学习和使用。本书适合计算机、自动化、电子及硬件等相关专业的高校学生及从事 PIC 单片机的科研人员使用。

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

PIC 单片机常用模块与综合系统设计实例精讲 / 夏彬彬,任明全,屈金学编著. —北京:电子工业出版社, 2009.3

(电子工程应用精讲系列)

ISBN 978-7-121-07996-2

I. P… II. ①夏… ②任… ③屈… III. 单片微型计算机 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 199132 号

责任编辑:朱沐红

印 刷:北京智力达印刷有限公司

装 订:北京中新伟业印刷有限公司

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:21.25 字数:456 千字

印 次:2009 年 3 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:45.00 元(含光盘 1 张)

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 zlt@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

PIC 单片机应用十分广泛，它由美国 Microchip 公司生产，具有硬件系统设计便捷、指令系统设计精练、采用精简指令集和哈佛双总线结构，拥有速度快、功率低、驱动电流大、控制能力强等优点，能满足各种用户的需要，因此受到广大用户欢迎，同时也是比较容易学习、开发效率较高的单片机系列。

在目前市场上 PIC 单片机类的图书中，介绍编程语言和基础原理的较多，而对常用模块的开发实例涉及甚少，从常用模块到综合应用系统的实例提高更是处于空白，本书的出版可以填补这种空白。

本书内容

全书从实用的角度出发，通过大量实例精讲的形式，详细介绍了 PIC 单片机常用模块与综合系统设计的方法与技巧。全书共分 3 篇 18 章，主要内容安排如下：

第一篇为基础知识篇，包括第 1~4 章，简要介绍了 PIC 单片机的硬件内部结构、CPU 特色、中断系统、指令系统及 PIC 常用开发工具，引导读者入门。

第二篇为 PIC 单片机常用模块设计篇，包括第 5~15 章，通过 18 个模块实例详细介绍了 PIC 单片机的各种开发技术和使用技巧，这些模块实例基础、实用、易学易懂，全部调试通过，几乎涵盖了 PIC 单片机所有的开发技术。

第三篇为综合系统设计实例篇，包括第 16~18 章，通过 3 个综合系统实例，对前面介绍的 PIC 单片机常用模块进行了综合应用设计，经过此篇学习，读者对于 PIC 单片机综合系统设计的能力将迅速提升，并可产生质的飞跃。

光盘说明

本书配有光盘一张，包含了全书所有实例的硬件原理图和程序源代码，方便读者学习

和使用。本书适合计算机、自动化、电子及硬件等相关专业的高校学生以及从事 PIC 单片机的科研人员使用。

本书特色

归纳起来，本书主要具备以下特色：

(1) 本书语言通俗，结构合理，内容丰富，由简到难，基础知识与大量实例相结合，可做到边学边练。

(2) 本书安排了 18 个 PIC 单片机常用模块实例，这些实例基础、典型、实用、易学易懂，涵盖了几乎所有的 PIC 单片机开发技术，为读者提供了难得的学习途径。

(3) 最后安排了 3 个综合系统实例，对 PIC 单片机的基本知识和常用模块进行了综合应用，有利于读者举一反三，实现从入门到精通的学习目的。

(4) 本书不但详细介绍了 PIC 单片机的硬件电路设计和模块化编程，而且提供了综合系统设计思路，对实例的所有程序代码做了详细注释，有利于读者理解和巩固知识点，是读者学习 PIC 单片机开发的必备宝典。

本书主要由夏彬彬、任明全、屈金学编写，另外参加编写的人员还有：唐清善、邱宝良、周克足、刘斌、李亚捷、李永怀、李宁宇、刘伟捷、黄小欢、严剑忠、黄小宽、李彦超、付军鹏、张广安、贾素龙、王艳波、金平、徐春林、谢正义、郑贞平、张小红等。他们在资料收集、整理和技术支持方面做了大量的工作，在此一并向他们表示感谢！

由于时间仓促，再加之作者的水平有限，书中难免存在一些不足之处，欢迎广大读者批评和指正。

编著者

目 录

第一篇 基础知识篇

第 1 章 PIC 单片机概述	2
1.1 PIC 单片机的特点	2
1.2 PIC 单片机的系列产品	5
1.2.1 基本级 PIC 系列单片机	6
1.2.2 中级 PIC 系列单片机	6
1.2.3 高级 PIC 系列单片机	8
1.3 PIC16F87X 单片机的硬件结构	10
1.3.1 PIC16F87X 的主要特色	10
1.3.2 PIC16F87X 的内部结构	11
1.3.3 PIC16F87X 的引脚功能	16
1.4 本章小结	21
第 2 章 PIC 单片机的 CPU 和中断系统	22
2.1 PIC 单片机的 CPU	22
2.1.1 系统配置	22
2.1.2 振荡器配置	24
2.1.3 复位	26
2.1.4 中断	33
2.1.5 监视定时器 WDT	33
2.1.6 睡眠模式	35
2.1.7 在线调试	37
2.1.8 程序代码保护	37
2.1.9 用户标识码	37

2.1.10 在线串行编程技术 ICSP (In-Circuit Serial Programming)	37
2.2 中断系统	38
2.2.1 中断的基本概念	38
2.2.2 PIC16F87X 的中断源及中断逻辑	39
2.2.3 与中断相关的寄存器	44
2.2.4 CPU 对中断的处理	48
2.3 本章小结	51
第 3 章 PIC 单片机的指令系统	52
3.1 PIC 汇编语言指令格式	53
3.2 PIC16F87X 指令集	54
3.3 伪操作指令	60
3.4 寻址方式	64
3.5 本章小结	67
第 4 章 PIC 单片机的开发工具	68
4.1 PIC 系列单片机的仿真器	68
4.2 PIC 系列单片机的编程器及开发套件	73
4.3 MPLAB-IDE 7.4 版集成开发环境	77
4.3.1 MPLAB-IDE 7.4 概述	77
4.3.2 MPLAB-IDE 7.4 工程创建实例	80
4.3.3 几个常用的菜单项	83

4.4 本章小结	85
----------	----

第二篇 PIC 常用模块 设计实例篇

第 5 章 I/O 输入输出模块	88
5.1 4×4 扫描键盘设计实例	88
5.1.1 实例说明	88
5.1.2 键盘知识介绍	88
5.1.3 硬件电路设计	90
5.1.4 软件设计	90
5.1.5 实例总结	93
5.2 直接驱动 LED 显示	94
5.2.1 实例说明	94
5.2.2 LED 数码管知识	94
5.2.3 硬件电路设计	94
5.2.4 软件设计	95
5.2.5 实例总结	96
第 6 章 LCD 液晶显示模块：温度 测量系统设计实例	97
6.1 实例说明	97
6.2 DS18B20 与 YM5C-G12864 IDYEWWD	98
6.2.1 温度传感器 DS18B20	98
6.2.2 液晶显示屏 YM5C-G12864I- DYEWWD	100
6.3 硬件电路设计	103
6.4 软件设计	105
6.4.1 温度传感器 DS18B20 的软件 设计	105
6.4.2 液晶显示屏 YM5C-G12864- IDYEWWD 的软件设计	109
6.5 实例总结	116
第 7 章 定时器模块：用定时器控制 端口输出实例	117
7.1 实例说明	117

7.2 定时器 Timer0 介绍	117
7.3 硬件电路设计	118
7.4 软件设计	119
7.5 实例总结	120

第 8 章 A/D 模块：压力测量系统 设计实例	121
8.1 实例说明	121
8.2 A/D 转换相关知识	121
8.2.1 A/D 转换的原理说明	121
8.2.2 单片机相关寄存器介绍	122
8.2.3 A/D 转换操作对时间的要求	124
8.3 硬件电路设计	125
8.4 软件设计	125
8.4.1 程序设计流程	126
8.4.2 程序代码说明	126
8.5 实例总结	128

第 9 章 存储器模块：基于 I ² C 对 EEPROM 24C02 的读写	129
9.1 实例说明	129
9.2 24C02 与 I ² C 接口介绍	129
9.2.1 24C02 简介	129
9.2.2 PIC16F877 I ² C 接口简介	130
9.2.3 I ² C 总线规则	130
9.3 硬件电路设计	131
9.4 软件设计	132
9.5 实例总结	136

第 10 章 比较与检测模块	137
10.1 利用 CCP 模块控制继电器	137
10.1.1 实例说明	137
10.1.2 定时器 TMR1 介绍	137
10.1.3 硬件电路设计	139
10.1.4 软件设计	140
10.1.5 实例总结	141
10.2 脉冲频率的检测设计	141
10.2.1 实例说明	141

10.2.2	定时器 TMR2 介绍	141	13.3.2	数字 PID 控制算法的改进	167
10.2.3	硬件电路设计	142	13.4	数字 PID 控制算法代码	168
10.2.4	软件设计	143	13.5	实例总结	170
10.2.5	实例总结	144	第 14 章	直流数控稳压电源模块	171
10.3	电压测量模块	144	14.1	实例说明	171
10.3.1	实例介绍	144	14.2	设计思路分析	171
10.3.2	硬件电路设计	145	14.2.1	D/A 转换器 DAC0832	172
10.3.3	软件设计	145	14.2.2	步进 0.1V 实现	172
10.3.4	实例总结	147	14.3	硬件电路设计	172
第 11 章	步进电机模块	148	14.3.1	模数转换电路	172
11.1	实例说明	148	14.3.2	电流放大电路	173
11.2	步进电机驱动工作原理	148	14.3.3	人机接口电路	173
11.3	硬件电路设计	149	14.3.4	稳压电源电路	174
11.4	软件设计	150	14.4	软件设计	174
11.4.1	软件设计流程	151	14.4.1	程序设计流程	174
11.4.2	程序代码说明	152	14.4.2	程序代码说明	174
11.5	实例总结	153	14.5	实例总结	177
第 12 章	信号发生模块	154	第 15 章	网络通信与数据传输模块	178
12.1	PWM 实现 DA 转换	154	15.1	USART 串行通信模块实例	178
12.1.1	实例说明	154	15.1.1	实例说明	178
12.1.2	PWM 模块架构	155	15.1.2	打印机并口介绍	178
12.1.3	硬件电路设计	156	15.1.3	硬件电路设计	180
12.1.4	软件设计程序	157	15.1.4	软件设计	181
12.1.5	实例总结	158	15.1.5	实例总结	182
12.2	正弦波发生器	158	15.2	I ² C 总线通信模块实例	182
12.2.1	实例说明	158	15.2.1	实例说明	182
12.2.2	TLC5620 介绍	158	15.2.2	I ² C 总线介绍	183
12.2.3	硬件电路设计	160	15.2.3	硬件电路设计	187
12.2.4	软件程序设计	160	15.2.4	软件设计	188
12.2.5	实例总结	162	15.2.5	实例总结	195
第 13 章	数字 PID 控制模块	163	15.3	SPI 总线通信模块实例	195
13.1	PID 控制概述	163	15.3.1	实例说明	195
13.2	位置式 PID 控制算法	164	15.3.2	SPI 模块相关的寄存器	195
13.3	增量式 PID 控制算法	165	15.3.3	硬件电路设计	197
13.3.1	增量式控制算法流程	166	15.3.4	软件设计	198

15.3.5	实例总结	200
15.4	通信模块: CAN 总线模块	
	实例	200
15.4.1	实例说明	201
15.4.2	设计思路分析	202
15.4.3	硬件电路设计	206
15.4.4	软件程序设计	207
15.4.5	实例总结	212
15.5	通信模块: USB 数据传输	
	模块实例	212
15.5.1	实例说明	212
15.5.2	设计思路分析	213
15.5.3	硬件电路设计	219
15.5.4	USB 固件程序设计	220
15.5.5	实例总结	225

第三篇 综合系统设计 实例篇

第 16 章	智能手电筒开发实例	228
16.1	系统功能说明	228
16.2	系统工作原理与实现方法	229
16.2.1	系统的供电	229
16.2.2	灯珠和 LED 点亮或熄灭的实现	229
16.2.3	按键扫描电路和 A/D 转换 电路图原理	230
16.2.4	数据的显示	231
16.2.5	蜂鸣器驱动和背光源驱动	235
16.2.6	电池的自动充电实现	236
16.3	软件设计与代码分析	237
16.3.1	软件设计	237
16.3.2	主程序	239
16.3.3	中断子程序	244
16.3.4	时钟处理子程序	245
16.3.5	2ms 到处理子程序	247

16.3.6	A/D 中断子程序	252
16.4	实例总结	255

第 17 章 汽车应急启动器系统开发

	实例	257
17.1	系统功能说明	257
17.2	系统硬件框图	258
17.3	系统各模块工作原理与实现 方法	259
17.3.1	系统电源部分	259
17.3.2	蜂鸣器驱动与系统检测 按键扫描电路	259
17.3.3	灯管驱动与灯管按键扫描 电路	260
17.3.4	发光二极管驱动与内部 电池电压按键扫描电路	261
17.3.5	液晶显示器 (LCD) 驱动 电路	261
17.3.6	内部电池与外部电池连接 正确与否检测电路	264
17.3.7	应急启动控制电路	264
17.3.8	轮胎压力检测电路	265
17.3.9	轮胎气泵启动控制与轮胎 充气按键扫描电路	267
17.3.10	加键与减键扫描电路	268
17.3.11	外部电池检测按键扫描 电路	269
17.3.12	电池电压检测与电池充 电电路	269
17.4	软件设计与代码分析	270
17.4.1	主程序	271
17.4.2	气泵处理程序	280
17.4.3	灯管处理程序	280
17.4.4	外部电池检测程序	282
17.4.5	系统检测程序	283
17.4.6	时钟中断程序	284
17.4.7	内部电池充电程序	288

17.5 实例总结	289	18.3.5 八段数码管和 LED 指示灯 电路	298
第 18 章 无功功率补偿控制器设计		18.3.6 十路电力电容驱动电路	298
实例	290	18.3.7 EEPROM 的驱动电路	300
18.1 系统功能说明	290	18.4 软件设计与代码分析	301
18.2 系统硬件框图	292	18.4.1 初始化、欠流判断和开机 按键扫描程序	301
18.3 系统各模块工作原理与实现 方法	292	18.4.2 检测电力电容容量程序	308
18.3.1 系统的供电	292	18.4.3 检测功率因数程序 (主程序)	310
18.3.2 按键扫描电路	293	18.4.4 参数设置程序	323
18.3.3 电流和电压相位差检测 电路	294	18.5 实例总结	325
18.3.4 电流和电压的 A/D 转换 电路	297		



第一篇

基础知识篇

- ◆ 第 1 章 PIC 单片机概述
- ◆ 第 2 章 PIC 单片机的 CPU 和中断系统
- ◆ 第 3 章 PIC 单片机的指令系统
- ◆ 第 4 章 PIC 单片机的开发工具

第 1 章

PIC 单片机概述

PIC 单片机应用十分广泛，它由美国微芯（Microchip）公司生产，具有硬件系统设计便捷、指令系统设计精练、采用精简指令集和哈佛双总线结构，拥有速度快、功率低、驱动电流大以及控制能力强等优点，能满足各种用户的需要。本章将主要讲述 PIC 单片机的特点、种类及硬件结构等知识。

1.1 PIC 单片机的特点

美国微芯公司是一家专门从事单片机开发、研制和生产的半导体厂商。其 PIC 单片机率先采用了精简指令集（Reduced Instruction Set Computer, RISC）结构，突破了传统单片机对 PC 机在结构上存在的自然依赖性，加上哈佛总线的存储器结构、两级流水线指令结构、单周期指令等技术，从而在单片机硬件结构上独辟蹊径，大大提高了系统运行的效率。除此之外，在功耗、驱动能力、外围模块设计等方面，PIC 单片机也拥有一些独到之处，从而使得 PIC 成为一款方便实用的高性价比的单片机。PIC 单片机特点归纳起来有如下几个方面。

1. 精简指令集技术

传统的单片机生产厂商采用复杂指令集（Complex Instruction Set Computer, CISC）结构，在设计上多带有 PC 机 CPU 结构的痕迹，采用 CISC 结构的单片机指令通常为 50~110 条，且多为多周期指令。而 PIC 的指令系统则专门根据小型机特点而设计，力求使每一条指令达到更高的效率，减少指令功能的重复。高中低档的 PIC 单片机指令数分别为 58 条、35 条和 33 条。这就带来了两方面的益处，一方面可以使代码的利用率大大提高，有利于提高执行速度，另一方面为用户学习、记忆和应用带来了极大的好处，编程和调试相对就

更加容易，而且同样的功能所需的编码减少，节约了开发时间。

2. 哈佛（Harvard）总线结构

所谓哈佛总线结构是指程序存储器和数据存储器独立编址，即两者位于不同的物理空间的结构。与之对应的是冯·诺依曼结构（又称普林斯顿结构），其程序存储器和数据存储器位于同一物理空间。冯·诺依曼结构的单片机指令和数据在同一存储空间，限制了工作的带宽，同时数据读取的可靠性也得不到很好的保证。而哈佛结构将二者分开，从而避免了这种瓶颈效应。Intel 公司的 MCS-51 系列单片机采用了哈佛结构，但是程序和数据共用一条总线，在总线上仍然类似有冯·诺依曼结构的瓶颈效应，不能充分体现哈佛结构的优越性；而 PIC 系列单片机不仅采用了哈佛体系结构，还采用了哈佛总线结构，从而充分发挥了哈佛结构的潜在优势，大大提升了系统的运行效率和数据可靠性。上述两种总线结构的对比示意图分别如图 1-1 (a) 和图 1-1 (b) 所示。

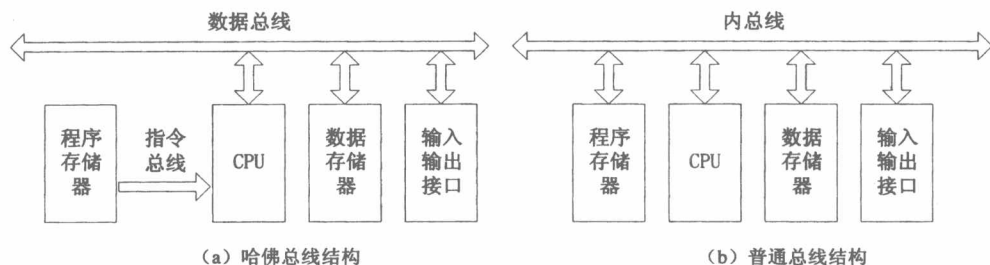


图 1-1 两种总线结构的对比示意图

3. 单字节指令

单字节指令对单片机系统是一个革新性的变化。从系统内部机理来讲，采用普林斯顿结构的单片机数据存储器 and 程序存储器统一编址，共用总线，故 8 位机的指令总线（也即程序总线）必然也是 8 位。但是由于数据线和指令总线的分离，8 位单片机的指令总线可以不是 8 位，即所谓的宽字位指令。高中低档的 PIC 单片机的指令位数分别为 16 位、14 位、12 位。ROM 和 RAM 的寻址相对独立，所有的指令实现了单字节化，这样不仅使数据的存取更加安全，其运行速度也得到了显著提高。从应用上来讲，一方面寻址方式变得简单，PIC 单片机只有 4 种寻址方式，而 51 单片机为 7 种，68HC05 为 6 种；另一方面节省了存储器空间，提高了代码压缩率，与同类单片机相比，相同的存储器空间可以储存更多的指令。

4. 两级流水线指令结构

由于采用了哈佛总线结构，在芯片内部将数据总线和指令总线分离，并且采用了不同的总线宽度，因此在处理一条指令的同时可以对下一条要执行的指令进行预处理，而不必担心与数据读取产生冲突，这样就可以避免瓶颈效应。所谓预处理就是取指令的过程，从

而产生了 PIC 单片机的两级流水线结构, 如图 1-2 所示, 当一条指令被执行时, 下一条指令同时被取出, 使得在每个时钟周期可以获得更高的效率。

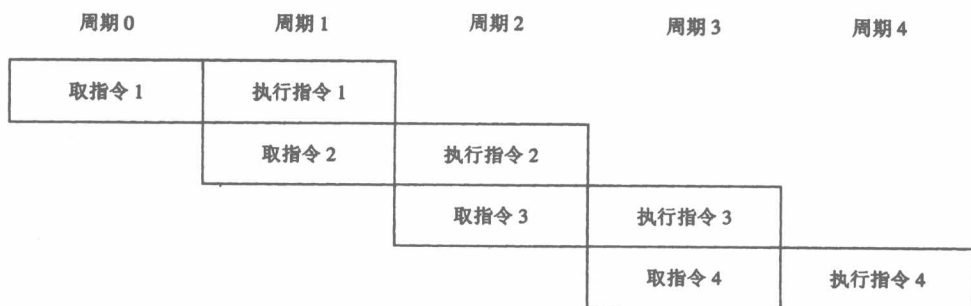


图 1-2 流水线结构工作示意图

由于 PIC 单片机具有以上 4 点优势, 因此其运行速度相对于普通单片机有了显著的提高。如图 1-3 所示为几种常用单片机运行速度的比较, 从中可以看出 PIC 系列单片机的运行速度远远高于其他同档次单片机。

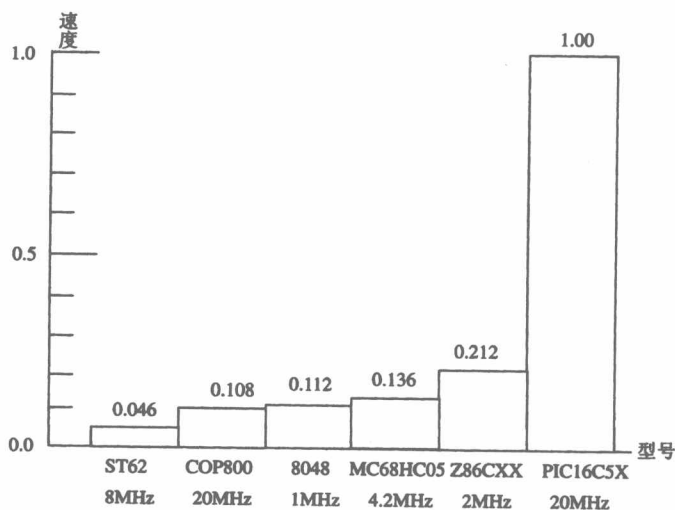


图 1-3 几种常用单片机运行速度的比较

5. 寄存器组结构

PIC 的所有寄存器, 包括 I/O 端口、定时器和程序计数器等均采用 RAM 结构形式, 并且只需要一个指令周期就可以完成访问和操作, 而对于许多其他单片机 (如 MCS-51), 则需要两个或两个以上的周期才能改变寄存器的内容。

6. 一次性可编程 (OTP) 技术

单片机按其存储器类型可分为 MASK (掩膜) ROM、OTP (一次性可编程) ROM、

FLASH ROM 等类型。MASK ROM 的单片机价格便宜，但程序在出厂时已经固化，适合程序固定不变的应用场合。同时，掩膜需要大批量的定制，周期较长，对小批量的市场需求不能做出快速的反应。FLASH ROM 的单片机程序可以反复擦写，灵活性很强，但价格较高，适合对价格不敏感的应用场合或做开发用途。OTP ROM 的单片机价格介于前两者之间，同时又拥有一次性可编程能力，适合既要求有一定灵活性，又要求低成本的应用场合。随着市场的竞争越来越激烈，产品的功能不断翻新，顾客对产品的需求不断增加，是否具有快速改变的响应能力对赢得竞争变得相当关键。OTP 可以实现产品上市零等待 (Zero time to market)，并且可以根据用户定制，满足特定需要。产品定制可以显著提高产品的生命周期，增强产品的市场竞争力。

7. 其他特性

(1) 功耗低。自 20 世纪 80 年代中期以来，随着 NMOSI 工艺单片机逐渐被 CMOSI 工艺代替，功耗得以大幅度下降，同时允许使用的电源电压范围也越来越宽。以 PIC16F87X 系列为例，供电电压为 2.0~5.5V，当使用 4MHz 晶振，供电电压为 3V 时，耗电电流典型值不超过 6mA；当使用 32kHz 晶振，供电电压为 3V 时，耗电电流典型值为 20mA，睡眠模式耗电电流更是低于 1 μ A。

(2) 驱动能力强。I/O 端口驱动负载能力强，灌电流和拉电流最大可达 25mA，可直接驱动发光二极管、光耦等器件工作。在一些低功耗应用场合下，也可以充分发挥这一潜在的优势。例如，在一些低功耗的设计中，希望一些周围的器件在系统待命时不耗电或尽量少耗电，此时即可考虑将这些器件的电源供电由一条 I/O 引脚负责提供，在工作时，MCU 在该引脚上输出高电平（接近 V_{DD} ），可带几毫安的负载；进入低功耗模式后，该引脚输出就自动变为低电平（接近 0V），被控器件没有了电源，也就不会耗电，例如 LCD 显示电路、信号调制电路等都非常适合采用此类控制。

(3) 片内看门狗 (WDT)。无须外接专用看门狗芯片，从而节约了硬件资源。

(4) 片上 ADC。片内带 10 位精度的 A/D 转换器。以 PIC16F877 为例，最多可以有 8 个 A/D 通道。

(5) 中断丰富。内置 8 级硬件堆栈，支持多种中断源。例如，外部触发中断 INT、TMR0 溢出中断、RB 端口电平变化中断、TMR1 溢出中断、TMR2 中断、CCP1 中断、CCP2 中断、SCI 同步发送中断、SCI 同步接收中断、SSP 中断、SSP 和 I²C 总线冲突中断、并行端口中断、A/D 转换中断以及 E²PROM 中断等。

(6) 品种齐全，方便选择。PIC 系列单片机目前已形成具有高、中、低 3 档共 50 多种型号的庞大家族，功能灵活多样，能适应多种应用场合的不同需要。

1.2 PIC 单片机的系列产品

PIC 系列微控制器根据其指令总线的位数可分为 12 位（基本级产品）、14 位（中级产

品)和 16 位(高级产品)3 种。

所有系列的 PIC 微控制器都可提供选择一次性编程(OTP)芯片、低工作电压芯片和低功耗芯片,并且还有各种形式的封装以满足各种应用需要。

1.2.1 基本级 PIC 系列单片机

微芯公司目前已开发的 PIC 单片机系列产品可分为基本级、中级和高级 3 档。基本级产品 PIC12CXXX/12CEXXX 和 PIC16C5X/50X 系列单片机采用的是 12 位的 RISC 指令系统,价格较低,适用于低成本的应用。在上述两个系列产品中,PIC16C5X 目前的应用很广;PIC12C5XX 则是世界上第一个 8 引脚封装的低价 8 位单片机,其体积小、功耗低、价格低廉,在便携式电子产品(如各种 IC 卡、电子身份牌、照相机、充电器、智能传感器、计时器和儿童玩具等)中都已得到了广泛的应用。表 1-1 对基本级 PIC 按照引脚数目进行了分类。

表 1-1 基本级 PIC 单片机选择表

引脚数目	型 号	功能特点
8	PIC12C508	普通型
	PIC12C509	普通型
	PIC12CE518	E ² PROM
	PIC12CE519	E ² PROM
14	PIC16C505	普通型
18/20	PIC16C52	普通型
	PIC16C54	普通型
	PIC16C56	普通型
	PIC16C58	普通型
	PIC16HV540	高电压(3.5~15V)
28	PIC16C55	普通型
	PIC16C57	普通型

1.2.2 中级 PIC 系列单片机

中级产品 PIC14000 和 PIC16C(F)55X/6X/62X/7X/71X/8X/87X/9XX 采用的是 14 位的 RISC 指令系统,在 PIC16C5X 的基础上进行了很多改动,并与 PIC16C5X 系列保持了很好的兼容性。它们有 18~68 引脚各种形式的封装,是品种最丰富的系列。它们在保持低价的前提下,增加了温度传感器(如 PIC14000)、A/D 转换器、内置 E²PROM 存储器、FLASH 存储器、比较输出、捕捉输入、PWM 输出、I²C 和 SPI 接口、异步串行通信(USART)、模拟电压比较器和 LCD 驱动等许多功能,可广泛应用于各种档次的电子产品中。表 1-2 对中级 PIC 按照引脚数目进行了分类。

表 1-2 中级 PIC 单片机选择表

引脚数目	型 号	功能特点
8	PIC12C671	8 位 ADC
	PIC12C672	8 位 ADC
	PIC12CE673	E ² PROM、8 位 ADC
	PIC12CE674	E ² PROM、8 位 ADC
18/20	PIC16C554	普通型
	PIC16C558	普通型
	PIC16C432	LIN 总线、比较器
	PIC16C433	LIN 总线、8 位 ADC
	PIC16C620	电压比较器
	PIC16C621	电压比较器
	PIC16C622	电压比较器
	PIC16CE623	E ² PROM、电压比较器
	PIC16CE624	E ² PROM、电压比较器
	PIC16F627	FLASH、E ² PROM、比较器、PWM、AUSART
	PIC16F628	FLASH、E ² PROM、比较器、PWM、AUSART
	PIC16C710	8 位 ADC
	PIC16C711	8 位 ADC
	PIC16C715	8 位 ADC
	PIC16C712	8 位 ADC、CCP
	PIC16C716	8 位 ADC、PWM、CCP
	PIC16C717	10 位 ADC、ECCP、MI ² C/SPI
	PIC16C781	8 位 ADC、比较器、运放、DAC
	PIC16C782	8 位 ADC、比较器、运放、DAC、PSMC
	PIC16C770	12 位 ADC、PWM、MI ² C/SPI
	PIC16C711	12 位 ADC、PWM、MI ² C/SPI、ECCP
	PIC16F83	FLASH
	PIC16F84	FLASH
	PIC16F85	FLASH、8 位 ADC、比较器
	PIC16F86	FLASH、8 位 ADC、比较器
	PIC16F812	FLASH、8 位 ADC、CCP
PIC16F816	FLASH、8 位 ADC、CCP	
28	PIC16C62	I ² C/SPI、CCP
	PIC16C63	PWM、USART/I ² C/SPI、CCP
	PIC16C66	PWM、USART/I ² C/SPI、CCP
	PIC16C642	比较器
	PIC16C72	8 位 ADC、PWM、I ² C/SPI、CCP
	PIC16C72	8 位 ADC、PWM、USART/I ² C/SPI、CCP