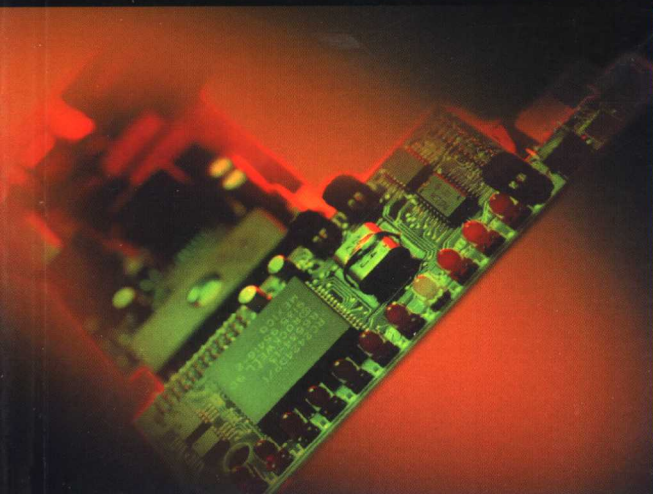


嵌入式系统与单片机系列丛书

PIC 单片机 原理与接口技术

陈国先 主编



“十五”国家重点图书
出版规划项目



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

“十五”国家重点图书出版规划项目

嵌入式系统与单片机系列丛书

PIC 单片机原理与接口技术

陈国先 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书针对美国 Microchip 公司 PIC 单片机中的典型产品 PIC16F87XA, 主要介绍 PIC 单片机的特点和型号; PIC 单片机的硬件结构; 指令系统和汇编语言程序设计; PIC 单片机的接口技术和接口扩展; MPLAB ICD2 开发工具软件、硬件的使用; PIC 单片机应用系统设计、系统构成, 以及 PIC 数据采集系统的综合实例。

本书的编写既注重循序渐进、通俗易懂, 又注重系统完整, 尤其强调学用结合、理论联系实际, 对 PIC 的每一个接口都用实例加以说明, 并在篇末配以综合应用实例。书中所举实例均配有电路图、编程流程图、程序清单和程序注解, 所列举的应用实例基本上覆盖了 PIC 单片机的所有功能, 程序全部通过测试。

本书适合于电子制作爱好者、电子产品开发者和工程技术人员等, 也可作为高等职业技术学院相关专业的教材。

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 单片机原理与接口技术/陈国先主编. —北京: 电子工业出版社, 2004. 11

(嵌入式系统与单片机系列丛书)

ISBN 7-121-00462-3

I. P… II. 陈… III. ①单片微型计算机, PIC 系列—理论②单片微型计算机, PIC 系列—接口
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 105939 号

责任编辑: 邓小瑜

印 刷: 北京李史山印刷厂

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

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20.75 字数: 531.2 千字

印 次: 2004 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 29.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

嵌入式系统与单片机系列丛书编委会

主任委员 沈绪榜（院士）

副主任委员 周利华 李凤华 朱铭锴

委员（按姓氏笔画为序）

王军宁	王 泉	车向泉	冯小平	刘书明
刘笃仁	刘 峥	李龙海	李伯成	宋万杰
苏 涛	汪春梅	沈红卫	陈国先	吴自力
罗 丰	周佳社	郭万有	殷廷瑞	游林儒

前 言

美国 Microchip 公司的 PIC 单片机采用精简指令集(RISC)、哈佛总线结构、2 级流水线取指令方式,具有实用、低价、指令集小、简单易学、低功耗、高速度、体积小、功能强等特点,体现了单片机发展的一种新趋势。

PIC16F87XA 系列单片机具有 FLASH 程序存储器,并且内置 ICD 功能,支持在线串行编程,同时也与其他 PIC 型号的单片机保持良好的兼容性。PIC16F87XA 单片机可以用成本比较低的开发工具来开发学习 PIC 单片机。所以本书用 PIC 系列单片机中最有代表性的型号 PIC16F877A 作为主线进行介绍。

全书共 7 章。第 1 章单片机概述,介绍单片机的类型、应用及 PIC 单片机的特点和型号。第 2 章 PIC 单片机的硬件结构,阐述 PIC 单片机的内部结构和作用。第 3 章 PIC 单片机指令系统和程序设计,主要介绍 PIC 单片机的指令系统和汇编语言程序格式、结构。第 4 章讲述 PIC 单片机的接口技术,包括基本输入/输出接口、定时器/计数器、中断系统、A/D 转换、通信系统、CCP 系统等接口的内部结构、相关寄存器及基本应用实例的电路图、程序流程图、程序清单和注释。第 5 章 PIC 单片机的接口扩展,主要介绍数据存储器、串行与并行接口、D/A 芯片、USART 串行口、多机通信、语音芯片等接口扩展途径,扩展的具体电路、程序流程图和程序清单。第 6 章 PIC 单片机的开发工具应用,阐述 MPLAB ICD2 在线调试器的硬件构成、软件操作及在线调试方法。第 7 章 PIC 单片机的接口应用系统,讲述 PIC 应用系统总体设计、硬件设计、软件设计,PIC 单片机应用系统与键盘、显示器、输入/输出开关、步进电机、直流电机、微型打印机等连接方法和编程思路;最后介绍 PIC 单片机的数据采集系统。

本书针对国内流行的 PIC 单片机机型进行介绍,注重应用,在章节安排上做到原理、硬件、软件、仿真、应用并重。各章节有较多的实例介绍,全书的实例和综合应用基本上覆盖了 PIC 单片机接口的所有功能,程序均通过测试。

本书将 PIC 单片机的基本原理、开发过程及实际应用结合起来,做到理论与实践相结合。书中实例丰富,可读性强,兼顾了理论的深度和广度,适合于初学者和具有一定单片机知识者的学习。

本书由陈国先任主编,伊世昌、张国利(贝能科技)参加编写,全书由陈国先统稿。福州贝能科技有限公司(联系电话:0591-87608723)提供了部分资料和仿真设备。在本书编写过程中主要参考美国微芯公司的资料,同时也浏览了微芯公司网站(www.microchip.com),福州贝能科技有限公司的网站(www.burnons.com),周立功公司网站(www.zlgmcu.com)等。电子工业出版社对本书的出版给予极大的关心和支持,在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在缺点和错误,敬请广大读者批评指正。

编 者

2004 年 8 月

目 录

第 1 章 单片机概述	1
1.1 单片机的类型与应用	1
1.1.1 单片机的类型	1
1.1.2 单片机的应用	2
1.2 PIC 单片机的特点和型号	3
1.2.1 PIC 单片机的特点	3
1.2.2 PIC 单片机的型号	4
本章小结	7
第 2 章 PIC 单片机的硬件结构	8
2.1 PIC 单片机的内部结构和作用	8
2.1.1 内部结构和作用	8
2.1.2 封装形式和引脚功能	11
2.1.3 I/O 端口	15
2.1.4 系统时钟	17
2.1.5 复位电路	18
2.1.6 监视定时器 WDT	19
2.2 PIC 单片机的存储器	19
2.2.1 程序存储器和堆栈	19
2.2.2 RAM 数据存储器	21
2.2.3 片内 EEPROM 和 FLASH 存储器相关寄存器	29
2.2.4 片内 EEPROM 数据存储器操作	32
2.2.5 片内 FLASH 程序存储器操作	34
本章小结	37
第 3 章 PIC 单片机指令系统和程序设计	38
3.1 PIC 单片机的指令系统	38
3.1.1 指令时序	38
3.1.2 指令系统分类	38
3.1.3 寻址方式	39
3.1.4 数据传送类指令	39
3.1.5 算术操作类指令	41
3.1.6 逻辑操作类指令	44
3.1.7 控制转移类指令	47
3.1.8 位操作类指令	49
3.2 PIC 单片机汇编语言程序设计	51
3.2.1 汇编语言的程序格式	51

3.2.2	常用伪指令	52
3.2.3	程序流程图	54
3.2.4	顺序程序结构	54
3.2.5	分支程序结构	55
3.2.6	循环程序结构	56
3.2.7	子程序结构	57
3.2.8	查表程序结构	58
	本章小结	58
第4章	PIC单片机的接口技术	59
4.1	PIC单片机的基本输入/输出接口技术	59
4.1.1	概述	59
4.1.2	基本输入/输出接口的相关寄存器	59
4.1.3	基本输入/输出接口的基本结构	60
4.1.4	基本输入/输出接口的应用	69
4.2	PIC单片机的定时器/计数器技术	75
4.2.1	定时器/计数器的特点	75
4.2.2	定时器/计数器 TMR0	76
4.2.3	定时器/计数器 TMR1	79
4.2.4	定时器/计数器 TMR2	83
4.2.5	定时器/计数器的应用	86
4.3	PIC单片机的中断技术	93
4.3.1	概述	94
4.3.2	中断相关的寄存器	97
4.3.3	中断功能在定时器中的应用	102
4.3.4	外部中断功能的应用	103
4.4	PIC单片机的 A/D 转换技术	105
4.4.1	概述	105
4.4.2	A/D 转换相关的寄存器	107
4.4.3	A/D 转换的应用	110
4.5	PIC单片机的串行通信技术	116
4.5.1	概述	116
4.5.2	同步/异步串行接口 USART	119
4.5.3	同步串行接口 SPI	130
4.5.4	同步串行接口 I ² C	135
4.5.5	串行通信接口的应用	146
4.6	PIC单片机的 CCP 技术	149
4.6.1	输入捕捉工作模式	149
4.6.2	输出比较工作模式	152
4.6.3	脉宽调制(PWM)输出工作模式	154
4.6.4	CCP 系统的应用	159
	本章小结	161

第 5 章 PIC 单片机的接口扩展	162
5.1 数据存储器的扩展	162
5.1.1 概述	162
5.1.2 并行总线数据存储器的扩展	163
5.1.3 I ² C 总线数据存储器的扩展	164
5.1.4 SPI 总线数据存储器的扩展	174
5.2 串行与并行接口的扩展	180
5.2.1 概述	180
5.2.2 SPI 总线串行与并行接口的扩展	181
5.2.3 USART 串行与并行接口的扩展	187
5.3 I²C 总线扩展 D/A 芯片	192
5.3.1 D/A 芯片	192
5.3.2 PIC 单片机扩展 D/A 芯片	193
5.4 USART 串行接口的扩展	197
5.4.1 RS-232C 接口电路	197
5.4.2 485 接口电路	198
5.5 实现多机通信的扩展	201
5.5.1 利用 8 位并行从动接口 PSP 扩展	201
5.5.2 利用 SPI 接口扩展	205
5.6 PIC 的语音芯片扩展	210
5.6.1 ISD1420 芯片的特点	210
5.6.2 ISD1420 封装及引脚	210
5.6.3 ISD1420 基本技术指标	211
5.6.4 ISD1420 与 PIC 单片机接口	211
5.6.5 ISD 系列语音芯片应用中应注意的问题	214
本章小结	215
第 6 章 PIC 单片机的开发工具应用	216
6.1 概述	216
6.2 MPLAB ICD2 系统组成	218
6.2.1 MPLAB ICD2 模块	219
6.2.2 开发工具的硬件安装	219
6.3 MPLAB IDE 软件	221
6.3.1 建立通信	221
6.3.2 开始 MPLAB IDE	222
6.3.3 创建项目	227
6.3.4 设置调试选项	228
6.3.5 运行用户程序	230
6.3.6 调试用户程序	230
本章小结	232
第 7 章 PIC 单片机的接口应用系统	233
7.1 应用系统设计	233

7.1.1 总体设计	233
7.1.2 硬件设计	233
7.1.3 软件设计	235
7.2 单片机的应用系统构成	237
7.2.1 单片机的控制对象	237
7.2.2 单片机应用系统的基本组成	237
7.2.3 PIC单片机与键盘的连接	239
7.2.4 PIC单片机与显示器连接	250
7.2.5 PIC单片机与开关输入/输出接口连接	268
7.2.6 PIC单片机与步进电机连接	274
7.2.7 PIC单片机与直流电机连接	280
7.2.8 PIC单片机与微型打印机连接	286
7.2.9 检测数据数字滤波与标度变换	292
7.3 PIC单片机的数据采集系统	304
7.3.1 数据采集系统构成和功能	304
7.3.2 硬件设计	304
7.3.3 软件设计	306
本章小结	319
参考文献	321

第 1 章 单片机概述

1.1 单片机的类型与应用

单片机是单片微型计算机(Single-chip Microcomputer)的简称,是在一块硅片上集成了 CPU、RAM、ROM、定时器/计数器、中断和多种 I/O 端口的完整的数字处理系统。

随着大规模集成电路(LSI)制造技术的飞速发展,单片机的功能日益完善,以满足各个领域各种复杂的现场控制。

1975 年,得克萨斯仪器公司生产的世界上第一个 4 位单片机 TM-1000 诞生后,一些大型微电子公司研制开发各种单片机系列产品。以字长划分,单片机有 4 位、8 位、16 位、32 位 4 大类,其中前 3 类占据了单片机市场的主要份额,在这 3 类单片机中,8 位机一直为主流产品。据专家预计,在未来的十余年内,8 位机将仍然保持主流产品的地位。

1.1.1 单片机的类型

单片机从字长方面分为 4 位、8 位、16 位、32 位 4 大类,从用途上可分为通用型单片机和专用型单片机两大类。专用型单片机是指用途比较专一,出厂时程序已经一次性固化好,不能再修改的单片机。这种单片机的生产成本很低,例如电子表里的单片机就是其中的一种。通用型单片机使用不同的接口电路及编制不同的应用程序就可完成不同的功能。通常所说的都是通用型单片机。当今通用型单片机的生产厂家已不下几十家,种类有几百种之多。下面介绍著名的单片机制造公司的单片机产品。

美国 Intel 公司是最早的单片机生产商之一,8051 单片机是其最早最典型的产品,由 8051 发展起来的 MCS-51 系列单片机有 8031、8051、8751、8032、8052、8752 等,该系列其他单片机都是在 8051 的基础上进行功能扩展而来的,人们习惯称呼这类单片机为 MCS-51 系列单片机。8031 是在我国较流行的单片机。MCS-51 系列单片机由 Intel 公司推出后,多家公司购买了 8051 的内核并生产以 8051 为核心的单片机,使得以 8051 为内核的 CMU 系列单片机在世界上产量最大,应用也最广泛。

Motorola 是世界上最大的单片机生产商,其产品特点是品种齐全、选择余地大、新产品多,多年来一直雄居单片机销售量的榜首。从 M6800 开始,开发了众多的品种:4 位、8 位、16 位和 32 位单片机。Motorola 单片机的特点之一是在同样的速度下所用的时钟频率低,相当于提高了单片机的速度,使得高频噪声低,抗干扰能力强,更适合于工控领域恶劣的环境。在 8 位机方面有 68HC05 和升级产品 68HC08,68HC05 有三十多个系列,二百多个品种。8 位增强型单片机 68HC11 有三十多个品种。16 位机和 32 位单片机也有几十个品种。

ATMEL 公司是全球著名的半导体公司之一,它生产基于 8051 内核的 AT89 系列单片机和基于精减指令集(RISC)的 AVR 系列单片机。20 世纪 90 年代初,ATMEL 率先将 MCS-51 的内核与 FLASH 技术相结合,推出了 AT89 系列单片机。AT89C51 系列单片机完全与

Intel8051 系列兼容,在市场上仍占据主要份额。AVR 单片机是增强型 RISC 内载 FLASH 的单片机,芯片上的 FLASH 存储器可随时编程,再编程,使用户的产品设计容易,更新换代方便。AVR 单片机由于采用了精减指令,处理速度得到提高,处理能力得到改善。几年来,AVR 单片机已形成系列产品,其 ATtiny、AT90 与 ATmega 分别对应低、中、高档产品。

Microchip 单片机是市场份额增长最快的单片机,发展非常迅速。它的主要产品是 PIC16C/F 系列、17C/F 系列和 18F 系列 8 位单片机。CPU 采用 RISC 结构,分别仅有 33、35、58 条指令,采用 Harvard 双总线结构,运行速度快,低工作电压,低功耗,有较大的输入输出直接驱动能力,价格低,一次性编程,体积小。Microchip 单片机强调节约成本的最优化设计,适用于量大、档次低、价格敏感的产品。在办公自动化设备、电子产品、电信通信、智能仪器仪表、汽车电子、金融电子、工业控制、智能监控等不同领域都有广泛的应用。

1.1.2 单片机的应用

单片机的应用范围十分广泛,下面介绍一些典型的应用领域。

1. 电信

电信领域的应用包括:电话机、无绳电话机、投币电话机、磁卡电话机、光卡电话机、数字或汉字寻呼机、模拟或数字蜂窝移动通信手持机、无线对话机、业余无线电台、传真机、调制解调器、通话计费器、智能线路、数字滤波、电话密码锁、来电显示器等。

2. 家用电器

家用电器方面的应用有:遥控电视机、录像机、摄像机、VCD、CD、LD、卫星电视接收机、音响音调控制器、卡拉 OK 点唱机、数码照相机、全自动洗衣机、冰箱、空调、洗碗机、微波炉、电饭煲、热水器、万年历、游戏机、智能充电器、各种报警器等。

3. 计算机外围设备

计算机外围设备的应用有:键盘、打印机、绘图仪、扫描仪、智能终端、智能扩充卡、调制解调器、外设控制板等。

4. 办公自动化

办公自动化方面的应用包括:复印机、智能打字机、传真机、个人数字助理 PDA、智能终端机等。

5. 工业控制

工业控制领域的应用包括:数控机床、智能机器人、可编程顺序控制器、电动机控制器、离散与连续过程控制器、温度控制器、智能传感器等。

6. 商用电子

商用电子的应用有:自动售货机、自动柜员机、电子收款机、电子秤、智能卡、IC 卡读写器等。

7. 玩具

玩具的应用有:袖珍游戏机、电子宠物、智能玩具、遥控玩具、学习玩具等。

8. 仪器仪表

单片机还用于医疗、化工、电子计量等领域的各种智能仪器仪表。

9. 汽车电子

汽车电子的应用包括:点火控制、变速控制、防滑控制、防撞控制、排气控制、最佳燃烧控制、计价器、交通控制、防盗报警、电子地图、车载通信装置等。

10. 军用电子

各种导弹和鱼雷的精确制导控制、智能武器、雷达系统、电子战设备等军用电子设备也广泛使用单片机。

单片机应用的意义不仅在于它的广阔范围和带来的经济效益,更重要的还在于它从根本上改变了传统的控制系统设计思想和设计方法。从前必须由模拟电路或数字电路实现的大部分控制功能,现在已能使用单片机通过软件方法实现了。这种以软件取代硬件并能提高系统性能的控制技术称为微控制技术。微控制技术标志着一种全新概念,随着单片机应用的推广普及,微控制技术将不断发展和日趋完善,而单片机的应用则将更加深入、更加广泛。

1.2 PIC 单片机的特点和型号

PIC 系列单片机的硬件系统设计简洁,指令系统设计精练。在所有的单片机品种中,它是最容易学习、最容易应用的单片机品种之一。

1.2.1 PIC 单片机的特点

1. 哈佛总线结构

PIC 系列单片机不仅采用哈佛体系结构,而且还采用哈佛总线结构。在 PIC 系列单片机中采用的这种哈佛总线结构,就是在芯片内部将数据总线和指令总线分离,并且采用不同的宽度。便于实现指令提取的“流水作业”,也就是在执行一条指令的同时对下一条指令进行取指操作;便于实现全部指令的单字节化、单周期化,从而有利于提高 CPU 执行指令的速度。

2. 精简指令集(RISC)技术

PIC 单片机的指令系统就是该单片机所能识别的全部指令的集合,指令系统也称指令集,指令集最多有 58 条指令(16 位指令系统)。这给指令的学习、记忆、理解带来很大的好处,也给程序的编写、阅读、调试、修改、交流带来极大的便利。

3. 寻址方式简单

寻址方式就是寻找操作数的方法。PIC 系列单片机只有 4 种寻址方式(寄存器间接寻址、立即数寻址、直接寻址和位寻址),容易掌握。

4. 功耗低

PIC 系列单片机的功率消耗极低,是目前世界上功耗最低的单片机品种之一。其中有些型

号,在 4 MHz 时钟频率下工作时电流不超过 2 mA,在睡眠模式下的电流可以低到 1 μ A 以下。

5. 驱动能力强

I/O 端口驱动负载的能力较强,每个 I/O 引脚输入和输出电流的最大值可分别达到 25 mA 和 20 mA,能够直接驱动发光二极管 LED、光电耦合器或微型继电器等。

6. I²C 和 SPI 串行总线端口

PIC 系列单片机的一些型号具备 I²C 和 SPI 串行总线端口。

7. 外接电路简洁

PIC 系列单片机内集成了上电复位电路、I/O 引脚上拉电路、看门狗定时器等,可以最大程度地减少或免用外接器件,以便实现“纯单片”应用。

8. 开发方便

Microchip 公司还研制了多种版本的软件仿真器和软件综合开发环境,为爱好者学习与实践、应用与开发的实际操练提供了极大的方便。

9. C 语言编程

对于掌握了 C 语言的用户, Microchip 公司还为其提供了“C 语言编译程序”。使用 C 语言这种高级语言进行程序设计,可以大大提高工作效率。

10. 品种丰富

PIC 系列单片机目前已形成 3 个层次、50 多个型号。片内功能从简单到复杂,封装形式从 8 脚到 68 脚,可以满足各种不同的应用需求。用户总能在其中找到一款适合自己开发目标的单片机。

11. 程序存储器版本齐全

Microchip 公司对其单片机的某一种型号又可提供多种存储器版本和封装工艺的产品:

- 带窗口的 EPROM 型芯片,适合程序反复修改的开发阶段;
- 一次编程(OTP)的 EPROM 芯片,适合于小批量试生产和快速上市的需要;
- ROM 掩模型芯片,适合大企业大批量定型产品的规模化生产;
- 具有 EEPROM 或 FLASH 程序存储器,特别适合在线反复擦写,编程。

12. 程序保密性强

目前,尚无办法对其直接进行解密复制,可以最大限度地保护用户的程序版权。PIC 单片机除了具有以上特点之外还有代码压缩率高,寻址空间设计简洁等特点。

1.2.2 PIC 单片机的型号

Microchip 可提供的 PIC 单片机系列,按其指令的位数可分为 3 类:初级产品、中级产品和

高级产品,每种产品包含多种型号,如表 1.1 所示。

表 1.1 PIC 系列单片机分类

级别层次	系列名称	子系列名称	芯片型号	
初 级 系 列	PIC12CXXX 单片机	PIC12C5XX 单片机	PIC12C508(A)、PIC12C509(A)	
		PIC12CE5XX 单片机	PIC12CE518(A)、PIC12CE519(A)	
	PIC16C5XX 单片机	PIC16C5X 单片机	PIC16C54(A、C)、PIC16CR54(A、C)、PIC16C55(A)、 PIC16C56(A)、PIC16C57(C)、PIC16CR56A、PIC16CR57A、 PIC16CR57C、PIC16C58(B)、PIC16CR58B	
		PIC16C505 单片机	PIC16C505	
PIC16HV540 单片机		PIC16HV540		
中 级 系 列	PIC12CXXX 单片机	PIC12C6XX 单片机	PIC12C671、PIC12C672	
		PIC12CE6XX 单片机	PIC12CE673、PIC12CE674(无)	
			PIC12F629/675	
	PIC16CXXX 单片机	PIC16C55X 单片机	PIC16C554、PIC16C558	
		PIC16C43X 单片机		PIC16C432
				PIC16C433
		PIC16C6X 单片机		PIC16C62、PIC16C63、PIC16CR63、PIC16C64A、PIC16CR64、 PIC16C65A、PIC16CR65、PIC16C66、PIC16C67
				PIC16C62B
				PIC16C63A、PIC16C65B
		PIC16C62X/64X/66X 单片机	PIC16C620(A)、PIC16C621(A)、PIC16C622(A)	
			PIC16C662	
		PIC16CE62X 单片机	PIC16CE623、PIC16CE624、PIC16CE625	
		PIC16F62X 单片机	PIC16F627、PIC16F628	
		PIC16F63X/67X 单片机	PIC16F630/676	
		PIC16C71X 单片机		PIC16C71、PIC16C710、PIC16C711、PIC16C715
				PIC16C712、PIC16C716
				PIC16C717
		PIC16C7X 单片机		PIC16C72、PIC16CR72
				PIC16C72A
				PIC16C73(B)、PIC16C74(B)
				PIC16C73A、PIC16C74A、PIC16C76、PIC16C77
		PIC16F7X 单片机	PIC16F73、PIC16F74、PIC16F76、PIC16F77	
		PIC16C77X 单片机		PIC16C770、PIC16C771
				PIC16C773、PIC16C774
		PIC16C7X5 单片机	PIC16C745、PIC16C765	
		PIC16C78X 单片机	PIC16C781、PIC16C782	
		PIC16F8X 单片机		PIC16F83、PIC16CR83、PIC16F84、PIC16CR84
				PIC16F84A
				PIC16F85(无 DATASHEET)、PIC16F86(无)
		PIC16F81X 单片机	PIC16F812(无)、PIC16F816(无)、PIC16F818/819	
		PIC16F87X 单片机		PIC16F870、PIC16F871、PIC16F872、PIC16F873、PIC16F874、 PIC16F876、PIC16F877、PIC16F873A、PIC16F876A、 PIC16F874A、PIC16F877A
				PIC16C923 PIC16C924
		PIC16C9XX 单片机	PIC16C925 PIC16C926	
PIC14000 单片机	PIC14000			

续表

级别层次	系列名称	子系列名称	芯片型号	
高级系列	PIC17CXXX 单片机	PIC17C4X 单片机	PIC17C42、PIC17C42A、PIC17C43、PIC17CR43、PIC17C44	
		PIC17C7XX 单片机	PIC17C752、PIC17C756A PIC17C762、PIC17C766	
	PIC18C/FXXX 单片机	PIC18CX01 单片机	PIC18C601、PIC18C801	
		PIC18F0X0 单片机	PIC18F010、PIC18F020	
		PIC18C/FXX2 单片机	PIC18C/FXX2 单片机	PIC18F012、PIC18F022 (无 DATASHEET)
				PIC18F232、PIC18F242、PIC18F252
				PIC18C432、PIC18C442、PIC18C452
				PIC18F6520、PIC18F8520
				PIC18F6620、PIC18F6720、PIC18F8720、PIC18F8620
				PIC18F258、PIC18F248
		PIC18C/FXX8 单片机	PIC18C/FXX8 单片机	PIC18F448、PIC18F458
				PIC18C658、PIC18C858

1. 初级产品——8 位指令字系列(PIC16C5XX/PIC12C5XX)

在 8 位指令系列中, PIC16C5X 是最早发展的系列。适用于各种对成本要求严格的嵌入式控制。而 PIC12C5XX 是第一个 8 脚低价单片机, 其小巧, 应用前景广阔。

2. 中级产品——12 位指令字系列(PIC12C6XX/PIC16C/FXXX)

12 位指令字系列是品种最丰富的系列。它在 PIC16C5X 的基础上进行了很多改进, 并保持很高的兼容性。从 8 脚到 68 脚各种形式的封装, PIC12C6XX/16CXXX 可应用于各种高、中、低档电子产品设计中。它的特点是在保持低价格的前提下具有很高的性能, 如带 A/D、内部 EEPROM 数据存储、双时钟工作、比较输出、捕捉输入、PWM 输出、I²C 和 SPI 接口、异步串行通信(USART)、模拟电压比较器及 LCD 驱动等, 已被广泛应用在各种电子产品中, 且表现极佳。

3. 高级产品——16 位指令字系列(PIC17CXXX 和 PIC18CXXX/FXXX)

16 位指令字系列是 8 位单片机中运行速度最快的, 它具备一个指令周期内(最短 160ns)完成 8 位二进制乘法运算的能力, 可以在一些需要高速数字运算的应用场合中取代 DSP(数字信号处理器)。再加上 PIC17CXXX 还具有丰富的 I/O 控制功能, 并可以外接扩展 EPROM 和 RAM, 使它成为目前 8 位单片机中性能最高的机种之一, 被广泛应用于高、中档电子设备中。

PIC18CXXX 系列是一款高性能、全静态设计、内带 A/D 转换器的 CMOS16 位单片机, 采用高性能增强型的 RISC 结构, 具有 32 级硬件堆栈和多种内外中断。数据总线和指令总线分离独立的哈佛结构允许 16 位指令字和 8 位数据相结合。精简指令集, 仅 68 条单字节指令, 除地址分支跳转指令为双周期指令外, 其余所有指令皆为单周期指令。另外, 片内寄存器组大大提高了运行速度, 可达到每秒百万条指令。增加了一些特殊的功能部件, 这样减少了外围器件, 可降低成本, 增强系统可靠性, 减少功耗。

PIC 系列单片机还具有非常优秀的微处理特性, 如多种复位方式、多种中断功能、低功耗睡眠功能、掉电复位锁定等。在 PIC 单片机的内部还集成有上电复位电路(POR)、看门狗电路、I/O 口弱上拉等, 可以大大减少外围器件, 节省用户的成本。

PIC系列单片机所有型号都有商用级(0~70℃)、工业级(-40~85℃)和汽车工业级(-40~125℃)芯片,可以适应各种环境温度。

PIC16F87X(A)系列单片机是一种具有FLASH程序存储器的8位CMOS单片机,在PIC单片机中,各方面的功能是有代表性的。其主要功能如表1.2所示。

表 1.2 PIC16F87X(A)系列功能配置

型号	振荡	FLASH 程序区 /bit	FLASH 数据区 /B	RAM /B	电压 /V	中 断	I/O	定 时 器	复 位 锁 定	A/D 10 位	并 行 口	串 行 口	CCP 模 块	封 装
16F870	DC~20M	2K×14	64	128	2.5~5.5	13	22	3	有	5	-	USART	1	28SP/28SO/ 28SS
16F871	DC~20M	2K×14	64	128	2.5~5.5	13	22	3	有	8	-	USART	1	40
16F872	DC~20M	2K×14	64	128	2.5~5.5	13	22	3	有	5	-	MICC/SPI	1	28SP,28SO
16F873 16F873A	DC~20M	4K×14	128	192	2.0~5.5	13	22	3	有	5	无	USART/ ICC/SPI	2	28SP,28SO
16F874 16F874A	DC~20M	4K×14	128	192	2.0~5.5	14	33	3	有	8	有	USART/ ICC/SPI	2	40P, 44L, 44PT
16F876 16F876A	DC~20M	8K×14	256	368	2.0~5.5	13	22	3	有	5	无	USART/ ICC/SPI	2	28SO,28SP
16F877 16F877A	DC~20M	4K×14	256	368	2.0~5.5	14	33	3	有	8	有	USART/ ICC/SPI	2	40P, 44L, 44PT,44PQ



本章小结

- 单片机的类型、应用场合
- PIC系列单片机的特点和型号

第 2 章 PIC 单片机的硬件结构

2.1 PIC 单片机的内部结构和作用

2.1.1 内部结构和作用

1. 核心部件的名称和作用

PIC 单片机的内部结构如图 2.1 所示。

(1) 程序存储器:存放由用户预先编制好的程序和一些固定不变的数据。

(2) PC 指针(程序计数器):产生并提供对程序存储器进行读出操作所需要的 13 位地址码,初始状态为 0,每执行一条指令,地址码自动加 1。

(3) 堆栈:保存程序断点地址。在程序执行过程中,有时需要调用子程序之前,必须保存主程序断点处的地址,以便在程序执行完后,能恢复断点地址并继续执行。

(4) 指令寄存器:暂存从程序存储器中取出的指令,并将指令按不同的字段分解为操作码(执行什么操作)、操作数或者被操作的数所在的地址两部分,分别送到不同的目的地。

(5) 指令解码与控制电路:将指令的操作码部分翻译成一系列的微细操作,并控制各功能电路协调运作。

(6) 算术逻辑单元 ALU:实现算术运算和逻辑运算操作。

(7) 工作寄存器 W:相当于其他单片机中的“累加器 A”。暂存参加运算的一个操作数(称为源操作数),或者暂存运算产生的结果(称为目标操作数)。

(8) 状态寄存器 STATUS:反映运算结果的一些算术状态,比如是否产生进位、借位、全零等。

(9) 数据复用器:经复用器选择和传递参加运算的另一个源操作数。该操作数既可以来源于 RAM 数据存储器,也可以来源于指令码。

(10) RAM 数据存储器:用于存储 CPU 在执行程序过程中所产生的中间数据。实现数据的读出操作和写入操作,还能实现移位、置位、清 0、位测试等一系列操作。

(11) 地址复用器:访问数据存储器所需的地址经地址复用器选择和传递,该地址既可以来源于间接寻址寄存器 FSR,也可以来源于指令码。

(12) 间接寻址寄存器 FSR:用于存储间接地址。预先将欲访问数据对应的 RAM 单元地址存入该寄存器中。

(13) 时序发生器:产生芯片内部各功能电路工作所需的时钟脉冲信号。

(14) 上电复位电路:当芯片加电后 V_{DD} 上升到一定值(一般在 1.6~1.8 V),该电路产生一个复位脉冲使单片机复位。

(15) 上电延时电路:为了使 V_{DD} 有足够时间上升到一个对芯片合适的电压值,该电路提