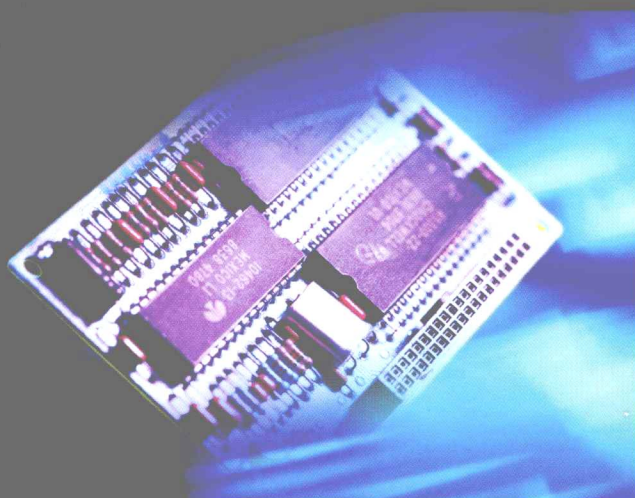


嵌入式系统与单片机系列丛书

PIC软硬件系统设计

——基于PIC16F87X系列

刘笃仁 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

TP368.1/10633

PIC 软硬件系统设计

——基于 PIC16F87X 系列

刘笃仁 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书内容是基于 PIC16F87X 单片机的软件硬件系统设计与应用。书中介绍了 PIC16F87X 的组成和结构; PIC16F87X CPU 的特殊性能; 存储器组织和特殊功能寄存器 SFR 功能; PIC 汇编语言程序设计; PIC 开发软件; PIC 在线调试技术; I/O 端口及其功能; 数据存储器 E²PROM 与程序存储器 FLASH; 定时器/计数器; 捕获/比较/脉宽调制 CCP 模块; 主同步串行端口 MSSP; 可寻址的通用同步异步接收发送器; 模数转换器 A/D 模块; PIC 系统设计基础应用 (定时器/计数器、A/D 转换器、PWM 脉宽调制、PSP 并行从动、USART 通用同步异步接收发送器等); PIC 单片机系统设计 I (电子密码锁设计)、PIC 单片机系统设计 II (温度测量控制)、PIC 单片机系统设计 III (步进电机遥控)、PIC 单片机系统设计 IV (直流电机控制)、PIC 单片机系统设计 V (气体检测显示) 等。

本书内容丰富, 理论联系实际, 适合高等学校师生和电子类工程技术人员使用。

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 软硬件系统设计——基于 PIC16F87X 系列/刘笃仁主编. —北京: 电子工业出版社, 2005.1
(嵌入式系统与单片机系列丛书)

ISBN 7-121-00752-5

I. P… II. 刘… III. 单片微型计算机, PIC 系列—系统设计 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 139913 号

责任编辑: 邓小瑜

印 刷: 北京民族印刷厂

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: 27 字数: 691 千字

印 次: 2005 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 40.00 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 zltz@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 朱铭镭

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

PIC(Peripheral Interface Controller)是外设接口控制器的简称,它是由美国 Microchip 公司开发的嵌入式控制器(Embedded Controller)。嵌入式控制器国内习惯称为单片机。PIC 是一种采用精简指令集计算机 RISC(Reduced Instruction Set Computer)结构的易学易用、输入/输出灵活多样、功能强大的单片机。PIC 中高档产品,特别是 PIC 中档产品是近年来重点发展的系列产品,品种最为丰富,性能优于初级产品,增加了中断功能,指令周期可达 200ns,带 A/D 转换器、内部 E²PROM 数据存储器和程序存储器 FLASH,有捕获/比较/脉宽调制 CCP 模块、I²C 和 SPI 接口、通用同步异步接收发送器 USART、模拟电压比较器及 LCD 驱动等,性能价格比高,可广泛用于高、中档各类电子产品的设计中,是很值得学习和掌握的一种单片机。

本书是作者结合近年来科研实践、教学研究、产品开发过程中学习与应用 PIC 系列单片机软硬件系统设计实际体会,吸收国内外文献资料之精华编著而成的。

全书共 19 章,系统介绍了 PIC16F87X 的原理、应用,给出基于 PIC16F87X 单片机的软件硬件系统设计与应用方法。取材新颖,先进实用,叙述简洁,循序渐进。其中刘靳参加编写了三章,胡力参加编写了两章,秦金明参加编写了两章,其余部分由刘笃仁编写,并担任主编,进行统稿。

本书的编著得到了电子工业出版社应用电子技术事业部主任赵丽松的大力支持;受到了西安电子科技大学电子工程学院、研究生院领导和同事们的鼓励;受益于研究生们的帮助;Microchip 公司的资料及所有参考文献使作者大开思路。对于这一切,作者在此表示衷心感谢!

由于水平有限,不妥和错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

于西安电子科技大学

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 微处理器、微型计算机及微型计算机系统	1
1.2 微型计算机的分类	1
1.3 单片机的基本结构	2
第 2 章 PIC16F87X 的组成和结构	4
2.1 从 MCS—51 说起	4
2.2 PIC16F87X 单片机与 MCS—51 单片机内部结构比较	5
2.2.1 MCS—51 单片机的内部结构	5
2.2.2 PIC16F87X 单片机的内部结构	15
2.3 关于 PIC16F87X 器件	22
2.4 PIC16F87X CPU 的特殊性能	26
2.4.1 组态位	27
2.4.2 振荡器组态	27
2.4.3 复位	30
2.4.4 上电复位 POR	31
2.4.5 电源上升定时器 PWRT	32
2.4.6 振荡器启动定时器 OST	32
2.4.7 节电复位 BOR	32
2.4.8 暂停顺序	32
2.4.9 电源控制/状态寄存器 PCON	36
2.4.10 中断	36
第 3 章 存储器组织和特殊功能寄存器 SFR 功能	39
3.1 存储器组织	39
3.1.1 程序存储器组织	39
3.1.2 数据存储器组织	39
3.1.3 通用寄存器文件 GPR File	40
3.2 特殊功能寄存器 SFR	43
3.2.1 状态寄存器 STATUS	46
3.2.2 选择寄存器 OPTION—REG	47
3.2.3 中断控制寄存器 INTCON	48
3.2.4 外部中断允许寄存器 PIE1	49
3.2.5 外部中断寄存器 PIR1	49
3.2.6 外部中断允许寄存器 PIE2	50
3.2.7 外部中断寄存器 PIR2	52
3.2.8 电源控制寄存器 PCON	52

3.2.9 间接寻址寄存器 INDF 和文件选择寄存器 FSR	52
3.2.10 程序计数器 PC 及其低字节寄存器 PCL 和高字节 PCH 修改寄存器 PCLATH	55
3.3 程序存储器跨页访问(Program Memory Paging)	55
第 4 章 PIC 汇编语言程序设计	57
4.1 PIC 汇编语言规则	57
4.1.1 概述	57
4.1.2 PIC16F87X 单片机的寻址法	58
4.1.3 PIC16F87X 单片机指令	59
4.1.4 PIC16F87X 单片机指令集	61
4.2 PIC 汇编语言的编写方法	82
4.2.1 PIC 汇编语言程序的基本格式	82
4.2.2 伪指令	83
4.2.3 宏指令和宏调用	93
4.2.4 条件汇编	95
4.3 PIC 汇编语言编程小例	95
4.4 数据堆栈、数据队列的使用及有限状态机的应用	99
4.4.1 数据堆栈	99
4.4.2 数据队列	100
4.4.3 有限状态机	102
第 5 章 PIC 开发软件	104
5.1 MPLAB-IDE 的特性和安装	104
5.1.1 MPLAB 的特性	104
5.1.2 MPLAB 的安装	105
5.2 MPLAB 的使用	109
5.2.1 MPLAB 的运行	109
5.2.2 MPLAB 的工具栏及其应用	110
5.2.3 MPLAB 的菜单命令行	111
5.3 如何在 MPLAB 环境中书写和编译程序	115
5.3.1 源程序的书写步骤	115
5.3.2 源程序的编译和模拟运行调试	118
第 6 章 PIC 在线调试技术	122
6.1 MPLAB-ICD 组成部件	122
6.1.1 MPLAB-ICD 使用的资源	122
6.1.2 MPLAB-ICD 的各组成部件	123
6.1.3 MPLAB-IDE 集成开发软件包	125
6.2 MPLAB-ICD 的安装	126
6.2.1 MPLAB-ICD 开发套件组成	126
6.2.2 MPLAB-ICD 对计算机主机的要求	127
6.2.3 安装硬件	127
6.2.4 安装软件	128
6.3 调试实例	128

6.3.1 建立一个十六进制的调试文件	128
6.3.2 设置 ICD 的编程和调试选项	133
6.3.3 编程 PIC16F877 和设置演示板	135
6.3.4 运行、调试 demo877	136
6.3.5 demo877 软件的主例程	139
6.3.6 MPLAB-ICD 的常见使用问题及其排除方法	141
第 7 章 I/O 端口及其功能	143
7.1 PORTA 和 TRISA 寄存器	143
7.2 PORTB 和 TRISB 寄存器	145
7.3 PORTC 和 TRISC 寄存器	148
7.4 PORTD 和 TRISD 寄存器	150
7.5 PORTE 和 TRISE 寄存器	151
7.6 并行从属端口(Parallel Slave Port)	153
第 8 章 数据存储 E²PROM 与程序存储器 FLASH	155
8.1 数据存储 E ² PROM 和程序存储器 FLASH	155
8.1.1 EEADR	156
8.1.2 EECON1 和 EECON2 寄存器	156
8.2 读数据 E ² PROM 存储器	157
8.3 对数据 E ² PROM 存储器写	157
8.4 读 FLASH 程序存储器	158
8.5 对 FLASH 程序存储器写	159
8.6 写检验(Verify)	161
8.7 保护防止假写	161
8.7.1 E ² PROM 数据存储	161
8.7.2 FLASH 程序存储器	161
8.8 在编码保护期间操作	161
8.8.1 E ² PROM 数据存储	161
8.8.2 FLASH 程序存储器	161
第 9 章 定时器/计数器	163
9.1 Timer0 模块	163
9.1.1 Timer0 工作	164
9.1.2 预分频器(Prescaler)	164
9.1.3 切换预分频器分配	164
9.1.4 定时器 Timer0 中断	165
9.2 Timer1 模块	166
9.2.1 定时器 Timer1 工作	166
9.2.2 Timer1 计数器工作	168
9.2.3 Timer1 振荡器	168
9.2.4 Timer1 中断	168
9.2.5 利用 CCP 触发输出复位 Timer1	169
9.2.6 Timer1 预分频器	169

9.3 Timer2 模块	169
9.3.1 定时器 Timer2 工作	170
9.3.2 Timer2 中断	171
9.3.3 TMR2 的输出	171
第 10 章 捕获/比较/脉宽调制 CCP 模块	172
10.1 捕获/比较/脉宽调制 CCP 模块	172
10.2 捕获模式	173
10.2.1 CCP 引脚组态	174
10.2.2 Timer1 模式选择	174
10.2.3 软件中断	174
10.2.4 CCP 预分频器(Prescaler)	174
10.3 比较模式	175
10.3.1 CCP 引脚组态	175
10.3.2 Timer1 模式选择	175
10.3.3 软件中断模式	175
10.3.4 特殊事件触发器	175
10.4 PWM 模式	176
10.4.1 PWM 周期	177
10.4.2 PWM 工作周期	177
10.4.3 PWM 工作建立	178
第 11 章 主同步串行端口 MSSP	179
11.1 主同步串行端口 MSSP 模块	179
11.2 串行外设接口 SPI 模式	182
11.2.1 工作	183
11.2.2 SPI I/O 使能	184
11.2.3 典型连接	185
11.2.4 主模式	185
11.2.5 从模式	186
11.2.6 从同步选择	186
11.2.7 休眠工作	187
11.2.8 复位的作用	187
11.3 MSSP I ² C 工作	188
11.3.1 从模式	189
11.3.2 寻址	190
11.3.3 从接收	191
11.3.4 从发送	191
11.3.5 普通调用的地址支持	192
11.3.6 休眠工作	193
11.3.7 复位的作用	193
11.3.8 主模式	193
11.3.9 多主模式	194
11.3.10 I ² C 主模式支持	194

11.3.11 I ² C 主模式工作	195
11.3.12 波特率产生器 BRG	196
11.3.13 I ² C 主模式 START 条件时序	196
11.3.14 WCOL 状态标志	197
11.3.15 I ² C 主模式重复启动条件时序	197
11.3.16 重启 WCOL 状态标志	199
11.3.17 I ² C 主模式发送	199
11.3.18 I ² C 主模式接收	203
11.3.19 识别定时时序	203
11.3.20 停止条件定时	204
11.3.21 时钟判决	205
11.3.22 休眠工作	205
11.3.23 复位的作用	205
11.3.24 多主机通信、总线冲突及总线判决	207
11.3.25 总线冲突	207
11.4 对于 I ² C 总线的连接考虑	212
第 12 章 可寻址的通用同步异步接收发送器(USART)	213
12.1 可寻址的通用同步异步接收发送器(USART)	213
12.2 USART 波特率发生器(BRG)	216
12.3 USART 异步模式	219
12.3.1 USART 异步发送器	220
12.3.2 USART 异步接收器	221
12.3.3 带地址检测的 9 位模式的建立	222
12.4 USART 同步主控模式	224
12.4.1 USART 同步主控发送	224
12.4.2 USART 同步主控接收	225
12.5 USART 同步从属模式	227
12.5.1 USART 同步从属发送	227
12.5.2 USART 同步从属接收	228
第 13 章 模数转换器 A/D 模块	229
13.1 模数转换器 A/D 模块	229
13.2 A/D 捕获的条件	232
13.3 A/D 转换时钟的选择	233
13.4 模拟端口引脚的配置	234
13.5 A/D 转换器	234
13.5.1 A/D 结果寄存器	234
13.5.2 在休眠期间的 A/D 工作	235
13.5.3 复位的作用	235
第 14 章 PIC 系统设计基础应用	237
14.1 定时器/计数器 Timer1、Timer2 应用	237
14.1.1 定时器/计数器 Timer1	237

14.1.2 定时器 Timer2	239
14.2 A/D 转换接口与应用	243
14.2.1 A/D 转换相关寄存器	243
14.2.2 A/D 转换工作原理	245
14.2.3 A/D 转换应用示例:两位数显模拟电压	246
14.3 PWM 输出与应用	249
14.3.1 PWM 输出相关寄存器	250
14.3.2 PWM 输出原理	250
14.3.3 PWM 输出应用示例:编辑音乐播放	251
14.4 PSP 并行从动端口与应用	254
14.4.1 PSP 相关寄存器	254
14.4.2 PSP 模块工作原理	255
14.4.3 PSP 应用示例:PSP 端口实现双机通信	255
14.5 USART 接口与应用	260
14.5.1 USART 模块相关寄存器	260
14.5.2 USART 接口工作原理	263
14.5.3 USART 接口应用示例:USART 接口扩展 8 位并行口	263
第 15 章 PIC 单片机系统设计 I	267
15.1 电子密码锁的方案选择	267
15.2 电子密码锁的硬件电路分析	268
15.2.1 电子密码锁的硬件电路概述	268
15.2.2 电路输入与输出的硬件连接	269
15.3 电子密码锁的软件分析	272
15.3.1 Timer1 定时器中断	272
15.3.2 E ² PROM 的读取与写入	274
15.3.3 矩阵式键盘	277
15.4 主要程序的流程图	278
15.5 调试中遇到的问题与解决方法	280
15.6 系统参考源文件	281
第 16 章 PIC 单片机系统设计 II	297
16.1 方案选择	297
16.2 单片机温度控制原理	298
16.3 硬件电路设计	299
16.3.1 硬件电路分析	299
16.3.2 电路调整	305
16.4 系统软件设计	305
16.5 系统调试	310
16.6 数据处理	311
16.7 系统参考源文件	313
第 17 章 PIC 单片机系统设计 III	321
17.1 方案选择	321

17.2 电路主要器件的介绍	321
17.2.1 三极管和二极管	321
17.2.2 红外发光二极管	322
17.2.3 光电耦合器	322
17.3 红外遥控器	323
17.3.1 红外发射	323
17.3.2 红外发射器	323
17.3.3 红外接收器	324
17.4 步进电机工作原理与使用	326
17.4.1 步进电机工作原理	326
17.4.2 步进电机的启动频率与工作频率	326
17.4.3 脉冲分配器与放大器	327
17.4.4 步进电机 55BF004 的驱动器	327
17.5 PIC 单片机的选用	329
17.5.1 定时器/计数器 Timer1	329
17.5.2 定时器/计数器 Timer2	330
17.5.3 模数转换器 ADC	330
17.5.4 单片机与遥控接收器之间的接口	333
17.5.5 控制电机驱动脉冲分配与产生	336
17.6 硬件设计总电路图	338
17.6.1 设计总方框图	338
17.6.2 系统各部分电路	338
17.7 系统调试	340
17.7.1 调试遥控发射/接收器	340
17.7.2 单片机的调试	340
17.7.3 驱动器的调试	340
17.8 系统参考源文件	341
第 18 章 PIC 单片机系统设计 IV	347
18.1 方案概述	347
18.2 各部分基本原理	348
18.2.1 A/D 转换的基本原理	349
18.2.2 PWM 输出的基本原理	349
18.2.3 按键输入的基本原理	350
18.2.4 负载驱动电路的基本原理	350
18.2.5 数码显示单元的基本原理	350
18.3 系统硬件设计	351
18.3.1 硬件电路总体介绍	351
18.3.2 各部分硬件介绍	351
18.3.3 系统工作过程与原理	354
18.4 系统软件设计	355
18.4.1 程序中所用的寄存器简介	355
18.4.2 程序流程图	356

18.4.3 典型程序分析	359
18.5 系统调试和数据测量	361
18.5.1 系统调试中的问题与解决方法	361
18.5.2 数据测量	361
18.6 系统参考源文件	362
第 19 章 PIC 单片机系统设计 V	367
19.1 一氧化碳气体监测仪硬件电路设计	367
19.1.1 硬件电路设计概述	367
19.1.2 硬件电路各部分分析	368
19.2 一氧化碳气体监测仪软件设计	368
19.2.1 建立传感器线性模型	368
19.2.2 模型参数分析	369
19.2.3 算法实现及程序流程图	369
19.3 系统参考源文件	370
参考文献	416

第 1 章 绪 论

1.1 微处理器、微型计算机及微型计算机系统

微处理器(Microprocessor,MP)是指由一片或几片大规模集成电路组成的中央处理器(Center Processing Unit)。在计算机中,把运算器和控制器的组合称为 CPU。

微型计算机(Microcomputer,MC)是指以微处理器为基础,配以内存储器、输入/输出(I/O)接口电路及相应的辅助电路的裸机。

微型计算机系统(Microcomputer System,MCS)是指由微型计算机配以相应的外围设备(如打印机、显示器、存储磁盘等)、其他专用电路、电源、面板等,以及足够的软件构成的系统。

微处理器、微型计算机及微型计算机系统之间的关系如图 1-1 所示。

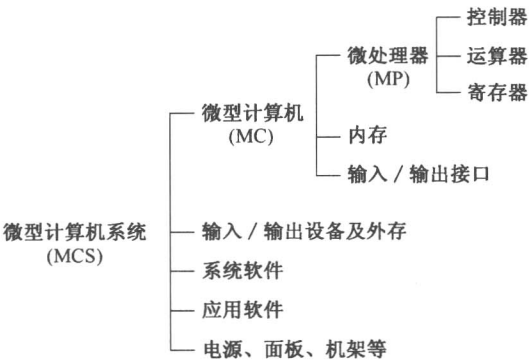


图 1-1 微处理器、微型计算机及微型计算机系统的关系图

1.2 微型计算机的分类

通常,按组成形式和系统规模,可将微型计算机分为单片机、单板机及个人计算机。

1. 单片机

单片机又称为微控制器(Microcontroller)或“嵌入式计算机”(Embedded Computer)或“嵌入式微控制器”(Embedded Microcontroller)。它是一种把 MP、RAM、ROM(或不含),I/O 接口,定时器/计数器等集成在一块芯片之中的计算机。如 Intel 公司的 MCS—51 系列(8031、8051、8751)和 MCS—96 系列(8096、8796、8098)、Microchip 公司的 PIC 系列、Motorola 公司的 MC68HC11 系列、义隆电子公司的 EM 系列、Cygna1 公司的 C8051F 系列单片机都是市面上常见的单片机。

单片机应用,即把一个任务或要求变成一个带有单片机的产品。研制带有单片机产品的过程称为开发,开发必须要有开发工具。单片机集成度高,一些外围电路已经包含在单片机芯片内,使硬件设计和调试相对来说更容易些。所以,经常采用的开发方法是设计一种开发机或开发系统,该开发机以某一公司某一系列的单片机为核心,带有可以与计算机通信连接的接口、与用户产品开发板或开发系统通信连接的接口及插座。该开发机上有时还带有功能或数字键、微动开关或显示器等。一般开发机均带有通用的调试程序工具或开发软件包。在产品

开发过程中,先把开发机中的 CPU 和 RAM 暂时出借给用户产品开发板或系统,利用开发机和计算机进行调试,调试通过以后,再把调试好的程序固化到产品开发板或系统的 EPROM 中去,使它变成一个可以独立运行和工作的产品。

2. 单板机

单板机是将 MP、RAM、ROM 及一些 I/O 接口电路,加上相应的外设(键盘、数码管显示器或液晶显示器等)和带有监控程序的 EPROM 或 E²PROM 等安装在一块印刷电路板上构成的计算机系统。如以 Intel 8086 为 CPU 的 TP—86 等,它可广泛用于生产过程的实时控制和教学实验。

3. 个人计算机

个人计算机(Personal Computer, PC)简称计算机或称微型计算机系统,是指有微处理器芯片装成的,便于搬动,只需简单维护的计算机系统。最早的个人计算机是由美国 MITS 公司在 1975 年推出的 Altair8088,它是市售的第一台个人计算机。1977 年 Apple 公司推出 Apple I 个人计算机。1981 年,美国计算机公司 IBM(International Business Machine Corp.)推出 IBM-PC/AT,这是以准 16 位 MP Intel 8088 为 CPU 的第二代个人计算机。该公司 1983 年又推出了扩充型的 IBM-PC/XT,1984 年继续推出增强型的 IBM-PC/AT,它是以高性能的 16 位 MP 80286 为 CPU 的 16 位个人计算机,1987 年 4 月推出 PC 系列的第二代个人计算机 IBMPS/2。IBM-PC 系列机以其技术先进、工作可靠,在当今的世界微机市场上占有十分重要的地位。与此同时,各国的微机制造厂商又竞相推出与 IBM PC 系列机相兼容的“PC 兼容机”。从 20 世纪 90 年代起,32 位微处理器芯片发展异常迅速,构成 PC 的主流微处理器芯片 Pentium Pro(高能奔腾)、Pentium MMX(多能奔腾)、Pentium I(奔腾 I)、Pentium II(奔腾 II)、Pentium III(奔腾 III)不断推出,目前已经是 Pentium 4(奔腾 4),大大加速了 PC 在全世界的普及和应用。

1.3 单片机的基本结构

这本书是讨论单片机的,所以在这里先介绍一般单片机的基本结构。单片机与数字信号处理器(DSP)大都采用哈佛结构,如图 1-2 所示。

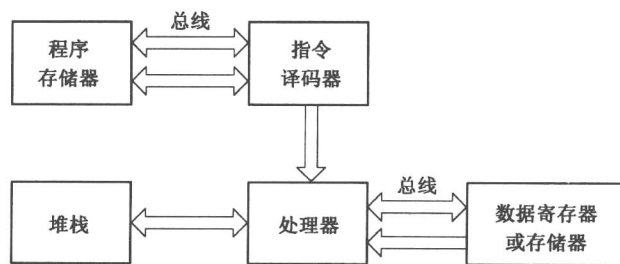


图 1-2 哈佛结构方框图

而一般功能的微型计算机系统大都采用如图 1-3 所示的冯·诺依曼结构。通常单片机设计成如图 1-4 所示的结构形式。

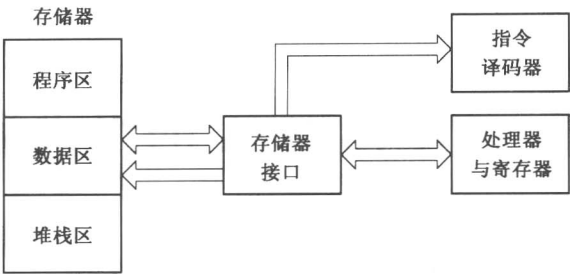


图 1-3 冯·诺依曼结构方框图

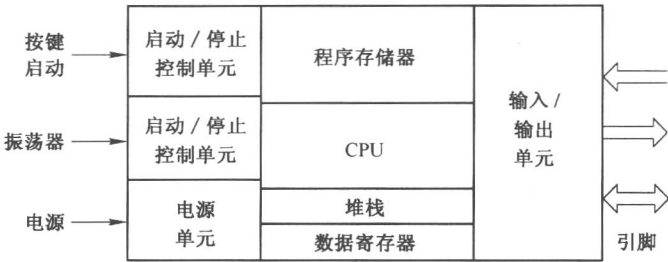


图 1-4 单片机的结构形式

单片机常常被称为嵌入式微控制器(Embedded Microcontroller, EM),这是因为越来越多的单片机将开发产品、实际应用所需要的各种硬件(如定时器/计数器、数据输入/输出或A/D、D/A等)都集成在单片机内,因此系统只要接上电源、振荡器及启动按键,就可正常工作。

弄清楚单片机的存储器组织是正确理解单片机工作的关键之一。单片机和其他微型计算机一样,存储器一般分为三个:程序存储器(Program/Code Memory);数据存储器(Data Memory);堆栈存储器(Stack Memory)。

程序存储器存放执行程序的计算机指令或查表数据。数据存储器存放程序中使用的变量与数组。堆栈是一个特定的存储区,在这个存储区中信息的进出严格按照一定的规则进行,堆栈主要用于暂存数据和在“过程”调用或处理中断时暂存断点信息或程序执行时某函数在程序存储器的地址等。

存储器又分为内存和外存。对于单片机,内存是指单片机(Microcontroller)芯片内部的存储器,外存是在单片机芯片之外通过外围输入/输出扩展的存储器。单片机的内存通常只有几千比特,所以适用于小型系统的控制。单片机的程序通常放在内部的ROM程序存储器中,而数据变量则放置于内部RAM数据存储器中,ROM的容量比RAM的容量大且两者的位数也不一定相同。与单片机不同的是,在一般微型计算机系统中,程序与数据变量通常都放在RAM存储器中,而ROM存储器的容量比RAM存储器的容量大很多,两者的位数通常一致。

第2章 PIC16F87X 的组成和结构

2.1 从 MCS—51 说起

MCS—51 是许多人熟悉的单片机之一。PIC 系列单片机与 MCS—51 系列单片机的组成及结构存在一定的区别。其主要区别在于总线结构、流水线结构、寄存器组及基本特性方面。

1. 总线结构

MCS—51 的总线结构是冯·诺依曼型,该系列单片机在同一个存储空间取指令和数据,两者不能同时进行;而 PIC 的总线结构是哈佛结构,指令和数据空间是完全分开的,一个用于指令,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。正因为 PIC 系列单片机中采用了哈佛双总线结构,所以与常见的微控制器不同的一点是,程序和数据总线可以采用不同的宽度。数据总线都是 8 位的,但指令总线位数依基本型(PIC12CXX, 16C5X)、中级型(PIC16C6X, 16C7X, 16F87X)、高级型(PIC17CXX, 18CXX)分别为 12、14、16 位。

2. 流水线结构

MCS—51 的取指和执行采用单指令流水线结构,即取一条指令,执行完后再取下一条指令;而 PIC 的取指和执行采用双指令流水线结构,当一条指令被执行时,允许下一条指令同时被取出,这样就实现了单周期指令。

3. 寄存器组

PIC 的所有寄存器,包括 I/O 口、定时器及程序计数器等都采用 RAM 结构形式,而且都只需要一个指令周期就可以完成访问和操作;而 MCS—51 需要两个或两个以上的周期才能改变寄存器的内容。

4. 基本特性

PIC 具有高性能精简指令集计算机(Reduced Instruction Set Computer, RISC)CPU,只需学会 35 条单字指令;而 MCS—51 需要 111 条指令。

PIC 多达 $8K \times 14$ 字节可重复多次写入的闪速 FLASH 程序存储器、多达 368×8 字节数据存储器(RAM)、多达 256×8 字节 E²PROM 数据存储器;而 MCS—51 有 4 千字节 EPROM, 128 字节 RAM。

PIC 中断源多达 14 个;而 MCS—51 有中断源 5 个。

PIC 有 3 个定时器,定时器 Timer0:带有 8 位预分频器的 8 位定时器/计数器。定时器 Timer1:带有预分频器的 16 位定时器/计数器,在休眠期间经外部晶振/时钟可以工作。定时