

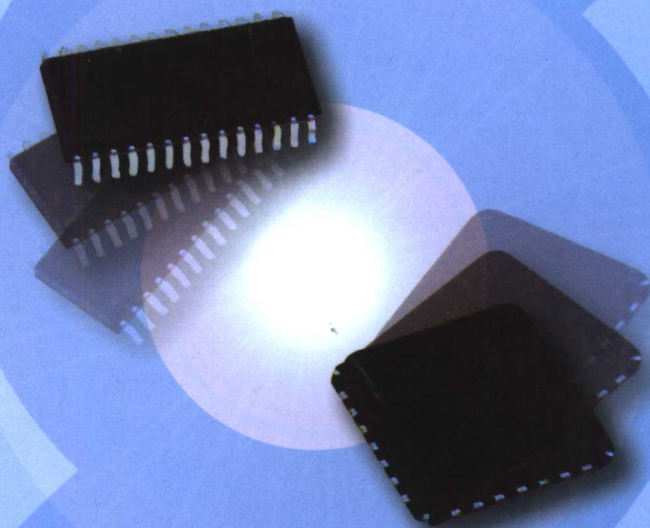
高职高专通用教材

PIC[®]

单片机基础教程

本书配套教学课件

丁跃军 来清民 编著
刘建华 吴清荣



北京航空航天大学出版社

高职高专通用教材

PIC[®] 单片机基础教程

丁跃军 来清民
刘建华 吴清荣 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以 Microchip 公司的 PIC16F87X 单片机为主线,详细介绍其基本组成、工作原理及应用技术。全书共分 8 章,分理论和实操两部分。理论部分包括 PIC 系列单片机的基本结构、指令系统、I/O 接口、A/D 转换、定时器/计数器和中断程序设计;实操部分包括单片机软/硬件调试及硬件维修、实验指导。

本书内容简单、实用,注重实操训练,教师好处理,学生好接受。可作为高职高专单片机教材,也可用于高等院校非电类专业或各类单片机培训班,还可供从事单片机开发、应用的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

PIC[®]单片机基础教程/丁跃军等编著. —北京:北京
航空航天大学出版社,2005.7
ISBN 7-81077-654-1

I. P… II. 丁… III. 单片微型计算机,PIC 系列
—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 027716 号

PIC[®]单片机基础教程

丁跃军 来清民 编著
刘建华 吴清荣
责任编辑 王 鸿

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:16.5 字数:370 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-654-1 定价:22.00 元

版 权 声 明

本书引用以下资料已得到其版权所有者 Microchip Technology Inc. (美国微芯科技公司) 的授权。

MPLAB ICE Emulator User's Guide	(DS51159C)
MPLAB C18 Compiler Libraries	(DS51297C)
MPLAB C18 Compiler Getting Started	(DS51295C)
MPLAB C18 Compiler User's Guide	(DS51288C)
Technical Library CD – ROM	(DS00161P)

再版上述资料须经过其版权所有者 Microchip Technology Inc. 的许可。
所有权保留。未得到该公司的书面许可, 不得再版或复制。

商 标 声 明

以下图案是 Microchip Technology Inc. 在美国及其他国家的注册商标:



以下文字是 Microchip Technology Inc. 的注册商标(状态:®):

Accuron, AmpLab, dsPIC, FilterLab, KEELoq, KEELoq Logo, Microchip Logo, Microchip Name and Logo, microID, MPLAB, MXDEV, MXLAB, PIC, PICmicro, PICMASTER, PICSTART, PowerSmart, PRO MATE, SEEVAL, SmartSnsor SmartShunt

以下文字是 Microchip Technology Inc. 的商标(状态:TM):

Analog-for-the-Digital Age, Application Maestro, dsPICDEM, dsPICDEM.net, dsPICworks, ECAN, ECONOMONITOR, FanSense, FlexROM, fuzzyLAB, ICEPIC, ICSP or In-Circuit Serial Programming, Migratable Memory, MPASM, MPLAB Certified Logo, MPLIB, MPLINK, MPSIM, Now Design It, PICDEM, PICDEM.net, PICKit, PICLAB, PICtail, PowerCal, PowerInfo, PowerMate, PowerTool, QuickASIC, rfLAB, rfPICDEM, Select Mode, Smart Serial, SmartTel, The Emerging World Standard, Total Endurance, WiperLock

以下文字是 Microchip Technology Inc. 的服务标记(状态:SM):

SQTP

以下所有其他商标的版权归各自公司所有:

PICC, PICC Lite, PICC-18, CWPIC, EWPIC

本书编委会

主任委员	丁跃军		
副主任委员	姜志明	刘建华	
委 员	刘慧芹	朱清民	张志远
	梁友华	吴清荣	张静春
	付汝晖	刘雪莲	牟应华
	刘庭浩		

序

首先,我要感谢《PIC[®]单片机基础教程》有关的编著人员,正是他们付出的辛勤劳动才使本书得以面世。同时,我也要特别感谢北京航空航天大学出版社长期以来对 Microchip 公司的大力支持。

在当今多种流行的单片机架构并存的情况下, Microchip 公司推出的 PICmicro[®] 单片机独树一帜。PICmicro[®] 单片机采用哈佛总线结构、RISC 精简指令集和流水线指令执行方式,具有集成度高、外设资源丰富、开发调试工具功能强大、抗干扰能力强、移植升级方便和性能价格比高等诸多优点,所以深受世界各行各业用户的欢迎。在中国,更是有越来越多的用户在使用 Microchip 公司的解决方案和产品。在工业控制、办公自动化设备、智能仪器仪表、汽车电子和消费电子产品等许多不同的领域,都能看到 PIC 系列单片机的身影。2002 年 PIC 系列单片机销量已突破 2 亿片。在中国, PIC 单片机销售额每年以 40%~50% 的增长率快速增长。在 2003 年, Microchip 公司的 PIC 系列单片机的出货量已跃居全球 8 位单片机排行榜第一位。

Microchip 公司是全球领先的嵌入式应用产品供应商。除了 PIC 系列单片机之处,还提供许多种嵌入式应用的模拟和接口器件以及串行 E²PROM、KEELOQ 跳码器件、RF 器件和 dsPIC 数字信号控制器等多种芯片产品。同时, Microchip 公司每年都有大量的新品种芯片问世,这些都充分体现了 Microchip 公司雄厚的技术创新能力和对广大用户极其负责的态度。因此在全世界广大用户中,享有极高声誉。

教育是科技发展之本。Microchip 公司在中国推广全球领先的产品和技术解决方案的同时,也大力支持中国的教育事业。自从 Microchip 大学计划开展几年来, Microchip 公司在中国已与 87 所大学建立了 PIC 单片机联合实验室。2005 年在增加原有 PIC 单片机联合实验室数量和提高质量的基础上,将推出 dsPIC30F 系列数字信号控制器大学联合实验室计划。此外, Microchip 公司还与众多高校联合成立了技术培训中心,我们将一如既往地继续定期举办 PIC 单片机初、高级技术培训和各种研讨会,相信通过这一系列的活动,全国各地的 PIC 单片机应用开发人员一定会从中受益匪浅。同时,为了表彰做出了突出贡献的大学教师和品学兼优的大学生, Microchip 公司今后将继续颁发 Microchip 全国大学生奖学金和奖教金。

今天的单片机开发已经走出科研院所的实验室,深入并普及到智能化产品产业化生产过程中,并成为其中的一个工序。单片机开发已经成为成熟的应用技术。关于单片机的知识也已经成为机电类工程技术人员知识结构中不可缺少的部分。推广和普及单片机技术,

我们一直希望有一本简明实用、通俗易懂、容易上手、好教好学的基础教材。值得欣慰的是《PIC[®]单片机基础教程》融入了单片机开发人员和教学人员多年来的工作成果。相信该书一定能为中、高等专业学校,进行专业改造和教学内容更新起到积极作用。这也是我们大学计划的继续和延伸。

取之于民,用之于民。Microchip 公司将一如既往地支持中国的教育事业。我们相信,凝结了许多编著人员辛勤汗水的《PIC[®]单片机基础教程》一定会帮助读者步入丰富多彩的 PIC 单片机世界,进而使读者在就业和升学的竞争中立于不败之地。



The Managing Director, China
Microchip Technology Inc.
Simon So

前 言

随着计算机技术的发展和计算机控制技术的普及,在工农业生产及我们日常生活中,越来越多地应用了带有一定智能的控制设置或仪器仪表。其中,大量地使用了单片计算机芯片。这些应用使自动化程度越来越高,机电的配合越来越密切。因此,要求无论是从事机电产品的生产加工人员,还是从事机电产品的安装调度人员,还是从事机电产品修理的维修人员,都需要了解和掌握单片机原理。对单片机的学习和掌握不再只是技术开发人员的事了。

如何能在短期内,学会并掌握单片机的基本工作原理呢?

我们推荐 PIC 单片机,这种单片机两年前全球销量第一,并一直保持至今。PIC 单片机具有抗干扰能力强、功耗低、运行速度快、驱动能力强并且指令少(35 条)等优点,这不仅受到了初学者的青睐,而且不少的半导体厂家争先推出类似的精简指令芯片。鉴于此,我们按照高校非电专业和高职高专电专业关于“单片机原理与应用”课程的大纲要求,编写了这本教材。

本书共分 8 章,分理论和实操两部分。

理论部分包括:

第 1 章为 PIC 单片机结构原理,主要介绍 PIC 单片机的基本硬件结构和基本工作原理;

第 2 章为指令系统,主要介绍 PIC 单片机的指令系统和汇编程序设计方法;

第 3 章为 I/O 接口,主要介绍 PIC 单片机的输出接口功能和使用方法;

第 4 章为 A/D 转换,主要介绍 A/D 的基本原理和 PIC 单片机的 A/D 转换模块;

第 5 章为定时/计数器,主要介绍 PIC 单片机的定时/计数模块;

第 6 章为中断系统,主要介绍中断的基本概念和 PIC 单片机的中断程序设计。

实操部分包括:

第 7 章为单片机软、硬件调试及硬件维修技术,主要介绍单片机软硬件系统调试方法和硬件维修方法;

第 8 章为实验指导,主要介绍 PIC 单片机的基本实验,这些实验内容都可以在配套的 JPIC-2 实验板上完成。

在编写过程中,我们以单片机的基本原理与基本操作的讲解为主,同时兼顾软、硬件设计方法和技巧,既能够使初学者在短时期内掌握 PIC 单片机的基本原理和基本设计方法,又能够使具有一定基础的读者,掌握 PIC 单片机的功能,进一步提高应用技能和技巧。因此,本书适合作为非电专业高等院校或者电专业的中等专业学校“单片机原理和应用”课程

教材,也适合各类社会办学培训学员使用。

本书由丁跃军、来清民、刘建华、吴清荣编著。参加编写的有来清民(第1、2章)、丁跃军(第3、4章)、吴清荣(第5章)、刘惠琴(第6章)、姜志明(第7章)、刘建华(第8章)。在本书编写过程中,得到了美国 Microchip 公司上海总部的大力支持,感谢汪志勇、傅碧澜、谢亦峰的技术支持。感谢梁友华、张志选、付汝晖等同志对书中的程序进行了验证。来清民、刘雪莲、牟应华、张静春、刘庭浩等同志参与配套课件的设计制作,在此一并表示感谢。在本书的编写过程中,晶微公司提供了全套的实验仿真设备和实验程序。由于时间仓促,作者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。读者可通过 jw@chnchp.com 与作者联系。我们会认真听取您的批评意见。

本教材配有 JPIC 实验开发系统,包括 JPIC 仿真器和 JPIC 系列开发实验板,有兴趣的读者可与晶微公司联系。联系方式如下:

通信地址:郑州市中原西路 191 号南院 209 号晶微公司

邮 编: 450007

联 系 人: 宋智慧

电 话: 0371 - 67630795

E-mail: jw@chnchp.com

本教材还配有教学课件。需要用于教学的教师,请与北京航空航天大学出版社或晶微公司联系。北京航空航天大学出版社联系方式如下:

通信地址:北京海淀区学院路 37 号北京航空航天大学出版社教材推广部

邮 编: 100083

电 话: 010 - 82317027

传 真: 010 - 82327026

E-mail: zhujunwei_218@163.com

作 者

2005 年 3 月

北京航空航天大学出版社单片机与嵌入式系统图书推荐

(2004 年后出版图书)

书 名	作 者	定 价	出版 日期
-----	-----	-----	----------

嵌入式系统高端教材

ARM 嵌入式技术及 Linux 高级实践教程	陈 曠	32.0	2005.06
ARM 嵌入式技术实践教程	陈 曠	29.0	2005.02
嵌入式实时操作系统及应用开发	罗 蕾	34.0	2005.01
ARM 嵌入式系统基础教程	周立功	32.0	2005.01
ARM 嵌入式系统实验教程(一)	周立功	26.0	2004.12
嵌入式系统开发与应用教程	田 泽	33.0	2005.03
嵌入式系统开发与应用实验教程(第2版) (含光盘)	田 泽	29.5	2005.05
嵌入式系统开发与应用	田 泽	54.0	2005.01
嵌入式控制系统及其 C/C++ 实现——面向使用 MATLAB 的软件开发者	骆丽译	32.0	2005.05
ARM & Linux 嵌入式系统教程	马忠梅	32.0	2004.10
嵌入式通信软件设计	彭甫阳译	24.0	2004.10
嵌入式系统设计	骆丽译	32.0	2004.09
嵌入式系统的实时概念	王安生译	32.0	2004.06

ARM、SoC 设计、IC 设计及其他嵌入式系统综合类

深入浅出 ARM7——LPC213X/214X(上)	周立功	45.0	2005.07
ColdFire 系列 32 位处理器与嵌入式 Linux 应用 (含光盘)	李晶皎	39.5	2005.06
MIPS 处理器设计透视	赵俊良等译	55.0	2005.06
ARM 嵌入式系统开发——软件设计与优化	沈建化等译	75.0	2005.06
AT91 系列 ARM 微控制器体系结构与开发实例	朱义君	34.0	2005.04
ARM 嵌入式系统软件开发实例(一)	周立功	55.0	2005.01
嵌入式系统设计与开发实例详解——基于 ARM 的应用	胥 静	43.0	2005.01
新一代嵌入式微处理器 龙珠 i.MX 结构及应用基础 (含光盘)	王祖林	39.5	2004.04
嵌入式技术与系统——Intel XScale 结构与开发	陈章龙	45.0	2004.02
大型 RISC 处理器设计——用描述语言 Verilog 设计 VLSI 芯片(含光盘)	田泽等译	39.0	2005.01
CPU/SOC 及外围设计开发实例(FPGA/CPLD) (含光盘)	林容益	55.0	2004.07
基于 CPLD & FPGA 的数字 IC 设计	赵宏图译	28.0	2004.05

嵌入式操作系统及软件开发

源码开放的嵌入式系统软件分析与实践——基于 SkyEye 和 ARM 开发平台 (含光盘)	陈 渝	48.0	2004.09
---	-----	------	---------

书 名	作 者	定 价	出版 日期
嵌入式系统的微模块化程序设计——实用状态图 C/C++ 实现(含光盘)	敬万均译	48.0	2004.07
OSEK/VDX 汽车电子嵌入式软件编程技术 (含光盘)	罗克露等译	46.0	2004.07
嵌入式软件与 Hopen 系统	钟锡昌	35.0	2004.06
实时设计模式——实时系统的强壮的、可扩展的体系结构	麦中凡等译	56.0	2004.05
用 UML 设计并发、分布式、实时应用	吕庆中等译	78.0	2004.05
基于 PowerPC 的嵌入式 Linux (含光盘)	漆昭铃	36.0	2004.01

DSP

高性能工业控制 DSP——ADSP 2199X 原理及应用	王晓明	估 38.0	2005.08
电机的 DSP 控制技术及其应用	谢宝昌	39.0	2005.04
DSP 技术原理与应用教程	刘艳萍	26.0	2005.03
电动机的 DSP 控制——TI 公司 DSP 应用 (含光盘)	王晓明	35.0	2004.08
Motorola 24 位 DSP 原理与应用基础 (含光盘)	周浩敏	49.0	2004.04

单片机

开发实例与实战

单片机应用系统设计与仿真调试	严天峰	估 26.0	2005.06
手把手教你学单片机	周兴华	29.0	2005.04
单片机实验与实践	周立功	19.5	2004.08
51 单片机高级实例开发指南(含光盘)	李 军	39.0	2004.06
51 系列单片机应用技巧与系统设计	李 刚	18.0	2004.03

教材与教辅

单片机原理及接口技术(第3版)	李朝青		即将出版
高职高专通用教材——PIC 单片机基础教程	丁跃军	19.5	2005.06
单片机与控制技术	杨 宁	33.0	2005.03
单片机课程设计实例指导	李光飞	19.5	2004.10
单片机轻松入门 (含光盘)	周 坚	28.0	2004.02
单片机实验与实践教程(一)(含光盘)	万光毅	26.0	2004.01

应用程序设计与开发

单片机 Keil C51 开发环境使用指南及 USB 固件编程与调试	尹 勇	32.0	2004.10
------------------------------------	-----	------	---------

器件手册、应用技术选编

单片机应用技术选编(11)	何立民		即将出版
单片机应用技术选编(10)	何立民	75.0	2004.02
单片机应用技术选编(9)	何立民	69.0	2004.01

书 名	作 者	定 价	出 版 日期
世界流行单片机技术手册—— 欧亚篇	余永权	39.0	2004.08
世界流行单片机技术手册—— 美国篇	余永权	59.5	2004.07
单片机外围器件实用手册—— 输入通道器件分册 (第2版)	纪宗南	59.0	2004.06

51 系列单片机其他图书

C8051F 系列单片机开发与 C 语言 编程 (含光盘)	董长飞	54.0	2005.02
华邦 51 单片机原理和应用	张盛福	23.0	2005.01
AT89 系列单片机原理与接口技术	王幸之	48.0	2004.05
LPC900 系列 Flash 单片机应用技 术 (上册)	周立功	38.0	2004.01

PIC 单片机

PIC18Fxxx 单片机程序设计及应 用 (含光盘)	刘和平	29.0	2005.03
PIC 单片机 C 语言开发入门 (含光盘)	武 锋	29.0	2005.03
PIC 单片机原理及应用 (第2版)	李荣正	29.0	2005.03
PIC 单片机子程序库及运算平台 (含光盘)	庞严英	35.0	2004.10
PIC 单片机入门与实战	张明峰	39.0	2004.08
PIC18FXXX 单片机原理及接口程 序开发 (含光盘)	刘和平	32.0	2004.07
PIC 单片机原理 (含光盘)	李学海	29.0	2004.05
PIC 单片机实践 (含光盘)	李学海	20.0	2004.06

AVR 单片机

AVR 单片机高级语言 BASCOM 程序设计与应用	张茂青	22.0	2005.01
高档 8 位单片机 ATmega128 原理 与开发应用指南(上)	马 潮	34.0	2004.12
AVR-GCC 与 AVR 单片机 C 语 言开发 (含光盘)	吴双力	28.0	2004.10
AVR 单片机与 CPLD/FPGA 综 合应用入门	黄 任	18.0	2004.09
基于 AVR 单片机的 SoC—— FPSLIC 设计入门	叶晶晶	32.0	2004.02
AVR 单片机实用程序设计 (含 光盘)	张克彦	39.0	2004.01

其他公司单片机

凌阳单片机在大学生电子竞赛中 的应用	凌阳 科技	18.0	2005.06
-----------------------	----------	------	---------

书 名	作 者	定 价	出 版 日期
HOLTEK HT48 系列单片机原理 及应用实例(含光盘)	李齐雄	42.0	2005.04
ST7 通用单片机原理及应用	张迎新	34.0	2004.09

总线技术

现场总线工业控制网络技术	夏继强	35.0	2005.05
USB2.0 与 OTG 规范及开发指南	周立功	49.5	2004.07
8051 单片机 USB 接口程序设计 (上) (含光盘)	许永和	39.5	2004.07
8051 单片机 USB 接口程序设计 (下) (含光盘)	许永和	38.5	2004.07
计算机 USB 系统原理及其主/从 机设计	马 伟	29.5	2004.01
现场总线技术应用选编(3)	邬宽明	估 68.0	即将 出版
现场总线技术应用选编(2)	邬宽明	59.0	2004.06
现场总线技术应用选编(1)(下册)	邬宽明	69.0	2004.01

其 它

微芯模拟和接口器件应用指南	阎永红	59.5	2005.06
无线通信集成电路	黄智伟	86.0	2005.07
单片机创新开发与机器人制作(含光盘)	耿德根	23.0	2005.03
智能仪器原理与设计	周航慈	22.0	2005.04
单片无线数据通信 IC 原理与应用	黄智伟	49.0	2004.11
无线发射/接收电路设计	黄智伟	85.0	2004.06
机器人的创意设计与实践	宗光华	25.0	2004.01
存储器函数变换技术及应用	赵明富	29.0	2004.09
智能化测量控制仪表原理与设计 (第2版)	徐爱钧	34.0	2004.09
EDA 技术及其应用	汉泽西	29.0	2004.05
VHDL 入门·解惑·经典实例·经 验总结	黄 任	22.0	2005.02
无线发送接收 IC 芯片及其数据通 信技术选编(2)	李朝青	79.0	2004.02
PC 机与单片机 & DSP 数据通信技 术选编(3)	李朝青	85.0	2004.03
2004 年全国第五届嵌入式系统学 术交流论文集	微机专业 委员会	100.0	2004.09
《单片机与嵌入式系统应用》杂志 合订本 (2004 年 7~12 月)		45.0	2005.06
《单片机与嵌入式系统应用》杂志 (2004 年 1~6 月)		45.0	2004.08
《单片机与嵌入式系统应用》杂志 合订本 (2003 年 7~12 月)		45.0	2004.03

注：表中加底纹者为 2005 年后图书。

可直接向出版社邮购以上图书。邮购通信及汇款地址：北京航空航天大学出版社邮购组(邮编 100083) 另加 3 元挂号费。
邮购组电话：010-82316936, 传真：010-82317031 详细图书目录及内容介绍请查阅出版社网站：<http://www.buaapress.com.cn>。

投稿单片机与嵌入式系统图书请联系：通信：北京航空航天大学出版社第 1 编辑室(邮编 100083)
电话：010-82317022 82317035 传真：010-82317022 Email: pressb@public3.bta.net.cn

目 录

第 1 章 PIC 系列单片机结构原理

1.1 单片机概述	1
1.1.1 二进制数和编码	2
1.1.2 单片机工作原理简述	4
1.1.3 PIC 单片机的主要特点	5
1.2 PIC 单片机基本结构及信号引脚	6
1.2.1 PIC 单片机内部基本结构	6
1.2.2 PIC 单片机基本信号引脚	9
1.3 常用存储器	10
1.3.1 数据寄存器	11
1.3.2 程序存储器	13
1.3.3 特殊功能寄存器 SFR	14
1.4 时钟电路与时序	19
1.4.1 振荡电路与时钟信号	19
1.4.2 PIC 单片机指令时序	20
1.5 复位、唤醒与看门狗功能	21
1.5.1 复位及复位电路	21
1.5.2 唤醒功能	23
1.5.3 看门狗与系统的可靠性	24
本章小结	24
习 题	26

第 2 章 PIC 指令系统和汇编语言程序设计

2.1 指令系统概述	27
2.1.1 指令的表示方法	27
2.1.2 PIC 单片机指令的寻址方式	28
2.1.3 PIC 指令符号的意义说明	31
2.2 字节操作指令	33
2.2.1 数据传送指令	33
2.2.2 算术运算指令	35
2.2.3 逻辑运算指令	38
2.2.4 移位指令	42

2.2.5 转移指令	43
2.2.6 其他芯片控制指令	45
2.3 位操作指令	46
2.4 汇编语言程序设计	47
2.4.1 汇编语言程序设计知识	47
2.4.2 PIC 汇编语言的伪指令	52
2.4.3 PIC 汇编语言程序设计基础	56
2.4.4 数据传送程序	62
2.4.5 算术运算程序	62
2.4.6 延时程序	65
2.4.7 查表程序	66
2.4.8 子程序设计	67
2.4.9 分支跳转子程序	68
本章小结	69
习 题	70
第 3 章 I/O 接口	
3.1 I/O 接口	72
3.1.1 I/O 接口电路的功能及指标	72
3.1.2 I/O 接口举例	78
3.2 串行通信接口	81
3.2.1 SPI 同步串行通信原理	81
3.2.2 SPI 模式下相关的寄存器	83
3.2.3 USART 异步串行通信原理	88
3.2.4 USART 异步传送模式下相关的寄存器	90
3.3 显示器接口	94
3.3.1 半导体显示器	94
3.3.2 半导体显示器静态显示接口	96
3.4 键盘接口	101
3.4.1 按键的去抖动方法	101
3.4.2 独立式按键结构及按键识别	102
3.4.3 行列式键盘的结构及按键识别	104
本章小结	108
习 题	109
第 4 章 A/D 转换	
4.1 PIC 内部 A/D 转换原理	111

4.2 PIC16F87X 片内 ADC 模块	112
4.2.1 A/D 转换器的主要技术指标	112
4.2.2 PIC16F87X 片内 ADC 模块简介	113
4.3 编程方法及实例	117
4.3.1 A/D 转换器编程方法	117
4.3.2 A/D 转换器编程举例	119
本章小结	120
习 题	121
第 5 章 定时器/计数器	
5.1 定时器/计数器功能	122
5.1.1 定时器功能	122
5.1.2 计数器功能	122
5.2 定时器和计数器硬件结构	122
5.2.1 定时器/计数器 TMR0 的硬件结构	123
5.2.2 定时器/计数器 TMR1 的硬件结构	127
5.2.3 定时器 TMR2 的硬件结构	131
5.3 定时器/计数器工作方式	134
5.3.1 定时工作方式	134
5.3.2 计数器工作方式	136
5.4 定时器/计数器编程	139
5.4.1 定时器实例	139
5.4.2 计数器实例	140
本章小结	141
习 题	143
第 6 章 中断系统	
6.1 中断概述	144
6.1.1 中断概念的引入	144
6.1.2 有关中断的名词	145
6.1.3 中断技术的实质	145
6.2 中断源	145
6.2.1 外部中断类	146
6.2.2 定时中断类	147
6.2.3 串行中断类	147
6.2.4 其他中断类	148
6.3 中断控制	148
6.3.1 中断控制寄存器	149

6.3.2	中断系统的状态设置	154
6.3.3	中断系统控制机构	154
6.4	中断响应	155
6.4.1	外部中断请求采样	155
6.4.2	中断查询	156
6.4.3	中断响应	156
6.5	中断请求的清除	159
6.6	中断控制编程实例	159
	本章小结	161
	习 题	162
第 7 章 单片机系统软、硬件调试及硬件维修技术		
7.1	软件仿真技术	164
7.1.1	MPLAB 工具介绍	164
7.1.2	软件使用	165
7.1.3	项目编译	168
7.1.4	单步运行、观察寄存器状态	169
7.1.5	连续运行并观察运行时间	170
7.1.6	改变程序执行的起点	171
7.1.7	模拟程序激励	171
7.2	硬件仿真技术	174
7.2.1	在线仿真设置	175
7.2.2	功能按钮	178
7.2.3	对 PIC16F87X 进行编程	178
7.2.4	设置实验板	179
7.2.5	运行软件	179
7.3	硬件维修技术	180
7.3.1	维修必备	180
7.3.2	故障分类与定位	185
	本章小结	189
	习 题	190
第 8 章 实验指导		
8.1	发光二极管数据演示实验	191
8.1.1	实验目的	191
8.1.2	实验器材	191
8.1.3	实验原理	191
8.1.4	实验步骤	193

8.1.5	指令实验	194
8.1.6	实验思考	194
8.2	发光二极管循环点亮实验	194
8.2.1	实验目的	194
8.2.2	实验器材	194
8.2.3	实验原理	194
8.2.4	实验步骤	199
8.2.5	指令实验	199
8.2.6	实验思考	199
8.3	数码管点亮实验	199
8.3.1	实验目的	199
8.3.2	实验器材	199
8.3.3	实验原理	200
8.3.4	实验步骤	203
8.3.5	软件实验	204
8.3.6	实验思考	204
8.4	I/O口查询实验	204
8.4.1	实验目的	204
8.4.2	实验器材	204
8.4.3	实验原理	204
8.4.4	实验步骤	206
8.4.5	软件实验	206
8.4.6	实验思考	207
8.5	中断实验	207
8.5.1	实验目的	207
8.5.2	实验器材	207
8.5.3	实验原理	207
8.5.4	实验步骤	212
8.5.5	软件实验	212
8.5.6	实验思考	212
8.6	声响实验	213
8.6.1	实验目的	213
8.6.2	实验器材	213
8.6.3	实验原理	213
8.6.4	实验步骤	216
8.6.5	软件实验	216

8.6.6 实验思考	216
8.7 秒表及液晶显示器实验	216
8.7.1 实验目的	216
8.7.2 实验器材	216
8.7.3 实验原理	216
8.7.4 实验思考	225
8.8 A/D 转换实验	225
8.8.1 实验目的	225
8.8.2 实验器材	225
8.8.3 实验原理	225
8.8.4 实验步骤	227
8.8.5 实验思考	227
8.9 串行通信实验	227
8.9.1 实验目的	227
8.9.2 实验器材	228
8.9.3 实验原理	228
8.9.4 实验步骤	231
8.9.5 软件实验	231
8.9.6 实验思考	232
8.10 休眠与看门狗实验	232
8.10.1 实验目的	232
8.10.2 实验器材	232
8.10.3 实验原理	232
8.10.4 实验步骤	235
8.10.5 软件实验	235
8.10.6 实验思考	235

附录 A PIC16F87X 单片机指令集速查卡

附录 B PIC16F87X 单片机基本信号引脚

附录 C PIC16F87X 单片机内部的专用寄存器 SFR

附录 D JPIC 仿真编程器和实验装置

参考文献