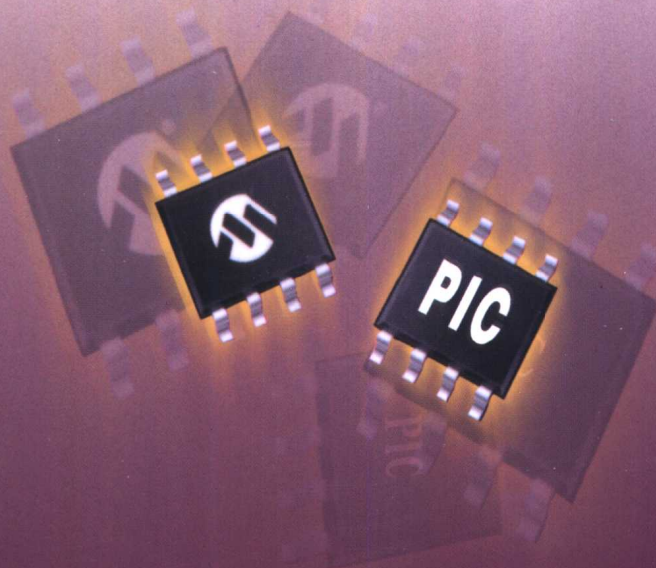


Microchip 公司中国大学计划用书



PIC 单片机实用教程

—— 提高篇



李学海 编著

 北京航空航天大学出版社
<http://www.buaapress.com.cn>

Microchip 公司中国大学计划用书

PIC 单片机实用教程

——提高篇

李学海 编著

北京航空航天大学出版社

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

内容简介

本书以介绍 PIC16F87X 型号单片机为主,并适当兼顾 PIC 全系列,共分 9 章,内容包括:存储器;I/O 端口的复位功能;定时器/计数器 TMR1;定时器 TMR2;输入捕捉/输出比较/脉宽调制 CCP;模/数转换器 ADC;通用同步/异步收发器 USART;主控同步串行端口 MSSP——SPI 模式和 I²C 模式。突出特点:通俗易懂、可读性强、系统全面、学练结合、学用并重、实例丰富、习题齐全。

本书作为 Microchip 公司“大学计划”选择用书,可广泛适用于初步具备电子技术基础和计算机知识基础的学生、教师、单片机爱好者、电子制作爱好者、电器维修人员、电子产品开发设计者、工程技术人员阅读。

本教程全书共分 2 篇,即基础篇和提高篇,分 2 册出版,以适应不同课时和不同专业的需要,也为教师 and 读者增加了一种可选方案。

图书在版编目(CIP)数据

PIC 单片机实用教程. 提高篇 / 李学海编著. — 北京:
北京航空航天大学出版社, 2002. 8

ISBN 7-81077-180-9

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 052118 号

PIC 单片机实用教程 ——提高篇

李学海 编著

责任编辑 胡晓柏

责任校对 陈 坤

*

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: bhpess@263.net

河北省涿州市新华印刷厂印装 各地书店经销

开本: 787×960 1/16 印张: 23.75 字数: 532 千字

2002 年 9 月第 1 版 2003 年 6 月第 2 次印刷 印数: 5 001~10 000 册

ISBN 7-81077-180-9/TP·101 定价: 34.00 元

序

时值寒冬,首先借本书出版之际,我谨代表 Microchip 公司对作者和出版社的各位同仁,为本书出版而付出的辛勤劳动表示感谢,同时,也向广大用户多年来对 Microchip 公司产品的厚爱表示诚挚的谢意。

单片机在中国的发展起源于 20 世纪 80 年代。目前,中国各大学及院校普遍采用 MCS-51 系列作为单片机教学的教材。随着单片机技术的不断发展,MCS-51 系列的应用领域已逐渐被其他单片机所替代。Microchip 公司推出的 PIC 系列单片机,由于采用精简指令集、哈佛总线结构、流水线取指的方式,抗干扰能力强,性能价格比高,深受中国客户的普遍欢迎。在工业控制、消费电子产品、办公自动化设备、智能仪器仪表、汽车电子等不同的领域得到了广泛的应用。本着支持中国教育的原则,Microchip 公司早在几年前就推出了“大学计划”,与中国各大学及院校建立单片机联合实验室,旨在改进学校现有的教学条件和试验环境,使教学和技术同步发展,同时,使学生能够有机会接触到最新的技术和器件,踏入社会之后,能够学以致用。到目前为止,Microchip 公司已与中国 60 多个大学及院校建立了单片机联合实验室,同时,欢迎更多的大专院校加入 Microchip 公司的“大学计划”行列,共同为单片机在中国市场的繁荣和发展而努力!

除生产和销售 PIC 系列单片机之外,Microchip 公司还生产串行 EEPROM、KEELOQ 跳码器件、周边器件、RFID 射频身份识别和模拟器件。到目前为止,已有 200 多种模拟产品,2002 年还将推出 100 多种模拟器件。此外,Microchip 公司还将于 2002 年推出 20 多款数字信号控制器(简称 dsPIC),这是目前业界性能最高的 16 位单片机,在其内部嵌入了 DSP 引擎,具有 DSP 的高速运算功能。我坚信,随着 dsPIC 数字信号控制器的问世,将使单片机在中国的应用跃上一个新的台阶! 并与中国科技人员一起面对中国加入 WTO 后所接受的挑战!

微芯科技咨询(上海)有限公司 执行总监
邱庚源

2002 年 1 月 14 日于上海

美国微芯科技股份有限公司网站:

www.microchip.com(英文);www.microchip.com.cn(中文)

中国大陆免费热线咨询电话:

800—820—6247

中国大陆各地联络处:

微芯科技咨询(上海)有限公司

地址:上海市仙霞路 317 号远东国际广场 B 栋 701 室 (邮政编码:200051)

电话:021—62755700 传真:021—62755060 联系人:王小姐

微芯科技咨询(上海)有限公司北京办事处

地址:北京市朝阳区门北大街 6 号北海万泰大厦 915 室 (邮政编码:100027)

电话:010—85282100 传真:010—85282104 联系人:卢小姐

微芯科技咨询(上海)有限公司深圳办事处

地址:深圳市人民南路深圳嘉里中心 13 号 15—16 室 (邮政编码:518001)

电话:0755—82350361 传真:0755—82366086 联系人:牟小姐

微芯科技咨询(上海)有限公司福州办事处

地址:福州市五四路 71 号福州国贸广场 28 层 F 单元(邮政编码:350001)

电话:0591—7503506 传真:0591—7503521 联系人:李小姐

微芯科技咨询(上海)有限公司成都办事处

地址:成都市提督街 88 号民兴金融大厦 2401 室 (邮政编码:610016)

电话:028—6766200 传真:028—6766599 联系人:郭小姐

本教程是作者在“2000 年微芯技术精英年会”上应 Microchip(微芯)公司之邀,为该公司在中国开展的“大学计划”撰写的教学用书、培训教材和自学读本。同时,也广泛地适用于初步具备电子技术和计算机知识基础的学生、教师、单片机爱好者、电子制作爱好者、电器维修人员、电子产品开发设计者、工程技术人员阅读。

本教程的特点是:① 内容叙述循序渐进、通俗易懂、系统完整;② 适合于自学和便于教学之需要;③ 注重激发学习者的兴趣,知识与技能并举;④ 容易上手,开发手段经济实用,甚至借助于免费软件模拟器,仍然可以体验到开发单片机的乐趣;⑤ 强调学用结合、边学边练、理论密切联系实际,改变了单片机学习的传统模式;⑥ 突出实用性和资料性;⑦ 以读者的求知需要、认识规律和市场需求为写作主线;⑧ 专门为本教程设计的实验范例丰富多彩,均被调试通过;⑨ 思考题和练习题齐全,方便教学和读者自测;⑩ 虽然入门的门槛一再降低,但又兼顾深度和宽度;⑪ 将教程和实验指导书的双重功能有机地融合为一体。

本教程在写作手法上,力求循序渐进、通俗易懂、趣味性较强,将枯燥乏味的学习过程变得更加轻松有趣,力图引导读者享受到学习的乐趣。尽可能使读者在通过阅读本教程来学习 PIC 单片机的过程中,以花费尽可能少的时间和精力,掌握和了解尽可能全面的单片机理论知识和开发技术。采用以读者为中心的写作手法,来努力克服以往以产品手册为中心,或以作者知识结构为中心的传统写作模式给读者所带来的种种弊病。

本教程的编写思路是,充分发挥作者在为《电子世界》、《电子制作》和《无线电》等科技期刊撰写单片机技术连载讲座中,以及在面授教学过程中积累的成功经验,再通过精心编排讲述顺序和精选教学内容,来尽量减少对读者背景知识的要求,以便尽可能降低初学者通过了解 PIC 单片机而进入单片机世界的门槛。书中以讲解 PIC16F87X 系列单片机为主,并且酌情兼顾 PIC 单片机大家族中的其他成员的个性以及全体成员的共性简介,以便使读者达到举一反三、触类旁通的功效。

本教程的编写目标是,努力追求“一读就懂、读了能用、一用就灵”的学习效果;不仅能“给人以鱼”,而且也能“授人以渔”;不仅传授单片机知识,而且更注重教会开发方法和应用技巧;不仅可以提高理论水平,而且更侧重强化将所学知识转化为实际工作的能力;力图实现将每一位有志于迈进单片机王国的外行人,培养成既懂单片机知识,又能掌握以单片机为核心的智能电子产品开发技能的内行人。为了达到这一目标,除了恰当的引导和正确的学习方法之外,当然也离不开读者的自身努力。“兴趣是最好的老师!”本人深信这个哲理。培养读者的学习兴趣比传授知识更重要。一旦帮助读者树立起浓厚的学习兴趣和强烈的求知欲望,就很可能达到令人受益终生的特殊效果,这也是每一位教育工作者追求的最高目标。

本教程在内容安排上充分注意了先进性、层次性、可读性、系统性和完整性,力求覆盖从单片机理论学习到开发应用的各个阶段,所有必不可少的硬件和软件知识、开发环境和开发工具的使用方法和技巧。尽可能不需要翻阅其他书籍就可以学习到,从单片机入门到单片机开发

制作的全程知识。书中讲出了其他同类书籍中没有讲出或者没有讲透的一些技术细节和背景知识。作者对于原文数据手册中的文字差错、图表差错进行了多处修正,还对多处欠缺的示意图进行了补充,以方便教学和自学。对于一名初步具备电子技术和微机应用基础知识的初学者,成长为一位单片机应用工程师,所需要学习的核心知识主要有:单片机硬件系统;单片机指令系统;汇编程序设计基础以及汇编器用法;仿真器及其用法;烧录器及其用法。

本教程中结合讲解对象专门设计了大量针对性强、目标明确的实验范例,其中绝大多数都是在福州贝能科技有限公司被授权生产的开发工具套件(MPLAB-ICD)上通过的。另外,该公司还为本教程提供了配套CD^①,以及为本书读者以最优惠价邮售的工具套件。

教程全书共分为2篇,即基础篇和提高篇,分2册出版,以便适应不同学时数、不同学习目标和不同专业背景的需要,也为教师和读者增加了一种可选方案。

★ 基础篇。通过本篇的学习和实践,读者可以掌握PIC单片机的基础硬件结构、指令系统、开发工具及开发技术;可以利用中档PIC单片机内部的常规资源(包含输入/输出端口、中断逻辑、定时器和看门狗等,这也是仅仅被PIC单片机低档型号所配置的几种经典资源),或者利用低档PIC单片机内部的所有资源(该档单片机具有很高的性能价格比,据公司介绍在我国的销售量中仍然占据较大比例),来设计和研制一些小型电子产品。

★ 提高篇。通过本篇的学习和实践,读者可以掌握PIC系列单片机的中、高档型号内部配置的功能比较复杂的各种硬件资源,及其开发应用技术;利用这些资源可以设计和研制智能性更强、功能更复杂的电子产品系统,甚至网络产品。

在本教程的编著过程中,得到了微芯科技咨询(上海)有限公司的执行总监邱庚源先生、著名单片机教育专家北京航空航天大学教授何立民先生、石家庄铁道学院计算机科学系主任李夏青教授、北京航空航天大学出版社马广云博士、《电子产品世界》副总编王莹女士、《电子世界》主编戴茗女士^②、《数字世界》主编薛同莉女士、微芯科技咨询有限公司应用工程师张明峰先生、廖珍爱先生、王作峰先生和卢园女士等专家学者们的大力支持和热情鼓励。除了提供最新资料和实验物品之外,还将他们在长期实践中积累的经验体会和开发技巧无私地奉献出来供广大读者分享。另外,为本书的编著工作尽力的还有李学英、范俊海、石玉林、丁永再、杨金祥、池俭、胡素英、孙桂良、李学峰、王树生、王有才、王友发、蔡永泽、王友起、范淑玲、李青松、王有勇、易向军、张秀芳、王国联、王成堂、鞠文慧、张自宾、李青石、朱永芳、贡雪梅、任志刚、韩家民、徐福成、周鹏、任胜利、赵鹏、张波、解帅、裴新华、杨琳、李晗羽、李子杨等等。在此一并深表诚挚的谢意!

由于微芯公司不断推出新品,可查阅的中文新资料尚不够丰富,需要撰写的内容不仅量大而且新颖,加之作者的水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读友不吝赐教。

李学海 于石家庄

2002年4月1日

① 本书第2次印刷的5000册中附加的光盘由福州贝能科技有限公司免费提供。光盘涵括贝能科技有限公司技术资料以及Microchip公司产品、开发系统资料。

② 《电子世界》杂志社通讯处:北京165信箱 邮政编码:100036 电话:(010)68234266 传真:(010)68278572
E-mail: dzsj@public.bta.net.cn 网址: www.eleworld.com

北京航空航天大学出版社 单片机与嵌入式系统图书推荐

(2003年6月)

书 名	作 者	定价
-----	-----	----

嵌入式系统综合类

嵌入式实时操作系统 $\mu C/OS-II$, 第二版 (含光盘)	J. Labrosse 著 邵贝贝译	79.0
SoC 设计与测试	R. Rajaman 著 于敏山等译	即将出版
嵌入式系统原理及应用开发技术	桑 楠	23.0
ARM 嵌入式处理器结构与应用基础(含光盘)	马忠梅	36.0
ARM SoC 体系结构	S. Furber 著 田泽 等译	55.0
嵌入式系统——Intel Strong ARM 结构开发	陈章龙	38.0
AT91 系列 ARM 核微控制器结构与开发	马忠梅	49.5

DSP 技术丛书

DSP 基础与应用系统设计	王念旭	62.0
DSP 基本理论与应用技术	李哲英	32.0
TMS320C54x DSP 结构、原理及应用	戴明楨	25.0
TMS320C54x DSP 应用程序设计与开发	刘益成	39.0
TMS320C54x DSP 应用系统设计	郑 红	18.0
TMS320LF240x DSP 结构、原理及应用(含光盘)	刘和平	36.0
TMS320LF240x DSP C 语言开发应用(含光盘)	刘和平	36.0
TMS320F206 DSP 结构、原理及应用	李 刚	24.0

单片机教材与教辅系列

单片机初级教程——单片机基础	张迎新	24.0
单片机中级教程——单片机原理及应用	张俊谟	23.0
单片机高级教程——单片机应用与设计	何立民	28.5
单片机实验与实践教程(二)	夏继强	17.0
单片机教程习题与解答	张俊谟	22.0
单片机实用教程(高校计算机教学系列教材)	李 勋	17.5
单片机微型计算机大学读本	李 勋	18.0
单片机原理及接口技术(简明修订版)	李朝青	26.0
单片机基础	李广弟	20.0
单片机基础(修订版)	李广弟	29.0
跟我学用单片机	肖洪兵	20.0
单片机学习辅导测验及解答讲义	李朝青	25.0

单片机应用技术丛书

单片机应用系统的功率接口技术	余永权	10.8
低功耗单片微机系统设计	何为民	9.5
I ² C 总线应用系统设计	何立民	15.5
单片机的 C 语言应用程序设计	马忠梅	24.5
单片机应用程序设计技术	周航慈	7.3
单片机应用系统抗干扰技术	王幸之	38.5

单片机应用程序设计

单片机的 C 语言应用程序设计(修订版)	马忠梅	24.5
单片机应用程序设计技术(修订版)	周航慈	26.0
单片机程序设计基础(第2版)(含光盘)	周航慈	即将出版
从 C 到嵌入式 C 编程语言——入门、实用、深入	梁合庆	35.0
单片机 C 高级语言程序设计及其应用	袁 涛	18.0
MCS-51/196 单片机浮点程序和实用程序	张克彦	21.0
如何使用 KEIL 8051 C 编译器	金奎焕译	32.0
单片机 C 语言 Windows 环境编程宝典(含光盘)	马忠梅	62.0

单片机器件实用手册系列

书 名	作 者	定价
单片机外围器件实用手册——电源器件分册	关德新	57.0
单片机外围器件实用手册——存储器分册	窦振中	55.0
单片机外围器件实用手册——数据传输接口器件分册	邹宽明	54.0
单片机外围器件实用手册——输入通道器件分册	纪宗南	48.0
单片机外围器件实用手册——输出通道分册	窦振中	58.0
单片机 & DSP 外围——数字 IC 技术手册	李朝青	89.0
世界流行单片机器件手册——日本篇	余永权	54.0

单片机应用技术选编系列

单片机应用技术选编(1)~(8)	何立民	
选编(1)~(8)的价格分别为:46.0、32.0、52.0、48.0、49.0、52.0、55.0、59.5		
单片机应用技术选编(9)~(10)	何立民	即将出版

单片机在各领域的应用

智能化测量控制仪表原理与设计	徐爱钧	32.0
单片微机测控系统设计大全	王福瑞	38.0
PC 机及单片机数据通信技术	李朝青	28.0
从神经元芯片到控制网络	凌志浩	21.0
电动机的单片机控制	王晓明	24.0
MCX314 运动控制芯片与数控系统设计	叶佩青	22.0

MCS-51/96/196/251 单片机系列

8098 单片机原理及实用接口技术	李杏春	38.0
嵌入式单片机 8XC251 用户指南	王 勇	22.0
MCS-51 系列单片机接口电路与应用程序实例	沈德金	13.0
MCS-51/96 系列单片机原理及应用	孙涵芳	16.0
MCS-51/96 系列单片机原理及应用(修订版)	孙涵芳	35.0
MCS-51 系列单片机应用系统设计	何立民	35.0
MCS-51 系列单片机实用接口技术	李 华	40.0
Intel 16 位单片机	孙涵芳	53.0
Intel 16 位单片机(修订版)	孙涵芳	35.0
Intel 80C196 单片机应用实践与 C 语言开发	程 军	32.0

PHILIPS 单片机系列

80C51 系列微处理器系统原理、功能集成与应用	邹宽明	17.5
80C51 系列小型微控制器原理、应用和开发	邹宽明	19.0
80C51、XA 十六位微控制器系统设计、器件和应用	邹宽明	27.5
PHILIPS 51LPC 系列单片机原理及应用设计	周航慈	19.0

ATMEL 单片机系列(AVR, AT89)

AVR 高速嵌入式单片机原理与应用(修订版)	耿德根	35.0
AVR 单片机应用技术	李 勋	23.0
AVR 单片机应用设计	丁化成	22.0
ATMEL 89 系列单片机应用技术	余永权	32.0

PIC 单片机系列

PIC 系列单片机原理和程序设计	窦振中	29.0
PIC 系列单片机应用设计与实例	窦振中	45.0
PIC 系列单片机的开发应用技术	武 锋	23.0
PIC 系列单片机接口技术及应用系统设计	王有绪	36.0
PIC16F87x 数据手册——28/40 脚 8 位 FLASH 单片机	刘和平	22.0

书 名	作 者	定价
PIC16F87x 单片机实用软件与接口技术 ——汇编语言及其应用 (含光盘)	刘和平	39.0
PIC16F87x 单片机实用软件与接口技术 ——C 语言及其应用 (含光盘)	刘和平	32.0
PIC 单片机实用教程——基础篇	李学海	29.5
PIC 单片机实用教程——提高篇	李学海	34.0
PIC 系列单片机开发应用实践 (含光盘)	武 锋	即将出版

TI 公司 MSP430 单片机系列

MSP430 系列超低功耗 16 位单片机原理与应用	胡大可	29.5
MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机	胡大可	30.0
MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例 (含光盘)	魏小龙	45.0
MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发	胡大可	29.0

MOTOROLA 单片机系列

Motorola 单片机及专用集成芯片应用系统设计	陈粤初	29.0
MC68332 单片机结构与应用	张 宁	28.0
Motorola M68HC05 系列单片机及其应用基础	刚寒冰	25.0
Motorola J,K 系列廉价单片机原理及应用	余永权	19.5
Motorola 单片机应用技术	张 辉	15.0
Motorola 单片机原理及应用系统开发技术	谢宋和	26.0
Motorola DSP 型 16 位单片机原理与实践 (含光盘)	邵贝贝	36.0

EPSON 单片机系列

EPSON 单片机原理与应用	宋建国	33.0
EPSON 8 位单片机原理与应用	薛宗祥	20.0
EPSON 图形液晶显示控制器系列 SEDI35X 和 SEDI374	郭 强	20.0
EPSON 单片系列液晶显示器及其应用	李维谔	20.0

其它公司单片机系列

日立 H8/3048 系列单片机应用技术	李 勋	29.5
东芝单片机原理及其在家用电器中的应用	湛清平	29.5
三菱 3850 系列单片机原理和应用	陆延丰	25.0
三菱 M16C/62 单片机原理与应用	陆延丰	39.0
AD μ C8xx 系列单片机原理与应用技术	李 刚	18.0
亿恒(西门子公司)C166 系列 16 位单片机原理与开发 (含光盘)	程 军	40.0
EM78447B 单片机应用研究与制作 (含光盘)	黄 勇	23.0
FM178 系列单片机原理与应用设计	沈小丰	20.0
C8051Fxxx 高速 SOC 单片机原理及应用	潘琢金	27.0
C8051F 单片机应用解析	潘琢金	40.0
凌阳 16 位单片机原理及应用	薛钧义	26.0

青少年单片机系列丛书

少儿单片机工程师	盛焕鸣	7.0
DP801 单片机系统入门	车金相	7.0
当代美猴王——少年单片机应用与开发	胥筱汀	17.0
青少年机器人初级教程——太空穿梭机 LOGO, QBASIC 语言编程	卢燕林	10.0

单片机模糊技术应用选编系列

模糊自适应控制理论及其应用	张化光	50.0
---------------	-----	------

注:表中反白者为 2002 年 10 月后新书。

向北航出版社直接邮购图书地址:北京航空航天大学出版社邮购组(100083) 另加 2 元挂号费。

邮购 E-mail: bhpress@263.net 电话:010-82316936, 传真:010-82317031。

单片机与嵌入式系统图书详细介绍请查阅出版社网站:<http://www.buaapress.com.cn>

进入出版社网站主页后,点击“单片机与嵌入式系统图书专版”

投稿单片机与嵌入式系统图书请联系:北航出版社 马广云 电话:010-82317022 传真:010-82317022

Email:pressb@public3.bta.net.cn

书 名	作 者	定价
模糊技术与神经网络技术选编(1)~(5)	刘增良	
(1)~(5)的价格分别为:50.0、56.0、50.0、50.0、50.0		
计算机模糊控制原理及应用	戎月莉	7.5
模糊信息优化处理技术及其应用	黄崇福	16.0
模糊专家系统原理与设计	刘有才	18.0
单片机模糊逻辑开发软件	余永权	16.8
模糊逻辑控制技术及应用	窦振中	23.0
模糊逻辑与神经网络——理论研究与探索	刘增良	33.0
单片机模糊逻辑与模糊控制	余永权	40.0
神经模糊系统及其应用	王士同	28.0
模糊控制技术与模糊家用电器	余永权	23.0

单片机综合类

单片机微型计算机应用和开发系统	徐爱卿	12.0
单片机总线扩展技术	尤一鸣	10.5
单片机现场可编程外围芯片 PSD 的原理及应用	孙涵芳	39.5
单片人机接口实例集	公茂法	17.0
计算机语音技术 (修订版)	朱民雄	37.0
单片机应用系统设计实例与分析	沈红卫	26.0
51 系列单片机设计实例 (含光盘)	楼然苗	29.5
增强型 80C51 单片机速成与实战	周立功	即将出版
单片机与 CPLD 综合应用技术	周立功	即将出版
PC 机与单片机 & DSP 数据通信技术选编(1)	李朝青	75.0
PC 机与单片机 & DSP 数据通信技术选编(2)	李朝青	69.0
无线发送/接收 IC 芯片及其数据通信技术选编(1)	李朝青	55.0

会议文集及杂志合订本

《单片机与嵌入式系统应用》杂志 2001 年(1~6)合订本		42.0
《单片机与嵌入式系统应用》杂志 2001 年(7~12)合订本	42.0	
《单片机与嵌入式系统应用》杂志 2002 年(1~6)合订本		45.0
《单片机与嵌入式系统应用》杂志 2002 年(7~12)合订本		45.0
2001 嵌入式及单片机国际学术交流会议论文集	沈绪榜	150

USB、现场总线、EDA

大规模可编程逻辑器件与数字系统设计	杨 晖	13.5
复杂数字电路与系统的 VerilogHDL 设计	夏宇闻	12.0
数字通信系统的 System View 仿真与分析	青 松	25.0
Lab VIEW——易学易用的图形化编程语言	李 刚	26.0
EDA 技术与数字系统设计	包 明	21.0
Verilog-HDL 实践与应用系统设计 (含光盘)	常晓明	26.0
FPGA/VHDL 快速工程实践入门与提高	杨 恒	20.0
Verilog 数字系统设计教程	夏宇闻	38.0
CAN 总线原理和应用系统设计	邹宽明	25.0
现场总线技术应用选编(1) (上册)	邹宽明	55.0
现场总线技术应用选编(2) (下册)	邹宽明	即将出版
现场总线 CAN 原理与应用技术	饶运涛	即将出版
EZ-USB 2100 系列单片机原理、编程及应用	颜荣江	39.0
EZ-USB FX 系列单片机——USB 外围设备设计与应用 (含光盘)	许永和	65.0
PDUIUSB12 USB 固件编程与驱动开发	周立功	26.0

第 1 章 EEPROM 数据存储器 and FLASH 程序存储器

1.1 背景知识	1
1.1.1 通用型半导体存储器的种类和特点	1
1.1.2 PIC 单片机内部的程序存储器	2
1.1.3 PIC 单片机内部的 EEPROM 数据存储器	3
1.1.4 PIC16F87X 内部 EEPROM 和 FLASH 操作方法	4
1.2 与 EEPROM 相关的寄存器	7
1.3 片内 EEPROM 数据存储器结构和操作原理	10
1.3.1 从 EEPROM 中读取数据	11
1.3.2 向 EEPROM 中烧写数据	12
1.4 与 FLASH 相关的寄存器	14
1.5 片内 FLASH 程序存储器结构和操作原理	15
1.5.1 读取 FLASH 程序存储器	16
1.5.2 烧写 FLASH 程序存储器	17
1.6 写操作的安全保障措施	20
1.6.1 写入校验方法	20
1.6.2 预防意外写操作的保障措施	20
1.7 EEPROM 和 FLASH 应用举例	21
1.7.1 EEPROM 的应用	21
1.7.2 FLASH 的应用	33
思考题与练习题	39

第 2 章 输入/输出端口的复合功能

2.1 RA 端口	42
2.1.1 与 RA 端口相关的寄存器	43
2.1.2 电路结构和工作原理	44
2.1.3 编程方法	46
2.2 RB 端口	47

2.2.1 与 RB 端口相关的寄存器	47
2.2.2 电路结构和工作原理	48
2.2.3 编程方法	52
2.3 RC 端口	52
2.3.1 与 RC 端口相关的寄存器	52
2.3.2 电路结构和工作原理	53
2.3.3 编程方法	56
2.4 RD 端口	56
2.4.1 与 RD 端口相关的寄存器	56
2.4.2 电路结构和工作原理	57
2.4.3 编程方法	58
2.5 RE 端口	58
2.5.1 与 RE 端口相关的寄存器	58
2.5.2 电路结构和工作原理	59
2.5.3 编程方法	60
2.6 PSP 并行从动端口	60
2.6.1 与 PSP 端口相关的寄存器	61
2.6.2 电路结构和工作原理	62
2.7 应用举例	64
思考题与练习题	80

第3章 定时器/计数器 TMR1

3.1 定时器/计数器 TMR1 模块的特性	82
3.2 定时器/计数器 TMR1 模块相关的寄存器	83
3.3 定时器/计数器 TMR1 模块的电路结构	84
3.4 定时器/计数器 TMR1 模块的工作原理	86
3.4.1 禁止 TMR1 工作	88
3.4.2 定时器工作方式	88
3.4.3 计数器工作方式	88
3.4.4 TMR1 寄存器的赋值与复位	92
3.5 定时器/计数器 TMR1 模块的应用举例	92
思考题与练习题	101

第 4 章 定时器 TMR2

4.1 定时器 TMR2 模块的特性	102
4.2 定时器 TMR2 模块相关的寄存器	103
4.3 定时器 TMR2 模块的电路结构	104
4.4 定时器 TMR2 模块的工作原理	106
4.4.1 禁止 TMR2 工作	106
4.4.2 定时器工作方式	107
4.4.3 寄存器 TMR2 和 PR2 以及分频器的复位	108
4.4.4 TMR2 模块的初始化编程	109
4.5 定时器 TMR2 模块的应用举例	109
思考题与练习题	119

第 5 章 输入捕捉/输出比较/脉宽调制 CCP

5.1 输入捕捉工作模式	120
5.1.1 输入捕捉模式相关的寄存器	121
5.1.2 输入捕捉模式的电路结构	122
5.1.3 输入捕捉模式的工作原理	123
5.1.4 输入捕捉模式的应用举例	124
5.2 输出比较工作模式	131
5.2.1 输出比较模式相关的寄存器	131
5.2.2 输出比较模式的电路结构	132
5.2.3 输出比较模式的工作原理	133
5.2.4 输出比较模式的应用举例	135
5.3 脉宽调制输出工作模式	143
5.3.1 脉宽调制模式相关的寄存器	143
5.3.2 脉宽调制模式的电路结构	145
5.3.3 脉宽调制模式的工作原理	147
5.3.4 脉宽调制模式的应用举例	151
5.4 两个 CCP 模块之间相互关系	156
思考题与练习题	158

第 6 章 模/数转换器 ADC

6.1 背景知识	160
----------------	-----

6.1.1	ADC 种类与特点	160
6.1.2	ADC 器件的工作原理	161
6.2	PIC16F87X 片内 ADC 模块	164
6.2.1	ADC 模块相关的寄存器	165
6.2.2	ADC 模块结构和操作原理	168
6.2.3	ADC 模块操作时间要求	171
6.2.4	特殊情况下的 A/D 转换	174
6.2.5	ADC 模块的转换精度和分辨率	175
6.2.6	ADC 模块的内部动作流程和传递函数	176
6.2.7	ADC 模块的操作编程	177
6.3	PIC16F87X 片内 ADC 模块的应用举例	178
	思考题与练习题	188

第 7 章 通用同步/异步收发器 USART

7.1	串行通信的基本概念	190
7.1.1	串行通信的两种基本方式	191
7.1.2	串行通信中数据传送方向	193
7.1.3	串行通信中的控制方式	193
7.1.4	串行通信中的码型、编码方式和帧结构	194
7.1.5	串行通信中的检错和纠错方式	195
7.1.6	串行通信组网方式	198
7.1.7	串行通信接口电路和参数	200
7.1.8	串行通信的传输速率	201
7.2	PIC16F87X 片内通用同步/异步收发器 USART 模块	203
7.2.1	与 USART 模块相关的寄存器	204
7.2.2	USART 波特率发生器 BRG	207
7.2.3	USART 模块的异步工作方式	209
7.2.4	USART 模块的同步主控工作方式	223
7.2.5	USART 模块的同步从动工作方式	229
7.3	通用同步/异步收发器 USART 的应用举例	231
	思考题与练习题	251

第 8 章 主控同步串行端口 MSSP——SPI 模式

8.1	SPI 接口的背景知识	253
-----	-------------------	-----

8.1.1 SPI 接口信号描述	253
8.1.2 基于 SPI 的系统构成方式	254
8.1.3 SPI 接口工作原理	256
8.1.4 兼容的 MicroWire 接口	258
8.2 PIC16F87X 的 SPI 接口	260
8.2.1 SPI 接口相关的寄存器	261
8.2.2 SPI 接口的结构和操作原理	263
8.2.3 SPI 接口的主控方式	266
8.2.4 SPI 接口的从动方式	267
8.3 SPI 接口的应用举例	269
思考题与练习题	285

第 9 章 主控同步串行端口 MSSP——I²C 模式

9.1 I ² C 总线的背景知识	286
9.1.1 名词术语	288
9.1.2 I ² C 总线的技术特点	290
9.1.3 I ² C 总线的基本工作原理	291
9.1.4 I ² C 总线信号时序分析	293
9.1.5 信号传送格式	297
9.1.6 寻址约定	298
9.1.7 技术参数	303
9.1.8 I ² C 器件与 I ² C 总线的接线方式	305
9.1.9 相兼容的 SMBus 总线	307
9.2 与 I ² C 总线相关的寄存器	309
9.3 典型信号时序的产生方法	313
9.3.1 波特率发生器	313
9.3.2 启动信号	314
9.3.3 重启动信号	316
9.3.4 应答信号	318
9.3.5 停止信号	319
9.4 被控器通信方式	320
9.4.1 硬件结构	320
9.4.2 被主控器寻址	321
9.4.3 被控器接收——被控接收器	322

9.4.4 被控器发送——被控发送器	323
9.4.5 广播式寻址	324
9.5 主控器通信方式	325
9.5.1 硬件结构	326
9.5.2 主控器发送——主控发送器	329
9.5.3 主控器接收——主控接收器	331
9.6 多主通信方式下的总线冲突和总线仲裁	334
9.6.1 发送和应答过程中的总线冲突	335
9.6.2 启动过程中的总线冲突	335
9.6.3 重新启动过程中的总线冲突	337
9.6.4 停止过程中的总线冲突	338
9.7 I ² C 总线的应用举例	339
思考题与练习题	349

附录 A 包含文件 P16F877.INC

附录 B 新版宏汇编器 MPASM 伪指令总表

参考文献

第 1 章 EEPROM 数据存储器 and FLASH 程序存储器

1.1 背景知识

存储器是任何计算机系统都不可缺少的一类重要的外围器件或部件。在计算机系统中应用的存储器有外部存储器(又叫辅助存储器)和内部存储器(又叫主存储器)之分。外部存储器有:磁带存储器(多用于大型计算机)、软磁盘存储器、硬磁盘存储器、只读光盘存储器、可读/写光盘存储器、卡式存储器(例如 IC 卡)等;内部存储器目前都用半导体存储器。在本章中将主要介绍半导体存储器。

1.1.1 通用型半导体存储器的种类和特点

半导体存储器是目前应用非常广泛、应用数量非常巨大的一类半导体器件,因此,世界各主要半导体制造公司中绝大多数都有半导体存储器的生产线。

常见的半导体存储器器件分为 RAM、ROM 和 NVRAM,而它们往下又细分为多个分支。

1. RAM(random access memory):随机存取存储器

主要特点是存储的内容需要电源维持,断电后内容自动丢失。主要用途是适合存储临时性的程序、随机数据或变量。

2. ROM(read only memory):只读存储器

主要特点是存储的内容不需要电源维持,断电后内容也不会丢失,内容存入时需要烧写固化。主要用途是适合烧写存储那些定型的程序和相对固定的数据。ROM 家族中又可以分为以下几种。

(1) 掩膜 ROM:其存储内容由用户预先提交给芯片制造厂,由厂家在芯片生产线上完成烧写。显著优点是成本低廉,适合大批量定型生产;缺点是开模制版费高,初次投资多,存在最小起订数量,批量投片风险大,灵活性差,不适合开发研制阶段采用。

(2) PROM(programmable ROM):可编程(烧写)ROM。存储的内容断电后能够维持。内容存储的过程称为固化或烧写,烧写过程需要外加高电压,一般需要在专用设备上进行。存储每一位的最小电路单元是熔丝,熔断后代表“0”,反之代表“1”。特点:只能由用户烧写一次,适合小批量产品试制阶段,可缩短产品上市时间。

(3) EPROM(erasable PROM):可(紫外线)擦除可编程(烧写)ROM。存储的内容断电后不丢失。烧写过程也需要外加高电压(25 V、21 V 或 12.5 V)。顶部都开有一个玻璃窗口,用专用的紫外光源照射该窗口可以擦除。特点:可以反复烧写或擦除多次,但是擦除过程用时较长,适合在软件定型之前产品的研制阶段或小批量试生产阶段使用。常见的型号有:2716、2732、2764、27128、27256 等。

(4) OTP EPROM(one time programmable EPROM):一次可编程(烧写)的 EPROM。其实就是不开顶部窗口的 EPROM,所以只能由用户烧写一次。特点与 PROM 基本相同,但是存储单元结构不是熔丝。另外,这种产品出厂合格率比 PROM 高,原因是厂家在芯片封装之前,可以进行反复擦写检验。

(5) EEPROM(electrical EPROM,也常记作 E²PROM):电可擦除可编程(烧写)ROM。存储的内容断电后不丢失,可以反复擦写多次,并且有的可以“在线”擦写。不仅适合在软件定型之前产品的研制阶段,还可用于数据经常更改而掉电后数据又不丢失的电器设备中。例如遥控式电视机中用来存储频道、音量、亮度等可调参数的器件。常见的型号有:并行 2816、2864 等;I²C 串行 24CL01、24CL02、24CL04 等;MicroWire 串行 93CL46、93CL56 等;SPI 串行 25C040、25C080 等。

(6) FLASH EEPROM:闪速电可擦可编程 ROM(又称 FLASH 存储器)。内容断电后也不丢失,可反复擦写多次,并且容易实现在线擦写,其擦写速度基本同于 EEPROM,但是其制造成本更低、芯片面积更小。适应于不仅要求内容可以修改而掉电后又不丢失,而且又要求成本更低、存储容量更大的电器设备中。虽然 EEPROM 和 FLASH 存储器都可以多次电擦和电写,但 EEPROM 的读/写次数要高得多。

3. NVRAM(nonvolatile RAM):非易失性 RAM

主要特点是内容断电后不丢失,兼备 RAM 和 ROM 两者的优点,既能够像 RAM 那样高速操作,又能够像 ROM 那样掉电内容不挥发,也不需要外接烧写电压。主要用途是适合存储临时性的程序、随机数据或变量。根据技术上实现的途径不同,NVRAM 家族中又大致分为以下 3 种:内部埋藏有锂电池的 NVRAM、双体结构的 NVRAM 和铁电存储器 FRAM。

1.1.2 PIC 单片机内部的程序存储器

微芯(Microchip)公司为其 PIC 系列单片机片内配置的程序存储器版本比较齐全。

(1) ROM 掩膜型 PIC 单片机,适合大企业大批量定型产品的规模化生产,由厂家在芯片生产线上完成用户程序的烧写。例如,PIC16CR83/84 等。

(2) 一次编程(OTP)型 EPROM 的 PIC 单片机,适合于小批量试生产和快速上市的需要。例如,PIC16C54、PIC16C55、PIC16C56、PIC16C57、PIC16C58A 等。

(3) 带窗口的 EPROM 型 PIC 单片机,适合程序反复修改的开发阶段(这类单片机售价很高)。例如,PIC16C54/JW、PIC16C55/JW 等。