


上海市教育委员会高校重点教材建设项目
Microchip 公司中国大学计划用书



PIC[®]

单片机实验教程

李荣正 陈学军 编著
刘启中 主审

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



上海市教育委员会高校重点教材建设项目
Microchip 公司 中国大学计划用书

PIC[®]单片机实验教程

李荣正 陈学军 编著

刘启中 主审

北京航空航天大学出版社

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

内 容 简 介

本书是《PIC 单片机系列教程》中的实验教材。以美国 Microchip 公司的 PIC16F877 单片机为主线,以培养学生创新能力为宗旨,依托 PIC 单片机 YB03-1 实验开发系统,力求全面提高学生的实践技能和应用水平。全书分 3 部分:第一部分为 PIC 单片机实验开发系统 YB03-1 的功能介绍和模块分析;第二部分主要介绍了 PIC 单片机最基本、最常规的验证性实验,以加强对 PIC 单片机的认识;第三部分,主要介绍 PIC 单片机功能性模块的综合性和拓展性实验,以改善编程技巧,达到对 PIC 单片机深层次的认识,是进行实际项目开发的基础,也是参加全国大学生电子设计竞赛的成功阶梯。本书附光盘一张,包含所有程序的源代码。

本套教程内容丰富实用,通俗易懂,列举并分析大量应用实例,可作为高等工科院校相关专业的本科教材,也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 单片机实验教程/李荣正等编著. — 北京:北京航空航天大学出版社,2006. 2

ISBN 7-81077-743-2

I. P… II. 李… III. 单片微型计算机, PIC 系列—实验—高等学校—教材 IV. TP368.1-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 160757 号

© 2006, 北京航空航天大学出版社, 版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书及其所附光盘内容。

侵权必究。

PIC®单片机实验教程

李荣正 陈学军 编著

刘启中 主审

责任编辑 高 路

*

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:18 字数:403 千字

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-743-2 定价:26.00 元 (含光盘 1 张)

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。

[1] MPLAB®ICD2UG	DS51331A - CN
[2] PICSTART®Plus UG	DS51028F - CN
[3] MPLAB®C18 Getting Started	DS51295E - CN
[4] MPLAB®C18 UG	DS51288C - CN
[5] MPLAB®IDE UG	DS51519A - CN
[6] PIC12F629/675 datasheet	DS41190C - CN
[7] PIC12F635/16F636/639	DS41232B - CN
[8] PIC18FXX2 datasheet	DS39564B - CN
[9] PIC10F200/202/204/206 datasheet	DS41239B
[10] PIC12F508/509/16F505 datasheet	DS41236B
[11] PIC16F627A/628A/648A datasheet	DS40044D
[12] PIC16F87XA datasheet	DS39582B

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, ENVOY, FilterLab, KEELoQ, KEELoQ Logo, Microchip Logo, Microchip Name and Logo, microID, Migratable Memory, MPLAB, MXDEV, MXLAB, PIC, PICmicro, PICMASTER, PICSTART, PowerSmart, PRO MATE, rfPIC, SEEVAL, SmartSensor, SmartShunt, *The Embedded Control Solutions Company*, TrueGauge

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, Linear Active Thermistor, MPASM, MPLAB Certified Logo, MPLIB, MPLINK, MPSIM, Now Design It, PICDEM, PICDEM.net, PICkit, PICLAB, PICtail, PowerCal, PowerInfo, PowerMate, PowerTool, QuickASIC, Real ICE rLAB, rfPICDEM, Select Mode, Smart Seril, SmartTel, The Emerging World Standard, Total Endurance, UNI/O, WiperLock, Zena

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 (licensed to Hi-Tech), PICC Lite (licensed to Hi-Tech), PICC-18 (licensed to Hi-Tech), CWPIC (licensed to IAR), EWPIC (licensed to IAR), ooPIC, OOPIC (logo-picture-under-neath)

上海市教育委员会组编
《PIC 单片机系列教程》
编委会

顾	问	阮家栋			
主	任	刘启中			
副	主	李荣正	杨维坚	李建国	陈学军
	任	邹文潇	王威	吴石伟	王伟
	委	苏力	戴育良	王开伟	侯国强
委	员	王力生	任润柏	高飞	张敏
		丁跃军	张文	杨晓毓	丁晨
		朱宇	陈文杰	黄烨晨	杜威
		曹志刚	杨璟	梁湧	秦侃

《PIC 单片机系列教程》 出版说明

随着我国加入 WTO,不少行业对单片机及其应用的需求日益增加。为了推广和普及 PIC 单片机的基础知识,提高系统开发及应用能力,特别是为了满足高校专业改革和教学内容更新的需求,故推出本套 PIC 单片机系列教材。

近年来在美国 Microchip Technology Incorporated 公司(微芯科技股份有限公司,本书以后简称 Microchip 公司)卓有成效的推广之下,PIC 单片机已逐渐为国内从事单片机开发应用的工程技术人员所理解和应用。已有不少高校已将这一部分内容作为电子及控制类专业的必修课程,51 系列单片机统一天下的局面已经被打破。

正是基于上述原因,在 PIC 单片机教材较为缺乏的情况下,作者认为有责任帮助国内的读者学习 PIC 单片机的相关技术。在积累了长期教学经验,并在总结全国 PIC 单片机初、高级培训班教学体会的基础上,作者建立了一个系统的 PIC 单片机教学、实验及研究模式,并逐步推出本套 PIC 单片机系列教程,即:

- 《PIC 单片机原理及应用》
- 《PIC 单片机实验教程》
- 《PIC 单片机控制技术》
- 《PIC 单片机习题与解答》

本套教程作为上海市教育委员会高校重点教材建设项目,同时也是 Microchip 公司中国大学计划的一部分。对本套教程各册的简要内容及用途说明如下:

第一册——《PIC 单片机原理及应用》:以美国 Microchip 公司 PIC16F877 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 13 章,内容包括:基本结构、存储器模块、指令系统、集成开发环境和在线仿真、I/O 端口、定时器、中断处理、模/数转换、串行通信模式和系统功能等。

第二册——《PIC 单片机实验教程》:以培养学生创新能力为宗旨,依托开放型实验环境,全面提高学生实践技能。全书分三个部分:第一部分,PIC 单片机实验开发系统 YB03-1 的功能介绍和模块分析;第二部分,主要介绍 PIC 单片机最基本、最常规的验证性实验,熟练掌握这些实验内容将有利于加强 PIC 单片机的基本认识;第三部分,主要介绍 PIC 单片机功能性模块的应用和拓展性实验,熟练掌握这些实验内容和编程技巧将有助于提高对 PIC 单片机深层次的认识,是以后进行实际项目开发的桥梁,更是参加全国大学生电子设计竞赛的成功阶梯。从 PIC 单片机基本验证性实验到拓展性实验,包括键盘显示模块实验(LED、LCD 等)、同

步串行通信实验(SPI、I²C)、输入信号捕捉/输出信号比较/脉宽调制 PWM 功能的实现、A/D 转换和 D/A 转换以及并机通信实验等内容。

第三册——《PIC 单片机控制技术》:以 PIC 单片机的实际应用为主线,结合系统控制方法,建立现场解决方案的专业知识。主要内容包括:PIC 单片机与上位计算机通信模式研究、外部扩展模块分析、面向对象的现场控制方法、脉宽调制 PWM 功能的实际应用以及构建一个大型实验型控制项目。

第四册——《PIC 单片机习题与解答》:对第一册教材中的难点和重点通过习题分析的形式都作了详细的说明,以帮助读者理解和掌握 PIC 单片机的基本概念。全书共分 3 部分,内容包括:选择习题、习题解答与分析以及综合训练习题与答案。本书各部分章节与第一册教材完全对应,精心组织了大量习题,融入了 PIC16F877 单片机所有的概念和分析内容。

《PIC 单片机系列教程》的出版,不论是对大学生的课程学习还是对有关工程技术人员及广大自学爱好者来说,无疑都是一个福音。该教程提供了一个比较全面的 PIC 单片机系统学习的选择方案。我们衷心希望本套单片机教程能帮助广大读者闯关过隘,取得就业和升学的主动权,同时也祝愿天下莘莘学子早日如愿以偿,前程万里。

《PIC 系列单片机教程》编委会

2003 年 10 月

序

《PIC 单片机系列教程》在有关人员的共同努力下陆续出版。借此机会，对参与本书编写的作者为之付出的辛勤劳动表示衷心的感谢；同时，特别感谢北京航空航天大学长期以来对 Microchip 公司的大力支持。

跨入新的世纪以来，强大的系统功能、丰富的外围资源、良好的开发界面和在线调试功能，引领单片机进入了一个新的时代。Microchip 公司推出的 PIC 系列单片机，由于采用 RISC 精简指令集、哈佛总线结构、流水线指令执行方式、抗干扰能力强、性能价格比高等优点，深受世界各行各业的普遍欢迎。PIC 系列单片机，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，以其较高的性能价格比而得到了广泛的应用。2002 年度 PIC 系列单片机销量已突破 2 亿颗，在中国，销售额每年以 40~50% 的增长率快速增长。据最新统计，Microchip 公司 PIC 系列的出货量已跃居全球 8 位单片机第一名。

几年来，本着支持中国教育的原则，Microchip 公司在中国已与 85 所大学及院校建立 PIC 单片机联合实验室，不少院校已将 PIC 单片机的教学纳入相关专业的必修课或选修课；此外，Microchip 还与多所高校联合成立了技术培训中心，定期举办 PIC 单片机初高级技术培训班，受到各地单片机技术人员的普遍欢迎。为了表彰和鼓励做出贡献的大学教师及品学兼优的学生，本公司于 2003 年 3 月首度在京颁发了 2002 年度 Microchip 全国大学生奖学金暨奖教金。

除生产和销售 PIC 系列单片机之外，公司还生产串行 EEPROM、KEELOQ 跳码器件、RFID 射频身份识别卡和模拟器件。到目前为止，已有 300 多种模拟产品，包括电源管理、混合信号、热管理、接口电路等。此外，Microchip 公司即将推出 20 多款数字信号控制器（简称 dsPIC），它既是一颗 16 位单片机，具有单片机丰富的周边资源，同时其内部嵌入了 DSP 引擎，具有 DSP 的高速运算功能。

取之于民，用之于民。Microchip 将一如既往地支持中国教育，欢迎更多的院校加入 Microchip 的大学计划行列，共同为普及和推广嵌入式控制系统在国内的应用而努力！

微芯科技股份有限公司
中国区总经理



2003 年 10 月

前 言

美国 Microchip 公司出品的 PIC 系列单片机,为从事单片机开发应用的工程技术人员展示了全新的技术空间,为广大用户提供了一种可靠的选择方案。PIC 系列单片机以其独特的优势,完整的产品系列,多年来在国外得到广泛的应用,特别是在汽车电子和仪器仪表行业,更显示出其独特的魅力。近年来,在 Microchip 公司的努力推广下,PIC 单片机已逐渐为国内从事单片机开发应用的工程技术人员所理解和应用,正是基于这样的原因,作者深感有责任为推动 PIC 单片机产品在国内的应用贡献绵薄之力。

PIC 系列单片机的硬件系统设计简洁,指令系统设计精炼。在所有的单片机品种中,PIC 单片机具有性能完善、功能强大、学习容易、开发应用方便以及人机界面友好等突出优点。学好 PIC 单片机,掌握其核心技术内涵和拓展其应用范围,是一件非常有意义的事情。

本书在作者积累长期教学经验、并总结全国 PIC 单片机初、高级培训班教学体会的基础上形成,详细地介绍了 PIC 单片机的实际应用,以培养学生创新能力为宗旨,依托模块式、开放型 YB03-1 实验系统,力求全面提高学生实践技能和应用水平。全书分三个部分:第一部分,主要介绍 PIC 单片机 YB03-1 实验开发系统的功能和模块;第二部分,主要介绍 PIC 单片机最基本、最常规的验证性实验,以加强对 PIC 单片机的基本结构和模块的认识;第三部分,主要介绍 PIC 单片机功能性模块的应用,包括大量综合性、设计性和拓展性实验内容,熟练掌握这些实验内容和编程技巧将有助于对 PIC 单片机深层次的认识,掌握创新性应用技术。从 PIC 单片机基本验证性实验到创新性实验,包括键盘显示模块实验(LED、LCD 等)、同步串行通信实验(SPI、I²C)、输入信号捕捉/输出信号比较/脉宽调制 PWM 功能的实现、A/D 转换和 D/A 转换以及并机通信等实验内容。

为了读者方便,本书附光盘一张,内含书中所有程序的源代码。

本书在《PIC 单片机原理及应用》(第 2 版)教材的基础上,听取了许多重点高校教师的建议,特别增加了一些应用范例并给予详细的解题分析和编程指导,其目的为使本书更加实用,便于实验教学以及学生自学。

本系列 PIC 单片机教程共分 4 册,即《PIC 单片机原理及应用》以及与之配套的《PIC 单片机实验教程》、《PIC 单片机控制技术》和《PIC 单片机习题与解答》。本套教程为上海市教育委员会高校重点教材建设项目,同时也是 Microchip 公司中国大学计划的一部分。本套教程作为美国 Microchip 公司中国大学计划的又一结晶,凝聚着多方为之付出的辛勤劳动和汗水。

在本套教程的编写过程中,得到了上海市教育委员会领导、Microchip 公司中国区总经理苏少华先生、贝能科技有限公司总经理杨维坚先生和市场部副总经理王开伟先生、北京航空航

天大学出版社等专家学者们的大力支持。

本书也是与荣获美国 Microchip 公司“2003 年中国区最佳代理商”贝能科技有限公司 ([http://www. Burnon. com](http://www.Burnon.com))、国内最大的示波器生产企业江苏绿扬电子仪器集团有限公司 ([http://www. lvyang. com](http://www.lvyang.com))、仪器仪表生产企业上海思锐电子仪器有限公司 ([http://www. sirui-elec. com](http://www.sirui-elec.com)) 等单位广泛交流和多方位合作的产物——上述公司为我们的科研开发和实验教学提供了无私帮助。

上海交通大学朱仲英教授、黑龙江大学石广范教授、上海工程技术大学程武山教授审阅了《PIC 单片机原理及应用》的初稿,并提出了许多宝贵建议和修改方案。

在此,借本书的出版之际,对有关的人员和单位表示衷心的感谢!

本书由李荣正、陈学军主编。参加编写的还有王威、王力生、王伟、苏力、戴育良、张敏、侯国强、丁晨、杨晓毓、朱宇、陈文杰、黄烨晨、杜威、曹志刚、杨璟、梁湧、秦侃等。李荣正负责全书的策划和书稿组织工作,刘启中担任本书的主审工作。

作者真诚希望把正确、无误的前沿作品奉献给每一位读者,但由于学识所限,本书错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

与《PIC[®]单片机实验教程》配套有硬件实验开发系统 YB03-1,即“模块式、开放型 PIC 单片机实验系统”。该实验装置全面考虑学生的动手实践环节,给予充分发挥和创新的余地。其特色是:硬件设备配置较全,组合灵活方便。该实验系统已申报国家专利,由作者与江苏绿扬电子仪器集团有限公司合作研制,敬请读者留意。凡需要购买该实验装置的读者,可与作者直接联系(E-mail: lrz_2008@126.com);也可按如下方式联系:

通信地址:江苏省扬中市金星路 88 号,江苏绿扬电子仪器集团有限公司

邮 编:212200

电 话:0511-8356749

网 址:<http://www.lvyang.com>

E-mail: sale@lvyang.com

李荣正

2005 年 10 月

目 录

第一部分 PIC 单片机实验系统功能介绍

第 1 章 基本实验模块	3
1.1 显示模块	3
1.2 键盘模块	8
第 2 章 扩展实验模块	11
2.1 外扩展存储器模块	11
2.2 其他功能模块	13

第二部分 PIC 单片机基本系统实验

第 3 章 PIC 单片机基本功能实验	21
3.1 实验 1 输入/输出定义实验	21
3.2 实验 2 单双位变换显示实验	22
3.3 实验 3 软件延时自动计数实验	24
3.4 实验 4 霓虹灯显示实验	26
3.5 实验 5 交通信号灯控制实验	28
第 4 章 PIC 单片机显示接口实验	33
4.1 实验 6 动态数码自动计数显示实验	33
4.2 实验 7 动态数码加减计数显示实验	38
4.3 实验 8 高 4 位自动计数低 4 位手动计数显示实验	45
4.4 实验 9 手动增减连续 LED 计数显示实验	49
4.5 实验 10 点阵 0~9 数字流动显示实验	53
4.6 实验 11 增减计数液晶显示实验	61
4.7 实验 12 电平变化基本计数实验	71
4.8 实验 13 矩阵键盘静态检测实验	73

第 5 章 PIC 单片机 TMR0 定时实验	81
5.1 实验 14 TMR0 延时键控自动计数实验	81
5.2 实验 15 2 s 周期的脉冲波形输出实验	84
5.3 实验 16 键控调整 TMR0 延时实验	86
5.4 实验 17 TMR0 延时功能实现快慢速自动计数实验	90
 第三部分 PIC 单片机功能性实验	
第 6 章 PIC 单片机串行通信实验	96
6.1 实验 18 双键控双向数码流水测试实验	96
6.2 实验 19 双机同步 LED 自动快慢速计数显示实验	106
6.3 实验 20 总线式身份识别及信息交互实验	116
6.4 实验 21 智能终端 USART 通信实验	131
6.5 实验 22 双机通信键控状态同步显示实验	156
第 7 章 PIC 单片机 CCP 功能实验	169
7.1 实验 23 脉冲信号脉宽检测实验	169
7.2 实验 24 脉冲信号发生器实验	177
7.3 实验 25 50% 占空比下 PWM 正反转调速实验	193
第 8 章 PIC 单片机综合应用实验	205
8.1 实验 26 DS1302 实时时钟芯片应用实验	205
8.2 实验 27 在线可调时钟实验	218
8.3 实验 28 DS18B20 实时温度检测实验	231
8.4 实验 29 A/D 转换检测实验	242
8.5 实验 30 利用 PCF8591 实现 D/A 转换实验	251
8.6 实验 31 利用 PCF8591 实现 A/D 转换实验	258
 附录 PIC 单片机常用芯片引脚全功能图	266
参考文献	273

第一部分

PIC 单片机实验系统功能介绍

《PIC 单片机实验教程》是《PIC 单片机系列教程》中的一部分,可作为《PIC 单片机原理及应用》(第 2 版)教材配套实验内容。在《PIC 单片机实验教程》完稿之际,与其配套的 PIC 单片机实验开发系统,即模块式、开放型 PIC 单片机实验教学系统 YB03-1(以下简称 YB03-1 实验系统)也已委托生产厂家同步推出。本部分将重点介绍 YB03-1 实验系统的内部构造和线路设计原理,帮助同学们较快地熟悉和掌握本实验装置各模块的功能和线路的连接方法,为采用《PIC 单片机原理及应用》(第 2 版)作为教材的高等学校,提供一个可用于单片机教学实验的选择方案,实现在线程序设计和功能调试。

YB03-1 实验系统各模块的设置,主要是以 PIC 单片机内部功能特性为依据,并加入了一些很常用的外围接口器件,以便充分显示出 PIC 单片机独特的功能优势和模块特色。作者经过长期的教学训练,根据学生的学习特点,从培养实践应用技能和开发产品能力的基础出发,特别是积累了全国 PIC 单片机初、高级培训班和历届全国大学生电子设计竞赛培训的工作经验;同时,也是在吸收了国外 Microchip 公司同类产品的基础上,引入独特的设计思想,采用面向对象式解决方案,倡导开放型、设计型和综合型的实验理念,强调以学生为主体,在基本结构框架下,留给学生充分发挥的余地和创新的技术空间。YB03-1 实验系统,可以适应从 PIC 单片机基本验证性实验到开发拓展性、系统性实验,为学生开发应用和创新设计提供了一个多功能的实验平台。

基于本系统,各类工程技术人员可以轻松地构建各类实际应用系统,根据自己设计的线路,采用简单的接插连接方式,能够形成独特而又个性化的设计方案,无须再进行制版加工、线路焊接和排除故障。学员可以把更多的时间和精力用于系统的设计和软件开发,极大地提高工作效率。

YB03-1 实验系统,主要包括以下模块:各类显示模块、两种键盘模块、外扩展存储器模块、电机调试模块、定时功能模块、电平信号输入模块、基于 I²C 的 A/D 和 D/A 转换模块、RS-232 接口模块、内部串行通信模块、外借在线调试模块和其他功能模块等,图 0-1 为该实验系统实物面板图。

YB03-1 模块式 PIC 单片机实验系统内嵌有一个面向 PIC16F87X 单片机的仿真器模块,

既可以直接用于 PIC 单片机内部功能模块的在线调试,也可以承担本实验系统所配置各类外围接口模块的在线调试,同时还可以外借仿真器给其他用户,完成特定 PIC 单片机用户应用系统功能的开发和调试工作。

实验系统外围扩展模块采用开放式的结构,各外围部件仅仅将一些固定的电源线、接地线和特定选择线进行固定,而一般数据连接线和信号的控制线都采用标准接线柱对外开放,而用户却可以根据不同的实验内容和应用实例借助其标准接线头进行线路设计和连接。

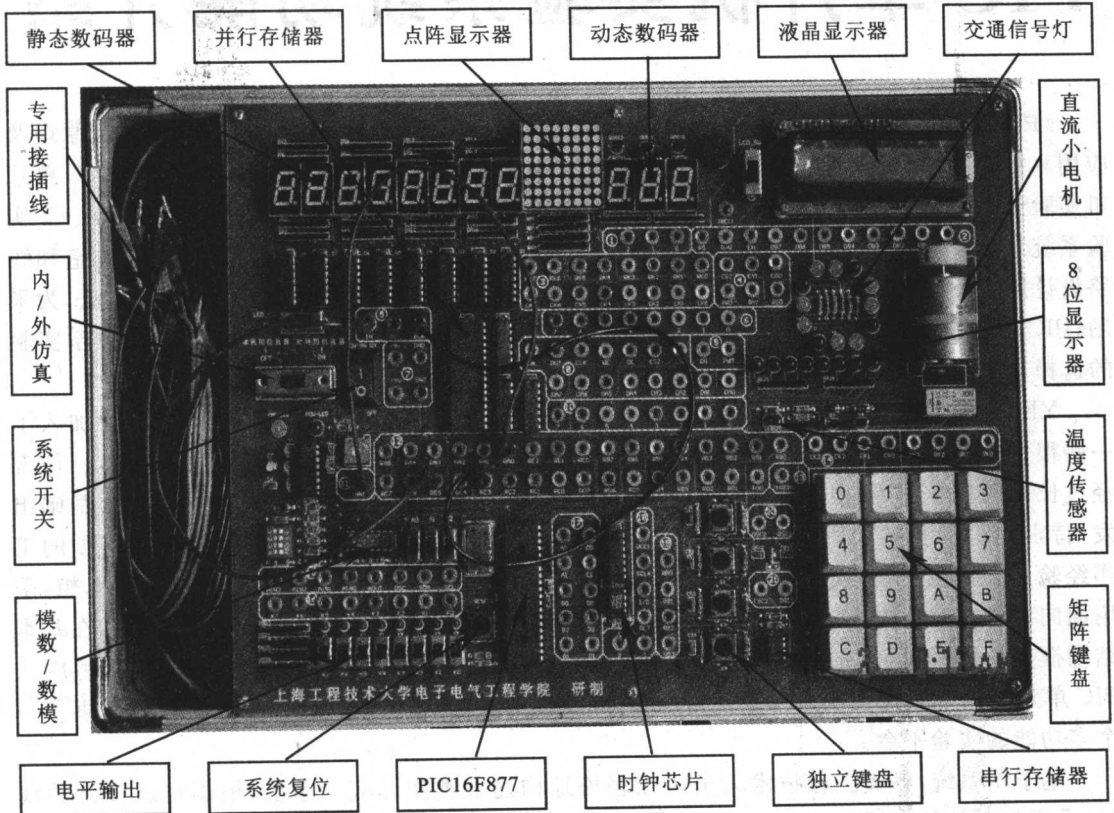


图 0-1 YB03-1 单片机实验系统

第 1 章 基本实验模块

为了能够完成 PIC 单片机基本指令系统的实验, YB03 - 1 实验系统组合有基本的显示和键盘功能模块, 通过这些模块, 可完成常规的验证性实验范例。

1.1 显示模块

YB03 - 1 实验系统组合有多种显示模块, 主要包括: 8 位 LED 基本发光二极管(红色)、双向交通灯模拟 LED 显示灯(红色、黄色、绿色)、8 位八段数码显示器(静态显示方式)、3 位八段数码显示器(动态显示方式)、16 位字符 LCD 液晶显示屏(带背光)、简易 8×8 点阵显示器等。通过这些模块的人机交互显示方式, 可使用户获取相关的调试和结果信息, 实现 PIC 单片机模块功能以及实验系统外围接口功能的在线调试和开发。

1. 8 位 LED 基本发光二极管

在 YB03 - 1 实验系统中, 8 位基本 LED 发光二极管是最普通但应用最广的一种显示模块。一般可用于基本指令程序的调试或特殊功能模块调试的信息输出窗口, 间接观察和评估应用程序的运行情况。本模块由 8 个常规的 LED 发光二极管组成, YB03 - 1 实验系统已经将这 8 个 LED 发光二极管连接成为开放型正逻辑点亮工作方式, 如图 1 - 1 所示。所谓正逻辑点亮, 指的是当输入引脚给予高电平时, LED 为接通(点亮)状态; 而如果为低电平, 则 LED 处于断开(不亮)状态。

本模块连接 8 个 LED 发光二极管, 主要用于 PIC 单片机特定 I/O 端口数字量输出的状态变化。PIC 单片机共有 5 组 I/O 端口, 根据教材的内容分析, 在这些端口应用中稍有不同。一般各个端口除设置基本的输入/输出功能以外, 还采用引脚功能复合的技术, 分配一些特别

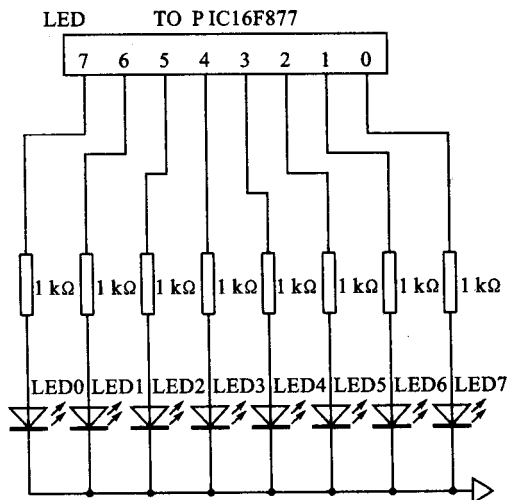


图 1 - 1 LED 发光二极管基本连接线路

的功能,例如:RA 常用于模拟量输入和 TMR0 外触发引脚;RB 常用于在线调试和连接独立键盘;RC 端口的功能最多,包括 3 类串行通信和核心 CCP 功能组合;RD 端口可用于并行数据传送;RE 端口配合 RD 实现并行数据传送和模拟量输入。如果当实验系统采用 MPLAB-IDE 集成开发环境进行在线调试时,须牺牲 RB 端口资源(主要是 RB 3、RB 6、RB 7),但仍可以提供实施脱机操作而重新解放这些引脚。根据 8 位数据线的特性和各类端口的功能分配,一般在程序调试中采用 RD 端口 RD 0~7 与 8 个发光二极管 LED 0~7 直接对应相连的方式。

8 个 LED 基本发光二极管模块,在学习 PIC 单片机软件指令的调试和功能分析的初期具有较广泛的应用价值。可以根据教学进度,承担一些基本的实验内容,包括:自动和手动计数显示、高低 4 位交变显示、单灯流动显示和跑马灯显示等。

特别地,在 4 MHz 时钟下,PIC16F877 单片机的指令周期为 1,所以,如果不加延时,8 个 LED 发光二极管的状态变化很难用肉眼分辨。因此,在两个状态之间必须加上一定时间的延时,才能保证视觉分辨,如采用 100 ms~1 s 特定时间的延时。

2. 双向交通灯模拟显示

为了提高学生的学习兴趣和,强化编程技巧和应用能力,YB03-1 实验系统设计了一个模拟路口交通信号的交通灯模块。12 只 LED 发光二极管构成 1 组 4 方向红绿灯,分别代表交通路口 4 个方向的车行控制信号灯。红绿灯模块的接线方式和 8 个 LED 发光二极管连接相同,均采用开放型正逻辑点亮工作方式,如图 1-2 所示。

交通灯模块可以进行两类实际应用实验:时序交通灯车辆放停控制方式和圆周流水灯循环控制。上述应用程序设计,根据时序的调整和定时功能设置进行顺序控制,定时的长短能够通过独立式键盘进行调整和分配,其目的在于为学员提供一个编程环境。

3. 8 位八段数码静态显示器

八段数码显示器是一种最为常见的数字或特殊字母输出模块,一般可以采用动态或静态两种驱动方式。为了提高学生的设计能力,YB03-1 实验系统同时配置了这两类驱动方式。

8 位八段数码静态显示器适用于一般场合,其目的是解放和节约单片机 CPU 的工作时间。有多种方法可以构成静态多位八段数码显示器。数据信息的传送既

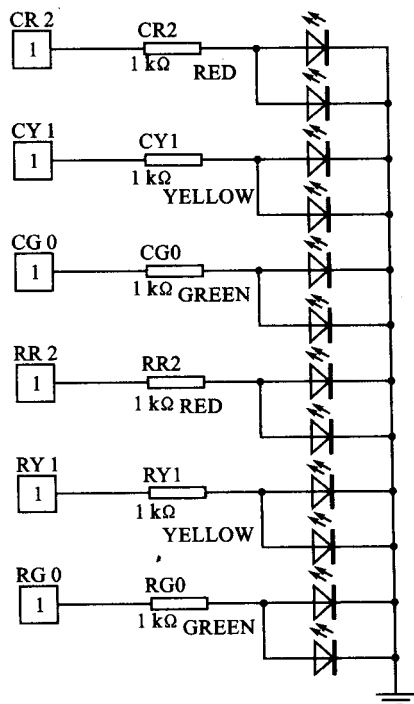


图 1-2 双向交通灯连接线路

可以采用 74LS244、74LS373 选通驱动,也可以通过 SPI 串行通信经过 74LS164 移位实现数据的同步驱动。后者是一种比较典型的静态显示方式,所用到的硬件比较简单,而且数据传送也比较方便, YB03-1 实验系统即采用这类静态驱动方式。其优势在于当其数据没有发生变化时,不必进行数据信息的刷新,可以有效地节约计算机的工作周期,在实时控制中很有必要。8 位八段数码静态显示器接线方式如图 1-3 所示。

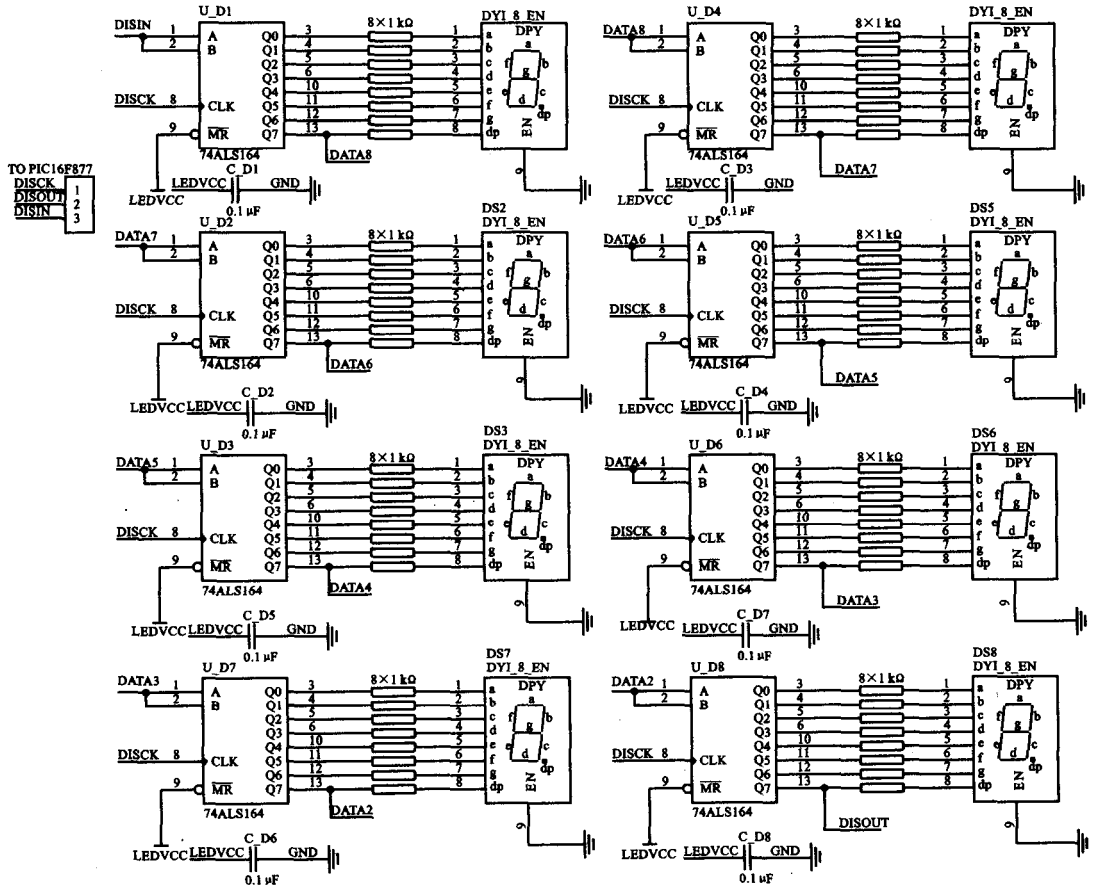


图 1-3 8 位八段数码静态显示器连接线路

由于采用的是静态驱动,在程序设计中通常使用 8 个通用寄存器与 8 位八段数码显示器显示的内容对应。本书采用与《PIC 单片机原理及应用》一书统一的约定,从低位到高位分别定义为数据存储器 60 H~67 H,此类数据单元被称为显示缓冲区。每个八段数码显示器须有一个数据存储器与之对应,用来存放当前显示的数据。如果需要改变静态显示的内容,只须改变数据存储器对应的单元内容,之后再再进行例行刷新。