

高等学校规划教材

工程应用型院校计算机系列教材

安徽省高等学校“十二五”规划教材
安徽省高等学校计算机教育研究会推荐用书

总主编 胡学钢



单片机实验及实训

DANPIANJI SHIYAN JI SHIXUN

主编 刘乐群 黄大君



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

单片机实验及实训

总主编 胡学钢

主 编 刘乐群 黄大君



北京师范大学出版集团

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP

安徽大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机实验及实训/刘乐群,黄大君主编.合肥:安徽大学出版社,2016.5

工程应用型院校计算机系列教材

ISBN 978-7-5664-1063-4

I. ①单… II. ①刘… ②黄… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 040665 号

单片机实验及实训

刘乐群 黄大君 主 编

出版发行: 北京师范大学出版集团
安 徽 大 学 出 版 社
(安徽省合肥市肥西路3号 邮编 230039)
www.bnupg.com.cn
www.ahupress.com.cn

印 刷: 合肥现代印务有限公司
经 销: 全国新华书店
开 本: 184mm×260mm
印 张: 12
字 数: 292 千字
版 次: 2016 年 5 月第 1 版
印 次: 2016 年 5 月第 1 次印刷
定 价: 26.00 元
ISBN 978-7-5664-1063-4

策划编辑:李 梅 蒋 芳
责任编辑:蒋 芳
责任校对:程中业

装帧设计:李 军
美术编辑:李 军
责任印制:李 军

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话:0551—65106311

外埠邮购电话:0551—65107716

本书如有印装质量问题,请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话:0551—65106311

编写说明

计算机科学与技术的迅速发展,促进了许多相关学科领域以及应用分支的发展,同时也带动了各种技术和方法、系统与环境、产品以及思维方式等的发展。由此而进一步激发了对各种不同类型人才的需求。按照教育部计算机科学与技术专业教学指导委员会的研究报告来分,学校培养的人才类型可以分为科学型、工程型和应用型三类,其中科学型人才重在基础理论、技术和方法等的创新;工程型人才以开发实现预定功能要求的系统为主要目标;应用型人才以系统集成为主要途径实现特定功能的需求。

虽然这些不同类型人才的培养有许多共同之处,但是因不同类型人才的就业岗位所需要的责任意识、专业知识能力与素质、人文素养、治学态度、国际化程度等方面存在一定的差异,因而培养目标、培养模式等方面也存在不同。对大多数高校来说,很难兼顾各类人才的培养。因此,合理定位培养目标是确保教学目标和人才培养质量的关键。

由于当前社会领域从事工程开发和应用的岗位数量远远超过从事科学人才的数量,结合当前绝大多数高校的办学现状,安徽省高等学校计算机教育研究会在和多所高校专业负责人以及来自企业的专家反复研究和论证的基础上,形成了以培养工程应用型人才为主的安徽省高等学校计算机类专业的培养目标,并组织研讨组共同探索相关问题,共同建设相关教学资源,共享研究和建设成果,为全面推动安徽省高等学校计算机教育教学水平做出积极的贡献。北京师范大学出版集团安徽大学出版社积极支持安徽省高等学校计算机教育研究会的工作,成立了编委会,组织策划并出版了该套工程应用型计算机系列教材。

为了做好教材的出版工作,编委会在许多方面都采取了积极的措施:

编委会组成的多元化:编委会不仅有来自高校的教育领域的资深教师和专家,而且还有从事工程开发、应用技术的资深专家,从而为教材内容的重组提供更为有力的支持。

教学资源建设的针对性:教材以及教学资源建设的目标就是要突出体现“学以致用”的原则,减少“学不好,用不上”的空泛内容,增加其应用案例,尤其是增设涵盖更多知识点和应用能力的系统性、综合性的案例,以培养学生系统解决问题的能力,进而激发其学习兴趣。

建设过程的规范性:编委会对整体的框架建设、对每本教材和资源的建设都采取汇报、交流和研讨的方式,以听取多方意见和建议;每本书的编写组也都进行反复的讨论和修订,努力提高教材和教学资源的质量。

如果我们的工作能对安徽省高等学校计算机类专业人才的培养做出贡献,那将是我们的荣幸。真诚欢迎有共同志向的高校、企业专家提出宝贵意见和建议,更期待你们参与我们的工作。

胡学钢

2015年6月10日于合肥

编委会名单

主 任 胡学钢(合肥工业大学)

委 员 (以姓氏笔画为序)

王 浩(合肥工业大学)

王一宾(安庆师范学院)

叶明全(皖南医学院)

孙 力(安徽农业大学)

刘仁金(皖西学院)

朱昌杰(淮北师范大学)

沈 杰(合肥炜煌电子有限公司)

李 鸿(宿州学院)

陈 磊(淮南师范学院)

陈桂林(滁州学院)

张先宜(合肥工业大学)

张润梅(安徽建筑大学)

张燕平(安徽大学)

金庆江(合肥文康科技有限公司)

周国祥(合肥工业大学)

周鸣争(安徽工程大学)

宗 瑜(皖西学院)

郑尚志(巢湖学院)

钟志水(铜陵学院)

姚志峰(蓝盾信息安全技术股份有限公司)

郭有强(蚌埠学院)

黄 勇(安徽科技学院)

黄海生(池州学院)

潘地林(安徽理工大学)

前 言

本书是为高等学校理工科本(专)科的 51 系列单片机原理及接口技术的实践部分教学编写的。全书内容共分 4 部分:第 1 部分介绍基础试验平台;第 2 部分根据教学知识点设计基础实验,包含流水灯控制、中断系统、定时/计数器、串口通信、输入接口识别、矩阵键盘检测、输出接口及 A/D 转换、D/A 转换等应用实验;第 3 部分分别提供了一些基于 STAR ES598PCI 实验仪和 Proteus 软件仿真平台的综合设计实验,Proteus 仿真实验是为了方便同学在没有单片机实验仪情况下进行单片机电路仿真、PCB 设计和虚拟模型仿真;第 4 部分为拓展实验,提供了一些不同芯片在硬件平台上的拓展应用开发实验,供各种创新兴趣小组学习参考,为以后从事单片机及其他嵌入式开发工作奠定基础。

本书可作为高等学校计算机类、电子类、通信类专业学生、自学者实验教学及课程设计用书,还可作为从事单片机系统及其接口技术的工程技术人员参考书。

本书第 1 章和第 4 章由刘乐群编写,第 2 章和第 3 章由黄大君编写,全书由刘乐群统稿并审核。

书中如有错误及疏漏之处敬请读者批评指正,并请于作者联系(联系邮箱:dajunhuang@hfnu.edu.cn)。

目 录

第 1 章 课程概述	1
1.1 课程性质	1
1.2 教学目标与任务	1
1.3 教学内容	2
1.4 教材简介	2
第 2 章 实验平台	3
2.1 实验仪配置方案	3
2.2 实验仪功能	3
第 3 章 基础实验	6
实验 1 流水灯实验	6
实验 2 中断实验	10
实验 3 串行口实验	14
实验 4 定时器/计数器实验	25
实验 5 输入接口实验	30
实验 6 输出接口实验	34
实验 7 综合设计实验(定时器、中断综合实验——电子钟)	47
实验 8 PWM 实验	87
实验 9 8255 控制交通灯实验	90
实验 10 8155 输入、输出、SRAM 实验	92
实验 11 8279 键盘显示实验	94
实验 12 并行 DA 实验	97
实验 13 并行 AD 实验(数字电压表实验)	99
实验 14 红外通信实验	102
实验 15 X5045 串行 EEPROM 读写实验	104
实验 16 串行 EEPROM 93C46 实验	111

第4章 拓展实验	118
实验1 简易电子琴实验	118
实验2 LED 16×16 点阵实验	121
实验3 I ² C 总线串行 EEPROM 24C02A 实验	127
实验4 电子钟(PCF8563(I ² C 总线)、128×64 液晶)	133
实验5 电子钟(CLOCK)	139
实验6 数字式温度计实验(18B20、ZLG7290)	140
实验7 步进电机实验	145
实验8 直流电机测速实验	150
实验9 ISD1420 语音模块实验	155
实验10 CAN 通信实验	159
实验11 USB 2.0 通信实验	165
实验12 触摸屏实验(ADS7843、12864C)	167
实验13 GPS 定位实验	174
实验14 GPRS 通信实验	177
实验15 非接触式卡实验	181

第1章 课程概述

1.1 课程性质

“单片机原理及应用”是计算机、电子、通信类专业教学中的一门重要的专业实践课。本课程的教学目的是帮助学习者进一步掌握和使用单片微控制器,使学生学会掌握单片机技术在工业控制、经济建设和日常生活中的应用和创新,提高学习者的工程应用能力和创新能力。本课程的先修课程有:模拟电子技术、数字电路、C语言与程序设计、汇编语言、微机原理与接口。

本着加强专业理论技术应用、拓宽专业口径、注重实践性环节、提高素质教育的教学理念,希望通过本书的学习实践,培养学生探索、创新思维和分析解决问题的能力,拓展创新应用能力。

1.2 教学目标与任务

1. 总体目标

使学生掌握 51 单片机的内部结构、工作原理、编程技术等有关基础知识和能力,学会 51 单片机在不同领域里的开发、应用。通过实践训练,加深学生对 51 系列单片机的理论知识的理解,掌握一定单片机及其接口技术的应用,培养学生动手能力和独立解决问题的能力。

2. 具体目标

①了解“单片机原理及应用”这门课程的性质、地位和应用领域,了解其在市场上的应用现状及该学科未来的发展方向。

②掌握单片机内部的结构、组成,理解单片机存储器体系结构。

③掌握单片机指令系统及使用。

④掌握基本的编程技术,学会编程和调试。

⑤掌握中断系统的工作原理及应用。

⑥掌握定时器的工作原理及应用。

⑦掌握单片机串行接口技术的原理及应用。

⑧理解单片机存储器扩展技术,学会设计存储器扩展电路。

⑨掌握外围设备与单片机接口技术的工作原理及应用。

⑩掌握单片机多种应用系统设计与开发。

3. 教学任务

培养微处理器和单片微处理器的基本知识、基本理论和基本技能,通过具体项目实验加深对 51 系列单片机基本原理的理解,掌握 51 单片机的中断系统、指令系统与程序设计、定时计数器、串口通信、输入输出接口、应用系统开发等,培养分析问题、解决问题、综合运用所学知识分析处理工程实际问题的能力,提高工程应用素质、创新素质。

1.3 教学内容

教学内容包括理论教学内容和实践教学内容两部分。

表 1-1 教学内容

理论教学内容
单片机概论
单片机的硬件结构
指令系统与程序设计
中断系统与定时计数器
串行通信口
扩展 I/O 接口设计与扩展存储器设计
键盘、显示器等接口设计
应用系统设计与开发

实践教学内容
流水灯实验
中断实验
定时器/计数器实验
串行口实验
输入接口实验
输出接口实验
综合设计实验

1.4 教材简介

为便于不同专业、不同层次的学习者使用,本书分为硬件平台实验和软件仿真实验两部分,硬件平台实验基于 STAR ES598PCI 实验仪设计,适用于拥有该设备使用者学习使用,仿真实验是基于 Proteus 仿真平台设计的,适用于没有专用硬件平台或其他自学者学习使用。每个实验项目和知识点都配有一个调试好的实验程序,并设计了若干课后练习思考题供学习者课前预习、课后提高练习。此外本书针对不同层次、不同专业的学习者还提供了部分基于 Proteus 仿真平台设计和基于 STAR ES598PCI 实验仪上设计开发的综合设计性试验。

第2章 实验平台

本书所使用的硬件平台是 STAR ES598PCI 实验仪。每个知识模块提供若干实验项目和实验练习题,满足各高等院校进行单片机课程的开放式实验教学;也可以让参加电子竞赛的学生熟悉各种类型的接口芯片,做各种实时控制实验,轻松面对电子竞赛,完成毕业设计;还可以让刚参加工作的电子工程师迅速成为高手。STAR ES598PCI 还提供实验仪与微机同步演示功能,方便实验室教师的教学、演示。

2.1 实验仪配置方案

STAR ES598PCI 实验仪有 3 种配置方案:

①实验仪主机、仿真模块(不含逻辑分析仪功能、实时跟踪仪功能)。(较低配置)

②实验仪主机、仿真模块(带有逻辑分析仪功能、实时跟踪仪功能)。(中等配置)

逻辑分析仪功能:通过观察采样到的波形,可以让学生了解 CPU 执行指令的完整过程,加深对波形图的认识。

实时跟踪仪功能:记录程序运行轨迹。

③实验仪主机带有自动下载功能,可以另外配置各种仿真器。(高配、使用灵活、适合电子竞赛)

2.2 实验仪功能

2.2.1 软件系统

①完全支持 Keil,支持在 uVision2、uVision3 中使用实验仪。

②提供星研集成环境软件,2004 年它已被认定为高新技术成果转化项目。

- 集编辑器、项目管理、启动编译、连接、错误定位、下载、调试于一体,多种实验仪、仿真器、多类型 CPU 仿真全部集成在一个环境下,操作方法完全一样。

- 完全 VC++ 风格。支持 C、PL/M、宏汇编,同时支持 Keil 公司的 C51、Franklin 公司的 C51、IAR/Archimedes 公司的 C51、Intel C96、Tasking 的 C196、Borland 的 Turbo C。

- 支持 ASM(汇编)、C、PLM 语言,多种语言多模块混合调试,文件长度无限制。

- 支持 BIN、HEX、OMF、AUBROF 等文件格式。可以直接转载 ABS、OMF 文件。

- 支持所有数据类型观察和修改。自动收集变量于变量窗(自动、局部、模块、全局)。

- 无须点击的感应式鼠标提示功能。

- 功能强大的项目管理功能,含有调试该项目有关的仿真器或仿真模块、所有相关文件、编译软件、编译连接控制项等所有的硬软件信息,下次打开该项目,无须设置,即可调试。

- 支持 USB、并口、串口通信。

- 提供模拟调试器。
- 符合编程语言语法的彩色文本显示,所有窗口的字体、大小、颜色可以随意设置。

③提供五十多种实验的汇编、C51 版本的源文件。提供一个库文件,如果学生上机时间有限,只须编写最主要的程序,其他调用库文件即可。

实验仪可提供以下软件实验:十进制数加法、十进制数减法、双字节 BCD 码乘法、双字节二进制数转十进制数、数据传送、冒泡排序、二分查找法、散转、电子钟、频率计等。

2.2.2 硬件系统

1. 传统实验

74HC244、74HC273 扩展简单的 I/O 口;蜂鸣器驱动电路;74HC138 译码;74HC164 串并转换;74HC165 并串转换实验;RS232 和 RS485 接口电路;8155、8255 扩展实验;8253 定时、分频实验;128×64 液晶点阵显示模块;16×16LED 点阵显示模块;键盘 LED 控制器 8279,并配置了 8 位 LED、4×4 键盘;32K 数据 RAM 读写,使用 C51 编制较大实验;并行 AD 实验;并行 DA 实验;直流电机控制;步进电机控制;PWM 脉宽调制输出接口;继电器控制实验;逻辑笔;打印机实验;电子琴实验;通过 74HC4040 分频得到十多种频率信号;提供 8 个拨码盘、8 个发光二极管、8 个独立按键;单脉冲输出。

STAR ES598PCI 特有功能:8250 串行通讯实验;8251 串行通讯实验。

STAR ES598PA 特有功能:主板允许 P0、P2 口作 I/O 口线使用;普通光耦实验、高速光耦实验;8155 键盘 LED 实验(共有三种键盘 LED 控制方式)。

2. 拓展实验

录音、放音模块实验;光敏实验;压力传感器实验;频率计实验;接触式 IC 卡读写实验;非接触式 IC 卡读写实验(扩展模块)、触摸屏实验(扩展模块)、NAND FLASH 实验(扩展模块)。

3. 串行接口实验

- ①一线:DALLAS 公司的 DS18B20 测温实验。
- ②I²C:实时钟 PCF8563、串行 EEPROM 24C02A、键盘 LED 控制器实验。
- ③SPI:串行 D/A、串行 A/D 实验、串行 EEPROM 及看门狗 X5045。
- ④Microwire 总线的串行 EEPROM;AT93C46。
- ⑤红外通信实验。
- ⑥CAN:CAN 2.0(扩展模块)。
- ⑦USB:USB 1.1、USB 2.0、USB 主控(扩展模块)。
- ⑧以太网:10M 以太网模块(扩展模块)。
- ⑨蓝牙:(扩展模块)。

4. 闭环控制

- ①门禁系统实验。
- ②光敏实验或压力传感器实验。
- ③旋转图形展现实验。
- ④RTX-51 Real-Time OS。

⑤直流电机转速测量,使用光电开关或霍尔器件测量电机转速。

⑥直流电机转速控制,使用光电开关或霍尔器件精确控制电机转速。

⑦数字式温度控制,通过该实验能够认识控制在实际中的应用。

5. 实验扩展区,提供扩展实验接口,用户可自行设计实验

可以提供 USB1.1、USB2.0、USB 主控、10M 以太网接口的 TCP/IP 实验模块、CAN 总线、非接触式 IC 卡、触摸屏模块、GPS、GPRS、双通道虚拟示波器、虚拟仪器、读写优盘、CPLD、FPGA 模块。

6. EDA-CPLD、FPGA 可编程逻辑实验

逻辑门电路:与门、或门、非门、异或门、锁存器、触发器、缓冲器等;半加器、全加器、比较器、二十进制计数器、分频器、移位寄存器、译码器;常用 74 系列芯片、接口芯片实验;8 段数码块显示实验;16×16 点阵式 LED 显示实验;串行通信收发;I²C 总线等。

提供汇编语言及 C51 语言编写的实验范例。

7. 单片机引脚说明

JP45:地址线 A0..A7。

JP48、JP50:CPU 的 P0 口,它只能作地址/数据总线使用,不能做 I/O 口使用。

JP51、JP55:CPU 的 P1 口。

JP59:CPU 的 P2,它可作地址线 A8..A15 使用。

JP61、JP64:CPU 的 P3 口,P3.7、P3.6 作读、写信号线用。

JP66:相当于一个 CPU 座,使用 40 芯扁线与用户板相连,可仿真 P0、P2 口作地址/数据使用的 CPU。

第3章 基础实验

本章将结合实验仪的所有单元电路(包括标准配置和可选各种模块)向使用者逐一介绍各个实验,由浅入深,从最基础的实验开始,直到学会使用当今流行的各种单片机外围电路,开发有一定深度的单片机项目,硬件实验分为基础实验和综合实验两部分。读者也可以根据自己的理解、需要,将各个单元电路自行组合而成具有实际意义的复杂单片机控制电路,在设计电路板前,在实验仪上作一认证。

实验1 流水灯实验

一、实验目的

1. 安装及使用星研集成环境软件或熟悉 Keil C51 集成环境软件的使用方法。
2. 熟悉 MCS51 汇编指令,能自己编写简单的程序,控制硬件。

二、实验设备

STAR 系列实验仪一套、PC 机一台。

三、实验内容

1. 熟悉星研集成环境软件或熟悉 Keil C51 集成环境软件。
2. 按照接线图编写程序:使用 P2 口控制 G6 区的 8 个指示灯,循环点亮,瞬间只有一个灯亮。
3. 观察实验结果,验证程序是否正确。

四、实验原理图

流水灯实验原理图见图 3-1。


```

{
    P1=0xfe;
    while(1)
    {
        P1=_crol_(P1,1);
        delay();
    }
}

```

七、实验扩展及思考

Delay 是一个延时子程序,改变延时常数,使用全速运行命令,显示发生的变化。

流水灯的仿真实验

一、实验目的

按照下图连接单片机电路图,P3 口连接 8 个 LED 发光二极管,设计一个 8 位二进制加法器,完成从 00000000 到 11111111 的计数,试编写程序让 8 个 LED 灯实现加法器显示。

要求:

1. 灯亮表示 1,灯灭表示 0,实现从 00000000~11111111 的加法过程。
2. 开始计数前全灭全亮闪烁两次,结束计数时闪烁两次全灭。
3. 要有延时子程序、闪烁子程序。

二、实验原理图

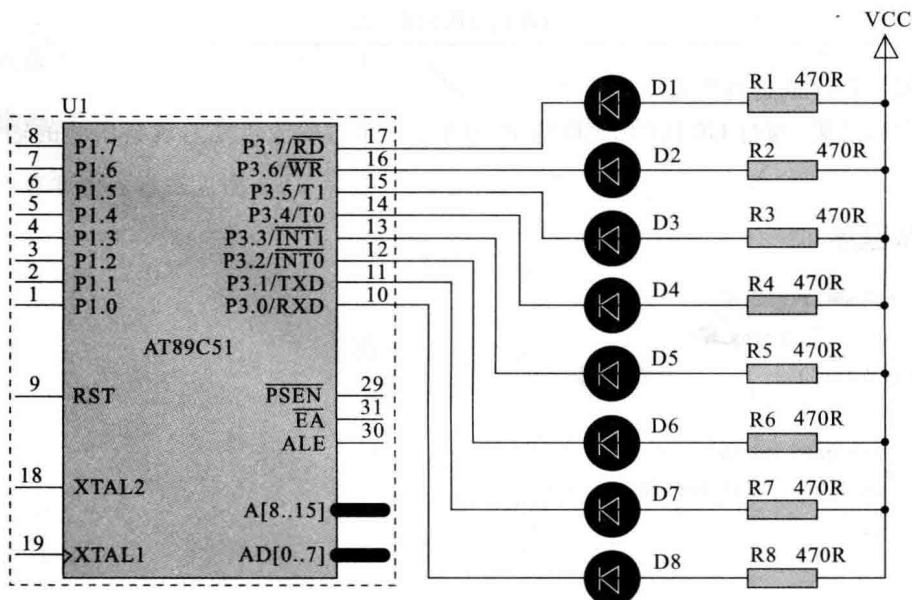


图 3-2 流水灯仿真实验原理图

三、参考实验程序

```
#include<reg51.h>    //包含单片机寄存器的头文件
/*****功能:延时函数*****/
void delay(void)
{
    unsigned int i,j;
    for(i=0;i<20000;i++)
        for(j=0;j<200;j++)
            { ; }
}

void flash(void)
{
    P0=0xff;
    delay();
    P0=0x00;
    delay();
    P0=0xff;
    delay();
    P0=0x00;
    delay();
    delay();
}

/*****主函数*****/
void main(void)
{
    flash();
    unsigned char i;
    while(i<=0xff)    //注意 i 的值不能超过 255
    {
        P0=i;        //将 i 的值送 P0 口
        i++;
        delay();      //调用延时函数
    }
    flash();
}
```

四、实验思考题

1. 修改程序使 LED 灯为 D1、D8 灯亮——D2、D7 灯亮——D3、D6 灯亮——D4、D5 灯亮,再将 LED 灯亮的顺序倒过来,即 D4、D5 灯亮——D3、D6 灯亮——D2、D7 灯亮——D1、D8 灯亮,连续运行。
2. 自行设计一个节日彩灯。