

普通高校“十三五”规划教材

总主编◎陈得宝

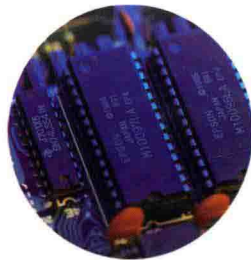
电子信息类专业实验教程 计算机控制分册

(第2版)

主 编◎李 峥

副主编◎蓝 澜

马清峰



中国科学技术大学出版社

通高校“十三五”规划教材

电子信息类专业实验教程

计算机控制分册

(第2版)

总 主 编	陈得宝		
主 编	李 峥		
副 主 编	蓝 澜	马清峰	
编 委	李 峥	蓝 澜	韦民红
	陈得宝	苗曙光	侯俊钦
	方振国	马清峰	

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书是电子信息类专业的实验教材,主要介绍了单片机原理及应用、计算机原理及应用、自动控制原理、DSP 技术、FPGA 的应用、电子测量与仪器等课程的相关实验。既有验证性实验,也有设计性实验和综合性实验。实验附有实验目的、实验设备、实验内容、实验原理、实验步骤、实验报告和思考题等内容。多数学生通过自学即可完成实验,也可以利用仿真软件进行实验仿真。通过本书的学习,学生可掌握计算机控制方面课程的实际基本操作、常用仪器仪表的使用以及电子电路的调试方法,提高动手能力和综合实践能力。

本书适合作为高等院校计算机控制课程的实验教材,也可供相关专业读者学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子信息类专业实验教程. 计算机控制分册/李峥主编. —2 版. —合肥:中国科学技术大学出版社,2018. 2

ISBN 978-7-312-04385-7

I. 电… II. 李… III. ① 电子信息—实验—高等学校—教材 ② 计算机控制—实验—高等学校—教材 IV. ① G203-33 ② TP273-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 017723 号

出版 中国科学技术大学出版社

安徽省合肥市金寨路 96 号,230026

<http://press.ustc.edu.cn>

<https://zgkxjdsdxcbs.tmall.com>

印刷 安徽省瑞隆印务有限公司

发行 中国科学技术大学出版社

经销 全国新华书店

开本 710 mm×1000 mm 1/16

印张 11.75

字数 230 千

版次 2014 年 8 月第 1 版 2018 年 2 月第 2 版

印次 2018 年 2 月第 2 次印刷

定价 30.00 元

前 言

实验是教学中的一个重要环节,其作用是帮助学生巩固和加深课堂教学内容,提高实际操作技能,培养科学作风,为学习后续课程和从事实践技术工作奠定基础。为满足高等院校培养应用型人才和教学改革不断深入的需要,我们在多年教学实践和教学改革的基础上,编写了这本电子信息类专业的实验指导书。

本书为实验教学类用书,是工科“电子信息类计算机控制”系列课程的实验指导书,实验教材的内容涉及单片机原理及应用、微机原理及应用、自动控制原理、DSP 技术、FPGA 应用,以及电子测量与仪器,共选编实验项目 38 个。所有实验项目均配有相应的软件仿真,便于学生预习实验,以更好地掌握相关知识。

本书编写力求理论联系实际,使学生能受到计算机控制课程的基本技能训练,以培养学生分析问题和解决问题的能力。本书由淮北师范大学物理与电子信息学院电子信息系组织编写,其中“单片机原理及应用实验”由李峥编写,“微型计算机原理及应用实验”由蓝澜、李峥编写,“自动控制原理实验”由韦民红、陈得宝编写,“DSP 技术实验”由苗曙光编写,“FPGA 的应用实验”侯俊钦、方振国编写,“电子测量与仪器实验”由马清峰编写,全书由李峥统稿并担任主编。

限于时间和编写水平,书中难免存在不妥之处,恳请专家读者批评指正。

编 者

2017 年 9 月

目 录

前言	(i)
第一章 单片机原理及应用实验	(1)
实验一 流水灯	(3)
实验二 交通灯控制	(6)
实验三 外部中断	(8)
实验四 定时器	(11)
实验五 模/数转换	(15)
第二章 微型计算机原理及应用实验	(19)
实验一 简单的程序设计	(20)
实验二 分支程序设计	(22)
实验三 循环程序的设计	(24)
实验四 子程序的设计	(26)
实验五 查表程序设计	(28)
实验六 系统功能调用	(30)
实验七 简单 I/O 口扩展	(32)
实验八 8255 并口	(35)
实验九 8253 定时/计数器	(38)
实验十 8259 中断	(40)
实验十一 模/数转换	(43)
实验十二 数/模转换	(46)
第三章 自动控制原理实验	(49)
实验一 二阶系统的阶跃响应及稳定性分析	(50)
实验二 PID 控制器的动态性能	(55)
实验三 典型环节频率特性的测试	(63)
实验四 控制系统的动态校正	(68)

实验五 信号的采样与恢复	(74)
实验六 典型非线性环节的电路模拟	(78)
 第四章 DSP 技术实验	(85)
实验一 DSP 开发环境 CCS 的使用	(86)
实验二 常用汇编指令练习	(92)
实验三 中断	(94)
 第五章 FPGA 的应用实验	(98)
实验一 基本组合电路设计	(98)
实验二 基本时序电路设计	(111)
实验三 含异步清零和同步时钟使能的加法计数器设计	(116)
实验四 用原理图输入法设计八位全加器	(126)
实验五 正弦信号发生器设计	(131)
实验六 多过程结构状态机 A/D 采样控制电路实现	(143)
实验七 七段数码显示译码器设计	(151)
实验八 数控分频器的设计	(153)
 第六章 电子测量与仪器实验	(156)
实验一 温度测量	(157)
实验二 红绿灯系统	(160)
实验三 电机调速与测速	(164)
实验四 信号源发生器	(167)
 参考文献	(171)
 附图 第五章实验电路结构图	(172)
 附表 GW48CK/PK ₂ /PK ₃ /PK ₄ 系统万能接插口与结构图信号/与芯片引脚	(178)

第一章 单片机原理及应用实验

一、课程简介

“单片机原理及应用”是一门实践性较强的课程,学好的关键在于动手。只要认真学好理论课程并且亲自动手编程、做实验,就会取得较大的收获。单片机实验对提高学生学习单片机及相关知识的积极性起到了良好的作用,本章在编写上突出实践教学的特点,在注重提高学生兴趣的同时,也注重提高学生的实践动手能力。

二、单片机原理实验箱平台简述

ZY11201D 单片机原理实验箱是湖北众友科技实业股份有限公司生产的单片机实验系统。该实验箱配置的硬件资源多,内置仿真器通过串口可直接与 PC 机相连,也可直接与其他各类 MCS-51 的仿真器相连组成开发的目标系统,用户可根据自己的需要安排实验内容。ZY11201D 实验箱的逻辑结构图如图 1.1 所示。

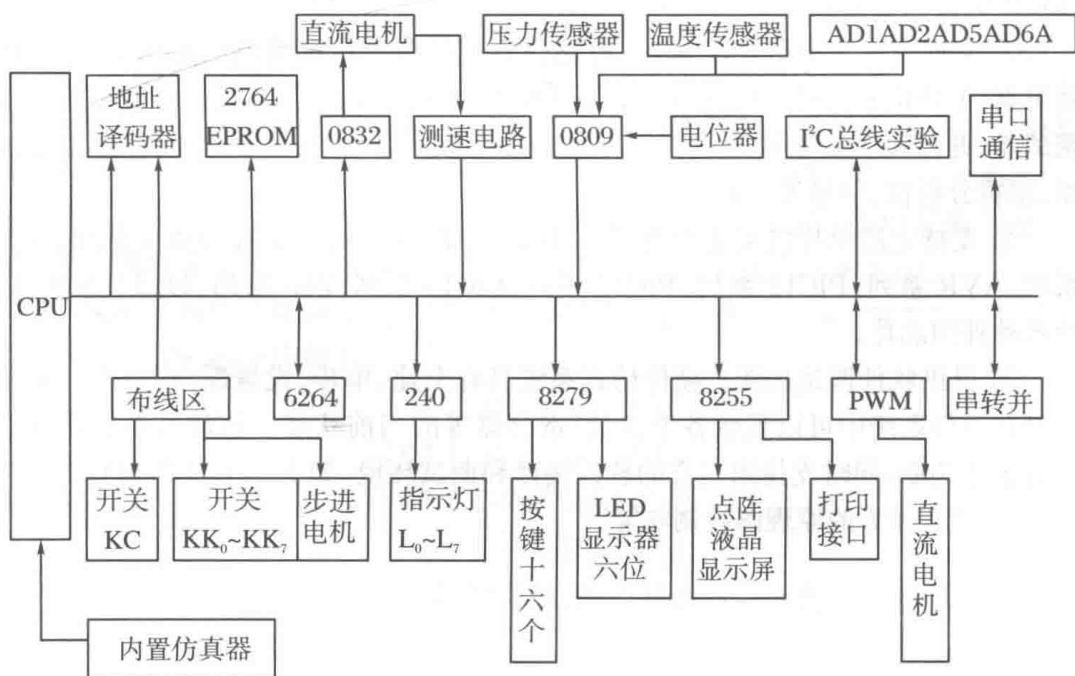


图 1.1 ZY11201D 实验箱的逻辑结构图

三、编程软件 Keil C51 简介

Keil C51 是美国 Keil Software 公司出品的 51 系列兼容单片机语言软件开发系统,是目前使用广泛的单片机开发软件,它集源程序编辑和程序调试于一体,支持汇编语言、C 语言和 PL/M 语言。

Keil C51 软件提供了丰富的库函数,功能强大的集成开发调试工具,以及全新的 Windows 界面。

该软件操作步骤如下:

- ① 建立一个工程项目,选择芯片,确定选项。
- ② 建立 C 语言源文件或汇编语言源文件。
- ③ 用项目管理器生成(编译)各种应用文件。
- ④ 检查并修改源文件中的错误。
- ⑤ 编译连接通过后进行软件模拟仿真。
- ⑥ 编译连接通过后进行硬件仿真。

四、Proteus 仿真软件简介

Proteus 是英国 Labcenter 公司开发的电路分析与实物仿真软件。它不仅具有其他电子设计自动化(EDA)工具软件的仿真功能,还能仿真单片机及外围器件。该软件的特点如下:

① 实现了单片机仿真和 Spice 电路仿真相结合。具有模拟电路仿真、数字电路仿真、单片机及其外围电路组成的系统仿真、RS232 动态仿真及 I²C 调试器、SPI 调试器、键盘和液晶显示屏(LCD)系统仿真的功能;提供了多种虚拟仪器,如示波器、逻辑分析仪、信号发生器等。

② 支持主流单片机系统的仿真。目前支持的单片机类型有 68000 系列、8051 系列、AVR 系列、PIC12 系列、PIC16 系列、PIC18 系列、Z80 系列、HC11 系列,以及各种外围芯片。

③ 提供软件调试功能。硬件仿真系统具有全速、单步、设置断点等调试功能,同时在硬件系统中可以观察各个变量、寄存器等的当前状态。该软件仿真系统也具有这些功能,同时支持第三方的软件编译和调试环境,如 Keil C51 等软件。

④ 具有强大的原理图绘制功能。

实验一 流水灯

一、实验目的

- ① 学习 P_1 口的使用方法。
- ② 学习循环程序、子程序的编写和使用。

二、实验设备

PC 机, 单片机原理实验箱。

三、实验内容

P_1 口作输出口, 接八只发光二极管, 编写程序使发光二极管循环点亮, 每次点亮时间为 1 s。各发光二极管的阳极通过保护电阻接到 +5 V 的电源上, 阴极接到输入端上, 因此要想使其点亮应使相应输入端为低电平。

四、实验原理

P_1 口为准双向口, 它的每一位都能被独立地定义为输入位或输出位。作输入位时, 必须向锁存器相应位写入 1。51 系列单片机中所有口的锁存器在复位时均置为 1, 如果后来在口锁存器写过 0, 在需要时应写入一个 1, 使它成为一个输入位。

再来看延时程序的实现。现常用的有两种方法: 一是用定时器中断来实现, 二是用指令循环来实现。在系统时间允许的情况下可以采用后一种方法。

本实验系统中晶振频率为 12 MHz, 则一个机器周期为 $1 \mu\text{s}$ 。现要写一个延时 0.1 s 的程序, 大致程序如下:

```
MOV R7, #X
DEL1: MOV R6, #200
DEL2: DJNZ R6, DEL2
      DJNZ R7, DEL1
```

其中, MOV, DJNZ 指令均需两个机器周期, 所以每执行一条指令需要 $2 \mu\text{s}$ 。现求出 X 值:

$$2 + X(2 + 200 \times 2 + 2) = 0.1 \times 10^6$$

$$X = (0.1 \times 10^6 - 2) / (2 + 200 \times 2 + 2) = 248D = F8H$$

五、实验原理图

实验一原理图如图 1.2 所示。

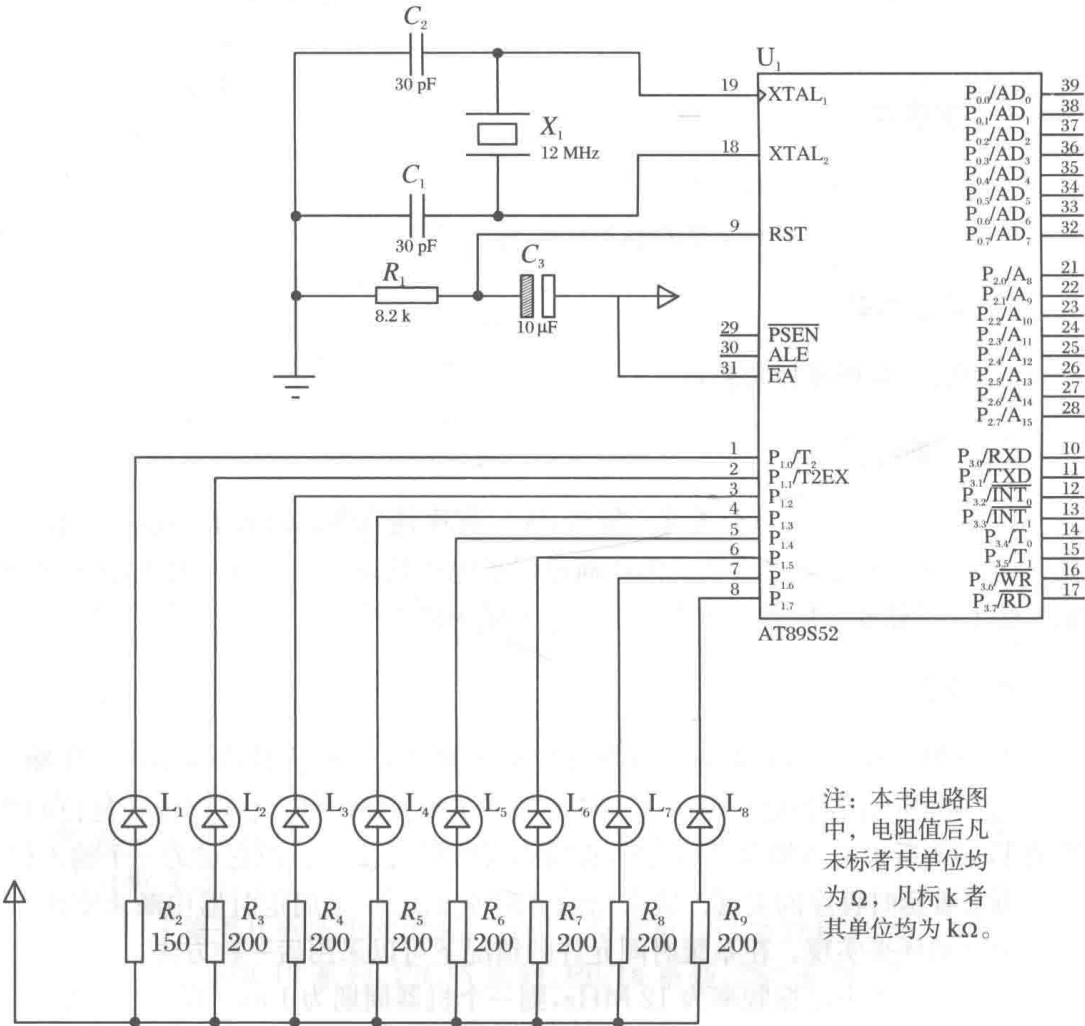


图 1.2 实验一电路原理图

六、程序框图

实验一程序框图如图 1.3 所示。

七、实验步骤

1. 预习部分

① 根据程序框图,编写本次实验程序(汇编语言、C语言均可),利用 Keil C51 软件编译源程序,生成 .HEX 文件或者 .BIN 文件。

② 利用 Proteus 软件绘制仿真图并设置单片机的晶振频率,将①中生成的 .HEX 文件导入单片机中。

③ 点击 Proteus 的“开始”按键,观察现象是否与实验要求一致,如果不一致,请重新修改源程序后再进行编译及仿真调试,直至符合实验要求。

2. 实验部分

① 启动 PC 机,将单片机原理实验箱通过 USB 连接到 PC 机上,启动实验软件。

② 将预习部分生成的 .HEX 文件通过实验软件下载至单片机芯片 AT89S52。

③ 利用导线将实验箱中单片机的 $P_{1.0} \sim P_{1.7}$ 口分别连接到发光二极管 $L_1 \sim L_8$ 。

④ 点击实验软件中的“全速运行”,观察实验现象。

八、思考题

① 分析软件延时方法的本质,尝试实现不同的延时程序(如 0.5 s, 1 s 等)并编写程序。

② 本实验实现的流水灯功能是单向的,请将程序做适当的修改,实现双向流水灯。双向流水灯是指 LED 灯按 1, 2, ..., 8 的顺序逐次点亮(每一时刻只有一个灯亮)后,再按 8, 7, ..., 1 的顺序逐次点亮,如此往复循环。

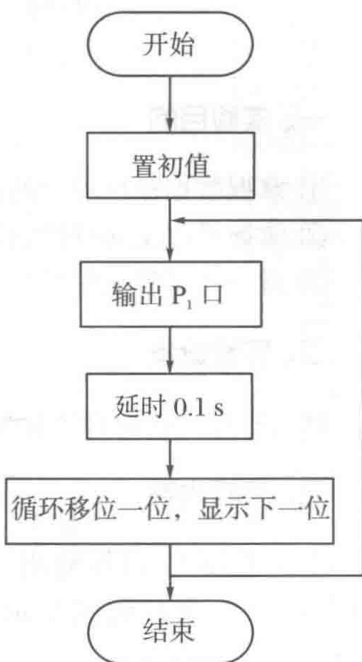


图 1.3 实验一程序框图

实验二 交通灯控制

一、实验目的

- ① 掌握数据输出程序的设计方法。
- ② 掌握模拟交通灯控制的实现方法。
- ③ 进一步了解软件延时方法。

二、实验设备

PC 机,单片机原理实验箱。

三、实验内容

本实验用 P_1 口作输出口,接六只(两组红、黄、绿)发光二极管,分别作为东西方向、南北方向的指示灯,控制六个发光二极管的亮灭,以模拟交通灯管理。

四、实验原理

交通灯的亮灭规律如下:

- 状态 0:东西路口红灯亮,南北路口红灯亮,延时 3 s,然后转状态 1。
- 状态 1:东西路口绿灯亮,南北路口红灯亮,东西方向通车,延时 20 s 后转状态 2。
- 状态 2:东西路口绿灯灭,东西路口黄灯闪烁 5 次(黄灯先亮 0.5 s 再灭 0.5 s 即为 1 次闪烁),转状态 3。
- 状态 3:东西路口红灯亮,南北路口绿灯亮,南北方向通车,延时 15 s 后转状态 4。
- 状态 4:南北路口绿灯灭,南北路口黄灯闪烁 5 次,转状态 1。

五、实验原理图

实验二电路原理图如图 1.4 所示。

六、程序框图

实验二程序框图如图 1.5 所示。

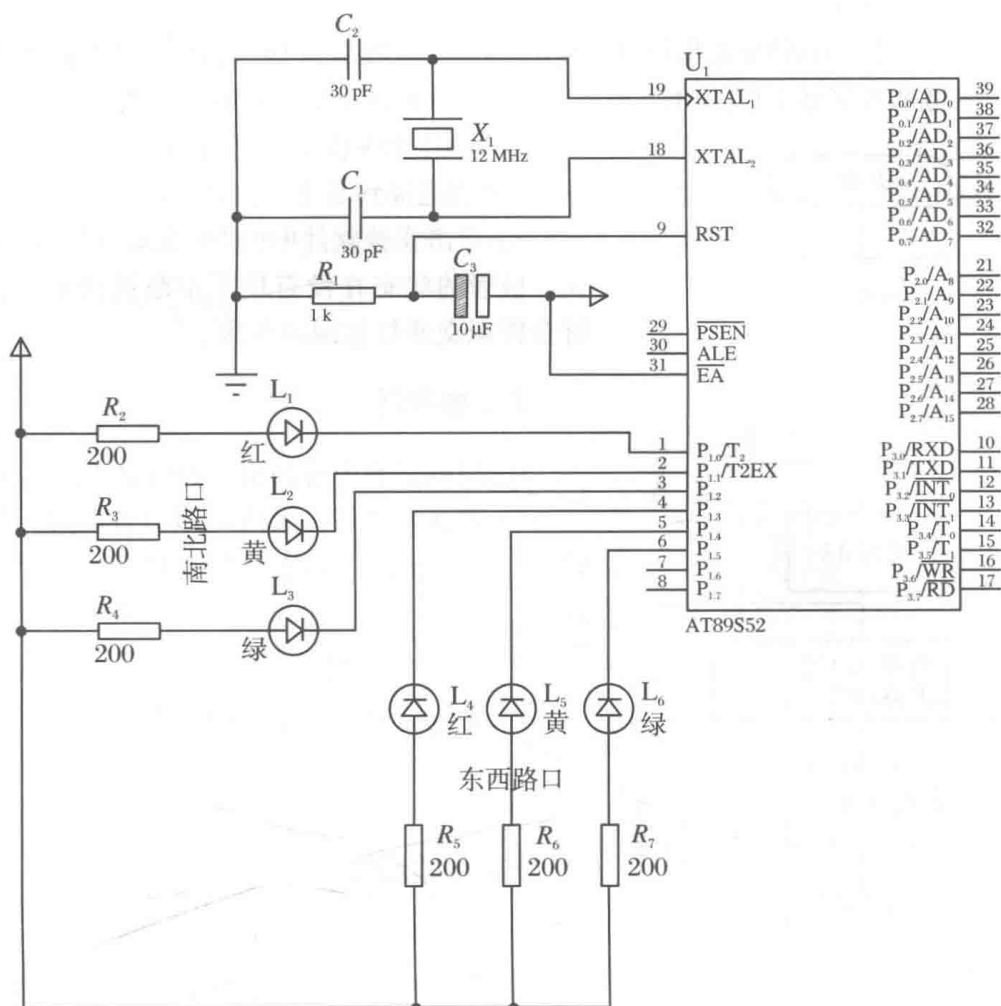


图 1.4 实验二电路原理图

七、实验步骤

1. 预习部分

① 根据程序框图,编写本次实验程序(汇编语言、C 语言均可),利用 Keil C51 软件编译源程序,生成 .HEX 文件或者 .BIN 文件。

② 利用 Proteus 软件绘制如图 1.4 所示的电路图并设置单片机的晶振频率,将①中生成的 .HEX 文件导入单片机中。

③ 点击 Proteus 的“开始”按键,观察实验现象与实验要求是否一致,如果不一致,请重新修改源程序后再进行编译及仿真调试,直至符合实验要求。

2. 实验部分

- ① 启动 PC 机,将单片机原理实验箱通过 USB 连接到 PC 机上,启动实验软件。
- ② 将预习部分生成的 .HEX 文件通过实验软件下载至单片机芯片 AT89S52。

③ 利用导线将实验箱中单片机的 $P_{1.0} \sim P_{1.5}$ 口分别连接到发光二极管 $L_1 \sim L_6$ 。

④ 点击实验软件中的“全速运行”,观察发光二极管的状态在没有按下中断按钮时,是否符合模拟交通灯控制的要求。

八、思考题

- ① 根据实验内容列出交通灯亮灭的算法。
- ② 若在东西路口及南北路口各增加一“左转灯”,延时为 8 s,则电路及程序应做何种修改?

实验三 外部中断

一、实验目的

- ① 掌握外部中断技术的基本使用方法。
- ② 掌握中断处理程序的编程方法。

二、实验设备

PC 机,单片机原理实验箱。

三、实验内容

在实验二内容的基础上增加允许急救车优先通过的要求:当有急救车到达时,两个方向上的红灯亮,以便让急救车通过。假定急救车通过路口的时间为 10 s,急救车通过后,交通灯恢复中断前的状态。本实验以按键作为中断申请,表示有急救车通过。

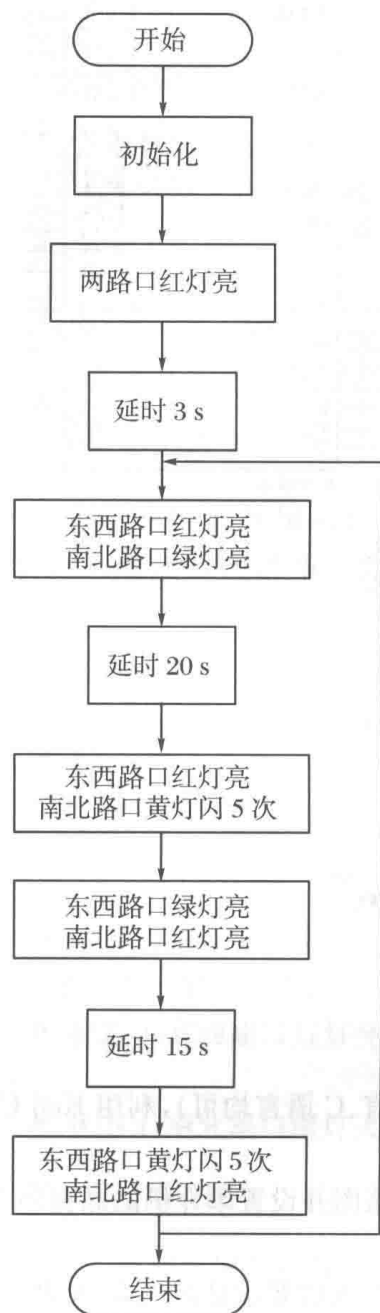


图 1.5 实验二程序框图

四、实验原理

本实验中断处理程序的应用中最主要的问题是如何保护进入中断前的状态,使得中断程序执行完毕后能回到交通灯中断前的状态。因此,除了要注意保护累加器 ACC、标志寄存器 PSW 外,还要注意主程序中的延时程序和中断处理程序中的延时程序二者不能混用,且主程序中往端口输出的数据要先保存再输出。

五、实验原理图

实验三电路原理图如图 1.6 所示。

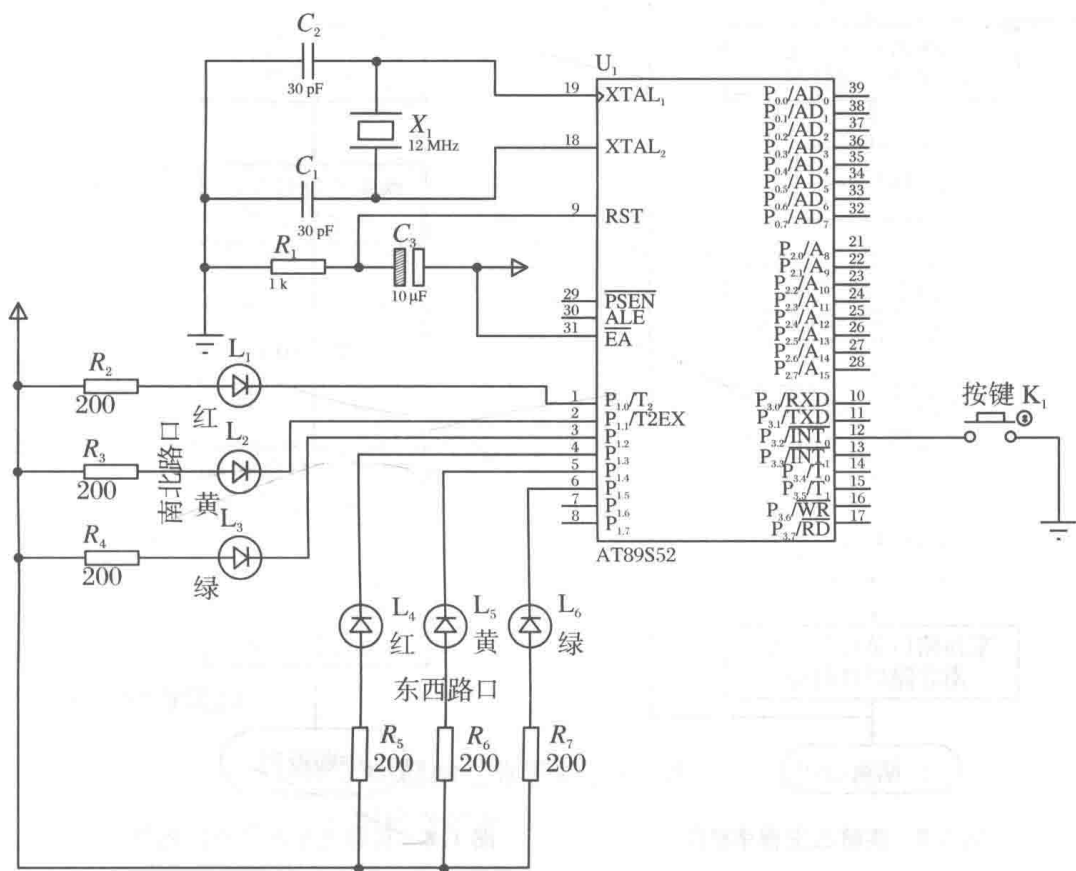


图 1.6 实验三电路原理图

六、程序框图

实验三程序框图如图 1.7 和图 1.8 所示。

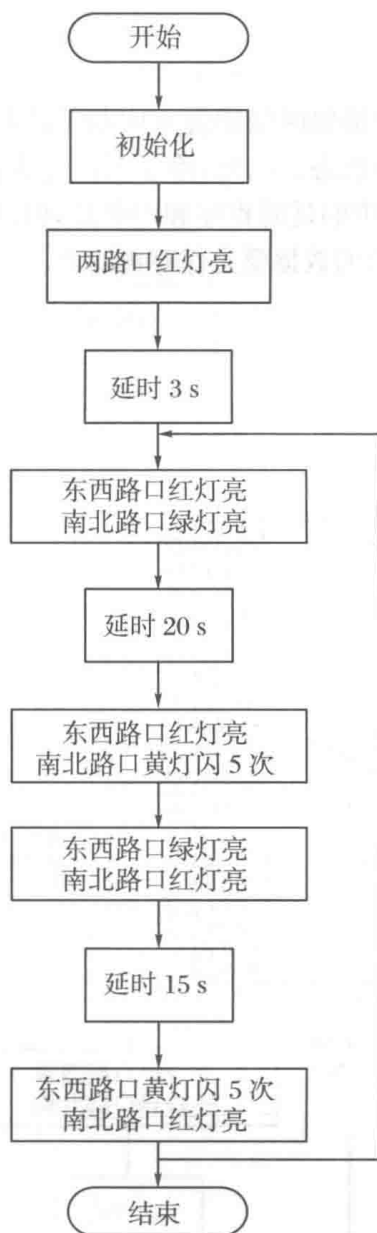


图 1.7 实验三主程序框图

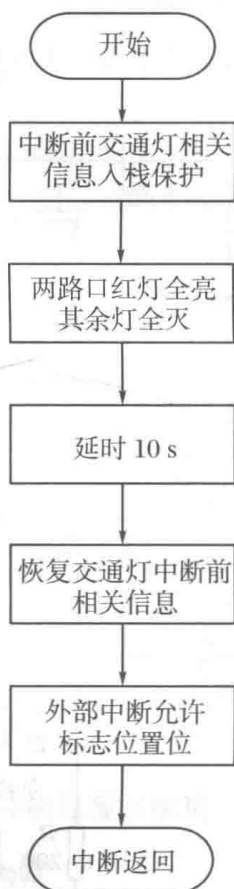


图 1.8 实验三中断子程序框图

七、实验步骤

1. 预习部分

- ① 根据程序框图,编写本次实验程序(汇编语言、C 语言均可),利用 Keil C51 软件编译源程序,生成 .HEX 文件或者 .BIN 文件。
- ② 利用 Proteus 软件绘制如图 1.6 所示的电路图并设置单片机的晶振频率,

将上述①中生成的 .HEX 文件导入单片机中。

③ 点击 Proteus 中的“开始”按键,观察实验现象是否与实验要求一致,如果不一致,请重新修改源程序后再进行编译及仿真调试,直至符合实验要求。

2. 实验部分

① 启动 PC 机,将单片机原理实验箱通过 USB 连接到 PC 机上,启动实验软件。

② 将预习部分生成的 .HEX 文件通过实验软件下载至单片机芯片 AT89S52。

③ 利用导线将实验箱中单片机的 $P_{1.0} \sim P_{1.5}$ 口分别连接到发光二极管 $L_1 \sim L_6$,将单片机 $P_{3.2}$ 口连接到按键 K_1 。

④ 点击实验软件中的“全速运行”,观察发光二极管在没有按下中断按钮时是否符合模拟交通灯控制的要求。在不同的显示状态下按一下紧急按钮,观察两个路口的红灯是否亮起,并观察 10 s 后是否能回到按紧急按钮前的状态。

八、思考题

① 说明 51 系列单片机外部中断中边沿触发方式和电平触发方式的不同之处。

② 如何设置堆栈空间? 在中断响应时哪些变量值要入栈?

③ 本实验使用外部中断 INT_0 来接收中断申请,从而控制 P_1 口的 LED 亮灭变化。请对实验程序及电路做修改,使用 INT_1 中断来完成同样的功能。

实验四 定 时 器

一、实验目的

① 掌握 8051 单片机定时器的工作原理、定时器的使用和编程方法。

② 进一步掌握中断处理程序的编写方法。

二、实验设备

PC 机,单片机原理实验箱。

三、实验内容

8051 内部定时器 0 按方式 1 工作,即作为十六位定时器使用,利用该中断产生 0.5 s 的时间间隔。 P_1 口的 $P_{1.0} \sim P_{1.7}$ 分别接发光二极管的 $L_1 \sim L_8$ 。要求编写程