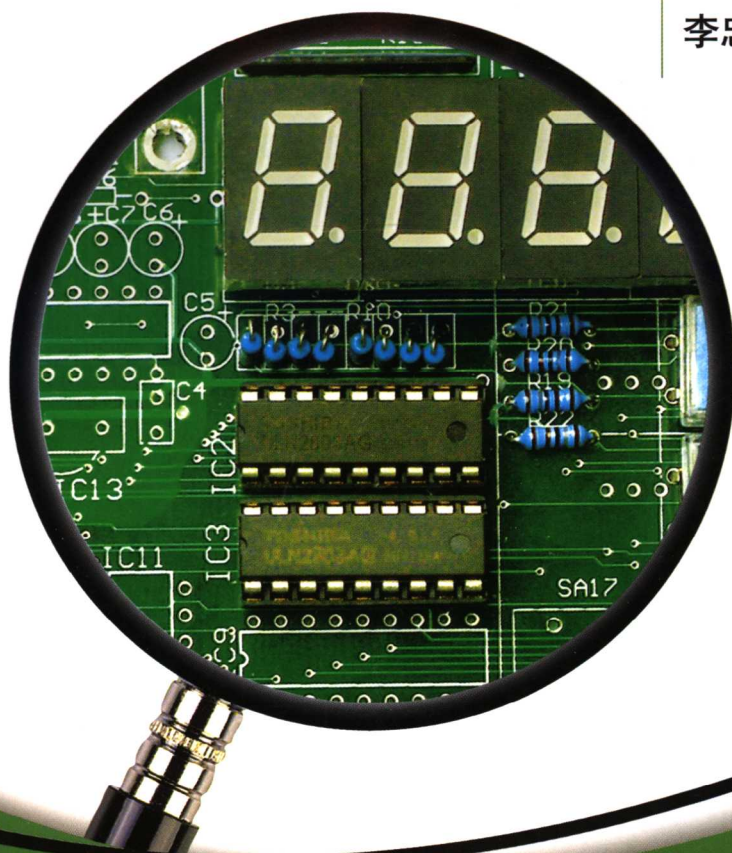


单片机应用 技能实训

李忠国 陈刚 编著





中国石化出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

单片机应用 技能实训

主编 王 强



中国石化出版社

世纪英才模块式技能实训
高职电工电子系列教材

单片机应用技能实训

李忠国 陈 刚 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机应用技能实训 / 李忠国, 陈刚编著. —北京: 人民邮电出版社, 2006.11
(世纪英才模块式技能实训高职电工电子系列教材)

ISBN 7-115-15144-X

I. 单... II. ①李...②陈... III. 单片微型计算机—高等学校: 技术学校—教材
IV.TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 094876 号

内 容 提 要

本书以模块化的形式组织单片机实训知识, 每个知识点都以一个实例的形式引入, 以一个会闪光的灯的实现来介绍一个最小单片机系统, 以一个简单流水灯控制程序来介绍单片机端口输出方法, 以一个可控的流水灯来介绍单片机的端口输入方法等, 通过 14 个精心组织的技能训练力求使学生基本掌握 MCS51 单片机系统的基本结构、指令系统、定时计数器、中断系统及外部设备的接口技术。

本书可作为高职高专以及应用型本科电子信息类各专业的教材, 也可供从事电子技术的工程技术人员阅读参考。

世纪英才模块式技能实训 高职电工电子系列教材 单片机应用技能实训

-
- ◆ 编 著 李忠国 陈 刚
 - 责任编辑 张 鹏
 - 执行编辑 穆丽丽
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
 - 邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 人民邮电出版社河北印刷厂印刷
 - 新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
 - 印张: 14.5 彩插: 2
 - 字数: 357 千字 2006 年 11 月第 1 版
 - 印数: 1—5 000 册 2006 年 11 月河北第 1 次印刷

ISBN 7-115-15144-X/TN · 2832

定价: 25.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

世纪英才模块式技能实训·高职电工电子系列教材

理论教学体系通用课程

电路数学

单片机应用基础

电工电子专业英语

电工技术

实践教学体系通用课程

电子技能实训基础——电子元器件的识别和检测

模拟电子技能实训

数字电子技能实训

电工技能实训

电工职业技能实训

单片机应用技能实训

通用电工电子仪表使用实训

钳工技能实训

实践教学体系可选课程

电子 CAD 技能实训

可编程技术入门实训

彩色电视机维修技能实训

电脑组装与维修技能实训

手机维修技能实训

世纪英才模块式技能实训·高职电工电子系列教材

编 委 会

主 任：杨承毅

编 委：	李忠国	梅开乡	江华圣	王 彦
	姚建永	熊新国	刘慎熊	余 华
	徐滤非	余宏生		

策 划：丁金炎

丛书前言

对职业院校而言,技能培训才是职业教育真正的主题,理论教学应该围绕着专业技能的需要而展开,这不仅是就业市场的需求,也是高职办学理念上的回归。因此,国家要求高等职业院校构建理论教学体系和实践教学体系的办学格局,指明了高等职业教育改革前进的方向。

职业院校“以就业为导向”的办学方针,意味着职业办学者必须树立向市场靠拢的职教理念,探索全新的职教模式,在具体教学科目、教学内容选择上必须以市场需求为己任,要“有所为,有所不为”,而不是采取砍课程、减内容或等比例削减课时等简单化行为。

本系列教材是我们学习教育部“教高[2004]1号”文件,借鉴加拿大CBE(Competency-Based Education)教学思想的一次实践,也是借DACUM方法来开发教学计划的具体探索。新编教材忠实贯彻了“以就业为目标”的指导思想,扭转了“过多强调学科性”及“盲目攀高升格”的倾向,重视知识、技能传授的宏观设计及整体效果,改变了过去高职教材在学科体系基础上加加减减的编写方法。

本系列教材的主要特点如下。

(1)教材结构“模块化”。一个模块一个知识点,重点突出,主题鲜明。模块化课程结构以其良好的弹性和便于综合的特点适应了职业教育市场化的多种需求。

(2)注重“方法论”的教学思想。“授之以鱼,不如授之以渔”。教材是教学之本,故而方法也应是实践教材的主题,决不能简单地、狭义地认为技能实训就是学生的实际操作。技能实训教材以传授经过提炼、加工、升华的专家经验(方法论)为主,这也是与传统实验报告相比的区别所在。

(3)教学内容“本体化”。一套教材由多本内涵不同的单科教材构成,就是教育“本体化”的体现,故而单个科目不向其他学科扩展渗透,追求单科教学内容单纯化,追求系列教材的组合效应是本系列教材的一个基本思想。

(4)中、高职教材的梯度衔接。《世界21世纪高等教育宣言》指出:“教育内部层次的衔接是社会各种工作规范层次的需要,教育与就业的衔接,就是教育本身体现其价值的必然性要求。”编写中、高职教材涉及的问题很多,但中、高职教材有梯度的合理衔接应为首要问题,因为它对学校是一个教学的定位问题,对技术是一个标准问题,对企业是一个用人的问题,对社会则是一个公平问题。本系列教材为中职同类教材的生存留下了足够的空间。

(5)合理控制教学成本。若实践教学以教授做事方法为主导,则教学成本不会很高,但若以学生实践为主题,则教学成本会增加许多。如今,不计教学成本的时代即将离去,故而,本系列教材要求作者对每一个技能实训的成本作出估算,以免“曲高和寡”,最终难以得到教学双方的认可。

(6)教材内容更加直观。本系列教材广泛使用图表归纳法,用简洁的图表归纳整理,以解决日益庞大的知识内容与学时偏少之间的矛盾。同时,本系列教材图文并茂、直观清晰、便于自学,文字表达简洁明了、明快易懂。

(7)练习题体现了理论对实践技能的指导。每一个“技能模块”的练习题都需要学生开

动脑筋、相互讨论，到图书馆、互联网去查阅资料，到实验室去做实验才能解答；同时，练习题更加贴近实际，体现应用，而不再只是验证真理。它摒弃了传统应试教育的问答方式，力求体现理论对实践技能的指导，引导学生去探索、去实践、去领悟、去创新。

综上所述，本系列实训教材是符合当今高等职业教育发展方向的一个有潜在价值的教学模式。本系列教材的作者都是长期担任相关课程教学工作的有工程背景的教师，不仅具备扎实的理论功底，还在职业技能方面积累了丰富的经验。正是由于本系列教材的作者们具备了这些条件，才有了本系列教材的高质量出版。

总之，本系列教材的出版价值不仅在于它贯彻了国家教育部“教高〔2004〕1号”文件中高等职业教育的改革思想，而且与当前就业单位“招聘的人能立即上岗”的要求合拍，并为学生毕业后在电类各专业间转岗奠定了最基本的知识和技能基础。同时其新（新思想、新技术、新面貌）、实（贴近实际、体现应用）、简（文字简洁、风格明快）的编写风格令人耳目一新。

如果您对这个系列的教材有什么意见和建议，或者您也愿意参与这个系列教材中其他专业课教材的编写，可以发邮件至 wuhan@ptpress.com.cn 与我们联系，也可以进入本系列教材的服务网站 www.ycbook.com.cn 留言。

系列教材编委会

前 言

本书为本系列教材中《单片机应用基础》的配套实训教材，内容按照实验课单列的教学计划编写而成。本书贯彻了“以能力为本位”、“以就业为导向”的教学思想，从“实用”、“实作”、“实效”的角度出发，采用了“以实例学单片机”的教学方法。例如以一个会闪光的灯的实现来介绍一个最小的单片机系统，以一个简单流水灯控制程序来介绍单片机的端口输出方法，以一个可控的流水灯来介绍单片机的端口输入方法……一个模块一个知识点，且每个知识点都以一个实例的形式引入，循序渐进、由浅入深。

在单片机课程的教学过程中，程序分析往往是教学的难点，学生往往因为不理解指令的作用而丧失了学习兴趣。为了解决这一难题，本书中前几个模块采用了对每一条指令按“指令功能”和“指令作用”分别进行了详细的分析。“指令功能”分析了指令本身所具备的功能，有利于学生对指令的理解和掌握；“指令作用”则分析了本指令在程序中所起的作用，有利于学生理解程序结构和掌握指令的使用方法，两者结合以期能解决这一教学难点。

单片机课程的教学过程中设备投入是许多学校关注的问题，常见的教学方法是采用“单片机原理实验箱”。尽管这种方法有教学方便、直观等优点，但存在设备投入大、与实际开发环境不一致等问题，造成了学校教学环境与实际工作中的开发环境相脱节的问题。本教材选用了两种教学方式，一是使用下载线与用户板方式，这种方式设备投入成本最低。对于有条件的学校，可以采用第二种方式：仿真器与用户板方式，这种方式与实际工作中的开发环境相同，学生在学校的学习环境与实际工作环境完全一致，可大大地提高学生的实际工作能力。

根据本系列教材编委会的多次研讨，高职单片机的教学目的应当定位在“单片机控制设备的检修”。根据这一思想，本书特加入了单片机工作时外部端口信号的分析 and 常见故障现象分析等内容，教学中使用万用表和示波器观察单片机外部端口的实际工作状态，为单片机控制设备的检修打下良好的基础。

本书采用的印制电路板为作者自行设计，任课教师可根据本校实际情况自行设计，也可在本教材的服务网站（<http://www.ycbook.com.cn>）上下载 PCB 文件自行加工。如果需要成品印制电路板或成套器件也可通过以上网站的 BBS 与作者联系。

本书前 5 个模块由武汉铁路职业技术学院陈刚老师编写，其余模块由武汉轨道交通学校李忠国老师编写，全书由武汉市第二职业教育中心刘起义老师审定。在本书的编写过程中得到了本系列教材编委会主任杨承毅老师、武汉铁路职业技术学院郑毛祥老师和湖北省水利水电职业技术学院刘祖强老师以及武汉轨道交通学校的蔡海云和黄秀川两位老师的全力帮助，在此一并表示感谢。

由于本书作者水平有限，书中难免有错误和不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

技能训练一	最小单片机系统	1
技能训练二	汇编语言程序的编辑与编译方法	8
附录一	使用仿真器运行程序	23
技能训练三	端口输出方法	25
附录二	使用编程器时程序的写入方法	33
技能训练四	端口输入方法	35
技能训练五	中断的用法	45
附录三	使用仿真器调试程序的基本方法之一：单步运行与运行到光标处	54
技能训练六	定时计数器的用法	56
技能训练七	定时计数器与中断的综合使用	71
附录四	使用仿真器调试程序的基本方法之二：断点在调试中的作用	80
技能训练八	字符的显示方法	83
附录五	使用仿真器检查检测端口的的方法	92
技能训练九	中断应用举例	93
技能训练十	动态扫描输出的方法	106
附录六	简易时钟程序清单	124
技能训练十一	键盘输入的使用方法	128
附录七	使用仿真器调试程序时观察变量数值的方法	143
技能训练十二	串行存储器的应用	146
技能训练十三	LED 点阵的驱动方法	164
技能训练十四	外部存储器的使用	177
附录八	MCS51 单片机的存储器	201
附录九	MCS51 单片机的指令系统	209
附录十	控制用特殊功能寄存器功能表	220

技能训练一 最小单片机系统

尽管单片机的功能越来越强，内部结构也越来越复杂，但是在一般的控制系统中使用单片机以后，控制系统的硬件结构却是越来越简单。本技能训练以一个会闪光的灯来介绍最简单的单片机电路，通过本技能训练的练习，读者可了解一个最简单的单片机的控制系统。

第一部分 教学要求

一、目的要求

了解单片机最小系统的基本组成。

二、工具器材

器 材	规 格	数 量	估 价	备 注	工 具	项 目	备 注
直流电源	5V/500mA	1 只					
面包板		1 块					
跳线		若干					
元器件		1 套		见表 1-4			

三、教学节奏与方式

项 目		时 间 安 排	教 学 方 式
1	阅读教材	课余	学生课前预习
2	教师讲授	1 课时	讲授、操作演示
3	学生实作	1 课时	学生实作，教师指导

四、成绩评定

项 目		技能训练成绩	教 师 签 名
1	用户板组装		
2	总成绩		

注：成绩评定的等级为优良、及格和不及格。

第二部分 教 学 内 容

一、任务目标

本次实训的内容为组装一个单片机的最小系统，用以控制一只发光二极管(LED) 闪光。

二、硬件

1. 89S51

(1) 89S51 的外观

89S51 的外观见图 1-1。

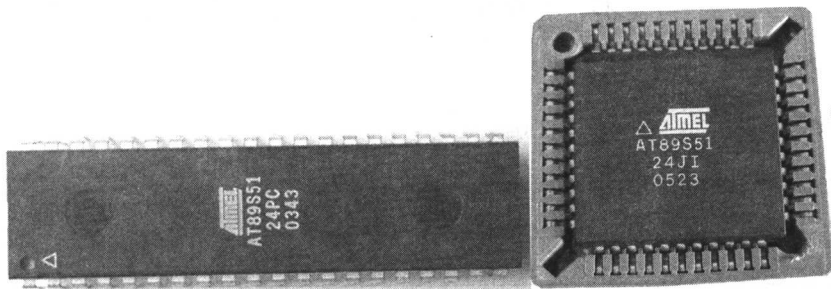


图 1-1 89S51 的外观

(2) 89S51 型号的含义

89S51 型号的含义见图 1-2。

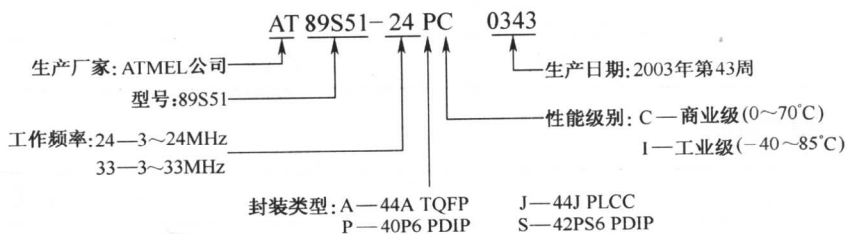


图 1-2 89S51 型号的含义

(3) 89S51 的封装

89S51 的封装见图 1-3。

89S51 的外部引脚随封装的不同而有所不同。从图 1-3 可以看到，外部引脚有 40、42、44 三种。实际使用的只有 40 个引脚。本教材中均以 40 引脚的 40P6—PDIP 封装为例来介绍 89S51 的使用方法。

2. 89S51 的 I/O 口

89S51 外部有 32 个端口可供用户使用，其中大部分具有两种功能。使用这些端口时应注意以下问题。

(1) 89S51 I/O 口的功能

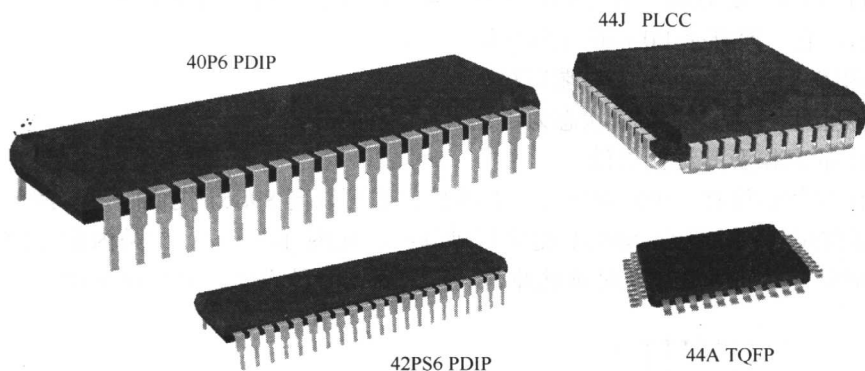


图 1-3 89S51 的封装

89S51 I/O 口的功能见表 1-1。

表 1-1 89S51 I/O 口的功能

端 口	引 脚 位 置	第 一 功 能		第 二 功 能	
		符 号	功 能	符 号	功 能
P0	39~32	P0.0~P0.7	通用 I/O 口	AD0~AD7	地址/数据总线（低位）
P1	1~8	P1.0~P1.7	通用 I/O 口	A8~A15	地址总线（高位）
P2	21~28	P2.0~P2.7	通用 I/O 口	—	
P3	10	P3.0	通用 I/O 口	RXD	串行通信发送口
	11	P3.1		TXD	串行通信接收口
	12	P3.2		INT0	外部中断 0
	13	P3.3		INT1	外部中断 1
	14	P3.4		T0	计数器 0 输入端口
	15	P3.5		T1	计数器 1 输入端口
	16	P3.6		WR	外部存储器写使能
	17	P3.7		RD	外部存储器读使能

本次实训只使用 89S51 外部端口的通用 I/O 功能，端口的第二功能将在后续内容中逐步应用。

（2）外部端口的驱动能力

① 89S51 直接驱动负载时每个端口可驱动的最大灌电流负载 (I_{OL}) 为 10mA；

每组端口 8 个引脚的总灌电流负载驱动能力为 P0 口 26 mA，P1~P3 口每组 15mA；

4 组 (P0, P1, P2, P3) 端口 32 个引脚的总灌电流负载驱动能力为 71 mA。

② 89S51 驱动其他器件时，P0 口可驱动 8 个 LS TTL 负载，其他端口可驱动 4 个 LS TTL 负载。

（3）外部端口使用注意事项

外部端口用做通用 I/O 口时，应当注意以下问题。

① 由于 P0 口用做 I/O 口时为 OC 输出，输出“1”时实际为开路状态，如果需要驱动

CMOS 或 TTL 器件，必须接上拉电阻，见图 1-4。许多单片机系统中 89S51 的 P0 口旁都有一只 9 脚排阻，它一般都是 P0 口的上拉电阻。

② 端口用做输入时，必须先向端口写“1”。

③ 系统复位后所有外部端口状态为“1”。

3. 89S51 的晶振及其连接方法

CPU 工作时都必须有一个时钟脉冲。有两种方式可以向 89S51 提供时钟脉冲：一是外部时钟方式，即使用外部电路向 89S51 提供时钟脉冲，见图 1-5（a）；二是内部时钟方式，即使用晶振由 89S51 内部电路产生时钟脉冲。一般常用第二种方法，其电路见图 1-5（b）。

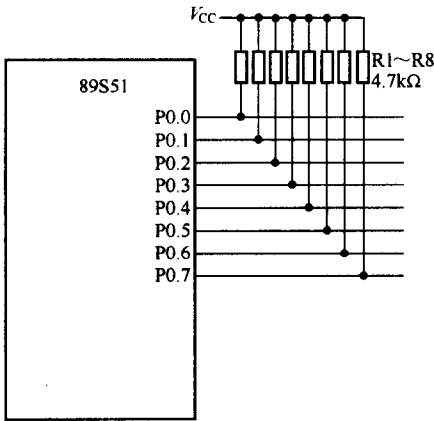


图 1-4 P0 口接上拉电阻

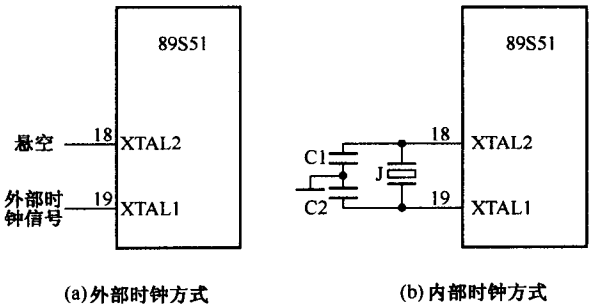


图 1-5 89S51 的时钟脉冲

图 1-5 中：J 一般为石英晶体，其频率由系统需要和器件决定，在频率稳定度要求不高时也可以使用陶瓷滤波器。

C1、C2：使用石英晶体时 $C1=C2=30\ (\pm 10)\ \text{pF}$

使用陶瓷滤波器时 $C1=C2=40\ (\pm 10)\ \text{pF}$

4. 89S51 的复位

使 CPU 开始工作的方法就是给 CPU 一个复位信号，CPU 收到复位信号后将内部特殊功能寄存器设置为规定值（见表 1-2），并将程序计数器设置为“0000H”。复位信号结束后，CPU 从程序存储器“0000H”处开始执行程序。

表 1-2 89S51 寄存器初值

寄存器	初 值	寄存器	初 值	寄存器	初 值
A	00000000B	B	00000000B	PSW	00000000H
SP	00000111B	DPTR	0000H	P0~P3	11111111B
IP	×××0000B	IE	0××0000B	TMOD	00000000H
TCON	00000000B	TH0	00000000B	TL0	00000000B
TH1	00000000B	TL1	00000000B	SCON	00000000B
SBUF	×××××××B	PCON	0×××××××B		
AUXR	××00××0B	AUXR1	×××××××0B	WDTRST	×××××××B

注：表中“×”表示保持原值不变。

89S51 为高电平复位，一般有 3 种复位方法。

- ① 上电复位。接通电源时自动产生一个复位信号。
- ② 手动复位。设置一个复位按钮，当操作者按下按钮时产生一个复位信号。
- ③ 自动复位。设计一个复位电路，当系统满足某一条件时自动产生一个复位信号。

图 1-6 为最简单的上电复位和手动复位方法。

关于 CPU 的复位电路应当注意，在调试单片机程序时有两种工作方式。

一是仿真器方式（见附录一），主要用于调试程序。此时程序的执行由仿真器控制，复位电路不起作用，系统时钟也经常设置为仿真器产生，此时用户的晶振也不起作用。

二是用户方式，即脱离仿真器的实际工作方式，用户的时钟振荡电路和复位电路都必须正常工作。

因此，如果系统复位电路或晶振电路有故障，就会出现仿真器方式工作正常，而用户方式不工作的现象，这是许多初学者常遇到的问题。

5. 闪光灯的硬件

闪光灯电路是 89S51 单片机的一种最简单电路，它包含 3 个部分：晶振电路、上电复位电路和用户电路。闪光灯电路原理图见图 1-7。

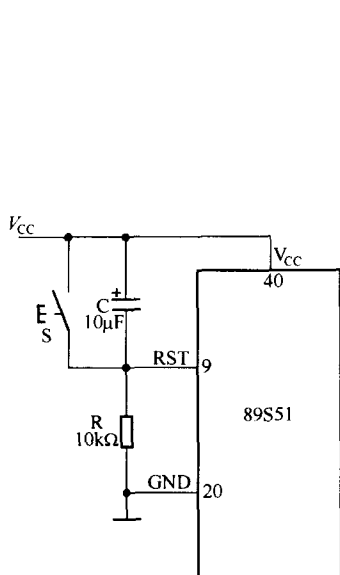


图 1-6 89S51 的复位电路

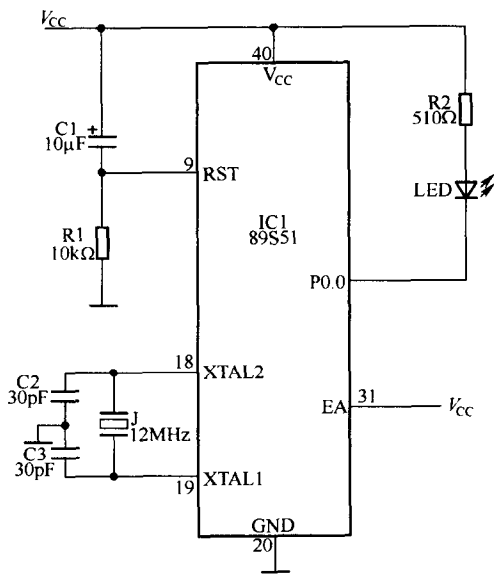


图 1-7 闪光灯电路原理图

晶振电路和上电复位电路直接使用了图 1-5 和图 1-6 中的方式，本教材后续内容中若无特殊说明，晶振电路和复位电路均采用此电路。由于只使用片内程序存储器，89S51 的 EA 端接电源正端。

用户电路只需要控制一只 LED，选用驱动能力较强的 P0 口中的第一个端口 P0.0。当 P0.0 输出为“1”时，LED 无电流不发光。当 P0.0 输出为“0”时，流过 LED 的电流为

$$I = \frac{V_{CC} - U_{LED} - V_{OL}}{R_2} = \frac{5 - 2 - 0}{510} \approx 0.0058A = 5.8mA.$$

LED 的控制方法：

P0.0=1	LED 灭
P0.0=0	LED 亮

三、软件

单片机控制系统与传统的模拟和数字控制系统的最大区别在于，单片机系统除了硬件以外还必须有程序支持，本次实训所使用的程序清单如下。

```

      ORG      0000H
L1:   CPL      P0.0
      MOV      R6,#0H
L2:   MOV      R7,#0H
L3:   NOP
      DJNZ     R7,L3
      DJNZ     R6,L2
      SJMP     L1
      END

```

上述程序是汇编语言源程序，而 CPU 能直接使用是机器语言程序，如何将汇编语言程序转换为机器语言程序将在下一模块中介绍。

机器语言程序存放在 89S51 的程序存储器中，本程序仅占用了 0000H~000CH 共 12 个存储单元，见表 1-3。本课程不要求大家理解机器语言程序，此表仅提供了一个机器语言程序的例子，以后各单元都不再介绍机器语言程序。

表 1-3 汇编语言源程序翻译成机器语言程序的结果

程序存储器地址	机器语言程序	汇编语言源程序
—	—	ORG 0000H
0000	B2 80	L1: CPL P0.0
0002	7E 00	MOV R6,#0H
0004	7F 00	L2: MOV R7,#0H
0006	00	L3: NOP
0007	DF FD	DJNZ R7,L3
0009	DE F9	DJNZ R6,L2
000B	80 F3	SJMP L1
—	—	END

第三部分 技 能 训 练

① 在用户板上按图 1-7 所示的电路原理图安装元器件，元器件清单见表 1-4，安装完成后的用户板见图 1-8。

注意：89S51 中事先已经存储了本次实训所用的程序。

表 1-4

元器件清单

序 号	元 器 件	数 量	数 值	作 用
1	R1	1	10kΩ	复位电阻
2	C1	1	10μF	复位电容
3	C2、C3	2	30pF	振荡电容
4	J	1	12MHz	晶振
5	IC1	1	89S51	单片机芯片
6	R2	1	510Ω	LED 限流电阻
7	D0	1	φ 5mm 红色	显示器件

② 检查无误后接通电源，观察 LED 显示情况。

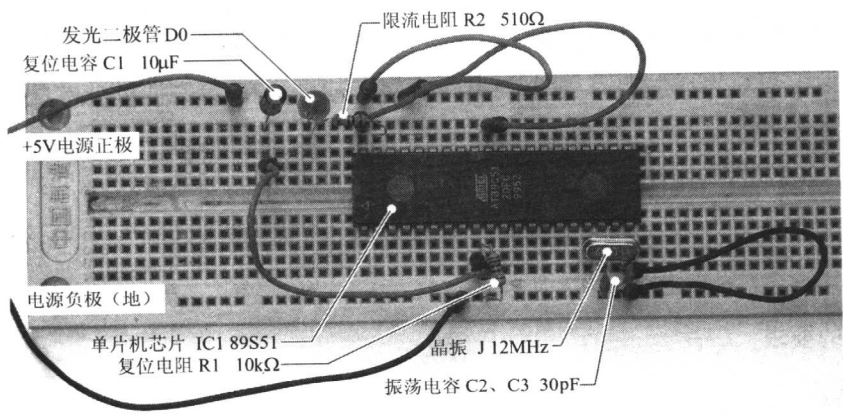


图 1-8 一只会闪光的灯用户板（参见彩图一）

③ 分析程序中是哪一条指令使 LED 的状态发生变化（闪光）的。