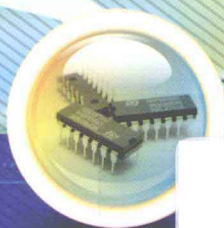




国家示范性高职院校建设项目成果
高等职业教育教学改革系列规划教材

单片机及接口技术 项目教程

◎ 李建兰 主编



• 设置22个训练项目，系统讲解单片机应用系统的开发过程

←-----• 融“教、学、做”于一体，培养学生的综合应用能力 ←-----

←-----• 引入Proteus仿真软件，以避免教学和实训环节的脱节

• 提供免费的教学大纲、电子教案和源程序，方便教师教学



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

国家示范性高职院校建设项目成果

高等职业教育教学改革系列规划教材

单片机及接口技术 项目教程

	李建兰	主 编
顾 捷	殷海双	副主编
	邵建龙	主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以 MCS-51 系列单片机实际应用为主线,采用项目驱动法编写,以理论为基础,以注重实践为原则,采用 C 语言编程。讲解通俗易懂、条理清楚,程序编写思路简洁清晰,学生易于理解。在训练项目的选取上,采用独立模块设计,项目内容尽可能地选择了目前实际工程中常用的新技术、新器件,既力求实例丰富,又强调实用性、针对性和可操作性。书中对软件的安装与使用部分采用适量图片进行说明,以帮助读者更好地理解知识及过程,加深印象。通过该书,读者可在学习过程中自行完成多个综合训练项目的设计与制作,达到学以致用用的效果。

本书共 8 个项目:认识单片机、单片机最小系统与 I/O 接口应用、单片机中断系统与定时器/计数器应用、LED 点阵与 LCD 液晶显示接口技术、键盘接口技术、A/D 与 D/A 转换接口技术、串行通信接口技术、单片机应用系统设计。

本书可作为高职高专院校电气自动化、应用电子技术、机电一体化及相关专业的教材,也可供单片机初学者、电子爱好者及职业高中等相关专业师生学习和实践参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

单片机及接口技术项目教程/李建兰主编. —北京:电子工业出版社, 2013.1

高等职业教育教学改革系列规划教材

ISBN 978-7-121-19371-2

I. ①单… II. ①李… III. ①单片微型计算机—基础理论—高等职业教育—教材②单片微型计算机—接口技术—高等职业教育—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 311894 号

策划编辑:王艳萍

责任编辑:郝黎明

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:15.75 字数:403.2 千字

印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:33.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

本书根据教育部高等职业院校的教学与教改指导思想进行编写，适用于培养应用型人才院校的电气自动化、应用电子技术、机电一体化及相关专业的学生。

本书以理论为基础，以注重实践为原则，是编者多年来单片机课程教学改革成果与经验总结。书中精选对学生后期的职业发展有益的专业知识和实用技巧，从实际应用出发，突出培养学生运用所学知识和技能解决实际问题的综合应用能力，为其今后的职业生涯打下良好的基础。本书具有以下几个特色。

1. 按学习情境重构课程内容，用训练项目组织单元教学

本书分为 8 个学习情境，包括 22 个训练项目，以设计制作多个电子小产品的形式，讲解单片机应用系统的基础知识、开发过程、设计方法和基本技能。全书按学习情境编排，每个学习情境就是一个学习项目，每个学习项目包括若干个训练项目，按照先简要叙述理论知识、再介绍训练项目仿真及制作的形式展开论述。每个训练项目实际上是完成设计制作中的一个小任务，单片机应用系统设计所需要的专业知识和基本技能穿插在各个任务完成的过程中，每个训练项目只讲解完成本任务所需要的基本知识、基本方法和基本技能，从而将知识化整为零，降低了学习的难度。

2. 融“教、学、做”于一体，突出教材的基础性、实践性、科学性和先进性

书中每个训练项目都是按以下方式组织编排的：目的→任务→任务引导→硬件电路设计→软件设计→功能仿真→实物制作。其中，任务是对功能的要求，后续的各部分都是围绕任务的实现而展开的；任务引导部分主要供读者在完成任务时有一个整体设计思路，也是本任务完成后所要掌握的基本知识；硬件电路设计、软件设计和功能仿真是实践时必须亲手做的事情；实物制作可根据实际情况选做。每个训练项目中都穿插了相关方法、技能和技巧的介绍。本书融“教、学、做”于一体，突出了基础性、实践性、科学性和先进性，读者能在完成训练任务的过程中水到渠成地学会单片机应用技术。

3. 强化对工程上的实用方法的介绍，突出教材的实用性和实效性

书中的内容来源于实际产品，无论是器件的选型，还是电路的设计及程序的编写，都反映了工程上的实际需求。书中全部代码采用现在市场上普遍使用的 C 语言编写，突出了教材的实用性和实效性。

4. 注重新旧知识的衔接

本书通过数字芯片 3 个典型实例引出单片机的用途，将新旧知识有机结合，直观实用，拓宽了读者的眼界，使读者对单片机产生浓厚的兴趣，增强学习的主动性。

5. 提供配套的仿真和实训平台，避免教材与实训环节相互脱节

单片机及接口技术是一门实践性非常强的课程，必须加强实践环节的训练。因此，我们将 51 单片机仿真板和 Proteus 仿真软件引入教学内容，每个训练项目都实现了仿真，同时研制并推出了第一代和第二代单片机学习板以供教学和实训用。该学习板与本书训练项目配套，避免了以往出现的教材与实际应用相互脱节的问题，真正做到课堂内外相互统一。

6. 提供了立体化教学资源，便于教师备课和读者自学

本书有配套的立体化教学资源库，包括教学大纲、教学计划、教学视频、仿真录像、教学课件、源程序、电子教案等，请有需要的教师登录华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）免费注册后进行下载，如有问题请在网站留言或与电子工业出版社联系（E-mail: hxedu@phei.com.cn）。

本书由李建兰任主编，顾捷、殷海双任副主编，项目 1~6 由李建兰编写，项目 7~8 由殷海双编写，附录 A~F 由顾捷编写，全书由李建兰统稿，邵建龙主审。

我们希望这本以 MCS-51 系列单片机实际应用为主线的教材能对读者学习单片机及接口技术有所帮助。由于编者水平有限，书中难免会有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

项目 1 认识单片机	1
1.1 学习情境	1
1.2 什么是单片机	1
1.3 单片机能做什么	2
1.4 单片机特点	11
1.5 单片机应用	12
1.6 单片机开发软件	12
项目 2 单片机最小系统与 I/O 接口应用	20
2.1 学习情境	20
2.2 MCS-51 单片机主要性能	20
2.3 MCS-51 单片机内部结构	20
2.3.1 单片机内部结构	20
2.3.2 单片机信号引脚	21
2.3.3 单片机时钟电路	22
2.3.4 单片机复位电路	23
2.4 MCS-51 单片机存储器结构	24
2.4.1 程序存储器	24
2.4.2 数据存储器	25
2.5 MCS-51 单片机 I/O 接口	27
2.6 MCS-51 单片机最小系统	30
2.7 训练项目	31
2.7.1 点亮 LED 发光二极管	31
2.7.2 单灯闪烁	37
2.7.3 流水灯控制	40
2.7.4 蜂鸣器控制	46
2.7.5 继电器控制	51
2.8 小结	53
2.9 练习题	53
项目 3 单片机中断系统与定时器/计数器应用	55
3.1 学习情境	55
3.2 MCS-51 单片机中断系统	55
3.2.1 中断源	55
3.2.2 与中断有关的特殊功能寄存器	56
3.2.3 中断服务函数的写法	59

3.3	MCS-51 单片机定时器/计数器	60
3.3.1	定时器/计数器内部结构	60
3.3.2	与定时器/计数器有关的特殊功能寄存器	61
3.3.3	定时器/计数器工作方式	62
3.3.4	定时器/计数器初始化	65
3.3.5	定时器/计数器典型应用	65
3.4	LED 数码管显示	77
3.4.1	LED 数码管内部结构	77
3.4.2	LED 数码管工作原理	78
3.4.3	LED 数码管显示方式	79
3.4.4	LED 数码管显示编程	80
3.5	训练项目	81
3.5.1	单个数码管显示——静态显示应用	81
3.5.2	简易秒表	82
3.5.3	多个数码管显示——动态显示应用	86
3.5.4	简易电子时钟	88
3.5.5	模拟交通灯控制	92
3.6	小结	97
3.7	练习题	97
项目 4	LED 点阵与 LCD 液晶显示接口技术	99
4.1	学习情境	99
4.2	LED 点阵显示	99
4.2.1	LED 点阵显示结构	99
4.2.2	LED 点阵工作原理	100
4.3	LCD 1602 液晶显示	101
4.3.1	LCD 1602 液晶显示结构	101
4.3.2	LCD 1602 液晶显示工作原理	102
4.3.3	LCD 1602 液晶显示接口电路	105
4.4	训练项目	106
4.4.1	8×8 LED 点阵屏显示	106
4.4.2	16×16 LED 点阵屏显示	108
4.4.3	LCD 1602 液晶屏显示	114
4.4.4	LCD 1602 液晶屏滚动显示	118
4.5	小结	121
4.6	练习题	121
项目 5	键盘接口技术	122
5.1	学习情境	122
5.2	键盘	122

5.2.1	独立式键盘	122
5.2.2	矩阵式键盘	123
5.3	训练项目	124
5.3.1	简易数字调节器	124
5.3.2	一键多功能控制	129
5.3.3	矩阵式键盘操作	133
5.4	小结	138
5.5	练习题	138
项目 6	A/D 与 D/A 转换接口技术	139
6.1	学习情境	139
6.2	D/A 转换器接口	139
6.2.1	D/A 转换器	139
6.2.2	DAC0832 接口芯片	139
6.3	A/D 转换器接口	142
6.3.1	A/D 转换器	142
6.3.2	ADC0809 接口芯片	142
6.4	训练项目	145
6.4.1	简易波形发生器	145
6.4.2	简易数字电压表	152
6.5	小结	157
6.6	练习题	157
项目 7	串行通信接口技术	159
7.1	学习情境	159
7.2	串行通信	159
7.2.1	串行通信方式	159
7.2.2	字符帧和波特率	160
7.3	MCS-51 单片机串行口	161
7.3.1	串行口内部结构	161
7.3.2	串行口工作原理	162
7.3.3	与串行口有关的特殊功能寄存器	162
7.3.4	串行口工作方式	164
7.3.5	串行口初始化	165
7.4	训练项目	166
7.4.1	双机通信	166
7.4.2	单片机与 PC 通信	175
7.5	小结	177
7.6	练习题	178
项目 8	单片机应用系统设计	179
8.1	学习情境	179

8.2	DS1302 日历时钟芯片	179
8.3	DS18B20 数字温度传感器	183
8.4	综合训练项目——数字万年历的设计与制作	188
8.4.1	设计要求	188
8.4.2	方案论证	189
8.4.3	硬件设计	191
8.4.4	软件设计	191
8.4.5	软硬件联调	211
8.5	小结	212
8.6	练习题	212
附录 A	C 语言常用语法提要	213
附录 B	C51 的库函数	219
B.1	寄存器库函数 REG $\times\times\times$.H	219
B.2	字符函数 CTYPE.H	219
B.3	一般输入/输出函数 STDIO.H	221
B.4	内部函数 INTRINS.H	222
B.5	标准函数 STDLIB.H	223
B.6	字符串函数 STRING.H	224
B.7	数学函数 MATH.H	226
B.8	绝对地址访问函数 A8SACC.H	227
附录 C	Proteus 仿真软件	229
附录 D	STC 单片机烧录软件	237
附录 E	串口调试助手使用	239
附录 F	常用芯片引脚图	241

项目 1 认识单片机

1.1 学习情境

对于智能化的电子产品，如果单靠数字芯片通过逻辑设计来实现控制功能，其产品成本较高、灵活性不强、开发周期长、通用性差，更不便于维护。那么，怎样才能制作出灵活、多样、高效、智能的电子产品呢？让我们先来认识一下单片机。

单片机（MCU，Micro Controller Unit）是一种可通过编程控制的微控制器。在许多大批量小型智能产品的开发过程中，往往要求直接采用单片机进行开发，因为这样不仅可以大幅度降低生产成本，而且可以提高产品的可靠性和效率。本书就从数字芯片和 C 语言编程技巧出发，深入到单片机内部，学习单片机基础知识，掌握如何用单片机来开发或制作智能电子产品，进而逐步深入到单片机的应用领域。

从数字芯片到单片机，采用的硬件平台不一样；从 C 语言程序设计到单片机 C51 程序设计，编程的侧重点也发生了很大变化。作为对单片机的一个初步认识，我们先从熟悉的电路功能开始，用不同的平台完成相同的任务。通过类比和分析，读者就能知道什么是核心的技能和方法了；从单片机应用实例中，读者也能感性认识到单片机的强大功能和灵活的控制能力，相信你已很想一试身手了。

1.2 什么是单片机

单片微型计算机简称单片机，又称为微控制器（MCU），是微型计算机的一个重要分支，主要用于实现智能控制。

单片机外观如图 1-1 所示。

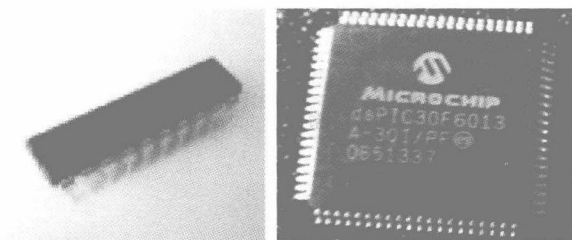


图 1-1 单片机外观图

简单地说，单片机是一片集成芯片（IC），但却不是一片普通的 IC，它是把微型计算机的主要部件集成制造在同一个 IC 内而形成的微型计算机。

单片机定义：单片机是把微型计算机中的微处理器（CPU）、存储器、I/O 接口、定时器/计数器、串行通信接口、中断系统等电路集成在一块集成电路芯片上形成的微控制器。

各大 IC 制造厂为适合不同用途设计出的单片机品种非常多,目前市场上以 Intel 公司的 MCS 系列最为普遍,它共有三大系列——MCS-48 系列、MCS-51 系列和 MCS-96 系列,其中主流是 MCS-51 系列。

MCS-51 单片机是由美国 Intel 公司生产的 8 位高档单片机系列,也是我国目前应用最为广泛的一种单片机系列。这一系列单片机品种很多,如 8031、8051/80C51、8751 等,其中 8051/80C51 是整个 MCS-51 系列单片机的核心,该系列其他型号的单片机都是在这一内核的基础上发展起来的。所以人们习惯于用 8051 来称呼 MCS-51 系列单片机,简称 51 系列单片机。

MCS-51 单片机分为 51 和 52 两个子系列,并以芯片型号的末位数字加以标记。其中,51 子系列是基本型,而 52 子系列是增强型。

单片机型号中带有字母“C”的,表示该单片机采用的是 CHMOS 工艺,具有低功耗的特点,如 8051 的功耗为 630mW,而 80C51 的功耗只有 120mW。

Intel 公司将 MCS-51 的核心技术授权给了很多公司,所以许多公司都在做以 MCS-51 为核心的单片机。当然,功能或多或少有些改变,以满足不同的需求。其中较典型的一款单片机 AT89S52 是由美国 Atmel 公司以 MCS-51 为内核开发生产的。

AT89S52 是一种高性能、低功耗的 8 位单片机,其内部含有 8KB 的 Flash ROM,可以反复擦写,并有 ISP (In System Programmable, 系统在线编程) 功能,支持在线下载,非常适于做实验。在实际工程应用中,功能强大的 AT89S52 已成为许多高性价比嵌入式控制应用系统的解决方案之一。

另外还有一款 STC 系列单片机,它是宏晶科技推出的新一代超强抗干扰/高速/低功耗的单片机,指令代码完全兼容传统 8051 单片机,其功能更为强大,下载程序更为简单方便,本书即采用 STC89C51RC 单片机作为主控芯片。在后面的仿真过程中,由于仿真软件中没有 STC 系列单片机,故仍用 AT89C51 单片机,仿真效果是相同的。

1.3 单片机能做什么

单片机究竟能做些什么,它与数字芯片有什么关系呢?下面来回顾几个典型数字芯片实例电路,然后用单片机来实现其控制功能。

【实例 1-1】产生秒脉冲信号

方法 1: 用 555 芯片实现

在数字电路中可利用 555 芯片构成多谐振荡器电路产生秒脉冲。多谐振荡器电路如图 1-2 所示。

电路分析:

由图 1-2 可知,数字芯片 555 定时器外接电阻 R_1 、 R_2 和电容 C_1 构成了一个多谐振荡器,图中电阻 R_1 、 R_2 和电容 C_1 组成充电电路,电阻 R_2 、电容 C_1 和 555 芯片内的放电管 T 组成放电电路。在接通电源后,电源 V_{CC} 通过 R_1 和 R_2 对电容 C_1 充电,此时输出端 OUT 为高电平,充电时间常数 $\tau = (R_1 + R_2)C_1$;当电容 C_1 两端电压充电到 $u_c > 2/3 V_{CC}$ 时,放电管 T 导通,此时电容 C_1 开始通过电阻 R_2 和放电管 T 放电,输出端 OUT 为低电平。这一过程周而复始振荡下去,便产生如图 1-2 (b) 所示的脉冲波。

图中输出高电平的脉冲宽度 t_1 由电容 C_1 的充电时间来决定, $t_1=0.7(R_1+R_2)C_1$; 输出低电平的脉冲宽度 t_2 由电容 C_1 的放电时间来决定, $t_2=0.7R_2C_1$; 脉冲周期 $t=t_1+t_2$ 。

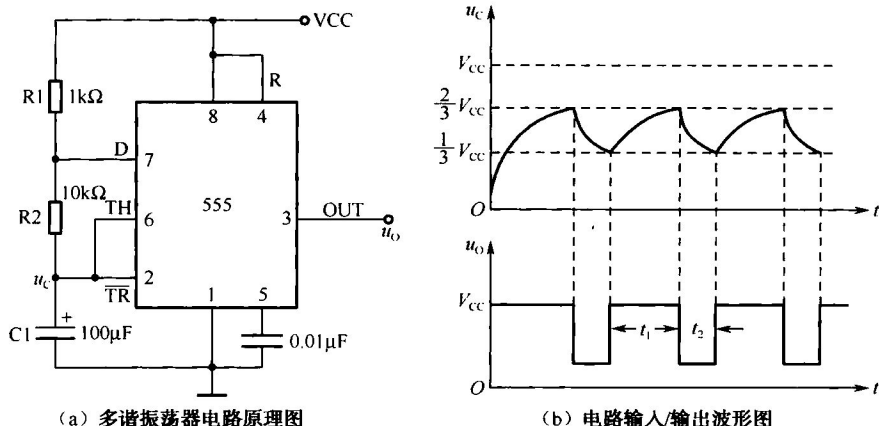


图 1-2 555 芯片多谐振荡器电路

由此可知, 可以通过改变电阻 R_1 、 R_2 和电容 C_1 的值来改变输出脉冲的宽度。

调试与仿真:

调用 Proteus 仿真软件, 观察仿真电路运行情况, 其仿真结果如图 1-3 所示。

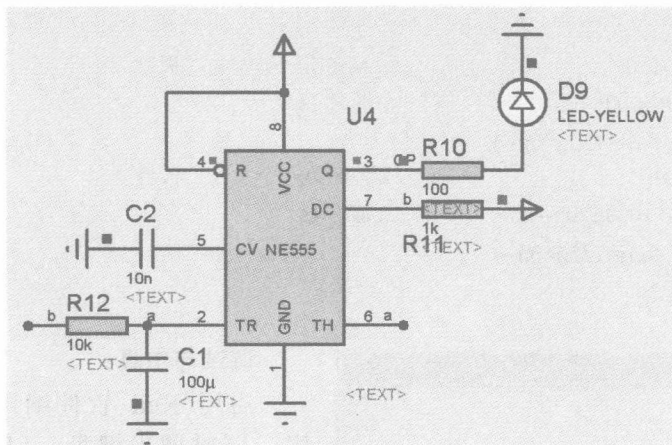


图 1-3 555 芯片多谐振荡器电路仿真

方法 2: 用单片机控制实现

现在用单片机控制来完成秒脉冲, 单片机控制 LED 电路框图如图 1-4 所示。

电路分析:

由图 1-4 可知, 只要给单片机的 P1.0 口送 0 信号, LED 灯亮; 送 1 信号, LED 灯灭。如果不断反复地送 0、1、0、1... 信号, LED 灯便可以不断循环闪烁。

编写程序:

编写 C51 控制源程序如下所示。

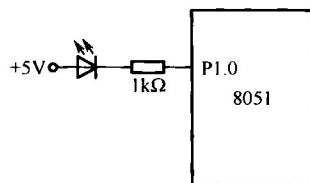


图 1-4 单片机控制 LED 电路框图

```

/*****
* @File: chapter 1_1.c
* @Function: LED1 灯间隔 1s 循环闪烁
*****/

#include<reg51.h>           //51 系列单片机头文件
#include <stdio.h>          //标准 I/O 库函数头文件
#define uint unsigned int   //宏定义
sbit LED1=P1^0;             //定义单片机 P1 口的第一位接 LED 灯
uint i,j;                   //定义变量
void main()                 //主函数
{
    SCON=0x52;              //串口初始化打开串口窗口
    TMOD=0x20;
    TH1=0xf3;
    TR1=1;
    printf("Program Running !\n"); //输出三行信息
    printf("LED1 ON : 1s \n");
    printf("LED1 OFF: 1s \n");
    printf("\n");
    while(1)                //大循环
    {
        LED1=0;             //点亮第一个发光二极管
        for(i=1000;i>0;i--); //延时 1s
        for(j=125;j>0;j--);
        LED1=1;             //关闭第一个发光二极管
        for(i=1000;i>0;i--); //延时 1s
        for(j=125;j>0;j--);
    }
}

```

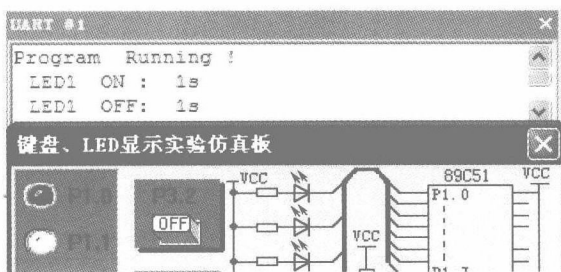


图 1-5 LED1 灯间隔 1s 循环闪烁

调试与仿真：

启用 Keil 软件编译、调试、运行程序，同时调出键盘、LED 显示实验仿真板，在 Keil 开发环境中进行仿真，其仿真显示结果如图 1-5 所示。

通过调试程序可以发现，要想改变输出脉冲的宽度，不用修改硬件电路，只需改变调试程序里的延时函数的参数值即可，也就是

实现了用软件来控制硬件电路，使电路功能的调试修改更加简单方便。

【实例 1-2】 实现 8 个 LED 灯循环点亮与熄灭

方法 1：用 74LS194 芯片实现

在数字电路中可利用两片 74LS194 双向移位寄存器来实现八彩灯的循环点亮与熄灭，电路原理图如图 1-6 所示。

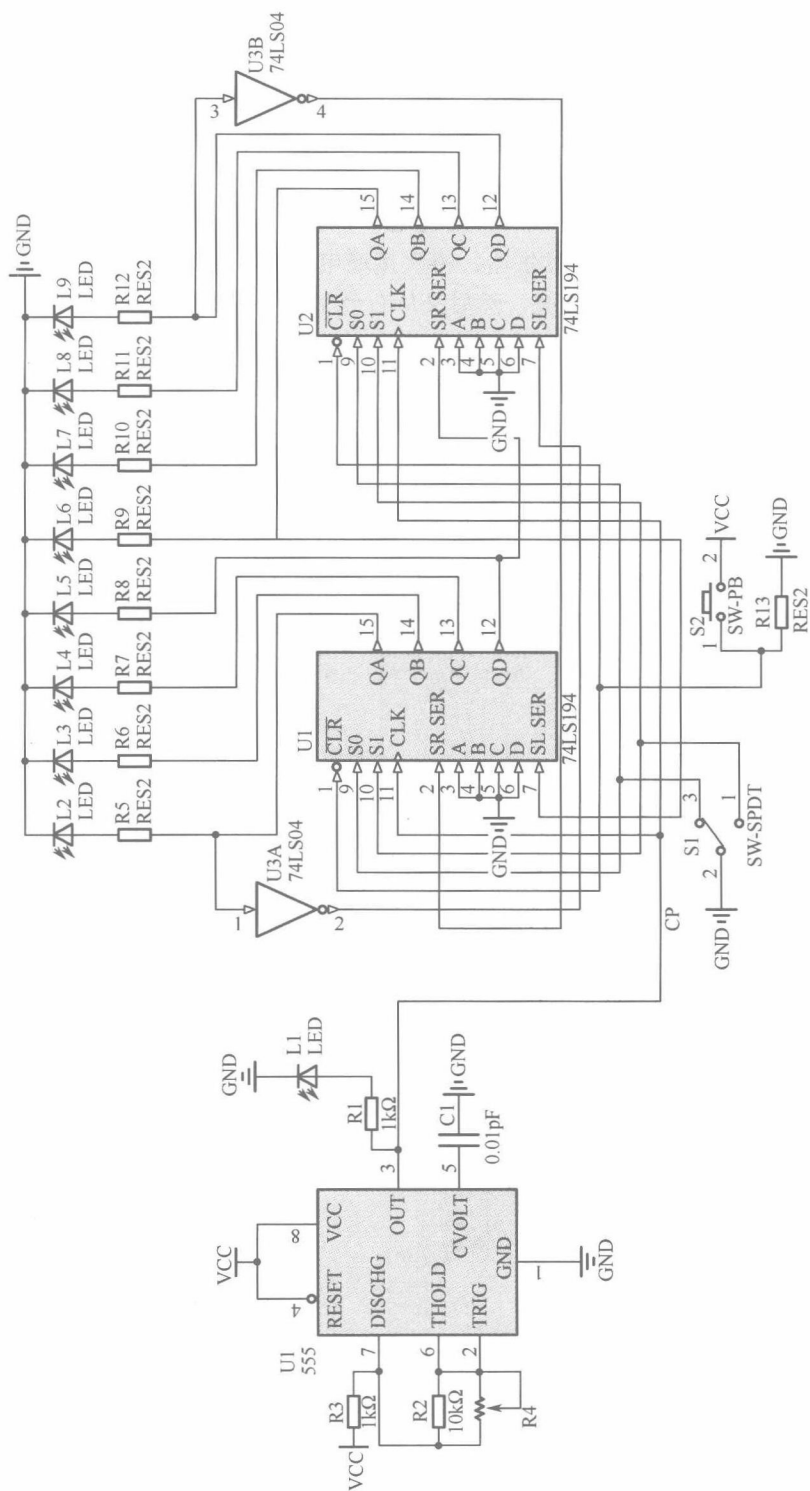


图1-6 数字芯片完成8个LED轮流循环点亮与熄灭电路

电路分析:

由图 1-6 可知, 两片 74LS194 芯片连接成了一个 8 位二进制双向移位电路, 通过 A、B 控制端控制 74LS194 双向移位寄存器的方向。

(1) 右移: 将控制端 A 接低电平, B 接高电平, 秒信号输入端 (CP) 接图 1-2 多谐振荡器电路 OUT 端。接通电源, 电路中的发光二极管从左至右逐个循环点亮, 然后又从左至右逐个循环熄灭, 依此规律不断循环。

(2) 左移: 关闭电源, 将控制端 A 接高电平, 控制端 B 接低电平, 秒信号输入端 (CP) 接 555 定时器构成的秒信号发生器。再次接通电源后, 与原来的显示方式不同, 电路中的发光二极管从右至左逐个循环点亮, 然后又从右至左逐个循环熄灭, 依此规律不断循环。

调试与仿真:

调用 Proteus 仿真软件, 观察仿真电路运行情况, 其电路仿真结果如图 1-7 所示。

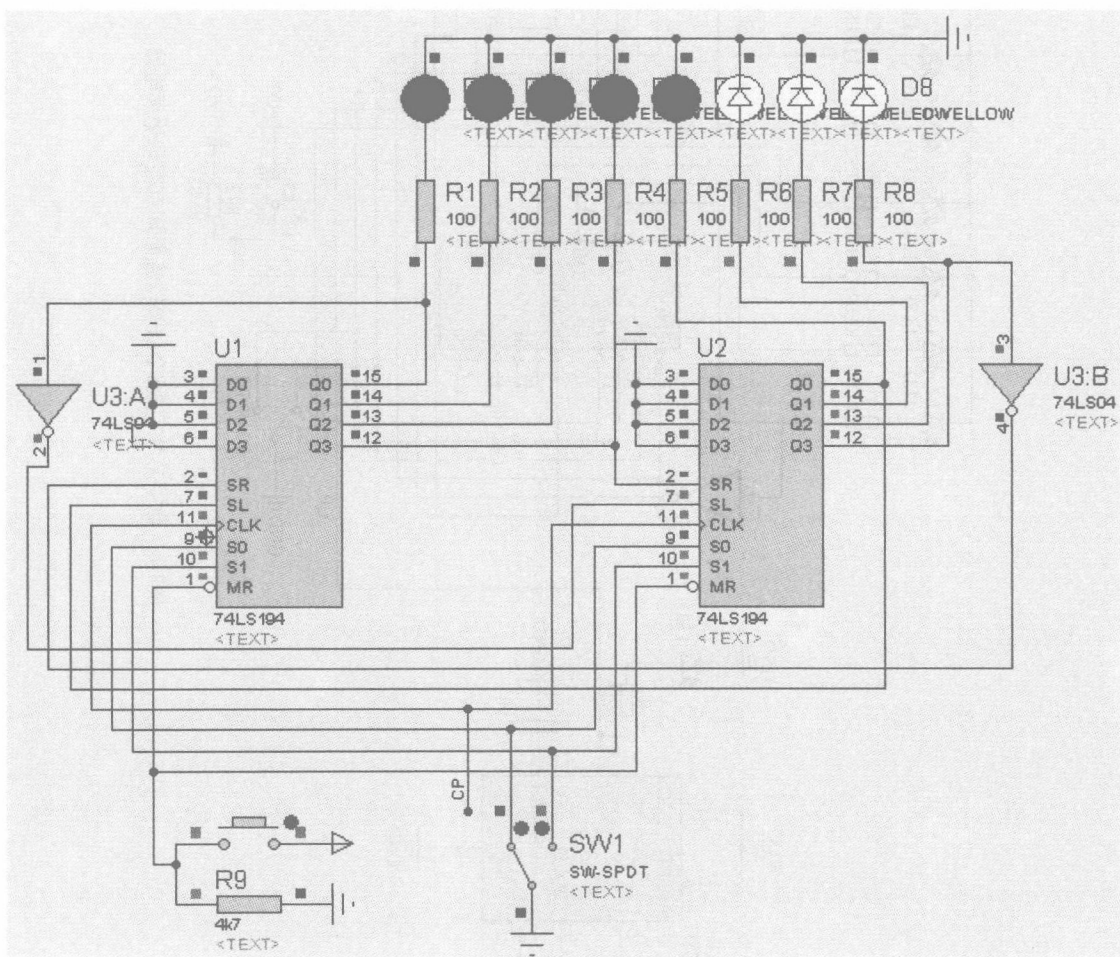


图 1-7 数字芯片 8 个 LED 轮流循环点亮与熄灭电路仿真

对于上述电路, 要想改变八彩灯显示花样, 需要重新设计电路图才行, 这样做相当麻烦, 所以单一由数字芯片构成的数字电路其控制灵活性较差。

方法 2: 单片机控制实现

现在用单片机控制来实现 8 个 LED 轮流循环点亮与熄灭, 同时通过修改程序改变显示花样和显示速度。

单片机控制八彩灯电路框图如图 1-8 所示。

电路分析:

由图 1-8 可知, 要使 8 个 LED 灯循环点亮与熄灭, 只需在单个 LED 闪烁的基础上, 循环点亮或熄灭下一个 LED 灯即可。在这里采用数组形式定义彩灯的花样代码, 每经过 1s, 再取下一个 LED 灯的花样代码, 不断循环。

编写程序:

编写 C51 控制源程序如下所示。

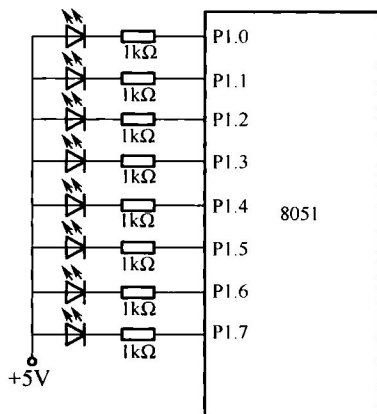


图 1-8 单片机控制八彩灯电路框图

```

/*****
* @ File: chapter 1_2.c
* @ Function: 8 个 LED 轮流循环点亮与熄灭
*****/

#include<reg51.h>           //51 系列单片机头文件
#include <stdio.h>          //标准 I/O 库函数头文件
#define uint unsigned int   //宏定义
#define uchar unsigned char //定义 LED 显示花样代码

uchar code table[4][8]={ {0xfe,0xfc,0xf8,0xf0,0xe0,0xc0,0x80,0x00},
                          {0x01,0x03,0x07,0x0f,0x1f,0x3f,0x7f,0xff},
                          {0x7f,0x3f,0x1f,0x0f,0x07,0x03,0x01,0x00},
                          {0x80,0xc0,0xe0,0xf0,0xf8,0xfc,0xfe,0xff} } ;

void delaysms();           //延时函数声明
void main()                //主函数
{
    uchar x,y;             //定义变量
    SCON=0x52;             //串口初始化
    TMOD=0x20;
    TH1=0xf3;
    TR1=1;
    printf(" Program   Running ! \n "); //输出两行信息
    printf("8 个 LED 轮流循环点亮与熄灭 ");
    printf("\n");
    while(1)               //大循环
    {
        for(x=0;x<4;x++)
        {

```

```

        for(y=0;y<8;y++)
        {
            P1=table[x][y];
            delays();
        }
    }
}

void delays()                //延时函数
{
    uint i,j;
    for(i=1000;i>0;i--)
        for(j=125;j>0;j--);
}

```

调试与仿真：

启用 Keil 软件编译、调试、运行程序，同时调出键盘、LED 显示实验仿真板，在 Keil 开发环境中进行仿真，其仿真显示结果如图 1-9 所示。

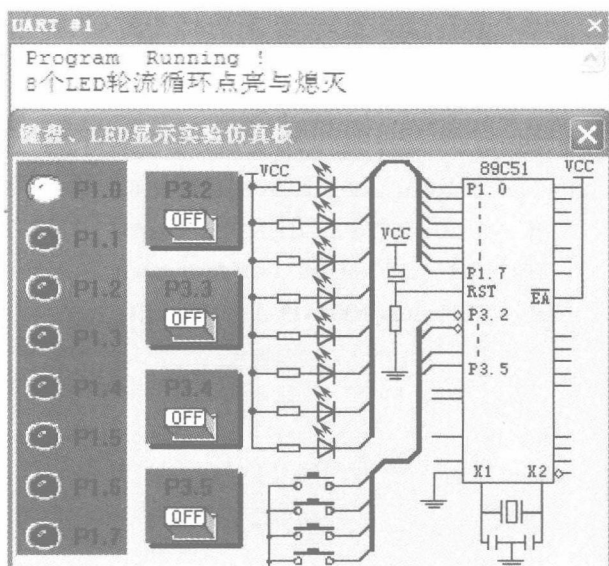


图 1-9 8 个 LED 间隔 1s 轮流循环点亮与熄灭显示仿真

对于上述单片机控制系统，要想改变八彩灯的显示花样，只需要通过调试程序，修改数组中定义 LED 显示花样中的代码值，便可以很方便地改变八彩灯的显示花样；同时通过改变延时函数中的循环参数值，可以很方便地控制花样彩灯的显示速度。

【实例 1-3】 实现 0~9 数字计数、译码、显示

方法 1：用 74LS161 芯片实现

在数字电路中可利用 74LS161 计数芯片实现数字增 1 计数，再通过 74LS48 译码器芯片