

青少年 数字电 路制作指南

(闽)新登字 03 号

青少年数字电路制作指南

林连魁

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州得贵巷 59 号)

福建省新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

福安市印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 1/32 8.25 印张 3 插页 194 千字

1995 年 1 月第 1 版

1995 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—8 300

ISBN 7-5335-0861-0/TN·100

定价:8.20 元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

前 言

安装、制作一些趣味实用的功能电路，对深入学习无线电技术，进一步提高检修技术，无疑是很有帮助的。这是因为不管多复杂的电路系统，都是由若干个功能电路构成的，掌握了各功能电路的工作原理，整个系统也就掌握了。

为此，我们选编了这套面向广大青少年无线电爱好者的电子制作丛书。在这一辑中，我们收入了《青少年电源电路制作指南》、《青少年数字电路制作指南》、《青少年音响电路制作指南》3种。这些电路由浅入深，由简至繁，安装调试后就有一定的使用价值。各电路所用的元器件，一般在市面上均可购得，也可通过邮购获得。读者可以根据自己的实际情况，选择合适的电路进行制作，在制作中深入学习无线电知识，完善对元器件属性的认识，同时提高动手能力。

在编写中，我们假设读者已初步掌握了无线电电工基础、元器件的使用常识和基本单元电路的工作原理。或读过由蔡声镇等编著的《青少年无线电装配检修技术速成》一书。

本丛书由蔡声镇主持和审定。

由于经验不足，书中难免错误和疏漏，敬请广大青少年朋友批评指正。

编著者

目 录

第一章 照明灯控制电路

1. 声、光控路灯 (1)
2. 简单实用的一灯多控开关 (5)
3. 单触点台灯触摸开关 (9)
4. 音乐定时提醒台灯 (11)
5. 10 档触摸调光台灯 (15)
6. 迎客、报警灯开关 (20)

第二章 彩灯控制电路

1. 简单的闪烁彩灯 (26)
2. 迷你彩灯 (27)
3. 五路循环彩灯 (35)
4. 可简单编程、声控、双向旋转彩灯 (39)

第三章 玩具及游戏电路

1. 硬币翻面游戏 (46)
2. 电子兔灯 (49)
3. 光控变调声响器 (52)
4. 迷宫探险 (54)
5. 抢先游戏 (57)
6. 炸碉堡游戏 (60)
7. 九路智力竞赛抢答器 (66)

第四章 定时电路

- 1. 5 小时可调定时器 (72)
- 2. 暗房自动曝光定时器 (75)
- 3. CMOS 多点定时器 (78)
- 4. 可简单编程定时器 (81)
- 5. 双级定时器 (85)

第五章 报警电路

- 1. 双向超压报警器 (89)
- 2. 双向超温报警器 (92)
- 3. 防盗报警器 (96)
- 4. CMOS 触摸报警器 (98)
- 5. 多控制方式报警器 (101)
- 6. 钱包、公文包防盗报警器 (106)
- 7. 可燃气体报警器 (112)

第六章 遥控电路

- 1. 超声波遥控开关 I (118)
- 2. 超声波遥控开关 II (123)
- 3. 超声波遥控电扇 (129)
- 4. 家用 6 路红外遥控器 (133)

第七章 实用测试仪器

- 1. 简易三态逻辑测试笔 (139)
- 2. 简易低频频率计 (142)
- 3. 简易电视灰度等级信号发生器 (146)

4. 数字电路初测器	(149)
5. 直显式 LC 测试仪	(153)
6. 遮光式红外计数器	(160)
7. 示波器 4 路显示接口	(166)

第八章 其它实用电路

1. 双音电子门铃	(171)
2. 可对讲音乐门铃	(173)
3. 植物、花卉缺水告知器	(176)
4. 家用水塔水位自动控制器	(178)
5. 数字式密码锁	(183)
6. 新颖光电密码锁	(188)
7. 数显脉搏测试仪	(194)
8. 脉冲式快速充电器	(199)
9. 自行车行程记录表	(203)
10. 全自动冰箱保护器	(209)

附录 常用元件器简介

一、常用 CMOS 集成电路	(214)
二、555 时基集成电路	(249)
三、音乐集成电路	(251)
四、数码管	(252)
五、计数器显示模块	(253)

第一章 照明灯控制电路

1. 声、光控路灯

本电路同时具有声控和光控路灯功能。路灯白天不亮，晚上拍手或吹口哨即亮，延时半分钟后自动熄灭，方便又节电。电路原理如图 1-1 所示。采用 555 时基集成电路，简单易制，成本低，可靠性高。

工作原理

220V 交流电经 C5 降压，D1、D2、DW、C4 整流、滤波、稳压，形成 10V 左右的直流电供电路工作。具体过程为：在 220V 交流电正半周时，D2 反偏截止，经 C5 降压后，电源通过 D1，在 DW 两端形成 10V 左右的电压并对 C4 充电。C4 起滤波作用。在负半周期间，D1 截止，阻止 C4 通过电网放电，D2 导通为 C5 提供放电通路。

白天，光照使光敏三极管 BG2 导通，BG3 因得到足够大的基极电流而饱和导通，集电极为低电平（ $<1V$ ）。此时 555 集成电路因④脚为低电平而被复位（555 时基集成电路工作原理详见附录二），③脚输出低电平，可控硅不导通。与此同时 555⑦脚内接 MOS 管导通。C3 通过 555⑦脚对地放电，⑥脚保持低电平。每当夜晚到来时，BG2 因无光照而截止，BG3 亦截止，集电极（555④脚）为高电平，它使得 555 的复位功能被取消。此时，电路进入保持等待的工作状态。没有声响时，BG1 截止，集电极（555②

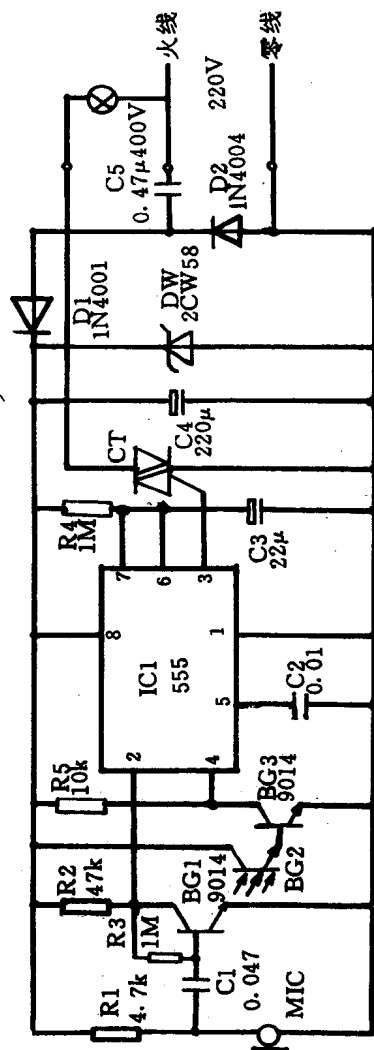


图 1-1 声、光控路灯

脚) 为高电平, 同时由于⑥脚处于低电平, 这使 555 处于保持状态, 电路状态不翻转, 故③脚仍为低电平, 可控硅 CT 截止, 电灯依然不亮。当有人路过, 出现声响 (拍手或吹口哨) 时, 声波通过驻极体话筒 (MIC) 转换成电信号, 并经 C1 加至 BG1 的基极, 使其导通。由于 R2 阻值较大, 故只要较小的导通电流, 就可以使 BG1 集电极电压有较大的下降幅度。当 BG1 集电极电压下降至 $1/3E_c$ (约 3.3V) 时, 555③脚由低电平升为高电平。可控硅被触发导通, 路灯点亮。与此同时 555⑦脚内接 MOS 管截止, 断开了 C3 的放电回路。当声响过后, 没有信号加至 BG1 基极, BG1 截止, 555②脚恢复为高电平。但由于⑥脚为低电平, 电路进入保持状态, 电灯持续点亮。另一方面 +10V 电压经过 R4 向 C3 充电, C3 两端电压逐渐升高。当 C3 两端电压升高至高于 $1/3E_c$ 时, 555②、⑥脚电压均高于 $1/3E_c$, 555 输出状态翻转, ③脚从高电平变为低电平, 可控硅失去控制电压而截止, 路灯熄灭。同时⑦脚内接 MOS 管导通, 使 C3 通过⑦脚内部 MOS 管对地快速放电, C3 正端重新恢复成低电位。此时②脚为高电平, ⑥脚为低电平, 电路又进入等待状态。

安装调试

电路的印刷电路板如图 1-2 所示。安装前最好先把各元件的安装位置检查一遍。在焊接每一个元件时, 最好再确认一下元件的引脚是否插接正确, 尤其对集成电路和晶体管。光敏三极管的安装位置应做到: 白天光线能直接射到其受光面上, 夜晚又无强光照射, 特别是路灯的光线不能直射在其受光面上。整个电路可安装在一个小塑料盒 (如肥皂盒) 里。

全部安装完毕, 检查无误后, 即可通电调试, 调试步骤如下:

(1) 电源线须按图 1-1 所示连接, 火线和零线不能对调, 否则

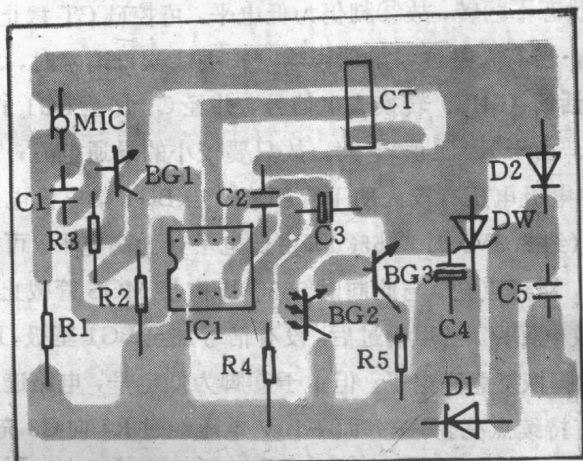


图 1-2 印刷电路板

电路板对大地将有 220V 的交流电压，稍不小心将会有触电的危险。

(2) 用黑布或黑纸将光敏三极管的 BG2 包住, 然后接通电源, 此时灯应不亮。拍手或吹口哨后, 灯应能立即点亮, 并且约半分钟后熄灭。若灯不亮应检查电路元件是否接错。也有可能是 BG1 的放大倍数不够大, 可更换一只 β 值较大的晶体管试试, 也可以适当增大 R2 的阻值或减小 R3 的阻值试试。

(3) 若灯点亮的时间不满足要求, 可以通过改变 R_4 和 C_3 的参数来调整。调大 R_4 的阻值或增大 C_3 的容量, 灯点亮的时间变长, 反之亦然。

(4) 去掉 BG2 的遮挡物, 让光线 (白天的自然光) 照射在 BG2 的受光面上, 这时不管如何拍手或吹口哨, 灯都应不亮。否则应检查 BG2、BG3 的引脚是否接错, 或者更换一只 β 值更大的 BG3。

试试。

至此调试即告结束，整个电路装入塑料盒后，将其置于常人手够不着的适当位置即可，由于整个控制电路的功耗很小，又无明显发热元件，故可以长期通电，使用起来方便又经济。

元件选择

BG1、BG3 选用 $\beta \geq 100$ 的小功率 NPN 型三极管，如 9014、3DG6 等。可控硅 CT 采用 1A400V 的双向可控硅如 97A6 或 97A4 等。D1、D2 选用正向电流 1A、耐压 400V 的整流二极管 1N4004。稳压二极管 DW 采用 9~10.5V 的 2CW58 稳压二极管。C5 为耐压 400V、容量为 0.47 μ F 的无极性电容器。555 时基集成电路可采用 NE555 或 CH7555 等同类产品。驻极体话筒可用普通市售品。光敏三极管为 2N577 或 3DV4A 等。其它电解电容耐压值选 16V，电阻选用 1/8W 碳膜电阻。

2. 简单实用的一灯多控开关

在有些场合如较大的房屋、旅馆等，有时需要在不同的位置对同一盏灯进行控制。图 1-3 电路是专为此而设计的，电路仅采用一块双 D 触发器 CD4013，简单易制，可靠性高，成本低。

工作原理

CD4013 是 CMOS 双 D 触发器，其各引脚功能及排列见附图 1-7。它内含两个 D 触发器。在本电路中一个被接成单稳态电路，另一个被接成双稳态电路。单稳电路的输出作为双稳电路的时钟输入，而双稳电路输出则用来控制可控硅的导通与截止，从而控制路灯的亮暗。

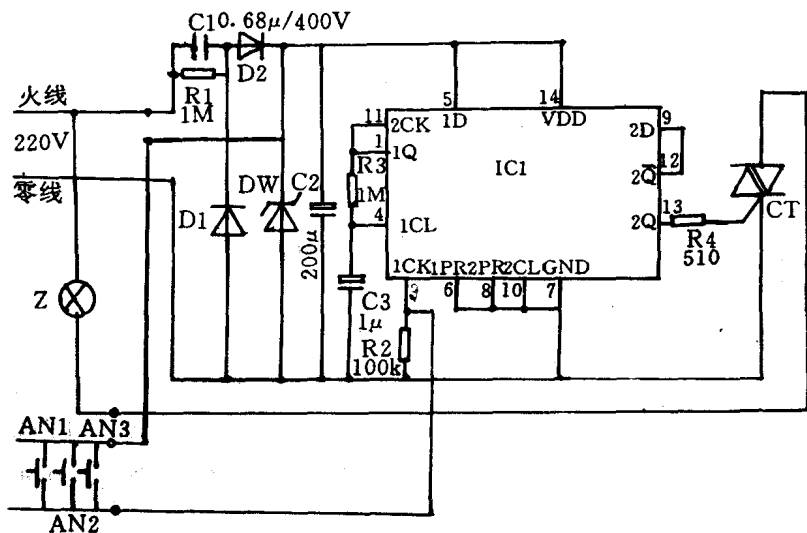


图 1-3 简单实用的一灯多控开关

220V 交流电压经 C1 分压，D1、D2 整流，DW 稳压，C2 滤波，在 C2 两端形成 6~7.5V 直流电压供电路工作。

触发器 D1 接成单稳态。输入端 1D⑤脚接高电平，即触发器 D1 恒置 1；但输出端还受到置 0 端 1CL④脚制约（置 1 端 1PR⑥脚接地故不起作用）。触发器 D2 接成双稳态形式。其反相输出端 2Q⑫脚和输入端 2D⑨脚相接，同时置 1 端 2PR⑧脚和置 0 端 2CL⑩脚均接地，故均不起作用。这样每来 1 个时钟脉冲，输出端 2Q⑬脚就倒相 1 次。也就是说开始时，2Q 为高电平，2Q 为低电平，那么下一个时钟脉冲来时，2Q 输出变为低电平，状态翻转。

当没有任何按钮开关按下时，1CK③脚经 R2 接地，低电平。触发器 D1 和 D2 保持原来状态。灯原来亮仍亮、原来灭仍灭。当

按下任何一个按钮开关（如 AN1）时，则+6V 电源电压经 AN1 加至时钟端 1CK③脚，在③脚上产生一个电压正跳变（上升沿脉冲）。如前所述，1D 为高电平，故 1Q①脚输出为高电平。D1 进入暂稳态。D2 时钟端 2CK⑪脚与 1Q①脚相连，故 D2 触发器时钟亦得到上升沿脉冲，D2 输出状态翻转。设原来 2Q 为低电平，灯灭；同时 $2\bar{Q}$ ⑫脚为高电平，与它相连的 2D⑨脚亦为高电平。时钟端 2CK⑪脚得到上升沿脉冲后，⑨脚高电平被送到 2Q⑬脚，⑬脚高电平经 R4 加至可控硅 CT 的控制极，可控硅导通，电灯亮。另一方面，2Q 为高电平时， $2\bar{Q}$ 为低电平，它加到 2D 端，为下一次时钟脉冲到来时，2Q 输出状态的翻转作准备。接着 1Q①脚通过 R3 向 C3 充电，C3 两端电压由零伏逐渐升高，约 1 秒后升高到门限电平。此时置 0 端 1CL④脚为高电平，D1 触发器复位，1Q 输出低电平，单稳态电路进入稳态。同时 2CK⑪脚为低电平，为下一次脉冲上升沿形成作准备；C3 通过 R3 向 1Q 端放电，1CL 端恢复成低电平，为下一次按 AN 键作准备。D1 接成单稳态使按下 FAN 键约 1 秒之后再按 AN 才能重新改变路灯状态。这样做的目的是为了防止按下 AN 时由于触点抖动而使灯光出现闪烁的现象。

安装与调试

本电路的印刷线路板如图 1-4 所示。安装时，先将原理图和印刷板图上的元件对照一遍，而后往印刷板上插上对应元件。要注意各元件引脚不要插错，特别是二极管、稳压二极管、可控硅、集成电路等。否则可能烧毁线路板、或损坏元件等。插完后，再检查一遍，确认无误后将元件焊牢。

将印刷板接上电源线和按钮开关即可开始调试。这时一定要注意火线和零线的接法要按图 1-3 所示，千万别接反，否则按钮开关上将带有 220V 交流电压，调试中人可能会接触元件而触电。

膜电阻。灯泡功率小于 100W。

3. 单触点台灯触摸开关

工作原理

电路原理如图 1-5 所示。220V 交流电经 B1 降压成 10V 并经 D1~D4 整流，C1 滤波，形成约 13V 直流电压供电路工作。

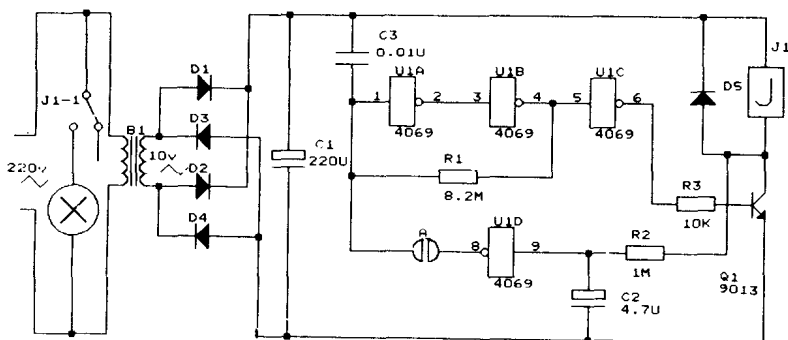


图 1-5 单触点台灯触摸开关

6 反相器 CD4069 的封装形式及引脚功能见附图 1-2。接通电源时，+13V 电压经 C3 耦合加至 6 反相器 CD4069 中的一个反相器 U1A 的输入端①脚，于是 U1A 输出低电平，加至 U1B 输入端③脚，U1B 输出高电平。该高电平一路经 R1 使 U1A 的输入端继续保持高电平，起自锁作用；另一路送 U1C 倒相后变成低电平经 R3 加至 Q1 基极，使 Q1 截止，继电器 J 不吸合，灯不亮。Q1 截止，其集电极高电平，经 R2 加至反相器 U1D 输入端⑧脚对 C2 充

电。刚开始时 C2 两端电压为 0，⑨脚亦为低电平。随着 C2 的充电，C2 两端电压逐渐升高，当其高于 $1/2E_c$ 时，⑨脚电压由低电平跳变为高电平，反相器 U1D 输出低电平加至触摸开关 A 的右端。

当需要点亮台灯时，触摸一下 A，相当于短路触摸开关 (CD4069 为 CMOS 器件，其输入阻抗极高 $10^{10}\Omega$ ，而人体电阻仅为几百 k Ω ，相对来说是很小的，可以忽略不计)。A 右端低电平经 A 加至 U1A 输入端。这样 U1A 输出高电平，U1B 输出低电平。U1B④脚的低电平一路经 R1 使 U1A①脚自锁于低电平，另一路使 U1C 输出高电平，使 Q1 饱和导通。继电器 J 得电吸合，台灯点亮。同时由于 Q1 饱和导通，其集电极为低电位，C2 通过 R2、Q1 放电。当 C2 两端电压下降至低于 $1/2E_c$ 时，相当于 U1D 输入低电平，U1D 输出高电平加至触摸开关 A 的右端，为下一次触摸 A 使灯熄灭作准备。

上述可以看出 R2、C2 主要起延时作用，防止触摸过程中由于手的抖动使电路输出状态不断翻转而产生台灯闪烁现象。一般取延时 1 秒左右。

安装调试

印刷电路板如图 1-6 所示。先将电路原理图与印刷版图上的每个元件仔细对照一遍，确认每个元件的对应位置，而后往印刷板上插入元件。特别注意集成电路、三极管的引脚不要插错。确认无误后就可将各元件焊接起来。

将插头插入电源，正常时灯不亮，而触摸一下开关 A，灯亮；1 秒后再触摸 A，灯灭。如果必须过几秒后再触摸 A，才能将灯熄灭，说明电路延时时间太长可减小 R2 或 C2 的值。

而后将线路板装入一个小塑料盒子里，如果可能直接装在台

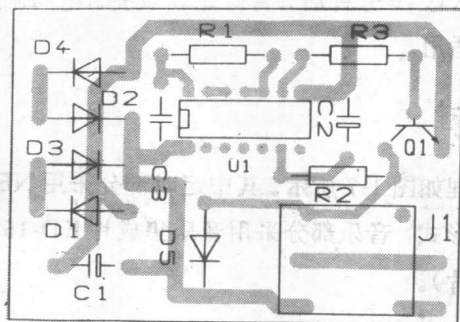


图 1-6 印刷电路板

灯底部,并固定好。触摸开关 A 置于台灯面上便于触摸的地方。这样一个方便的台灯触摸开关便完成了。本电路也可作为壁灯、床头灯等的开关。

元件选择

U1 选用 6 反相器 CD4069。Q1 为小功率硅管 9013 $\beta \geq 100$ 。J 选用 12V 小型继电器,如 JZC-6FB 12V 等。D1~D5 选用 1N4001。C1 为 220 μ F/25V、C2 为 4.7 μ /10V 电解电容。B1 为 3~5W、次级 10V 电源变压器。R1=8.2M Ω , R2=1M Ω , R3=10k Ω ,均为 1/8W 碳膜电阻。触摸开关可用两片金属片相距 1mm、贴在一块绝缘片(如塑料片)上制成,金属片焊上两条引线。

4. 音乐定时提醒台灯

长时间地看书,不仅对眼睛有害,而且学习效率也逐渐下降。因而适时休息是很有必要的。本电路是专为此而设计的,其工作