

第一章 灯具控制电路

第一节 照明灯控制电路

1. 光控照明灯（一）

本例介绍一种实用的自动光控照明灯，它通过继电器触点控制照明灯的亮灭，可用于住宅小区数盏路灯的自动控制，被控路灯可以是白炽灯泡，也可以是节能型荧光灯等。

工作原理

自动光控照明灯的电路如图 1-1 所示。电路由电源、光控电子开关及继电器控制等几部分电路组成，该电路的特点是在夜间路灯点亮与白天灯熄的临界点处设有短暂的延迟，可避免在临界点继电器可能发生的频繁跳动现象。

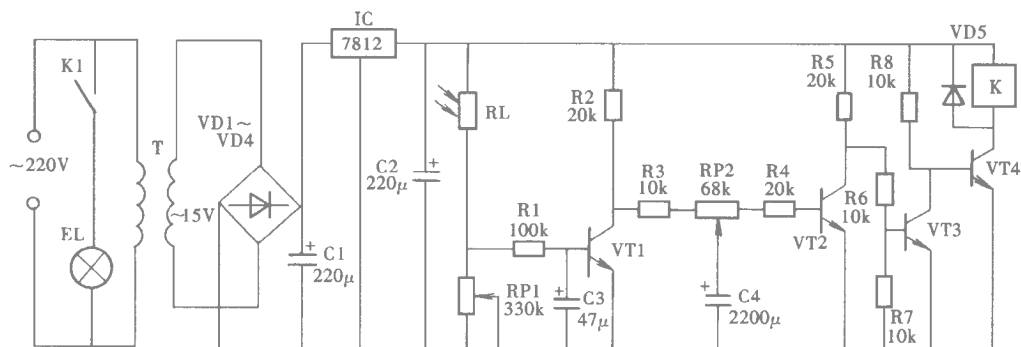


图 1-1 光控照明灯（一）电路图

接通电源，220V 交流电经变压器 T 降压、VD1~VD4 桥式整流、三端集成稳压器 IC 稳压，为控制电路提供稳定的 12V 直流电压。RL 为光敏电阻器，白天呈现低电阻，VT1 饱和导通，VT2 截止，VT3 导通，VT4 截止，继电器 K 不动作，路灯 EL 不亮。当夜幕来临时，RL 的阻值开始变大，使得 VT1 截止，VT2 导通，VT3 截止，VT4 导通，K 得电吸合，其动合触点 K1 闭合，路灯正点亮发光。

R1、C3 组成瞬间光线吸收回路，可吸收掉雷电等意外光线对电路造成的干扰。RP1 用来调节路灯在合适的光线下点亮和关闭；RP2 用来调节电容器 C4 的充、放电时间常数，对雷电等意外光线进行二次吸收以彻底消除其影响，同时也可解决在光控临界点处以消除继电器可能发生的频繁跳动。

元器件选择

VT1 ~ VT3 选用 9011 型硅 NPN 三极管，要求电流放大系数 $\beta \geq 150$ ；VT4 选用 8050 型硅中功率三极管，要求电流放大系数 $\beta \geq 100$ 。

VD1 ~ VD4 选用 1N4001 型硅整流二极管；VD5 用 1N4148 型硅开关二极管。

IC 选用 7812 型三端集成稳压器。

RL 为 MG45 - 13 型塑封树脂封装光敏电阻器；RP1、RP2 可用 WSW 型有机实心微调电阻器，固定电阻均可用 RTX - 1/8W 碳膜电阻器。

电容均为 CD11 - 25V 型电解电容器。

T 为 220V/15V、8W 小型优质电源变压器，要求长时间通电不发热。

K 可用工作电压 DC12V 的 JZC - 22F 小型中功率电磁继电器，其触点容量有 5A 与 7A 两种，可根据被控路灯的功率容量选择。如果要驱动足够数量的路灯，可用继电器 K 的触点 K1 去控制交流 220V 的中间继电器（如 JTX 型），以解决整个小区所有路灯的自动控制。

制作与调试

焊接好的电路板可装入体积合适的绝缘小盒内，亦可安装在经过改造后的 86 或 75 系列壁式开关盒内。注意在盒面板为 RL 开出感光孔。改变 RP1 阻值，可调整光控灵敏度。一般按图 1 - 1 选择元器件参数，无需任何调试便可正常工作。

2. 光控照明灯（二）

本例介绍的自动光控照明灯选用 555 时基电路作为控制元件，其控制特性较好，不但制作简单、调试容易，而且电路的静态功耗也很小。

工作原理

自动光控照明灯的电路如图 1 - 2 所示，它由光敏传感器、555 时基集成电路、电源电路等几部分组成。

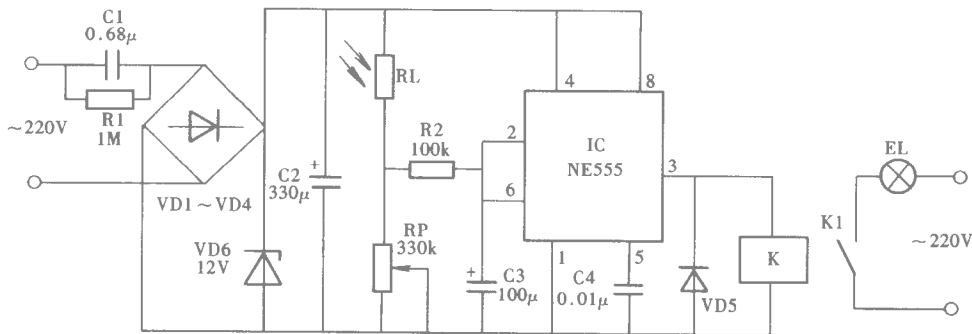


图 1 - 2 光控照明灯（二）电路图

图 1 - 2 中时基集成电路 IC 接成施密特触发器，白天外界的光线较强，光敏电阻器 RL 呈现低电阻，IC 的 2、6 两脚为高电平，大于 $2V_{DD}/3$ ，处于复位状态。其输出端 3 脚输出低电平，继电器 K 不动作，路灯 EL 不亮。晚上 RL 失去光照呈高电阻，使 IC 的触发端即第 2 脚处于低电平（小于 $1V_{DD}/3$ ），时基集成电路置位，其输出端 3 脚跳变为高电平，继电器 K 得电吸合，其动合触点 K1 闭合，路灯 EL 通电发光。

R2 与 C3 组成干扰脉冲吸收电路，可防止因短暂光线（如雷电闪光、车辆灯光等）干扰电路的正常工作。由于时基电路组成的施密特触发器具有 $1V_{DD}/3$ 的回差电压，从而可避免继电器在光控临界点处的频繁跳动而造成路灯 E 的闪亮。本电路除可用于白炽灯泡自动控制外，也可用于高压钠灯、节能荧光灯等各种灯具。

本控制器电源选用电容 C1 降压、二极管 VD1 ~ VD4 桥式整流、VD6 稳压、C2 滤波以获得直流 12V 工作电压。

元器件选择

IC 选用 NE555、 μ A555、SL555 等时基集成电路。

VD1 ~ VD4 选用 1N4004 型等硅整流二极管；VD5 为 1N4148 型等开关流二极管；VD6 选用 12V、0.5W 稳压二极管，如 2CW60 - 12V 或 1N5242、1N6242B、1N6002、2CW5242、UZ - 12B 型等。

RL 要求选用亮阻 $\leq 5k\Omega$ ，暗阻 $\geq 1M\Omega$ 的光敏电阻器，如 MG44 - 03、MG45 - 13 型等；RP 选用 WSW 型有机实心微调电阻器；R1、R2 选用 RTX - 1/8W 型碳膜电阻器。

C1 要求选用 CBB - 400V 型聚丙烯电容器；C2、C3 选用 CD11 - 16V 型电解电容器；C4 选用 CT1 型瓷介电容器。

K 选用 JZC - 22FA/012 - 1Z 小型中功率电磁继电器，如嫌触点容量不够，可用它控制中间继电器再驱动路灯的亮灭。

制作与调试

全部元器件安装在自制的印制电路板上，焊接好的电路板可装入体积合适的绝缘小盒内，亦可安装在经过改造后的 86 或 75 系列壁式开关盒内。注意在盒面板为 RL 开出感光孔。改变 RP 阻值，可调整光控灵敏度。在夜幕来临时，由大往小缓慢调节电位器 RP（注意 C3 的延迟吸收作用）的阻值，使灯 EL 刚好点亮发光为止。

在实际安装使用时要注意 RL 应避开风雨侵蚀和有灯光的直射处，选择 RL 感受自然光良好的地方固定。

3. 光控定时照明灯

本例介绍的光控定时照明灯，适宜阅报栏自动灯光控制等，它在夜幕降临时会自动点亮报栏灯光，便于人们阅读。在后半夜，行人稀少时，它会自动关闭灯光，以节约电能。

工作原理

光控定时照明灯的电路如图 1-3 所示，它由光控、定时、晶闸管开关及电源等几部分电路组成。

220V 交流电经电容 C1 降压、VD1 整流、VD2 稳压后在电容 C2 两端可获得 12V 直流电压，以供 IC1（NE555）时基集成电路用电。IC1 与光敏电阻 RL、电位器 RP1、电阻器 R2 等构成光控电路，其工作原理与例 2 完全相同。白天，RL 呈现低电阻，IC1 处于复位状态，其输出端 3 脚输出低电平，所以后级的定时器 IC2 与三极管 VT 失电不工作，晶闸管 VS 因无触发电流而处于关断状，报栏灯 EL 不亮。

当夜幕来临时，RL 呈现高电阻，时基集成电路 IC1 翻转置位，3 脚输出高电平，定时器 IC2 开始计时，因定时时间未到，其输出端 8 为低电平，VT 截止，其集电极输出高电平，即晶闸管 VS 的控制极可通过 R6 获得正向触发电流而开通，灯 EL 点亮。当定时时间一到、IC2

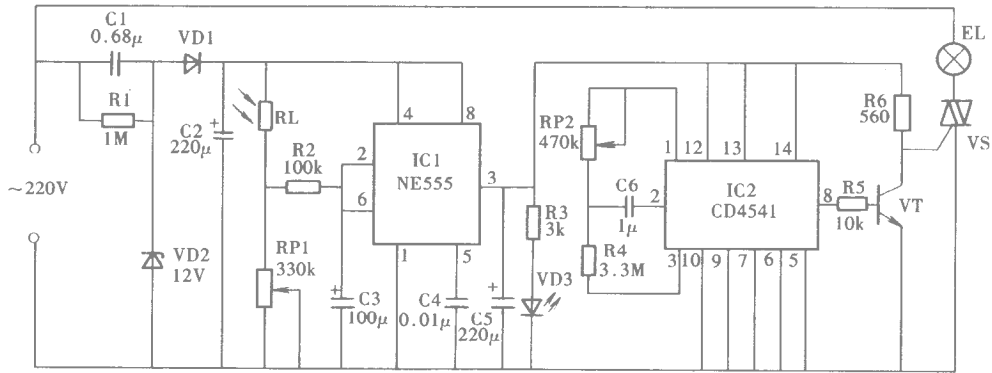


图 1-3 光控定时照明灯的电路图

的第 8 脚输出高电平，三极管 VT 导通，VS 失去触发电流，当交流电过零时即关断，灯 EL 熄灭。

IC2 (CD4541) 是一种 CMOS 可编程定时集成电路，当外接电位器 RP2 和电容 C6 的数值确定后，即确定其内部振荡器的振荡频率。CD4541 选用 14 脚双列直插式塑料封装，各引出脚主要功能如下：1、2 脚分别是外接振荡电阻与电容端；3 脚是外接电阻稳定频率端；4 脚与 11 脚为空脚；5 脚为复位端，它接低电平时可达到自动复位，接高电平时可实现自动复位禁止；6 脚为定时器工作状态端，它接低电平时定时器工作，接高电平时定时器复位；9 脚电平的高低决定初始状态下输出端 8 脚的电平高低，当 9 脚接低电平，输出端 8 脚复位后为低电平，反之亦然；10 脚为定时方式选择端，它接高电平时为循环定时工作方式，接低电平为单定时工作方式；12 与 13 脚为编程端，改变这两脚的电平方式，可获得不同的计数器定时级数，当 12 脚接低电平时且 13 脚也接低电平，定时系数 n 为 4096，当 12 脚接低电平且 13 脚接高电平时，定时系数 n 为 512，当 12 脚接高电平且 13 脚接低电平，定时系数 n 为 128，当 12、13 脚都接高电平时，定时系数 n 为 32768。

定时器 IC2 的工作过程是：当夜幕来临，IC1 置位 3 脚输出高电平时，CD4541 即接通电源，由于 CD4541 第 9 脚接低电平，其复位状态时输出端 8 脚为低电平，所以使得 VT 截止，VS 可通过 R6 而开通。当设置的定时时间一到，CD4541 输出端 8 脚由低电平跳变到高电平，VT 导通，所以关闭了晶闸管 VS。调节电位器 RP2，可以获得不同的定时时间。由于本电路 12、13 脚都接高电平时，定时系数 n 为 32768。所以调节 RP2 最长可获得 9h 的定时时间，足够可使电灯在后半夜关闭。

元器件选择

IC1 选用 NE555、 μ A555、SL555 等时基集成电路；IC2 选用 CD4541 型可编程定时集成电路；VD1 选用 1N4004 型硅整流二极管；VD2 选用 0.5W、12V 稳压二极管，如 2CW60-12V 或 1N5242、1N6242B、1N6002、2CW5242、UZ-12B 型等。VD3 为普通红色发光二极管，它主要用来指示时基集成电路的工作状态，以方便调试。

VT 选用 9013 或 8050、3DG12 型等硅 NPN 中功率三极管，要求电流放大系数 $\beta \geq 100$ ；VS 选用 MAC97A6 小型塑封双向晶闸管，可驱动 100W 以下的白炽灯泡。如果驱动功率要求较大，可选用 BT137 (8A/600V)、T0805 (8A/500V) 型等双向晶闸管，要求控制极触发电流小于 10mA，并应加装面积足够的铝质散热板。

RL 要求选用亮阻 $\leq 5k\Omega$ ，暗阻 $\geq 1M\Omega$ 的光敏电阻器，如 MG44-03、MG45-13 型等；RP1、RP2 选用 WS 型小型精密电位器；R1~R6 选用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。

C1 要求选用 CBB-400V 型聚丙烯电容器；C2、C3 与 C5 选用 CD11-16V 型电解电容器；C4 选用 CT1 型瓷介电容器；C6 最好选用精度较高的钽电容器。

制作与调试

全部元器件安装在自制的印制电路板上，并将整个电路板藏匿在报栏上部灯箱里，使其免受雨、雪侵蚀。光敏电阻器 RL 用透光玻璃瓶密封，将受光面方向伸出报栏雨罩指向天空，让其充分感受自然光线（必须要避开报栏的自身光线照射）。

安装好后首先调整 RP1，使电路在需要开灯的环境下使 IC1 翻转置位，即 VD3 发光。如果已接好了电灯，则灯 EL 应点亮发光。定时时间可通过 P2 调整确定，也可以通过计算确定 RP2 的阻值，然后用固定电阻取代 RP2。

4. 光控延时照明灯

本例介绍的光控延时照明灯，它采用红外发光二极管及光敏三极管作为双重光控元件，用于走廊楼道照明，比声控照明更方便，夜深人静时不会影响他人休息。

工作原理

光控延时照明灯电路如图 1-4 所示。电路中，时基集成电路 IC 与电位器 RP、电容器 C1 构成单稳态触发器；VTL2 与 IC 第 4 脚内电路组成自动光控制电路；红外发光二极管 VL 与 VTL1 组成红外光控制电路。

在白天有光照射时，VTL2 呈现导通状态，使 IC 的 4 脚（复位端）为低电平，整个控制电路白天不工作。在晚上，VTL2 因无光照射而呈现截止状态，IC 的 4 脚变为高电平，整个光控电路开始正常工作。

若光控区无人时，则 VL 发出的红外光使 VTL1 导通，IC 第 2 脚为恒定的低电平，3 脚输出低电平，VS 截止，照明灯 EL 不亮（因为只有 IC 第 2 脚有负脉冲输入时，其内部的触发器才动作，IC 的 3 脚才输出高电平）。

当有人进入光控区后，遮挡光照使 VTL1 截止，IC 第 2 脚变为高电平，人走出光控区后，IC 第 2 脚加入负脉冲，使其内部的触发器翻转，IC 的 3 脚输出高电平，使 VS 受触发而导通，照明灯 EL 被点亮。待 IC 暂态结束后，其 3 脚恢复低电平，使 VT 截止，照明灯 EL 熄灭。

元器件选择

IC 选用 NE555、 $\mu A555$ 、SL555 等时基集成电路。

VL 选用 HG501 中功率红外发光二极管；VTL1、VTL2 选用 3DU 系列的光敏三极管。

VS 选用 MAC97A6 小型塑封双向晶闸管，可驱动 100W 以下的白炽灯泡，使用时应加散热片；VD 选用 1N4004 型等硅整流二极管。

RP 选用 WS 型小型精密电位器；R1~R4、R6 均选用 RTX-1/4W 型碳膜电阻器；R5 选

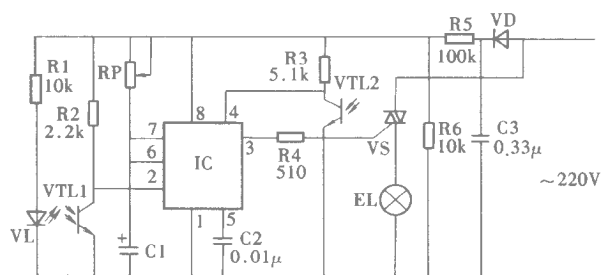


图 1-4 光控延时照明灯电路

用 RTX-2W 碳膜电阻器。

C1 选用 CD11-16V 型电解电容器；C2 选用 CT4D 型独石电容器或 CL11 型涤纶电容器；C3 要求选用 CBB-400V 型聚丙烯电容器。

制作与调试

定时电路中除 VL、VTL1、VTL2、EL 外，其余元件焊装在印制板上，装入塑料盒内，固定在走廊墙壁。将 VTL2 光敏管装在楼梯窗外，使其感受到白天光照。VL、VTL1 分别安装在走廊两侧墙壁上，离地面约 90cm 左右。在光敏三极管 VTL1 前面可加装红色有机玻璃片，以防止其他光源干扰。

调节电位器 RP 的阻值，使其定时为 20s 左右。将 VL 对准 VTL1，再分别安装好（可通电试验，用手遮挡住 VL，再松开，观察灯 EL 是否点亮，以此来检查 VL 与 VTL1 是否对准）即可。

5. 采用 SL518 声控照明灯

本例介绍一种采用声控集成电路 SL518 组成声控照明灯电路，它以拍手声作为控制信号，拍一下手掌，电灯就亮；再拍一下手掌，电灯就关闭，使用十分方便。

工作原理

采用 SL518 声控照明灯电路，如图 1-5 所示。它由 SL518 声控集成电路、晶闸管 VS 和稳压电路等组成。

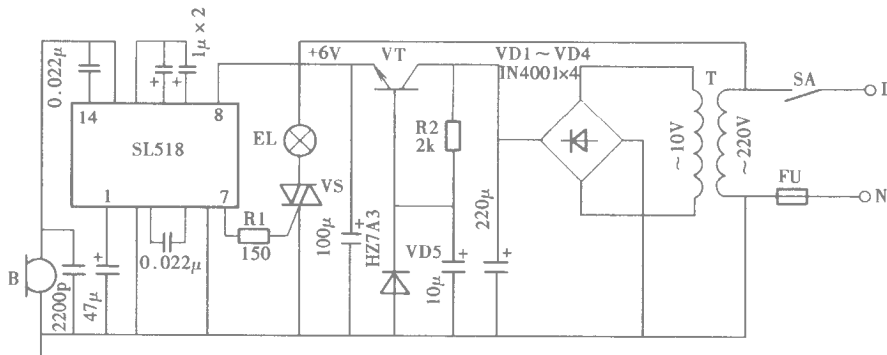


图 1-5 采用 SL518 声控照明灯电路图

人的击掌声或脚步声通过驻极体话筒 B 将声音转换为电信号，经耦合电容器 C2 给 SL518 的 1 脚，通过内部放大电路放大后，再经外接电容器 C5、C6，触发 SL518 内部双稳态电路翻转，从内部发射极的输出电流控制晶闸管 VS 的导通或截止，使市电接通或切断，从而控制照明灯 EL 的点亮或熄灭。

电容器 C1 用于消除误动作，宜直接焊在话筒上，容量可在 1000pF ~ 0.022μF 间选取。

元器件选择

IC 选用 SL518 声控专用集成电路。它是在 SL517 的基础上发展起来的声控集成电路，外围元件少，输出端也作了改进，只作发射极输出。

VS 选用 MAC97A6 小型塑封双向晶闸管，可驱动 100W 以下的白炽灯泡。使用时应加散热片。VD1 ~ VD4 选用 1N4001 型等硅整流二极管。VD5 选用 6V、0.25W 硅稳压二极管，如

1N4627 或 2CW54 等。

VT 选用 9013 或 8050、3DG12 型等硅 NPN 中功率三极管，要求电流放大系数 $\beta \geq 100$ 。

R1、R2 用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。

C1、C3、C7 均用 CT1 型瓷介电容器；C9、C10 选用 CD11-16V 型电解电容器；其余电容器均用 CD11-10V 型电解电容器。

B 选用 CM-18W 型高灵敏度驻极体话筒。

T 用 220V/10V、3W 优质成品电源变压器。F 用 BGXP-015A 型普通熔丝管，并装配套的机装管座。

制作与调试

按电路图焊接组装好后，可进行调整，主要是调整电路的接收灵敏度。调整时，一边发出响声，一边调整 R1，使晶闸管被触发，控制 EL 的点亮或熄灭。电路中的其他部分只要组装正确，一般不需调整即能正常工作。

如果将 EL 换成插座，即可作声控电扇、收录机的电源开关。

6. 采用 SL517 声控照明灯

本例介绍的声控照明灯是利用声控专用集成电路 SL517A 直接控制继电器 K，再由继电器控制照明灯或其他用电设备。

工作原理

采用 SL517 声控照明灯电路，如图 1-6 所示。它由 SL517A 声控集成电路、继电器 K1 和稳压电路（图 1-6 中未画）等组成。

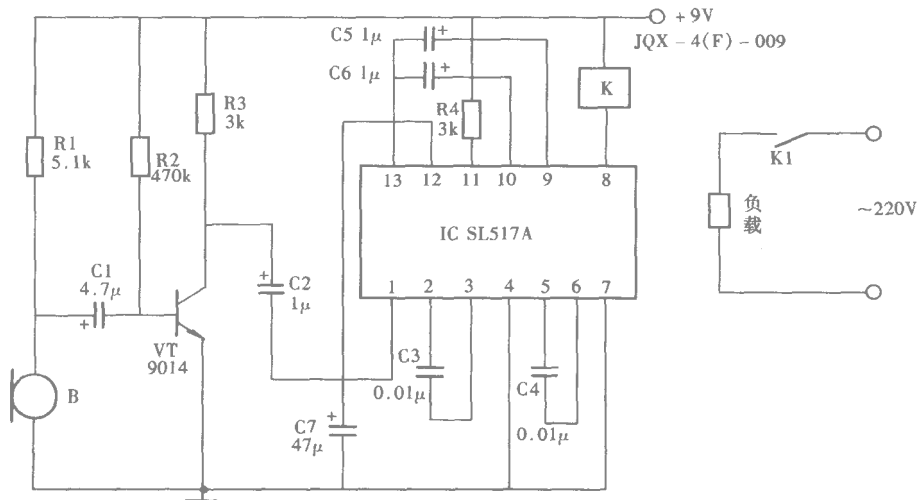


图 1-6 采用 SL517 声控照明灯电路图

极体话筒 B 接收到声波信号时，话筒内的电容膜片就会随声波而振动，膜片两端的静电场也随着变动，这就把声音转换成了电信号。这电信号经 VT1 放大后由 C2 耦合到 SL517A 的 1 脚。被内部的放大电路放大后在 13 脚取出，经外电路的电容器 C5、C6 耦合到内部双稳

态触发器的触发端，也就是 IC 的 9、10 两脚，双稳态电路被触发后，其输出端将驱动内部的缓冲驱动三极管，使其导通或截止，控制外接继电器 K 的吸合或释放，从而达到控制照明灯或其他用电设备的目的。

元器件选择

IC 选用 SL517A 声控专用集成电路。其内部主要由放大器、双稳态触发器、缓冲器及驱动电路组成。可用击掌、喊话及敲击等声音来触发。它可用作集电极输出或发射极输出。

K1 选用 JQX-4F-009 型中功率继电器，其触点负荷应大于所控制负载的功率。

VT 选用 9014 或 3DG8 型等硅 NPN 小功率三极管，要求电流放大系数 $\beta \geq 100$ 。

R1 ~ R4 用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。

C3、C4 均用 CT1 型瓷介电容器；其余电容器均用 CD11-16V 型电解电容器。

B 选用 CM-18W 型高灵敏度驻极体话筒。

电源选用 9V 稳压电源。

制作与调试

按电路图焊接组装好后，可进行调整，主要是调整电路的接收灵敏度。改变 R2 阻值，可调整声控灵敏度。利用拍手声控制继电器的吸合与释放。拍一下手，继电器 K1 吸合，白炽灯（负载）点燃，再拍一下手，继电器 K1 释放，白炽灯熄灭。

7. 采用压电陶瓷片的声控照明灯

本例介绍的声控照明灯是采用压电陶瓷片作为声控元件，由数字集成电路和晶闸管等组成控制电路，它以拍手声作为遥控指令，拍一下手掌，电灯就点亮；再拍一下手掌，电灯就关闭，所以使用十分方便。

工作原理

采用压电陶瓷片的声控照明灯电路如图 1-7 所示。压电陶瓷片 B 为换能器，它接收到拍手声波信号后就输出相应的电信号，送到由反相器 D1、D2 和 D3 组成的高增益放大器进行放大，放大后信号由 6 脚输出，经 VD6 整流使反相器 D4 的输入端获得高电平，反相后 8 脚输出低电平，此低电平作为触发信号使双稳态电路发生翻转。

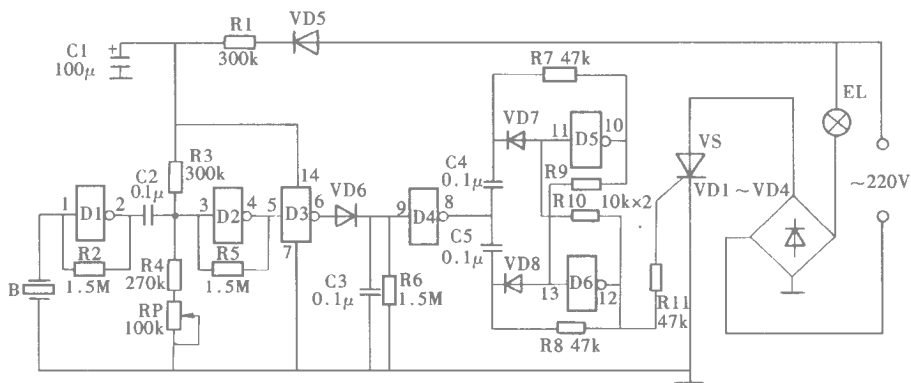


图 1-7 采用压电陶瓷片的声控照明灯电路图

反相器 D5、D6 组成双稳态电路，它有两个稳定状态。这两个稳定状态是靠电阻器 R9

和 R10 交连获得的。若 10 脚输出高电平，12 脚输出低电平，则晶闸管 VS 无触发信号而处于关断态，这时灯 EL 熄灭不亮。电阻器 R7、R8 和电容器 C4、C5 及二极管 VD7、VD8 组成引导门，其作用是将 8 脚输出的低电平信号（即负脉冲）每次都加到输入端为高电平的反相器 D5（或 D6）的输入端。假设 12 脚为低电平，则 13 脚必为高电平，12 脚的低电平经电阻器 R10 加到 11 脚，反相后 10 脚输出高电平。此高电平又经电阻器 R9 加到 13 脚，反相后使 12 脚为低电平，所以这个状态是稳定的。如果这时拍一下手掌，8 脚就输出一个负脉冲，因 13 脚为高电平，所以 VD8 导通，8 脚输出的负脉冲就通过 C5、VD8 加到 13 脚，反相后 12 脚输出高电平，此高电平一路经 R11 加到晶闸管 VS 的门极上，使其开通，故灯 EL 通电发光；另一路经 R10 加到 11 脚，反相后 10 脚输出低电平，此低电平又经 R9 加到 13 脚。所以拍手声过后，虽然 8 脚不再输出低电平，由于 R9 的耦合交连作用，故此状态就能保持下来，12 脚始终输出高电平，灯 EL 一直点亮发光。需要关灯时，只要再拍一下手掌，8 脚又输出一个负脉冲，此负脉冲将通过 C4、VD7 加到 11 脚，使双稳态电路又发生一次翻转，这时 12 脚恢复低电平，VS 失去触发电压，当交流电过零时即关断，灯 EL 熄灭。

VD1 ~ VD4 接成桥式整流电路，它和 VS 组成灯 EL 的供电主回路。VD5、R1、C1 组成半波降压整流电路，它与 R3、R4 和 RP 又构成分压器，输出约 4V 直流电供集成电路 IC 使用。

元器件选择

IC 选用一块 CD4069 六反相器数字集成电路，它的 6 个反相器全部都用上了。

VS 选用普通小型塑封单向晶闸管，如 MCR100-8 型等 1A/600V 的晶闸管。

VD1 ~ VD5 用 1N4004 或 1N4007 型等硅整流二极管；VD6 ~ VD8 用 1N4148 型硅开关二极管。

RP 选用 WSW 型有机实心微调电阻器，其余电阻全部采用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。

C1 采用 CD11-10V 型电解电容器，其余电容用 CT1 型瓷介电容器。

B 用 $\phi 27\text{mm}$ 的普通压电陶瓷片，如 FT-27、HTD27A-1 型等。

制作与调试

全部元器件装好后经检查无误，即可通电调试。调试时须注意，由于本机没有采用电源变压器，所以电路板是带电的，操作时要特别小心，人体千万不能接触电路板上的电路元器件。有条件的话，调试时最好有一个 200W 的隔离变压器。

首先不接灯泡 EL，使晶闸管 VS 空载，用万用表电压挡测集成电路 IC 的 14 脚，应为 4V 左右，表示电源电路正常。再测 8 脚电压，应为高电平 4V 左右。然后一边用表监测，一边用绝缘螺钉旋具（小起子）调整 RP，使 8 脚电平刚要变为低电平（但仍为高电平 4V）为止，这时用嘴向 B 吹口气，应能看到电表指针跌落，然后又恢复高电平（即输出一个负脉冲），说明灵敏度已调到最高。实际使用时，可根据各人要求，将灵敏度调到合适即可。然后接上被控的灯泡 EL。如调试良好，在 4m 范围内击手掌，应能看到灯 EL 会随拍手声开灯和关灯。认为满意后，可用石蜡封固微调电阻 RP 使它不再变动。本例经试用，它对击掌声反应敏感，而对一般的谈话声和收录机播放的音乐声反应不灵敏，所以使用效果比较令人满意的。

调试中，如发现声控灵敏度很低，需要大声击掌，才能使灯起反应。其原因一般为 RP 没有调整好或者是压电陶瓷片 B 的质量太差，可以重新调整 RP 或更换压电陶瓷片。如果发现灯 EL 的亮灭不随击掌声控制，而是交替闪亮。其原因一般是 RP 调过了头。只要将 RP 阻值调大些即可。

本例电路控制功率即负载灯 EL 的功率应为 100W 及以下，它除了能遥控白炽灯的亮灭

外，也可控制 100W 以下的各种荧光灯具或其他电器。

8. 声光双控照明灯（一）

本例介绍的声光双控照明灯电路（一）是在上例的基础上，增加光敏二极管，在白天由光敏二极管控制着电路，即使受到声信号的触发，照明灯也不会发亮。这种声光双控开关适合于控制楼道等公共场所的照明灯。

工作原理

声光双控照明灯（一）电路如图 1-8 所示。电路仅用一只 CMOS 与非门 CD4069 与压电陶瓷声传感器配合就能将双向晶闸管触发，使其导通，将电灯打开。它不需发送关闭信号，由电路自身的延时电路将灯关闭。当灯被打开后，延时电路延时约 20s 后将灯自动关闭。电路还具有自动光控作用。

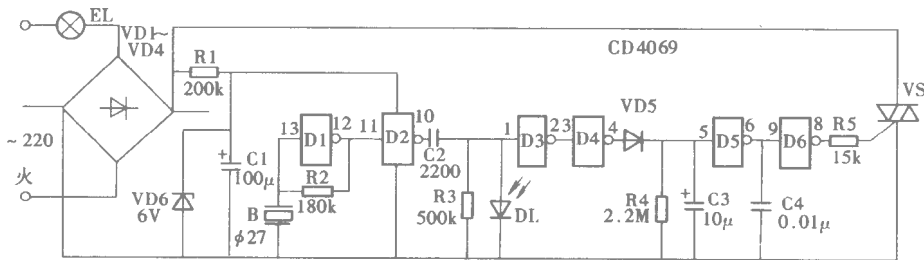


图 1-8 声光双控照明灯（一）电路图

平时，电源经 VD2 整流、R1 和 C1 滤波、稳压管 VD6 稳压后，向电路提供工作电源。电源回路由负极经 VD4 及灯泡灯丝形成回路。由于电路处于静态，基本上不消耗电流，因此既不会使灯泡发光，也不会消耗电能。这时，在 D5 的输入端，由于有下拉电阻器 R4 的作用，它的输出端 6 脚为高电平，D6 的输出端 8 脚为低电平，VS 因无触发信号而不导通，灯不会亮。

电路中，反相器 D1 作为电压放大器，R2 是它的偏置电阻。由压电陶瓷片 B 接收到脚步声信号并将其转换为电脉冲后，经 D1 放大、D2 整形后由 10 脚输出。光敏二极管 VL 和 D3、D4 组成光控电路。夜间，由于光敏二极管的内阻很大，它和 R3 的并联值仍然很大，电容器 C2 作为耦合电容，将 D2 输出的信号脉冲耦合至 D3、D4，经过 VD5 的整流向 C3 充电；当 C3 充电至 D5 的转换电平后，D5 输出低电平，再经 D6 反相变为高电平，并通过 R5 将双向晶闸管 VS 触发，接通了电灯的电源通路。该通路为：电源相线 → VD2 → VS → VD4 → 灯泡 → 电源中性线。

在白天，由于光敏二极管 VL 内阻变小（约为 10kΩ），它和 R3 的并联值也变小，这时 C2 和 R3//VL 形成了微分电路，而不是原来的耦合电路。由 D2 输出的脉冲信号，通过微分电路形成的尖脉冲远不足以使 D3 及其后续电路改变状态，因而晶闸管不可能被触发，电灯不会亮。

C3、R4 与 D5 组成延时控制电路。当控制信号由 D4 输出后，通过 VD5 整流，将脉冲信号变为直流后向 C3 充电，并在充电电压达到一定值后使 D5 发生转换。当控制信号消失后，电容 C3 通过 R4 放电，放电时间常数为 $R_4 C_3$ ，约为 20s。当 C3 放电至使 D5 的输入端电压低

于转换电平后，D5 输出高电平，D6 输出低电平，晶闸管关断，电灯因失去电源而熄灭。

元器件选择

IC 选用一块 CD4069 六反相器数字集成电路，它的 6 个反相器全部都用了。

VS 选用普通小型塑封双向晶闸管，如 MAC94A4 或 MAC97A6 型等。

VL 选用 2CU1 或 2CU2 型硅光电二极管。VD6 选用 6V、0.25W 硅稳压二极管，如 1N4627、2CW54 等。

其他元件无特殊要求，可按图 1-8 所标型号及参数选用。

制作与调试

本例控制电路体积小，可直接安装于原电灯开关处，两根引线与原开关的接线相连。安装时，需将压电陶瓷片用胶粘于外壳的内表面，并在面板上开孔，光敏管 RL 应露出外壳。若灵敏度不足，可加大 R2 的阻值。

9. 声光双控照明灯（二）

本例介绍的声光双控照明灯电路（二）主要采用高灵敏度驻极体话筒、光敏电阻器及 4-2 输入与非门数字集成电路，具有声音与光亮双重控制功能，非常适合用来控制楼道、走廊及厕所等处的照明电灯。

工作原理

声光双控照明灯的电路如图 1-9 所示，其中 EL 是被控制的照明灯。单向晶闸管 VS 和晶体二极管 VD2~VD5 组成了开关的主回路。CMOS 数字集成电路 IC (D1~D4) 与外围元件组成了自动控制电路；电阻器 R7、R8 和电容器 C3 组成了电阻降压滤波电路，输出约 10V 直流电，供控制电路工作用电。

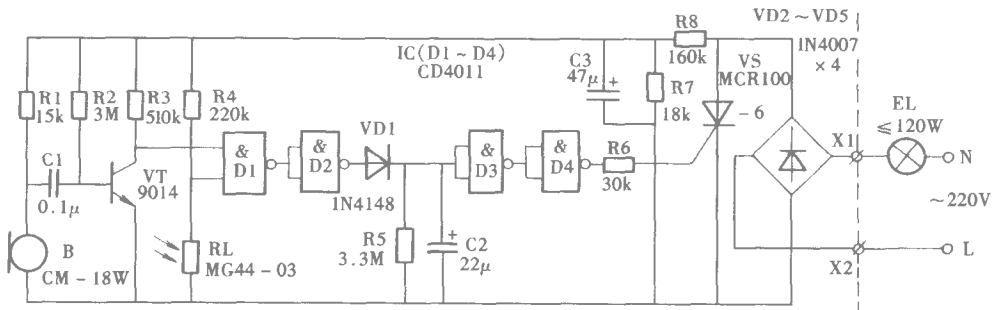


图 1-9 声光双控照明灯（二）电路图

接通 220V 电源，控制电路处于守候状态，与非门 D1 的两个输入端电压中至少有一个低于其阈值电平（约 $1/2 V_{DD}$ ），与非门 D2 和与非门 D4 均输出低电平，VS 因无触发信号而阻断，被控电灯 EL 不亮。当夜晚话筒 B 接收到附近人走路的声音或说话声时，三极管 VT 输出放大后的音频信号，其正脉冲电压（ $> 1/2 V_{DD}$ ）经与非门 D1、与非门 D2 整形后，使与非门 D2 输出高电平。该高电平一面通过 VD1 向 C2 充电，一面通过与非门 D3 整形后控制与非门 D4 输出高电平，使 VS 导通，EL 通电自动发光。声响过后，C2 通过 R5 缓慢放电，维持与非门 D4 继续输出高电平，使 EL 延时点亮约 1min。随后，C2 两端电压下降至 $1/2 V_{DD}$ 以

下，控制电路恢复守候状态，EL 自动熄灭。如果是白天，由于光敏电阻器 RL，受光照呈低阻值，与 RI 相接的与非门 D1 输入端为低电平 ($< 1/2 V_{DD}$)，与非门 D1 被“封锁”，声音信号无法加到后面的延时电路，故 VS 始终保持关断状态，EL 不亮。

元器件选择

IC (D1 ~ D4) 选用 CD4011 型 2-4 输入与非门数字集成电路，也可用 CC4011、TC4011 或 MCI4011 型同类数字集成电路块来直接进行替换。

VS 用 MCR100-6 (1A、400V) 或 BT169D、2N6565 型塑封单向晶闸管。VT 用 9014 或 3DG8 型硅 NPN 小功率三极管，要求电流放大系数 $\beta > 100$ 。VD1 选用 1N4148 型硅开关二极管，VD2 ~ VD5 用 1N4007 型硅整流二极管。

RL 要求选用亮阻 $\leq 5k\Omega$ ，暗阻 $\geq 1M\Omega$ 的光敏电阻器，如 MG44-03、MG45-13 型等；R1 ~ R8 均用 RTX-1/4W 型碳膜电阻器。

C1 用 CT1 型瓷介电容器，C2、C3 用 CD11-16V 型电解电容器。

B 用 CM-18 型高灵敏度驻极体话筒，其他型号的只要直流阻抗 $\geq 6k\Omega$ 也可代用。

X1、X2 用拆自废旧电灯壁开关或插座上的小型铜质接线桩。

制作与调试

焊接好的电路板可装入体积合适的绝缘小盒内，亦可安装在经过改造后的 86 或 75 系列壁式开关盒内。注意在盒面板为 B 开出受音孔、为 RL 开出感光孔。改变 R2 阻值，可调整声控灵敏度；改变 R4 阻值，可调整光控灵敏度；改变 R5 阻值或 C2 容量，可调整延时照明时间。一般按图 1-9 选择元器件参数，无需任何调试便可正常工作。

本例适合控制 120W 以内的普通白炽灯泡。它的最大特点是采用相线（火线）进开关的两线制，可以直接取代普通机械式手动开关而不必更改原有的照明灯布线，使用非常方便。如果将它直接跨接在原有机械式开关两端，则可同时保留手动开关功能，使用更灵活、更方便。

10. 声、光、触摸三控照明灯（一）

本例介绍一个声、光、触摸三控照明灯，在上例的基础上增加触摸控制。控制器与电源、灯泡采用两线制，它可以直接取代普通照明开关而不必更改原有照明线路。

工作原理

声、光、触摸三控照明灯（一）的电路如图 1-10 所示，电路主要由一块 2-4 输入与非门 CD4011 数字集成电路组成。

与非门 D1 担任话筒音频放大器，与非门 D2 构成光控电路，与非门 D3 组成晶闸管延迟开关，与非门 D4 构成触摸控制电路。在守候状态时，与非门 D3 输出低电平，晶闸管 VS 关断，电灯 EL 不亮。

白天，光敏电阻器 RL 受光照射呈现低电阻，与非门 D2 输出高电平，VD1 截止，所以电路封锁了声音通道，使声音脉冲不能通过，即灯泡亮灭不受声音控制。但触摸电路可以工作，如果在白天需要开灯，只要用手摸一下触摸电极片 M，人体感应的杂波信号由 R9 注入与非门 D4 的输入端，使其输入端为高电平，输出端输出低电平。这时 VD2 导通，使与非门 D3 的输入端也为低电平，输出为高电平，所以晶闸管 VS 可由 R7 获得触发电流而开通，灯正点亮。在 VD2 导通瞬间，电容 C3 被迅速充电，人手离开电极片 M 后，VD2 虽然恢复了截

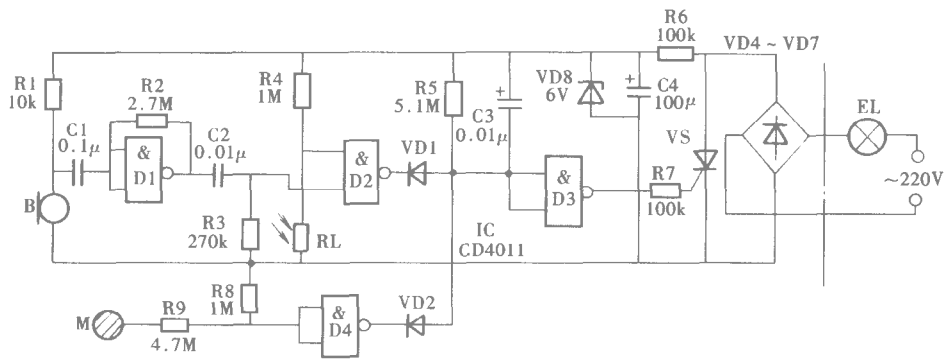


图 1-10 声、光、触摸三控照明灯（一）电路图

止，但由于 $C3$ 贮存电荷需通过高值电阻 $R5$ 缓慢放电，所以使与非门 $D3$ 的输入端仍保持低电平，所以灯 EL 不会马上熄灭。随着 $C3$ 的放电，与非门 $D3$ 的输入端电平不断升高，当升至与非门阈值电平时，与非门 $D3$ 发生翻转，输出端就变为低电平，晶闸管 VS 当交流电过零时即关断，电灯 EL 熄灭。

夜间， RL 因无光线照射而呈现高电阻，使与非门 $D2$ 的一个输入端为逻辑高电平，这为声音通道开通创造了条件。如果此时楼梯有人走动或有人谈话，话筒 B 拾取了声音信号经与非门 $D1$ 放大输出，经 $C2$ 耦合加到 $R3$ 的两端即与非门 $D2$ 的另一个输入端。当音频信号的正半周峰值电平超过与非门的输入阈值电平时，与非门 $D2$ 因两个输入端均为逻辑高电平，所以输出端为逻辑低电平， $VD1$ 导通，使与非门 $D3$ 输入端为逻辑低电平，则输出端为逻辑高电平。由前述分析可知， VS 开通，电灯 EL 正点亮。在夜间，该照明灯也可以用触摸方式开灯，过程与前述相同。

该电路的延迟时间，即照明灯每次灯点亮的时间主要由电阻 $R5$ 与电容 $C3$ 的放电时间常数决定，增减 $R5$ 或 $C3$ 的数值，可以调整电路的延迟时间。

元器件选择

IC ($D1 \sim D4$) 选用 4-2 输入与非门 $CD4011$ 数字集成电路，也可用 $CC4011$ 、 $TC4011$ 或 $MC14011$ 型等同类数字集成电路直接代换。

$VD1$ 、 $VD2$ 选用 1N4148 型普通硅开关二极管； $VD4 \sim VD7$ 可用 1N4007 型等普通硅整流二极管； $VD8$ 为 6V、0.5W 硅稳压二极管，如 1N5233、2CW21C 等； VS 应选用触发电流较小的塑封单向晶闸管，如 MCR100-8、2N6565 型等。

RL 为 MG45 型光敏电阻器，其余电阻器均用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。

$C1$ 、 $C2$ 用 CT1 型瓷介电容器； $C3$ 、 $C4$ 用 CD11-16V 型电解电容器。

B 用 CM-18W 型等驻极体话筒。

制作与调试

触摸电极片 M 可用镀锡或镀铬铁皮剪成 $20\text{mm} \times 20\text{mm}$ 正方形，然后用 502 树脂胶将它粘贴在 86 系列开关面板上，背面引出导线接电阻 $R9$ ；开关面板上应再开若干个透音孔，在背后固定话筒 B ；面板上还应为 RL 开出感光孔；整个电子线路可以安装在 86 系列明线接线盒里。

读者可以根据需要更改 $R5$ 或 $C3$ 数值，选择合适的延迟时间。调整电阻 $R2$ 的数值，可

以调节声控灵敏度的高低。调整 R4 的阻值，则可以改变光控灵敏度。以上调整均相互独立，互不牵连。本例适用于 100W 及以下的白炽灯控制。

11. 声、光、触摸三控照明灯（二）

本例介绍的声、光、触摸三控照明灯（二）是一款简单、实用的照明灯控制电路，可以由声、光控制及人体触摸控制。将该装置安装在楼道、走廊或卫生间等场所，在夜间，有人走动或发声时，灯会自动点亮延时数分钟后自动熄灭。在白天，若触摸电极片 M，则灯也会受触发而点亮。

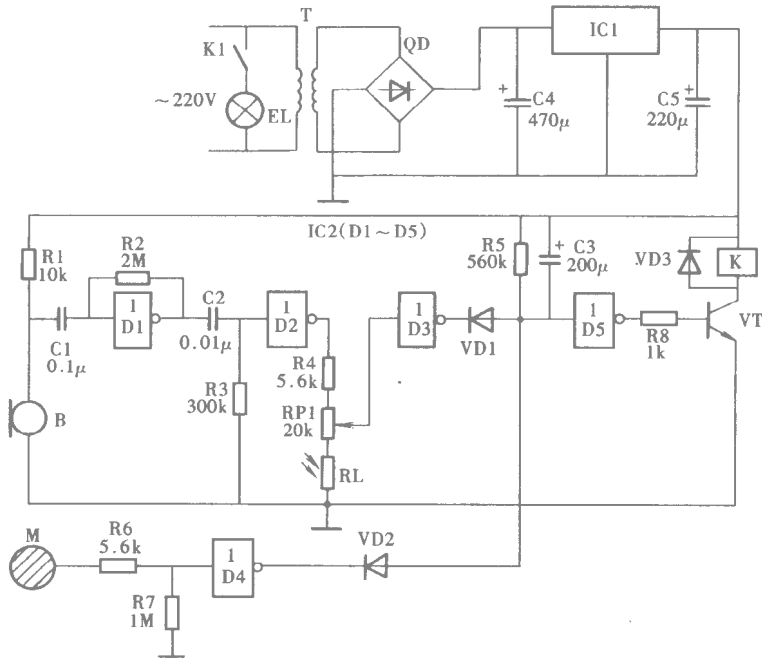


图 1-11 声、光、触摸三控照明灯（二）电路图

工作原理

整个控制电路由电源、声控、光控、触摸控制、延时、继电器驱动等部分电路组成。

交流 220V 电压经电源变压器 T 降压、整流桥堆 QD 整流、C4 滤波及 IC1 稳压后，在 C5 两端产生 +5V 电压，供给继电器和整个控制电路。

接通电源后，整个控制电路工作在守候状态，非门 D5 输出低电平，使三极管 VT 截止，继电器 K1 的常开触头不吸合，照明灯 EL 不亮。

当有人走近照明灯或有声响发出时，话筒 B 将声音信号转换成电信号，此电信号经非门 D1 构成的交流线性放大器放大后，经非门 D2 反相后输出高电平，使非门 D3 的输出端变为低电平，二极管 VD1 导通，非门 D5 的输出端变为高电平，使三极管 VT 饱和导通，继电器 K 的常开触头 K1 吸合，照明灯 EL 发光。

在白天，即使有人脚步声或其他声响，也不会有高电平加入非门 D3 的输入端，因为光敏电阻器 RL 受光照而阻值变小，非门 D3 的输入端始终为低电平，输出端也保持高电平，

二极管 VD1 和三极管 VT 均处于截止状态，照明灯 EL 不亮。夜晚，光敏电阻器 RL 的阻值变大，此时若话筒 B 拾取到声音信号，则会有高电平加至非门 D3 的输入端，使二极管 VD1 和三极管 VT 导通，继电器 K 触头吸合，照明灯 EL 点亮。

不管白天和夜间，只要用手触摸电极片 M 后，人体感应信号将使非门 D4 的输入端变为高电平，其输出端变为低电平，又使二极管 VD2 导通，非门 D5 的输入端变为低电平，输出端变为高电平，三极管 VT 饱和导通，继电器 K 动作，照明灯 EL 点亮。

在二极管 VD1 或 VD2 导通瞬间，电容器 C3 通过 VD1 或 VD2 被迅速充电，非门 D5 的输入端立即为低电平；当非门 D3 或 D4 的输出端由低电平变为高电平（随后又同时变为低电平）使 VD1 或 VD2 截止时，电容器 C3 通过电阻器 R5 缓慢放电，使非门 D5 的输入端仍维持一段时间的低电平，照明灯 EL 不会马上熄灭，直到 C3 放电结束，D5 输入端变为高电平，输出端变为低电平，三极管 VT 截止，继电器 K 释放，照明灯 EL 才熄灭。

元器件选择

IC1 选用 LM7805 三端集成稳压器；IC2 选用 CD4069 六非门数字集成电路。

VT 选用 9013 或 8050 型硅 NPN 中功率三极管，要求电流放大系数 $\beta > 100$ 。

QD 选用 2A、50V 整流桥堆，或用 4 只 1N5401 硅整流二极管桥式连接后代用。

VD1 ~ VD3 均选用 1N4148 开关二极管。

RL 选用 MG45-13 或 MG45-33 型光敏电阻器。其余各电阻器选用 RTX-1/4W 碳膜电阻器。RP1 选用 WH7-A 型立式微调电位器。

C1 和 C2 选用 CL11-63V 型涤纶电容器；C3 ~ C5 均选用 CD11-16V 型电解电容器。

B 选用 CM-18W 型高灵敏度驻极体话筒。

T 选用 220V/6V、10W 优质成品电源变压器，要求长时间空载运行不过热。

制作与调试

触摸电极片可自制，用金属片剪成 20mm×20mm 正方形，然后用 502 树脂胶将它粘贴在 86 系列开关面板上，背面引出导线接电阻 R6；开关面板上应再开若干个透音孔，在背后固定话筒 B；面板上还开为 RL 开出感光孔；整个电子线路可以安装在 86 系列明线接线盒里。

在白天，调节电位器 RP 的电阻值，使非门 D3 输入端电压低于 $V_{DD}/3$ (1.65V) 以下，使其驱动端保持高电平，同时，还可以调节光控的灵敏度。

R5、C3 为时间常数元件，改变 R3 的电阻值和 C3 的电容量，可改变灯亮至灯灭的延迟时间。电阻值、电容量越大，延迟时间越长。

调节 R2 的电阻值，可以调节声控的灵敏度。

12. 触摸式延时照明灯（一）

本例介绍的触摸式延时照明灯采用二线制接法，而不必更改室内原有布线，非常适宜楼梯走道照明灯。

工作原理

触摸式延时照明灯（一）的电路如图 1-12 所示。二极管 VD1 ~ VD4、晶闸管 VS 组成开关的主回路，三极管 VT1、VT2 等组成开关的控制回路。平时 VT1、VT2 均处于截止状态，VS 阻断，电灯 EL 不亮。此时 220V 交流电经 VD1 ~ VD4 整流、R3 和 VD6 使发光二极管 VD5 点亮，用作夜间指示开关位置。这时流过 EL 的电流仅 2mA 左右，不足以使电灯发光。需要

开灯时，只要用手指摸一下触摸电极片 M，因人体的泄漏电流经 R5、R6 注入 VT2 的基极，使 VT2 迅速导通，VT2 的集电极变为低电平，VT1 也随之导通，因此有触发电流经 VT1 注入 VS 的门极使晶闸管开通，电灯 EL 就通电发光。在 VT2 导通瞬间，电容器 C1 通过 VT2 的 c-e 极间被并联在稳压管 VD6 的两端，因此被迅速充上约 12V 的直流电荷。电灯点亮后，人手离开电极 M，三极管 VT2 恢复截止，但由于 C1 所贮存电荷通过 R1 向 VT1 发射结放电，使 VT1 继续保持导通状态，所以电灯仍能发光。当 C1 电荷放完后，VT1 由导通态变为截止态，VS 失去触发电流，当交流电过零时即关断，电灯熄灭。

开关的延迟时间主要由电阻器 R1、R2 和电容器 C1 的数值决定，表 1-1 提供了一组实验数据供读者参考。如要进一步增大延迟时间，可以加大电容 C1 的容量。除了上述的主要因素外，VT1 的 β 值及 VS 的触发灵敏度对延迟时间也有影响。

表 1-1 延迟时间与电阻器 R1、R2 和电容器 C1 的数值关系

R_1 (k Ω)	R_2 (M Ω)	C_1 (μ F)	延迟时间 (s)
100	2.2	100	30
100	5.5	100	60
150	5.5	100	90
220	5.5	100	135

元器件选择

VT1 采用 9012 或 3CG12 型硅 PNP 中功率三极管；VT2 选用 9013 或 3DG12、3DK4 型硅 NPN 中功率三极管，要求电流放大系数 β 值均大于 100；VS 选用普通小型塑封单向晶闸管，如 MCR100-8、2N6565、BT169 型等。

VD1~VD4 选用 1N4004 或 1N4007 型等硅整流二极管；VD6 选用 12V、0.5W 型稳压二极管，如 2CW60-12、1N5242、UZ-12B 型等；VD5 选用 ϕ 5mm 圆形红色发光二极管。

R1~R6 均可用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。

C1 选用 CD11-25V 型电解电容器。

制作与调试

将除 R6 以外全部元器件焊接在一块自制的印制电路板上，印制板应采用环氧树脂敷铜板制作，尺寸约 55mm \times 35mm。开关壳体可借用 86 系列暗开关面板，拆除原开关上的所有结构件只用其面板。将制作好的电路板固定在暗开关面板的背后，用厚 0.1mm 铜皮做两个 L 形引脚，作为开关对外两个引出端，如图 1-12 (b) 所示。在面板适当部位再开一个小孔，以便让发光管从此孔中伸出。触摸电极片 M 可用罐头铁皮剪成 20mm \times 20mm 正方形，用 502 胶粘在开关面板上。R5 和 R6 是两个高阻值电阻器，是用来保证使用者绝对安全。R5 插焊在印制板上，R6 则紧贴在触摸片背后焊接，电阻引线要剪短，另一头焊上一根软接线然后用环氧树脂将 R6 封固在电极片背后，经过这样处理后触摸电极片 M 与印制板上任何元器件至少有 2.7M Ω 以上的电阻，因而可保证使用者的安全。粘好触摸电极片后，再将电极片 M 的引出软线（实为 R6 的引线）与印制板上的电阻 R5 相连。

此开关接入照明电路时，接法与普通开关完全相同，电路不用调试，即可正常工作。读者可根据表 1-1 所示选取自己所需的延迟时间，由于元器件的离散性，装好后如发现延迟时间不合要求，可以调整 R1（或 R2）的阻值，即可达到要求。VD5 用于夜间弱照明，方便人们寻找开关。如不需要此功能，可省去 VD5，在电路板上用短导线将 VD5 焊点短接即可。

本例负载能力为 100W，可驱动 100W 以下的白炽灯泡。

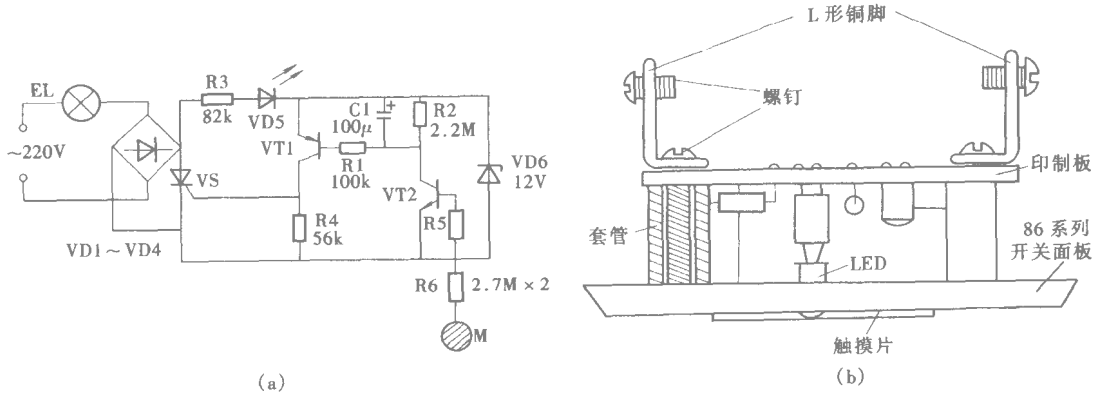


图 1-12 触摸式延时照明灯（一）电路图

(a) 电路图；(b) 开关结构示意图

13. 触摸式延时照明灯（二）

本例介绍的触摸式延时照明灯（二）是采用一块 555 时基集成电路控制，电路简单、性能可靠。用它改造家庭现有的台灯，可使台灯具有触摸自熄功能。使用时，只要用手摸一下台灯上的金属装饰件，台灯就会自动点亮，几分钟后，它又自动熄灭，对夜间就寝提供了不少方便。

工作原理

触摸式延时照明灯（二）的电路如图 1-13 所示，图 1-13 中点划线左部为台灯原有的电路，虚线右部是新加的触摸延迟电路。

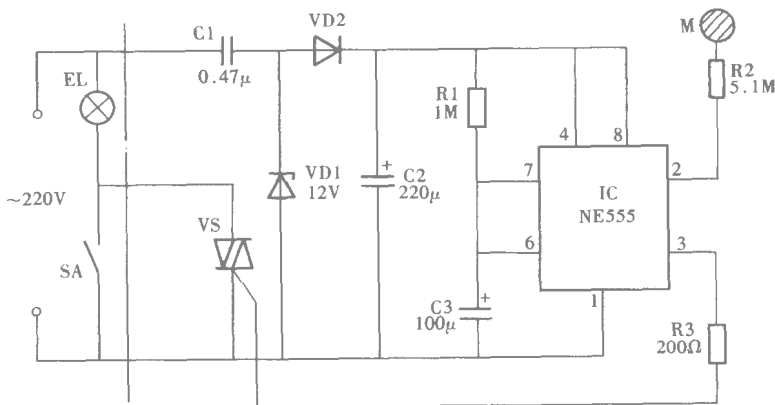


图 1-13 触摸式延时照明灯（二）电路图

当合上台灯开关 SA 灯 EL 亮，新加的触摸延迟电路不起作用；当打开开关 SA，台灯 EL 灭，此时台灯就具备了触摸自熄功能。其工作原理为时基集成块 IC 接成典型的单稳态电路，其暂态时间由 R1、C3 决定。VD、VS、C1、C2 组成电容降压整流稳压电路，在接通 220V 交