

创客电子制作

50例

黄文恺 韩晓英 伍冯洁 编著

HEUP 哈尔滨工程大学出版社

创客电子制作 50 例

黄文恺 韩晓英 伍冯洁 编著

 哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书内容丰富、取材新颖、图文并茂、直观易懂,采用简单且易得到的材料,使用常用的工具制作出生动有趣、栩栩如生的电子产品,具有很强的实用性和可操作性,所有实例都经过编著者的实践与应用,原理分析通俗易懂,并配有大量的图片,在内容安排上也是由简到繁,逐步深入,便于读者理解,达到举一反三、抛砖引玉的效果。

本书可供广大电子爱好者、技术工作者阅读和仿制,也可供中小电子企业新产品开发人员或相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

创客电子制作 50 例/黄文恺,韩晓英,伍冯洁编著.

—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2016.7

ISBN 978 - 7 - 5661 - 1313 - 9

I. ①创… II. ①黄… ②韩… ③伍… III. ①电子器
件—制作 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 165173 号

选题策划 石 岭

责任编辑 雷 霞

封面设计 恒润设计

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号

邮政编码 150001

发行电话 0451 - 82519328

传 真 0451 - 82519699

经 销 新华书店

印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂

开 本 787mm × 1 092mm 1/16

印 张 11.5

字 数 294 千字

版 次 2016 年 7 月第 1 版

印 次 2016 年 7 月第 1 次印刷

定 价 26.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

“创客”一词来源于英文单词“Maker”，是指出于兴趣与爱好，努力把各种创意转变为现实的人。目前的科技产品或创客作品，大部分都包含了光、机、电、算这几个元素。电子技术是创客必备的基础知识之一。学习电子技术，可以快速地进入电子设计的领域中，掌握创客的开发技能。

本书内容涵盖了常见的基本电子元器件及部分集成电路。以各类电子元器件为主线，介绍了各种电子元器件的使用以及相关电路的设计方法。本书包含了大量的插图和元器件清单，方便读者在学习后能根据插图和清单购买元器件，搭建电路并做实验。

本书分为四章：第一章是基础电路，介绍了一些基础的入门电路，供初学者进行入门；第二章是LED应用及电路设计，介绍了多个LED电路，主要包括LED流水灯、LED风车、太阳能夜间照明灯、视力保健功能台灯等；第三章是生活实用电路设计，介绍了多个生活实用电路，主要包括手动光强双控电击灭蚊灯、遥控窗帘装置、水箱水位自动控制装置、自动收衣架、超声波遥控开关电路、电冰箱关门提醒器、自行车防盗装置、鱼缸水温自动调节电路等；第四章是编程实现的电路，介绍了用单片机做的电路，主要包括简易打地鼠游戏机、基于单片机的调光控制器设计、USB可调速小风扇、红外测距报警器、遥控小车系统、光立方、遥控战舰等。

通过本书50个实例的学习，相信读者可以快速地掌握电子设计的方法，掌握创客的基础工具，设计和开发出更多有趣的实例和应用。

全书由黄文恺、韩晓英、伍冯洁编著，其中黄文恺编写了第四章，韩晓英编写了第一章和第三章，伍冯洁编写了第二章。韩晓英负责全书的统稿工作。

本书的出版，首先我要感谢我的学生吴裕铭、甘华国、傅杰鹏，他们参与了本书资料的整理、排版及试验验证工作，感谢他们牺牲节假日用心地整理书稿；其次要感谢广州市教育局，本书由广州市教育局青少年科技教育计划资助；最后要感谢本书的读者，感谢您花费宝贵的时间来阅读本书。

由于笔者水平有限，时间仓促，书中难免存在缺点和错误，恳请专家和广大读者不吝赐教，批评指正！

编著者

2016年4月

目 录

第一章 电路基础	1
一、无稳态多谐振荡电路	1
二、声光控电路	2
第二章 LED 应用及电路设计	5
一、LED 流水灯	5
二、夜间闪光灯	7
三、趣味七彩闪灯	9
四、LED 风车	12
五、LED 旋律灯	14
六、采用 555 电路实现闪烁灯	16
七、圣诞树	18
八、唯美灯罐	20
九、光控吸管台灯	22
十、感光可调 LED 灯	24
十一、人体感应台灯	26
十二、太阳能夜间照明灯	29
十三、视力保健功能台灯	31
十四、太阳能充电小夜灯	34
第三章 生活实用电路设计	38
一、手动光强双控电击灭蚊灯	38
二、遥控窗帘装置	41
三、水箱水位自动控制装置	44
四、自动收衣架	47
五、超声波遥控开关电路	49
六、电冰箱关门提醒器	51
七、四人智能抢答器设计	54
八、火灾报警器	57
九、手动挡位电风扇控制器	59
十、单音乐无线遥控门铃	61

十一、带计数功能红外线感应开关	63
十二、耳聋助听器	66
十三、电压指示器	68
十四、超声波驱蚊器	70
十五、直流稳压器	73
十六、闪烁电子门铃	75
十七、采用多谐振荡器制造警报声	79
十八、光电验障器	81
十九、自行车防盗装置	83
二十、鱼缸水温自动调节电路	85
二十一、手机万能充	87
二十二、声控录音电路	89
二十三、红外线探测防盗报警器	92
二十四、自动浇花装置	96
二十五、自动超声波空气加湿电路	99
二十六、自动干发器	101
第四章 编程实现的电路	104
一、简易打地鼠游戏机	104
二、基于单片机的调光控制器设计	109
三、USB 可调速小风扇	115
四、超声波测距仪	120
五、红外测距报警器	128
六、LCD 数显温度计	131
七、遥控小车系统	141
八、光立方	148
九、遥控战舰	162
十、手机控制智能小车	168
参考文献	177

第一章 电路基础

一、无稳态多谐振荡电路

无稳态多谐振荡电路是一种简单的振荡电路。它不需要外加激励信号就能连续地、周期性地自行产生矩形脉冲。该脉冲是由基波和多次谐波构成,因此称为多谐振荡器电路。多谐振荡器可以由三极管构成,通常叫作三极管无稳态多谐振荡器。

用两只三极管制作一个多谐振荡器,并用它驱动两只不同颜色的发光二极管,在制作完成时,可以看到两只发光二极管交替点亮,通过调整电路的参数来调整发光管点亮的时间。电路原理如图 1-1 所示。

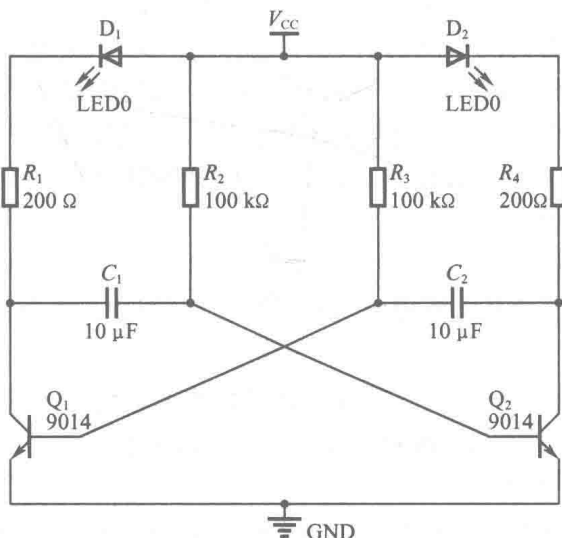


图 1-1 三极管多谐振荡器的电路原理图

电路的工作原理简要分析如下:

图 1-1 所示为结型晶体管自激或称无稳态多谐振荡器电路。它由两级 RC 耦合放大器组成,其中每一级的输出耦合到另一级的输入。各级交替地导通和截止,每次只有一级是导通的。

从电路结构上看,多谐振荡器与两级 RC 正弦振荡器相似,但实际上却不同。正弦振荡器不会进入截止状态,而多谐振荡器却会进入截止状态。这是借助于 RC 耦合网络较长的时间常数来控制的。尽管在时间上是交替的,可是这两级产生的都是矩形波输出,所以多谐振荡器的输出可取自任何一级。

电路上电时, V_{CC} 加到电路,由于两只三极管都是正向偏置的,故它们处于导通状态,此外,还为耦合电容器 C_1 和 C_2 充电到近于 V_{CC} 电压。充电的路径是由接地点经过晶体管基

极,又通过电容器而至 V_{CC} 电源。还有些充电电流是经过 R_1 和 R_2 的,从而导致正电压加在基极上,使晶体管导电量更大,因而使两级的集电极电压下降。

两只晶体管不会是完全相同的,因此即使两级用的是相同型号的晶体管和相同的元件值,一个晶体管也会比另一个晶体管的起始导电量稍微大些。

假定 Q_1 的导电量稍大些,由于 Q_1 的电流大,它的集电极电压下降就要比 Q_2 的快些。结果,通过电阻器 R_2 放电的电容器 C_2 耦合到 Q_2 基极的电压,就要比由 C_1 和 R_1 耦合到 Q_1 基极的电压负值更大些。这就使得 Q_2 的导电量减少,而它的集电极电压则相应地增高了。

Q_2 集电极升高的电压,是作为正电压耦合回 Q_1 基极的。这样 Q_1 导电更多,从而引起它的集电极电压进一步下降,由于 C_2 还在放电,故驱使 Q_2 的基极电压向负的增大。这个过程继续到最终 Q_2 截止, Q_1 在饱和状态下导通为止。此时,电容器 C_2 仍然通过电阻器 R_2 对接地点放电。 Q_2 保持截止直至 C_2 已充分放电使得 Q_2 的基极电压超过截止值为止。然后 Q_2 开始导通,这样就开始了多谐振荡器的第二个半周。

由于 Q_2 开始导通,它的集电极电压就开始下降,导致电容器 C_1 通过电阻器 R_1 开始放电,这样,加到 Q_1 基极的是负电压。 Q_1 传导的电流因此而减小,并引起 Q_1 集电极电压升高。这是作为正电压耦合到 Q_2 基极的,于是 Q_2 传导的电流就更大。就像前半周的工作一样,这是起着正反馈作用的,并持续到 Q_1 截止, Q_2 在饱和状态下导通为止。 Q_2 保留在截止状态,直至 C_1 已充分放电, Q_1 开始脱离截止状态为止。此时,完整的周期再次开始。

一级导通时间的长短,取决于另一级截止的时间,也就是取决于 C_1R_1 和 C_2R_2 的时间常数 RC 。时间常数越小,转换作用也就越快,因此多谐振荡器的输出频率就越高。就上述的电路来说,两个 RC 网络的时间常数相同,两个晶体管的导通和截止周期是相等的,故称之为对称的自激多谐振荡器。

当然我们也可以调整 C_1R_1 和 C_2R_2 不相等,使得两只三极管的导通时间不同。

在明白了多谐振荡器的基本原理后,我们就可以利用这个电路控制两个发光二极管交替地闪烁了。

我们可以把 Q_1 和 Q_2 的集电极作为振荡器的输出驱动两个发光管。具体的电路如下:

R_1, R_4 分别为发光二极管 D_1 和 D_2 的限流电阻,这里电阻值为 $200\ \Omega$,取值越小 LED 将越亮。 R_2 和 R_3 取值 $100\ k\Omega$ 。

每个灯点亮的时间可以通过对 $R_1 \times C_1, R_4 \times C_2$,用公式 $t = 0.693 \times R \times C$ 计算导通时间得到。读者可以取不同的值得到不同的闪烁频率,两边的点亮时间可以不同。

二、声光控电路

1. 光控电路

光控电路是用外来的光源来控制电路的设备。其作用是把外部送入的光源转换电信号,从而用这种信号去控制所需要的电器设备。其电路原理如图 1-2 所示。

下面简要分析该电路的工作原理:

光传感器是利用光敏元件将光信号转换为电信号的器件,它的敏感波长在可见光波长附近,包括红外线波长和紫外线波长。

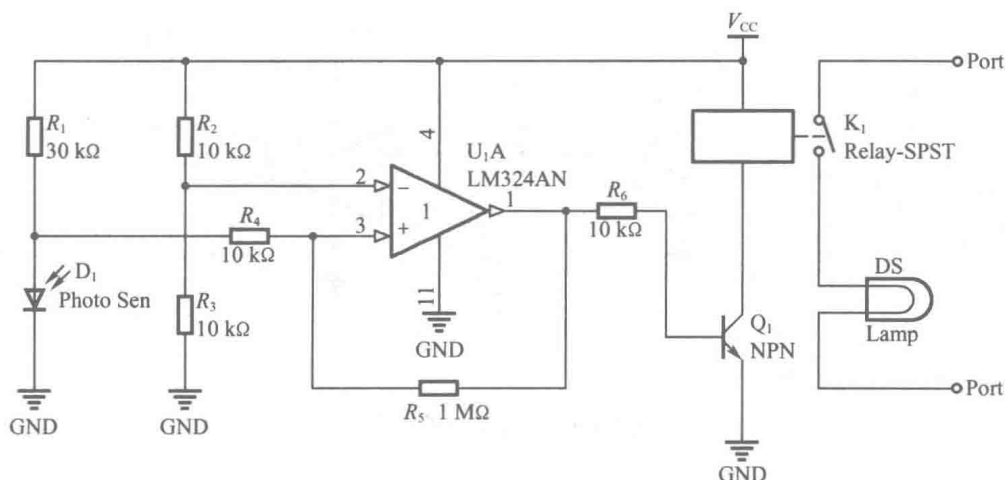


图 1-2 光控电路原理图

光敏电阻又叫光感电阻,其工作原理是基于光电效应。光敏电阻是利用半导体的光电效应制成的一种电阻值随入射光的强弱而改变的电阻器。入射光强,电阻减小;入射光弱,电阻增大。

R_2 和 R_3 组成桥式分压电路,LM324 比较器 2 脚电压为 $V_{CC}/2$ 。光敏电阻 D_1 在有光照射下电阻小(大概几千欧),LM324 比较器 3 脚电压低于 2 脚电压,1 脚输出低电平, Q_1 截止,继电器 K_1 断开,不工作,照明电路断开。没有光照情况下,光敏电阻很大(约 100 kΩ),LM324 比较器 3 脚电压高于 2 脚电压,1 脚输出高电平, Q_1 导通工作,继电器 K_1 闭合,工作,照明电路接通。因此白天有光照射时,照明电路不工作;晚上没有光照时,照明电路工作。

2. 声控电路

声控电路是用声音控制电路的设备,其作用是把送入的声波转换为电信号,从而用这种信号去控制所需要的电器设备。因为要有声音的接收媒介,本电路选择 DS 小咪头作为接收信号源。本电路工作原理: R_1, R_2 组成桥式分压电路,LM324 比较器 6 脚电压为 $V_{CC}/2$,有声音时,DS 小咪头将声音信号转化为电信号,经 C_1 耦合至比较器 5 脚,使得 LM324 的 7 脚输出为高,经 D_1 整流,由 R_7 和 C_2 组成过充电保护电路,驱动 LM324 比较器工作,8 脚输出高电平, Q_1 驱动工作,电路导通,导通后吸合线圈,继电器工作,照明电路工作。

生活中常用电路是把声控和光控组合起来的声光控电路,具体电路是结合图 1-2 和图 1-3 声控和光控电路,电源与地分别并联,调节电路使声控电路有声音时输出电压高于有光输出电压,通过 LM324 芯片第四个比较器控制,输出电平驱动三极管 9014,接通继电器 K_1 ,电路工作。电路如图 1-4 所示。

电路工作现象:

白天时,光敏电路因为有光,继电器常开。因此无论是否有声音,声光控电路都断,则灯不亮。

夜晚时,光敏电路因为没有光,继电器常闭。因此当有声音时,声控电路继电器闭合,则灯亮;相反,若没有声音,声控电路断,则灯不亮。

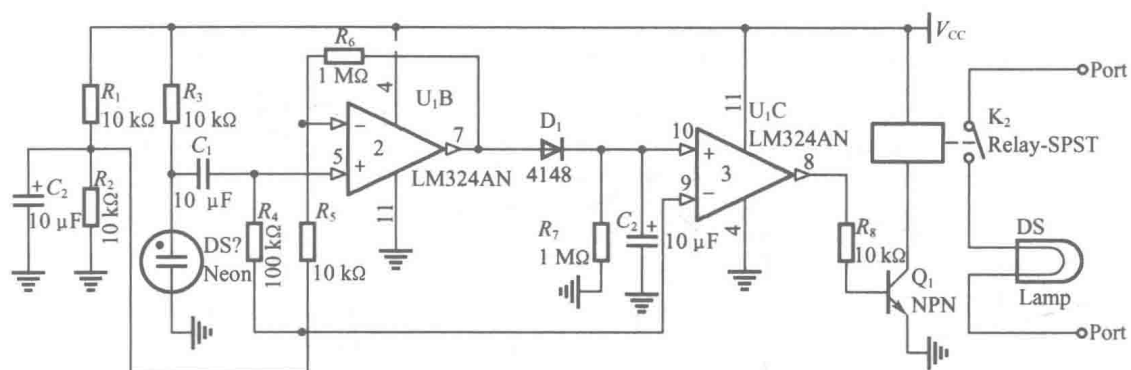


图 1-3 声控电路原理图

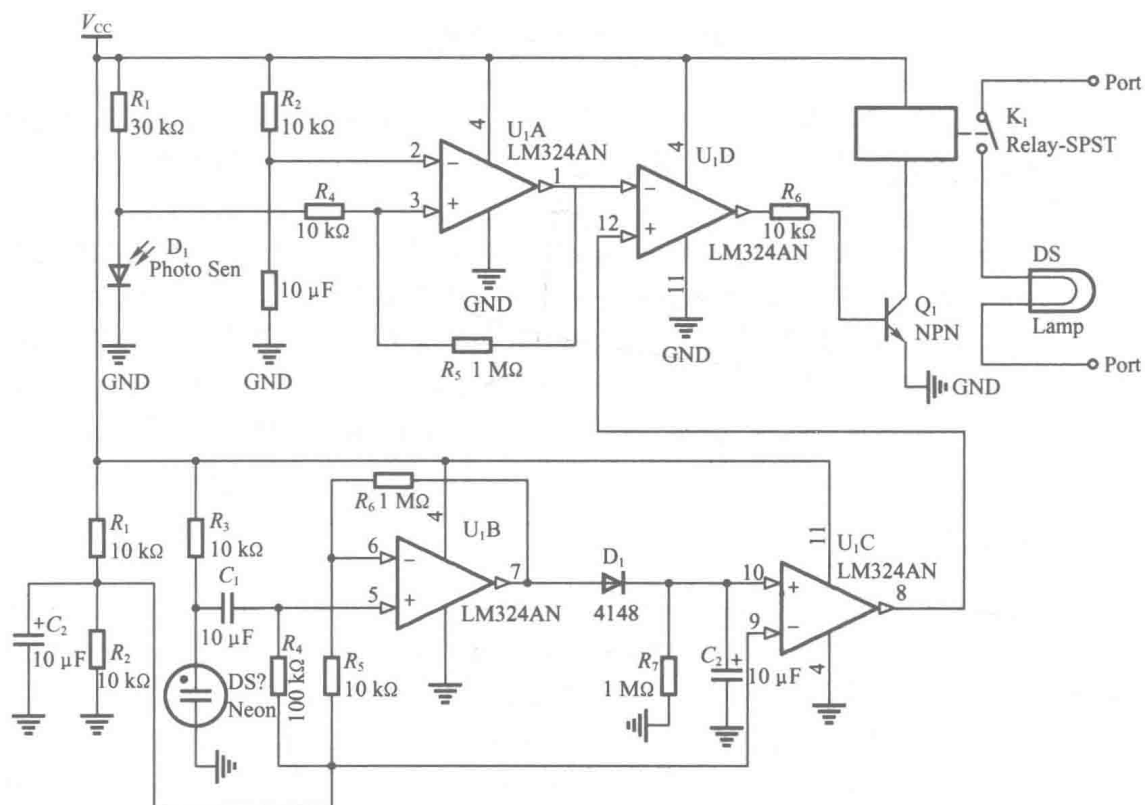


图 1-4 声光控电路原理图

第二章 LED 应用及电路设计

一、LED 流水灯

1. 功能描述

本流水灯电路设计 18 只 LED, 分成 3 组, 分别是 $LED_1 \sim LED_6$, $LED_7 \sim LED_{12}$, $LED_{13} \sim LED_{18}$ 。每当电源接通时, 3 组 18 只 LED 便会被轮流点亮, 同一时刻有 2 组共 12 只 LED 被点亮。通过三极管和电解电容构成的振荡电路, 实现三组 LED 灯交替闪烁的功能。流水灯简易轻巧, 外表美观, 能呈现多彩的颜色, 在现实生活中有很广泛的应用。流水灯电路的设计可以使我们进一步了解流水灯, 感受流水灯给我们生活带来的方便。LED 流水灯扩展之后能够形成灯串, 可以用于布置活动场所, 也可作为景观灯等。

2. 电路原理

电路原理如图 2-1 所示。每当电源接通时, 由于电路参数的微小差异, 只有 1 只三极管最先导通, 这里假设 Q_1 最先导通, 则 $LED_1 \sim LED_6$ 点亮。由于 Q_1 导通, 其集电极电压下降使得电容 C_2 左端下降, 接近 0 V, 由于电容两端的电压不能突变, 因此 Q_2 的基极也被拉到近似 0 V, Q_2 截止, 故接在其集电极的 $LED_7 \sim LED_{12}$ 熄灭。此时 Q_2 的高电压通过电容 C_3 使 Q_3 集电极电压升高, Q_3 也将迅速导通, $LED_{13} \sim LED_{18}$ 点亮。因此在这段时间里, Q_1, Q_3 的集电极均为低电平, $LED_1 \sim LED_6$ 和 $LED_{13} \sim LED_{18}$ 被点亮, $LED_7 \sim LED_{12}$ 熄灭, 但随着电源通过电阻 R_3 对 C_2 的充电, Q_2 的基极电压逐渐升高, 当超过 0.7 V 时, Q_2 由截止状态变为导通状态, 集电极电压下降, $LED_7 \sim LED_{12}$ 点亮。与此同时, Q_2 的集电极下降的电压通过电容 C_3 使 Q_3 的基极电压也降低, Q_3 由导通变为截止, 其集电极电压升高, $LED_{13} \sim LED_{18}$ 熄灭。接下来, 电路按照上面叙述的过程循环, 3 组 18 只 LED 便会被轮流点亮, 同一时刻有 2 组共 12 只 LED 被点亮。

3. 主要元件选择及其功能

主要元件三极管 9014: 常见的晶体三极管, 广泛应用于各种放大电路中, 是 NPN 型小功率三极管。

LED 灯: 反映电路现象, 发光。

4. 电子产品接线步骤、注意事项、效果图

电子产品接线步骤: 按照电路原理图合理布局元器件位置和进行焊接。

注意事项: 注意三极管 9014 的管脚和接线, TO-92 封装管脚图(字符正对自己)依次是发射极 e、基极 b、集电极 c。区分清楚电解电容 C_1 和 C_2 的极性, 如果颠倒会对电容造成

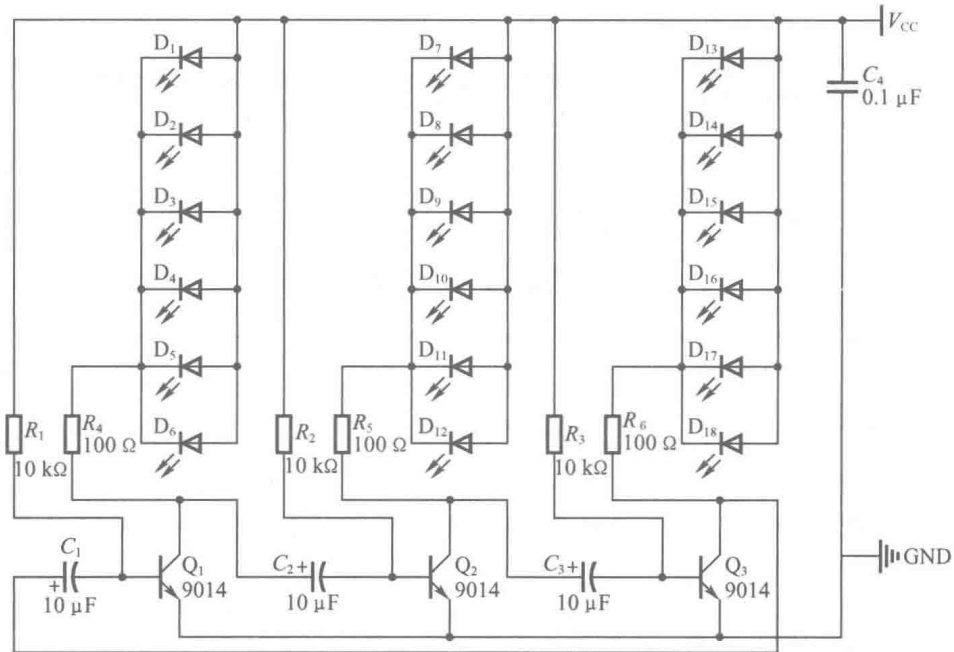


图 2-1 LED 流水灯工作原理图

损害，甚至炸裂。区分发光二极管的正负极。

效果图：电路效果图如图 2-2 所示。

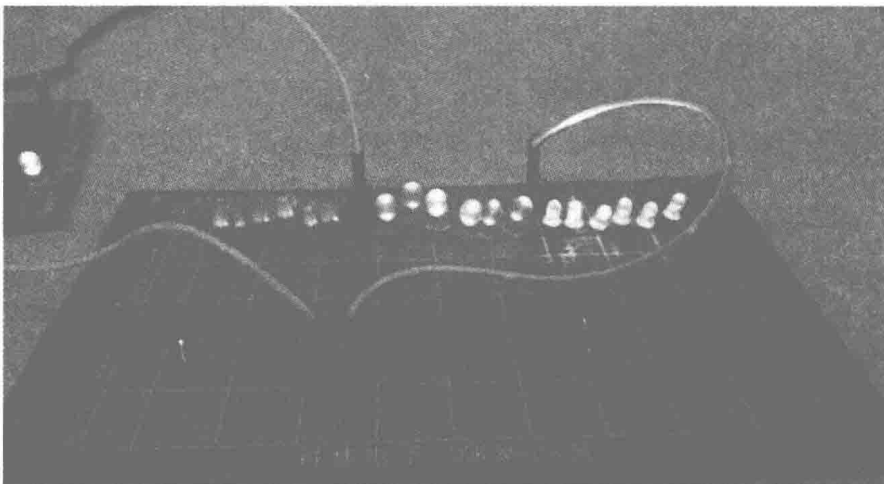


图 2-2 LED 流水灯电路效果图

5. 实验现象

元件组成多谐振荡电路，使电路没有稳态，正反馈电路使两个三极管饱和，另一个截止。每当电源接通时，3 组 18 只 LED 便会被轮流点亮，同一时刻有 2 组共 12 只 LED 被点亮，三组 LED 灯交替闪烁。

6. 物料清单

LED 流水灯物料清单如表 2-1 所示。

表 2-1 LED 流水灯物料清单

编号	名称	型号	数量
R_1, R_2, R_3	电阻	10 k Ω	3
R_4, R_5, R_6	电阻	100 Ω	3
C_1, C_2, C_3	极性电容	10 μF	3
C_4	陶瓷电容	0.1 μF	1
Q_1, Q_2, Q_3	三极管	9014	3
$D_1 \sim D_{18}$	发光二极管	绿色、红色、蓝色	18

二、夜间闪光灯

1. 功能描述

白天光线较亮,该闪光灯不发光;夜间光线较暗,该闪光灯发光,并且会闪烁。通过三极管 Q_1 和 Q_2 组成互补型自激多谐振荡源,振荡反馈网络由电容 C 组成, Q_1 的基极偏置电路由电阻 R 与光敏电阻 D_1 共同构成,实现夜间闪烁功能。该闪光灯可布置于鱼缸里的假山内,给鱼缸增添美景。该闪光灯也可用作交通警示灯,使得夜间交通变得更加安全。

2. 电路原理

电路原理如图 2-3 所示。白天室内光线较强,光敏电阻 D_1 受强光照射而呈低电阻, Q_1 基极处于低电平, Q_1 与 Q_2 均处于截止状态,发光二极管不发光。晚上,室内光线较弱,光敏电阻阻值升高, Q_1 基极电位上升,振荡器开始工作, Q_2 间隔导通与截止,发光二极管就会按振荡频率闪烁发光。

3. 主要元件选择及其功能

光敏电阻:随光照强度改变自身阻值,进而改变 Q_1 基极端电位高低。

三极管: Q_1 (S9014) 为 NPN 型, Q_2 (S8550) 为 PNP 型,两者组成互补型自激多谐振荡源,使得发光二极管不断闪烁。

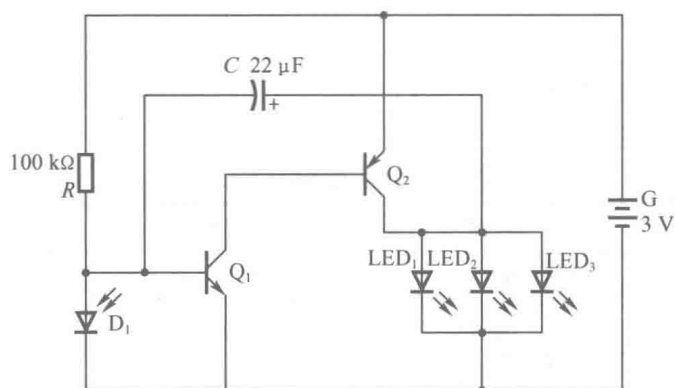


图 2-3 夜间闪光灯电路原理图

4. 电子产品接线步骤、注意事项、效果图

电子产品接线步骤:按照电路原理图合理布局元器件位置和进行焊接。

注意事项:注意三极管 9014 和 8550 的管脚和接线。区分清楚电解电容和发光二极管的正负极。电源正负极不要接反。

效果图:电路效果图如图 2-4 所示。

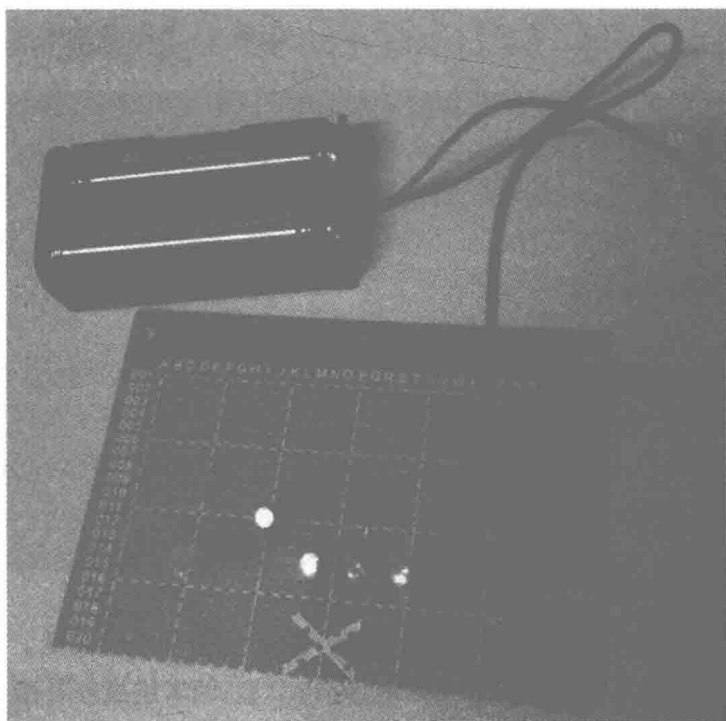


图 2-4 夜间闪光灯电路效果图

5. 实验现象

在光线较亮的环境中,发光二极管不亮;在光线较暗的环境中,发光二极管不断闪烁。

6. 物料清单

夜间闪光灯物料清单如表 2-2 所示。

表 2-2 夜间闪光灯物料清单

编号	名称	型号	数量
R	电阻	100 k Ω	1
Q ₁	三极管	S9014	1
Q ₂	三极管	S8550	1
D ₁	光敏电阻	—	1
LED ₁ , LED ₂ , LED ₃	发光二极管	3 mm	3
G	电池	3 V	1
C	电解电容	22 μ F, 50 V	1

三、趣味七彩闪灯

1. 功能描述

按下开关,彩灯亮起,再通过拨码开关接通不同的电路,能改变彩灯闪烁的频率。本电路是把 4 个阻值不同的电阻并联,再与 4P 拨码开关组成的系统,通过不同的拨码组合可产生出各种不同的闪烁频率,生动形象,充满趣味性。此作品扩展之后能够形成灯串,其用于布置活动场所,也可作为景观灯,还可以制作成儿童玩具。

2. 电路原理

本电路由 NE555 组成的多谐振荡器和 CD4017 十进制计数器/脉冲分配器组成。改变 RP_1 大小可改变振荡周期,即灯组流动速度。当第一个脉冲到来时, G_1 输出高电平, LED₁ 点亮;第二个脉冲到来时, G_2 输出高电平, LED₂ 点亮,依此,直到 G_{10} 输出高电平, LED₁₀ 亮。完成一个循环输出,接着进行下一轮输出。其中 RP_1 由四个阻值不同的电阻并联再与 4P 拨码开关组成。电路原理如图 2-5 所示。

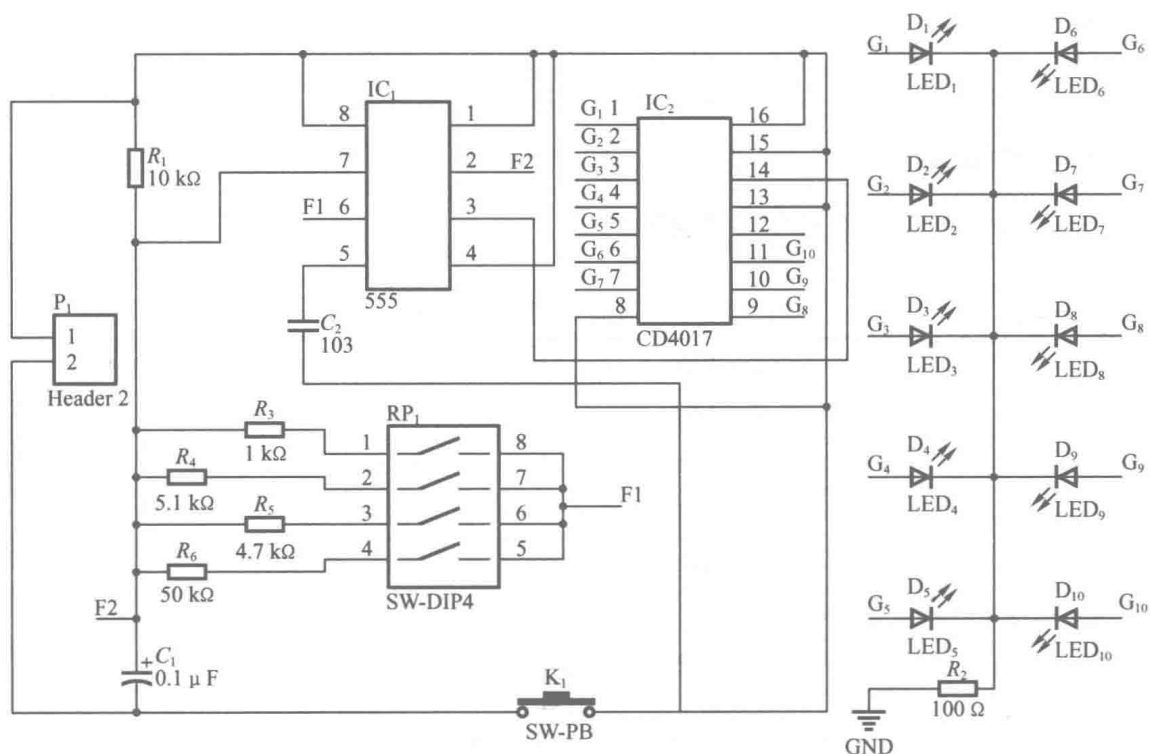


图 2-5 趣味七彩闪灯电路原理图

3. 主要元件选择及其功能

NE555 集成电路:555 是一个用途很广且相当普遍的计时 IC,只需简单的电阻器、电容器即可完成特定的振荡延时作用,产生数位电路所需的各种不同频率的脉波信号。其延时范围极广,可由几微秒至几小时。

CD4017 集成电路:CD4017 是十进制计数器/脉冲分配器集成电路。具有 10 个译码输出端,CP,CR,INH 为输入端。时钟输入端的斯密特触发器具有脉冲整形功能,对输入时钟脉冲上升和下降时间无限制。INH 为低电平时,计数器在时钟上升沿计数;反之,计数功能无效。CR 为高电平时,计数器清零。

拨码开关:拨码开关是一款用来操作控制的地址开关,采用的是 0/1 的二进制编码原理。每一个键对应的背面上下各有两个引脚,拨至 ON 一侧,两个引脚接通;反之则断开。四个键相互独立,多用于二进制编码,可以设接通为 1,断开为 0,则有:0000,0001,0010,⋯,1110,1111,一共 16 种编码。

4. 电子产品接线步骤、注意事项、效果图

电子产品接线步骤:按照电路原理图合理布局元器件位置和进行焊接。

注意事项:本产品适用电压在 4.5 ~ 10 V 之间。芯片引脚对应要正确。区分清楚电解电容和发光二极管的正负极。

效果图:电路效果图如图 2-6 所示。

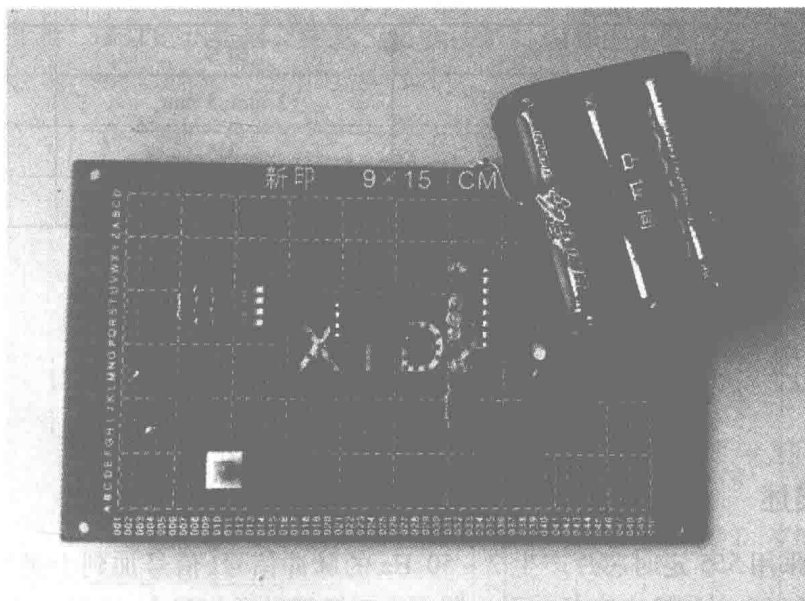


图 2-6 趣味七彩闪灯电路效果图

5. 实验现象

按下开关,彩灯亮起,再通过拨码开关接通不同的电路,彩灯闪烁的频率发生改变。

6. 材料清单

趣味七彩闪灯电路材料清单如表 2-3 所示。

表 2-3 趣味七彩闪灯电路材料清单

编号	名称	型号	数量
R_1	电阻	10 k Ω	1
R_2	电阻	100 k Ω	1
C_1	电解电容	0.1 μ F	1
C_2	瓷片电容	103	1
IC ₁	集成电路	NE555	1
IC ₂	集成电路	CD4017	1
RP ₁	拨码开关	4P	1
R_3	电阻	1 k Ω	1
R_4	电阻	5.1 k Ω	1
R_5	电阻	4.7 k Ω	1
R_6	电阻	50 k Ω	1