

全/新/实/用/电/路/集/粹/丛/书

科教、娱乐应用电路

集粹



全新实用电路集粹丛书编辑委员会 编著



全新实用电路集粹丛书

科教、娱乐应用电路集粹

全新实用电路集粹丛书编辑委员会 编著



机械工业出版社

本书介绍了各种教学、科研常用的演示器、测试仪器及玩具、娱乐方面的应用电路,包括电学实验演示器电路、电磁感应现象演示器电路、电流流向演示器电路、电荷极性演示器电路、红外线演示器电路、电容器充放电演示器电路、发电试验演示器电路、石英晶体检测器电路、红外遥控器检测器电路、电容器测试仪电路、逻辑电平测试器电路、玩具车电路、动物玩具电路、抢答器电路、电子鞭炮电路及大量的电子游戏电路等,每个应用电路均详尽地介绍了电路工作原理、元器件选择及制作方法等,具有电路新颖、实用性强、易于制作的特点,既可作为电子产品开发设计人员的参考资料,也可作为技术革新、设备改造的关键素材,又适合于广大师生、青少年和电子爱好者业余制作。

图书在版编目(CIP)数据

科教、娱乐应用电路集粹/全新实用电路集粹丛书编辑委员会编著. —北京:机械工业出版社, 2005.2

(全新实用电路集粹丛书)

ISBN 7-111-15929-2

I. 科... II. 全... III. ①科学研究—电子电路—应用②教学研究—电子电路—应用③游戏—电子电路—应用 IV. TN709

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 140051 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:牛新国

责任编辑:张俊红 版式设计:冉晓华 责任校对:李秋荣

封面设计:陈 沛 责任印制:李 妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·18 印张·440 千字

0 001—5 000 册

定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

68326294、68320718

封面无防伪标均为盗版

全新实用电路集粹丛书编辑委员会

主 编	张庆双		
副主编	姜立华		
编 委	王远美	李国龄	时继功
	姜运成	刘日霞	李文显
	梁金福	卜彦芝	李振民
	梁桂荣	梁金生	张铁库
	李广华	刘亚洲	李宜玲
	尹丽杰	梁春华	李淑梅
	黄立志	张 雷	张继锋

丛 书 序

随着电子技术的飞速发展，电子新技术、新产品不断涌现。电子技术的广泛应用，促进了工农业生产，也丰富了人们的物质文化生活。为了进一步普及和推广电子技术，激发广大青少年、电子爱好者对电子技术的兴趣，为城乡电子技术人员、电子产品开发商研制与开发电子新产品时提供借鉴，我们组织了有实践经验的专家和技术人员，编写了这套全新实用电路集粹丛书。

丛书包括《家用电器控制与保护应用电路集粹》、《电源应用电路集粹》、《科教、娱乐应用电路集粹》、《农业电子技术应用电路集粹》、《工矿电子技术应用电路集粹》、《报警器、警示器应用电路集粹》、《机动车、交通应用电路集粹》、《灯光控制应用电路集粹》和《医疗保健应用电路集粹》，是一套较全面、通俗、实用的电子电工参考资料。

这套丛书结合广大老百姓的日常生活和工农业生产中最常见的问题选择项目，每个应用电路均详尽地介绍了电路工作原理、元器件选择及制作方法等，具有电路新颖、实用性强、易于制作的特点，既可作为技术革新、设备改造的关键素材，又适合于广大青少年和电子爱好者业余制作。

我们衷心希望广大读者对本套丛书提出宝贵的意见和建议，也希望这套丛书能为广大读者发家致富当好参谋，当好助手，搞好服务。

全新实用电路集粹丛书编辑委员会

前言

在物理学、电子学教学及科研实验、电器维修过程中，为了提高工作效率及实验效果，为了加强学生对一些物理现象的感性认识，通常要利用一些演示器、测试仪器来进行辅助教学与检测实验。本书运用较大篇幅介绍了各种教学、科研常用的演示器和测试仪器的应用电路，包括电学实验演示器电路、电磁感应现象演示器电路、电流流向演示器电路、电荷极性演示器电路、红外线演示器电路、电容器充放电演示器电路、发电试验演示器电路、石英晶体检测器电路、红外遥控器检测器电路、电容器测试仪电路和逻辑电平测试器电路等，可供广大科研人员、电器维修人员、青少年及大、中专院校、职业高中、普通高中、初中的师生们参考。

本书还提供了玩具、娱乐方面的应用电路，包括玩具车电路、动物玩具电路、抢答器电路、电子鞭炮电路及大量的电子游戏电路，可供电子玩具制造商、电子爱好者及广大青少年参考。

书中的每个应用电路均详尽地介绍了电路工作原理、元器件选择及制作方法等，具有电路新颖、实用性强、易于制作的特点，既可作为电子产品开发设计人员的参考资料，也可作为技术革新、设备改造的关键素材，又适合于广大师生、青少年和电子爱好者业余制作。

本书在编写过程中参考或引用了国内外电子书刊中的相关资料，在此向这些技术资料的原作者表示感谢。

由于作者水平有限，书中不足之处难免，敬请广大读者多提宝贵意见。

作者

目 录

丛书序

前言

一、演示器电路 1

(一) 电学实验演示器 1

1. 电流流动方向演示器 (一) 1
2. 电流流动方向演示器 (二) 2
3. 电流流动方向演示器 (三) 3
4. 电流流动方向演示器 (四) 4
5. 电荷极性演示器 (一) 6
6. 电荷极性演示器 (二) 7
7. 电容器充放电演示器 (一) 8
8. 电容器充放电演示器 (二) 9
9. 电容器充放电演示器 (三) 10
10. 电容器充放电演示器 (四) 12
11. 电学实验多功能演示器 (一) 13
12. 电学实验多功能演示器 (二) 14
13. 电磁感应现象演示器 (一) 15
14. 电磁感应现象演示器 (二) 15
15. 电磁感应现象演示器 (三) 17
16. 电流、磁力线方向演示器 18
17. 旋转磁场的产生演示器 21
18. 桥式整流演示器 22
19. 发电试验演示器 (一) 24
20. 发电试验演示器 (二) 24
21. 远程输电模拟演示器 25
22. 交变电场信号演示器 26
23. 变频电源演示器 26
24. 跨步电压触电演示器 28
25. 描绘电场等势线实验演示器 29

(二) 热敏、光敏特性演示器 30

1. 热敏、光敏特性演示器 (一) 30
2. 热敏、光敏特性演示器 (二) 31
3. 红外线演示器 (一) 32
4. 红外线演示器 (二) 33
5. 彩色光合成演示器 35
6. 光耦合器演示器 35

7. 激光多功能演示器 36

8. 光电效应演示器 38

(三) 其他演示电路 40

1. 高灵敏度演示电表 40
2. 脉冲波形占空比调整演示器 41
3. 简谐波模拟演示器 42
4. 简谐振动图像演示器 45
5. 布朗运动电子模拟演示器 48
6. 电磁测速演示器 50
7. 电子单摆 51
8. 单摆实验计数器 54

二、测试仪器电路 56

(一) 电子元器件检测器 56

1. 石英晶体检测器 (一) 56
2. 石英晶体检测器 (二) 57
3. 石英晶体检测器 (三) 57
4. 单结晶体管检测器 59
5. 半导体器件检测器 59
6. 电容器测试仪 (一) 61
7. 电容器测试仪 (二) 62
8. 电容器测试仪 (三) 63
9. 电容器测试仪 (四) 64
10. 电容器测试仪 (五) 65
11. 四运放检测器 66
12. 扬声器极性判别仪 67
13. 行输出变压器测试仪 (一) 68
14. 行输出变压器测试仪 (二) 69

(二) 逻辑电平测试器 70

1. 逻辑电平测试器 (一) 70
2. 逻辑电平测试器 (二) 71
3. 逻辑电平测试器 (三) 72
4. 逻辑电平测试器 (四) 72
5. 逻辑电平测试器 (五) 73
6. 逻辑电平测试器 (六) 75



7. 逻辑电平测试器 (七)	76	14. 弹球盘游戏	124
(三) 其他检测、测试电路	76	15. 拔河比赛电子游戏	125
1. 红外遥控器测试仪 (一)	76	16. 攻球门电子游戏	127
2. 红外遥控器测试仪 (二)	77	17. 电子轮盘游戏	129
3. 电流方向检测器	78	18. “顺手牵羊”电子游戏	131
4. 电场强度测试仪	79	19. “虎口拔牙”电子游戏	132
5. 电子声光水平仪	81	20. “石头、剪子、布”电子游戏	
6. 断点检测器	82	(一)	134
7. 电话机测试器	83	21. “石头、剪子、布”电子游戏	
8. 电话机检修仪	84	(二)	135
9. 显示器维修信号源	86	22. 八连星抽奖游戏	136
10. 多功能信号发生器	88	23. 象棋电子裁判计时器	139
11. 静电测试仪	89	24. 门球比赛计时器	140
12. 液体导电测试仪	90	25. 语音摸奖箱	144
13. 多芯电缆检测器 (一)	91	26. 触摸式选号器	145
14. 多芯电缆检测器 (二)	92	27. 卫星发射模拟器	147
15. 网线测试仪	93	28. 火箭发射模拟器 (一)	149
16. 电子罗盘	95	29. 火箭发射模拟器 (二)	150
17. 电子方向指示器	96	(二) 电子玩具电路	152
18. 雷电测距器 (一)	97	1. 玩具碰碰车 (一)	152
19. 雷电测距器 (二)	98	2. 玩具碰碰车 (二)	153
(四) 感应式测电笔	99	3. 遥控玩具汽车	154
1. 感应式测电笔 (一)	99	4. 自动换向玩具车	156
2. 感应式测电笔 (二)	100	5. 磁控玩具坦克	157
3. 感应式测电笔 (三)	101	6. 电子鸟	158
4. 感应式测电笔 (四)	102	7. 电子动物园	159
三、玩具、娱乐电路	103	8. 昆虫鸣叫器	163
(一) 游戏娱乐电路	103	9. 光控电子鸟 (一)	164
1. 得分电子游戏机	103	10. 光控电子鸟 (二)	165
2. 声响计分游戏	104	11. 学话鹦鹉玩具	166
3. 随机数发生器	105	12. 声控玩具娃娃 (一)	167
4. 猜数电子游戏	107	13. 声控玩具娃娃 (二)	169
5. 反应能力测试器 (一)	108	14. 会叫的玩具狗 (一)	170
6. 反应能力测试器 (二)	110	15. 会叫的玩具狗 (二)	171
7. 激光打靶游戏机	111	16. 电子秋千 (一)	172
8. 红外枪打靶游戏	113	17. 电子秋千 (二)	173
9. 打飞机电子游戏 (一)	115	18. 电子秋千 (三)	174
10. 打飞机电子游戏 (二)	116	(三) 电子骰子	175
11. 幸运指数电子游戏	118	1. 电子骰子 (一)	175
12. 攻关夺宝电子游戏	120	2. 电子骰子 (二)	176
13. 移环比赛游戏	123	3. 电子骰子 (三)	177
		4. 电子骰子 (四)	180



目 录

(四) 掷硬币模拟器	181	2. 连续闪光摄影控制器 (二)	229
1. 掷硬币模拟器 (一)	181	3. 定时曝光器 (一)	231
2. 掷硬币模拟器 (二)	182	4. 定时曝光器 (二)	232
3. 掷硬币模拟器 (三)	183	5. 定时曝光器 (三)	233
(五) 电子鞭炮	184	6. 定时曝光器 (四)	234
1. 电子鞭炮 (一)	184	(十一) 鱼缸控制电路	235
2. 电子鞭炮 (二)	185	1. 鱼缸自动控制器 (一)	235
3. 电子鞭炮 (三)	188	2. 鱼缸自动控制器 (二)	236
4. 电子鞭炮 (四)	189	3. 鱼缸增氧器 (一)	238
5. 电子鞭炮 (五)	190	4. 鱼缸增氧器 (二)	239
(六) 抢答器	191	四、无线传声器、耳机	241
1. 抢答器 (一)	191	(一) 无线传声器	241
2. 抢答器 (二)	192	1. 调频无线传声器 (一)	241
3. 抢答器 (三)	194	2. 调频无线传声器 (二)	243
4. 抢答器 (四)	195	3. 调频无线传声器 (三)	244
5. 抢答器 (五)	196	4. 调频无线传声器 (四)	245
6. 抢答器 (六)	198	5. 调幅无线传声器 (一)	246
7. 抢答器 (七)	199	6. 调幅无线传声器 (二)	247
8. 抢答器 (八)	200	(二) 无线耳机	248
9. 抢答器 (九)	201	1. 红外无线耳机 (一)	248
10. 抢答器 (十)	203	2. 红外无线耳机 (二)	250
11. 抢答器 (十一)	204	五、其他电路	252
(七) 电子生日蜡烛电路	205	(一) 闪光电路	252
1. 电子生日蜡烛 (一)	205	1. 电子萤火虫	252
2. 电子生日蜡烛 (二)	207	2. 电子闪光器 (一)	253
3. 电子生日蜡烛 (三)	208	3. 电子闪光器 (二)	254
4. 电子生日蜡烛 (四)	209	4. 电子闪光器 (三)	255
(八) 语音器电路	211	5. 声控音乐闪光风车	256
1. 礼仪迎客语音器 (一)	211	6. LED 旋转彩轮 (一)	257
2. 礼仪迎客语音器 (二)	212	7. LED 旋转彩轮 (二)	259
3. 礼仪迎客语音器 (三)	214	8. LED 电平指示器 (一)	260
4. 礼仪迎客语音器 (四)	216	9. LED 电平指示器 (二)	261
5. 礼仪迎客语音器 (五)	217	10. LED 电平指示器 (三)	262
6. 礼仪迎客语音器 (六)	219	11. 手机来电指示器	263
7. 语音自动播放器	221	12. 群鸟闹春盆景	264
(九) 电子摇篮	223	13. 电子胸花	265
1. 电子摇篮 (一)	223	(二) 其他实用电路	266
2. 电子摇篮 (二)	224	1. 猫、狗阻吓器	266
3. 电子摇篮 (三)	226	2. 时间限制器	267
(十) 摄影控制器、定时曝光器		3. 电码练习器	268
电路	228		
1. 连续闪光摄影控制器 (一)	228		



4. 音乐节拍器 (一)	269	7. 光线照度指示器	273
5. 音乐节拍器 (二)	271	8. 电子报信器	274
6. 反窃听器	272		

1

一、演示器电路

(一) 电学实验演示器

1. 电流流动方向演示器 (一)

在物理教学实验中，演示“电荷的定向移动形成电流”这一微观现象往往比较困难。本例介绍的电流流动方向演示器，采用发光二极管(LED)来模拟演示直流电流的流动方向，具有形象、直观、易操作等特点。

电路工作原理

该电流流动方向演示器电路由脉冲发生器、LED驱动电路和电源极性自动切换电路组成，如图1所示。

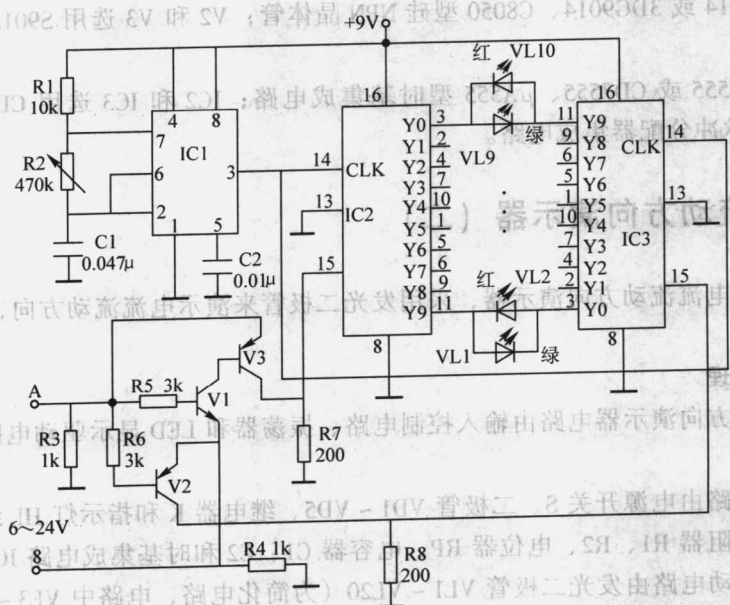


图1 电流流动方向演示器电路 (一)

脉冲发生器电路由时基集成电路 IC1、电阻器 R1、R2 和电容器 C1、C2 组成。

LED 驱动电路由发光二极管 VL1 ~ VL10 和十进制计数/脉冲分配器集成电路 IC2、IC3 组

成。



电源极性自动切换电路由晶体管 V1 ~ V3 和电阻器 R3 ~ R8 组成。

脉冲发生器产生的振荡脉冲信号分别加至 IC2 和 IC3 的 15 脚，作为计数时钟脉冲。

A、B 两端为直流电压输入端，两端外接电源的正、负极性决定 LED 流动显示的方向。

当 A 端接直流电压的正极，B 端接直流电压的负极时，V1 和 V3 导通，V3 集电极输出恒定高电平至 IC2 的 15 脚（复位端），使 IC2 停止计数，各输出端均输出低电平；此时 V2 截止，IC3 因 15 脚为低电平而正常计数。IC3 在计数脉冲的作用下，其 Y0 ~ Y9 端依次输出高电平，使 VL1 ~ VL10 中的红色发光二极管依次轮流点亮，从而模拟显示出某一方向的电荷运动。

当 A 端接直流电压的负极，而 B 端直流电压的正极时，V2 导通，V1 和 V3 截止，IC3 因 15 脚为高电平而停止计数，IC2 在计数脉冲的作用下，其 Y0 ~ Y9 输出端依次输出高电平，使 VL1 ~ VL10 中的绿色发光二极管依次轮流点亮，显示电荷的运动方向与直流电压的极性一致。

调整 R2 的阻值，可以改变脉冲发生器的振荡频率，从而改变 LED 的移动速度。

元器件选择

R1 和 R3 ~ R8 选用 1/4W 的碳膜电阻器或金属膜电阻器；R2 选用半密封膜式可变电阻器。

C1 和 C2 选用独石电容器或涤纶电容器。

VL1 ~ VL10 均选用 2EF303 型两端双色发光二极管，也可用一只红色发光二极管和一只绿色发光二极管反相并联后代替。

V1 选用 S9014 或 3DG9014、C8050 型硅 NPN 晶体管；V2 和 V3 选用 S9015 或 C8550 型硅 PNP 晶体管。

IC1 选用 NE555 或 CD7555、 μ A555 型时基集成电路；IC2 和 IC3 选用 CD4017 或 CC4017 型十进制计数/脉冲分配器集成电路。

2. 电流流动方向演示器（二）

本例介绍的电流流动方向演示器，采用发光二极管来演示电流流动方向，可用于初中物理教学实验。

电路工作原理

该电流流动方向演示器电路由输入控制电路、振荡器和 LED 显示驱动电路组成，如图 2 所示。

输入控制电路由电源开关 S、二极管 VD1 ~ VD5、继电器 K 和指示灯 HL 组成。

振荡器由电阻器 R1、R2、电位器 RP、电容器 C1、C2 和时基集成电路 IC1 组成。

LED 显示驱动电路由发光二极管 VL1 ~ VL20（为简化电路，电路中 VL3 ~ VL9 和 VL13 ~ VL19 未画出）、电阻器 R3、R4、电容器 C3 和计数分配器集成电路 IC2 组成。

接通电源及电源开关 S 后，HL 点亮，振荡器通电工作，IC1 第 3 脚输出的低频振荡信号作为 IC2 的计数脉冲，使 IC2 的 Y0 ~ Y9 端依次循环输出高电平，驱动 VL1 ~ VL10 或 VL11 ~ VL20 依次轮流发光。

当 A 端接电源正极、B 端接电源负极时，继电器 K 不吸合，其常闭触头接通，此时 VD3

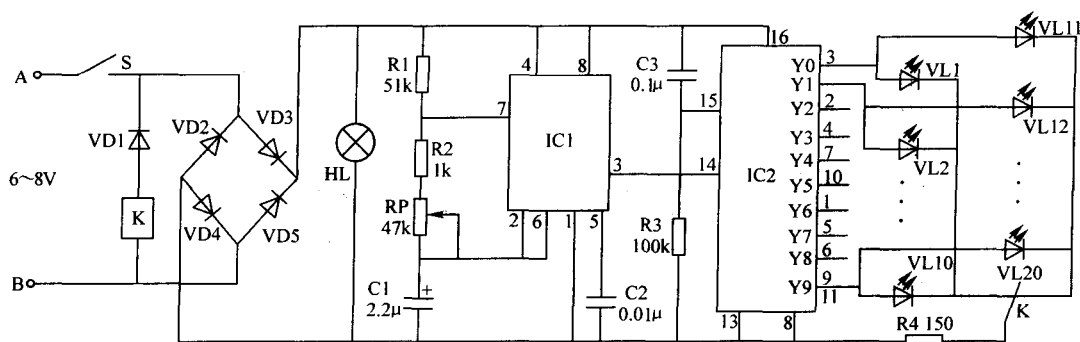


图 2 电流流动方向演示器电路 (二)

和 VD4 导通, VL11 ~ VL20 依次轮流发光。当 A 端接电源负极、B 端接电源正极时, VD1、VD2 和 VD5 导通, K 通电吸合, 其常开触头接通, 常闭触头断开, VL1 ~ VL10 依次轮流发光, 而 VL11 ~ VL20 熄灭。

元器件选择

R1 ~ R3 均选用 1/4W 金属膜电阻器; R4 选用 1/2W 金属膜电阻器。

RP 选用膜式可变电阻器。

C1 选用耐压值为 16V 的铝电解电容器; C2 和 C3 均选用独石电容器。

VD1 ~ VD5 选用 1N4001 或 1N4007 型硅整流二极管。

VL1 ~ VL20 均选用 $\phi 5 \sim \phi 12\text{mm}$ 的发光二极管, VL1 ~ VL10 选绿色, VL11 ~ VL20 选红色。

IC1 选用 NE555 型时基集成电路; IC2 选用 CD4017 型十进制/脉冲分配器集成电路。

HL 选用 6V 指示灯。

K 选用 4098 型 6V 直流继电器。

3. 电流流动方向演示器 (三)

本例介绍的电流流动方向演示器, 通过发光二极管来演示导线中直流电流的流动方向, 当调换电池极性后, 导线中电流的流向也随之改变。将该装置用于物理教学中, 能让学生直观地看到直流电流的流动方向。

电路工作原理

该电流流动方向演示器电路由计数/分配器集成电路 IC1、IC2、非门集成电路 IC3、变色发光二极管 VL1 ~ VL9、二极管 VD1 ~ VD6、电阻器 R1 ~ R5 和电容器 C1 ~ C3 组成, 如图 3 所示。

IC3 和电阻器 R1、R2、电容器 C1 组成的时钟振荡电路, 为 IC1 和 IC2 提供计数脉冲。

R3、C2 和 R5、C3 分别组成 IC1 和 IC2 的清零复位电路。

将电池 GB (3 节 1.5V 干电池) 的正极与 A 端相接, 负极与 B 端相接后, 接通电源开关 S, 二极管 VD1、VD3 和 VD5 导通, VD2、VD4 和 VD6 截止, IC1 和 IC3 工作, IC2 不工作, IC1 的 Y1 ~ Y9 端轮流独立输出高电平, 使 VL9、VL8...VL1 中的绿色发光二极管依次发光 (由右向左)。若将 GB 的正极与 B 端相接, 负极与 A 端相接后再接通 S, 则 VD2、VD4 和



一、演示器电路

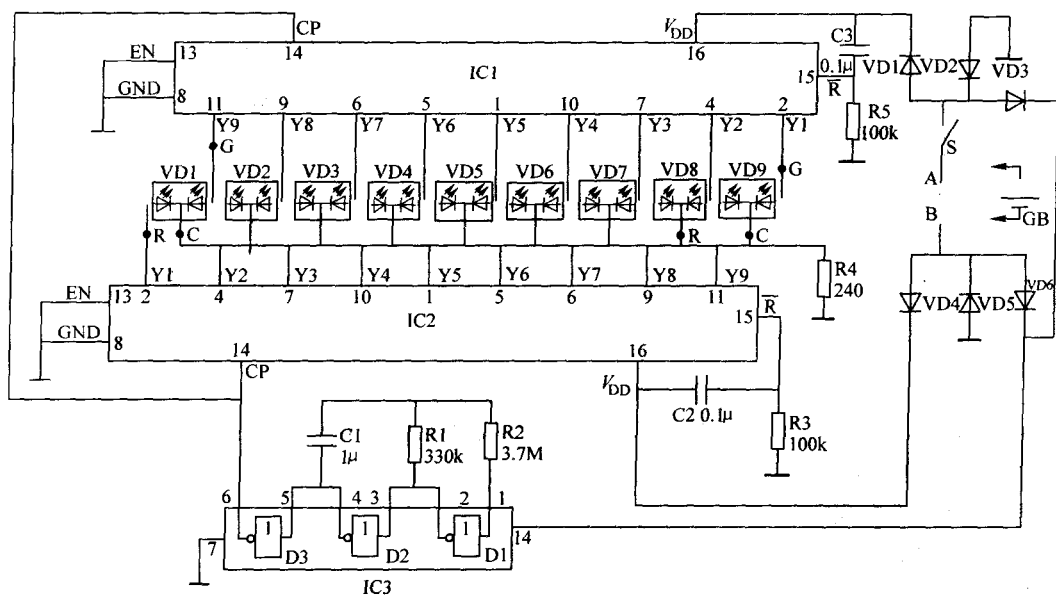


图3 电流流动方向演示器电路（三）

VD6 导通，VD1、VD3 和 VD5 截止，IC2 和 IC3 工作，IC1 停止工作，IC2 的 Y1 ~ Y9 端轮流独立输出高电平，使 VL1、VL2...VL9 中的红色发光二极管依次发光（由左向右）。

调整 R1 的阻值，可改变时钟振荡器的工作频率，从而改变发光二极管轮流点亮的速度。

元器件选择

R1 ~ R5 选用 1/4W 碳膜电阻器或金属膜电阻器。

C1 ~ C3 均选用独石电容器。

VD1 ~ VD6 选用 1N4148 或 2AK3 型开关二极管。

VL1 ~ VL9 均选用 2EF302 型三端变色发光二极管。

IC1 和 IC2 均选用 CD4017 型十进制计数/分配器集成电路；IC3 选用 CD4069 型六非门集成电路。

4. 电流流动方向演示器（四）

本例介绍的电流流动方向演示器，利用发光二极管将直流电流的流动方向形象地展现出来，使教学直观生动，学生易于理解。

电路工作原理

该电流流动方向演示器电路由时钟脉冲发生器 A、时钟脉冲发生器 B、LED 驱动电路和无极性直流电流接口电路组成，如图 4 所示。

时钟脉冲发生器 A 由时基集成电路 IC1 和电阻器 R1、R2、电位器 RP1、电容器 C1、C2 组成。

时钟脉冲发生器 B 由时基集成电路 IC2 和电阻器 R4、R5、电位器 RP2、电容器 C4、C5 组成，该电路与时钟脉冲发生器 A 的电路结构及元器件参数相同。

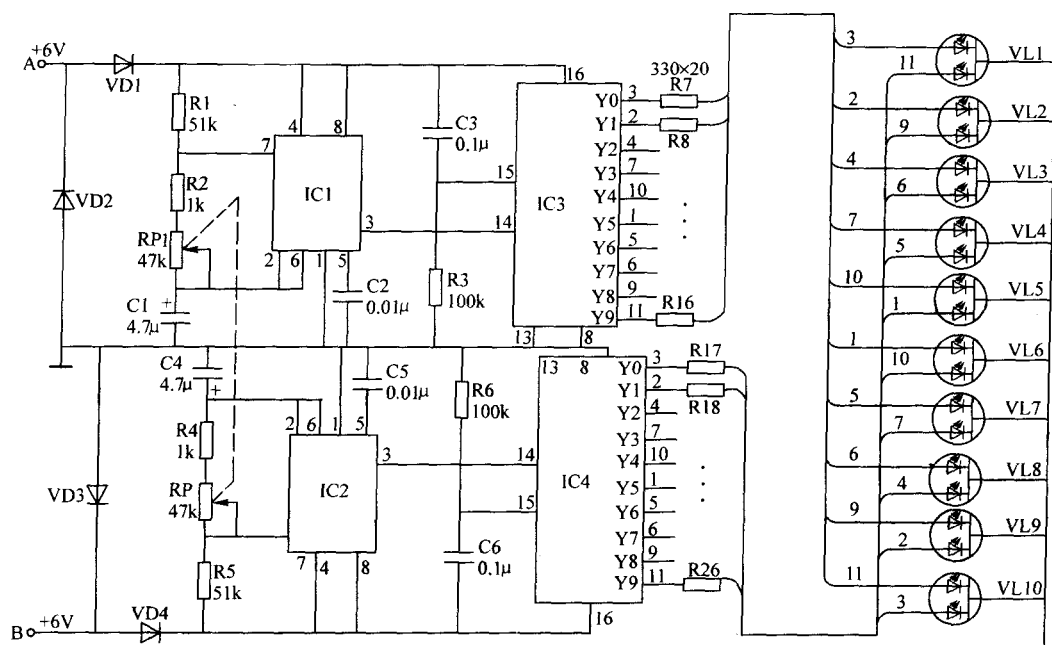


图4 电流流动方向演示器电路(四)

LED驱动电路由十进制计数/脉冲分配器集成电路IC3、IC4、电阻器R3、R6~R26、电容器C3、C6和变色发光二极管VL1~VL10组成。R3、C3和R6、C6分别是IC3和IC4的复位元件。

无极性直流电源接口电路由隔离二极管VD1~VD4组成。

将直流电流流动方向演示器电路的A端与电源正极相接、将B端与电源负极相接时，二极管VD1和VD3导通，VD4和VD2截止，IC1和IC3通电工作。时钟脉冲发生器A振荡工作后，从IC1的3脚输出低频振荡信号，作为IC3的计数脉冲。IC3通电复位后，开始计数，其Y0~Y9输出端依次循环输出高电平，使VL1~VL10中通过R7~R16与IC3的Y0~Y9输出端相接的发光二极管依次轮流发光（循环不停），演示出电流“流动”的方向。

若将A端与电源负极相接、将B端与电源正极相接时，则VD2和VD4导通，VD1和VD3截止，IC2和IC4通电工作。IC2为IC4提供计数脉冲，IC4的Y0~Y9输出端依次循环输出高电平，使VL1~VL10中通过R17~R26与IC4的Y0~Y9输出端相接的发光二极管依次发光，发光颜色改变（由红色变为绿色或由绿色变为红色），同时电流“流动”的方向与前一次相反。

因此无论电源的正、负极与电压输入端A、B怎样接，变色发光二极管VL1~VL10发光流动的方向总与直流电流实际流动的方向一致。

调整RP1和RP2的阻值，可分别改变时钟发生器A和时钟发生器B的振荡频率，从而改变“电流流动的速度”（发光二极管发光变换的速度）。

元器件选择

R1~R26选用1/4W碳膜电阻器或金属膜电阻器。

RP1和RP2均选用小型同轴双连电位器。



一、演示器电路

C1 和 C4 均选用耐压值为 16V 的铝电解电容器；C2、C3 和 C5、C6 选用独石电容器或涤纶电容器。

VD1 ~ VD4 均选用 1N4148 型硅开关二极管。

VL1 ~ VL10 均选用 2EF302 型三端变色发光二极管。

IC1 和 IC2 均选用 NE555 型时基集成电路；IC3 和 IC4 均选用 CD4017 型十进制计数/脉冲分配器集成电路。

5. 电荷极性演示器（一）

本例介绍的电荷极性演示器，采用发光二极管来演示电荷的正、负极性，可用于中学物理教学。

电路工作原理

该电荷极性演示器电路由电极 A、晶体管 V1 ~ V4、时基集成电路 IC1、IC2、电阻器 R1 ~ R5、电容器 C1 ~ C7、发光二极管 VL1 ~ VL9 组成，如图 5 所示。

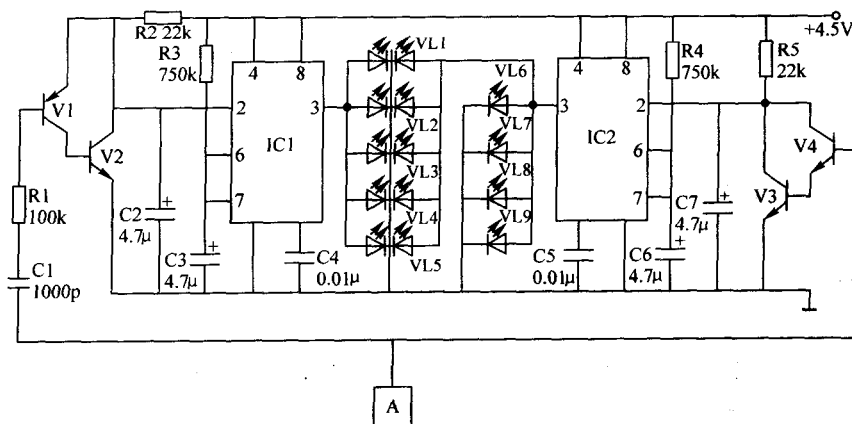


图 5 电荷极性演示器电路（一）

电路中，电极 A 和 C1、C2、C7、R1、R2、R5、V1 ~ V4 组成触发放大电路；IC1、IC2 和 R3、R4、C3 ~ C6 组成单稳态延时电路；VL1 ~ VL9 组成显示电路（三端双色发光二极管 VL1 ~ VL5 横向排列组成“+”字符的“-”笔画，红色发光二极管 VL6 ~ VL9 纵向排列与 VL1 ~ VL5 组成“+”字符）。

演示时，将橡胶棒与毛皮摩擦一下后再与电极 A 接触时，V1 和 V2 导通，V3 和 V4 截止，C2 通过 V1 和 V2 放电后，使 IC1 的 2 脚变为低电平，IC1 内部的单稳态触发器翻转，3 脚输出高电平，使 VL1 ~ VL5 中的绿色发光二极管点亮，显示“-”字符，指示橡胶棒与毛皮摩擦后带负电荷。与此同时，+4.5V 电压经 R3 对 C3 充电，当 C3 充电至一定值（约 4s）时，IC1 的 3 脚翻转为低电平，VL1 ~ VL5 熄灭。

将玻璃棒与丝绸摩擦两三下后再与电极 A 接触时，V3 和 V4 导通，V1 和 V2 截止，C7 经 V3 和 V4 放电，使 IC2 内部的单稳态触发器翻转，3 脚输出高电平，使 VL1 ~ VL5 内部的红色发光二极管和 VL6 ~ VL9 均点亮，显示“+”字符，指示玻璃棒与丝绸摩擦后带正电荷。与此同时，+5V 电压经 R4 对 C6 充电，延时约 4s，IC2 内部的单稳态触发器翻转，3 脚



变为低电平, VL1 ~ VL9 均熄灭。

元器件选择

R1 ~ R5 选用 1/4W 碳膜电阻器或金属膜电阻器。

C1 选用高频瓷介电容器; C2、C3 和 C6、C7 均选用耐压值为 10V 的铝电解电容器; C4 和 C5 选用独石电容器或涤纶电容器。

VL1 ~ VL5 均选用 $\phi 5\text{mm}$ 的高亮度三端双色发光二极管; VL6 ~ VL9 均选用 $\phi 5\text{mm}$ 的红色高亮度发光二极管。

V1 和 V4 均选用 3DG5 型硅 NPN 晶体管; V2 和 V3 选用 S9014 或 3DG9014 型硅 NPN 晶体管。V1 和 V2 的电流放大倍数值为 60, V3 和 V4 的电流放大倍数应为 200。

IC1 和 IC2 均选用 NE555 型时基集成电路。

电极 A 可用薄铜片或铝片制作。

6. 电荷极性演示器 (二)

本例介绍的电荷极性演示器, 能显示出物体是带正电荷还是带负电荷, 可用于物理教学实验。

电路工作原理

该电荷极性演示器电路由输入放大电路和显示驱动电路组成, 如图 6 所示。

输入放大电路由检测电极 A、电阻器 R1 ~ R3、电容器 C、稳压二极管 VS1、VS2、电位器 RP 和结型场效应晶体管 VF 组成。

显示驱动电路由运算放大器集成电路 IC (N1、N2)、电阻器 R4、R5、稳压二极管 VS3 和发光二极管 VL1、VL2 组成。

实验时, 将检测电极 A 与带电物体接触, 若物体带正电荷, 则 VF 的导通内阻变小, 使 N1 输出高电平, N2 输出低电平, VL1 发光, 指示物体带正电荷。

若物体带负电荷, 则 VF 的导通内阻变大, 使 N1 输出低电平, N2 输出高电平, VL2 发光, 指示物体带负电荷。

若被测物体不带电, 则 N1 和 N2 均输出低电平, VL1 和 VL2 均不亮。

调整 RP 的阻值, 使其 A、B 点在静态下 (检测电极 A 不与带电物体接触) 电压相等。

元器件选择

R1 ~ R5 选用 1/4W 金属膜电阻器或碳膜电阻器。

RP 选用小型膜式可变电阻器。

C 选用独石电容器。

VS1 和 VS2 选用 2CW54 或 2CW13 (1/4W、6V) 型硅稳压二极管; VS3 选用 2CW51 或

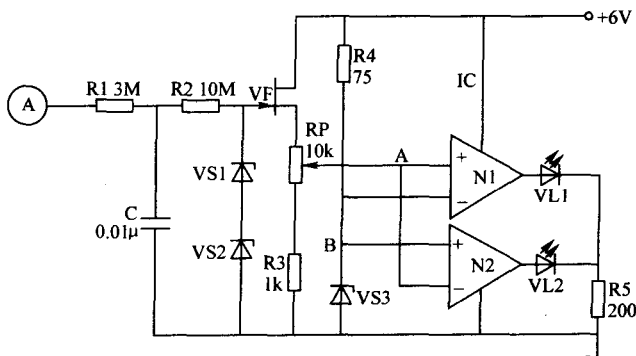


图 6 电荷极性演示器电路 (二)