

实用电路分析与设计

刘文胜编著



华南理工大学出版社



实用电路分析与设计

刘文胜 主 编
何志伟 主 审



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

实用电路分析与设计 / 刘文胜编著. — 广州: 华南理工大学出版社, 2017. 8
ISBN 978-7-5623-5338-6

I. ①实… II. ①刘… III. ①电路分析 ②电路设计 IV. ①TM133 ②TM02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 170170 号

实用电路分析与设计

刘文胜 编著

出 版 人: 卢家明

出版发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼 邮编: 510640)

<http://www.scutpress.com.cn> E-mail: scutcl3@scut.edu.cn

营销部电话: 020-87113487 87111048 (传真)

责任编辑: 刘 锋 欧建岸

印 刷 者: 广州市怡升印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 16.75 字数: 429 千

版 次: 2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

前 言

本书将常见电子设备归结为电源变换电路、电源控制电路、音响影视电路、电子通信电路、遥测遥控电路等几个部分。局部电路模块的工作原理涉及信号处理（小信号处理、功率放大、信号控制、电子开关）、信号产生与变换、信号采集与量化、数字电路、无线发射与接收、远程测量与遥控、语音电路，等等。虽然市场上有类似书籍，但与本书各自侧重点有着很大的区别。作者在本书的创作与内容选择安排上遵循由浅入深、循序渐进的模式，在复杂电路认识上采用化繁为简、以小见大的方法，力争达到知识和技能融会贯通、事半功倍的目标。

本书旨在使读者将所学基础知识与电子产品和设备联系起来，提高其电路分析能力和电子产品设计能力，避免出现理论知识与实用技术脱节的现象，培养知识、技能全面发展的高技术人才。本书可作为大专院校电学类专业高年级学生的拓展课程教材，亦可作为大学生开展课外科技活动、电子赛事或相关人员的培训教材，还可作为工程技术人员和电子爱好者的自学参考资料。

本书也为“实用电路分析与设计”课程量身打造，“实用电路分析与设计”课程是针对电子与通信等电类专业高年级本科生增设的创新创业、知识技能拓展课程。本课程教学内容依据电信工程技术专业教学标准的要求编写，通过课程学习和课程设计使学生具备读电路图与绘电路图的能力，对电子产品有分析与设计能力、研发与测试能力、试制与排障能力等。该课程以主流电子设备导入的方式组织教学，运用先修课程知识分析具有特定功能的电路与系统。课程内容包括家用电器、办公用品、工程设备等典型应用案例，从而激发读者的学习兴趣和科研热情。

本书第1章至第4章由刘文胜编写，第5章由付芳芳编写，王羽负责课程建设与图书出版的相关工作。全书由刘文胜完成统稿工作。在创作期间，得到多位同仁的帮助与建议，在此深表谢意。在编写中参考了许多文献资料，对以

上专家和学者，也一并表示感谢。

本书由何志伟教授主审，提出了许多宝贵意见和建议，在出版过程中何教授给与了极大的帮助，在此，表示衷心的感谢。

尽管对资料中的不足之处和数据错误做了修改，仍难免有疏漏，欢迎读者批评指正。

作者
2017 年 3 月

目 录

1 电源变换电路	1
1.1 直流高压电路的分析与设计	1
1.1.1 工作原理	1
1.1.2 电路设计	5
1.2 荧光灯电路及其发展	8
1.2.1 光源	8
1.2.2 热光源与冷光源	10
1.2.3 电感镇流器与电子镇流器的比较	11
1.2.4 电子镇流器的分析与设计	13
1.2.5 卤素灯（石英灯）电子变压器	16
1.3 LED 照明	18
1.3.1 LED 技术简介	19
1.3.2 LED 灯具的特点	20
1.3.3 LED 灯在亮度和节能方面与其它照明灯的比较	21
1.3.4 LED 灯具的电源供给	22
1.3.5 LED 灯闪烁的常见原因与处理办法	28
1.4 LED 日光灯	32
1.4.1 LED 日光灯管	32
1.4.2 PWM LED 电源电路的设计	32
1.5 计算机电源	41
1.5.1 ATX 电源的工作原理	41
1.5.2 单元电路分析	44
1.5.3 控制电路分析	47
1.5.4 电源的性能指标	49
1.6 变频技术与应用	51
1.6.1 变频空调电气控制基本原理	51
1.6.2 变频空调器控制电路分析	51
1.6.3 变频空调典型故障维修案例	56
1.6.4 变频调速在电力机车上的应用	59
1.6.5 变频器工作原理	60

2	电源控制电路	69
2.1	楼宇节电照明	69
2.1.1	传感器	69
2.1.2	节能照明电路分析	74
2.2	可控硅与调光设备	79
2.2.1	可控硅	79
2.2.2	可控硅的导通角和触发方式	81
2.2.3	应用介绍——可控硅在调光器中的应用	83
2.3	漏电保护电路	87
2.3.1	漏电保护器分类	89
2.3.2	漏电保护器主要结构	90
2.3.3	漏电保护器工作原理	91
2.3.4	基于 VG54123 的漏电断路器电路分析及调整	93
2.3.5	漏电保护断路器和漏电保护插座的使用区别	96
2.3.6	技术参数	97
2.4	定时开关电路	98
2.4.1	多用途延迟开关电源插座	98
2.4.2	基于单片机的定时开关电路	100
3	音响与影视	118
3.1	功率放大器	118
3.1.1	功放分类	118
3.1.2	性能指标	120
3.1.3	Hi-Fi 功放——胆机	121
3.1.4	晶体功放电路分析	126
3.2	MP4 播放器	129
3.2.1	MP4 优点	130
3.2.2	MP4 的工作模式和硬件构架	131
3.2.3	MP4 播放器的基本结构和工作原理	132
3.2.4	2091N 芯片构成的 MP4 播放器电路分析	134
3.3	数字电视机顶盒	139
3.3.1	有线电视的模拟信号与数字信号	139
3.3.2	机顶盒的外部接口	139
3.3.3	主要技术	140
3.3.4	电路分析	143
3.4	LED 显示屏	149
3.4.1	LED 显示屏的分类	149

3.4.2	字符显示的数字化	150
3.4.3	字符显示的控制方式	151
3.4.4	数据传输与控制电路	152
3.4.5	系统程序的分析设计	159
3.4.6	性能分析与系统调试	163
3.4.7	LED 视频显示系统简介	164
4	信息与通信	167
4.1	图文传真与电话	167
4.1.1	传真机的发明	167
4.1.2	传真机分类	168
4.1.3	传真机的组成结构	168
4.1.4	电话机工作原理	170
4.2	无线对讲设备	175
4.2.1	对讲机的使用与分类	175
4.2.2	工作原理	177
4.2.3	数字对讲机实例分析	179
4.3	移动通信设备——手机	185
4.3.1	手机的电路结构	186
4.3.2	发射功能电路	189
4.3.3	逻辑功能电路及其它	198
4.4	宽带接入设备——ADSL 调制解调器	199
4.4.1	ADSL 技术	199
4.4.2	调制解调器的电路结构	199
4.4.3	ADSL 调制解调器电路分析	199
4.5	无线路由器	204
4.5.1	相关参数	204
4.5.2	EA-2204 路由器电路分析	205
5	监测与遥控	211
5.1	智能设施的眼睛——光电传感器	211
5.1.1	常见的几种光电传感器	211
5.1.2	传感器的输出接口问题	219
5.1.3	反射式光电传感器探头的制作要求	220
5.2	雷达探测	222
5.2.1	工作原理	223
5.2.2	超声波传感器介绍	224

5.2.3	89C51 单片机超声波雷达系统	225
5.2.4	常见问题处理	229
5.3	智能安防系统	231
5.3.1	红外热释电传感器	231
5.3.2	安防系统结构设计	233
5.3.3	电路设计与分析	234
5.3.4	系统的软件设计	238
5.3.5	系统调试	241
5.4	道路监控——电子警察	248
5.4.1	道路监测模式	248
5.4.2	监控分类及工作原理	250
5.4.3	交通测速雷达系统设计概要	252

1 电源变换电路

电源是所有电器设备正常工作的首要条件。随着电力电子技术的发展,电源技术被广泛应用于计算机、工业仪器仪表、军事、航天等领域,涉及国民经济各行各业。由于各种电子电器的工作原理不同,所需要的电源性质和输出电压也不尽相同,故电源变换电路(AC/DC、DC/DC、DC/AC)的研究开发成为电子产品设计的首要任务。

1.1 直流高压电路的分析与设计

无论是工农业生产、军事、警事或日常生活,直流高压设备(或产品)无处不在,例如:电警棒、电击枪、高压防护网、工业除尘器、诱捕杀虫灯、电子闪光灯等,它们同属于DC→AC或DC→DC的高压电路。其中,电子灭蚊拍是最常见的典型实例。

电子灭蚊拍俗称电蚊拍,由于其经济实用、灭蚊(苍蝇、飞蛾或白蚁等)效果好、无化学污染、安全卫生等优点,因而成为畅销的小家电产品。电蚊拍是一个典型的高压形成电子设备,能够产生几千伏高压消灭害虫。

早期电蚊拍的使用有被电击的危险,因为它类似于电警棒或电击枪,但不会危及生命。目前市面流行的电蚊拍已经升级换代,虽有高压却不会伤人。其防护原理很简单,仔细观察就会发现,电蚊拍的金属网有三层,外面两层金属网的电极在内部其实是连在一起的,属于同电位。由于没有电位差,因此触碰电蚊拍的两个外侧面不会触电。电蚊拍金属网的三层结构,使得只有中间层金属网与外面层金属网之间存在高压,当挥动电蚊拍使蚊蝇陷进金属网中时,构成回路的蚊蝇才会被高压电击毙。

电击过程是瞬间的,消耗的电能极其微小。高压电弧(即电火花)可以使细小昆虫炭化,达到消灭害虫的目的。当电池能量不足或捕捉对象较大时(如白蚁、飞蛾),电击只能使其休克或局部灼伤,它们会在电击后苏醒而逃离。

1.1.1 工作原理

高压产生电路如图1-1所示,它主要由高频振荡电路、倍压整流电路和高压电击金属网三部分组成。当按下电源开关SB,由三极管VT、变压器B和1kΩ电阻构成的高频振荡器通电工作,把3V直流电变成上万赫兹的交流电,经B升压到500V(以 L_3 两端输出实测为准),再经二极管 $VD_1 \sim VD_3$ 、电容 $C_1 \sim C_3$ 形成的倍压整流电路,将直流输出电压提升到1500V左右,连接到金属网上形成高压电击区域。当蚊蝇触及金属网丝时,虫体造成电网短路,即会被高压电弧击晕、击毙。

1.1.1.1 高频振荡电路

图1-1中的高频振荡电路是典型的“变压器反馈式”自激振荡器,振荡电路由三极

管 VT、变压器 B 的 L_1 、 L_2 绕组、电阻 ($1\text{ k}\Omega$) 和电源组成。通过三极管的基极电流触发、集电极线圈 L_2 “选频”、反馈信号取自基极线圈 L_1 加至 B 极, 从而形成自激振荡。在振荡电路中, 三极管工作在开关状态, 在反馈信号的控制下, 集电极与发射极之间不断导通、截止, 产生脉动电流而持续工作。

在这个自激振荡电路中, 常使人迷惑不解的是“选频电路”源自何方。如我们所知, 无论是 RC 振荡器、LC 振荡器, 还是晶体振荡器, 都少不了一个重要角色——电容, 那么图 1-1 中, 自激振荡电路所需要的谐振电容在何处?

该振荡电路是高频振荡, 所需要电容的容量很小, 对振荡频率的精度要求很低, 只要能形成自激振荡, 产生高压即可。由于电蚊拍属于低价商品, 为节省成本而不单独设置电容 C , 仅靠布线间的杂散电容^①或半导体 PN 结电容 (C_j) 就能满足振荡要求。

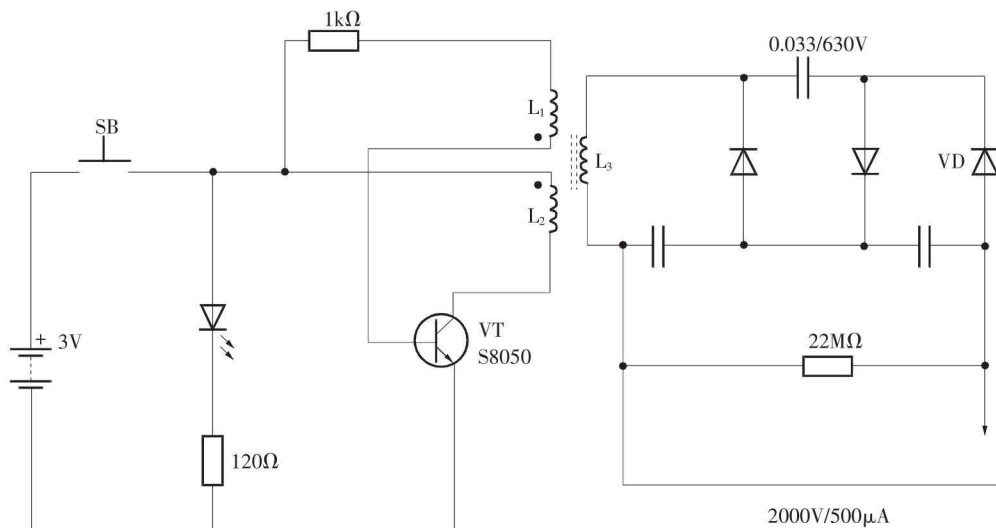


图 1-1 典型电路工作原理图

1. 自激振荡条件

变压器反馈式自激振荡器是电感反馈振荡器的一种实例, 电路的起振条件分析与 LC 振荡电路一样, 要满足幅度和相位两方面的要求:

- (1) 自激振荡的起振条件 (振幅条件): $F(j\omega) > 1$;
- (2) 自激振荡的相位条件 (正反馈条件):

$$\varphi_T = \varphi_f + \varphi_L + \varphi_{F'} = 2n\pi \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (1-1)$$

同时, 在振荡电路正常工作后, 由于电源和回路电阻的作用, 振荡电路会很快满足信号的幅值平衡条件, 实现电路的稳定工作。

电蚊拍的自激振荡是很容易实现的。图 1-1 中变压器的三个绕组, L_1 、 L_2 用于高频振荡电路, L_3 用于升压作用, 其参数分别是: L_1 的线径为 0.21 mm , 10 T ; L_2 的线径为 0.21 mm , 20 T ; L_3 的线径为 0.07 mm , 1 000 T 。

^①杂散电容是指构成电路的导线之间、元器件之间存在的分布电容。

工程上在计算反馈系数时不考虑 g_{ie} 的影响, 反馈系数的大小为

$$K_F = |F(j\omega)| \approx \frac{L_2 + M}{L_1 + M} \quad (1-2)$$

由于 L_2/L_1 的比值是 2, 则 K_F 肯定大于 1, 产生自激振荡不是问题。

2. 工作频率的分析计算

LC 正弦波振荡电路按其反馈电压的输出方式, 可分为变压器反馈式、电感反馈式以及电容反馈式振荡电路。

变压器反馈式振荡电路, 又称互感耦合振荡电路, 它利用变压器耦合获得适量的正反馈来实现自激振荡。

图 1-2 为共射调集型变压器耦合振荡电路原理图, 为方便对问题的分析, 图中未画出振荡电路的输出回路 (L_3)。在图中, 当不考虑反馈时, 由于 L_1 、 C 组成的并联谐振回路作为三极管的集电极负载, 因此, 这种放大电路具有选频特性, 常称为选频放大电路。 L_2 为反馈网络, 它通过电感耦合取得反馈信号, 并将信号的一部分反馈到输入端。显然, 该电路具备了振荡电路的组成环节。

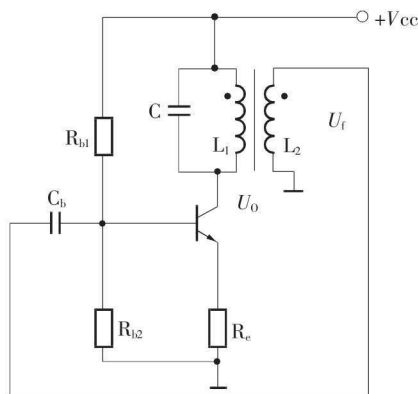


图 1-2 共射调集型变压器反馈振荡电路

在 Q 值足够高和忽略分布参数影响的条件下, 电路的振荡频率就是 $L_1 C$ 回路的谐振频率, 即

$$f_1 = f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \quad (1-3)$$

在实际电路中, 通常电感是绕在同一带磁芯的骨架上, 不同绕组之间存在互感, 用互感系数 M 表示。虽然振荡器的振荡频率可以用回路的谐振频率近似表示, 但在实际计算时, 式 (1-3) 中的 L 应为回路的总电感, 即:

$$L = L_1 + L_2 + 2M \quad (1-4)$$

振荡电路中晶体管集电极的工作波形 (图 1-3) 和参数实测如下:

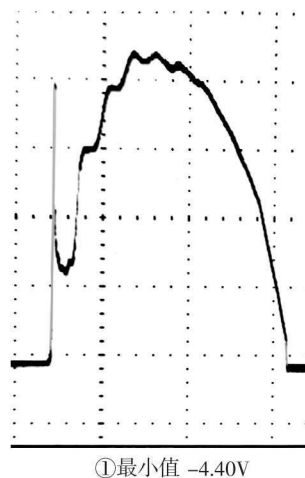


图 1-3 由分布参数形成的振荡器波形

工作频率: $f \approx 3.22 \text{ kHz}$;

晶体管输出电压: $E_c = 45.2 \text{ V}$;

高压输出: $1\,500 \sim 1\,900 \text{ V}$ (浮动)。

1.1.1.2 倍压整流电路

在一些需用高电压、小电流的地方,常使用倍压整流电路。“倍压整流”可以把较低的交流电压,用耐压较高的整流二极管和电容器,“整”出一个较高的直流电压。倍压整流电路一般按输出电压是输入电压的多少倍,分为二倍压、三倍压与多倍压整流电路。

1. 二倍压整流电路

图 1-4 所示是二倍压整流电路,由变压器 B、两个整流二极管 D_1 、 D_2 及两个电容器 C_1 、 C_2 组成。其工作原理如下: e_2 正半周(上正下负)时,二极管 D_1 导通, D_2 截止,电流经过 D_1 对 C_1 充电,将电容 C_1 上的电压充到接近 e_2 的峰值 $\sqrt{2}E_2$,并基本保持不变。 e_2 为负半周(上负下正)时,二极管 D_2 导通, D_1 截止。此时, C_1 上的电压 $U_{C_1} = \sqrt{2}E_2$ 与电源电压 e_2 串联相加,电流经 D_2 对电容 C_2 充电,充电电压 $U_{C_2} = e_2 + U_{C_1} \approx 2\sqrt{2}E_2$ 。如此反复充电, C_2 上的电压就会稳定在 $2\sqrt{2}E_2$ 。因为 U_{C_2} 的值是变压器输出电压的两倍,所以叫作二倍压整流电路。

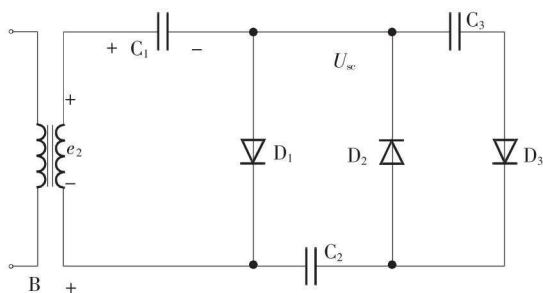


图 1-4 二倍压整流电路

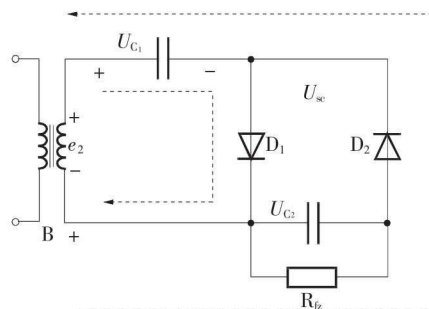


图 1-5 三倍压整流电路

在实际电路中,负载上的电压 $U_{sc} = 2 \times 1.4E_2$,整流二极管 D_1 和 D_2 所承受的最高反向电压均为 U_{sc} 。电容器上的直流电压 $U_{C_1} = E_2$, $U_{C_2} = 2E_2$ 。可以据此设计电路和选择元件。

2. 三倍压整流电路

在二倍压整流电路的基础上,再加一个整流二极管 D_3 和一个滤波电容器 C_3 ,就可以组成三倍压整流电路(图 1-5)。三倍压整流电路的工作原理是:在 e_2 的第一个半周和第二个半周与二倍压整流电路相同,即 C_1 上的电压被充电到接近 $\sqrt{2}E_2$, C_2 上的电压被充电到接近 $2\sqrt{2}E_2$ 。当第三个半周时, D_1 、 D_3 导通, D_2 截止,电流除经 D_1 给 C_1 充电外,又经 D_3 给 C_3 充电, C_3 上的充电电压 $U_{C_3} = e_2 + U_{C_2} - U_{C_1} \approx 2\sqrt{2}E_2$ 。这样,在 R_L 上就可以输出直流电压 $U_{sc} = U_{C_1} + U_{C_3} \approx 3\sqrt{2}E_2$,实现三倍压整流。在实际电路中,负载电阻上的电压 $U_{Lz} \approx 3 \times 1.4E_2$,整流二极管 D_3 所承受的最高反向电压也是该值。

按此工作原理,增加多个二极管和相同数量的电容器,即可以组成多倍压整流电路。

注意：当 n 为奇数时，输出电压从上端输出；当 n 为偶数时，输出电压从下端输出。

必须说明，倍压整流电路只能在负载较轻（即 R_L 较大、输出电流较小）的情况下工作，否则输出电压会降低。倍压次数越高的整流电路，这种因负载电流增大影响输出电压下降的情况越明显。

用于倍压整流电路的二极管，其最高反向电压应大于实际工作电压的要求。对于电警棒等超高压电路，可用高压硅整流堆，其系列型号为 2DL。如 2DL₂/0.2，表示最高反向电压为 2 kV，整流电流平均值为 200 mA。倍压整流电路使用的电容器容量比较小，不要用电解电容器。电容器的耐压值要大于 1.5 倍，在使用上才安全可靠。

电蚊拍的第三个重要组成部分是金属网。将金属网与绝缘介质铺垫成间隔 2 ~ 3 mm 的叉指式网拍，倍压整流后的高压接至相互绝缘的灭蚊拍网的两端电极即可。

1.1.2 电路设计

在电路设计中，具体参数没有特殊规定，只要能够安全使用、消灭害虫即可。图 1-6 给出的是一个 4 倍压整流实例设计电路图，输出的高压在 1 400 V 左右。

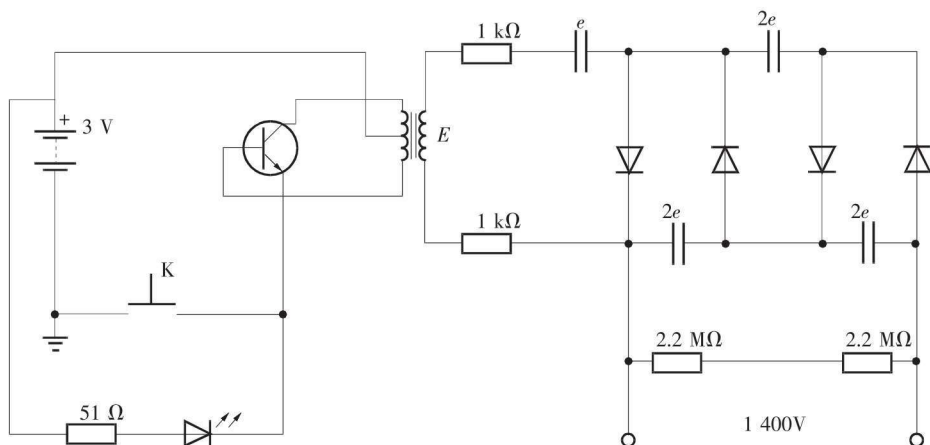


图 1-6 4 倍压实用电路设计——电路图

1. 电路说明

前面分析过的元件功能和作用不再赘述。图中变压器输出端的两个 1 kΩ 电阻称为阻尼电阻，对倍压电路起保护作用，如不想添加它们，可以去除。并联在金属网电极两端的 2.2 MΩ 串联电阻称为泄流电阻，其作用是在不使用电蚊拍时，能够慢慢地将金属网上的高电位电荷释放掉，以免伤害无辜。在除尘器或闪光灯电路中，不设置泄流电阻。

图 1-7 所示为设计印刷电路板。由于小功率直流高压电路的功耗很小，印刷电路的线宽在 1 mm 左右就能满足电路工作的需要，但焊接原件的端点部分，其直径不能低于 3 mm，因为印刷电路的覆铜板面积太小，在焊接元件时铜箔容易剥离基板。

2. 零配件的选用

电路中，发光二极管 D_1 和限流电阻器 R_1 构成指示灯电路，用来指示电路通断状态及显示电池电能的耗损情况。限流电阻的阻值可在 50 ~ 120 Ω 之间选择，电阻承受功率在

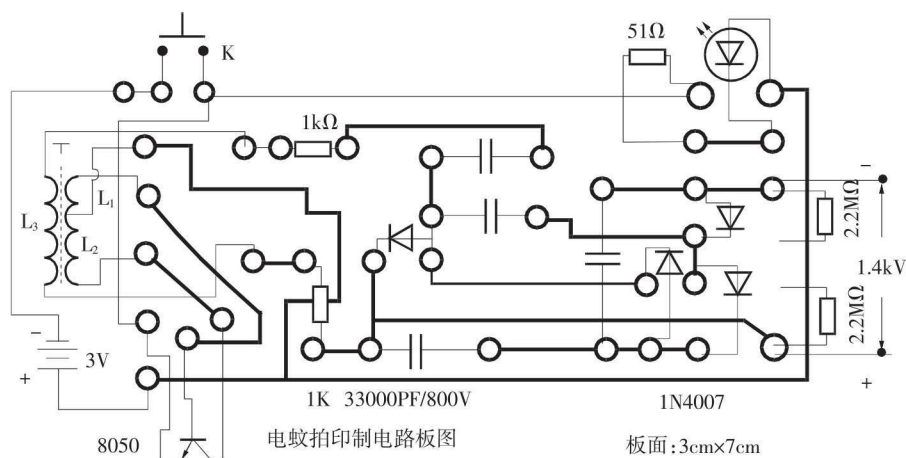


图 1-7 4 倍压实用电路设计——电路板

1/16 W 或 1/8 W。晶体管 Q 选用 2N5609 硅 NPN 中功率三极管, 亦可用 8050、9013 型等常用小功率三极管代替。

D_1 用 $\phi 3$ mm 红色发光二极管, $D_2 \sim D_4$ 用 1N4007 硅整流二极管; R_2 、 R_3 均用 RTX - 1/8 W 碳膜电阻; $C_1 \sim C_4$ 一律用 0.033 μ F/630 V 型涤纶电容器; SB 用 6 mm $\times$ 6 mm 立式微型轻触开关, 由于此开关的使用非常频繁, 元件质量和使用寿命直接相关。电路不能工作、指示灯不亮, 通常就是 SB 内部的簧片断裂造成的。电源采用 5 号干电池两节串联 (配塑料电池架) 而成, 电压 3 V。

高频变压器 B 可自制: 选用 2E19 型铁氧体磁芯及配套塑料骨架, L_1 用 $\phi 0.22$ mm 漆包线绕 22 匝, L_2 用同号线绕 8 匝, L_3 用 $\phi 0.08$ mm 漆包线绕 1 400 匝左右。注意图中黑点为同名端, 头尾顺序绕, 绕组间每层垫一二层薄绝缘纸。



注: 微型轻触开关也称为“微动开关”, 按键点击的部位是开关里边的触点铜质弹簧片。为增加簧片的弹性, 在铜里添加了磷元素, 故称为磷铜片。磷元素过少, 弹性差; 磷元素过多, 柔性差, 易断裂。计算机配件鼠标里面通常有 3 个微动开关, 在出现某个开关敲击没有反应时, 同样也是簧片断裂造成的。

3. 安装调试

在实验中, 电路的元器件焊接好以后, 电路一般都能正常工作。当然, 实际的操作过程中, 如果元件筛选不够认真, 变压器绕组同名端选择错误等, 会导致振荡电路不能起振而无高压输出。以下的检修意见以及电路故障检测流程 (图 1-8) 可帮助解决这些问题。

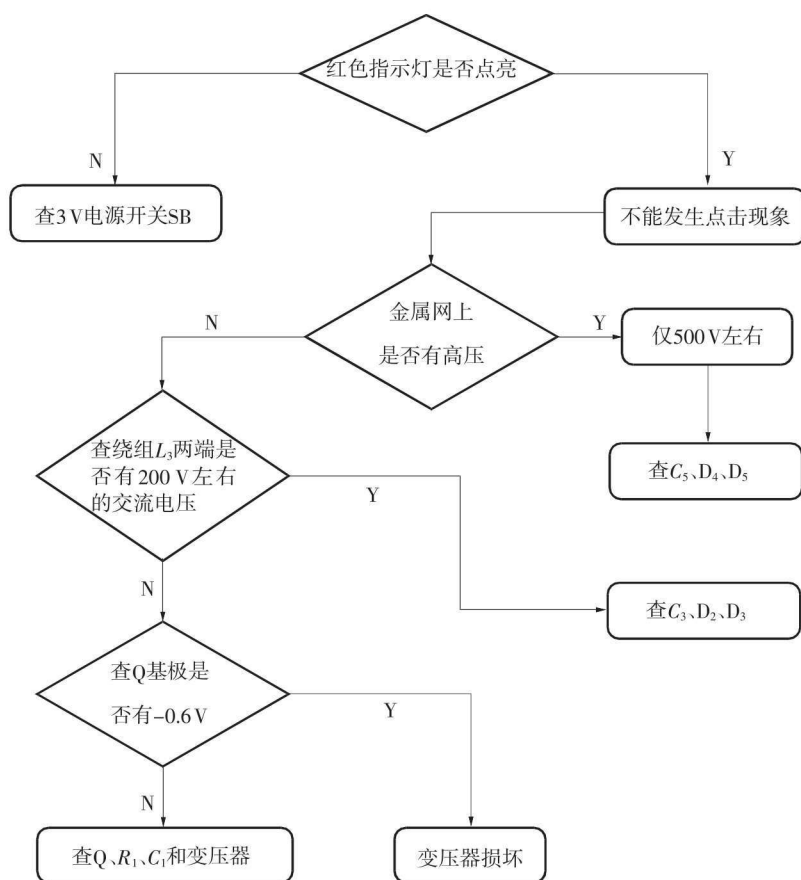


图 1-8 电路工作检查流程图

(1) 检查电器故障，首先查看电源。用万用表直流电压 5 V 挡测量电池组，正常值应是 3 V 左右，低于正常值太多 (2.4 V 以下) 要更换电池，对于生锈的电池夹要用砂布除锈。

(2) 检查微动开关接触是否良好。可用万用表欧姆挡测量通断，判断开关能否使用。如果接触良好，发光二极管将被点亮，否则要检查发光二极管和限流电阻。

(3) 检查升压变压器的直流电阻。断电情况下， L_1 、 L_2 的阻值接近 0， L_3 的阻值约为 100 Ω 。 L_3 在电路正常工作时，两输出端的交流电压在 350 V 左右。

(4) 检查振荡管。晶体管可采用高频小功率管 S8050 或 5609，注意管脚分布的不同。通电检查集电极 (C) 的直流电压为 0 V，基极 (B) 为 3.4 V，发射极 (E) 为 2.8 V，硅管的发射结电压 u_{be} 约为 0.7 V。

(5) 倍压电容的漏电测量。用万用表 $\times 1 \text{ k}\Omega$ 挡在线测量电容，指针微动后落在电阻无穷大处，表示电容是好的；如果漏电，会呈现低阻值，如果击穿，指针就会偏向零点。电容击穿后，通电会发出明显的吱吱声。

(6) 检查升压二极管。用万用表 $\times 10 \text{ }\Omega$ 挡在线测量二极管两端，正反向电阻应有显著的差别，如果击穿，指针就会偏向零点。

(7) 检查高压电极 (网拍)。

① 在断电情况下, 用万用表 $\times 10\text{ k}\Omega$ 挡在线测量两高压电极端点, 直流电阻约 $300\text{ k}\Omega$ 。

② 通电后, 用万用表直流电压 $2\ 500\text{ V}$ 挡在线测量两高压电极, 电压指示应在 $1\ 000\text{ V}$ 以上。如果低于 700 V , 表示有电容击穿。

高压在线测量时要注意安全, 防止电击!

实训练习

1. 高压输出要求达到 $3\ 000\text{ V}$, 振荡电路输出的峰值为 50 V , 若采用变压器作为升压原件, 设初级绕组是 15 匝, 问次级绕组匝数是多少?

2. 变压器输出的电动势 E 为 100 V , 若采用三倍压整流电路, 它的最后输出电压是多少伏 (可忽略小数)?

3. 高压生成电路中的振荡器可以是_____、_____。

4. 写出高压产生电路中对元器件的要求。

5. 设计一个用于安全防范的警用高压电网电路, 电网电压要求达到 $5\ 000\text{ V}$ 以上, 并要求有声光报警信号。

1.2 荧光灯电路及其发展

1.2.1 光源

凡物体本身能发光者, 称作光源, 又称发光体。物理学上发光体是指能发出一定波长范围的电磁波 (包括可见光与紫外线、红外线、X 射线等不可见光) 的物体, 通常指能发出可见光的发光体, 如太阳、恒星、灯以及燃烧着的物质等都是。

光源可以分为自然 (天然) 光源和人造光源。此外, 根据光的传播方向, 光源可分为点光源和平行光源。在我们的日常生活中离不开可见光的光源。可见光以及不可见光的光源还被广泛地应用到工农业、医学和国防现代化等方面。

1. 产生途径

(1) 热效应。第一类是热效应产生的光, 太阳光就是很好的例子, 蜡烛等物品也是, 此类光随着温度的变化会改变颜色。

(2) 原子跃迁。第二类是原子跃迁发光。荧光灯灯管内壁涂抹的荧光物质被电磁波能量激发而产生光, 霓虹灯的原理也是一样。原子发光具有独自的特征谱线, 科学家经常利用这个原理鉴别元素种类。

(3) 辐射发光。第三类是物质内部带电粒子加速运动时所产生的光。譬如, 同步加速器 (synchrotron) 工作时发出的同步辐射光, 同时携带有强大的能量。另外, 原子炉 (核反应堆) 发出的淡蓝色微光 (称为切伦科夫辐射) 也属于这种。所谓的“切伦科夫辐射”, 就是指带电粒子在介质中的速度可能超过介质中的光速, 在这种情况下会发生辐射, 类似于“音爆”。(注: 这不是真正意义上的超光速, 真正意义上的超光速是指超过真空