

险首先熔断，从而保护了后面的电路。当电阻损坏时，切不可盲目地把没有熔断保险作用的大功率电阻换上。否则，一旦再发生过流现象，由于电阻没有熔断作用，就可能烧毁后面的电路。

电源电路中的过流保护电阻一般流过的电流都很大，而其电阻值又都很小，有的电阻值只有零点几欧姆。这种电阻一般又没有标志，更换时应根据电路图和过流点进行调整，不能随意换上一个小阻值的电阻。否则，将影响电源的过流保护功能，达不到过流保护之目的。

若一时找不到合适的代换电阻，可以采用这样的方法：在了解电路流过多大电流的基础上，用一只阻值相当的大功率电阻再串联一段保险丝可以代换上述损坏电阻。

二、电解电容的代换

开关电源电路中所使用的滤波电解电容的容量都很大，通常在 $100\sim 2000\mu\text{F}$ 之间，耐压范围从 $16\sim 400\text{V}$ 。如果滤波电解电容的 ESR 值太大，当大电流通过时就会发热，使开关电源的效率降低，时间一长，电容本身也会损坏。

若是电解电容漏电，会使电源输出电流过大，电压降低或引起输出波纹过大的现象。所以在选择电容时，一定要注意质量。

判断大电容是否漏电，最好使用专用的电容测量仪表测量出漏电流参数，对电容进行优选。如果没有专用电容测量仪表，也可以使用三用表的电阻档进行测量。用表笔的正端接电容器的正极，用表笔的负端接电容器的负极。开始时，电容瞬间短路，电阻值很小，指针摆到最大位置。然后电容充电，阻值越来越大，指针向回摆动。如果电容漏电很小，表的指针应摆到接近

原始位置。如果电容漏电，电容就充不满，指针也恢复不到原始位置。

电解电容损坏后，对代换的电容要求不高，容量相差不大即可，但对于耐压的要求较高，最好与原来旧电容的耐压值相同或选得高些。有些电解电容使用的场合，表面上电路电压并不高，而选择的电容耐压值却较高，这是因为在滤波回路中，交流电压的峰—峰值至少应该是直流电压的 1.4 倍，为了保险起见，还要附加一个系数。所以在更换电容时一定要考虑周全。

三、整流二极管的代换

在开关电源电路中，除了输入电路所用的整流二极管用一般的整流管外，其余的整流二极管都得采用快速恢复型的开关二极管FRD，其允许电流要根据输出的最大电流决定，直流 10V 输出电路的整流二极管要用肖特基二极管SBD。

1. 肖特基二极管的基本特性

肖特基二极管的结构原理与PN结二极管有很大区别。通常将PN结整流管称作结型整流管，而把金属—半导体整流管叫作肖特基整流管。近年来，采用硅平面工艺制造的快速肖特基二极管已经问世，这不仅可节省贵金属，降低成本，还改善了产品参数的一致性。

肖特基二极管仅用一种载流子（电子）输送电荷，在整流管外侧无过剩少数载流子的积累，因此不存在电荷储存现象，其反向恢复电荷 Q_{rr} 趋于 0 ，使开关特性得到明显改善。其反向恢复时间 t_{rr} 已能缩短到 10ns 以内，但其反向耐压值较低，通常不超过 100V 。因此适宜在低压、大电流情况下工作。对漏电流要求低之特点，能提高低压、大电流整流（或续流）电路的效率和功率。肖特基二极管的正向导通压降介于硅管与硅管之间，其值列于表1。

4种肖特基二极管的参数,供读者维修替换时参考。表中有3种型号的管子内部结构属于共阴对管,因此有3个引脚,其中①、③脚为正极,②脚为负极。

表 12-1

典型产品型号	额定整流电流 I_A (A)	峰值电流 I_M (A)	最大正向压降 V_{FM} (V)	反向峰值电压 V_{RM} (V)	反向恢复时间 t_{rr} (ns)	内部结构	封装形式
D80-004	15	250	0.55	40	<10	单管	TO-3P
MBR1545	15	150	0.70	45	<10	共阴对管	TO-220
MBR2535	30	300	0.73	35	<10	共阴对管	TO-220
B82-004	5	100	0.55	40	<10	共阴对管	TO-220

2. 快速恢复二极管的基本特性

快速恢复二极管(FRD)也是利用PN结单向导电特性,但制造工艺与普通二极管不同。例如外延型,它的扩散深度及外延层可以精确控制,因而它具有开关特性好、反向恢复时间短、正向电流大、体积小、安装简便等优点。

快恢复二极管的内部结构与普通二极管不同,它是在P型、N型硅材料中间增加了基区I,构成P-I-N硅片。由于基区很薄,反向恢复电荷很少,不仅大大减小了 t_{rr} 值,还降低了瞬态正向压降,使管子能承受很高的反向电压。快恢复二极管的反向恢复时间一般为几百纳秒,正向压降约为0.6V,正向电流是几安培至几千安培,反向峰值电压可达几百到几千伏。

超快恢复二极管(SRD)则是在快恢复二极管基础上发展起来的,其反向恢复时间 t_{rr} 值已接近于肖特基二极管的指标。超快恢复二极管的反向恢复电荷进一步减小,使其 t_{rr} 可降至几十纳秒。

20~30A以下的快恢复及超快恢复二极管大多采用TO-

220封装。30A以上的管子一般采用TO-3P金属壳封装。几种常用的快恢复二极管和超快恢复二极管的参数及封装形式列于表12-2,仅供参考。

表 12-2

典型产品型号	结构特点	反向恢复时间 t_{rr} (ns)	平均整流电流 I_A (A)	最大瞬时电流 I_{FSM} (A)	反向峰值电压 V_{RM} (V)	封装形式
C20-04	单管	400	5	70	400	TO-220
C92-02	共阴对管	35	10	50	200	TO-220
MUR1680A	共阳对管	35	16	100	800	TO-220
MUR3040PT	共阴对管	35	30	300	400	TO-220
MUR30100	共阳对管	35	30	400	1000	TO-3P

四、功率开关管的代换

在开关电源电路中,大功率晶体管的故障率是较高的。因为开关电源去掉了工频变压器,由220V或110V交流电压直接进行整流滤波,而高频变压器是大功率开关管的直接负载,电感性负载的反电动势直接加在晶体管的集电极与发射极之间。在把110V交流输入电源误差插在220V交流插座上时,都会烧毁这只开关管。由于开关电源的种类多,电路结构不同,采用的功率管也有很大差别。设计者在选用大功率开关管时,对电压、电流参数都应留有充分的余地。

在单端反激式变换器开关电源中,其大功率开关管损坏后,选择代用管时,管子的主要参数可用下述方法进行计算:

假定变换器的效率是0.8,最大空比为0.4,那么,根据第三章的公式(3-5),计算最大集电极电流 I_c :

$$I_c = \frac{6.2 P_{out}}{V_{in}}$$

例如,电源的标称功率为150W。经桥式整流后的直流电压是300V,流过大功率开关管的最大集电极电流是:

$$I_c = \frac{6.2 \times 150}{300} = 3.1 \text{ (A)}.$$

在电源正常工作,为了使管子可靠地工作,一般选择工作电流是最大允许集电极电流 I_{CM} 的 $1/2 \sim 1/6$,所以应选择 $I_{CM} = 6\text{A}$ 左右的管子代换。

当开关管截止时,所承受的最高电压是电源电压的2倍左右,所以管子的击穿电压 $BV_{BO} \geq 2V_p$ (输入交流电压的峰值)。最高输入电压取260V,则 $V_p = 260 \times 1.4 = 364 \text{ (V)}$, $BV_{BO} \geq 2.0 \times 364 \approx 730 \text{ (V)}$ 。

对于开关功率管的基极驱动晶体管,代换时最重要的参数是最大集电极电流 I_{CM} ,因为在导通时要把开关功率管的基极电流全部短路,且饱和压降又不能太高,否则开关功率管不能很好地截止。

在半桥式变换器开关电源中,由于变压器的电压已经减少到 $V_m/2$,为了获得相同的功率,所以开关管的工作电流将加倍。根据第三章所提供的计算方法计算 I_c 的值。半桥式电源开关管的耐压可以选择得低一些,因它所承受的最高电压不超过电源电压 V_m ,所以一般选择功率开关管的 BV_{BO} 大于400V就可以了。

在更换晶体管时,先要注意管子的类型是否相同,包括材料和管的极性两方面,即锗管和硅管,又有PNP和NPN之分。其次,代换管的特性也应当接近,电源用晶体管主要关心的是C-B极的反向击穿电压 BV_{BO} ,集电极最大允许电流 I_{CM} ,集电极最大允许功耗 P_{CM} 。大功率开关管还应注意C-E极的反向击穿电压 BV_{CEO} 。从原则上讲,这几项参数都应等于或大于原来管子

的参数。另外,选好的管子还应注意外型及尺寸大小,以便于在线路板上的安装并保证有足够的散热空间。

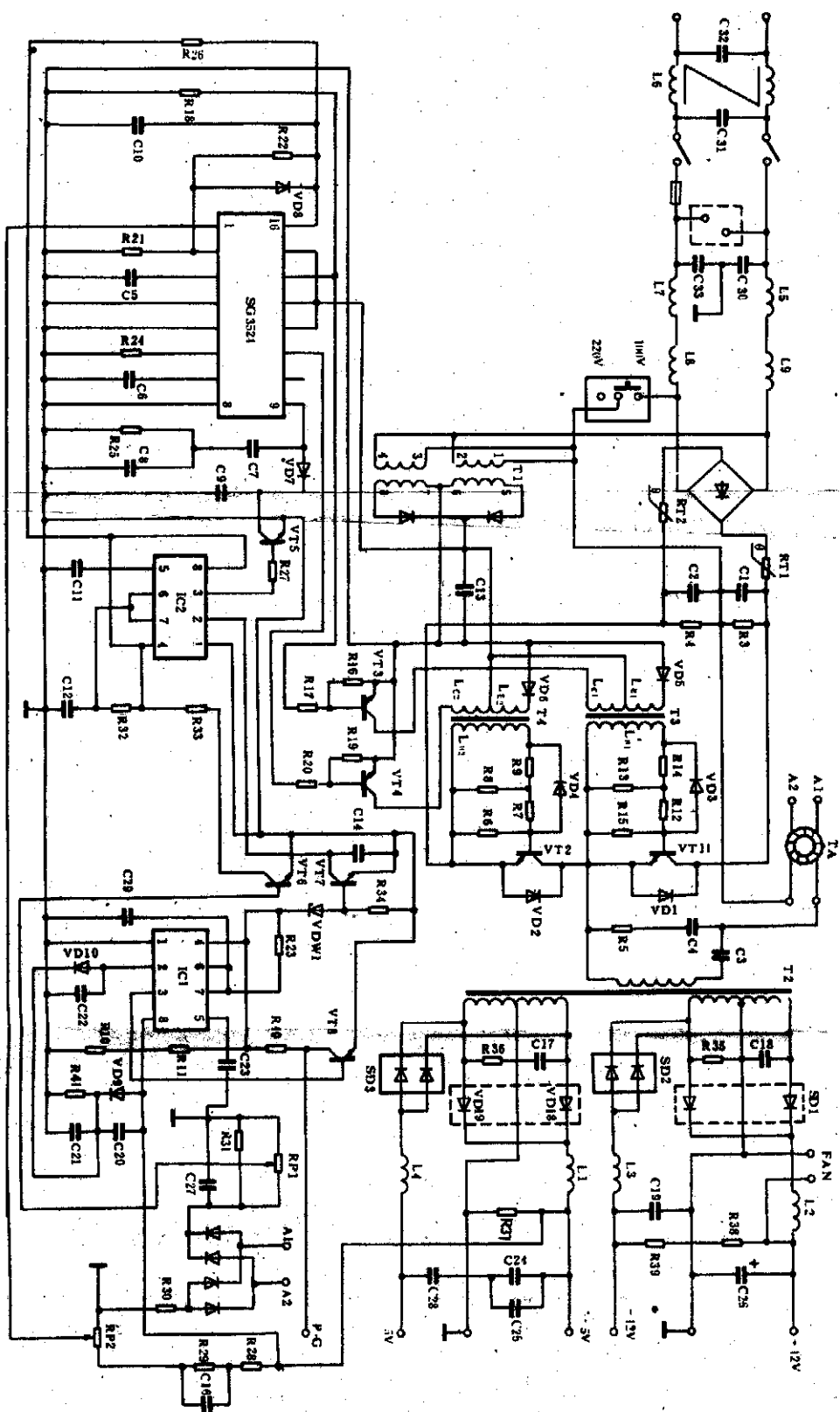


图 12-8 半桥式变换器实用电源电路

