

PC817 和 TL431 组合系统的参数设计

在 TOP 及 3842 等单端反激电路中的反馈电路很多都采用 TL431、PC817 作为参考、隔离、取样。现以 TOPSwitch 典型应用电路来说明 TL431、PC817 的配合问题。其电路如图 1 所示。

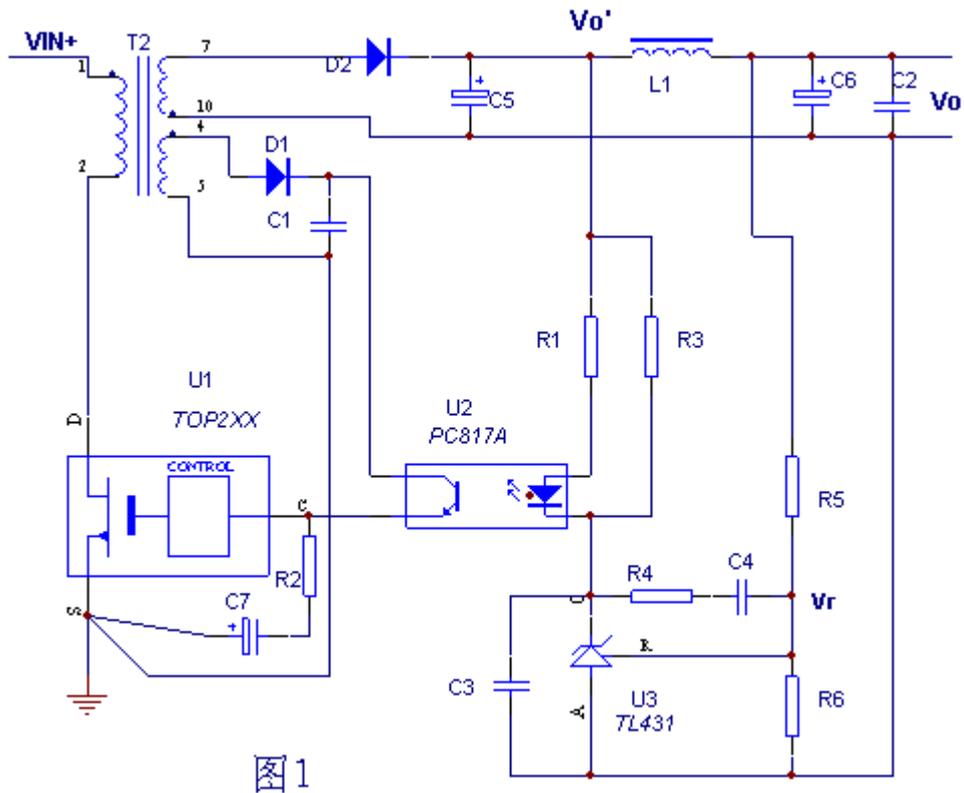


图 1

对于图 1 的电路，就是要确定 R1、R3、R5 及 R6 的值。设输出电压 V_o ，辅助绕组整流输出电压为 12V。该电路利用输出电压与 TL431 构成的基准电压比较，通过光电耦合器 PC817 二极管—三极管的电流变化去控制 TOP 管的 C 极，从而改变 PWM 宽度，达到稳定输出电压的目的。因为被控对象是 TOP 管，因此首先要搞清 TOP 管的控制特性。从 TOPSwitch 的技术手册可知流入控制脚 C 的电流 I_c 与占空比 D 成反比关系。如图 2 所示。可以看出，

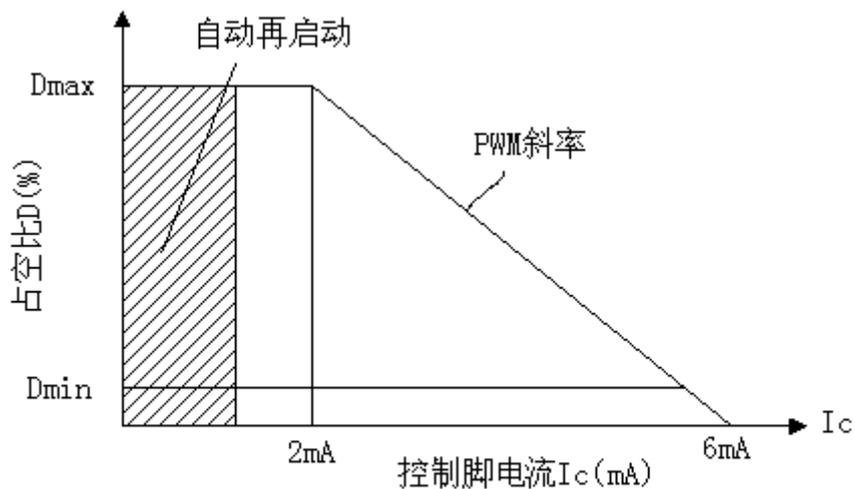


图2 TOPSwitch占空比与控制电流的关系

I_c 的电流应在 2—6mA 之间，PWM 会线性变化，因此 PC817 三极管的电流 I_{ce} 也应在这个范围变化。而

I_{ce} 是受二极管电流 I_f 控制的, 我们通过 PC817 的 V_{ce} 与 I_f 的关系曲线(如图 3 所示)可以正确确定 PC817 二极管正向电流 I_f 。从图 3 可以看出, 当 PC817 二极管正向电流 I_f 在 3mA 左右时, 三极管的集射电流 I_{ce} 在 4mA 左右变化, 而且集射电压 V_{ce} 在很宽

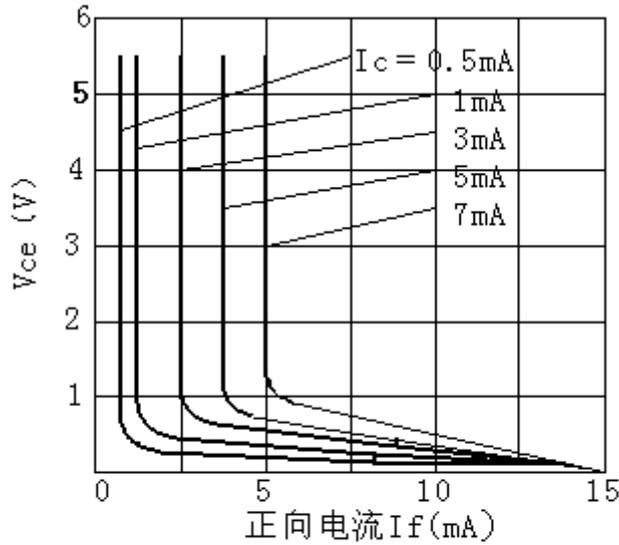


图3 PC817集射电压 V_{ce} 与正向电流 I_f 的关系

的范围内线性变化。符合 TOP 管的控制要求。因此可以确定选 PC817 二极管正向电流 I_f 为 3mA。再看 TL431 的要求。从 TL431 的技术参数知, V_{ka} 在 2.5V-37V 变化时, I_{ka} 可以在从 1mA 到 100mA 以内很大范围里变化, 一般选 20mA 即可, 既可以稳定工作, 又能提供一部分死负载。不过对于 TOP 器件因为死负载很小, 只选 3-5mA 左右就可以了。

确定了上面几个关系后, 那几个电阻的值就好确定了。根据 TL431 的性能, R_5 、 R_6 、 V_o 、 V_r 有固定的关系:
 $V_o = (1 + R_5/R_6) V_r$

式中, V_o 为输出电压, V_r 为参考电压, $V_r = 2.50V$, 先取 R_6 一个值, 例如 $R_6 = 10k$, 根据 V_o 的值就可以算出 R_5 了。

再来确定 R_1 和 R_3 。由前所述, PC817 的 I_f 取 3mA, 先取 R_1 的值为 470Ω, 则其上的压降为 $V_{r1} = I_f * R_1$, 由 PC817 技术手册知, 其二极管的正向压降 V_f 典型值为 1.2V, 则可以确定 R_3 上的压降 $V_{r3} = V_{r1} + V_f$, 又知流过 R_3 的电流 $I_{r3} = I_{ka} - I_f$, 因此 R_3 的值可以计算出来: $R_3 = V_{r3} / I_{r3} = (V_{r1} + V_f) / (I_{ka} - I_f)$

根据以上计算可以知道 TL431 的阴极电压值 V_{ka} , $V_{ka} = V_o' - V_{r3}$, 式中 V_o' 取值比 V_o 大 0.1-0.2V 即可。举一个例子, $V_o = 15V$, 取 $R_6 = 10k$, $R_5 = (V_o/V_r - 1) R_6 = (15/2.5 - 1) * 10 = 50K$; 取 $R_1 = 470Ω$, $I_f = 3mA$, $V_{r1} = I_f * R_1 = 0.003 * 470 = 1.41V$; $V_{r3} = V_{r1} + V_f = 1.41 + 1.2 = 2.61V$; 取 $I_{ka} = 20mA$, $I_{r3} = I_{ka} - I_f = 20 - 3 = 17$, $R_3 = V_{r3} / I_{r3} = 2.61 / 17 = 153Ω$; TL431 的阴极电压值 V_{ka} , $V_{ka} = V_o' - V_{r3} = 15.2 - 2.61 = 12.59V$ 结果: $R_1 = 470Ω$ 、 $R_3 = 150Ω$ 、 $R_5 = 10KΩ$ 、 $R_6 = 50K$

它有一个死区电流, R_3 的目的就是为了能够提供死区电流, 从而使 KA431 处于一种正常的工作状态, 如果不能提供死区电流, 在电压很低时, 系统的输出有可能混乱。

R_6 的取值, R_6 的值不是任意取的, 要考虑两个因素: 1) 431 参考输入端的电流, 一般此电流为 2uA 左右, 为了避免此端电流影响分压比和避免噪音的影响, 一般取流过电阻 R_6 的电流为参考段电流的 100 倍以上, 所以此电阻要小于 $2.5V/200uA = 12.5K$ 。2) 待机功耗的要求, 如有此要求, 在满足 $12.5K$ 的情况下尽量取大值。

431 要求有 1mA 的工作电流, 也就是 R_1 的电流接近于零时, 也要保证 431 有 1mA, 所以 $R_3 <= 1.2V/1mA = 1.2K$ 即可。除此以外也是功耗方面的考虑。

R_1 的取值要保证 TOP 控制端取得所需要的电流, 假设用 PC817A, 其 $CTR = 0.8-1.6$, 取低限 0.8, 要求流过光二极管的最大电流 $= 6/0.8 = 7.5mA$, 所以 R_1 的值 $<= (15 - 2.5 - 1.2) / 7.5 = 1.5K$, 光二极管能承受的最大电流在 50mA 左右, 431 为 100mA, 所以我们取流过 R_1 的最大电流为 50mA, $R_1 > (15 - 2.5 - 1.2) / 50 = 226$ 欧姆。要同时满足这两个条件: $226 < R_1$

R4C4 形成一个在原点的极点，用于提升低频增益，来压制低频（100Hz）纹波和提高输出调整率，即静态误差，R4C4 形成一个零点，来提升相位，要放在带宽频率的前面来增加相位裕度，具体位置要看其余功率部分在设计带宽处的相位是多少，R4C4 的频率越低，其提升的相位越高，当然最大只有 90 度，但其频率很低时低频增益也会减低，一般放在带宽的 1/5 初，约提升相位 78 度。