

1.3.5 快速功率二极管的串联和并联

1.3.5.1 串联

在串联时，需要注意静态截止电压和动态截止电压的对称分布。

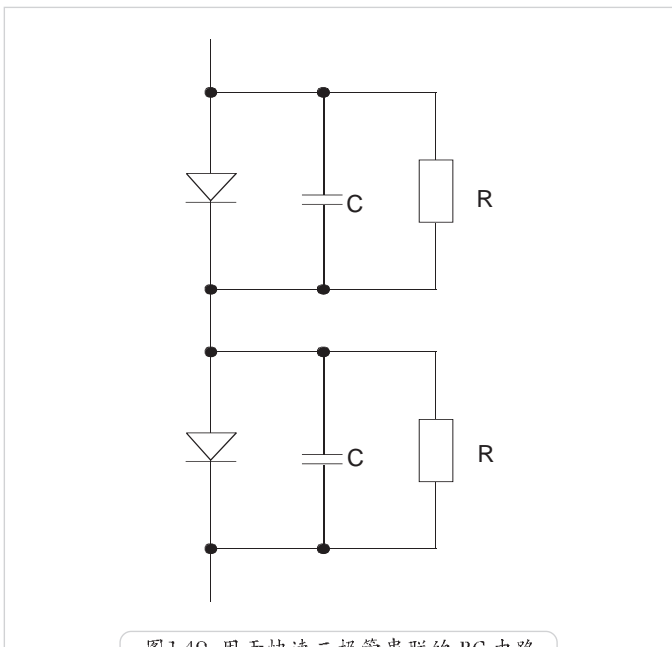


图1.40 用于快速二极管串联的RC电路

在静态时，由于串联各元件的截止漏电流具有不同的制造偏差，导致具有最小漏电流的元件承受了最大的电压，甚至达到擎住状态。但只要元件具有足够的擎住稳定性，则无必要在线路中采用均压电阻。只有当截止电压大于1200V的元件串联时，一般来说才有必要外加一个并联电阻。

假设截止漏电流不随电压变化，同时忽略电阻的误差，则对于 n 个具有给定截止电压 V_R 的二极管的串联电路，我们可以得到一个简化的计算电阻的公式[297]：

$$R < \frac{nV_r - V_m}{(n-1) \cdot \Delta I_r} \quad (1.15)$$

以上 V_m 是串联电路中电压的最大值, ΔI_r 是二极管漏电流的最大偏差, 条件是运行温度为最大值。根据 [297], 我们可以做一个充分安全的假设:

$$\Delta I_r = 0.85 I_{rm}, \quad (1.16)$$

上式中, I_{rm} 是由制造商所给定的。利用以上估计, 电阻中的电流大约是二极管漏电流的六倍。

经验表明, 当流经电阻的电流约为最大截止电压下二极管漏电流的三倍时, 该电阻值便是足够的。但即使在此条件下, 电阻中仍会出现可观的损耗。

原则上, 动态的电压分布不同于静态的电压分布。如果一个二极管 pn 结的载流子消失得比另外一个要快, 那么它也就更早地承受电压。

如果忽略电容的偏差, 那么在 n 个给定截止电压值 V_r 的二极管相串联时, 我们可以采用一个简化的计算并联电容的方法:

$$C > \frac{(n-1) \cdot \Delta Q_{RR}}{n \cdot V_r - V_m} \quad (1.17)$$

以上 ΔQ_{RR} 是二极管存储电量的最大偏差。我们可以做一个充分安全的假设:

$$\Delta Q_{RR} = 0.3 Q_{RR} \quad (1.18)$$

条件是所有的二极管均出自于同一个制造批号。 ΔQ_{RR} 由半导体制造商所给出。除了续流二极管关断时出现的存储电量之外, 在电容中存储的电量也同样需要由正在开通的 IGBT 来接替。根据上述设计公式, 我们发现总的存储电量值可能会达到单个二极管的存储电量的两倍。

一般来说, 续流二极管的串联电路并不多见, 原因还在于存在下列附加的损耗源:

1. pn 结的 n 重扩散电压;
2. 并联电阻中的损耗;
3. 需要由 IGBT 接替的附加存储电量;
4. 由 RC 电路而导致的元件的增加。

所以在高截止电压的二极管可以被采用时, 一般不采用串联方案。

唯一的例外是当应用电路要求很短的开关时间和很低的存储电量时, 这两点正好是低耐压二极管所具备的。当然此时系统的通态损耗也会大大增加。