

速率将各自的恢复电荷取完抽毕后，才能同时完成恢复过程。如图 1，一个完整的恢复特性包括：反向恢复时间 t_{rr} 、反向恢复峰值电流 I_{RR} 、恢复电荷 Q_r 、恢复软度因子等。同时恢复特性又是器件通态电流、电流下降率、温度等条件的函数。单纯根据某一条条件下的恢复电荷测试值来挑选器件配对，并不能保证在不同实际应用条件下的可靠性。因此，仪元公司采用的是“工艺控制+恢复电荷测试+串联试验筛选”



图 2 串、并联配对试验台

的方法为用户挑选配对器件。只要用户在订货时注明配对要求，即可得到具有良好串联性能的器件。图 2 为仪元公司串、并联配对试验台。

3. 串联晶闸管器件使用注意事项

3.1 采用稳态和动态均压措施

为保证器件在阻断状态下的电压均衡,可给每只串联器件并联一只均压电阻 R_p , 如图 3 所示。其阻值 R_p 的选取原则是在工作电压下让流过电阻的电流为器件在额定结温下漏电流的 2-5 倍。

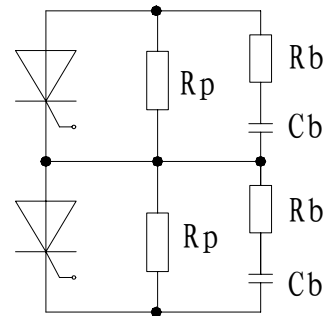


图 3

由于器件的开通和恢复过程中可能存在差异，因此采用并联阻容吸收电路进行动态均压也是必不可少的。适当参数的吸收电路

可将串联器件的不均衡电压限制在一定范围内，如图 3 所示。其取值与串联器件恢复特性及工作条件有关，对于仪元公司的快速晶闸管，一般可选择：

$$C_b=0.1-0.4\mu F, R_b=8-20\Omega$$

具体数值可由调试决定。需注意， R_b 、 C_b 应选择无感电阻和无感电容，并用尽量短的线就近联接在晶闸管两端。在较高频率工作时， R_b 功耗可能会高达数千瓦，需考虑其功率和散热问题。

3.2 门极触发脉冲的要求

晶闸管的开通过程受其门极触发脉冲影响很大，强触发脉冲可以减小器件开通时间，促使串联器件同时开通。同时强触发脉冲还具有减小器件开通损耗，增强器件 di/dt 承受能力的作用。因此，给串联器件施加同步的、前沿极陡的、强度足够的触发脉冲是十分必要的。我们建议的触发脉冲要求为：

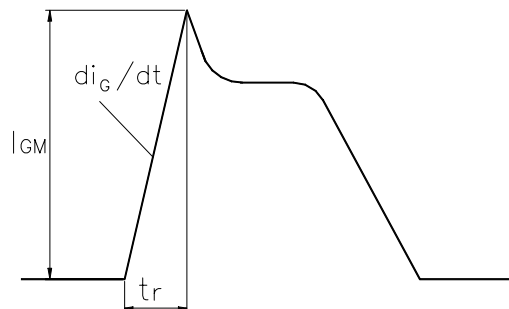


图 4

触发电流幅值： $I_{GM}=4-10I_{GT}$ ，触发电流上

升时间： t_r 低于 $1\mu s$ ，如图 4 所示。

3.3 串联器件的热平衡要求

这是许多用户容易忽略的问题，由于器件的阻断、开通、恢复等特性均随芯片的温度变化而变化，因此保证串联器件在工作过程中的任一状态及时刻都具有同步的温度变化，是保证器件可靠均压的基础。在有可能的场合，可考虑让串联器件共用同一散热体，以保证器件温度的一致性。

二. 晶闸管的并联使用

1. 影响并联器件电流均衡的因素

晶闸管的并联使用，主要需考虑其通态的均流问题。实际使用中，影响器件均流的主要因素有：

- a. 并联晶闸管的开通时间不一致；
- b. 并联晶闸管的通态伏安特性不一致；
- c. 并联器件主电路配置不合理。

2. 并联晶闸管的选择

根据上述分析，并联晶闸管应选择开通时间和通态伏安特性一致的器件。这里所说的通态伏安特性一致，并不是简单的指在某一电流点上器件的压降一致，而是指在器件工作的整个电流范围内，均具有一致的压降特性。由于器件实际特性的差异性，我们在给用户匹配并联器件时，优选考虑器件在正常工作大电流区段的压降一致性，以保证用户使用中器件的可靠性。用户需要用到并联器件时，可在订货时注明要求，并说明器件实际工作电流，仪元公司会根据用户的具体情况，测试挑选合适的器件。

3. 并联晶闸管器件使用注意事项

3.1 主电路的合理配置

并联晶闸管器件使用时要特别注意每一条器件支路的阻抗一致性，如果并联支路的配置不合理，则电阻、自感、互感的差异会导致电流的不均衡，如图 5 所示。在大电流及多相交流装置中，还需考虑各支路电流对附近金属的涡流发热影响及相与相之间的磁场影响。

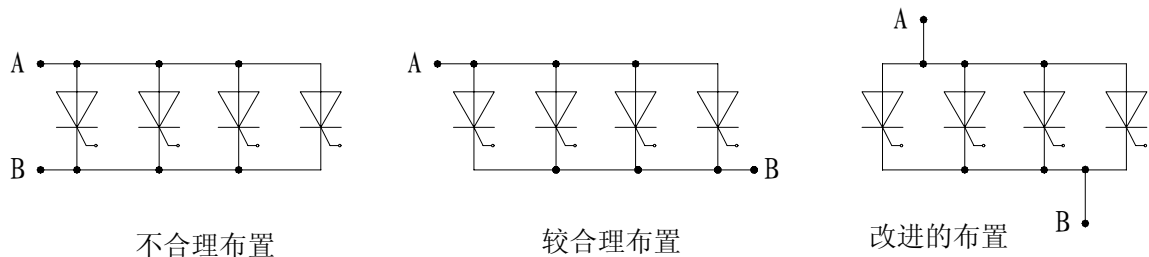


图 5

3.2 门极触发脉冲的要求

为增强器件开通时间的一致性，与串联使用一样，需对门极采用同步强触发脉冲。要求：

触发电流幅值： $I_{GM}=4-10I_{GT}$

触发电流上升时间： t_r 低于 $1\mu s$

同时需考虑增加脉冲宽度或采用重复触发措施。尤其是针对大电流、高阻断电压器件，在并联使用时，器件开通时间的差异以及开通后门槛电压的不一致，可能会导致并联的高门槛电压器件不能开通。适当的增加门极脉冲宽度，可使在小电流起始阶段不能开通的器件随着电流的增大重新开通。

3.3 温度平衡及其它均流措施

与晶闸管串联使用一样，需考虑并联器件的温度平衡问题。

在一些场合，可考虑采用各晶闸管支路串联电阻、电抗器或采用均流互感器进行强迫均流。