

1 GDT 工作原理

GDT (Gas Discharge Tubes)，即陶瓷气体放电管。GDT 是由封装在充满惰性气体的陶瓷管中具有一个或一个以上的放电间隙组成的器件。GDT 电气性能取决于气体种类、气体压力、内部电极结构、制作工艺等因素。GDT 可以承受高达数十甚至数百千安培的浪涌电流冲击，具有极低的结电容，应用于保护电子设备和人身免遭瞬态高电压的危害。图 1 为典型的 GDT 伏安特性图。

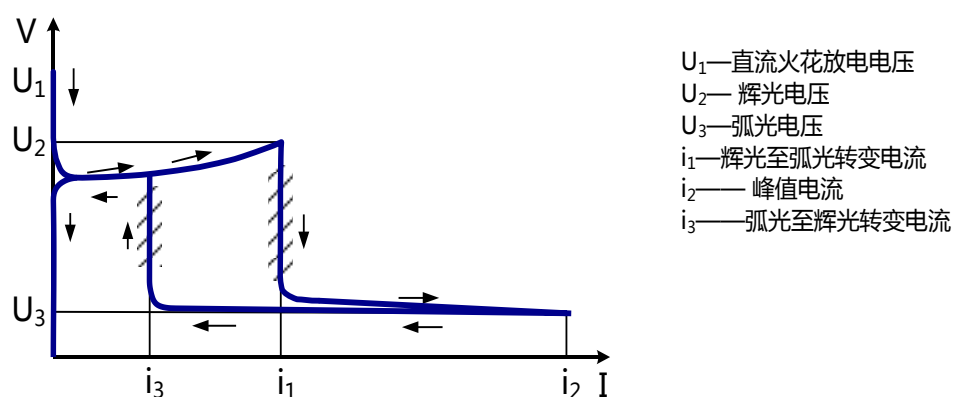


图 1 GDT 伏安特性曲线

2 GDT 特点

- 结电容低，大部分系列产品结电容不超过 2pF，特大通流量产品结电容在十几至几十皮法；
- 通流量大。
- 直流击穿电压范围为 75V~6000V，脉冲击穿电压范围为 600V~7800V；
- 绝缘阻抗高，一般在 1GΩ 以上，不易老化，可靠性高；

封装多样，有贴片器件及插件器件，两端器件及三端器件，圆形及方形电极，满足不同应用需求。

3 GDT 参数说明

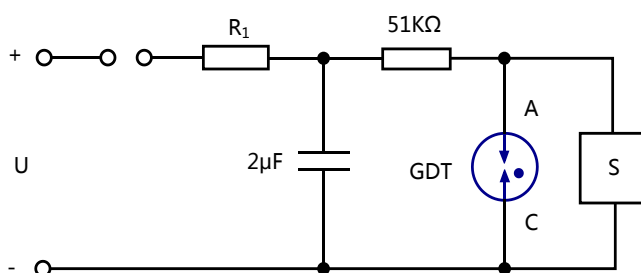
DC Spark-over Voltage 直流火花放电电压（直流击穿电压）

GDT 的直流火花放电电压是指施加缓慢升高的直流电压时，GDT 火花放电时的电压，也称直流击穿电压。GDT 的直流击穿电压是在不大于 100V/s 的上升速率下测量的。测量 GDT 的直流击穿电压时，GDT 应不施加电压在黑暗中放置至少 24 小时，并在这种情况下采用图 6 所示的试验回路进行测量，电压上升率为 100 (1±10%) V/s。每种极性下，每个 GDT 的 A 极和 C 极之间的两次测量值都要记录，两次测量的时间间隔应不小于 1s。对于三极 GDT 的每对端子分别测量，而另一端子悬空。所有测量值应符合产品规范。

- ✓ DC Spark-over Voltage: 直流击穿电压，测量电压应以不大于 100V/s 的上升速率施加；
- ✓ Maximum Impulse Spark-over Voltage: 脉冲击穿电压，1000V/μs 的电压上升速率施加电压；
- ✓ Nominal Impulse Discharge Current: 标称放电电流，一般施加 8/20μs 脉冲电流，10 次，间隔 1min；
- ✓ Alternating Discharge Current: 工频耐受电流，施加 50Hz，1s；
- ✓ Impulse Life: 耐冲击电流寿命，一般施加 10/1000μs 的脉冲电流若干次；
- ✓ Minimum Insulation Resistance: 最小绝缘电阻，施加一定的直流电压测量；
- ✓ Maximum Capacitance: 最大结电容；

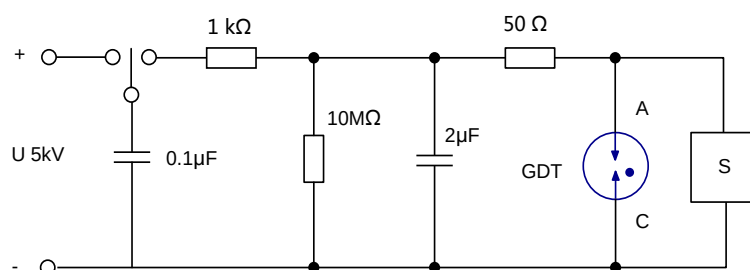
Maximum Impulse Spark over Voltage 最大冲击火花放电电压（脉冲击穿电压）

最大冲击火花放电电压也称脉冲击穿电压，是指施加规定上升率和极性的冲击电压，在放电电流流过 GDT 之前，其两端子间的电压最大值。一般在 1000 (1±10%) V/μs 的电压上升率下测量该电压值。该参数在后面的 GDT 选型注意事项有介绍与直流击穿电压的区别。测量 GDT 的脉冲击穿电压时，GDT 应在没有施加电压的情况下在黑暗中放置至少 15 分钟，并在这种情况下采用图 7 所示的试验回路进行测量，电压上升率为 1000 (1±10%) V/μs。每种极性下，每个 GDT 的 A 极和 C 极之间的两次测量值都要记录，两次测量的时间间隔应不小于 1s。对于三极 GDT 的每对端子分别测量，而另一端子悬空。所有测量值应符合产品规范。



U：直流电压源
S：峰值电压表，阻抗大于10MΩ的示波器
U和R₁的数值调整到 $dU/dt=100 (1\pm 10\%) \text{ V/s}$
避免震荡操作。
例如：直流击穿电压=230V，U=500V，R₁=2MΩ

图 6 GDT 直流击穿电压测试回路



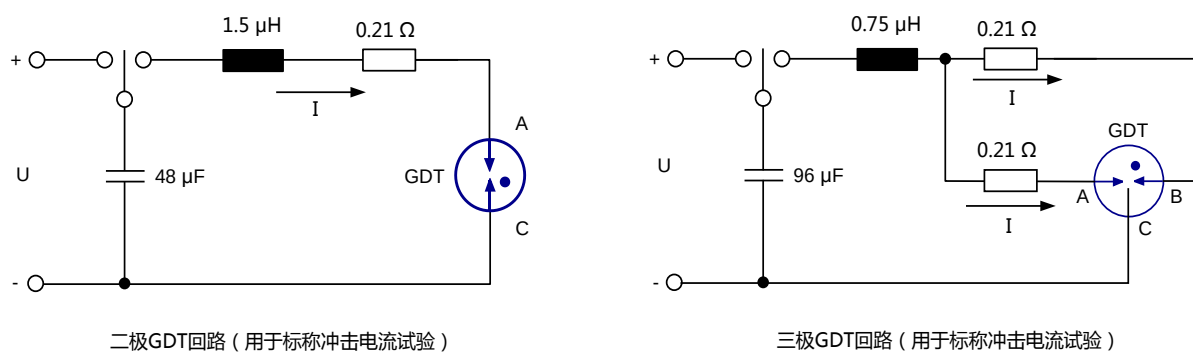
U：直流电压源
S：峰值电压表，阻抗大于10MΩ的示波器
U和所有的电阻电容数值调整到 $dU/dt=1000\text{V}/\mu\text{s}$ ，且是GDT直流火花放电电压达1000V的示例。

图 7 1000V/μs 下的冲击火花放电电压回路

Nominal Impulse Discharge Current 标称冲击放电电流

标称冲击放电电流是指给定波形的冲击电流峰值，一般为 8/20μs 的脉冲电流波形，为 GDT 的额定值。标称冲击放电电流是衡量 GDT 脉冲电流耐受能力的一个参数。测量时，应采用未使用过的 GDT 试品，施加的冲击电流数值大小根据 GDT 规格书规定的值。对于两极的 GDT，产生 8/20μs 波形的试验回路如图 8 所示。冲击电流测量应有足够长的时间间隔不至于 GDT 内部过热。规定的标称冲击放电电流及其时间可用短路来代替 GDT 校核。对于三极 GDT，每个电极应同时向公共电极放电（如图 8），各自标称冲击放电电

流的规定值如规格书所规定。完成规定的电流次数后，GDT 就应冷却到环境温度。在施加最后一次电流的 1h 内，测量 GDT 的直流击穿电压、脉冲击穿电压及绝缘阻抗应符合规格书的范围。



元件

U——5kV直流电压

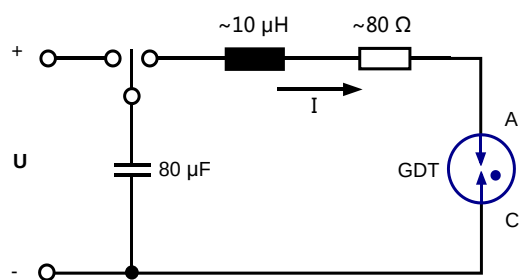
I——峰值电流10kA，8/20μs波形

图 8 标称冲击放电电流试验回路

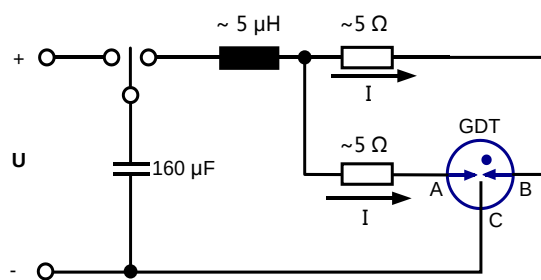
Impulse Life 耐冲击电流寿命

该参数是衡量 GDT 耐受多次冲击电流的能力，在一定程度上反应了 GDT 的稳定性及可靠性。测量 GDT 的冲击电流寿命试验时，采用未使用过的 GDT，施加的冲击电流大小按照 GDT 规格书所规定的值施加。规定试验次数的一半用一种极性，另一半用相反的极性，或选用一半 GDT 用一种极性，另一半用相反极性的试验方法。冲击的重复频度应适当以防止 GDT 内部热积累。

电源的电压应超过 GDT 的最大冲击火花放电电压至少 50%以上。规定的冲击电流及波形应采用短路来代替 GDT 测量。对于三极 GDT，其每个电极应同时向公共电极放电，各自的冲击电流的规定值如 GDT 规格书所规定。例如图 9 为产生峰值电流为 100A，波形为 10/1000μs 的试验回路。每次通过冲击电流试验后对 GDT 进行试验或经用户和制造商同意后减少试验频度，以确保 GDT 满足规格书要求。



二极GDT回路（用于寿命试验）



三极GDT回路（用于寿命试验）

元件：

U——2kV直流电压或按需要

I——每路峰值电流100A，10/1000μs波形

图9 冲击电流寿命试验回路

4 GDT 选型注意事项

直流击穿电压（DC-Spark-over Voltage）与脉冲击穿电压（Impulse Spark-over Voltage）

选型时要注意直流击穿电压与脉冲击穿电压的区别，直流击穿电压选取应参考电路的工作电压，直流击穿电压应大于被保护线路的最大工作电压，否则会影响线路的正常工作。脉冲击穿电压要考虑浪涌测试等级，一般浪涌测试波形的上升时间为微秒级的脉冲波形，如 8/20μs 电流波和 10/700μs 电压波，与 GDT 脉冲击穿电压测量电压上升速率 1000V/μs 为一个数量级，例如采用 10/700μs 的波形测试 4000V，GDT 的脉冲击穿电压要小于 4000V，这样在测试时 GDT 才能导通。图 10 为 GDT 在不同电压上升速率下的导通状态示意图，从图中可以看出，电压上升速率越高，GDT 的击穿电压也越高。

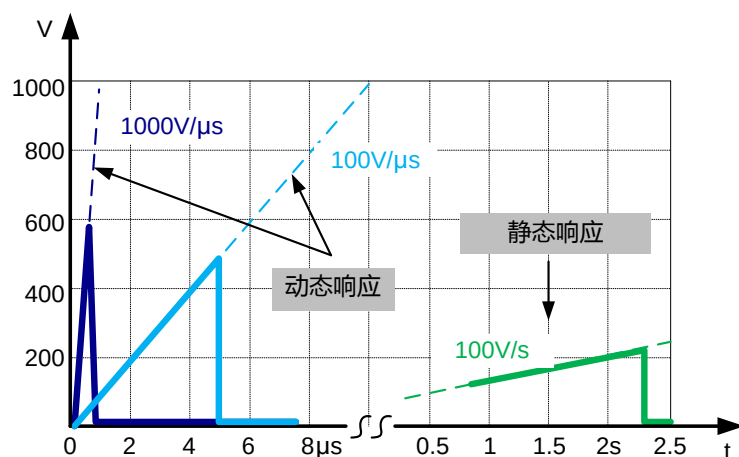


图 10 GDT 在不同上升速率下的导通电压示意图

GDT 的续流问题

如图 1 所示，GDT 是一种开关型过电压保护器件，导通后电压较低，不能单独应用于较高的电源线保护。常说的 GDT 会续流，是指 GDT 在导通后，如果被保护电路的工作电压高于 GDT 的通态电压，GDT 会一直处于导通状态，如果线路中长时间通过安培级别的大电流，会对 GDT 和电路造成损坏。

封装形式

根据电路设计布局选择合适的封装形式。GDT 器件封装的大小从一定程度上可以反应器件的防护等级大小，一般封装越大的器件耐冲击电流的能力也越强，防护等级也越高，反之亦然。