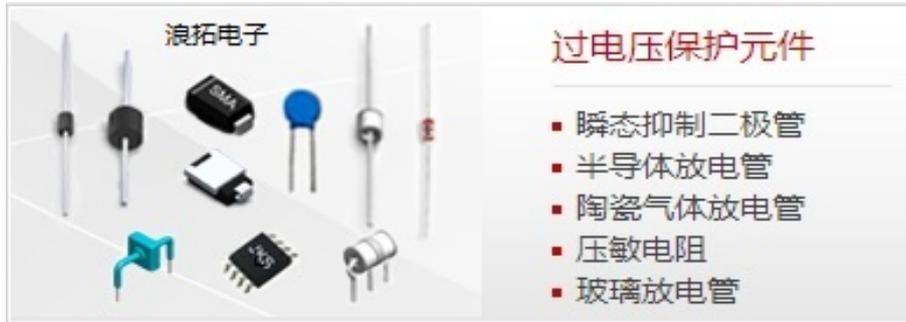


目录



产品详细介绍.....	5
1. 瞬态电压抑制二极管/静电保护元件 (TVS/ESD)	5
2. 金属氧化物压敏电阻 (MOV)	8
3. 半导体放电管 (TSS)	10
4. 气体放电管 (GDT/SPG)	15
5. 自恢复保险丝 PPTC.....	18
附录 A. 波形参数.....	20
产品基本选型应用.....	22
1. 产品分类.....	22
2. 产品应用规则	22
3. 常见方案设计分析及分析.....	23

产品详细介绍

1. 瞬态电压抑制二极管/静电保护元件 (TVS/ESD)

TVS(Transient Voltage Suppressors),瞬态抑制二极管,采用标准的半导体工艺制成的PN结构器件。应用时,反向并联于电路中,泄放瞬态浪涌等过电压,同时把电压箝制在预定水平。

单向和双向 TVS 的 I-V 特性如图 1.1、图 1.2 所示,从图中可以看出 TVS 特性类似于二极管,在击穿电压 V_{BR} 以下,流过 TVS 两端的电流很小 (μA 级),当电压高于击穿电压 V_{BR} , TVS 的电流以指数规律增加。表 1.1 为 TVS 规格参数。

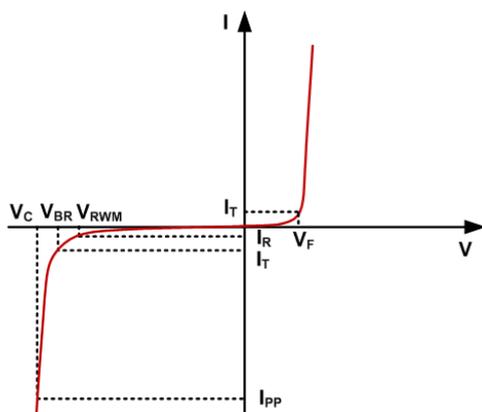


图 1.1 单向 TVS 伏安特性

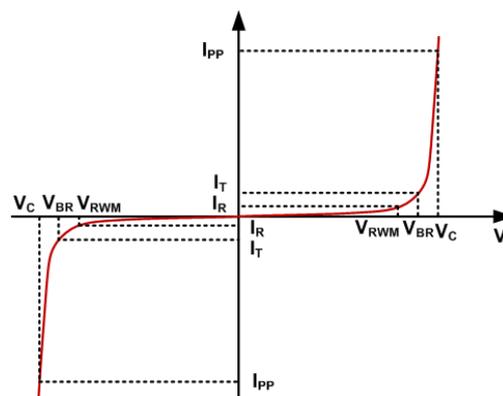


图 1.2 双向 TVS 伏安特性

表 1.1 TVS 参数

Type Number		Device Marking Code		Reverse Standoff Voltage	Breakdown Voltage BV Volts @I _T			Max. Reverse Leakage@V _R	Max. Clamping Voltage@I _{pp}	Max. Peak Pulse Current
(UNI)	(BI)	(UNI)	(BI)	V _R (V)	Min (V)	Max (V)	I _T (mA)	I _R (uA)	V _C (V)	I _{pp} (A)
SMCJ5.0A	SMCJ5.0CA	GDE	BDE	5	6.4	7.07	10	800	9.2	163
SMCJ6.0A	SMCJ6.0CA	GDG	BDG	6	6.67	7.37	10	800	10.3	145.6

1.1 V_{RWM} , I_R

V_{RWM} , 截止电压, 即 TVS 的最大工作电压, 在 V_{RWM} 下, TVS 认为是不工作的, 即是不导通的。

I_R , TVS 截止电压下流过 TVS 两端的电流, 即待机电流, I_R 应该在规定的值范围内。

V_{RWM} 和 I_R 测试回路如图 1.3 所示, 对 TVS 两端施加电压值为 V_{RWM} , 从电流表中读出的电流值即为 TVS 的漏电流 I_R , 其中虚线框表示单向 TVS 测试回路。对于 SMAJ5.0A, 当加在 TVS 两端的电压为 5V_{DC} 时, TVS 的漏电流应小于 800 μA 。

1.2 V_{BR}

击穿电压, 一般在规定的电流下测得的 TVS 两端的电压。

对于低压 TVS, 由于漏电流较大, 所以测试电流选取的 I_T 较大, 如 SMAJ5.0A, 测试电流 I_T 选取 10mA。 V_{BR} 测试电路如图 1.4 所示, 使用脉冲恒流源对 TVS 施加 I_T 大小的电流时, 读出 TVS 两端的电压则为击穿电压。电流施加时间应不超过 400ms, 以免造成 TVS 受热损坏。 $V_{BR MIN.}$ 和 $V_{BR MAX.}$ 是 TVS 击穿电压的一个偏差, 一般 TVS 为 $\pm 5\%$ 的偏差。测量时, V_{BR} 落在 $V_{BR MIN.}$ 和 $V_{BR MAX.}$ 之间视为合格品。

1.3 I_{PP} , V_C

I_{PP} , 给定脉冲电流波形的峰值。TVS 一般选用 10/1000 μs 电流波形, 参见附录 A。

V_C ，钳位电压，即给定脉冲峰值电流下流过 TVS 两端的最大电压。

I_{PP} 及 V_C 是衡量 TVS 在电路保护中抵抗浪涌脉冲电流及限制电压能力的参数，这两个参数是相互联系的。对于 TVS 在防雷保护电路中的钳位特性，可以参考 V_C 这个参数，对于同一型号 TVS，在相同 I_{PP} 下的 V_C 越小，说明 TVS 的钳位特性越好。TVS 的耐脉冲电流冲击能力可以参考 I_{PP} ，同型号的 TVS， I_{PP} 越大，耐脉冲电流冲击能力越强。

图 1.5 为 TVS 冲击电流 (I_{PP})，钳位电压 (V_C) 测量试验回路示意图，测量时应考虑到 TVS 的散热问题，两次测试时间不能太短，以免造成 TVS 损坏。

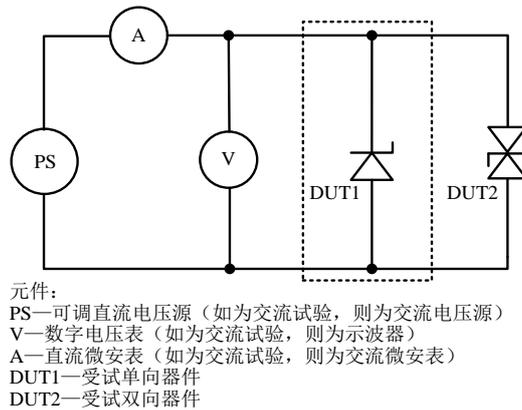


图 1.3 TVS 最大工作电压 (V_{DRM} ，交流则为有效值) 漏电流 (I_R) 试验电路

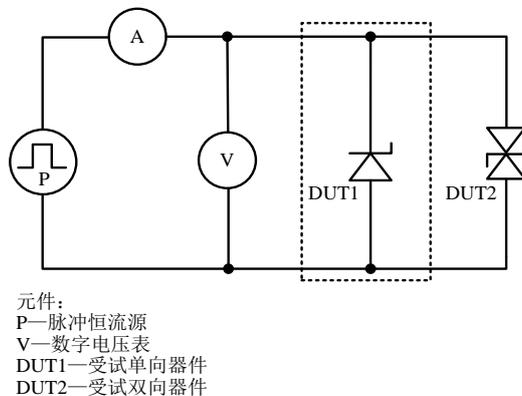
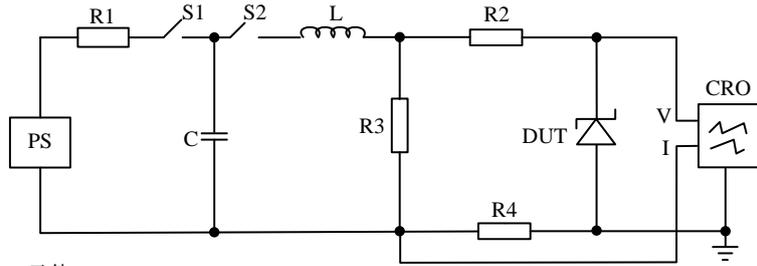


图 1.4 TVS 击穿电压 (V_{BR}) 测试电路



元件：
 PS—DC充电电源； S1—充电开关；
 S2—放电开关； R1—充电电阻
 C—储能电容器； L—调波电感；
 R3—调波电阻； R2—调波限流电阻；
 R4—电流传感电阻（同轴）或者可采用适当额定值的电流互感器探头；
 DUT—试品（TVS）；
 CRO—用于观察电流和电压的示波器。
 注：所示回路仅为示意图，应采用大电流及高频试验的测量技术

图 1.5 TVS 钳位电压 (V_C)，峰值脉冲电流 (I_{PP}) 试验回路

2. 金属氧化物压敏电阻 (MOV)

MOV (Metal Oxide Varistors), 即金属氧化物压敏电阻, 以氧化锌为主体, 掺杂多种金属氧化物, 采用典型的电子陶瓷工艺制成的多晶半导体陶瓷元器件。其电阻随电压呈指数规律变化, 具有如图 2.1 所示对称的 I-V 特性。

表 2.1 为 压敏电阻参数。

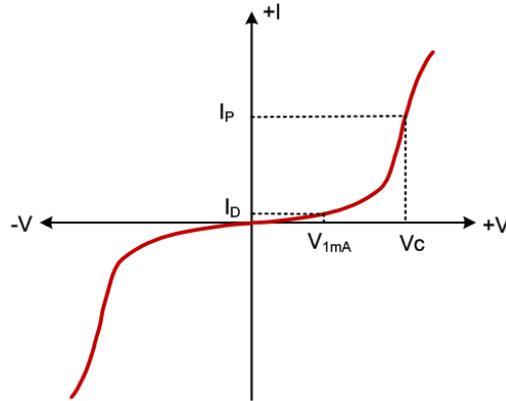


图 2.1 压敏电阻伏安特性曲线

表 2.1 MOV 参数

Model Number	Standard	Dimension	Maximum Allowable Voltage		Varistor Voltage		Clamping voltage (max.)		Rated voltage reference	8/20us Peak Current		Maximum Energy (Joule)	Typical Capacitance (Reference)
			AC Rms (V)	DC (V)	V _{1mA} (V) min.	V _{1mA} (V) max.	V _C (V)	I _P (A)		I _{n 10times} (KA)	I _{Max} (KA)		
10D561KA	S	10	350	460	504	616	925	25	AC 250	1.8	3.5	127	216
10H561KA		12						30		2.5	5	127	216
14D561KA	S	13						50		3	6	185	360
14H561KA		15						60		4	8	185	360
20D561KA	S	19.5						100		7	15	380	710
25D561KA	S	25						150		10	20	440	1150
32D561KA		32						200		15	30	540	1775
40D561KA		40						300		25	50	1150	2660
53D561KA		53						500		35	70	1750	4360
99A561K		99						1000		50	30*	8000	23075

2.1 V_{1mA}

压敏电压, 即压敏电阻通过 1mA 电流时, 压敏电阻两端的电压。

V_{1mA} 测试回路如图 2.2 所示, 测试时, 为避免压敏电阻受热损坏, 试验电流的施加时间应小于 400ms, 除非另有规定, 试验电流应该为 1mA。电源应为恒流源, 不管负载阻抗大小, 电源应保持在一个稳定值。目前市场上有很多可以直接测试压敏电压的仪器设备, 可以直接从仪器上读出压敏电压值。

2.2 V_{AC} , V_{DC}

可以长时间施加在压敏电阻两端的电压值, 此时认为压敏电阻是不导通的, 其漏电流很小。V_{AC} 为交流有效值, V_{DC} 为直流电压。

2.3 I_p , V_C

I_p , 某一波形冲击电流的峰值;

V_C , 钳位电压, 即为 I_p 下 MOV 两端的电压。

此处的冲击电流 I_p 为多次电流冲击, 验证 MOV 在多次脉冲电流冲击下不引起 MOV 显著失效 (如压敏电压应在 10% 内)。试品在规定时间内恢复热平衡 (如: 达到施加冲击前的初始条件) 之后, 施加下次冲击。试验回路如图 2.3 所示。无特定要求时, 试验电流采用 8/20 μ s 波形, 波形参数可参见附录 A。具体试验方法可参阅 G/B T 18802.331-2007。

2.4 Withstanding Surge Current

压敏电阻可承受的单次最大浪涌电流, 一般采用 8/20 μ s 波形对其施加冲击。测试电路如图 2.3 所示, 对压敏电阻施加浪涌脉冲电流后, 压敏电阻的参数应在规定的范围内。

2.5 Maximum Energy

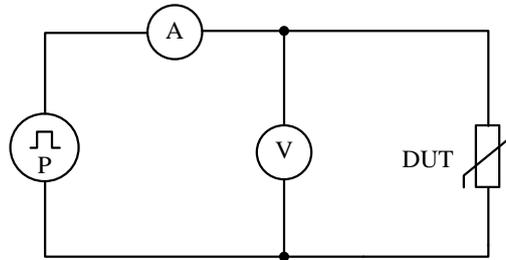
可吸收的规定波形单次脉冲能量的最大值。除非另有规定, 一般采用 10/1000 μ s 波形或 2ms 方波进行测量。测试电路可参照图 2.3。

2.6 Rated Power

在指定温度下可承受的最大静态功率。

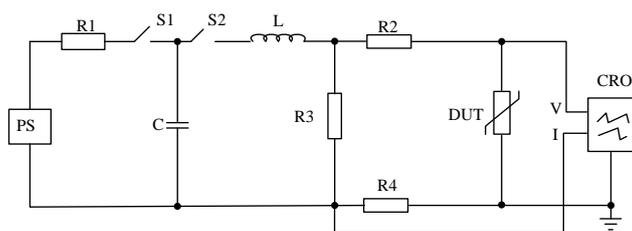
2.7 Typical Capacitance

电容, 除非另有规定, 一般测试条件为: 1kHz, 1V_{rms} 偏压下测量。电容测试电路可参考图 3.6。



元件说明:
P—脉冲电流源
V—数字电压表
A—电流表

图 2.2 压敏电压 (V_{1mA}) 试验回路



元件:
PS—DC 充电电源
R1—充电电阻
R3—调波电阻
R4—电流传感电阻 (同轴) 或者可采用适当额定值的电流互感器探头
CRO—用于观察电流和电压的示波器
S1—充电开关
C—储能电容器
R2—调波限流电阻
S2—放电开关
L—调波电感
DUT—试品 (MOV)

注: 所示回路仅为示意图, 应采用大电流及高频试验的测量技术

图 2.3 冲击电流峰值 (I_p) 下冲击峰值电流峰值限制电压 (V_C) 试验回路

3. 半导体放电管（TSS）

TSS (Thyristor Surge Suppressors)，半导体放电管又称固体放电管。它是利用半导体工艺制成的 PNPN 结构器件，特性类似于晶闸管，其 I-V 特性曲线如图 3.1 所示。

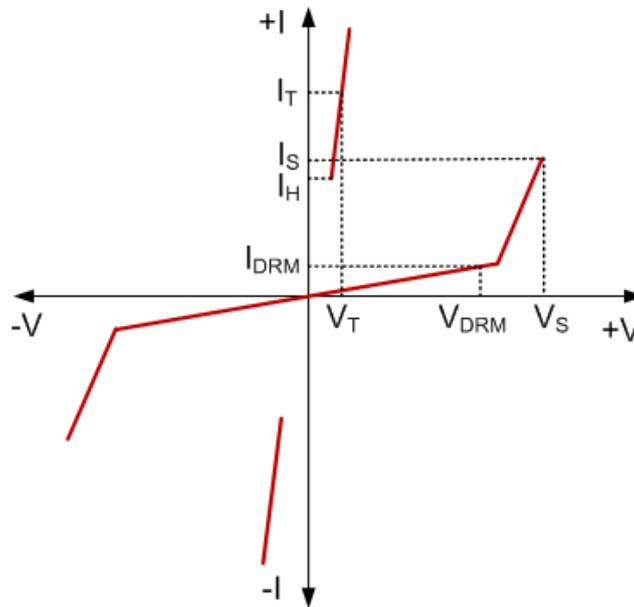


图 3.1 TSS 伏安特性

TSS 的参数如表 3.1 示。

表 3.1 TSS 参数

Model Name	P0080SB	
V_{DRM}	6V	Max
I_{DRM}	5 μ A	@ V_{DRM}
Maximum Impulse Discharge Current	250A	8/20 μ s
	100A	10/560 μ s
Impulse Life*	± 5 次	10/700 μ s, 4KV
I_S	800 μ A	Min
I_T	2.2A	Max
I_H	50mA	Min
Minimum Insulation Resistance	100Mohm	5V _{DC}
Typical Capacitance	80pf	1MHZ, 2V

3.1 V_{DRM} , I_{DRM}

V_{DRM} , 断态重复峰值电压, 即断态时可施加的包含所有直流和重复性电压分量的额定最高瞬时电压。

I_{DRM} , 断态重复峰值电流, 即施加断态峰值电压 V_{DRM} 产生的最大(峰值)断态电流。

测试 V_{DRM} 的试验回路如图 3.2 所示, 对 TSS 施加额定 V_{DRM} , 测量的 I_{DRM} 应不超过规定的 I_{DRM} 最大值。试验后, 器件的任何规定特性应无恶化。

3.2 V_{S} , I_{S}

V_{S} , 开关电压, 器件转换进入通态前, 在击穿区终点时器件两端的瞬时电压。

I_{S} , 在开关电压 V_{S} 条件下流过器件的瞬时电流。

验证开关电压 V_{S} 和开关电流 I_{S} 的试验回路如图 3.3 所示。对试验发生器应规定开路电压值和短路电流值, 或等效的上升率、波形和参数峰值。等效的电源阻抗应大于器件的最大值开关电阻 R_{S} ($R_{\text{S}}=(V_{\text{BO}}-V_{\text{S}})/(I_{\text{S}}-I_{\text{BO}})$)。当 DUT 从断态至通态转换时应记录电压和电流的波形(见图 3.4)。电压—电流特性曲线由记录电流和对应的记录电压绘制产生。由此特性曲线用视觉评估能得到开关点。

3.3 V_{T} , I_{T}

V_{T} , 在规定通态电流 I_{T} 下测得的器件两端的电压。

I_{T} , 在通态条件下流过器件的电流。

测量通态电压的试验回路如图 3.3 所示, 发生器应使 DUT 转换进入通态, 通态电压 V_{T} 值应在通态电流 I_{T} 的规定时间和规定值条件下测量(见图 3.4 的 V_{T} 波形)。

3.4 I_{H}

I_{H} , 维持电流, 维持晶闸管通态的最小阳极电流(最小主电流或最小晶闸管电流)。

测量 I_{H} 的试验回路如图 3.5 所示, 发生器应使 DUT 开通进入规定的通态, 然后缓慢下降通态电流至器件关断(见图 3.4 的 I_{H} 波形)。当器件电压值超过规定的阈值时确认关断。当该关断发生时外推斜率的瞬态值电流, 即为所测量的维持电流。

3.5 C_{O}

断态电容, 在规定的频率 f , 幅值 V_{d} 和直流偏压 V_{D} 条件下, 处于断态时规定端子间测得的微分电容。

测量电容的试验回路如图 3.6 所示, DUT 的断态电容 C_{O} 应在规定的直流 (V_{D}) 和交流 (V_{d} 和 f) 偏置条件下测量。无特殊要求时, 推荐采用在 $100\text{kHz} < f < 1\text{MHz}$ 时的 $V_{\text{d}}=0.1\text{V}$ (rms) 的偏置条件。直流偏置电压值宜为 0V , 任何其它值是应用要求的有代表性的值。

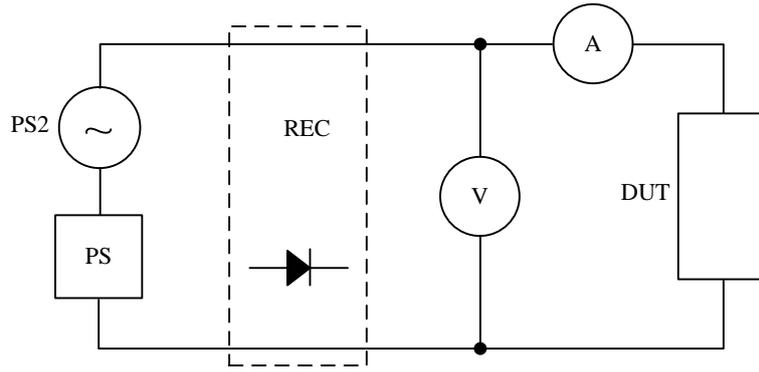
3.6 V_{PP} , I_{PP}

I_{PP} , 某一规定波形的脉冲电流峰值。

V_{PP} , 某一规定脉冲电压的峰值。

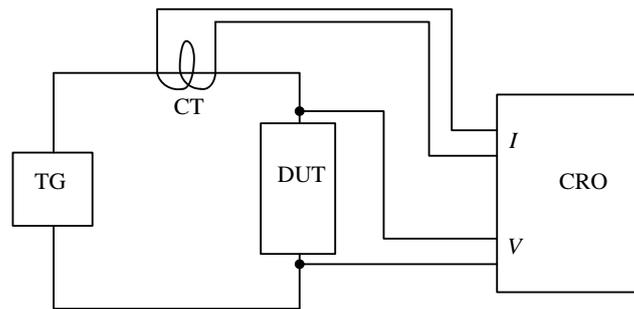
I_{PP} (V_{PP}) 是衡量 TSS 承受浪涌脉冲电流(电压)冲击的参数, I_{PP} (V_{PP}) 越大, 说明 TSS 对浪涌冲击的承受能力越强。测量 I_{PP} (V_{PP}) 的试验回路可参见图 1.6。

常用电信设备冲击电压(电流)波形如表 3.2 和表 3.3 所示。



元件：
 A—峰值电流表；
 V—电压表，可测交流峰值；
 DUT—受试器件
 PS1—提供 V_{DRM} 直流分量直流电源；
 PS2—提供 V_{DRM} 交流分量交流电源；
 REC—全波或半波整流电路，当 V_{DRM} 的交流为反向极性时，用于单向试验

图 3.2 验证断态重复峰值电压 (V_{DRM}) 的试验回路



元件：
 CT—直流电源探头或等效的设备；
 TG—试验发生器，提供规定的受试器件从断态至通态转换的特性
 CRO—双通道示波器或等效的仪器；
 DUT—受试器件

图 3.3 验证开关电压 (V_S)、开关电流 (I_S) 和通态电压 (V_T) 的试验回路

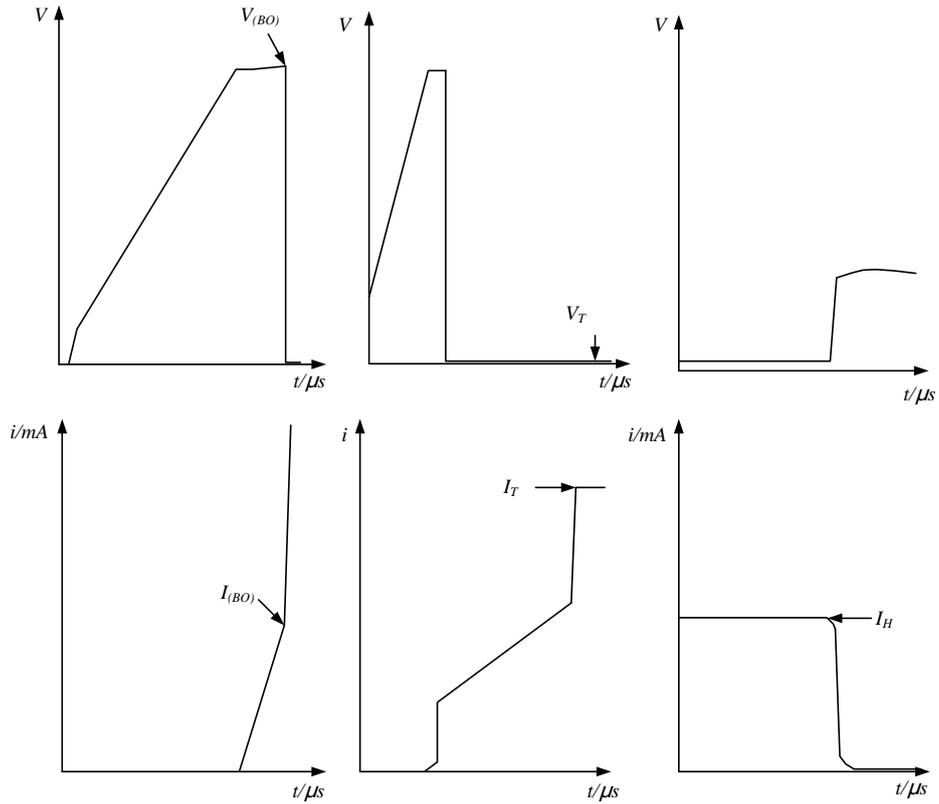
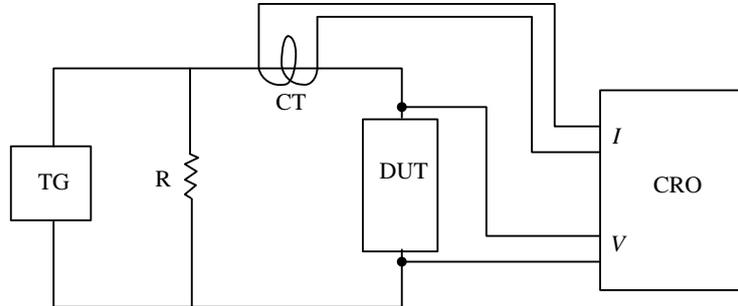
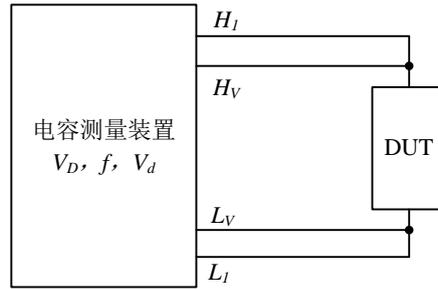


图 3.4 正击穿斜率 TSS 的开关和通态的波形



元件：
 CT—直流电源探头或等效的设备；
 TG—试验发生器，转换DUT至通过规定的通态
 电流 I_T ，然后以规定的 di/dt 减少电流至关断
 CRO—双通道示波器或等效的仪器；
 DUT—受试器件
 R—确定电源电阻值的电阻（如要求）

图 3.5 测量 I_H 的试验回路



元件：
 DUT—受试器件
 H_V —电压测量阳极引线
 H_I —电流测量阳极引线
 L_V —电压测量阴极引线
 L_I —电流测量阴极引线

图 3.6 电容测量回路

表 3.2 常用的电信冲击电压波形

波形	波前时间/ μs	衰减时间/ μs	参考文献
2/10	2 (最大)	10 (最小值)	GR-1089-CORE[B1]
1.2/50 复合波	1.2 ($\pm 30\%$)	50 ($\pm 20\%$)	GB/T 17626.5-1999
10/160	10 (最大)	160 (最小值)	FCC.47CFR Part 68[B 2]
10/560	10 (最大)	560 (最小值)	FCC.47CFR Part 68[B 2]
10/700	10 ($\pm 30\%$)	700 ($\pm 20\%$)	GB/T 17626.5-1999
	9 ($\pm 30\%$)	720 ($\pm 20\%$)	FCC.47CFR Part 68[B 2]
10/1000	10 ($-5\sim 0$)	1000 ($0\sim +1000$)	IEEE Std C62.45[B.3]

表 3.3 常用的电信冲击电流波形

波形	波前时间/ μs	衰减时间/ μs	参考文献
2/10	2 (最大)	10 (最小值)	GR-1089-CORE[B1]
8/20 复合波	8 ($\pm 20\%$)	20 ($\pm 20\%$)	GB/T 17626.5-1999
10/160	10 (最大)	160 (最小值)	FCC.47CFR Part 68[B 2]
10/560	10 (最大)	560 (最小值)	FCC.47CFR Part 68[B 2]
5/320	5 ($\pm 30\%$)	320 ($\pm 20\%$)	FCC.47CFR Part 68[B 2]
10/1000	10 ($-5\sim 0$)	1000 (± 200)	IEEE Std C62.45[B.3]

4. 气体放电管（GDT/SPG）

GDT（Gas Discharge Tubes）/SPG（Spark Gap），气体放电管是由二个或数个金属电极，在电极之间有一定间隙，并在电极之间充有稳定的惰性气体及保持一定的压力，采用陶瓷或玻璃密封而形成稳定放电电压的器件。

气体放电管的伏安特性曲线如图 4.1 所示。

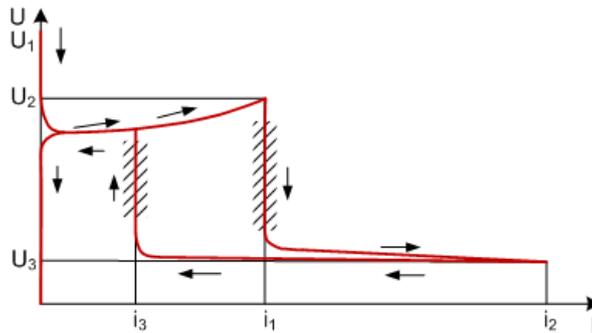


图 4.1 气体放电管伏安特性曲线

电子陶瓷气体放电管（GDT）和玻璃气体放电管（SPG）参数如表 4.1 和表 4.2 所示。

表 4.1 GDT 参数

Model Name	2R-600	
DC Breakdown Voltage	100V/s	600V±20%
Maximum Impulse Breakdown Voltage	100V/μs	1100V
	1000V/μs	1300V
Maximum Impulse Discharge Current (8/20μs)	1 time	12KA
	10times	10KA
Normal Alternating Discharge Current	50HZ	5A
	Single 9cycles	65A
Impulse Life	10/1000μs, 100A	500次
DC Holdover Voltage	<150ms	150V
Minimum Insulation Resistance	100V	1Gohm
Maximum Capacitance	1MHZ	1.5pf

4.1 DC Spark-over Voltage

直流击穿电压，即施加缓慢升高的直流电压时，GDT 从高阻抗状态转变为导通状态时的电压。

测试直流击穿电压的电路如图 4.2 所示。在没有施加电压时，GDT 应在黑暗中至少放置 24h，并在

这种情况下，采用图 4.2 的试验回路进行试验，电压上升率为 $100 (1\pm 10\%) \text{ V/s}$ 。每种极性下 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。

对应三极 GDT 的每对端子分别测量，而另一端子悬空。

4.2 Maximum Impulse Spark-over Voltage

最大冲击火花放电电压，即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。

冲击火花放电电压测试电路如图 4.3 所示，GDT 至少应在黑暗中放置 15min，电压上升率为 $1000 (1\pm 20\%) \text{ V}/\mu\text{s}$ ，每种极性下，每个 GDT 的 A 极和 C 极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 的每一对端子分别测量，而另一端子悬空。

4.3 Nominal Impulse Discharge Current

标称冲击放电电流，即给定波形的冲击电流峰值，为 GDT 的额定值。施加该冲击电流峰值后，GDT 的参数变化应在规定范围内。测试电路可参考图 1.5，一般采用 $8/20 \mu\text{s}$ 电流波形对其测量，具体实施方法可参阅相关标准。

4.4 Alternating Discharge Current

标称交流放电电流，即规定 GDT 能耐受一定时间的交流电流，其频率在 $15\text{Hz}\sim 62\text{Hz}$ 之间。

标称交流放电电流测试电路如图 4.4 所示，应使用未使用过的 GDT 测量。

4.5 Impulse Life

耐冲击电流寿命，即对 GDT 施加一定次数的规定波形及峰值的脉冲电流，GDT 的规格不降低。测试电路如图 4.5 所示，采用未使用过的 GDT 进行试验。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。冲击的重复频度应防止 GDT 内部热积累而损坏。

4.6 Minimum Insulation Resistance

最小绝缘阻抗，即在断态下，在规定电压下测得的 GDT 最小阻抗值。

4.7 Maximum Capacitance

最大电容，在规定条件下测得的 GDT 极间电容。测试电路可参见图 3.6。

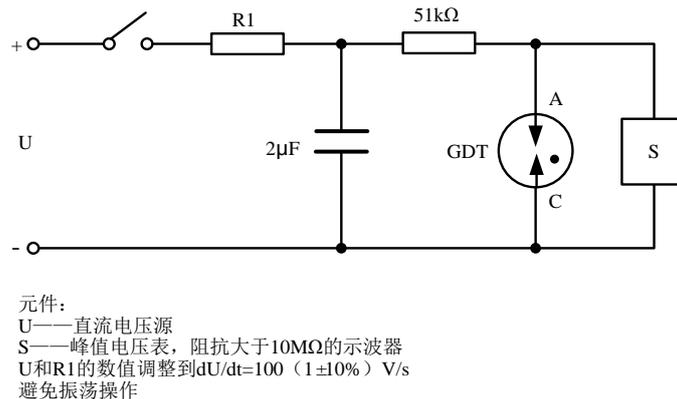
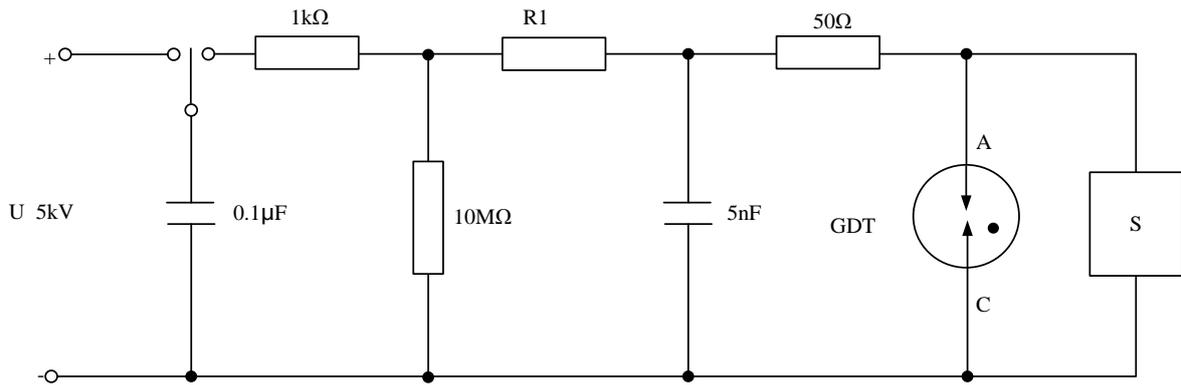


图 4.2 GDT 直流击穿电压测试电路

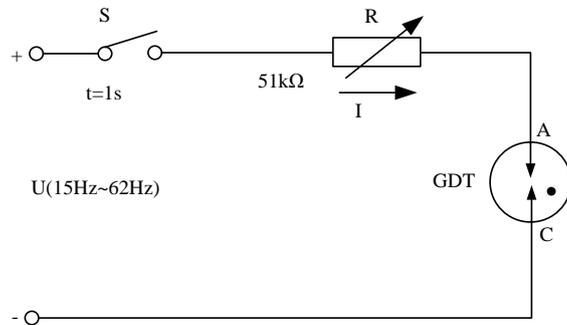


U和所有的电阻/电容的数值调整到 $dU/dt=1000V/\mu s$ ，且是GDT直流火花放电电压达1000V的示例。

元件：

S——峰值电压表，阻抗大于10MΩ的示波器

图 4.3 1000V/μs 下 GDT 冲击火花放电电压回路



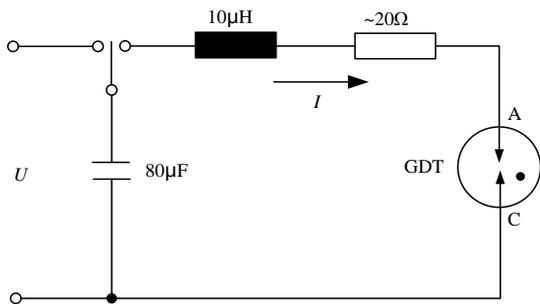
元件：

I——标称交流电流

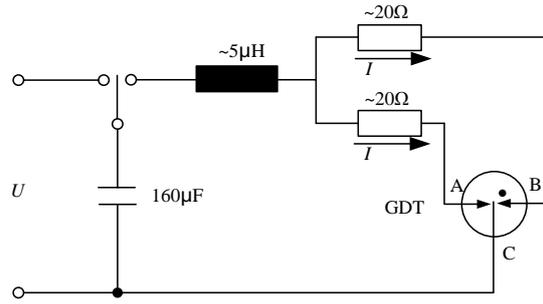
R——负载电阻 (U/I)

S——开关

图 4.4 标称交流放电电流试验电路



二极GDT寿命试验电路



三极GDT寿命试验电路

元件：

U——2kV直流电压或需要的数值

I——峰值电流100A，波形10/1000μs

图 4.5 GDT 寿命试验电路

5. 自恢复保险丝 PPTC

PPTC (Polymer Positive Temperature Coefficient), 聚合物正温度系数热敏电阻。正常工作电流下呈低阻态, 当电流过大时, PPTC 内阻指数级增大, 将电流限制到足够小而保护电路。PPTC 的电阻-温度特性曲线如图 5.1 所示。

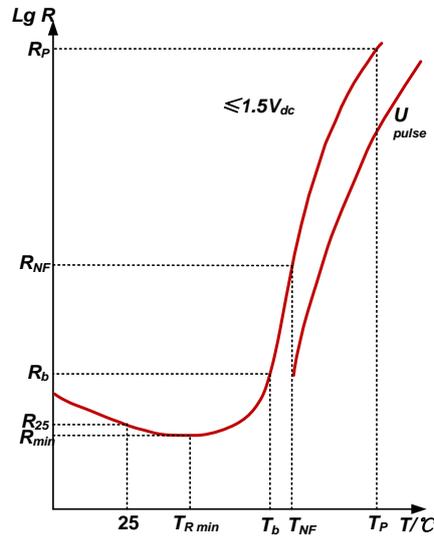


图 5.1 PPTC 电阻-温度特性曲线

PPTC 参数如表 5.1 所示。

表 5.1 PPTC 参数

Part Number	I_{hold} (A)	I_{trip} (A)	V_{max} (Vdc)	I_{max} (A)	$P_{d max.}$ (W)	Maximum Time To Trip		Resistance	
						Current (A)	Time (Sec.)	R_{min} (Ω)	$R_{I max}$ (Ω)
SMD1812P010TF	0.10	0.30	30	100	0.8	0.50	1.50	1.600	15.000
SMD1812P014TF	0.14	0.34	60	10	0.8	1.50	0.15	1.500	6.000

5.1 I_{hold}

最大不动作电流 (维持电流), 即在规定的环境温度下 (优先 25°C) 下, PPTC 始终保持其低阻态的最大电流。

测量 I_{hold} 的试验电路如图 5.2 所示, 将试验样品放置于规定温度及条件的试验箱内, 将热敏电阻器分别连接到恒流源或恒压源上, 并将电流值预置到规定的 I_{hold} , 且电压限制在 V_{max} 的 90%, 在详细规范的规定时间结束后测量 PPTC 的两端电压并记录之, PPTC 不应进入动作状态。

5.2 I_{trip} , Maximum Time to Trip

I_{trip} , 动作电流, 在规定的温度 (优先 25°C) 下, 在规定的时间内, 使 PPTC 触发成高阻态的最低电流。

Maximum Time to Trip, 最大动作时间, 在规定的动作电流 I_{trip} 下 PPTC 触发成高阻态所需的最大时间。

测试 Maximum Time to Trip 的电路如图 5.2 所示，将 PPTC 放入试验箱中，试验箱的温度应保持规定值，箱内气流静止。每个 PPTC 分别连接到独立的恒流源上，电流预置到详细规定值 I_{trip} ，电流源的电压应低于 V_{max} 的 50% 或详细规定的电压值。在一定时间后将电流降低到较低的值。详细规定范围内，测量动作时间，它定义为试验开始到电流降到规定值 I_{trip} 的 50% 时所经历的时间。

5.3 V_{max}

最大电压，可以连续施加给 PPTC 而没有超过最大过载电流的最大直流或交流电压。

测试 PPTC 最大工作电压的试验回路如图 5.2 所示，如果电压施加缓慢、则串联电阻 R_s 可以忽略。PPTC 的放置应使任何一个 PPTC 的温度不会明显地影响另一个 PPTC 的温度的试验箱内，在 PPTC 上不应过分地通风。经过 PPTC 的电压应为最大电压，施加规定时间的电压后，在规定的条件下复测 PPTC 的阻值应在规定的范围内。

5.4 I_{max}

最大过载电流，工作温度范围内不能超过的电流值。

测试方法同 V_{max} 。

5.5 P_{dmax}

最大功率，是在规定的环境温度、电路和热耗散条件下，施加最大电压，并达到热平衡时，PPTC 能够连续耗散的最大功率。

5.6 R_{min} , R_{1max}

R_{min} ，在焊接前所测 PPTC 两端的最小电阻。

R_{1max} ，PPTC 动作或焊接后，在规定条件下所测的最大电阻值。

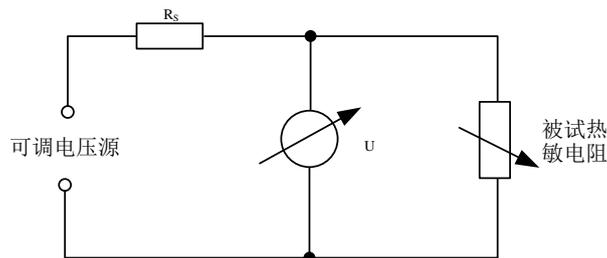


图 5.2 I_{hold} , I_{trip} , V_{max} , I_{max} 测量电路

附录 A. 波形参数

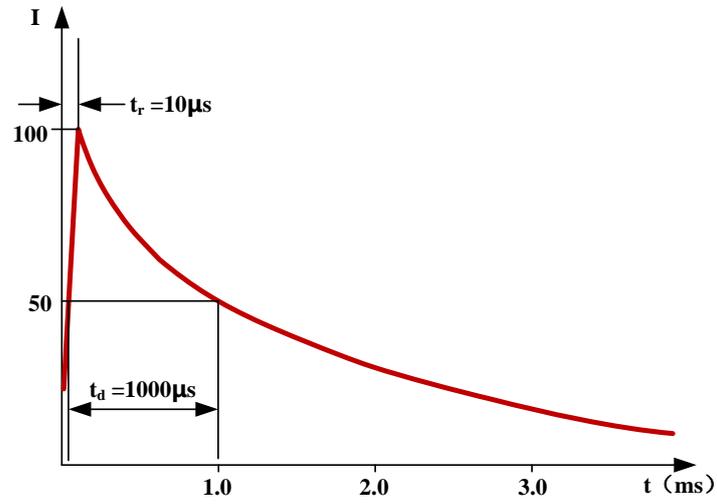


图 A.1 10/1000µs 电流波形

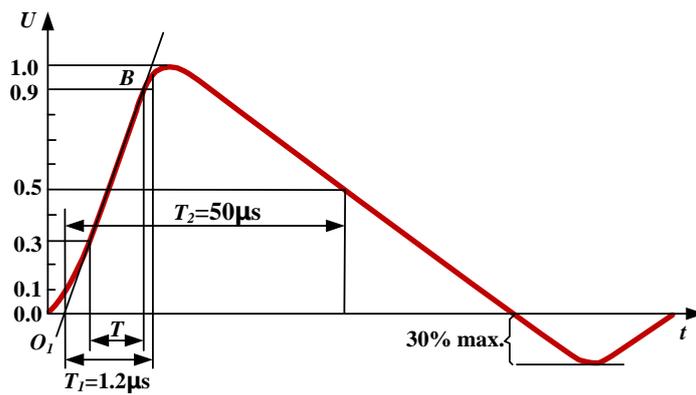


图 A.3 1.2/50µs 电压波形

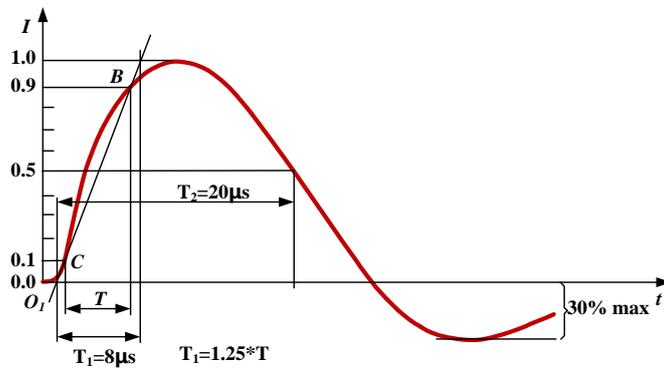


图 A.2 8/20µs 电流波形

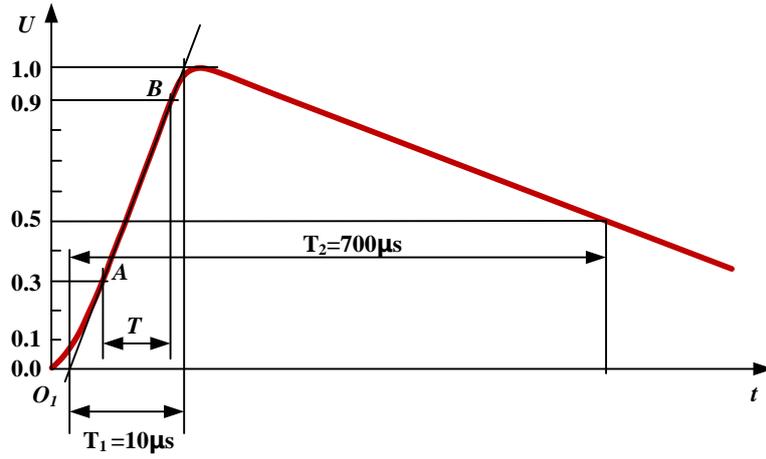


图 A.4 10/700 μs 电压波形

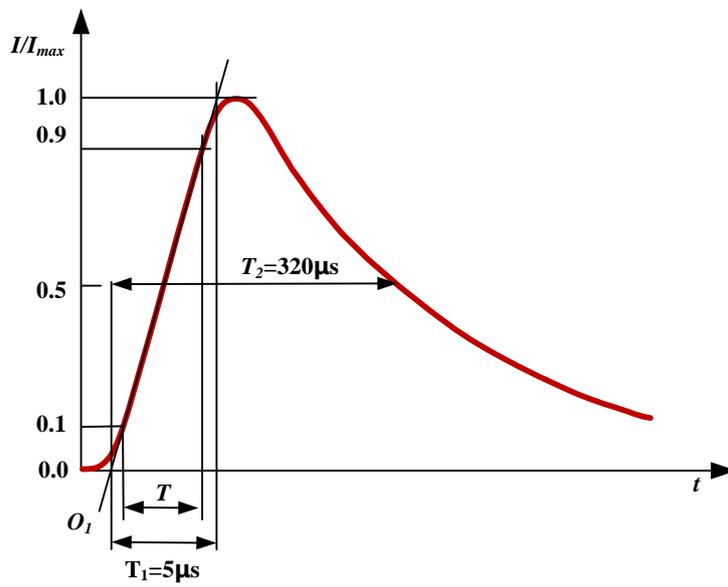
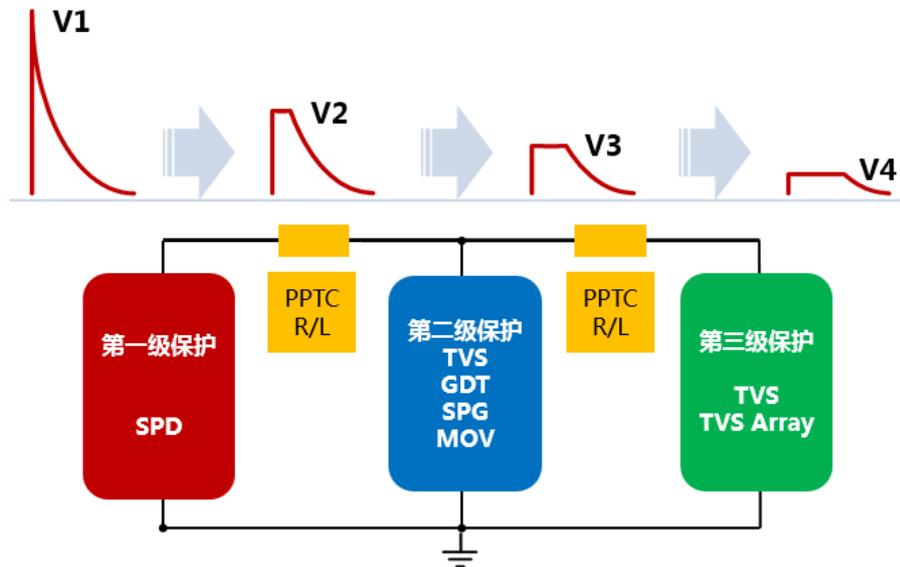


图 A.5 5/320 μs 电流波形

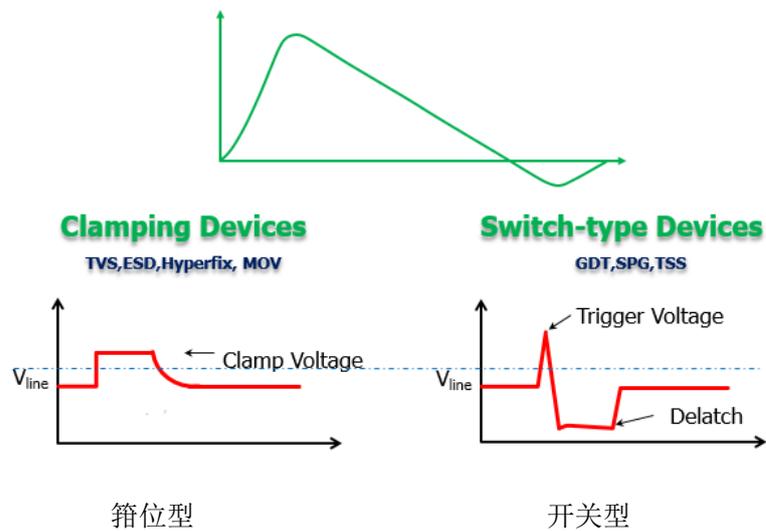
产品基本选型应用

1. 产品分类

2.1 按照所处位置分



2.2 按照限压特性分



2. 产品应用规则

2.1 箝位型保护器件选型应用规则

截止电压 \geq 正常工作最大电压 (保证器件不会在正常工作时损坏)

最大箝位电压 \leq 系统最大耐压 (器件在脉冲状态时可有效的保证后级不会损坏)

功率/最大箝位电压 ≤ 外界干扰所产生的最大脉冲电流（器件自身不会被脉冲损坏）

2.2 开关型保护器件选型应用规则

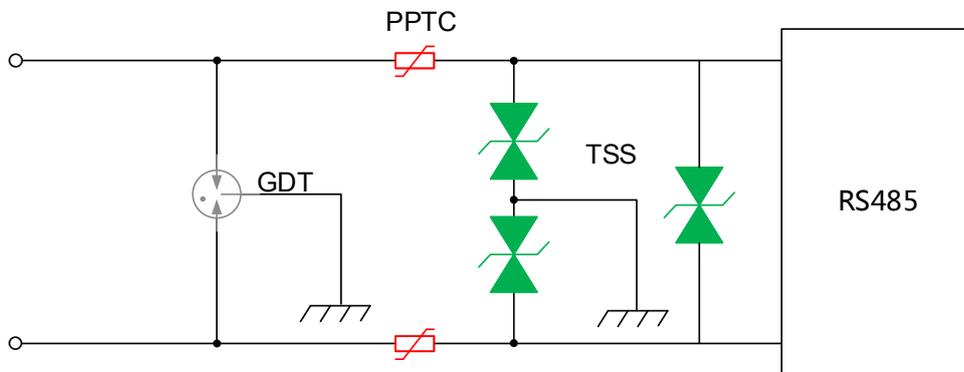
击穿电压下限 ≥ 正常工作最大电压（保证器件不会在正常工作时损坏）

脉冲击穿电压 ≤ 系统最大耐压（器件在脉冲状态时可有效的保证后级不会损坏）

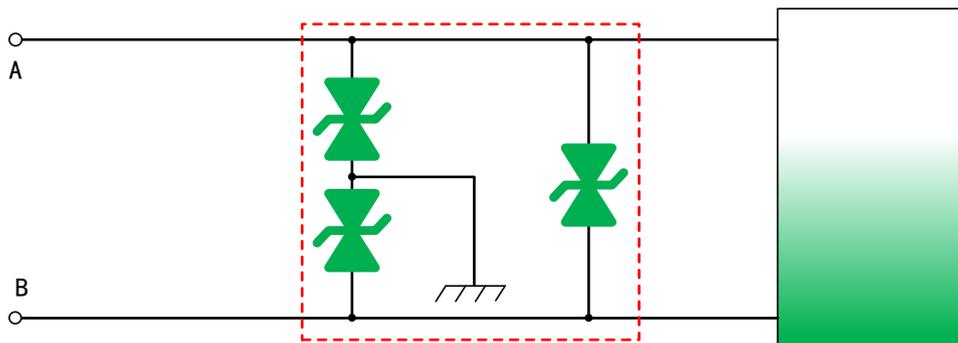
通流量 ≤ 外界干扰所产生的最大脉冲电流（器件自身不会被脉冲损坏）

3. 常见方案设计及分析

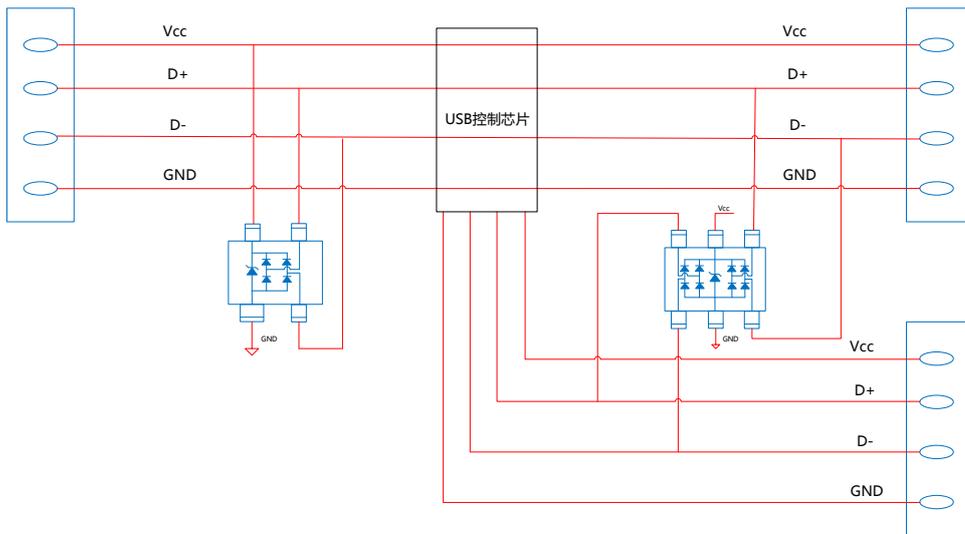
3.1 RS485



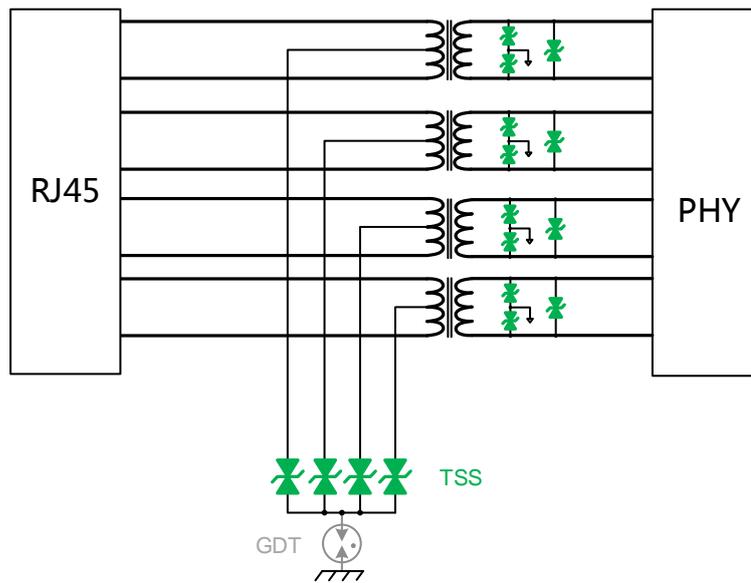
3.2 RS232



3.3 USB

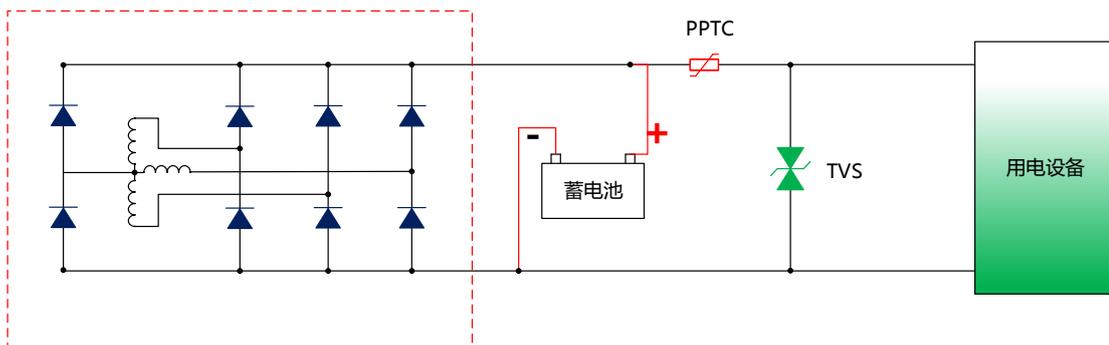


3.4 RJ45



3.5 汽车电子及 DC 电压（48V 以下）保护

汽车发电机



3.6 AC220V

