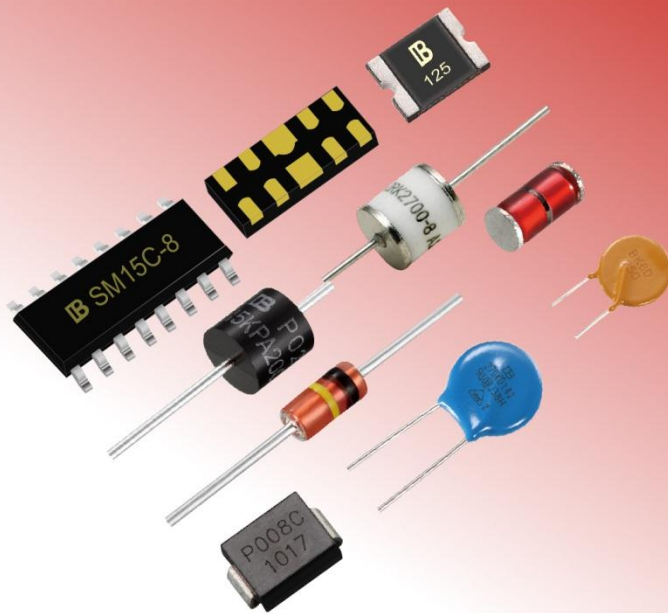


产品选型指南

TVS MOV ESD SPG GDT TSS PPTC



SPG
MOV
ESD
PTC
GDT
TVS

目录

1. 各类保护元件介绍.....	3
1.1 保护元器件分类.....	3
1.2 瞬态电压抑制二极管 (TVS)	4
1.3 静电保护元件 (ESD)	7
1.4 金属氧化物压敏电阻 (MOV)	13
1.5 陶瓷 (玻璃) 气体放电管 (GDT/SPG)	15
1.6 半导体放电管 (TSS)	18
1.7 自恢复保险丝 (PPTC)	19
1.8 各类过电压防护器件性能综合比较	21
2. 浪涌防护原理.....	23
3. 典型应用案例.....	25
3.1 电源系统典型应用案例	25
3.1.1 交流 (AC) 电源端口浪涌保护	25
3.1.2 电源系统其他部分保护	25
3.1.3 直流 (DC) 电源端口浪涌保护	26
3.2 通信接口典型应用案例	27
3.2.1 以太网 (RJ45) 接口防雷保护	27
3.2.2 BNC 接口浪涌保护	28
3.2.3 USB2.0 接口 ESD 保护	28
3.2.4 USB3.0 接口 ESD 保护	29
3.2.5 RJ11 接口防雷保护	29
3.2.6 RS485 接口保护	30
3.2.7 CAN 总线静电 (ESD) 保护	31
3.2.8 LIN 总线静电 (ESD) 保护	31
3.2.9 天线接口 (RF 口) 保护	32
3.2.10 VGA 接口静电 (ESD) 保护	32
3.2.11 HDMI 接口静电 (ESD) 保护	33
3.2.12 SIM 卡静电 (ESD) 保护	33
3.2.13 SD 卡静电 (ESD) 保护	34
3.2.14 SCART 卡接静电 (ESD) 电保护	34
3.2.15 YC _R C _B /YP _R P _B 接口静电 (ESD) 保护	35
3.2.16 DVI 接口静电 (ESD) 保护	35
3.2.17 S-VIDEO 接口静电 (ESD) 保护	36
3.2.18 耳机接口静电 (ESD) 保护	36
3.2.19 LCD 模块静电 (ESD) 防护	37
3.2.20 按键接口静电 (ESD) 防护	37
3.2.21 LVDS 接口静电 (ESD) 防护	38
4 附录：测试标准摘要	39
4.1 IEC61000-4-2：静电 (ESD)	39
4.2 IEC61000-4-5：浪涌 (SURGE)	40

1. 各类保护元件介绍

1.1 保护元器件分类

君耀电子 (BrightKing) 专业研发、生产、销售七大类电路保护器件，分别为：

- 瞬态电压抑制器， Transient Voltage Suppressors ，简称 TVS ；
- 压敏电阻， Metal Oxide Varistors ，简称 MOV ；
- 静电保护元件， Electrostatic Discharge Protection Devices ，简称 ESD ；
- 陶瓷气体放电管， Gas Discharge Tubes ，简称 GDT ；
- 玻璃气体放电管， SPark Gap Protectors ，简称 SPG ；
- 半导体放电管， Thyristor Surge Suppressors ，简称 TSS ；
- 自恢复保险丝 ， Polymer Positive Temperature Coefficient ，简称 PPTC。

这七大类保护器件按照伏安特性可分为三大类：钳位型过电压保护器件，开关型过电压保护器件，过电流型保护器件。

- 钳位型过电压保护器件有：TVS、ESD、MOV ；
- 开关型过电压保护器件有：GDT、SPG、TSS ；
- 过电流型保护器件是：PPTC。

钳位型过电压保护器件

钳位型过电压保护器件的伏安特性曲线如图 1.1 所示，当电压达到钳位型过电压保护器件的击穿电压时，其电阻瞬间减小为低阻抗，泄放大浪涌电流，从而将浪涌电压限制在一个较低的水平。钳位型过电压保护器件的特点是器件导通后，钳位电压会高于器件的击穿电压，器件两端的钳位电压与瞬间通过的浪涌电流大小成正比关系。钳位型过电压保护器件常应用于电源线、低频通信线路的过电压防护。

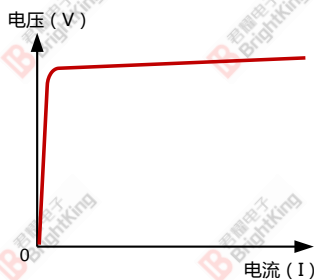


图 1.1 钳位型过电压保护器件伏安特性曲线

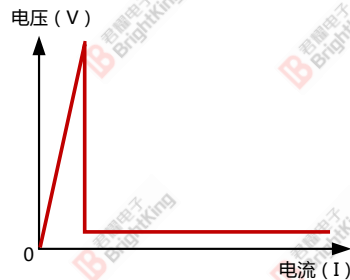


图 1.2 开关型过电压保护器件伏安特性曲线

开关型过电压保护器件

开关型过电压保护器件的伏安特性曲线如图 1.2 所示，当电压达到器件的击穿电压后，其电阻瞬间减小为低阻态，泄放大浪涌电流，并将浪涌电压限制在一个较低的水平。开关型过电压保护器件的特点是器件导通后其两端的电压会低于器件的击穿电压，常用于通信系统高频信号线浪涌防护。

过电流型保护器件 (PPTC)

PPTC 是一种可反复应用的过电流型保护器件，常应用于小电流输入的电源线过电流保护，或两级过电压保护器件之间做退耦等。

1.2 瞬态电压抑制二极管 (TVS)

TVS(Transient Voltage Suppressors),即瞬态电压抑制二极管,又称瞬态电压抑制器。它是采用半导体工艺制成的具有单个PN结或多个PN结集成的器件。TVS有单向与双向之分,单向TVS一般应用于直流供电电路,双向TVS应用于电压交变的电路。直流应用时单向TVS反向并联于电路中,当电路正常工作时,TVS处于截止状态(高阻态),不影响电路正常工作。当电路出现异常过电压并达到TVS的击穿电压时,TVS迅速由高阻态突变为低阻态,泄放由异常过电压导致的瞬时过电流到地,同时把异常过电压钳制在一个安全水平之内,从而保护后续电路免遭异常过电压的损坏。当异常过电压消失后,TVS阻值又恢复为高阻态。

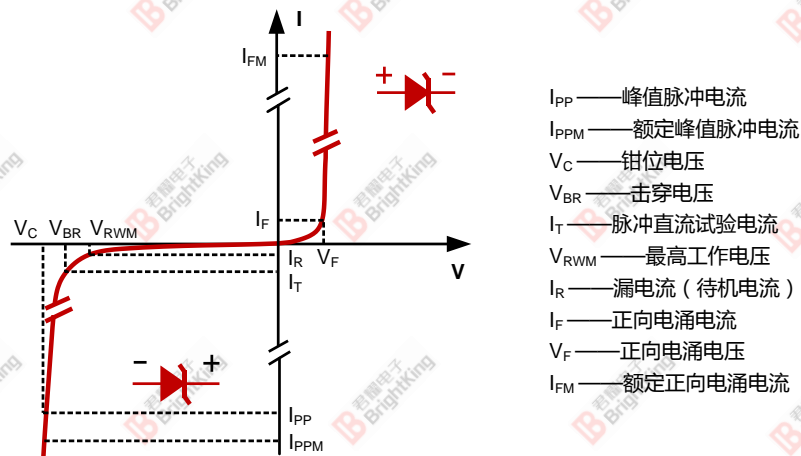


图 1.2.1 单向 TVS 伏安特性曲线

TVS 的伏安特性曲线及相关参数说明如图 1.2.1 所示,双向 TVS 伏安特性曲线第一象限与第三象限极性相反,特性相似。当 TVS 反向偏置时,TVS 有两种工作模式:待机(高阻抗)或钳制(相对的低阻抗),如图 1.2.1 第三象限。在待机状态下,流过 TVS 的电流称为待机电流(I_R),该电流的大小随结温而变化。在 TVS 的伏安特性曲线中,由高阻抗(待机)向低阻抗(钳位)转变是雪崩击穿的开始,这种导通状态下,TVS 会流过一个很大的瞬态电流,并保持一个高于半导体 PN 结击穿电压而相对较低的钳位电压。

TVS 选型注意事项

- **最高工作电压 V_{RWM}** : TVS 管的截止电压应大于线路上最高工作电压或信号电平电压。如果截止电压选择过低,一方面会影响电路正常工作,另一方面会影响 TVS 的使用寿命。
- **峰值脉冲电流 I_{PP}** : 当 TVS 管单独使用时,要根据线路上可能出现的最大浪涌电流来选择合适的型号。相同电压的 TVS,功率越大 I_{PP} 也越大。功率越大的 TVS 对电路的保护效果也越好。
- **钳位电压 V_C** : 应小于被保护电路最大可承受的瞬态安全电压, V_C 与 TVS 的击穿电压及 I_{PP} 都成正比。
- **漏电流 I_R** : 在通信线路及低功耗电路中,要特别关注 I_R 这个参数。

君耀电子 TVS 产品线

产品系列	外观	瞬态功率 10/1000 μ s (W)	封装	极性	V _{RWM} (V)
SMAJ		400	SMA (DO-214AC)	单向、双向	5.0~440.0
P4SMA					5.80~467.00
P4SMA-AT					9.40~467.00
SMAJ-HP					5.0~150.0
SMAJ-AT					11.0~440.0
P4KE		500	DO-41 (DO-204AL)	单向、双向	5.80~467.00
SA			DO-15 (DO-204AC)	单向、双向	5.0~220.0
SAC(低电容)			DO-15 (DO-204AC)	单向、双向	5.0~50.0
SMBJ		600	SMB (DO-214AA)	单向、双向	5.0~440.0
SMBJ-AT					11.0~440.0
P6SMB					5.80~467.00
P6SMB-AT					9.40~467.00
P6KE			DO-15 (DO-204AC)	单向、双向	5.80~ 512.00
1.0SMB		1000	SMB (DO-214AA)	单向、双向	5.80~58.10
SMCJ		1500	SMC (DO-214AB)	单向、双向	5.0~440.0
SMCJ-AT					11.0~440
1.5SMC					5.80~467.00
1.5SMC-AT					9.40~467.00
LCE(低电容)					
1.5KE			DO-201	单向、双向	5.80~467.00
SMDJ		3000	SMC (DO-214AB)	单向、双向	5.0~220.0
SMDJ-AT					11.0~220.0
3KP				P600	单向、双向
5.0SMDJ		5000	SMC (DO-214AB)	单向、双向	11.0~170.0
5.0SMDJ-AT					22.0~170.0
5KP				P600	单向、双向

产品系列	外观	瞬态功率 10/1000 μ s (W)	封装	极性	V _{RWM} (V)
SMEJ		8000	DO-218AB	单向	10.0~48.0
SMEJXXAG		6600	DO-218AB	单向	20.0~48.0
15KPA		15000	P600	单向、双向	17.0~280.0
ATS33C-2CF		10000	P600	双向	33
ATS36C-2CF		10000	P600	双向	36
20KPA		20000	P600	单向、双向	20.0~300.0
30KPA		30000	P600	单向、双向	28.0~288.0
ATN		—	插件封装 参见规格书	双向	20.0~36.0

Hyper-fix 系列

产品系列	封装	I _{PP} (KA)	V _{AC}	V _{DC}	V _{BR MIN.} (V)
HF-L		3	8.5V~385V	12.8~500	14~558
		6	8.5V~310V	12.8~430	14~440
		10	8.5V~310V	12.8~430	14~440
		16	8.5V~150V	12.8~200	14~222
HF-C		3	8.5V~385V	12.8~500	14~558
		6	8.5V~275V	12.8~380	14~401
		10	8.5V~145V	12.8~190	14~200
HF-S		3	8.5V~385V	12.8~500	14~558
		6	8.5V~275V	12.8~380	14~401
		10	8.5V~145V	12.8~190	14~200

1.3 静电保护元件 (ESD)

ESD (Electrostatic Discharge Protection Devices), 静电保护元件, 又称瞬态抑制二极管阵列 (TVS Array)。ESD 是多个 TVS 晶粒或二极管采用不同的布局做成具有特定功能的多路或单路 ESD 保护器件, 主要应用于各类通信接口 ESD 保护, 如 USB、HDMI、RS485、RS232、VGA、RJ11、RJ45、BNC、SIM 卡、SD 卡等。ESD 器件封装多样化, 从单路的 DFN0201 到多路的 SOIC-16、QFN-10 等, 电路设计工程师可以根据电路板布局及接口类型选择不同封装的 ESD 器件。

君耀电子 (BrightKing) ESD 产品按照结电容分为三大类产品 :

- 一 . 标准电容产品
- 二 . 低电容产品
- 三 . 超低电容产品



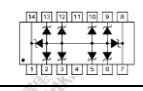

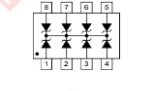

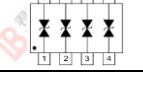
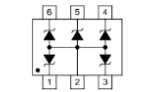
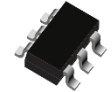
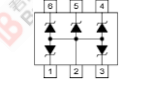

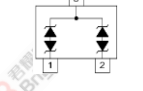

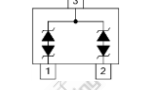
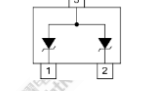
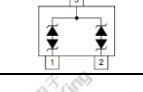
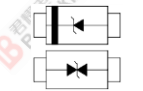
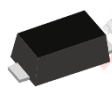
ESD 选型注意事项

封装形式 : 根据电路设计布局及被保护线路数目选择合适的封装形式。封装大小从一定程度上可以反映器件的防护等级大小, 一般封装越大的器件防护等级也越高, 反之亦然。

结电容 (C_j) : 高速数据线应尽可能选取结电容小的 ESD 元件, 否则会影响通信质量。

君耀电子 ESD 产品线

低电容产品							
型号	内部结构	保护线路数	极性	截止电压 V_{RWM} (V)	结电容 C_j (pF)	封装	外观
LES16C05L08		8	双向	5	15	SOIC-16	
LES16C12L08				12			
LES16C15L08				15			
LES16C24L08				24			
LES08C05L04		4	双向	5	15	SOIC-08	
LES08C12L04				12			
LES08C15L04				15			
LES08C24L04				24			
LES08A3.3L05		4	单向	3.3	15	SOIC-08	
LES08A05L05		4	单向	5	15	SOIC-08	
LHS08A12L04		4	单向	12	25	SOIC-08	
LTS08A3.3L02		2	单向	3.3	30	SOIC-08	
LTS08A06L02		2	单向	6	30	SOIC-08	
LAT56A05L05		5	单向	5	30	SOT-563	
LAT52C05L02		2	双向	5	10	SOT-523	
LBD03C15L01		1	双向	15	20	DFN1608	
LBT23C12L02		2	双向	12	15	SOT-23	
LBT23C24L02		2	双向	24	12	SOT-23	
LAD52C03L01		1	双向	3.3	10	SOD-523	
LAD52C05L01		1	双向	5	12	SOD-523	
LAD8C05L01		1	单向	5	10	SOD-882	
LAD92C5.0L01		1	双向	5	15	SOD-923	
LAQ02A05L01		1	单向	5	40	0201	
LAQ02A12L01		1	单向	12	20	0201	
LAQ02C05L01		1	双向	5	12	0201	

标准电容产品							
型号	内部结构	保护线路数	极性	截止电压 V_{RWM} (V)	结电容 C_j (pF)	封装	外观
SDS14C15L08		8	双向	15	75	SOIC-14	
SCS08C05L07 SCS08C12L07 SCS08C15L07 SCS08C24L07		7	双向	5 12 15 24	350 120 75 50	SOIC-08	
SES08C15L04		4	双向	15	80		
SDT26A05L05 SDT26A15L05 SDT26A24L05		5	单向	5 15 24	200 70 50	SOT23-6L	
SAT36A05L05		5	单向	5	50	SOT-363	
SDT23C712L02		2	双向	7/12	75	SOT-23	
SDT23C05L02 SDT23C12L02 SDT23C15L02		2	双向	5 12 15	150 65 60		
SDT23C24L02		2	双向	24	40		
SET23A03L02 SET23A05L02 SET23A12L02 SET23A15L02 SET23A24L02 SET23A36L02		2	单向	3 5 12 15 24 36	200 220 100 90 80 70		
SET23A03L02 SET23A05L02 SET23A12L02 SET23A15L02 SET23A24L02 SET23A36L02		2	单向	3.3 5 12 15 24 36	200 220 100 90 80 70		
SBT23C12L02		2	双向	12	30		
SJD12AXXL01 SJD12CXXL01		1	单向 双向	5.0~170.0	-	SOD-123S	

标准电容产品 (续)							
型号	内部结构	保护线路数	极性	截止电压 V_{RWM} (V)	结电容 C_j (pF)	封装	外观
SDD32C36L01		1	双向	36	70	SOD-323	
SDD32A05L01		1	单向	5	350		
SDD32A12L01		1	单向	12	150		
SDD32A36L01		1	单向	36	70		
SDD32C05L01		1	双向	5	100		
SDD32C18L01		1	双向	18	40		
SDD32C24L01		1	双向	24	37		
SFD52A05L01 SFD52A07L01		1	单向	5 7	200	SOD-523	
SBD52C05L01		1	双向	5	30		
SBD03C05L01		1	双向	5.5	30	DFN1608	
SBD8C05L01		1	双向	5	30	SOD882	

超低电容产品							
型号	内部结构	保护线路数	极性	截止电压 V_{RWM} (V)	结电容 C_j (pF)	封装	外观
UBQ10A05L04		4	单向	5	0.6	QFN-10	
UBQ10A05L04HI		4	单向	5	0.6		
UBQ10A03L04		4	单向	3.3	0.6		
UES08A05L04		4	单向	5	5	SOIC-08	
UFS08A2.8L04		4	单向	2.8	6		
UES08A03L05		5	单向	3.3	5		
UDS08A24L04 UDS08C24L04		4	单向	24	3		
			双向				
UBT26A05L03		3	单向	5.25	3.5	SOT23-6L	

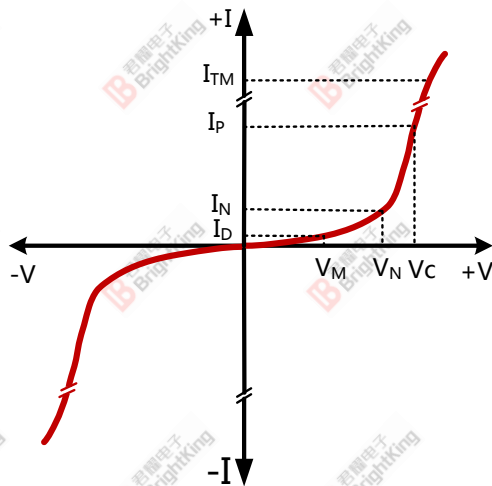
超低电容产品 (续)							
型号	内部结构	保护线路数	极性	截止电压 V_{RWM} (V)	结电容 C_j (pF)	封装	外观
UAT26A03L05		5	单向	3.3	0.5	SOT23-6L	
UET26A05L05		5	单向	5	5		
UCT26A05L05-HP1		5	单向	5	1		
UDT26A05L05-LC1		5	单向	5	0.5		
UDT26A05L05		5	单向	5	2.5		
UDT26A05L05UL		5	单向	5	1		
UAT36A03L05 UAT56A03L05		5	单向	3.3	5	SOT-363 SOT-563	
UDT14A05L03		3	单向	5	3	SOT-143	
UET14A05L03		3	单向	5	0.8		
UBT32A05L02		2	单向	5	0.8	SOT-323	
UDT23A2.8L01		1	单向	2.8	5	SOT-23	
UDT23A03L01		1	单向	3.3	1.2		
UDT23A05L01				5			
UDT23A12L01				12			
UDT23A15L01				15			
UDT23A24L01				24			
UDT23A03L02		2	单向	3.3	0.8		
UDT23A05L02				5			
UDT23A12L02				12			
UDT23A15L02				15			
UDT23A24L02				24			
UAT23A05L02		2	单向	5	0.8	SOT-523	
UDT23C08L01		1	双向	8	1.5		
UBT23A05L02		2	单向	5	0.8		
UAT52A05L02		2	单向	5	0.8		
UAD8A05L02		2	单向	5	0.75	DFN1006-3L	

超低电容产品 (续)							
型号	内部结构	保护线路数	极性	截止电压 V_{RWM} (V)	结电容 C_j (pF)	封装	外观
UDD32C08L01		1	双向	8	1	SOD-323	
UDD32C24L01		1	双向	24	0.8		
UDD32C03L01		1	双向	3.3	0.8		
UDD32C05L01				5			
UDD32C12L01				12			
UDD32C15L01				15			
UBD32C05L01		1	双向	5	0.4	DFN1608	
UAD03C05L01		1	双向	5	0.7		
UAD8A05L01		1	单向	5	0.6		
UAD8C05L01		1	双向	5	0.4		
UAQ02C05L01		1	双向	5	5	0201	

1.4 金属氧化物压敏电阻 (MOV)

MOV (Metal Oxide Varistors), 即金属氧化物压敏电阻。目前市场上应用于低压电器浪涌保护的压敏电阻多为氧化锌为主体材料的压敏电阻, 它是以氧化锌为主体, 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。压敏电阻具有对称的伏安特性曲线 (如图 1.4), 流过 MOV 的电流随 MOV 两端电压的增大呈指数规律增大。应用时, MOV 一般并联在电路中, 当电路正常工作时, MOV 处于高阻状态, 不影响电路正常工作。当电路出现异常瞬时过电压并达到其导通电压 (压敏电压) 时, MOV 迅速由高阻状态变为低阻状态, 泄放由异常瞬时过电压导致的瞬时过电流到地, 同时把异常瞬态过电压钳制在一个安全水平之内, 从而保护后级电路免遭异常瞬时过电压的损坏。MOV 具有较高的瞬时脉冲吸收能力, 结电容较大, 一般应用于 AC 交流输入端防雷保护。由于压敏电阻的电涌吸收能力取决于它的物理尺寸, 可通过制造不同片径的 MOV 而获得不同的瞬态浪涌电流值, 我司 MOV 产品直径可满足 5mm~53mm 的要求。君耀电子 MOV 分为三大系列: 普通压敏电阻、高温压敏电阻、带温度保险丝的 TMOV 系列。

MOV 的伏安特性曲线和参数如图 1.4 所示。



- I_P 规定波形及峰值的脉冲电流
- V_C 在规定脉冲峰值电流 (I_P) 下测得 MOV 两端电压的峰值。
- I_N 规定时间的脉冲峰值电流。
- V_N 在规定持续时间和脉冲峰值电流 (I_N) 下测得的 MOV 两端的电压峰值, I_N 通常为 1mA (8/20 μ s)
- I_D 待机电流
- V_M 规定温度下可连续施加的电压
- I_{TM} 不引起 MOV 失效, 可单次施加规定波形脉冲的额定最大值

图 1.4 MOV 伏安特性曲线

MOV 选型注意事项

压敏电压 (V_{1mA}/V_N): 压敏电压选择时要考虑电源电压波动、压敏电阻电压精度、压敏电阻的老化系数等因素; 压敏电阻的压敏电压选取一般遵循如下选型公式:

$$V_{1mA} \geq \frac{(1+a)}{(1-b)(1-c)} \cdot V_P$$

- a : 电源波动系数 (0.1~0.5)
- b : 压敏电压公差 (0.1~0.2)
- c : 压敏电阻老化系数, 一般取 0.1
- V_P : 电源输入电压峰值

如 110VAC 输入 MOV 电压应选取如下:

$$V_{1mA} \geq \frac{[1 + (0.1 \sim 0.3)]}{(1 - 0.1)(1 - 0.1)} * 110 * 1.414$$

$$V_{1mA} \geq (211 \sim 249)V$$

a 的取值取决于电网的稳定程度, 如电网波动较小可选取的小一些, 如偏远地区或工业应用环境电网波动较大, 可选取的大一些。

最大峰值脉冲电流 (I_{PP}): MOV 是一种老化型的元器件, 在实际应用中, 需要考虑冲击次数的降额, 多次冲击需要选取更高通流量的器件。

君耀电子 MOV 产品线

系列	外观	压敏电压			最大允许工作电压		单次最大峰值脉冲电流		最大焦耳能量 (10/1000μs)	
		V _{1mA} (V)	V _{AC} (V)	V _{DC} (V)	标准型 I(A)	高能型 I(A)	标准型 (J)	高能型 (J)		
05Φ 05Φ-W3		18~68	11~40	14~56	100	250	0.4~1.6	0.6~2.2		
		82~750	50~460	65~615	400	800	2.5~22.4	4.0~32		
07Φ 07Φ-W3		18~68	11~40	14~56	250	500	0.9~3.6	2.0~7.0		
		82~820	50~510	65~670	1200	1750	5.0~67.2	10.0~70.0		
10Φ 10Φ-W3		18~68	11~40	14~56	500	1000	2.1~8.2	3.0~15.0		
		82~1100	50~680	65~895	2500	3500	12.0~115.0	17.0~155.0		
14Φ 14Φ-W3		18~68	11~40	14~56	1000	2000	4.0~14.0	7.0~24.0		
		82~1800	50~1100	65~1465	4500	6000	22.0~250	27.0~335		
20Φ 20Φ-W3		18~68	11~40	14~56	2000	3000	11~46	13~49		
		82~1800	50~1100	65~1465	6500	10000	38~625	56~990		
25Φ		18~68	11~40	14~56	4500		20~70			
		82~1800	50~1100	65~1465	15000		80~1092			
32Φ		200~1600	130~1000	170~1280	25000		250~1080			
34S		82、100	50、60	65、85	30000		156、195			
		120~1600	75~1000	100~1280	40000		235~1500			
40Φ		200~1600	130~1000	170~1280	40000		370~1700			
53Φ		200~1600	130~1000	170~1280	70000		550~2500			
14M(E,N)		82~120	50~75	65~100	4500 (1)	2500 (2)	27~40	22~329(2ms)		
		150~1200	95~750	125~990	6000 (1)	4500 (2)	50~338	35~215(2ms)		
20M(E,N)		18~39	11~25	14~32	3000 (1)	2000 (2)	13~28	10~21(2ms)		
		47~68	30~38	38~56	5000 (1)	3000 (2)	34~49	25~37(2ms)		
		82~120	50~75	65~100	6500 (1)	4500 (2)	56~85	42~63(2ms)		
		150~1200	95~750	125~990	10000 (1)	8000 (2)	100~650	70~460(2ms)		
25M(E,N)		150~1200	95~750	125~990	15000 (1)	12000	160~840	105~590(2ms)		

1.5 陶瓷 (玻璃) 气体放电管 (GDT/SPG)

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。

SPG (Spark Gap Protectors), 玻璃气体放电管, 也称强效气体放电管。SPG 是靠电极之间的距离获得放电微隙, 管内充有惰性气体, 用玻璃管和杜镁丝线玻封而成。当 SPG 两端电压增高时, 附近气体被电离, 微隙处开始出现放电现象。随着两极压降逐渐增大, 放电电流也随之增大, 其电离区随之扩大, 此时放电电流经气体电离区流向另一极, 当电流继续增加到一定程度时, 管内出现从辉光放电向弧光放电转换, 产品由高阻状态进入低阻状态, SPG 两端的电压也随之减小, 从而对后面的电路起到保护作用, 在异常电压消失后, 产品又恢复到高阻状态。

GDT 的伏安特性如图 1.5 所示, SPG 的伏安特性曲线与 GDT 相似。

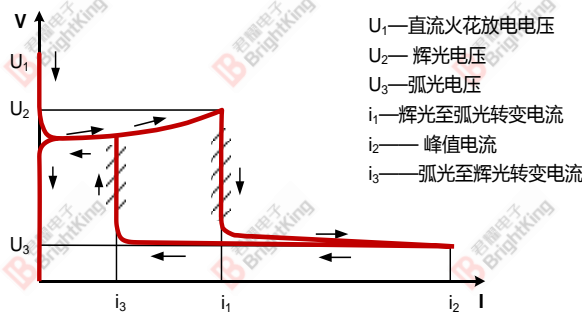


图 1.5 GDT 伏安特性曲线

GDT/SPG 的主要参数含义	
参数	含义
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, 测量时以 1000V/ μ s 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 8/20 μ s 脉冲电流, 10 次, 间隔 1min
Minimum Insulation Resistance	最小绝缘阻抗, 施加一定的直流电压测量
Maximum Capacitance	最大结电容

GDT/SPG 选型注意事项

直流击穿电压: 在应用中, 放电管的直流击穿电压下限值应高于线路的最大正常工作电压, 否则会影响电路正常工作。




脉冲击穿电压: 要确保器件脉冲击穿电压值低于后级被保护线路所能承受的最高瞬时电压值。

标称放电电流: 根据应用场合及线路中可能出现的冲击电流强度, 确定所选用放电管必须达到的耐冲击电流强度。

续流问题: 电压较高的有源电路不能单独使用气体放电管作为过电压保护器件。为了使放电管能正常熄弧, 在有可能出现续流的地方, 可在放电管上串联压敏电阻或自恢复保险丝等限流器件。

君耀电子 GDT 产品线

产品系列	外观	直流击穿电压 (V) 100V/s	脉冲击穿电压(V) 1000V/μs	标称放电电流(kA) 8/20μs	电容(pF) 1MHz	尺寸(mm) 长*宽*高 (长*φ 径)
B32		(150~470) ±30%	750~1050	0.5	0.5	3.2*1.6*1.6
4532		(75~600) ±30%	600~1200	2	0.5	4.5*3.2*2.7
2R-4		(75~1200) ±20%	800~1900	3	1.0	4.0*4.2
2R-5		(70~800) ±20%	800~1700	5	1.5	6.0*5.5
		(70~230) ±20%	600~700	10		
2R-6		(75~800) ±20%	700~1200	5	1.0	4.2*6.2
		(1000~3000) ±20%	1600~3700	3	1.0	4.2*6.2
2R-8*6		(75~800) ±20%	600~1500	10/20	1.5	6.0*8.0
2R-8*6(D1)		(75~800) ±20%	600~1500	20	1.5	6.0*8.0
2R-8*6(S)		(75~1000) ±20%	600~1700	10/20	1.5	6.0*8.0
2R-8*8		(1400~3500) ±20%	2200~5000	2.5	1.5	8.0*8.0
		(2700~6000) ±20%	3800~7800	3	1.5	
		(1000~2500) ±20%	1400~3600	5	1.5	
B600-60KA(003)		600±20%	1400	60	25	见规格书
B600-80KA-T(103)		600±20%	1400	80	10	见规格书
B600-100KA(004)		600±20%	1400	100	25	见规格书
B800-60KA(003)		800±20%	1600	60	25	见规格书
3R-5-S		(75~600) ±20%	700~1000	5	2.0	7.2*5.0
3R-5-SS		(75~600) ±20%	700~1000	5	2.0	7.2*5.0
3R-6		(75~800) ±20%	750~1500	5/10	2.0	8.5*6.0

产品系列	外观	直流击穿电压 (V) 100V/s	脉冲击穿电压(V) 1000V/μs	标称放电电流(kA) 8/20μs	电容(pF) 1MHz	尺寸(mm) 长*宽*高 (长*Φ 径)
3R-8		(75~800) ±20%	700~1500	10/20	2.0	10.0*8.0
3R-8T		(75~800) ±20%	700~1500	10	2.0	10.0*8.0
3R-8(SDSn)		(75~800) ±20%	700~1500	10/20	2.0	10.5*8

君耀电子 SPG 产品线

产品系列	外观	规格尺寸 (mm) L:长, Φ:直径	直流击穿电压范围 (V)	通流量 8/20μs (kA)	电容 (C _J)
BK1		(4.0±0.5) * (Φ3.1±0.5)	140~700	3	0.8
BK1-P		(5.3±0.5) * (Φ3.1±0.5)	1000~5000	3	0.8
BK1-H		(9.0±1.5) * (Φ4.1±0.5)	1000~5000	3	1.0
BK1-HG		(10.5±1.0) * (4.6±0.5)	1000~5000	3	1.0
BK1-M		(6.0±0.5) * (Φ3.3±0.5)	140~1000	3	0.8
BK1-MS		(6.0±0.5) * (Φ3.2±0.2)	140~1000	3	0.8
BK2		(4.3±0.5) * (Φ2.6±0.5)	140~1500	1	0.8
BK2-M		(5.0±0.5) * (Φ2.6±0.5)	140~1000	1	0.8
BK3		(4.0±0.5) * (Φ2.0±0.5)	140~1500	0.5	0.8
BK3-M		(3.4±0.5) * (Φ1.4±0.5)	140~300	0.3	0.8
BK3-M(H)		(4.0±0.5) * (Φ2.1±0.5)	140~1000	0.5	0.8

1.6 半导体放电管 (TSS)

TSS (Thyristor Surge Suppressors), 浪涌抑制晶闸管, 也称半导体放电管, 是采用半导体工艺制成的 PNP 结四层结构器件, 其伏安特性类似于晶闸管 (如图 1), 具有典型的开关特性。TSS 一般并联在电路中的应用, 正常工作状态下 TSS 处于截止状态, 当电路中由于感应雷、操作过电压等出现异常过电压时, TSS 快速导通泄放电流, 保护后端设备免遭异常过电压的损坏, 异常过电压消失后, TSS 又恢复至截止状态。TSS 的伏安特性及参数如图 1.6 所示。

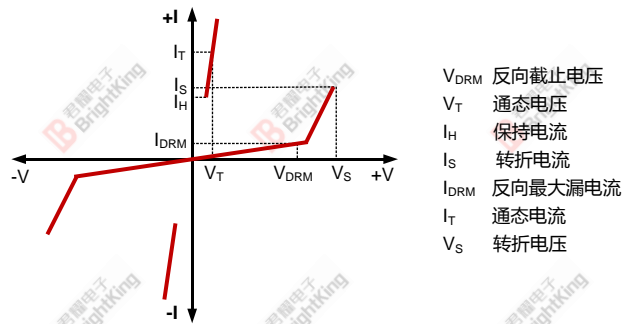


图 1.6 TSS 伏安特性曲线

TSS 选型注意事项

结电容 (C_j): 通信线路要注意器件结电容不能对通信造成影响。

续流问题: 不能直接应用于电源线的防护, 存在续流问题。

君耀电子 TSS 产品线

系列	产品外观	V _{DRM} (V)	I _H (mA)	C _o (pF)	V _{PP} 10/700μs (V)	I _{PP} 10/1000μs (A)	封装
PXXXXAA		6~320	50、150	25、30	30	6~320	DO-214AC(SMA)
PXXXXTA		6~320	50、150	30~70	45	6~320	
B0300TB		25	10	50	75	25	
B6SA		6	50	80	45	6	
PXXXXSX		6~320	50、150	30~100	45/80/100	6~320	DO-214AA(SMB)
PXXXXSD		420/600	30	50/40	130	420/600	
B0300SB		25	10	50	75	25	
PXXXXLX		6~320	50、150	35~110	45/80/100	6~320	DO-15/DO-201
B0300LB		25	10	50	75	25	DO-15
P61089B		-170	-150	50/100	30	-170	SOP-8
G170B		-170	-150	50/100	30	-170	

1.7 自恢复保险丝 (PPTC)

PPTC (Polymer Positive Temperature Coefficient), 聚合物正温度系数热敏电阻。它由聚合物基体及导电的碳黑粒子组成。当有异常过电流通过 PPTC 时, 产生的热量 (为 I^2R) 使聚合物基体膨胀, 包裹在聚合物基体外的碳黑粒子会分开从而切断 PPTC 的导电通道使 PPTC 电阻将上升, 从而减小异常过电流。当异常过电流故障清除后, PPTC 聚合物分子收缩至原来的形状重新将碳黑粒子联结起来, 导电通道会恢复, PPTC 电阻又恢复到原来的低阻状态。上述过程可循环多次。PPTC 最大的特点就是其额定使用范围内, 在每次电流故障后不需要更换, 可反复多次应用于过电流保护, 可有效节约维修时间及成本。

PPTC 电阻随温度变化曲线如图 1.7 所示, PPTC 主要参数如表 1.7 所示。

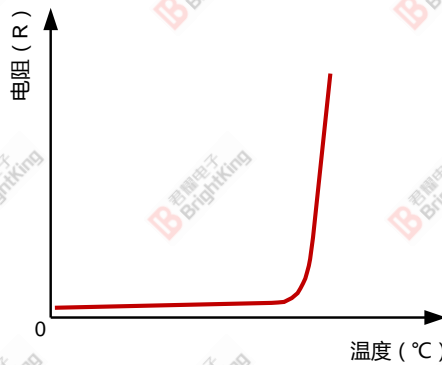


图 1.7 PPTC 电阻温度曲线

表 1.7 PPTC 参数

I_{hold}	维持电流
V_{max}	可承受的最大电压
T_{trip}	规定电流下的最大动作时间
R	一定温度下测得的零功率电阻。
I_{trip}	触发电流
I_{max}	可承受的最大电流
P_d	高阻状态下的稳态功耗
R_{1max}	动作或回焊一小时后在室温下所测得的最大电阻值

PPTC 选型注意事项

维持电流 I_h : 自恢复保险丝的维持电流应大于线路的正常工作电流, 否则会影响线路正常工作。

最大耐压 V_{max} : 应大于线路的工作电压, 否则容易导致 PPTC 失效。

环境温度 : PPTC 对环境温度较敏感, 应根据环境温度降额选取 PPTC 的维持电流。当环境温度大于 85°C 时, 不建议使用 PPTC。

君耀电子 PPTC 产品线

产品系列	外观	I _{hold} (A)	V _{max.} (Vdc)	I _{max.} (A)	R _{min.} ~R _{max.} (Ω)	尺寸, 长*宽 (最大值)
SMD 0603		0.04~0.5	6~24	40	0.100~40.000	1.8*1.0
SMD 0805		0.10~1.10	6\9\15	40/100	0.035~6.000	2.2*1.5
SMD 1206		0.05~2.00	6~30	100	0.018~50.000	3.4*1.8
SMD 1210		0.05~2.00	6~30	10/100	0.015~50.000	3.43*2.8
SMD 1812		0.10~3.00	6~60	10/20/40/100	0.012~15.000	4.73*3.41
SMD 2016		0.30~2.00	6~60	20/40	0.030~2.300	5.44*4.43
SMD 2920		0.30~5.00	6~60	10/40	0.005~4.800	7.98*5.44
BK 16		3.0~14.0	16	100	0.003~0.072	参见规格书
BK 30		0.90~9.00	30	40	0.005~0.220	参见规格书
BK 60		0.05~3.75	60	40	0.03~25.00	参见规格书
BK 130		0.10~1.35	130	20	0.2~18.0	参见规格书
BK 250		0.03~0.80	250	1/3/10	0.4~90.0	参见规格书
BK 600		0.11~0.16	500	3	4.0~18.0	参见规格书

1.8 各类过电压防护器件性能综合比较

各类过电压保护器件性能综合比较如图 1.8 和表 1.8。

表 1.8 各类过电压保护元件性能对比

特性 \ 器件	钳位型过压保护器件				开关型过压保护器件		
	MOV	Hyperfix	TVS	ESD	GDT	SPG	TSS
通流量 (8/20μs)	大	较大	一般	小	大	较大	一般
响应速度	慢	特快	特快	特快	较慢	快	快
电容	较大	较大	较大	较小	特小	特小	较小
直流击穿电压精度	一般	精准	精准	精准	一般	一般	精准
脉冲击穿电压	低	低	低	低	高	高	低

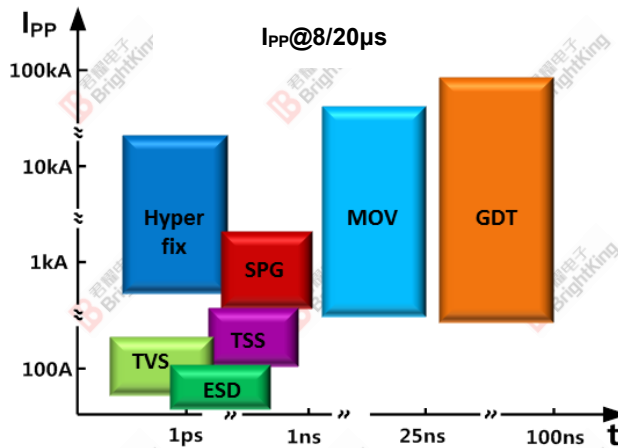


图 1.8 各类过电压保护元件通流量及响应时间

从图 1.8 和表 1.8 可以看出, 各类过电压保护器件中 GDT 为通流量最大的器件, 君耀电子单体器件可做到 100kA(8/20μs)。GDT 的导通为气体电离形成导电通道, 需要较大的能量去激发它, 有一个能量累积的过程, 所以 GDT 的响应时间是所有过电压保护器件中最慢的一个。GDT 的优点是结电容低, 绝缘阻抗大, 可用于高速通信线路防雷保护, 如同轴电缆, 电话线接口, 高清视频接口、以太网口等。

MOV 的通流量仅次于 GDT, 响应速度为纳秒级, 广泛应用于交流电源线, 低频信号线的防雷保护。我司 MOV 单体通流量可以做到 70kA (8/20μs), 压敏电压可做到 1800V。MOV 是由 ZnO 和其他金属氧化物采用材料混合及高温烧结的工艺制成的多晶半导体材料, 其晶格结构决定了它在应用过程中长期开关容易老化。而 GDT 和 SPG 具有较大的绝缘阻抗, 在 AC 输入端, 常常和 MOV 串联到共模地来应用, 以减缓 MOV 的老化。

图 1.8 中，有一款器件为 hyperfix，这款器件为超大功率 TVS，它采用大面积芯片叠加制成，比普通的 TVS 功率大几十甚至几百倍，可直接替代 MOV 应用于交流输入端口的第一级防雷保护。它具有通流量大、响应速度快、无老化、钳位电压低等优点，适用于对防护器件要求较高的应用场合，如通信电源、飞机、火车等领域。

TSS 为一种具有负阻特性的浪涌保护器件，由于其特殊的 PNP 结构设计，在相同的芯片面积上，TSS 可以做到比同尺寸及电压的 TVS 通流量大几倍，而电容比同规格的 TVS 小几倍，可以用于一些通信线路的浪涌保护，如 RS485、RS232、CAN 总线等。TSS 具有较高的性价比，是低速通信线路浪涌防护的理想选择。

TVS 为单个 PN 结或多个 PN 集成在一起的器件，具有反应速度快，钳位电压低，电压精度高等优点。TVS 一般采用贴片或插件封装，体积较小，常应用于直流电源线或低速通信线路的浪涌防护。

ESD 为专门设计的防静电元件，由多个二极管或 TVS 组合而成的具有特定线路布局的 TVS 阵列，其导通时间较 TVS 慢一些。静电放电一般为纳秒级的脉冲，破坏力相对较小，所以 ESD 器件的芯片晶粒面积也较小，可以做到小型微型化封装。通过电路结构设计，ESD 器件结电容最小可以做到零点几个皮法，适用于高速数据线路的 ESD 防护，如 HDMI、USB3.0、IEEE1394 等。

君耀电子 (BrightKing) 作为全球领先的电路保护元件厂商，为客户提供高性价比的电路保护元器件及方案，我们根据每种电路保护元件的特点，取长补短搭配选用，为客户提供最优的电路保护解决方案。

2. 浪涌防护原理

一般采用“多级防护、逐级削减”的模式进行系统级的浪涌防护，图 2.1 为浪涌防护原理示意图。

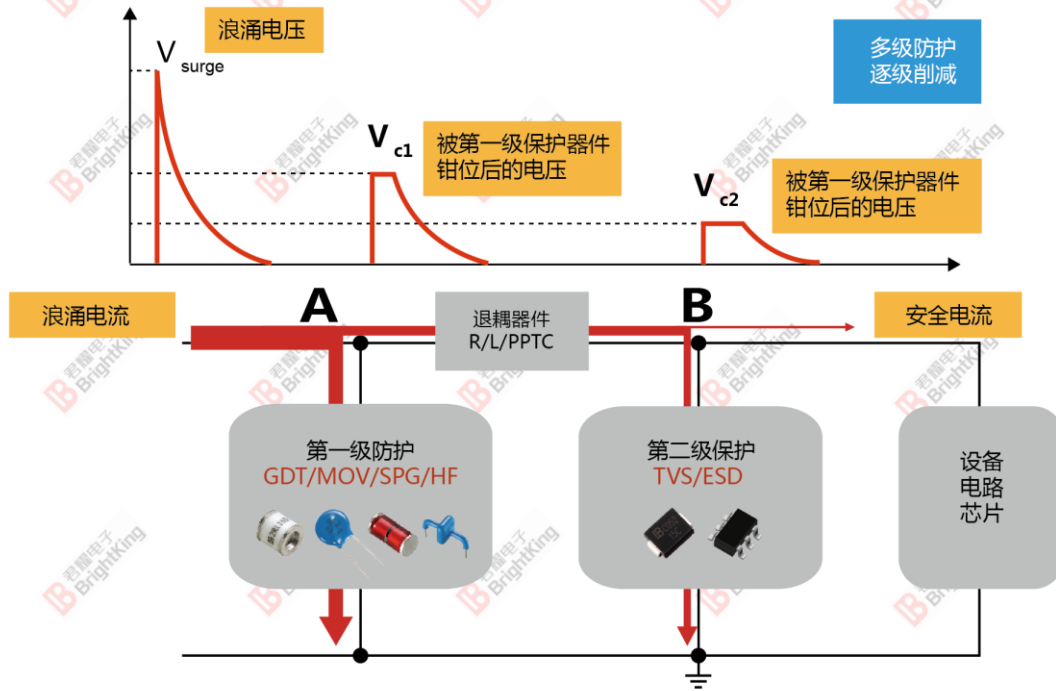


图 2.1 浪涌防护原理

第一级保护

第一级保护一般为最容易引入雷电的端口，如建筑物进线口、AC 电源输入端口等，一般根据应用场合选取不同类型大通流保护器件。

电源端口的第一级防护一般选用钳位型大通流保护器件。电源端口是为系统提供能量的端口，具有较高的电压或较大的电流，若在电源端口选用开关型保护器件，过电压时开关型器件导通后电压较低，本身影响系统的供电电压，另一方面系统电压有可能会维持其一直处于导通状态不能正常断开，系统长时间通过较大的电流（如安培级电流）可能对电路板造成致命伤害，甚至引起火灾。

针对电源端口第一级钳位型过电压保护器件，一般选取金属氧化物压敏电阻（MOV）、超大功率 TVS（hyperfix）、或由这几种器件组合而成的防雷模块（SPD）等。

信号端口的第一级防护一般采用气体放电管，如 GDT、SPG、TSS、信号类防雷模块（SPD）等。当然低速信号端口也可选择钳位型器件进行第一级防护，但前提是钳位型器件的结电容不能影响通信线路的正常通信。

第二级保护

第二级防护与第一级防护类似，一般选用反应速度快钳位电压低的 TVS、ESD 等。

退耦元件

由于第一级防护器件与第二级防护器件采用的过电压保护器件种类不同，击穿电压大小不同，响应时间不同，所以要在两级过电压保护器件之间加退耦元件才能保证两级过电压保护器件协同工作。退耦元件要求有一定的阻抗才能起到退耦的作用。

退耦器件的工作原理如图 2.1，一般第二级过电压保护器件采用响应速度较快的小通流低压器件，浪涌电压冲击时会先导通，退耦器件具有一定的内阻，经过大浪涌电流时，会将退耦元件之前（图 2.1 的 A 点）的电压提高到第一级过电压元件的击穿电压之上，第一级元件导通后可泄放大浪涌电流，从而分担了第二级保护器件的压力。如果两级过电压保护器件之间不加退耦器件，这样第二级保护器件就会一直处于先导通状态，当浪涌电流超过第二级元器件能力时便会使其损坏。

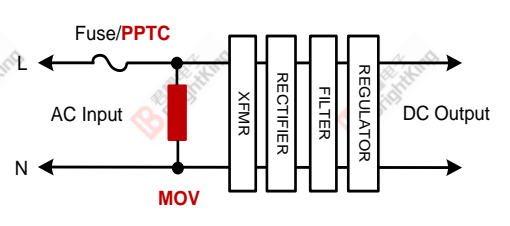
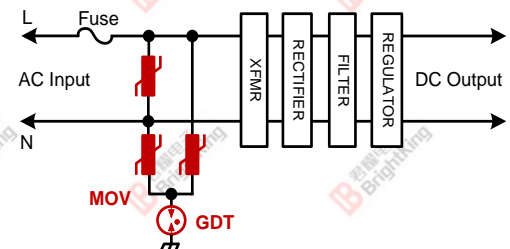
退耦器件的选取要根据线路的工作电流大小来选取，如一些信号电路工作电流较小，在保证其正常通信的情况下可选取功率型电阻或自恢复保险丝（PPTC），退耦电阻一般选取 10Ω 以内。从浪涌防护的角度来讲退耦电阻越大越好，但也不能太大，否则会影响线路正常工作电流，需要工程师在电路设计时综合考虑。

对于一些输入电流较大的低频线路，可选用电感来进行退耦，电感阻抗的计算公式为 $Z=2\pi fL$ ，当确定好退耦阻抗值后，可从公式中计算出所用电感的大小。

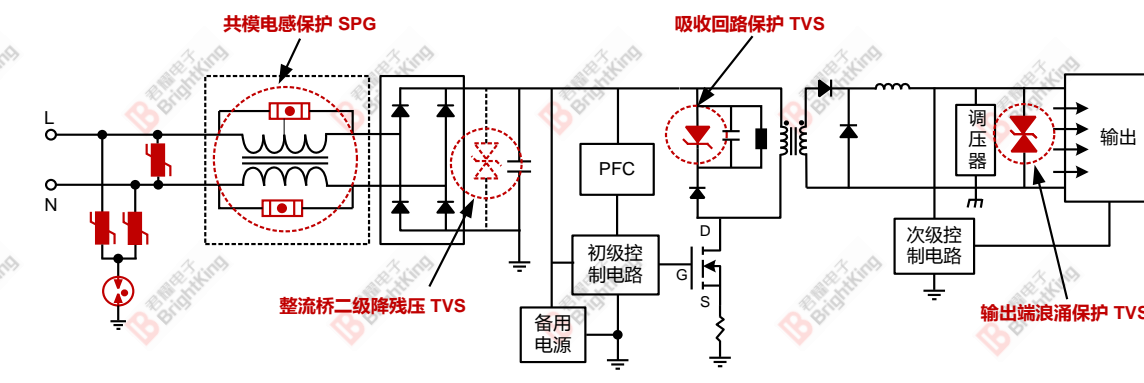
3. 典型应用案例

3.1 电源系统典型应用案例

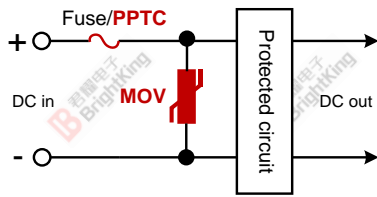
3.1.1 交流 (AC) 电源端口浪涌保护

 <p>MOV 保护方案</p>	<p>在 L 和 N 之间加上一个 MOV 进行差模保护, 该方案适用于小功率电源。根据应用及测试要求请咨询我司技术人员选择具体型号。</p> <p>解决方案： MOV</p> <p>测试标准： IEC61000-4-5, GB/T 17626.5, UL1449</p>
 <p>MOV 与 GDT 保护方案</p>	<p>共模保护的 MOV 对地串一颗气体放电管 GDT, 以减缓 MOV 的老化, 该方案适用于中大功率电源。根据应用及测试要求请咨询我司技术人员选择具体型号。</p> <p>解决方案： MOV, GDT</p> <p>测试标准： IEC61000-4-5, GB/T 17626.5, UL1449</p>

3.1.2 电源系统其他部分保护

	<p>根据应用及测试要求请咨询我司技术人员选择具体型号。</p> <p>测试标准： IEC61000-4-5, GB/T 17626.5, UL1449</p>
<p>共模电感保护： SPG</p> <p>吸收回路保护： TVS</p> <p>输出端浪涌保护： TVS</p> <p>整流桥二级降残压： TVS</p>	

3.1.3 直流 (DC) 电源端口浪涌保护



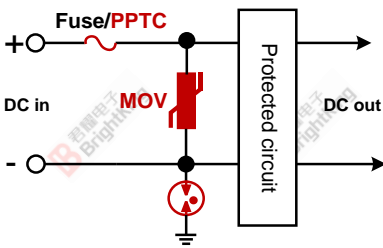
MOV 保护方案

采用 MOV 做差模保护, 适用于小功率电源。根据应用及测试要求请咨询我司技术人员选择具体型号。

解决方案: [MOV](#), [PPTC](#)

测试标准:

IEC61000-4-5, GB/T 17626.5



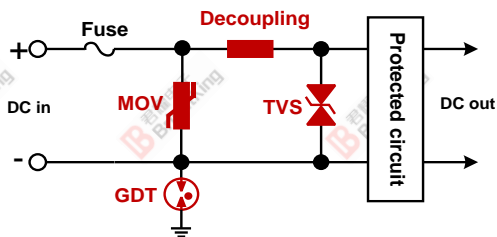
MOV 加 GDT 保护方案

MOV 对地串一颗 GDT, 以减缓 MOV 的老化。根据应用及测试要求请咨询我司技术人员选择具体型号。

解决方案: [MOV](#), [PPTC](#), [GDT](#)

测试标准:

IEC61000-4-5, GB/T 17626.5



两级保护方案

第一级采用 MOV 串联陶瓷气体放电管, 第二级采用 TVS, 退耦器件可根据线路电流大小选择功率电阻、功率电感或 PPTC。根据应用及测试要求请咨询我司技术人员选择具体型号。

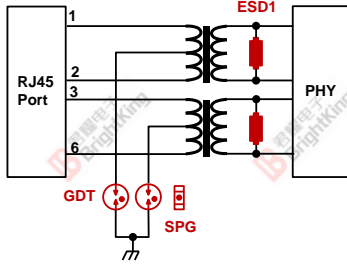
解决方案: [MOV](#), [GDT](#), [TVS](#)

测试标准:

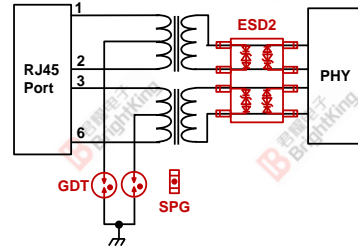
IEC61000-4-5, GB/T 17626.5

3.2 通信接口典型应用案例

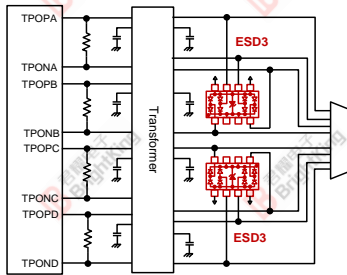
3.2.1 以太网 (RJ45) 接口防雷保护



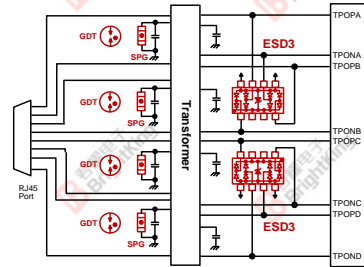
100M 以太网分立 ESD 器件保护方案



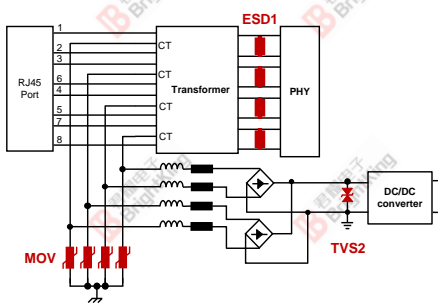
100M 以太网集成 ESD 器件保护方案



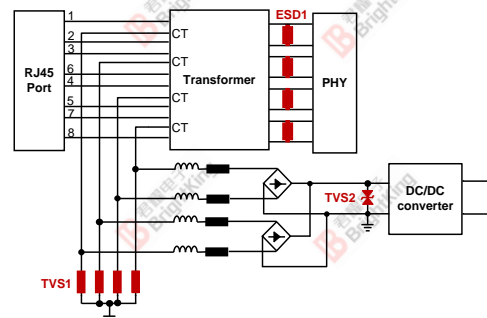
1000M 以太网高功率集成 ESD 器件保护方案 (室内)



1000M 以太网高功率集成 ESD 器件保护方案(室外)



1000M PoE 分立 ESD 器件+MOV 保护方案



1000M PoE 分立 ESD 器件+TVS 保护方案

以太网一次侧一般采用放电管做共模浪涌干扰的吸收，带 PoE 供电的以太网一次侧需要加钳位型保护器件，如 TVS 或 MOV 串气体放电管来做保护。二次侧一般采用 ESD 做差模浪涌干扰的吸收，可根据设计要求灵活选取分立器件或集成器件。根据应用及测试要求请咨询我司技术人员选择具体型号。

SGP/GDT : [SPG](#) , [GDT](#)

TVS : [TVS](#)

MOV : [101KDXX](#)

ESD1 : [UDD32C03/05L01](#)

ESD2 : [UFS08A2.8L04](#)

ESD3 : [UES08A03L05](#)

测试标准 :

IEC61000-4-2 , GB/T 17626.2 , ISO10605 , GB/T 19951 , IEC61000-4-5 , GB/T17626.5 , ITU-T K.12,

3.2.2 BNC 接口浪涌保护



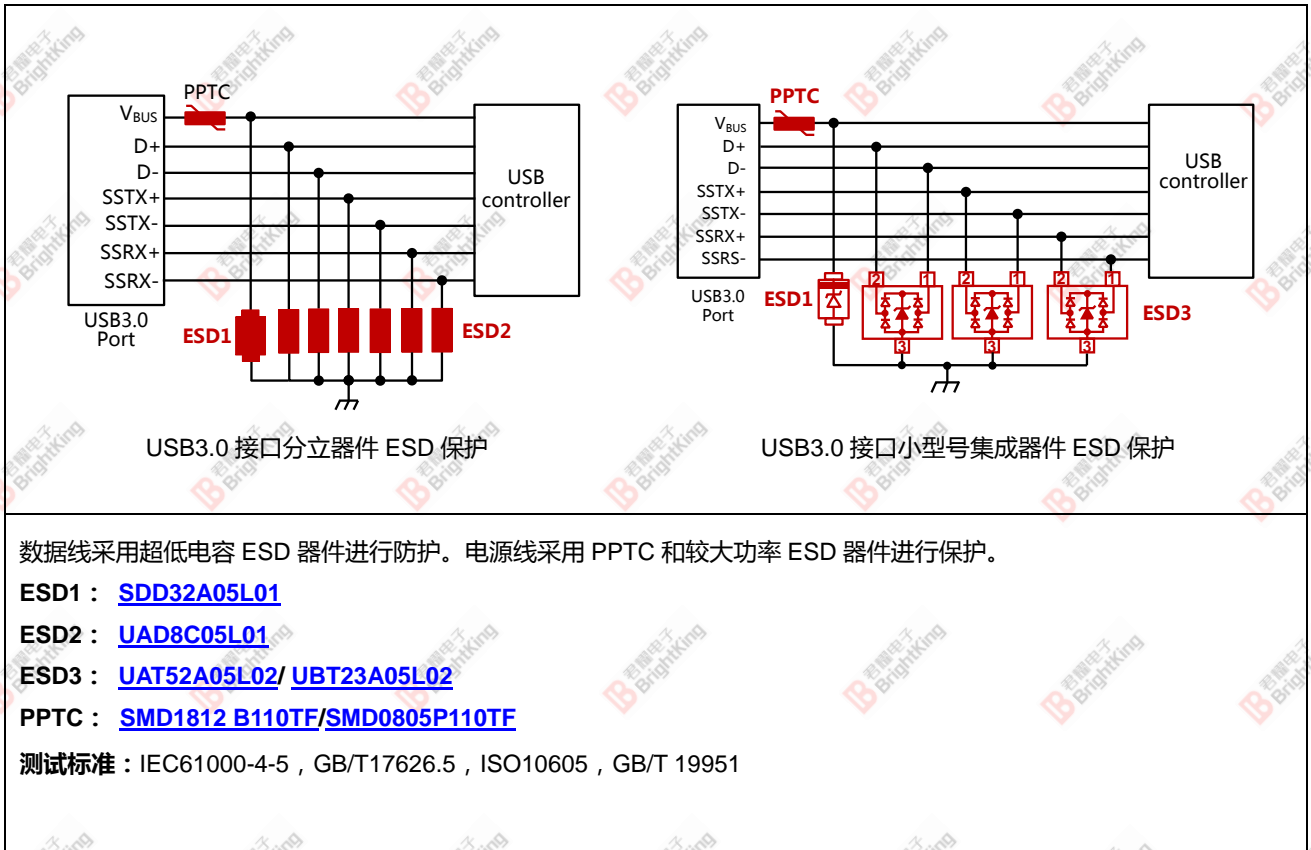
<p>BNC 接口一级保护方案</p>	<p>BNC 接口两级保护方案</p>
<p>两级防护方案第一级除了选择半导体放电管 (TSS) 之外, 也可以选择陶瓷气体放电管 (GDT) 或玻璃气体放电管 (SPG) 进行防护。根据应用及测试要求请咨询我司技术人员选择具体型号。</p> <p>TSS : P0080SX (X: A/B/C)</p> <p>PPTC : SMD 1812</p> <p>ESD : UDD32C03/05L01</p> <p>测试标准 : IEC61000-4-2 , GB/T 17626.2 , IEC61000-4-5 , GB/T17626.5</p>	

3.2.3 USB2.0 接口 ESD 保护

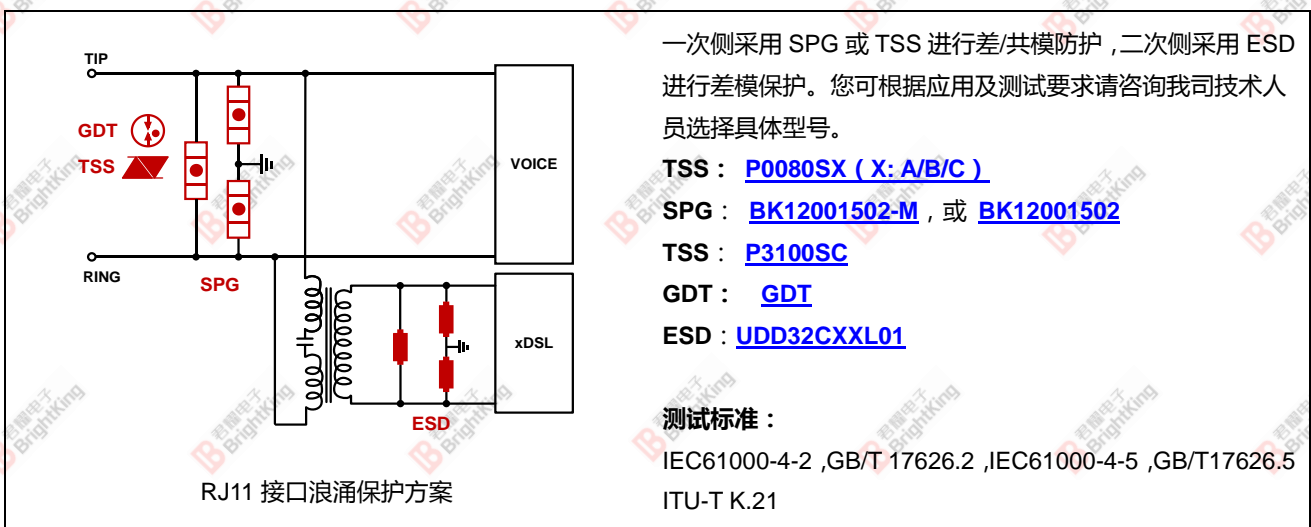
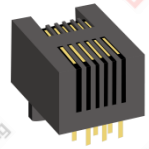


<p>USB2.0 接口 ESD 保护</p>	<p>可采用 SOT143 封装的器件对一路 USB2.0 接口进行防护。采用 SOT23-6L 封装的器件可同时对 2 路 USB2.0 接口进行保护。同时也可采用分立器件对 USB2.0 接口的数据线及电源线进行 ESD 防护。</p> <p>推荐器件如下 :</p> <p>ESD1 : UET14A05L03</p> <p>ESD2 : UDT26A05L05UL</p> <p>ESD3 : UDD32C05L01 / UAD8C05L01</p> <p>PPTC : SMD1812 B110TF</p> <p>测试标准 : IEC61000-4-5 , GB/T17626.5 , ISO10605 , GB/T 19951</p>
-------------------------	---

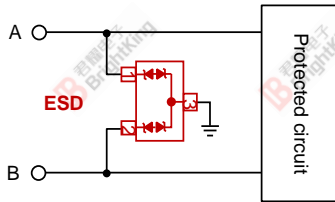
3.2.4 USB3.0 接口 ESD 保护



3.2.5 RJ11 接口防雷保护



3.2.6 RS485 接口保护



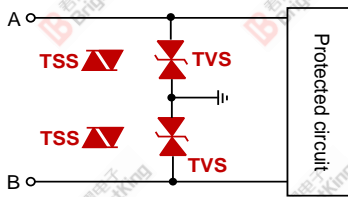
RS485 接口 ESD 保护方案

采用专用 485 防护 ESD 器件对 RS485 的数据线进行防护，该器件具有 7V 和 12V 不对称的工作电压。

ESD : [SDT23C712L02](#)

测试标准 :

IEC61000-4-2 , GB/T 17626.2



RS485 接口浪涌保护方案

采用 TVS 或半导体放电管 TSS 对 RS485 进行浪涌防护，可获得较高的浪涌防护等级。您可根据应用及测试要求请咨询我司技术人员选择具体型号。

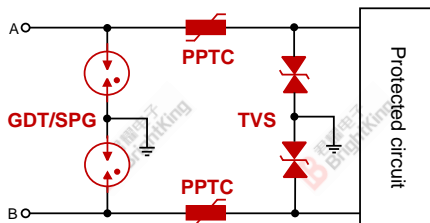
TVS : [SMBJ6.5CA](#)

TSS : [P0080SX \(X: A/B/C \)](#)

测试标准 :

IEC61000-4-2 , GB/T 17626.2

IEC61000-4-5 , GB/T17626.5



RS485 两级浪涌保护方案

第一级采用 GDT 进行防护，第二级采用 TVS 进行防护，在获得较高浪涌防护等级的同时，可获得较低的钳位电压。您可根据应用及测试要求请咨询我司技术人员选择具体型号。

[GDT](#)

[TVS](#)

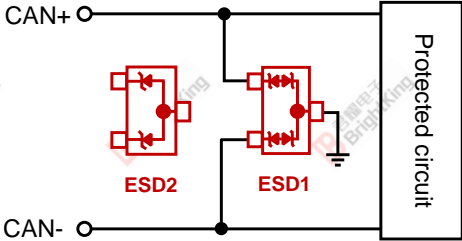
[PPTC](#)

测试标准 :

IEC61000-4-2 , GB/T 17626.2

IEC61000-4-5 , GB/T17626.5

3.2.7 CAN 总线静电 (ESD) 保护

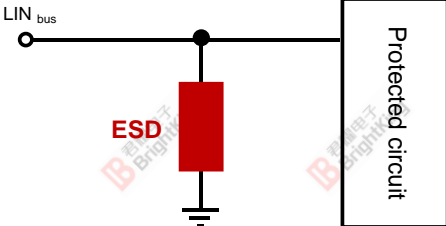


采用双向 SOT23 封装的 SDT23C24L02 或单向的 SET23A24L02 对 CAN 总线进行 ESD 防护。对于一些工业应用，也可参考 RS485 的防护方案。

器件推荐：
ESD1：[SDT23C24L02](#)
ESD2：[SET23A24L02](#)

测试标准：
IEC61000-4-5，GB/T17626.5
ISO10605，GB/T 19951

3.2.8 LIN 总线静电 (ESD) 保护



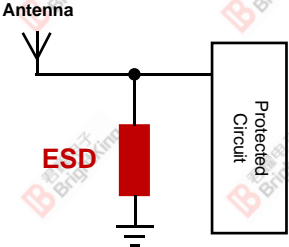
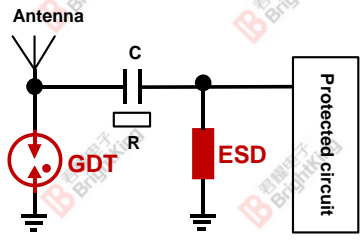
LIN 总线防护方案主要应用于汽车电子，推荐选用如下两款 ESD 器件进行 ESD 防护。

ESD：[UDD32C24L01](#)
或 [SDD32C24L01](#)

测试标准：
IEC61000-4-5，GB/T17626.5
ISO10605，GB/T 19951

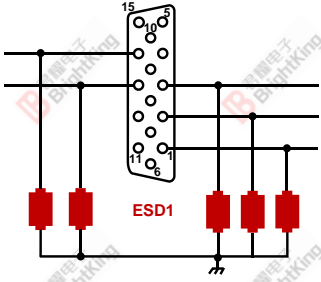
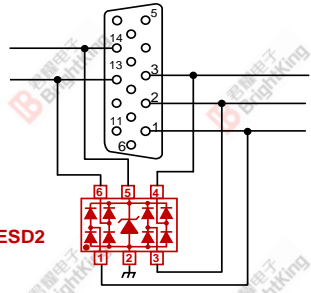
3.2.9 天线接口 (RF 口) 保护



 <p>ESD 保护方案</p> <p>采用超低电容的 ESD 器件对天线接口进行 ESD 防护。 ESD : UAD8C05L01 或 UDD32CXXL01 测试标准 : IEC61000-4-5 , GB/T17626.5 ISO10605 , GB/T 19951</p>	 <p>浪涌保护方案</p> <p>对于一些防护等级要求较高的应用可采用两级防护方案。 GDT : GDT ESD : UDD32CXXL01 测试标准 : IEC61000-4-2 , GB/T 17626.2 ISO10605 , GB/T 19951 IEC61000-4-5 , GB/T17626.5</p>
---	--

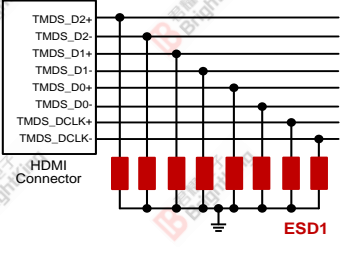
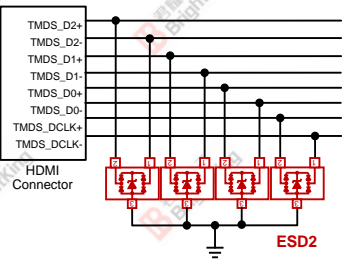
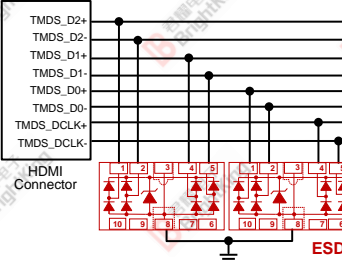
3.2.10 VGA 接口静电 (ESD) 保护



 <p>VGA 接口分立器件静电保护方案</p> <p>采用分立器件对 VGA 的口的行同步, 场同步及 RGB 型号口做 ESD 保护。 ESD1 : UAD8C05L01 / UDD32CXXL01 测试标准 : IEC61000-4-5 , GB/T17626.5 ISO10605 , GB/T 19951</p>	 <p>VGA 接口集成器件静电保护方案</p> <p>采用集成器件对 VGA 的口的行同步, 场同步及 RGB 型号口做 ESD 保护。 ESD2 : UDT26A05L05UL 测试标准 : IEC61000-4-5 , GB/T17626.5 ISO10605 , GB/T 19951</p>
--	--

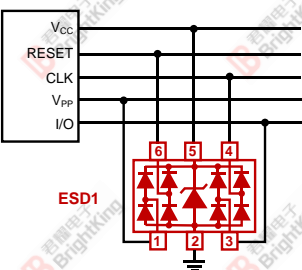
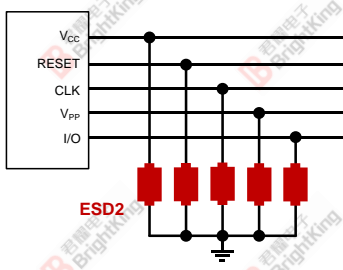
3.2.11 HDMI 接口静电 (ESD) 保护



 <p>HDMI 接口分立器件保护方案</p>	 <p>HDMI 接口小型号器件保护方案</p>	 <p>HDMI 接口集成器件保护方案</p>
<p>采用超低结电容器件对 HDMI 接口的数据线及时钟线进行 ESD 保护。</p> <p>推荐器件：</p> <p>ESD1：UAD8C05L01</p> <p>ESD2：UAT52A05L02/UBT23A05L02</p> <p>ESD3：UBQ10A05L04</p> <p style="text-align: right;">测试标准：</p> <p style="text-align: right;">IEC61000-4-2, GB/T 17626.2</p> <p style="text-align: right;">ISO10605, GB/T 19951</p>		

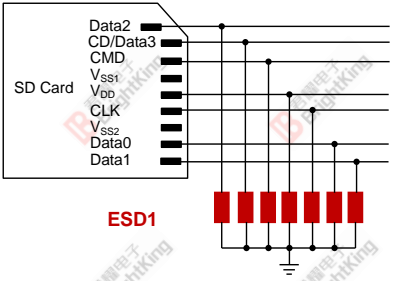
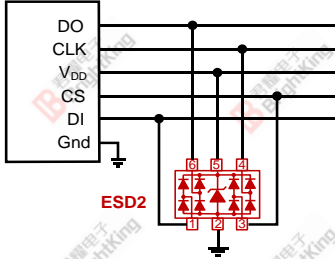
3.2.12 SIM 卡静电 (ESD) 保护



 <p>SIM 卡集成器件 ESD 保护</p>	 <p>SIM 卡分立器件 ESD 保护</p>
<p>可采用分立或集成的 ESD 器件对 SIM 卡进行保护。</p> <p>ESD1：UDT26A05L05UL</p> <p>ESD2：UAD8C05L01/UDD32C05L01</p> <p>测试标准： IEC61000-4-5, GB/T17626.5, ISO10605, GB/T 19951</p>	

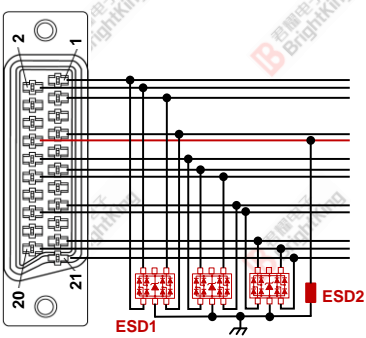
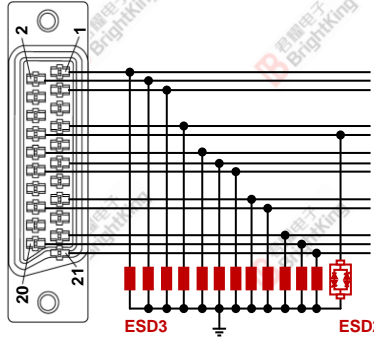
3.2.13 SD 卡静电 (ESD) 保护



 <p>SD 卡分立 ESD 器件保护</p>	 <p>SD 卡集成 ESD 器件保护</p>
<p>推荐器件：</p> <p>ESD1： UAD8C05L01/UDD32C05L01</p> <p>ESD2： UDT26A05L05UL</p> <p>测试标准：</p> <p>IEC61000-4-2, GB/T17626.2, ISO10605, GB/T 19951</p>	

3.2.14 SCART 卡接静电 (ESD) 电保护



 <p>集成 ESD 器件保护</p>	 <p>分立 ESD 器件保护</p>
<p>选用分立或集成的 ESD 器件对 SCART 接口做静电保护。</p> <p>推荐器件：</p> <p>ESD1： UDT26A05L05UL</p> <p>ESD2： UDD32C12/15L01</p> <p>ESD3： UAD8C05L01/UDD32C05L01</p> <p>测试标准：</p> <p>GB/T17626.2, IEC61000-4-2</p>	

3.2.15 Y_RC_B/Y_RP_B 接口静电 (ESD) 保护



<p>分立 ESD 器件保护</p>	<p>集成 ESD 器件保护</p>
<p>器件推荐： ESD1: UDD32C03L01 ESD2: JET14A05L03</p> <p>测试标准： GB/T17626.2 , IEC61000-4-2</p>	

3.2.16 DVI 接口静电 (ESD) 保护



<p>分立 ESD 器件保护</p>	<p>集成 ESD 器件保护</p>	<p>集成 ESD 器件保护</p>
<p>可根据设计需求选择不同封装的 ESD 器件对 DVI 端口的数据线及时钟线进行 ESD 防护</p> <p>推荐器件： ESD1 : UDD32C05L01/UAD8C05L01 ESD2 : UDT26A05L05UL , UCT26A05L05-HP1 ESD3 : UBQ10A05L04</p> <p>测试标准： GB/T17626.2 , IEC61000-4-2</p>		



3.2.17 S-Video 接口静电 (ESD) 保护

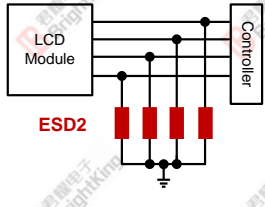
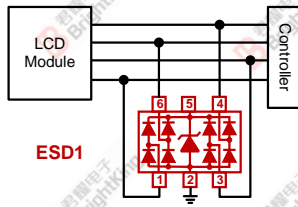
<p>集成 ESD 器件保护</p>	<p>分立 ESD 器件保护</p>
<p>器件推荐： ESD1： UAT52A05L02/UBT23A05L02 ESD2： UDD32C05L01</p>	<p>测试标准： GB/T17626.2 IEC61000-4-2</p>

3.2.18 耳机接口静电 (ESD) 保护

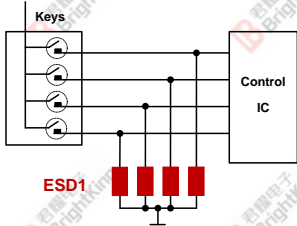
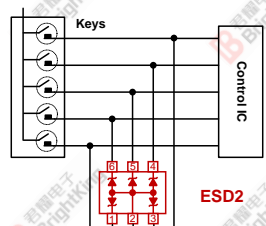


<p>分立 ESD 器件保护</p>	<p>集成 ESD 器件保护</p>
<p>器件推荐 ESD1： SDD32A12L01/SBD8C05L01 /LAD92C5.0L01 ESD2： UET14A05L03</p> <p>测试标准 GB/T17626.2 , IEC61000-4-2 ISO10605 , GB/T 19951</p>	

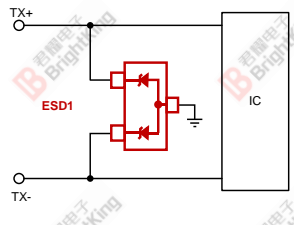
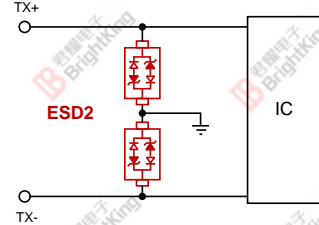
3.2.19 LCD 模块静电 (ESD) 防护

 <p>分立 ESD 器件保护</p>	 <p>集成 ESD 器件保护</p>
<p>器件推荐： ESD1： UDT26A05L05UL ESD2： UDD32C05L01/UAD8C05L01</p> <p>测试标准 IEC61000-4-2 , GB/T17626.2 , ISO10605 , GB/T 19951</p>	

3.2.20 按键接口静电 (ESD) 防护

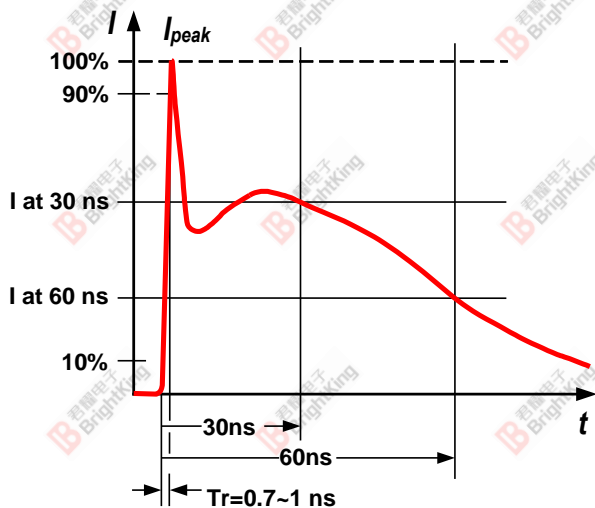
 <p>分立 ESD 器件保护</p>	 <p>集成 ESD 器件保护</p>
<p>器件推荐： ESD1： SJD12A(C)XXL01/SBD52C05L01 ESD2： SAT36A05L05</p> <p>测试标准 IEC61000-4-2 , GB/T17626.2 , ISO10605 , GB/T 19951</p>	

3.2.21 LVDS 接口静电 (ESD) 防护

 <p>集成 ESD 器件保护</p>	 <p>分立 ESD 器件保护</p>
<p>器件推荐： ESD1：UBT32A05L02 ESD2：UDD32C03L01</p> <p>测试标准 IEC61000-4-2，GB/T17626.2，ISO10605，GB/T 19951</p>	

4 附录：测试标准摘要

4.1 IEC61000-4-2：静电（ESD）



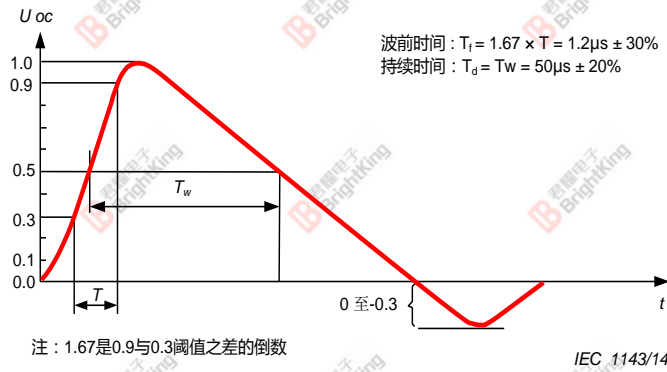
静电测试电流波形

IEC61000-4-2 静电放电波形参数					
等级	指示电压	第一峰值电流放电 (+/- 10%)	上升时间 (T_r)	30 ns 处放电电流 (+/- 30%)	60 ns 处放电电流 (+/- 30%)
	kV	A	ns	A	A
1	2	7.5	0.7~1	4	2
2	4	15	0.7~1	8	4
3	6	22.5	0.7~1	12	6
4	8	30	0.7~1	16	8

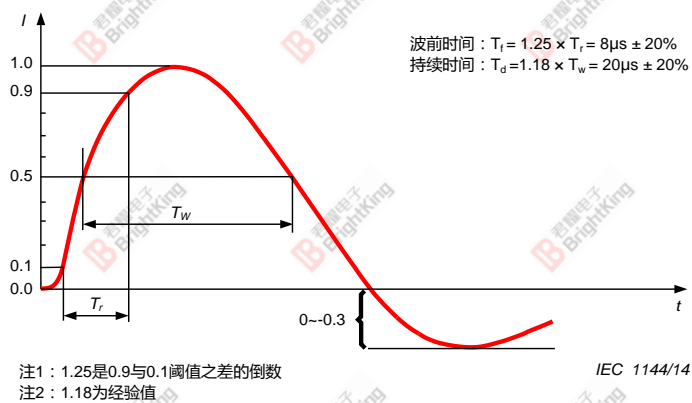
测试等级				
测试等级	等级 1	等级 2	等级 3	等级 4
接触放电	2	4	6	8
空气放电	2	4	8	15

4.2 IEC61000-4-5 : 浪涌 (Surge)

1.2/50μs & 8/20μs 组合波



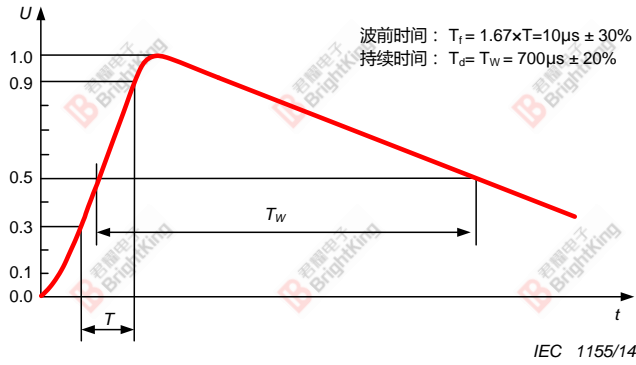
1.2/50μs 开路电压波形



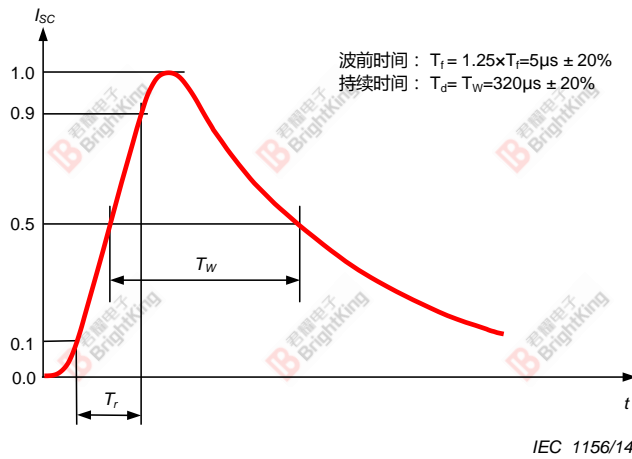
8/20μs 短路电流波形

峰值开路电压与峰值短路电流的关系		
开路电压峰值 (±10%)	短路电流峰值 (±10%) (18μF)	短路电流峰值 (±10%) (9μF+10Ω)
0.5kV	0.25kA	41.7A
1.0kV	0.5kA	83.3A
2.0kV	1.0kA	166.7A
4.0kV	2.0kA	333.3A

10/700μs&5/320μs



10/700μs 开路电压波形



5/320μs 电流波形

峰值开路电压与峰值短路电流的关系

波形发生器输出的开路电压峰值 (±10%)	波形发生器输出的短路电流峰值 (±10%)
0.5kV	12.5A
1.0kV	25A
2.0kV	50A
4.0kV	100A

安装类别

等级 0 具有良好保护的电气环境，通常在特殊的房间内。

所有输入电缆都提供过压（主和次级）保护。电子设备的单元由设计良好的接地系统互连，不受电力安装或闪电的影响。

电子设备有专用电源（见表 B.1）。

浪涌电压不得超过 25V。

等级 1 具有部分保护电气环境。

所有进入房间的电缆均有过压（主保护）保护。

设备单元通过接地网络互连，不受电力安装或闪电的显著影响。

电子设备具有自己独立的电源并与其他设备完全隔离。

在室内开关操作可以产生干扰电压。

浪涌电压不超过 500V。

表 1 中定义的测试级别 1 涵盖了该级别的测试要求。

等级 2 电气环境中电缆分离良好，即使是短距离线路。

设备的地与电源系统的地是以分离的方式连接，该接地系统会是受设备本身或雷电的影响。通常由主电源的专用变压器将电子设备的电源与其他电路分离。

安装中存在非保护电路，但是具有较好的隔离，且数量受限。

浪涌电压不得超过 1kV。

表 1 中涵盖了该级别的测试要求。

等级 3 电源线和信号线平行运行的电气环境

设备与供电系统的公共接地相连，该接地系统可能受到安装本身或雷电产生的干扰电压的影响。

由于接地故障，开关操作和电力安装中的闪电引起的电流可能会在接地系统中产生相对较高幅度的干扰电压。受保护的电子设备和不太敏感的电气设备连接到同一个电源网络。互连电缆可以是部分室外电缆，但靠近接地网络。

无抑制的感性负载存在于安装中，通常现场连接电缆不做区分。

浪涌不得超过 2kV。

该类的要求由表 1 中定义的测试级别 3 覆盖。

等级 4 同时含有户外电缆和电源线，并且线缆同时用于电子和电路的电气环境

该设备连接到电源设备的接地系统，可能受到安装本身或雷电产生的干扰电压的影响。

由于接地故障切换操作和电源设备中的闪电，kA 范围内的电流可能会在接地系统中产生相对较高振幅的干扰电压。

对于电子设备和其他电气设备，供电网络可以相同。互连电缆作为室外电缆运行，甚至连接到高压设备。

这种环境的一个特殊情况是当电子设备连接到人口密集区域内的电信网络时。电子设备外没有系统构造的接地网，接地系统仅由管道，电缆等组成。

浪涌电压不得超过 4kV。

表 1 中定义的测试级别 4 包含了该类别的测试要求。

等级 5 电气设备连接到非人口稠密地区的通信电缆和架空电力线的电气环境。

所有这些电缆和线路都提供过压（初级）保护。

电子设备外没有广泛的接地系统（暴露的工厂）。由于接地故障（电流高达 10kA）和雷击（电流高达 100kA）引起的干扰电压可能非常高。

等级 x 产品规格中规定的特殊条件。

表 1. 测试等级

等级	开路测试电压 (kV)	
	线-线	线-地 ^b
1	...	0.5
2	0.5	1
3	1	2
4	2	4
x ^a	特殊规定	特殊规定

a “X” 可以是任何测试等级，高于，低于或介于以上测试等级。测试等级应在设备的规格书上明确标注。
b 对于对称互连线，测试时多条线可以对地线同时施，即“线到地”。

表 B.1. 电源接口：测试等级选择（取决于安装等级）

安装等级	测试等级 (kV)							
	AC 电源和 a.c. I/O 外部接口 ^a		AC 电源和 a.c. I/O 内部接口 ^{a,d}		DC 电源和 d.c. I/O 外部接口 ^a		DC 电源和 d.c. I/O 内部接口 ^{a,d}	
	耦合方式		耦合方式		耦合方式		耦合方式	
	线-线	线-地	线-线	线-地	线-线	线-地	线-线	线-地
0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1	NA	0.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2	0.5	1.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3	1.0	2.0	1.0	2.0	NA	NA	NA	NA
4	2.0 ^b	4.0 ^b	2.0 ^b	4.0 ^b	2.0 ^b	4.0 ^b	2.0 ^b	4.0 ^b
5	c, b	c, b	2.0 ^b	4.0 ^b	2.0 ^b	4.0 ^b	2.0 ^b	4.0 ^b

a. 如果电缆长度小于或等于 10m，则不建议测试。
b. 对于采用特定主保护器件的端口，相应的主保护元件参数将应被应用于测试中，从而确保与受保护元件的协调性（匹配性）。如果需要主保护来保护接口但没有提供，通常按照主要保护的最大允许级别和典型的主保护器上执行测试。
c. 取决于当地供电系统类别。
d. 通常不需要对系统内部端口进行测试。

表 B.2. 电路/线路：测试等级选择（取决于安装等级）

安装等级	测试等级 (kV)											
	不对称操作电路/线路 ^{a, c, e}				对称操作电路/线路 ^{a, c, e}				屏蔽的电路/线路 ^{a, d, e}			
	外部端口		内部端口		外部端口		内部端口		外部端口		内部端口	
	线-线	线-地	线-线	线-地	线-线	线-地	线-线	线-地	线-线	屏蔽线-地	线-线	屏蔽线-地
0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1	NA	NA	NA	0.5	NA	NA	NA	0.5	NA	NA	NA	NA
2	NA	NA	0.5	1.0	NA	NA	NA	1.0	NA	NA	NA	0.5
3	NA	NA	1.0	2.0	NA	NA	NA	2.0	NA	NA	NA	2.0
4	2.0 ^b	4.0 ^b	2.0 ^b	4.0 ^b	NA	4.0 ^b	NA	4.0 ^b	NA	4.0 ^b	NA	4.0 ^b
5	2.0 ^b	4.0 ^b	2.0 ^b	4.0 ^b	NA	4.0 ^b	NA	4.0 ^b	NA	4.0 ^b	NA	4.0 ^b

a. 对距离小于 10m 的数据线不建议测试。
 b. 对于采用特定主保护器件的端口，相应的主保护元件参数将应被应用于测试中，从而确保与受保护元件的协调性（匹配性）。如果需要主保护来保护接口但没有提供，通常按照主要保护的最大允许级别和典型的主保护器上执行测试。
 c. 在线间到地接有浪涌保护器（SPDs）的网络线路中可能会发生线至线之间的浪涌（横向）。这种波动超出了本标准的范围。然而，这种现象可以通过通过定义的主要保护层应用共模浪涌来模拟。取决于当地供电系统类别。
 d. 连接天线的端口测试不属于本标准的范围。
 e. 通常不需要对系统内端口进行测试。