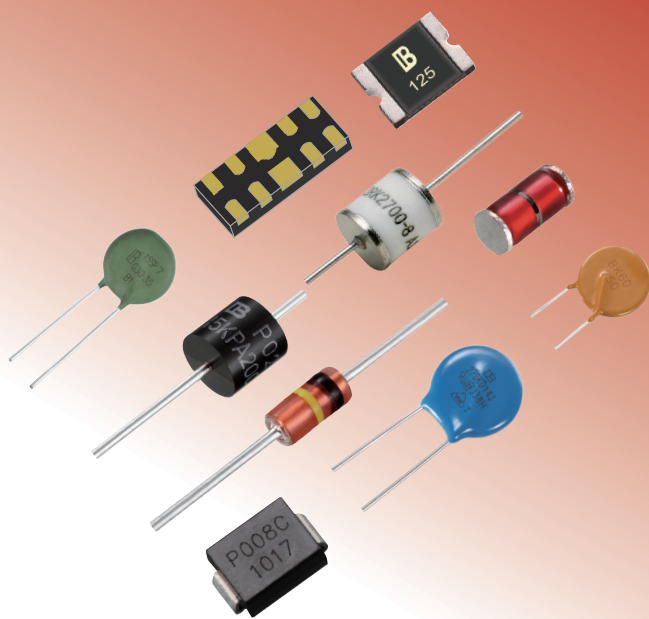




产品选型指南

TVS MOV ESD SPG GDT TSS PPTC NTC



SPG
MOV
ESD
PTC
GDT
NTC
TVS

<http://brightking.pulseelectronics.com>

版权及最终解释权归君耀电子 (BrightKing) 所有, 2020

目录

1.	各类保护元件介绍.....	4
1.1	保护元器件分类.....	4
1.2	瞬态电压抑制二极管 (TVS)	6
1.3	静电保护元件 (ESD)	7
1.4	金属氧化物压敏电阻 (MOV)	8
1.5	陶瓷气体放电管 (GDT) / 玻璃气体放电管 (SPG)	10
1.6	晶闸管 (TSS)	12
1.7	自恢复保险丝 (PPTC)	13
1.8	负温度系数热敏电阻 (NTC)	14
1.9	各类过电压保护器件性能综合比较	16
2.	浪涌防护原理.....	17
3.	典型应用案例.....	19
3.1	电源系统典型应用案例.....	19
3.1.1	交流 (AC) 电源端口浪涌保护.....	19
3.1.2	交流电源系统其他部分保护.....	19
3.1.3	直流 (DC) 电源端口浪涌保护.....	20
3.2	通信接口典型应用案例.....	21
3.2.1	100M 以太网 (RJ45) 接口保护.....	21
3.2.2	1000M 以太网 (RJ45) 接口保护.....	22
3.2.3	100M /1000M PoE (POWER ON ETHERNET) 接口保护.....	23
3.2.4	BNC 接口浪涌保护.....	24
3.2.5	USB2.0 接口 ESD 保护.....	24
3.2.6	USB3.0 接口 ESD 保护.....	25
3.2.7	USB TYPE-C 接口保护.....	26
3.2.8	RJ11 接口防雷保护.....	27
3.2.9	CAN 总线保护.....	28
3.2.10	LIN 总线静电 (ESD) 保护.....	28
3.2.11	天线接口 (RF 口) 保护.....	29
3.2.12	VGA 接口静电 (ESD) 保护.....	29
3.2.13	RS485 接口保护.....	30
3.2.14	HDMI 接口静电 (ESD) 保护.....	31
3.2.15	SIM 卡静电 (ESD) 保护.....	31
3.2.16	YCRCB/YPRPB 接口静电 (ESD) 保护.....	31
3.2.17	SCART 卡接静电 (ESD) 电保护.....	32
3.2.18	SD 卡静电 (ESD) 保护.....	32
3.2.19	DVI 接口静电 (ESD) 保护.....	33
3.2.20	S-VIDEO 接口静电 (ESD) 保护.....	33
3.2.21	耳机接口静电 (ESD) 保护.....	34
3.2.22	LCD 模块静电 (ESD) 防护.....	34
3.2.23	按键接口静电 (ESD) 防护.....	34
3.2.24	LVDS 接口静电 (ESD) 防护.....	35
3.2.25	I/O 接口 ESD 保护.....	35
3.2.26	RS232 接口静电 (ESD) 防护.....	36

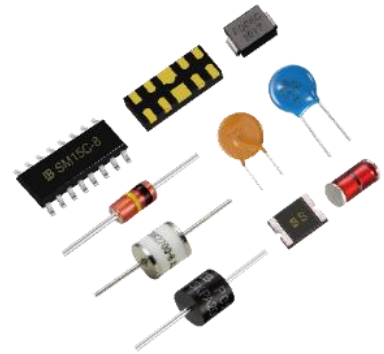
3.2.27	DISPLAY PORT ESD 保护	36
3.2.28	AV 端子	36
4.	君耀电子/普思电子 TVS 产品线	37
5.	君耀电子/普思电子 MOV 产品线	39
6.	君耀电子/普思电子 GDT 产品线	41
7.	君耀电子/普思电子 SPG 产品线	42
8.	君耀电子/普思电子 ESD 产品线	43
9.	君耀电子/普思电子 PPTC 产品线	49
10.	君耀电子/普思电子 NTC 产品线	50
11.	君耀电子/普思电子 TSS 产品线	50
12.	附录：测试标准摘要	51
12.1	IEC61000-4-2：静电（ESD）	51
12.2	IEC61000-4-5：浪涌（SURGE）	51

1. 各类保护元件介绍

1.1 保护元器件分类

君耀电子 (BrightKing) / 普思电子 (Pulse) 专业研发、生产、销售八大类电路保护器件，分别为：

- TVS, Transient Voltage Suppressors, 瞬态电压抑制二极管；
- MOV, Metal Oxide Varistors, 压敏电阻；
- ESD, Electrostatic Discharge Protection Devices, 静电保护元件；
- GDT, Gas Discharge Tubes, 陶瓷气体放电管；
- SPG, SPark Gap Protectors, 玻璃气体放电管；
- TSS, Thyristor Surge Suppressors, 晶闸管；
- PPTC, Polymer Positive Temperature Coefficient Thermistors, 聚合物正温度系数热敏电阻，也称自恢复保险丝。
- NTC, Negative Temperature Coefficient Thermistors, 负温度系数热敏电阻。



以上八大类器件按功能可分为过电压保护器件和过流保护器件，过电压型保护器件按照伏安特性可分钳位型过电压保护器件和开关型过电压保护器件。

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；
过电流型保护器件有：PPTC、NTC。

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。

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。

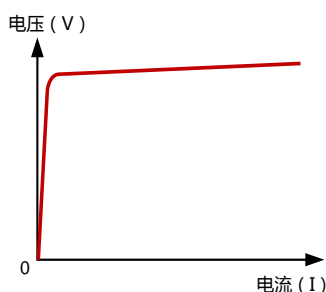


图 1.1 钳位型过电压保护器 V-I 曲线

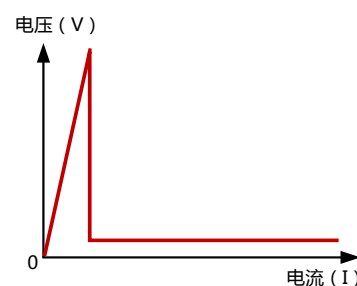


图 1.2 开关型过电压保护器件 V-I 曲线

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,当超出 PPTC 的维持电流时 PPTC 电阻随着通过器件的电流的增大而增大,常用于电源线过电流保护,或两级过电压保护器件之间做退耦等。PPTC 电阻温度曲线如图 1.3 所示。

过流型保护器件 NTC

NTC 是一种随着温度升高,电阻值减少的热敏电阻,NTC 主要应用于温度测量和控制,温度补偿、突波抑制、环境测量等,广泛应用于家电、仪器仪表、照明、工业、汽车电子等行业。NTC 电阻温度曲线如图 1.4 所示。

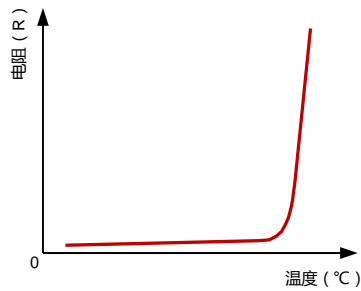


图 1.3 PPTC 电阻温度曲线

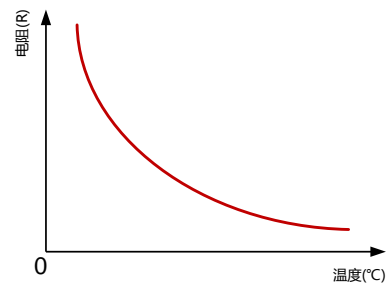
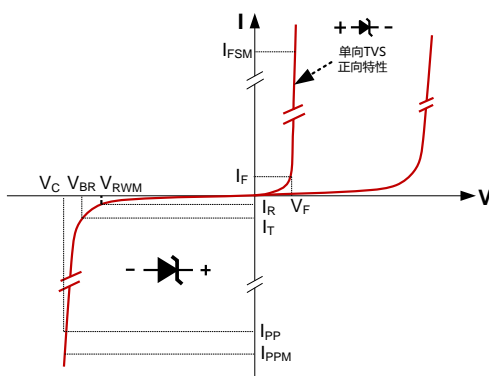
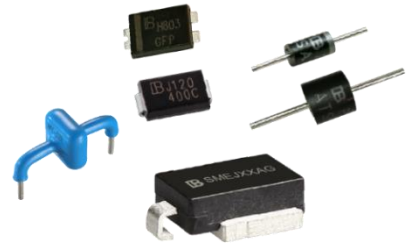


图 1.4 NTC 电阻温度曲线

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。



I_{PP}	峰值脉冲电流
I_{PPM}	额定峰值脉冲电流
V_C	钳位电压
V_{BR}	击穿电压
I_T	脉冲直流试验电流
V_{RWM}	最高工作电压
I_R	漏电流 (待机电流)
I_F	正向直流电流 (正向测试电流)
V_F	正向压降 (正向直流电压)
I_{FSM}	正向不重复峰值电流 (浪涌电流)

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, 如图 1.2.2 所示。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 特点

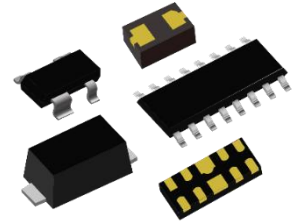
- TVS 内部芯片为半导体硅材料, 采用半导体工艺制成, 具有较高的可靠性;
- TVS 具有较低的动态内阻, 钳位电压低;
- TVS 较其他过压保护器件, 具有较快的响应速度;
- TVS 电压精度高, 击穿电压一般为 $\pm 5\%$ 的偏差, 在特殊应用场合, 还可以通过工艺改善或参数筛选达到更高的精度;
- TVS 封装多样化, 贴片封装有 SOD-123、SMA (DO-214AC)、SMB (DO-214AA)、SMC (DO-214AB)、DO-218AB 等, 插件封装有 DO-41、DO-15、DO-201、P-600 等;
- TVS 在 10/1000 μ s 波形下瞬态功率可达 200W~30000W, 甚至更高。在 8/20 μ s 波形下瞬态峰值脉冲电流可达 3kA、6kA、10kA、16kA、20kA 甚至更高;
- 工作电压范围可从 3.3V~600V, 甚至更高。
-

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 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。

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 由一个或多个 TVS 晶粒或二极管采用不同的布局制成具有特定功能的多路或单路 ESD 保护器件。ESD 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 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。



ESD 特点

- ESD 是一种钳位型过电压保护器件，用于静电防护及一些较低浪涌的防护；
- 工作电压根据 IC 的工作电压设计，如 2.8V、3.3V、5V、12V、15V、24V、36V 等；
- 电容低，最小可做到零点几皮法，满足高速数据接口应用，不影响数据通信质量；
- 封装可做到小型化器件，如 0201、0402 等封装，节约 PCB 空间；
- 灵活度高，可根据应用需求设计电容、封装形式、浪涌承受能力等参数；
- 封装多样化，有 QFN-0201、SOD-882、DFN1006-3L、SOT-523、SOD-523、QFN-10、SOD-123S、SOD-323、SOT-23、SOT-143、SOT-363、SOT23-6L、SOIC-8、SOIC-16 等。

ESD 选型注意事项

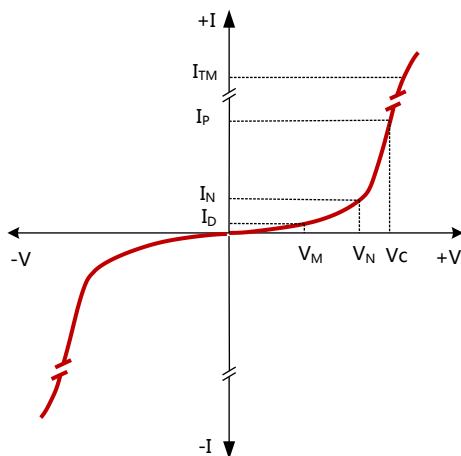
- **结电容 C_j** ：ESD 一般用于各类通信端口静电防护，在一些高速数据线路，如 USB3.0、HDMI、IEEE1394 等接口，应选择结电容小的 ESD 器件，以避免影响通信质量。
- **截止电压 V_{RWM}** ：ESD 器件的截止电压应大于被保护电路的最大工作电压，否则会影响被保护电路的正常工作。如工作电压为 5V 的线路，应选择截止电压等于或者大于 5V 的 ESD 器件。
- **封装形式**：根据电路设计布局及被保护线路数选择合适的封装形式。ESD 器件封装的大小从一定程度上可以反应器件的防护等级大小，一般封装越大的器件可容纳的 ESD 芯片尺寸也越大，防护等级也越高，反之亦然。
- **极性**：ESD 有单向和双向之分，根据工作的信号进行选择，单极性的信号可以选择单向的 ESD 或双向的 ESD 器件，双极性的信号需选择双向的 ESD 器件。

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较低的水平, 从而保护后级电路免遭异常瞬时过电压的损坏。MOV 具有较好的瞬时脉冲吸收能力, 电容较大, 一般应用于 AC 交流输入端防雷保护。由于压敏电阻的浪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 获得不同的瞬态浪涌电流, 我司 MOV 产品直径可满足 5mm~53mm 的要求。君耀/普思 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 (通常为 8/20 μ s)
- 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
- 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 特点

- 具有较强的浪涌吸收能力, MOV 在 8/20 μ s 波形的通流范围为几百安培至几十千安培, 我司直径为 53mm 的 MOV 单体在 8/20 μ s 波形的单次通流量可达 70kA;
- 压敏电压范围为 18V~1800V, 电压精度通常为 $\pm 10\%$, 满足低压到高压的应用需求;
- MOV 具有双向对称的击穿电压特性, 常用于交变电源线或低频信号线的保护;
- MOV 尺寸多样化, 我司可提供直径尺寸为 5mm~53mm 的 MOV;
- MOV 是一种老化型元器件, 用于大功率电源保护时常与陶瓷气体放电管 (GDT) 或玻璃气体放电管 (SPG) 串联使用, 以减缓 MOV 的老化, 延长 MOV 使用寿命。

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；压敏电压的选取可参考如下选型公式：

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

- a : 电源波动系数 (0.1~0.3)
- 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。

1.5 陶瓷气体放电管 (GDT) / 玻璃气体放电管 (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 的伏安特性及参数如图 1.5 和表 1.5 所示, SPG 的伏安特性曲线与 GDT 相似。

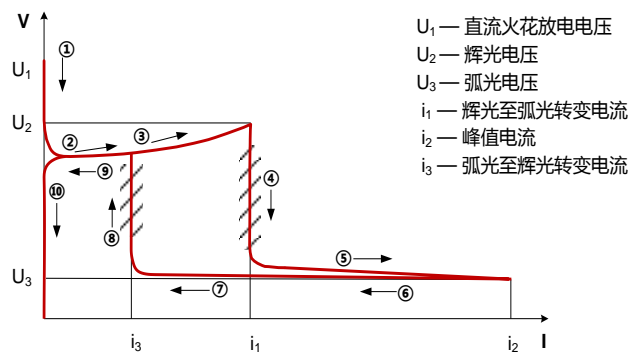


图 1.5 GDT 伏安特性曲线

表 1.5 GDT 主要参数

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/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
Minimum Insulation Resistance	最小绝缘阻抗, 施加一定的直流电压测量
Maximum Capacitance	最大电容

GDT 特点

- 电容低，大部分系列产品电容不超过 2pF，特大通流量产品电容在十几至几十皮法；
- 通流量大，我司 GDT 单体 8/20 μ s 波形的通流量范围为 500A~100kA；
- 直流击穿电压范围为 75V~6000V；
- 绝缘阻抗高，一般在 1G Ω 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，圆形电极及方形电极，满足不同应用需求。

SPG 特点

- 电容低，大多数产品电容在 2pF 以内；
- 体积小，我司目前最小可做到直径 1.4mm，长 3mm 的尺寸；
- 在 8/20 μ s 波形下通流量为 300A、500A、1000A、2000A，3000A 等；
- 绝缘阻抗高，一般在 100M Ω 以上，不易老化，可靠性高；
- 直流击穿电压范围为 140V~5000V；
- 封装多样，有贴片器件及插件器件，满足不同的应用需求。

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。

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，确定所选放电管必须达到可承受的冲击电流强度。

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其他限流器件。

1.6 晶闸管 (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 1.6), 具有典型的开关特性。TSS 一般并联在电路中应用, 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 快速导通泄放异常过电流, 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。

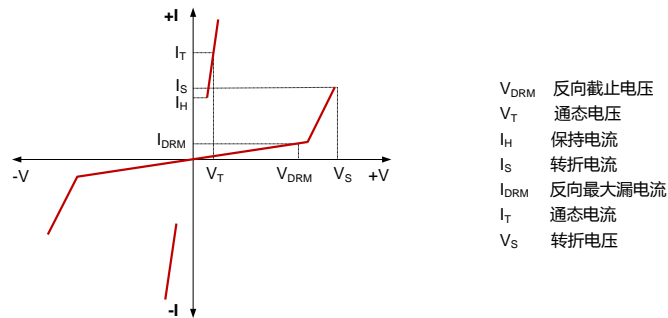


图 1.6 TSS 伏安特性曲线

TSS 特点

- 结电容低, 大多数产品电容值在几十皮法至一百多皮法;
- 封装多样化, 有插件、贴片及阵列式产品;
- 在 8/20 μ s 波形下通流量为几百安培;
- 漏电流小, 一般为几微安甚至零点几微安;
- 具有较精确的击穿电压, 反向截止电压范围为 6V~600V。

TSS 选型注意事项

反向截止电压 (V_{DRM}): 反向截止电压应等于或大于被保护电路的最大工作电压, 否则会影响被保护电路的正常工作;

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;

脉冲电压 (V_{PP}) / 脉冲电流 (I_{PP}): 根据测试标准或应用环境选择合适功率的 TSS, I_{PP} 或 V_{PP} 应满足测试或应用需求;

续流问题: TSS 与 GDT 和 SPG 相似, 为开关元器件, 导通后电压较低, 不能直接应用于电源线的防护。

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, 故 PPTC 也称为自恢复保险丝。



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。

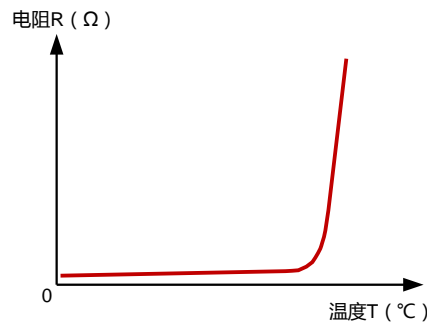


图 1.7 PPTC 电阻温度曲线

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 特点

- 对电流和温度敏感，电阻随温度及电流的增大而增大；
- PPTC 的响应速度较慢，一般为几十毫秒甚至几秒，与流过 PPTC 的电流大小和环境温度有关；
- 具有自恢复特性，在其额定使用范围内可重复应用于电路；
- PPTC 在电路正常工作状态下为低阻值，对电路几乎无影响；
- 应用时 PPTC 串联于电路中；
- 我司 PPTC 产品维持电流在 30mA~14A 范围，耐压范围为 5V~600V。

PPTC 选型注意事项

维持电流 I_h ：自恢复保险丝在特定温度下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} ：应等于或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。

1.8 负温度系数热敏电阻 (NTC)

NTC 热敏电阻(NTC(Negative Temperature Coefficient) :负温度系数)是由 MnO₂ , NiO , Co₂O₃ , CuO₂ , FeO₂ 的混合物烧结制成的陶瓷器件，其电阻对温度敏感，会随着环境温度的升高而减小(图 1.8.1)，NTC 热敏电阻常用于温度感测、补偿或浪涌电流的抑制。电源 NTC 的大小通常比温度感测类型的 NTC 大得多，作为电力线应用中的浪涌电流限制器，NTC 热敏电阻始终与负载串联在一起，作为过电流保护器。 NTC 最初呈现较高的电阻，并且其电阻会随着流过的过流而发生变化(图 1.8.2)。 NTC 吸收浪涌电流能量(图 1.8.33)同时，NTC 发热电阻变得更低，因此，与在电路中使用固定电阻器相比时，NTC 的功率损耗要低。

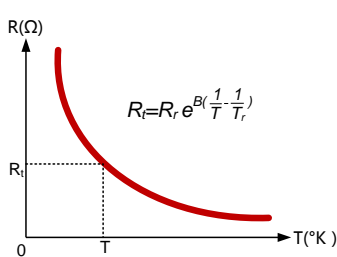


图 1.8.1 R-T 曲线

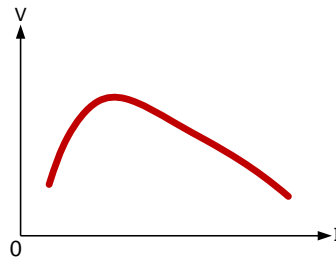


图 1.8.2 V-I 曲线

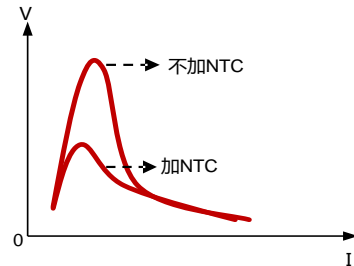


图 1.8.3 加 NTC 及不加 NTC 的过电流

温度型 NTC 选型注意事项

R-T 曲线

NTC 非线性电阻随温度变化曲线如图 1.8.1 所示，如果 R_r 是参考温度 T_r (°K) 时的电阻，电阻和温度之间的关系简单近似如下：

$$R_t = R_r e^{B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_r}\right)}, \quad R_t \text{ 为温度为 } t \text{ (°C) 时的电阻, 其中 } T \text{ (°K)} = 273.15 + t$$

参考温度 (R25 或其他) 的零功率电阻

通常我们通过两个参数 (温度和 Beta 值) 选择 NTC 温度传感器。R₂₅ 通常作为温度传感型 NTC 的参考电阻 (kΩ)，这个温度通常大于 1kΩ。

Beta 值

$$\text{Beta Value} = \frac{\ln\left(\frac{R_{t1}}{R_{t2}}\right)}{\left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2}\right)}$$

通过给定范围内两个温度的电阻值来计算 NTC 热敏电阻的 Beta 值。(例如：B (25/85) : 25 至 85°C)。

Beta 值可作为 NTC 的应用参考特性，如图 1.8.4 所示，较高的 Beta 值可以定义的温度较宽，常见 Beta 值类型有 B (25/50) 和 B (25/85)。

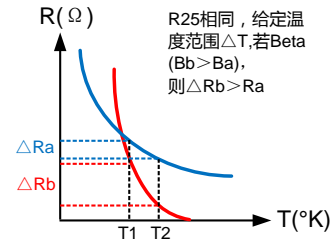


图 1.8.4 不同 B 值 R-T 曲线

功率型 NTC 选型注意事项

25°C 时的零功率电阻 (R25)

$$R_{25} \geq \frac{V_{peak}}{I_{surge}} \quad V_{peak} = 1.414 * V_{ac}, \quad I_{surge} = \text{最大浪涌电流}$$

对于电源逆变器，电源转换器，开关电源，UPS 电源， $I_{surge} = 100$ 倍工作电流；对于灯丝，加热器， $I_{surge} = 30 \sim 100$ 倍工作电流

最大能量和推荐电容

例如：全波整流电路 (图 1.8.5) 给电源供电时，滤波电容器在短时间内通过 NTC 充电，可能会出现高浪涌电流。电容器将存储如下量的能量：

$$\text{最高能量} \quad (J) = \frac{C(V_{peak})^2}{2}$$

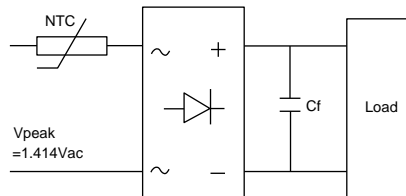


图 1.8.5 全波整流电路

NTC 吸收的浪涌能量近似等于电容器的能量。因能量取决于电压波形，所以建议的电容是在如下条件下定义的：

$$1.1 * 220V_{ac} = 240V_{ac} \rightarrow 340V_{dc}$$

最大稳态电流

最大稳态电流 > 电源回路中的实际工作电流

1.9 各类过电压保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 1.9 和表 1.9。

表 1.9 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 (8/20 μ s)	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

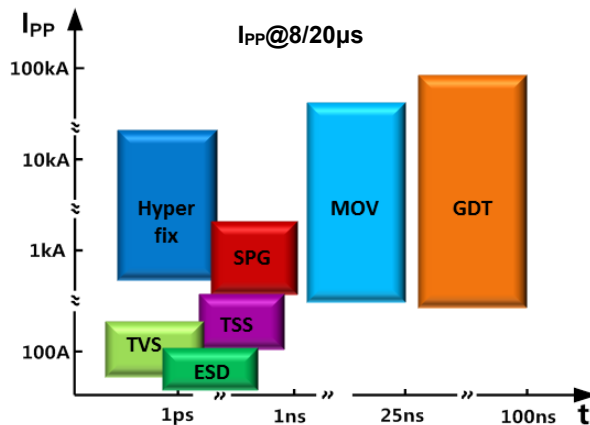


图 1.9 各类过电压保护元件通流量及响应时间

从图 1.9 和表 1.9 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/普思单体器件可做到 100kA (8/20 μ s)。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 (8/20 μ s)，压敏电压可做到 1800V。MOV 是由氧化锌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长期的浪涌冲击中容易老化。而 GDT 和 SPG 具有较大的绝缘阻抗，在 AC 输入端常和 MOV 串联来应用，以减缓 MOV 的老化。

图 1.9 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，可以用于一些低速通信线路的浪涌保护，如 RS485、RS232、CAN、RJ11 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) / 普思电子 (Pulse) 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，为客户提供优质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。

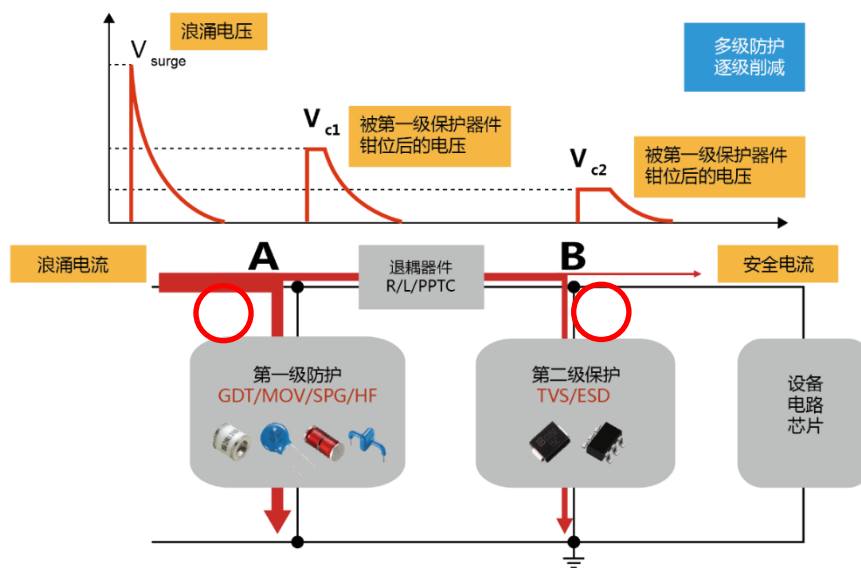


图 2.1 浪涌防护原理

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，保护时由于开关型器件导通电压较低，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。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的额定冲击浪涌电流时便会使其损坏。

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

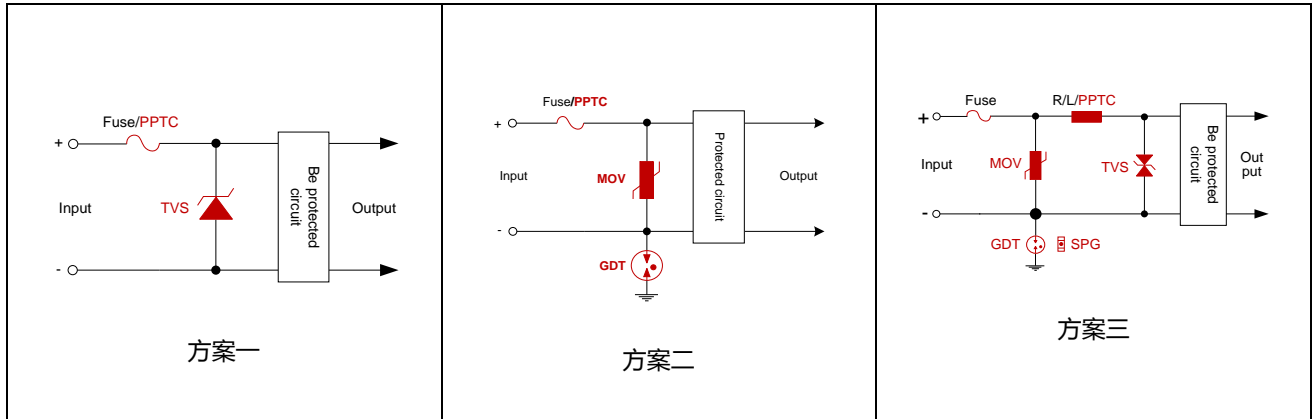
3.1.1 交流 (AC) 电源端口浪涌保护

<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, NT/SP</p> <p>参考测试标准：IEC61000-4-5, GB/T 17626.5</p>
<p>MOV+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, NT/SP</p> <p>参考测试标准：IEC61000-4-5, GB/T 17626.5</p>

3.1.2 交流电源系统其他部分保护

<p>共模电感保护：BK13001502/BK1301502-M/BK23001502/BK23001502-M/BK33001502/BK33001502-M</p> <p>吸收回路保护：P6KE200A、SMBJ170A</p> <p>输出端浪涌保护：TVS (根据输出电压值可咨询我司技术人员选择具体的型号)</p> <p>整流桥二级降残压：P6KE440CA、SMBJ400CA</p> <p>开机浪涌保护：NT/SP</p> <p>参考测试标准：IEC61000-4-5, GB/T 17626.5</p>

3.1.3 直流 (DC) 电源端口浪涌保护



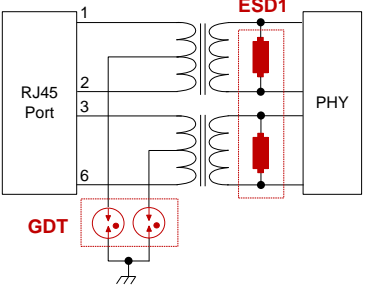
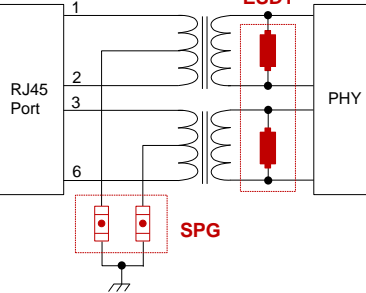
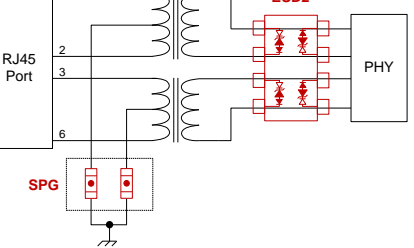
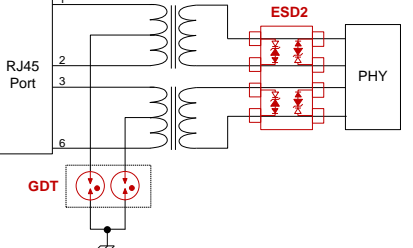
器件选型

工作电压/PPTC	方案一	方案二	方案三
DC5V	TVS : SMBJ5.0A 1.0SMB6.8A SMCJ5.0A	Not applicable	MOV : 820KD14 GDT : 4532-091-LF SPG : BK13001502/ BK1301502-M TVS : SMBJ5.0CA
DC12V	TVS : SMBJ18A 1.0SMB18A SMCJ18A	MOV : 180KD10 GDT : B32-150-LF SPG : BK33001502/ BK33001502-M	MOV : 820KD14 GDT : 4532-091-LF SPG : BK13001502/ BK1301502-M TVS : SMBJ18CA
DC24V	TVS : SMBJ28A 1.0SMB33A SMCJ28A	MOV : 330KD10 GDT : B32-150-LF SPG : BK33001502/ BK33001502-M	GDT : 4532-091-LF SPG : BK13001502/ BK1301502-M TVS : SMBJ28CA
DC48V	TVS : SMBJ58A 1.0SMB68A SMCJ58A	MOV : 820KD10 GDT : B32-150-LF SPG : BK33001502/ BK33001502-M	MOV : 820KD14 GDT : 4532-091-LF SPG : BK13001502/ BK1301502-M TVS : SMBJ58CA
PPTC	SMD1812/BK60¹	SMD1812/BK60¹	SMD1812/BK60¹

注 1 : PPTC 具体型号可根据实际应用咨询我司技术人员。

3.2 通信接口典型应用案例

3.2.1 100M 以太网 (RJ45) 接口保护

 <p style="text-align: center;">GDT+分立 ESD 器件</p>	 <p style="text-align: center;">SPG+分立 ESD 器件</p>
 <p style="text-align: center;">SPG+多路集成 ESD 器件</p>	 <p style="text-align: center;">GDT+多路集成 ESD 器件</p>

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。以下是较常用的推荐型号，不同的放电管对应不同的测试等级，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 : [2RL075L/M-5](#), [2RM075L/M-8](#), [4532-075/091-LF](#)

SPG : [BK13001502/BK1301502-M/BK23001502/BK23001502-M/BK33001502/BK33001502-M](#)

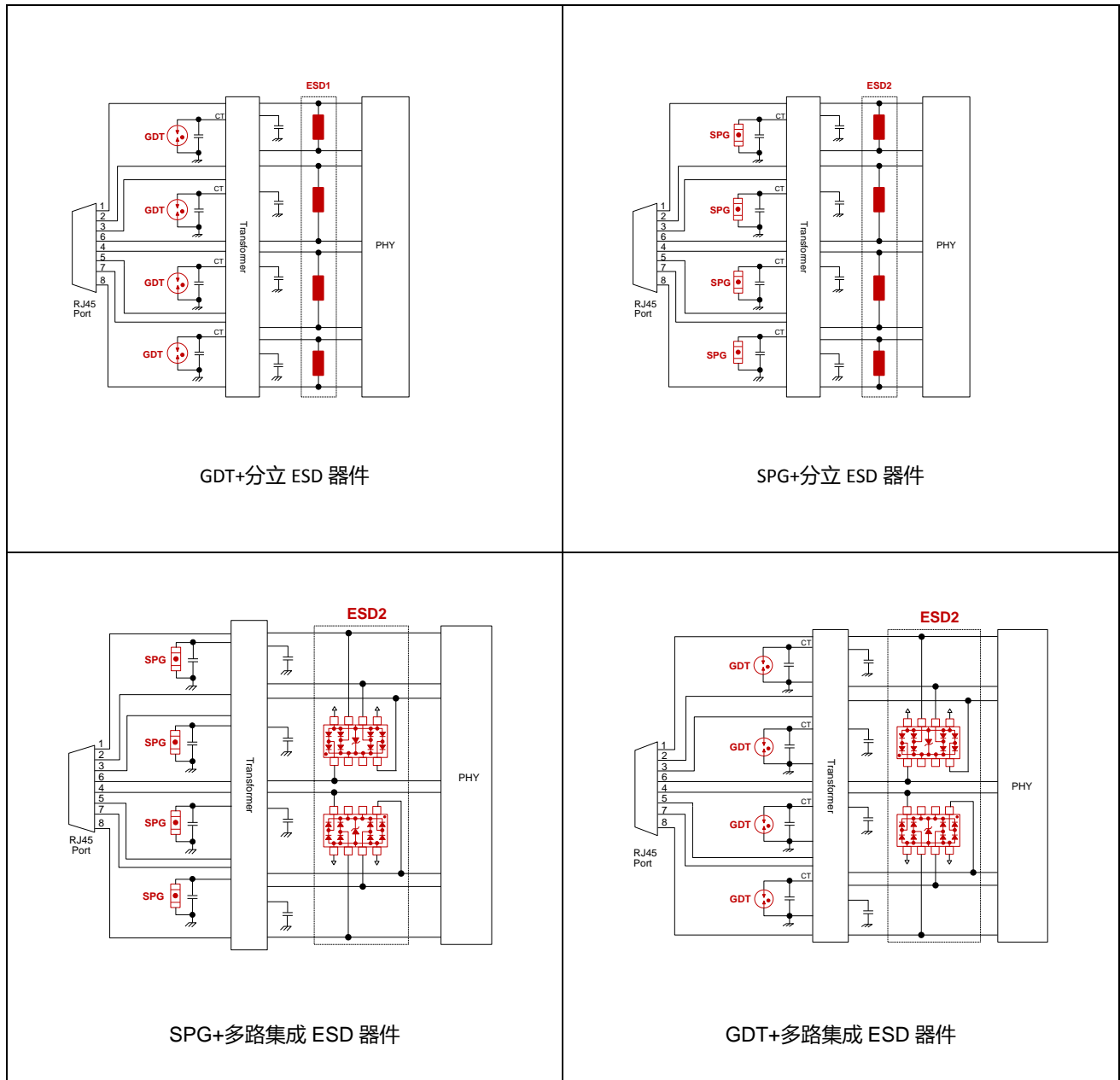
ESD1 : [UCD32C05L01](#), [UDD32C03/05L01](#)

ESD2 : [UFS08A2.8L04](#)

参考测试标准 :

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

3.2.2 1000M 以太网 (RJ45) 接口保护



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。以下是较常用的推荐型号，不同的放电管对应不同的测试等级，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 : [2RL075L/M-5](#), [2RM075L/M-8](#), [4532-075/091-LF](#)

SPG : [BK13001502/BK1301502-M/BK23001502/BK23001502-M/BK33001502/BK33001502-M](#)

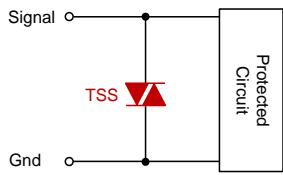
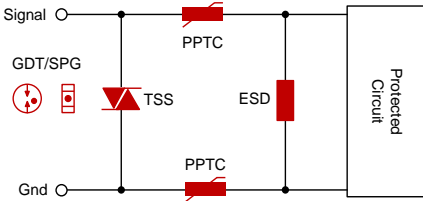
ESD1 : [UCD32C05L01](#), [UDD32C03/05L01](#)

ESD2 : [UES08A03L05](#)

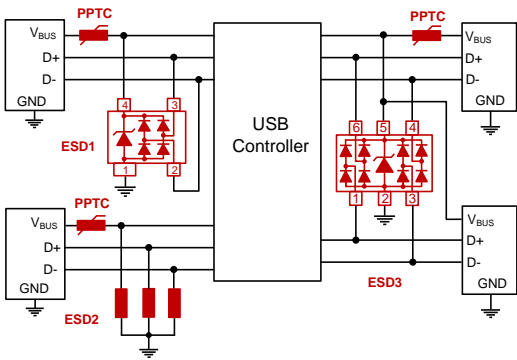
参考测试标准 :

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

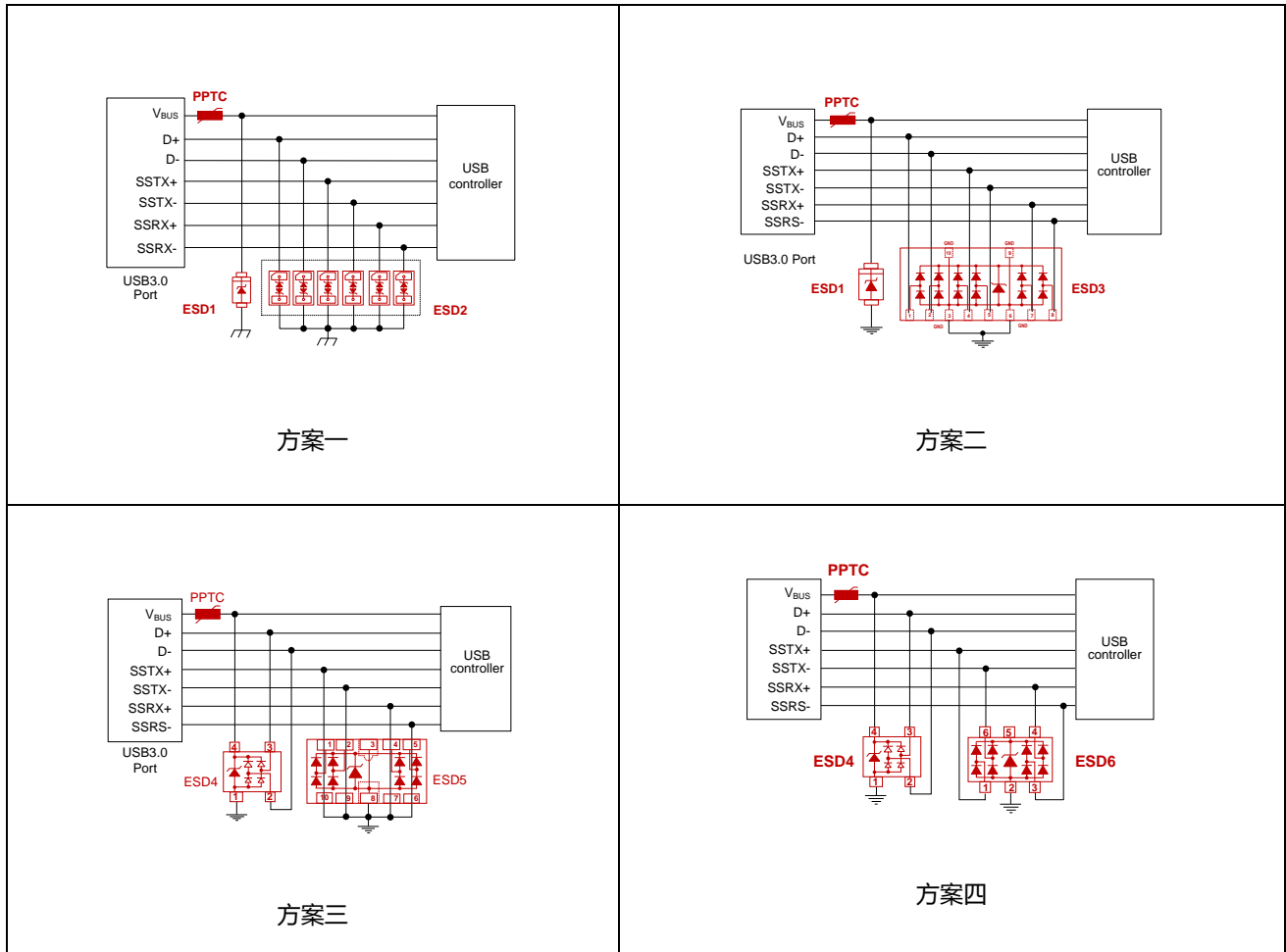
3.2.4 BNC 接口浪涌保护

 <p>一级保护方案</p>	 <p>两级保护方案</p>
<p>两级防护方案第一级除了选择晶闸管 (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: UDD32C05L01</p> <p>参考测试标准: IEC61000-4-2, GB/T 17626.2, IEC61000-4-5, GB/T17626.5</p>	

3.2.5 USB2.0 接口 ESD 保护

 <p>电路连接示意图</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 封装的器件可同时为 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-BK</p> <p>ESD2: UCD32C05L01 / UAD8C05L01-TIP</p> <p>ESD3: UDT26A05L05-LC1, UCT26A05L05-HP1</p> <p>PPTC: SMD1812 B110TF</p> <p>参考测试标准: IEC61000-4-2, GB/T17626.2, ISO10605, GB/T 19951</p>
--	--

3.2.6 USB3.0 接口 ESD 保护



数据线采用超低电容 ESD 器件进行防护。电源线采用 PPTC 和较大功率 ESD 器件进行保护。

推荐型号：

ESD1: [SDD32A05L01](#), [SFD52A05L01](#), [SFD52A07L01](#)

ESD2: [UBD32C05L01](#), [UAD8C05L01-TIP](#), [UAD8A05L01](#), [UAD03C05L01](#), [UAD52A05L01](#), [UAQ02C05L01-R0.5](#)

ESD3: [UAD33A05L06](#)

ESD4: [UET14A05L03-BK](#)

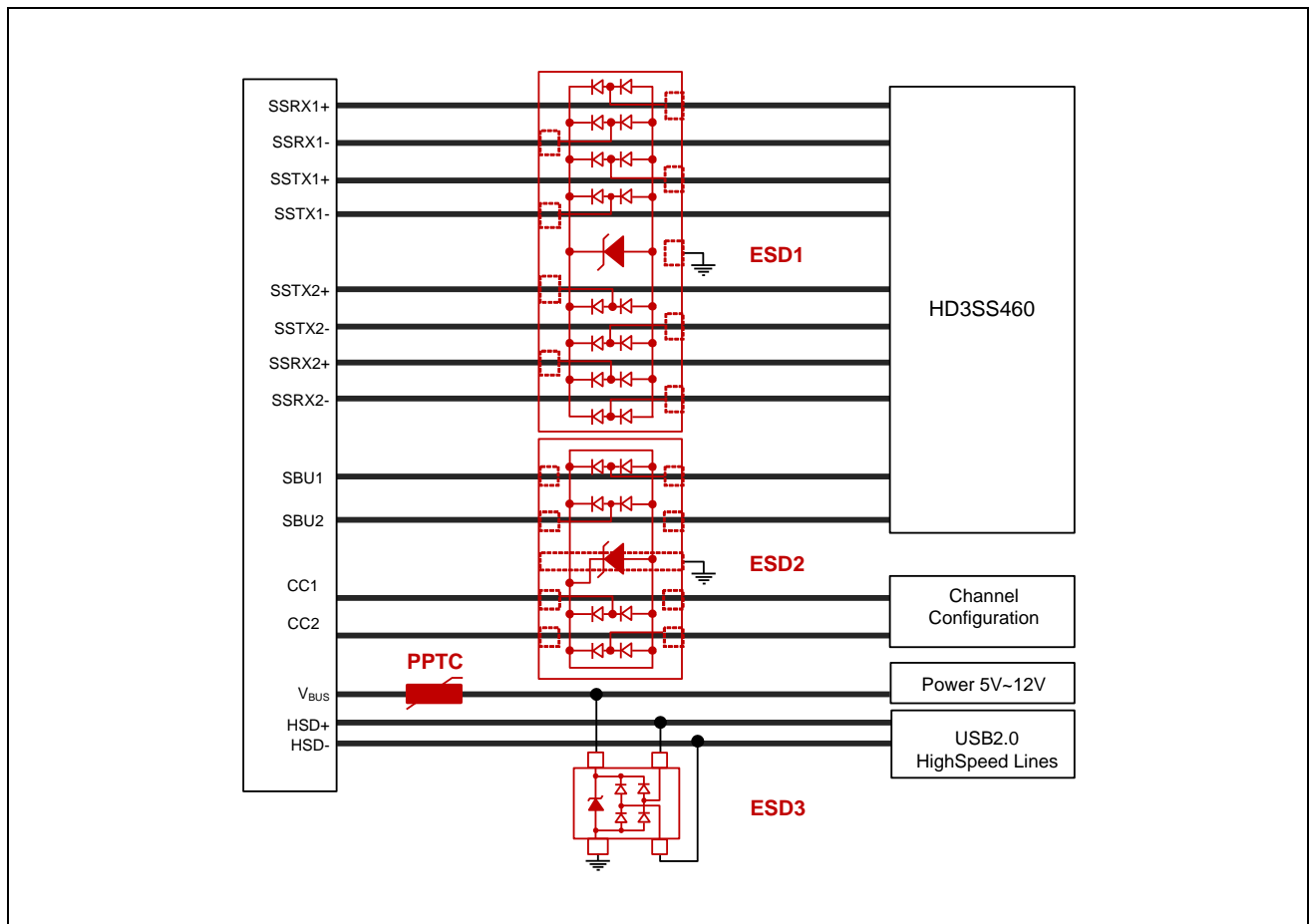
ESD5: [UBQ10A05L04HI](#), [UAD20A05L04](#)

ESD6: [UAT36A03L05](#), [UAT56A03L05](#)

PPTC: [SMD1812B110TF](#), [SMD1812B150TF/8](#)

参考测试标准：IEC61000-4-2，GB/T17626.2，ISO10605，GB/T 19951

3.2.7 USB Type-C 接口保护



USB3.1 接口依然是采用 2 对收发差分线，但是速率提高到最高到 10Gbps，信号上升沿 0.02~0.03ns，保护器件结电容建议小于 0.4pF。上图是 USB3.1 协议使用目前最热门的 Type C 物理接口的保护方案。

PPTC: [SMD1812B150TF/8](#)

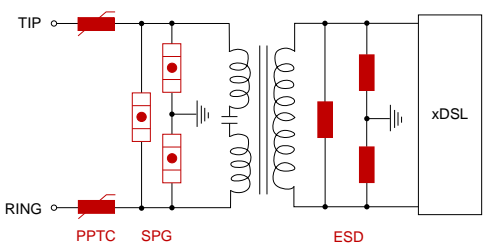
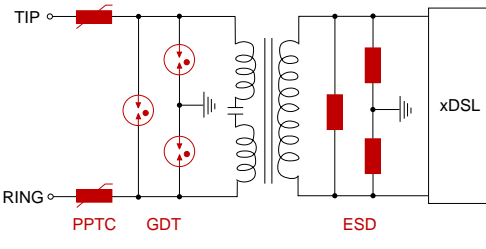
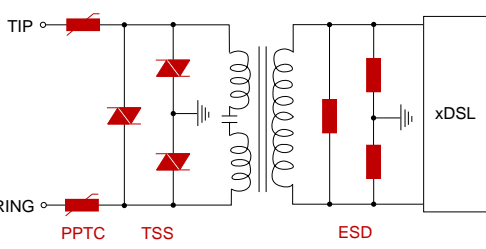
ESD1: [UAD38A05L08](#)

ESD2: [UAD20A05L04](#)

ESD3: [UAT14A15L03](#)

参考测试标准：IEC61000-4-2，GB/T17626.2，ISO10605，GB/T 19951

3.2.8 RJ11 接口防雷保护

 <p style="text-align: center;">RJ11 接口浪涌保护方案</p>	<p>一次侧采用玻璃气体放电管做差共模保护，PPTC 串联在电路中做过流保护，同时可应对电力线搭接测试要求。二次侧采用低电容高浪涌能力 ESD 做二次保护。推荐型号如下：</p> <p>PPTC: BK250/BK600</p> <p>SPG: BK12001502/BK12001502-M</p> <p>ESD: UDD32C05L01</p> <p>参考测试标准： IEC61000-4-2，GB/T 17626.2，IEC61000-4-5，GB/T17626.5，ITU-T K.21</p>
	<p>一次侧采用陶瓷气体放电管（GDT）做差共模保护，PPTC 串联在电路中做过流保护，同时可应对电力线搭接测试要求。二次侧采用低电容高浪涌能力 ESD 做二次保护。推荐型号如下：</p> <p>PPTC: BK250, BK600</p> <p>GDT: 2RL350L/M-5, 2RM350L/M-8</p> <p>ESD: UDD32C05L01</p> <p>参考测试标准： IEC61000-4-2，GB/T 17626.2，IEC61000-4-5，GB/T17626.5，ITU-T K.21</p>
	<p>一次侧采用晶闸管（TSS）做差共模保护，PPTC 串联在电路中做过流保护，同时可应对电力线搭接测试要求。二次侧采用低电容高浪涌能力 ESD 做二次保护。推荐型号如下：</p> <p>PPTC: BK250/BK600</p> <p>GDT: P3100SC</p> <p>ESD: UDD32CXXL01</p> <p>参考测试标准： IEC61000-4-2，GB/T 17626.2，IEC61000-4-5，GB/T17626.5，ITU-T K.21</p>

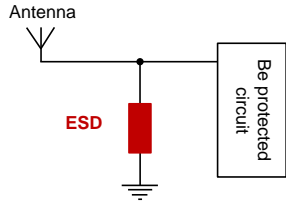
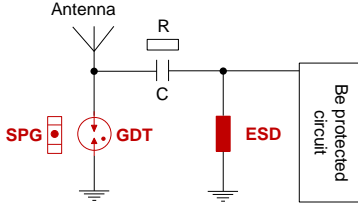
3.2.9 CAN 总线保护

	<p>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。</p>
<p>CAN 总线静电 (ESD) 保护</p>	<p>器件推荐： ESD： SDT23C24L02-AT , LBT23C24L02-AT 参考测试标准： IEC61000-4-2 , GB/T17626.2 ISO10605 , GB/T 19951</p>
	<p>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。</p>
<p>CAN 总线两级浪涌防护</p>	<p>GDT: 2RL075L/M-5 , 2RM075L/M-8 SPG: BK13001502/BK1301502-M PPTC: SMD1812B010TF TVS: SMAJ24CA 参考测试标准： IEC61000-4-5 , GB/T17626.5 IEC61000-4-2 , ISO10605 , GB/T 19951</p>
	<p>采用晶闸管 TSS 对 CAN 总线进行浪涌防护，可获得较高的浪涌防护等级。差模如需获取更低的残压，可在 CAN+ 与 CAN- 之间再加一颗同型号的器件。</p>
<p>CAN 总线一级浪涌防护</p>	<p>TSS: P0300SB 参考测试标准： IEC61000-4-5 , GB/T17626.5 IEC61000-4-2 , ISO10605 , GB/T 19951</p>

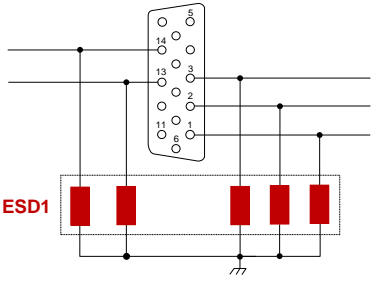
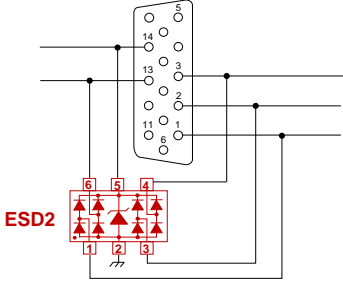
3.2.10 LIN 总线静电 (ESD) 保护

	<p>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。</p>
<p>ESD1</p>	<p>ESD1: SDD32C24L01</p>
<p>ESD2</p>	<p>ESD2: LBD32C1524L01</p>
<p>参考测试标准：</p>	<p>IEC61000-4-2 , GB/T17626.2 ISO10605 , GB/T 19951</p>

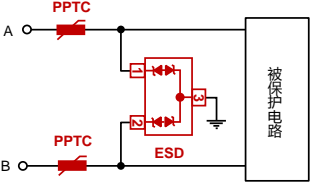
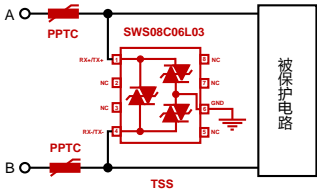
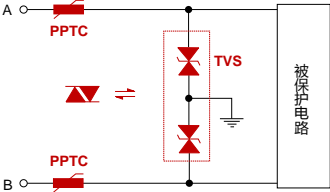
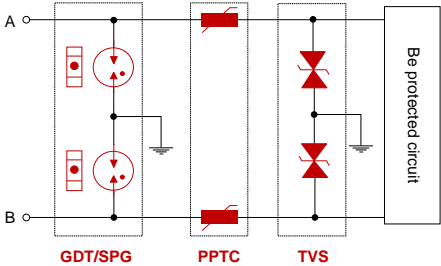
3.2.11 天线接口 (RF 口) 保护

 <p style="text-align: center;">ESD 保护方案</p>	 <p style="text-align: center;">浪涌保护方案</p>
<p>采用超低电容的 ESD 器件对天线接口进行 ESD 防护。</p> <p>ESD: UAQ02C05L01, UCD32C05L01, UBD32C05L01, UAD8C05L01-TIP, UAD52A05L01</p> <p>推荐测试标准: IEC61000-4-2, GB/T17626.2 ISO10605, GB/T 19951</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。</p> <p>GDT: 2RL075L/M-5, 2RM075L/M-8</p> <p>SPG: BK13001502/BK1301502-M</p> <p>ESD: UAQ02C05L01, UCD32C05L01, UBD32C05L01, UAD8C05L01-TIP, UAD52A05L01</p> <p>推荐测试标准: IEC61000-4-2, GB/T 17626.2 ISO10605, GB/T 19951 IEC61000-4-5, GB/T17626.5</p>

3.2.12 VGA 接口静电 (ESD) 保护

 <p style="text-align: center;">VGA 接口分立器件静电保护方案</p>	 <p style="text-align: center;">VGA 接口集成器件静电保护方案</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。</p> <p>ESD1: UCD32C05L01, UBD32C05L01, UAD8C05L01-TIP</p> <p>参考测试标准: IEC61000-4-2, GB/T17626.2 ISO10605, GB/T 19951</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。</p> <p>ESD2: UCT26A05L05-HP1, UDT26A05L05-LC1</p> <p>参考测试标准: IEC61000-4-2, GB/T17626.2 ISO10605, GB/T 19951</p>

3.2.13 RS485 接口保护

	<p>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。</p> <p>ESD: SDT23C712L02 PPTC: SMD1812B010TF/ BK250-110</p> <p>参考测试标准：IEC61000-4-2，等级 4</p>
	<p>采用多路集成的晶闸管 TSS 对 RS485 接口差共模保护，与相同芯片面积的 TVS 比可获得较高的浪涌防护等级。</p> <p>TSS: SWS08C06L03 PPTC: SMD1812B010TF/ BK250-110</p> <p>参考测试标准：IEC61000-4-5，10/700μs，40Ω，3kV，±5 次，间隔 1 分钟</p>
	<p>采用 TVS 或晶闸管 TSS 对 RS485 界面进行浪涌防护，可获得较高的浪涌防护等级。</p> <p>TVS: SMBJ6.5CA, SMB package TSS: P0080SB, SMB package PPTC: BK250-110</p> <p>参考测试标准：IEC61000-4-2，等级 4 IEC61000-4-5，10/700μs，40Ω，4kV，±5 次</p>
	<p>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。</p> <p>GDT: 2RM090M-5 SPG: BK13001502/BK1301502-M PPTC: SMD1812B010TF/ BK250-110 TVS: SMAJ5.0CA</p> <p>参考测试标准： IEC61000-4-2，等级 4 IEC61000-4-5，10/700μs，40Ω，6kV，±5 次</p>

3.2.14 HDMI 接口静电 (ESD) 保护

<p style="text-align: center;">UAD20A05L04x2</p>	<p style="text-align: center;">UAD38A05L08</p>
<p>ESD: UAD20A05L04 ESD 保护等级: IEC61000-4-2, 20kV(空气/接触)</p>	<p>ESD: UAD38A05L08 ESD 防护等级: IEC61000-4-2, 20kV(空气/接触)</p>

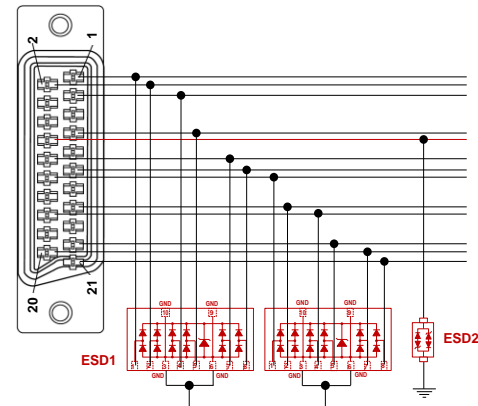
3.2.15 SIM 卡静电 (ESD) 保护

<p style="text-align: center;">ESD1</p>	<p style="text-align: center;">ESD2</p>	<p>ESD1: UAQ02C05L01, UCD32C05L01, UBD32C05L01, UAD8C05L01-TIP, UAD52A05L01 ESD2: UCT26A05L05-HP1, UDT26A05L05-LC1</p> <p>参考测试标准: IEC61000-4-2, GB/T17626.2, ISO10605, GB/T 19951</p>
<p>SIM 卡分立器件 ESD 保护</p>	<p>SIM 卡集成器件 ESD 保护</p>	

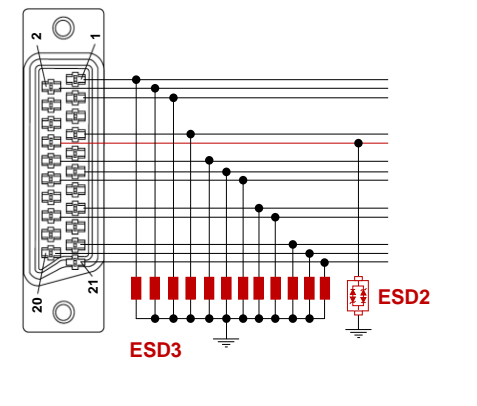
3.2.16 YCRCB/YPRPB 接口静电 (ESD) 保护

<p style="text-align: center;">ESD1</p>	<p style="text-align: center;">ESD2</p>
<p>分立 ESD 器件保护</p>	<p>集成 ESD 器件保护</p>
<p>器件推荐: ESD1: UCD32C05L01, UBD32C05L01, UAD8C05L01-TIP, UAD8A05L01, UAD52A05L01, UAQ02C05L01-R0.5 ESD2: UET14A05L03-BK 推荐测试标准: GB/T17626.2, IEC61000-4-2</p>	

3.2.17 SCART 卡接静电 (ESD) 电保护



集成 ESD 器件保护



分立 ESD 器件保护

选用分立或集成的 ESD 器件对 SCART 接口做静电保护。

推荐器件：

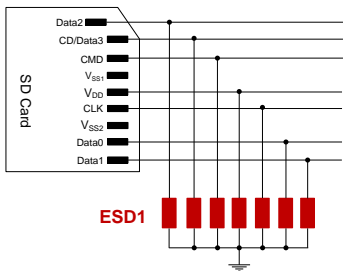
ESD1: [UAD33A05L06](#)

ESD2: [UDD32C12/15L01](#)

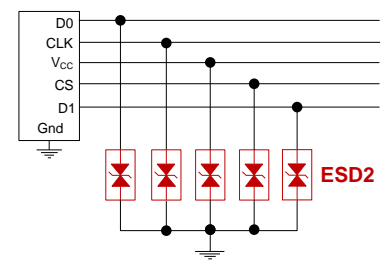
ESD3: [UCD32C05L01](#), [UBD32C05L01](#), [UAD8C05L01-TIP](#), [UAD8A05L01](#), [UAD52A05L01](#), [UAQ02C05L01-R0.5](#)

参考测试标准：GB/T17626.2，IEC61000-4-2

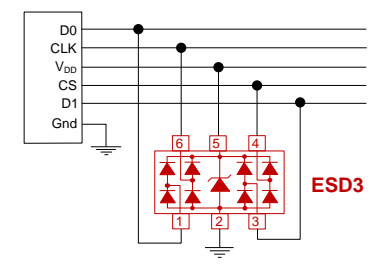
3.2.18 SD 卡静电 (ESD) 保护



ESD1



ESD2



ESD3

推荐器件：

ESD1: [UCD32C05L01](#), [UBD32C05L01](#), [UAD8C05L01-TIP](#), [UAD8A05L01](#), [UAD52A05L01](#), [UAQ02C05L01-R0.5](#)

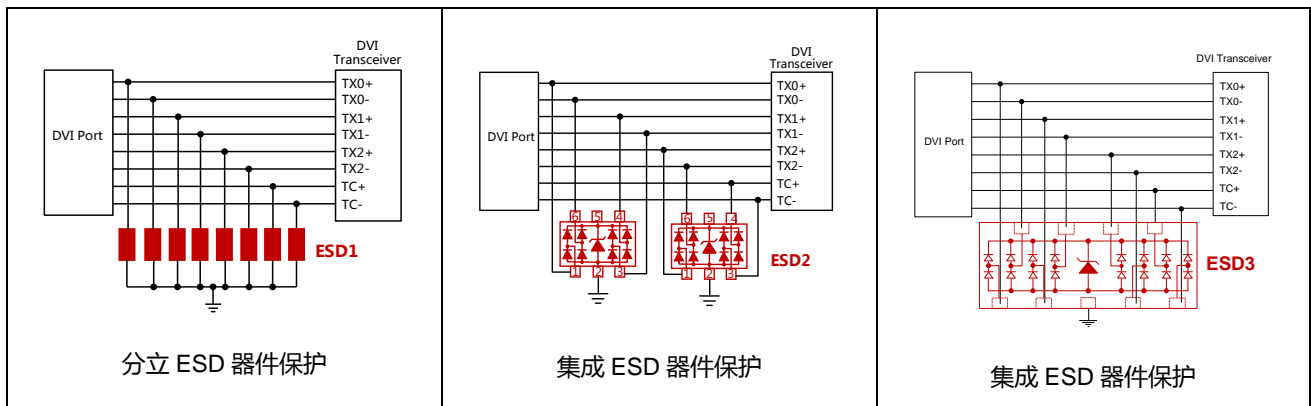
ESD2: [LBQ02C05L01](#)

ESD3: [UCT26A05L05-HP1](#), [UDT26A05L05-LC1](#)

推荐测试标准：

IEC61000-4-2，GB/T17626.2，ISO10605，GB/T 19951

3.2.19 DVI 接口静电 (ESD) 保护



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

推荐器件：

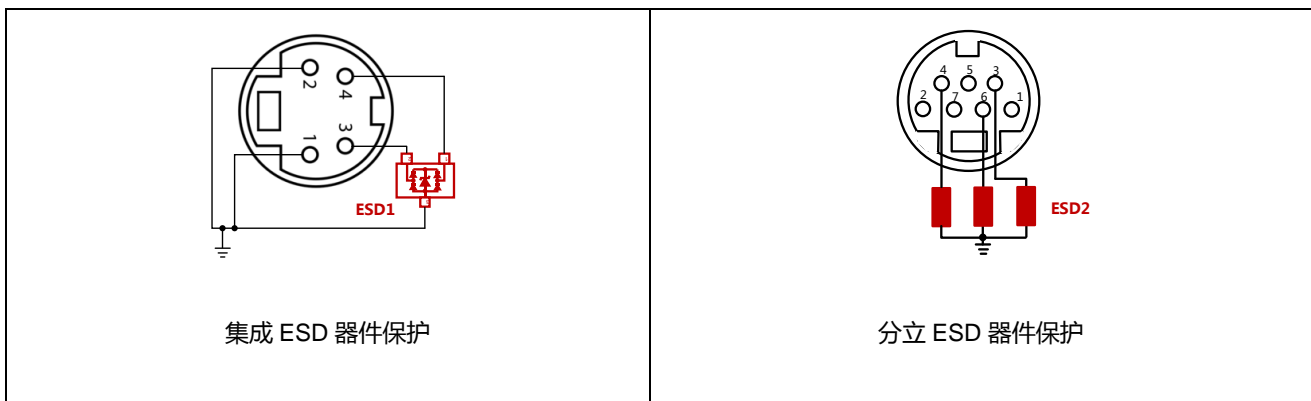
ESD1: [UCD32C05L01](#), [UBD32C05L01](#), [UAD8C05L01-TIP](#), [UAD8A05L01](#), [UAQ02C05L01-R0.5](#), [UAD52A05L01](#), [UAD03C05L01](#)

ESD2: [UCT26A05L05-HP1](#), [UDT26A05L05-LC1](#)

ESD3: [UAD38A05L08](#)

推荐测试标准：GB/T17626.2，IEC61000-4-2

3.2.20 S-Video 接口静电 (ESD) 保护



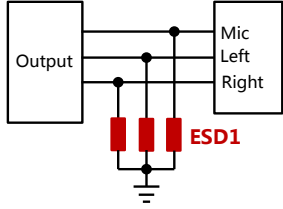
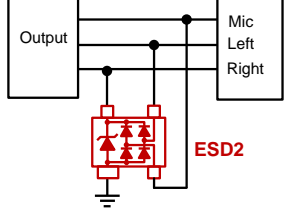
器件推荐：

ESD1: [UAT52A05L02](#)/[UBT23A05L02](#)

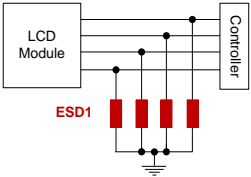
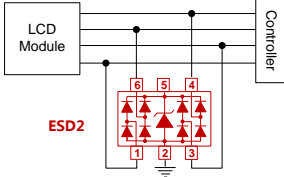
ESD2: [UCD32C05L01](#), [UBD32C05L01](#), [UAD8C05L01-TIP](#), [UAD8A05L01](#), [UAQ02C05L01-R0.5](#), [UAD52A05L01](#), [UAD03C05L01](#)

参考测试标准：GB/T17626.2，IEC61000-4-2

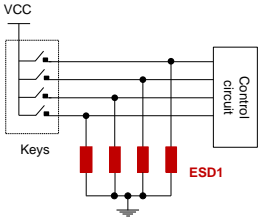
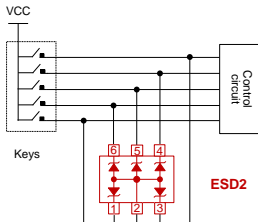
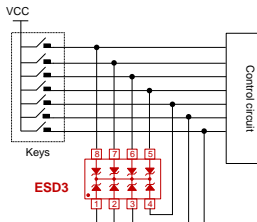
3.2.21 耳机接口静电 (ESD) 保护

 <p>分立 ESD 器件保护</p>	 <p>集成 ESD 器件保护</p>
<p>器件推荐</p> <p>ESD1: SDD32C05L01, SBD52C05L01, SDD52C05L01, SED52C05L01, LAD52C05L01, LAD8C05L01, LBD8C05L01, LAD92C5.0L01</p> <p>ESD2: UET14A05L03-BK</p> <p>参考测试标准</p> <p>GB/T17626.2 , IEC61000-4-2 , ISO10605 , GB/T 19951</p>	

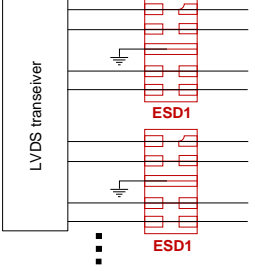
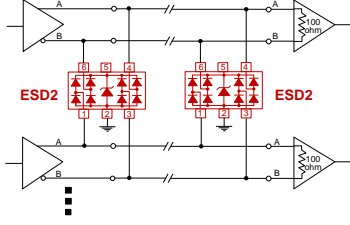
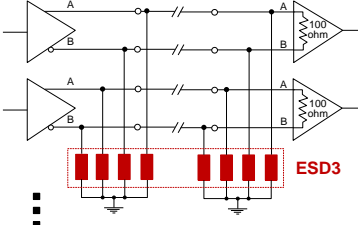
3.2.22 LCD 模块静电 (ESD) 防护

		<p>器件推荐 :</p> <p>ESD1: UCD32C05L01, UAD8C05L01-TIP, UAD03C05L01</p> <p>ESD2: UCT26A05L05-HP1, UDT26A05L05-LC1</p> <p>参考测试标准</p> <p>IEC61000-4-2 , GB/T17626.2 , ISO10605 , GB/T 19951</p>
---	---	---

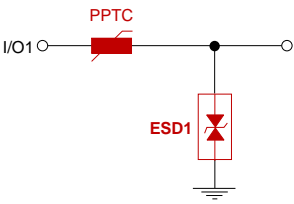
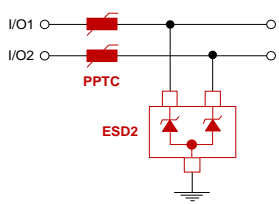
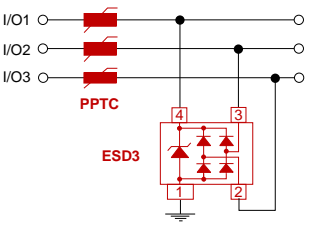
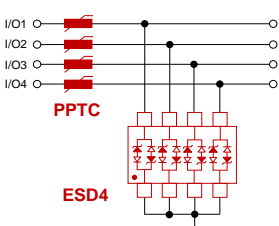
3.2.23 按键接口静电 (ESD) 防护

		
<p>器件推荐 :</p> <p>ESD1: SBD52C05L01, SJD12A(C)XXL01, SED52C05L01, SDD8A12L01</p> <p>ESD2: SAT36A05L05</p> <p>ESD3: SCS08C05L07/SCS08C12L07/SCS08C15L07/SCS08C24L07</p> <p>参考测试标准</p> <p>IEC61000-4-2 , GB/T17626.2 , ISO10605 , GB/T 19951</p>		

3.2.24 LVDS 接口静电 (ESD) 防护

		
<p>器件推荐：</p> <p>ESD1: UAD20A05L04, UAD20C05L04-R0.4, UBQ10A05L04HI, UBQ10A05L04-LV</p> <p>ESD2: UCT26A05L05-HP1, UDT26A05L05-LC1</p> <p>ESD3: UAQ02C05L01, UCD32C05L01, UBD32C05L01, UAD8C05L01-TIP, UAD52A05L01</p> <p>测试标准</p> <p>IEC61000-4-2 , GB/T17626.2 , ISO10605 , GB/T 19951</p>		

3.2.25 I/O 接口 ESD 保护

 <p>1 路 I/O 接口保护</p>	 <p>2 路 I/O 接口</p>
 <p>3 路 I/O 接口</p>	 <p>4 路 I/O 接口</p>

针对不同的 I/O 口可选择不同封装的 ESD 器件，以上是一些典型的应用案例，如有其它需求也可咨询我司技术人员。

器件推荐：

PPTC: [SMD0603](#), [SMD0805](#), [SMD1206](#), [SMD1210](#), [SMD1812](#)

ESD1: [SBD52C05L01](#), [SJD12A\(C\)XXL01](#), [SED52C05L01](#)

ESD2: [SDT23C05L02/SDT23C12L02/SDT23C15L02SDT23C24L02](#)(Bidirectional)

[SET23A03L02/SET23A05L02/SET23A12L02/SET23A15L02/SET23A24L02/SET23A36L02](#)(Unidirectional)

ESD3: [UDT14A05L03](#)

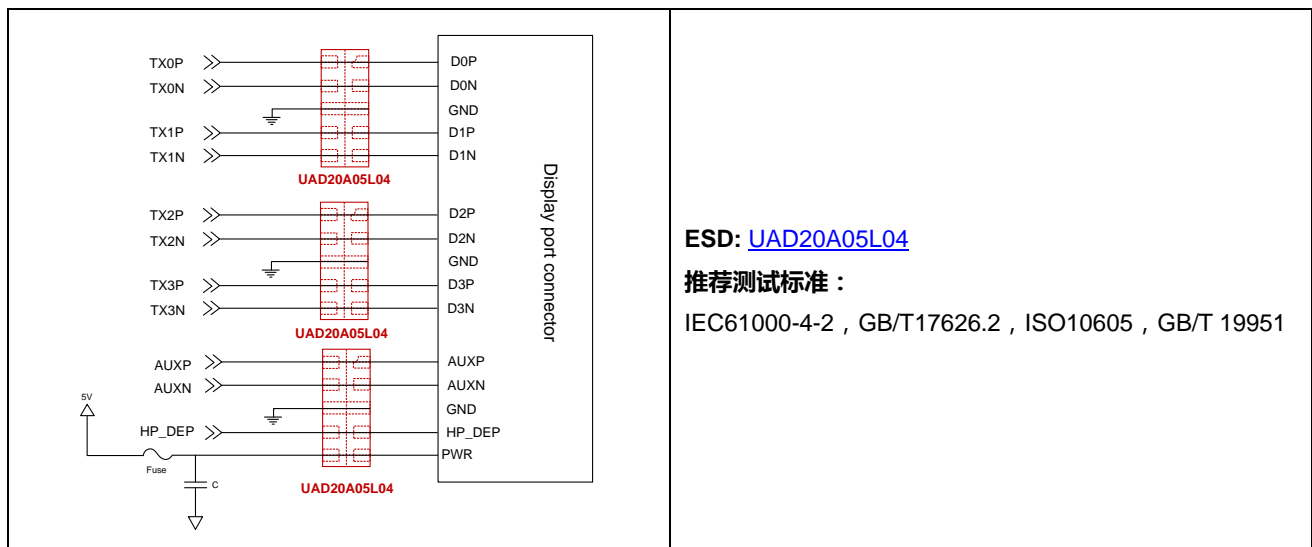
ESD4: [LES08C05L04/LES08C12L04/LES08C15L04/LES08C24L04](#)

推荐测试标准： IEC61000-4-2 , GB/T17626.2 , ISO10605 , GB/T 19951

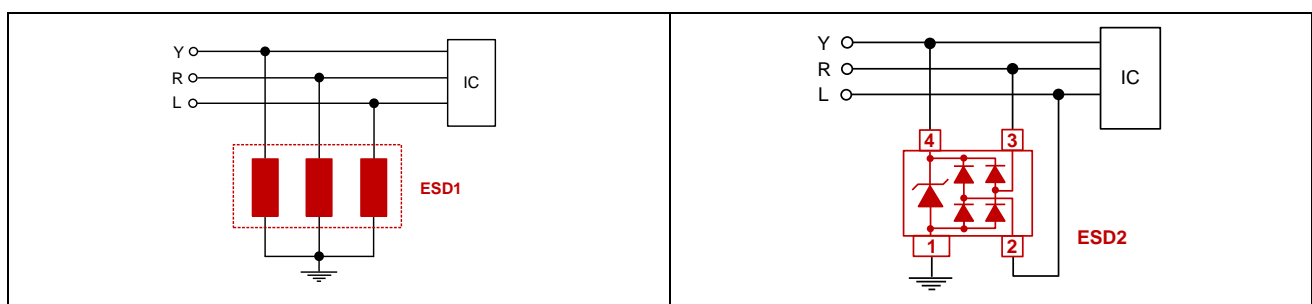
3.2.26 RS232 接口静电 (ESD) 防护



3.2.27 Display Port ESD 保护



3.2.28 AV 端子



ESD1: [UCD32C05L01](#), [UBD32C05L01](#), [UAD8C05L01-TIP](#), [UAQ02C05L01-R0.5](#), [UAD52A05L01](#)



ESD2: [UET14A05L03-BK](#)


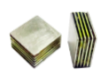

推荐测试标准 :

IEC61000-4-2 , GB/T17626.2 , ISO10605 , GB/T 19951










4. 君耀电子/普思电子 TVS 产品线

汽车电子产品 (AEC-Q101)

系列	极性	峰值脉冲功率 @10/1000 μ s P_{PPM} (W)	外观图	封装	反向截止 工作电压 V_{RWM} (V)	最大钳位电 压范围 @ I_{PP} V_C (V)	峰值脉冲电 流范围 I_{PP} (A)
SMAJ-AT	单向//双向	400		SMA/DO-214AC	5.0~440.0	9.2~713.0	43.5~0.6
P4SMA-AT	单向//双向				5.80~467.00	10.5~760.0	39.0~0.5
P4KE-AT	单向//双向		DO-204AL/DO-41	5.80~467.00	10.5~760.0	39.0~0.52	
SMBJ-AT	单向//双向	600		SMB/DO-214AA	5.0~440.0	9.2~713.0	65.3~0.9
P6SMB-AT	单向//双向				5.80~467.00	10.5~760.0	58.1~0.8
P6KE-AT	单向//双向		DO-204AC/DO-15	5.80~512.00	10.5~828.0	58.1~0.75	
SMCJ-AT	单向//双向	1500		SMC/DO-214AB	5.0~440	9.2~713.0	163.0~2.1
1.5SMC-AT	单向//双向				5.80~467.00	10.5~760.0	144.8~2.0
1.5KE-AT	单向//双向		DO-201	5.80~467.00	10.5~760.0	144.8~2.0	
SMDJ-AT	单向//双向	3000		SMC/DO-214AB	5.0~220.0	9.2~356.0	326.1~8.4
3KP-AT	单向//双向			P600	5.0~220.0	9.2~356.0	326.1~8.4
5.0SMDJ-AT	单向//双向	5000		SMC/DO-214AB	11.0~170.0	18.2~275.0	275.00~18.2
5KP-AT	单向//双向			P600	5.0~250.0	9.2~425.0	554.3~12.0
ATS	单向//双向	10000		P600	22~40	35.5~64.5	287~155

系列	极性	外观	I_{PP} (KA)	V_{AC}	V_{DC}	$V_{BR MIN.}$ (V)
HF-L	双向		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	双向		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	双向		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

其他 TVS 系列产品

系列	极性	峰值脉冲功率 @10/1000µs P _{PPM} (W)	外观图	封装	反向截止 工作电压 V _{RWM} (V)	最大钳位电 压范围 @I _{PP} V _C (V)	峰值脉冲电 流范围 I _{PP} (A)	
SMAJ	单向//双向	400		SMA/DO-214AC	5.0~440.0	9.2~713.0	43.5~0.6	
P4SMA	单向//双向				5.80~467.00	10.5~760.0	39.0~0.5	
P4KE	单向//双向				DO-204AL/DO-41	5.80~467.00	10.5~760.0	39.0~0.52
SA	单向//双向	500		DO-204AC/DO-15	5.0~220.0	9.2~356.0	55.4~1.4	
SAC(50pF)	单向				5.0~50.0	10.0~88.0	44.0~5.8	
P6KE	单向//双向	600		SMB/DO-214AA	5.0~440.0	9.2~713.0	65.3~0.9	
SMBJ	单向//双向					5.80~467.00	10.5~760.0	58.1~0.8
P6SMB	单向//双向				5.8~58.1	10.5~92.0	96.8~11.0	
1.0SMB	单向//双向	1000						
SMCJ	单向//双向	1500		SMC/DO-214AB	5.0~440.0	9.2~713.0	163.0~2.1	
1.5SMC	单向//双向					5.80~467.00	10.5~760.0	144.8~2.0
1.5KE	单向//双向				DO-201	5.80~467.00	10.5~760.0	144.8~2.0
LCE(100pF)	单向		6.5~28.0			11.2~45.5	100~33	
SMDJ	单向//双向	3000		SMC/DO-214AB	5.0~220.0	9.2~356.0	326.1~8.4	
3KP	单向//双向					P600	5.0~220.0	9.2~356.0
5.0SMDJ	单向//双向	5000		SMC/DO-214AB	11.0~170.0	18.2~275.0	275.00~18.2	
5KP	单向//双向						5.0~250.0	9.2~425.0
ATS	单向//双向	10000		P600	22~40	35.5~64.5	287~155	
15KPA	单向//双向	15000			17.0~280.0	29.3~454.5	515.4~33.2	
20KPA	单向//双向	20000			20.0~300.0	36.8~483.0	548.9~41.8	
30KPA	单向//双向	30000			28.0~288.0	50.0~469.9	606.0~64.5	

5. 君耀电子/普思电子 MOV 产品线


105°C MOV

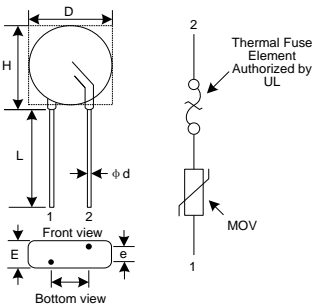
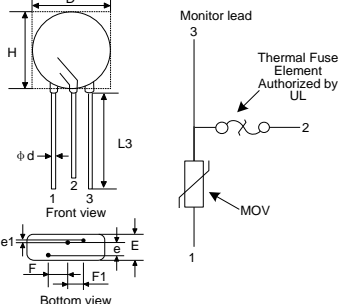
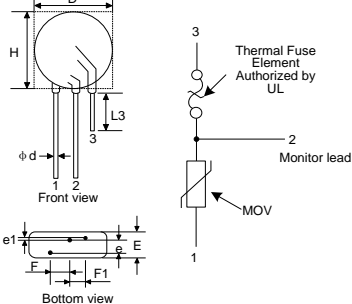
系列	图片	压敏电压	最大操作电压		最大单次峰值脉冲电流		最大焦耳能量 (10/1000μs)	
		V _{1mA} (V)	V _{AC} (V)	V _{DC} (V)	标准 I(A)	高能型 I(A)	标准 (J)	高能型 (J)
05Φ		18~68	11~40	14~56	100	250	0.4~1.6	0.6~2.2
		82~750	50~460	65~615	400	800	2.5~22.4	4.0~32
07Φ		18~68	11~40	14~56	250	500	0.9~3.6	2.0~7.0
		82~820	50~510	65~670	1200	1750	5.0~67.2	10.0~70.0
10Φ		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		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		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		100~1600	60~1000	85~1280	25000		170~1080	
34S		82、100	50、60	65、85	30000		156、195	
		120~1600	75~1000	100~1280	40000		235~1500	
40Φ		100~1600	60~1000	85~1280	40000		241~1700	
53Φ		120~1600	75~1000	100~1280	70000		390~2500	

125°C MOV

系列	图片	压敏电压	最大操作电压		最大单次峰值脉冲电流		最大焦耳能量 (10/1000μs)	
		V_{1mA} (V)	V_{AC} (V)	V_{DC} (V)	标准 I(A)	高能型 I(A)	标准 (J)	高能型 (J)
5H		18~68	11~40	14~56	100	250	0.4~1.6	0.6~2.2
		82~750	50~460	65~615	400	800	2.5~21.8	4.0~32.0
7H		18~68	11~40	14~56	250	500	0.9~3.6	2.0~7.0
		82~910	50~550	65~745	1200	1750	5.0~57.0	10.0~78.0
10H		18~68	11~40	14~56	500	1000	2.1~8.2	3.0~15.0
		82~1200	50~750	65~990	2500	3500	12.0~127.0	17.0~165.0
14H		18~68	11~40	14~56	1000	2000	4.0~14.0	7.0~24.0
		82~1600	50~1000	65~1280	4500	6000	22.0~243	27.0~331
		1800	1100	1465	4500	5000	250	335
20H		18~68	11~40	14~56	2000	3000	11~41	13~49
		82~1800	50~1100	65~1465	6500	10000	45~625	56~990

TMOV

系列	图片	压敏电压	最大操作电压		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)	1 次 I(A)	2 次 I(A)	10/1000μs	2ms
14M(E.N)		82~120	50~75	65~100	4500	2500	27~40	22~329(2ms)
		150~1200	95~750	125~990	6000	4500	50~338	35~215(2ms)
20M(E.N)		18~39	11~25	14~32	3000	2000	13~28	10~21(2ms)
		47~68	30~38	38~56	5000	3000	34~49	25~37(2ms)
25M(E.N)		82~120	50~75	65~100	6500	4500	56~85	42~63(2ms)
		150~1200	95~750	125~990	10000	8000	100~650	70~460(2ms)
		150~1200	95~750	125~990	15000	12000	160~840	105~590(2ms)



系列	尺寸图
N Series	
M Series	
E Series	

6. 君耀电子/普思电子 GDT 产品线

2 电极产品

系列	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	图片	尺寸 mm L*W*H (L*Φ)
B32	(150~470) ±30%	750~1050	0.5	0.5		3.2*1.6*1.6
B32-H2.5	(50~400) ±xx% xx=±20,±30,-10~+45%	700~950	1.0	0.5		3.2*2.5*2.5
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*4.2
2R-5-SST4.2	(75~1000) ±20%	700~1800	5	1.0		4.2*5.0*5.0
2R-5-SS	(1000~2500) ±20%	1900~3600	3	1.5		6.0*5.6*5.6
2R-5	(70~800) ±20%	800~1700	5	1.5		6.0*Φ5.5
	(70~230) ±20%	600~700	10			
2R-6	(75~800) ±20%	700~1200	5	1.0		4.2*6.2*6.2
	(1000~1800) ±20%	1600~2600	3			
2R-6*7	(1000~3600) ±20%	2000~4700	3	0.5		7.0*Φ6.0
2R-8*6(T6)	(1000~1600) ±20%	1900~2400	10	1.5		6.0*Φ8.0
	(2000~3000) ±20%	3200~4200	5			
2R-8*6	(75~800) ±20%	600~1500	10/20	1.5		6.0*Φ8.0
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*8.3*8.3
2R-8*8	(1000~2500) ±20%	1400~3600	5	1.5		8.0*Φ8.0
	(1400~3600) ±20%	2200~5200	2.5	1.5		
	(2700~4000) ±20%	4000~5500	3	1.5		
B600-60KA(003)	600±20%	1400	60(8/20μs) 10(10/350μs)	5		See datasheet
B800-60KA(003)	800±20%	1600	60	5		See datasheet
B600-80KA(F14)	600±20%	1400	80(8/20μs) 25(10/350μs)	8		See datasheet
B600-80KA-T(013)	600±20%	1400	80(8/20μs) 15(10/350μs)	7		See datasheet
B600-100KA(004)	600±20%	1400	100(8/20μs) 20(10/350μs)	8		See datasheet















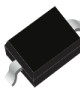

3 电极产品

系列	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	图片	尺寸 mm) L*W*H (L*Φ)
3R-5-S	(75~600) ±20%	700~1000	5	2.0		7.2*5.0
3R-6-SSS	(75~600) ±20%	750~1300	5/10	2.0		8.5*6.0
3R-6	(75~600) ±20%	750~1300	5/10	2.0		8.5*6.0
3R-8	(75~800) ±20%	700~1500	10/20	2.0		10.0*8.0
3R-8-SSS	(75~800) ±20%	700~1600	10/20	2.0		10.0*8.0
3R-8-S	(75~600) ±20%	700~1300	10/20	2.0		10.0*8.0

7. 君耀电子/普思电子 SPG 产品线

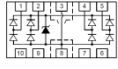




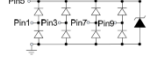


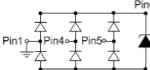











系列	直流击穿电压 (V) 100V/s	标称放电电流 (kA) 8/20μs	电容 (pF) (1KHz-6VMAX)	图片	尺寸 (mm) L, Φ
BK1-M	140~1000	3	0.8		(6.0±0.5) * (Φ3.3±0.5)
BK1-H	1000~5000	3	1.0		(9.0±1.5) * (Φ4.1±0.5)
BK1	140~700	3	0.8		(4.0±0.5) * (Φ3.1±0.5)
BK1-MS	140~1000	3	0.8		(6.0±0.5) * (Φ3.2±0.2)
BK2	140~1500	1	0.8		(4.3±0.5) * (Φ2.6±0.5)
BK2-M	140~1000	1	0.8		(5.0±0.5) * (Φ2.6±0.5)
BK3	140~700	0.5	0.8		(4.0±0.5) * (Φ2.0±0.5)
BK3-M	140~300	0.3	0.8		(3.4±0.5) * (Φ1.4±0.5)
BK3-M(H)	140~1000	0.5	0.8		(4.0±0.5) * (Φ2.1±0.5)



















8. 君耀电子/普思电子 ESD 产品线


















标准电容产品						
型号	内部结构	ESD 测试等级 IEC61000-4-2 接触/空气	反向截止工作电压 V_{RWM} (V)	结电容 C_j (pF)	封装图片	
SCS08C05L07		±8kV/±15kV	5	350	 SOIC-08	
SCS08C12L07			12	120		
SCS08C15L07			15	75		
SCS08C24L07			24	50		
SES08C15L04		±8kV/±15kV	15	80		
SDT26A15L05		±8kV/±15kV	15	70	 SOT23-6L	
SDT26A24L05			24	50		
SAT36A05L05		±8kV/±15kV	5	50	 SOT-363	
SDT23C712L02		±8kV/±15kV	7(pin1/2 to pin3)	75	 SOT-23	
SDT23C05L02			5			150
SDT23C12L02			12			65
SDT23C15L02			15			60
SDT23C24L02			24			40
SET23A03L02		±8kV/±15kV	3.3	200	 SOT-23	
SET23A05L02			5	220		
SET23A12L02			12	100		
SET23A15L02			15	90		
SET23A24L02			24	80		
SET23A36L02			36	70		
SJD12AXXL01		±8kV/±15kV	5.0~170.0		 SOD-123S	
SJD12CXXL01						
SDD32A05L01		±8kV/±15kV	5	350	 SOD-323	
SDD32A12L01			12	150		
SDD32A36L01			36	70		
SDD32C36L01		±8kV/±15kV	36	70		

标准电容产品						
型号	内部结构	ESD 测试等级 IEC61000-4-2 接触/空气	反向截止工作电压 $V_{RWM} (V)$	结电容 C_j (pF)	封装图片	
SDD32C05L01		±8kV/±15kV	5	100	 SOD-323	
SDD32C18L01			18	40		
SDD32C24L01			24	37		
SDD32C30L01			30	20		
SDD32C30L01-IP6			±30kV/±30kV	30		25
SJD32A05L01-J		±30kV/±30kV	5.0	-	 SOD-323J	
SJD32A07L01-J			7.0	-		
SJD32A10L01-J			10.0	-		
SJD32A12L01-J			12.0	-		
SJD32A15L01-J			15.0	-		
SJD32A18L01-J			18.0	-		
SJD32A24L01-J			24.0	-		
SJD32A36L01-J			36.0	-		
STD22A07L01		±30kV/±30kV	7	2800	 DFN-2020	
STD22A10L01			10	1600		
STD22A15L01			15	1200		
STD22A18L01			18	1200		
SJD16A05L01		±30kV/±30kV	5.0	350	 DFN1610	
SJD16A07L01			7.0	650		
SJD16A10L01			16.0	400		
SJD16A12L01			12.0	365		
SJD16A15L01			15.0	300		
SJD16A18L01			18.0	220		
SJD16A24L01			24.0	165		
SFD52A05L01		±25kV/±25kV	5.0	200	 SOD-523	
SFD52A07L01			7.0			
SDD52A12L01	±8kV/±15kV	12	55			
SBD52C05L01		±8kV/±15kV	5	30		
SDD52C05L01			±30kV/±30kV	5.0		30
SED52C05L01			±30kV/±30kV	5		80
SDD8A12L01		±30kV/±30kV	12	55	 SOD882	
SBD8C05L01		±8kV/±15kV	5	30		
SHD8C4.5L01		±30kV/±30kV	4.5	80		

低电容产品										
型号	内部结构	ESD 测试等级 IEC61000-4-2 接触/空气	反向截止工作电压 $V_{RWM} (V)$	结电容 C_j (pF)	封装图片					
LES16C05L08 LES16C12L08 LES16C15L08 LES16C24L08		±8kV/±15kV	5 12 15 24	15	 SOIC-16					
LES08C05L04 LES08C12L04 LES08C15L04 LES08C24L04			5 12 15 24							
LES08A05L05			5							
LHS08A12L04			12							
LTS08A3.3L02		±8kV/±15kV	3.3	30	 SOIC-08					
LTS08A06L02			6							
LBT23C12L02 LBT23C24L02			±30kV/±30kV ±8kV/±15kV			12 24	15 12	 SOT-23		
LBD32C1524L01		±8kV/±15kV	15(pin1 to pin2) 24(pin2 to pin1)	20	 SOD-323					
LAD52C03L01 LAD52C05L01 LBD52A24L01 LBD52A36L01		±8kV/±15kV	3.3 5 24 36	10 12 30 20	 SOD-523					
LAD8C05L01 LBD8A24L01 LBD8C05L01			±8kV/±15kV ±30kV/±30kV			5 24 5	10 5 10	 SOD-882		
LAD92C5.0L01			±8kV/±15kV			5			15	 SOD-923
LBQ02C05L01 LAQ02A05L01 LAQ02A12L01			±8kV/±15kV			5 5 12			8 40 20	 DFN0603/QFN-0201

超低电容产品					
型号	内部结构	ESD 测试等级 IEC61000-4-2 接触/空气	反向截止工作电压 V_{RWM} (V)	结电容 C_j (pF)	封装图片
UBQ10A03L04		$\pm 20kV/\pm 25kV$	3.3	0.6	 DFN-10/DFN2510
UBQ10A05L04		$\pm 8kV/\pm 15kV$	5	0.6	
UBQ10A05L04HI		$\pm 20kV/\pm 20kV$	5	0.6	
UBQ10A05L04-LV		$\pm 10kV/\pm 10kV$	6	0.35	
UFS08A2.8L04		$\pm 8kV/\pm 15kV$	2.8	3	 SOIC-8
UDS08A03L04		$\pm 30kV/\pm 30kV$	3.3	1.5	
UES08A03L05		$\pm 8kV/\pm 15kV$	3.3	5	
UDS08A24L04			24	3	
UDS08C24L04			24	3	
UED26A03L05		$\pm 30kV/\pm 30kV$	3.3	5.0	
UCQ06A05L05		$\pm 30kV/\pm 30kV$	5.0	1.0	 DFN1616
UAD11A05L03		$\pm 10kV/\pm 10kV$	5.0	0.25	 DFN1109
UAD20C03L02		$\pm 30kV/\pm 30kV$	3.0	3	 DFN2010-8
UAD38A05L08		$\pm 20kV/\pm 20kV$	5	0.6	 DFN3810
UAD20A05L04		$\pm 20kV/\pm 20kV$	5	0.6	 DFN2010-10
UAD20C05L04-R0.4		$\pm 10kV/\pm 10kV$	5	0.4	 DFN2010-5
UAD33A05L06		$\pm 10kV/\pm 10kV$	5	0.2	 DFN3310

超低电容产品							
型号	内部结构	ESD 测试等级 IEC61000-4-2 接触/空气	反向截止工作电压 V_{RWM} (V)	结电容 C_j (pF)	封装图片		
UBT26A05L03		$\pm 8kV/\pm 15kV$	5.25	3.5	 SOT-23-6L		
UAT26A03L05		$\pm 8kV/\pm 15kV$	3.3	0.5			
UCT26A05L05-HP1			5	2.0			
UDT26A05L05-LC1			5	1.0			
UAT36A03L05				$\pm 8kV/\pm 15kV$	3.3	0.5	 SOT-363
UAT36A05L05	5	1					
UAT56A03L05		$\pm 8kV/\pm 15kV$			3.3	0.5	 SOT-563
UAT56A05L05					5	1	
JDT14A05L03		$\pm 8kV/\pm 15kV$	5	3	 SOT-143		
JET14A05L03-BK			5	0.8			
UAT14A07L03			7.5	1			
UAT14A15L03			15	1			
UBT32A05L02		$\pm 8kV/\pm 15kV$	5	0.8	 SOT-323		
UAT52A05L02		$\pm 8kV/\pm 15kV$	5	0.8	 SOT-523		
UBT23A05L02		$\pm 8kV/\pm 15kV$	5	0.8	 SOT-23		
JDT23A03L02			3.3	0.8			
JDT23A05L02			5				
JDT23A12L02			12				
JDT23A15L02			15				
JDT23A24L02			24				
UCT23C03L02		$\pm 30kV/\pm 30kV$	3.3	2.5			
UCT23C05L02			5	2.5			
UDD32C03L01-HT		$\pm 30kV/\pm 30kV$	3.3V	0.8	 SOD-323		
UDD32C03L01		$\pm 8kV/\pm 15kV$	3.3	0.8			
UDD32C05L01			5	0.8			
UDD32C08L01			8	1			
UDD32C12L01			12	0.8			
UDD32C15L01			15	0.8			
UDD32C24L01			24	0.8			
UBD32C05L01		$\pm 8kV/\pm 15kV$	5	0.4			

超低电容产品							
型号	内部结构	ESD 测试等级 IEC61000-4-2 接触/空气	反向截止工作电压 V_{RWM} (V)	结电容 C_j (pF)	封装图片		
UCD32C05L01		±30kV/±30kV	5	2.0	 SOD-323		
UCD32C03L01			3.3	2.0			
UCD32C08L01		±30kV/±30kV	8	2			
UCD32C12L01			12	2			
UCD32C15L01			15	2			
UCD32C24L01			24	2			
UDD32C08L01-DS035			8	2			
UDD32C12L01-DS035			12	2			
UDD32C15L01-DS035			15	2			
UDD32C24L01-DS035			24	2			
UAD52A05L01				±8kV/±15kV		5	0.8
UAD8A05L02				±8kV/±15kV	5	0.75	 DFN1006-3L
UAD03C05L01		±8kV/±15kV	5	0.7	 DFN1608		
UAD8A05L01		±20kV/±20kV	5	0.6	 SOD882		
UAD8C05L01		±8kV/±15kV	5	0.4			
UAD8C05L01-TIP		5	0.4				
UAD8C05L01-R0.4		±20kV/±20kV	5	0.4			
UAD8C12L01			12	5.0			
UBD8C05L01		±8kV/±15kV	5	0.4			
UCD8C05L01		±30kV/±30kV	5	1.3			
UAD8C03L01		±8kV/±15kV	3	0.5			
UBD8C18L01			18	0.6			
UAQ02C05L01		±8kV/±15kV	5	5	 DFN0603/QFN-0201		
UAQ02C05L01-R0.5		±20kV/±20kV	5	0.5			

9. 君耀电子/普思电子 PPTC 产品线


Series	Figures	I_{hold} (A)	I_{trip} (A)	$V_{max.}$ (Vdc) (V)	$I_{max.}$ (A)	$R_{min.} \sim R_{max.}$ (Ω)	Size, L*W(Max)
SMD 0603		0.04~0.5	0.12~1.00	6~24	40	0.10~40.0	1.8*1.0
SMD 0805		0.10~1.10	0.30~2.00	6/9/15	40/100	0.03~6.00	2.2*1.5
SMD 1206		0.05~2.00	0.15~3.50	6~30	100	0.018~50.00	3.4*1.8
SMD 1210		0.05~2.00	0.15~4.00	6~30	10/100	0.015~50.0	3.43*2.80
SMD 1812		0.10~3.00	0.30~5.00	6~60	10/20/40/100	0.012~15.00	4.73*3.41
SMD 2016		0.30~2.00	0.60~4.20	6~60	20/40	0.03~2.30	5.44*4.43
SMD 2920		0.30~5.0	0.60~10.0	6~60	10/40	0.005~4.800	7.98*5.44
BK 16		2~14	4~28	16	40/100	0.003~0.120	See datasheet
BK 30		0.90~9.00	1.80~18.00	30	40	0.005~0.220	See datasheet
BK 60		0.05~5.00	0.10~10.00	60	40	0.025~25.00	See datasheet
BK 130		0.10~1.35	0.20~2.70	130	20	0.2~18.0	See datasheet
BK 250		0.030~2.000	0.060~4.000	250	1/3/10	0.1~90.0	See datasheet
BK 600		0.11~0.16	0.22~0.32	500(ac)	3	4.0~18.0	See datasheet

10. 君耀电子/普思电子 NTC 产品线





温度型 NTC 产品线

Series	Figures	Zero Power Resistance At 25 °C	Beta Value	Operating Temperature Range	Max Power
TDC03		0.01K~470KΩ	B(25/50) 3000~4600	-20~+125°C	250mW
TDC05		0.01K~470KΩ	B(25/50) 2600~4750	-40~+125°C	450mW
NS03		0.01K~470KΩ	B(25/50)3000~4600	-40~+125°C	250mW
NS05		0.01K~470KΩ	B(25/50)2600~4750	-40~+125°C	450mW
NA		1K~150KΩ	B(25/85)3435~4262	-40~+125°C	75mW
SMD0603		10K~470KΩ	B(25/85)3430~4500	-40~+125°C	100mW
SMD0402		10K~470KΩ	B(25/85)3430~4500	-40~+125°C	170mW

功率型 NTC 产品线

Series	Figures	Disc	Zero Power Resistance At 25 °C	Max. Steady State Current	Max Steady Energy	Recommend Capacitance at 340Vdc
SP		8Φ~25Φ	0.7~120Ω	1~15A	6.9~71.4J	120~1240μF
NT (High Surge)		5Φ~20Φ	1~50 Ω	1~12A	2.7~47.4J	30~820μF

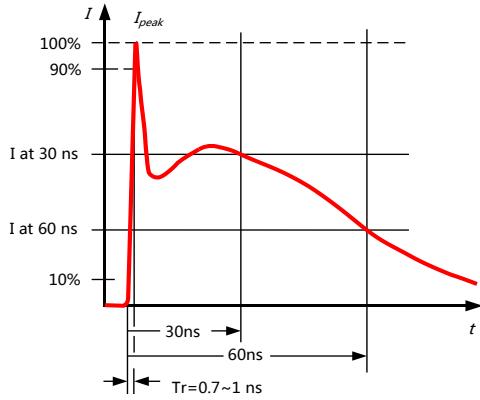
11. 君耀电子/普思电子 TSS 产品线

系列	图片	V _{DRM} (V)	I _H (mA)	C _O (pF)	V _{PP} 10/700μs (V)	I _{PP} 10/1000μs (A)	封装
PxxxxTA		6~320	50、150	30~70	2000	45	DO-214AC(SMA)
PxxxxSX		6~320	50、150	30~100	A:2000,B:4000,C:6000	A:45,B:80,C:100	DO-214AA(SMB)
B0300SB		25	10	50	4000	75	
P61089B		-170	-150	50(V _D =-48V) 100(V _D =-3V)	-	30	SOP-8
SWS08C06L03		6	10	50	3000	45	SOIC-8

注: x 为 0~9 任意数字
X 为 A,B,C 任意字母

12. 附录：测试标准摘要

12.1 IEC61000-4-2：静电（ESD）



IEC61000-4-2 静电放电波形参数					
等级	指示电压	第一峰值放电电流 ($\pm 15\%$)	上升时间 (T_r) ($\pm 25\%$)	30ns处放电电流 ($\pm 30\%$)	60ns处放电电流 ($\pm 30\%$)
	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 (KV)	等级2 (KV)	等级3 (KV)	等级4 (KV)
接触放电	2	4	6	8
空气放电	2	4	8	15

12.2 IEC61000-4-5：浪涌（Surge）

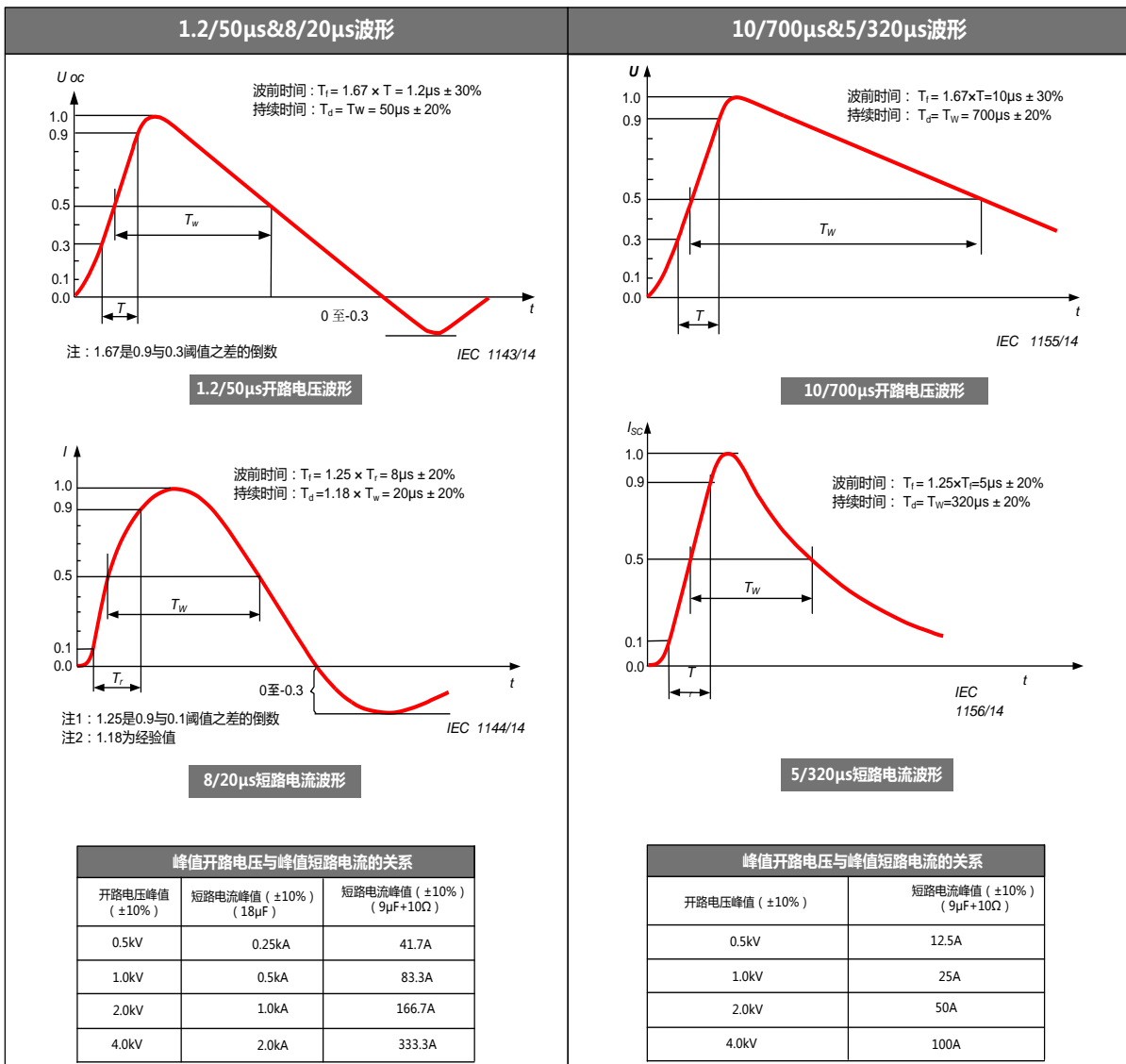


表1 测试等级

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	1.0	NA	1.0	1.0
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	线-地	线-线	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。

君耀電子總部

广东省东莞市松山湖现代企业加速器3号厂房
邮编:523808
電話:+86- 769-26626898
傳真:+86-769- 26626198
聯絡信箱:LinCheung@pulseelectronics.com

君耀電子台灣

新北市新店區寶橋路235巷1弄2號2樓
電話: +886-2-6629-9999 #3896

普思電子總部

15255 Innovation Drive Ste 100
San Diego, CA 92128
P: +1 858-674-8100
F: +1 858-674-8262

普思電子歐洲

Pulse Electronics GmbH
Feringastr. 10b
D-85774 Munich-Unterföhring
E: PulseEMEACPC@pulseelectronics.com

普思電子台灣

新北市新店區寶橋路235巷1弄2號2樓
電話: +886-2-6629-9999 #3511