

模块电源可靠性应用技术专题系列---浪涌防护设计与 MOV 选型应用

模块电源具有高效率、高功率密度，安全，可靠等优点，同时采用模块组建电源系统具有设计周期短、可靠性高、系统升级容易等特点。模块电源越来越广泛应用于轨道交通、汽车电子、电力系统、工业控制、半导体设备、医疗电子等行业。

由于模块电源应用的场合越来越广，应用场合错综复杂，正确、合理的选择和应用模块电源，是确保模块电源及其系统整体可靠性的重要环节之一。模块电源可靠性应用技术专题系列，从模块电源的应用角度出发，结合公司多年的模块电源设计和应用经验，系统地介绍模块电源的可靠性应用技术，包括浪涌防护、滤波器设计、模块电源热性能评估、可靠性设计和评估、模块电源可靠性测试、模块电源保护电路、模块电源纹波和噪声处理技术、模块电源的安规和绝缘性能等方面专题。希望能给模块电源的应用客户在可靠性应用上带来一些帮助，提升系统的可靠性.....

1、模块电源为何需要浪涌防护电路？

模块电源是电子设备系统与外部的接口，外部经过电源传输线传导或耦合过来的浪涌都会经过模块电源。但是，由于模块电源体积小，集成度高的特点，通常模块电源内部本身没有自带浪涌保护电路。在实际应用场合，浪涌电压很可能会引起模块损坏失效，从而导致整个系统和设备的瘫痪，即使没有自身失效，模块电源内部的器件也会受到额外应力冲击，从而严重的影响模块电源的使用寿命和可靠性。模块电源的输入端时常会伴随浪涌冲击，若超过模块电源自身所能承受的浪涌电压，模块电源会损坏失效，导致系统的异常。为了保证模块电源持续可靠的应用，一般都需要在模块电源的外部加上浪涌防护电路。模块电源的输入浪涌防护电路该如何设计？

2、浪涌的防护原理和基本防护结构

防护原理：泄放为主，阻挡为辅；

基本结构：多级防护，逐级削减。其防护模式的示意图如下所示。

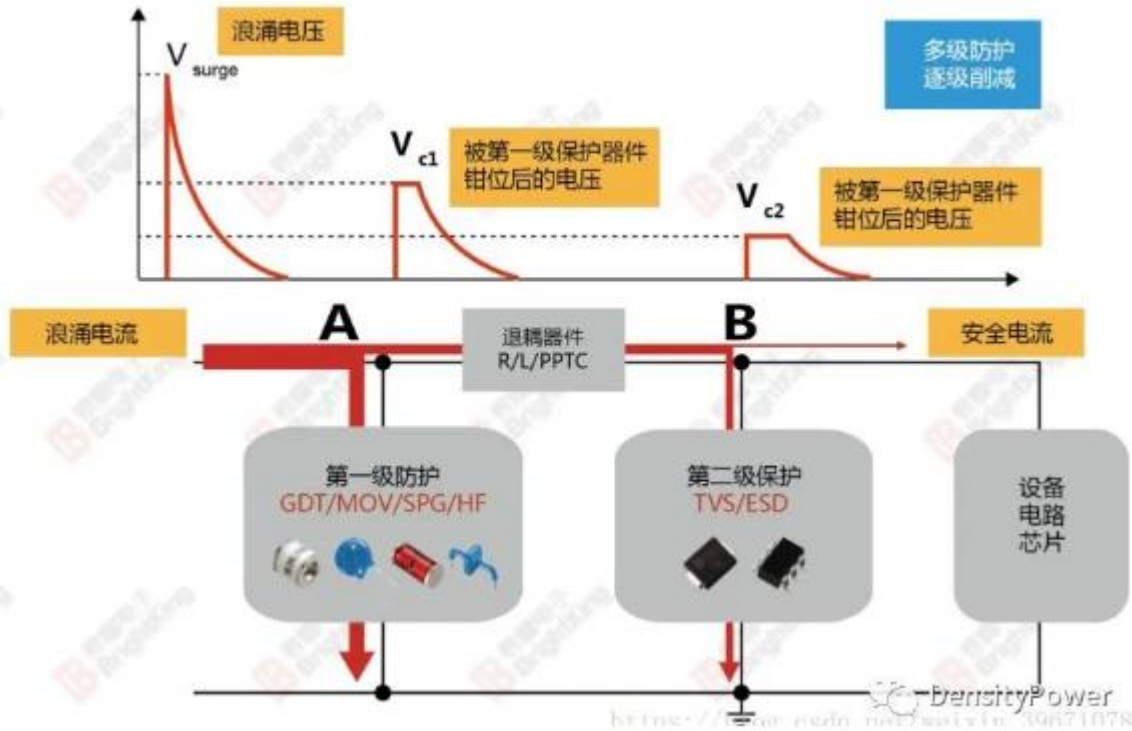


图 1、浪涌防护模式

3、浪涌的测试标准

模块电源的浪涌测试标准是参照 IEC61000-4-5。该标准作为浪涌测试的基础标准，被很多相关的行业标准应用，如铁路行业标准 EN-50121-3-2，GB/T 24338 等，广泛应用于电气和电子设备检验其在规定的工作状态下，对由开关或雷电作用所产生的有一定浪涌电压的耐受能力的检验。该标准的试验等级分类如下：

表 1、试验等级

等级	试验电压 (KV)	
	线对线	线对地
1	---	0.5
2	0.5	1
3	1	2
4	2	4
X	待定	

注：X 试验等级根据实际应用及客户确认的产品标准中加以规定

浪涌电压/电流的特性 1.2/50 μ S 浪涌电压脉冲波形(IEC61000-4-5)

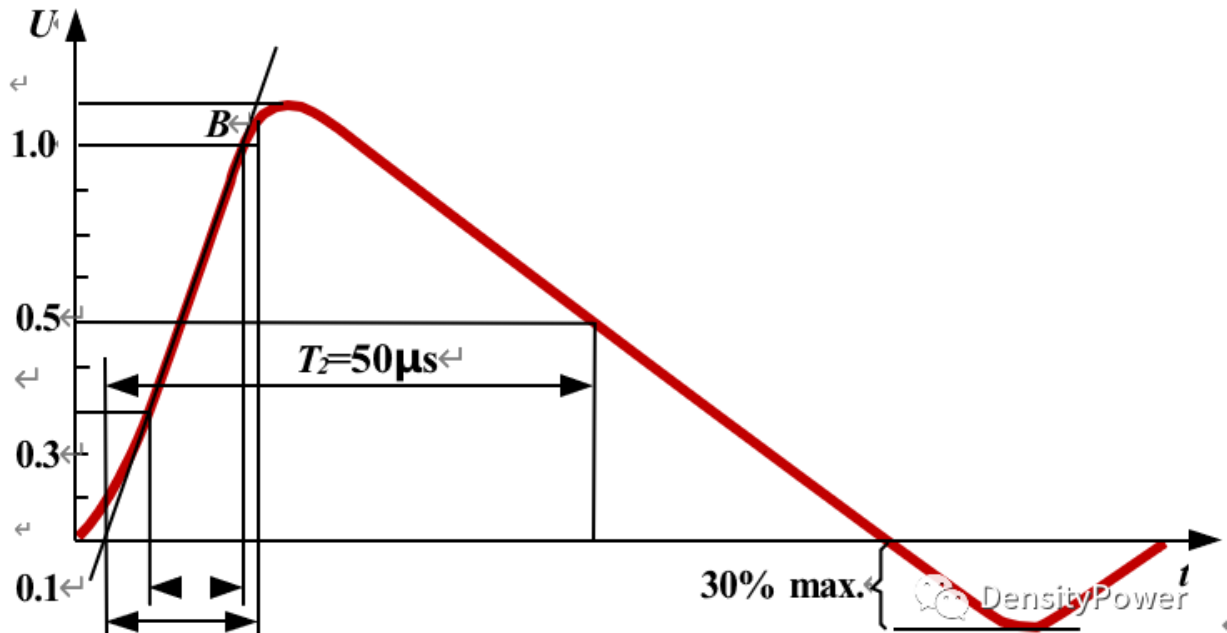


图 2、1.2/50 μ s 电压波形

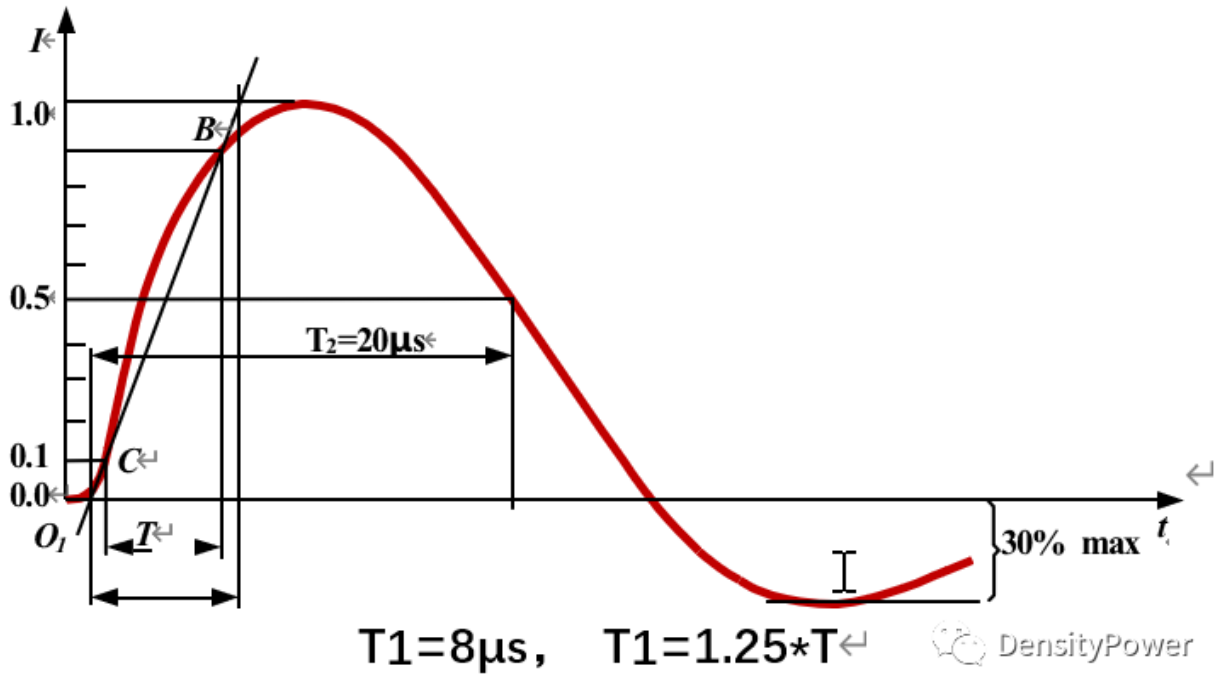


图 3、8/20 μs 电流波形

4、浪涌防护器件的选择和设计---压敏电阻(MOV)

由金属氧化物(主要是氧化锌)材料组成, 属箝位型器件, 利用压敏电阻的非线性特性, 当过电压出现在压敏电阻两极间, 压敏电阻可以将电压钳位到一个相对固定的电压值, 从而实现对后级电路保护。压敏电阻是目前在电子产品中使用最广泛的浪涌抑制器件。

压敏电阻 V-A 特性:

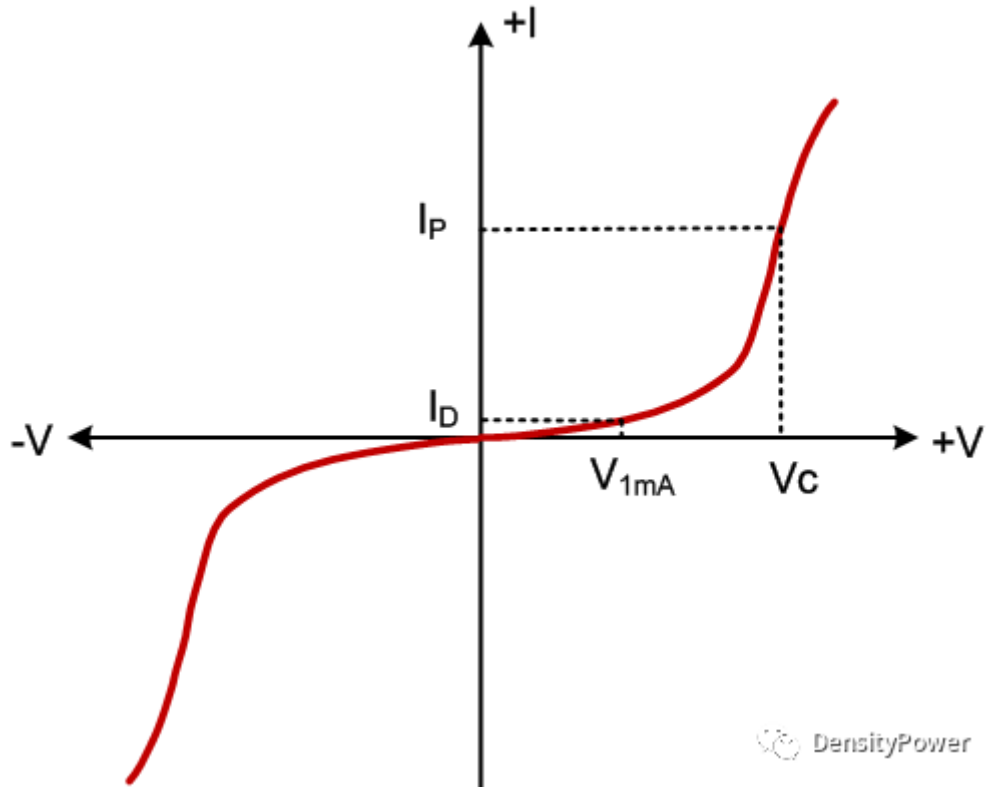


图 4、压敏电阻伏安特性曲线

压敏电阻的主要参数特性:

- V_{1mA}

压敏电压，即压敏电阻通过 1mA 电流时，压敏电阻两端的电压。压敏电压的误差范围一般是 $\pm 10\%$ 。在试验和实际使用中，通常把压敏电压从正常值下降 10% 作为压敏电阻失效的判据。

- V_{AC} , V_{DC}

可以长时间施加在压敏电阻两端的电压值，此时认为压敏电阻是不导通的，其漏电流很小。 V_{AC} 为 交流有效值, V_{DC} 为直流电压。一般 $V_{AC} \approx 0.64V_{1mA}$, $V_{DC} \approx 0.83V_{1mA}$ 。

- 最大冲击电流 I_p

压敏电阻可承受的单次最大浪涌电流，一般采用 8/20 μ s 波形对其施加冲击。

- **最大箝位电压(限制电压)VC:**

最大箝位电压值是指给压敏电阻施加规定的 8/20 μ s 波冲击电流 $I_X(A)$ 时压敏电阻上呈现的电压。

实际使用中，压敏电压越高，施加的冲击电流越大，限制电压(或称残压)就越高，可从产品给出的 V-I 曲线上查到。

- **额定能量 E**

可吸收的规定波形单次脉冲能量的最大值。一般采用 10/1000 μ s 波形或 2ms 方波进行测量。

- **额定功率 Pm**

指压敏电阻在室温下，连续承受多次冲击，且各次冲击之间间隔时间较短，因而有热积累效应的情况下，能够承受的最大平均功率。尽管压敏电阻能承受很大的脉冲功率，但能承受的平均功率却很小。

- **电容 C0**

电容，指压敏电阻两电极间呈现的电容，一般测试条件为：1kHz，1Vrms 偏压下测量的电容值。一般在几 pF ~ 几百 nF 的范围内。体积越小，压敏电压越高，电容越小。

- **漏电流 I_l :**

给压敏电阻施加最大直流电压 V_{dc} 时流过的电流。测量漏电流时，通常给压敏电阻加上 $V_{dc}=0.83V_{1mA}$ 的电压(有时也用 0.75V_{1mA})。一般要求静态漏电流 $I_l \leq 20\mu A$ (也有要求 $\leq 10\mu A$ 的)。在实际使用中，更关心的不是静态漏电流值本身的大小，而是它的稳定性，即在冲击试验后或在高温条件下的变化率。在冲击试验后或在高温条件下其变化率不超过一倍，即认为是稳定的。

压敏电阻 MOV 特点:

- 通流量较大，一般在数十 KA；
- 残压较高，因此需要配合其他次级保护器件；
- DC 漏电流小；
- 寄生电容较大，在 nF 左右，因此高速信号限制使用，交流时漏电流较大；
- 反应时间较快，在数十 nS 级别；
- 使用寿命较短，损坏模式短路较多。

压敏电阻的选型:

压敏电阻的选型重要的几个参数为：**最大允许电压、最大钳位电压、能承受的浪涌电流。**

1. 首先应保证压敏电阻最大允许电压大于电源输出电压的最大值；
2. 其次应保证最大钳位电压不会超过后级电路所允许的最大浪涌电压；
3. 最后应保证流过压敏电阻的浪涌电流不会超过其能承受的浪涌电流。
4. 压敏电压，即击穿电压或阈值电压。指在规定电流下的电压值，大多数情况下用 1mA 直流电流通入压敏电阻器时测得的电压值，其产品的压敏电压范围可以从 10-9000V 不等。可根据具体需要正确选用。根据多年的工作经验总结出，在交流电流中，要选用压敏电压为额定电压 2.2~2.5 倍的压敏电阻；在直流电路中，要选用压敏电压为直流电压额定值 1.8~2 倍的压敏电阻。
5. 最大脉冲电流的峰值是环境温度为 25°C 情况下，对于规定的冲击电流波形和规定的冲击电流次数而言，压敏电压的变化不超过 $\pm 10\%$ 时的最大脉冲电流值。为了延长器件的使用寿命，压敏电阻所吸收的浪涌电流幅值应小于规格书中给出的产品最大通流量。从保护效果出发，要求所选用的通流量大一些好。在许多情况下，实际发生的通流量是很难精确计算的，则选用 2-20KA 的产品。当一个压敏电阻满足不了标称放电

电流的要求时，应采用多个压敏电阻并联使用。有时为了降低限制电压，即使标称放电电流满足要求也采用多个压敏电阻并联。要特别注意的是，压敏电阻并联使用时，一定要严格挑选参数一致的进行配对，以保证电流的均匀分配。

压敏电阻使用时的注意事项：

压敏电阻的失效模式通常是短路，为了防止压敏电阻的失效造成电源短路而起火，可以在每个压敏电阻上串联一个温度保险管或热脱离机构。温度保险管应与压敏电阻有良好的热耦合，当压敏电阻失效(高阻抗短路)时，它所产生的热量把温度保险管熔断，从而使失效的压敏电阻与电路分离，确保设备的安全。当较高的工频暂时过电压作用在压敏电阻上时，可能使压敏电阻瞬间击穿短路(低阻抗短路)，而温度保险管还来不及熔断，还可能起火。为避免这种现象发生，可以把压敏电阻与陶瓷气体放电管串联使用，正常工作时陶瓷气体放电管不导通，压敏电阻没有漏电流，可以大大延长使用寿命;受浪涌冲击时，陶瓷气体放电管首先击穿，然后由压敏电阻限制浪涌电压，总的残压为两者之和;冲击过去后，由于压敏电阻限制了电流，放电管不能维持导通而熄弧，恢复为正常工作状态;当压敏电阻短路失效后，因陶瓷气体放电管流过很大的工频电流也会很快失效，但它的失效模式绝大多数是开路，因而不引起火灾。

5、浪涌防护保护器件的性能参数比较

GDT、TSS、MOV、TVS 因其原来和特性的不同，其主要的性能参数对比如下表所示。

表 2、保护器件主要性能比较

特性/器件	钳位型过压保护器件		开关型过压保护器件	
	MOV	TVS	GDT	TSS
通流量	较大	小	大	一般
相应速度	较慢	特快	慢	快
电容	大	较大	特小	较小
直流击穿电压精度	一般	精准	一般	精准
脉冲击穿电压	低	低	高	低

6、模块电源浪涌防护典型电路：

模块电源的应用，其输入浪涌防护电路主要包括下列 2 种。如果防护要求不高，采用一般等级输入浪涌防护电路；对应防护等级要求高的，建议常用增强型输入浪涌防护电路。

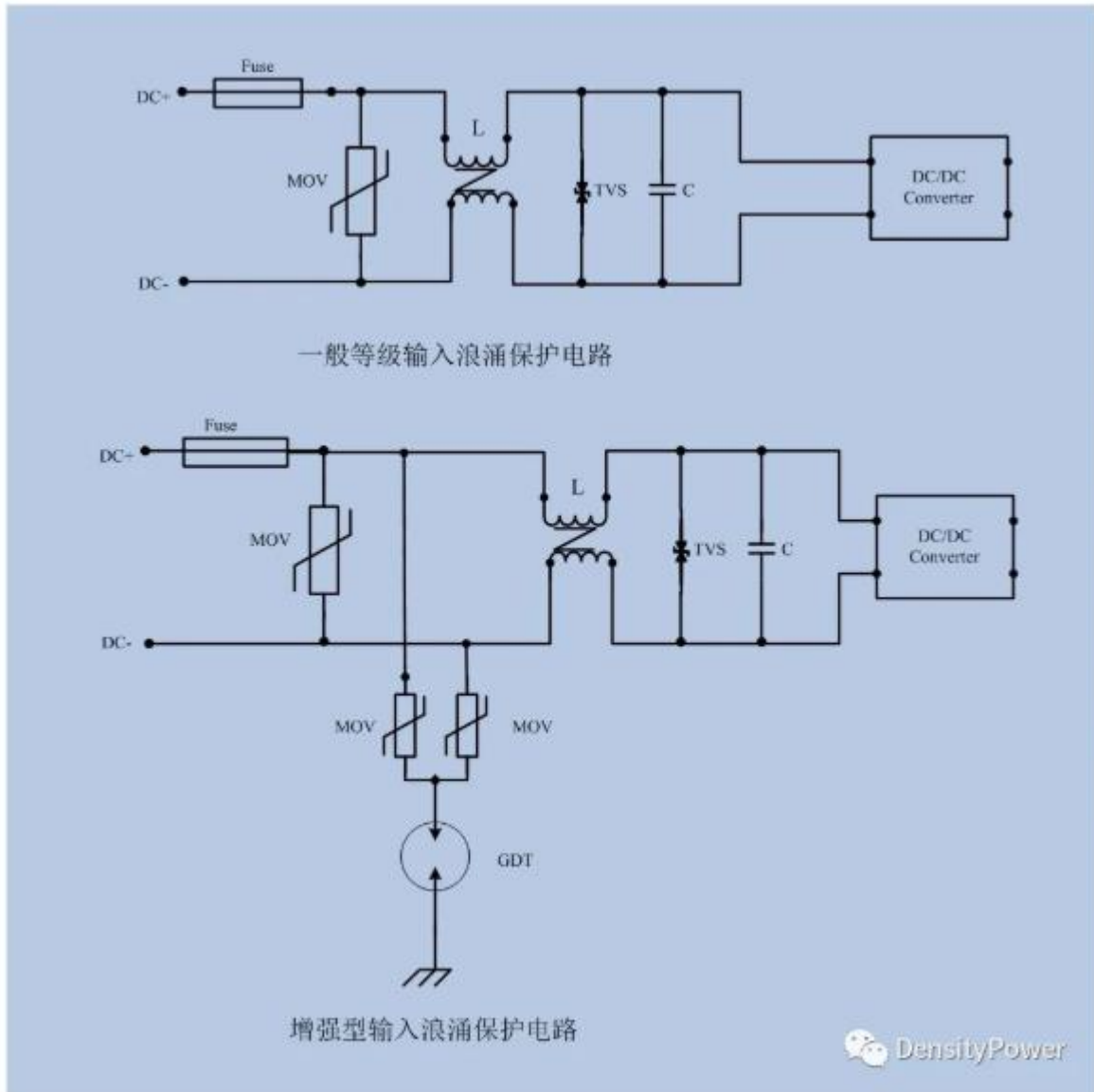


图 5、直流模块电源典型输入浪涌防护电路

小结：

输入浪涌防护是模块电源可靠性应用的重要因素之一，合理、完善的浪涌防护电路并配合性能稳定、可靠的模块电源将会最大程度的保证系统供电的稳定可靠。另外，由于不同行业的模块电源应用所需的防护等级不同，如轨道交通和消费品完全不在一个等级，具体项目需要具体分析。在浪涌防护设计之前，请确认好产品所需的防护等级、是否有安规需求以及成本要求等。

下期预告：模块电源可靠性应用技术专题系列---浪涌防护设计和气体放电选择应用。敬请期待.....

Q&A:

1. 在轨道交通输入 110Vdc 的应用场合，图.5 推荐的浪涌防护电路中，MOV 和 TVS 的具体应选什么参数型号？
2. 在增强型输入浪涌保护电路中，为什么对地要加 MOV 和气体放电管？如果直接加 MOV 可以吗？对地不加防护器件可以吗，为什么？

--- 答案下期公布



扫一扫关注我们，
更多精彩内容等着您！