

Lucas B Schulte, Applications Engineer, Isolation, Interface Group; Anant Kamath, Systems Engineer, Interface Group

引言：了解典型浪涌保护

IEC 61000-4-5 中定义的浪涌保护通常是数字输入模块设计的一个重要方面，TVS 二极管可用于提供浪涌保护。ISO121x 系列是一种适用于数字输入模块的解决方案，通过对其输入电阻器进行特定选型和配置，以提供基本级别的浪涌保护。通过采用可提供高达 3kV 浪涌保护的 TVS 二极管，能够让这种级别的保护得到进一步增强。

输入电阻器选型和配置：仅电阻器可以带来何种级别的保护？

ISO1212 需要一个电阻器 (R_{THR}) 来设置所需的输入电压阈值。当输入电压预计会超过 60V 时，可以另外增加一个电阻器。这两个电阻器与 R_{SHUNT} 一同构成一个分压器，用于限制瞬态产生的任何浪涌电流。仅依靠这些电阻器就可以实现一定程度的浪涌保护。不过，电阻器类型对浪涌性能影响很大。

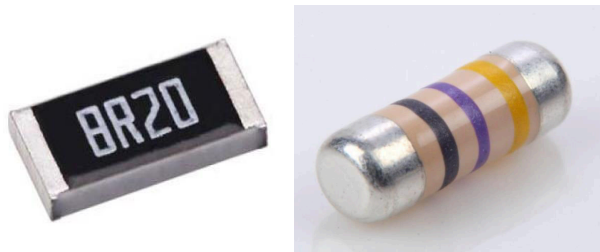


图 1. 薄膜电阻器 (左) 与碳素 MELF 电阻器 (右)

上面图 1 显示了电子产品中使用的两种不同类型的电阻器。金属薄膜电阻器是很常用的电阻器，具有超宽的电阻和额定功率范围。虽然这类电阻器一般可以满足常规操作要求，但它们在处理浪涌事件方面远远不如金属电极无引线面 (MELF) 电阻器。

与典型的金属薄膜电阻器相比，MELF 电阻器，尤其是碳素 MELF 电阻器，在处理浪涌事件时表现出非常出色的性能。下面表 1 显示了它们在浪涌性能方面的区别。测试是在没有任何 TVS 二极管的条件下使用 ISO1211 EVM 进行的。

表 1. 薄膜电阻器浪涌与碳素 MELF 电阻器浪涌

电阻器类型	Rthr (Ω)	浪涌电平 (V)					
		500	1k	1.5k	2k	2.5k	3k
薄膜	2.49k	✓	✓	×			
MELF	2.49k	✓	✓	✓	✓	×	
薄膜	1k	✓	✓	×			
MELF	1k	✓	✓	✓	✓	✓	×

MELF 电阻器可以承受明显更高的浪涌电压。这也突显了仅通过电阻器可以实现多大程度的浪涌保护。

进一步提高浪涌保护：采用 TVS 二极管

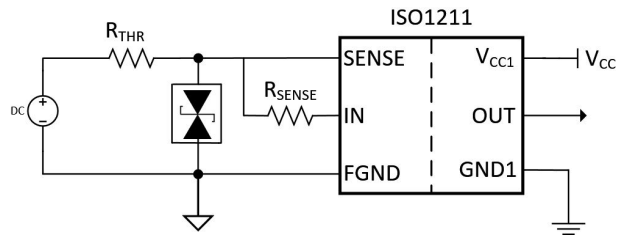


图 2. 输入端的典型 TVS 布局

TVS 二极管是一种改善瞬态保护的常见方式。上面图 2 显示了为 ISO1211 采用 TVS 二极管的一种常见方式。为浪涌保护选择 TVS 元件时，需要考虑工作电压、钳位电压和浪涌电流，才能选择正确的器件。当工作电压接近 ISO121x 的 60V 最大输入电压时，寻找适用的 TVS 二极管具有相当的挑战性。

表 2. 薄膜电阻器浪涌与碳素 MELF 电阻器浪涌

电阻器类型	Rthr (Ω)	TVS 二极管	浪涌电平 (V)					
			500	1k	1.5k	2k	2.5k	3k
碳素 MELF	1k	GSOT36C	✓	✓	✓	✓	✓	×
碳素 MELF	1k	EZJP0V420W M	✓	✓	✓	✓	×	
碳素 MELF	2.49k	EZJP0V420W M	✓	✓	✓	✓	✓	✓
碳素 MELF	1k	VCAN26A2	✓	✓	✓	✓	×	

表 2. 薄膜电阻器浪涌与碳素 MELF 电阻器浪涌
(continued)

电阻器类型	R _{thr} (Ω)	TVS 二极管	浪涌电平 (V)					
			500	1k	1.5k	2k	2.5k	3k
碳素 MELF	2.49k	VCAN26A3	✓	✓	✓	✓	✓	×

表 1 显示了几个具有不同 R_{THR} 值的不同 TVS 二极管的浪涌性能。我们可以发现，与单独使用电阻器相比，增加 TVS 二极管会显著提高 ISO121x 解决方案的浪涌容差。

适用于 60V 系统的浪涌保护：拆分 R_{THR}

60V 系统带来了一项挑战，那就是在选择 TVS 二极管时，需要确保其钳位电压不会干扰工作电压。为应对这项挑战，下面图 3 中显示了将 R_{THR} 拆分成两个单独电阻器的概念。

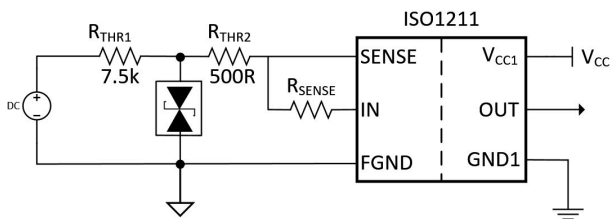


图 3. 拆分 R_{THR} 配置下 ISO121x 输入端修改后的 TVS 布局

通过将 R_{THR} 拆分成两个单独电阻器 (7.5k 和 500R)，便可以将 TVS 二极管直接放在它们之间。这样，所选 TVS 便能够钳制 60V 以上的电压，例如 72V，同时凭借 500Ω 电阻器两端的压降，ISO121x 仍能得到保护。

表 3. 拆分 R_{THR} 配置下 TVS 的测试数据

电阻器类型	R _{thr 1} (Ω)	R _{thr 2} (Ω)	TVS 二极管	浪涌电平 (V)					
				500	1k	1.5k	2k	2.5k	3k
薄膜	7.5k	500R	无	✓	✓	✓	✓	✓	×
薄膜	7.5k	500R	SMBJ45A	✓	✓	✓	✓	✓	×

即使是采用金属薄膜电阻器且没有 TVS 的拆分 R_{THR} 配置，也会带来出色的浪涌性能。增加 TVS 二极管仍可以提高对 ISO121x 的保护，但并不能使 R_{THR1} 免受大浪涌电流的影响。R_{THR1} 容易被浪涌电流损坏并偏离其制造电阻。

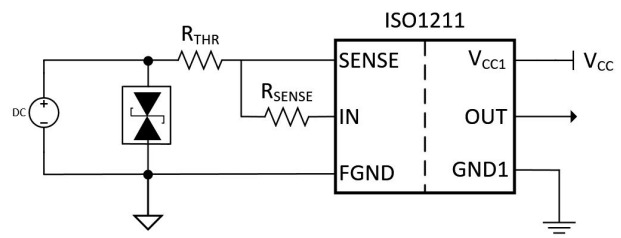


图 4. TVS 放在原始输入端

TVS 二极管的另一种可能布局是直接放在传入通信线路上，如图 3 中所示。这种方法没有电阻器在浪涌事件期间对电流加以限制的优点，但可以保护 ISO121x、R_{THR} 和 R_{SENSE}。这种布局所需 TVS 二极管的物理尺寸和额定值要远大于其他配置，很可能需要价格更贵的 TVS。表 1 所示为通过高达 3kV 浪涌测试的几个 TVS 二极管示例。

表 4. TVS 置于原始输入端时的测试数据

电阻器类型	阻值 (Ω)	TVS 二极管	浪涌电平 (V)					
			500	1k	1.5k	2k	2.5k	3k
薄膜	1K	SMBJ28CA	✓	✓	✓	✓	✓	✓
薄膜	1K	1.5SMC30CA	✓	✓	✓	✓	✓	✓
薄膜	1K	SMBJ28CA	✓	✓	✓	✓	✓	✓

即使薄膜电阻器能轻松忍受浪涌事件，TVS 二极管仍率先发生浪涌，并先一步将浪涌电流钳位至地，使电阻器或 ISO121x 不会受到任何损坏。

结论：

若要保护数字输入免受浪涌事件影响，在选定电阻器和 TVS 二极管类型之前，需要考虑一些注意事项。与薄膜电阻器相比，碳素 MELF 电阻器可以提供出色的保护，而增加 TVS 二极管可以进一步提高保护级别。请规划好明智的保护方案，并为您的系统选择合适的电阻器/TVS 配置。更多相关信息，请访问 [TI 隔离主页](#)。

重要声明和免责声明

TI 提供技术和可靠性数据 (包括数据表)、设计资源 (包括参考设计)、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源, 不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保, 包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任: (1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品, (2) 设计、验证并测试您的应用, (3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。这些资源如有变更, 恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务, TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 的销售条款 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.ti.com) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司