

EMC兼容RS-485通信网络

作者: James Scanlon

简介

在实际工业和仪器仪表(I&I)应用中, RS-485通信链路需要在恶劣电磁环境下工作。雷击、静电放电和其他电磁现象导致的较大瞬态电压会损坏通信端口。为了确保这些数据端口能够在最终安装环境中正常工作, 它们必须符合某些电磁兼容性(EMC)法规。

在这些要求的范围内, 共有三项瞬变抗扰度标准: 静电放电(ESD)、电快速瞬变(EFT)和电涌。在设计周期的最后才考虑EMC会导致恶果, 例如工程预算超支和进度拖后。许多EMC问题并不简单, 或者不明显, 必须在产品设计一开始就予以考虑。

本应用笔记介绍了上述每一种瞬变, 提出了设计解决方案

方法, 并针对三种不同的RS-485通信端口成本/保护级别分别展示了三种不同的EMC兼容解决方案。图1显示了这些不同解决方案。

ADI公司和Bourns公司共同开发了业内首款EMC兼容RS-485接口客户设计工具, 从而携手扩展了两家公司面向系统的解决方案组合。

此工具可针对IEC 61000-4-2 ESD、IEC 61000-4-4 EFT和IEC 61000-4-5电涌提供高达4级的保护。它根据所需保护级别和可用预算为设计人员提供相应的设计选项。借助这些设计工具, 设计人员可在设计周期之初考虑EMC问题, 从而降低该问题导致的项目延误风险。

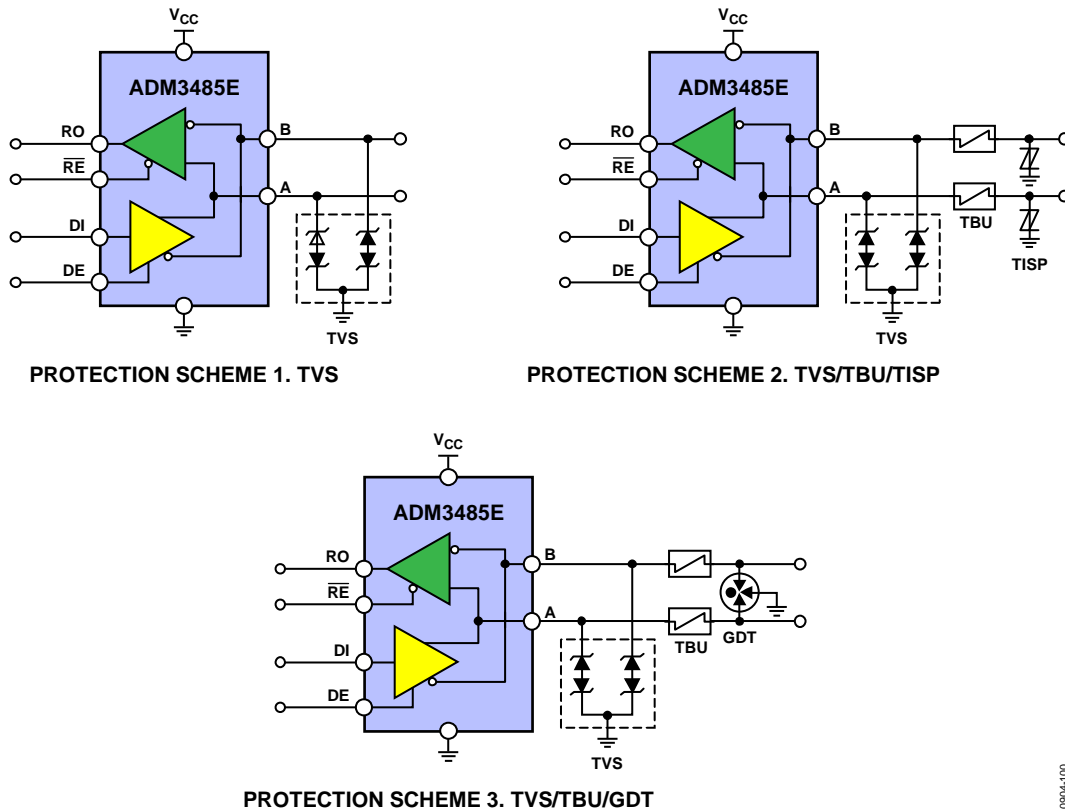


图1. 三种EMC兼容解决方案

10804-1/00

目录

简介.....	1	保护原理.....	9
修订历史.....	2	RS-485瞬变抑制网络.....	10
RS-485标准.....	3	保护方案1.....	10
电磁兼容性.....	4	保护方案2.....	11
静电放电.....	4	保护方案3.....	12
电快速瞬变.....	5	结论.....	13
电涌.....	7	参考文献.....	14
通过/失败标准.....	8		

修订历史

2013年2月—修订版0：初始版

RS-485标准

在工业与仪器仪表应用中，常常需要在距离很远的多个系统之间传输数据。RS-485总线标准是I&I应用中使用最广泛的物理层总线设计标准之一。RS-485的应用包括过程控制网络、工业自动化、远程终端、楼宇自动化(例如、暖通空调(HVAC)、保安系统)、电机控制和运动控制。

使RS-485成为I&I通信应用理想之选的关键特性如下：

- 长距离链路 - 最长4000英尺。
- 可通过一对绞线电缆进行双向通信。
- 差分传输增加噪声抗扰度，减少噪声辐射。
- 可将多个驱动器和接收器连接至同一总线。

- 宽共模范围(-7 V至+12 V)允许驱动器与接收器之间存在地电位差。
- TIA/EIA-485-A允许数十Mbps的数据速率。

TIA/EIA-485-A是电信业使用最广泛的传输线路标准，描述了RS-485接口的物理层，通常与Profibus、Interbus、Modbus或BACnet等更高层协议配套使用，能够在相对较长的距离内实现稳定的数据传输。

然而，在实际应用中，雷击、电力线感应和直接接触、电源波动、感应开关以及静电放电会通过产生较大瞬变电压对RS-485收发器造成损害。设计人员必须确保设备不仅能在理想条件下工作，而且能够在实际可能遇到的恶劣环境下正常工作。为了确保这些设计能够在电气条件恶劣的环境下工作，各个政府机构和监管机构实施了EMC法规。如果设计的产品符合这些法规，就可以让最终用户确信它们在恶劣的电磁环境下也能正常工作。

电磁兼容性

EMC是指电子系统在目标电磁环境下保持良好性能且不会向该环境中引入大量电磁干扰的能力。电磁环境包含辐射和传导能量。因此，EMC也包含两方面，即辐射和敏感度。

辐射是指产品不必要地产生电磁能量。为了打造一种具备电磁兼容性的环境，通常需要控制辐射。

敏感度是一种用于衡量电子产品容忍其他电磁产品的辐射或传导电磁能量影响或其他电磁影响的能力指标。抗扰度与敏感度相反。敏感度高的设备抗扰度低。

国际电工委员会(IEC)是致力于制定和发布所有电气、电子和相关技术国际标准的全球领先组织。自1996年以来，向欧盟出售或在欧盟范围内出售的所有电子设备都必须达到IEC 61000-4-x规范定义的EMC级别。

IEC 61000规范定义了一组EMC抗扰度要求，适用于在住宅、商业和轻工业环境中使用的电气和电子设备。这组规范包括以下三种类型的高电压瞬变，设计人员需要确保数据通信线路不受这些瞬变的损害。这三种类型分别是：

- IEC 61000-4-2静电放电(ESD)
- IEC 61000-4-4电快速瞬变(EFT)
- IEC 61000-4-5电涌抗扰度

本应用笔记将探讨如何针对这三种主要的EMC瞬变提高RS-485端口的保护级别。

所有这些规范都定义了测试方法，用于评估电子电气设备对指定现象的抗扰度。下文将概要介绍每种测试方法。

静电放电

ESD是指两个电位不同的带电体之间因为近接触或电场的传导而突然产生静电电荷的传输。其特性是在较短的时间内有较大的电流。

物体会因为许多机制而带电。仅仅是与另一个带电体接触

也会产生电荷。摩擦效应也会导致产生电荷，也就是两个物体相互摩擦产生静电。此外还有一种现象是感应起电，也就是通过感应产生电荷。这种情况下，带电体之间没有实质接触，但只要二者在同一个电场内，也还是会产生电荷。

IEC 61000-4-2测试的主要目的是确定系统在工作过程中对系统外部ESD事件的抗扰度。IEC 61000-4-2规定要使用两种耦合方法测试，即接触放电和空气放电。接触放电是指放电枪直接与受测装置相连。空气放电使用更高的测试电压，但不会直接接触受测装置。

使用空气放电法进行测试时，放电枪的带电极向受测装置移动，直到产生放电在整个气隙上形成一道电弧。放电枪不会直接接触受测装置。许多因素会影响空气放电测试的结果和可重复性，包括湿度、温度、气压、距离以及接近受测装置的速度。此方法可以更好地表现实际的ESD事件，但可重复性不强。因此，接触放电是首选的测试方法。

IEC 61000-4-2规定了不同环境状况下的电压测试级别，此外还有电流波形。表1显示了环境和测试电压之间的关系。应该根据最终产品所处的实际安装条件和环境状况选择测试级别。

1级最轻微，4级最严重。1级和2级适合拥有防静电材料的受控环境中安装的产品。3级和4级适合情况更严重的环境中安装的产品，这类环境下更常发生带有较高电压的ESD事件。

图2显示了规范中描述的8 kV接触放电电流波形。部分需要注意的关键波形参数是不到1 ns的快速上升时间和大约60 ns的短脉冲宽度。这相当于脉冲的总能量在数十mJ范围内。

该测试是按单次放电进行的。测试点可能承受至少10次正极放电和10次负极放电。推荐的放电间隔为1 s。

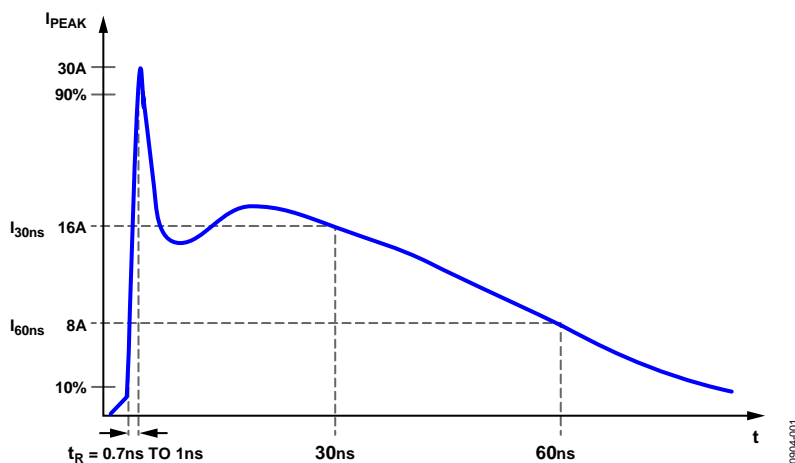


图2. IEC 61000-4-2 ESD波形(8 kV)

表1. IEC 61000-4-2测试级别和安装类别

级别/类别	最低相对湿度 (百分比)	防静电材料	合成材料	接触放电测试 电压(kV)	气隙放电测试 电压(kV)
1	35	X		2	2
2	10	X		4	4
3	50		X	6	8
4	10		X	8	15

电快速瞬变

电快速瞬变测试涉及将大量极快的瞬变脉冲耦合到信号线上，以表示与外部开关电路关联的瞬变干扰，这类电路能够以容性方式耦合至通信端口。这可能包括继电器和开关触点抖动，或者因为感性或容性负载切换而产生的瞬变，而所有这些在工业环境中都很常见。IEC 61000-4-4中定义的EFT测试尝试模拟因为这些类型的事件产生的干扰。

图3显示了EFT 50 Ω负载波形。通过输出阻抗为50 Ω的发生器从50 Ω阻抗两端的电压这一角度描述了EFT波形。输出波形包括一个15 ms的突发5 kHz高电压瞬变，其重复间隔为300 ms。每个单独的脉冲都有5 ns的上升时间和50 ns的脉冲持续时间，在波形上升沿和下降沿的50%那一点测得。与ESD瞬变类似，EFT脉冲的特性也是快速上升时间和短脉冲宽度。单次脉冲的总能量类似于ESD脉冲。施加于数据端口的电压可以高达2 kV。

这些快速突发瞬变利用一个容性夹钳耦合至通信线路。EFT通过夹钳而非直接接触以容性方式耦合至通信线路。

这样也降低了因为EFT发生器的低输出阻抗而产生的负载。夹钳和电缆之间的耦合电容取决于电缆直径以及电缆上的屏蔽层和绝缘层。

IEC 61000-4-4规定了不同环境状况下的电压测试级别。表2显示了不同测试级别对应的测试电压和脉冲重复速率。应该根据最终产品所处的最现实的安装条件和环境状况选择测试级别。一般采用5 kHz的重复速率，但此速率通常取决于终端制造商的规范。

- 1级 表示保护措施很好的环境
- 2级 表示受保护的环境
- 3级 表示典型的工业环境
- 4级 表示恶劣的工业环境

表2. IEC 61000-4-4测试级别

级别	数据端口测试电压和重复速率	
	峰值电压(kV)	重复速率(kHz)
1	0.25	5或100
2	0.5	5或100
3	1	5或100
4	2	5或100

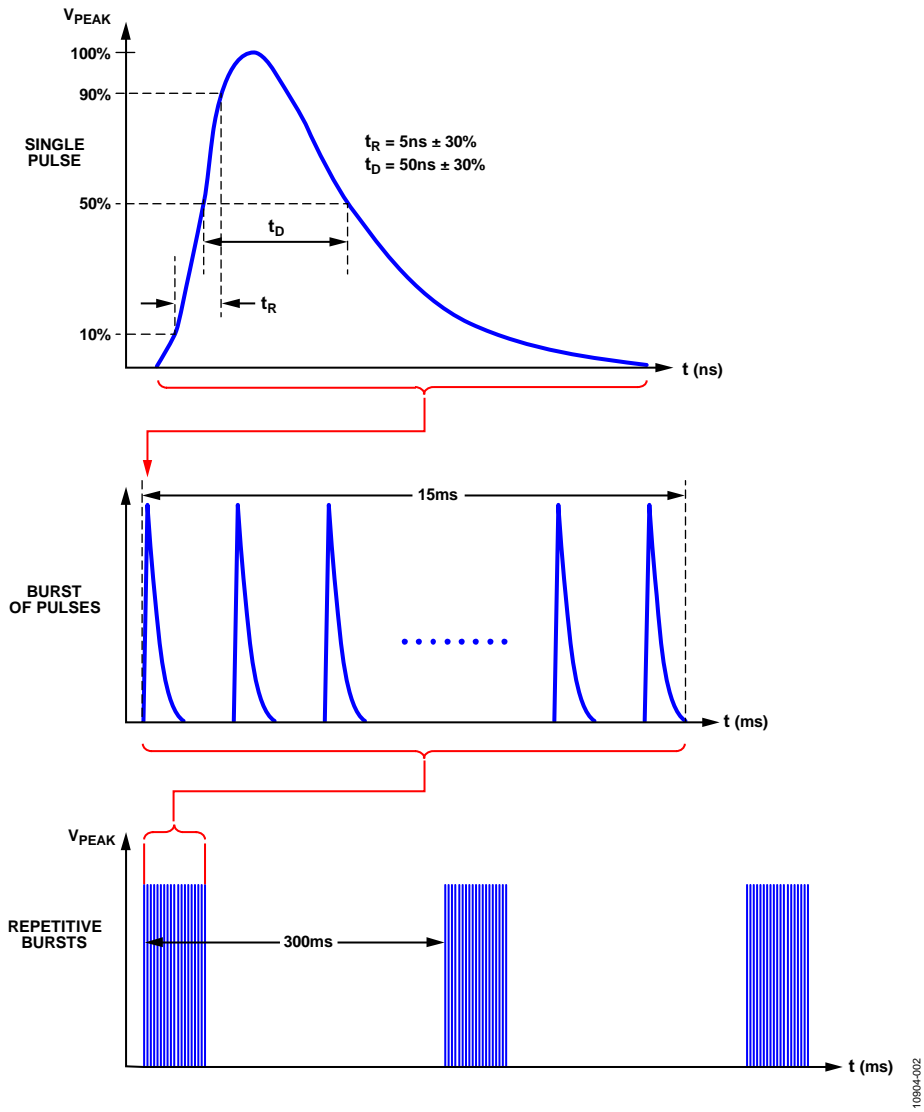


图3. IEC 61000-4-4 EFT 50 Ω波形

电涌

电涌瞬变通常由开关操作造成的过压情况或雷击造成。开关瞬变的起因可能是电力系统切换、配电系统中的负载变化或各种系统故障(例如安装时与接地系统形成短路和电弧故障)。雷击瞬变的起因可能是附近的雷击导致向电路中注入了较大的电流和电压。IEC 61000-4-5定义了在这些电涌现象影响的情况下用于评估电子电气设备抗扰度的波形、测试方法和测试级别。

波形规定为开路电压和短路电流形式的波形发生器输出。介绍了两种波形。10 μ s/700 μ s组合波形用于连接对称通信线路测试端口，例如电话交换线。1.2 μ s/50 μ s组合波形发生器用于其他所有情况，尤其是短距离信号连接。对于RS-485端口，主要使用1.2 μ s/50 μ s波形。波形发生器的有

效输出阻抗为2 Ω ，因此电涌瞬变拥有与之关联的大电流。

图4显示了1.2 μ s/50 μ s电涌瞬变波形。ESD和EFT拥有类似的上升时间、脉冲宽度和能量级别。对于电涌，脉冲的上升时间为1.25 μ s，脉冲宽度为50 μ s。电涌脉冲的能量级别可以达到ESD或EFT脉冲能量级别的三到四个数量级。因此，电涌瞬变可以视作是EMC瞬变规范中最严重的一种。由于ESD和EFT之间的相似性，相应的电路保护设计也很相似，但是由于电涌的能量大，因此必须采取不同的处理方式。在开发保护电路时，如果既要保持成本效益，又要提高数据端口针对这三种瞬变的抗扰度，这就是主要问题之一。

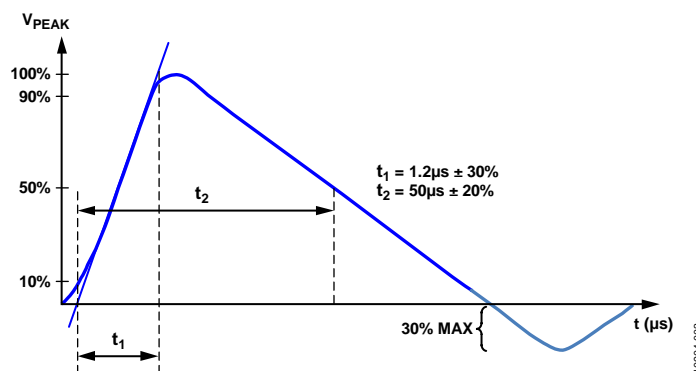


图4. IEC 61000-4-5电涌1.2 μ s/50 μ s 波形

AN-1161

电阻将电涌瞬变耦合至通信线路。图5显示了半双工RS-485器件的耦合网络。并联电阻总和为 40Ω 。对于半双工器件，每个电阻为 80Ω 。

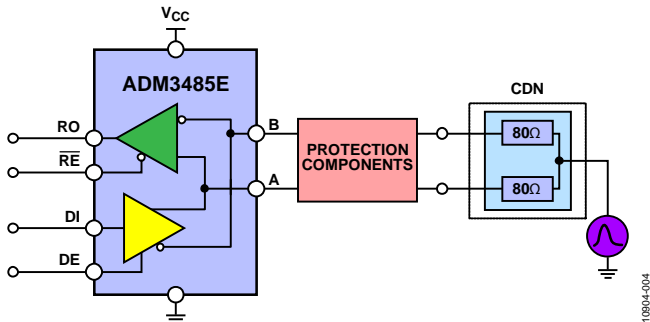


图5. 半双工RS-485器件的电涌耦合网络

表3. IEC 61000-4-5测试级别

级别	开路测试电压
1	0.5 kV
2	1 kV
3	2 kV
4	4 kV
X	特殊

表3显示了IEC 61000-4-5中定义的测试级别。X级可以高于、低于或介于其他级别之间。这通常在产品标准中指定。应该根据安装条件选择测试级别。根据规范中的定义，有六种安装类别。

- 0类(保护措施良好的电气环境)
- 1类(部分保护的电气环境)
- 2类(即使是短距离也实现了电缆妥善分离的电气环境)
- 3类(电力线和信号线并行布设的电气环境)
- 4类(在这种电气环境下，互连电缆的布线方式像室外电缆一样与电力线混在一起，而且电缆同时用于电子和电气回路)
- 5类(在这种电气环境下，电子设备与电信线缆连在一起，而且有一些架空的电力线在不算密集的空间内)
- X类(产品规格中指定的特殊情况)

0类没有关联的电涌瞬变处理措施。5类的瞬变应力程度最严重。

有关安装类别及每种类别对应的电涌电压的概要如表4所示。表4显示对称和不对称线路两种情况下，线至地耦合的各类别相关测试电压。必须了解最终环境类别，这样才能确保产品对相应的威胁级别具有抗扰性。

表4. IEC 61000-4-5安装类别

安装类别	不对称线路测试电平	对称线路测试电平
0	不适用	不适用
1	0.5 kV	0.5 kV
2	1 kV	1 kV
3	2 kV	2 kV
4	4 kV	2 kV
5	4 kV	4 kV

在电涌测试期间，向数据端口施加五次正脉冲和五次负脉冲，每次脉冲之间的最大间隔为1分钟。根据标准的规定，应该将器件设置在正常工作条件下进行测试。

通过/失败标准

对受测系统施加瞬变后，根据四种通过/失败标准对测试结果进行分类。下面列出了这些通过/失败标准，并举例说明了每种标准可能与RS-485收发器之间存在何种联系：

- 性能正常；在施加瞬变期间或之后不会出现位错误。
- 暂时丧失功能或性能暂时降低，无需操作人员介入；在施加瞬变期间以及之后一段时间可能会出现位错误。
- 暂时丧失功能或性能暂时降低，需要操作人员介入；可能发生闩锁事件，可在上电复位之后消除，不会对器件造成永久性损坏或性能降级。
- 丧失功能，且对设备造成永久性损坏。器件未通过测试。

标准A是最理想的，标准D是无法接受的。永久性损坏会导致系统停机，并产生维修和更换费用。对于任务关键型系统，标准B和标准C也是无法接受的，因为系统必须在出现瞬变事件期间仍然能保持正常工作。

保护原理

有三种主要方式可用于预防EMC问题。

- 从源头抑制瞬变。
- 让耦合路径尽可能低效。
- 降低器件对瞬变干扰的敏感度。

通常不可能消除瞬变的源头，例如，无法控制在哪里发生雷击。最终产品安装之后，降低耦合的可能性通常就不在制造商的控制范围内。为了确保产品符合EMC标准，制造商通常有必要增强对数据端口的保护，以便降低产品对瞬变干扰的敏感度。

设计瞬变保护电路时，请考虑以下事项：

- 必须防止或限制瞬变造成的损坏，让系统能够在性能影响最低的情况下恢复正常工作。
- 保护方案应该足够稳健，以便应对系统在电场中可能遇到的各种类型的瞬变和电平。
- 瞬变时长是一个重要因素。对于较长的瞬变，热效应会导致某些保护方案失效。
- 正常工作条件下，保护电路应该不会干扰系统工作。
- 如果保护电路在过应力期间失效，应该以保护系统的方式失效。

主要有两种类型的保护方案可用于针对瞬变提供保护。过流保护用于限制峰值电流，过压保护用于限制峰值电压。

市场上有各种各样的过流和过压保护技术及元件，每一种都各有利弊。为系统开发保护方案通常既需要用到过压保护器件，也需要用到过流保护器件。

图6显示了某种保护方案的典型设计。这种设计具有主保护和次级保护。主保护可将大部分瞬变能量从系统转移开，通常位于系统和环境之间的接口。它能够将瞬变转移到地，从而移走绝大部分的能量。

次级保护的目的是保护系统各个部件，使其免受主保护允许通过的任何瞬变电压和电流的损坏。次级保护通常更侧重于面向受保护系统的具体部件。它经过优化，可以确保针对上述残余瞬变提供保护，同时还允许系统的这些敏感部件正常工作。必须确保主设计和次级设计能够一起配合系统输入/输出，以便最大限度地降低对受保护电路造成的应力。

这些设计一般在主保护器件和次级保护器件之间会有一个协调元件，例如电阻或非线性过流保护器件，以确保能够进行协调。

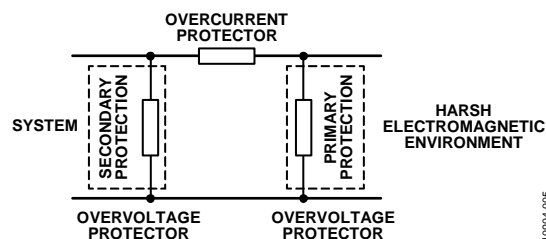


图6. 保护方案 - 功能框图

10904-005

RS-485瞬变抑制网络

EMC瞬变事件在时间上会有变化，因此保护元件必须具有动态性能，而且其动态特性需要与受保护器件的输入/输出极相匹配，这样才能实现成功的EMC设计。元件数据手册通常只包含直流数据，由于动态击穿和I/V特性可能与直流值存在很大差异，因此这些数据没有太多价值。必须进行精心设计并确定特性，了解受保护器件的输入/输出级的动态性能，并且使用保护元件，才能确保电路达到EMC标准。

本应用笔记介绍具有完整特性的三种不同EMC兼容解决方案。每种解决方案都经过独立外部EMC兼容性测试公司的认证，而且各方案针对ADI公司的ADM3485E 3.3 V RS-485收发器提供不同的成本/保护级别，并使用可选的Bourns外部电路保护元件提供增强的ESD保护。所用的Bourns外部电路保护元件包括瞬变电压抑制器(CDSOT23-SM712)、瞬变闭锁单元(TBU-CA065-200-WH)、晶闸管电涌保护器(TISP4240M3BJR-S)和气体放电管(2038-15-SM-RPLF)。

每种解决方案都经过特性测试，确保了保护元件的动态I/V性能可以保护ADM3485E RS-485总线引脚的动态I/V特性。ADM3485E的输入/输出级之间的交互，配合外部保护元件，共同防止受到瞬变事件的损害。

保护方案1

EFT和ESD瞬变的能量级别类似，电涌波形的能量级别则高出三到四个数量级。针对ESD和EFT的保护可通过相似的方式完成，针对高级别电涌的保护解决方案则更为复杂。第一个解决方案描述四级ESD和EFT和二级电涌保护。本应用笔记描述的所有电涌测试中都使用 $1.2 \mu\text{s}/50 \mu\text{s}$ 波形。

此解决方案使用Bourns公司的CDSOT23-SM712瞬变电压抑制器(TVS)阵列，它包括两个双向TVS二极管，如图7所示。表5显示针对ESD、EFT和电涌瞬变的电压保护级别。

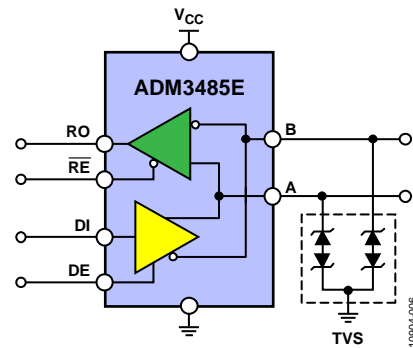


图7. 保护方案1 - TVS

表5. 方案1保护级别

级别	ESD (-4-2)		EFT (-4-4)		电涌(-4-5)	
	电压 (接触/空气)	级别	电压	级别	电压	级别
4	8 kV/15 kV	4	2 kV	2	1 kV	

TVS是基于硅的器件。在正常工作条件下，TVS具有很高的对地阻抗；理想情况下它是开路。保护方法是将瞬变导致的过压箝位到电压限值。这是通过PN结的低阻抗雪崩击穿实现的。当产生大于TVS的击穿电压的瞬变电压时，TVS会将瞬变箝位到小于保护器件的击穿电压的预定水平。瞬变立即受到箝位($< 1 \text{ ns}$)，瞬变电流从受保护器件转移至地。

重要的是要确保TVS的击穿电压在受保护引脚的正常工作范围之外。如图8所示，CDSOT23-SM712的独有特性是具有 $+13.3 \text{ V}$ 和 -7.5 V 的非对称击穿电压，与 $+12 \text{ V}$ 至 -7 V 的收发器共模范围相匹配，从而提供最佳保护，同时最大限度地减小对ADM3485E RS-485收发器的过压应力。

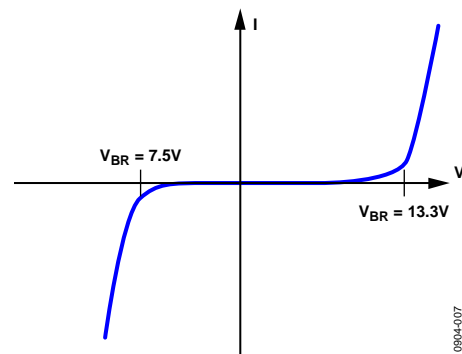


图8. CDSOT23-SM712 I/V特性

保护方案2

以前的解决方案可提供最高四级ESD和EFT保护，但只能提供二级电涌保护。为了提高电涌保护级别，保护电路变得更为复杂。本节介绍的保护方案最高可以提供四级电涌保护。

CDSOT23-SM712专门针对RS-485数据端口设计。以下两套解决方案基于CDSOT23-SM712构建，提供更高级别的电路保护。在此解决方案中，CDSOT23-SM712提供次级保护，TISP4240M3BJR-S则提供主保护。

主保护器件和次级保护器件之间的协调以及过流保护是利用TBU-CA065-200-WH实现的。表6显示了使用此解决方案针对ESD、EFT和电涌瞬变进行保护的相应电平。图9代表了完整的解决方案。

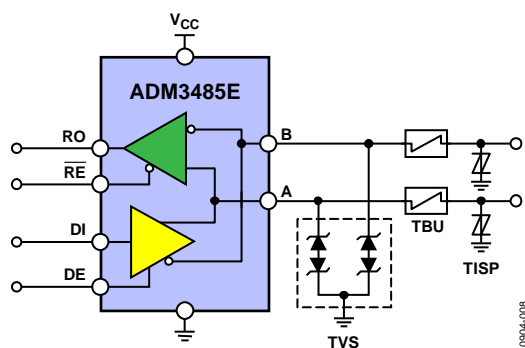


图9. 保护方案2 - TVS/TBU/TISP

表6. 方案2保护级别

ESD (-4-2)		EFT (-4-4)		电涌(-4-5)	
级别	电压 (接触/空气)	级别	电压	级别	电压
4	8 kV/15 kV	4	2 kV	4	4 kV

当瞬变能量施加于保护电路时，TVS将会击穿，通过提供低阻抗的接地路径来保护器件。由于电压和电流较高，还必须通过限制通过的电流来保护TVS。这可采用瞬变闭锁单元(TBU)实现，它是一个主动高速过流保护元件。此设计中的TBU是Bourns公司的TBU-CA065-200-WH。

TBU可阻挡电流，而不是将其分流至地。作为串联元件，它会对通过器件的电流做出反应，而不是对接口两端的电

压做出反应。TBU是一个高速过流保护元件，具有预设电流限值和耐高压能力。当发生过流，TVS由于瞬变事件击穿时，TBU中的电流将升至器件设置的限流水平。此时，TBU会在不足1 μs时间内将受保护电路与电涌断开。

在瞬变的剩余时间内，TBU保持在受保护阻隔状态，通过受保护电路的电流非常小(<1 mA)。在正常工作条件下，TBU具有低阻抗，因此它对正常电路工作的影响很小。在阻隔模式下，它具有很高的阻抗以阻隔瞬变能量。在瞬变事件后，TBU自动重置到低阻抗状态，让系统恢复正常工作。

与所有过流保护技术相同，TBU具有最大击穿电压，因此主保护器件必须箝位电压，并将瞬变能量重新引导至地。这通常使用气体放电管或固态晶闸管等技术实现，例如完全集成电涌保护器件(TISP)。TISP充当主保护器件。超过其预定义保护电压时，它提供瞬变开路低阻抗接地路径，从而将大部分瞬变能量从系统和其他保护器件转移开。

TISP的非线性电压-电流特性通过转移产生的电流来限制过压。作为晶闸管，TISP具有非连续电压-电流特性，它是由于高电压区和低电压区之间的切换动作而导致的。图10显示了器件的电压-电流特性。在TISP器件切换到低电压状态之前，它具有低阻抗接地路径以分流瞬变能量，雪崩击穿区域则导致了箝位动作。

在限制过压的过程中，受保护电路短暂暴露在高压下，因而在切换到低压保护打开状态之前，TISP器件处在击穿区域。TBU将保护下游电路，防止由于这种高电压导致的高电流造成损坏。当转移电流降低到临界值以下时，TISP器件自动重置，以便恢复正常系统运行。

如前文所述，所有三个元件协同工作，与系统输入/输出配合，一起针对高电压电流瞬变为系统提供保护。

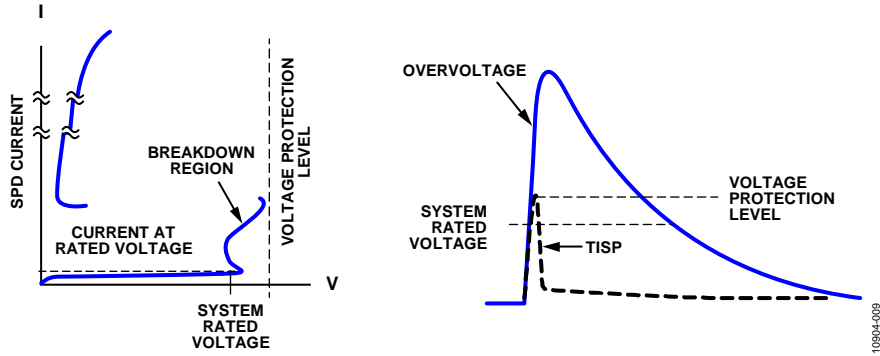


图10. TISP切换特性和电压限制波形

保护方案3

我们通常需要四级以上的电涌保护。图11所示的保护方案最高可针对6 kV的电涌瞬变为RS-485端口提供保护。它的工作方式类似于保护方案2；但此电路采用气体放电管(GDT)取代TISP来保护TBU，从而保护次级保护器件TVS。相对于“保护方案2”部分介绍的TISP，GDT可针对更大的过压和过流应力提供保护。此保护方案的GDT是Bourns公司的2038-15-SM-RPLF。TISP的额定电流是220 A，GDT的额定电流则是5 kA(按单位导体计算)。表7总结了此设计提供的保护级别。

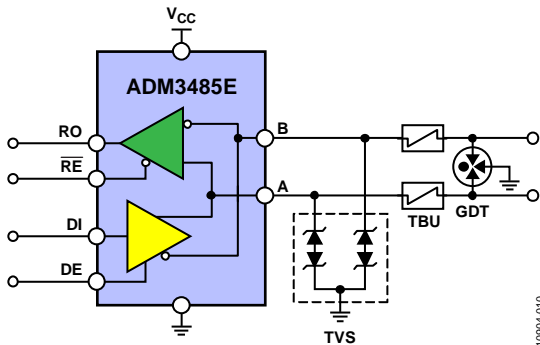


图11. 保护方案3 - TVS/TBU/GDT

表7. 方案3保护级别

ESD (-4-2)		EFT (-4-4)		电涌(-4-5)	
级别	电压 (接触/空气)	级别	电压	级别	电压
4	8 kV/15 kV	4	2 kV	X	6 kV

GDT主要用作主保护器件，提供低阻抗接地路径以防止过压瞬变。当瞬变电压达到GDT火花放电电压时，GDT将从高阻抗关闭状态切换到电弧模式。在电弧模式下，GDT成

为虚拟短路，提供瞬变开路电流接地路径，将瞬变电流从受保护器件上转移开。

图12显示GDT的典型特性。当GDT两端的电压增大时，放电管中的气体由于产生的电荷开始电离。这称为辉光区。在此区域中，增加的电流将产生雪崩效应，将GDT转换为虚拟短路，允许电流通过器件。在短路事件中，器件两端产生的电压称为弧电压。辉光区和电弧区之间的转换时间主要取决于器件的物理特性。

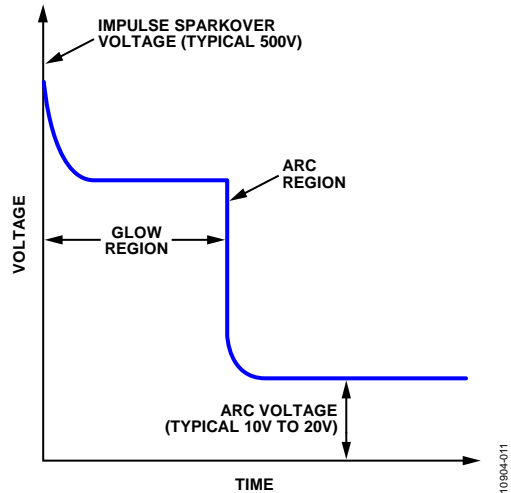


图12. GDT特性波形

结论

本应用笔记介绍了与瞬变抗扰度相关的三项IEC标准。在实际工业应用中，受这些瞬变影响的RS-485通信端口会遭到损坏。在产品后期发现的EMC问题可能需要以高昂的成本重新设计，通常会导致延误进度。因此，应该在设计周期一开始就考虑EMC问题，在后期才发现这些问题可能为时已晚，难以实现所需的EMC性能。

在设计面向RS-485网络的EMC兼容解决方案时，主要难题是让外部保护元件的动态性能与RS-485器件输入/输出结构的动态性能相匹配。

本应用笔记介绍了适用于RS-485通信端口的三种不同EMC兼容解决方案，按照所需的保护级别为设计人员提供选择。EVAL-CN0313-SDPZ是业界首款EMC兼容RS-485客户设计工具，针对ESD、EFT和电涌提供高达四级的保护。表7总结了不同保护方案提供的保护级别。

虽然这些设计工具不能取代所需的系统级严格评估和专业资质，但能够让设计人员在设计早期降低由于EMC问题导致的项目延误风险，从而缩短产品设计和上市时间。有关详情，请访问：www.analog.com/RS485emc。

表4. 三种ADM3485E EMC兼容方案

保护方案	ESD (-4-2)		EFT(-4-4)		电涌(-4-5)	
	级别	电压 (接触/空气)	级别	电压	级别	电压
1. TVS	4	8 kV/15 kV	4	2 kV	2	1 kV
2. TVS/TBU/TISP	4	8 kV/15 kV	4	2 kV	4	4 kV
3. TVS/TBU/GDT	4	8 kV/15 kV	4	2 kV	X	6 kV

参考文献

More information regarding interface and isolation products is listed in this section (also see the Analog Devices [website](#)).

See the Bourns website for information on parts mentioned in this document as well as for the First Principles document and the Bourns Telecom Protection Guide.

[ADM3485E](#) Data Sheet. Analog Devices, Inc.

Electromagnetic Compatibility (EMC) Part 4-2: Testing and Measurement Techniques—Electrostatic Discharge Immunity Test (IEC 61000-4-2:2008 (Ed.2.0)).

Electromagnetic Compatibility (EMC) Part 4-4: Testing and Measurement Techniques—Electrical Fast Transient/Burst Immunity Test (IEC 61000-4-4:2012 (Ed3.0)).

Electromagnetic Compatibility (EMC) Part 4-5: Testing and Measurement Techniques—Surge Immunity Test (IEC 61000-4-5:2005 (Ed2.0)).

EVAL-CN0313-SDPZ. www.analog.com/RS485emc.

Marais, Hein. “RS-485/RS-422 Circuit Implementation Guide.” Application Note [AN-960](#). Analog Devices, Inc.

注释

注释