



Matthew Smith

摘要

控制器局域网 (CAN) 是许多汽车应用中广泛使用的通信协议。如同任何其他外露连接器接口, CAN 接口会发生高压瞬变事件, 如静电放电 (ESD)。在 CAN 总线连接器上安装 ESD 保护二极管, 不仅能够保护 CAN 收发器, 还能够保护所有下游和相邻系统免受 ESD 耦合能量的影响。为了确保稳健的系统级保护, 了解 CAN 总线的基本工作条件以及如何为 CAN 总线选择合适的 ESD 保护二极管非常重要。

内容

1 CAN 总线概述.....	2
2 ESD 的原因.....	2
3 ESD 保护要求.....	3
4 系统级解决方案.....	4
5 总结.....	5
6 参考文献.....	5

插图清单

图 1-1. CAN 总线典型设置.....	2
图 2-1. CAN 总线 ESD 事件.....	2
图 4-1. 受保护的 CAN 收发器.....	4
图 4-2. 无二极管.....	4
图 4-3. 具有 ESD2CAN24-Q1.....	5

表格清单

表 5-1. 器件建议.....	5
------------------	---

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 CAN 总线概述

CAN 是一个双线差分通信接口，其物理层根据 ISO 11898-2 标准定义。该物理层包含 CAN 收发器和双绞线，后者将所有的 CAN 节点连接在一起。连接 CAN 收发器和电缆的两条线路被称为 CANH 和 CANL。另外，还建议用一个分裂终端来端接 CANH 和 CANL 线路，以避免信号反射和低频噪声。图 1-1 展示了典型的 CAN 总线设置。

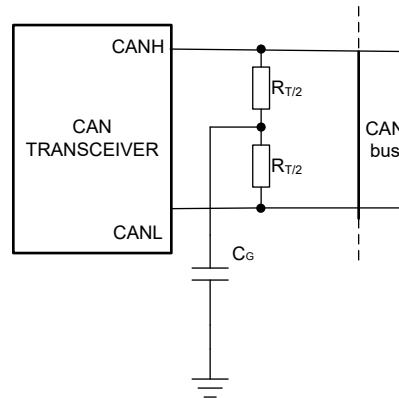


图 1-1. CAN 总线典型设置

CAN 协议可支持不同的速度。具体包括：

- 低速 (LS CAN)：高达 125kbps
- 高速 (HS CAN)：高达 1Mbps
- 灵活数据速率 (CAN FD)：高达 5Mbps
- 具有信号改善功能的 CAN (CAN SIC)：高达 8Mbps
- CAN XL：高达 10-20 Mbps (尚未发布)

2 ESD 的原因

ESD 可能发生在任何有外露连接器的系统上，包括 CAN 总线接口。通常，这些连接器在汽车装配和维护时外露。例如，在装配一辆汽车时，需要将电缆布线与汽车中的控制模块相连，这样当它们穿过工厂时，这些模块上可能累积过量的电荷。在将这些电缆与装有 CAN 收发器的控制模块相连时，过量的电荷会从电缆流入模块，然后进入 CAN 收发器。根据工厂的环境条件和处理电缆布线的方式，这些放电可能高达 30kV，并永久地损坏 CAN 收发器，导致车辆无法操作。机修工对汽车执行维护时也可能发生这种情况，必须先断开连接，然后再重新连接此电缆布线。简而言之，只要在系统中处理电缆布线，就有发生 ESD 的风险。

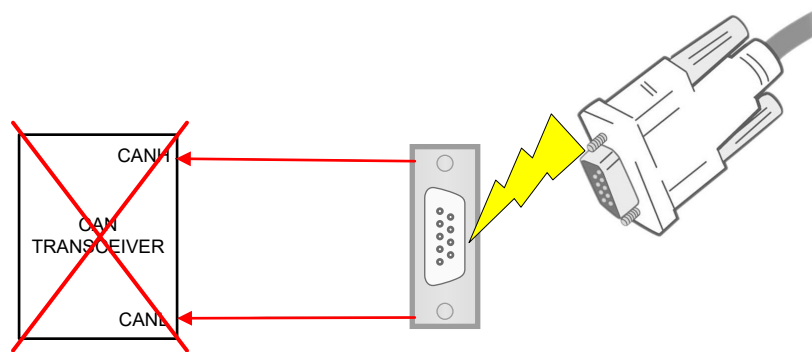


图 2-1. CAN 总线 ESD 事件

3 ESD 保护要求

许多 CAN 收发器具有内置的 ESD 保护单元，但是为了减小芯片尺寸，它们大多数只能保护到 8kV。如前文所述，根据不同环境，某些 ESD 冲击可能高达 30kV。因此，需要使用外部 ESD 保护二极管来提高系统级的 ESD 性能。以下是在选择正确的 ESD 保护二极管时需要考虑的主要事项和参数：

- 工作电压 (V_{rwm}) 和极性
 - 二极管的 V_{rwm} 取决于使用它们的应用。在理想条件下，CAN 总线电压电平在 CANH 的 V_{cc} (5V 或 3.3V) 和 CANL 的 0V 之间摆动。但是，在车辆中有一种取决于电池电压的共模电压。小型车辆将使用 12V 电池，大型车辆，比如 18 轮车，将使用 24V 电池。除了共模电压外，如果汽车电池几乎没有电量，还会出现不正常的借电启动风险。要正确地借电启动车辆，需将另一辆车的电池与无电电池并连。不了解这点的人可能会将两个电池串连，将汽车的整体电压加倍。在 12V 电池的情况下，需要使用 24V ESD 二极管，以确保在这种串联借电启动的情况下，它不会烧掉。在使用由两块 12V 单元组成的 24V 电池时，需要使用一个 36V 二极管，因为这两个电池单元将分别充电。考虑到线路故障和误接线，所有二极管都需要是双向二极管。
- IEC 61000-4-2 等级
 - IEC 61000-4-2 标准定义了模拟现实 ESD 冲击的波形，与模拟受控环境中 ESD 事件的人体放电模型 (HBM) 和充电器件模型 (CDM) 等波形相反。因为某些环境因素 (比如湿度和温度) 会使 ESD 冲击更加剧烈，建议至少使用最小接触等级为 15kV 的 ESD 二极管。
- ISO 10605 等级
 - ISO 10605 标准定义了一种模拟汽车环境中现实 ESD 冲击的波形。此波形定义了许多不同的电容和电阻组合，与只需要 150pF/330Ω 的 IEC 61000-4-2 相反。这些组合的最大强度为 330pF/330Ω，这比 IEC 61000-4-2 波形更加强健。要在严酷的汽车环境中经受住 ESD 冲击，建议 ESD 二极管的最小接触等级为 15kV。
- 电容
 - ESD 二极管应具有低电容，以尽可能减少信号衰减。二极管最大许用电容可能因信号速度 (LS CAN 与 CAN FD)、收发器电容、网络规模和 CANH 与 CANL 线路上的其他器件 (如滤波电容器) 而异。通常，建议将二极管电容保持在 15pF 以下。但是，系统架构师们一直在寻找电容尽可能低的二极管，以尽可能提高系统的总电容预算。
- 钳位电压
 - 钳位电压要求可能因使用的 CAN 收发器而异。务必注意，钳位电压应当低于 CANH 和 CANL 引脚的绝对最大等级。
- 封装
 - 对于 CAN 应用，许多系统需要对其电路板进行自动光学检查，以确认所有器件都已正确焊接。考虑到这一点，建议对 ESD 二极管使用引线式封装，如 SOT-23 和 SC70。

4 系统级解决方案

TI 提供名为 ESD2CANxx 器件的 ESD 二极管阵列，可在许多不同的环境中为不同类型 CAN 收发器提供保护。它们采用引线式双通道封装，具有专为 CAN 总线 ESD 保护设计的匹配电容。

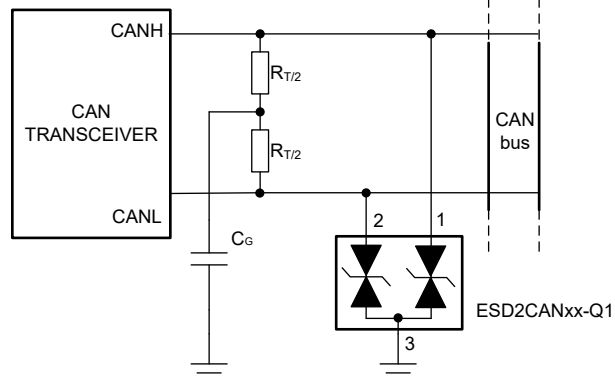


图 4-1. 受保护的 CAN 收发器

此外，将 ESD2CAN24-Q1 与 TCAN1042V-Q1 CAN 收发器配对使用，演示了它在 12V 汽车环境中提供系统级 ESD 抗扰能力的方法。本实验中使用了两个电路板：一个电路板只有 TCAN1042V-Q1，另一个电路板同时装有 ESD2CAN24-Q1 和 TCAN1042V-Q1。

为测量信号完整性，两个电路板都采用 5V 电源，并在 TXD 引脚上强制施加 500kHz (1Mbps) 的数字信号，来模拟 HS CAN 环境。将一个示波器连接到 CANH (线路 1)、CANL (线路 2)、TXD (线路 3) 和 RXD (线路 4)，以观察结果。如图 4-2 和图 4-3 中的结果所示，ESD2CAN24-Q1 二极管根本不会降级 CANH 和 CANL 信号。

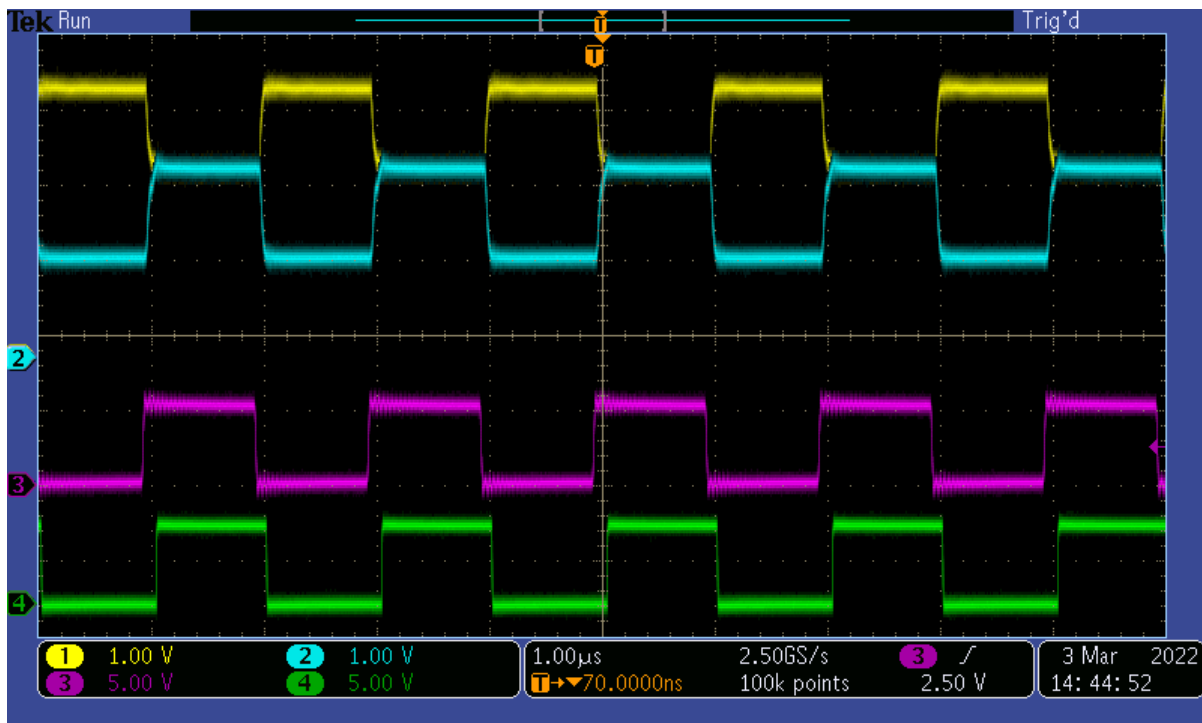


图 4-2. 无二极管

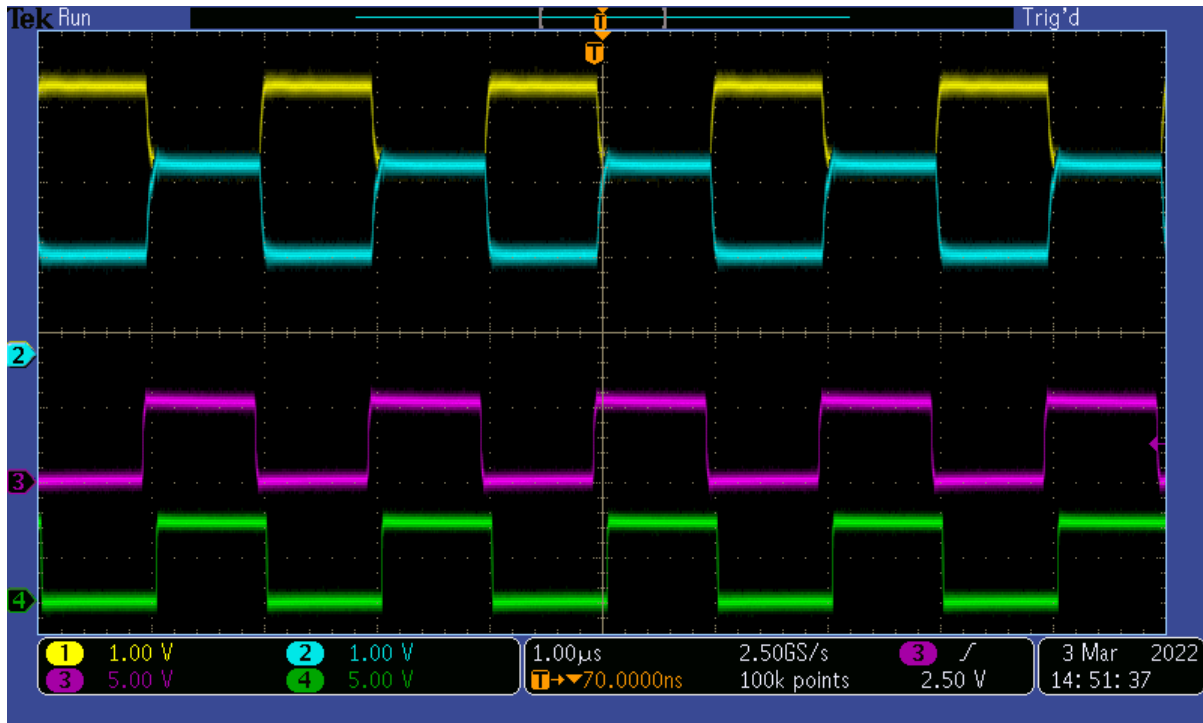


图 4-3. 具有 ESD2CAN24-Q1

为测量系统级 ESD 抗扰能力，两个电路板的 CANH 和 CANL 引脚都受到了 +/-30kV ISO 10605 接触脉冲的冲击。因为 TCAN1042V-Q1 额定只能承受 8kV ISO 10605 脉冲，所以没有二极管的系统出现了故障。采用 ESD2CAN24-Q1 的系统则经受住了冲击，因为 ESD2CAN24-Q1 将脉冲限制在收发器可以承受的足够低的电压水平内。

5 总结

要在汽车环境中正常运行，CAN 总线这种接口需要有非常强大的 ESD 保护解决方案。要确保系统不仅不会出现高压瞬变，而且要尽可能减少电容，以实现不受约束的信号传输，选择合适的保护二极管是不可或缺的一部分。TI 的 ESD2CANxx 器件具有高 ESD 等级和低电容，可以为 CAN 总线接口提供出色的 ESD 保护。有关器件建议，请参阅表 5-1。

表 5-1. 器件建议

器件	Vrwm	IEC 61000-4-2/ISO 10605 等级 (接触)	电容	封装	支持的协议
ESD2CAN24-Q1	±24V	30kV/30kV	3pF	SOT-23、SC70	LS CAN、HS CAN、CAN FD、CAN SIC

6 参考文献

- 德州仪器 (TI) : [ESD 封装和布局指南](#)
- 德州仪器 (TI) : [控制器局域网简介](#)

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