

## Application Brief

# 航天级 30krad 隔离式 CAN 串行收发器电路



Alfred Chong

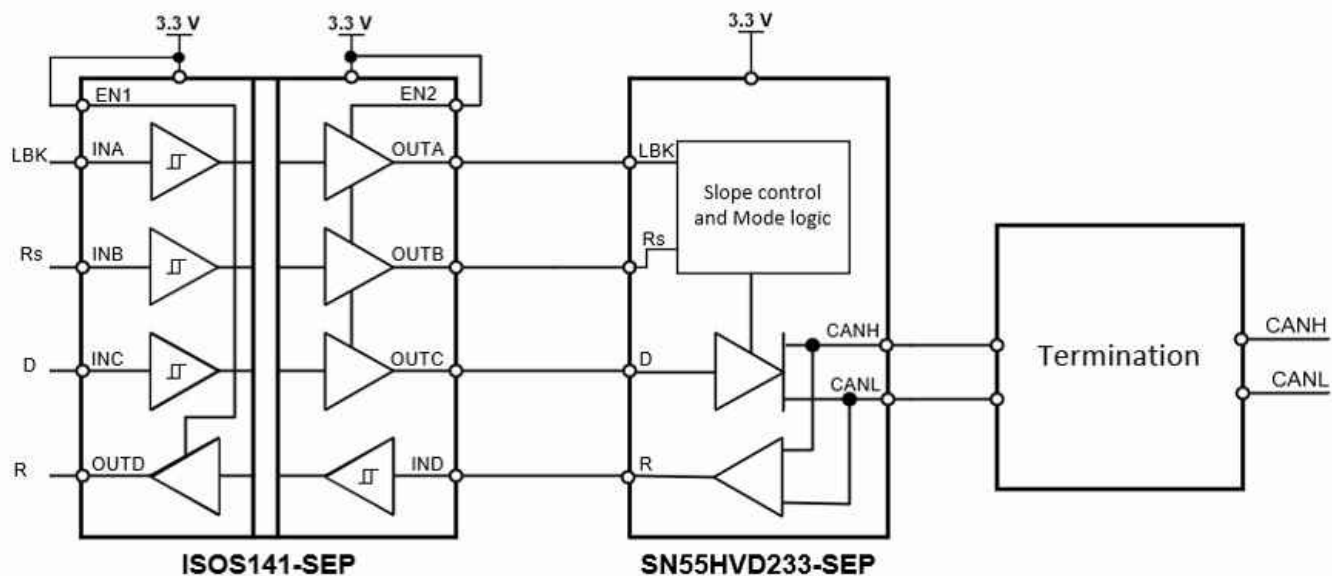
### 设计目标

参数	设计要求
位速率	1Mbps
总线长度	40m
最大电离辐射总剂量	30krad(Si)
针对 LET 的最大 SEL 抗扰度	43MeV × cm <sup>2</sup> /mg
隔离电压	3000V <sub>RMS</sub> (符合 UL1577 标准)

### 设计说明

控制器局域网 (CAN) 协议是一种适用于严苛环境的经过验证且高度可靠的通信系统。CAN 两线总线多主多点拓扑具有稳健、成本低和功耗低的特点,有助于减少线密集型点对点拓扑中的线数。这些优势使 CAN 成为适合航天器应用的数据总线。

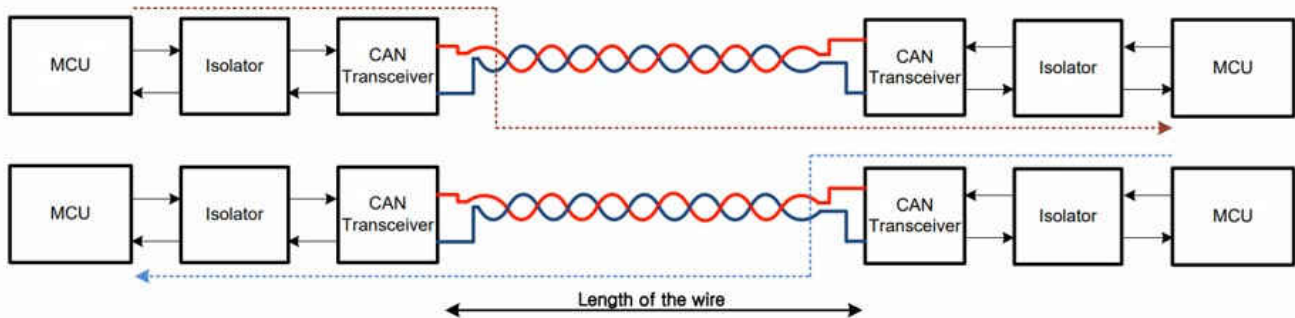
以下电路使用了 ISOS141-SEP 数字隔离器和 SN55HVD233-SEP CAN 收发器器件来实现隔离式 CAN 串行收发器。



## 设计注意事项

ECSS-E-ST-50-15C 是选用 CAN 网络进行航天器机载通信和控制的航天器工程的专门标准。该标准定义了满足航天器特定要求所需的协议扩展，并原封不动采用了 ISO11898-1/-2:2003 标准。因此，航天应用中使用的 CAN 收发器必须满足 ISO 11898-2 标准的关键电气规范。此外，系统必须对线性能量传递 (LET) 具有良好的单粒子门锁 (SEL) 抗扰性，并能够承受太空中的严苛辐射环境。该电路选择了 ISOS141-SEP 和 SN55HVD233-SEP，这是因为它们针对 LET 具有良好的 SEL 抗扰性 (如《SN55HVD233-SEP CAN 总线收发器的单粒子门锁测试报告》辐射报告中所述)。

根据 ISO11898-1/-2:2003，最大位速率为 1Mbps，最大总线长度为 40m。必须根据组件计算往返延迟，以确保信号有足够的时间从总线上最远的 CAN 控制器返回，同时发送方仍在写入位以满足位速率要求。



往返延迟 =  $2 \times$  ( 数字隔离器 1 的传播延迟 + CAN1 TX 到总线的传播延迟 + 导线传播延迟 + CAN2 总线到 RX 的传播延迟 + 数字隔离器 2 的传播延迟 + MCU 的传播延迟 )

## 设计步骤

- 收集所有组件的传播延迟

### 组件中的传播延迟

参数	工作条件	典型值 (ns)	最大值 (ns)
ISOS-141-SEP 的传播延迟	RL = 50Ω, CL = 15pF	10.7	16
TX 到 CAN 总线的传播延迟	RL = 60Ω, CL = 50pF	70	130
40m 导线的传播延迟	近似延迟为 5ns/m-1 (典型值)、5.3ns/m-1 (最大值)	200	212
CAN 总线到 RX 的传播延迟	RL = 60Ω, CL = 50pF	35	105
MCU 传播延迟	(此值可能与您的 MCU 不同)	20	20

- 计算往返延迟

往返延迟 (典型值) =  $2 \times (10.7\text{ns} + 70\text{ns} + 200\text{ns} + 35\text{ns} + 10.7\text{ns} + 20\text{ns}) = 692.8\text{ns}$

往返延迟 (最大值) =  $2 \times (16\text{ns} + 125\text{ns} + 212\text{ns} + 105\text{ns} + 16\text{ns} + 20\text{ns}) = 998\text{ns}$

- 计算位时间

$$\text{Bit time} = \frac{1}{\text{Bit rate}} = \frac{1}{1\text{Mbps}} = 1000\text{ns}$$

- 确认往返延迟 < 位时间

该设计满足时间要求，因为在最坏情况下，其近似往返延迟为 989ns，小于 1000ns。

**注意：**如果往返延迟大于位时间，适用下述选项：

1. 选择传播延迟更短的组件
  2. 缩短导线长度
  3. 降低最大位速率
- 建议将 120 Ω 端接电阻器放置在 CAN 总线的最末端以减轻反射，从而实现良好的信号完整性。

**参考**

**设计中采用的 ISOS141-SEP 数字隔离器**

ISOS141-SEP	
VCC1、VCC2	2.25 V 至 5.5 V
数据速率	100MHz
传播延迟	10.7ns 至 16ns
TID 表征 ( 无 ELDRS )	30krad(Si)
TID RLAT、RHA	30krad(Si)
CMTI	±100kV/μs
VISO	3000 V <sub>RMS</sub>
<a href="https://www.ti.com.cn/product/cn/ISOS141-SEP">https://www.ti.com.cn/product/cn/ISOS141-SEP</a>	

**设计中采用的 SN55HVD233-SEP CAN 收发器**

SN55HVD233-SEP	
VCC1	3V 至 3.6V
数据速率	1Mbps
TID 表征 ( 无 ELDRS )	30krad(Si)
TID RLAT、RHA	20krad(Si)
共模范围	- 7V 至 12V
总线引脚 ESD ( HBM )	±14kV
<a href="https://www.ti.com.cn/product/cn/SN55HVD233-SEP">https://www.ti.com.cn/product/cn/SN55HVD233-SEP</a>	

## 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