

# RS485收发器参考设计

AN-13-0012

作者：Zhe Zhang



摘 要

在通常需要跨多个系统进行数据传输的工业应用中，基于TIA/EIA-485-A标准的RS485收发器通常是理想的选择。它具备通信距离长、支持双向通信、共模电压范围宽等优点。本应用笔记主要介绍RS485收发器的参考设计，不涉及通信协议相关内容。

目 录

1. RS485 收发器应用拓扑结构 .....	2
2. 电缆类型 .....	3
3. 总线终端匹配 .....	4
4. 失效安全保护 .....	5
5. 总线负载 .....	6
6. 数据速率与通信距离 .....	6
7. TVS 二极管选型 .....	7
8. 修订历史 .....	9

1.RS485 收发器应用拓扑结构

RS485标准推荐采用总线拓扑结构连接各个节点。在此类拓扑中，所使用的收发器通过短网存根连接到总线，如图 1.1所示。总线可用于全双工或半双工传输模式。

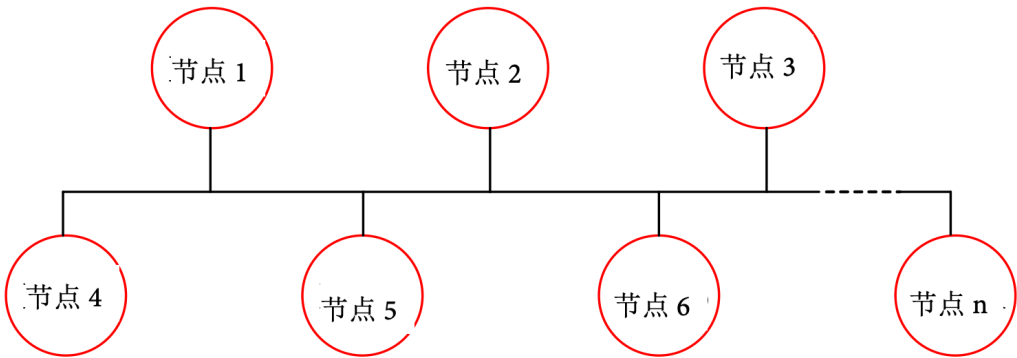


图 1.1 RS485 总线拓扑

实现全双工传输需要两对信号线，全双工模式允许节点在一对信号线上发送数据，同时在另一对信号线上接收数据。

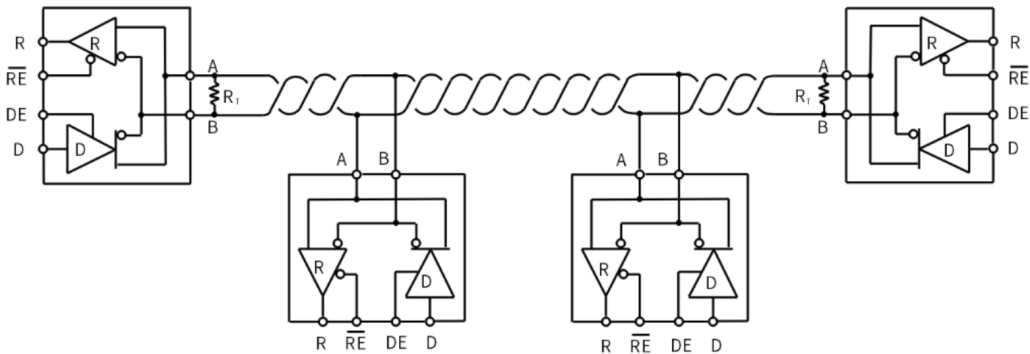


图 1.2采用半双工收发器的典型RS-485网络

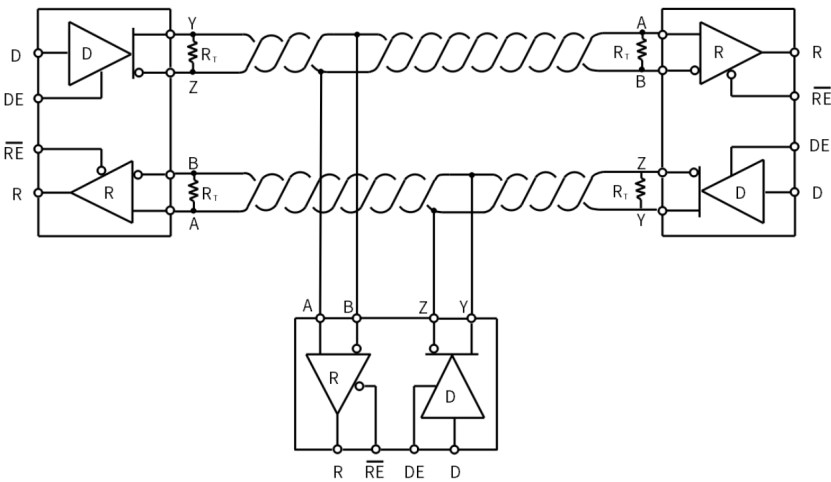


图 1.3采用全双工收发器的典型RS-485网络

半双工通信仅需一对信号线，但发送和接收不能同时进行。无论是半双工还是全双工模式，总线上的所有节点都需要由控制信号（驱动器或接收器的使能信号）控制，确保在任意时刻总线上仅有一个节点处于发送报文状态。多个节点驱动器同时向总线发送信号的情况必须通过软件控制加以避免。

2. 电缆类型

在RS485应用中，通常使用双绞线来传输差分信号，因为外部干扰源通过双绞线耦合到信号线上的共模干扰会被差分接收器滤除。RS485应用中所使用的电缆一般为符合22-24AWG线规的双绞线电缆，如图 2.1 所示。



图 2.1 RS-485电缆示例

# RS485收发器参考设计

## 3. 总线终端电阻匹配

为避免因阻抗不匹配导致信号反射，总线两端需设置终端电阻，如图 1.2和 图 1.3所示。终端电阻的阻值由所选传输电缆的特性阻抗决定，需与电缆的特性阻抗匹配。RS485标准建议使用特性阻抗为120Ω的电缆，因此终端电阻的阻值也应为120 Ω。

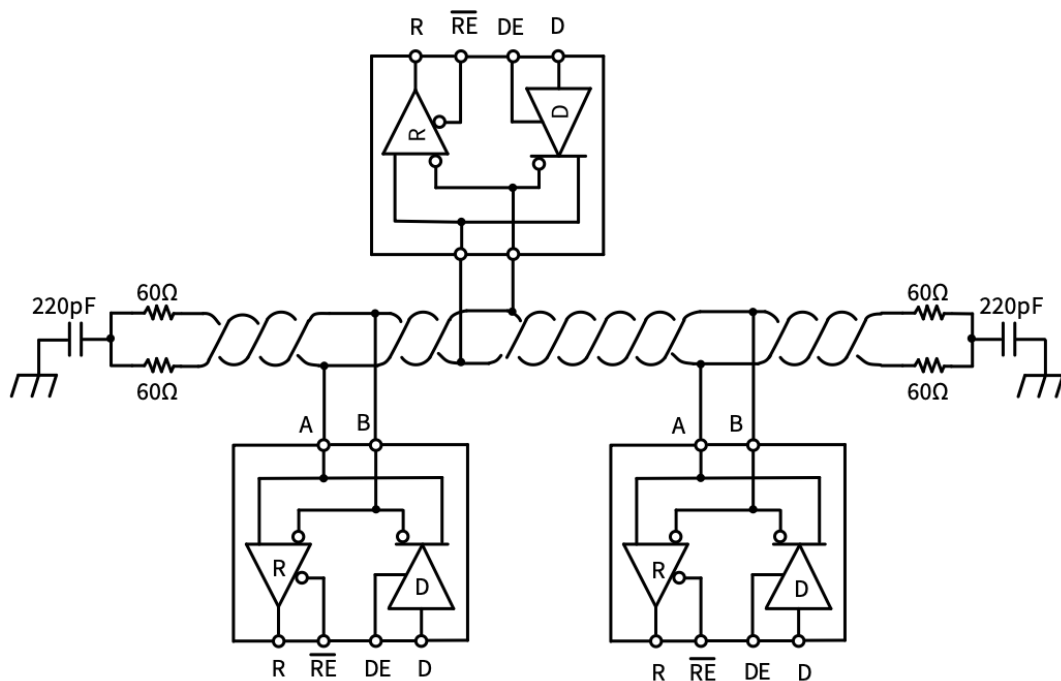


图 3.1 RS-485 终端电阻设计参考

当 RS485 系统用于噪声环境时，可将 120Ω 电阻替换为两个 60Ω 电阻，同时增加中间电容以构成低通滤波器，从而提供额外的共模噪声滤波能力，如图 3.1所示。为避免因两个滤波器的滤波性能存在差异，导致共模噪声转换为差模噪声，从而降低接收器的抗干扰能力并影响通信质量，务必确保两个电阻值匹配（建议使用精度为 1% 的电阻）。电容值的选择可根据不同的转折频率要求来确定。

4.失效安全保护

失效安全保护旨在确保在无输入信号的情况下，接收器仍能输出确定状态。总线信号丢失可能由以下三种原因引起：

- 1. 总线开路：电缆断开或收发器与总线断开连接；
- 2. 总线短路：双绞线因绝缘失效发生接触；
- 3. 总线空闲：所有总线驱动器均未工作。

RS485标准要求接收器能够识别大于200 mV或小于-200 mV的差分电压，这意味着当输入信号为0时，接收器输出状态将处于不确定状态。纳芯微RS485系列收发器能够识别大于-10 mV的差分电压，确保在信号丢失导致输入信号为零时，仍能输出恒定的高电平状态。然而，若仅依赖芯片自身的接收器能力应对信号丢失，最坏情况下的噪声容限仅为10 mV。因此，在干扰较大的环境下，建议增加失效安全保护电路以提升噪声容限，如图 4.1所示。

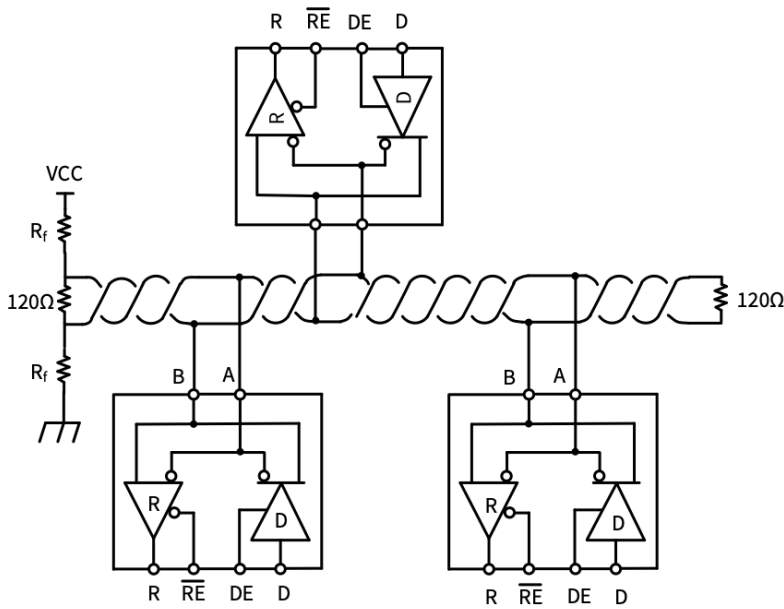


图 4.1失效安全保护电路



## RS485收发器参考设计

失效安全保护电路可由电阻分压电路构成，以确保能够产生足够的总线差分电压。可根据实际情况选择所需的差分电压值，但需确保其大于接收器的输入阈值，以保证能够产生确定的输出状态。分压电阻的阻值可通过以下公式计算：

$$\left( \frac{\frac{R_{in}}{n} \times 60}{\frac{R_{in}}{n} + 60} \right) \times VCC = VAB \times \left( \frac{\frac{R_{in}}{n} \times 60}{\frac{R_{in}}{n} + 60} + 2R_f \right)$$

其中， $R_{in}$  是 RS485 收发器的差分输入电阻； $n$  是总线上的节点数量； $VCC$  是芯片电源电压， $V_{AB}$  是所需的差分电压。以需要产生 0.2V 差分电压为例，假设总线上有两个节点，NCA3176 的差分输入电阻为 96k $\Omega$ ，电源电压  $VCC$  为 5V，则计算得出的电阻值  $R_f$  为 720 $\Omega$ 。

### 5. 总线负载

为了估算总线的最大负载能力，RS485标准规定了单位负载的概念。一个单位负载（ $U_L$ ）相当于在+12V电压下产生1mA的输入漏电流。该负载表示相对于地的单端负载。另一种简单的理解方式是，单位负载相当于从总线 A 或 B 引脚（对于全双工收发器，即 Y 和 Z 引脚）对地连接一个 12k $\Omega$  的电阻。RS485 标准要求收发器能够驱动32个单位负载，并在存在两个120 $\Omega$  终端电阻的情况下保证输出差分电压达到 1.5V。NCA3176 系列收发器自身占用 1/8 单位负载，因此理论上可以在总线上连接 256 个节点。如果引入失效安全保护电路，该电路本身将引入约 20 个单位负载电流，因此总线最多可连接 96 个节点。

### 6. 数据速率与通信距离

下图显示了基于信号抖动不超过 10% 这一条件所得出的电缆长度与数据速率关系的保守估计曲线。

# RS485收发器参考设计

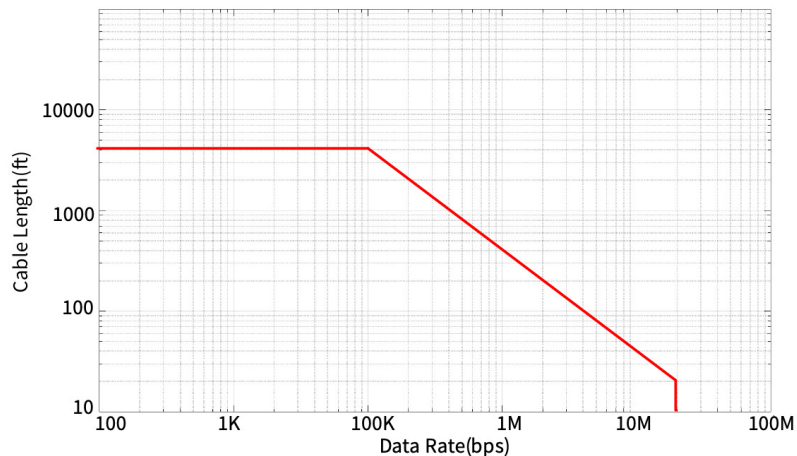


图 5.1 电缆长度与数据速率关系的估计曲线

通常，当 RS485 数据速率低于 100kbps 时，最大电缆长度约为 4000 英尺（1200 米）。随着电缆长度的缩短，数据速率可以进一步提高。本应用笔记给出的估计值相较于当前电缆的性能更为保守，因此在给定数据速率下，实际支持的通信距离应大于所提供的参考值。

## 7. TVS 二极管选型

在汽车或工业应用中，对于具有外部连接接口的系统，保护接口收发器免受各种电气过应力事件的影响是设计中考虑的一个主要问题。瞬态电压抑制（TVS）二极管是实现此类保护的常用器件，因为其可通过产生低阻抗电流通路来钳位电压尖峰。对于 TVS 二极管选型，除考虑其瞬态响应特性（即快速释放大能量瞬态电流的能力）外，还应关注以下参数：

- 反向截止电压 ( $V_{RWM}$ )

反向截止电压参数表征 TVS 晶体管在非导通状态下的最大耐受电压。在 RS485 总线正常工作时，TVS 应处于截止状态。当 RS485 总线出现异常过压并达到 TVS 的击穿电压时，TVS 从高阻态变为低阻态，将异常过压引起的瞬态过流释放到地。因此，TVS 的反向截止电压应高于 RS485 总线的正常工作电压。一般而言，TVS 的反向截止电压应高于 RS485 收发器总线的共模电压工作范围。



# RS485收发器参考设计

- 击穿电压 ( $V_{BR}$ )

$V_{BR}$ 表征TVS在通过特定电流时两端的电压。在此电压下，TVS呈现低阻抗特性。通常， $V_{BR}$ 略高于 $V_{RWM}$ 。

- 钳位电压 ( $V_{CL}$ )

$V_{CL}$ 表征 TVS 在承受峰值脉冲电流时的最大钳位电压。在 RS485 系统应用中，TVS 的 $V_{CL}$ 不应超过总线的绝对最大额定电压 (AMR)，否则可能损坏 RS485 收发器。

- 峰值脉冲功率 ( $P_{PP}$ )

峰值脉冲功率是峰值脉冲电流与钳位电压的乘积。 $P_{PP}$ 越大，表示在给定最大钳位电压条件下，TVS吸收瞬态浪涌电流的能力越强，其保护性能越好。因此，在选定固定 $V_{CL}$ 的情况下，应选择 $P_{PP}$ 较大的 TVS。TVS 应布置在模块的外部接口处，以便快速将外部能量释放到地。TVS 的 PCB 布线应尽可能短，以减小寄生电感和阻抗效应。寄生电感可能导致 $V_{CL}$ 升高，而布线阻抗则会降低释放浪涌能量的能力。

8.修订历史

版本	描述	作者	日期
1.0	初始版本	Zhe Zhang	2025/09/05

销售联系方式: [sales@novosns.com](mailto:sales@novosns.com); 获取更多信息: [www.novosns.com](http://www.novosns.com)

重 要 声 明

本文件中提供的信息不作为任何明示或暗示的担保或授权，包括但不限于对信息准确性、完整性，产品适销性、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陈述或保证。

客户应对其使用纳芯微的产品和应用自行负责，并确保应用的安全性。客户认可并同意：尽管任何应用的相关信息或支持仍可能由纳芯微提供，但将在产品及其产品应用中遵守纳芯微产品相关的所有法律、法规和相关要求。

本文件中提供的资源仅供经过技术培训的开发人员使用。纳芯微保留对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其他更改的权利。纳芯微仅授权客户将此资源用于开发所设计的整合了纳芯微产品的相关应用，不视为纳芯微以明示或暗示的方式授予任何知识产权许可。严禁为任何其他用途使用此资源，或对此资源进行未经授权的复制或展示。如因使用此资源而产生任何索赔、损害、成本、损失和债务等，纳芯微对此不承担任何责任。

有关应用、产品、技术的进一步信息，请与纳芯微电子联系（[www.novosns.com](http://www.novosns.com)）。

苏州纳芯微电子股份有限公司版权所有