



Hao Liu

### 摘要

本应用手册讨论了 RS-485 收发器的一些有用功能，如  $\pm 70V$  高故障电压、 $\pm 25V$  宽输入共模范围和抗尖峰脉冲功能。

### 内容

1 引言.....	2
2 特性.....	2
2.1 高电压故障保护.....	2
2.2 宽输入共模范围.....	2
2.3 减缓快速边缘.....	4
2.4 抗尖峰脉冲功能.....	6
3 总结.....	8

### 插图清单

图 2-1. THVD2410 器件在接地电势差异下正常工作.....	2
图 2-2. THVD2410 在 +25V 共模信号下正常工作.....	3
图 2-3. THVD2410 在 -25V 共模信号下正常工作.....	3
图 2-4. SN65HVD1780 上升和/或下降时间.....	4
图 2-5. THVD2450 上升和/或下降时间.....	5
图 2-6. 添加了 8200pF 差分电容器且电阻为 120 $\Omega$ 的 THVD2450.....	5
图 2-7. 具有 8200pF 容性负载的 THVD2450 上升和/或下降时间.....	6
图 2-8. THVD2450 接收器使能抗尖峰脉冲测试设置.....	6
图 2-9. THVD2450 在短关断时间下启用.....	7
图 2-10. THVD2450 在长关断时间下启用.....	8

### 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

RS-485 接口使用差分信号工作，差分信号能够有效抑制共模噪声，因此是远距离通信的常见选择。RS-485 收发器当前附带许多不同功能供设计人员选择。本应用手册将帮助设计人员了解故障保护、输入共模范围和抗尖峰脉冲使能等功能如何帮助他们构建更强大的 RS-485 系统。本应用手册讨论了每个功能，使用 THVD24x0 器件（支持列出的功能）进行了实验室测试并提供了结果。THVD2410 和 THVD2450 是  $\pm 70V$  故障保护、半双工、RS-422/RS-485 收发器，由 3V 至 5.5V 的单电源供电。利用这些有用功能，RS-485 系统将更易于设计并更加强大。

## 2 特性

### 2.1 高电压故障保护

在某些应用中，由于各种原因（如电源直接短路、误接线故障、连接器故障、电缆损坏以及工具误用），RS-485 总线可能会承受高电压。通过 THVD24x0 的  $\pm 70V$  故障保护，总线接口引脚可在上述高于  $\pm 70V$  的直流过压条件下受到保护。例如，A 和 B 引脚在工业自动化设备中意外短接到 48V 电源。THVD24x0 器件在此故障条件下不会损坏。在通信失败时，可以检测并清除故障条件。解决 48V 直流短路后，器件将恢复正常工作，无需下电上电。

### 2.2 宽输入共模范围

在若干系统中，特别对于远距离通信，不同位置的接地电势会有很大不同。此接地电势将成为相对于总线差分信号的共模偏移。例如，在远距离点对点通信中，A 和 B 引脚的输出信号在节点 1 从 1V 切换为 3V。如果节点 2 相对于节点 1 具有 -7V 的接地电势偏移，则总线信号电压将相对于节点 2 的本地接地，在 8V 到 10V 之间不等。RS-485 器件具有较大的输入共模范围，可使系统在更宽的接地偏移场景中工作。以下实验室测量演示了 THVD24x0 器件在  $\pm 25V$  输入共模范围下正常工作。

在测试中，两个半双工 EVMs 组装了 THVD2410 和  $120\Omega$  终端电阻（图 2-1）。两个电路板通过两根 10ft (3m) 电缆连接。两个电路板之间产生接地电势，并且接地电势差异在调制下不时变化。由于一个电路板配置为发送器，另一个配置为接收器，因此发送的通信数据为 1MHz 时钟信号。

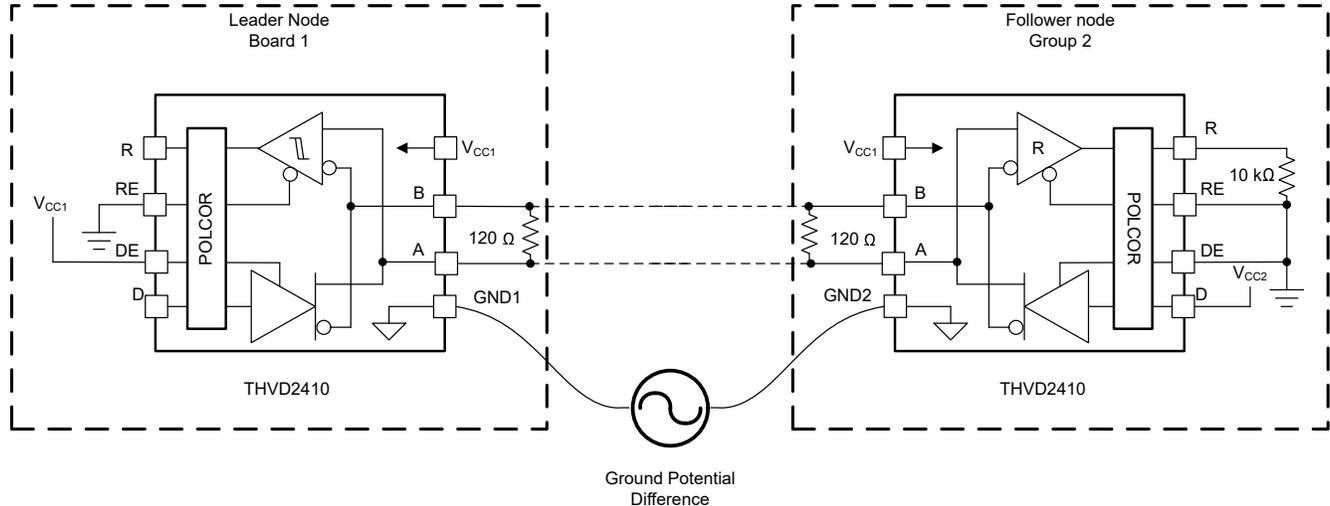


图 2-1. THVD2410 器件在接地电势差异下正常工作

在图 2-2 中，信号在总线引脚（引脚 6 和 7，图中的通道 4）和接收节点的 R 引脚（引脚 8，图中的通道 1）处相对于电路板的本地接地 (GND2) 进行测量。输入信号在 50kHz 速率下从 11V 变为 25V（峰峰值）。差分总线信号的变化范围约为 12V 共模电压，但接收器输出将生成正确信号。同样，如果接地电势差为正，则接收的总线信号具有负共模偏移（图 2-3）。在此测试中，器件能够在 -11V 到 -25V 峰峰值差分信号下正常工作。这两个测量表明，THVD24x0 器件不仅能在扩展的共模范围下正常工作，也能在变化较频繁的共模电压下正常工作。

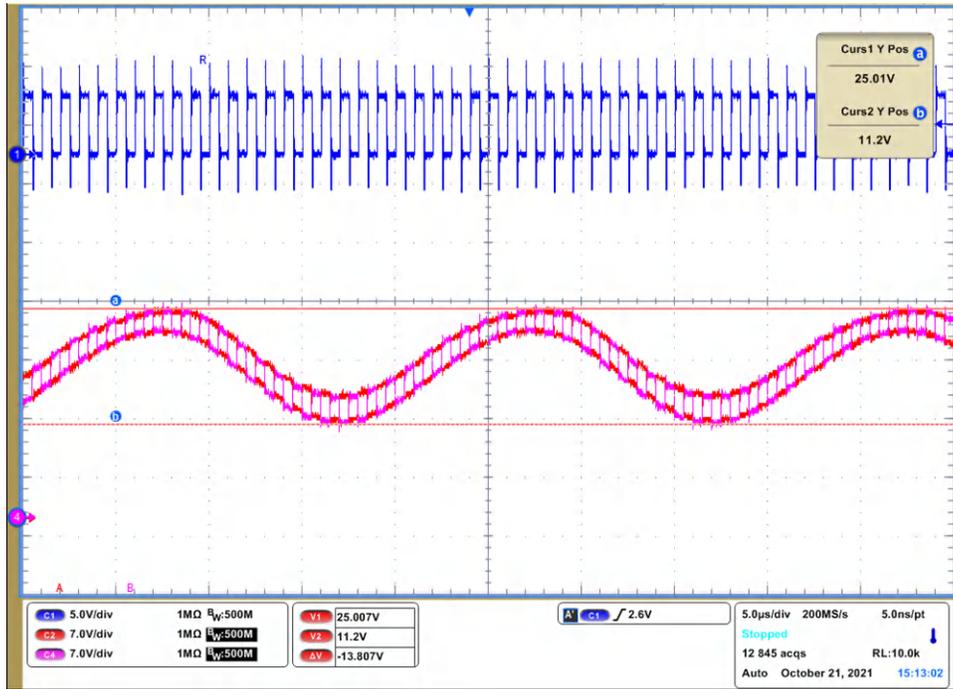


图 2-2. THVD2410 在 +25V 共模信号下正常工作

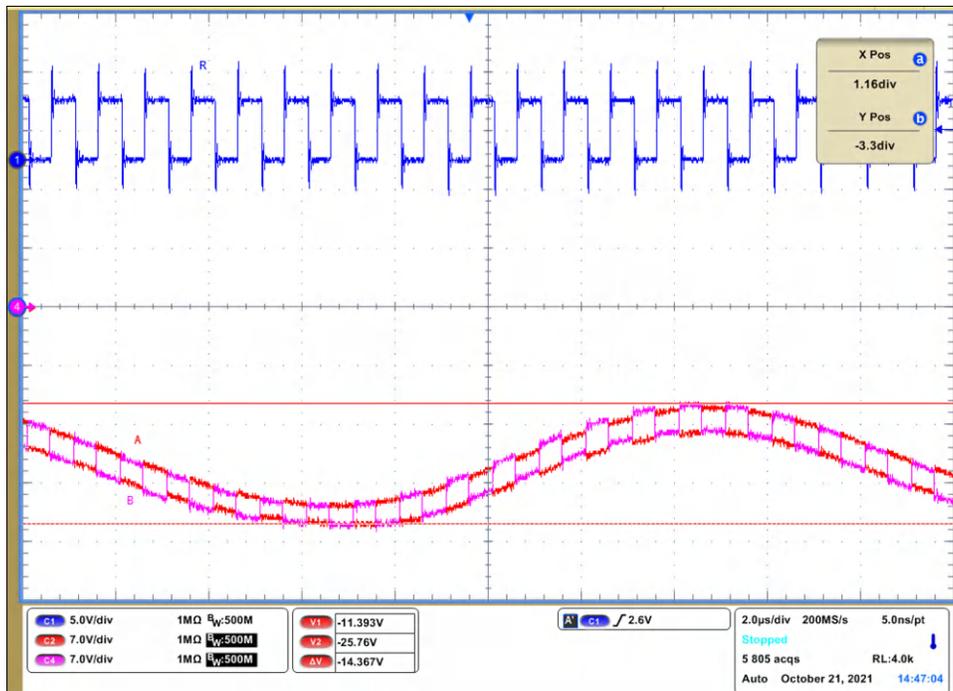


图 2-3. THVD2410 在 -25V 共模信号下正常工作

## 2.3 减缓快速边缘

在若干应用中，数据速率并非与器件的建议数据速率完全一致。例如，根据数据表定义，THVD2450 运行所在的最大数据速率为 50Mbps，THVD2410 运行所在的最大数据速率为 500kbps。在应用中，数据速率可能在这两个值之间，这会产生一个常见问题，即高速 RS-485 器件能否用于低速应用？通常，高速器件具有快速边缘（较短上升/下降时间）。由于快速边缘的高频分量，这些尖锐边缘可能会在低速应用中产生意外辐射。要让总线信号变得平滑，可在总线上添加差分电容器以构成低通滤波器。

为进行比较，选择了 SN65HVD1780 作为基准。此器件还具有高故障电压 ( $\pm 70\text{-V}$ ) 保护，并使用最高 115kbps 的低数据速率。使用 5V  $V_{CC}$  和  $120\Omega$  终端电阻，图 2-4 显示了具有 100kHz 时钟输入的 SN65HVD1780 总线引脚输出。差分总线信号（通道 4）显示了约  $2\mu\text{s}$  上升和/或下降时间，这与数据表参数一致。

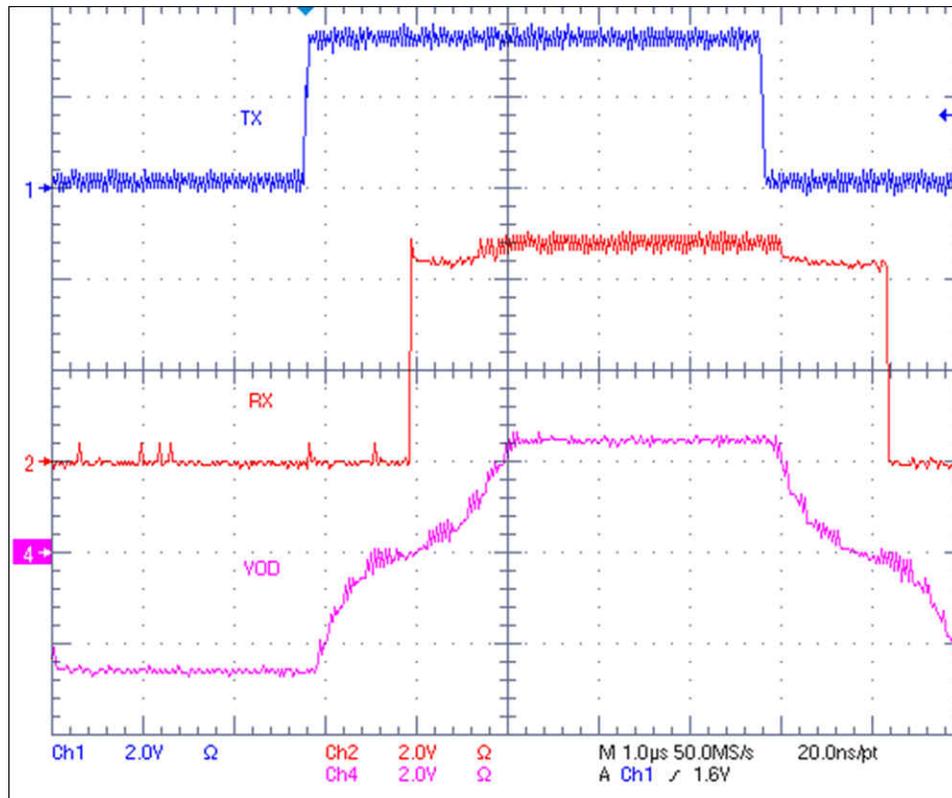


图 2-4. SN65HVD1780 上升和/或下降时间

使用与 SN65HVD1780 相同的设置时，THVD2540 会产生尖锐边缘，这在预料之内，因为器件具有 5ns 上升和/或下降时间（图 2-5）。

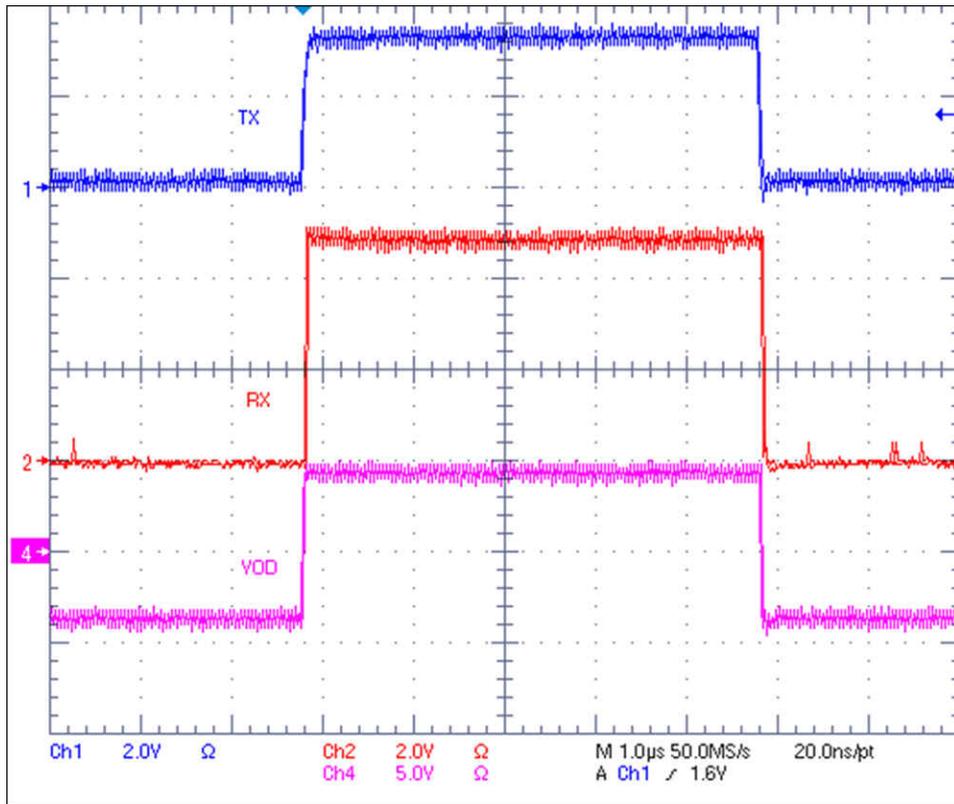


图 2-5. THVD2450 上升和/或下降时间

组装一个差分电容器能够有效减缓 THVD2450 上的快速边缘。此电容器与终端电阻并联，但可以将两个元件在电路板上并排放置，如图 2-6 所示。

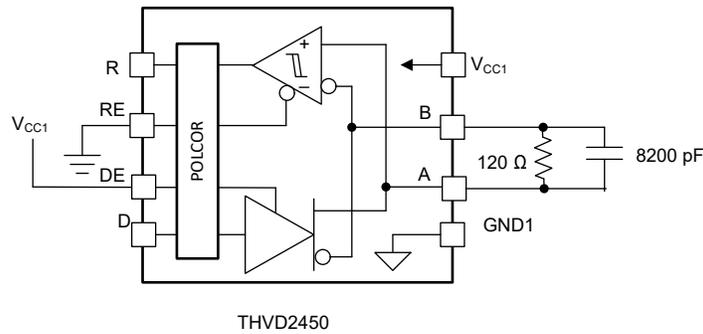


图 2-6. 添加了 8200pF 差分电容器且电阻为 120Ω 的 THVD2450

图 2-7 是在总线上额外放置了 8200pF 差分电容器的 THVD2450 的结果，其他测试设置与之前相同。THVD2450 的驱动器需要时间来充电和放大大电容器，因此使快速边缘变得圆滑。通过 8200pF 电容器，上升/下降时间现在超过 1 μs，非常接近于图 2-4 中 SN65HVD1780 的时间。此实验表明，高速器件可在低速应用中使用，同时添加差分电容器可以有效减轻电磁干扰 (EMI) 问题。

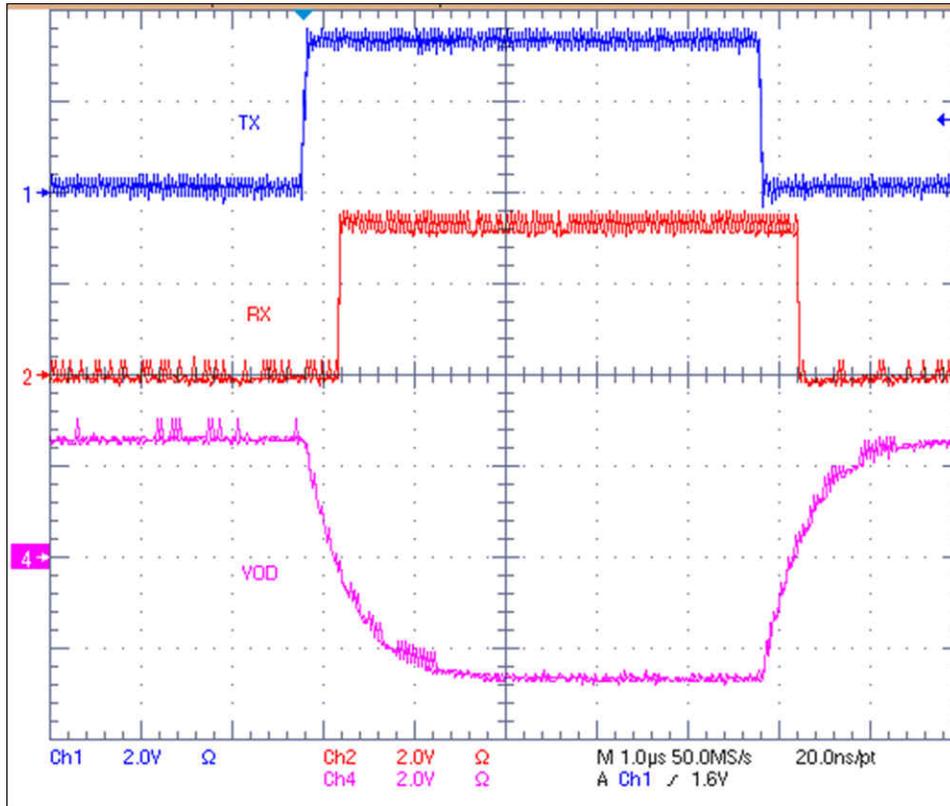


图 2-7. 具有 8200pF 容性负载的 THVD2450 上升和/或下降时间

## 2.4 抗尖峰脉冲功能

如果通过将 DE 引脚设置为低电平并将 REB 引脚设置为高电平而禁用驱动器和接收器，THVD24x0 器件将进入关断模式。在关断模式下，若没有任何负载，功耗仅为  $0.1 \mu\text{A}$  (典型值)。请注意，器件从关断模式中唤醒需要较长时间。例如，THVD2450 驱动器从关断模式的使能时间为  $2 \mu\text{s}$ ，如果接收器保持打开，则使能时间为  $7\text{ns}$ 。同一概念也适用于接收器使能时间。抗尖峰脉冲功能集成到使能引脚中，使它们在高噪声环境下更加强大。相应参数称为  $t_{\text{SHDN}}$  (关断时间)，以下实验显示了如何解读此值。

在此测试 (图 2-8) 中，THVD2450 在接收器模式下设置，DE 和 REB 引脚均为低电平。接收器输出通过  $4.7\text{k}\Omega$  电阻下拉接地。通过 5V 电源， $15\text{MHz}$   $5\text{V}$  峰峰值差分时钟馈送到 A 和 B 引脚。

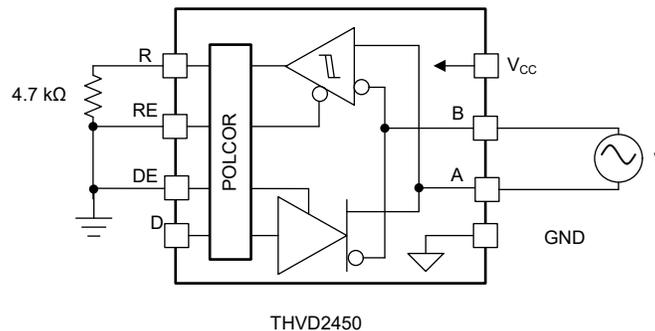


图 2-8. THVD2450 接收器使能抗尖峰脉冲测试设置

禁用驱动器后，如果接收器也一并禁用，器件将进入关断模式。由于抗尖峰脉冲功能，如果 REB 引脚 (引脚 2) 的禁用脉冲很窄，器件不会关断。图 2-9 显示了当 REB 引脚从高电平切换到低电平时，THVD2450 接收器立即恢复工作。此  $212\text{ns}$  尖峰脉冲将滤除，因此器件不会关断。

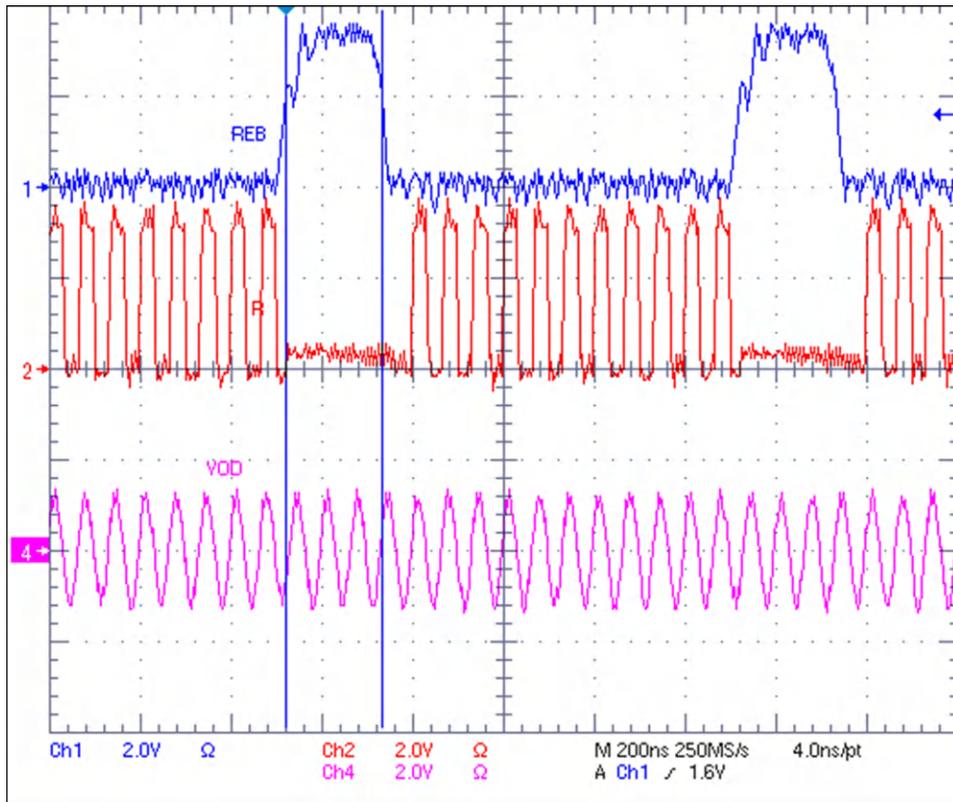


图 2-9. THVD2450 在短关断时间下启用

如果禁用时间超过数据表中  $t_{\text{SHDN}}$  的最大值 500ns (图 2-10)，则在驱动器和接收器均禁用的条件下，THVD2450 将进入关断模式。接收器处于启用状态时，唤醒时间约为 2.2  $\mu\text{s}$ 。在许多应用中，DE 和 REB 引脚短接。因此，微控制器的一个 GPIO 引脚可以控制收发器的模式。此实验明确表明，通过切换此控制引脚，THVD24x0 不会进入关断模式。同样功能也适用于驱动器使能引脚 (DE - 引脚 3)。如果单独控制两个使能引脚，使能引脚中的短尖峰脉冲也不会使 THVD24x0 关断。

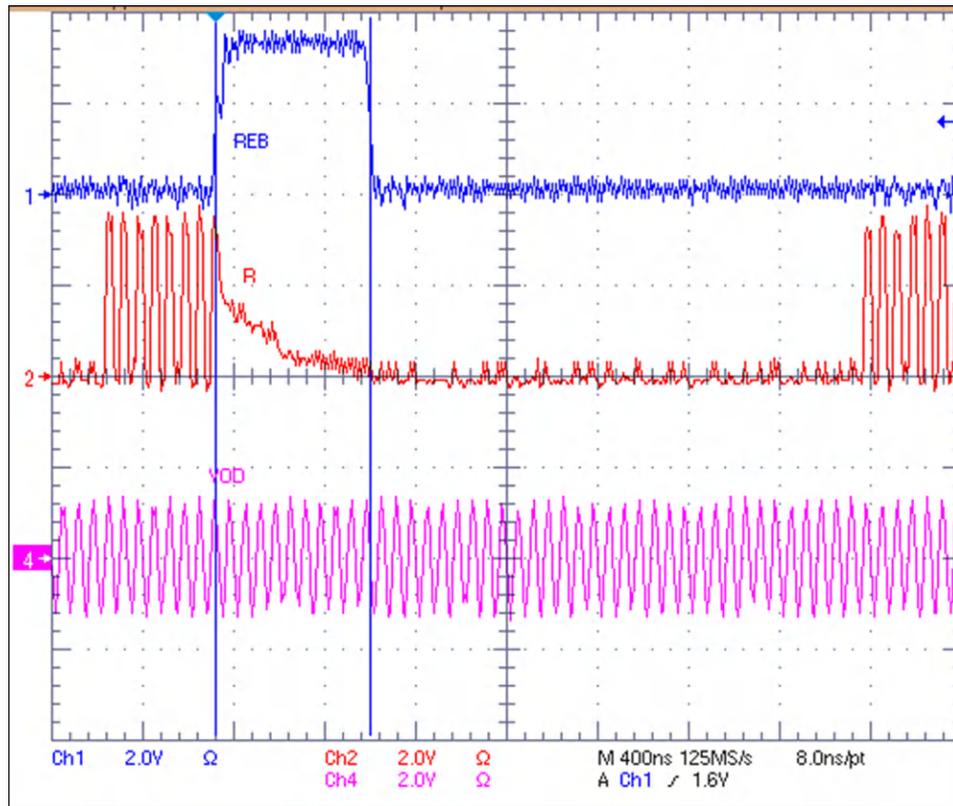


图 2-10. THVD2450 在长关断时间下启用

### 3 总结

本应用手册讨论了 RS-485 收发器中的一些有用功能，如高故障电压、宽共模范围和抗尖峰脉冲使能。具有这些功能的器件（如 THVD24x0）能够让系统更易于设计。例如，具有高故障电压和集成式 IEC ESD 保护后，即无需外部系统级保护元件。在更长的电缆敷设长度和/或存在大接地环路电压的情况下，扩展  $\pm 25V$  输入共模范围大大有助于建立可靠的数据通信。使能引脚处的抗尖峰脉冲功能让器件非常适于高噪声环境。

## 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