



Max Robertson, Transceivers Applications Manager; Abhi Aarey, ISO Applications Manager; Neel Seshan, ISO Marketing Manager

在汽车应用中，控制器局域网灵活数据速率 (CAN FD) 已经成为大多数汽车制造商公认的实际标准。毫无疑问，CAN FD 比传统 CAN 更高的速率可实现更快的数据通信，从而支持更高的带宽、更低延迟的信息传递或更多的 CAN 总线节点。此外，在混合动力电动汽车 (HEV) 和电动汽车 (EV) 中不同的电压域之间使用 CAN 通信时，通常会使用数字隔离器来帮助保护低压侧免受高压侧影响和提高抗噪性能。

由于 CAN 协议具备优先级划分和仲裁能力，非常适合带式起动发电机、牵引逆变器和电池管理系统等时间关键型应用，因此是汽车应用中的优先选择。所以，在为系统选择合适的器件时，CAN 器件的时序规格变得非常重要。表 1 显示了在设计符合 ISO 11898-2:2016 高速 CAN 规范的物理层要求的系统时需要考虑的主要规格。

表 1. ISO 11898-2:2016 高速 CAN 时序规格

参数		最小值	最大值
$t_{PROP(LOOP1)}$	总循环延迟、驱动器输入 (TXD) 至接收器输出 (RXD)、隐性状态至显性状态		255ns
$t_{PROP(LOOP2)}$	总循环延迟、驱动器输入 (TXD) 至接收器输出 (RXD)、显性状态至隐性状态		255ns
$t_{BIT(BUS)}$	$t_{BIT(TXD)} = 500\text{ns}$ 时 CAN 总线输出引脚上的位时间 (对于 2Mbps CAN FD)	435ns	530ns
	$t_{BIT(TXD)} = 200\text{ns}$ 时 CAN 总线输出引脚上的位时间 (对于 5Mbps CAN FD)	155ns	210ns
$t_{BIT(RXD)}$	$t_{BIT(TXD)} = 500\text{ns}$ 时 RXD 输出引脚上的位时间 (对于 2Mbps CAN FD)	400ns	550ns
	$t_{BIT(TXD)} = 200\text{ns}$ 时 RXD 输出引脚上的位时间 (对于 5Mbps CAN FD)	120ns	220ns

图 1 和图 2 显示了用于测量 CAN 收发器上述参数的测试设置。图 1 显示了如何测量从驱动器输入 (TXD) 到接收器输出 (RXD) 的总环路延迟。该测量过程是在隐性到显性状态 (如 $t_{PROP(LOOP1)}$ 所示) 和显性到隐性状态 (如 $t_{PROP(LOOP2)}$ 所示) 下完成的。图 2 测量了通过发送器传播到输出端再通过接收器传回到接收器输出端的位宽变化。

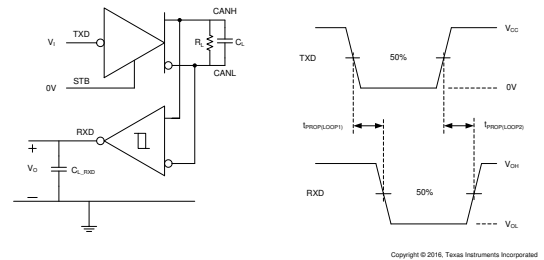


图 1. $t_{PROP(LOOP)}$ 测试电路与测量

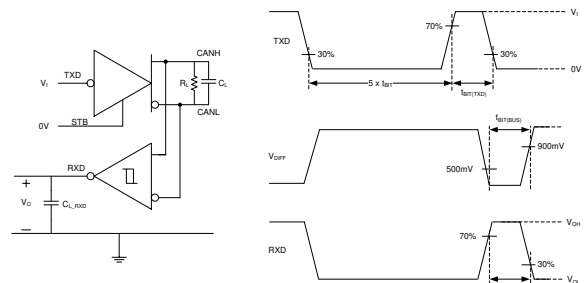


图 2. CAN FD 位时序参数测量

0 级 CAN FD 收发器 TCAN1044EV-Q1 等 CAN 器件可以在 -40°C 至 150°C 的温度范围内满足相关要求，如表 2 中所示。

表 2. CAN 收发器时序规格

参数	ISO 11898-2:2016		TCAN1044EV-Q1	
	最小值	最大值	最小值	最大值
$t_{PROP(LOOP1)}$		255ns		210ns
$t_{PROP(LOOP2)}$		255ns		210ns
$t_{BIT(BUS)}$ 2Mbps CAN FD	435ns	530ns	460ns	510ns
$t_{BIT(BUS)}$ 5Mbps CAN FD	155ns	210ns	160ns	210ns
$t_{BIT(RXD)}$ 2Mbps CAN FD	400ns	550ns	445ns	515ns
$t_{BIT(RXD)}$ 5Mbps CAN FD	120ns	220ns	145ns	215ns

对于 CAN 收发器与微控制器之间需要隔离的应用，只考虑 CAN 收发器时序性能还不够。另外还务必要考虑与 CAN 收发器串联的数字隔离器的时序性能，从而确保该双芯片解决方案仍能满足时序规格要求。隔离器数据表中提供了传播延迟和脉宽失真规格。

例如，0 级 ISO7741E-Q1 的这些时序规格如表 3 中所示：

表 3. 数字隔离器时序规格

ISO7741E-Q1 (-40°C 至 +150°C)			
参数		最小值	最大值
t_{PLH} 、 t_{PHL}	传播延迟时间	6ns	16.5ns
PWD	脉宽失真 $ t_{PHL} - t_{PLH} $		4.9ns

根据数字隔离器和 CAN 收发器各自的时序规格，可以按如下所示计算合并数据（如图 3 和图 4 中所示）：

从驱动器输入到接收器输出的总环路延迟：CAN 环路延迟 + 2 x 隔离器传播延迟时间

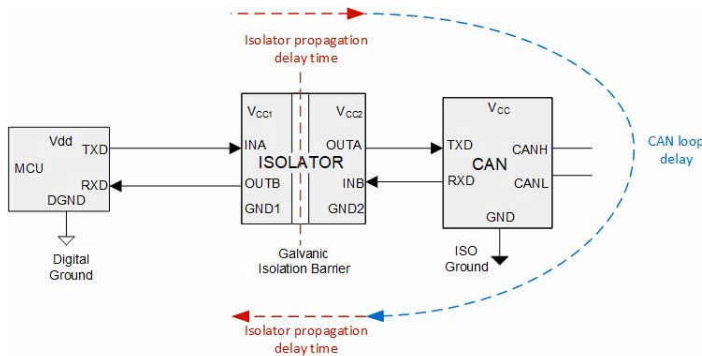


图 3. 隔离式 CAN 系统的总环路延迟

总线输出引脚上的最小位时间 = 最小 CAN $t_{BIT(BUS)}$ 时间 - 最大隔离器脉宽失真。总线输出引脚上的最大位时间 = 最大 CAN $t_{BIT(BUS)}$ 时间 + 最大隔离器脉宽失真。接收器输出引脚上的最小位时间 = 最小 CAN $t_{BIT(RXD)}$ 时间 - 2 x 最大隔离器脉宽失真。接收器输出引脚上的最大位时间 = 最大 CAN $t_{BIT(RXD)}$ 时间 + 2 x 最大隔离器脉宽失真。

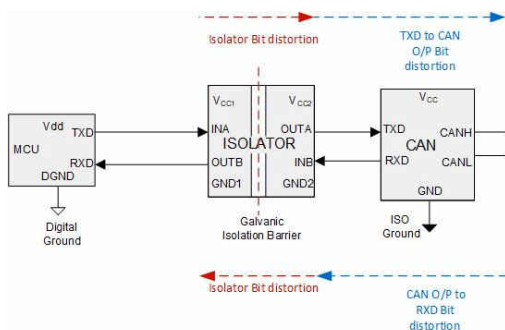


图 4. 隔离式 CAN 的总位时间

根据上述公式，双芯片隔离式 CAN 解决方案的合并时序参数规格如表 4 中所示。

表 4. 分立隔离式 CAN 时序规格

参数	ISO 11898-2:2016		ISO7741E-Q1 + TCAN1044EV-Q1 (-40°C 至 +150°C)	
	最小值	最大值	最小值	最大值
$t_{PROP(LOOP1)}$		255ns		243ns
$t_{PROP(LOOP2)}$		255ns		243ns
$t_{BIT(BUS)}$ 2Mbps CAN FD	435ns	530ns	455.1ns	514.9ns
$t_{BIT(BUS)}$ 5Mbps CAN FD	155ns	210ns	155.1ns	214.9ns
$t_{BIT(RXD)}$ 2Mbps CAN FD	400ns	550ns	435.2ns	524.8ns
$t_{BIT(RXD)}$ 5Mbps CAN FD	120ns	220ns	135.2ns	224.8ns

从该表格中可以清楚看到，与 0 级 CAN FD 收发器 TCAN1044EV-Q1 搭配使用时，0 级隔离器 ISO7741E-Q1 可满足 ISO 11898-2:2016 规范高达 2Mbps CAN FD 的速率要求。

本文讨论了重要的时序规格和相关的计算示例，用于确定所选的分立式隔离器和 CAN 收发器是否符合相应的 CAN 标准。预先选择合适的元件将能够确保 CAN 系统正常工作并加快量产速度。

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