

## 优化CAN节点位时序以适应数字隔离器传播延迟

**作者:** Conal Watterson博士, ADI公司高级应用工程师

控制器局域网(CAN)采用ISO 11898标准, 广泛用于工业和汽车应用中。CAN协议(比如DeviceNet或CANOpen)依赖内置的差错校验和差分信号功能。电流隔离可进一步增强鲁棒性, 提供对高压瞬变的抵抗能力, 代价是更长的传播延迟。CAN节点的最佳配置则保证, 即便存在隔离, 也能具有最大数据速率和距离。

### 为什么传播延迟很重要

传播延迟可能会影响并发传输和节点间的仲裁。冲裁依赖于CAN信号; 逻辑0表示“主动”(总线间存在差分电压), 逻辑1表示“被动”(全部输出变为高阻抗), 意味着主动位将覆盖被动位。发射期间, 所有节点均会监控总线; 而当它们发送被动位, 允许另一个节点赢得仲裁时, 如果出现传播延迟, 则会停止监控(图1中的节点A)。



图1. 两个节点间的仲裁

传播延迟不可过大, 否则可能在其他节点传播主动状态之前监控总线状态。对于图2中的节点A和节点B, 往返时间很关键; 该时间等于 $T_{\text{PropAB}}$ 加 $T_{\text{PropBA}}$ , 或者两倍于电缆和收发器造成的延迟时间, 包括隔离(如有)。相比光耦合器, 数字隔离器可降低传播延迟, 但系统允许的总传播延迟是固定的, 因此加入隔离可能会缩短最大电缆距离。

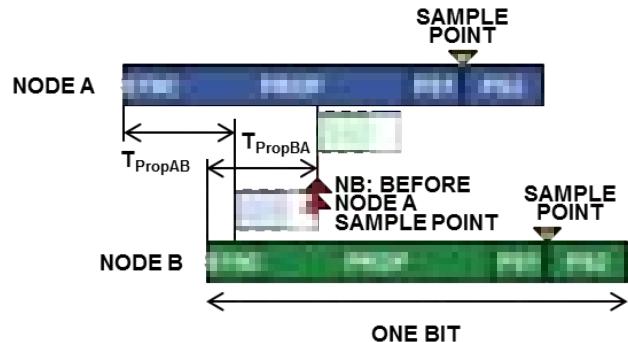


图2. 存在传播延迟时的仲裁

### 传播延迟补偿

为了补偿隔离引起的传播延迟, 可调节特定的CAN控制器参数。首先为CAN控制器时钟设置波特率预分频器(BRP)值, 该值定义划分位时间的“时间量子”(TQ)。它们适用于3或4段, 如图2所示; 一个用来同步, 另外数个用于传播延迟(PROP)以及相位段1和2(PS1和PS2)。PS2和总TQ表示采样点位置。

### 第1步: 匹配时钟、预分频器和数据速率

对于给定的数据速率来说, 第一步是检查如何组合时钟和BRP, 才能让TQ为整数。1 Mbps示例如表1所示。该例采用ADI ADSP-BF548 Blackfin®微处理器, 内置CAN控制器。采用典型系统时钟(fsclk)值, TQ整数值以粗体显示(用于1 Mbps的有效时钟/BRP组合)。

BF548: #TQ for 1 Mbps

fsclk	BRP = 5	BRP = 6	BRP = 7	BRP = 8
133	26.6	22.167	<b>19</b>	16.625
100	<b>20</b>	16.667	14.286	12.5
50	<b>10</b>	8.3333	7.143	6.25
40	<b>8</b>	6.667	5.714	5

表1. 用于1 Mbps的时钟和BRP组合

## 第2步：位段配置

下一步是定义位段，并将采样点设得尽可能晚。对于表1中的每个有效选项，SYNC段必须允许有一个TQ，并且TSEG2(PS2)段必须适应CAN控制器处理时间(只要BRP大于4，BF548就要低于1 TQ)。TSEG1(PROP + PS1)为16 TQ(最大值)。

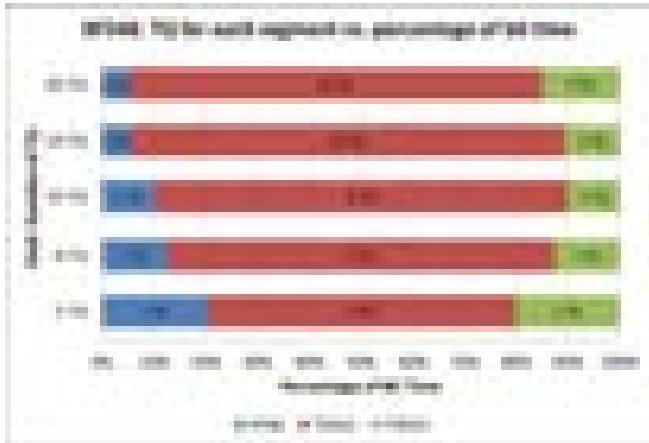


图3. 1 Mbps时最大传播延迟的可能BF548位段

图3显示1 Mbps以及尽可能新的采样点时ADSP-BF548的可能配置。除5 TQ总和外的所有配置均为至少85%采样点，但10 TQ时可达最佳值，此时要求fsclk = 50 MHz且BRP = 5。

## 第3步：计算总线长度

最后一步是确定最佳配置下的最大传播延迟，并决定所选CAN收发器/隔离的可能电缆长度。对于图3中处理器的最佳配置，可能的最大传播延迟为900 ns。

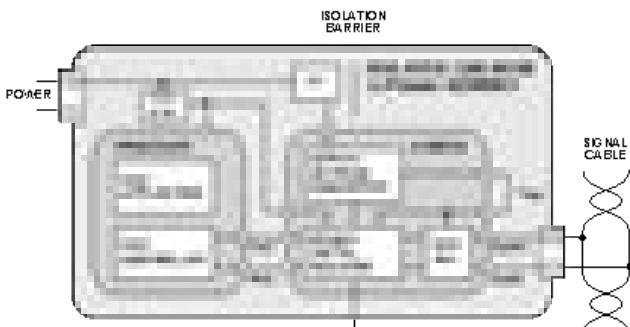


图4. 采用ADM3053的隔离式CAN节点，集成isoPower

图4中的ADI ADM3053集成CAN收发器、数字隔离器和隔离式电源。250 ns环路延迟包括隔离器延迟(两个节点为500 ns)。假定电缆传播延迟为5 ns/m，这意味着采用BF548时总线长度可达40 m(根据ISO 11898标准的1 Mbps最大值)。

## 结论

隔离可增加鲁棒性，但同时也会增加发送和接收两个方向的传播延迟，并且在仲裁时会针对两个节点而加倍。为了进行补偿，可配置CAN控制器，以便实现可能的最大传播延迟。这样，即便对节点进行隔离，也有可能实现所需的数据速率和总线长度。

## 作者简介

Conal Watterson博士是ADI公司接口与*iCoupler®数字隔离器部*的高级应用工程师，工作地点在爱尔兰利默里克。他于2003年获得爱尔兰利默里克大学(UL)计算机工程学士学位，并与2005年获得硕士学位，之后在UL的自动化研究中心(ARC)研究现场总线诊断。他于2010年获得UL工程博士学位，并在电路与系统研究中心(CSRC)和电信价值链研究中心(CTVR)研究嵌入式软件的监控和可靠性。

## 资源

### 分享本文

