

CAN信号改善

CAN FD总线是对经典HS-CAN总线的扩展，它能够以更高的比特率交换更多的数据。虽然CAN总线的吞吐量得到明显提高，但比特率的提速却产生新的信号完整性问题，极大地限制了其在汽车制造商在汽车网络所需拓扑结构中的应用。新型CAN信号改善功能(SIC)收发器将消除这些限制，并使CAN FD总线的速度超越以前的水平，有助于为该技术开辟新的应用可能。

CAN FD：提速至2 Mbit/s

通过CAN网络获得更快的比特率并不是一个新的挑战。通信带宽的需求压力始终存在。随着许多汽车网络的不断发展，CAN总线已经逐渐达到其带宽容量的极限。长久以来，CAN网络可靠运行的最大比特率一直受限于“环路延迟”，它是ISO11898-2标准中定义的一个时序参数。从本质上讲，它相当于一个简单的原则：更快的比特率会要求实施更小的网络；具体而言，即缩短任何两个节点之间的最大距离。

此限制来自于仲裁阶段，在此阶段中的所有节点需要在每个位时间里正确接收其他节点的信号，从而决定在下一个仲裁位里，哪些节点退出仲裁，哪些节点继续竞争，直至留下唯一节点获得总线发送权。CAN总线和CAN FD总线在仲裁阶段都是相同的如上机制！不同的是，CANFD总线可以在通信的数据阶段提速至更高的比特率，因为此时已完成仲裁并且只有一个节点在发送数据。“环路延迟”在数据阶段的影响可以忽略。每个CAN FD网络都可以有两个比特率：仲裁阶段的比特率（通常与以前的HS-CAN网络的比特率相似）和数据阶段的比特率（即“快速阶段”），有效载荷在数据阶段中发送，并可实现更快的比特率。

虽然在ISO11898-2:2016中将CAN FD的快速阶段比特率定义为最高5 Mbit/s，但是以这些更高的比特率对网络进行评估时，很快就遇到了新的问题。此时，网络在隐性位期间可获得稳定的信号，但该信号会因不同的网络拓扑效应而失真：信号震荡和信号平台效应。前者由于网络中的支线节点信号反射产生，后者由于较低的电感特性阻抗产生。这两个效应都可能干扰隐性位开始部分的信号，并会延迟信号在0.5 V差分电压以下的稳定过程。这里的0.5 V是接收器的最小阈值（ISO11898-2:2016中定义），也是收发器必须将信号转换为隐性的最低电压点。

这些效应不是CAN FD新产生的，而是在传统的HS-CAN网络中已经存在。但是，加速的比特率意味着位时间大大缩短。因此，这些过去通常为采样点之前的震荡效应，现在已经对通信采样产生了不少的影响。



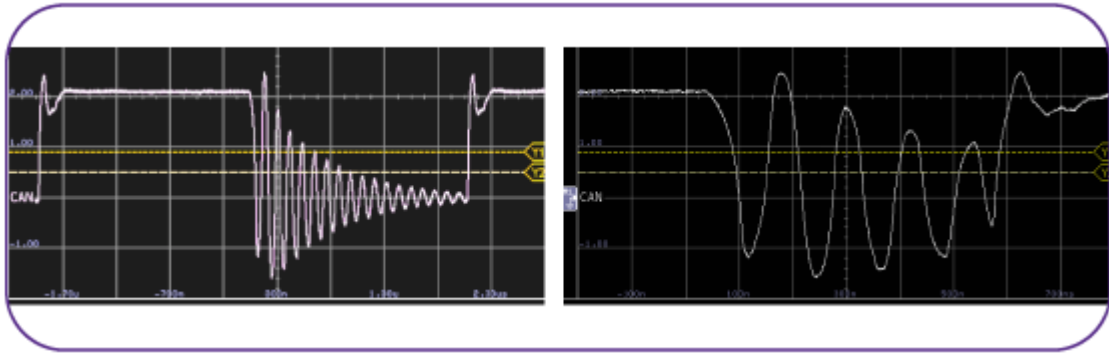


图1: 500 Kbit/s (左)和2 Mbit/s (右)下的信号振铃示例。水平线表示最小和最大接收器阈值。为保证可靠的通信, 信号必须稳定在采样点最小接收器阈值以下, 通常约为位时间的70-80%。在2 Mbit/s的例子中, 信号的峰值仍然高于此限值, 从而无法实现可靠通信。

为了减轻这些影响, 网络设计师必须限制其拓扑结构的复杂性, 避免设计较长的支线拓扑网络, 并减少典型线性(或菊花链)网络中的节点数。虽然这种方法可以保证通信, 但也带来了一些副作用: 更多的网络分支导致网关更加复杂, 连接器数量更多, 需要路由穿过车辆的电缆更多, 并且车辆生产过程的安装和测试更复杂。这方面的一个简单例子就是需要将线束路由到车顶模块。使用线性拓扑时, 线束需要被先向上延伸1到2米直至车顶, 再向下延伸, 而不是简单最短连线。这使得线束的成本和重量增加。即使采取了这些措施, CAN FD在点对点连接之外的通信仍不得不在2Mbit/s。

CAN信号改善功能

隐性位期间信号控制的问题促进了CAN信号改善技术的发展。该方法是主动将震荡中的不稳定信号切换至最低隐性阈值水平0.5 V以下, 而不是像传统收发器那样仅关闭显性信号的驱动。

然而, 当主动驱动隐性位时, 必须充分符合现有CAN和CAN FD协议的所有要求, 因为仲裁、帧确认和错误处理尤其依赖于使用显性位覆盖隐性位等机制来正常工作。通过主动驱动隐性位, 必须确保在所有最坏的情况下, 隐性位均可以被可靠地覆盖, 确保CAN和CAN FD协议仍然正常运行。

恩智浦的CAN信号改善技术是一种高度可靠的高性能解决方案, 可实现比传统收发器更高的比特率, 同时具备传统收发器的通信可靠性。恩智浦的解决方案基于TXD输入端, 既可靠又可以大幅缩短激活时间, 因为即使在收发器内部传播延迟之前, 它也能触发信号改善。加快信号改善的激活意味着可以在位时间内更早地控制振铃, 从而保障在具有更严重振铃的网络(网络拓扑更复杂)或更高比特率的网络中的正常通信。系统的可预测性很直接, 因为仅对一个发送端应用了信号改善。这避免了节点之间发生不可预测的交互作用的可能性, 而且由于每个节点都管理自己的信号, 如果任何节点掉电, 其影响将仅限于该节点。

此外, 恩智浦的CAN信号改善技术完全向下兼容传统的HS-CAN收发器, 并完全符合ISO11898-2:2016规范。这种兼容性和合规性有助于直接采用该技术, 只需简单替换现有收发器即可实现, 并且汽车制造商无需制造两个不同版本的模块。如果在传统网络中使用CAN信号改善收发器, 也能改善节点发送信号时的振铃效应。

收发器的位对称性参数说明

恩智浦解决方案的最后一个突出特点是收发器具有更精确的位对称性。收发器的位对称性与CAN FD网络的整体性能高度相关。简单来说，它定义了从TXD端到CAN总线端以及从总线端到RXD的连续位边沿上出现的时序偏差大小。这一点很重要，因为所有CAN控制器都是在显性位转换时进行同步的，而任何收发器的位不对称性都会在节点建立采样点时引入潜在的时序差异。由于保证可靠的通信依赖于在采样点处稳定的信号，因此计算何时会出现最早的采样点（包括这些偏差）并评估该时间点的信号稳定性非常重要。在此之前将不会出现任何采样点，因此信号失真就不是问题了。这称为“允许的振铃时间”，如图2所示。

收发器的位对称性是网络中传输不对称性计算的一个重要组成部分。因此，更严格的位对称性规范意味着采样点更小的偏差范围。最早采样点也会相对晚出现。这会相应增加最早采样点之前的允许振铃区间。与ISO11898-2:2016分别针对2 Mbit/s和5 Mbit/s定义的位对称性值不同，恩智浦的CAN信号善收发器的定义值与比特率无关，具有更严格的位对称性规范。这使CAN FD能够容忍更多的振铃，还可以显著缩短位时间，从而将CAN FD的最大比特率扩展到8Mbit/s以上。

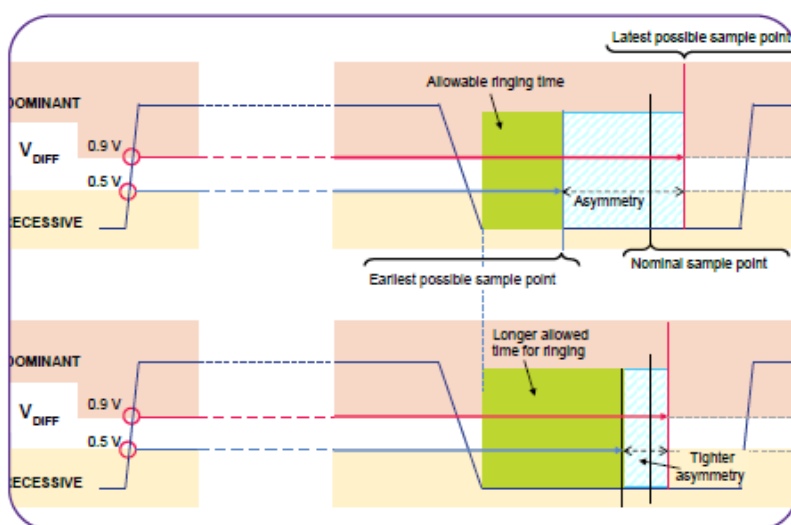


图2：更严格的不对称性意味着采样点随时间的漂移更小。这反过来将允许更多时间发生振铃而不会影响网络通信。

恩智浦的CAN SIC技术

恩智浦在CIA组织中信号改善的协议制定过程中发挥了关键作用，CiA601-4 v2.0.0规范现已对该技术进行了定义。汽车制造商已在全球范围内对这一解决方案进行了广泛评估，并证明它能够可靠地运行5 Mbit/s以上的复杂网络。在2 Mbit/s的速率下，它极大地提高了网络拓扑的潜在规模，我们广泛的经验表明，在500 Kbit/s下经过验证的拓扑能够以2 Mbit/s的速率运行。恩智浦CAN SIC解决方案的另一个优势是它与波特率无关，一个芯片同时支持任何比特率。恩智浦支持CAN SIC技术的芯片已经在2020年正式量产！

CAN信号的改善切实扩展了CAN FD的可行性，5 Mbit/s成为汽车制造商在未来技术选择中可考虑的一项成熟技术。随着汽车网络架构在下一代车辆研发中发生重大变化，这使得CAN FD成为一项值得考虑的富有实际意义的技术。

尽管从理论上讲信号改善可以超过5 Mbit/s，但因为仲裁阶段速率保持不变，只有加速段的提速对提高单帧报文的有效数据传输量仍旧效果有效。因此，更好的选择是转向CAN XL，CAN XL旨在大幅增加有效载荷并消除当前CAN FD协议中的限制，从而实现信号物理层的更多改进。该技术将需要将微控制器升级到全新的CANXL协议控制器（这是目前的信号改进收发器所不需要的），但这项旨在实现每帧报文可完成10 M比特率通信和2 K字节数据传输的极具前景的技术，有助于在新型汽车网络中进一步拓展CAN总线技术的潜力。