

## 浅谈数据线扼流圈改善电磁兼容问题使汽车更加安全

近年来，汽车内的电子设备比例在显著增长，随之也产生了更多的功能，用以提高汽车的安全性、可靠性以及便利性。与此相对应的是针对总线系统的日益增长的要求：确保在最多样化的控制单元之间实施可靠通信，特别是经由总线系统如控制器局域网(CAN)或 FlexRay 系统控制对安全性至关重要的应用，它们必须满足最高的电磁兼容性规格。数据线中的共模扼流圈(CMC)可加强由电磁兼容性问题所导致的故障的防护。

当代机动车辆控制功能的复杂性在于三点：更快的数据速率、确定时延性能以及故障容错功能。以成本考量为主的功能或多媒体功能由 LIN(局域互连网)或 MOST(媒体导向系统传输)总线进行连接，而 CAN 或 FlexRay 总线系统则用于对安全至关重要的应用，比如引擎控制、ABS 系统以及气囊等。CAN 和 FlexRay 采用双绞线，具备确定时延性，可实现快速数据速率(CAN 总线：1Mbit/s；FlexRay 总线：10Mbit/s)。这两种总线系统的物理层和数据传送协议均已经过优化，可确保高度可靠性。不过，鉴于现代车辆逐渐增加的复杂性，单凭上述措施并不能彻底防止电磁兼容性问题导致的故障。

由爱普科斯生产的控制器局域网(CAN)总线扼流圈，可防止汽车网络中出现的电磁兼容性(EMC)问题，从而提高安全性。

### CAN 总线电磁兼容性与电磁干扰

汽车总线系统必须符合高级电磁兼容性的要求：针对瞬变、静电放电(ESD)及电磁干扰(EMI)的抗扰度，同时还不能干扰其它电子元件，也就是说，必须最小化干扰辐射。不过，随着车辆内部电子设备比例的增加，无法在所有条件下都预先测试电磁兼容性，这就存在出故障甚至控制装置受损的风险。

解决这些问题通常必须区别差模和共模干扰。差模干扰与数据信号重合，而共模干扰则是对地的，它源于不平衡性和寄生效应。最小化共模干扰，必须特别注意总线信号线的布线、终端滤波器、连接器以及电路板本身。穿通接头或连接接头的寄生电容和电感，以及总线信号引线在电路板上的布局都可能会引起不对称性，并产生共模干扰。

常用于测定射频影响电磁兼容性的方法是 Te 直接射频功率注入(DPI)法：将来自信号发生器的信号(最高可达36 dBm)耦合到总线引线中，并观察信号输出。如果发生故障，就记录接入信号的信号电平。针对有关范围内的每一个对应频率逐步重复这一流程。一个特定的总线结构的射扰辐射是通过测试接收机决定的，用它来测量总线及所有输入输出处的共模电压。图1所示测试结构用于电磁干扰测量与总线扼流圈效果的测定。

在采用和未采用爱普科斯扼流圈的情况下，用 DPI 方法分别在测试板上进行射频抗扰性和干扰辐射测量。从图2和图3中可以看出 CAN 总线相应结果。显然，B82789共模扼流圈的使用大大改善了射频抗扰性。同时，扼流圈在数据线中的使用也大大减少了干扰辐射。

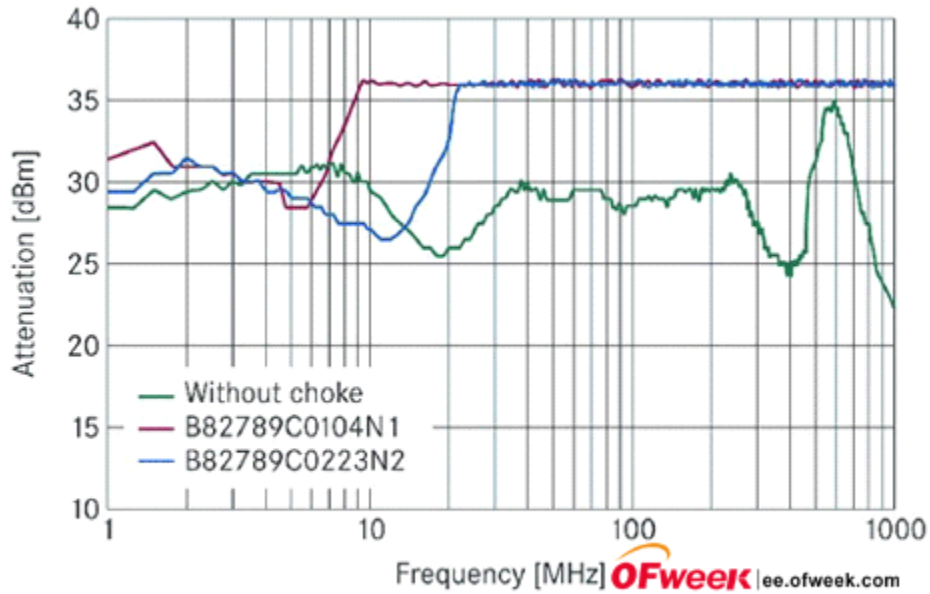


图2 CAN总线处的射频抗扰性得到加强

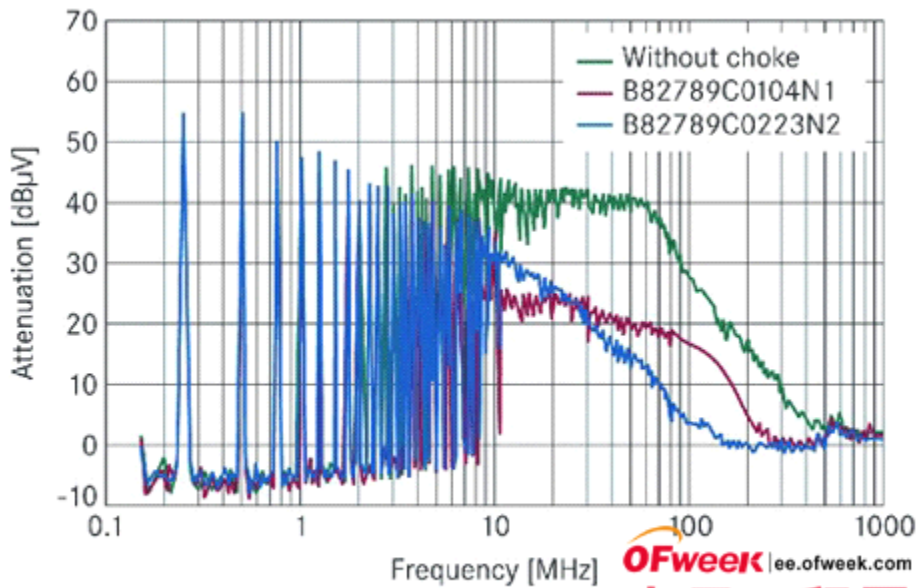


图3 CAN总线处噪音辐射得到降低

数据线扼流圈可以显著提高 CAN 总线系统的可靠性。尽管较高电感的扼流圈会由于较高的衰减产生比较好的电磁兼容性，但要选择最合适的扼流圈，就还是要考虑杂散电感、信号完整性、接地漂移以及引线的坚固性等因素。

爱普科斯现可供应能够满足汽车具体要求的、具有不同封装尺寸和版本的各种型号产品。B82789系列扼流圈专用于功能强大的汽车总线系统，比如 CAN 或 FlexRay。当上述扼流圈应用到数据线上时，就能抑制耦合干扰并防止数据总线发出干扰。该系列产品工作电压为42VAC 或 80VDC，扼流圈的额定电感介于11~100 $\mu$ H 之间，额定电流介于150~300 mA 之间。

### FlexRay 电磁兼容性与电磁干扰

FlexRay 是一个串行的、具确定时延和故障容错的总线系统。FlexRay 由 FlexRay 联盟 (FlexRay Consortium)定义，它的设计旨在满足未来汽车网络的更高要求，特别是快速数据速率、实时响应能力以及故障容错性能。目前的焦点是更快的数据速率。

物理层应用指南明确指出了对 FlexRay 网络数据线扼流圈的总体要求，比如引线电阻(小于1 $\Omega$ )、电感(大于50 $\mu$ H)以及杂散电感(小于1 $\mu$ H)。对电磁辐射和电磁干扰的测定与 CAN 总线一样。不过，由于10Mbit/s 的更高传输率，需要更加仔细地检查信号完整性。对具有各种电感的扼流圈与不使用扼流圈的测试板进行 DPI 测定的相应评估结果如图4。图5所示为使用另一块测试板进行电磁干扰测量的结果，同样是针对具有不同电感的扼流圈。很显然，数据线扼流圈的使用改善了电磁兼容性并减少了干扰辐射。当电感更高时，作用就更大。但是，更高的电感值会对信号完整性产生一定的负面影响。

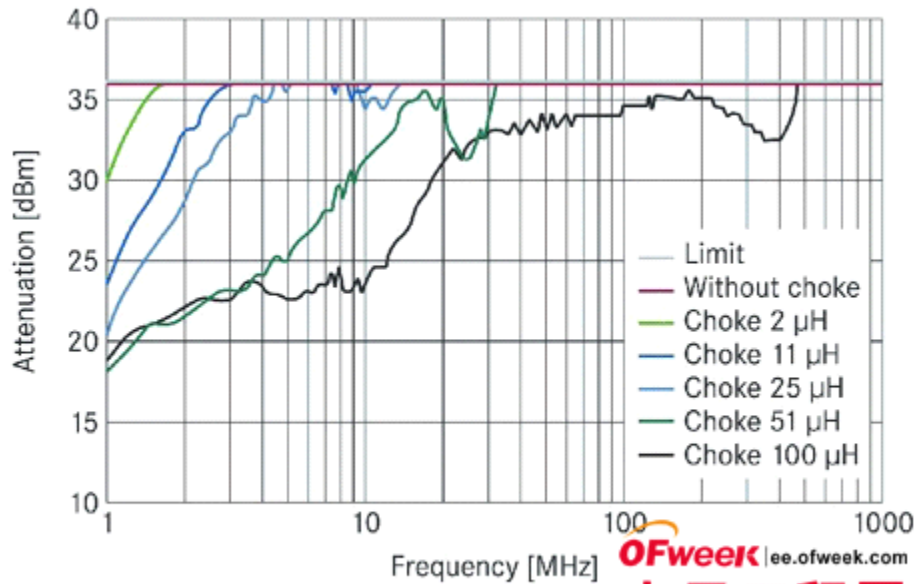


图4 FLEXRAY总线处射频抗扰性得到加强

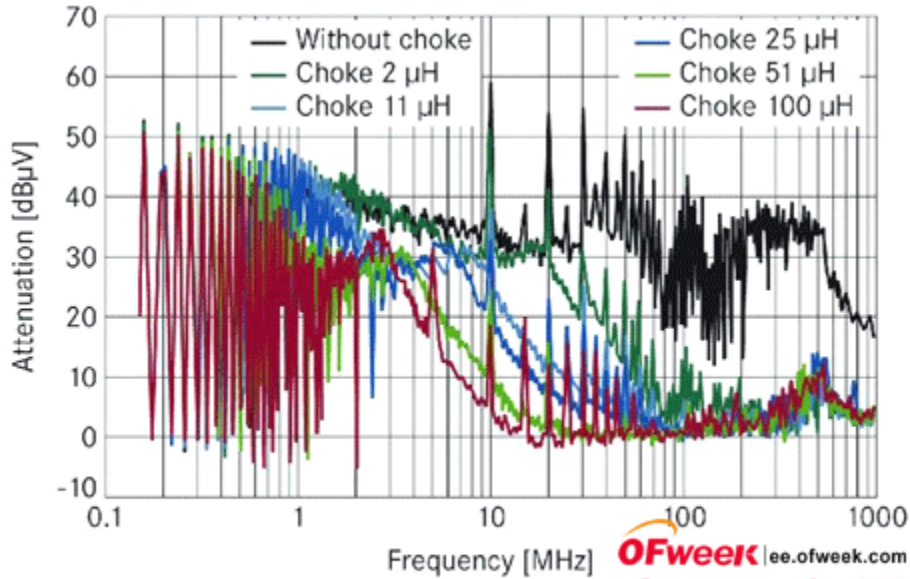


图5 FLEXRAY总线处的干扰辐射得到减少

OFweek 电子工程网

眼图适于研究 FlexRay 的信号完整性。如果数据信号的曲线在阴影范围外，数据传输即可得以保障。这些要求可以通过使用电感为 $100\mu\text{H}$ 的 B82789C0104扼流圈来实现(见图6)。鉴于这些电磁兼容性测量的结果及对数据信号的影响可忽略不计的事实(即信号完整性可得到保障)，爱普科斯 B82789C0104 N002(双线绕组)扼流圈被选作 FlexRay 物理层合格测试的参考型号。

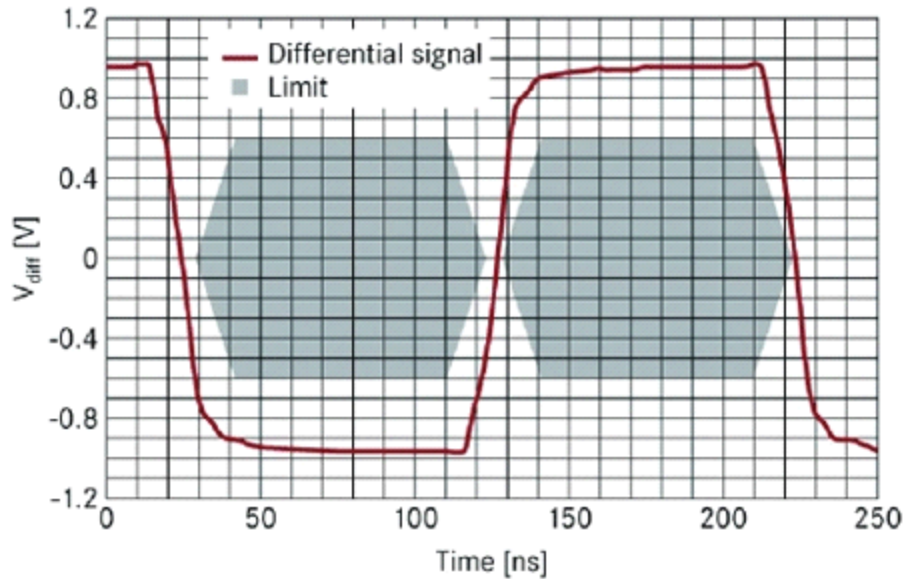


图6 信号测量

模型程序库为产品开发提供方便

爱普科斯目前可以提供适当的模拟模型以提高采用新式扼流圈的设计效率。为此，扼流圈在整个相关频率范围的电特性已定义并包括在相应模型中。因为终端电容和电感以及连接的电

阻都取决于用户设计，所以并没有包括在模型中。客户不必进行费时的整体系统设计，就可评估扼流圈的功能。爱普科斯现可供应用于初次设计评估的简易模型，此类模型能够实现快速和精确的模拟。高级模型能够提供更精确的模拟结果，只是需要较长的模拟时间。

OFweek 电子工程网