

# 汽车应用中的A<sup>2</sup>B和以太网： 内容、时间和方式

作者：Matteo Crosio，高级现场应用工程师

## 简介

近年来，随着汽车采用新的信息娱乐技术和先进的驾驶员辅助系统（摄像头、雷达、激光雷达等），以及采用多种传感器测量不同数据（稳定性、速度、加速度等），汽车内部的电子系统数量增加，复杂性也达到了新高度。

我们可以用高带宽和低带宽类技术来简单分类。通常，传感器需要低带宽。汽车上最常用的加速度计的输出数据速率(ODR)只有几千赫兹。至于信息娱乐系统，普通音频和视频数据要求的速率一般为几Mbps以上。

然而，高清多摄像头系统的采用才真正令标准得到提高，这种系统适用于停车辅助系统、360°视觉系统（也称为鸟瞰系统或环视系统）、雷达（基于RF微波）和激光雷达（基于红外激光），能够帮助增强驾驶员辅助系统(ADAS)。这些系统能够共存是推动自动驾驶汽车发展的关键因素，但对任何通信总线来说都是一个巨大的挑战。

汽车中使用的传统总线包括：

- ▶ 局域互连网络(LIN)：速度最高20kbps，主要用于要求低成本、速度/带宽比不太重要的子系统中。
- ▶ 控制器局域网(CAN)：传输速度最高1Mbps，比如用于在电子控制单元(ECU)和启停系统、驻车辅助系统和电子驻车制动器的传感器之间通信。
- ▶ FlexRay：速度比CAN快（最高10 Mbps），价格更高昂。最开始被用于线控（线控驾驶、线控转向）系统，能用于适配多种网络拓扑。
- ▶ 面向媒体的系统传输(MOST)：速度最高150 Mbps，专用于传输音频、视频、语音和数据信号。定义ISO/OSI模型的全部7个层，从物理层直到应用层。是一个专有的解决方案。

随着网络技术不断发展，另一方面变得越加重要。许多不同子系统使用的各种总线都包含非常复杂（且昂贵）的电缆。对于汽车应用，尺寸和重量是新的挑战，因为要满足新的环境法规就意味着需要开发能够（例如）降低CO<sub>2</sub>排放量的新系统。在这种情况下，就不太容易满足高带宽、低延迟，确定性、耐用且便宜的通信总线的需求了。

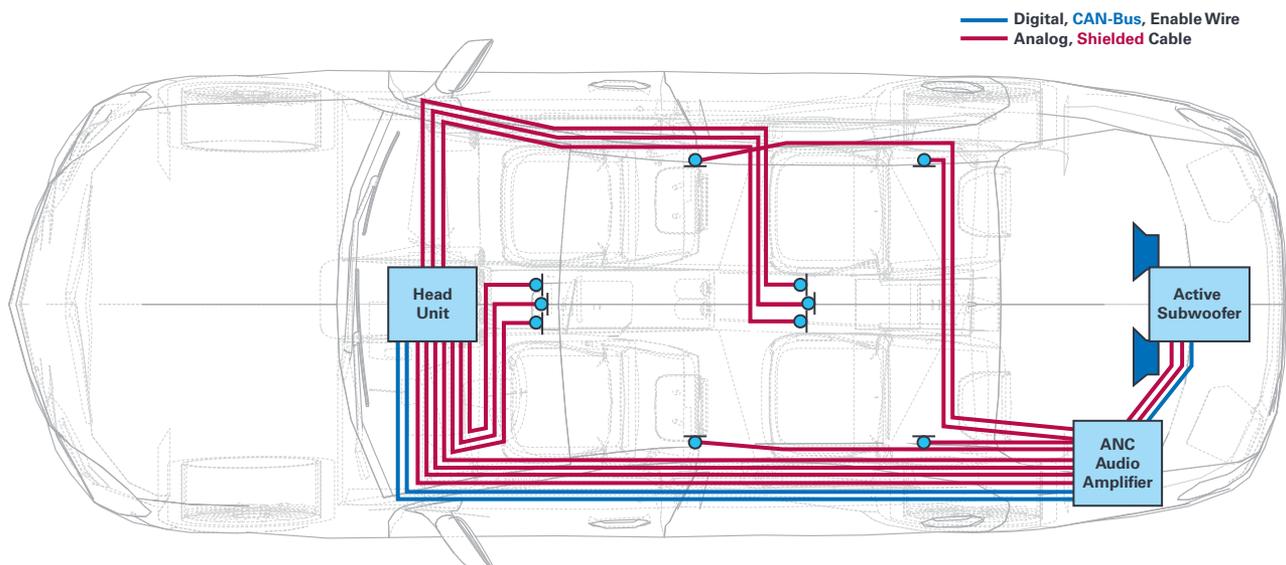


图1. 传统的车内音频系统线缆。

## 汽车音频总线(A<sup>2</sup>B)

汽车音频系统的电缆在总电缆重量中占了很大比重，这是因为模拟线路要求从音频源到端（扬声器）都采用价格高昂的屏蔽电缆。此外，主动降噪(ANC)和路噪降噪(RNC)系统需要在车内安装多个麦克风，这为音频网络增加了许多输入节点。

图1非常详细地展示了传统汽车音频系统的实际布线。

汽车音频总线(A<sup>2</sup>B<sup>®</sup>)是ADI推出的一项创新技术，支持串联拓扑，即单个主机最多连接10个菊花链形式的从机。A<sup>2</sup>B针对音频应用进行优化，速度为50Mbps。通过使用非屏蔽双绞线(UTP)，大幅简化连接，线束的总重量减少高达75%。节点之间的距离可达15米，最大网络长度为40米。同样的UTP传输电源（幻象供电）最高可达300mA，非常适合数字麦克风。

若在主节点提供的供电功率分配不足时，可以由本地电源为从机节点供电。总线支持双向通信，主机至从机、从机至主机，最多可32个通道下行和上行（12、16、24位）。最重要的是，可以保证延时最多2个时钟周期，为ANC/RNC这样的延时敏感型应用提供确定性。A<sup>2</sup>B总线可以传输I<sup>2</sup>C消息，支持在从机节点上远距离配置ADC/DAC等外设。

简化A<sup>2</sup>B网络配置的工具是SigmaStudio<sup>®</sup>，这是一种图形化设计环境，支持SigmaDSP<sup>®</sup>和SHARC<sup>®</sup> DSP等系列。A<sup>2</sup>B收发器（AD2428、AD2427和AD2426）提供I<sup>2</sup>S和PDM接口。I<sup>2</sup>S接口通常用于连接ADC和DAC，数字麦克风则通常使用PDM。

汽车应用的一个重要问题是电磁兼容性(EMC/EMI)。A<sup>2</sup>B通过了最严格的汽车EMC和EMI测试（仅使用双线UTP电缆）。RNC应用要求加速度计和麦克风分布在汽车内部周围。使用模拟链路的成本非常高昂，因为需要额外部署电路（模数转换器）、电缆和连接器。A<sup>2</sup>B技术采用新型音频源和传感器，简化了这个架构。

## 车载以太网

以太网是非常流行的网络技术，拥有庞大的生态系统。然而，到目前为止，它在汽车领域的应用非常有限，仅限于诊断、车载信息娱乐系统和高带宽传感器连接等。

虽然在雷达和激光雷达等新技术不断涌现且对带宽产生巨大需求时，以太网可能能够满足这些带宽需求，但仍有几个方面限制了它在汽车上的应用。

用于100-Base-TX的传统以太网电缆都是基于两个差分线对，通过变压器进行隔离，对于汽车应用而言太过昂贵。此外，5类电缆不能满足汽车EMI标准，因此，100-Base-TX以太网除了进行诊断和固件更新，并不能用于车内通信。

对于车对车(V2V)或车对万物(V2X)通信，车内数据传输必须支持同步、流量控制和固定延迟。以太网无法提供这类支持，除非采用新协议栈。

我们先考虑一下物理层。

为了满足关于重量、EMI和成本的要求，电气与电子工程师协会(IEEE)制定了一项新标准，即802.3bw，也被称为100-Base-T1。IEEE 802.3bw是基于双向UTP电缆的100Mbps标准，满足严格的汽车电磁辐射标准。它利用叠加、特定编码和加扰等原理降低EMI。

使用非屏蔽双绞线电缆代替传统的5类电缆时，成本和重量都更低。以太网供电(PoE)等技术在传输数据的同时供电，共用相同的电缆。但是，PoE提供电源至少要用到两个线对，与减少电缆数量的要求背道而驰。

所以IEEE制定出802.3bu标准，也被称为数据线供电(PoDL)。PoDL可以通过一个线对提供电源，这从一定程度上增加了收发器原理图的复杂性。

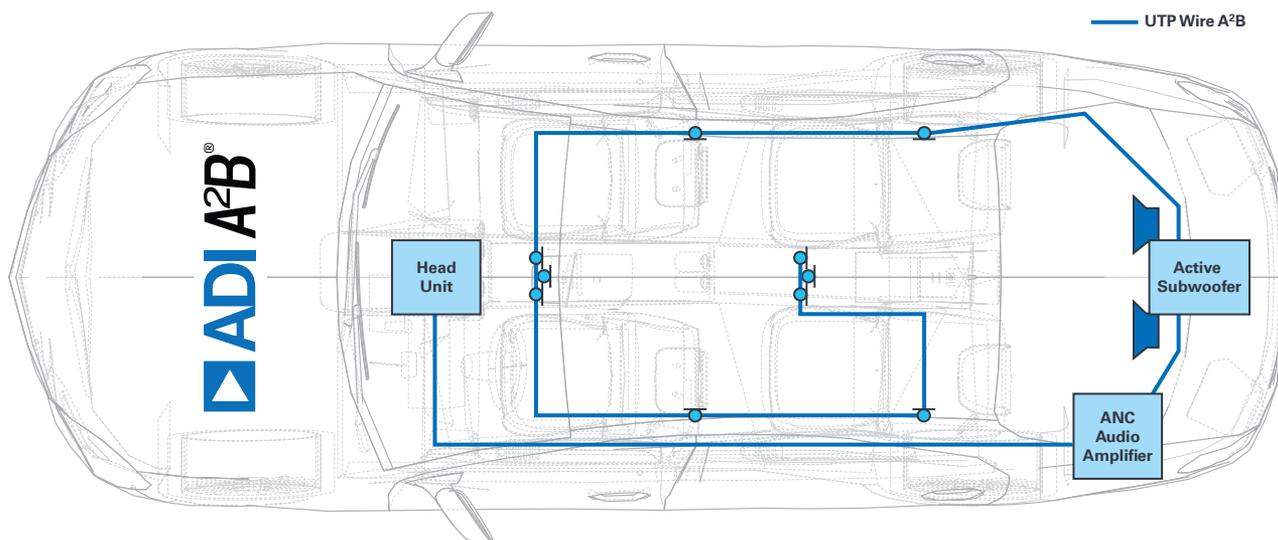


图2. 被A<sup>2</sup>B技术简化过的车内音频系统线缆。

如前所述，为了支持汽车应用，以太网需要额外的软件技术来支持时间确定性。这可以通过音频视频桥接协议(AVB)来实现，AVB协议由IEEE 802.1开发，该组织负责ISO/OSI模型的第二层。

AVB是一种提供时间同步和流量控制的软件技术。利用这些基本概念，以太网可以可靠地提供音频和视频内容。在AVB的推动下，IEEE定义了一系列协议，即时间敏感网络(TSN)，它们主要关注工业和汽车市场，提供支持实时支持的以太网。

综上所述，IEEE 802.3bw加上TSN可以取代传统总线，成为合适的车内确定性通信解决方案。此外，100-Base-T1正在演变成新的1000-Base-T1标准，速度可以达到1Gbps。但是，这样的系统相当复杂，而且这些技术还不够成熟，不适合在汽车市场中广泛部署。

### 可能的场景

车载市场已开始采用A<sup>2</sup>B来进行音频传输。涉及从不同总线子系统/节点传输数据的需求下，以太网还远远没有达到批量实施的水平。

A<sup>2</sup>B技术对简化ANC、免提系统、电动汽车(EV)警示音系统、紧急呼叫(eCall)系统等应用都大有裨益。此外，未来可能能够直接将数字传感器提供的信息传输至A<sup>2</sup>B，以进一步简化RNC系统的架构。

自动驾驶推动着总线性能不断提高，未来有望实现千兆网络连接。那么，在接下来的几年里，会出现什么样的场景？

A<sup>2</sup>B是一种易于实现的技术，通过同一对UTP电缆传输电源和数据，并对延时提供确定性支持。

采用现有的100-Base-T1（未来是1000-Base-T1）技术的以太网将会是一种融合技术，可以聚合多条数据总线，但增加供电(PoDL)和软件确定性(TSN)的复杂性会提高。

很可能，基于A<sup>2</sup>B的音频传输和传感器混合解决方案，以及依靠高速Gb以太网连接激光雷达和雷达等主干网络，能够满足汽车行业大部分的中期需求。

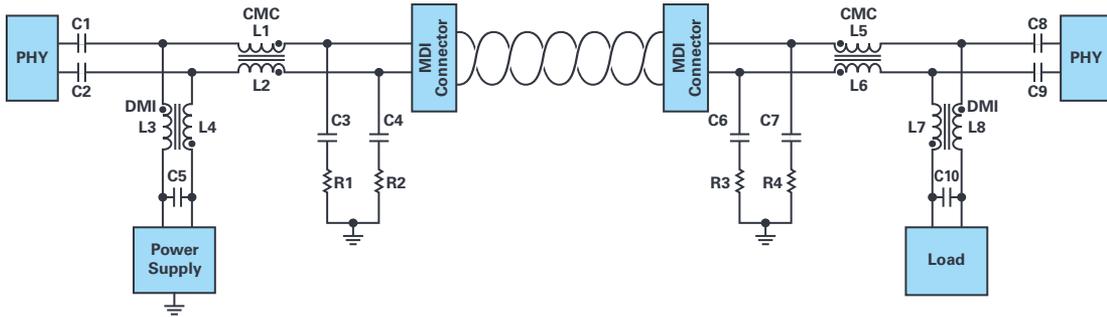


图3. 基本的PoDL架构：通过同样的差分通道传输数据和提供电源。

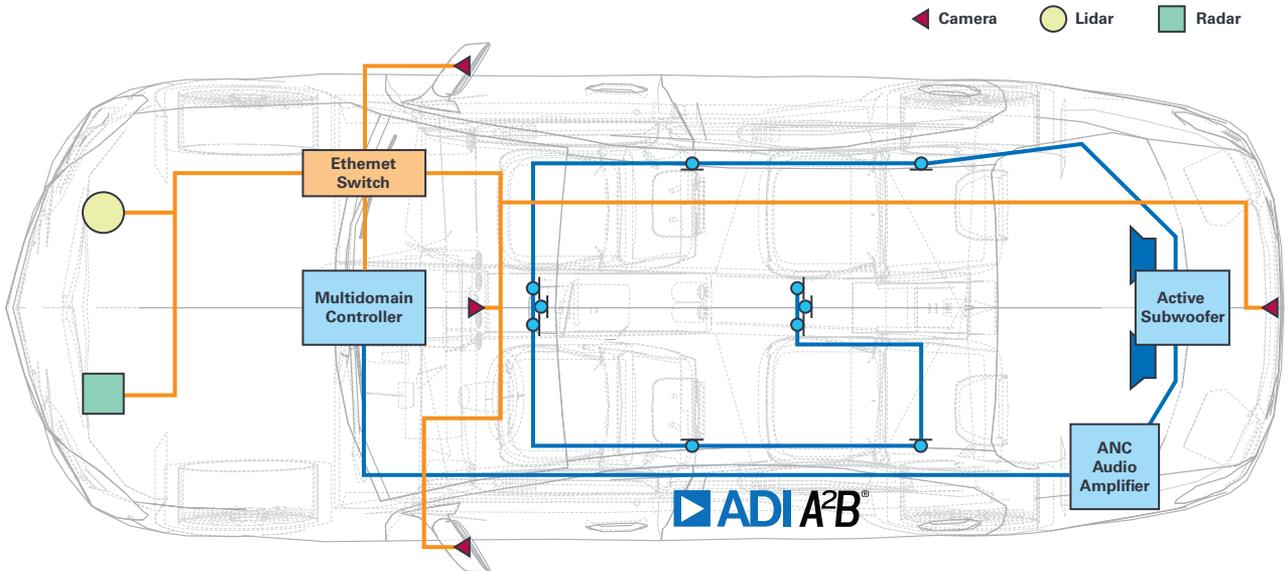


图4. 多域架构。

## 作者简介

Matteo Crosio于2011年加入ADI公司，担任现场应用工程师，工作地点在意大利。在此之前，他已在半导体行业浸淫10年，担任过各种技术职位。Matteo了解与航空航天和电信应用领域相关的混合信号知识，具有丰富的硬件和FPGA设计经验，侧重研究时间同步问题。他现在是欧洲销售团队的成员，负责为欧洲、中东和非洲地区提供有线通信技术支持。联系方式：[matteo.crosio@analog.com](mailto:matteo.crosio@analog.com)。

## 在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛  
与ADI技术专家互动。提出您的  
棘手设计问题、浏览常见问题  
解答，或参与讨论。

请访问[ez.analog.com/cn](http://ez.analog.com/cn)



超越一切可能™

ADI公司  
请访问[analog.com/cn](http://analog.com/cn)

如需了解区域总部、销售和分销商，或联系客户服务和技术支持，请访问[analog.com/cn/contact](http://analog.com/cn/contact)。

向我们的ADI技术专家提出棘手问题、浏览常见问题解答，或参与EngineerZone在线支持社区讨论。  
请访问[ez.analog.com/cn](http://ez.analog.com/cn)。

©2019 Analog Devices, Inc. 保留所有权利。  
商标和注册商标属各自所有人所有。

“超越一切可能”是ADI公司的商标。

TA21665sc-10/19

