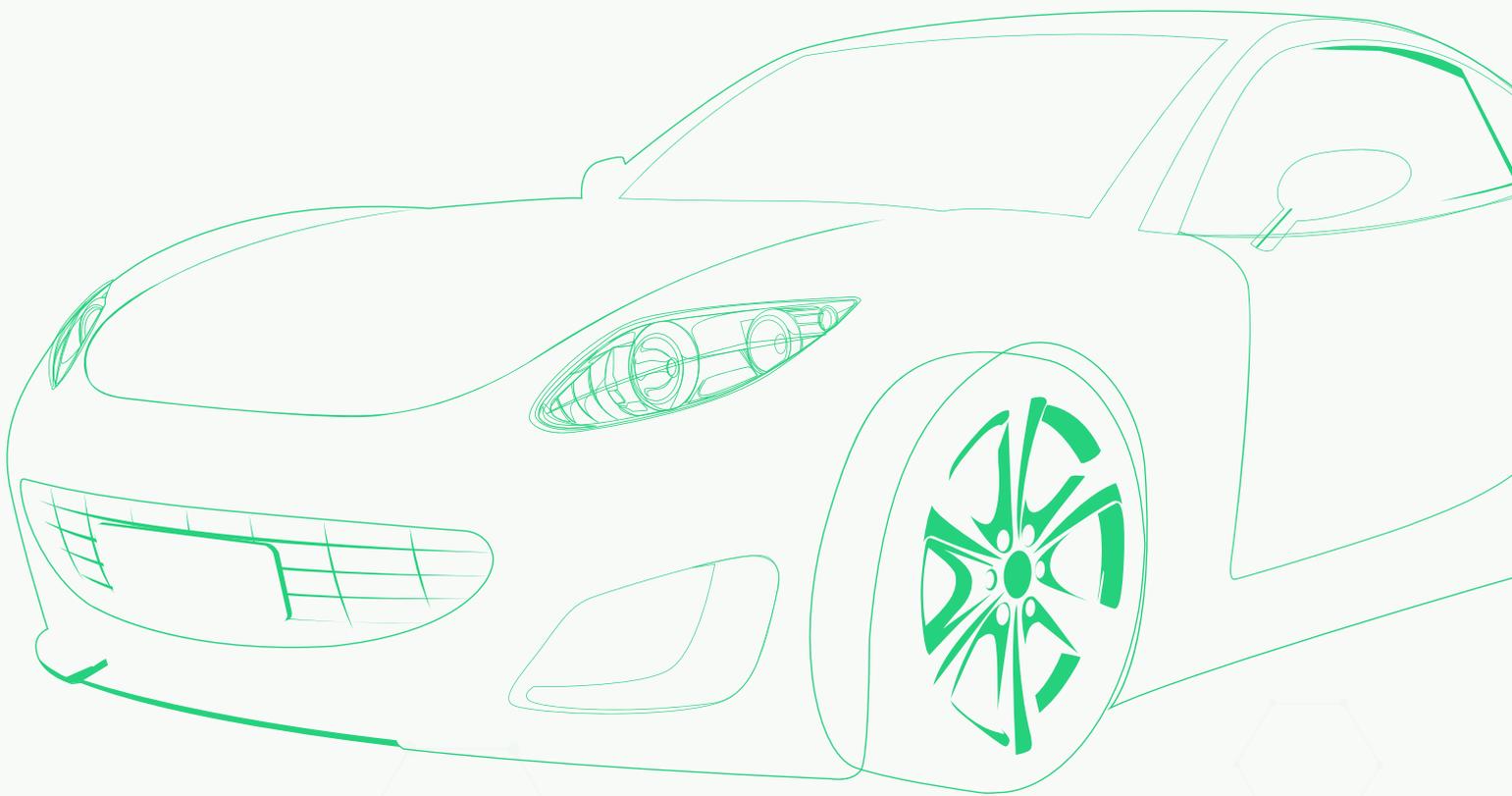


AEM

# 车载以太网线束 传输性能测试方案

Automotive Ethernet Harness  
Transmission Performance Test Solution



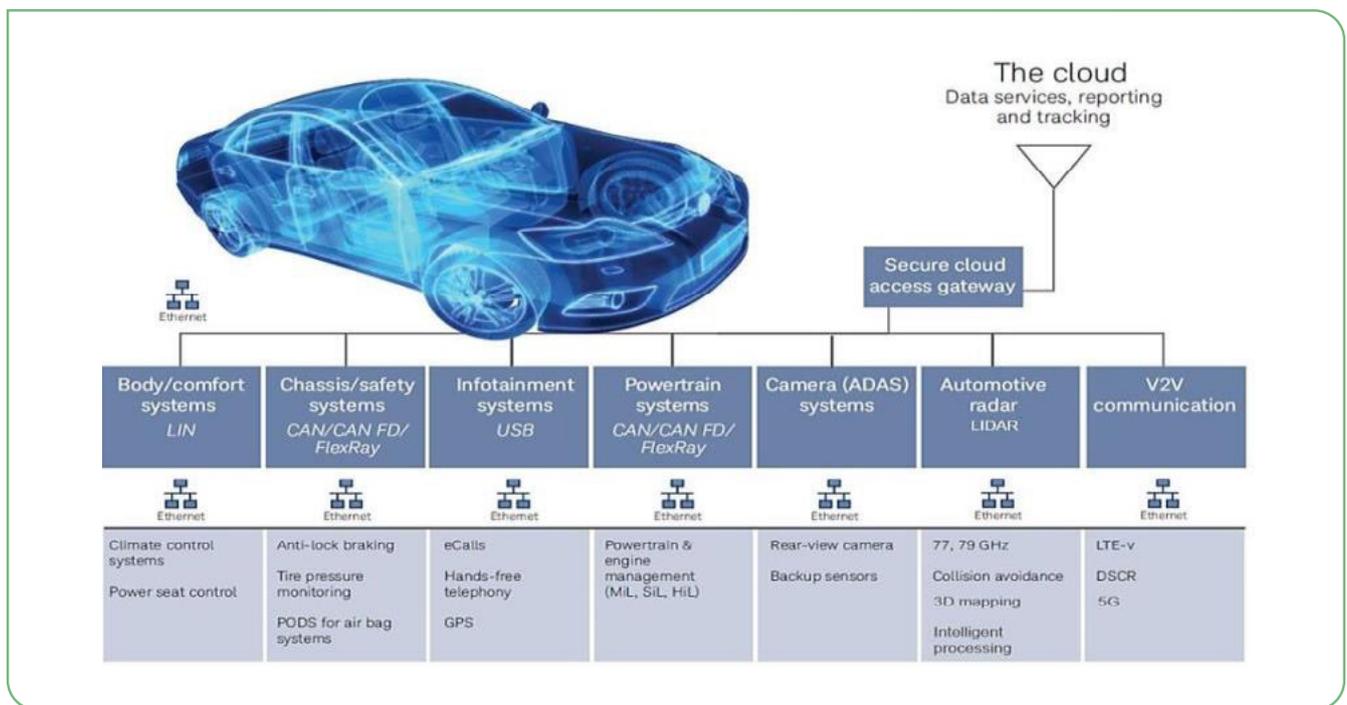
Test More. Test Faster. Test For Less

# 车载以太网线束 传输性能测试方案

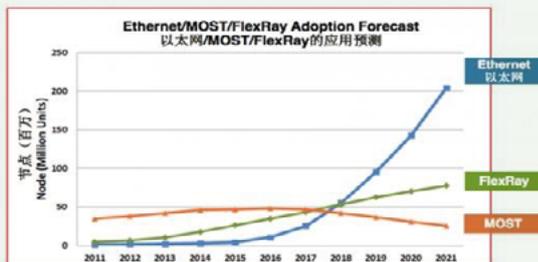


## 1. 引言

汽车和通信之前基本上是两个互不相干,彼此独立发展的技术领域。智能化、电动化、网联化、共享化,让汽车和通信产生了交集。以往在解释宽带通信时,总是说:再好的车,如果没有高速公路,它的性能是发挥不出来的,通信基础设施的传输介质,就是承载信息传输的高速公路。而如今的自动驾驶、网联汽车、V2X等技术,同样需要车内稳定、可靠、高速的通信基础设施来承载,这就是被称为“车内信息传输高速公路”的数据总线。车载以太网已成为替代LIN、CAN、FlexRay、MOST等传统数据总线的重要技术路线。



## 车载以太网 取代传统总线



1. 基于Flex Ray单条非屏蔽双绞线电缆目前的市场价格
2. 基于两米长的FlexRay单条双绞线电缆和连接器的总重量

### 车载以太网传输速率

- 100Base-T1 (100Mbps)
- 1000 Base-T1 (1Gbps)
- 2.5 Gbps
- 10 Gbps

### 传统汽车总线传输速率

- LIN(10-125Kbps)
- CAN (125Kbps-1Mbps)
- FlexRay (1M-10Mbps)
- MOST (24.8 Mbps-150Mbps)

- 继LIN、CAN、FlexRay之后的演进方向
- 支持更高带宽和更高数据传输速率
- 减少车内布线的复杂度(节省人工成本)
- 硬件成本降80%<sup>1</sup>、重减30%<sup>2</sup>
- 预计2023年,在下线的全球消费级汽车中,将有1.62亿个以太网节点,包括2.42亿个端口

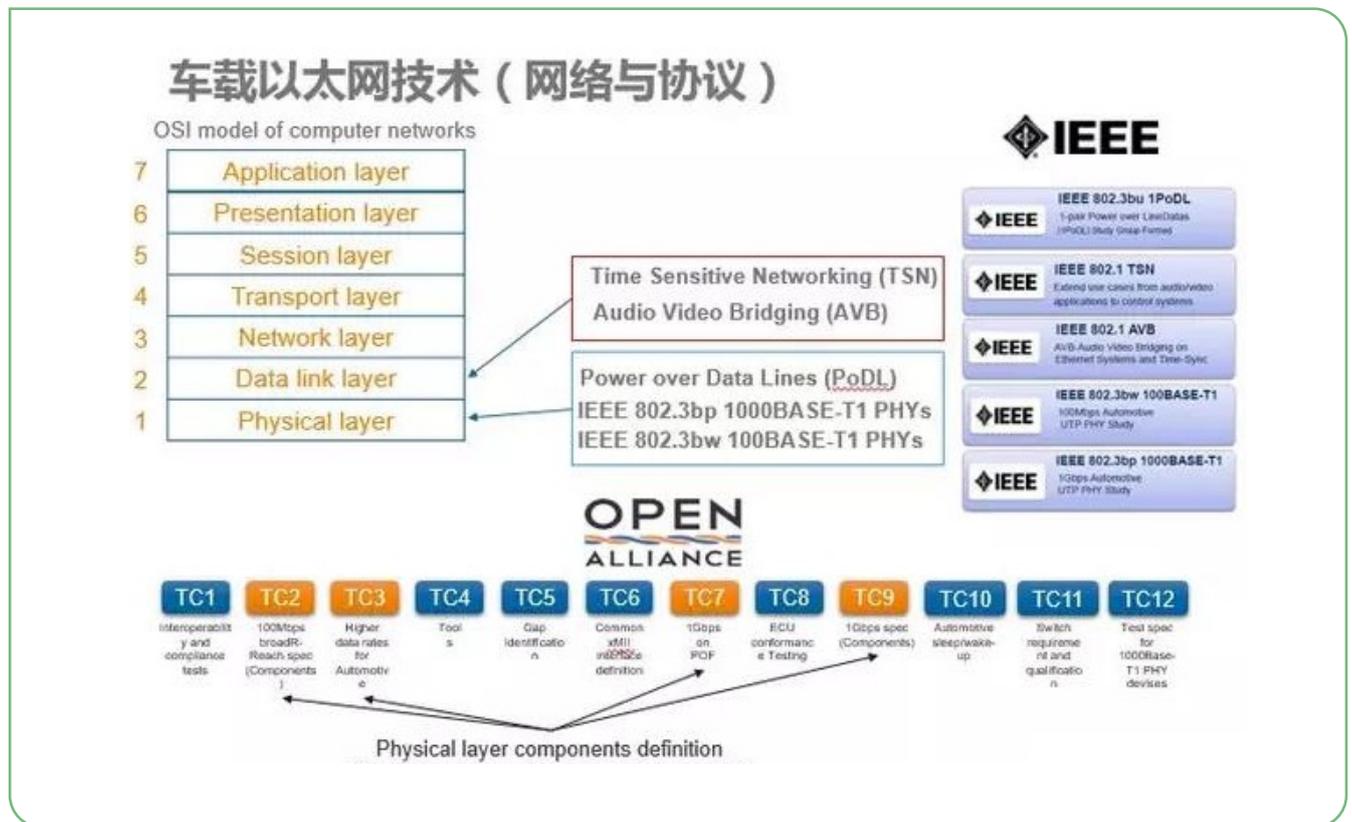
## 2. 车载以太网与OPEN联盟

以太网技术发明于1973年,它并非特指某种总线技术,而是IEEE的803.2工作组编制的一系列标准协议,以太网支持10Mbit/s、快速以太网(100Mbit/s)、千兆以太网(1Gbit/s)、万兆以太网(10Gbit/s)及100Gbit/s等。直到100BASE-T1出现,才被应用于汽车工业。以下是车载以太网发展简史:

- 2011年,提出汽车以太网的概念。
- 2013年,BMW第一个将汽车以太网用于X5的环视系统。
- 2015年,BMW在其全系车型(7系、5系、3系和i系电动车)中都部署了基于汽车以太网的整车系统。
- 2016年,捷豹、路虎、帕萨特、特斯拉Model S和Model 3都在其某些车型集成了汽车以太网技术。

2011年11月 Broadcom、BMW、Freescale Semiconductor、Harman、Hyundai、NXP等公司组建了OPEN联盟(One-Pair Ether-Net,单线对以太网联盟)推广车载以太网技术,旨在满足业界对车辆安全、舒适及资讯娱乐方面的需求,同时大幅降低网络复杂度及线缆成本。

OPEN联盟的TC2对应IEEE802.3bw 100BASE-T1标准,规定了线束支持100Mbps的传输性能;OPEN联盟的TC9对应 IEEE 802.3bp 1000BASE-T1标准,规定了线束支持1000Mbps的传输性能。这些标准回答了:什么是以太网线束?它是怎样构成的?它应达到什么指标?怎样测试这些指标?等问题。通过执行OPEN联盟标准,确保不同供应商线束产品的一致性与合规性。



## 3. 车载以太网线束传输性能的测试

### 3.1 线束生产线的品控测试

根据OPEN联盟对测试设备的规定, 目前市场上的常规矢量网络分析仪(简称: 矢量网分)都能对以太网线束进行测试, 但常规通用型矢量网分是供专业技术人员使用的, 成本与可操控性都不适合生产一线的大批量品控测试。

与汽车传统线束的产线测试类似, 如果将具有矢量网分功能的测试部件安装于线束测试台内, 并受控于测试台的系统

软件, 则完全可以实现以太网线束大批量、自动化、高效测试。

新加坡AEM公司研发生产的MMVNA200型多端口、模块化、网分部件, 就可以应用于上述线束测试台, 通过标准USB接口受控于PC机软件, 实现对线束的以太网传输性能测试。



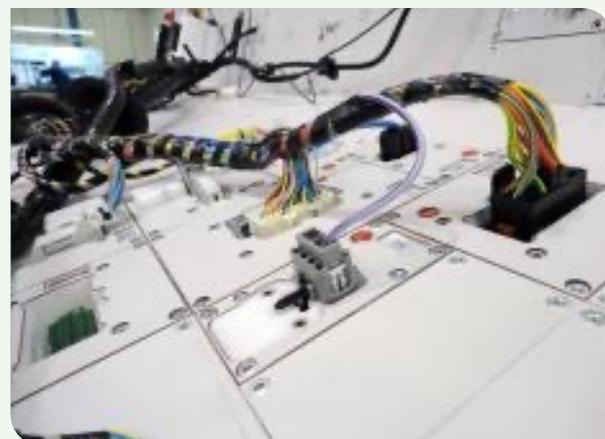
### 怎样测试——用什么测?



- 矢量网络分析仪
- 至少4端口(2通道)
- 在实验室测试

OPEN TC9 Table 4.2-1: VNA 推荐设置

参数	指标
扫描起始频率 $f_{start}$	300kHz
扫描终止频率 $f_{stop}$	1GHz
扫描类型	对数
扫描点数	1600
输出功率	最小-10dB
测量带宽	$\leq 500$ Hz
端口参考阻抗 (差模)	100 $\Omega$
端口参考阻抗 (共模)	25 $\Omega$ 用于连接器测试和MDI测试头 200 $\Omega$ 用于其他所有测试
数据校准	校准套件
平均功能	可以使用, 但不强制
平滑功能	不使用



# 车载以太网线束 传输性能测试方案



## 多端口矢量网分模块

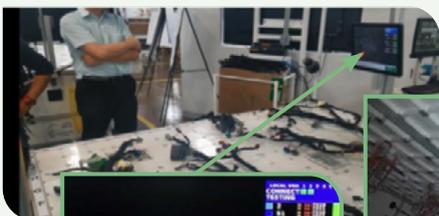


MMVNA-200  
矢量网分

- 模块化,便于安装于测试台
- 单机端口(同时测试2对缆)
- 双机16端口(同时测试4对缆)
- 多机协同运行
- 成本低
- 工效高



## 线束生产现场 品控测试



品控测试结果



安装在测试台下的MMVNA

- 体积小、重量轻、价格低
- 作为部件固定安装线束测试台
- 多台设备可同时运行
- 测试线对数量无限制
- 记录每条以太网线的测试数据

### 3.2 线束安装现场的测试

汽车整机装配过程中,底盘、轮胎、发动机、车体等都可以用机器人(手)来完成,线束的布放与安装仍然完全依靠一线工人手动完成。人既是最可靠的,又是最不可靠的,出错概论很低,但不为0。为了及时发现线束故障,有必要对装机后的线束进行现场测试。汽车维修过程中也会遇到类似测试问题。

实验室的通用型矢量网分受其体积和操控性限制,很难在线束安装现场进行测试。针对以上情况,AEM公司提出手持仪表解决方案。

仪表的测试接口是定制化和模块化的,可根据被测线束连接器型号现场更换;仪表内置了OPEN联盟和IEEE802.3的相关标准,通过触屏点选,可自动判断被测线束相关指标是否符合标准要求。

# 车载以太网线束 传输性能测试方案



## 整机线束装配/维修 现场测试



- 手持仪表,适合狭小现场空间内操作
- 定制测试接口

- 内置OPEN标准,评估线对传输性能
- 快速定位线对开路/短路位置



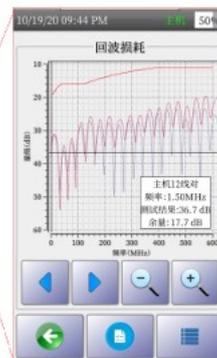
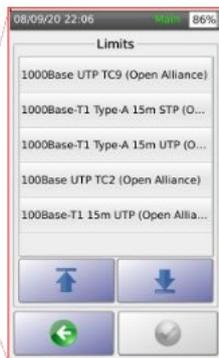
## 测试仪表



- TESTPRO手持式线缆测试
- 车载以太网定制接口测试适配器



## 仪表内置测试标准



手持仪表内置了OPEN TC2/TC9 测试标准

依据OPEN TC9的线束测试结果

## 4. 成功合作案例



与AEM合作品牌

• APTIV •



komax

LEONI

Rosenberger



■ WEE TECH

## 5. 总结

第一, 现场测试是确保车载以太网线束品质的充分必要条件;

第二, 多端口、模块化矢量网分部件方案, 成功解决了生产现场批量测试;

第三, 手持仪表+定制化接口方案, 成功解决了线束安装与维修现场测试;

第五, AEM的解决方案能提升车载以太网线束的测试工效, 降低测试成本!

## 技术支持

### Live Phone Support :

周一至周五| 9am-6pm (Shanghai, China)

T : 赵晨 +86 1814972229

Email Monitored 24hrs

[customercare@aem-test.com](mailto:customercare@aem-test.com)

更多技术信息, 请登录我们的网站:

[AEM-Test.com](http://AEM-Test.com)

如果你需要技术支持, 请关注我们:

[AEM-Test.com/customer-care](http://AEM-Test.com/customer-care)

### AEM International, Ltd.

5560 West Chandler Blvd. Ste.3

Chandler, Arizona 85226

T : 480-531-1232

### AEM Singapore PTE.Ltd

52 Serangoon North Ave 4

Singapore 555853

T : +65 6483 1811

F : +65 6483 1822