



中汽中心 | 检测认证

中汽研汽车检验中心(天津)有限公司

车联网法规现状分析与测评方法介绍

中汽中心 检测认证事业部

试验所 智能网联部

吴飞燕 2020.10.16

目录

Contents

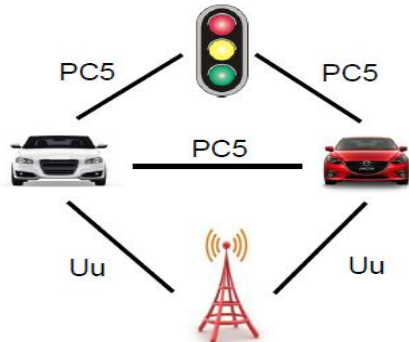
- 01 车联网基本概念
- 02 车联网行业现状
- 03 车联网标准现状
- 04 车联网测试方法

一、车联网基本概念

技术本质：对外界发出/收取电磁波信号，交换行驶信息。



PC5：V2V/V2I/V2P直连通信接口
短距离（位置、速度、轨迹等信息）



Uu：eNB与UE之间通信接口
长距离（交通、天气、事故等信息）

- 汽车网联化的核心内涵是通过现代信息通信与网络技术，实现人-车-路-云之间的互联，能够实时在线信息交互、信息融合与协同感知，是增强自动驾驶车辆安全性，促进交通优化，改善驾驶体验的纽带和桥梁。
- 网联功能与应用技术是指车辆利用**通信技术**实现与外界（车、基础设施、行人、网络等）之间进行信息交互，该功能不局限于车辆自身范畴，还涉及交叉口通行支持、违规警告、事故救援等功能和服务，也包括车载通信装置、通信协议及对应的界面接口，**包括但不限于V2X技术**。
- V2X技术是指车载单元与其他设备通讯，包括但不限于车载单元之间的通讯（V2V），车载单元与路侧单元通讯（V2I），车载单元与行人设备通讯（V2P），车载单元与网络之间**通讯**（V2N）。
- 信息交互是指具备网联功能的车辆可在车辆自身传感器探测的基础上，通过车载通信装置与外部节点进行**信息交换**，为车辆提供更加全面的环境信息，可视作一种特殊的环境感知传感器；未来能够在信息交互的基础上进行网联化协同决策与控制，实现车辆安全、有序、高效、节能运行。

目录

Contents

- 01 车联网基本概念
- 02 车联网行业现状
- 03 车联网标准现状
- 04 车联网测试方法

□ 国家政策持续推动V2X产业发展

我国政府高度重视车联网产业发展，提出了建设“制造强国、网络强国、**交通强国**”的战略发展目标。

《车联网（智能网联汽车）直连通信使用5905-5925MHz频段的频率管理规定》。

工业和信息化部

2018年11月

《车联网（智能网联汽车）产业发展行动计划》

推动车联网测试验证，构建智能网联汽车测试评价体系，全面提升测试验证能力。

鼓励物流园、港口、铁路和机场货运站**广泛应用物联网、自动驾驶**等技术。

《数字交通发展规划纲要》

2019年7月

《智能汽车创新发展战略》

研发**虚拟仿真、软硬件结合仿真、实车道路测试**等技术和验证工具，以及多层级的测试评价系统。

宽带网络和5G领域建设工程应**重点建设车联网验证及应用工程**。

国家发改委、工信部2020新基建

2020年2月

2020年3月

2020年4月

《国家车联网产业标准体系建设指南（车辆智能管理）》

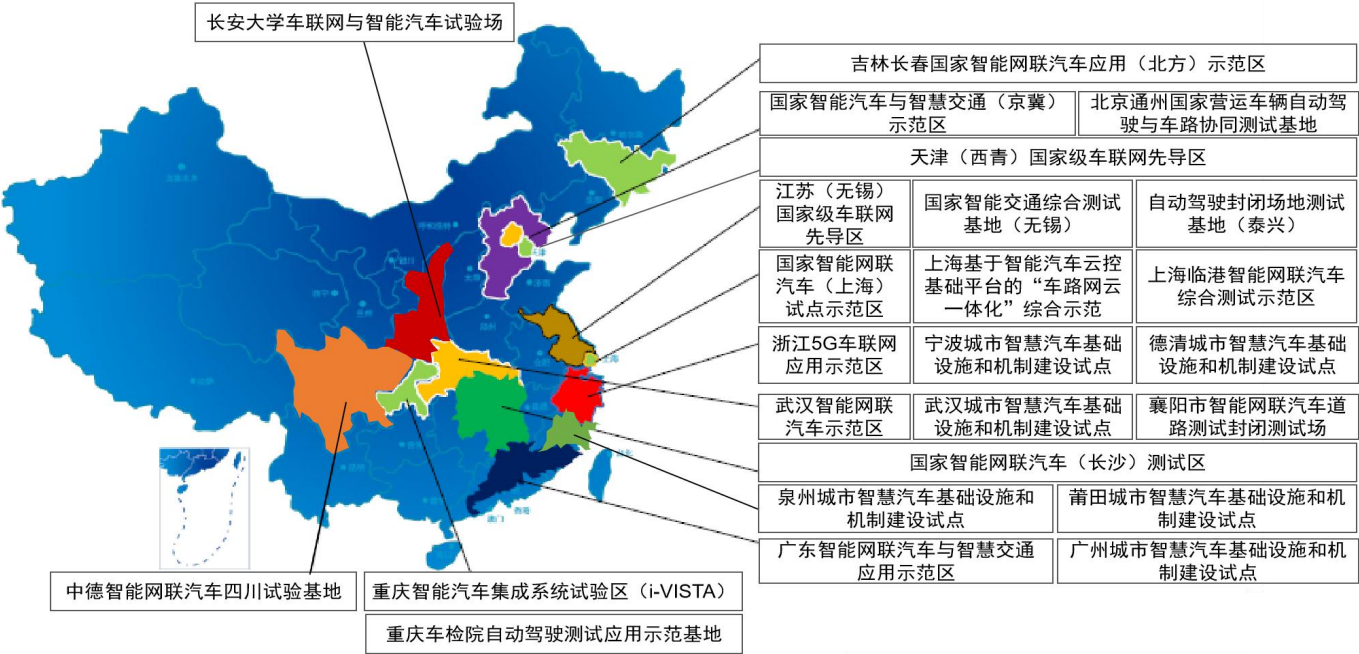
为车联网环境下的**道路测试、城市级验证示范**做支撑。

二、车联网行业现状

□ 各地政府都在依托自身优势，积极发力推动智能网联产业发展

据不完全统计，目前全国由部委推进的国家级智能网联测试示范区已经有**25个**。

截止2020年10月，工信部支持建设**3个**国家级车联网先导区。



- 2019年5月13日**江苏无锡国家级车联网先导区**：**规模部署**C-V2X网络、路侧单元，装配一定规模的车载终端，完成重点区域交通设施车联网功能改造和核心系统能力提升，丰富车联网应用场景。
- 2019年12月20日**天津西青国家级车联网先导区**：发挥在标准机构、测试环境等方面的优势，积极探索跨行业标准化工作新模式，加快行业关键急需**标准制定和验证**，加强测试评价体系建设，促进行业管理制度和规范的完善。
- 2020年10月13日**湖南（长沙）国家级车联网先导区**：在重点高速公路、城市道路规模部署蜂窝车联网C-V2X网络，结合**5G**和智慧城市建设，完成**重点区域交通设施**车联网功能改造和核心系统能力提升，带动全路网规模部署。

已有高速公路规划建设车联网路侧设置

齐鲁交通建设国内首个智能网联高速公路测试基地

“该项目是在滨莱高速公路改扩建项目原址保留路段进行建设，**全线共计26公里**。根据改扩建项目进度，新路计划于2019年9月全线通车，届时，原址高速公路将作为封闭测试场地独立运营。测试路段含青石关隧道等三处隧道，樵岭前1号大桥一处，苗山收费站等三处收费站，路段纵坡较多，场景真实，具备作为智能网联高速公路测试基地的多项天然优势。”齐鲁交通发展集团党委副书记、总经理相立昌说。

近两年车企逐步量产



2020-09-01 12:39 星期二

【独家电报|均胜电子子公司获蔚来6.6亿5G-V2X项目定点】

财联社9月1日讯，财联社记者独家获悉，均胜电子子公司均胜智行日前获得蔚来汽车5G-V2X平台项目定点，项目金额约6.6亿元，产品包含V2X的5G-TBOX和5G-VBOX。上述产品将于2021年12月开始供货，率先部署在蔚来EE7上，同时也将涉及ES6、ES8、EC6等车型。（记者 罗伟辰）

车类型	车企	现状	目标
乘用车	福特	预研阶段 & 测试研究	计划2021年量产
	通用		计划2020年量产
	一汽（红旗）		
	长城		量产储备
	广汽		
	上汽		
	北汽		
吉利	计划2021年量产		
商用车	北汽福田	预研阶段&车辆编队行驶	量产储备
	陕汽	预研阶段 & 测试研究	计划2021年量产
	宇通		
	一汽解放	预研阶段&车辆编队行驶	量产储备
	重汽		
	东风商用车		

2020

2021

2022

2023

2024

2025

车辆搭载率逐步提升

国务院关于深化北京市新一轮服务业扩大开放综合试点建设国家服务业扩大开放综合示范区工作方案的批复

国函〔2020〕123号

北京市人民政府、商务部：

你们关于深化北京市新一轮服务业扩大开放综合试点、建设国家服务业扩大开放综合示范区的请示收悉。现批复如下：

4. 推动互联网信息服务领域扩大开放。向外资开放国内互联网虚拟专用网业务（外资股比不超过50%），吸引海外电信运营商通过设立合资公司，为在京外商投资企业提供国内互联网虚拟专用网业务。支持开展车联网（智能网联汽车）和自动驾驶地图应用，**建设京沪车联网公路**。探索建立适应海外客户需求的网站备案制度。

□ 行业共性问题：V2X功能和性能测试缺失

标准体系欠缺

- 国标、团标的编写工作尚未聚焦车联网全方位性能、功能测试，缺乏系统的标准支撑

技术参差不齐

- 现有车联网车企多为OBU后装，技术门槛低，导致技术水平参差不齐

车企“通信”偏科

- 主机厂对车联网“通信”性能了解不深，忽略性能/功能测试，导致上路问题频发

聚焦功能演示

- 各地兴起的车路协同示范区、测试区，仅是聚焦功能演示，不具备技术能力担负专业测试的职责

系统测试缺失

- 作为传统汽车新方向，智能网联汽车发展迅速，但是配套的测试技术和方案明显滞后

目录

Contents

- 01 车联网基本概念
- 02 车联网行业现状
- 03 车联网标准现状
- 04 车联网测试方法

三、车联网标准现状

车联网现有标准体系

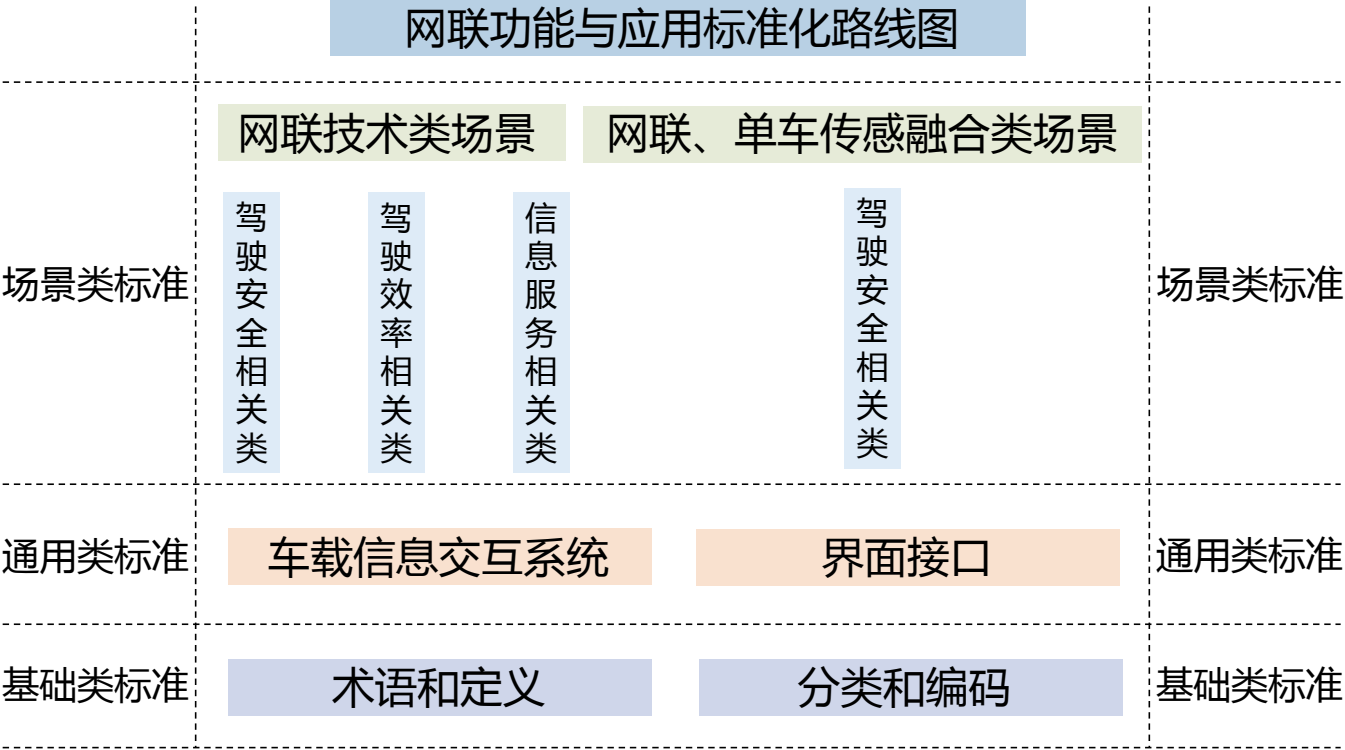
分类		标准名称	标准等级	标委会
技术规范	总体	基于LTE的车联网无线通信技术 总体技术要求	行标	CCSA/C-ITS
		道路车辆 网联车辆方法论	国标	汽标委
	应用层	基于LTE的车联网无线通信技术 消息层技术要求	行标	CCSA/CSAE/C-ITS
		合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准	团标	CSAE/C-ITS
		合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准 第二阶段	团标	CSAE
	网络层	基于LTE的车联网无线通信技术 网络层技术要求	行标	交标委
	应用层及网络层	合作式智能运输系统 专用短程通信 第3部分 网络层及应用层规范	国标	ITS标委会
	接入层	基于LTE的车联网无线通信技术 空中接口技术要求	行标	CCSA/C-ITS
设备规范	安全	基于LTE的车联网通信安全技术要求	行标	CCSA
	OBU	基于LTE的车联网无线通信技术 支持直连通信的终端设备技术要求	行标	CCSA
	RSU	基于LTE的车联网无线通信技术 支持直连通信的路侧设备技术要求	行标	CCSA
测试规范	基站	基于LTE的车联网无线通信技术 基站设备技术要求	行标	CCSA
	OBU	基于LTE的车联网无线通信技术 终端设备测试方法	行标	CCSA
		基于LTE的车联网无线通信技术 支持LTE-V2X PC5直连通信的车载终端设备测试方法	行标	CCSA
	RSU	基于LTE的车联网无线通信技术 支持直连通信的路侧设备测试方法	行标	CCSA
	基站	基于LTE的车联网无线通信技术 基站设备测试方法	行标	CCSA
	RSU	车路协同系统路侧终端功能要求、性能指标及测试方法	国标	ITS标委会
配置文档	System Profile	基于LTE-V2X直连通信的车载信息交互系统技术要求	国标	汽标委/CAICV/CAICT
		基于LTE的车联网无线通信技术 直接通信系统技术要求	团标	CSAE

已发布标准

三、车联网标准现状

汽标委车联网标准体系

整体架构



注：以《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）》等文件为指导。

基础类标准

- 术语与定义
智能网联汽车术语与定义、道路车辆——网联车辆（ExVe）方法论等
- 分类和编码
汽车网联化信息分类与代码、汽车网联化数据结构及传输格式、汽车网联化等级划分、汽车网联化功能及性能评价通用规范、汽车网联化应用工况等

通用类标准

- 车载信息交互系统
GB/T《基于LTE-V2X直连通信的车载信息交互系统技术要求》
- 界面接口
智能网联汽车用通信接口、智能网联汽车用屋里接口、智能网联汽车用软件接口

场景类标准

- 驾驶安全相关类
- 驾驶效率相关类
- 信息服务相关类

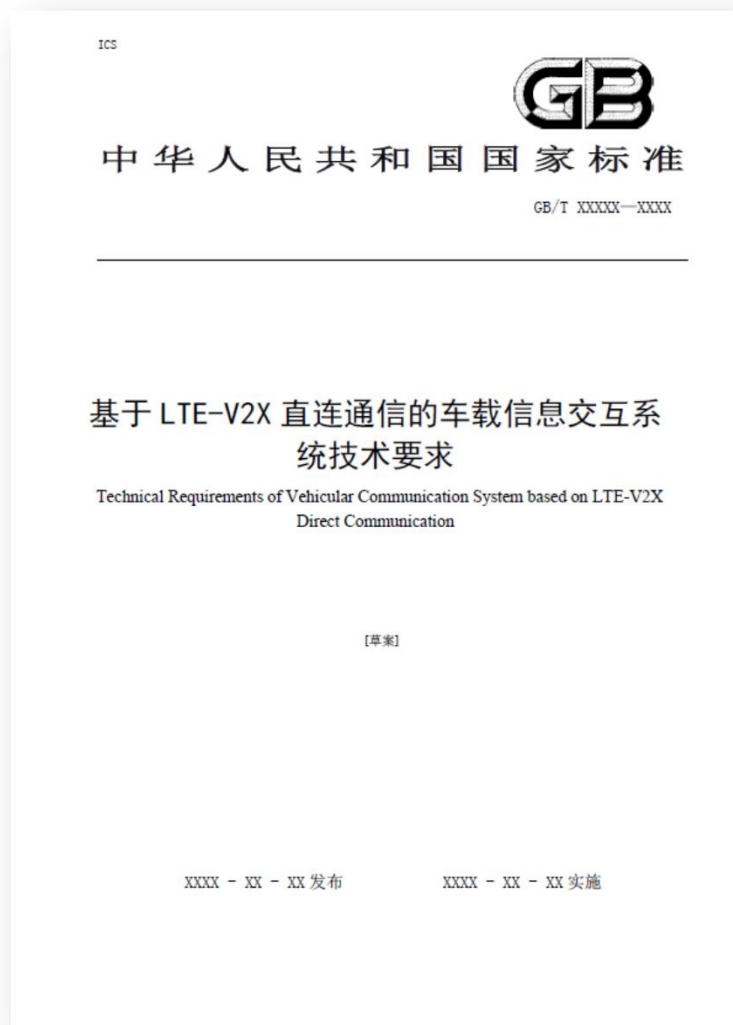
三、车联网标准现状

□ 汽标委车联网标准体系 —— 现有标准及项目

项目性质	标准类型	标准名称	标准内容	备注
标准项目	基础类	道路车辆 网联车辆方法论 第1部分：通用信息	定义网联车辆，明确网联车辆的系统组成，网联车辆的应用范畴，网联车辆基本要求等	ISO 20077转化
		道路车辆 网联车辆方法论 第2部分：设计导则		
		智能网联汽车 数据通用要求 第1部分：分类及代码	对智能网联汽车所有数据进行分类和分配代码，形成消息集字典	
		智能网联汽车 数据通用要求 第2部分：数据结构	对智能网联汽车所有数据定义数据结构	
	通用规范类	基于LTE-V2X直连通信的车载信息交互系统技术要求	实现V2X直连通信的发射关键技术，接入层、网络层、应用层技术要求及测试方法等内容，试用范围为乘用车和商用车，测试对象为系统及整车	
		车载专用无线短距传输系统技术要求和试验方法	对于车载设备的短距空口传输的性能和协议层进行定义，以及车载环境的评价	
		车载无线通信终端	车载无线通信终端的通用技术规范，作为将来强标测试标准的基础标准	
研究项目	通用规范类	智能网联汽车与移动终端信息交互功能	研究各类智能网联汽车与移动终端信息交互应用的标准化需求。	已结项
	场景类	基于网联技术的汽车安全预警类应用场景标准化需求研究	研究车联网安全预警标准化思路，梳理出标准规划	

三、车联网标准现状

□ 车联网国家标准 —— GB/T 《基于LTE-V2X直连通信的车载信息交互系统技术要求》

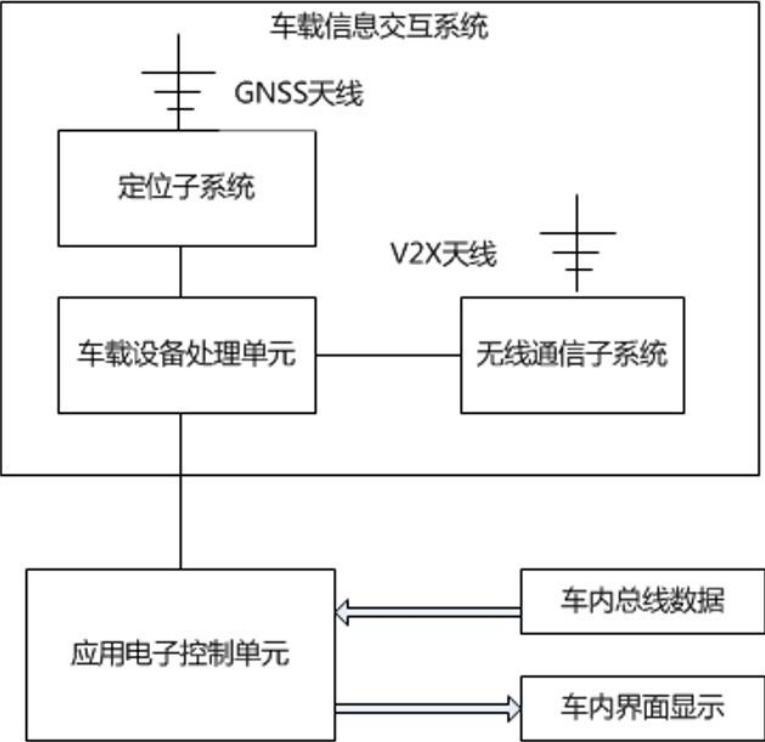


1. 标准名称——基于LTE-V2X直连通信的车载信息交互系统技术要求
2. 标准状态——工信部答辩（体系编号305-3）
3. 标准性质——推荐性国家标准（GB/T）
4. 适用范围——本标准适用于商用车、乘用车
5. 起草单位——中国汽车技术研究中心有限公司，中国信息通信研究院，国汽（北京）智能网联研究院有限公司等30家单位。
6. 编制阶段——**立项** **起草** 征求意见 审查 报批
7. 标准对象——通过PC5接口直连通信的车载信息交互系统
8. 标准特点——只涉及BSM消息发送要求，测试部分包括系统级（零部件级）测试和整车级测试。

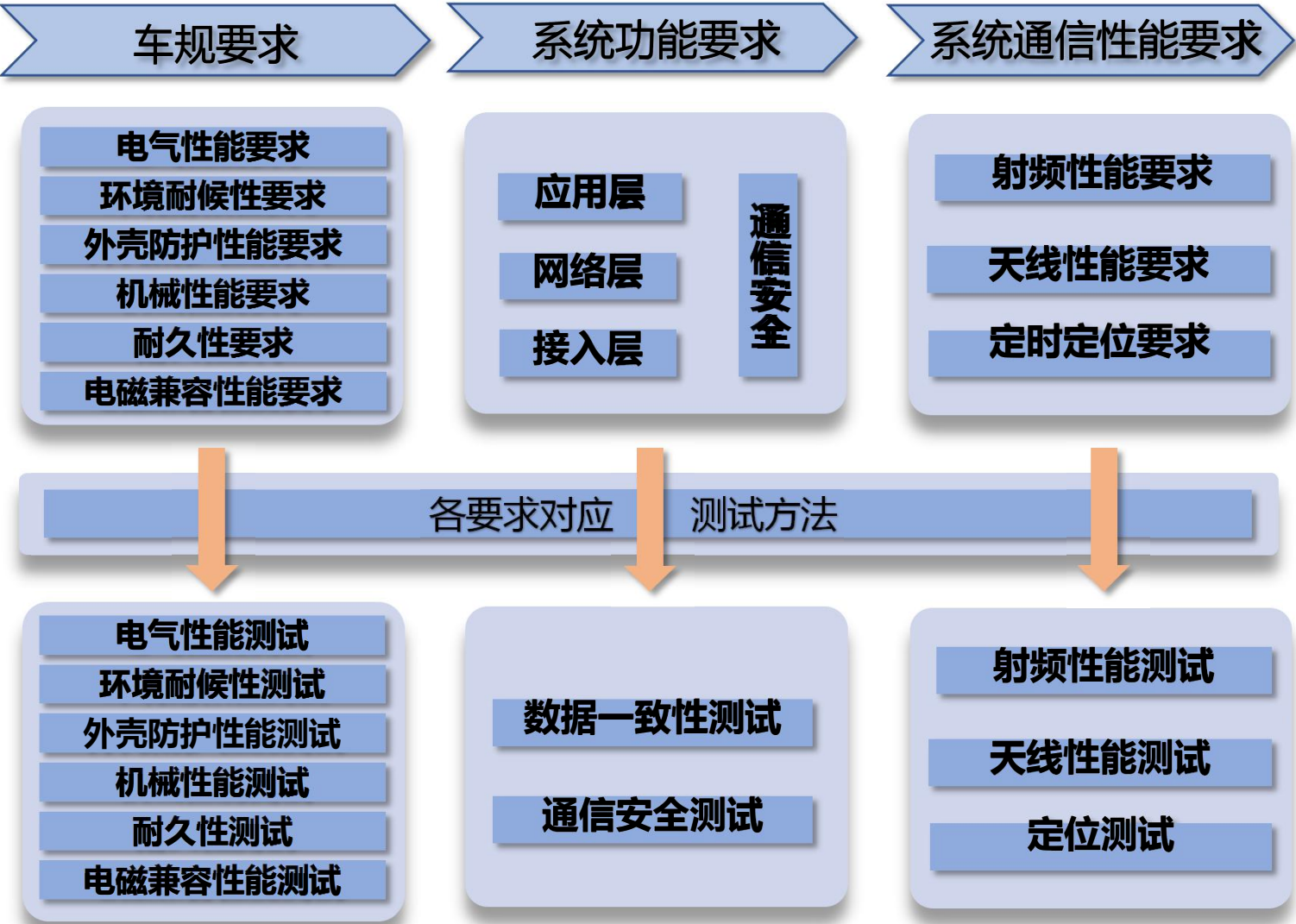
三、车联网标准现状

车联网国家标准 —— GB/T 《基于LTE-V2X直连通信的车载信息交互系统技术要求》

核心内容概述



车载信息交互系统组成示意图



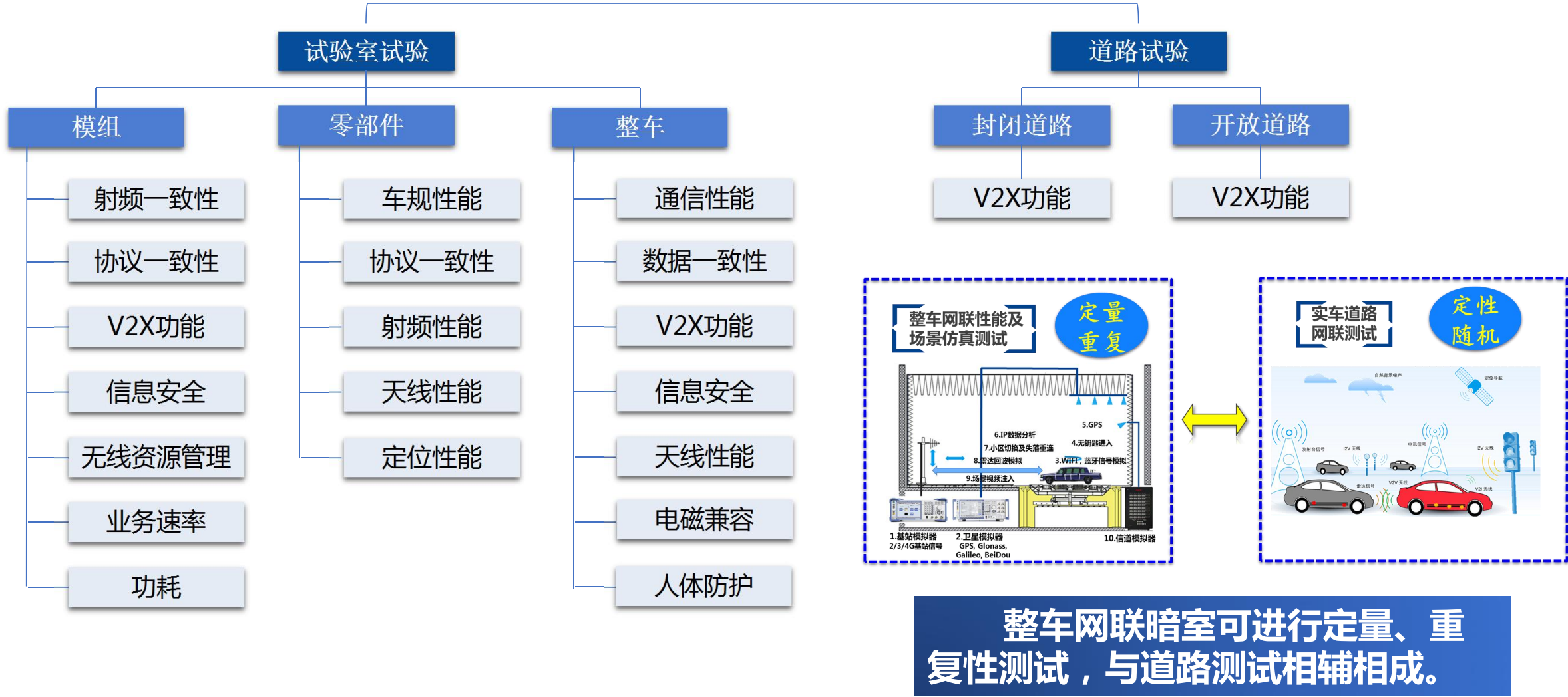
目录

Contents

- 01 车联网基本概念
- 02 车联网行业现状
- 03 车联网标准现状
- 04 车联网测试方法

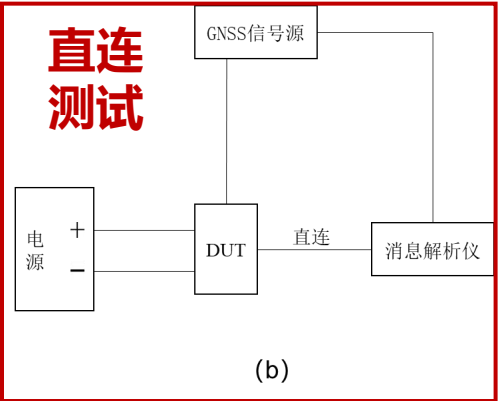
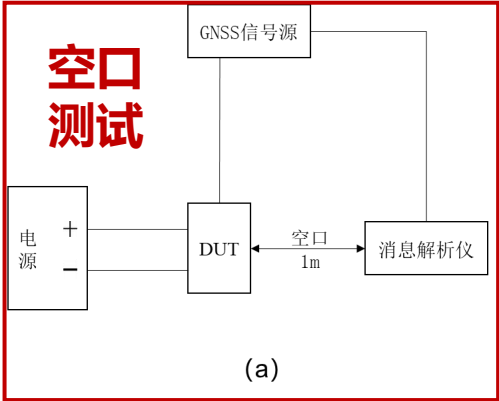
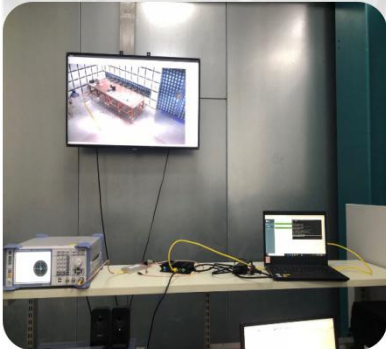
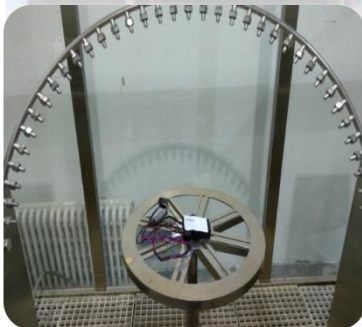
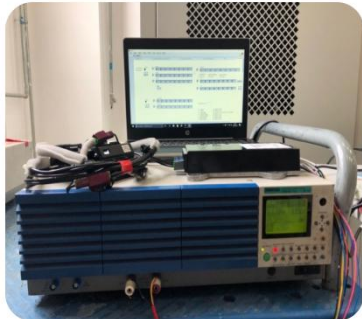
四、车联网测试方法

车联网测试内容



四、车联网测试方法

□ 车规性能测试



- ✓ 分体式：空口或直连
- ✓ 一体式：空口
- ✓ 测试正确发送消息功能
- ✓ 送样单位需自带数据模拟生成装置

车载终端试验能力

功能测试

电气性能测试

机械性能测试

环境耐候性能测试

化学负荷测试

外壳防护性能测试

耐久性测试

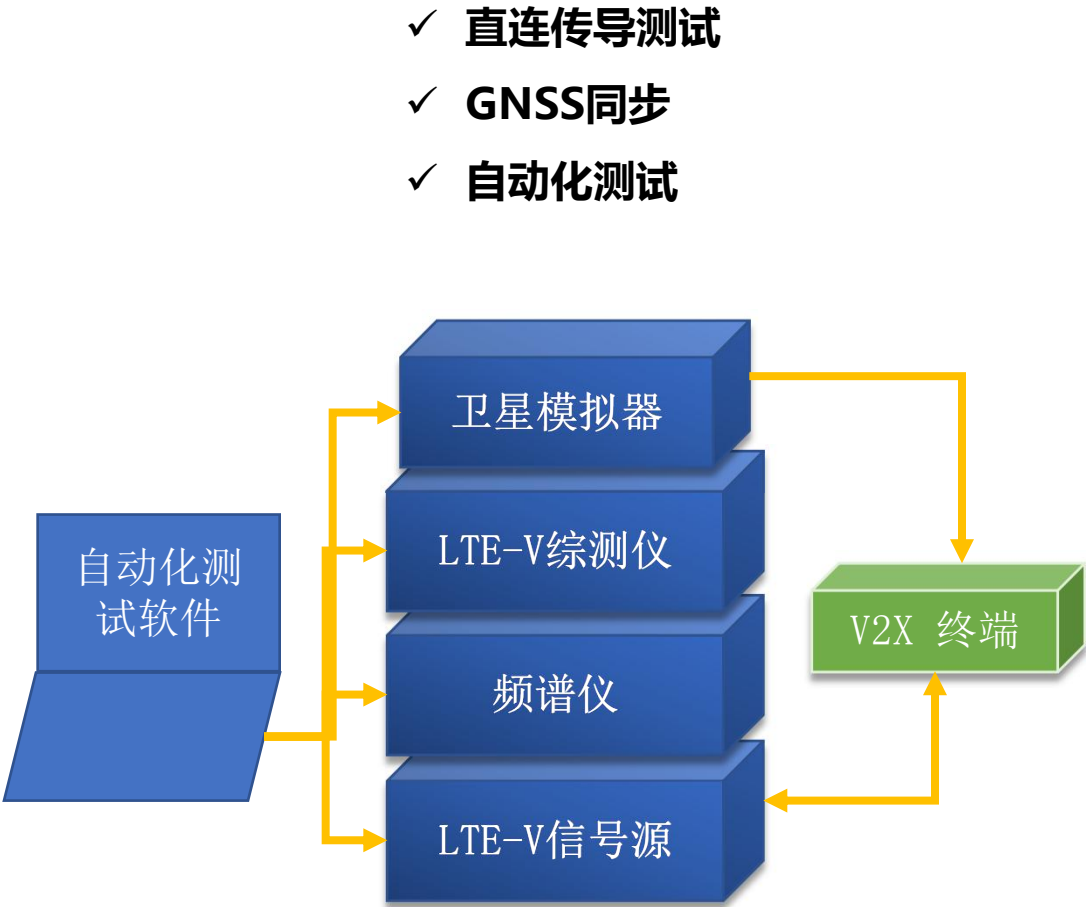
电磁兼容测试

目前涉及的标准：
GB/T 32960.2-2016
GB 17691-2018
GB/T 38444-2019

□ 零部件射频性能

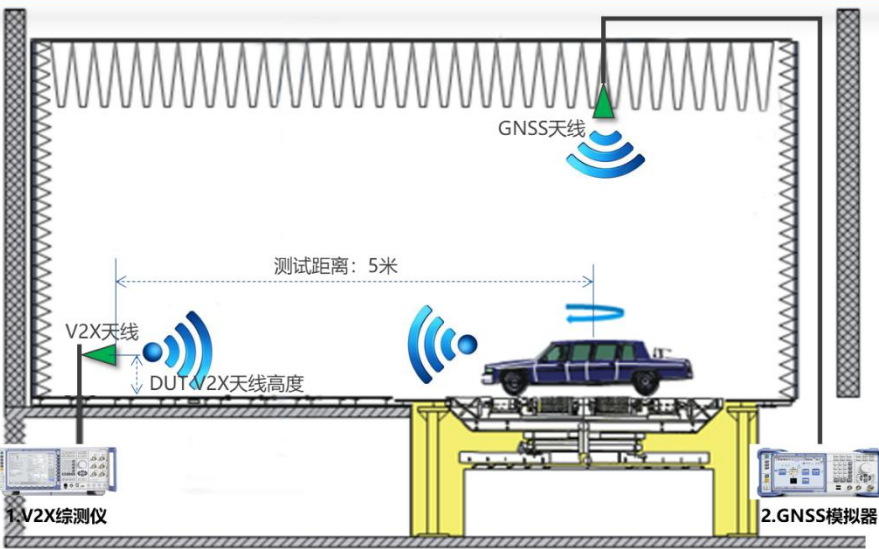
测试指标

序号	测试内容	
1	发射机性能	UE最大输出功率
2		最大功率衰减
3		附加最大功率衰减
4		UE传输输出功率
5		最小输出功率
6		发射机关断功率
7		发射开/关时间模板
8		功率控制
9		频率误差
10		占用带宽
11		杂散辐射
12		发射互调
13	接收机性能	参考灵敏度电平
14		最大输电平
15		邻道选择性（ACS）
16		带内阻塞
17		带外阻塞
18		杂散响应
19		互调特性
20		杂散辐射
21	解调性能测试	PSSCH解调性能
22		PSCCH解调性能
23		两路功率不平衡性能
24		PSBCH解调性能
25		基于eNB同步源的PSSCH解调
26		缓存测试
27		PSCCH/PSSCH译码能力测试



四、车联网测试方法

□ 整车射频



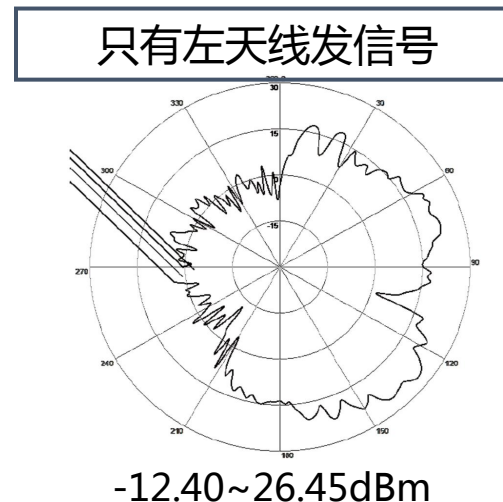
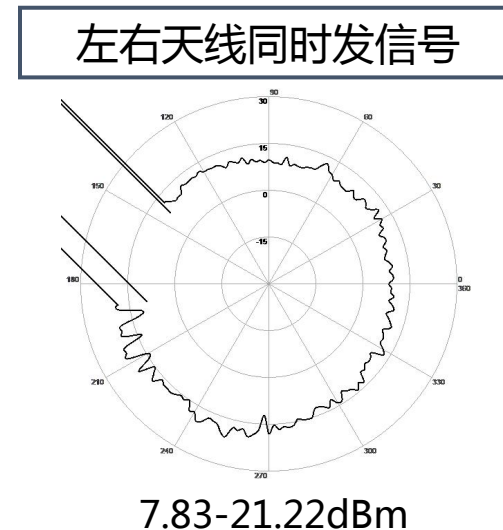
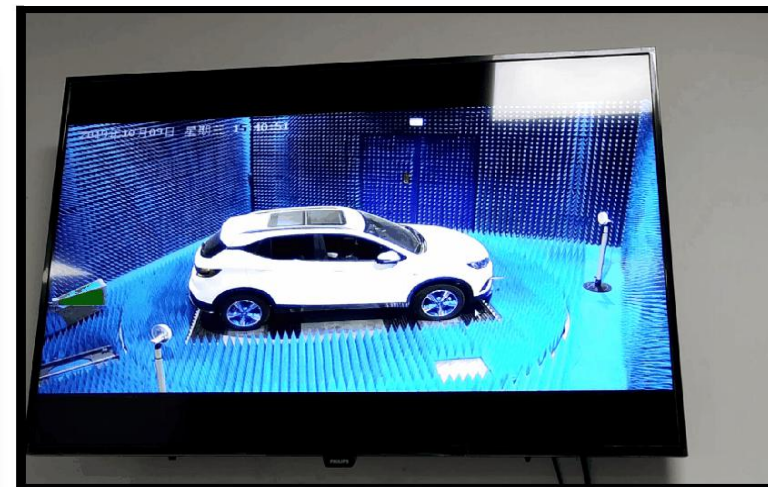
The diagram illustrates a vehicle V2X testing setup. A vehicle (DUT) is positioned on a test platform. A V2X antenna is located at a distance of 5 meters from the vehicle. The antenna height is labeled as 'DUT V2X 天线高度'. A GNSS antenna is also shown. The setup includes a V2X综测仪 (V2X Comprehensive Test Instrument) and a GNSS模拟器 (GNSS Simulator).

1、整车等效发射功率测试

- 整车物理中心为测量中心，近场测试，没有近远场转换及紧缩场设置，以 2° 为步进进行自动化测试。

3、整车接收灵敏度测试

- V2X综测仪发送1000个V2X数据包给DUT，逐渐降低V2X综测仪发射功率，通过读取DUT接收的数据包，推算其接收灵敏度（要求丢包率 $<5\%$ ）。



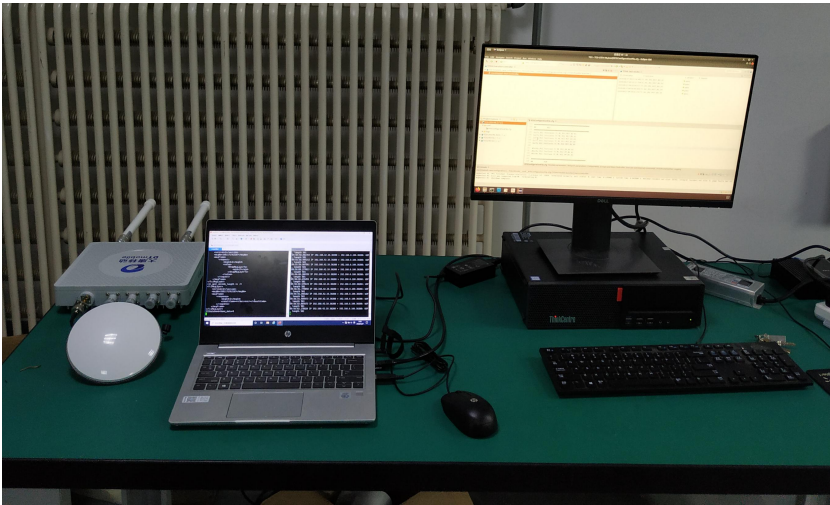
四、车联网测试方法

□ 协议一致性测试

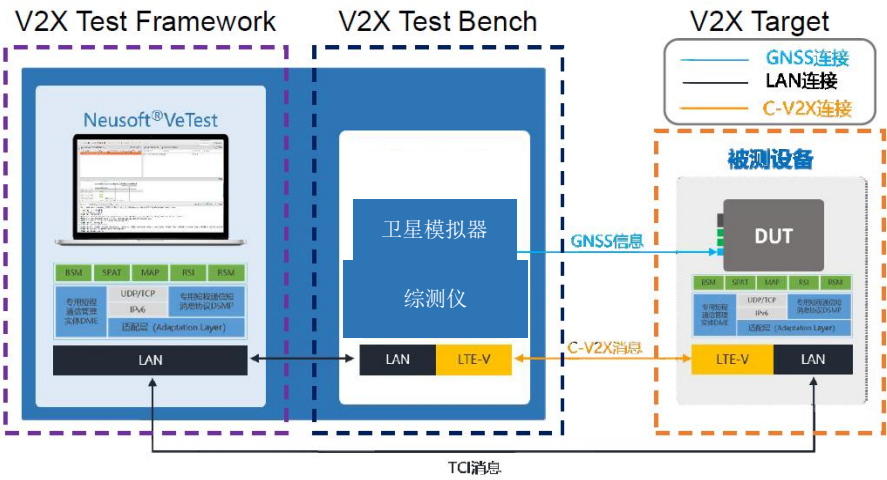


依据标准

- 《基于LTE的车联网无线通信技术 安全认证测试方法》
- 《基于LTE的车联网无线通信技术 网络层测试方法》
- 《基于LTE的车联网无线通信技术 消息层测试方法》
-



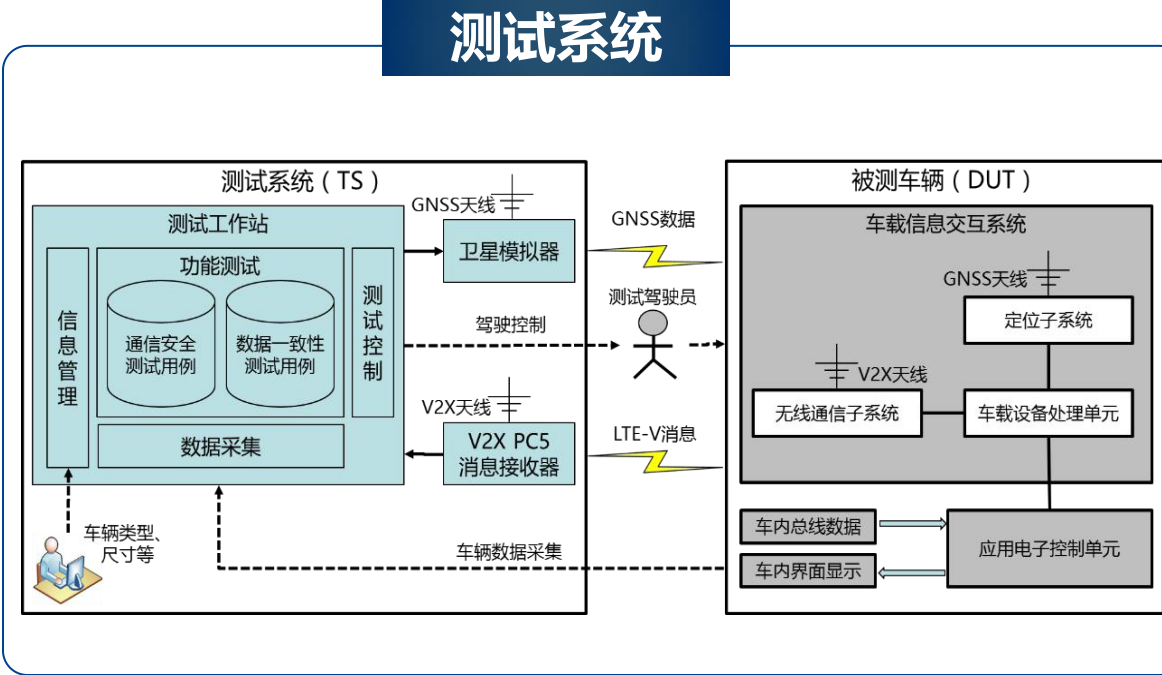
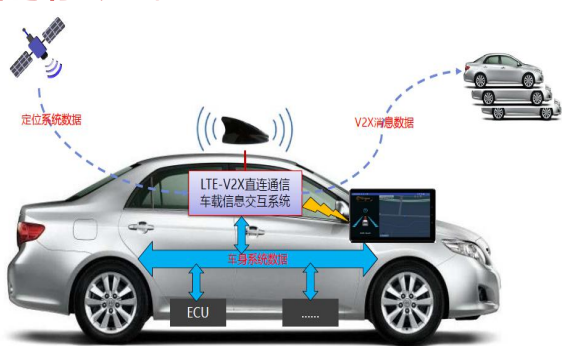
- 基于实验室环境中验证
 - 面向中国标准的C-V2X网络层应用层
 - 协议一致性测试方案
 - 系统架构符合ITU-T及标准化组织对协议一致性测试要求
 - 测试组件均基于准化测试语言TTCN-3实现
 - 支持完整的C-V2X协议栈各层协议一致性测试
 - 测试流程自动化
 - 详尽的测试分析报告



□ 数据一致性测试

- 验证网联整车正常发送BSM消息且数据精度满足标准要求的能力。
- 验证指标为消息层必选元素和网络层字段内容。

测试项	测试用例名
数据一致性测试	接入层数据一致性测试
	网络层数据一致性测试
	应用层数据一致性测试
	网络层DSM数据一致性测试
	网络层功能一致性测试
	BSM消息发送最小准则测试
	车辆属性信息数据一致性测试
	BSM标识信息数据一致性测试
	位置信息数据一致性测试
	车辆档位信息数据一致性测试
	车辆车速信息数据一致性测试
	车辆航向角信息数据一致性测试
	车辆四轴加速度信息数据一致性测试
	车辆刹车系统状态信息数据一致性测试
	车身周围的车灯状态信息数据一致性测试
	关键事件信息数据一致性测试
	车辆历史轨迹数据一致性测试
	消息生成周期数据一致性测试

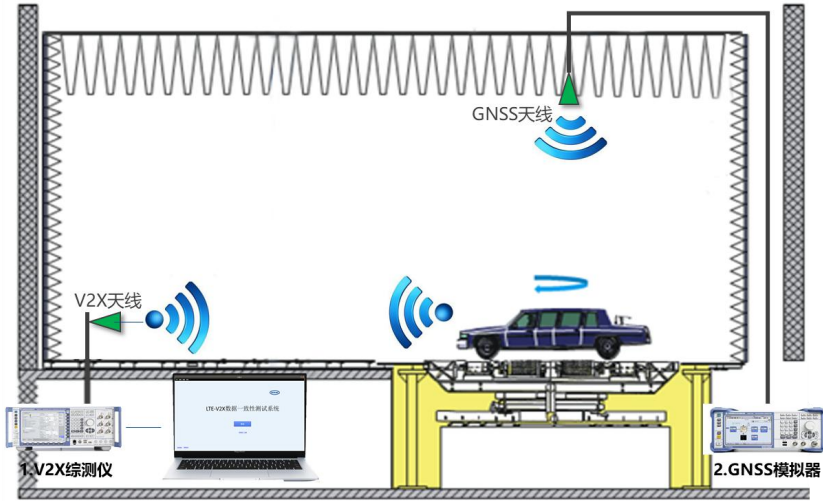


四、车联网测试方法

□ 通信安全测试

序号	内容	技术要求
1	标识随机化	上电初始化MAC
2		证书变化随机化MAC
3		证书变化随机化DE_MsgCount, id
4	消息发送安全要求	算法 SM2 SM3
5		每条消息附加证书或摘要
6		摘要算法SM3
7		长短切换原则
8		关键事件置位附加消息证书
9		无效证书，不发消息
10		过期证书，不发消息
11		启动后第一条附加证书
12		证书改变后第一条消息附加证书
13		不附加时间、生成地信息
14		不加密
15	消息证书改变	300s切换证书
16		2km不换证书
17		关键事件标志置位
18	证书失效	失效不允许发送消息

➤ 测试方法——自带安全证书



四、车联网测试方法

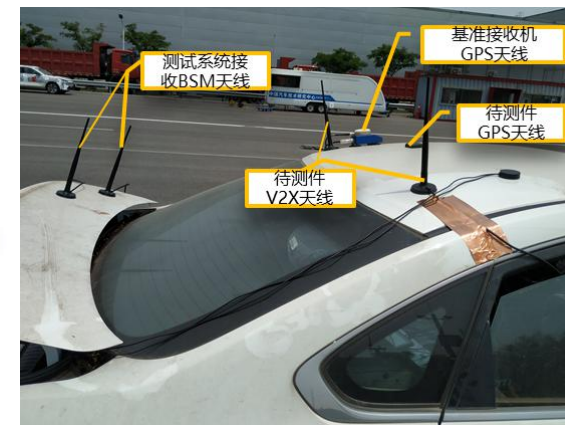
□ 定位测试

➤ 测试内容：

- 水平定位精度

➤ 测试要求：

- 在不加GCJ-02偏转坐标系的情况下测试；
- 外场跑车测试，期间包括加速、减速、转弯、掉头等操作，最高车速不超过80km/h；
- DUT至少能收到4颗定位卫星，且在 $HDOP \leq 1.5$ 或 $VDOP \leq 3$ 的情况下对DUT进行测试；
- 高精度RTK差分定位接收机作为基准；
- RTK差分定位接收机天线与待测件定位天线中心相距不超过0.2m；



四、车联网测试方法

□ 整车电磁兼容

复杂电磁环境

电磁干扰环境



短波天线 高压电网

通信共存环境



相同通信 不同通信

复杂通信环境

道路通信环境



高速行驶 山区隧道

自然气候环境



暴雪天气 雾霾天气





整车测试平台



车辆状态监控平台

通信模拟



卫星导航



蜂窝移动通信

功能模拟



V2V预警



限速预警

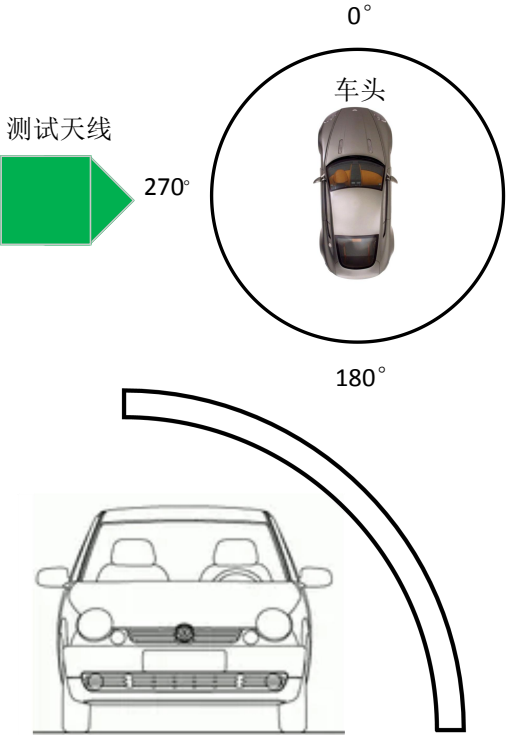
四、车联网测试方法

□ 整车天线

测试项目

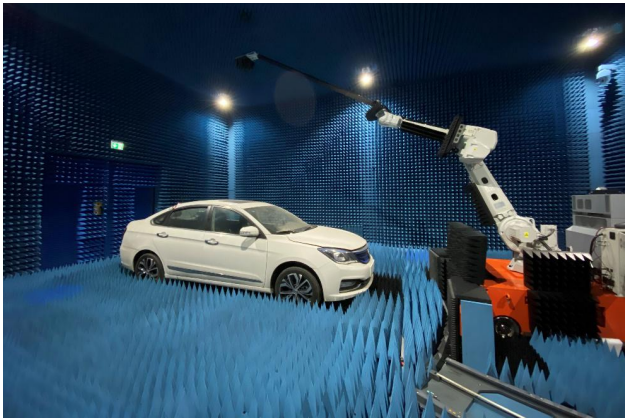
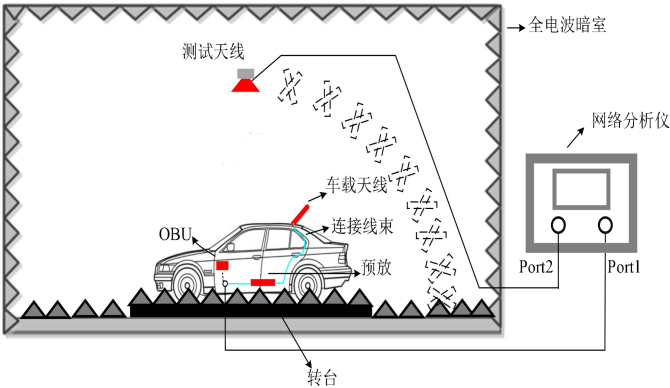
最大增益	近场方向图
线性平均增益	增益平坦度

测试方案

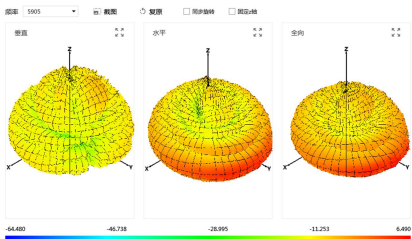


- 车辆中心位于转台中心
- 增益测试频点：5905MHz , 5915MHz , 5925MHz。
- 测试俯仰角：0°-90°
- 测试水平角度：0°-360°
- 测试步进：1°
- 近场扫描，进行近远场转换

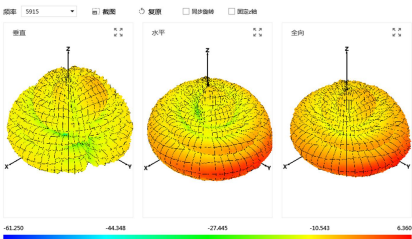
测试情况



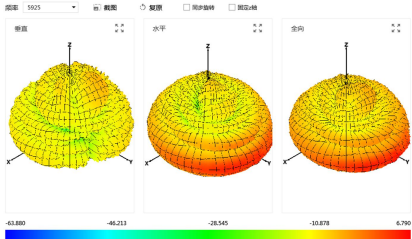
近场3D方向图



5905MHz



5915MHz

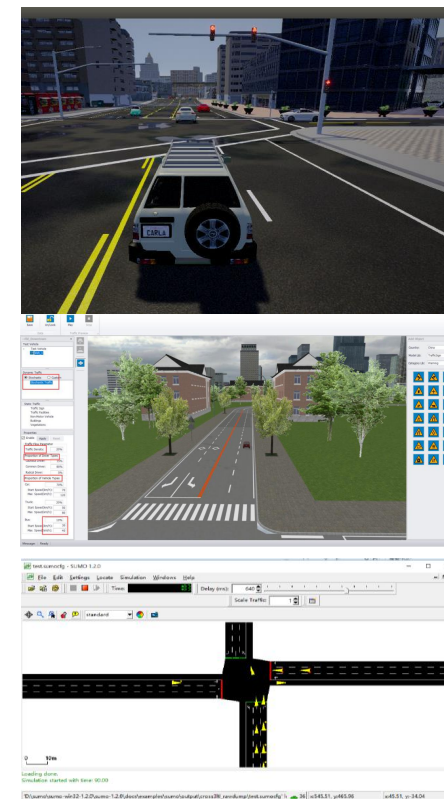
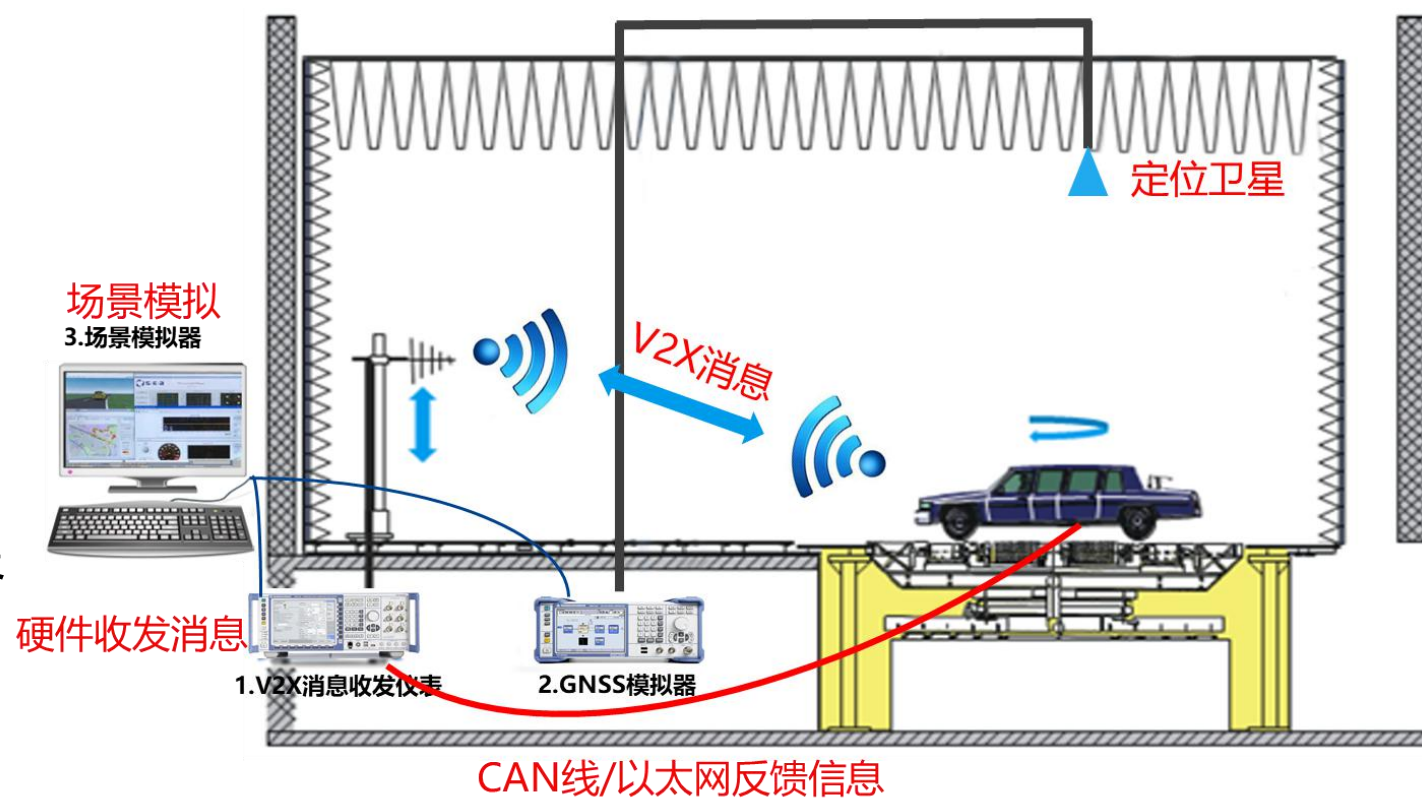


5925MHz

四、车联网测试方法

□ 场景功能仿真测试

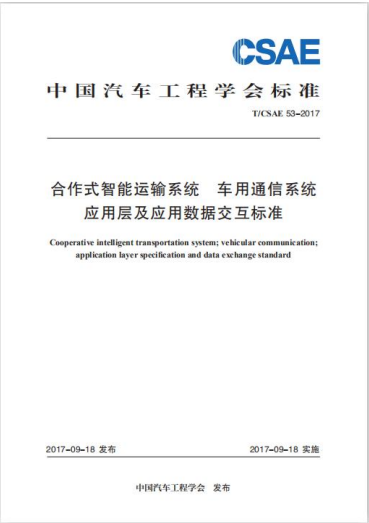
- 整车场景仿真
- 收发消息仪表
- 卫星模拟仪表
- 场景搭建软件
- CAN线/以太网回路
- 合理的评价方法



在全电波暗室内，建立V2X场景仿真测试系统，进行网联车辆在典型场景和极限场景下的安全预警功能测试评价。

四、车联网测试方法

□ 场景功能道路测试



- ✓ 《合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准》测试项目
- ✓ 企标V2X测试项目

序号	试验类别	测试内容
1	性能试验	通信距离
2	功能试验	前向碰撞预警
3		盲区预警
4		逆向超车预警
5		紧急制动预警
6		异常车辆提醒
7		车辆失控预警
8		道路危险状况提示
9		限速预警
10		交叉路口碰撞预警
11		左转辅助
12		闯红灯预警
...		

前向碰撞预警



交叉路口碰撞预警





中汽中心 | 检测认证

中汽研汽车检验中心(天津)有限公司



022-84379666-6396



wufeiyan@catarc.ac.cn

北京瑞驰四方汽车技术有限责任公司