

T/ITS

中国智能交通产业联盟标准

T/ITS 0057—2016

车辆安全通信系统 设备性能测试规程

Vehicle Communication System for Safety Applications -

Performance Test Procedures

2016-11-23 发布

2017 - 01-01 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

前言II

引言 III

车辆安全通信系统 设备性能测试标准 1

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测试对象和测试目标 3

5 测试总体要求 3

6 测试结果评估 8

7 理想环境下的基本性能测试 8

8 典型场景下的基本性能测试 14

附 录 A 19

附 录 B 20

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国智能交通产业联盟提出并归口。

本标准于2016年10月首次发布，本次为首次发布。

本标准起草单位：重庆长安汽车股份有限公司、罗德与施瓦茨（中国）科技有限公司、大唐无线移动通信创新中心（电信科学技术研究院）。

本标准主要起草人：李增文、牛雷、霍文雄、万玮、房家奕、万亭宇。

引 言

为使车辆安全通信系统设备性能指标及其测试方法能够按统一的标准进行说明和描述,特制定本标准。

为了保持标准的适用性与可操作性,各使用者在采标过程中,及时将对本标准规范的意见及建议函告重庆长安汽车股份有限公司,以便修订时研用。

地址:重庆市江北区建新东路 260 号,邮编:400023,邮箱:
lizw@changan.com.cn niulei@changan.com.cn。

车辆安全通信系统 设备性能测试标准

1 范围

本标准规定了基于专用短程通信的车辆安全通信系统的术语和定义，设备性能指标及其测试方法。

本标准适用于基于专用短程通信的车辆安全通信系统，是对车辆安全通信系统中设备的定位精度和通信性能进行测试的依据。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T32014 合作式智能运输系统 专用短程通信 第4部分：设备应用规范

GB/T 12548-1990 汽车速度表, 里程表检验校正方法

GB/T8170-2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 6113.104-2008 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范

JT/T 445-2008 汽车底盘测功机

SJ/T 11420-2010 GPS导航型接收设备通用规范

BD 420005—2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）导航单元性能要求及测试方法

NHTSA-2014-0020-0022 基于V2V的车辆安全系统研究报告（性能测试）（V2V Safety System and Vehicle Build for Safety Pilot(V2V-SP) Final Report Vol2 (PerformanceTesting)), 2014-4-10

3GPP TR 22.885 v14.0.0 支持V2X服务的LTE技术研究(Study on LTE support for Vehicle to Everything (V2X) services)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

专用短程通信 Dedicated Short Range Communication, DSRC

专门用于道路环境的车辆与车辆、车辆与基础设施、基础设施与基础设施间，通信距离有限的无线通信方式，是车联网系统中的基础通信方式之一。

3.2

车载单元 On Board Unit, OBU

安装在车辆上的具备信息采集、处理、存储、输入和输出接口，具有专用短程通信模块的功能实体。

3.3

路侧单元 Road Side Unit, RSU

安装在道路两侧或门架上，通过专用短程通信接收来自 OBU 的信息和向 OBU 发送信息的功能实体。

3.4

车辆安全通信系统 vehicle safety communication systems

基于专用短程通信技术，为车辆提供安全、高效、节能等应用功能的驾驶辅助系统，包括本标准所定义的车载单元和路侧单元。

3.5

车载测试设备 Vehicle Test Device

用于与车载单元或路侧单元的车载专用短程通信设备连接，负责记录车辆的行驶位置和速度，产生业务源数据包，并进行数据包接收情况的记录。

3.6

自车 Subject Vehicle, SV

配有本标准所定义的车载单元的主车。

3.7

目标车 Objective Vehicle, OV

配有本标准所定义的车载单元的与主车进行交互的对象车。

3.8

全球导航卫星系统 Global Navigation Satellite System, GNSS

泛指所有的卫星导航系统，包括全球的、区域的和增强的，如美国的GPS、俄罗斯的Glonass、欧洲的Galileo、中国的北斗卫星导航系统，以及相关的增强系统。

3.9

通信时延 Delay

从发送方应用层递交数据包到接收方应用层接收到数据包的时间。

3.10

丢包率 Packet Error Rate, PER

接收丢失的数据包和发送数据包总数之比。

3.11

位置精度因子 Positioning Dilution Of Precision, PDOP

包括经度、纬度和高程等因子，称为三维（空间）位置精度因子，由于观测成果的好坏与被测量的人造卫星和接收仪间的几何形状有关且影响，计算上述所引起的误差量称为精度的强弱度，即位置精度因子。

3.12

水平精度因子 Horizontal Dilution Of Precision, HDOP

包括经度和纬度等因子，称为水平（平面）位置精度因子

3.13

垂直分量精度因子 vertical dilution of precision, VDOP

仅包括高程因子，称为高程精度因子

4 测试对象和测试目标**4.1 测试对象**

本标准测试对象符合 GB/T32014 合作式智能运输系统 专用短程通信 第4部分：设备应用规范的相关规定，具体测试对象包括 OBU-RSU，OBU-OBU。

4.2 测试目标

本标准测试目标是车辆安全通信系统的设备级性能。

5 测试总体要求

本部分给出车辆安全通信系统设备测试的总体要求，描述了在装备相应测试设备的任意车辆上或路侧设备上进行车辆安全通信系统设备测试时必须满足的一般性要求。

测试条件与环境必须满足可量化、可重复、可比较、可溯源的要求，以满足对车辆安全通信系统设备的性能与功能实现可靠评估。

5.1 测试方法要求

根据测试项目，测试方法可分为两类：

- 1. 定位精度测试：采用仿真测试法或道路试验法；
- 2. 通信性能测试：采用仿真测试法。

5.1.1 仿真测试法

仿真测试法指，将被测专用短程通信车载单元系统，或被测专用短程通信路侧单元系统，置于符合标准要求的测试场地（开阔场或暗室）内。由测试人员控制测试设备，通过可移动的辐射天线产生仿真测试所需的环境条件及特定应用场景条件。测试时由一名驾驶员操作车辆，按照测试规程在测试轮毂上进行驾驶操作，完成测试过程。

仿真测试示意图，见图 1。

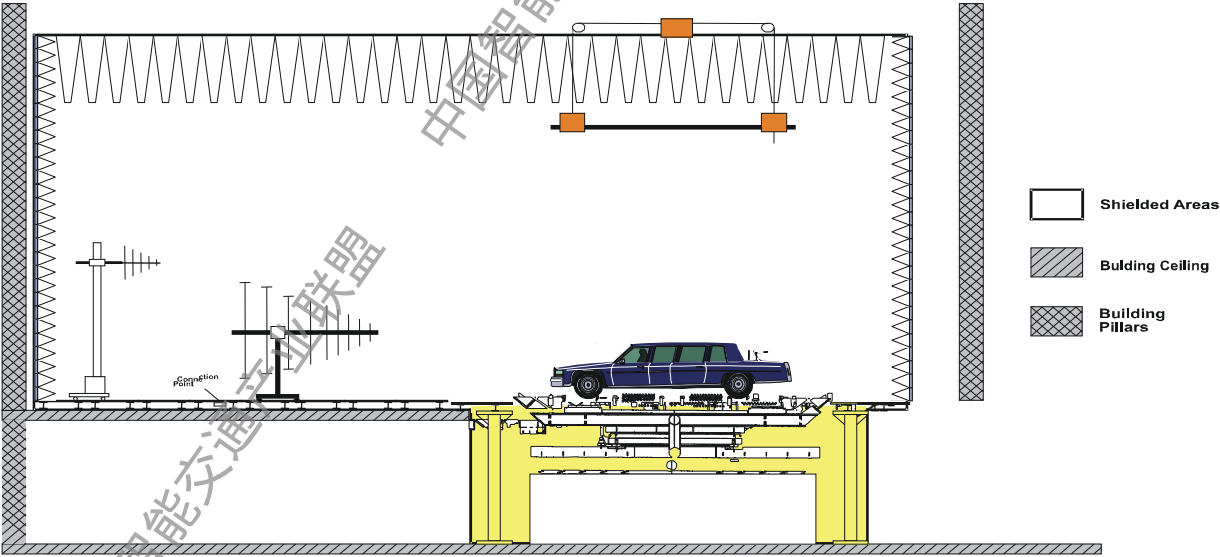


图 1 仿真测试示意图

仿真测试流程图，见图 2。

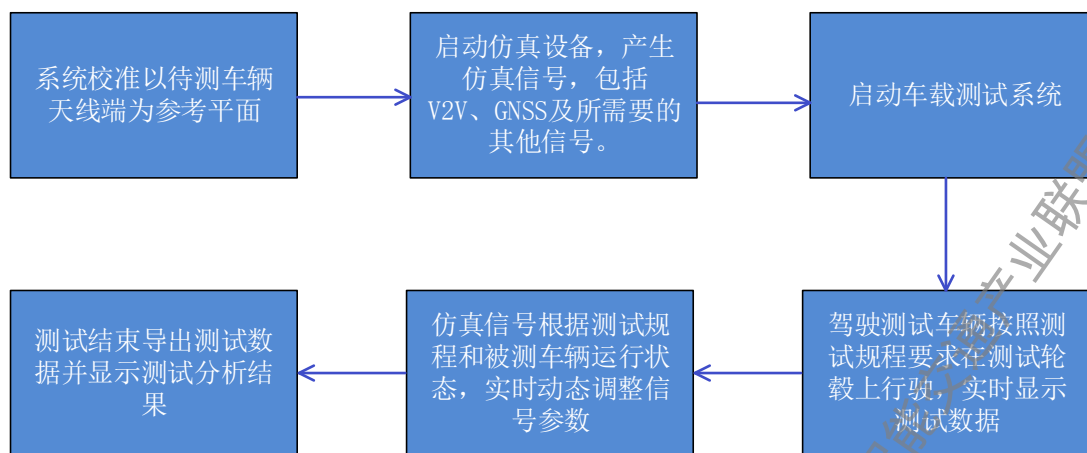


图 2 仿真测试法流程图

5.1.2 道路测试法

道路测试法指，将被测专用短程通信车载单元系统，或被测专用短程通信路侧单元系统，置于实际道路实验区域内，由测试人员计量区域并管理路线与测试操作规程，一名（或多名）驾驶员按照规定的时间和路线行驶，完成测试。

道路测试法流程图，见图 3。

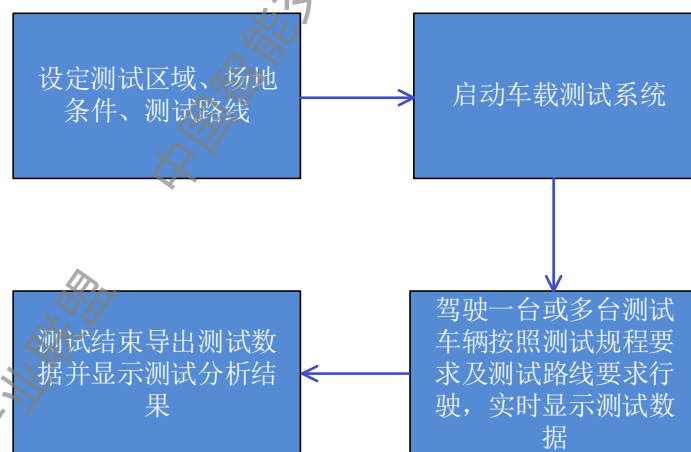


图 3 道路测试法流程图

5.2 测试系统要求

试验仪器、设备须经计量检定，在有效期内使用，并在使用前进行调整，确保功能正常，符合精度要求。

当使用汽车上安装的速度表、里程表测定车速和里程时，试验前必须按 GB12548 进行误差校正。

安装在测试车辆上的车载测试设备应固定牢靠，试验过程中不得晃动和颠离。

5.2.1 测试设备要求

- 1) 车载测试设备：用于与车辆单元或路侧单元的车载专用短程通信设备连接，负责记录车辆的行驶位置和速度，产生业务源数据包，并进行数据包接收情况的记录。
- 2) 车载测试设备可以记录通信过程的中频信号数据（如频率、频带、信号强度）的数据信息。（道路试验法）
- 3) 差分GPS系统车载移动端：与差分GPS系统共同使用以获得米级（十万分之一经纬度）位置信息，用于与被测GNSS设备进行比对。（道路试验法）
- 4) 差分GPS系统基准站：与车载移动端GPS共同使用以获得米级（十万分之一经纬度）位置信息，用于与被测GNSS设备进行比对。（道路试验法）
- 5) GNSS卫星分布仿真源：产生静态/动态GNSS卫星仿真信号，并可产生测试场景要求的动态路径场景仿真信号。（仿真测试法）

5.2.2 测试数据要求

测试场景数据主要通过 GNSS、摄像头、车载短程通信专用测试设备等进行测量（道路试验法）或由仿真系统提供（仿真测试法），具体包括：

- 1) GNSS的可见卫星的数目和每个卫星记录的ID；
- 2) 每个OV相关的数据：车辆的ID、范围、速度、方位角、相对于SV的位置、距离、横向位移和相对速度；
- 3) 车辆的经度和纬度；
- 4) 无线环境数据，包括测试过程中所使用的频率、频带、信号强度、以及相邻信道的数据信息。

测试系统相关的其它数据主要包括：

- 1) 实车测试过程中，定义的其它附加数据；
- 2) 系统的配置参数。

5.2.3 数据处理

有效数字是在测试中所能得到的有实际意义的数字。在记录测试数据时，应根据所用设备的精密度和《数值修约规则与极限数值的表示和判定》（GB/T8170-2008）及其他规定正确记录。

定位精度的有效数字为小数点后 2 位（单位：米）；

通信性能测试中，位置的有效数字为小数点后 0 位（单位：米）

通信性能测试中，移动速度的有效数字为小数点后 0 位（单位：公里/小时）；

通信性能测试中，发送时刻/接收时刻的有效数字为小数点后 0 位（单位：毫秒）；

每项测试指标必须至少进行 10 次，10 次测试得到的数据进行算数平均作为本项测试的最终结果。

统计数据需至少 1000 个有效数据值。

5.3 测试环境和道路条件

测试环境需满足以下要求：

- 1) 静态测试：车辆在静止状态下，对周围环境的反应，包括被动反应和主动反应。
- 2) 动态测试：包括慢速行驶、中速行驶和高速行驶条件下的对周边环境的反应。
- 3) 其他测试场景要求的测试条件。

5.3.1 仿真测试法测试条件

- 1) 测试场地需满足GB/T 6113.104-2008所规定的开阔场或暗室等所需整车测试场地射频要求。
- 2) 测试场地需配置测功机以仿真车辆行驶的不同速度、状态，并记录行车状态。测功机应满足JT/T 445-2008所规定的技术要求。

5.3.2 道路试验法测试条件

5.3.2.1 环境条件

所有测试应在以下环境条件下进行

- 1) 测试应在干燥、平坦的沥青路面或者水泥混凝土路面上进行；
- 2) 水平能见度应大于1km；
- 3) 试验时应是无雨无雾天气；风速不大于3m / s；温度应为-20 ° C ~ +40 ° C；相对湿度小于95%；

5.3.2.2 道路条件

所有的测试应在封闭道路（没有公共通道和开放路段）进行，为支持实车测试，必须至少满足以下要求：

- 1) 一条长度不小于2000米，且至少三车道以上（包括三车道）的直路；

- 2) 一个两条直路相交的交叉口，两条直路均为双向四车道；
- 3) 一条内部曲率满足测试要求的至少两车道以上（包括两车道）的弯道，该弯道应能代表高速公路上常见的弯道。推荐内部曲率半径大于250米的弯道。
- 4) 满足测试场景所规定的其他特定需要。

5.3.2.3 射频条件

测试场地射频条件包括：

- 1) 卫星分布要求：测试时间内，除特殊测试场景需要外，所使用的卫星制式在测试场地至少可以收到4颗星以上；
- 2) 根据测试需要，满足不同射频工况，包括空旷乡村环境、典型城市环境，拥堵城市环境下实际被测车辆对周边环境的反应。（环境指系统接收到的信号功率、质量、干扰情况）

6 测试结果评估

测试首先必须是有效的，对有效测试中得到的原始数据进行处理，根据处理后的数据对测试结果进行评估。

一个有效的测试必须满足以下条件：

- 1) 除非另作说明，测试过程中车辆的实际速度不超过规定速度的 $\pm 5\text{km/h}$ 。
- 2) GNSS 覆盖率需满足下列条件：

每辆车的可视卫星数不少于四颗；

自车（SV）和对象车（OV）的公共可视卫星数不少于四颗；

自车（SV）和对象车（OV）的 GNSS 接收器工作模式必须相同（例如，具有广域差分系统或没有广域差分系统）；

水平精度因子 $\text{HDOP} \leq 4$ ，位置精度因子 $\text{PDOP} \leq 6$ 。

- 3) 测试车辆应在车道中心线 1.5 米范围内行驶。

以上是所有测试需满足的共性条件，如有其它特殊条件需在具体测试过程中给出。

7 理想环境下的基本性能测试

基本性能包括定位性能、通信性能，本部分的测试均在理想环境下，其中定位测试是在仿真测试场

地中，车辆静止状态下对设备的基本定位性能进行测试；通信测试是在空旷场地，无干扰的理想直路上对设备基本通信性能进行测试。

7.1 定位测试

7.1.1 性能要求

定位性能测试项目主要包括车辆安全通信系统中 GNSS 设备的定位精度、首次定位时间、重新捕获时间、灵敏度四个指标，在几何位置良好（ $HDOP \leq 4$ 或 $PDOP \leq 6$ ）的卫星信号条件下，各指标应符合表 1 中的要求：

表 1 定位性能测试项目及性能指标

测试项目	
静态定位精度	优于 5m
首次定位时间	小于 60s
重新捕获时间	小于 5s
灵敏度	优于 -140dBm

在典型场景下的定位精度应满足附录 A 中的要求。

7.1.2 测试规程

7.1.2.1 仿真测试

将被测车辆置于仿真测试法测试场地内，通过 GNSS 仿真设备产生被测信号，通过天线向被测车辆辐射。

定位性能仿真测试示意图，见图 4。

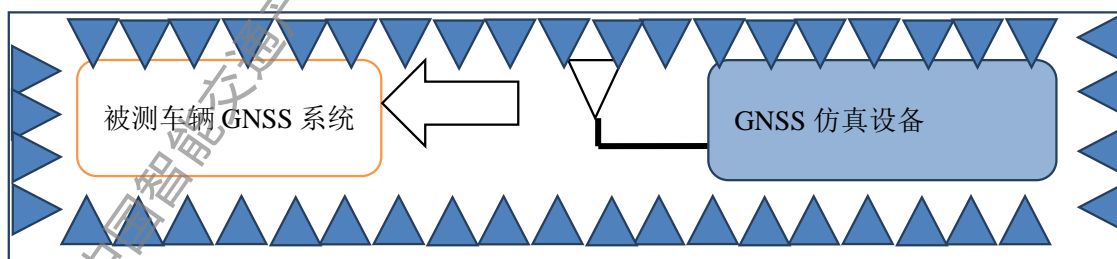


图 4 定位性能仿真测试示意图

1 静态定位精度

参考 SJ/T 11420-2010 中第 5.4.1.1 条规定进行

2 首次定位时间

1) 清除待测设备内暂存的短效星历与最后一次定位的经纬度确定 4 组卫星模拟器星历样本, 保证星历场景时间间隔超过 4 个小时;

2) 设置卫星模拟器按照重复次数依次载入星历样本, 并通过辐射天线产生。以被测车辆导航设备天线端作为参考平面, 辐射强度-130dBm;

3) 使导航设备冷启动, 开始计时, 记录从启动到首次能够在10s 连续输出三维定位误差小于100m 的定位数据, 所需时间应不超过60s;

4) 重复上述步骤 4 次, 取平均值。

3 重新捕获时间

1) 清除待测设备内暂存的短效星历与最后一次定位的经纬度;

2) 确定 5 组卫星模拟器星历样本, 保证星历场景时间间隔超过 2 个小时;

3) 设置卫星模拟器载入第一次星历样本, 并通过辐射天线产生。以被测车辆导航设备天线端作为参考平面, 辐射强度-130dBm;

4) 使导航设备启动, 开始计时, 直到系统正确定位;

5) 关闭导航系统;

6) 设置卫星模拟器依次载入后 4 组星历样本, 并通过辐射天线产生。以被测车辆导航设备天线端作为参考平面, 辐射强度-130dBm;

7) 使导航设备热启动, 开始计时, 记录从启动到正确定位时所花费的时间;

8) 重复 5) ~7) 步骤 4 次, 取平均值。

4 灵敏度

1) 设置卫星模拟器载入固定星历样本, 并通过辐射天线产生。以被测车辆导航设备天线端作为参考平面, 辐射强度-130dBm;

2) 定位成功后等待 60 秒;

3) 下调输出功率, 并在之后每间隔 20 秒再次下调, 直到失去定位信息;

4) 记录导航系统丢失定位时的模拟器输出电平值。

7.1.2.2 道路测试

由驾驶员驾驶被测车辆, 按照各个典型场景的要求行驶, 通过比对行驶过程中差分 GPS 系统记录

的经纬度与被测 GNSS 系统记录经纬度差值，经过算数平均得到测量值。

7.1.3 测试数据记录与分析

7.1.3.1 仿真测试数据记录与分析

定位性能仿真测试数据记录参见附表 B-1。

7.1.3.2 道路测试数据记录与分析

定位性能道路测试数据记录参见附表 B-2。

7.2 通信性能测试

进行通信性能测试前，需要对被测车载短程通信设备进行相应的配置：设置通信频道，设置发送功率等。

通信频道：在 5.875–5.925GHz 频段中选择 1 个宽度为 10MHz 的信道；

发送功率：23dBm。

测试车辆：两辆。

测试环境：在空旷的场地进行测试。

以下从车-车通信（车载单元之间通信）性能测试的角度进行描述，车-路通信（车载单元与-路侧单元通信）的性能测试，可以参照其中的单方行驶场景设置（路侧设备作为 A 车，处于静止状态）。

7.2.1 性能要求

丢包率的参考性能指标：两车各自以 140 公里/小时对向运动（相对车速为 280 公里/小时），距离 320 米处丢包率低于 20%。

7.2.2 测试规程

测试系统框架图见错误!未找到引用源。。

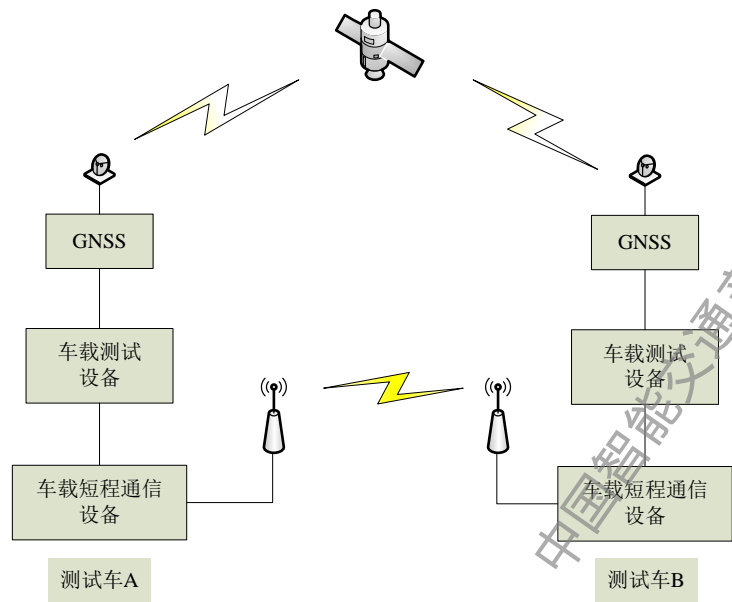


图 5 测试系统框架图

测试流程：

步骤一：车载短程通信设备连接车载测试设备，开机，设备间时钟校准，相互间同步精度不低于 1 微秒。

步骤二：车辆上路测试，期间设备进行收发，同时车载测试设备记录数据。具体如下：

1. 发包固定 10Hz（每秒 10 次，间隔 100 毫秒），功率固定、频道固定（频点、带宽）。数据包由车载测试设备产生并递交给车载短程通信设备，二者通过有线以太网口进行连接。
2. 发包内容规定：位置（精度不低于 1 米）、速度（精度不低于 ± 5 公里/小时）、发送时刻/发送时间戳（精度不低于 1 毫秒），填充比特，总共包大小为 300 字节。
3. 数据记录（由车载测试设备负责，不依赖于受测的车载短程通信设备）：
 - a) 每 100ms 获取车辆位置（精度不低于 1 米）、速度（精度不低于 ± 5 公里/小时），存储作为车辆运行轨迹。
 - b) 对每个成功接收的数据包，记录接收时刻（精度不低于 1 毫秒）、发送时间戳（包内容）、并进行存储。
4. 在测试场中，主要是分别测试车辆间不同相对速度时的性能。行驶过程中，注意将车辆间的各档相对速度和距离能够连续稳定保持较长的时间段，便于性能统计。

步骤三：对车载测试设备记录的数据进行统计分析，获得设备性能测试结果。具体方法见 7.2.3 节。

时延测试和丢包率测试可以尽量同时进行。

7.2.3 测试数据记录与分析

7.2.3.1 通信时延

测试通信时延时,由于超出 100 毫秒认为是无效数据(体现到丢包率指标中),因此仅统计时延 ≤ 100 毫秒的时延情况。

通过对比收发车辆运行轨迹,找出同时满足附表 B-4、B-5、B-6 中相对速度的一个或多个时间段,将时间段进行叠加,在该时间段内对时延进行统计。

计算的指标为:均值和方差

针对某个相对速度,假设总共有 M 个连续时间段能够同时满足该相对速度,其中第 m ($1 \leq m \leq M$) 个连续时间段长度为 t_m ,其中收到了 N_m 个满足收发时延小于等于 100 毫秒的数据包,各数据包的时延记为 d_n^m ($1 \leq n \leq N_m$),则

时延均值 \bar{d} 的计算公式为:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{N_m} d_n^m}{\sum_{m=1}^M N_m}$$

时延方差 σ_d^2 的计算公式为:

$$\sigma_d^2 = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{N_m} (d_n^m - \bar{d})^2}{\sum_{m=1}^M N_m}$$

7.2.3.2 丢包率

丢包率测试中,通过对比收发车辆运行轨迹,找出同时满足附表 B.8、B.9、B.10 中相对速度和距离的一个或多个时间段,将时间段进行叠加,在该时间段内对丢包率进行统计。

针对某个相对速度和距离区间,假设总共有 M 个连续时间段能够同时满足该相对速度和距离区间,

其中第 m ($1 \leq m \leq M$) 个连续时间段长度为 t_m ，其中收到了 N_m 个满足收发时延小于等于 100 毫秒的数据包，则

丢包率 PER 的计算公式为：

$$PER = \frac{\sum_{m=1}^M N_m}{10 * \sum_{m=1}^M t_m} \times 100\%$$

8 典型场景下的基本性能测试

本部分选取车路协同典型应用场景，对车辆安全通信系统在典型场景中的基本性能进行测试。测试场景的选取需遵循以下原则：

- 1、所选场景均为常见的典型交通场景，需涵盖车车通信场景和车路通信场景两种情况；
- 2、测试场景设置在封闭环境中，场景中的交通参与者是可控的。

8.1 交叉口测试场景

8.1.1 基于车车通信的交叉口测试场景

本测试场景为双向双车道十字交叉路口（原则上需针对四周无遮挡的交叉路口和四周有建筑物遮挡的交叉路口分别进行测试），本车（SV）和对象车（OV）交叉行驶，且 SV 由纵向车道下方驶向交叉路口，OV 自横向车道右侧驶向交叉路口。在 SV 行驶车道边沿距离路口停止线 300m 处放置路锥，在 OV 行驶车道边沿距离路口停止线 300m 处设置路锥。基于车车通信的交叉口测试场景见图 6。

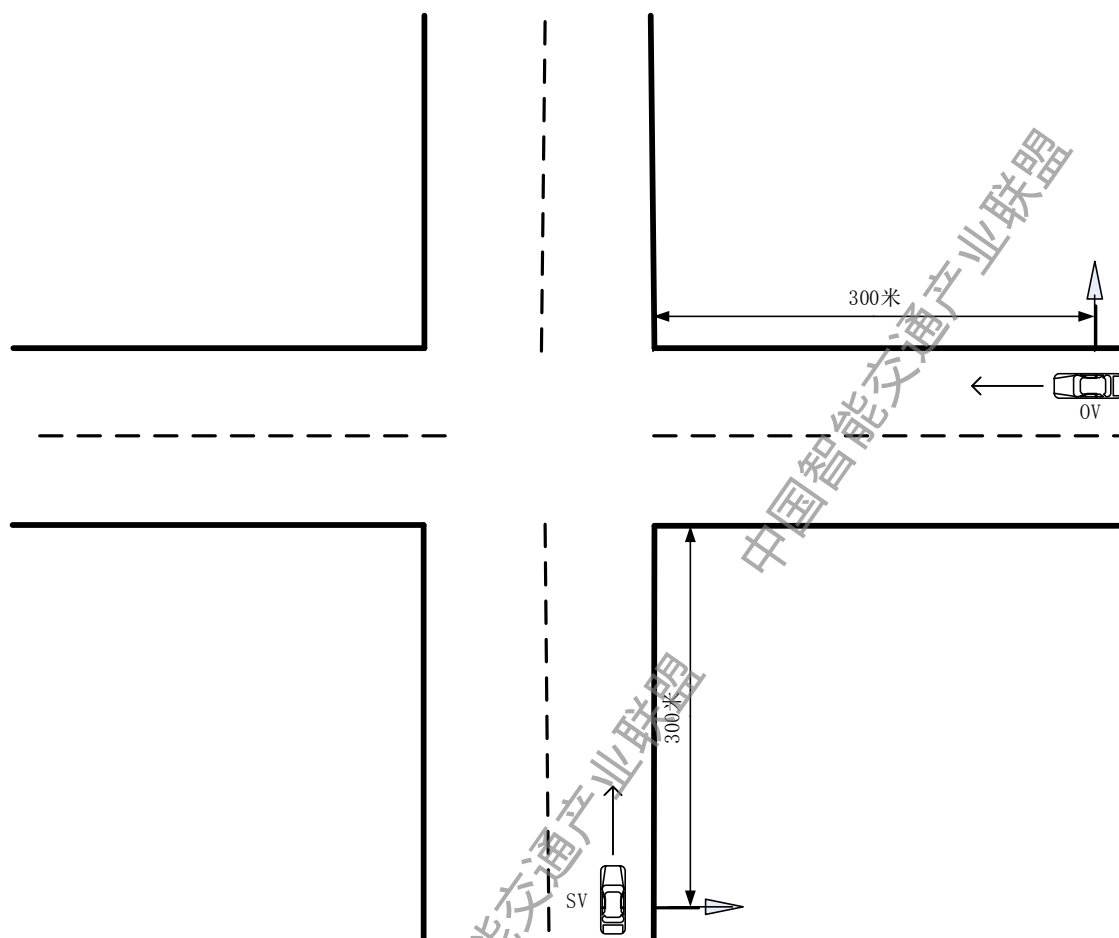


图 6 基于车车通信的交叉口测试场景示意图

本场景根据 SV 和 OV 的绝对速度和相对速度分为十组工况，如表 8.1 所示。每组工况测试开始时，SV 和 OV 均从距离路口 300m 处以设定的速度驶向路口，SV 和 OV 只要有一辆到达路口则本组测试结束，SV 和 OV 回到起点，进行下一组测试。测试数据记录和统计参见附录 B。

表 2 基于车车通信的交叉口测试场景分组

车速（公里/小时）	
OV	SV
0	30
0	60
0	90
30	30
30	60
30	90
60	30
60	90

表 3 基于车车通信的交叉口测试场景分组（续）

车速（公里/小时）	
OV	SV
90	30
90	60

8.1.2 基于车路通信的交叉口测试场景

本测试场景为双向双车道十字交叉路口（原则上需针对四周无遮挡的交叉路口和四周有建筑物遮挡的交叉路口分别进行测试），本车（SV）和对象车（OV）交叉行驶，且 SV 由纵向车道下方驶向交叉路口，OV 自横向车道右侧驶向交叉路口。在路口中心放置路侧设备，用于将 OV 车辆信息转发给 SV。在 SV 行驶车道边沿距离路口停止线 300m 处放置路锥，在 OV 行驶车道边沿距离路口 300m 处设置路锥。基于车路通信的交叉口测试场景见图 7。

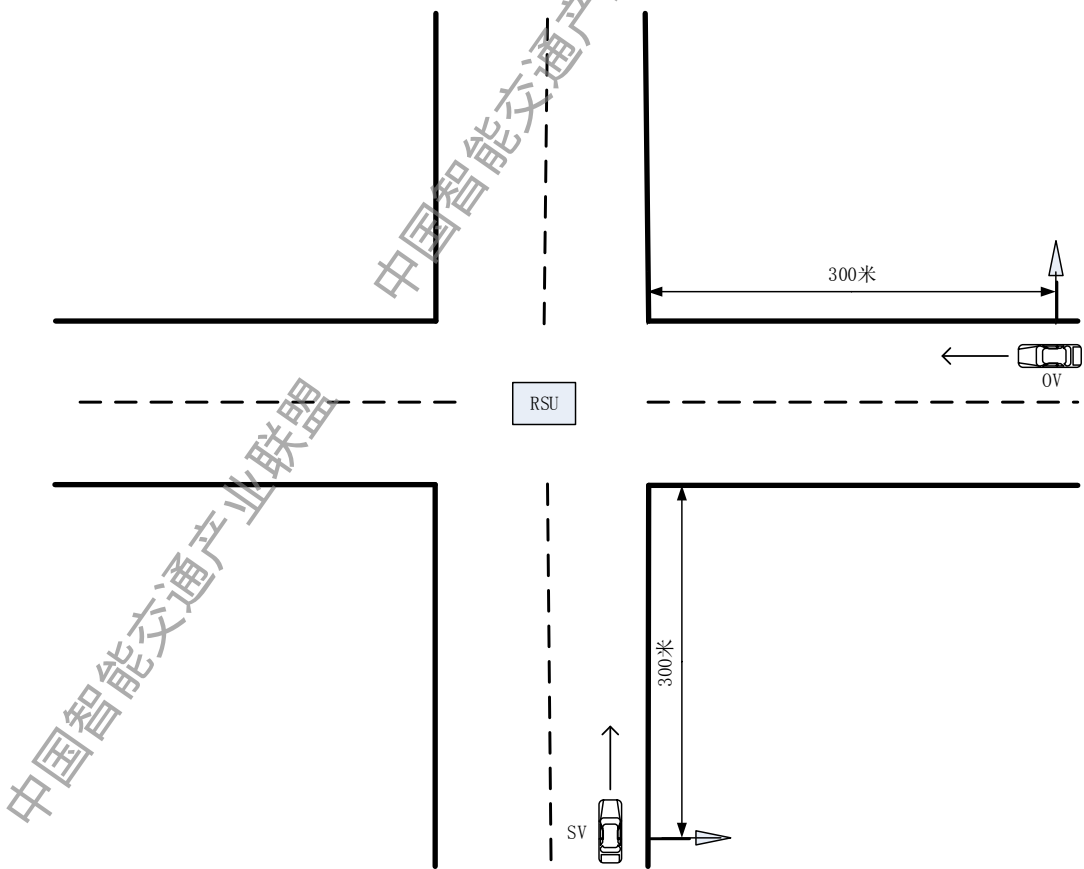


图 7 基于车路通信的交叉口测试场景示意图

本测试场景根据 SV 和 OV 的绝对速度和相对速度分为十组工况，如表 8.2 所示。每组工况测

试开始时, SV 和 OV 均从距离路口 300m 处以设定的速度驶向路口, SV 和 OV 只要有一辆到达路口则本组测试结束, SV 和 OV 回到起点, 进行下一组测试。RSU 负责转发 OV 信息给 SV, 测试过程需要测试 RSU 与 SV 之间的通信性能。测试数据记录和统计参见附录 B。

表 4 基于车路通信的交叉口测试场景分组

车速 (公里/小时)	
OV	SV
0	30
0	60
0	90
30	30
30	60
30	90
60	30
60	90
90	30
90	60

8.2 弯道测试场景

本测试场景为一条曲率半径在 250m~500m 之间, 长度不小于 150m 的弯道 (原则上需针对弯道两侧无遮挡物和有遮挡物 (例如山体、建筑等) 两种情况分别进行测试), OV 作为异常车静止或低速 (点亮危险警告灯) 行驶在弯道内, 如图 8 所示, 本测试场景不限制左弯或右弯。测试中需确保 SV 入弯过程中, 当 SV 与 OV 距离在 30 米以上时, SV 无法看到弯道内的 OV。

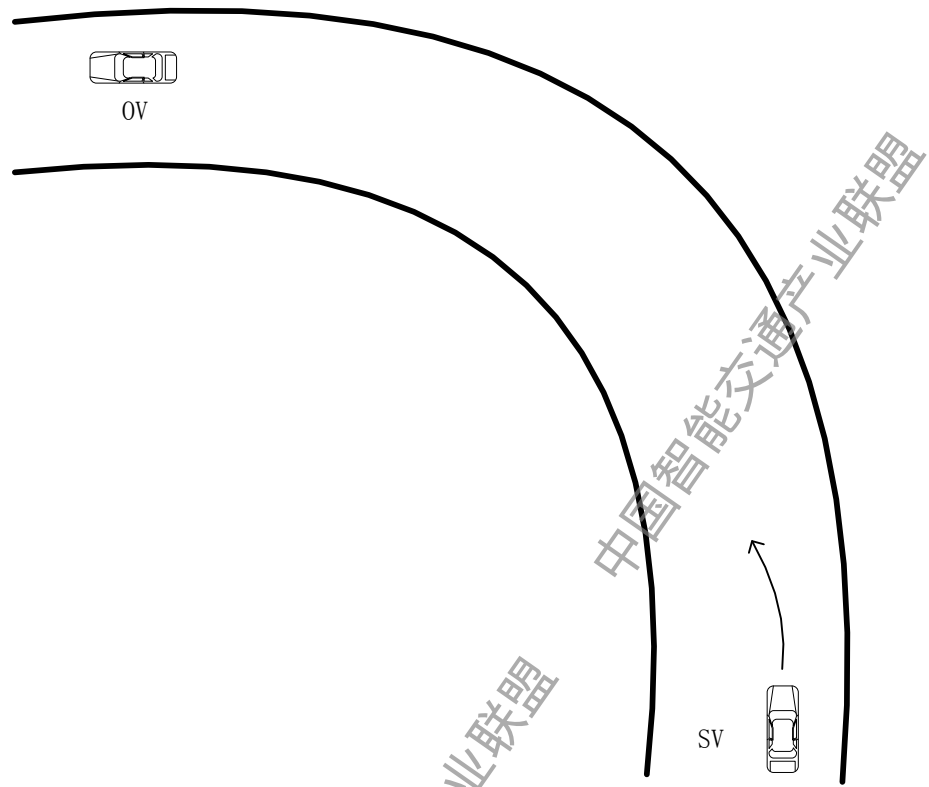


图 8 弯道测试场景示意图

根据 SV 入弯速度和 OV 速度将本测试场景分为六组工况，如表 4 所示。测试开始时，SV 从距离弯道入口 500 米处开始驶向弯道，当 SV 超过 OV 则一组测试结束，SV 回到起点开始下一组测试。测试数据记录和统计参见附录 B。

表 5 弯道测试场景分组

车速（公里/小时）	
OV	SV
0	30
0	60
5	30
5	60
10	30
10	60

附 录 A

(规范性附录)

V2X 典型测试场景定位精度要求

A.1 V2X典型测试场景定位精度要求

表 A 1 V2X 典型测试场景定位精度要求

测试场景	重点路况	定位精度要求			
		<0.1m	<1m	<5m	<15m
交叉路口测试场景	城市/城镇			√	
弯道测试场景	高速			√	

附 录 B

(资料性附录)
数据记录 and 统计

B.1 定位性能

定位性能仿真测试数据应按照表B-1进行记录：

表 B 1 定位性能仿真测试数据记录表

测试项目	测试结果记录
静态定位精度	
首次定位时间	
重新捕获时间	
灵敏度	

定位精度道路测试数据应按照表 B-1 进行记录与统计

表 B 2 定位精度测试数据记录与统计表

日期	地点	测试人员	天气	卫星信号条件
测试记录点	参考系统坐标	被测系统返回坐标	定位精度	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
.				
.				
.				
N (>=1000)				

定位精度计算：E

地球的平均半径，记为 R，采用平均半径 6371.004 千米。记录点个数为 N。定位精度 d

按照 0 度经线的基准，东经取经度的正值(Longitude)，西经取经度负值(-Longitude)，北纬取 90-纬度值 (90- Latitude)，南纬取 90+纬度值(90+Latitude)，参考点为(LonA, LatA)，测试结果为(LonB, LatB)

$$C = \sin(\text{LatA}) * \sin(\text{LatB}) + \cos(\text{LatA}) * \cos(\text{LatB}) * \cos(\text{MLonA} - \text{MLonB})$$

$$d = R * \arccos(C) * \pi / 180$$

$$\bar{d} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N d_i$$

平均误差精度 \bar{d} 计算公式:

测试通信时延时应按照表B-2记录测试数据:

表 B 3 通信时延测试数据记录表

日期		地点		测试人员		天气
A 车 车速(公里/ 小时)	B 车 车速(公里/ 小时)	时段编号	满足相对车速 的时段起点	满足相对车速 的时段终点	收发时延小于 等于 100 毫秒的 数据包数目	时延记录文件 名

根据数据记录表B-3, 按照表B-4、表B-5、表B-6计算不同相对车速下的时延均值和方差, 其中每行统计样本数需不小于1000:

表 B 4 通信时延统计-单方行驶

车速(公里/小时)			
A 车	B 车	时延均值(毫秒)	时延方差(毫秒 ²)
0	30		
0	60		
0	90		
0	120		

表 B 5 通信时延统计-同向行驶

车速(公里/小时)			
A 车	B 车	时延均值(毫秒)	时延方差(毫秒 ²)
30	30		
30	60		
30	90		
30	120		
60	60		
60	90		
60	120		
90	90		
90	120		
120	120		

表 B 6 通信时延统计-对向行驶

车速(公里/小时)			
A 车	B 车	时延均值(毫秒)	时延方差(毫秒 ²)
-30	30		
-30	60		
-30	90		
-30	120		
-60	60		
-60	90		
-60	120		
-90	90		
-90	120		
-120	120		

测试通信丢包率应按照表B-7记录测试数据：

表 B 7 通信丢包率测试数据记录表

日期		地点		测试人员		天气
A 车 车速(公里/ 小时)	B 车 车速(公里/ 小时)	距离区间 (米)	时段编号	满足相对车速 和距离区间的 时段起点	满足相对车速和 距离区间的时段 终点	收发时延小于等 于 100 毫秒的数 据包数目

根据数据记录表B-7，按照表B-8、表B-9、表B-10计算不同相对车速、不同区间距离时的丢包率，其中每行统计时样本数不小于1000：

表 B 8 通信丢包率统计-单方行驶

车速(公里/小时)			
A 车	B 车	距离区间(米)	丢包率(%)
0	30	0~100	
		100~200	
		200~300	
		300~400	
		400~500	
0	60	0~100	
		100~200	
		200~300	
		300~400	
		400~500	
0	90	0~150	
		150~300	
		300~450	
0	120	0~150	
		150~300	
		300~450	

表 B 9 通信丢包率统计-同向行驶

车速(公里/小时)			
A 车	B 车	距离区间(米)	丢包率(%)
30	30	0~100	
		100~200	
		200~300	
		300~400	
		400~500	
30	60	0~100	
		100~200	
		200~300	
		300~400	
		400~500	

表 B 10 通信丢包率统计-同向行驶(续)

车速(公里/小时)			
A 车	B 车	距离区间(米)	丢包率(%)
30	90	0~100	
		100~200	
		200~300	
		300~400	
		400~500	
30	120	0~100	
		100~200	
		200~300	
		300~400	
		400~500	
60	60	0~100	
		100~200	
		200~300	
		300~400	
		400~500	
60	90	0~100	
		100~200	
		200~300	
		300~400	
		400~500	
60	120	0~100	
		100~200	
		200~300	
		300~400	
		400~500	
90	90	0~100	
		100~200	
		200~300	
		300~400	
		400~500	
90	120	0~100	
		100~200	
		200~300	
		300~400	
		400~500	

表 B 11 通信丢包率统计-同向行驶(续)

车速(公里/小时)			
A 车	B 车	距离区间(米)	丢包率(%)
120	120	0~100	
		100~200	
		200~300	
		300~400	
		400~500	

表 B 12 通信丢包率统计-对向行驶

车速(公里/小时)			
A 车	B 车	距离区间(米)	丢包率(%)
-30	30	0~150	
		150~300	
		300~450	
-30	60	0~150	
		150~300	
		300~450	
-30	90	0~150	
		150~300	
		300~450	
-30	120	0~150	
		150~300	
		300~450	
-60	60	0~150	
		150~300	
		300~450	
-60	90	0~150	
		150~300	
		300~450	
-60	120	0~150	
		150~300	
		300~450	
-90	90	0~150	
		150~300	
		300~450	
-90	120	0~150	
		150~300	

表 B 13 通信丢包率统计-对向行驶(续)

车速(公里/小时)			
A 车	B 车	距离区间(米)	丢包率(%)
-120	120	300~450	
		0~150	
		150~300	
		300~450	

中国智能交通产业联盟
标准
车辆安全通信系统 设备性能测试规程
T/ITS 0057-2016

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）
中国智能交通产业联盟印刷
网址：<http://www.c-its.org>
2016年11月第一版 2016年11月第一次印刷