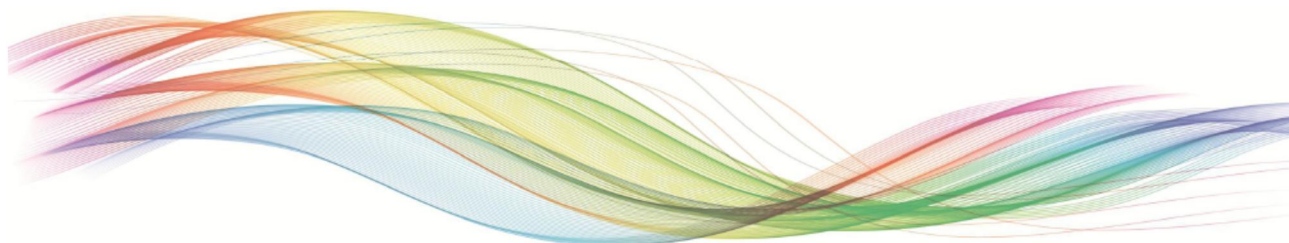


# LTE-V2X 性能测试规范（实验室）

IMT-2020(5G)推进组

C-V2X 工作组





## 前 言

本规范主要规定了在实验室环境下对支持LTE-V2X的终端设备进行sidelink基本性能测试的测试方法和测试过程。

本规范版权归IMT-2020(5G)推进组所有，未经授权，任何单位或个人不得复制或拷贝本规范之部分或全部内容。

本规范起草单位：中国信息通信研究院、大唐、华为、中国移动。

本标准主要起草人：徐霞艳、房家奕、闫辉等



# 目 次

前 言 .....	I
目 次 .....	I
1 范围 .....	1
2 参考文件 .....	1
3 缩略语 .....	1
4 概述 .....	1
4.1 测试内容 .....	1
4.2 测试配置 .....	3
4.3 终端要求 .....	3
4.4 测试仪表要求 .....	4
5 静态传播条件下的 Sidelink 基本性能测试 .....	4
5.1 静态传播条件，信号好点条件下的 V2V 端到端通信时延和包递交成功率测试 .....	4
6 EVA 衰落信道传播条件下的 Sidelink 基本性能测试 .....	6
6.1 EVA 信道 Sidelink 性能（距离 100 米，端到端通信时延和包递交成功率 v.s. SNR） .....	6
6.2 EVA 信道 Sidelink 性能（距离 200 米，端到端通信时延和包递交成功率 v.s. SNR） .....	7
6.3 EVA 信道 Sidelink 性能（距离 300 米，端到端通信时延和包递交成功率 v.s. SNR） .....	9
7 D2D 衰落信道传播条件下的 Sidelink 基本性能测试 .....	10
7.1 D2D 信道模型 1 下 Sidelink 性能（端到端通信时延和包递交成功率 v.s. SNR） .....	10
7.2 D2D 信道模型 2 下 Sidelink 性能（端到端通信时延和包递交成功率 v.s. SNR） .....	12
7.3 D2D 信道模型 3 下 Sidelink 性能（端到端通信时延和包递交成功率 v.s. SNR） .....	13
附录 1 时延测试方式 .....	16
附录 2 路损计算参考公式 .....	18



# LTE-V2X 性能测试规范（实验室）

## 1 范围

本规范主要规定了在实验室环境下对支持 LTE-V2X 的终端设备进行 sidelink 基本性能测试的方法和过程。

## 2 参考文件

- |     |               |  |
|-----|---------------|--|
| [1] | 3GPP TR36.885 | Study on LTE-based V2X Services;(Release 14)                       |
| [2] | 3GPP TR36.843 | Study on LTE Device to Device Proximity Services;<br>Radio Aspects |

## 3 缩略语

下列缩略语适用于本规范。

PSSCH	Physical Sidelink Shared Channel	物理直通链路共享信道
RSRP	Reference Signal Received Power	参考信号接收功率
SNR	Signal to Noise Ratio	信噪比
UE	User Equipment	用户设备

## 4 概述

### 4.1 测试内容

LTE V2X UE sidelink的基本性能测试内容主要包括：

- V2V 端到端通信时延测试
- 数据包递交成功率测试

测试在如下不同的信道条件下进行：

- 直连（静态传播条件）1发\*2收
  - 信号强度：信号好点
- EVA衰落信道(1发\*2收)（EVA 320Hz、EVA 650Hz、EVA 1090Hz）
  - 多普勒频移：320Hz、650Hz、1090Hz
  - 接收UE不同的SNR
  - 发送UE与接收UE间不同的pathloss
- D2D模型（参照3GPP TR36.885的Annex A）
  - 模拟不同的场景：**D2D信道模型1、D2D信道模型2、D2D信道模型3**（说明如下）
  - 发送UE与接收UE间不同的距离
  - 接收UE不同的SNR

对EVA衰落信道的多普勒频移，考虑如下：

$$\text{多普勒频移: } f_d = \frac{v}{\lambda} \cos \theta$$

考虑5.9GHz频率，相对移动速度考虑60km/h（市区道路如前向车辆静止预警）、120km/h（高速公路如前向车辆静止预警）、200km/h（两车对向行驶，车速为100km/h）。 $\theta$ 取0度。则多普勒频移分别为328Hz、656Hz、1092Hz，分别取整则为320Hz、650Hz、1090Hz。

D2D模型为按照3GPP TR36.885的Annex A实现的V2V通信的信道模型，本测试规范针对如下场景下的D2D信道模型进行测试：

**D2D信道模型1：**城市道路、两车在直线上同向行驶，前车速度 $v_2$ 为40km/h、后车速度 $v_1$ 为60km/h，两车距离 $d$ 为[300, 200, 100]米（如图1所示，测试时前车发送、后车接收）

**D2D信道模型2：**公路、两车在直线上对向行驶，两车速度均为100km/h，两车距离 $d$ 为[300, 200, 100]米（如图2所示，测试时车1发送、车2接收）

**D2D信道模型3：**城市道路、两车在交叉道路上均往交叉口行驶，车速60km/h，车距交叉口的距离 $L$ 为[150, 100, 50]米（如图3所示。测试时一车发送、另一车接收）

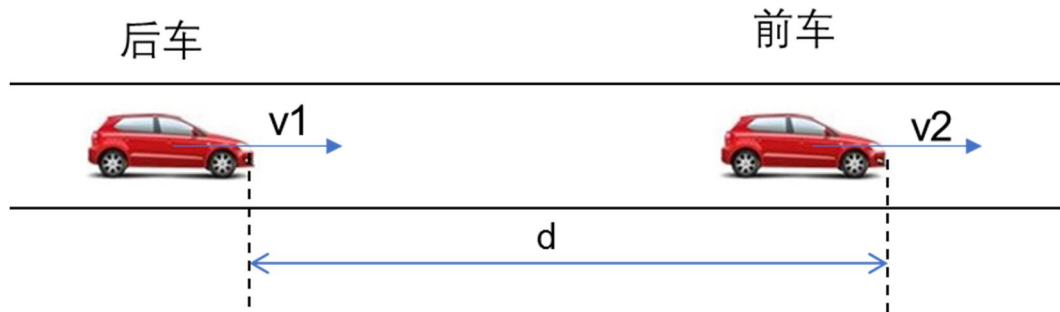


图1：D2D信道模型1场景

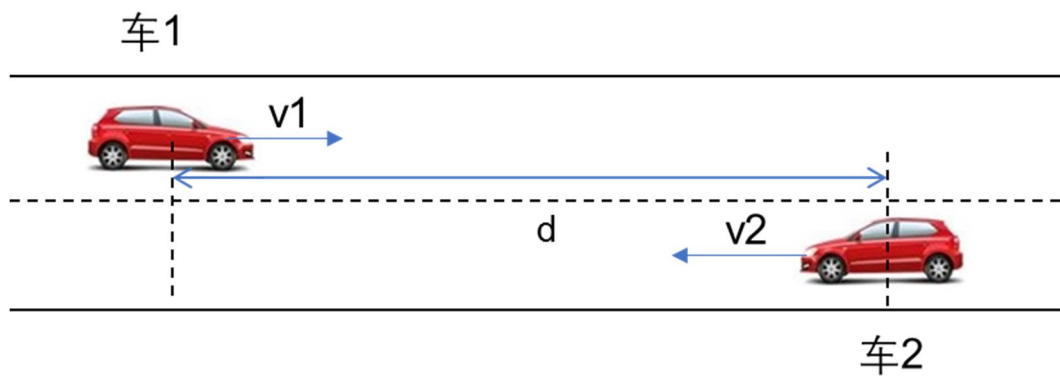


图2：D2D信道模型2场景



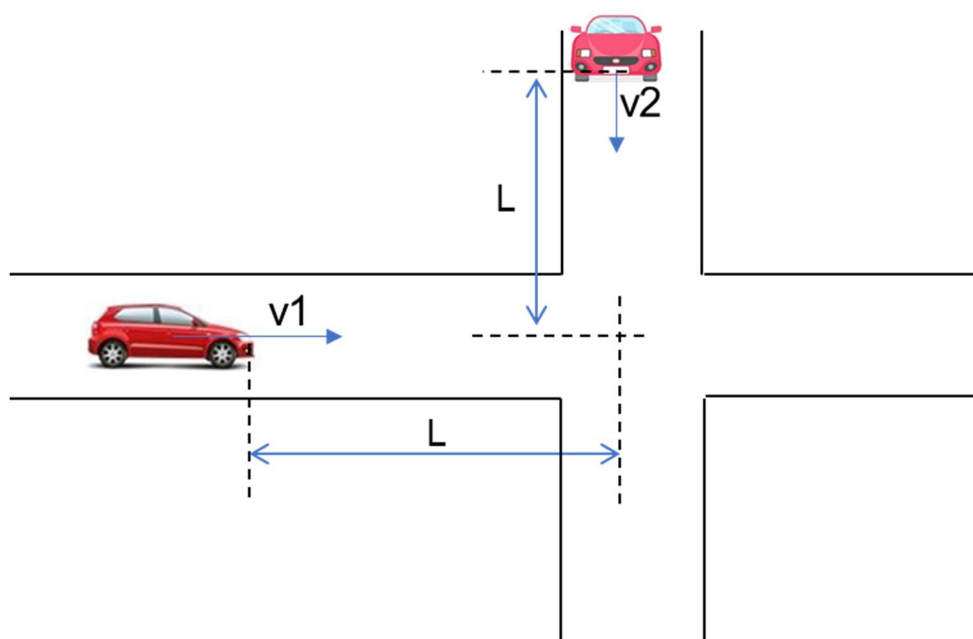


图3：D2D信道模型3场景

数据包递交成功率指标为：90%(应用层单次传输, 底层2次HARQ传输)。

#### 4.2 测试配置

本规范中，LTE V2X UE sidelink基本性能测试所需的配置如图4所示。

测试系统由3部分构成，包括V2X UE（亦称为用户设备（User Equipment, UE），收发各一个）、信道模拟器和网络测试仪。

性能测试与统计以图中**UE1为发送方、UE2为接收方**（即进行单向性能测试）。

信道模拟器用于在UE1到UE2的PC5通信链路上模拟无线信道传播。

网络测试仪或其它测试工具（如设备提供商开发的测试软件）负责发包、收包，根据数据包中的时间戳和包序号，统计数据包的传输时延和包递交成功率等性能指标。

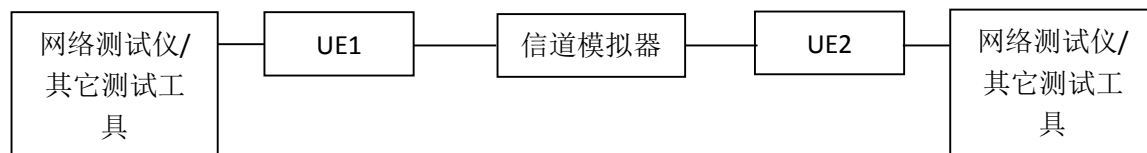


图 4 LTE V2X—UE sidelink 性能测试配置

其它参数配置：

- 选择应用层数据包大小为300Byte，2次HARQ传输，PSSCH 用18RB、MCS=8这种配置进行测试。
- 无网络层协议及其开销
- PDCP, non-IP, 无头压缩, 16bit SN
- RLC UM模式, 5bit SN, 不进行分段串接
- MAC不进行逻辑信道复用

#### 4.3 终端要求

需要以Log记录并输出以下内容：

- 当前使用的预配置RRC SL V2V参数
- 发送和接收的SL V2V相关的RRC消息
- 发送和接收的SCI format1中的信息
- PSSCH在空口的发送时刻和接收时刻
- PSSCH-RSRP、PSSCH-SNR
- 终端最大发射功率为23dBm

4.4 测试仪表要求

4.4.1 终端自备信令消息跟踪设备

可连接计算机记录并显示移动台发送和接收的信令序列。

4.4.2 信道模拟仪

信道模拟仪用于如下目的：

信道模拟仪可根据需要模拟无线信号的多径传播，支持传播信道相关性、多径衰落、传播时延的设置。

4.4.3 网络测试仪（或其它测试工具）

性能测试指标的统计可采用如下两种方式：

方式1：接收端进行统计，即：

在发送端，网络测试仪或其它测试工具（如由设备提供商开发的测试软件）负责向发送方（UE1）提供带有精确时间戳和包序号的待发数据包；在接收端，网络测试仪或其它测试工具负责接收来自接收方（UE2）的数据包。网络测试仪或其它测试工具通过比较发送端、接收端的数据包时间戳和包序号等机制，统计数据包的传输时延和包递交成功率。

方式2：发送端根据环回的数据包进行统计，即：

在发送端，网络测试仪负责向发送方（UE1）提供带有精确时间戳、包序号等信息的待发数据包，在收到环回数据包后向数据包打点环回接收的精确时间戳；在接收端（UE2），网络测试仪负责接收来自发送方（UE1）的数据包，同时具备数据包环回功能，将环回数据包重新发回给发送端(UE1)。网络测试仪通过比较发送端发送、发送端环回接收时间戳和包序号等机制，统计数据包的传输时延和包递交成功率。

在本规范的测试项目的测试步骤描述中，以上述的方式1为例进行描述，实际测试时也可采用方式2进行测试，统计数据包的传输时延和包递交成功率。

5 静态传播条件下的 Sidelink 基本性能测试

5.1 静态传播条件，信号好点条件下的 V2V 端到端通信时延和包递交成功率测试

<b>测试编号：</b> 5.1
<b>测试项目：</b> Sidelink 基本性能
<b>测试分项：</b> 静态传播条件，信号好点条件下的 V2V 端到端通信时延和包递交成功率测试
<b>测试目的：</b> 测试在 V2V 的发送 UE、接收 UE 间为静态传播条件,而且接收 UE 处于信号好点(如 PSSCH SNR>15dB，PSSCH-RSRP>-60dBm)条件下，V2V 端到端通信时延和包递交成功率

**测试条件：**

- 1) 系统带宽 10MHz，工作频率为 5.9GHz；
- 2) GNSS 同步。
- 3) 覆盖外场景（无基站）；
- 4) 网络测试仪（第三方仪表）：≥1 套
- 5) 信道模拟器设置信道模型为静态传播条件，天线配置为 1x2 Low（参见 3GPP TS 36.101 的 Annex B 的 B.1.1）
- 6) 发送应用层包（PDCP SDU）大小为 300Byte，频率为 10Hz

**测试步骤：**

步骤 1：终端上电、V2V 工作相关参数配置（预配置）成功；

步骤 2：配置网络测试仪的时延测试相关功能参数(数据包大小、格式、发送间隔等，具体要求见附录)；

步骤 3：信道条件设置为静态传播条件，调整发送 UE 与接收 UE 间衰减，使接收 UE 处于信号好点条件（如 PSSCH SNR>15dB，PSSCH-RSRP>-60dBm）；

步骤 4：观察网络测试仪的 GPS 同步状态，在能够稳定同步之后进行下一步骤；

步骤 5：启动网络测试仪发送时延测试包功能（网络测试仪通过端口 A 向发送端 UE1 发送带有以 GPS 时间为基准的时间戳的数据包，发送端 UE1 将数据包通过 V2V sidelink 发给接收端 UE2，接收端 UE2 将恢复出来的数据包发送给网络测试仪的端口 B，网络测试仪根据数据包接收时间和数据包中时间戳之间的差值，测量端到端时延数值）；

步骤 6：当网络测试仪发送时延测试包数量大于 N（如  $N=10^5$ ）时，停止发包，记录网络测试仪测得的端到端时延数值和成功传输的时延测试包数量，分别按照如下方法进行计算；

步骤 7：计算端到端时延：如选择参考附录 7.2 节中的方法测得网络测试仪和被测设备之间的传输时延，则端到端时延可以从网络测试仪测得的时延值中扣除 1) . 网络测试仪向发送端 UE1 发送数据包的平均传输时延 2).接收端 UE2 向网络测试仪发送数据包的平均传输时延得到；如不测网络测试仪和被测设备之间的传输时延，以网络测试仪测得的时延值作为 V2V 端到端通信时延；

步骤 8：计算包递交成功率：以成功传输并满足时延小于 100ms 的包的数量除以总的测试包数量，得到包递交成功率。

<b>结果记录:</b>						
UE2 PSSCH-R SRP(dBm )	UE2 PSSCH SNR (dB)	发送包总 数量	端到端时 延最小值 (ms)	端到端时 延最大值 (ms)	端到端时 延平均值 (ms)	包递交成 功率
<b>备注:</b>						

## 6 EVA 衰落信道传播条件下的 Sidelink 基本性能测试

### 6.1 EVA 信道 Sidelink 性能（距离 100 米，端到端通信时延和包递交成功率 v.s. SNR）

<b>测试编号:</b> 6.1
<b>测试项目:</b> Sidelink 基本性能
<b>测试分项:</b> EVA 衰落信道传播条件, V2V 端到端通信时延和包递交成功率 v.s. SNR 测试
<b>测试目的:</b> 测试在 V2V 的发送 UE、接收 UE 间为 EVA 衰落信道, 不同 SNR 条件下的 V2V 端到端通信时延和包递交成功率
<b>测试条件:</b> 1) 系统带宽 10MHz, 工作频率为 5.9GHz; 2) GNSS 同步。 3) 覆盖外场景（无基站）; 4) 网络测试仪（第三方仪表）: $\geq 1$ 套 5) 信道模拟器设置信道模型依次为 EVA EVA 320/EVA 650/EVA1090 传播条件, 天线配置为 1x2 Low（参见 3GPP TS 36.101 的 Annex B 的 B.1.1） 6) 按照发送 UE、接收 UE 间距离为 100 米设置路损（见附录 2 说明）; 7) 发送应用层包（PDCP SDU）大小为 300Byte, 发包频次为 10Hz
<b>测试步骤:</b> 步骤 1: 终端上电、V2V 工作相关参数配置（预配置）成功; 步骤 2: 配置网络测试仪的时延测试相关功能参数(数据包大小、格式、发送间隔等, 具体要求见附录); 步骤 3: 信道条件设置为 EVA 320, SNR 设置为 28dB;

步骤 4: 观察网络测试仪的 GPS 同步状态, 在能够稳定同步之后进行下一步骤;

步骤 5: 启动网络测试仪发送时延测试包功能 (网络测试仪通过端口 A 向发送端 UE1 发送带有以 GPS 时间为基准的时间戳的数据包, 发送端 UE1 将数据包通过 V2V sidelink 发给接收端 UE2, 接收端 UE2 将恢复出来的数据包发送给网络测试仪的端口 B, 网络测试仪根据数据包接收时间和数据包中时间戳之间的差值, 测量端到端时延数值);

步骤 6: 当网络测试仪发送时延测试包数量大于 N (如  $N=10^4$ ) 时, 停止发包, 记录网络测试仪测得的端到端时延数值和成功传输的时延测试包数量, 分别按照如下方法进行计算;

步骤 7: 计算端到端时延: 如选择参考附录 7.2 节中的方法测得网络测试仪和被测设备之间的传输时延, 则端到端时延可以从网络测试仪测得的时延值中扣除 1) . 网络测试仪向发送端 UE1 发送数据包的平均传输时延 2). 接收端 UE2 向网络测试仪发送数据包的平均传输时延得到; 如不测网络测试仪和被测设备之间的传输时延, 以网络测试仪测得的时延值作为 V2V 端到端通信时延;

步骤 8: 计算包递交成功率: 以成功传输并满足时延小于 100ms 的包的数量除以总的测试包数量, 得到包递交成功率。

步骤 9: 由高到低变换信噪比 (SNR = -4,0,4,8,12,16,20,24,28 dB), 重复上述步骤 4~步骤 8;

步骤 10: 分别改变信道条件为 EVA650、EVA1090, 重复上述测试。

#### 结果记录:

#### 分别按照信道条件进行测试数据记录:

信道: EVA 320/EVA 650/EVA1090:

UE2 SNR	发送包总数 量	端到端时延 最小值 (ms)	端到端时延 最大值(ms)	端到端时延 平均值(ms)	包 递 交 成功率

备注:

#### 6.2 EVA 信道 Sidelink 性能 (距离 200 米, 端到端通信时延和包递交成功率 v. s. SNR)

测试编号: 6.2

测试项目: Sidelink 基本性能

测试分项: EVA 衰落信道传播条件, V2V 端到端通信时延和包递交成功率 v.s. SNR 测试

测试目的:

测试在 V2V 的发送 UE、接收 UE 间为 EVA 衰落信道，不同 SNR 条件下的 V2V 端到端通信时延和包递交成功率
<p><b>测试条件：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 系统带宽 10MHz，工作频率为 5.9GHz；</li> <li>2) GNSS 同步。</li> <li>3) 覆盖外场景（无基站）；</li> <li>4) 网络测试仪（第三方仪表）：≥1 套</li> <li>5) 信道模拟器设置信道模型依次为 EVA EVA 320/EVA 650/EVA1090 传播条件，天线配置为 1x2 Low（参见 3GPP TS 36.101 的 Annex B 的 B.1.1）</li> <li>6) 按照发送 UE、接收 UE 间距离为 200 米设置路损（见附录 2 说明）；</li> <li>7) 发送应用层包（PDCP SDU）大小为 300Byte，发包频次为 10Hz</li> </ol> <p><b>测试步骤：</b></p> <p>步骤 1：终端上电、V2V 工作相关参数配置（预配置）成功；</p> <p>步骤 2：配置网络测试仪的时延测试相关功能参数(数据包大小、格式、发送间隔等，具体要求见附录)；</p> <p>步骤 3：信道条件设置为 EVA 320，SNR 设置为 28dB；</p> <p>步骤 4：观察网络测试仪的 GPS 同步状态，在能够稳定同步之后进行下一步骤；</p> <p>步骤 5：启动网络测试仪发送时延测试包功能（网络测试仪通过端口 A 向发送端 UE1 发送带有以 GPS 时间为基准的时间戳的数据包，发送端 UE1 将数据包通过 V2V sidelink 发给接收端 UE2，接收端 UE2 将恢复出来的数据包发送给网络测试仪的端口 B，网络测试仪根据数据包接收时间和数据包中时间戳之间的差值，测量端到端时延数值）；</p> <p>步骤 6：当网络测试仪发送时延测试包数量大于 N（如 <math>N=10^4</math>）时，停止发包，记录网络测试仪测得的端到端时延数值和成功传输的时延测试包数量，分别按照如下方法进行计算；</p> <p>步骤 7：计算端到端时延：如选择参考附录 7.2 节中的方法测得网络测试仪和被测设备之间的传输时延，则端到端时延可以从网络测试仪测得的时延值中扣除 1) . 网络测试仪向发送端 UE1 发送数据包的平均传输时延 2).接收端 UE2 向网络测试仪发送数据包的平均传输时延得到；如不测网络测试仪和被测设备之间的传输时延，以网络测试仪测得的时延值作为 V2V 端到端通信时延；</p> <p>步骤 8：计算包递交成功率：以成功传输并满足时延小于 100ms 的包的数量除以总的测试包数量，得到包递交成功率。</p> <p>步骤 9：由高到低变换信噪比（SNR = -4,0,4,8,12,16,20,24,28 dB），重复上述步骤 4~步骤 8；</p> <p>步骤 10：分别改变信道条件为 EVA650、EVA1090，重复上述测试。</p>

**结果记录：**

**分别按照信道条件进行测试数据记录：**

信道： EVA 320/EVA 650/EVA1090:

UE2 SNR	发送包总数 量	端到端时延 最小值 (ms)	端到端时延 最大值(ms)	端到端时延 平均值(ms)	包递交 成功率

**备注：**

### 6.3 EVA 信道 Sidelink 性能（距离 300 米，端到端通信时延和包递交成功率 v. s. SNR）

**测试编号：** 6.3

**测试项目：** Sidelink 基本性能

**测试分项：** EVA 衰落信道传播条件，V2V 端到端通信时延和包递交成功率 v.s. SNR 测试

**测试目的：**  
测试在 V2V 的发送 UE、接收 UE 间为 EVA 衰落信道，不同 SNR 条件下的 V2V 端到端通信时延和包递交成功率

**测试条件：**

- 1) 系统带宽 10MHz，工作频率为 5.9GHz；
- 2) GNSS 同步。
- 3) 覆盖外场景（无基站）；
- 4) 网络测试仪（第三方仪表）：≥1 套
- 5) 信道模拟器设置信道模型依次为 EVA EVA 320/EVA 650/EVA1090 传播条件，天线配置为 1x2 Low（参见 3GPP TS 36.101 的 Annex B 的 B.1.1）
- 6) 按照发送 UE、接收 UE 间距离为 100 米设置路损（见附录 2 说明）；
- 7) 发送应用层包（PDCP SDU）大小为 300Byte，发包频次为 10Hz

**测试步骤：**

步骤 1：终端上电、V2V 工作相关参数配置（预配置）成功；

步骤 2：配置网络测试仪的时延测试相关功能参数(数据包大小、格式、发送间隔等，具体要求见附录)；

步骤 3：信道条件设置为 EVA 320，SNR 设置为 28dB；

步骤 4: 观察网络测试仪的 GPS 同步状态, 在能够稳定同步之后进行下一步骤;

步骤 5: 启动网络测试仪发送时延测试包功能 (网络测试仪通过端口 A 向发送端 UE1 发送带有以 GPS 时间为基准的时间戳的数据包, 发送端 UE1 将数据包通过 V2V sidelink 发给接收端 UE2, 接收端 UE2 将恢复出来的数据包发送给网络测试仪的端口 B, 网络测试仪根据数据包接收时间和数据包中时间戳之间的差值, 测量端到端时延数值);

步骤 6: 当网络测试仪发送时延测试包数量大于 N (如  $N=10^4$ ) 时, 停止发包, 记录网络测试仪测得的端到端时延数值和成功传输的时延测试包数量, 分别按照如下方法进行计算;

步骤 7: 计算端到端时延: 如选择参考附录 7.2 节中的方法测得网络测试仪和被测设备之间的传输时延, 则端到端时延可以从网络测试仪测得的时延值中扣除 1) . 网络测试仪向发送端 UE1 发送数据包的平均传输时延 2) .接收端 UE2 向网络测试仪发送数据包的平均传输时延得到; 如不测网络测试仪和被测设备之间的传输时延, 以网络测试仪测得的时延值作为 V2V 端到端通信时延;

步骤 8: 计算包递交成功率: 以成功传输并满足时延小于 100ms 的包的数量除以总的测试包数量, 得到包递交成功率。

步骤 9: 由高到低变换信噪比 (SNR = -4,0,4,8,12,16,20,24,28 dB), 重复上述步骤 4~步骤 8;

步骤 10: 分别改变信道条件为 EVA650、EVA1090, 重复上述测试。

#### 结果记录:

#### 分别按照信道条件进行测试数据记录:

信道: EVA 320/EVA 650/EVA1090:

UE2 SNR	发送包总数 量	端到端时延 最小值 (ms)	端到端时延 最大值(ms)	端到端时延 平均值(ms)	包 递 交 成功率

备注:

## 7 D2D 衰落信道传播条件下的 Sidelink 基本性能测试

### 7.1 D2D 信道模型 1 下 Sidelink 性能 (端到端通信时延和包递交成功率 v. s. SNR)

测试编号: 7.1

测试项目: Sidelink 基本性能

测试分项: “D2D 信道模型 1” 传播条件, V2V 端到端通信时延和包递交成功率 v.s. SNR 测



试
<p><b>测试目的：</b></p> <p>测试在 V2V 的发送 UE、接收 UE 间为“D2D 信道模型 1”传播条件，不同 SNR 条件下的 V2V 端到端通信时延和包递交成功率</p>
<p><b>测试条件：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 系统带宽 10MHz，工作频率为 5.9GHz；</li> <li>2) GNSS 同步。</li> <li>3) 覆盖外场景（无基站）；</li> <li>4) 网络测试仪（第三方仪表）：≥1 套</li> <li>5) 信道模拟器设置信道模型为“D2D 信道模型 1”传播条件（见 4.1 节的说明），天线配置为 1x2 Low（参见 3GPP TS 36.101 的 Annex B 的 B.1.1）；两车距离 d 分别取 [300,200,100]米；</li> <li>6) 发送应用层包（PDCP SDU）大小为 300Byte，发包频次为 10Hz</li> </ol>
<p><b>测试步骤：</b></p> <p>步骤 1：终端上电、V2V 工作相关参数配置（预配置）成功；</p> <p>步骤 2：配置网络测试仪的时延测试相关功能参数(数据包大小、格式、发送间隔等，具体要求见附录)；</p> <p>步骤 3：信道条件设置为“D2D 信道模型 1”信道、两车距离为 300 米，SNR 设置为 28dB；</p> <p>步骤 4：观察网络测试仪的 GPS 同步状态，在能够稳定同步之后进行下一步骤；</p> <p>步骤 5：启动网络测试仪发送时延测试包功能（网络测试仪通过端口 A 向发送端 UE1 发送带有以 GPS 时间为基准的时间戳的数据包，发送端 UE1 将数据包通过 V2V sidelink 发给接收端 UE2，接收端 UE2 将恢复出来的数据包发送给网络测试仪的端口 B，网络测试仪根据数据包接收时间和数据包中时间戳之间的差值，测量端到端时延数值）；</p> <p>步骤 6：当网络测试仪发送时延测试包数量大于 N（如 <math>N=10^4</math>）时，停止发包，记录网络测试仪测得的端到端时延数值和成功传输的时延测试包数量，分别按照如下方法进行计算；</p> <p>步骤 7：计算端到端时延：如选择参考附录 7.2 节中的方法测得网络测试仪和被测设备之间的传输时延，则端到端时延可以从网络测试仪测得的时延值中扣除 1) . 网络测试仪向发送端 UE1 发送数据包的平均传输时延 2).接收端 UE2 向网络测试仪发送数据包的平均传输时延得到；如不测网络测试仪和被测设备之间的传输时延，以网络测试仪测得的时延值作为 V2V 端到端通信时延；</p> <p>步骤 8：计算包递交成功率：以成功传输并满足时延小于 100ms 的包的数量除以总的测试包数量，得到包递交成功率。</p> <p>步骤 9：由高到低变换信噪比（SNR = -4,0,4,8,12,16,20,24,28 dB），重复上述步骤 4~步骤 8；</p> <p>步骤 10：信道条件设置为“D2D 信道模型 1”信道、两车距离分别为 200、100 米，重复上述测试。</p>

**结果记录：**

**分别按照信道条件进行测试数据记录：**

信道：D2D 信道模型 1、300 米车距， D2D 信道模型 1、200 米车距， D2D 信道模型 1、100 米车距

UE2 SNR	发送包总数 量	端到端时延 最小值 (ms)	端到端时延 最大值(ms)	端到端时延 平均值(ms)	包递交 成功率

**备注：**

## 7.2 D2D 信道模型 2 下 Sidelink 性能（端到端通信时延和包递交成功率 v. s. SNR）

**测试编号：** 7.2

**测试项目：** Sidelink 基本性能

**测试分项：**“D2D 信道模型 2”传播条件，V2V 端到端通信时延和包递交成功率 v.s. SNR 测试

**测试目的：**

测试在 V2V 的发送 UE、接收 UE 间为“D2D 信道模型 2”传播条件，不同 SNR 条件下的 V2V 端到端通信时延和包递交成功率

**测试条件：**

- 1) 系统带宽 10MHz，工作频率为 5.9GHz；
- 2) GNSS 同步。
- 3) 覆盖外场景（无基站）；
- 4) 网络测试仪（第三方仪表）：≥1 套
- 5) 信道模拟器设置信道模型为“D2D 信道模型 2”传播条件（见 4.1 节的说明），天线配置为 1x2 Low（参见 3GPP TS 36.101 的 Annex B 的 B.1.1）；两车距离 d 分别取 [300,200,100]米；
- 6) 发送应用层包（PDCP SDU）大小为 300Byte，发包频次为 10Hz

**测试步骤：**

步骤 1：终端上电、V2V 工作相关参数配置（预配置）成功；

步骤 2：配置网络测试仪的时延测试相关功能参数(数据包大小、格式、发送间隔等，具体要求见附录)；

步骤 3：信道条件设置为“D2D 信道模型 2”信道、两车距离为 300 米，SNR 设置为 28dB；

步骤 4：观察网络测试仪的 GPS 同步状态，在能够稳定同步之后进行下一步骤；

步骤 5：启动网络测试仪发送时延测试包功能（网络测试仪通过端口 A 向发送端 UE1 发送带有以 GPS 时间为基准的时间戳的数据包，发送端 UE1 将数据包通过 V2V sidelink 发给接收端 UE2，接收端 UE2 将恢复出来的数据包发送给网络测试仪的端口 B，网络测试仪根据数据包接收时间和数据包中时间戳之间的差值，测量端到端时延数值）；

步骤 6：当网络测试仪发送时延测试包数量大于 N（如  $N=10^4$ ）时，停止发包，记录网络测试仪测得的端到端时延数值和成功传输的时延测试包数量，分别按照如下方法进行计算；

步骤 7：计算端到端时延：如选择参考附录 7.2 节中的方法测得网络测试仪和被测设备之间的传输时延，则端到端时延可以从网络测试仪测得的时延值中扣除 1）. 网络测试仪向发送端 UE1 发送数据包的平均传输时延 2）.接收端 UE2 向网络测试仪发送数据包的平均传输时延得到；如不测网络测试仪和被测设备之间的传输时延，以网络测试仪测得的时延值作为 V2V 端到端通信时延；

步骤 8：计算包递交成功率：以成功传输并满足时延小于 100ms 的包的数量除以总的测试包数量，得到包递交成功率。

步骤 9：由高到低变换信噪比（SNR = -4,0,4,8,12,16,20,24,28 dB），重复上述步骤 4~步骤 8；

步骤 10：信道条件设置为“D2D 信道模型 2”信道、两车距离分别为 200,100 米，重复上述测试。

**结果记录：**

**分别按照信道条件进行测试数据记录：**

信道：D2D 信道模型 2、300 米车距， D2D 信道模型 2、200 米车距， D2D 信道模型 2、100 米车距

UE2 SNR	发送包总数量	端到端时延最小值（ms）	端到端时延最大值(ms)	端到端时延平均值(ms)	包递交成功率

**备注：**

**7.3 D2D 信道模型 3 下 Sidelink 性能（端到端通信时延和包递交成功率 v. s. SNR）**

**测试编号：** 7.3

**测试项目：** Sidelink 基本性能

<p><b>测试分项：</b>“D2D 信道模型 3”传播条件，V2V 端到端通信时延和包递交成功率 v.s. SNR 测试</p>
<p><b>测试目的：</b></p> <p>测试在 V2V 的发送 UE、接收 UE 间为“D2D 信道模型 3”传播条件，不同 SNR 条件下的 V2V 端到端通信时延和包递交成功率</p>
<p><b>测试条件：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 系统带宽 10MHz，工作频率为 5.9GHz；</li> <li>2) GNSS 同步。</li> <li>3) 覆盖外场景（无基站）；</li> <li>4) 网络测试仪（第三方仪表）：≥1 套</li> <li>5) 信道模拟器设置信道模型为“D2D 信道模型 3”传播条件（见 4.1 节的说明），天线配置为 1x2 Low（参见 3GPP TS 36.101 的 Annex B 的 B.1.1）；车辆距交叉口的距离 d 分别取[150,100,50]米；</li> <li>6) 发送应用层包（PDCP SDU）大小为 300Byte，发包频次为 10Hz</li> </ol>
<p><b>测试步骤：</b></p> <p>步骤 1：终端上电、V2V 工作相关参数配置（预配置）成功；</p> <p>步骤 2：配置网络测试仪的时延测试相关功能参数(数据包大小、格式、发送间隔等，具体要求见附录)；</p> <p>步骤 3：信道条件设置为“D2D 信道模型 3”信道、车辆距交叉口的距离 d 为 150 米，SNR 设置为 28dB；</p> <p>步骤 4：观察网络测试仪的 GPS 同步状态，在能够稳定同步之后进行下一步骤；</p> <p>步骤 5：启动网络测试仪发送时延测试包功能（网络测试仪通过端口 A 向发送端 UE1 发送带有以 GPS 时间为基准的时间戳的数据包，发送端 UE1 将数据包通过 V2V sidelink 发给接收端 UE2，接收端 UE2 将恢复出来的数据包发送给网络测试仪的端口 B，网络测试仪根据数据包接收时间和数据包中时间戳之间的差值，测量端到端时延数值）；</p> <p>步骤 6：当网络测试仪发送时延测试包数量大于 N（如 <math>N=10^4</math>）时，停止发包，记录网络测试仪测得的端到端时延数值和成功传输的时延测试包数量，分别按照如下方法进行计算；</p> <p>步骤 7：计算端到端时延：如选择参考附录 7.2 节中的方法测得网络测试仪和被测设备之间的传输时延，则端到端时延可以从网络测试仪测得的时延值中扣除 1) . 网络测试仪向发送端 UE1 发送数据包的平均传输时延 2) .接收端 UE2 向网络测试仪发送数据包的平均传输时延得到；如不测网络测试仪和被测设备之间的传输时延，以网络测试仪测得的时延值作为 V2V 端到端通信时延；</p> <p>步骤 8：计算包递交成功率：以成功传输并满足时延小于 100ms 的包的数量除以总的测试包数量，得到包递交成功率。</p> <p>步骤 9：由高到低变换信噪比（SNR = -4,0,4,8,12,16,20,24,28 dB），重复上述步骤 4~步骤 8；</p>

步骤 10: 信道条件设置为“D2D 信道模型 3”信道、车辆距交叉口的距离  $d$  分别为 100、50 米，重复上述测试。

**结果记录:**

**分别按照信道条件进行测试数据记录:**

信道: D2D 信道模型 3、车辆距交叉口的距离  $d=150$  米, D2D 信道模型 3、车辆距交叉口的距离  $d=100$  米, D2D 信道模型 3、车辆距交叉口的距离  $d=50$  米

UE2 SNR	发送包总数	端到端时延 最小值 (ms)	端到端时延 最大值(ms)	端到端时延 平均值(ms)	包递交 成功率

**备注:**

## 附录 1 时延测试方式

### 1 时延测试包格式

时延测试包通过以太网包的形式在网络测试仪和被测设备之间传输。

时延测试包发送频率为10Hz。

以太网包中承载的时延测试信息采用非IP包格式。非IP包中包含Signature部分，其中放置有GPS时间戳。Signature的格式和长度定义如表所示。

Inverse of Sequence Byte0	Stream ID (MSB) Byte3	Stream ID Byte2	Stream ID Byte1
Stream ID Byte0	Sequence (MSB) Byte5	Sequence Byte4	Sequence Byte3
Sequence Byte2	Sequence Byte1	Sequence Byte0	Timestamp (2.5ns) Byte3
Timestamp (2.5ns) Byte2	Timestamp (2.5ns) Byte1	Timestamp (2.5ns) Byte0	TS (2.5ns) (bits 37:32) PR as BS t
Crc16 Byte1	Crc16 Byte0	TCP UDP Checksum Cheater (Byte1)	TCP UDP Checksum Cheater (Byte0)

#### 1.1 基于非IP 的时延测试包格式

[V2V周期性消息，消息大小在50-300 byte之间（不包含安全开销）。可考虑选择大、中、小三档包大小进行测试：如50,150,300byte;

如果LTE-V模块透传上层Non-IP包，不对上层Non-IP作解析，则下面的格式和字段长度可能需要修改。]

非IP的时延测试包格式如表所示。

以太网包头(14字节)	固定序列1 (M字节)	有效长度指示 (2字节)	固定序列2 (N字节)	Signature (20字节)	帧校验序列(4字节)
-------------	-------------	--------------	-------------	------------------	------------

定义2组不同的payload（这里payload含义：表示实际经过空口传输的部分）长度，第一组包括22bytes、32bytes、64bytes三种；第二组包括46bytes、52bytes、84bytes。每组中的三种不同长度的数据包，分别用于外场测试RS信噪比的差、中、好三种测试场景，厂商可任选一组用于测试。

第一组时延测试包的格式如下：

- 对于payload长度22字节的时延测试包，固定序列1填充0，其长度M=24；固定序列2的长度N=0。空口实际传输的部分包括：有效长度指示和signature。
- 对于payload长度32字节的时延测试包，固定序列1填充0，其长度M=14；固定序列2填充某一固定数值，其长度N=10。空口实际传输的部分包括：有效长度指示、固定序列2和signature。
- 对于payload长度64字节的时延测试包，固定序列1的长度M=0；固定序列2填充某一固定数值，其长度N=42。空口实际传输的部分包括：有效长度指示、固定序列2和signature。

第二组时延测试包的格式如下：

- 对于payload长度46字节的时延测试包，固定序列1的长度M=0；固定序列2填充某一固定数值，其长度N=24。空口实际传输的部分包括：有效长度指示、固定序列2和signature。

- 对于payload长度52字节的时延测试包，固定序列1的长度M=0；固定序列2填充某一固定数值，其长度N=30。空口实际传输的部分包括：有效长度指示、固定序列2和signature。
- 对于payload长度84字节的时延测试包，固定序列1的长度M=0；固定序列2填充某一固定数值，其长度N=62。空口实际传输的部分包括：有效长度指示、固定序列2和signature。

## 1.2 网络测试仪与终端之间的传输时延测试

<b>测试编号：</b> 7.2
<b>测试项目：</b> 网络测试仪与终端之间的传输时延测试
<b>测试目的：</b> 测试网络测试仪与终端之间的传输时延。在用户面单向时延的测试中，需要扣除网络测试仪和终端之间的传输时延，因此需要测试相关数据指标
<b>测试条件：</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 终端：1 台</li> <li>2) 网络测试仪（第三方仪表）：≥1 套</li> <li>3) 发送包大小为[X]、[Y]、[Z]Byte，频率为 10Hz（X、Y、Z：待定，代表大中小三种包大小，介于 50-300bytes 间）</li> </ol>
<b>测试步骤：</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 上电终端设备，配置终端设备的时延测试包环回相关功能</li> <li>2. 上电网络测试仪，配置网络测试仪的时延测试相关功能参数(数据包大小、格式、发送间隔等，具体要求见附录)</li> <li>3. 启动网络测试仪发送时延测试数据包功能（网络测试仪向终端发送带有时间戳的时延测试包，终端将收到的时延测试包环回给网络测试仪）</li> <li>4. 当网络测试仪发送时延测试数据包数量大于N（如<math>N=10^4</math>）时，停止测试，记录网络测试仪测得的双向传输时延</li> <li>5. 计算网络测试仪和终端之间的单向传输时延：以网络测试仪和终端之间的双向传输时延的一半作为网络测试仪向终端发送数据包的单向传输时延；以网络测试仪和终端之间的双向传输时延的一半作为终端向网络测试仪发送数据包的单向传输时延</li> </ol>
<b>结果记录：</b> 网络测试仪向终端发送数据包的单向传输时延的最小值、平均值、最大值；终端向网络测试仪发送数据包的单向传输时延的最小值、平均值、最大值。

## 附录 2 路损计算参考公式

下表是路径损耗计算取定的模型：

参数	NLOS（曼哈顿场景）	LOS
路径损耗	采用 winner +信道模型中的 B1 场景曼哈顿布局，天线高度修改为 1.5 米，计算路损时，如果车与车之间的距离小于 3 米，距离按 3 米算。	采用 winner +信道模型中的 B1 场景 LOS 模型，天线高度修改为 1.5 米，计算路损时，如果车与车之间的距离小于 3 米，距离按 3 米算。
适用的测试模型	D2D 信道模型 3	EVA 衰落信道测试 D2D 信道模型 1、D2D 信道模型 2

下表是路径损耗计算具体公式：

场景		路径损耗[dB]	阴影衰落标准差[dB]	应用范围及天线高度默认值
UMi (B1)	LOS	$PL = 22.7 \log_{10}(d) + 27.0 + 20.0 \log_{10}(f_c)$ $PL = 40.0 \log_{10}(d) + 7.56 - 17.3 \log_{10}(h'_{BS}) - 17.3 \log_{10}(h'_{MS}) + 2.7 \log_{10}(f_c)$	$\sigma = 3$  $\sigma = 3$	$10m < d < d'_{BP}$  $d'_{BP} < d < 5km$ $h_{BS} = 1.5m$ $h_{MS} = 1.5m$
UMi (B1)	NLOS	曼哈顿场景： $PL = \min(PL(d_1, d_2), PL(d_2, d_1))$ 其中： $PL(d_k, d_l) = PL_{LOS}(d_k) + 17.3 - 12.5\eta_j + 10\eta_j \log(d_i) + 3 \log_{10}(f_c)$ $\eta_j = \max(2.8 - 0.0024d_k, 1.84)$ $PL_{LOS}$ 即上方 B1 LOS 场景下的路损，k、l 分别取值 1 和 2	$\sigma = 4$	$10m < d_1 < 5km$ $w/2 < d_2 < 2km$ $w = 20m$ $h_{BS} = 1.5m$ $h_{MS} = 1.5m$ 当 $0 < d_2 < w/2$ 对应到 LOS 场景中去计算

表中：



$d'_{BP} = 4h'_{BS}h'_{MS}f_c / c$ ,  $f_c$  为中心频率 6GHz,  $c$  是光速, 以 m/s 为单位。 $h'_{BS}$  与  $h'_{MS}$  为 0.5m。  $d_1$ ,

$d_2$  为到对方车辆所在街道中线的距离, 如下图所示:

