

T/CMAX

中关村智通智能交通产业联盟团体标准

T/CMAX 24001—2022

面向 C-V2X 的智能化交通安全设施技术要求

Technical requirements for C-V2X based intelligent traffic safety facilities

2022 - 07 - 26 发布

2022 - 07 - 27 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 交通安全设施系统及构成	2
5 设施技术要求	4
参考文献	14

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中关村智通智能交通产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：北京千方科技股份有限公司、北京智能车联产业创新中心有限公司、莱茵检测认证服务（中国）服务有限公司、北京百度智行科技有限公司、北京国家新能源汽车技术创新有限公司、北京电子科技职业学院、北京慧拓无限科技有限公司、中关村智通智能交通产业联盟、北京智行者科技股份有限公司。

本文件主要起草人：孙亚夫、甘家华、董萧、林强、党利冈、任贵超、刘梦辉、于鹏、梁长乐、瓮增强、潘世文、程周、王鲲、路宏、潘定海、周玉祥、周欣、王学雷、王尚、张科、陈龙、田滨、吴琼、吴佳琪、张德兆、赵勃。

面向 C-V2X 的智能化交通安全设施技术要求

1 范围

本文件规定了面向C-V2X的智能化交通安全设施的系统要求、功能要求、性能要求等内容。本文件适用于基于C-V2X技术的智能化交通安全设施研发、部署和测试要求。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 5768 道路交通标志和标线
- GB/T 30699 道路交通标志编码
- GB/T 31024.4 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 50688 城市道路交通设施设计规范
- GB 51038 城市道路交通标志和标线设置规范
- GA/T 1567 城市道路交通隔离栏设置指南
- JTG D82 公路交通标志和标线设置规范
- YD/T 3340 基于LTE的车联网无线通信技术 空中接口技术要求
- YD/T 3400 基于LTE的车联网无线通信技术 总体技术要求
- YD/T 3594 基于LTE的车联网通信安全技术要求
- YD/T 3707 基于LTE的车联网无线通信技术 网络层技术要求
- YD/T 3709 基于LTE的车联网无线通信技术 消息层技术要求
- YD/T 3755 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
- T/CSAE 159-2020 基于LTE 的车联网无线通信技术 直连通信系统路侧单元技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

交通安全设施 traffic safety facilities

指为保障行车和行人的安全，充分发挥道路的作用，在道路沿线所设置的人行地道、人行天桥、照明设备、护栏、标柱、标志标线等设施的总称。交通安全设施主要包括交通标志、交通标线、防撞设施、隔离栅、视线诱导设施、防眩设施、桥梁防抛网、里程标、百米标、公路界碑等。

3.2

C-V2X cellular vehicle to everything

以蜂窝通信技术为基础的V2X车联网。

3.3

LTE-V2X long term evolution vehicle to everything

以长期演进通信技术为基础的V2X车联网。

3.4

NR-V2X new radio vehicle to everything

以5G新空口通信技术为基础的V2X车联网。

3.5

中、低级别智能汽车 medium and low level smart car

具备辅助驾驶、部分自动驾驶、有条件自动驾驶功能的智能汽车。只能完成设定工况下的加速、减速、跟车、变换车道等操作，驾驶员根据驾驶系统请求需要进行干预。

3.6

高级别智能汽车 high level smart car

具备高度或完全自动驾驶功能的智能汽车。驾驶系统能够完成在各种不同道路环境下的自动驾驶。特定环境向驾驶员提出请求，驾驶员可以不予响应，驾驶系统仍能实现安全操作。

3.7

路侧单元 road side unit, RSU

部署在路侧，可实现V2X通信，支持V2X应用的硬件单元。

3.8

车载单元 on board unit, OBU

安装在车辆上，可与周边RSU、OBU实现V2X通信，支持V2X应用的硬件单元。

3.9

云控平台 cloud management platform

部署在云端，可实现交通安全设施管理，业务数据采集、分析、处理、分发等功能的数字化管理平台。

3.10

SPAT signal phase and timing message

路侧单元发布的信号灯消息。

3.11

RSM road side message

路侧单元发布的交通参与者消息。

3.12

BSM basic safety message

车载单元发布的基本安全消息。

3.13

MAP map

路侧单元发布的地图消息。

3.14

RSI road side information

路侧单元发布的交通事件消息或者交通标牌消息。

3.15

SPDU secured protocol data unit

安全协议数据单元。

3.16

DSM dedicated short message

专用短消息。

4 交通安全设施系统及构成

4.1 面向 C-V2X 的智能化交通安全设施系统包括交通安全设施（主体网联化交通安全设施、非主体网联化交通安全设施）、网侧路侧设施、网联交通参与者和云控平台，如图 1 所示。

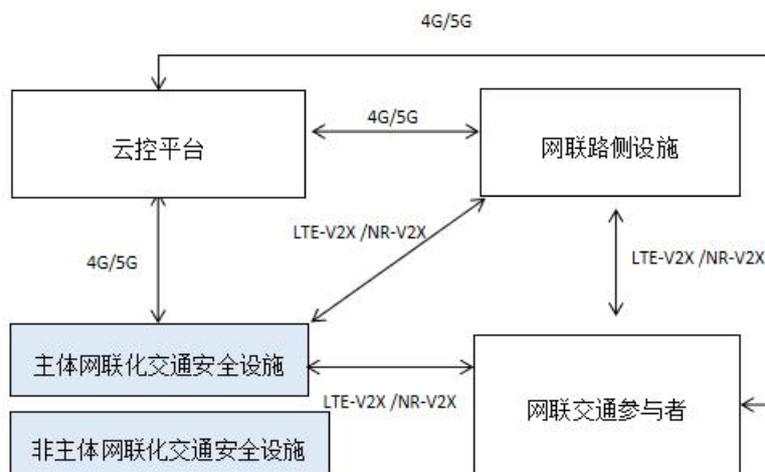


图1 面向C-V2X的智能化交通安全设施的系统示意图

- 4.2 主体网联化交通安全设施指具备电子化改造条件的能实现C-V2X网联化功能的交通安全设施，现有典型设施如交通标牌、交通分隔栏、防撞护栏、锥桶、警示桩等。
- 4.3 非主体网联化交通安全设施指不具备电子化改造条件的可通过其它途径实现C-V2X网联化的交通安全设施，现有典型设施如道路交通标线。
- 4.4 网联路侧设施指具备C-V2X通信功能的路侧单元RSU、边缘计算单元等设施。
- 4.5 网联交通参与者主要指具备C-V2X通信功能的机动车（含中、低级别智能汽车，高级别智能汽车）、非机动车、行人，通常通过加装OBU来实现网联功能。
- 4.6 云控平台如其术语定义，是指具有设施管理、数据汇集、数据分析、数据分发等功能，部署在云端的平台。
- 4.7 主体网联化交通安全设施进行智能化改造后主要应由通信模块、定位模块、安全模块、供电模块、计算模块、存储模块和接口模块等物理构成，如图2所示。

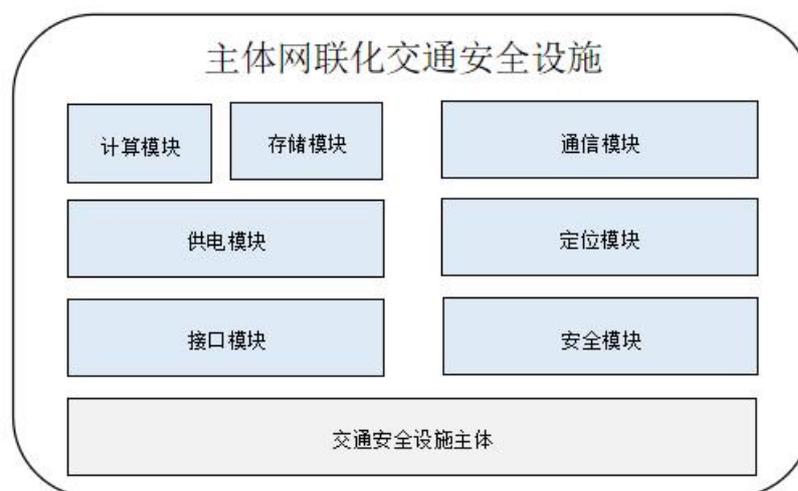


图2 主体网联化交通安全设施的物理构成

4.8 主体网联化交通安全设施中：通信模块用来实现和其它网联化单元之间的 C-V2X 通信；定位模块用来实现设施自身位置信息的获取；安全模块用来实现设施与网联交通参与者、网联路侧设施以及云控平台之间的安全通信。

4.9 主体网联化交通安全设施中：计算模块用来实现数据处理和必要的功能控制；存储模块用来记录关键业务数据和关键日志信息；供电模块用来实现设施供电，有条件的设施宜实现移动供电功能；接口模块应能支撑设施实现功能调试、数据交互、数据导出和软件升级。

4.10 网联化交通安全设施中结合安全模块应能实现 V2X 应用安全，其参考子系统架构如图 3 所示。

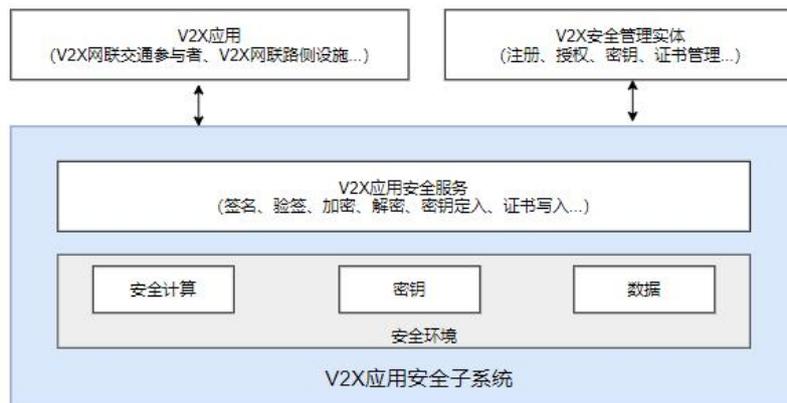


图 3 网联化交通安全设施 V2X 应用安全参考子系统

- 4.11 V2X 应用安全子系统位于网联化交通安全设施系统中负责为 V2X 应用提供通信安全的功能实体。
- 4.12 V2X 应用位于网联交通参与者、网联路侧设施、V2X 安全管理实体等系统中需要 V2X 应用通信安全的功能实体。
- 4.13 V2X 安全管理实体负责对 V2X 应用安全子系统进行安全配置和安全数据供应的功能实体，例如，注册、授权、密钥供应和证书颁发等功能实体。
- 4.14 V2X 应用安全服务位于 V2X 应用安全子系统中，与 V2X 应用进行交互以完成消息签名、验证、加密、解密等操作，与 V2X 安全管理实体进行交互完成密钥写入，证书申请与写入等操作。
- 4.15 安全环境存储重要的安全数据，例如 CA 证书、公私钥和加/解密密钥等，为安全服务实体提供重要的安全计算服务，如数字签名、数据加密和解密等。

5 设施技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 交通安全设施系统建设应按照智慧、安全、高效、环保的原则，同时符合 GB 5768、GB 50688、GB 51038、JTG D82 等标准的规定。
- 5.1.2 同一行政区域或同一路段的智能交通安全设施应按照统一规则进行管理。
- 5.1.3 具备电子化改造条件的交通安全设施，现有典型设施如动态交通标牌、交通分隔栏、防撞护栏、锥桶、警示桩等应遵循主体网联化交通安全设施物理构成要求实现智能化。
- 5.1.4 不具备电子化改造条件的交通安全设施，现有典型设施如交通标线、静态标牌应通过数字化地图，结合云控平台，路侧单元 RSU 等系统化方案实现网联化功能。
- 5.1.5 交通信号控制设施应通过集成 C-V2X 通信装置如跟路侧单元 RSU 进行级联，实现主体网联化功能。

- 5.1.6 交通监控设施应通过集成 C-V2X 通信装置如跟路侧单元 RSU 进行级联实现主体网联化功能。
- 5.1.7 C-V2X 通信系统应满足 LTE-V2X/5G NR-V2X、4G/5G 通信功能，工作频段应符合国家无线电管理机构的相关规定，如 LTE-V2X 工作频段应满足直连通信 5905-5925MHz 频段管理规定。
- 5.1.8 C-V2X 通信系统应满足《YD/T 3340-2018 基于 LTE 的车联网无线通信技术 空中接口技术要求》、《YD/T 3707-2020 基于 LTE 的车联网无线通信技术 网络层技术要求》和《YD/T 3709-2020 基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层技术要求》。
- 5.1.9 定位系统应支持北斗、GPS 定位模式。
- 5.1.10 安全系统应满足《YD/T 3594-2019 基于 LTE 的车联网通信安全技术要求》、《基于 LTE 的车联网无线通信技术 安全证书管理系统技术要求》。

5.2 功能要求

- 5.2.1 智能化动态交通标牌设施应具备交通标识信息广播，动态消息变更等能力，支持通过 RSI 消息广播交通标识标牌信息。
- 5.2.2 智能化分隔栏、防撞护栏等应具备厘米级定位能力，位置信息广播能力，具备条件的可支持碰撞预警功能。
- 5.2.3 智能化锥桶、警示桩等应具备车道级定位能力，位置信息广播能力，碰撞预警能力，支持通过 RSM/BSM 等消息的方式广播设施信息。
- 5.2.4 不具备电子化改造的交通安全设施，通过 5.1.4，实现交通标线、标牌的数字化广播能力，支持通过 MAP 消息广播交通标线等道路地图信息，支持通过 RSI 消息广播标牌信息。
- 5.2.5 智能化交通信号控制设施应具备信号灯信息广播能力，支持通过 SPAT 消息广播动态信号灯信息。
- 5.2.6 智能化监控设施应具备交通参与者、交通事件信息广播能力，支持通过 RSM 消息广播交通参与者信息、支持通过 RSI 消息广播交通事件信息。
- 5.2.7 智能化交通安全设施应具备设备信息、状态信息、告警信息和业务信息上报云控平台功能，同时可以接收云控平台下发的消息，实现设备管理、信息发布、软件升级等功能。
- 5.2.8 具有移动属性的智能交通安全设施应具备低功耗休眠功能，有条件的设施应支持通过主流接口如 USB 进行充电或电池更换，宜支持 10/100/1000M Base-T 以太网 RJ45 接口。
- 5.2.9 交通安全设施集成或级联的路侧单元 RSU 应符合《GB / T 31024.4-2019 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》、《YD/T 3755-2020 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》。
- 5.2.10 智能化交通安全设施所广播的 MAP 消息，最小消息发送应满足表 1 中的规定，数据单元和字段参考 T/CSAE 159-2020 标准。

表1 MAP 数据单元/字段的必选/可选要求

数据单元/字段	必选/可选	备注
Msg_MAP		
msgCnt	必选	消息编号
timeStamp	可选	消息时间戳
Nodes	必选	地图节点个数
DF_Node		

Name	可选	地图节点名称
Id	必选	地图节点 ID
Region	条件必选	节点区域编号，对于非测试场景必选
Id	必选	节点路口 ID
refPos	必选	
Lat	必选	节点参考经度
Lon	必选	节点参考纬度
Elevation	可选	节点参考坐标，高度值为可选
inLinks	可选	连接信息，可仅定义地图节点，没有路段及其他数据
DF_Link		
Name	可选	连接关系名称
upstreamNodeId	必选	上游节点
Region	条件必选	上游节点区域 ID，对于非测试场景必选
Id	必选	上游节点路口 ID
speedLimits	条件必选	限速，当本路段下的车道缺失限速信息时，此项为必选，以作为缺省值使用
linkWidth	必选	连接道路宽度
Points	条件必选	节点的道路取点，当车道级数据不含中心线点列信息时，此项为必选；或遵照 6.2 节 k) 和 m)
Movements	可选	连接运动信息
remoteIntersection	必选	下游路口节点
phaseId	条件必选	相位 ID，对于被控转向的信号控制路口为必选
Lanes	必选	车道信息
DF_RegulatorySpeedLimit		
Type	必选	车道限速类型
Speed	必选	车道限速大小
DF_RoadPoint		
posOffset	必选	道路位置点偏移信息
offsetLL	必选	道路位置点水平偏移

offsetV	可选	道路位置点高程偏移
DF_Lane		
laneID	必选	车道 ID
laneWidth	条件必选	车道宽度，如需支持车道级的 V2X 应用服务，则为必选
laneAttributes	可选	车道属性
shareWith	可选	车道宽度
laneType	必选	车道类型
Maneuvers	可选	车道转向类型
connectsTo	条件必选	车道的连接关系，如该车道连接到其它路段，则为必选
speedLimits	条件必选	车道级的限速，如有分车道的限速要求，则为必选
Points	条件必选	车道中心线位置点，如需支持车道级的 V2X 应用服务，则为必选，或遵照 6.2 节 m)
DF_Connection		
remoteIntersection	必选	下游路口节点
connectingLane	可选	下游连接车道信息
Lane	必选	下游连接车道 ID
Maneuver	条件必选	下游连接车道转向类型，如该车道连接到其它路段，则为必选
phaseId	条件必选	车道对应的相位，如是信号控制路口的被控转向，则为必选

5.2.11 智能化交通安全设施所广播的 SPAT 消息，最小消息发送应满足表 2 中的规定，数据单元和字段参考 T/CSAE 159-2020 标准。

表2 SPAT 数据单元/字段的必选/可选要求

数据单元/字段	必选/可选	备注
Msg_SPAT		
msgCnt	必选	消息编号
Moy	可选	消息时间戳
timestamp	可选	消息时间戳
Name	可选	消息描述

intersections	必选	路口信息
DF_IntersectionState		
intersectionId	必选	路口 ID
region	条件必选	路口区域 ID, 对于非测试场景必选
Id	必选	路口节点 ID
Status	必选	信号灯信息源设备状态
Moy	条件必选	消息时间戳, 如相位状态配时用倒计时方式表示, 则为必选
timeStamp	条件必选	消息时间戳, 如相位状态配时用倒计时方式表示, 则为必选
timeConfidence	条件必选	消息时间置信度, 如前述两个字段有数值, 则为必选
Phases	必选	信号相位信息
DF_Phase		
Id	必选	相位 ID
phaseStates	必选	信号灯状态信息
DF_PhaseState		
Light	必选	信号灯灯态值
Timing	条件必选	信号灯时间信息, 如可以获得配时信息, 则为必选
DF_UTCTiming		
startUTCTime	必选	信号灯起始时间
minEndUTCTime	可选	信号灯结束时间
maxEndUTCTime	可选	信号灯最大结束时间
likelyEndUTCTime	必选	信号灯倒计时
timeConfidence	可选	信号灯信息可信度
nextStartUTCTime	条件必选	下一周期起始时间, 如可以获得相位完整配时信息, 则为必选
nextEndUTCTime	条件必选	周期时长, 如可以获得相位完整配时信息, 则为必选
DF_TimeCountingDown		
startTime	必选	信号灯起始时间

minEndTime	可选	信号灯结束时间
maxEndTime	可选	信号灯最大结束时间
likelyEndTime	必选	信号灯倒计时
timeConfidence	可选	信号灯信息可信度
nextStartTime	条件必选	下一周期起始时间，如可以获得相位完整配时信息，则为必选
nextDuration	条件必选	周期时长，如可以获得相位完整配时信息，则为必选

5.2.12 智能化交通安全设施所广播的 RSM 消息，最小消息发送应满足表 3 中的规定，数据单元和字段参考 T/CSAE 159-2020 标准。

表3 RSM 数据单元/字段的必选/可选要求

数据单元/字段	必选/可选
Msg_RSM	
msgCount	消息编号，必选
Id	发送设备 ID，必选
refPos	目标参考位置，必选
Lat	经度，必选
Lon	纬度，必选
Elevation	高程，可选
Participants	目标集，必选
ptcType	目标类型，必选
ptcId	目标 ID，必选
Source	目标源，必选
secMark	时间戳，必选
Pos	目标位置，必选
offsetLL	目标位置水平偏移信息，必选
offsetV	目标位置高程偏移信息，可选
posConfidence	目标位置可信度，必选
Elevation	目标高程信息，可选

Transmission	目标档位信息，可选
Speed	速度，必选
heading	航向角，必选
Width	目标宽度，必选
Length	目标长度，必选
Height	目标高度，可选

5.2.13 智能化交通安全设施所广播的RSI消息，最小消息发送应满足表4中的规定，数据单元和字段参考T/CSAE 159-2020标准。

表4 RSI 数据单元/字段的必选/可选要求

数据单元/字段	必选/可选	备注
Msg_RSI		
msgCnt	必选	消息编号
Id	必选	发送设备的ID
Moy	可选	消息发送时间戳
refPos	必选	
Lat	必选	经度
Long	必选	纬度
elevation	可选	高程
Rtes	条件必选	事件信息，如没有rtss数据，则必选
Rtss	条件必选	标牌信息，如没有rtes数据，则必选
DF_RTEData		
Rteid	必选	事件ID
eventType	必选	事件类型
eventSource	必选	事件源
eventPos	条件必选	事件发送位置，当已知该事件的位置和半径信息时必选
eventRadius	条件必选	事件影响半径，当已知该事件的位置和半径信息时必选
description	可选	事件描述
timeDetails	可选	事件发送事件信息

Priority	可选	事件推送优先级
referencePaths	条件必选	事件影响路径，当已知事件的 referencePaths 时必选
referenceLinks	条件必选	事件影响连接，当已知事件的 referenceLinks 时必选
eventConfidence	可选	事件可信度
DF_RTSDData		
Rtsid	必选	标牌 ID
signType	必选	标牌类型
signPos	可选	标牌位置
description	必选	标牌描述信息
timeDetails	可选	标牌发送事件信息
Priority	可选	标牌发送优先级
referencePaths	条件必选	标牌影响路径；ReferencePaths 与 ReferenceLinks 需填充至少一个。当 ReferencePaths 与 ReferenceLinks 同时出现时，代表对应的事件为二者所指示地域的交集。
referenceLinks	条件必选	标牌影响连接；ReferencePaths 与 ReferenceLinks 需填充至少一个。当 ReferencePaths 与 ReferenceLinks 同时出现时，代表对应的事件为二者所指示地域的交集。
ReferencePath		
activePath	必选	影响路径的具体信息
pathRadius	必选	影响路径车道宽度
ReferenceLink		
upstreamNodeId	必选	上游节点信息
downstreamNodeId	必选	下游节点信息
referenceLanes	可选	连接道路信息

5.3 性能要求

5.3.1 通信距离要求：无遮挡通信条件下智能化交通安全设施的直连通信距离应大于等于 300 米。

5.3.2 通信时延要求：智能化交通安全设施与其它网联交通参与者之间直连通信最大空口通信时延不超过 100 ms，与云控平台之间的通信最大端到端时延不超过 1000 ms，特殊用例如预碰撞感知，最大空

口通信时延宜不超过 20 ms。

5.3.3 通信移动速度要求：智能化交通安全设施支持给最高相对速度为 500 km/h 的移动目标发送消息，以及最高绝对速度为 250 km/h 的移动目标发送消息。

5.3.4 通信覆盖要求：智能化交通安全设施在有运营商网络和无运营商网络覆盖的情况下均须支持直连通信。

5.3.5 通信周期性要求：交通安全设施应能够支持 10 Hz 的消息发送频率。

5.3.6 设施射频性能要求：具备直连通信能力的设施，发射端指标应满足 YD/T 3755-2020 第 9.2 章节要求，接收端指标应满足 YD/T 3755-2020 第 9.3 章节要求。

5.3.7 定位精度要求：静态交通安全设施通过高精地图进行数字化表达应满足高精地图精度要求，具备移动部署能力的智能化分隔栏、防撞护栏定位精度应为厘米级，锥桶、防撞桶等交通安全设施的定位精度应为车道级。

5.3.8 定位模块定位重新捕获时间小于 5 秒。

5.3.9 定位模块灵敏度应符合如下要求：捕获灵敏度不低于-140dBm，跟踪灵敏度不低于-145dBm。

5.3.10 定位模块的首次定位时间应满足如下要求：冷启动首次定位时间小于 60 秒，热启动首次定位时间小于 5 秒。

5.4 测试要求

5.4.1 智能化交通安全设施系统中的，通信链路 LTE-V2X 上的消息交互应测试参考《基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层协议一致性测试》，具体的：

- a) 设施发送的 BSM 消息需符合测试标准 5.1 章节的要求，
- b) 设施发送的 MAP 消息须符合测试标准的 6.1 章节的要求，
- c) 设施发送的 SPAT 消息须符合测试标准的 7.1 章节的要求，
- d) 设施发送的 RSI 消息须符合测试标准的 8.1 章节的要求，
- e) 设施发送的 RSM 消息须符合测试标准的 9.1 章节的要求。

5.4.2 智能化交通安全设施系统中的，通信链路 LTE-V2X 的空口网络层测试参考《基于 LTE 的车联网无线通信技术 网络层协议一致性测试》，具体的：

- a) 设施发送的 DSM 消息需符合测试标准 5.1 章节的要求，
- b) 设施发送的 DSM 消息长度需符合测试标准 7.1 章节的要求，
- c) 设施接收 DSM 消息须符合高层应用注册即测试标准 6.1 章节的要求。

5.4.3 智能化交通安全设施系统中的，通信链路 LTE-V2X 上的安全通信测试参考《基于 LTE 的车联网无线通信技术 通信安全协议一致性测试》，具体的：

- a) 设施发送消息应符合签发 SPDU 测试条款要求即标准的 5.1 章节，
- b) 设施接收消息应符合验签 SPDU 测试条款要求即标准的 5.2 章节，
- c) 安全消息的版本号、待签数据产生的时间、待签数据杂凑算法、待签数据应用信息、安全消息签名信息应满足标准 5.3 章节要求。

5.4.4 智能化交通安全设施通信性能测试如距离要求测试、时延要求测试、移动速度要求测试、通信覆盖要求测试、通行周期性测试测试条件应符合水平能见度大于 300 米，测试过程中无雨雾天气，风速不大于 3m/s，环境湿度在-20℃到+40℃之间，相对湿度小于 95%。

5.4.5 智能化交通安全设施定位模块定位精度测试要求可参考交通部部标《JT/T 794-2011 道路运输车辆卫星定位系统 车载终端技术要求》中的定位精度的测试方法。

5.4.6 智能化交通安全设施定位模块冷启动首次定位时间测试方法如下：

- a) 清除待测模块内暂存的短效星历与最后一次定位的经纬度，并关闭待测模块；
- b) 确定 1 组卫星模拟器星历样本；
- c) 载入星历样本，将卫星定位模拟器输出功率调节到-130dBm；
- d) 将待测模块冷启动，开始计时，直到模块实现正确定位，记录计时时间；
- e) 宜重复上述步骤不少于 5 次，取步骤 d) 中记录时间的平均值作为测试结果。其中步骤 b) 中选择星历样本时，应保证与前一次的星历场景时间间隔超过 4h。

5.4.7 智能化交通安全设施定位模块热启动首次定位时间测试方法如下：

- a) 清除待测模块内暂存的短效星历与最后一次定位的经纬度；
- b) 确定不少于 2 组卫星模拟器星历样本，保证星历场景时间间隔超过 2h；
- c) 载入第 1 组星历样本，将卫星定位模拟器输出功率调节到-130dBm；
- d) 启动待测模块，开始计时，直到待测模块正确定位；
- e) 关闭待测模块；
- f) 载入另外一组卫星模拟器星历样本，将卫星定位模拟器输出功率调节到-130dBm；
- g) 使待测模块热启动，开始计时，直到模块正确定位，记录计时时间；
- h) 宜重复步骤 e)~g) 不少于 5 次，取步骤 h) 中得出时间的平均值作为测试结果。

5.4.8 智能化交通安全设施定位模块重新捕获时间测试方法如下：

- a) 清除待测模块内暂存的短效星历与最后一次定位的经纬度；
- b) 确定不少于 2 组卫星模拟器星历样本，保证星历场景时间间隔超过 2h；
- c) 载入第 1 组星历样本，将卫星定位模拟器输出功率调节到-130dBm；
- d) 启动待测模块，开始计时，直到待测模块正确定位，保持定位状态 60s；
- e) 关闭信号输出 20s；
- f) 载入另外一组卫星模拟器星历样本，开启卫星信号输出，将卫星定位模拟器输出功率调节到-130dBm；
- g) 使待测模块热启动，开始计时，记录从启动到正确定位时所花费的时间；
- h) 宜重复 e)~g) 步骤不少于 5 次，取步骤 g) 中得出时间的平均值作为测试结果。

5.4.9 智能化交通安全设施定位模块捕获灵敏度测试法如下：

- a) 将卫星定位模拟器载入固定星历样本，调节输出功率到-165dBm；
- b) 将待测模块开机；
- c) 以 1dBm 间隔上调卫星定位模拟器输出功率，并在之后每间隔 20s 再次上调，直到定位成功；
- d) 待测模块定位成功后等待 60s；
- e) 记录待测模块定位成功时的模拟器输出功率值。

5.4.10 智能化交通安全设施定位模块跟踪灵敏度测试方法如下：

- a) 将卫星定位模拟器载入固定星历样本，调节输出功率到-130dBm；
- b) 将待测模块开机；
- c) 待测模块定位成功后等待 60s；
- d) 以 1dBm 间隔下调输出功率，并在之后每间隔 20s 再次下调，直到失去定位信息；
- e) 记录待模块丢失定位时的模拟器输出功率值。

参 考 文 献

- [1] T/CTS XXXX C-V2X 车联网路侧设施设置指南
- [2] T/CTS 1-2020 车联网路侧设施设置指南
- [3] GB 5768 道路交通标志和标线
- [4] GB/T 30699 道路交通标志编码
- [5] GB/T 31024.4 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
- [6] GB 50688 城市道路交通设施设计规范
- [7] GB 51038 城市道路交通标志和标线设置规范
- [8] GA/T 1567 城市道路交通隔离栏设置指南
- [9] JTG D82 公路交通标志和标线设置规范
- [10] 3GPP TS 22.185 V4.3.0
- [11] 基于LTE的车联网无线通信技术 安全证书管理系统技术要求
- [12] YD/T 3340 基于LTE的车联网无线通信技术 空中接口技术要求
- [13] YD/T 3400 基于LTE的车联网无线通信技术 总体技术要求
- [15] YD/T 3594 基于LTE的车联网通信安全技术要求
- [16] YD/T 3707 基于LTE的车联网无线通信技术 网络层技术要求
- [17] YD/T 3709 基于LTE的车联网无线通信技术 消息层技术要求
- [18] YD/T 3755 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
- [19] T/CSAE 159-2020 基于LTE 的车联网无线通信技术 直连通信系统路侧单元技术要求