

ICS 32.020

T40

团体标准

T/CSAEXX—20XX

基于 5G 的智能网联汽车车载应用场景 网络质量评价指标及测试方法

Network quality evaluation metrics and testing methods of 5G-based intelligent
and connected vehicle application scenarios

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

中国汽车工程学会 发布

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

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 缩略语	2
5 基于 5G 的信息交互系统	2
5.1 基于 5G 的信息交互系统概述	2
5.2 智能网联汽车	3
5.3 云控基础平台	3
5.4 其他车联网平台	3
5.5 5G 网络	4
5.5 接口要求	4
6 基于 5G 的应用场景	4
6.1 网联协同智能驾驶应用场景	4
6.2 数据采集与服务应用场景	8
6.3 智能座舱应用场景	10
7 网络质量指标测试方法	12
7.1 网联协同智能驾驶功能测试方法	12
7.2 数据采集与服务功能测试方法	16
7.3 智能座舱功能测试方法	17
附录 A（资料性） 车载功能场景 5G 通信网络要求	23
附录 B（资料性） 网络时延影响因素与优化方案	24
参 考 文 献	29

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国智能网联汽车产业创新联盟提出。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

基于 5G 的智能网联汽车车载应用场景网络质量 评价指标及测试方法

1 范围

本文件规定了基于 5G 的信息交互系统、基于 5G 的应用场景、网络质量评价指标及测试方法。

本文件适用于 M 类、N 类汽车基于 5G 的车载应用场景的产品研发与网络质量评价。

注：本文件所述网络质量评价指标包括网络关键性能指标与用户体验关键质量指标。

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/T 43187-2023 车载无线通信终端

YD/T xxxx-2025 支持高级别自动驾驶的 5G 网络性能需求

T/CCSA 339-2021 车联网网络安全防护定级备案实施指南

T/CCSA 441-2023 车联网服务平台网络安全防护要求

T/CSAE 295.1-2023 车路云一体化系统 第 1 部分：系统组成及基础平台架构

T/CSAE 295.2-2023 车路云一体化系统 第 2 部分：车云数据交互规范

T/CSAE 295.5-2023 车路云一体化系统 第 5 部分：平台服务场景规范

T/CSAE 295.7-20xx 车路云一体化系统 第 7 部分：信息安全要求和试验方法

T/CSAE 295.8-20xx 车路云一体化系统 第 8 部分：测试规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

云控基础平台 cloud control basic platform

以车辆、道路、环境等实时动态数据为核心，为网联汽车、政府职能部门和产业链其他用户提供标准化共性基础服务，形成逻辑协同、物理分散的云计算中心。根据时空范围和实时性要求的不同，可以由边缘云、区域云与中心云三级云组成。

[来源：T/CSAE 295.1-2023，3.2]

3.2

数据传输速率 data transfer rate

单位时间内成功传输的数据数量。

3.3

端到端传输时延 end-to-end transmission latency

将给定信息从源端成功传输到目的端所需的时间。该时延在通信接口上测量，从源端发送信息开

始，在目的端成功接收该信息为止。

[来源：YD/T XXX，3.4，有修改]

3.4

传输可靠性 transmission reliability

在服务所需时间限制内，网络层成功传输数据包数量除以网络层传输的数据包总数所得的百分比。

3.5

上行 upstream

车端到云端的数据传输方向。

[来源：T/CSAE 295.1-2023，3.1]

3.6

下行 downstream

云端到车端的数据传输方向。

[来源：T/CSAE 295.1-2023，3.2]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CDF: 累积分布函数 (Cumulative Distribution Function)

CDN: 内容分发网络 (Content Delivery Network)

EDR: 汽车事件数据记录系统 (Vehicle Event Data Recorder System)

DSSAD: 自动驾驶数据记录系统 (Data Storage System For Automated Driving)

DNS: 域名系统 (Domain Name System)

FTP: 文件传输协议 (File Transfer Protocol)

KPI: 关键性能指标 (Key Performance Indicator)

KQI: 关键质量指标 (Key Quality Indicator)

RSRP: 信号参考接收功率 (Reference Signal Receiving Power)

SA: 独立组网 (Stand-Alone)

SINR: 信号干扰噪声比 (Signal to Interference plus Noise Ratio)

TCP: 传输控制协议 (Transmission Control Protocol)

5G: 第五代移动通信技术 (5th Generation Mobile Networks)

5 基于 5G 的信息交互系统

5.1 基于 5G 的信息交互系统概述

基于 5G 的信息交互系统由智能网联汽车、云平台及 5G 网络组成，系统总体架构如图 1 所示。智能网联汽车与云平台之间通过 5G 网络进行信息的交互，以获取大带宽、低时延、高可靠的通信服务。

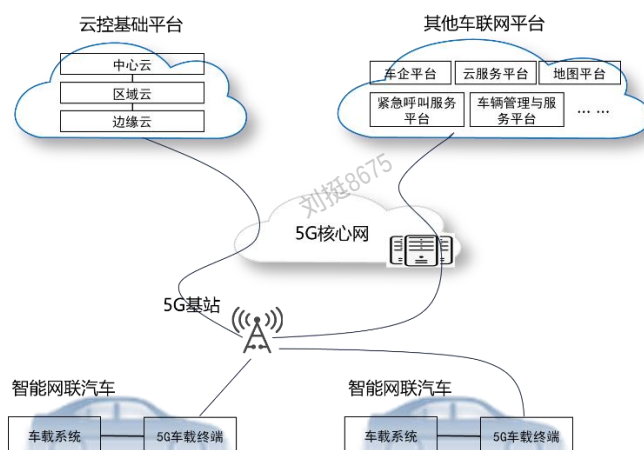


图 1 基于 5G 的信息交互系统总体架构示意图

5.2 智能网联汽车

智能网联汽车主要由 5G 车载终端、车载系统等组成。

——5G 车载终端：应具备为车辆提供对外通信的能力，可基于 5G 通信技术与云控基础平台、其他车联网平台连接，进而与平台进行信息交互；应具备对内通过汽车总线与车载系统通信的能力。

——车载系统：包括智能驾驶系统、座舱系统、线控底盘系统等。其中智能驾驶系统应具备向 5G 车载终端发送业务需求数据，接收 5G 车载终端的计算结果，将传感器探测信息、高精地图信息进行加工处理并形成运动轨迹及执行输出的能力。座舱系统具备与 5G 车载终端交互以获取服务数据，并面向驾驶员进行信息呈现与多模态人机交互的能力。线控底盘系统具备向 5G 车载终端发送底盘配置信息，接收 5G 车载终端、智能驾驶系统或驾驶员的控制指令，完成车辆驱动、制动、转向等执行动作的能力。

5.3 云控基础平台

云控基础平台应具备汇聚车辆和道路交通动态信息，融合地图、交管、气象和定位等平台的相关数据，进行综合处理的能力，应具备根据业务需求输出决策建议、控制指令给车载终端的能力。云控基础平台架构及功能应符合 T/CSAE 295.1-2023，应通过 T/CSAE 295.8 规定的测试要求。

5.4 其他车联网平台

其他车联网平台包括但不限于：

——车企平台；

——云服务平台：包括提供实时音视频内容分发、实时音视频互动、游戏等在线服务的平台，以及提供数据训练、远程诊断、软件升级服务的平台；

——地图平台：包括导航地图平台、高精度地图平台；

——紧急呼叫服务平台；

——车辆管理与服务平台：例如 OEM 平台、公交车管理服务平台、“两客一危”车辆管理平台、施工车辆管理平台等；

——其他平台。

5.5 5G 网络

5G 网络应采用 SA 技术架构，宜结合边缘计算、网络切片、大上行等 5G 特有技术，满足智能网联汽车车载应用对高可靠、低时延、大带宽等业务保障需求。

5.5 接口要求

A1-A3 接口为上述各系统之间应用层信息交互接口，如图 2 所示，其中：

——A1 接口为 5G 车载终端与云控基础平台的数据交互接口，数据交互协议应符合 T/CSAE 295.2 规定，协议结构以 TCP 传输控制协议作为底层通信承载协议；

——A2 接口为 5G 车载终端与其他车联网平台的数据交互接口，应结合各平台的业务属性适配通信协议与数据格式；

——A3 接口为云控基础平台与相关支撑平台的数据交互接口，应结合各平台已有通信机制，进行协议对接。

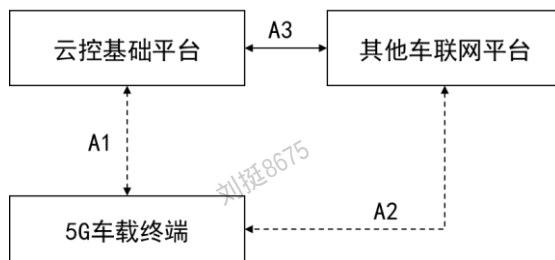


图 2 基于 5G 的信息交互系统逻辑接口

注：虚线连接线指代 5G 网络，实线连接线指代有线网络。

6 基于 5G 的应用场景

6.1 网联协同智能驾驶应用场景

6.1.1 网联协同智能驾驶应用场景定义及业务传输模型

网联协同智能驾驶类场景包括协同提醒预警、协同辅助驾驶、协同自动驾驶。

针对协同提醒预警应用场景，5G 车载终端应接收云控基础平台或云平台下发的服务和建议信息，由座舱系统通过提醒、预警方式在人机交互界面显示。协同提醒预警功能场景举例见表 1。

针对协同辅助驾驶与协同自动驾驶应用场景，5G 车载终端应接收云控基础平台或云平台下发的服务和控制指令，由智能驾驶系统融合车载传感器、高精地图等信息进行加工处理，并形成运动轨迹及执行输出，控制车辆完成相应操作。协同辅助驾驶功能场景举例见表 2，协同自动驾驶功能场景举例见表 3。

表 1 协同提醒预警应用场景定义

序号	应用场景	应用场景定义
1	前向碰撞预警	车辆实时上报运行状态信息，收到云控基础平台下发的同车道前车存在碰撞风险的预警信息，并提示驾驶员。

表 1 协同提醒预警应用场景定义（续）

序号	应用场景	应用场景定义
2	异常车辆提醒	车辆实时上报运行状态信息，收到云控基础平台下发的异常低速、静止车辆、逆行车辆、超速车辆、前车开门等信息或车辆突然刹车的他车状态信息，并提示驾驶员。
3	弱势交通参与者碰撞预警	车辆实时上报运行状态信息，收到云控基础平台发送的特定范围内存在潜在碰撞风险的弱势交通参与者或碰撞预警信息，并提示驾驶员。
4	交叉口碰撞预警	车辆实时上报运行状态信息；在行驶至路口一定范围内，收到云控基础平台下发的存在碰撞风险的侧向行驶车辆信息或碰撞预警信息，并提示驾驶员。
5	盲区预警/变道预警	车辆实时上报运行状态信息；当准备实施变道操作时，收到云控基础平台下发的相邻车道存在同向行驶远车处于或即将进入车辆盲区的他车信息，并提示驾驶员。
6	红绿灯信息提醒/闯红灯预警	车辆实时上报运行状态信息；在行驶至路口一定范围内，云控基础平台下发信号灯状态信息，使车辆能及时感知信号灯的实时变化并提示驾驶员。
7	绿波车速引导	车辆实时上报运行状态信息；在行驶至路口一定范围内，收到由云控基础平台结合灯态信息和排队消散预测计算得出的可通过路口的车速区间，并提示驾驶员。
8	特种车辆及重型车辆提醒	车辆实时上报运行状态信息；收到云控基础平台下发的特定范围内存在特种车辆（如救护车、警车、消防车、工程抢险车等）及重型车辆（公交车、货车等）的信息，并提示驾驶员让行或调整形式策略。
9	交通事件提醒	车辆实时上报运行状态信息；当车辆行驶前方有影响车辆正常行驶的异常路面状况（占路施工、路面遗撒、桥下积水）或异常天气（如雨、雪、雾等）存在发生事故风险时，收到云控基础平台发送的交通事件提醒信息，并提示驾驶员。
10	行驶车道车速建议	车辆实时上报运行状态信息；收到云控基础平台根据车辆位置及路侧感知事件、路侧感知对象等动态信息综合计算得出的车道车速规划建议指令，并提示驾驶员。
11	交通拥堵提醒	车端实时上报运行状态信息；行驶至途径拥堵路端，收到云控基础平台发送的实时道路拥堵信息，并提示驾驶员。
12	动态车道级限速	车端实时上报运行状态信息，收到云控基础平台发送的动态限速信息，并提示驾驶员。
注：交叉口碰撞预警功能中，路口包括普通道路及公路的交叉路口、环道出入口、高速路出入口等。		

表 2 协同辅助驾驶功能场景

序号	应用场景	应用场景定义
1	协同自动紧急制动	车辆具备自动紧急制动功能并实时上报运行状态信息；通过接收云控基础平台下发的交通参与者或碰撞预警信息，评估碰撞危险程度，在必要时采取自主制动或转向等措施避免或缓解碰撞。
2	协同自适应巡航控制	车辆具备自适应巡航控制功能并实时上报运行状态信息；通过接收云控基础平台下发的交通参与者、障碍物、交通事件、动态限速、信号灯状态信息及车速建议信息，实现车速均匀变化和平稳安全行驶。
3	协同交叉路口通行	车辆具备 L2 级以上辅助驾驶功能并实时上报运行状态信息；通过接收云控基础平台下发的交通参与者、障碍物、交通事件、信号灯相位信息及行驶建议信息，实现无保护/有保护路口通行。
4	协同领航驾驶辅助	车辆具备领航驾驶辅助功能并实时上报运行状态信息；通过接收云控基础平台下发的交通参与者、障碍物、交通事件、动态限速、信号灯相位信息及行驶建议信息，可实现自行换道、自行超车、自动上下匝道、障碍物避让、无保护/有保护路口通行等功能。
5	高速车道级可变限速控制	车辆具备 L2 级以上辅助驾驶功能并实时上报运行状态信息；通过接收云控基础平台下发的交通参与者、障碍物、交通事件、动态限速信息及行驶建议信息，实现车速均匀变化与提前避障，并确保行驶在合适速度的车道。
6	定位增强	车辆实时上报运行状态信息；云控基础平台融合卫星定位、差分增强信息和高精度地图等多源数据，生成定位增强信息下发至车端，实现车辆位精度的提升。
7	虚实结合实车测试	云端数据仿真平台实现真实场景的数据仿真，通过模拟动态交通参与者和交通事件并下发，对测试车辆的功能进行验证。

表 3 协同自动驾驶功能场景

序号	应用场景	应用场景定义
1	协同自主代客泊车	车辆具备自动代客泊车功能并实时上报运行状态信息；通过接收云控基础平台下发的停车场地图、空车位等基础信息，障碍物感知、定位增强及实时路径规划信息，实现停车场内的泊车与取车。
2	远程驾驶	车辆具备 L4 级以上自动驾驶功能并实时上报运行状态信息；当云控基础平台发现车辆/驾驶员异常状况，或根据车端请求，与远程遥控驾驶舱协作下发驾驶操控指令，使车辆安全通过极端复杂场景。

表 3 协同自动驾驶功能场景（续）

序号	应用场景	应用场景定义
3	远程驾驶（音视频上传）	车辆具备远程驾驶功能并实时上报运行状态信息；车端向云控基础平台或远程遥控驾驶舱实时发送采集的音视频数据，用于辅助远程驾驶员判断车辆周围环境并发出驾驶操控指令。
4	协同高度自动驾驶	车辆具备 L3 级以上自动驾驶功能并实时上报运行状态信息；云控基础平台下发交通环境感知、数字交规及驾驶建议等信息，实现车辆安全通过极端复杂场景，保证不同道路条件下的连续运行。

网联协同智能驾驶类应用场景业务传输模型可参考如下设计，示意图如图 3 所示：

——服务订阅过程：车端根据场景需求或者用户需求向云控基础平台发送指定功能订阅信息，云控基础平台收到功能订阅信息后，向车端下发车辆功能订阅信息返回数据。

——静态数据上报过程：车端向云控基础平台上报车辆准静态参数信息。

——指令下发过程：车端向云控基础平台上报车辆运行状态信息以及在车辆运行状态数据传输异常时对车辆运行状态信息进行补发。云控基础平台根据功能订阅内容下发对应的服务指令到车载终端。部分服务需要车端上报服务执行状态的反馈信息。

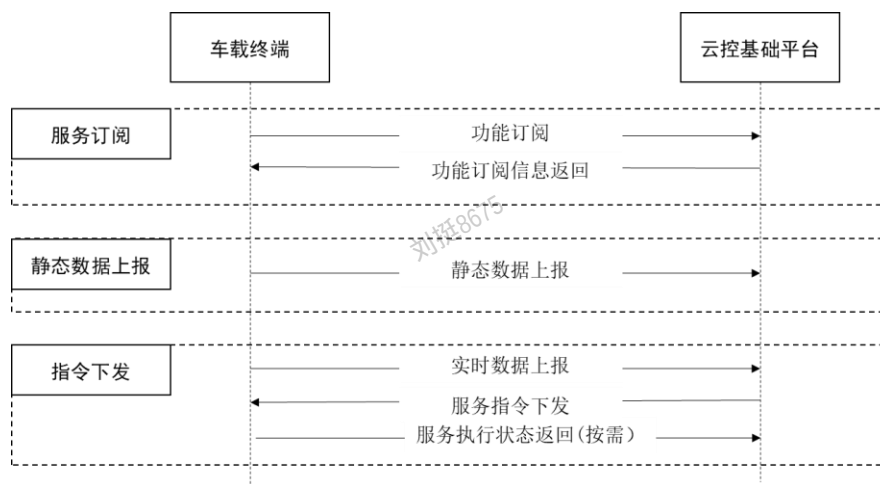


图 3 网联协同智能驾驶业务传输模型

6.1.2 网联协同智能驾驶应用场景网络质量评价指标

网联协同智能驾驶类应用场景网络质量评价指标主要集中在网络 KQI 指标，包括传输速率、传输时延、传输可靠性，各项指标定义如表 4 所示。各应用场景的网络质量评价指标建议值见 A.1～A.3。当网络性能未达到预期时，可参考 B.2 分析网络时延的影响因素，并依据 B.3 所述网络优化方案进行通信时延的改进。

表 4 网联协同智能驾驶类功能网络质量评价指标

网络质量评价指标	指标定义
车端与云控基础平台传输速率	5G 车载终端与云控基础平台之间，单位时间内传输的应用层有效数据量，以“兆比特每秒（Mbps）”为单位记录。
车辆与云控基础平台应用层端到端传输时延	5G 车载终端与云控基础平台之间将给定信息从源端成功传输到目的端所需的时间。该时延在通信接口上测量，从源端发送信息开始，在目的端成功接收该信息为止，以“毫秒（ms）”为单位记录。
车辆与云控基础平台传输可靠性	在给定时间段内，5G 车载终端与云控基础平台之间网络层数据包的成功投递率，即成功传输数据包数量除以网络层传输的数据包总数所得的百分比，以“百分号%”为单位记录。

6.2 数据采集与服务应用场景

6.2.1 数据采集与服务应用场景定义及业务传输模型

针对数据采集与服务类应用场景，5G 车载终端应采集车端多模态数据（包括但不限于传感器原始数据和加工数据），并上传至云平台，用于高精地图众包更新、远程监控、事故取证、智能驾驶系统模型训练与测试等任务，车载终端还应支持远程诊断与软件升级数据的接收，实现车辆功能的持续优化。

涉及敏感个人信息应进行匿名化处理，并应采取安全访问技术、加密技术保护个人信息、重要数据安全，防止非授权访问和获取。数据采集与训练功能场景举例见表 5。

注：车辆可根据数据敏感性及相关政策要求，将数据选择性上报至车企平台、云控基础平台或政府管理平台等指定平台。

表 5 数据采集与服务功能举例

序号	应用场景	应用场景定义
1	高精地图更新	车辆与地图平台对接，按需获取路径规划范围内高精地图数据，支持接收变更区域增量地图数据的下发。
2	远程监控	车辆采集并上报图像视频、车辆状态、驾驶员状态等数据，支持云端远程监控平台实时视频预览、语音对讲/监听、图像抓拍、GPS 定位、轨迹跟踪等车辆运营管理等功能。
3	车载事故紧急呼叫	在发生事故时车辆自动激活车载事故紧急呼叫系统，或由车内人员进行手动触发后，将车辆位置及车辆相关状态信息同步发送给紧急呼叫服务平台并建立语音通话。
4	车辆事故数据上传	车辆将 DSSAD、EDR 系统存储的数据以及传感器数据上传云平台用于事故分析取证。在无人驾驶模式下，数据上传需满足实时性要求。
5	车辆训练数据上传	车端收集传感器（摄像头、激光雷达、毫米波雷达等）数据，将处理后的相关智驾数据传输至云平台，用于对智驾大模型的训练，优化智驾算法。
6	远程诊断	车辆将故障信息上报至云诊断平台，平台发送诊断策略指导车辆定位故障原因，并回传诊断结果，实现远程故障识别。

7	软件升级	通过无线网络连接，将进行软件升级的升级包传输到车辆，并在车端进行安装和升级。
---	------	--

数据采集与服务类应用场景业务传输模型相对简单，车载终端与云平台建立有效连接后，可进行业务数据上报与接收，示意图如图4所示。

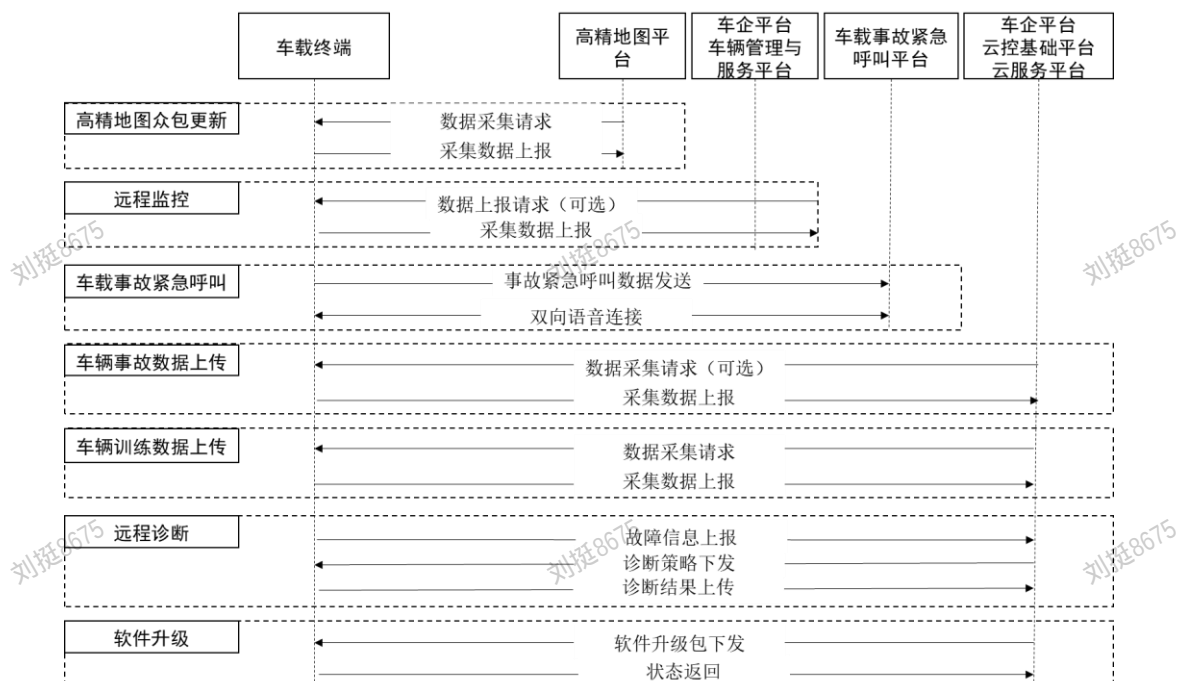


图4 数据采集与服务业务传输模型

6.2.2 数据采集与服务应用场景网络质量评价指标

数据采集与服务类应用场景网络质量评价指标主要集中在网络 KPI 指标，即数据传输速率，指标定义如表 6 所示。各应用场景的网络质量评价指标建议值见 A.4。当网络性能未达到预期时，可参考 B.2 分析网络时延的影响因素，并依据 B.3 所述网络优化方案进行通信时延的改进。

表6 数据采集与服务类功能网络质量评价指标定义

网络质量评价指标	指标定义	备注
数据传输速率	5G 车载终端与云平台之间，单位时间内传输的应用层有效数据量，以“兆比特每秒 (Mbps)”为单位记录。上行传输主要包括车载终端上传车辆感知传感器的原始数据、处理后的感知融合数据及其他采集类信息时的平均上传速率；下行传输主要包括远程软件升级包、高精度地图等大体量数据时的平均下载速率。	如果传输过程中出现卡顿、网络等待的情况，相关时间应计入总时长，但不包括无数据上传的时段。

6.3 智能座舱应用场景

6.3.1 智能座舱应用场景与业务传输模型

针对智能座舱类应用场景，在座舱系统开启时，5G 车载终端应与数据与内容分发网络（CDN）、应用服务云平台等交互，进行数据传输与处理，满足座舱系统交互需求。智能座舱功能定义如表 7 所示。

表 7 智能座舱功能定义

序号	应用场景	应用场景定义
1	视频播放	车辆对接 CDN 服务器，支持多媒体资源的在线传输与播放，满足用户自主选择及平台主动推送等多种交互方式。
2	实时音视频互动	车辆对接 CDN 服务器，支持与车内声音、影像及文件资料的实时双向传输，支持实时互动性业务，可包括点播视频、视频会议、连麦直播、在线 KTV、互动白板等。
3	车载云游戏	车辆对接云端游戏平台，由云端完成游戏画面的计算、渲染与压缩，并将视频和音频流通过网络传输至车载终端。车载系统通过显示屏、触控操作或外接游戏手柄实现用户交互，并支持 VR/AR 内容在车内的呈现与应用。
4	智能交互	车辆对接云端智能交互系统，通过音视频采集和大语言模型技术实现多轮对话、情绪感知、信息查询等多类型自然语言任务，以及车辆显示终端与环境终端调节等功能。
5	非驾驶类远程控制	通过智能手机或其他远程控制设备远程改变车辆状态，如控制车身控制器、显示终端、环境终端、充电管理等功能。
6	车载热点	车辆接入 5G 蜂窝移动网络，为车内乘员的移动终端设备提供热点共享服务，满足车载信息娱乐、办公及数据通信等多样化需求。
注 1：显示终端包括但不限于显示屏、灯具等。 注 2：环境终端包括但不限于车厢质量保障系统、香氛系统、功放、扬声器等。 注 3：车身控制器包括但不限于电动车窗、电动后视镜、空调、大灯、转向灯、防盗锁止系统、中控锁、除霜装置等。		

其中，视频播放功能业务传输模型可参考如下设计，示意图如图 5 所示：

——发起请求过程：用户发起播放请求，视频播放应用将视频对应的 URL 进行 DNS 解析，以获取对应内容服务器的 IP 地址并建立连接，请求并下载视频分片索引文件。

——视频播放过程：车载终端根据视频分片索引文件，逐个对视频分片发起请求和下载。视频分片传输至车载终端并缓存在视频播放应用播放缓冲区，实现实时播放。

——卡顿开始过程：当视频分片持续请求失败或下载速率低于播放速率，导致播放缓冲区数据耗尽，即触发播放卡顿。

——卡顿结束过程：当后续视频分片成功下载并缓冲区恢复到可持续播放的数据量，视频播放恢复流畅，卡顿结束。

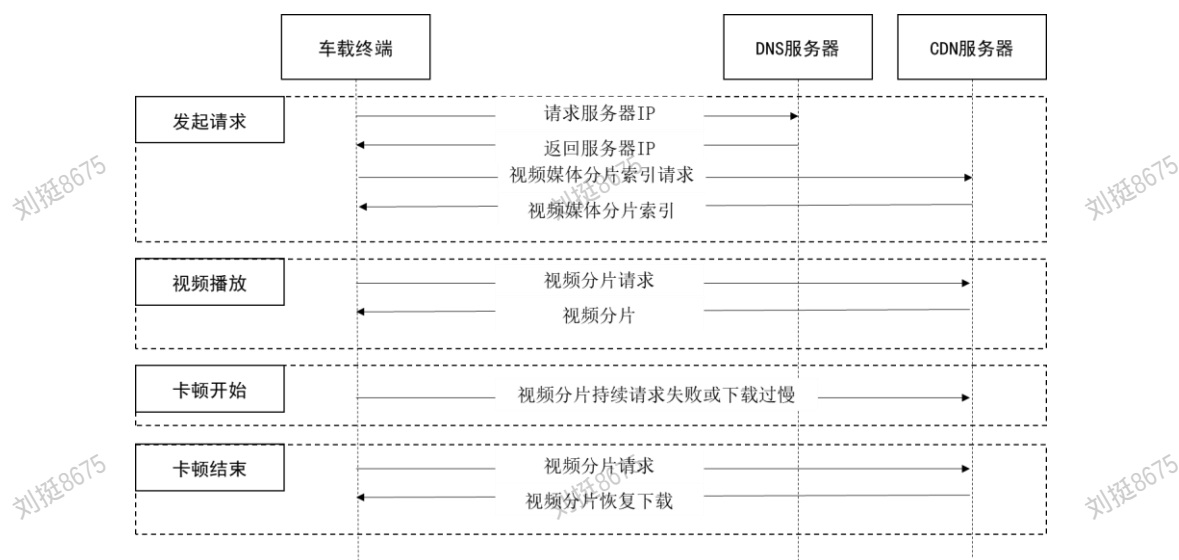


图 5 视频播放业务传输模型

6.3.2 智能座舱应用场景网络质量评价指标

智能座舱类应用场景网络质量评价指标包括网络 KPI 指标（传输速率、时延和可靠性），以及用户体验 KQI 指标（画面卡顿时长、画面卡顿次数、视听体验指标，如高清视频分辨率占比），各项指标定义如表 8 所示。各应用场景的网络质量评价指标建议值见 A.6。当网络性能未达到预期时，可参考 B.2 分析网络时延的影响因素，并依据 B.3 所述网络优化方案进行通信时延的改进。

表 8 智能座舱类应用网络质量评价指标定义

网络质量评价指标	定义	备注
数据传输速率	5G车载终端与云平台之间，单位时间内传输的应用层有效数据量，以“兆比特每秒（Mbps）”为单位记录。 上行传输主要包括车载终端发起直播、视频会议/通话、智能交互等业务中，音视频数据（包括RTC 媒体分片文件等）的平均上传速率； 下行传输主要包括车载终端接收音视频播放、云游戏等业务数据时，音视频内容（包括 HLS/DASH 媒体分片文件、云游戏视频流数据等）的平均下载速率。	如果传输过程中出现卡顿、网络等待的情况，相关时间应计入总时长，但不包括无数据上传的时段。
交互指令端到端传输时延	多媒体终端从发起交互指令到服务器成功响应的时延。	—
传输可靠性	在给定时间段内，智能座舱业务中，车载终端与云平台之间网络层数据包的成功投递率。	—

表 8 智能座舱类应用网络质量评价指标定义（续）

网络质量评价指标	定义	备注
画面卡顿时长	智能座舱业务中，累计所有卡顿画面的帧间间隔总时长，经归一化处理，按每百秒播放时长计算，以“毫秒（ms）”为单位记录。	卡顿宜定义为连续3帧及以上帧间画面无变化的情况。 不包含用户自行暂停或终端CPU高负载运行情况下造成的停顿。
画面卡顿次数	智能座舱业务中，画面卡顿（等待缓冲）的总次数，并根据体验时间将其归一化为每百秒卡顿次数，以“次”为单位记录。	卡顿宜定义为连续3帧及以上帧间画面无变化的情况。 不包含用户自行暂停或终端CPU高负载运行情况下造成的停顿。
高清分辨率占比	智能座舱业务中，终端接收并显示的1080p分辨率画面时长占业务总播放时长的比例，单位为“百分比（%）”。	主要适用于视频播放、实时音视频互动和云游戏等具有自适应分辨率调节机制的业务。

7 网络质量指标测试方法

7.1 网联协同智能驾驶功能测试方法

7.1.1 测试环境要求

7.1.1.1 通用要求

5G 网络测试区域应具备所测试应用场景的典型环境特征，可选取人口密集区域、城市高架路、城市下沉路段/隧道等多种道路情况。测试路线总长应不少于 20 公里。测试时间宜优先考虑非早晚高峰期，以保证测试车辆在测试过程中保持行驶状态，避免长时间静止。

若如无特别说明，测试车应视实际道路交通条件以 10km/h~120km/h 的速度行驶。

所有测试应在下述条件下进行：

- 无降雪、冰雹、扬尘等恶劣天气情况；
- 环境温度为-35℃~60℃；
- 水平能见度应大于 500 m。

7.1.1.2 测试系统要求

在测试环境中部署被测系统、测试系统和测试支撑系统，示意图如图6所示。

被测系统指基于 5G 网络的信息交互链路，覆盖端到端数据传输路径中云平台服务器与车载终端之间，经由核心网和无线接入网等网络环节的数据传输过程。

测试支撑系统用于承载和触发测试业务，包括测试车辆、测试云控基础平台及测试其他车联网平台。

测试系统负责读取并记录测试支撑系统产生的数据，进行数据分析，输出测试分析报告。

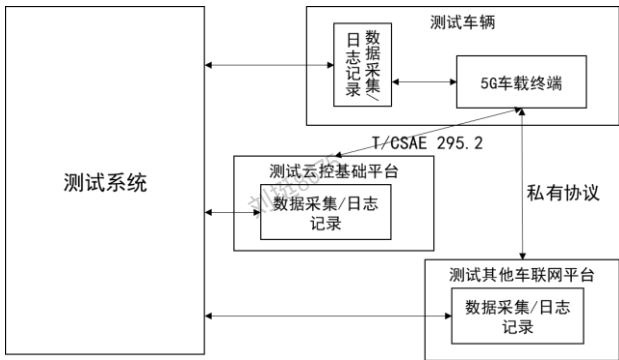


图 6 被测系统、测试系统和测试支撑系统示意图

7.1.1.3 测试车辆要求

测试车辆的车载终端应支持 5G 蜂窝通信并符合 GB/T 43187-2023 的要求，定位设备、天线应符合 T/CSAE 295.5-2023 中 8.2 的要求，应具备标准时钟源同步功能，宜支持 GNSS 或 PTP 等时钟同步协议。

测试车辆搭载的车载终端开放端口可与测试系统对接并输出测试数据，包括信令、无线信道测量、通信性能数据等。

7.1.1.4 测试云控基础平台要求

测试云控基础平台应符合 T/CSAE 295.5-2023 中 8.1 的要求。应通过 T/CSAE 295.8 规定的功能和性能测试、应用场测试要求，具备稳定运行能力。

测试云控基础平台可与测试系统对接并输出测试数据，包括信令、无线信道测量、通信性能数据等。

7.1.1.5 测试其他车联网平台要求

测试其他车联网平台应符合 T/CCSA 339-2021、T/CCSA 441-2023 规定的网络安全要求，具备稳定运行能力。

测试其他车联网平台可与测试系统对接并输出测试数据，包括信令、无线信道测量、通信性能数据等。

7.1.1.6 测试网络要求

测试网络应选择 5G 网络区域，并保证测试路线区域内站点连续覆盖，测试路线网络覆盖和负载需应符合表 9 要求。

表 9 测试网络要求

指标	要求
SS 信号参考接收功率（SS-RSRP）	95%置信度下 SS-RSRP $\geq$ -93dBm
SS 信号干扰噪声比（SS-SINR）	$>$ -3dB
小区负载（PRB 利用率）	$<$ 20%

7.1.1.7 测试前置条件

测试云控基础平台或其他车联网平台与测试车辆车载终端之间应具备网络连接能力，交互数据与运行日志应可提取，时钟应保持同步，数据传输频率 $\geq 10\text{Hz}$ ，并处于实时监控状态。

发起测试前，测试车辆应关闭其他正在使用的网络应用程序。

7.1.2 测试方法

7.1.2.1 车端与云控基础平台数据传输速率

车端与云控基础平台发数据传输速率测试应按表10进行。

表 10 车端与云控基础平台数据传输速率测试方法

测试目的	验证网联协同智能驾驶类功能中基于 5G 的信息交互系统数据传输速率
测试步骤	1. 测试车辆在测试路段行驶，在测试路线起点接入服务小区 2. 使用网络带宽测试工具（例如：iperf/FTP）测试车载终端与云控基础平台的上行下行速率； 3. 若车载终端无法支持网络带宽测试工具，可通过统计数据传输总流量与传输总时长的比值，进行数据传输速率的近似评估。在该测试条件下，测试设备应统计每隔 200ms 的累计传输数据流量，直到累计测试里程达到 20 公里； 4. 重复步骤 1~2，直到累计测试里程达到 20 公里。
数据记录	测试完成后 1. 被测系统应保存测试数据，并按秒级输出 RSRP、SINR、上下行速率等参数。 2. 测试系统根据被测系统输出的数据，统计上/下行平均/最大速率，并提供 RSRP、SINR、上/下行速率的 CDF 图。 3. 网络运营商应统计测试过程中测试区域所有站点的底噪和负载情况。
测试指标计算方法	基于网络带宽测试工具的计算方法： 上行速率：将上行速率分别求和与测试次数相除，得到上行平均速率，单位应为 Mbps。 下行速率：将下行速率分别求和与测试次数相除，得到下行平均速率，单位应为 Mbps。 基于流量统计数据的方法： 上行速率：通过数据上传总数据流量与上传总时长的比值，得到上行平均速率，单位应为 Mbps。 下行速率：通过数据下载总数据流量与下载总时长的比值，得到下行平均速率，单位应为 Mbps。
注 1：车辆与车企平台数据传输速率的测试方法可参照此本节设计与评估。	

7.1.2.2 车辆与云控基础平台应用层端到端传输时延

车辆与云控基础平台应用层端到端传输时延测试应按表11进行。

表 11 车辆与云控基础平台应用层端到端传输时延测试方法

测试目的	验证网联协同智能驾驶类功能中基于 5G 的信息交互系统应用层端到端传输时延
测试步骤	1. 测试车辆在测试路段行驶，在测试路线起点接入服务小区 2. 上行传输时延测试： 车载终端或测试软件向云控基础平台上报包含车辆运行状态信息的数据包到云控基础平台，数据结构应符合 T/CSAE 295.2-2023 8.2 要求，若模拟信令测试，应确保数据包 $\geq 200\text{Byte}$，发包间隔 50ms。记录每次发送应用层数据包的 ID 以及发送时间 t_0，接收到的应用层数据包 ID 以及接收时间 t_1。 3. 下行传输时延测试： 云控基础平台/测试系统根据测试车辆订阅的功能，下发对应的数据包到车载终端，数据结构应符合 T/CSAE 295.2-2023 要求，若模拟信令测试，应确保数据包 $\geq 200\text{Byte}$，发包间隔 50ms。记录每次发送应用层数据包的 ID 以及发送时间 t_0，接收到的应用层数据包 ID 以及接收时间 t_1。 4. 重复步骤 1~3，直到累计测试里程达到 20 公里。
数据记录	测试完成后 1. 被测系统应保存测试数据，并按秒级输出 RSRP、SINR、上下行传输时延等。 2. 测试系统根据被测系统输出的数据，统计上/下行平均/最大传输时延，并提供上/下行传输时延的 CDF 图。 3. 网络运营商应统计测试过程中测试区域所有站点的底噪和负载情况。
测试指标计算方法	上行传输时延： 计算 $(t_1 - t_0)$ 数值，测试若干次并逐一记录。 将每次响应时延值求和与测试次数相除，得到端到端传输时延，以“毫秒（ms）”为单位。 下行传输时延： 计算 $(t_1 - t_0)$ 数值，测试若干次并逐一记录。 将每次响应时延值求和与测试次数相除，得到端到端传输时延，以“毫秒（ms）”为单位。
注1：车辆与车企平台应用层端到端传输时延的测试方法可参照本节设计与评估。 注2：模拟协同交叉路口通行、协同领航驾驶辅助、协同自主代客泊车、协同高度自动驾驶功能场景测试时，将上行及下行测试数据包设置为8000Byte及以上。	

7.1.2.3 车辆与云控基础平台传输可靠性

车端与云控基础平台传输可靠性测试应按表12进行。

表 12 车端与云控基础平台传输可靠性测试方法

测试目的	验证网联协同智能驾驶类功能中基于 5G 的信息交互系统传输可靠性
测试步骤	1. 测试车辆在测试路段行驶，在测试路线起点接入服务小区 2. 上行传输可靠性测试： 车载终端/测试软件向云控基础平台上报包含车辆运行状态信息的数据包到云控基础平台，数据结构应符合 T/CSAE 295.2-2023 8.2 要求，如模拟信令测试，应确保数据包 $\geq 200\text{Byte}$，发包间隔 50ms，记录每次发送网络层数据包的 ID 和云控基础平台接收到的网络层数据包 ID 3. 下行传输可靠性测试： 云控基础平台/测试系统根据测试车辆订阅的功能，下发对应的 TCP 数据包到车载终端，数据结构应符合 T/CSAE 295.2-2023 要求，如模拟信令测试，应确保数据包 $\geq 200\text{Byte}$，发包间隔 50ms，记录每次发送网络层数据包的 ID 和车端接收到的网络层数据包 ID 4. 重复步骤 1~3，直到累计测试里程达到 20 公里。
数据记录	测试完成后， 1. 被测系统应保存测试数据，并按秒级输出 RSRP、SINR 等。 2. 测试系统根据被测系统输出的数据，统计上下行可靠性。 3. 网络运营商应统计测试过程中测试区域所有站点的底噪和负载情况。
测试指标计算方法	上行可靠性测试 云控基础平台成功接收到的网络层数据包数量除以车载终端发送的网络层数据包总数所得的百分比，以“百分比（%）”为单位。 下行可靠性测试 车载终端成功接收到的网络层数据包数量除以云控基础平台发送的网络层数据包总数所得的百分比，以“百分比（%）”为单位。
注 1：车辆与车企平台传输可靠性的测试方法可参照本节设计与评估。 注 2：模拟协同交叉路口通行、协同领航驾驶辅助、协同自主代客泊车、协同高度自动驾驶功能场景测试时，宜将上行及下行测试数据包设置为 8000Byte 及以上。	

7.2 数据采集与服务功能测试方法

7.2.1 测试环境要求

7.2.1.1 通用要求

通用要求、测试系统要求、测试车辆要求、测试云控基础平台要求、测试其他车联网平台要求、测试网络要求、测试前置条件应符合 7.1.1.1 至 7.1.1.7 的要求。

7.2.2 测试步骤

7.2.2.1 数据传输速率

数据传输速率测试应按表13进行。

表 13 数据传输速率测试方法

测试目的	验证数据采集与服务类功能中基于 5G 的信息交互系统数据传输速率
测试步骤	1. 测试车辆在测试路段行驶，在测试路线起点接入服务小区 2. 使用网络带宽测试工具（例如：iperf/FTP）测试车载终端与云控基础平台或其他车联网平台的上行下行速率； 3. 若车载终端无法支持网络带宽测试工具，可通过统计数据传输总流量与传输总时长的比值，进行数据传输速率的近似评估。在该测试条件下，测试设备应统计每隔 200ms 的累计传输数据流量，直到累计测试里程达到 20 公里。 4. 重复步骤 1~2，直到累计测试里程达到 20 公里。
数据记录	测试完成后 1. 被测系统应保存测试数据，并按秒级输出 RSRP、SINR、上下行速率等参数。 2. 测试系统根据被测系统输出的数据，统计上/下行平均/最大速率，并提供 RSRP、SINR、上/下行速率的 CDF 图。 3. 网络运营商应统计测试过程中测试区域所有站点的底噪和负载情况。
测试指标计算方法	基于网络带宽测试工具的计算方法： 上行速率：将上行速率分别求和与测试次数相除，得到上行平均速率，单位应为 Mbps。 下行速率：将下行速率分别求和与测试次数相除，得到下行平均速率，单位应为 Mbps。 基于流量统计数据的计算方法： 上行速率：通过数据上传总数据流量与上传总时长的比值，得到上行平均速率，单位应为 Mbps。 下行速率：通过数据下载总数据流量与下载总时长的比值，得到下行平均速率，单位应为 Mbps。

7.3 智能座舱功能测试方法

7.3.1 测试环境要求

7.3.1.1 通用要求

通用要求应符合 7.1.1.1、测试其他车联网平台应符合 7.1.1.5、测试网络要求应符合 7.1.1.6。

7.3.1.2 测试系统要求

在测试环境中部署被测系统、测试系统和测试支撑系统，示意图如图7所示。

被测系统指基于 5G 网络的信息交互链路，覆盖端到端数据传输路径中云平台服务器与车载终端之间，经由核心网和无线接入网等网络环节的数据传输过程。

测试支撑系统用于承载和触发测试业务，包括测试车辆及测试其他车联网平台。

测试系统负责读取并记录测试支撑系统产生的数据，进行数据分析，输出测试分析报告。测试系统应能读取智能座舱类应用的各个参数并输出log文件支持统计相关指标。

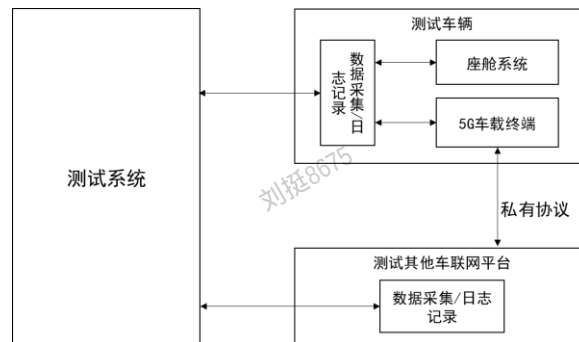


图 7 被测系统、测试系统和测试支撑系统示意图

7.3.1.3 测试车辆要求

测试车辆的车载终端应符合 7.1.1.3 的要求。

测试车辆的车载系统应具备满足各类测试业务运行需求的内存和存储容量，并在理想网络条件下确保各项应用运行流畅稳定，不得因车载系统的软硬件性能不足或故障引发系统中断或异常。

7.3.1.4 测试前置条件

测试其他车联网平台与测试车辆车载终端之间应具备网络连接能力，交互数据与运行日志应可提取，时钟应保持同步，并处于实时监控状态。

发起测试前，测试车辆车载终端应关闭其他正在使用的网络应用程序。

7.3.2 测试步骤

7.3.2.1 数据传输速率

数据发送速率测试应按表14进行。

表 14 数据传输速率测试方法

测试目的	验证智能座舱类功能中基于 5G 的信息交互系统数据传输速率
测试步骤	1. 测试车辆在测试路段行驶，在测试路线起点接入服务小区； 2. 使用网络带宽测试工具（例如：iperf/FTP）测试车载终端与云平台的上行下行速率； 3. 若车载终端无法支持网络带宽测试工具，可通过统计数据传输总流量与传输总时长的比值，进行数据传输速率的近似评估。在该测试条件下，应启动车载多媒体应用，以模拟典型用户体验。测试设备应统计每隔 200ms 的累计传输数据流量，直到累计测试里程达到 20 公里。 4. 重复步骤 1~2，直到累计测试里程达到 20 公里。
数据记录	测试完成后 1. 被测系统应保存测试数据，并按秒级输出 RSRP、SINR、上下行速率等参数。 2. 测试系统根据被测系统输出的数据，统计上/下行平均/最大速率，并提供 RSRP、SINR、上/下行速率的 CDF 图。 3. 网络运营商应统计测试过程中测试区域所有站点的底噪和负载情况。

表 14 数据传输速率测试方法（续）

测试指标计算方法	基于网络带宽测试工具的计算方法： 上行速率：将上行速率分别求和与测试次数相除，得到上行平均速率，单位应为 Mbps。 下行速率：将下行速率分别求和与测试次数相除，得到下行平均速率，单位应为 Mbps。 基于流量统计数据的计算方法： 上行速率：通过数据上传总数据流量与上传总时长的比值，得到上行平均速率，单位应为 Mbps。 下行速率：通过数据下载总数据流量与下载总时长的比值，得到下行平均速率，单位应为 Mbps。
注 1：启动车载多媒体应用进行测试时，测试数据上行速率宜选择直播、视频会议/通话、智能交互等应用测试，测试数据下行速率宜选择音视频播放、云游戏等应用测试。	

7.3.2.2 交互指令端到端时延

交互指令端到端时延测试应按表15进行。

表 15 交互指令端到端传输时延测试方法

测试目的	验证智能座舱类功能中基于 5G 的信息交互系统交互指令端到端时延
测试步骤	1. 测试车辆在测试路段行驶，在测试路线起点接入服务小区 2. 打开测试车辆多媒体应用，发起或响应交互指令。 3. 测试设备对业务过程中发起交互请求的时刻 t_0、服务器完成响应请求 t_1 进行打点标记。 如模拟信令测试，应确保数据包下行$\geq 1400\text{Byte}$，上行$\geq 200\text{Byte}$，发包间隔 200ms。 4. 重复步骤 1~3，直到累计测试里程达到 20 公里。
数据记录	测试完成后： 1. 测试系统保存测试数据，并按秒级输出 RSRP、SINR、上下行传输时延等； 2. 测试系统根据被测系统输出的数据，统计上/下行平均/最大传输时延； 3. 网络运营商应统计测试过程中测试区域所有站点的底噪和负载情况。
测试指标计算方法	计算 $(t_1 - t_0)$ 数值，测试若干次并逐一记录。 将每次响应时延值求和与测试次数相除，得到主动交互指令请求响应时延，以“毫秒（ms）”为单位。

7.3.2.3 传输可靠性

传输可靠性测试方法应按表16进行。

表 16 传输可靠性测试方法

测试目的	验证智能座舱类功能中基于 5G 的信息交互系统传输可靠性
测试步骤	1. 测试车辆在测试路段行驶，在测试路线起点接入服务小区 2. 打开测试车辆多媒体应用，发起或响应交互指令。 测试设备记录每次发送网络层数据包的 ID 和云服务器接收到的网络层数据包 ID。如模拟信令测试，应确保数据包下行$\geq 1400\text{Byte}$，上行$\geq 200\text{Byte}$，发包间隔 200ms。 3. 重复步骤 1~3，直到累计测试里程达到 20 公里。

表 16 传输可靠性测试方法（续）

数据记录	测试完成后， 4. 被测系统应保存测试数据，并按秒级输出 RSRP、SINR 等。 5. 测试系统根据被测系统输出的数据，统计上下行可靠性。 6. 网络运营商应统计测试过程中测试区域所有站点的底噪和负载情况。
测试指标计算方法	接收端成功接收到的网络层数据包数量除以发送端发送的网络层数据包总数所得的百分比，以“百分比（%）”为单位。

7.3.2.4 画面卡顿时长

画面卡顿时长测试方法应按表17进行。

表 17 画面卡顿时长测试方法

测试目的	验证智能座舱类功能中基于 5G 的信息交互系统画面卡顿时长
测试步骤	1. 测试车辆在测试路段行驶，在测试路线起点接入服务小区 2. 打开测试车辆多媒体应用，包括但不限于视频播放、实时音视频互动、云游戏等，发起内容访问或互动请求，模拟典型用户体验。 3. 测试设备对业务过程中产生音视频画面卡顿的时刻、以及画面恢复的时刻进行打点标记。针对视频直播业务，宜进入指定测试直播频道，截取一段至少 10 分钟的测试视频节目进行测试。 4. 重复步骤 1~3，直到累计测试里程达到 20 公里。
数据记录	测试完成后， 1. 被测系统保存测试数据，并按秒级输出 RSRP、SINR、业务上下行卡顿时长等； 2. 测试系统计算业务上下行总卡顿时长； 3. 网络运营商应统计测试过程中测试区域所有站点的底噪和负载情况。
测试指标计算方法	根据每一组画面卡顿发生、画面恢复的时间，计算每一组卡顿时间，最终进行求和，得到画面卡顿总时长，精度应达到“毫秒（ms）”级别。

7.3.2.5 画面卡顿次数

画面卡顿次数测试方法应按表18进行。

表 18 画面卡顿次数测试方法

测试目的	验证智能座舱类功能中基于 5G 的信息交互系统音视频直播播放卡顿次数
测试步骤	1. 测试车辆在测试路段行驶，在测试路线起点接入服务小区。 2. 打开测试车辆多媒体应用包括但不限于视频播放、实时音视频互动、云游戏等，发起内容访问或互动请求，模拟典型用户体验。 3. 测试设备对业务过程中产生音视频画面卡顿的时刻、以及画面恢复的时刻进行打点标记。针对视频直播业务，宜进入指定测试直播频道，截取一段至少 10 分钟的测试视频节目进行测试。 4. 重复步骤 1~3，直到累计测试里程达到 20 公里。

表 18 画面卡顿次数测试方法（续）

数据记录	测试完成后： 1. 被测系统保存测试数据，并按秒级输出 RSRP、SINR、业务上下行卡顿次数等； 2. 网络运营商应统计测试过程中测试区域所有站点的底噪和负载情况。
测试指标计算方法	统计视频播放过程中出现的画面卡顿（等待缓冲）的次数，以“次”为单位记录。

7.3.2.6 画面高清分辨率占比

画面高清分辨率占比测试方法应按表19进行。

表 19 画面高清分辨率占比测试方法

测试目的	验证智能座舱类功能中基于 5G 的信息交互系统画面高清分辨率占比
测试步骤	1. 测试车辆在测试路段行驶，在测试路线起点接入服务小区。 2. 打开测试车辆多媒体应用包括但不限于视频播放、实时音视频互动、云游戏等，发起内容访问或互动请求，以模拟典型用户体验。 3. 针对短视频播放应用，测试设备统计测试过程中画面分辨率为 1080p 的视频个数N_{v1080p}及总播放视频个数N_v，测试时长宜至少持续 5 分钟。 针对长视频播放、实时音视频互动、云游戏等应用，测试设备统计测试过程中画面分辨率为 1080p 的帧数N_{f1080p}及总帧数N_f，测试时长宜至少持续 5 分钟。 4. 重复步骤 1~3，直到累计测试里程达到 20 公里。
数据记录	测试完成后， 1. 被测系统保存测试数据，并按秒级输出 RSRP、SINR、高清分辨率的视频片段个数、总播放片段个数等； 2. 测试系统计算高清分辨率占比； 3. 网络运营商应统计测试过程中测试区域所有站点的底噪和负载情况。
测试指标计算方法	短视频播放应用1080p分辨率占比计算方法 $R_{v1080p} = \frac{N_{v1080p}}{N_v} \times 100$ 式中： R_{v1080p} ——1080p 分辨率占比； N_{v1080p} ——1080p 分辨率的视频个数 N_v ——视频播放的总个数 长视频播放、实时音视频互动、云游戏等应用1080p分辨率占比计算方法 $R_{f1080p} = \frac{N_{f1080p}}{N_f} \times 100$ 式中： R_{f1080p} ——1080p 分辨率占比； N_{f1080p} ——1080p 分辨率的帧数 N_f ——视频播放的总帧数

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

T/CSAEXX—20XX

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

附录 A

(资料性)

车载应用场景 5G 网络质量评价指标建议值

A.1 协同提醒预警应用场景

协同提醒预警应用场景宜在符合表A.1 5G通信网络要求下开启。

表 A.1 协同提醒预警功能 5G 网络 KQI 指标建议值

序号	业务场景	数据传输速率	端到端传输时延	传输可靠性
1	前向碰撞预警	—	上行：50ms 下行：50ms	上行：99% 下行：99%
2	异常车辆提醒	—	上行：100ms 下行：100ms	上行：99% 下行：99%
3	弱势交通参与者碰撞预警	—	上行：100ms 下行：100ms	上行：99% 下行：99%
4	交叉口碰撞预警	—	上行：100ms 下行：100ms	上行：99% 下行：99%
5	盲区预警/变道预警	—	上行：100ms 下行：100ms	上行：99% 下行：99%
6	红绿灯信息提醒/闯红灯预警	—	上行：150ms 下行：150ms	上行：99% 下行：99%
7	绿波车速引导	—	上行：200ms 下行：200ms	上行：99% 下行：99%
8	特种车辆及重型车辆提醒	—	上行：200ms 下行：200ms	上行：99% 下行：99%
9	交通事件提醒	—	上行：100ms 下行：100ms	上行：99% 下行：99%
10	行驶车道车速建议	—	上行：100ms 下行：100ms	上行：99% 下行：99%
11	交通拥堵提醒	—	上行：200ms 下行：200ms	上行：99% 下行：99%
12	动态车道级限速	—	上行：200ms 下行：200ms	上行：99% 下行：99%
注 1：对于实际数据传输速率需求低于 250 kbps 的功能场景，不在表中列出其速率要求。				
注 2：对于实际端到端传输时延需求大于 5 s 的功能场景，不在表中列出其时延要求。				
注 3：对于实际传输可靠性需求低于 95% 的功能场景，不在表中列出其可靠性要求。				

A.2 协同辅助驾驶应用场景

协同辅助驾驶应用场景宜在符合表 A.2 5G 通信网络要求下开启。

表 A.2 协同辅助驾驶功能场景 5G 网络 KQI 指标建议值

序号	业务场景	数据传输速率	端到端传输时延	传输可靠性
1	协同自动紧急制动	—	上行：50ms 下行：50ms	上行：99% 下行：99%
2	协同自适应巡航控制	—	上行：100ms 下行：100ms	上行：99% 下行：99%
3	协同交叉路口通行	上行（感知信息）：1Mbps 下行（感知信息）：1Mbps （以 100 目标物为例）	上行：50ms 下行：50ms	上行：99% 下行：99%
4	协同领航驾驶辅助	上行（感知信息）：1Mbps 下行（感知信息）：1Mbps （以 100 目标物为例）	上行：50ms 下行：50ms	上行：99% 下行：99%
5	高速车道级可变限速控制	—	上行：50ms 下行：50ms	上行：99% 下行：99%
6	定位增强	—	上行：500ms 下行：500ms	上行：99% 下行：99%
7	虚实结合实车测试	上行：— 下行：1Mbps（以 100 目标物为例）	上行：50ms 下行：50ms	上行：99% 下行：99%
注 1：对于实际数据传输速率需求低于 250 kbps 的功能场景，不在表中列出其速率要求。 注 2：对于实际端到端传输时延需求大于 5 s 的功能场景，不在表中列出其时延要求。 注 3：对于实际传输可靠性需求低于 95% 的功能场景，不在表中列出其可靠性要求。				

A.3 协同自动驾驶应用场景

协同自动驾驶应响场景宜在符合表 A.3 5G 通信网络要求下开启。

表 A.3 协同自动驾驶功能场景 5G 网络 KQI 指标建议值

序号	业务场景	数据传输速率	端到端传输时延	传输可靠性
1	协同自主代客泊车	上行（感知信息）：250kbps 下行（基础信息及高精度地图）：5Mbps 下行（感知信息）：250kbps	上行：100ms 下行（基础信息及高精度地图）：5s 下行（感知、定位增强及路径规划）：50ms	上行：99% 下行（感知、定位增强及路径规划）：99.9%
3	远程驾驶	—	上行：50ms 下行：20ms	上行：99% 下行：99.9%
4	远程驾驶（音视频上传）	上行：20Mbps 下行：—	上行：50ms 下行：—	上行：99% 下行：—
5	协同高度自动驾驶	上行（感知信息）：5Mbps 下行（感知信息）：5Mbps （以 500 目标物为例）	上行：50ms 下行：50ms	上行：99.9% 下行：99.9%
注 1：对于实际数据传输速率需求低于 250 kbps 的功能场景，不在表中列出其速率要求。 注 2：对于实际端到端传输时延需求大于 5 s 的功能场景，不在表中列出其时延要求。				

注 3：对于实际传输可靠性需求低于 95% 的功能场景，不在表中列出其可靠性要求。

A.4 数据采集与训练应用场景

在满足表A.4所列5G通信网络性能要求的前提下，数据采集与训练应用场景可具备良好的功能表现。

表 A.4 数据采集与训练功能场景 5G 网络 KQI 指标建议值

序号	业务场景	数据传输速率	端到端传输时延	传输可靠性
1	高精地图更新	上行：- 下行：10Mbps	-	-
2	远程监控	上行（音视频）：20Mbps 下行：-	-	-
3	车载事故紧急呼叫	上行：- 下行：-	-	-
4	车辆事故数据上传	无人驾驶模式： 上行：20Mbps 下行：-	无人驾驶模式： 上行：5s 下行：-	-
5	车辆训练数据上传	上行：10Mbps（以 5 分钟 传输为例） 下行：-	-	-
6	远程诊断	上行：100Kbps 下行：100Kbps	-	-
7	软件升级	上行：- 下行：10Mbps	-	-
注 1：对于实际数据传输速率需求低于 250 kbps 的功能场景，不在表中列出其速率要求。 注 2：对于实际端到端传输时延需求大于 5 s 的功能场景，不在表中列出其时延要求。 注 3：对于实际传输可靠性需求低于 95% 的功能场景，不在表中列出其可靠性要求。				

A.5 智能座舱功能场景

在满足表A.5所列5G通信网络性能要求的前提下，智能座舱应用场景可具备良好的功能表现。

表 A.5 智能座舱功能场景 5G 网络 KQI 指标建议值

序号	业务场景	数据传输速率	端到端传输时延	传输可靠性
1	视频播放	上行：- 下行：（4K-8K 高清视频） 10Mbps	-	-
2	实时音视频互动	上行（视频）：5Mbps 下行（视频）：5Mbps 上行（音频）：1Mbps 下行（音频）：1Mbps	上行：100ms 下行：100ms	上行（视频会议）：95% 下行（视频会议）：95%
3	车载云游戏	上行（指令）：- 下行（视频）：10Mbps	上行（指令）：20ms 下行（视频）：50ms	上行（指令）：95% 下行（视频）：95%

表 A.5 智能座舱功能场景 5G 网络 KQI 指标建议值（续）

序号	业务场景	数据传输速率	端到端传输时延	传输可靠性
4	智能交互	上行（视频图片）：10Mbps 上行（语音）：1Mbps 下行：1Mbps	上行：100ms 下行：100ms	上行：95% 下行：95%
5	车载热点	—	—	—
6	非驾驶类远程控制	上行：300Kbps 下行：—	上行：500ms 下行：500ms	上行：99% 下行：99%
注 1：对于实际数据传输速率需求低于 250 kbps 的功能场景，不在表中列出其速率要求。 注 2：对于实际端到端传输时延需求大于 5 s 的功能场景，不在表中列出其时延要求。 注 3：对于实际传输可靠性需求低于 95% 的功能场景，不在表中列出其可靠性要求。				

附录 B

(资料性)

网络时延影响因素与优化方案

B.1 网络时延影响因素

端到端数据传输过程涉及云平台服务器、核心网、无线接入网及车载终端四个环节，数据传输示意图如图 B.1 所示，通信链路时延的主要影响因素分析如表 B.1 所示。



图 B.1 数据传输示意图

表 B.1 通信链路时延影响因素分析

时延路径	时延类型	时延影响因素
云平台服务器	数据处理时延	硬件设备对经过的数据进行分析、处理、转发的时延。数据处理时延的长短与硬件芯片计算能力、CPU 的处理能力、内存能力相关。
核心网		
基站		
车		
云平台服务器→核心网	有线通信时延	云平台服务器到核心网到基站的通信方式采用光纤通信，通信时延的长短与设备之间的距离相关，设备部署距离越近，光纤通信时延越短。距离越长，需要设置更多的核心网节点，每个节点的处理转发同样产生时延。
核心网→基站		
基站→车	无线通信时延	从基站到车端通信方式采用无线通信。无线时域资源将 1s 分为 100 份，每一份为一个帧 10ms，每一帧分为 10 个子帧，如下图所示。D 表示在这一子帧只发送下行数据，U 表示只发送上行数据。 这其中时延影响因素包括： 1. 当多份数据同时发送时，由于资源有限，需要按照一定的优先级进行排队传输，产生等待时延。 2. 当下行数据发送后，需要收到上行反馈确认发送成功后再发送下一份数据，保证可靠性，同样也会产生等待时延。 3. 如果一份数据发送失败后，需要进行重新发送，产生额外的重传时延。

B.2 网络优化方案

宜选择表 B.2 所列网络优化方案解决通信时延问题。

表 B.2 网络优化方案

时延类型	方案	原理
有线通信时延	UPF 下沉	缩短有线通信距离，降低传输时延：将核心网 UPF 由省会级部署下沉到区县级部署，减少设备传输距离。
有线通信时延	业务就近出局	缩短有线通信距离，降低传输时延：优化数据路由路径，将数据流量在就近节点进行业务分流，避免数据回传至归属地核心网，从而有效降低业务路径长度和通信时延。
无线通信时延	保证基站部署密度	缩短无线通信距离，降低传输时延：优化终端与接入点的物理距离，减少无线信号传播时延和路径损耗。
无线通信时延	用户优先级保障	提升车联用户优先级，降低排队时延：针对车联业务进行差异化保障，提高车联用户的调度优先级，让车联用户不需要额外等待时延。

表 B.2 网络优化方案（续）

时延类型	方案	原理
无线通信时延	时域调度优化	增加资源调度次数，降低排队时延：降低车联用户资源请求周期，增加基站轮询次数，使基站更快响应车联用户。
无线通信时延	空口重传优化	提升重传成功率，降低重传时延：当车联用户发送失败需要进行重传时，基站连续发送多份重传数据，保证重传的成功率。
无线通信时延	频域资源优先分配	配置车联网专用资源，降低排队时延：给车联网用户预留一定的频域资源，使车联用户不需要与其他用户进行竞争，降低等待时延。
有线、无线通信时延	链路冗余通信	链路冗余，提升可靠性并降低时延：车载终端配置两张 SIM 卡，可分别接入不同或相同运营商的网络，实现链路冗余。终端支持多发模式或者聚合模式的数据传输，能够对多个链路发送的数据包进行接收、去重、排序与重组，形成完整业务数据。云平台服务器需具备与终端协同的多链路处理能力，通信网络需支持链路冗余策略的配置与管理，最终实现多发模式的传输可靠性提升，聚合模式的数据时延降低。

参 考 文 献

- [1] YD/T 4772-2024 V2X 车载单元与车载系统互联应用层技术要求
 - [2] YD/T 4887-2024 智能实时音视频传输网络的应用场景与需求
 - [3] YD/T 6078-2024 智能实时音视频传输网络接口技术要求
 - [4] YD/T 6206-2024 宽带互联网业务和网络质量评价方法 网页/视频/测速业务
 - [5] YD/T xxx 支持高级别自动驾驶的 5G 网络部署和测试方法
 - [6] T/CSAE 234—2021 智能网联汽车 线控转向及制动系统数据接口要求
 - [7] T/SHV2X 2-2023 支持高级别自动驾驶的 5G 网络性能要求
 - [8] 5G 车载应用展望白皮书
 - [9] 5G ToC 音视频体验需求分析及评测（2022 年）
 - [10] 智能座舱标准体系研究报告
-