

ICS 33.060.01

CCS M 30

团 体 标 准

T/SHV2X 2—2023

支持高级别自动驾驶的 5G 网络性能要求

5G network performance requirements to support high-level autonomous driving

2023-08-21 发布

2023-08-21 实施

上海市车联网协会发布

目 次

目录

目 次	II
前 言	IV
引 言	V
支持高级别自动驾驶的 5G 网络性能要求	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 高级别自动驾驶 high-level autonomous driving	1
3.2 业务场景 use scenario	1
3.3 基本应用 use case	1
3.4 端到端时延 end-to-end delay	1
3.5 传输可靠性 reliability	1
3.6 业务方向（上行） data flow direction(uplink)	1
3.7 业务方向（下行） data flow direction(downlink)	2
3.8 发包频率 packet frequency	2
4 缩略语	2
5 高级别自动驾驶系统网络架构	2
5.1 系统概述	2
5.2 系统网络架构	3
5.3 接口定义	4
6 高级别自动驾驶业务场景	5
6.1 无人出租	5
6.1.1 场景描述	5
6.1.2 场景功能	5
6.2 干线物流	5
6.2.1 场景描述	5
6.2.2 场景功能	5
6.3 末端物流	6
6.3.1 场景描述	6
6.3.2 场景功能	6
6.4 无人环卫	6
6.4.1 场景描述	6
6.4.2 场景功能	6
6.5 智慧公交	7
6.5.1 场景描述	7
6.5.2 场景功能	7
6.6 自动接驳	8
6.6.1 场景描述	8
6.6.2 场景功能	8

6.7 港口无人运输	8
6.7.1 场景描述	8
6.7.2 场景功能	8
6.8 乘用车智能行泊	9
6.8.1 场景描述	9
6.8.2 场景功能	9
7 高级别自动驾驶基本应用	10
7.1 基本应用与业务场景对应关系	10
7.2 感知数据共享类	12
7.2.1 应用定义	12
7.2.2 业务流程	12
7.2.3 网络性能要求	13
7.3 协同决策类	13
7.3.1 应用定义	13
7.3.2 业务流程	14
7.3.3 网络性能要求	17
7.4 高精度地图下载	17
7.4.1 应用定义	17
7.4.2 业务流程	17
7.4.3 网络性能要求	19
7.5 自动泊车	19
7.5.1 应用定义	19
7.5.2 业务流程	19
7.5.3 网络性能要求	20
7.6 远程驾驶	21
7.6.1 应用定义	21
7.6.2 业务流程	21
7.6.3 网络性能要求	23
7.7 编队驾驶	23
7.7.1 应用定义	23
7.7.2 业务流程	23
7.7.3 网络性能要求	24
8 高级别自动驾驶的 5G 网络性能总体要求	25
9 参考文献	25

前 言

本标准按照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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由上海市车联网协会提出并归口。

本标准起草单位：中国移动通信集团上海有限公司、中国信息通信研究院、中国信息通信科技集团有限公司、中移（上海）信息通信科技有限公司、中国移动通信有限公司研究院、中国移动通信集团设计院有限公司、中信科智联科技有限公司、华为技术有限公司、中汽研汽车科技(上海)有限公司、零束科技有限公司、新石器慧通(北京)科技有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司、上海友道智途科技有限公司、智能汽车创新发展平台（上海）有限公司、腾讯云计算（北京）有限责任公司、中国电信股份有限公司上海分公司、中国联合网络通信有限公司上海市分公司、中国铁塔股份有限公司上海市分公司、中广电移动网络有限公司上海分公司、上研智联智能出行科技（上海）有限公司、工业互联网创新中心（上海）有限公司、中国信息通信研究院华东分院。

本标准主要起草人：吉鸿雁、葛雨明、汪建球、蒋亚佳、李海伟、李凤、冯霏、毛祺琦、郑银香、乔子金、张楹、单淳骋、刘建军、杨天、胡金玲、袁文群、苏宏家、庞伶俐、曾文达、侍兴华、马凌峰、汪忠、刘思杨、张云飞、陈希、李海斌、郭润清、施洋、白文江、潘政伟、宋晓航。

本标准支持单位（排名不分先后）：清华大学、同济大学、上海交通大学、百度智行科技(上海)有限公司、赛可智能科技（上海）有限公司、上海安吉星信息服务有限公司、上海车右智能科技有限公司、创远信科（上海）技术股份有限公司、上海麦腾物联网技术有限公司、上海优味网络科技有限公司、亚信科技（成都）有限公司、上海金桥智能网联汽车发展有限公司、上海滴滴沃芽科技有限公司、上海蔚来汽车有限公司、合众新能源汽车有限公司、上海众执芯信息科技有限公司、上海云骥智行智能科技有限公司、上海临港绝影智能科技有限公司、上海淞泓智能汽车科技有限公司、上海智能汽车融合创新中心有限公司、上海电科智能系统股份有限公司、上海威蓝汽车科技有限公司、天维讯达（上海）通信科技有限公司、中兴通讯股份有限公司、上海泰峰检测认证有限公司、芯讯通无线科技（上海）有限公司、上海图森未来人工智能科技有限公司、福特汽车（中国）有限公司、新岸线（北京）科技集团有限公司、上海海事大学、广州小鹏汽车科技有限公司、上海集度汽车有限公司、武汉理工大学、阿利昂斯汽车研发（上海）有限公司、特斯拉（上海）有限公司、上海白犀牛启达汽车科技有限公司、联通智网科技股份有限公司上海分公司。

引 言

自动驾驶是通信、交通、汽车等领域融合的新兴产业，是国家重要的发展战略方向。在国家政策的大力推动和产业需求的引导下，自动驾驶技术发展逐步迈向高级别阶段。高级别自动驾驶可利用先进的传感器和控制算法，减少交通事故和拥堵、提高运输效率减少成本、不断提升出行体验逐步替代人类驾驶，因此成为目前关注和期待的焦点。

面对复杂的道路环境和多种特定场景需求，高级别自动驾驶离不开稳定可靠的网络环境，高级别自动驾驶可借助C-V2X网络通信技术（包括蜂窝通信和直连通信），使“车-路-云”全方位协同配合，从而满足高等级自动驾驶车辆应用需求。目前支持辅助驾驶应用的C-V2X通信技术已完成直连通信性能要求及应用场景等相关标准，支持高级别自动驾驶应用的C-V2X通信技术（包括蜂窝通信和直连通信）相关标准有待完善。

为持续发挥标准引领作用，满足产业发展需求，在工业和信息化部关心支持下，上海市通信管理局指导开展本文件编写工作。本文件针对高级别自动驾驶的网络需求，分析不同业务场景和基本应用之间的对应关系，提出基于5G网络的性能要求，为支持高级别自动驾驶的5G网络建设提供有益参考。后续将根据产业发展情况，完善支持高级别自动驾驶的C-V2X直连通信相关标准。

支持高级别自动驾驶的5G网络性能要求

1 范围

本文件规定了基于5G网络支持高级别自动驾驶的系统网络架构、业务场景及其性能要求。本文件适用于支持高级别自动驾驶的5G产品研发、5G网络规划设计。

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，仅所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/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 高级别自动驾驶 high-level autonomous driving

是指运营设计域（ODD）范围内符合 GB/T 40429—2021 中定义的 L3 及以上自动驾驶技术能力等级。

3.2 业务场景 use scenario

是指高级别自动驾驶车辆视角下的车联业务发生场景和功能集合。

3.3 基本应用 use case

是指自动驾驶车辆为自动驾驶业务场景在特定情况下所执行的应用功能。

3.4 端到端时延 end-to-end delay

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。

3.5 传输可靠性 reliability

在基本服务所需时延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。

3.6 业务方向（上行） data flow direction(uplink)

业务数据包的传输方向。业务方向（上行），即车载终端是通信发送方。针对 C-V2X 蜂窝通信，

为车载终端向平台发送业务数据包；针对 C-V2X 直连通信，为车载终端向 C-V2X 路侧单元/其他车载终端发送的业务数据包。

3.7 业务方向（下行） data flow direction(downlink)

业务数据包的传输方向。业务方向（下行），即车载终端是通信接收方。针对 C-V2X 蜂窝通信，为车载终端接收平台发送的业务数据包；针对 C-V2X 直连通信，为车载终端接收 C-V2X 路侧单元/其他车载终端发送的业务数据包。

3.8 发包频率 packet frequency

周期性 V2X 消息体的发送频次。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

5G	第五代移动通信技术	The 5th Generation mobile communication technology
AGV	自动导向车	Automated Guided Vehicle
APP	应用程序	Application
AVP	自主代客泊车	Automated Valet Parking
C-V2X	蜂窝车用无线通信技术	Cellular Vehicle to Everything
HPP	记忆式泊车系统	Home Zone Parking Pilot
HV	领航车辆	Head Vehicle
MV	成员车辆	Member Vehicle
OBU	车载单元	On Board Unit
ODD	运行设计域	Operational Design Domain
T-BOX	车联网控制单元	Telematics BOX
TOS	码头计算机管理系统	Terminal Operation System
V2X	车载终端与其他设备通信	Vehicle to Everything

5 高级别自动驾驶系统网络架构

5.1 系统概述

高级别自动驾驶系统是车载终端、路侧单元、路侧感知与计算系统、云平台以及 5G 网络的融合系统。其中云平台根据功能可分为中心云平台和边缘云平台。5G 网络分为 5G 公网和 5G 专网，5G 专网可按需部署。

车载终端、路侧感知与计算系统和云平台通过 C-V2X 网络（包括蜂窝通信和直连通信）进行信息的交互，可获取实时的交通信息、路况信息和其他车辆的行为信息，支持自动驾驶系统的决策制定，保障自动驾驶安全。

5.2 系统网络架构

高级别自动驾驶系统网络架构见图 1。

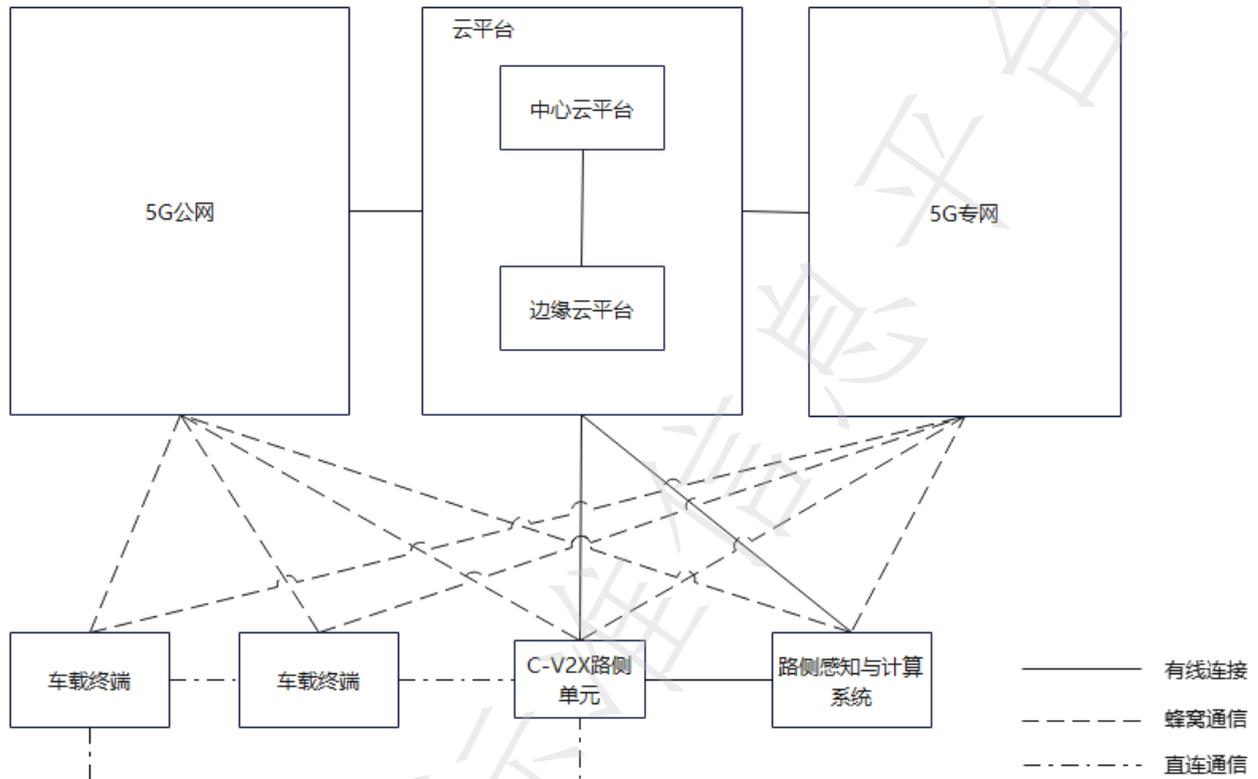


图1 高级别自动驾驶系统网络架构

高级别自动驾驶系统网络架构各部分功能如下。

- 车载终端**：支持 5G 蜂窝通信和或 C-V2X 直连通信能力的车载终端，如 OBU、T-BOX 等。主要功能为进行 V2X 消息、感知数据、驾驶指令等的收发。
- C-V2X 路侧单元**：部署在城市道路、公路沿线或者场端，具备通信（5G 蜂窝、直连通信）能力。能够与车载终端、路侧感知与计算系统、云平台等进行信息交互。
- 路侧感知与计算系统**：主要功能为感知数据采集、上报、处理和分析。包括摄像机、激光雷达、毫米波雷达、路侧计算设备等。
- 5G 公网**：用于公共用途的 5G 蜂窝网络，与公共网络运营商签约的用户设备均可接入该网络。公共网络由公共网络运营商建设部署。
- 5G 专网**：为特定用户/组织/终端提供通信服务的 5G 蜂窝网络，只允许特定授权的用户设备使用。5G 专网可为独立建设的网络，或是基于 5G 公网的虚拟专网。
- 中心云平台**：具备广域感知信息融合处理、业务全局管理和调度等功能，可为车辆提供时延不敏感服务的广域云计算平台。主要功能包括：计算、数据存储与缓存、全局决策与处理、数据安全与隐私保护、全局资源管理与协调等。
- 边缘云平台**：具备 V2X 消息处理、局域感知融合计算功能和路径规划、驾驶决策等功能，可为车辆提供时延敏感服务的边缘计算平台。主要功能包括：计算、数据存储与缓存、本地决策与处理、数据安全与隐私保护、资源管理与协调等。

5.3 接口定义

高级别自动驾驶系统架构中各功能实体之间的逻辑接口见图 2。

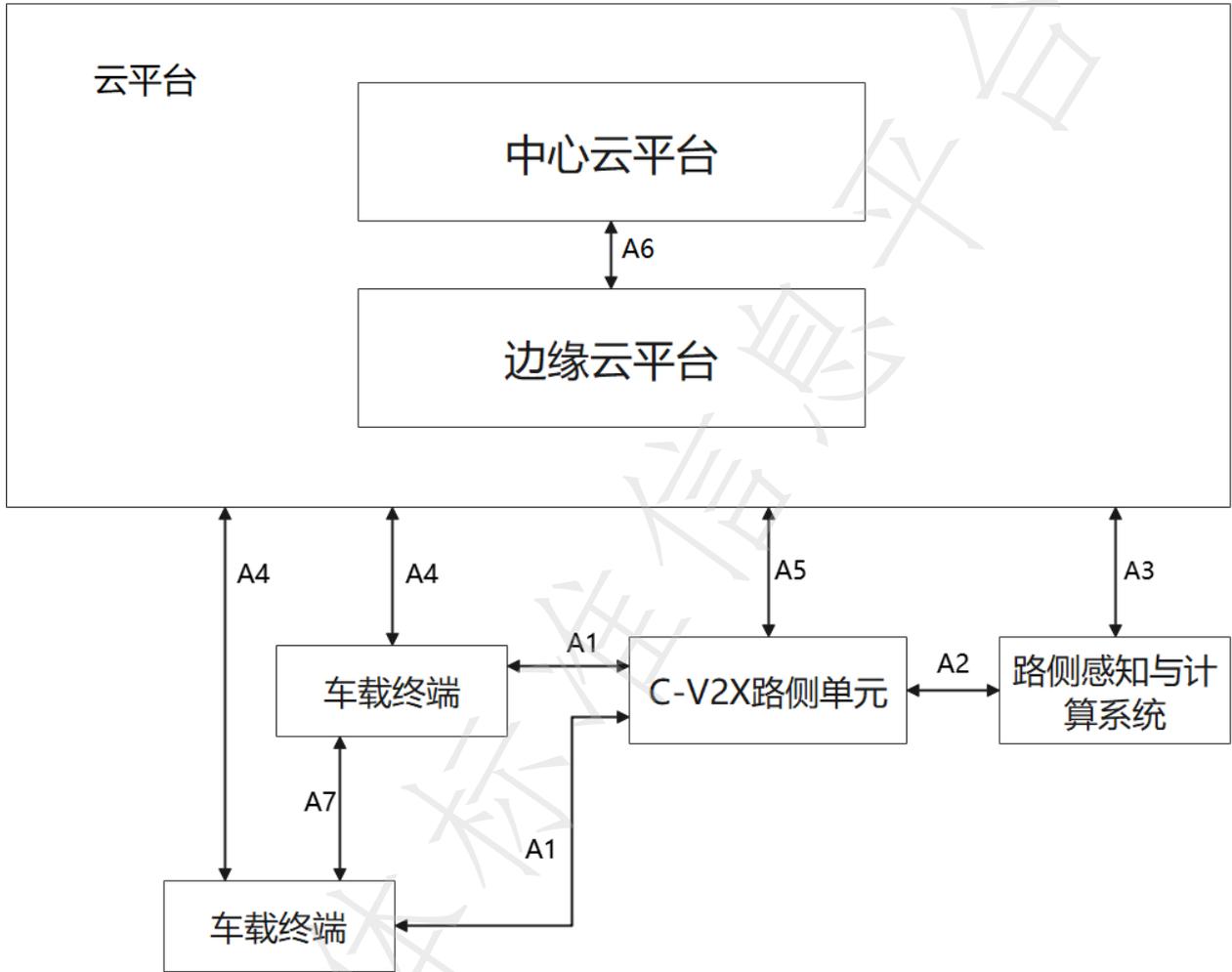


图2 高级别自动驾驶的系统逻辑接口

各接口定义如下：

- A1：车载终端和 C-V2X 路侧单元之间的接口，主要功能为 V2X 消息的接收和发送。
- A2：C-V2X 路侧单元和路侧感知与计算系统之间的接口，主要功能为路侧感知结构化数据、控制消息的接收和发送。
- A3：路侧感知与计算系统和云平台之间的接口，主要功能为路侧感知数据、控制消息的接收和发送。
- A4：车载终端和云平台之间的接口，主要功能为车侧感知数据、V2X 消息的接收和发送。
- A5：C-V2X 路侧单元和云平台之间的接口，主要功能为 V2X 消息的接收和发送。
- A6：边缘云平台和中心云平台之间的接口，主要实现边缘云平台与中心云平台的数据交互，交互的信息包含规划控制、决策、交通参与者事件、位置等 V2X 消息以及结构化数据等。
- A7：车载终端和车载终端之间的接口，主要功能为 V2X 消息的接收和发送。

6 高级别自动驾驶业务场景

6.1 无人出租

6.1.1 场景描述

无人出租是指车内不配备驾驶员和测试安全员的出租车。无人出租在行驶过程中，可利用通信网络与周边车辆、路侧设施、云平台实现信息交互，获取交通出行信息、感知信息、驾驶意图信息等，进而实现高级别自动驾驶的信息交互、协同感知与决策。

6.1.2 场景功能

无人出租包含以下场景功能：

——无人出租自动驾驶

无人出租车根据规划路径行驶时，应结合交通信号控制信息和无人出租车获取的道路动态信息等进行自动驾驶操作。该场景功能包括且不限于以下基本应用：

- 高精度地图下载；
- 高精度定位的差分数据服务；
- 交通信息共享，如红绿灯信息、限速信息、交通标牌信息等信息的获取
- 感知数据共享，如周围车辆、弱势交通参与者、道路危险情况等信息获取；
- 协同决策，包括车辆之间的驾驶意图共享，实现协同变道、协同驾驶、协同机动等；
- 自动泊车。

——远程驾驶

- 无人出租车在运行过程中，可配备远程安全员对无人出租车进行远程驾驶。该场景功能为基本应用，包含以下具体用例：
- 实时监控，远程安全员可以实时对运行中的无人出租车的驾驶状态和驾驶环境进行监控；
- 驾驶指引，在行驶环境变化超出 ODD 范围或者系统降级停车或者其它紧急情况时，远程安全员可进行云端决策和运动规划引导车辆继续执行驾驶任务；
- 远程接管，在行驶环境变化超出 ODD 范围或者系统降级停车或者其它紧急情况时，远程安全员可通过云端智能驾舱进行远程接管控制车辆继续行驶。

6.2 干线物流

6.2.1 场景描述

干线物流是指可利用自动驾驶集卡在城市之间道路的主干线路，进行大批量、长距离的货物运输。

6.2.2 场景功能

干线物流包含以下场景功能：

——物流车辆自动驾驶

物流车辆根据规划路径实现自动驾驶功能。该场景功能包括且不限于以下应用：

- 高精度地图下载；
- 高精度定位的差分数据服务；
- 交通信息共享，如红绿灯信息、限速信息、交通标牌信息等信息的获取；
- 感知数据共享，如周围车辆、弱势交通参与者、道路危险情况等信息的获取；
- 协同决策，包括车辆之间的驾驶意图共享，实现协同变道、协同驾驶、协同机动等。

——编队驾驶

利用通信网络，编队车辆组成驾驶编队，后车跟随头车实现近距离自动驾驶。该场景功能为基本应用，包含以下具体用例：

- 稳定状态下编队驾驶。

——远程驾驶

干线物流可配备远程安全员对正在编队车辆进行远程驾驶。该场景功能为基本应用，包含以下具体用例：

- 实时监控，远程安全员可通过实时监控了解编队内所有车辆的驾驶状态；
- 驾驶指引，远程安全员可进行云端决策和运动规划引导头车执行驾驶任务保持编队的稳定运行；
- 远程接管，远程安全员可通过远程接管控制头车的驾驶保持编队的稳定行驶。

6.3 末端物流

6.3.1 场景描述

末端物流是指可利用无人驾驶配送车实现以终端客户为目的的物流快递系统。在无人配送车行驶过程中，可利用通信网络实现无人配送车自车感知、决策、规划控制和网联路端、云端信息的融合，保障无人配送车的运行性能和安全性。

6.3.2 场景功能

末端物流包含以下场景功能：

——无人配送车自动驾驶

无人配送车自动驾驶是指无人配送车将自身传感器的感知结果、路侧感知结果与云平台中传递的感知结果协同融合，实现自动驾驶功能。该场景功能包括且不限于以下应用：

- 高精度定位的差分数据服务；
- 交通信息共享，如红绿灯信息、限速信息、交通标牌信息等信息的获取；
- 感知数据共享，如周围车辆、弱势交通参与者、道路危险情况等信息的获取；
- 协同决策，包括车辆之间的驾驶意图共享，实现协同变道、协同驾驶、协同机动等。

——远程驾驶

远程驾驶是指无人配送车在行驶过程中，远程安全员对车辆实时上报的驾驶环境视频和状态信息进行全程监控，远程安全员在紧急情况或者无人配送车自主进行功能降级时及时响应、辅助脱困。该场景为基本应用，包含以下具体用例：

- 实时监控，远程安全员可以实时对运行中的无人配送车的驾驶状态和驾驶环境进行监控；
- 驾驶指引，远程安全员可进行云端决策和运动规划引导车辆执行驾驶任务；
- 远程接管，远程安全员可远程接管控制无人配送车行驶。

6.4 无人环卫

6.4.1 场景描述

无人环卫是指利用无人驾驶环卫车辆实现道路清洁、洒水、消杀等环卫工作。无人环卫车可工作在街道等开放道路及园区、公园、学校等封闭道路。

6.4.2 场景功能

无人环卫包含以下场景功能。

——城市自动驾驶

无人环卫车可以在城市道路、园区道路上实现自动驾驶功能。该场景功能包括且不限于以下应用：

- 高精度地图下载；
- 高精度定位的差分数据服务；
- 交通信息共享，如红绿灯信息、限速信息、交通标牌信息等信息的获取；
- 感知数据共享，如周围车辆、弱势交通参与者、道路危险情况等信息的获取；
- 协同决策，包括车辆之间的驾驶意图共享，实现协同变道、协同驾驶、协同机动等。

——远程驾驶

无人环卫车可配备远程安全员对正在无人化运行的环卫车进行远程驾驶，在紧急情况或者无人环卫车自主进行功能降级时及时响应、辅助脱困。该场景功能为基本应用，包含以下具体用例：

- 实时监控，远程安全员可以实时对运行中的无人环卫车的驾驶状态和驾驶环境进行监控；
- 驾驶指引，远程安全员可进行云端决策和运动规划引导车辆执行驾驶任务；
- 远程接管，远程安全员可远程接管控制无人环卫车行驶。

6.5 智慧公交

6.5.1 场景描述

智慧公交是指严格按照指定运营线路、车道、方向行驶的自动驾驶公交车，提供集中化、大运量的公众化出行服务。智慧公交可利用通信网络实现车载终端与路侧感知与计算系统、云平台的交互，加强安全保障措施、提高公交运行效率，也为乘客提供智能化车路协同信息服务。

6.5.2 场景功能

智慧公交包含以下场景功能：

——巡线驾驶

巡线驾驶是指自动驾驶公交车在起讫点之间的固定路径上实现自动驾驶，并且车辆可在所有预定站点停靠。该场景功能包括且不限于以下应用：

- 高精度地图下载；
- 高精度定位的差分数据服务；
- 交通信息共享，如红绿灯信息、限速信息、交通标牌信息等信息的获取；
- 感知数据共享，如周围车辆、弱势交通参与者、道路危险情况等信息的获取；
- 协同决策，包括车辆之间的驾驶意图共享，实现协同变道、协同驾驶、协同机动等。

——场站停泊

自动驾驶公交车应通过站点的识别、路径规划和引导来实现指定站点的停靠/泊入泊出等功能。该场景功能包括且不限于以下应用：

- 高精度地图下载；
- 高精度定位的差分数据服务；
- 场站路径引导服务；
- 感知数据共享，如周围车辆、弱势交通参与者等信息的获取。

——远程驾驶

自动驾驶公交车可配备远程安全员对正在无人化运行的车辆进行远程驾驶，在紧急情况或者自动驾驶公交车自主进行功能降级时及时响应、辅助脱困。该场景功能为基本应用，包含以下具体用例：

- 实时监控，远程安全员可以实时对运行中的自动驾驶公交车的驾驶状态和驾驶环境进行监

控；

- 驾驶指引，远程安全员可进行云端决策和运动规划引导自动驾驶公交车执行驾驶任务；
- 远程接管，远程安全员可远程接管控制自动驾驶公交车行驶。

6.6 自动接驳

6.6.1 场景描述

自动接驳是指利用具备高级别自动驾驶能力、低速行驶且不配备传统驾驶员的车辆，实现园区和开放道路的共享出行的一种公共交通服务方式。

6.6.2 场景功能

自动接驳包含以下场景功能。

——巡线行驶

是指自动接驳车在起讫点之间的固定路径上自动驾驶，车辆可在所有预定站点停靠，也可以根据请求停车。该场景功能包括且不限于以下应用：

- 高精度地图下载；
- 高精度定位的差分数据服务；
- 交通信息共享，如红绿灯信息、限速信息、交通标牌信息等信息的获取；
- 感知数据共享，如周围车辆、弱势交通参与者、道路危险情况等信息的获取；
- 协同决策，包括车辆之间的驾驶意图共享，实现协同变道、协同驾驶、协同机动等。

——站点停泊

自动接驳车应通过站点的识别在指定点停靠。该场景功能包括且不限于以下应用：

- 高精度地图下载；
- 高精度定位的差分数据服务；
- 场站路径引导服务；
- 感知数据共享，如周围车辆、弱势交通参与者、道路危险情况等信息的获取。

——远程驾驶

自动接驳车应具备远程驾驶能力，远程操作人员可通过远程驾驶帮助车辆脱困。该场景功能为基本应用，包含以下具体用例：

- 实时监控，远程安全员可以实时对运行中的自动接驳车的驾驶状态和驾驶环境进行监控；
- 驾驶指引，远程安全员可进行云端决策和运动规划引导自动接驳车执行驾驶任务；
- 远程驾驶，远程安全员可远程接管控制自动接驳车行驶。

6.7 港口无人运输

6.7.1 场景描述

港口无人运输是指在港口区域内对水平运输车辆，如 AGV/集卡/跨运车等装卸设备或其他相关设施进行自主导航、任务执行和协调操作。

6.7.2 场景功能

港口无人运输包含以下场景功能：

——AGV/集卡/跨运车效率通行

通过 TOS 集中调度系统与感知数据的融合计算场内自动驾驶车辆的协作式通行顺序，规划车辆行驶路径，实现港口内部自动驾驶车辆的高效通行。该场景功能包括且不限于以下应用：

- 高精度定位的差分数据服务；
- 场站路径引导服务；
- 感知数据共享，如周围车辆、弱势交通参与者、道路危险情况等信息的获取；
- 协同决策，包括车辆之间的驾驶意图共享，实现协同变道、协同驾驶、协同机动等。

——远程驾驶

港口内部自动驾驶车辆应具备远程驾驶能力，当作业中出现故障，操作人员可通过远程驾驶帮助车辆脱困。该场景功能为基本应用，包含以下具体用例：

- 实时监控，远程安全员可以实时对运行中的自动驾驶车辆的驾驶状态和驾驶环境进行监控；
- 驾驶指引，远程安全员可进行云端决策和运动规划指引自动驾驶车辆执行驾驶任务；
- 远程接管，远程安全员可远程接管控制自动驾驶车辆行驶。

6.8 乘用车智能行泊

6.8.1 场景描述

乘用车智能行泊是指乘用车在车主输入导航目的地后通过自动驾驶到达目的地的场景。

6.8.2 场景功能

乘用车智能行泊包含以下场景功能：

——高速导航驾驶

高速导航驾驶是指车主输入导航目的地后，乘用车在城市快速路、高速公路等路况下实现自动驾驶功能。该场景功能包括且不限于以下应用：

- 高精度地图下载；
- 高精度定位的差分数据服务；
- 交通信息共享，如红绿灯信息、限速信息、交通标牌信息等信息的获取；
- 感知数据共享，如周围车辆、弱势交通参与者、道路危险情况等信息的获取；
- 协同决策，包括车辆之间的驾驶意图共享，实现协同变道、协同驾驶、协同机动等。。

——记忆代客泊车

记忆代客泊车 HPP 是指车主在同一位置完成泊车将泊车路线保存到车端并上传到云端，车辆完成对同一路线的泊车学习后，当车主再次在此停车时，可以提前下车并激活 HPP 功能，车辆可以实现自动泊车功能。该场景功能包括且不限于以下应用：

- 高精度地图下载；
- 实时监控。

——智能召唤

智能召唤是指停在车位中的乘用车在车主通过手机 APP 发出唤车要求后，自动行驶到车主所在位置（距离一般不超过 100 米）。该场景功能包括且不限于以下应用：

- 高精度定位的差分数据服务；
- 感知数据共享，如周围车辆、弱势交通参与者、道路危险情况等信息的获取；

——城市导航驾驶

城市导航驾驶是指车主输入导航目的地的后，乘用车在城市开放道路上实现自动驾驶功能。该场景功能包括且不限于以下应用：

- 高精度地图下载；
- 高精度定位的差分数据服务；
- 交通信息共享，如红绿灯信息、限速信息、交通标牌信息等信息的获取；
- 感知数据共享，如周围车辆、弱势交通参与者、道路危险情况等信息的获取；

- 协同决策，包括车辆之间的驾驶意图共享，实现协同变道、协同驾驶、协同机动等。

——代客泊车

代客泊车功能是指用户将车辆停放在停车场的入口处或者附近的道路上，车辆在停车场端和云端的辅助下，自动通过寻找停车场和车位、路径规划、循迹行驶、自动避障、泊入/出车位的功能为用户实现停车的目的。该场景功能包括且不限于以下应用：

- 高精度地图下载；
- 高精度定位的差分数据服务；
- 感知数据共享，如周围车辆、弱势交通参与者等信息的获取
- 自动泊车。

7 高级别自动驾驶基本应用

7.1 基本应用与业务场景对应关系

高级别自动驾驶典型基本应用包含感知数据共享类、协同决策类、高精度地图下载、自动泊车、远程驾驶和编队驾驶，基本应用与业务场景的对应关系示意图见图 3。

根据前述高级别自动驾驶业务场景由不同的基本应用支撑实现，本文件所涉及的业务场景与基本应用关系见表 1：

表1 业务场景与基本应用关系

业务场景	基本应用
无人出租	高精度地图下载
	高精度定位的差分数据服务
	交通信息共享
	感知数据共享
	协同决策
	自动泊车
	远程驾驶
干线物流	高精度地图下载
	高精度定位的差分数据服务
	交通信息共享
	感知数据共享
	协同决策
	远程驾驶
	编队驾驶
末端物流	高精度定位的差分数据服务
	交通信息共享
	感知数据共享

	协同决策
	远程驾驶
无人环卫	高精度地图下载
	高精度定位的差分数据服务
	交通信息共享
	感知数据共享
	远程驾驶
智慧公交	高精度地图下载
	高精度定位的差分数据服务
	交通信息共享
	感知数据共享
	协同决策
	远程驾驶
	场站路径引导服务
自动接驳	高精度地图下载
	高精度定位的差分数据服务
	交通信息共享
	感知数据共享
	协同决策
	远程驾驶
	场站路径引导服务
港口无人运输	高精度定位的差分数据服务
	场站路径引导服务
	感知数据共享
	协同决策
	远程驾驶
乘用车智能行泊	高精度地图下载
	高精度定位的差分数据服务
	交通信息共享
	感知数据共享
	协同决策
	自动泊车

上述基本应用中，高级别自动驾驶所特有的基本应用包括以下几类：

- 感知数据共享
- 协同决策
- 高精度地图下载
- 自动泊车
- 远程驾驶
- 编队驾驶

本文件将针对上述基本应用的 5G 网络性能需求进行阐述。

7.2 感知数据共享类

7.2.1 应用定义

感知数据共享类应用指车载终端获取环境感知信息，并支撑自动驾驶决策。

感知数据共享类应用可包含以下用例：

——路侧基础设施辅助环境感知

车载终端获取路侧感知设备的实时感知信息，如道路上动态和静态物体的环境信息。

——车辆共享道路事件信息

车载终端收集传感器侦测到的道路交通事件信息，并发送给其他车载终端或云平台。

7.2.2 业务流程

路侧基础设施辅助环境感知的流程见图 3，具体流程如下：

- 路侧感知与计算系统输出环境感知信息；
- 车载终端接收环境感知信息；
- 车载终端将外部环境感知数据与自身数据合并处理，制定驾驶决策。



图3 路侧基础设施辅助环境感知业务流程

车辆共享道路事件信息的应用流程见图 4，具体流程如下：

- 车载终端A检测到道路事件（拥堵、路障、恶劣天气等）；

- b) 车载终端A发送检测到的事件的信息；
- c) 车载终端A附近的车载终端B接收到车载终端A发送的事件信息；

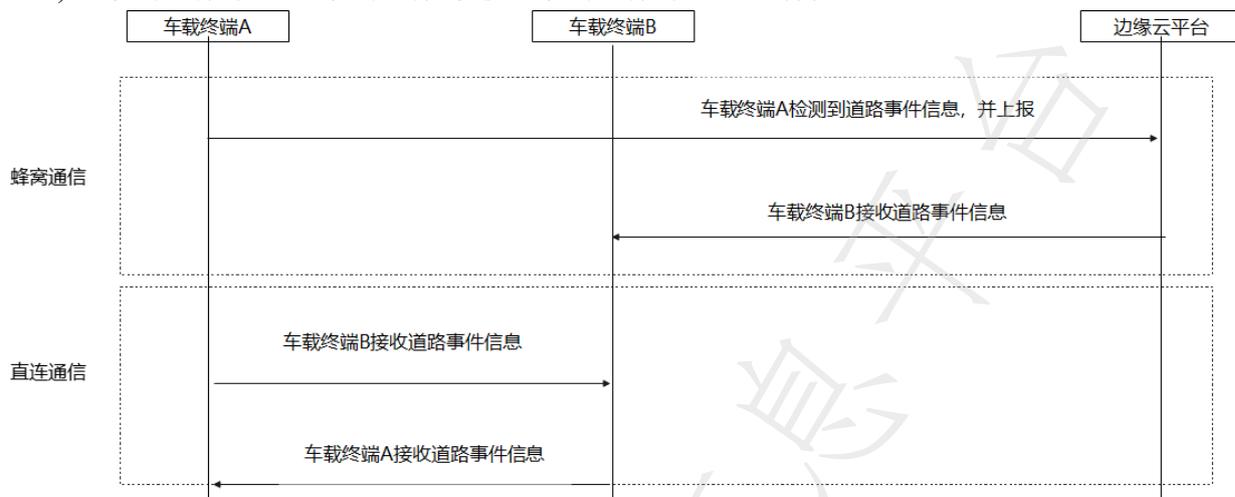


图4 车辆共享道路事件信息业务流程

7.2.3 网络性能要求

感知数据共享类应用的网络性能需求见表 2。

表2 感知数据共享类应用性能要求

		用例		
		车辆共享道路事件信息		路侧基础设施辅助环境感知
性能指标	业务方向（上行/下行）	上行	下行	下行
	发包频率（Hz）	10	10	10
	速率（Mbps）	0.024	0.024	4
	端到端时延（ms）	20	20	20
	传输可靠性	99.9%	99.9%	99.99%

7.3 协同决策类

7.3.1 应用定义

协同决策类应用指多个车载终端通过指示信息或辅助信息的交互实现共同协作与决策。

协同决策类应用可包含以下用例：

——协作车道合并

即车载终端 A 为正在并入其行车道的车载终端 B 提供辅助的场景，见下图 5。协作车道合并主要包括，待汇入车载终端 A 车道的车载终端 B，车载终端 A 需要注意车载终端 B 的汇入，并获取道路、车道名称和场景区域，车载终端 B 需向车载终端 A 指示是否支持协作车道合并。

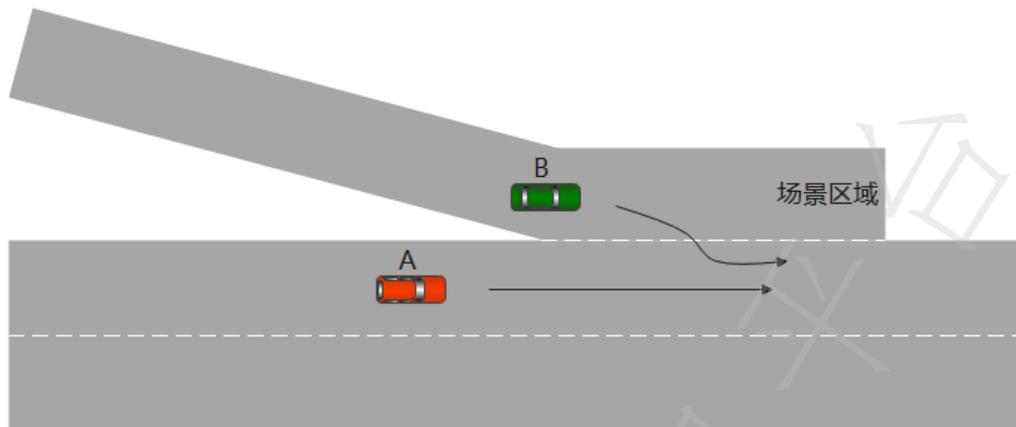


图5 协作车道合并

——紧急情况下自动驾驶车辆的协同机动

在危险情况时（例如与移动物体的碰撞），邻近的车载终端相互协调，以便共同决策和执行其操作，见下图6。

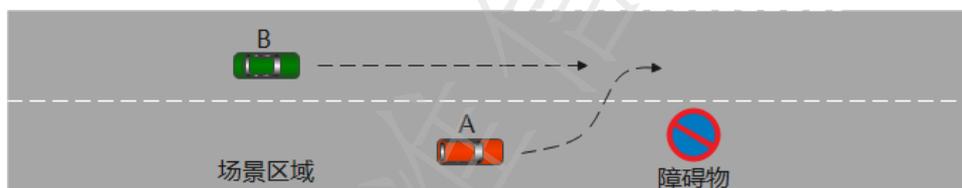


图6 紧急情况下自动驾驶车辆的协同机动

——协同驾驶

车载终端将要执行特定的动作（例如变道、离开高速公路、掉头等），向可能参与执行的其他车载终端提供指示信息，其他车载终端向该车载终端表明他们是否支持或决定拒绝执行特定的动作，该交通参与者通知支持的其他交通参与者并告知其是否执行该动作。

7.3.2 业务流程

协作车道合并的业务流程见图7，具体流程如下：

- 车载终端B发送车道合并操作请求信息，并发送其位置、速度等状态信息；
- 车载终端A收到车载终端B实施车道合并操作的请求，并发送其位置、速度等状态信息；
- 车载终端A根据车载终端B的状态信息以及场景区域的长度来调整车载终端A的速度，保证车载终端A位于车载终端B的安全距离内；
- 车载终端B可根据车载终端A的状态信息调整其速度，进而实现协作车道合并。

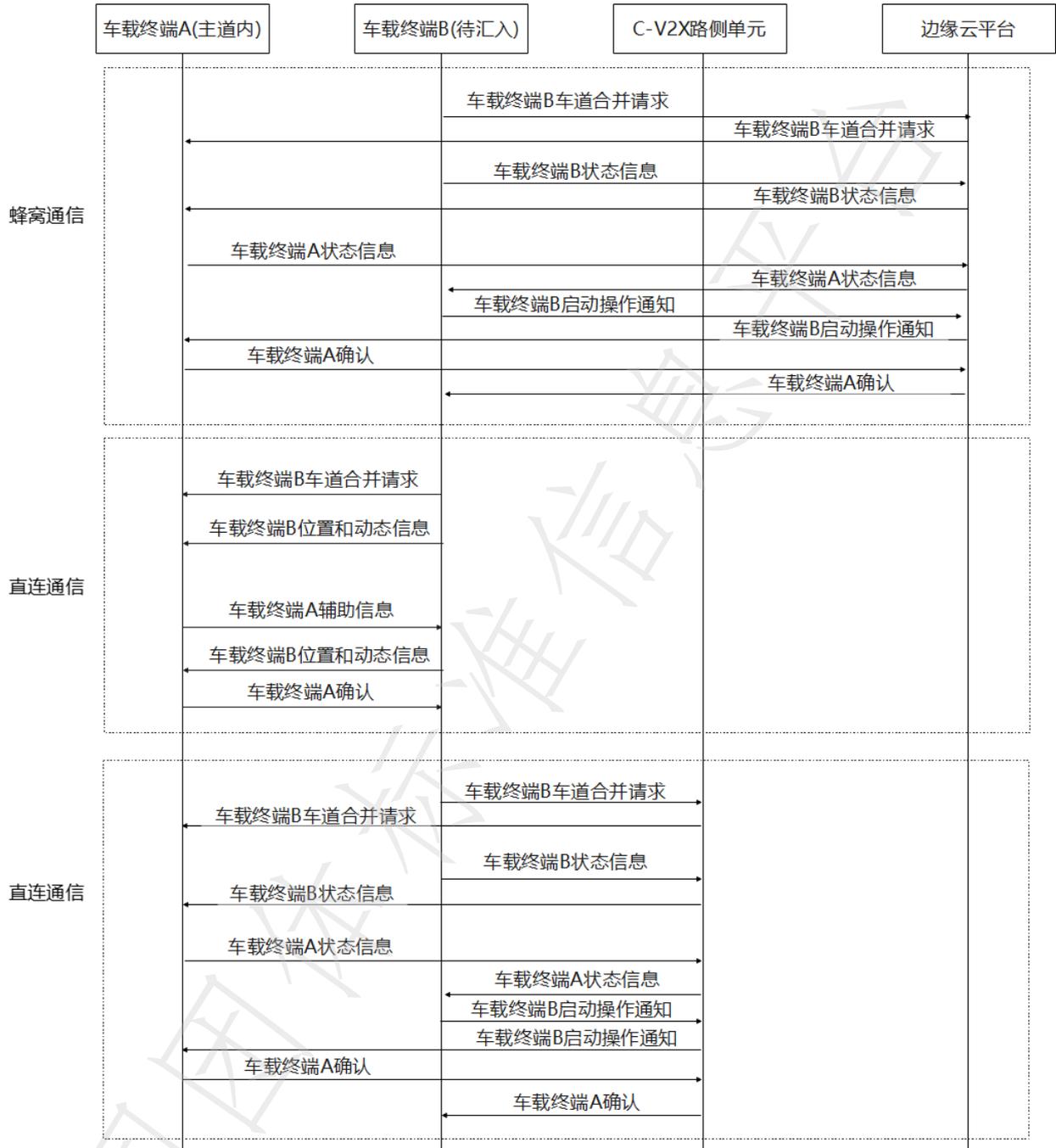


图7 协作车道合并应用业务流程

紧急情况下自动驾驶车辆的协同机动的业务流程见图 8，具体流程如下：

- 边缘云平台/C-V2X路侧单元/车载终端A，根据车载终端A与障碍物的距离、道路条件和其他车载终端的位置判断存在碰撞风险，确定车载终端A需要执行紧急操作以避免碰撞，生成发送紧急机动指示并发送；
- 车载终端A根据紧急机动指示采取机动措施，避免与检测到的障碍物碰撞；
- 车载终端B根据当前A/B两车状态和道路状况采取机动措施，以A/B两车出现任何进一步的风险碰撞。

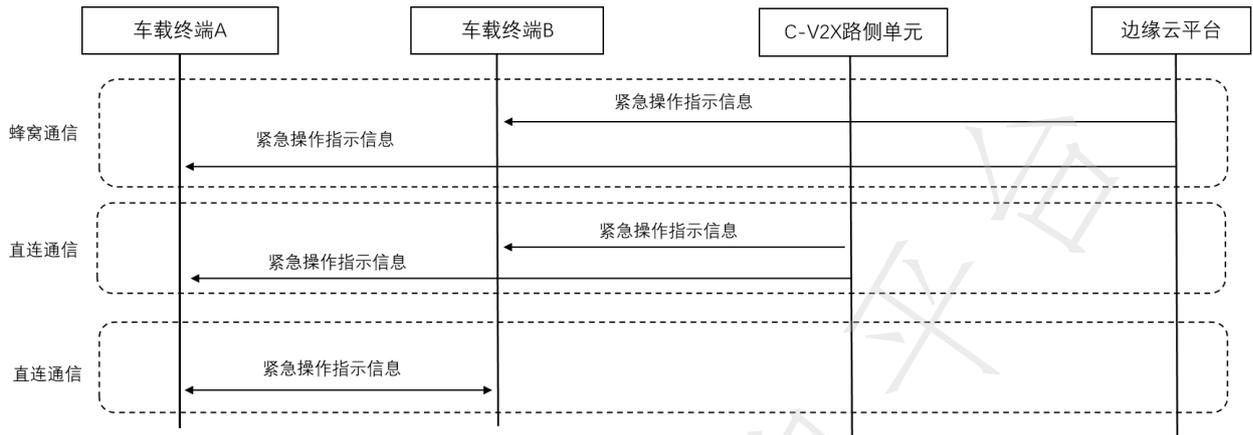


图8 紧急情况下自动驾驶车辆的协同机动应用业务流程

协同驾驶的业务流程见图9，具体流程如下：

- 车载终端A向车载终端B发送操作指示消息；
- 车载终端B收到操作指示消息后，确定操作反馈信息，并发回车载终端A；
- 车载终端A接收来自车载终端B的操作反馈消息并确定操作决策消息，将操作决策消息发送给车载终端B；
- 车载终端B发送操作确认信息，以确保所有相关各方都收到并同意要采取的操作。

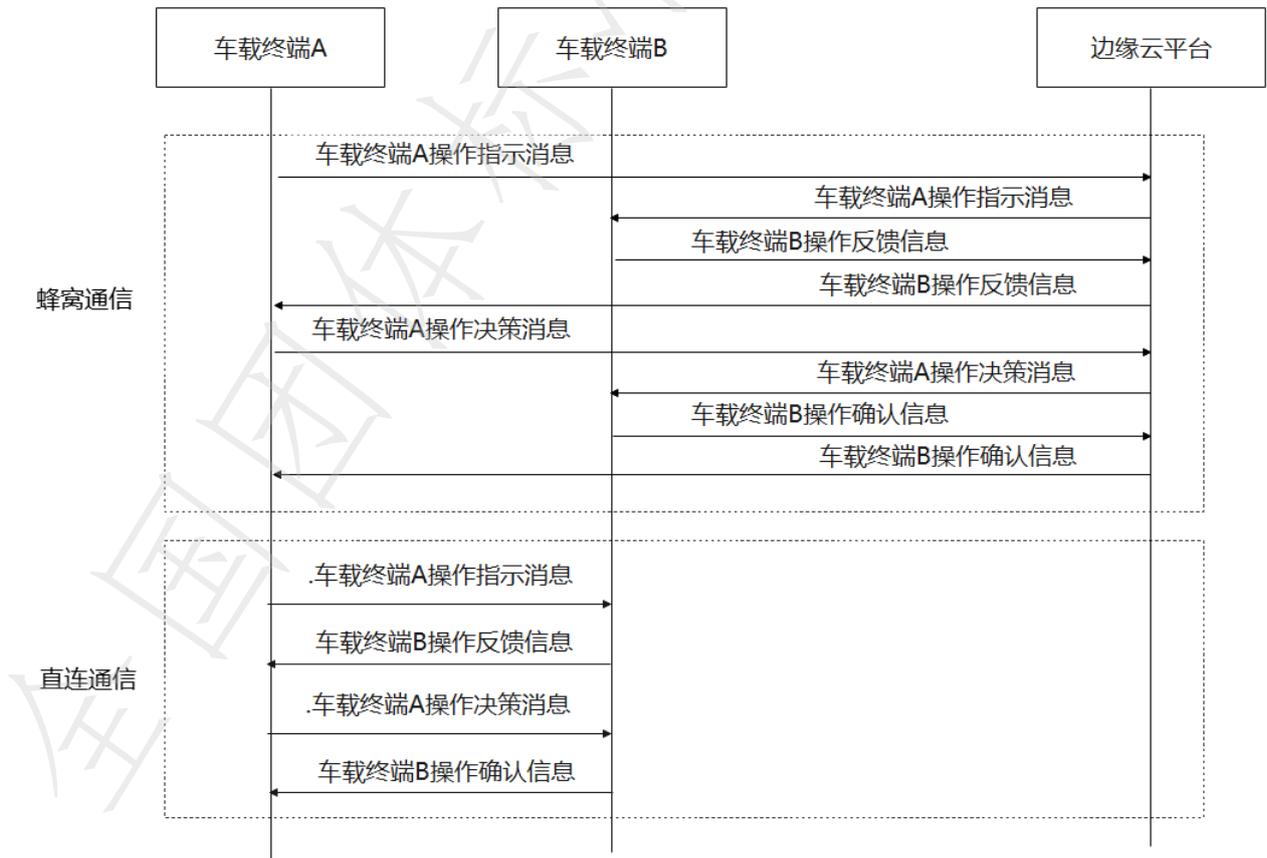


图9 协同驾驶应用业务流程

7.3.3 网络性能要求

协同决策类应用的网络性能要求见表 3。

表3 协同决策类应用网络性能要求

		用例					
		紧急情况下自动驾驶车辆的协同机动		协作车道合并		协同驾驶	
性能指标	业务方向 (上行/下行)	上行	下行	上行	下行	上行	下行
	发包频率 (Hz)	/	/	10	10	25	25
	速率 (Mbps)	0.048	0.048	0.024	0.024	2	2
	端到端时延 (ms)	10	10	20	20	40	40
	传输可靠性	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%

7.4 高精度地图下载

7.4.1 应用定义

高精度地图下载是指通过中心云平台或者边缘云平台对自动驾驶车辆的高精地图进行动态更新，保证车辆能够获取到更新后的高精地图数据。

7.4.2 业务流程

在高精度地图下载场景中，自动驾驶车辆通过更新地图方式获取到新的路网情况，辅助车辆行驶策略的生成。

高精度地图下载可以由车端发起或者云平台发起。

高精度地图下载云平台发起的流程见图 10，具体流程如下：

- 中心云平台向边缘云平台周期性同步最新高精地图版本；
- 边缘云平台将高精地图版本信息下发至车载终端；
- 车载终端对高精地图版本进行对齐校验。当版本信息不一致时，车载终端向边缘云平台请求高精地图更新；
- 如果车载终端申请的是增量高精地图，则边缘云平台直接下发增量高精地图数据给车载终端；
- 如果车载终端申请的是全量高精地图，则边缘云平台向中心云平台请求全量高精地图信息，中心云平台将全量高精地图数据发送给车载终端。

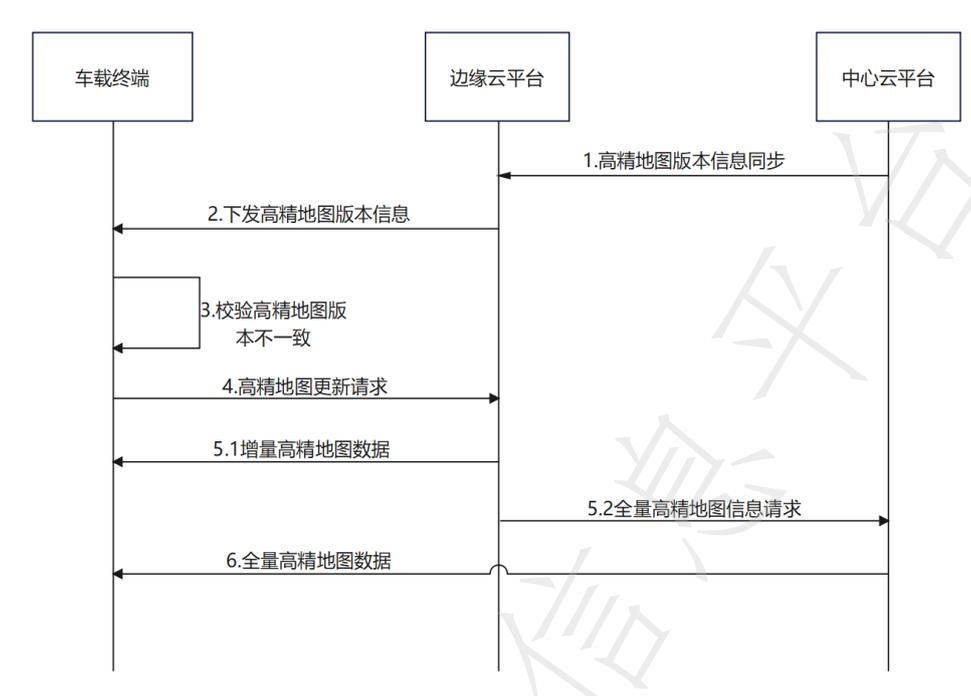


图10 云平台触发的高精地图下载应用业务流程

由车端发起的高精度地图下载流程见图 11，具体流程如下：

- a) 车载终端向边缘云平台发起高精地图版本信息请求；
- b) 边缘云平台将高精地图版本信息下发至车载终端；
- c) 车载终端对高精地图版本进行对齐校验，当版本信息不一致时，车载终端向边缘云平台请求高精地图更新；
- d) 如果车载终端申请的是增量高精地图，则边缘云平台直接下发增量高精地图数据给车载终端；
- e) 如果车载终端申请的是全量高精地图，则边缘云平台向中心云平台请求全量高精地图信息，中心云平台将全量高精地图数据发送给车载终端。



图11 车端触发的高精地图下载应用业务流程

7.4.3 网络性能要求

高精度地图下载应用的网络性能要求见表 4。

表4 高精度地图下载应用网络性能要求

		用例
		高精度地图下载
性能指标	业务方向（上行/下行）	下行
	发包频率（Hz）	/
	速率（Mbps）	16
	端到端时延（ms）	100
	传输可靠性	99 %

7.5 自动泊车

7.5.1 应用定义

自动泊车是指用户将车辆停放在停车场的入口处或者附近的道路上，车辆在停车场端（简称场端）和云平台（简称云端）的辅助下，通过寻找停车场和车位、路径规划、循迹行驶、自动避障、泊入/出车位等功能为用户实现自动停车。车端、场端以及云端可根据不同的分工方式实现自主代客泊车（AVP）功能。

7.5.2 业务流程

自动泊车可根据车端、场端和云端的功能分工分为重车轻场、车场均衡和重场轻车三种类型，如表 5、表 6 和表 7 所示。

表5 AVP 功能分工类型一（重车轻场）

分工情况	车端	场端	云端
停车场寻找	/	/	√
车位预定	/	/	√
地图下载（包含车位）	/	√	/
路径规划	√	/	/
行车避障	√	/	/
泊入车位	√	/	/

表6 AVP 功能分工类型二（车场均衡）

分工情况	车端	场端	云端
停车场寻找	/	/	√
车位预定	/	/	√
地图下载（包含车位）	/	√	/
路径规划	/	√	/
行车避障	√	√ 仅提供盲区目标识别	/
泊入车位	√	/	/

表7 AVP 功能分工类型三（重场轻车）

分工情况	车端	场端	云端
停车场寻找	/	/	√

车位预定	/	/	√
地图下载（包含车位）	/	√	/
路径规划	/	√	/
行车避障	/	√	/
泊入车位	√	/	/

自动泊车的业务流程包括停车场寻找、车位预定、地图下载、路径规划、行车避障、泊入车位 6 个步骤，见图 12。

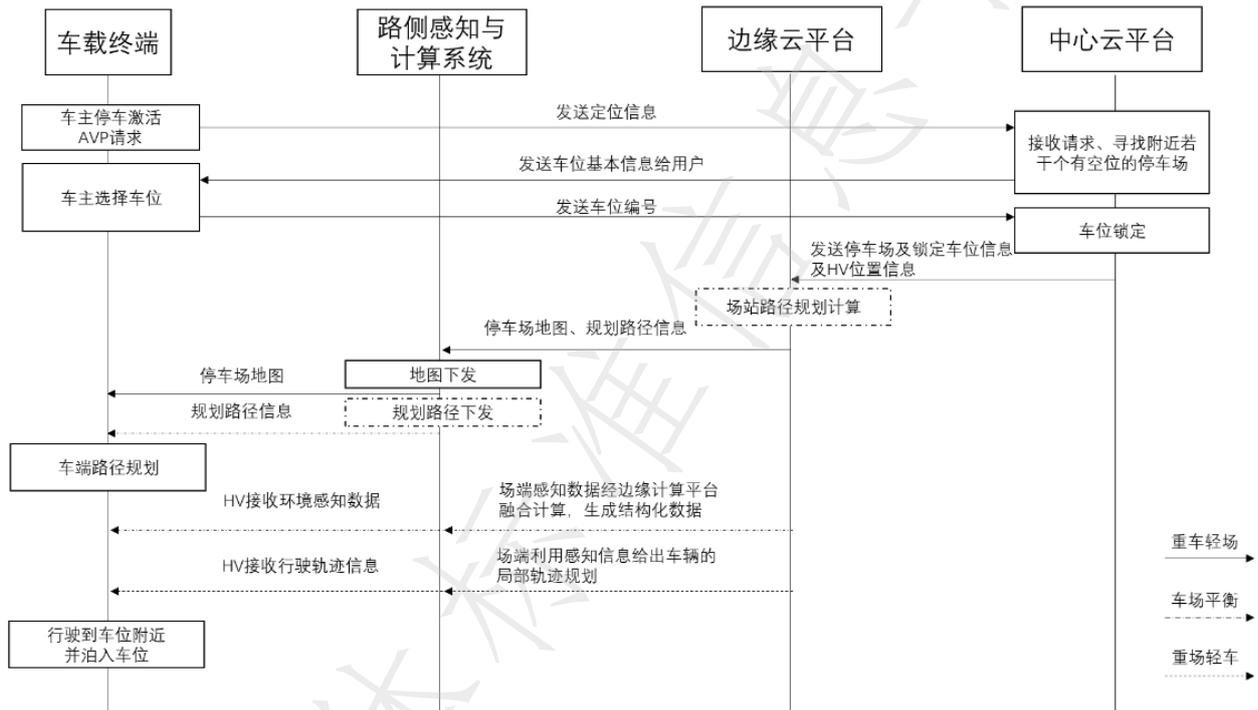


图12 自动泊车应用业务流程

7.5.3 网络性能要求

自动泊车应用网络性能要求见表 8。

表8 自动泊车应用网络性能要求

		用例					
		重车轻场自动泊车		车场均衡自动泊车		重场轻车自动泊车	
性能指标	业务方向（上行/下行）	上行	下行	上行	下行	上行	下行
	发包频率（Hz）	10	10	10	10	25	25
	速率（Mbps）	0.05	0.05	0.2	0.2	0.2	2
	端到端时延（ms）	100	100	100	100	40	40
	传输可靠性	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%

7.6 远程驾驶

7.6.1 应用定义

远程驾驶是指依托5G蜂窝通信系统，将车辆、路侧感知与计算系统、中心云平台、边缘云平台远控智能驾舱连接起来，通过其相互间的信息交互和紧密协作，实现由人或者机器对远程车辆实施驾驶操控的活动。

根据远程驾驶车端能力（包括车辆自身自动驾驶等级和线控支持能力）、远控智能驾舱对车辆控制层次、远控智能驾舱与车辆在感知、控制功能的分工，远程驾驶应用具体可分为3种用例，包括实时监控、驾驶指引、远程接管。

7.6.2 业务流程

远程驾驶的业务流程包括实时监控业务流程、驾驶指引业务流程、远程接管业务流程。

车辆开始执行驾驶任务时需要启动实时监控流程。远程驾驶应用的交互流程如图 13 所示，具体流程如下。

- a) 车辆开始执行任务时，由中心云平台发起实时监控流程；
- b) 车辆实时上报驾驶环境信息，如车辆状态信息、车辆行驶道路环境的多路环视视频等；路侧感知与计算系统可上报路侧的道路状态信息；
- c) 在有驾驶指引需求时，可由车端或云端发起远程驾驶任务，两种情况的流程如下：
 - 1) 车端发起
 - 车辆发起驾驶指引请求到中心云平台；
 - 中心云平台根据车辆请求信息将驾驶指引任务分配到边缘云平台远控智能驾舱系统；
 - 边缘云平台远控智能驾舱系统启动驾驶指引任务；
 - 中心云平台向车辆发起驾驶指引指示；
 - 车辆实时上报车辆驾驶状态信息；
 - 边缘云平台的远控智能驾舱实时下发车辆驾驶指引消息。
 - 2) 云端发起，由中心云平台直接向边缘云平台的远控智能驾舱分配驾驶指引任务，后续流程与车端发起相同。
- d) 在有远程接管需求时，可由车端或云端发起远程驾驶任务，两种情况的流程如下：
 - 1) 车端发起
 - 车辆发起远程接管请求到中心云平台；
 - 中心云平台根据车辆请求信息将远程接管任务分配到唯一边缘云平台远控智能驾舱系统；
 - 边缘云平台远控智能驾舱系统启动远控接管任务；
 - 中心云平台向车辆发起远程接管指示；
 - 车辆实时上报车辆远程接管状态信息；
 - 边缘云平台的远控智能驾舱实时下发车辆运行控制指令。
 - 2) 云端发起，由中心云平台直接向边缘云平台的远控智能驾舱分配远程接管任务，后续流程与车端发起相同。

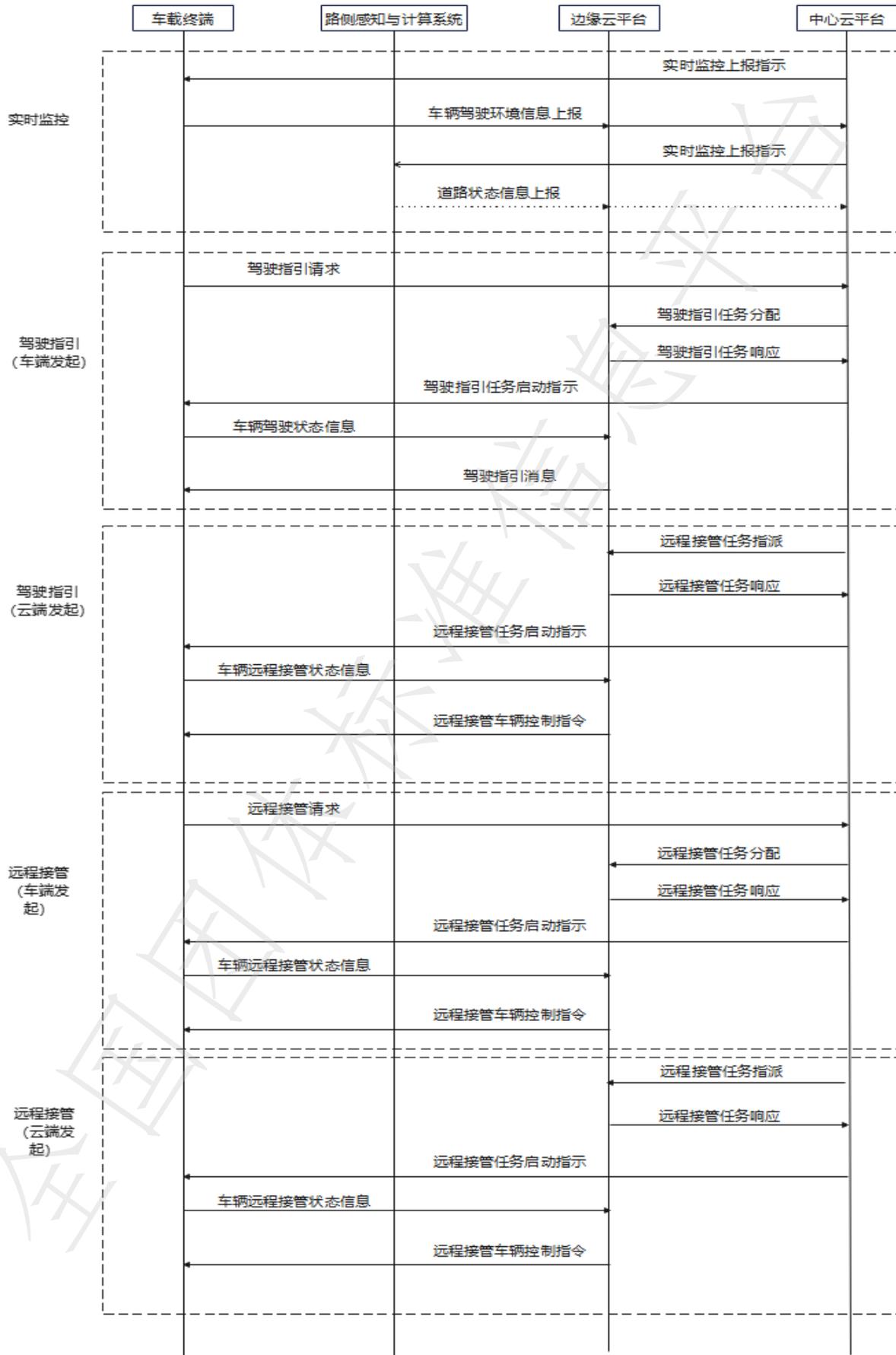


图13 远程驾驶应用业务流程

7.6.3 网络性能要求

远程驾驶应用的网络性能指标要求见表 9。

表9 远程驾驶应用网络性能要求

		用例				
		远程实时监控	驾驶指引		远程接管	
性能指标	业务方向（上行/下行）	上行	上行	下行	上行	下行
	发包频率（Hz）	/	/	20	/	30
	速率（Mbps）	10	10	1	20	1
	端到端时延（ms）	50	50	50	50	20
	传输可靠性	99%	99%	99.999%	99%	99.999%

7.7 编队驾驶

7.7.1 应用定义

编队驾驶是指一组车辆通过协同合作方式实现近距离编队自动驾驶。编队驾驶系统通过编队车辆之间的数据共享和协同决策，实现合作式自动驾驶的功能。编队驾驶可包括编队建立、稳定状态下编队驾驶、编队解散三个业务阶段。

7.7.2 业务流程

编队驾驶中的角色包括编队领航车辆HV和编队跟随成员车辆MV。

稳定状态下编队驾驶业务流程如图14所示：

- HV获取MV的状态信息，例如速度和位置等；
- 根据收集到的信息，HV决定车队的运行配置，例如：车间距离、速度、位置、方向以及加减速意图等；HV把车队的运行配置通知到MV，MV从HV接收有关车队的运行配置信息，例如HV的轨迹、速度和加减速意图等，MV从其他各个MV接收速度、位置和制动和加速意图等信息；
- MV基于收集到的信息和自身的动力学和轮胎压力等参数，确定其驾驶行为，例如加速、制动，与前车保持稳定距离行驶。MV把相关驾驶行为通知到其他MV。

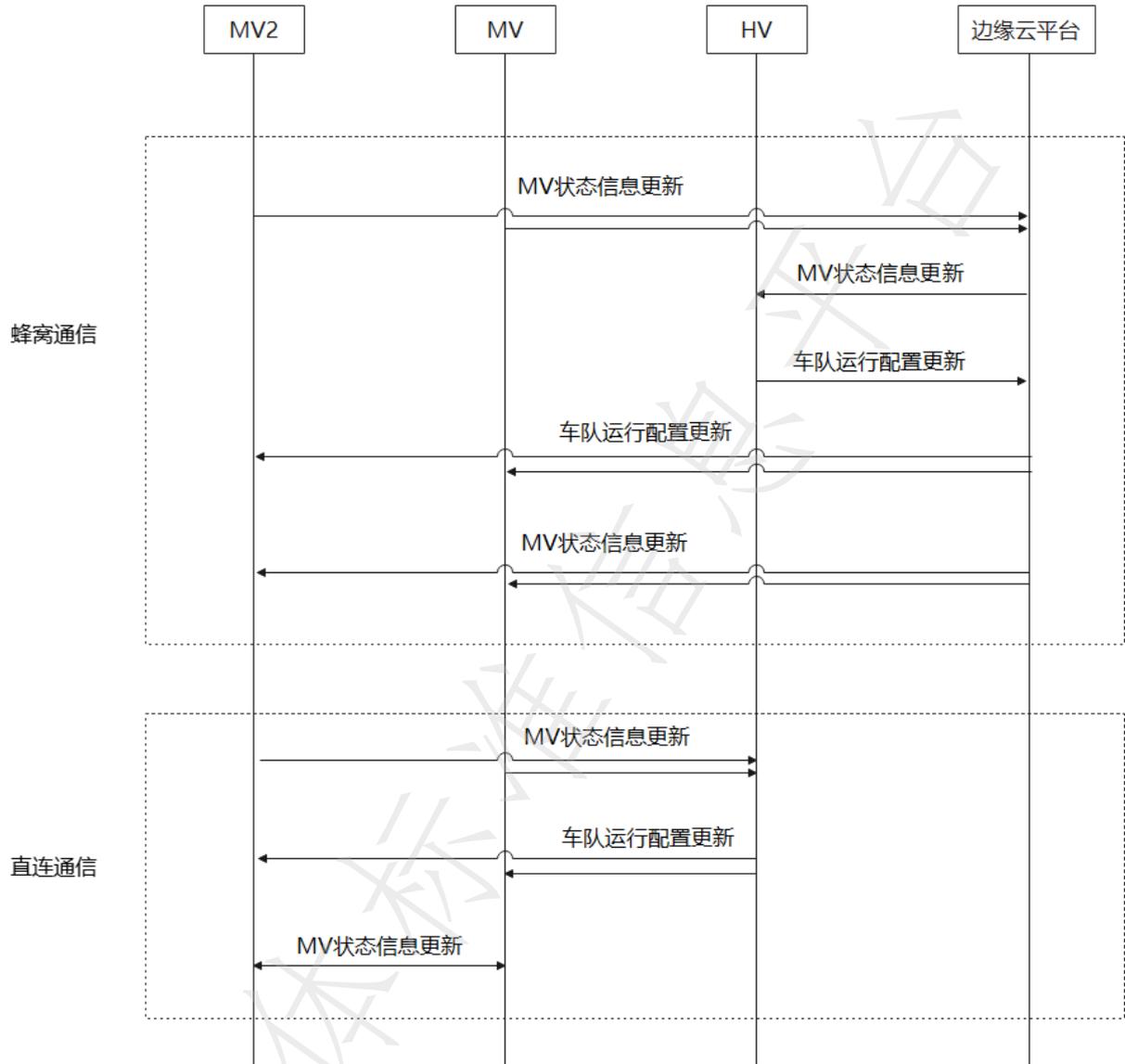


图14 稳定状态下编队驾驶应用业务流程

7.7.3 网络性能要求

编队驾驶应用的网络性能指标要求见表 10。

表10 编队驾驶应用网络性能要求

		用例	
		稳定状态下编队驾驶	
性能指标	业务方向 (上行/下行)	上行	下行
	发包频率 (Hz)	20	20
	速率 (Mbps)	0.048	0.048
	端到端时延 (ms)	100	100
	传输可靠性	99.9%	99.9%

8 高级别自动驾驶的 5G 网络性能总体要求

本文件前述所列高级别自动驾驶基本应用的 5G 网络性能要求可表征高级别自动驾驶业务对于 5G 网络的性能要求，在网络覆盖范围内满足相应应用的所需指标要求时可以支撑该类应用的正常运行，满足高级别自动驾驶的 5G 网络建设可以参考本文件指标进行规划建设。

高级别自动驾驶基本应用的 5G 网络性能需求汇总见表 11。

表11 基本应用网络性能要求

基本应用	用例	性能指标				
		业务方向(上行/下行)	发包频率(Hz)	速率(Mbps)	端到端时延(ms)	传输可靠性
感知数据共享类	车辆共享道路事件信息	上行	10	0.024	20	99.9%
		下行	10	0.024	20	99.9%
	路侧基础设施辅助环境感知	下行	10	4	20	99.99%
协同决策类	紧急情况下自动驾驶车辆的协同机动	上行	/	0.048	10	99.9%
		下行	/	0.048	10	99.9%
	协作车道合并	上行	10	0.024	20	99.9%
		下行	10	0.024	20	99.9%
	协同驾驶	上行	25	2	40	99.9%
下行		25	2	40	99.9%	
高精度地图	高精度地图下载	下行	/	16	100	99%
自动泊车	重车轻场自动泊车	上行	10	0.05	100	99%
		下行	10	0.05	100	99%
	车场均衡自动泊车	上行	10	0.2	100	99.9%
		下行	10	0.2	100	99.9%
	重场轻车自动泊车	上行	25	0.2	40	99.9%
		下行	25	2	40	99.9%
远程驾驶	远程实时监控	上行	/	10	50	99%
		下行	/	10	50	99%
	驾驶指引	上行	/	10	50	99.999%
		下行	20	1	50	99.999%
	远程接管	上行	/	20	50	99%
下行		30	1	20	99.999%	
编队驾驶	稳定状态下编队驾驶	上行	20	0.048	100	99.9%
		下行	20	0.048	100	99.9%

9 参考文献

- [1] T/CSAE 53—2020 合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及数据集和数据交互标准（第一阶段）
- [2] T/CSAE 157—2020 合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及数据集和数据交互标准（第二阶段）

- [3] 3GPP 22.885 LTE 支持的车辆与所有交通参与者通信（V2X）的业务研究（Study on LTE support for Vehicle to Everything (V2X) services）
 - [4] 3GPP 36.885 基于 LTE 的 V2X 业务研究（Study on LTE-based V2X Services）
 - [5] 5GAA C-V2X Use Cases and Service Level Requirements Volume I
 - [6] 5GAA C-V2X Use Cases and Service Level Requirements Volume II
 - [7] 5GAA C-V2X Use Cases and Service Level Requirements Volume III
 - [8] 5GAA Automated Valet Parking Technology Assessment and Use Case Implementation Description
 - [9] 5GAA Tele-Operated Driving (ToD): Use Cases and Technical Requirements
 - [10] T/ITS 0113.3-2021 营运车辆 合作式自动驾驶货车编队行驶 第 3 部分：车辆通讯应用层数据交互要求
-