

基于先进通信技术的车辆网联功能 与应用标准化前瞻研究

全国汽车标准化技术委员会
智能网联汽车分技术委员会
网联功能与应用标准工作组

2023年11月27日

2022年5月，国家技术标准创新基地（汽车）（筹）和汽标委智能网联汽车分标委发出智能网联汽车标准化领航项目。

【创新技术类】

基于先进通信技术的车辆网联功能与应用标准化前瞻研究

全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分会
国家技术标准创新基地（汽车）（筹）文件

汽标智联字〔2022〕43号

关于征集智能网联汽车标准化领航项目成员单位的通知

各相关单位：

为贯彻落实《国家标准化发展纲要》《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）》等文件要求，推动智能网联汽车标准化与科技创新互动发展，动态完善智能网联汽车标准体系，国家技术标准创新基地（汽车）（筹）联合全国汽标委智能网联汽车分标委（SAC/TC114/SC34）秘书处开展智能网联汽车标准化领航项目。秘书处根据项目征集阶段各单位反馈的项目计划和基础能力等，经过遴选评审后确定了第一批智能网联汽车标准化领航项目，领航项目按照标准技术研究成熟度共分为标准需求类和创新技术类（见表1），各项目介绍见附件1。

研究内容

1. 研究 5G、6G 及量子通信等先进通信技术在智能网联汽车的应用场景及不同场景下的技术标准需求，形成基于先进通信技术的车辆网联功能与应用标准化路线。
2. 在 LTE-V2X、5G-V2X 等车用无线通信网络分区部署或分区覆盖等情况下，车辆会面临网络切换问题，研究网络切换对车辆网联功能的影响，形成标准化建议。

序号	单位名称	牵头/参与
1	中国信息通信研究院	牵头
2	中国汽车技术研究中心有限公司	牵头
3	中国信息通信科技集团有限公司	参与
4	中兴通讯股份有限公司	参与
5	高通无线通信技术（中国）技术有限公司	参与
6	高新兴科技集团股份有限公司	参与
7	上海机动车检测认证技术研究中心有限公司	参与
8	中国汽车工程研究院股份有限公司	参与
9	重庆长安汽车股份有限公司	参与
10	东风汽车有限公司东风日产乘用车公司	参与
11	小米汽车科技有限公司	参与
12	北京百度智行科技有限公司	参与
13	一汽-大众汽车有限公司	参与
14	上汽通用五菱汽车股份有限公司	参与
15	江铃汽车股份有限公司	参与
16	福特汽车（中国）有限公司	参与
17	东风汽车集团有限公司技术中心	参与
18	中国移动通信集团有限公司	参与
19	中国第一汽车集团有限公司	参与

- 随着汽车向智能化、网联化发展，无线通信技术在汽车领域的应用日益增多，不同网联功能对无线通信技术产生了差异化的需求。同时，各类无线通信技术持续演进，为网联功能提供不同特性的无线数据传输能力。
- 本课题旨在研究通过研究各类无线通信技术特征，并结合汽车网联功能的通信需求，为各类网联应用选择、使用无线通信技术提供参考，并提出后续标准化建议。

一、无线通信技术介绍

1. 各类无线通信技术的技术特点及演进
2. 各类无线通信技术的网联应用场景
3. 存在的潜在问题

二、网联功能/应用场景需求

1. 车内网联应用对通信的需求
2. 车外网联应用对通信的需求

三、网络切换问题

1. 移动通信网络切换问题
2. V2X通信网络切换问题

四、标准化需求

提出基于先进通信技术的车辆网联功能与应用标准化需求

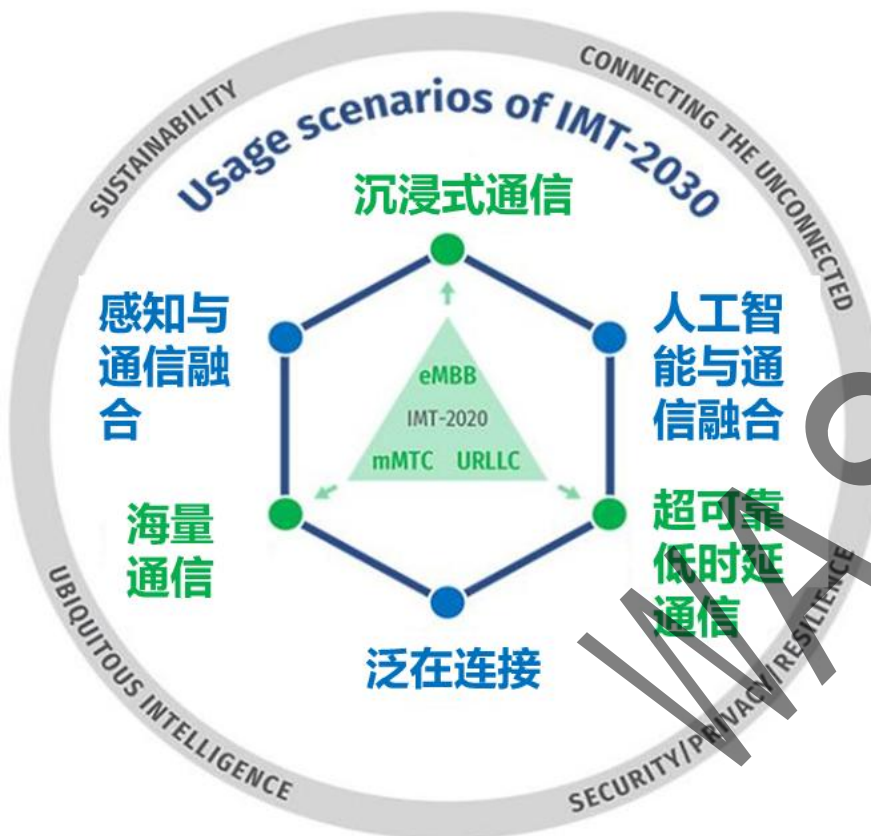
基于先进通信技术的车辆网联功能与应用标准化前瞻研究

无线通信技术主要分为两大类：**一类**是通过网络实现长距离端到端连接，如蜂窝通信和卫星通信；**另一类**是在短距离内直接连接，如蓝牙、WiFi、V2X等。

名称	协议及演进趋势	网联典型(潜在)应用	潜在问题
蓝牙Bluetooth	IEEE 802.15.1 1.0→5.x	免提通话、娱乐系统、监测和诊断系统、蓝牙车钥匙、数据传输...	2.4GHz频段无线干扰、连接过程烦琐、连接过程功耗大
近场通信NFC	ISO/IEC 18000-3	蓝牙快速配对、汽车数字钥匙...	通信距离近
紫蜂ZigBee	IEEE 802.15.4	轮胎压力监测...	2.4GHz频段无线干扰
超宽带UWB	IEEE 802.15.4a→IEEE 802.15.4z	高精定位、数字钥匙、动作感知、活体检测...	成本较高、覆盖范围较小
WiFi	802.11b→be (WiFi1→WiFi7)	车载WiFi、无线投屏...	2.4/5.8GHz频段无线干扰 基于信道竞争机制，多用户下通信时延不稳定
星闪	星闪1.0→星闪2.0	车内通信、车载主动降噪、无钥匙进入、车载免提通话、车机互联、无线电池管理、全景环视...	缺少应用标准、产业处于初期，尚未大规模应用
射频识别RFID	ISO/IEC 18000	汽车电子标识...	高温高湿环境下识别不稳定
V2X	LTE V2X→NR V2X	信息共享和协同感知、协同自动(辅助)驾驶	基于广播通信机制，丢包、时延不可控； NR V2X标准未制定、频谱未划分
卫星通信	窄带→宽带 NTN & 5G	紧急呼叫、远程接入、地图共享、车载通信/娱乐、导航定位(增强)	传统卫星通信成本较高、协议多不兼容。NTN低轨卫星互联网架构、协议等标准未确定，尚处于试验阶段
移动通信	4G→5G→6G	车载信息/娱乐服务、远程控制/诊断、远程遥控驾驶、车路协同...	通信质量不确定、时间敏感类应用无法得到保障、网络架构有待优化
量子通信	QKD	量子密钥分发	未形成规模应用，成本较高，缺少体系化解决方案

- 6G将在5G原有的三大场景基础上拓展深化，融合通信、感知、计算、AI等能力，构建人机物智慧互联、智能体高效互通的新型网络。全球已达成6G愿景共识，描绘了6G应用场景、关键能力指标、网络特性。

6G六大应用场景



6G关键能力指标

性能指标

- 用户体验速率: Gbps~几十Gbps (10-100 x)
- 峰值速率: 百Gbps~Tbps (5~100 x)
- 区域流量密度: 0.1~10 Gbps/m² (10~1000 x)
- 连接数密度: 10⁷~10⁸/km² (10-100 x)
- 空口时延: 0.1~1ms (1/10 x)
- 抖动: 微秒级
- 移动性: 1000km/h (2 x)
- 可靠性: 99.99999% (100 x)
- 感知/定位精度: 厘米级
- AI服务精度/效率: >90%
- 覆盖: 扩展到全域覆盖

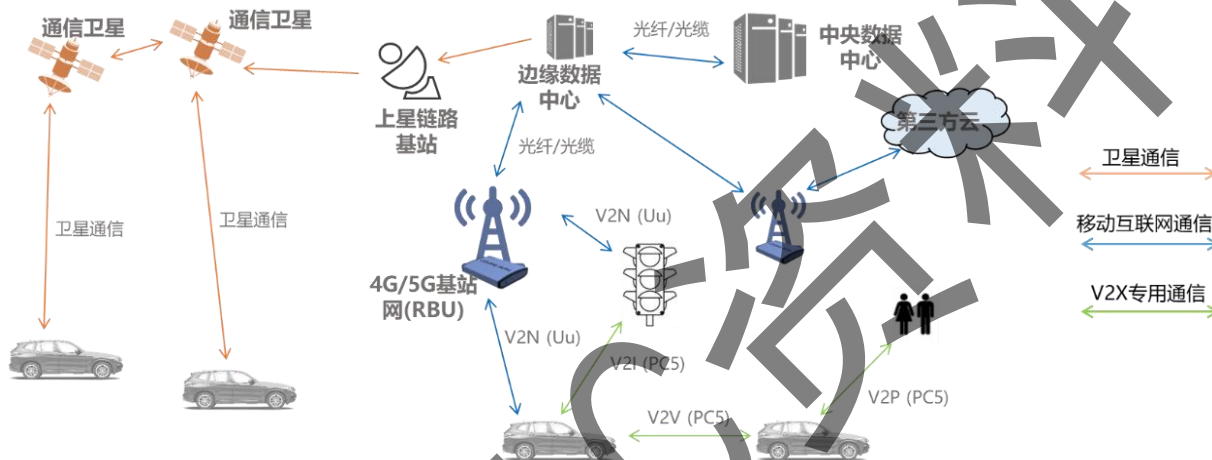
效率指标

- 能量效率: 20倍提升
- 频谱效率: 1.5-3倍提升
- 可信: 安全、隐私、韧性、可靠性
- 成本控制: 控制合理水平的网络建设和运营维护支出

- 6G新的网络架构和网络特性将为汽车网联功能提供更可靠的通信，满足网联应用时延、算力需求。

6G网络特性

- ...通信感知一体化
- 算力感知网络
- 星地一体融合组网
- 确定性网络



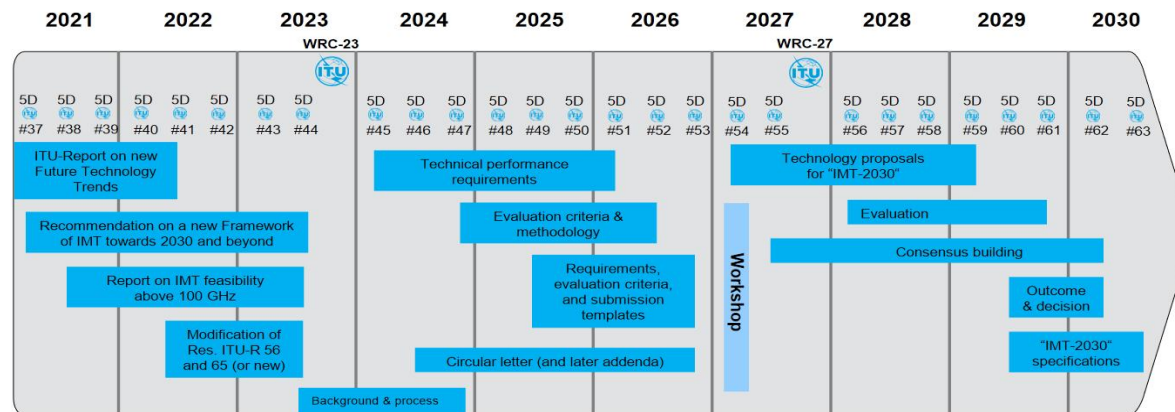
6G赋能汽车网联应用

- 车载信息/娱乐服务
- 远程遥控/驾驶
- 车路协同
- 通感算一体化应用

6G总体时间表

- 第1阶段--愿景定义，2023年6月已完成；
- 第2阶段--技术要求和评估方法，将于2026年完成；
- 第3阶段--规范，将于2030年完成。

ITU-R timeline for IMT-2030

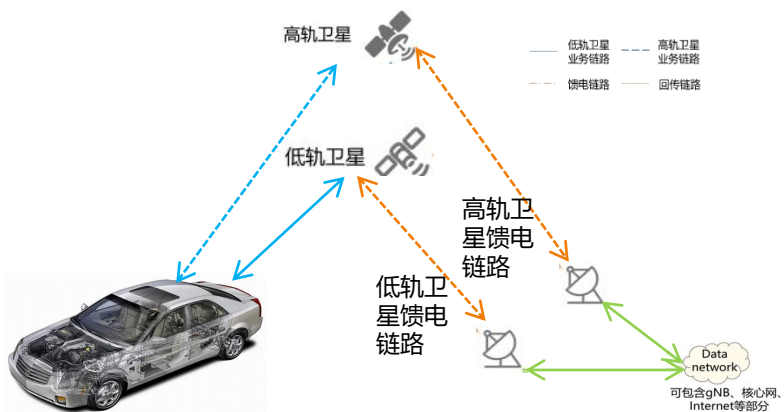


Note 1: WP 5D #59 will additionally organize a workshop involving the Proponents and registered Independent Evaluation Groups (IEGs) to support the evaluation process

Note 2: While not expected to change, details may be adjusted if warranted. Content of deliverables to be defined by responsible WP 5D groups

Note by the ITU-R Radiocommunication Bureaux: This document is taken from Attachment 2.12 to Chapter 2 of Document 5D/1361 (Meeting report WP 5D #41, June 2022) and adjustments could be made in the future. ITU holds copyright in the information – when used, reference to the source shall be done.

- 卫星互联网具有广覆盖、强灾害抵抗能力、不受限于地域部署环境条件等特点，可以作为地面通信网络的有效补充，保障汽车在任何时间、任何地方均能获得连续性的通信服务。
- 我国高轨卫星互联网初步建成，已开展商业化业务，例如：中国电信（天通卫星）、中国卫通（中星卫星）等。
- 低轨卫星处于试验期，基于3GPP NTN的商业化卫星互联网正在开展研究。



卫星轨道	低轨道	中轨道	高轨道
轨道高度	500~2000km	2000~20000km	35800km
波束数	6~48	19~150	58~200
天线直径	约1米	约2米	8米以上
卫星信道数	500~1500	1000~4000	3000~8000
射频功率	50~200W	200~600W	600~900W
卫星成本合计	高	低	中
通信时延	5-10ms	70-80ms	275ms
卫星切换	频繁	频度小	无
地面网连接	差	好	容易

2023年9月，极氪发布全球首款卫星互联网乘用车，在极氪001 FR上将率先实现车载卫星通信功能，提供双向卫星消息与卫星通话服务。

紧急呼叫

当发生地震、洪水等灾害时，汽车自动触发或用户手动触发紧急呼叫进行报警

远程接入

实现对偏远地区的车辆、跨区域地区的车辆进行管理和控制

车辆通信/信息娱乐

对偏远山区的车辆提供通信和娱乐服务（语音、视频、游戏、虚拟现实等）

导航定位

随着低轨卫星的组网完善，作为GNSS卫星信号补充和差分链路补充

车内/近距网联应用无线通信需求

功能	关键业务需求
主动降噪	端到端时延 < 100 μ s 同步精度 < 1 μ s
数字钥匙	定位精度 \leq 1m 定位距离 ~ 20m (高精度)
车载氛围灯	速率 > 2Mbps 传输时延 < 50ms
车载免提通话	端 (扬声器) 到端 (扬声器) 时延 < 150ms 麦克风与车机时延: 25ms 车机与手机时延: 25ms
车机互联	音频播放类 端到端时延 < 40ms, 单向时延 < 15ms 至少支持4路扬声器同时工作 投屏类 业务传输的端到端时延应小于20ms, 单向时延小于2ms;
全景环视	图像输出时延 \leq 250ms (汽车全景影像监测系统性能要求和试验方法)

WiFi、星闪、蓝牙、NFC、UWB...

车外/远距网联应用无线通信需求

功能	关键业务需求
信息服务	一般时延: \leq 100ms; 部分场景车云通信 \leq 1000ms。
游戏娱乐	在线游戏: \leq 20ms 非常好; 21-100ms可以接受; 101-150ms可行。 VR/AR: 小于等于10ms
语音通话	速率 > 2Mbps 时延 < 100ms
远程遥控驾驶	上行时延: \leq 50ms(开放道路) \leq 100ms(封闭园区) 下行时延: \leq 20ms
协同式自动驾驶	协同式自动驾驶车车碰撞预警 (避免) 类应用, 时延要求 \leq 10ms。 协同式车车变道类应用, 低等级自动驾驶通信延迟要求 \leq 25ms, 高等级自动驾驶通信延迟要求 \leq 10ms。 车辆状态信息共享类应用, 时延 \leq 100ms。

移动通信、V2X、卫星通信

需求

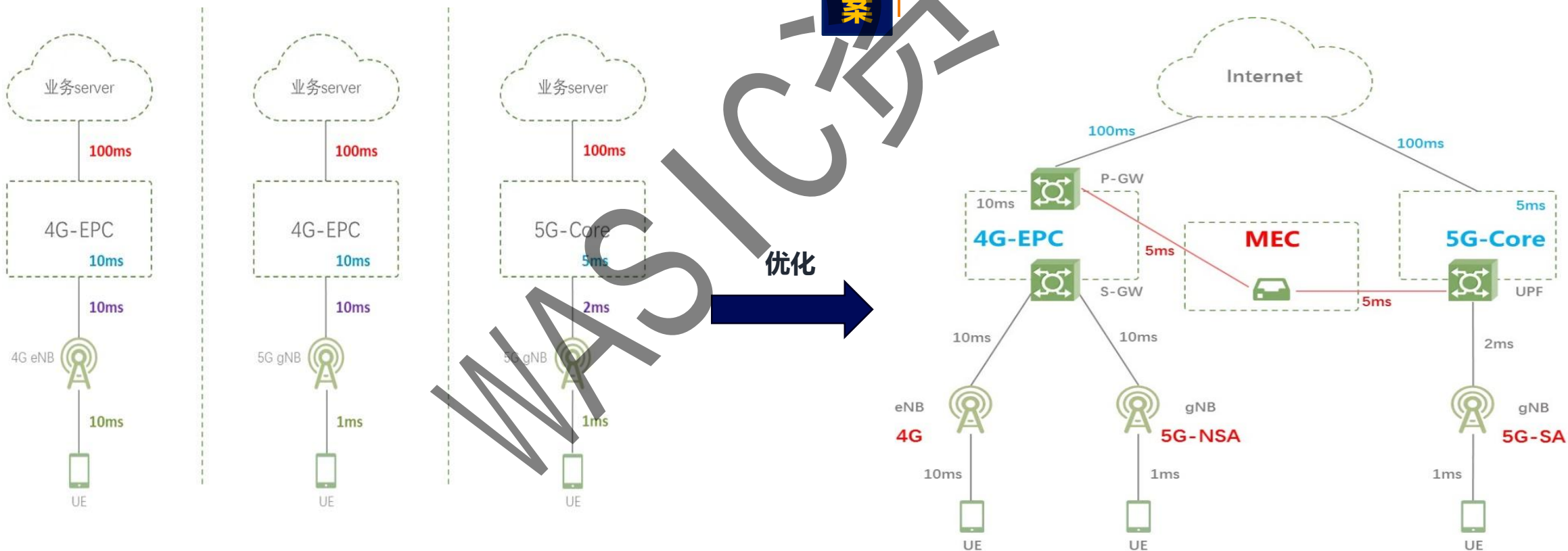
基于移动通信公网实现车路协同应用是当前关注新焦点，已在导航地图、车机上实现红绿灯倒计时推送、交通事件预警等非时间敏感类业务应用，对于低时延需求类网联应用公网不能满足时延要求，需要研究优化方案。

问题

现有移动通信公网传输时延不能满足低时延类网络应用需求（主要时延来自互联网传输时延）。

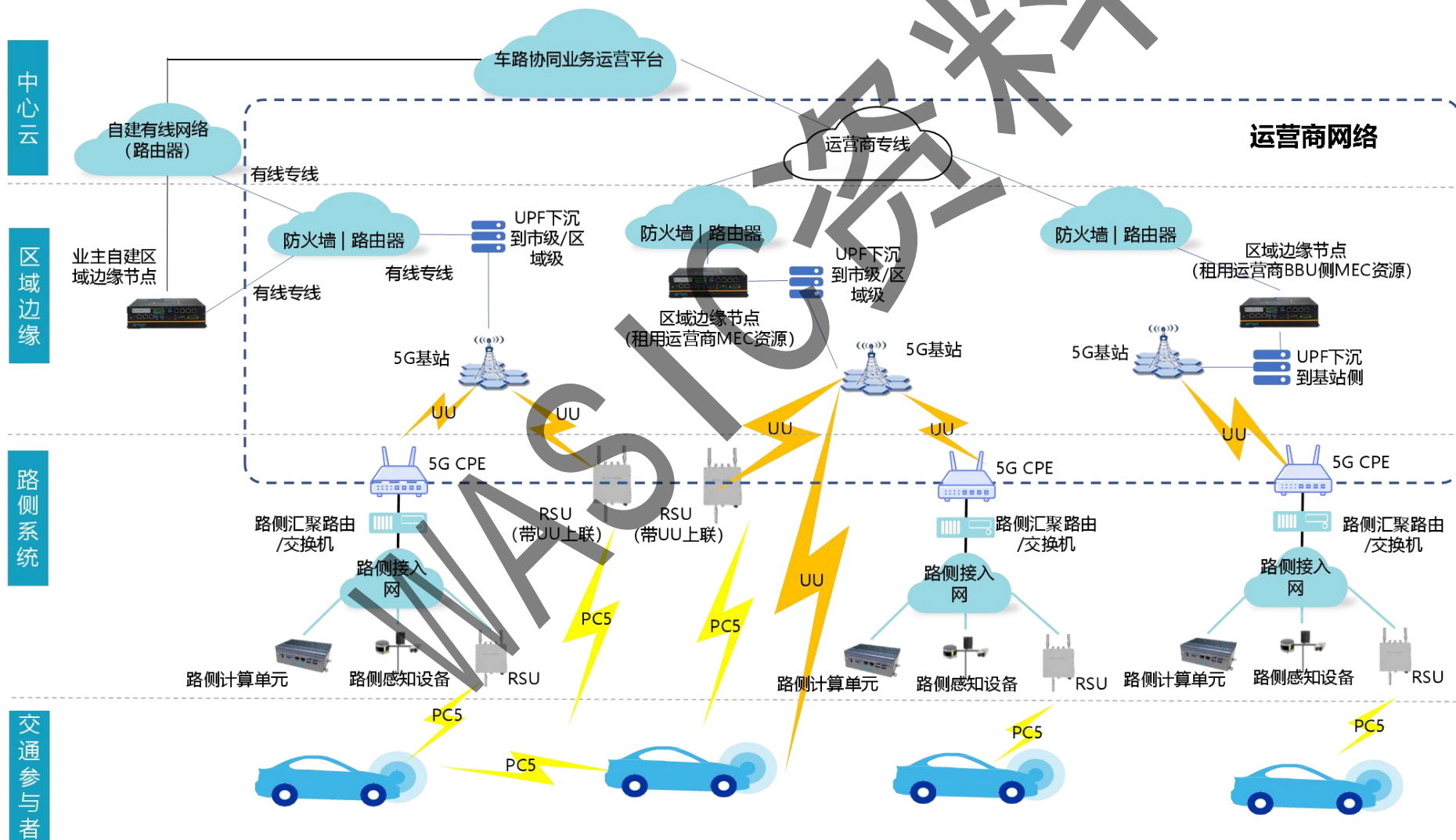
解决方案

将MEC业务下沉部署到核心网的边缘（如5G网络的UPF侧），实现用户对业务的就近访问，从而降低通信网络的业务时延。



注：互联网传输时延与机房位置、链路质量关系密切，此处取100ms为参考值。

- 针对上述优化，研究提出“移动通信网络+V2X直连通信网络”的车路协同组网架构，支撑实现不同时延需求的汽车网联应用，包括：汽车信息娱乐（导航、视频娱乐等）、车路协同、远程遥控/驾驶类应用。



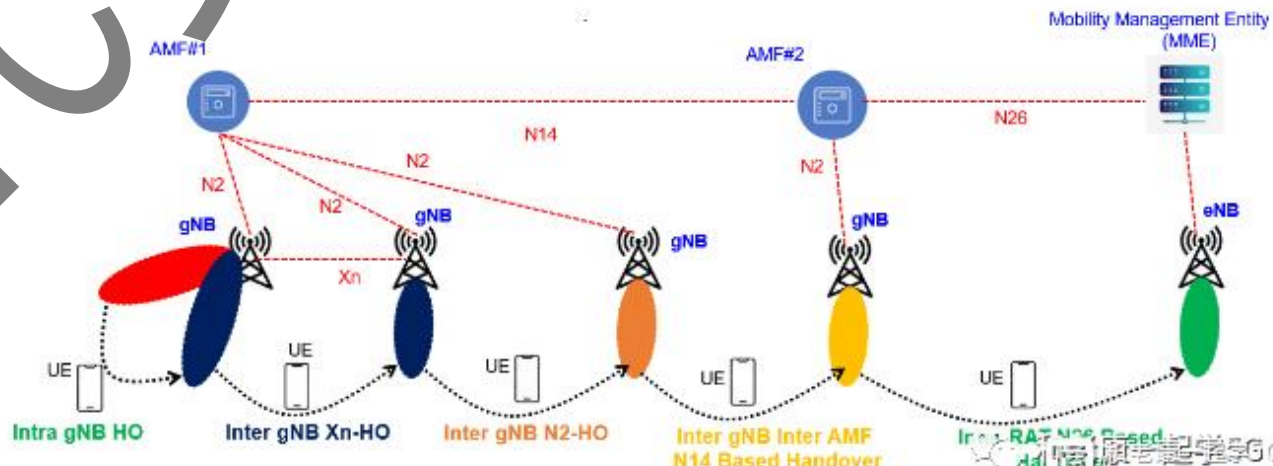
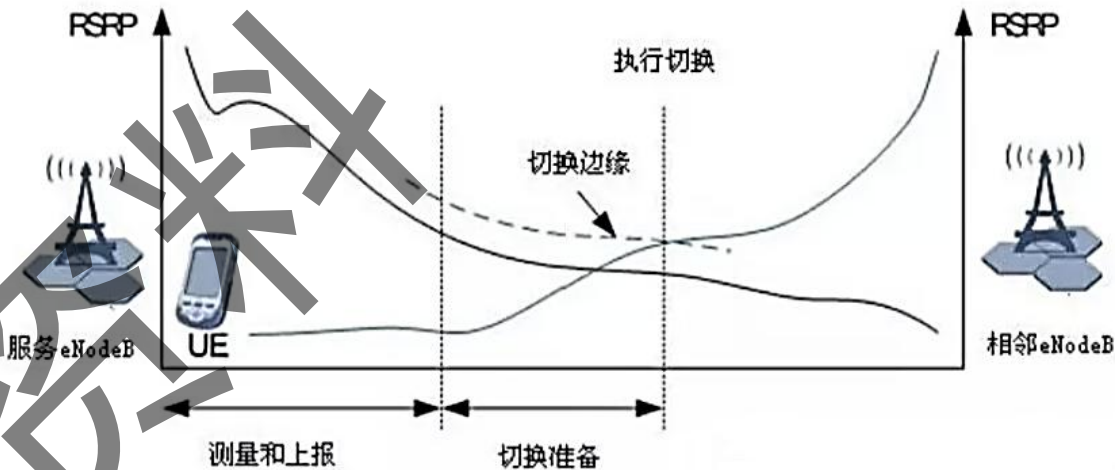
一、移动通信网络切换问题

需求 汽车在行驶过程中，会在不同基站之间切换。需要研究**网络切换对车辆网联功能的影响**。

问题 在切换过程中，连接质量可能会下降，甚至导致通信中断，造成业务中断。

在不同切换配置下，切换时间在100ms~1s之间。

- 解决方案**
1. 移动网络运营商优化网络切换过程，减少中断时间。
 2. 在汽车网联应用（特别是自动驾驶）中应考虑业务对链接中断的敏感性，采取通信质量监测、双卡双运营商接入等措施。



移动通信网络切换类型

| 同一基站不同小区 | 同一运营商不同基站 | 跨运营商不同基站 | 不同通信体系基站切换 (5G ↔ 4G) |

二、V2X网络切换问题

需求

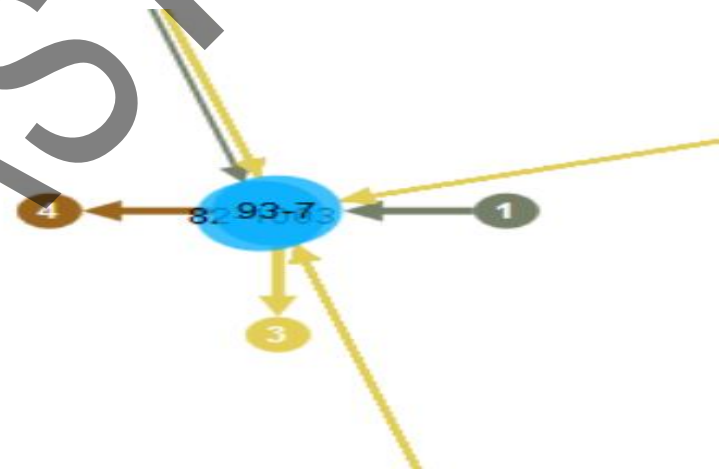
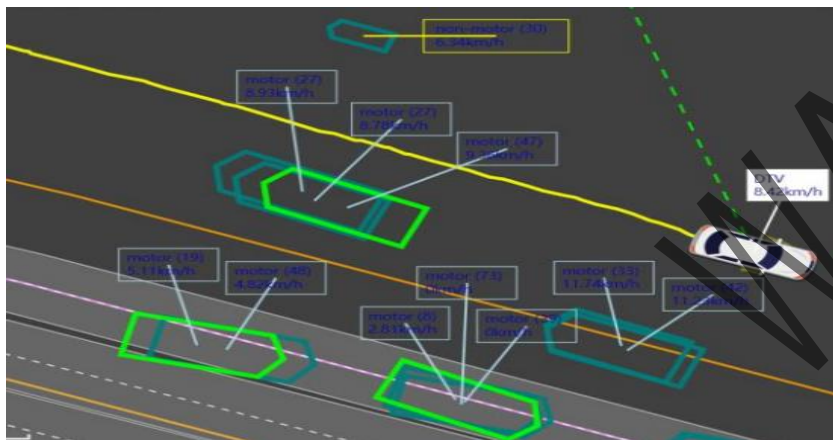
在V2X网络中，汽车经过不同RSU覆盖范围，会收到不同RSU发送的业务消息，不同消息在内容上需要保持一致性。LTE-V2X基于广播通信，不存在“链接”状态，因此V2X网络切换是只逻辑上的切换。

问题 1

不同路侧感知设备感知同一交通参与者存在“感知重影”问题

问题 2

不同RSU网络中的消息配置存在不一致



解决方案

1. 提升路侧感知精度，或车端识别过滤重复感知物体
2. 规范路侧消息配置

一、车内/近场通信标准化需求

- 无线通信技术替代车内总线通信协议
- 车内无线总线功能安全、性能要求

二、车机互联标准化需求

- 车机与移动终端协同互联整体架构
- 车机与移动终端协同互联通信协议：设备发现、连接建立、认证鉴权、应用调用、互操作等；
- 车机与移动终端技术要求：通信能力、安全能力、可靠性等

三、车路协同标准化需求

1、V2X直连通信网络

- V2X直连通信网络中路侧消息配置规范
- 路侧通信设施与交管设施之间的接口：安全认证方式、信息交互协议等。
- NR V2X系列标准：NR V2X和LTE V2X多模终端标准、NR V2X和LTE V2X共存要求等。

2、移动通信网络

- 支持汽车网联应用的移动通信网络（专网、切片、公网等）架构、接口、可靠性等
- 通感算一体化网络架构、性能要求等

3、业务平台接口

- V2X应用与第三方业务平台之间的接口，明确跨平台、跨运营主体间信息交互协议和安全认证方式
- V2X应用平台与交管平台之间的接口，明确平台之间的安全认证方式、红绿灯等信息交互协议

4、网联应用预期功能安全

基于无线通信技术的车辆网联预期功能安全

四、汽车量子通信标准化需求

- 汽车量子密钥分发平台技术要求
- 车载量子通信终端功能、性能、安全等

五、汽车卫星通信标准化需求

- 新一代卫星互联网网络架构和通信协议
- 车载卫星终端技术要求（包括车载卫星天线），支持包括高低空卫星网络等不同网络制式接入

感谢观看
THANKS

WASIC 资料

