



车路云一体化系统 建设与应用指南



2024年10月

编写单位

- 国家智能网联汽车创新中心
- 工业和信息化部装备工业发展中心
- 中国信息通信研究院
- 公安部道路交通安全研究中心
- 公安部交通管理科学研究所
- 交通运输部公路科学研究院
- 自然资源部地图技术审查中心
- 中国测绘科学研究院
- 中国城市规划设计研究院
- 中国汽车工程学会
- 中国通信学会
- 中国公路学会
- 西部科学城智能网联汽车创新中心
- 中国智能网联汽车产业创新联盟
- 移动通信及车联网国家工程研究中心
- 清华大学

目录

第一部分	总体指导文件	1
第二部分	八大应用系统建设指导文件	4
	总体概述	4
	一 应用 1: 智慧公交应用系统	6
	二 应用 2: 智慧环卫应用系统	11
	三 应用 3: 智慧出行乘用车应用系统	17
	四 应用 4: 城市物流应用系统	22
	五 应用 5: 公路物流应用系统	26
	六 应用 6: 封闭环境智慧车辆应用系统	32
	七 应用 7: 智能充放电应用系统	38
	八 应用 8: 数据闭环与增值服务应用系统	44
第三部分	四大支撑平台建设指导文件	50
	一 车辆平台建设参考指南	53
	二 智能路侧基础设施平台建设参考指南	75
	三 云支撑平台建设参考指南	93
	四 网络平台建设参考指南	129
第四部分	车路云一体化功能场景建设参考指南	136
	一 总述	136
	二 典型功能场景及其分类	138
	三 功能场景基本性能要求	141
	四 典型功能场景	143
致谢	.....	160
附件 1: 网络与数据安全建设参考指南	.....	161
附件 2: 车路云一体化标准体系	.....	168
附件 3: 车路云一体化功能场景及参考文献举例	.....	171
附件 4: 智能网联汽车各类赋能对通信性能需求分析	.....	174

第一部分 总体指导文件

当前，智能网联汽车已经成为全球发展共识，是形成新质生产力的重要载体，全球范围内主要汽车强国均把智能网联汽车列为战略制高点。我国政府高度重视汽车智能网联化发展，以前瞻性的视野率先提出并坚定践行车路云一体化发展战略，发挥我国在跨行业协同机制、基础设施建设、信息通信技术等方面的独特优势，加速推动智能网联汽车产业的跃迁。

2024年1月，工业和信息化部、公安部、自然资源部、住房和城乡建设部、交通运输部五部委联合组织开展的智能网联汽车“车路云一体化”应用试点工作正式启动，并于7月公布了首批20个试点城市名单。当前，各试点城市正积极部署车路云一体化系统建设。为推动城市级车路云一体化规模化示范应用和新型商业模式探索，确保“车-路-云-网-图-安”在产业发展转型中实现一体化规划与实施，实现“架构相同、标准统一、业务互通、安全可靠”的基本要求，本指南在《智能网联汽车“车路云一体化”规模建设与应用参考指南1.0版》的基础上，从需求驱动出发，以保障城市级车路云一体化规模化应用效果、可形成商业闭环且便于建设为目标，制定了《车路云一体化系统建设与应用指南》，构建了“八纵四横多功能”建设任务及标准体系框架，深度细化功能架构与性能要求，清晰界定应用与功能场景，促进形成高效协同、智能互联的城市交通新生态，为试点城市车路云一体化应用试点工作落地实施工作提供指导。

“八纵”是指结合各城市发展需求调研，梳理具有商业闭环的车路云一体化八大应用系统。基于车路云一体化体系架构，从商业化落地角度，梳理出可充分利用道路基础设施资源与交通动态数据，通过协同感知、决策控制、数据赋能等方式，实现增强安全、降本增效、提高舒适等目标的一系列应用场景，本建设指南筛选其中 8 个典型应用系统，包括智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流、公路物流、封闭环境智慧车辆、智能充放电、数据闭环与增值服务等，并从痛点问题与意义、技术方案与功能、商业模式与测算，以及特色应用与功能方案四个方面展开详细介绍。各试点城市可因地制宜，结合城市的产业、交通、智慧城市规划建设等实际情况，以需求牵引、场景驱动，结合 8 大应用系统自行选择或新增场景。

“四横”包括车辆平台、智能路侧基础设施平台、云支撑平台、网络平台等四大支撑平台。车端方面，聚焦车路云一体化车端系统产品开发，对车-路交互、车-云交互、车-车交互、协同与仲裁功能、定位、身份认证等方面提出明确的软硬件配置要求。路侧方面，围绕路侧智能基础设施系统部署，对具备有效支撑车路云一体化业务发展所需的路侧感知与计算能力、通信能力、交通附属设施交互能力等提出技术与规范要求。云端方面，聚焦车路云一体化云支撑平台产品开发，明确云控基础平台三级云的组成结构、功能要求、各组件间的信息交互关系与通信协议标准，确保云控基础平台的互操作性、可扩展性与对不同应用支撑的兼容性；明确城市智能网联汽

车安全监测平台的建设目标以及同云控基础平台间的关系，确保对试点车辆运行安全状态的实时监测；明确高精度动态地图基础平台建设的数据要素合规流通要求以及建设建议。网络方面，提出了车路云一体化网络应由5G蜂窝网络、C-V2X直连通信网络、路云传输网络等多种网络融合部署组成，实现车-车、车-路、车-云、路-云、云-云等不同通信对象间的数据交互，满足多类别应用差异化的通信性能需求，明确了车云通信的性能要求和安全运维要求。

“多功能”指支撑八大应用系统及结合产业创新发展需求建设的其他创新应用系统所需的**典型功能场景**。通过梳理已发布的标准、行业研究报告中提出的典型场景，从城市级规模化建设角度，筛选出交通信号灯上车、闯红灯预警、紧急车辆优先通行等17个典型场景，并进行明确的功能场景定义和适用范围、适用车型、系统架构等详细描述。

上述“八纵四横多功能”建设任务体系架构是跨行业相关单位深度合作的成果，将助力行业各界凝聚共识，携手推动**逻辑相同、架构统一**的智能网联汽车车路云一体化系统建设。未来伴随车路云一体化战略的不断深化与实践，本体系架构也将持续迭代升级，以期切实支撑智能网联汽车产业创新发展。

第二部分 八大应用系统建设指导文件

总体概述

车路云一体化体系中的应用系统是指基于车路云一体化系统架构，充分利用道路基础设施资源与交通动态数据，新建或升级既有应用系统，服务于某一运营主体所需的系统功能增强、能力提升、实现降本增效等目标的一系列可商业化应用服务系统。

符合车路云一体化体系架构的应用系统，其应用主体、平台、被服务车辆同车路云一体化架构中其它组成部分之间的关系如图 1 所示。其中，各应用主体既包含具有车辆赋能服务需求的应用主题，也包含相关的以数据赋能为主的企事业单位及政府部门等。

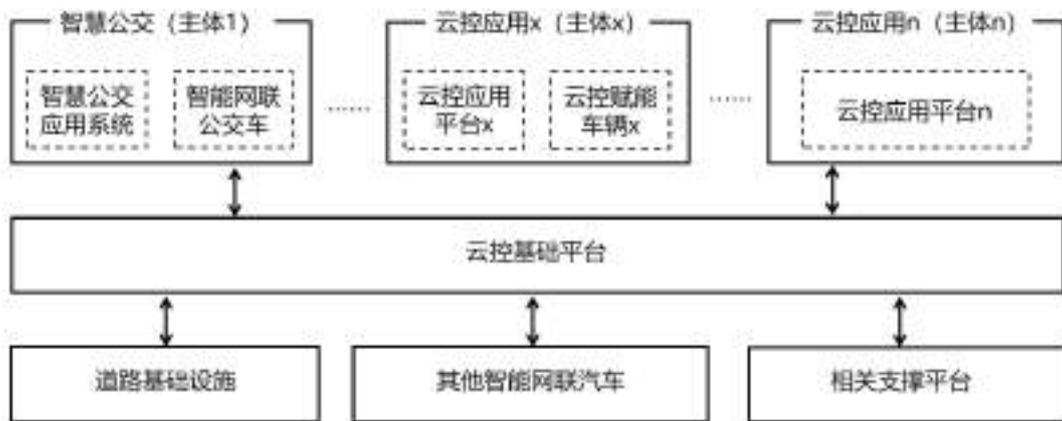


图 1 车路云一体化应用系统关系图

在车路云一体化体系中，云控应用所需道路基础设施资源及其交通相关共性数据与基础服务，可通过向云控基础平台采购服务的方式获得，再融合自身个性化数据，形成高附加值结果。其所需道路基础设施资源、感知结果数据、其它智能网联汽车动态数据及相

关支撑平台的交通动态数据，由云控基础平台运营方负责购买与采集，从而大大降低应用系统建设与运行实施的复杂度和成本。

基于车-路-云协同工作机制，依托云控基础平台对交通基础设施资源与数据的共享共用，能够有效缓解或解决各类交通相关应用系统的痛点问题，实现降本增效、增收节支，实现良好经济价值，达到产业转型升级的目的。

同时，通过增强车辆出行和城市交通的安全，提升民众出行和城市通行效率，降低车辆出行能耗，可产生支撑国家交通强国战略、促进社会发展与治理、解决交通导致的社会问题、提升民众出行幸福感等良好的社会价值；通过城市招商引资与人才汇聚、加快城市产业结构调整、增强行业服务与产业链带动、拉动城市经济增长，为城市发展创造良好的间接经济价值。

本指南将从智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流、公路物流、封闭环境智慧车辆、智能充放电、数据闭环与增值服务等八大典型应用系统的需求视角举例分析，对其痛点问题、技术方案与功能、商业模式与测算，以及特色功能场景四个方面进行深度分析，各城市可结合自身产业发展规划与优势，以此为参考，选定其中部分、全部甚至挖掘新的应用系统，推进车路云一体化应用试点建设。

一 应用 1：智慧公交应用系统

（一） 痛点问题

公共交通作为绿色、安全出行的必选工具，给大众生活带来了便捷和舒适，但现有公交系统依然存在以下痛点问题：

- （1）感知盲区与超视距等原因导致**安全隐患高**；
- （2）驾驶策略、交通流量与信号匹配等原因导致**准点率低、能耗高，用户出行体验差**；
- （3）排班不合理等原因导致**平峰时空载率高、高峰时运力不足**；
- （4）驾驶员难招募等导致**运营人力成本高**；
- （5）运行监测不全面等导致**交通事件追溯能力弱**。

（二） 技术方案与功能

（1）通过为公交车辆提供行驶全路径过程中的**盲区与超视距感知、交通态势等实时信息以及协同决策等服务**，可有效降低行驶**安全隐患**，提升车辆运行监管能力；

（2）通过**云端智能调度、网联智能驾驶**等技术，提供**车速车道建议、车辆有序进站与精准停靠、公交优先通行信控建议**等服务，可提升**准点率、平均车速及乘客出行体验**，并实现**节能减排**；

（3）通过**云端排班智能化**，结合**公交、交通、客流大数据分析**，优化**公交线路、站点与车队的规划**，降低**平峰时空载率与高峰时过**载率；

(4) 通过对现有公交车辆的智能驾驶升级以及无人化公交驾驶线路的建设运营，可实现有条件区域夜间公交按需运行，降低公共运营人力成本；

(5) 通过公交运营全程数字化建成事件全面实时追溯能力。

除此之外，利用云控基础平台的交通出行等动态数据，可促进定制公交、预约公交等模式发挥更好的商业价值，推动公交运行向全天候、预约式、及时性运营模式转变，促进公共交通体系数字化转型的迭代发展，提升公交运营收益。

车路云一体化体系中的智慧公交应用系统大致组成及其同车路云各组成部分之间的关系如图 2 所示。

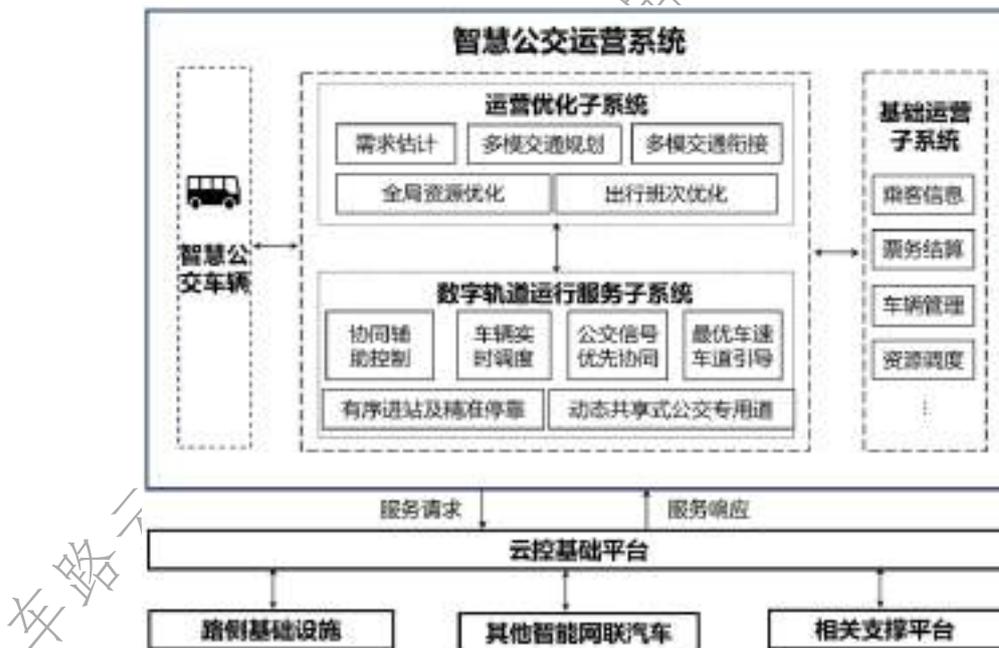


图 2 车路云一体化体系中的智慧公交应用系统组成

(三) 商业模式与测算

在公交运营智慧化转型应用中，公交公司及其子公司是应用系统的运营主体，运营车辆包含非智能车、智能驾驶车、无人驾驶车

等不同类型，通过购买云控基础平台的基础数据服务，对公交车辆进行网联化改造，开发并运营智慧公交应用系统，实现高效盲区预警、减少交通事故、降低运行成本、提高运营收益、提高通行效率、提高节能减排的良好效益。在给乘客提供准时、高效、舒适出行服务的同时，公交系统整体效益的提升还可减少对政府补贴依赖，减轻政府财政压力。

1 商业闭环模式

在应用试点阶段，可采用灵活的资金来源和实施主体，选取具备高提升价值的公交线路，建设所需路侧基础设施，改造公交车辆，建设基础版应用系统，与现有公交运营系统进行整合，开展应用试点，跑通技术和模式，体现对用户的价值。智慧公交应用商业闭环模式如图 3 所示。



图 3 智慧公交应用商业闭环模式

2 增收节支测算

以某个拥有 5000 辆公交车、电动化占比 70%、年客流量 5 亿乘

次的中等城市为例，从节能、提升周转率、增加客流收入三方面测算，预计每年可增收节支约 2.4 亿元。具体测算如下：

每辆燃油公交车每年油费约 12 万元，智慧公交应用系统可节省行驶能耗约 10%，每年可减少燃油费用 1.2 万元/辆；每辆电动公交车每年电费约 3 万元，智慧公交应用系统可节省行驶能耗约 5%，每年可减少电费 0.15 万元/辆；1 辆公交车每年的使用成本约 33 万元，智慧公交应用系统预计可提升车辆周转效率 10%，预计可减少公交车 500 辆，减少车辆使用费用约 1.65 亿元；智慧公交应用系统预计可增加 5% 的客流量，票务收入增加约 5000 万元。

上述测算，如果考虑提升安全、降低事故及车辆保险和养护等节约的成本，及公交效率提升带来的社会交通运行效率和拥堵缓解、二氧化碳减排带来的能耗降低等因素，将产生更高的经济价值。

（四） 特色功能场景

除第四部分所列举的智慧公交适用的功能场景外，还有以下典型功能场景：

1 基于车路云一体化的公交信号优先协同

场景定义：在配备信号灯控制的路口，利用云控基础平台支撑交管平台对信号灯状态进行智能调整，以优化公交车辆的通行效率。

主要功能：云控基础平台在公交车接近路口时，识别并预测其行驶状态，综合考虑路口社会交通状态和需求，适时调整信号灯当

前灯态时长或提前切换灯态，向交管平台给出动态调整信号机配时建议方案，由交管平台参考建议方案控制信号灯，确保公交车能够快速通过路口。

功能效果：显著减少公交车在路口的等待时间，提升其在路线上的平均行驶速度，实现公交车停站不停灯，提高通过红绿灯路口及繁忙路段的通行效率。同时，该方案在确保公交准点率的基础上，合理平衡其他社会车辆及行人的通行需求，实现了整体交通效率的最优化。

2 基于车路云一体化的公交有序进站及精准停靠

场景定义：通过接入实时路侧感知、交通状态等信息，考虑公交进出站和乘客上下车需求，计算并引导多辆公交途中车速合理，进出站快速有序、停靠自动精准，规避扎堆进出站。

主要功能：通过整合实时路侧感知、交通状态、道路状态等信息，为公交车提供合理途中车速建议，对于即将进站的公交车，系统通过协同规划算法，给驾驶员或车辆智能驾驶系统提供有序、高效、准确的进站、精准停靠与出站的驾驶引导信息，驾驶员或车辆智能驾驶系统根据引导信息人工或自动驾驶车辆进站、停靠或出站。

功能效果：提供进站引导信息，如建议的进站速度、车道选择等，帮助公交车平稳、有序、快速地进站和出站。在进站过程中，公交车能够准确感知自身与站台之间的相对位置关系，并根据预设的停靠点进行精准停靠。

二 应用 2：智慧环卫应用系统

（一） 痛点问题

由于环卫行业劳动密集、作业要求避开早晚高峰、露天作业、作业速率较低等，导致目前环卫行业普遍存在以下痛点问题：

- （1）因环卫作业强度大，导致人员管理难、招工难；
- （2）缺乏有效的环卫事件响应机制，导致重点路段清扫不及时；
- （3）环卫人员在人车混行环境下工作，道路交通安全隐患大，且工作时阻碍交通，影响交通效率。

（二） 技术方案与功能

（1）通过引入车云融合的自动驾驶无人环卫车，可实现少人或无人条件下的大面积清扫任务，并促进新增管理、调度、运营岗位，解决人员招工、管理难题；

（2）通过道路基础设施与智能环卫车辆融合、交通相关动态数据跨域共享共用、道路遗撒与环卫车通行事件识别等手段，及时发现需重点清扫路段，提高响应速度；

（3）采用车-路-云协同工作机制，依托云控基础平台提供的协同感知、全路径交通态势获取、协同决策与控制、信号灯协同等智能化赋能，实现错峰清扫、有序调度、高效作业，通过提前广播环卫车辆信息、告知环卫作业占道情况、提醒提前变道，降低安全隐患、避免影响交通效率。

车路云一体化体系中智慧环卫应用系统组成及其同车路云各组成部分之间的关系如图 4 所示。



图 4 车路云一体化体系中智慧环卫应用系统组成

除此之外，车路云一体化系统赋能智慧环卫，不仅可实现降低环卫工人作业强度，改善作业环境，保障作业人员安全，提升作业质量，还能助力城管委等政府主管部门提高城市治理水平，为环卫服务企业降本增效、数字化转型提供帮助，为环卫行业新质生产力的发展提供有效支撑。

（三）商业模式与测算

1 商业闭环模式

城市环卫服务公司作为应用运营主体，通过采购云控基础平台提供的基础数据服务来支撑智慧环卫应用有效运行。城市环卫服务公司不仅能够减少运营成本、提高运营效率及节能减排的良好效益，还能给城市主管部门提供有偿的云平台基础服务，将运营数据上报

至政府主管部门进行统筹和监管，并且城市环卫服务公司整体效益的提升可减少政府对补贴的需求，减轻政府财政压力。其商业闭环模式如图 5 所示。



图 5 智慧环卫应用商业闭环模式

2 增收节支测算

以某个建成后拥有 3000 辆环卫车、电动化占比 50% 的中等城市为例，从提升作业效率、节能、降低人工成本三方面测算，预计每年可增收节支约 1.1 亿元。具体测算如下：

通过车路云一体化平台赋能，可优化作业工艺，预计未来可减少 5% 环卫车辆。以一辆 12 吨洗扫车为例，车辆总价约 80 万。目前全国环卫车辆保有量为 50 万辆，未来按新能源环卫车辆占比 50%，即 25 万辆估算，预计将减少 1.25 万辆新能源环卫车采购，累计可节省车辆购置费 100 亿元，按 10 年分摊，每年将节省 10 亿元。一座城市按 3000 辆环卫车保有量，其中 1500 辆为新能源的网联环卫车辆计算，即累计可节约车辆购置费用 6000 万元，按 10 年分摊，相

当于每年将节省 600 万元。

以一辆 12 吨洗扫车为例，车辆总电量约 60kW，通过车路云一体化平台的技术赋能，效率可提升 5%。按每天工作 8 小时，总计一天节 24kWh，一年一辆车可节约 8760 度电。按工业用电电价 1.02 元/度计算，一年一辆车可节约 9000 元。按未来全国 25 万辆新能源环卫车辆保有量计算，未来一年潜在可节省能耗费 22.5 亿元。一座城市按 3000 辆环卫车保有量，其中 1500 辆为新能源的网联环卫车辆计算，即可节约 1350 万元。

若该 12 吨洗扫车实现无人驾驶，可增加每天作业班次，在夜间或低峰时作业，可节省一班作业人员，工作人员按 1 年 12 万用工成本计算，预计一年一辆车可节约人工成本 12 万元。按未来全国 25 万辆新能源环卫车辆保有量，一半为智慧环卫车辆计算，潜在一年全国可节省人工成本 150 亿元。一座城市按 3000 辆环卫车保有量，其中 1500 辆为新能源环卫车辆，并且，新能源环卫车辆中有 50% 为智慧环卫车辆计算，即可进一步节省 9000 万元。

综上所述，应用该系统每年可为全国环卫业务实现降本 182.5 亿元，一座城市按 3000 台环卫车，其中 1500 台为新能源环卫车计算，每年可实现降本约 1.1 亿元。

上述测算，如果考虑提升安全、降低事故及车辆保险和养护等节约的成本，及环卫车效率提升带来的社会交通运行效率和拥堵缓解、二氧化碳减排带来的能耗降低等因素，将产生更高的经济价值。

（四） 特色功能场景

除第四部分所列举的智慧环卫适用的功能场景外，还有以下典型功能场景：

1 智能网联环卫车辆作业调度应用

1.1 环卫车辆作业工艺优化应用

场景定义：当自动驾驶环卫车辆的作业区域环境发生变化时，如天气变化，可通云控应用平台，控制环卫车辆上装，调整作业工艺。

主要功能：云控应用平台实时评估道路交通情况，远程及时发出调度指令给接入云控应用平台的环卫作业车辆。智能网联作业车辆收到调度指令后，将直接执行指令操作，控制上装作业设备。

功能效果：智能网联环卫作业车辆收到调度指令后，将通过声音提醒方式，提醒司机控制上装作业设备。

1.2 特殊事件环卫车辆调度应用

场景定义：当自动驾驶环卫车辆的作业区域发生特殊事件时，可通过云控应用平台调度智能网联环卫车作业，应对特殊事件。

主要功能：云控应用平台实时监控路面和交通情况，对路面遗撒、渣土车追踪等特殊情况，远程及时发出调度指令，调度智能网联环卫车作业。

功能效果：及时应对特殊事件，实现作业时效及品质提升。

2 智能环卫车辆交通信息提醒应用

2.1 环卫车辆作业占道提醒应用

场景定义：环卫车辆作业时，由于车速较低，容易导致后续车辆降速，从而引起拥堵。

主要功能：云平台通过获取环卫车辆的实时位置，可向作业车辆周围其他智能网联车辆广播其占用的车道，提醒周围社会车辆提前变道避让。

功能效果：社会车辆提前变道避让后，提高了通行效率。

2.2 路面特殊事件提醒应用

场景定义：当道路出现特殊情况，例如：井盖缺失、路面塌陷、临时维护等情况时，云控应用平台远程提醒智能网联环卫车辆。

主要功能：云控应用平台实时监控路面状况，当道路出现特殊情况，例如井盖缺失、路面塌陷、临时维护等情况时，远程提醒智能网联环卫车辆，执行提前变道或提高注意。

功能效果：环卫作业车辆执行提前变道或提高注意后，避免道路危险。

三 应用 3：智慧出行乘用车应用系统

（一） 痛点问题与意义

当前车企研发的单车自主式乘用车存在以下不足：

（1）单车感知的范围、视角、信息类型受限，属于车辆的固有不足，带来了安全隐患；

（2）各车辆受限于自车视角，仅关注自身收益，忽略了多车层面的群体收益，导致整体效率难以进一步提升，甚至导致区域交通效率下降；

（3）车辆控制的优化目标状态输入仅基于当前视距范围内，缺乏大尺度时间、空间状态输入下的综合优化能力，在节能和舒适度方面表现不佳；

（4）在道路交通运行中，部分专用车道的长期空闲导致了道路资源浪费，影响了以乘用车为主的社会交通的整体效率表现。

（二） 技术方案与功能

（1）在融合感知方面，系统通过 **V2I 通信** 获取视距外的车辆位置、速度、姿态、外形等表观信息，通过 **V2V、V2I 通信** 获取车辆发动机扭矩、制动压力、方向盘转角、期望驾驶轨迹等内在状态。这类信息结合自车感知的结果，可以帮助扩大感知范围、克服障碍遮挡、改善车载视角缺陷、提高综合感知性能、保障车辆行驶安全；

（2）在分层决策方面，通过云端的网联云控式多车协同控制和

单车优化控制，弥补了仅依靠单车自主智能控制器的不足，从而优化多车系统的收益和整体交通效率；

(3) 在协同控制方面，通过改善多车系统构型，优化控制策略，可优化车辆行驶平顺性，并提高经济性；

(4) 通过动态共享式专用道的设计，可以实现对公交车辆等专用车辆及其它智能网联车辆的协同指挥，允许指定智能网联汽车使用空闲的公交专用道，解决道路资源浪费与影响社会交通的问题，提升专用车道利用率和价值。

车路云一体化体系中智慧出行乘用车系统的大致组成及其同车路云各组成部分之间的关系如图 6 所示。

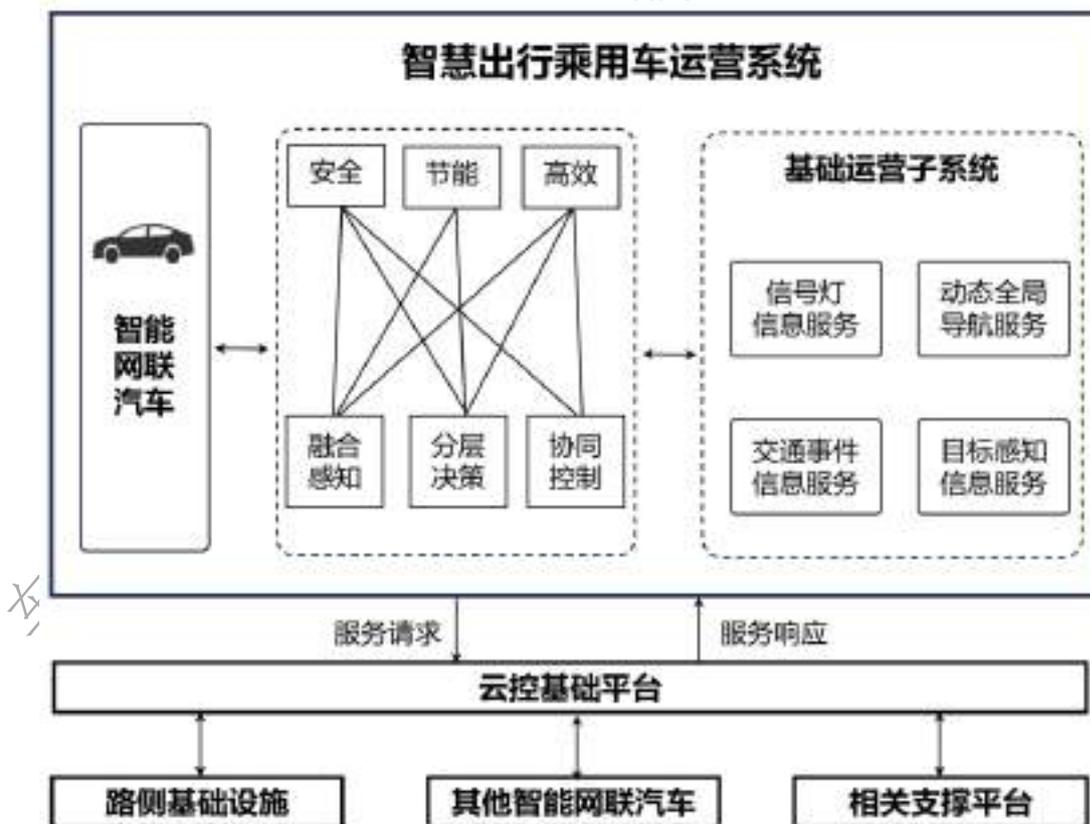


图 6 车路云一体化体系中智慧出行乘用车应用系统组成

(三) 商业模式与测算

1 商业闭环模式

智慧出行乘用车应用商业闭环模式如图 7 所示。



图 7 智慧出行乘用车应用商业闭环模式

对于出行公司而言，在运营过程中，基于付费云控基础平台提供的数据服务可有助于优化司机调度，降低车辆空载，减少交通事故，从而提高公司整体收益。对于个人用户而言，这些数据服务能够降低驾驶负担，提升出行的安全性与舒适性。对于车企而言，当地整车及零部件企业等产业链上下游公司通过云端数据赋能，可有效提升产品的亮点和竞争力。

2 增收节支测算

以某个机动车保有量 250 万辆、运营 3 万辆网约车的中等城市为例，面向出行服务公司可实现年新增收益 3.5 亿元，面向个人用户可实现年新增收益 2.5 亿元。具体测算如下：

面向出行服务公司，通过引入云控信息，可提升网约车的调度效率、保障通行安全、提升网约车出行安全性与舒适度、吸引民众

乘坐、增加网约车日均接单数。按运营 3 万辆网约车测算，若单车日均营收约 300 元，通过所搭建的云控基础平台引入云控信息，按照每日单数增加 10% 计算，年新增收益可达 3.5 亿/年。

面向个人用户，通过为其提供精准红绿灯上车、交通管制与事件信息、安全预警、速度建议与路径引导等服务，按机动车保有量 250 万辆测算，按每车收取 100 元/年服务费计算，250 万辆存量车每年将新增 2.5 亿/年收益。

上述测算，如果考虑提升交通安全、减少交通事故、提高交通效率、减少排放等因素，将产生更高的经济价值。

（四） 特色功能场景

除第四部分所列举的智慧出行乘用车适用的功能场景外，还有以下典型功能场景：

1 基于车路云一体化的乘用车数据闭环与模型优化

场景定义：通过建立车路云协同数据闭环平台，搭建全天候高质量完备的实车真值数据库及高保真仿真场景库，训练具有持续进化能力的自动驾驶大模型，全面提升自动驾驶感知与决策控制算法的性能。更多相关功能可参考应用 8：数据闭环与增值服务应用系统。

主要功能：通过在路侧部署高精度传感器，实时采集道路环境、交通流量和车辆行为数据，并将车载系统采集的数据上传至云端。云端服务器接收并处理多源数据，对真实场景进行几何重建、虚拟

仿真和泛化编辑，形成丰富多样可扩展的场景库。

功能效果：通过虚拟数据生成增强自动驾驶边缘场景泛化能力，基于仿真场景输出自动驾驶性能指标，辅助政府监管机构进行政策制定和智能网联汽车准入测试，指导主机厂商快速精准地迭代自动驾驶算法模型。

2 云轨道支撑的多车跨场景协同指派与交互

场景定义：利用车路云一体化系统的单车感知、决策、控制与多车协同规划的能力，对不同车辆在不同场景（如城市道路、高速公路等）中的协同通行进行优化控制，形成虚拟云轨道，实现高效的资源调度与任务执行。

主要功能：多车冲突解耦与多目标路径协同规划，基于社会车辆行为向网联车辆提供参考行驶路径，在不同场景中设计统一编队控制方法。高质量通信网络支持下形成状态同步与协同指派。

功能效果：优化道路资源利用率，减少车辆怠速和等待时间，提升不同场景下的整体交通效率。解决多车混行拥堵、冲突与安全隐患问题，提高运营车队的通行效率、节能减排与安全管控，在如城市物流、无人配送等多方运营无人车或智能驾驶车队等场景中有着广阔的运营空间。

四 应用 4：城市物流应用系统

（一） 痛点问题

城市物流涵盖了从城市仓库到各个配送网点，以及由配送网点至终端用户的物流配送。目前，城市物流行业存在以下主要痛点：

（1）由于城市物流采用的是配货加送货的全天候工作机制，这种“黑白班”工作循环机制容易使城市物流工作人员长期处于疲劳驾驶状态，增加了司机驾驶风险、健康安全隐患等问题。装卸货物时，车辆的临时停靠也会引起交通拥堵等问题。

（2）城市物流配送还要求司机具备一定体能完成货物搬运和装卸工作，对年轻人的从业吸引力逐年下降，且面临着劳动力短缺、人才断层以及人力成本不断攀升的多重挑战。

（3）由于城市物流存在运力需求波动大、运营成本不稳定、智能化程度较低以及市场竞争日益激烈等问题，导致行业利润空间被压缩。快递人员为了争夺订单，往往不顾安全规范，加剧了交通事故和违法行为，给城市交通带来了巨大的压力。

（二） 技术方案与功能

（1）自动驾驶物流车能够减少因疲劳驾驶、酒后驾车、违规操作等人为因素引起的交通事故，物流车在自动驾驶模式下，可安全行驶至装卸货点，物流人员只需专注于末端配送工作。通过车路云一体化可以更好地与城市交通管理系统对接，合理安排车辆进场装

卸货顺序，避免车辆排队现象，进而减少拥堵。

(2) 自动驾驶技术可以 24 小时不间断工作，不受人类司机工作时间的限制，从而提高配送频次和效率，节假日、夜间仍可正常工作，有效应对运力需求不稳定情况。

(3) 基于车路云一体化赋能，可实现自动驾驶功能降低人工成本，及优化路线、降低能耗，以实现降低并稳定配送成本。

车路云一体化体系中的城市物流应用系统组成及其同车路云各组成部分之间的关系如图 8 所示。

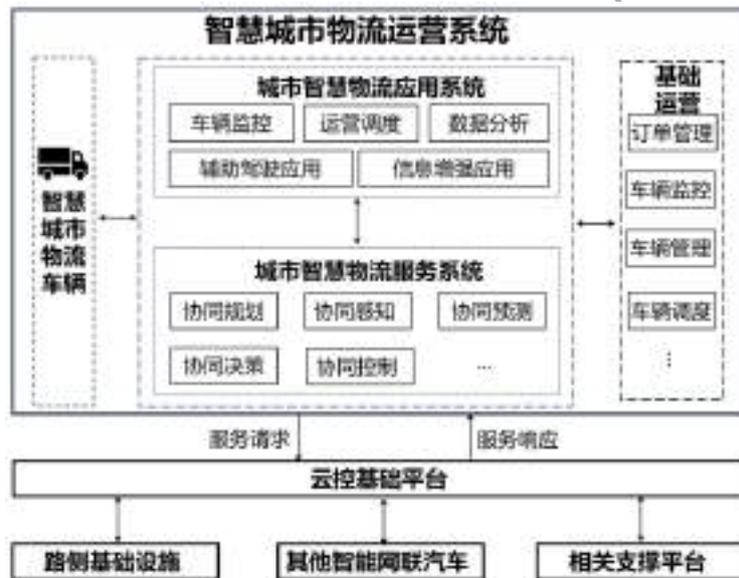


图 8 车路云一体化体系中的城市物流应用系统组成

(三) 商业模式与测算

1 商业闭环模式

城市物流运力提供商作为自动驾驶物流车应用运营主体，通过获取云控基础平台提供的基础数据服务，支撑物流车智能调度的有效运行，进而减少运营成本、提高运营收益、带来节能减排的良好

效益，最终为终端客户提供更良好的用户体验。城市物流应用商业闭环模式如图 9 所示。



图 9 城市物流应用商业闭环模式

2 增收节支测算

以某个拥有 5000 辆自动驾驶物流车的中等城市估算，自动驾驶城市物流车在快递、外卖等场景下每年可降低从业人员成本约 7 亿元。

据工信部装备中心直属企业艾迪智联发布的《自动配送行业发展年（2022）》预测，到 2030 年，我国自动驾驶物流车保有量将突破 100 万辆。按照小车量产价格 10 万元测算，总产值将超过 1000 亿元，有望拉动全产业链经济价值达到万亿规模。根据国家邮政局数据，2023 年全国快递业务量 1302.7 亿件，根据京东物流、菜鸟集团数据预测，2030 年我国快递业务量预计为 2360 亿件，年均增速约为 6.6%，但人员招聘跟不上快递增速的需求。采用车路云一体化技术，按照无人化渗透率 15%、单票人力配送成本 5 元计算，预计 2030 年

全国可实现产值增量 1770 亿元。

此外，自动驾驶城市物流车还可通过移动地租的形式提供零售、广告位等增值服务，假设每辆配送车平均可用商业空间面积为 1 平方米，每平方米平均租金 200 元/月。

（四） 特色功能场景

除第四部分所列举的城市物流适用的功能场景外，还有以下典型功能场景：

1 城市物流智能调度与路径规划

场景定义及功能点：收集物流送货需求，通过实时交通数据分析，动态规划最优配送路线。并根据货物类型和目的地，智能分配配送车辆。

实现方式：云控基础平台获取实时路况信息，做出信息预测，动态规划最优配送路线，并实时监控车辆运行期间前方路况情况，及时做出调整。

功能效果：使自动驾驶物流车能实现最优路线，优化配送效率。

五 应用 5：公路物流应用系统

（一） 痛点问题

公路物流是指以公路网为基础，通过公路运输工具进行商品运输、仓储、配送和信息处理等一系列物流活动，能够实现各个城市、乡镇之间“点对点”的物流服务过程。目前，公路货运系统主要面临以下挑战：

（1）小型物流企业与个体散户占据大量市场份额，行业抬价、违约现象严重，公路货运行业的规模化建设不足；

（2）货车司机驾驶工作时长、驾驶负担重、燃油消耗高等导致运输公司和车队运营成本过高，亟需提高利润收益。

（二） 技术方案与功能

（1）基于车路云一体化赋能的公路物流应用系统可采用车-路-云协同工作机制，通过云控协同决策功能，并根据不同服务等级，对入网订阅云控基础平台服务功能的物流车辆提供动态交通信息、优化调度、线路优化、货币结算等运营管理服务，切实保障货车司机、买方与物流管控平台的利益安全需求，实现公路物流行业的规模化良性发展；

（2）通过对公路物流车辆（支持换道和车速引导）提供基于车路云协同的预测性安全、效率和节能等网联驾驶服务，赋能公路物流车辆的巡航驾驶系统，可提升其行驶过程中纵向车速引导、多车

调度提示和行驶路径规划的合理性，从而有效降低驾驶员负担、减少行驶能耗，有利于进一步实现降本增效作用。

依据网联赋能车辆驾驶的程度以及公路物流的应用系统，应用分为三大类：高速公路智能网联驾驶应用、公路物流队列协同驾驶应用、公路物流智能调度应用。三大类应用涵盖了干线、专线等各种物流线路类型及跨场景、混合交通等物流运输场景，车路云一体化体系中的公路物流运营系统组成及其同车路云各组成部分之间的关系如图 10 所示。

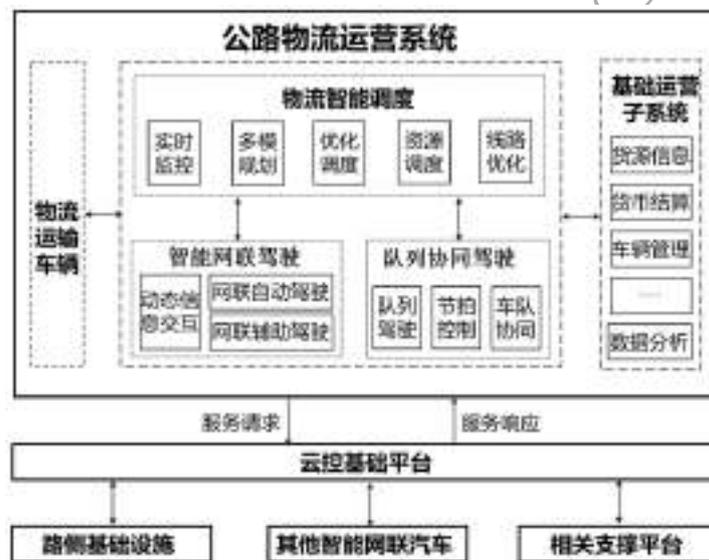


图 10 车路云一体化体系中的公路物流运营系统组成

公路物流运营系统可基于车路云一体化协同架构，通过基础平台获取路侧基础设施等相关道路交通数据，将智能网联驾驶、队列协同驾驶、物流智能调度等算法部署在云端应用平台上；车路云分层架构通过支撑车路云多源数据融合以及物流车辆未来行驶的最优决策规划，实现云控基础平台对公路物流运营系统服务请求的全面响应。

(三) 商业模式与测算

1 商业闭环模式

在公路物流系统运营过程中，各地政府成立受平台综合管控的物流平台，物流公司通过云端数据赋能，为整车企业、公路物流公司、人工智能模型研发企业、保险公司等提供增值数据服务、订阅服务等，持续获得基础数据服务收益。另一方面，当地整车、零部件、物流服务企业等产业链上下游公司，通过云端数据赋能，增加产品亮点和竞争力，提升工业产值，增加地方就业岗位和税收。

在应用试点阶段，依托道路交通数据确权的高速物流公司，对网联化改装的运输车辆提供车速引导与路线优化服务，建设所需路侧基础设施，升级基础版应用系统，为有物流服务需求的客户提供成熟可靠的亮点服务。公路物流应用商业闭环模式如图 11 所示。



图 11 公路物流应用商业闭环模式

2 增收节支测算

以某个拥有 80000 辆公路物流车（以重型牵引车型为例，且根

据交通运输部统计的货运车辆保有量和城市 GDP 的占比进行卡车数量估算）、电动化占比 50%的中等城市为例，从车辆节能/节油收入方面测算，该城市公路物流运输可节省 11.8 亿元。具体测算如下：

每辆重型牵引物流货车每年行驶平均里程约为 15 万公里，按照每辆车综合节油率 5%计算，一年每辆货车可以节省 2.2 万元的油费（以某主流重型卡车每百公里油耗水平计算）；每辆电动货车综合节电率 3%计算，一年每辆货车可以节省 0.75 万元的电费（以某主流重型卡车每百公里电耗水平计算）；综合两种车型的物流车每年可为货车司机或物流公司节省能耗使用成本约 11.8 亿元。

以上基于某中等城市进行的公路物流车测算，若将体量考虑到全国范围内的近 400 万辆牵引车计算，每年国家公路物流运输业可节省超 600 亿元能源费用。此外，如果考虑提升安全、降低事故及车辆保险和养护等节约的成本，及交通效率提升带来的社会交通运行效率和拥堵缓解、二氧化碳减排带来的能耗降低等因素，将产生更大的经济价值。

（四）特色功能场景

除第四部分所列举的公路物流适用的功能场景外，还有以下典型功能场景：

1 预测性节能巡航最优行驶策略规划与动力系统协同优化控制

场景定义：通过对云控平台获取的动静态交通信息进行预测与

综合分析，建模面向安全高效节能行驶的车辆最优化问题，对车辆最优的行驶策略进行决策与规划，同时考虑未来道路交通要素对车辆动力学的影响以优化动力系统的运行。车辆对象涵盖不同智驾等级且兼容手动燃油车辆、自动挡燃油车辆、自动挡纯电动及混合动力车辆等不同动力系统的车辆/队列，实现智能网联车辆的最优化行驶与动力系统的最优控制。

实现方式：综合考虑车辆行驶前方的静态道路信息及动态交通信息，基于车端与云端的协同计算分析，为低等级辅助驾驶车辆提供最优行驶车道指引和节能车速建议，为高等级自动驾驶车辆的提供动力系统及横纵向运动的协同规划与控制，实现车辆的安全-高效-节能行驶。

功能效果：使车辆能够在高速公路上根据实际行驶状态选择适配的不同驾驶等级的预测性节能行驶控制算法，实现安全、经济、高效的巡航驾驶，优化车辆动力系统的高效运行状态，并减少车辆行驶过程中不必要的刹车及速度异常波动，在保证车辆行驶安全性的基础上，显著降低能耗成本、提高车辆行驶效率。

2 计及安全节能通行效率的最优全局路径规划方法

场景定义：基于车路云一体化系统的公路物流路径规划与每个干线物流参与者的安全高效出行和城市整体的可持续发展、能源消耗、环境保护等方面息息相关。当前全局路径规划方法仍然面临许多问题，受限于单车感知距离小、算力有限等不足，影响了实际应

用中的整体效果。此外，需要考虑动态地图对全局路径规划的影响，尤其是在动态交通流量和前方交通事故等信息的提前获取，可以为运输车辆实时规划合理的运输路线。

主要功能：基于在公路物流干线部署的路侧传感设备，为云端采集每个路段的车流密度、车辆状态等信息，结合提前在云端设计地高精度动态地图和全局最优路径规划算法，为服务车辆提供路径规划服务，从而在宏观层面为运输车辆提供最优行驶路径。

功能效果：路径规划不仅需要考虑通行效率，还需兼顾车辆能耗问题。现有技术能耗优化方面显得较为不足，没有考虑道路坡度、车辆加减速次数以及交通流量拥堵情况等，这些都会对车辆的燃油消耗或电量消耗产生显著影响。另一方面，将复杂动态交通流信息整合到路径规划的算法中，可以生成综合最优的运输路径。

车路云一体化系统建设应用案例

六 应用 6：封闭环境智慧车辆应用系统

（一） 痛点问题

封闭环境（矿山、港口等）智慧车辆应用主要有以下问题：

（1）复杂作业环境对车辆自动驾驶系统感知模块的干扰大、作业车辆单车感知距离较短且存在较大范围的盲区、作业车辆与其他工程车辆在封闭环境内混行，导致作业安全风险较高；

（2）现有作业车辆自动驾驶系统与其他辅助作业系统（如矿山、港口管理系统）建设不同步、信息联通水平不高，导致作业车辆调度、监控与干预对人工依赖程度过高；

（3）车辆作业任务复杂多变、单一作业车辆自动驾驶系统决策规划局限，导致系统异质车辆间交互以及车辆与其他作业设备协同效率低下。比如，矿山场景中挖机等作业机械与矿卡的协作效率低，港口场景中龙门架与集装箱的协同定位准确性不足以及龙门架与集卡的协作效率低。

（二） 技术方案与功能

（1）基于公路交通相关的云控基础平台技术架构，结合封闭环境车辆运输业务特点，可以建设专用于矿山或港口场景的云控基础平台。该云控基础平台可为某一独立的矿山/港口设施使用或同一单位管理的多家设施共用，通过对作业车辆自动驾驶系统状态信息的实时采集、车辆盲区与超视距感知增强、全作业路径交通态势识别、

动态地图信息管理、协同感知与决策、强化云端辅助驾驶与接管等，可有效降低车辆作业过程中的安全隐患，提升对安全事件的回溯能力；

(2) 通过借助云控基础平台对封闭环境道路基础设施资源、运输、作业相关动态数据跨域共用，可为运营系统提供相关的系统监控及数据分析挖掘等决策支持类服务，系统性构建不同业务模块间的信息交互，降低作业车辆调度、监控、干预等业务对人工的依赖程度，提高场景运营系统的智慧化水平；

(3) 通过对常规作业车辆与相关作业设备的状态监测、异常冲突事件识别和定位机制，云端智能决策与调度等，可有效解决不同车辆间的冲突仲裁，增强作业车辆与其他作业设备间的协同水平，提高封闭场景作业效率。

车路云一体化体系中的智慧矿山/港口应用系统组成及其同车路云各组成部分之间的关系如图 12 所示。

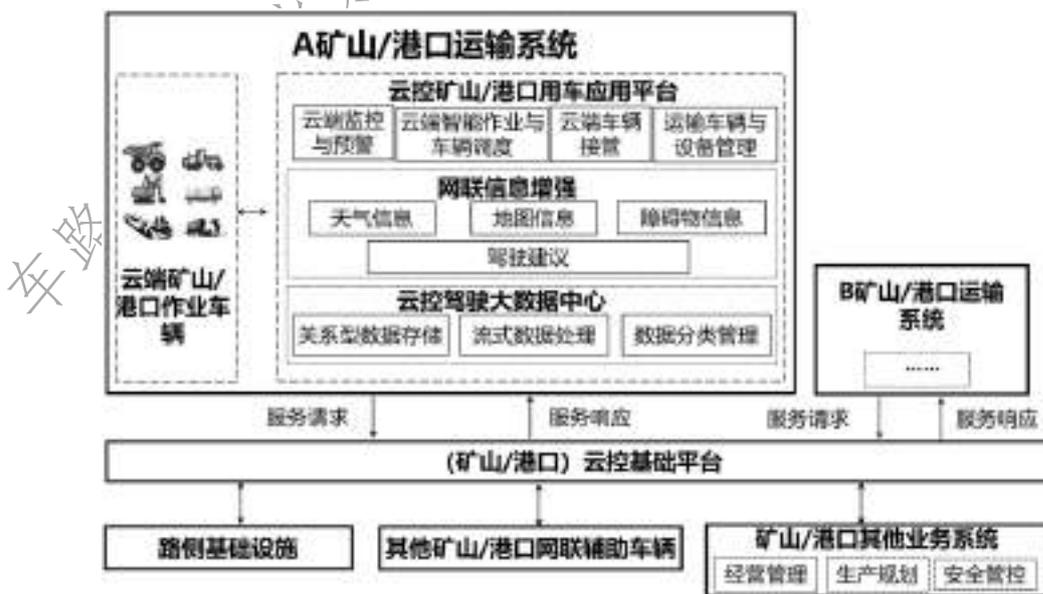


图 12 车路云一体化体系中的智慧矿山/港口应用系统组成

（三） 商业模式与测算

1 商业闭环模式

封闭环境智慧车辆应用目前尚处于过渡期，因此不同企业在探索不同商业模式闭环。以矿山/港口场景为例，云控作业车辆的应用运营主体可以是直接负责开采的矿山企业以及营运的港口企业（直营模式），或是全面承接作业业务的工程公司（外委模式）。通过接入付费基础平台提供的关键数据服务，这些运营主体能够确保其自动驾驶运输及有人/无人驾驶混合运输应用的高效运行。这种模式不仅能够显著提高运输效率，降低运营成本，还能有效减少车辆调度及远程驾驶所需的人员成本。更重要的是，系统整体的优化减少了对人工的依赖，从而降低了封闭环境智慧车辆应用的潜在安全风险和相关成本。此外，在矿山/港口场景中建设车辆云控系统的成本优势在于，其所需的大部分基础设施，如计算设施、路侧感知设施、通信设施等，与全矿/港智能化建设需求高度重叠，从而可以显著均摊在基础设施建设上的前期投入。慧矿山/港口应用商业闭环模式如图 13 所示。

2 增收节支测算

封闭环境智慧车辆应用可通过增收节支，为企业产生直接的经济效益。以港口/矿山场景为例，具体测算如下：



图 13 智慧矿山/港口应用商业闭环模式

以大型露天煤矿的剥离业务为例，若该地区所有露天矿山装配有 500 台自动驾驶矿卡，通过车路云一体化平台辅助，可提升土方整体运输效率 5%，每年增加经济价值 2000 万元以上。基于此直接经济效益，矿山用车云控平台运营方可获得 1000 万元以上的年度服务收益。目前全国露天煤矿自动驾驶矿卡数量大约在 1600 台，且逐年快速上升。全国露天矿矿卡保有量 6 万台，即使在产能没有新增情况下，按照最终可以实现 80%渗透率，矿山用车云控平台运营方可获得 9.6 亿元以上的年度服务收益。

以大型海运集装箱码头为例，若该地区所有堆区装配有 50 台自动驾驶集卡，通过车路云一体化平台辅助，可降低整体运营成本 10%，每年增加经济价值 200 万元以上；港口用车云控平台运营方可获得 100 万元以上的年度服务收益。目前中国港口内集卡牵引车保有量超过 2.5 万辆，自动驾驶渗透率目前还不到 2%，按照最终可以实现 80%渗透率，港口用车云控平台运营方可获得 4 亿元以上的年度服务收益。

（四） 特色功能场景

除第四部分所列举的封闭环境智慧车辆使用的功能场景外，还有以下典型功能场景：

1 封闭环境道路异常侵占检测

场景定义及功能点：当道路中出现难以识别的障碍物侵占时，系统能迅速响应并识别出障碍物种类，通知相关系统/部门，同时生成可行的绕行路线。

实现方式：当有车辆识别到难以分辨的侵占道路的障碍物时，向云控平台请求进一步的确认。此时，云控基础平台通过收集附近多个车辆的感知信息以及路侧视角的感知信息，融合生成更精确的障碍物识别结果。同时，相关应用基于感知结果进行进一步的风险评估，向其他业务部门同步侵占情况，并生成合理的绕行路线下发到车辆端执行。

功能效果：当出现难以识别的障碍物阻碍运输线路时，不需要车辆长时间等待调度人工通过远程视频辨别障碍物，降低异常占用带来的拥堵概率。同时，也不需要为检测部分特殊障碍物而在车端部署更复杂的感知算法，节约车端算力。

2 不同作业车辆高效协同

场景定义及功能定：通过车车实时信息通讯和车路云协同，可实现不同作业车辆之间的无缝衔接和高效协同，挖机随着挖掘作业

面的变化不断移动位置，矿卡可自动寻找挖机位置完成路径规划并精准停靠，且在装载过程中实时调整状态。

实现方式：当不同作业车辆在同一作业面进行协同作业时，云控基础平台通过收集各作业车辆的轨迹规划信息及作业指令信息，融合并实时生成作业车辆的协同作业轨迹及动作指令。

功能效果：降低车辆协同作业过程中的人工干预程度，提高不同作业车辆间的协同作业水平和效率

3 动态作业装卸载位分配

场景定义及功能点：根据作业工作节奏以及等待车辆情况，对车辆装载位、卸载位进行实时均衡分配。

实现方式：云控基础平台获取车辆的位置信息以及装载点、卸载点的工作状态信息。应用平台基于多维度的信息结合优化算法生成更高效的装载位、卸载位分配方案，并下发到车辆端执行。同时，该应用还可以动态重新评估装载区、卸载区情况，当有更合理的装载、卸载方案时对任务进行二次下发。

功能效果：提升装载、卸载作业效率，同时降低平均车辆等待时间，降低车辆停车能源消耗。

七 应用 7：智能充放电应用系统

（一） 痛点问题

伴随电动汽车发展机遇的到来，亟待解决的系列痛点问题也逐步显现：

（1）电动汽车无序充换电所引发的城市配电网局部重过载、电压偏差、三相不平衡，以及区域电力负荷不均衡等电网安全问题；

（2）风光新能源随自然因素产生的随机性、波动性及间歇性特征，对电力系统稳定运行构成了严峻挑战。

（二） 技术方案与功能

（1）依托云控基础平台对交通基础设施资源与数据共享共用，精确获取电动汽车行驶动态信息的实时数据流，与电力交易机构建立高效需求侧响应调控信息共享机制，实时将充放电需求响应迅速且精确地传递给负荷聚合商、充换电站、车主用户，可快速实现充放电需求的即时响应。充分调动电动汽车参与电网供需平衡的调节，发掘其作为灵活性资源在功率和能量供给方面的潜力，通过合理优化充换电站资源配置，以 V2G 方式参与电力市场相关服务，实现城市电能供需“削峰填谷”，可缓解局部电网重载压力，解决电动汽车的无序充换电问题对电网安全的冲击。

（2）车路云一体化智能充放电应用系统建立从稳态到暂态多时间尺度，从单机、场站到多层级电网等多容量等级的“车-桩-人-路-

电-网”跨域仿真模型及成套工具体系，准确刻画海量电动汽车接入以风光新能源为主体的新型电力系统后的影响及车能交互特性。可通过“削峰填谷”缓解风光新能源发电系统不稳定的影响，促进风光新能源电力的高效利用，快速消纳风光新能源电量，既能实现绿色加电、零碳出行，又为保障城市电力系统的稳定、可靠运行奠定坚实的基础。

车路云一体化体系中的智能充放电应用系统大致组成及其同车路云各组成部分之间的关系如图 14 所示。

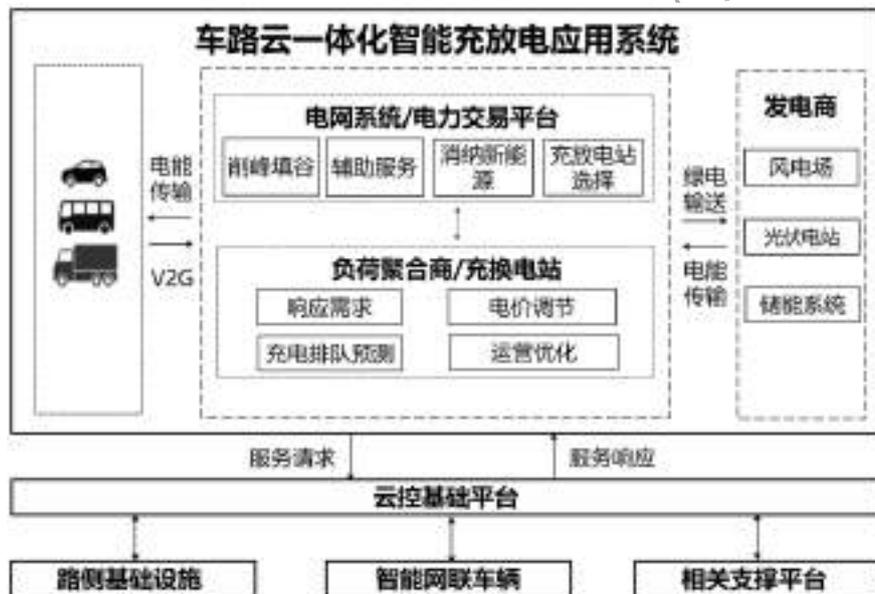


图 14 车路云一体化体系中的智能充放电应用系统组成

除此之外，向负荷聚合商或充换电站提供电动汽车行驶动态信息、动力电池电量实时信息、电价实时信息等，让负荷聚合商、充换电站运营商实时调节电价及运营策略，有效引导电动汽车用户借助 V2G 技术主动参与电力市场相关服务，可为电动汽车商业、个人用户创造额外的经济收益，不仅助力城市电力系统稳定可靠运行，更能推进城市智慧化发展，提升民众幸福指数。

（三） 商业模式与测算

1 商业闭环模式

在充换电运营智慧化转型应用中，城市充换电运营公司及其子公司是应用系统的运营主体，通过购买云控基础平台的基础数据服务，对电动汽车进行网联化改造，开发并运营智能充放电应用系统，实现电动汽车根据电网的需求变化，通过调整充电时间和功率来响应电网的供需平衡。

在应用试点阶段，可采用灵活的资金来源和实施主体，选取某个车企进行合作，对所属车辆进行网联化改造，建设基础版应用系统，与当地电网合作，开展应用试点，跑通技术和模式，体现对用户价值。未来通过实时监测电网状态和预测需求，电动汽车可以快速响应电网各项调节指令，为电网的稳定运行提供必要、及时的功率支持。这种模式下，电动汽车的充放电行为展现出前所未有的灵活性和智能化水平，能够根据电网的实际需求进行智能优化调度，实现资源利用最大化。智能充放电应用商业闭环模式如图 15 所示。

2 增收节支测算

以某个拥有电动汽车保有量 50 万辆的中等城市为例，从提升充换电效率、提升场站收益、参与电力市场相关服务三方面测算，预计每年可增收约 6 亿元。具体测算如下：



图 15 智能充放电应用商业闭环模式

精准规划车主出行路径与充放电时间，全面汇聚并深度分析充换电场景信息，确保资源的高效配置和利用，有效缩短排队等待时长，降低电动汽车能耗 3~5%，降低充电费用 5%以上，获取需求侧响应服务费用 2%左右。以 1 辆电动汽车一年行驶路程 2 万公里，电池容量 60 千瓦时，充电费用 1 元/千瓦时来计算，一年充电费用约 3000 元，为每位车主节约充电费用 150 元/年以上，同时获得 50 元以上的需求侧响应服务费，综上，50 万辆电动汽车一年节约充电服务费约 1 亿元。

在智能充放电场景下，每辆车每周充放电 1 次可获取额外收益 20 元左右，一辆车一年创收 1000 元左右，50 万辆车可以创收 5 亿元左右。

上述测算，如果考虑车主通过节能降耗、参与电力市场相关服务等节约的充电成本，及充放电效率提升带来的社会交通运行效率和拥堵缓解、二氧化碳减排带来的能耗降低等因素，将产生更高的经济价值。

（四） 特色功能场景

除第四部分所列举的智能充放电适用的功能场景外，还有以下典型功能场景：

1 电动汽车参与电网需求响应场景

场景定义：需求侧响应是电动汽车根据电网的需求变化，通过调整充电时间和功率来响应电网的供需平衡。在电力需求高峰时，电动汽车可以主动减少充电活动，甚至借助 V2G 技术反向为电网提供能量；而在需求低谷时则增加充电，以平衡电网负荷。

主要功能：借助电费价格信号的动态引导机制，结合智能充放电系统的精准价格预测能力，向电动汽车用户精确推送未来电价预测信息，智能地引导用户在电价较低时充电，电价高点时放电。

功能效果：智能路线规划，根据用户的位置、充电需求和电网状态，提供智能路线规划，优化用户的充放电行为。通过参与各省需求响应市场机制，引导电动汽车用户在电网负荷高峰时段减少充电，低谷时段增加充电，以获得经济补偿。

2 电动汽车参与智能充放电场景

场景定义：基于云控基础平台智能调度，利用云控基础平台的大数据分析能力，收集和分析电动汽车的充电历史数据、用户充电习惯、电网负荷情况等，预测未来的充放电需求。

主要功能：V2G 技术的应用下，车辆与电网之间建立了双向互

动的桥梁，实现能量的双向通信和能量交换，电动汽车在电网负荷较低时充电，在高峰时段向电网提供能量，实现车能互动。

功能效果：为电动汽车车主定制化服务，利用用户充电行为数据，分析用户对充电时间、电价的敏感度，为用户推荐最优的充放电方案，鼓励用户在非高峰时段充电，获得更优惠的电价，电价高点时放电，赚取电价差及服务费。

车路云一体化系统建设与应用指南（正式发布版）

八 应用 8：数据闭环与增值服务应用系统

（一） 痛点问题与意义

现有自动驾驶车辆落地推广有以下主要问题：

（1）当前汽车企业通常依赖于自家车型的有限数据打造数据闭环能力，导致数据类型单一且缺乏完备性，难以开发出高安全可靠的、数据驱动的端到端自动驾驶算法；

（2）行业内普遍面临缺乏高质量、多样化、大规模自动驾驶数据的问题，使得自动驾驶公司难以有效训练和优化自动驾驶大模型；

（3）当前缺乏基于自然驾驶数据的高保真仿真场景，使得高校和科研机构难以训练自动驾驶前沿算法和突破技术创新；

（4）保险公司缺乏用于评估驾驶员驾驶风格的高质量数据，难以以为驾驶员提供个性化保险服务。

（二） 技术方案与功能

（1）通过建立车路云协同数据闭环平台，搭建车路云一体化数据采集系统，为端到端自动驾驶算法训练提供具有多样化、完备性的交通数据，实现车路云一体化的高安全、自进化、可解释的自动驾驶算法；

（2）通过构建全天候高质量完备的实车真值数据库，训练具有持续进化能力的自动驾驶大模型，全面提升自动驾驶感知与决策控制算法的性能；

(3) 通过数据挖掘、数据标注和数据仿真，训练具有全自动化标注能力和高保真虚拟数据生成的自动驾驶大模型，实现高保真仿真场景库的构建；

(4) 通过车路云数据建立驾驶员驾驶风格模型库，提供定制化车险等增值服务，降低用户购买车险的费用，提升用户购买定制化车险和自动驾驶服务的意愿。

车路云一体化体系中的数据闭环与增值服务应用系统大致组成及其同车路云各组成部分之间的关系如图 16 所示。

(三) 商业模式与测算

1 商业闭环模式

汽车企业作为自动驾驶功能的定义和实施方，通过云控基础平台提供的数据服务来支持自动驾驶相关算法迭代进化，从而为用户提供更加安全和高效的自动驾驶服务，提升大众购车意愿，增加公司运营收益。高校及科研机构作为自动驾驶前沿技术算法的提供方，通过云控基础平台提供的高保真场景仿真器迭代优化算法，为汽车企业提供技术支持，提升汽车企业研发效率，推动自动驾驶行业前沿技术发展。保险公司作为车险服务的提供方，通过云控基础平台提供的驾驶风格模型库为用户提供个性化的保险方案，提高用户对车辆保险的购买意愿，增加公司盈利。数据闭环与增值服务应用商业闭环模式如图 17 所示。

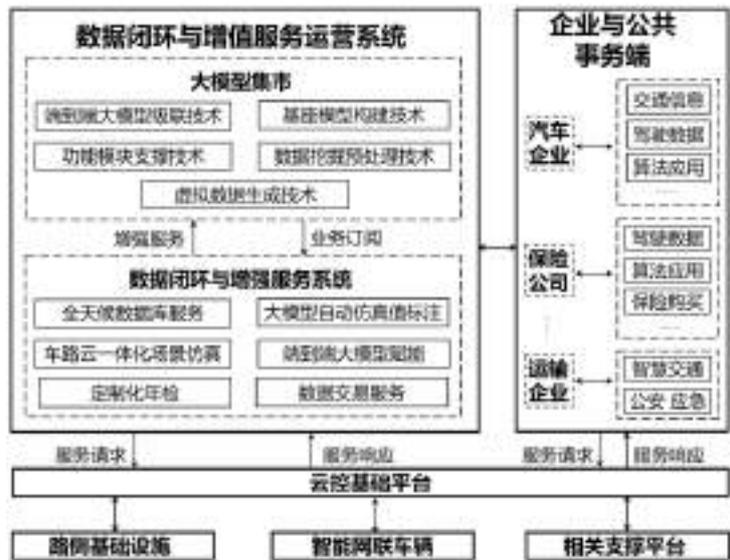


图 16 车路云一体化体系中的数据闭环与增值服务应用系统组成



图 17 数据闭环与增值服务应用商业闭环模式

高科技公司在进行自动驾驶技术开发时，需要采购汽车传感器数据以及路测传感器数据，构建自动驾驶场景，开发自动驾驶算法。

政府监管部门需要对运营平台的数据的合规性进行监管，确保运营平台能够合法、合规、合理使用。

平台所采集的车辆自动驾驶数据可以在大数据交易所进行交易，满足各方的数据需求。同时，平台也可以从大数据交易所采购数据以进行数据补全。

2 增收节支测算

预计一个中等城市每年可营收 7.2 亿元。具体测算如下：

(1) 数据闭环效益部分

以某中等城市为例，在城市运行的智能网联车辆数约 50 万台，进行自动驾驶技术研发的相关高科技企业和研究机构大约有 10 家，每家自动驾驶技术研发高科技企业以每辆车 200 元/年的价格购买智驾数据、路侧数据，以 1000 万元/年的价格购买大模型增值服务，渗透率为 30%，收益共计 3.3 亿元/年。

(2) 增值服务部分

以某中等城市为例，汽车年车险保费收入约 260 亿元。保险公司按照 5% 服务费购买云控基础平台提供的驾驶员个性化风险评估服务，渗透率为 30%，增值服务收益共计 3.9 亿元/年。

上述测算，如果考虑带动相关服务产业的发展，辅助政府部门降低城市交通事故率并显著减少因事故引发的医疗支出、应急救援成本和司法处理费用，将产生更高的经济价值。

(四) 特色功能场景

除第四部分所列举的数据闭环与增值服务适用的功能场景外，还有以下典型功能场景：

1 车路云产业生态的整体网络安全防护能力升级

场景定义：在车路云一体化的生态系统中，通过构建全面的网络

安全防护机制，确保车联网、路网及云端服务的安全性与可靠性。该机制整合多层次的网络安全技术与策略，实时监控和响应潜在的安全威胁，保护数据传输的完整性与隐私，提升整个车路云生态系统的韧性与抗攻击能力。

主要功能：部署防火墙、入侵检测系统和数据加密技术，形成多重防御体系。利用人工智能和机器学习技术，实时分析网络流量和行为模式，快速识别异常活动。建立完善的应急响应流程和团队，确保在发生安全事件时快速有效地进行处理。

功能效果：通过提升整体网络安全防护能力，有效降低网络攻击的风险，保护用户数据安全，增强车路云产业生态的信任度，确保自动驾驶和智能交通系统的稳定运行，推动智能网联汽车的普及与发展。

2 数据闭环加速自动驾驶相关技术算法升级换代

场景定义：通过构建高效的数据闭环系统，实时收集和分析自动驾驶车辆的操作数据与环境信息，形成一个动态反馈机制。该机制能够持续优化和迭代自动驾驶技术算法，提升感知、决策和控制能力，确保自动驾驶系统在多变的道路环境中表现出色。

主要功能：通过车载传感器和路侧设备，实时收集车辆运行数据、交通状况和环境信息。将收集的数据上传至云端，利用大数据分析和人工智能技术进行深度学习和模型训练。基于分析结果，自动更新算法模型，实现自动驾驶性能持续进化。

功能效果：通过高效的数据闭环，显著提升自动驾驶技术的响应速度和适应能力，缩短算法升级换代的周期，增强车辆在复杂场景下的自主决策能力，推动自动驾驶技术的发展与应用。

车路云一体化系统建设与应用指南（正式发布版）

第三部分 四大支撑平台建设指导文件

车路云一体化的核心思想是在统一架构下，基于分层解耦、跨域共用理念，在产业的数字化转型过程中，面向包括车辆、交通交管及汽车全生命周期等全产业有发展应用需求的对象与企事业单位，实现道路基础设施与交通动态数据的共享共用。为保证这一目标实现，需要有车辆平台、智能路侧基础设施平台、云支撑平台及网络平台等四大支撑平台作为保障。它们相互独立又互为协同，共同支撑产业发展应用需求及相关多功能场景的实现，其中车辆、云端与路侧平台间依靠网络平台提供的有线或蜂窝通信方式实现互联，其关系如图 18 所示。

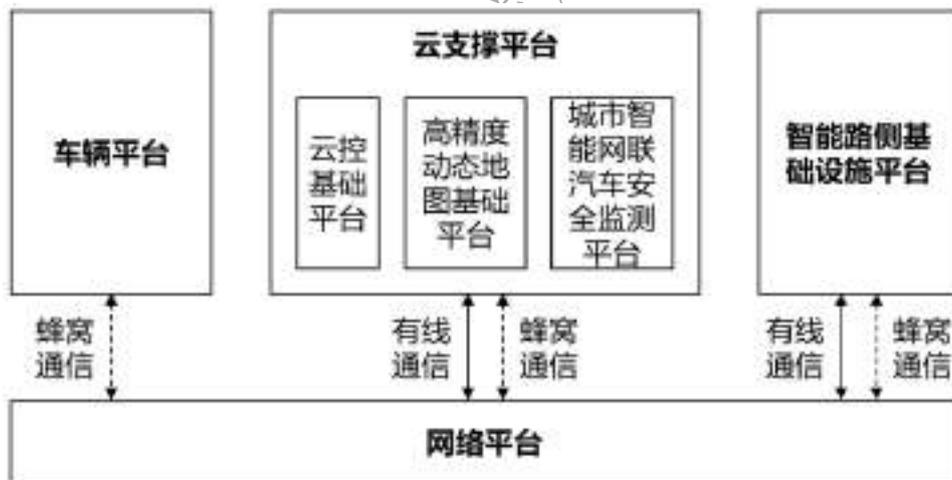


图 18 四大支撑平台互联关系图

在车路云一体化体系中，车辆平台需要明确可接受网联赋能服务的车辆网联化与智能化等级，网联赋能服务的方式、内容，以及自身必须向路侧平台及云支撑平台提供的基础信息、数据交互与通信要求等。路侧平台需要明确为实现路侧资源与交通动态数据共享，面向车辆及云支撑平台提供服务所必须的功能与性能，并基于此，

明确道路基础设施的建设、功能、性能与通信要求等。云支撑平台包含云控基础平台、高精度动态地图基础平台和城市智能网联汽车安全监测平台。云支撑平台的三个云平台同车路云一体化其他各组成部分的关系如图 19 所示。

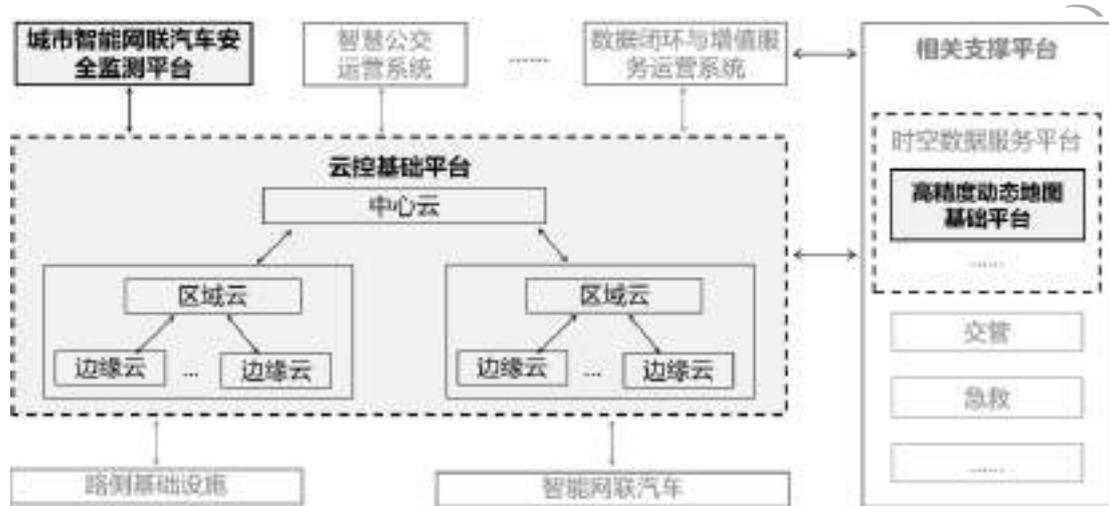


图 19 云支撑平台同车路云一体化各组成部分的关系

云控基础平台需具备对交通动态数据实现跨域共用的能力，对外需要明确各级云面向产业不同服务对象实现网联赋能服务的内容、接口、性能与通信要求，以及平台运行部署要求等；对内需要明确三级云的基本组成、功能、性能、相互间的接口及数据交互要求；在同公安视频传输网进行数据传输时，应按“公安交管车联网信息交互应用架构”¹执行。高精度动态地图基础平台需要在城市级时空数据服务平台统一架构下设计，在明确如何在保障合法、合规使用来自车辆、路侧地理信息数据的前提下，应明确其功能、性能、接口、通信、安全保障，及其同云控基础平台间的数据交互等要求，以支撑云控基础平台发挥赋能产业发展作用，以及保障城市级时空

¹ 《智能网联汽车“车路云一体化”规模建设与应用参考指南（1.0版）》中“二、交通附属设施网联”相关要求。

数据服务平台在城市智慧交通、智慧城市推进过程中对高精度动态地图应用需求。城市智能网联汽车安全监测平台应明确满足政府对智能网联汽车安全监测与监管要求的平台功能、性能、数据交互与接口要求。

此外，车路云一体化的网络与数据安全建设参考指南见附件 1。

车路云一体化系统建设与应用指南（正式发布版）

一 车辆平台建设参考指南

(一) 车辆智能化与网联化分级

智能网联汽车是指搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通信与网络、人工智能等技术，实现车与 X（车、路、人、云等）智能信息交换、共享，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，可实现“安全、高效、舒适、节能”行驶，并最终可实现替代人来操作的新一代汽车。

《智能网联汽车技术路线图》将车辆的网联化程度分为三个等级：辅助信息交互（1级）、网联协同感知（2级）、网联协同决策与控制（3级）。具备网联信息交互能力的车辆，通过包含 T-Box、V2X OBU 通信单元等车载终端，与通信网络交互所需信息。此外，针对本身无网联交互能力的车辆，驾驶人或乘客可以通过移动平板、手机等移动终端，接收和上传网联信息，并由驾驶人参考接收的信息执行驾驶任务，这类情况也考虑在本指南内。

除此以外，按照推荐性国家标准《汽车驾驶自动化分级》（GB/T 40429-2021）驾驶智能化分为从 0 级到 5 级，分别为应急辅助（L0）、部分驾驶辅助（L1）、组合驾驶辅助（L2）、有条件自动驾驶（L3）、高度自动驾驶（L4）、完全自动驾驶（L5）。

所有智能化等级的车辆，均可具备网联信息交互能力，智能网联汽车的智能化等级与网联化等级并无直接关联。车路云一体化系统可对所有智能化等级的智能汽车进行网联赋能。

(二) 智能网联汽车电子电气架构组成

虽然汽车电子电气架构组织形式多样，但都具有底盘控制、座舱控制、计算平台等子系统，因此下文选取目前最广泛的分布式域控架构为例进行分析，接入车路云一体化系统的智能网联汽车包含车身域、智驾域、底盘域等。其中车身域负责智能座舱，以及整车对外的蜂窝/V2X 无线通讯等；智驾域负责车辆自动驾驶的感知、决策与上层控制；底盘域负责车辆执行机构的控制。域间连接关系和数据交换类型如图 20。

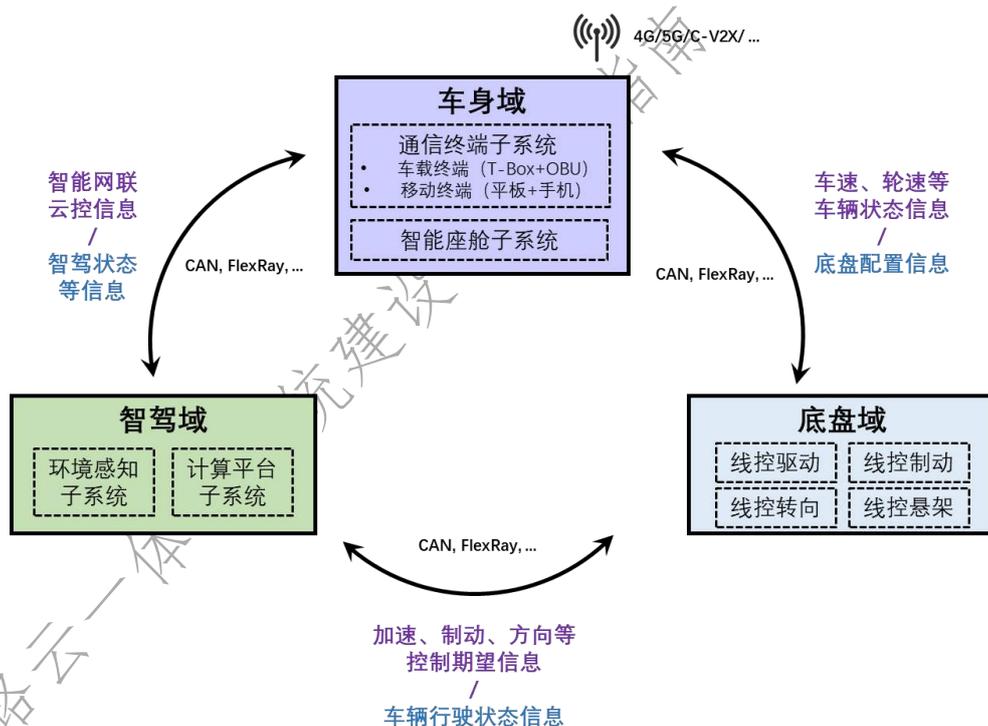


图 20 智能网联汽车的车身域/智驾域/底盘域连接关系

1 车身域

1.1 通信终端子系统

通信终端子系统隶属车身域，狭义上包含 T-Box 蜂窝网通信单元、C-V2X 直连通信单元等车载终端，广义上则还包含平板、手机

等移动终端。移动终端通常由驾驶人携带入车，接入 4G/5G 通信网络，用于与驾驶人交互提示、建议、预警等信息。

对于蜂窝网通信，网联化等级 1 级及以上的智能网联车辆通常基于 T-Box 或移动终端接入 4G/5G 网络，它能够满足车端通过移动运营商接入到互联网的需求。

对于直连通信，网联化等级 1 级及以上的智能网联车辆通常基于 OBU 进行 V2X 直连通信。通常 V2X 直连通信是指车路，车车信息直接交互的通信，具备短距离、较低时延的特点，国内采用了 C-V2X 技术实现 V2X 直连通信。

1.2 智能座舱子系统

智能座舱子系统隶属车身域，包含显示、语音、视觉、听觉等交互设备。

针对智能化等级 L0-L2 需求，座舱具备显示、语音交互能力。驾驶人可通过车载通信终端获取网联及自车的提示、建议、预警等信息，也可通过移动终端从网络获取其所需的驾驶辅助信息。

针对智能化等级 L3 及以上需求，座舱交互建议具备虚拟显示、眼球追踪、视线追踪等技术；驾驶人监控对部分手势、头部姿势、面部表情所表达的意义符合行业通用标准。

2 智驾域

2.1 环境感知子系统

环境感知子系统隶属智驾域，包含视觉传感器、毫米波雷达、

激光雷达、超声波雷达等车载多传感器的组合及其处理单元。

针对智能化等级 L0-L3 需求，各类传感器信息融合障碍物检测能力达到 200 米以上，最近 0.1 米以内；城区/城郊工况下感知系统协同计算时间小于 100ms，高速工况下小于 50ms；障碍物识别、车道线检测、车位线协同识别准确率大于 95%。

针对智能化等级 L4 及以上需求，在视觉传感器、毫米波雷达、激光雷达、超声波雷达、车载多传感器信息融合以及基于 C-V2X 的多源协同决策与控制等领域实现突破，障碍物检测能力需达到 500 米以上，最近 0.05 米以内；城区/城郊工况下感知系统协同计算时间小于 70ms，高速工况下小于 30ms；障碍物识别、车道线检测、车位线协同识别准确率大于 99%。

2.2 计算平台子系统

计算平台子系统隶属智驾域，包含计算基础平台硬件、智能网联汽车操作系统（含系统软件和功能软件），自动驾驶应用软件等。

计算平台主要装载于智能化等级 L2 及以上的智能网联汽车。系统软件运行在通用计算单元与控制单元上，包含内核以及与 AUTOSAR 软件架构类似并兼容的中间件层。功能软件利用硬件及系统软件接口，针对智能驾驶及车路云一体化应用提供算法共性组件及重要服务等通用模块，包括功能框架层、功能服务层、应用软件接口及服务，以支撑实现应用与硬件和自动驾驶操作系统的解耦。计算平台软硬件应具备车路云一体化的通信接口，具备支持融合路云数据实现协同感知/协同决策/协同控制的能力。对于不同来源的决

策与控制指令，计算平台应支持安全仲裁功能。

3 底盘域

底盘域，包括线控驱动、线控制动、线控转向、线控悬架等子系统。

针对智能化等级 L0-L2 需求，提升助力制动电机性能和电磁阀一致性和可靠性，功能安全等级不低于 ASIL D 级；转向系统响应时间小于 15ms，实现对车辆转向的精确控制，功能安全等级 ASIL D 级。

针对智能化等级 L3 及以上需求，智能驱动系统具备高集成化水平；转向系统响应时间小于 8ms，实现与其他底盘线控系统集成化设计；悬架系统能够根据车内载重、车速、路面情况、车辆振动程度等自适应调节控制，实现能耗、舒适性等最优化。

(三) 智能网联汽车赋能分类

基于车辆不同网联化等级与智能化等级的组合，在车路云一体化体系中，可将网联赋能等级划分为 5 个不同的类别。需要注意的是，对每一种类别车辆进行赋能时，车路云一体化系统提供的赋能功能在有需要时是向下兼容的（部分功能可能因车的智能化等级提升而自动失效，如对 L5 的车辆不再需要通过移动终端的提醒能力）。即对于相同网联化等级的车辆，智能化等级更高车辆所对应的赋能场景，应包含智能化等级更低车辆对应的赋能场景，因篇幅限制，

后文在列举典型赋能场景时进行了省略。

此外，赋能类别从第 1 类至第 5 类，对车辆的性能总体要求逐渐升高，但第 3 类与第 4 类赋能，因智能化等级与网联化等级覆盖存在交叉，故并无直接的性能高低关系，进行实际部署时，应根据期望实现的应用系统和功能场景，选择对应所需的赋能类别。

其结果如表 1 所示。

表 1 车路云一体化对不同等级智能网联汽车的赋能分类

赋能分类	网联化等级 1	网联化等级 2	网联化等级 3
智能化等级 L0	类别 1	类别 2	类别 4
智能化等级 L1			
智能化等级 L2		类别 3	类别 5
智能化等级 L3			
智能化等级 L4			
智能化等级 L5			

1 类别 1：网联化等级 1 的车辆

对车辆没有智能化要求，但要求车辆通过车载终端或移动终端实现网联信息交互能力。若联网信息可以接入车机 T-Box/V2X OBU 等，则可以将亚秒级或更高时延的有用网络辅助信息（如潮汐车道、紧急车辆、限速等）接入车机，以抬头显示、屏幕显示等方式提示驾驶人；若通过手机或平板等移动终端联网，则要求其具有网络通信功能（4G/5G）、人机交互功能（语音播报、画面展示等）及 10 米级定位功能，可通过接入 4G/5G 网络的手机或平板给驾驶员发送驾驶信息提示。

典型赋能场景：交通信号灯上车、闯红灯预警、绿波车速引导等，提供弱实时性增强感知与行驶建议类网联辅助信息等网联赋能。

2 类别 2：网联化等级 2，且智能化等级 L0-L2 的车辆

此类别车辆具备部分感知设备（包含不限于摄像头、毫米波雷达、超声波雷达等）和网联设备，基于横向或纵向车辆控制功能，可实现单车辅助驾驶。在此情况下，车辆可以使用网联感知信息，增强单车感知的能力，但决策控制仍然在车端进行。

典型赋能场景：前方有遮挡异常车辆、有遮挡的十字路口交叉碰撞预警、超视距弱势交通参与者等，提供实现单车辅助驾驶安全与能效等性能提升的网联赋能。

3 类别 3：网联化等级 2，且智能化等级 L3-L5 的车辆

在类别 2 的基础上，车辆智能化等级进一步提升。通过网联感知信息的引入，车辆突破单车自主感知范围，对远距离目标和盲区目标进行广域感知，支持高级别自动驾驶功能实现更好的性能。

典型赋能场景：高速公路/快速路的自动驾驶匝道汇入等，提供低时延增强感知与来自云端的协同决策等网联赋能。

4 类别 4：网联化等级 3，且智能化等级 L0-L2 的车辆

通过低时延的网联决策控制信息，可以支持 L0-L2 级自动驾驶功能有更好的性能表现。通过来自云端的网联决策控制信息对车辆进行赋能，使得低智能化等级车辆具备部分高等级自动驾驶功能，达到以低成本提升自动驾驶水平的目的。在当前阶段，由于网联信息的可靠性，车辆需要具备车云决策控制指令的仲裁能力。

典型赋能场景：异常车辆远程接管、网联式 AEB、网联式 ACC 等，提供来自云端的协同决策与控制服务提升车辆自动驾驶水平等网联赋能。

5 类别 5：网联化等级 3，且智能化等级 L3-L5 的车辆

在类别 4 的基础上，对车辆的要求为具备车辆周围全向感知能力，并具备必要的传感器冗余配置、高精度定位设备、自动驾驶计算单元、整车控制以及车内必要的自动驾驶接管退出的人机交互机制。通过可融合来自云端的网联决策控制信息，保障该智能化等级车辆行驶更加安全、节能、高效与舒适。

典型赋能场景：网联式 AVP、云轨道支撑的多车跨场景协同指派与交互（见第二部分应用 3：智慧出行乘用车应用系统）等，提供来自云端的协同决策与控制服务提升车辆行驶安全与能效等网联赋能。

（四）通信协议及性能要求

在车路云一体化系统中，由于车辆本身具备移动的特点，与其他子系统的信息交互只能通过无线方式进行，并且在信息交互过程中还需要具备相对较高的系统实时性，数据准确性及过程可靠性。故在通信接口及通信能力方面，需要具备多种模态的通信接口，以适应不同的车路云的应用场景的需求。车端的通信设备主要包括 V2X OBU 与 T-Box，该设备需至少可以通过 4G/5G 蜂窝网络接口与

云端进行基于 UU（通用用户网络）接口的链路通信，同时也可以与其他车辆终端和路侧单元（RSU，Roadside Unit）进行基于 PC5（邻近通信 5）接口直连的链路通信。其整体通信接口需满足标准《基于 LTE 的车联网无线通信技术总体技术要求》中的需求及相应的架构模型。车与他车、路侧、云端的主要通信链路如图 21。

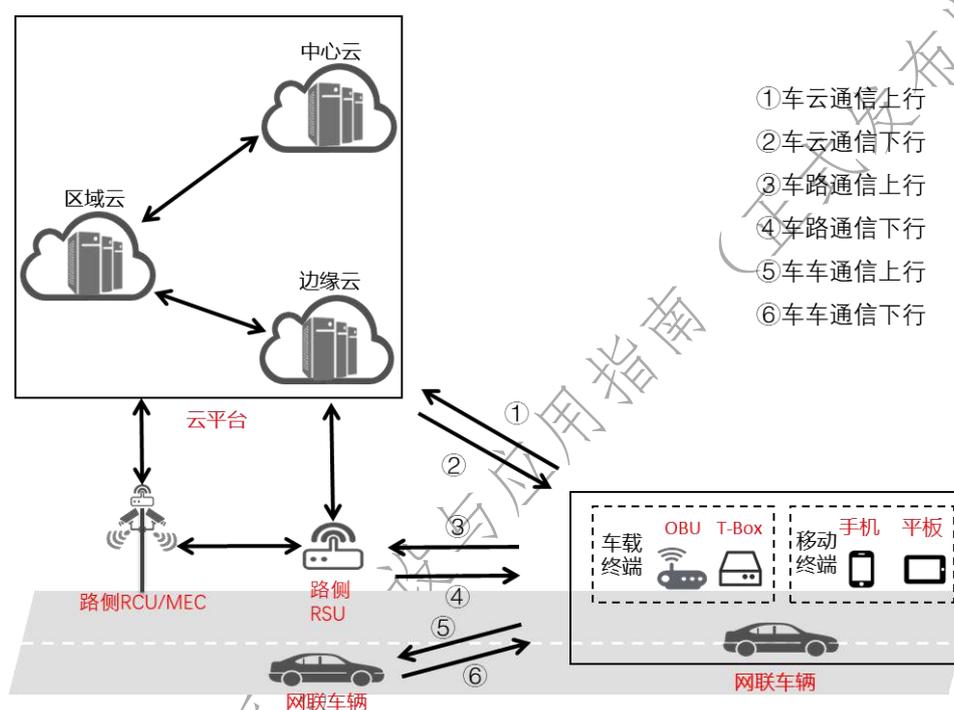


图 21 车路云一体化系统通信架构

1 通信协议要求

1.1 车云通信协议建议

(1) 车云通信技术协议

车云通信协议通常以 TCP/IP 协议为传输层，根据不同场景分别以自定义格式协议，MQTT（Message Queuing Telemetry Transport）、HTTP(s)等协议为应用层。数据的序列化常见 JSON（JavaScript Object Notation, JavaScript 对象表示法）、ProtoBuf（Google Protocol

Buffer，简称 PB）、二进制格式等。

其中，基于 TCP/IP 的标准协议包括适配云控基础平台标准《CSAE 295.2-2023 车路云一体化系统 第2部分：车云数据交互规范》等标准协议；车辆与基于 MQTT 的云平台通信需根据相应云平台的技术要求进行实施。包括通信安全机制，应用层数据协议类型等，有云端同时批量对多辆车辆下发消息需求场景下宜采用 MQTT 协议广播模式实现；对于静态数据或变化频率小的准静态数据的获取，宜采用 HTTP(s)协议进行通信；对于信息娱乐等相关数据，宜采用 HTTP(s)协议进行互联网的数据通信。车企可参与到公有协议的制定中，车端必须支持公有协议才能接入云平台以保障通信可靠性，车端私有协议可以根据车企个性化需求再进行增加或定制。

(2) 车云通信规则

车云通信网络连接及传输规则需提供以下一些机制以保证数据传输的安全性和可靠性。认证机制包括基于 TCP/IP，MQTT 技术协议的网络连接需满足基于 TLS1.2 及以上的双向证书认证机制，并在应用层启用基于双向鉴别的安全机制。基于 HTTP(s)协议的通信需基于 TLS1.2 及以上实现服务端证书认证并在应用层启用基于授权 token 或 OAuth2.0 的认证授权机制。心跳维持包括基于 TCP/IP 协议的双向通信或 MQTT 技术协议的通信，均需提供心跳维持机制，车端监测连续多个心跳丢失需进行重连，云端基于心跳确定车端连接是否正常。数据容错机制包括车端需根据实际场景应用需求保持一定时间范围内的数据，数据传输中网络断连或无响应情况下需支持

数据补发。通信协议需提供确认数据传输成功确认机制。

数据交互模式规则根据场景，车云之间交互规则主要应用协议上分以下三类：

- 请求/应答：请求/应答交互模式要求请求接收方需要提供明确的应答及超时机制，请求发起方超过一定时限未接收到应答需进行请求重试，请求接收方需提供对重复请求容错的能力，请求发起方为车端，云端则对请求进行应答。
- 订阅/发布：订阅/发布模式是由车端发起数据的订阅，当云端满足条件时，向相应的订阅车辆发布数据。订阅/发布模式可以实现云端对多于一辆车辆同时发送数据。
- 定向下发：定向下发指云端指定特定车辆下发通信消息，在车端接入到云端服务后，由云端发起请求，车端对相应请求进行应答。

1.2 车路通信协议建议

1.2.1 基于 PC5 接口的车路通信协议

(1) 下行车路通信数据

车辆与路侧终端常通过 V2X 直连通信接口获取信息，并且具备使用解码器解析标准《合作式智能运输系统 车用通信系统 应用层及应用数据交互标准（第一阶段）》和《合作式智能运输系统 车用通信系统应用 应用层及应用数据交互标准（第二阶段）》所定义的消息集数据（**upper** 格式编码），传输信息包括地图的静态信息（车道数量，车道转向规则等）、道路的动态事件信息（道路遗撒、交

通拥堵，车辆事故，施工等）、周边标识信息（限速预警、急弯、窄桥等）、其他交通参与者信息（人，非网联车辆等）、特种车辆车道预留信息（消防车，急救车等）、红绿灯信息等。同时通过服务发现机制，发现具体路侧终端设备的特定路侧服务，在车辆本身确定需要相关服务时，向相应的可提供服务的路侧终端申请对应的服务信息（停车场站引导、自由流支付、协同换道等）。

（2）上行车路通信数据

车辆需要将自身信息传递给路侧终端，由此路侧可以收集该地区的通行状态，其内容包括车辆本身车辆类型、位置、速度、加速度、航向角、车辆状态（车辆异常，特种车辆执勤等）等公有协议、以及车辆历史轨迹等私有商业协议。在发现具备特定服务能力的路侧终端时，也可以将其驾驶意图、协作需求发送给路侧终端，向路侧终端申请相应服务，以此获取所需的服务信息。车辆终端需要能够组织《合作式智能运输系统 车用通信系统 应用层及应用数据交互标准（第一阶段）》和《合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第二阶段）》所定义的车端数据集，用编解码器进行 uper 编码后，通过 V2X 直连通信接口发送给路侧设备。

1.2.2 基于 UU 接口的车路通信协议

基于 UU 接口的车路通信协议目前暂无相应标准，如需建设宜参考《合作式智能运输系统 车用通信系统 应用层及应用数据交互标准（第一阶段）》和《合作式智能运输系统 车用通信系统应用

应用层及应用数据交互标准（第二阶段）》内规定的的数据内容，其通信系统架构可参考《基于 5G 车路协同基础设施数据协同共享技术研究报告》。

1.3 车车通信协议建议

1.3.1 基于 PC5 接口的车车通信协议

(1) 下行通信数据

在车辆终端进行 V2X 直连通信获取其他车辆信息时，其数据内容包括他车车辆类型、位置、速度、加速度、航向角、历史轨迹、期望轨迹、异常状态（ABS 异常，车辆异常等）、特种车辆是否执勤等公有协议、以及车辆历史轨迹等私有商业协议。本车车辆端再基于自车信息，以此判断本车在行驶过程中可能面临的风险，并实现标准《合作式智能运输系统 车用通信系统 应用层及应用数据交互标准（第一阶段）》中所描述的 V2V 场景预警信息。也可以基于他车的服务发现机制，根据需要请求服务并获取相应的服务信息（协作式并道，协作式路口通行，感知共享，车辆编队行驶等）。在接收他车数据的过程中，本车需具备通过解码器解析标准《合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第一阶段）（修订版）》《合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第二阶段）》所规定的消息集通过 **upper** 编码的协议报文，并可以正确识别报文中的具体信息，也需要根据具体需求具备解析私有商业协议的能力。

(2) 上行通信数据

在车车通信发为他车发送数据时，其数据内容需包含本车类型、位置、速度、加速度、航向角、历史轨迹、期望轨迹、异常状态（ABS 异常，车辆异常等）、特种车辆是否执勤等公有协议、以及车辆历史轨迹等私有商业协议，并可根据标准《合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第一阶段）（修订版）》《合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第二阶段）》的消息集格式组织数据并通过 uper 进行编码形成报文，在具备为他车提供特定服务的能力时，宜通过发现机制告知周边车辆，待需要该服务的车辆请求数据时，则通过相应消息集将数据发送给具体需求车辆，针对私有商业协议，可根据具体数据格式定义进行相应编码并发送出来。

1.3.2 基于 UU 接口的车车通信协议

基于 UU 接口的车车通信协议目前暂无相应标准，如需建设宜参考《合作式智能运输系统 车用通信系统 应用层及应用数据交互标准（第一阶段）》和《合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第二阶段）》内规定的的数据内容，其通信系统架构可参考《基于 5G 车路协同基础设施数据协同共享技术研究报告》。

2 通信安全需求

2.1 PKI（公开密钥基础设施）系统在通信中的作用

车路云一体化系统中，车、路、云三者之间的通信安全起着至关重要的作用。采用 PKI 系统为系统中的每个通信单元颁发相应的

通信证书及身份证书，可以实现各个终端之间的互信通信。以密码学为基础，通过证书对通信方进行身份识别，通信加密，数据签名验签，权限标识等操作，确保了数据在各个单元之间流转时的可信，完整，防窃听，防伪造，确定权限等一系列安全特性。同时，安全系统具备收集安全相关信息的能力，当识别到具有不安全因素的通信终端时，PKI 系统将发布包含该终端证书的吊销列表，针对失信的通信单元，吊销相应的通信证书，以将其排除在整个车路云系统之外。

2.2 互联网通信协议安全

在车云通信方面，通信链路采用传统的 X.509 证书，通过 SSL、TLS 等安全协议，在通过双向的身份认证确认之后，建立车云通信的安全通信隧道，以此实现车云交互的安全连接并交互双方所需数据。

2.3 直连通信协议安全

在车路、车车直连通信方面，由于通信带宽的限制和较高的实时性要求，通信证书采用基于标准《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》的要求，该证书采用 oer 编码格式，具有更小的数据量。同时，在通信过程中采用一定的规则不定期更换通信证书，以防止有人恶意通过直连通信接口，监听收集车端数据，分析具体车辆的活动时间及历史轨迹。该证书也包含针对特种车辆的相关权限，以便识别其具备的特有权限。

2.4 安全事件监测及上送

车载终端内应具备针对安全事件监测的能力，并通过相应协议将安全事件数据或相关数据通过车云接口上送至对应的安全监管平台，通信协议可根据实际情况宜采用标准《网络安全技术 网络安全产品互联互通 第3部分：告警信息格式》（征求意见稿）进行传输，未包含项宜可采用自定义协议进行扩展。其车端上送数据内容需满足企业平台向国家平台推送相应安全数据的需求，可参考标准《车联网安全管理平台接口规范》（征求意见稿）的数据内容。

3 通信性能需求

车路云一体化系统的实际应用中，服务的核心始终为车辆本身。在不同的应用下，车辆系统可能表现出完全不同的动力学特性、信息交互模式和性能评价指标，对通信质量以及路侧基础设施能力高低需求不一。因此，从车辆控制这一核心出发，通过需求分析梳理应用功能点，并通过理论分析与试验验证，得出不同功能和环节对通信质量要求的客观结论。基于以上考虑，本章节基于八纵应用，从时延下性能和路侧感知系统误差两个角度出发，结合定性定量手段，分析应用对这两个外部因素的需求。

3.1 需求分析应用分类逻辑

基于“八纵”应用系统分类和说明，进一步梳理出可暴露具体感知、决策、控制等相关架构及逻辑流程的细分应用场景。具体分析每一个末端细分应用对网络通行的定性需求，需要较大篇幅进行

论证。因此，本章节进一步对所设计的流程及功能进行分类，并以是否和安全性强相关、对通信实时性的要求为依据，对应用进行分类标记。在本章，“强实时”应用指时延要求小于 200ms 的车辆驾驶应用，需要在较短时间实时分析、处理数据并对车辆进行控制。

“安全强相关”应用指车辆控制可能会导致安全事故，需要着重关注车辆安全性。

具体而言，基于车路云一体化体系架构，从商业化落地角度，梳理出可充分共享道路基础设施资源与交通动态数据的一系列应用，包括智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流、公路物流、封闭环境智慧车辆、智能充放电、数据闭环与增值服务八大典型应用。这八大典型应用覆盖范围广，难以一次直接细化为具体功能。因此，为细化分析各应用对网络通信的具体需求，各典型应用又被细化梳理为若干个二级应用，并对部分仍相对模糊的二级应用进一步举例列出三级应用。

不同应用拥有不同的安全相关性（A.强相关，B.弱相关）和实时性分级（A.强实时，B.弱实时，C.非实时）。为分析不同应用对网络通信需求，需进一步明确该应用涉及到感知、决策、控制、定位、人机交互等环节中的哪些部分，涉及相同环节的应用可以做统一分析。对任一末端细分应用，分析其运行过程中是否涉及车载感知、路侧感知、自车决策、云端决策、车辆横向控制、车辆纵向控制、云端调度与优化、车辆与信号灯交互、HMI（Human-Machine Interaction, 人机交互）、车辆定位等功能模块，对该应用进行功能

模块标签标记。

例如，末端物流车辆车路云协同自动巡航为末端细分三级应用，其隶属于末端物流一级应用下的自动驾驶二级应用。该应用涉及路侧感知、自车决策、纵向控制、定位等多个功能模块，其中感知与自车决策等多个模块对安全性和实时性要求极高，因此该应用为“安全强相关，强实时”应用。同理，其他应用可以以此依据进行分析与分类。完整应用分类详见表 2，其中，在右侧三列，对支撑每一类细分应用所需的车辆最低智能化等级和网联化等级进行了标注，此等级标注即为部署该类应用的最低要求。此外，根据智能化等级、网联化等级与赋能分类的对应关系，可以得出每一类细分应用所需的最低赋能类别。

车路云一体化系统建设与应用指南

表 2 应用细分场景分类标记表

一级应用	二级应用	三级应用	功能模块										安全相关性 A 强相关; B 弱相关	实时性分级 A 强实时; B 弱实时; C 非实时	最低要求智能化等级	最低要求网联化等级	最低要求对应赋能类别	
			车载感知	路侧感知	自车决策	云端决策	横向控制	纵向控制	云端调度与优化	信号灯交互	HMI	定位						
1.智慧 公交	1.1 最优车速与车道引导			√	√	√						√	√	B	B	L0	1	1
	1.2 公交信号优先协同			√		√					√		√	B	B	L0	1	1
	1.3 有序进站及精准停靠		√	√	√	√	√						√	A	A	L2	2	2
	1.4 动态共享式公交专用道								√					B	B	L0	1	1
	1.5 协同辅助控制	1.5.1 路侧感知协同辅助AEB			√	√							√	A	A	L0	2	2
		1.5.2 路侧感知协同辅助LKS			√	√		√					√	A	A	L1	2	2
	1.6 车辆实时调度	1.6.1 公交车发车时刻调度								√	√	√	√	B	B	L0	1	1
	1.7 公交业务管理与运营						√						√	B	C	L0	1	1
2.智慧 环卫	2.1 分析决策	2.1.1 云支持作业路段分析与决策		√		√						√	B	C	L0	1	1	
	2.2 智慧调度			√					√			√	B	B	L0	1	1	
	2.3 数据研判	2.3.1 智能环卫车辆交通信息提醒		√		√					√	√	B	B	L0	1	1	

	2.4 实时管控	2.4.1 云支持路径规划		√		√					√	B	B	L0	1	1	
3.智慧出行乘用车	3.1 云轨道支撑的多车跨场景协同指派与交互	3.1.1 云轨道支撑的多车跨场景协同指派		√		√					√	A	B	L0	3	4	
		3.1.2 云轨道支撑的交叉路口的冲突消解	√	√		√			√	√	√	A	B	L0	3	4	
		3.1.3 云轨道支撑的匝道汇入优化	√	√		√					√	A	B	L0	3	4	
		3.1.4 云轨道支撑的轨迹生成及轨迹跟踪控制		√		√	√				√	A	A	L1	3	4	
	3.2 基于车路云协同感知的行驶安全预警	3.2.1 基于车路云协同感知的FCW	√	√	√					√	√	A	A	L0	2	2	
		3.2.2 基于车路云协同感知的LDW	√	√	√					√	√	A	A	L0	2	2	
	3.3 基于车路云信息融合的增强驾驶辅助	3.3.1 基于车路云信息融合的增强AEB		√	√			√				√	A	A	L0	2	2
		3.3.2 基于车路云信息融合的增强LKA		√	√		√					√	A	A	L1	2	2
	3.4 基于车路云信息融合的绿波引导与事件管理	3.4.1 基于车路云信息融合的绿波引导		√	√	√				√	√	√	B	B	L1	1	1
		3.4.2 基于车路云信息融合的事件管理		√	√	√					√	√	A	B	L0	1	1
4.城市物流	4.1 车辆监控							√		√	√	B	A	L0	1	1	
	4.2 运营调度							√		√	√	B	B	L0	1	1	
	4.3 数据分析							√				B	C	L0	1	1	
	4.4 自动驾驶应用	4.4.1 末端物流车辆车路云协同ACC		√	√			√				√	A	A	L1	2	2
		4.4.2 末端物流车辆车路云协同LKS		√	√		√					√	A	A	L1	2	2
	4.5 信息增强应用	4.5.1 基于信息增强的盲区感知避障		√	√	√	√	√				√	A	A	L2	2	2
5.公路物流	5.1 公路物流车辆巡航驾驶	√	√	√	√		√				√	A	A	L1	1	3	

	5.2 公路物流车辆队列驾驶		√	√	√	√		√			√	A	A	L1	1	3	
	5.3 公路物流车辆动态调度							√			√	B	B	L0	1	1	
6.封闭环境智慧车辆	6.1 云控矿山车辆应用	6.1.1 云端监控与危险预警		√		√				√	√	A	B	L0	2	2	
		6.1.2 云端智能车辆调度						√			√	B	B	L0	1	1	
		6.1.3 云端车辆接管应用	√	√		√	√	√			√	√	A	A	L2	3	4
		6.1.4 车辆全生命周期管理									√		B	C	L0	1	1
	6.2 网联信息增强应用	6.2.1 基于云端道路与障碍物信息的 AEB		√	√						√	A	A	L0	2	2	
	6.3 云控驾驶大数据应用							√				B	C	L0	1	1	
7.智能充放电	7.1 充电站实时信息协同							√				B	C	L0	1	1	
	7.2 消峰填谷							√				B	C	L0	1	1	
8.数据闭环与增值服务	8.1 端到端大模型优化							√				B	C	L0	1	1	
	8.2 大模型全自动真值标注							√				B	C	L0	1	1	

3.2 智能网联汽车各类赋能对通信性能的需求

列出表 2 后，进一步对其中的细分应用及功能模块，根据其安全相关性和实时性分级进行分类整理。针对“安全强相关，强实时”的应用，通过开展理论建模、仿真分析、实车试验等方式，测试不同时延下的应用效果。针对非“安全强相关，强实时”的应用，采用定性分析方式，得到不同细分应用的时延需求大致范围和最低要求。具体分析论证过程见附件 4，此处仅呈现结论，如下表所示。

表 3 各类赋能时延要求

赋能类别	时延要求 (ms)
类别 1: 网联化等级 1 的车辆	≤ 1000
类别 2: 网联化等级 2, 且智能化等级 L0-L2 的车辆	≤ 200
类别 3: 网联化等级 2, 且智能化等级 L3-L5 的车辆	
类别 4: 网联化等级 3, 且智能化等级 L0-L2 的车辆	
类别 5: 网联化等级 3, 且智能化等级 L3-L5 的车辆	

需要注意的是，本文件所提时延，为信息交互闭环时延，包含从客观事件发生开始，至路、云处理及反馈至被服务网联车辆的整个链路时延。表中时延为该类赋能可支撑的所有细分应用中的最严格时延要求。

此外，附件 4 部分内容，为本指南相关研究单位当前所得试验数据和研究成果，而非成熟商用产品性能数据，供试点建设参考。

二 智能路侧基础设施平台建设参考指南

(一) 智能路侧基础设施建设框架

智能路侧基础设施由路侧感知设备、边缘计算设备、路侧通信设备和其他辅助设备等组成。公安交警专网内的交通管控相关设备亦可按此进行分类，其管控需符合公安交通法律法规要求。智能路侧基础设施组成及其与车路云一体化中其他平台关系如图22所示。

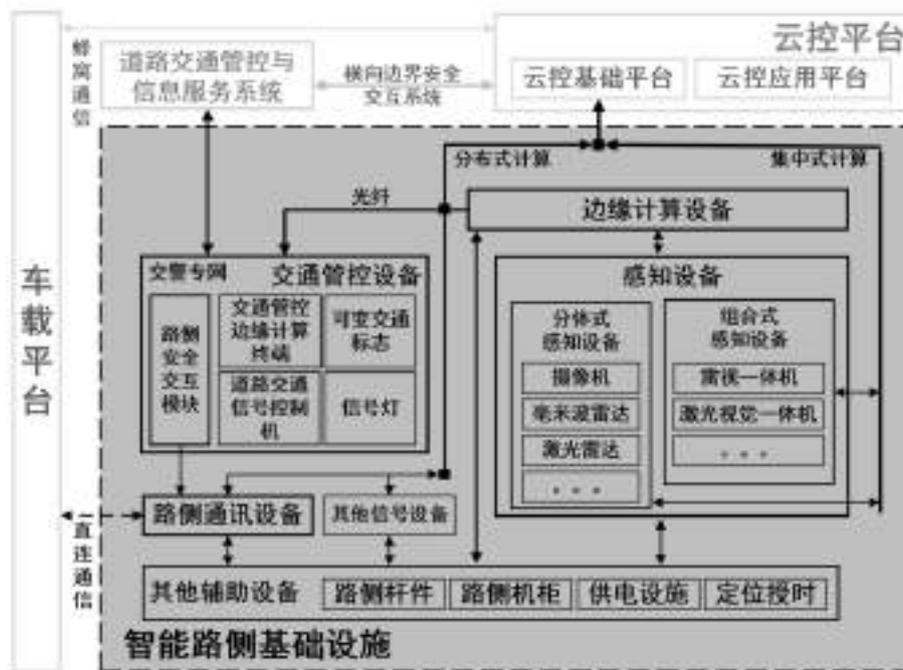


图 22 智能路侧基础设施组成及其与其他平台关系

路侧感知设备用于对道路交通运行状况、交通参与者、交通事故等进行检测识别，包括摄像机、毫米波雷达、激光雷达等分体式感知设备或者上面几种传感器的组合式感知设备（例如雷视一体机）及其他类型的路侧感知设备，感知设备应具备故障诊断能力。

边缘计算设备用于对路侧感知设备的原始数据或处理后的结构化数据进行存储、转换、AI 计算、融合等分析处理，得到高精度的

感知结果信息。边缘计算设备应支持多类路侧感知设备接入，并支持对多传感器进行融合、汇聚等处理分析，边缘计算设备应具备状态监控能力，能根据感知设备的故障状态进行功能降级或主动恢复。

交通管控设备、路侧通信设备和其他信号设备用于将交通管控与服务平台或云控基础平台的融合感知、事件及引导、控制信息发给交通参与者。交通管控设备包括路侧安全交互模块、交通管控边缘计算终端、道路交通信号控制机、可变交通标识、信号灯等，可实现在路侧推送交叉路口车道功能、信号灯组灯色状态、车道控制信号等低时延、高可靠的交通指挥数字信号，信息交互要求如表 4 所示。具体参考国标《道路交通管控设施信息交互接口规范》（报批稿）和 GA/T 2151-2024《道路交通车路协同信息服务通用技术要求》相关要求实施。

表 4 交通管控设备信息交互要求

序号	信息	交互类型	要求	说明
1	交叉口车道功能	发布	定时发送，频率 1Hz	道路交叉口的地理位置、编号、名称、车道功能等信息
2	信号灯组灯色状态			道路交叉口每个进口信号灯组的实时物理灯色与状态等信息
3	车道控制信号		定时发送，频率 10Hz	道路交叉口各车道停车线对应的通行信号、相交冲突交织流向的让行指挥信号、风险预警信号
4	车辆运行基本安全信息	接收	实时接收	智能网联汽车、警车、公交车、消防车、救护车、工程救险车等的编号、位置、速度、航向角等实时运行信息

其他辅助设备包括定位授时设备及其他相关设备，用于支撑路侧系统的精准、可靠、稳定的运行。

路侧感知计算可以采用边缘计算设备对感知设备数据处理后将

结构化数据上报到云控基础平台进行融合处理（后文称为分布式计算），也可以通过将路侧感知设备的原始数据在保证实时性的情况下通过编解码技术手段在云端做计算和融合处理（后文称集中式计算），路侧系统集成可根据业务灵活选择或组合上述 2 种感知数据处理方式。

车路云一体化智能路侧基础设施平台的设计、建设、施工等过程中，应统筹考虑各组成部分，协同设计、协同建设，避免资源浪费。设施建设应明确相关技术要求和管理规范以确保建设质量满足系统运营的基本要求，同时需要尽可能考虑复用原有基础设施，节约资源。

（二） 道路分类

道路由城市道路、公路、封闭环境道路组成。

城市道路分为重点区域道路、关键路口路段和一般城市道路。公路包含高速公路和 1-4 级公路。封闭环境道路包含矿区、港口、园区及其他封闭管理道路。高速公路的匝道汇入汇出口及封闭环境道路推荐按城市道路的关键路口路段建设要求部署实施。

隧道是各类道路建设中皆会遇到的一种特殊情形道路，其核心问题是隧道中的诸多在开放式道路上可用的关键技术会受到较大影响，各地建设实施时应积极探索隧道相关关键技术研发与应用，保障其感知、定位、授时、通信等功能与性能要求可支撑城市车路云一体化系统建设中的应用需求。

各道路类型的建设应充分考虑公路与水路的协同，确保车路云一体化的应用能够与交通运输部同步推进的“公路与水路交通基础设施的数字化转型与升级工作”相协同，以促进智能化交通系统的全面发展。

基于车路云一体化应用试点建设任务的实际需求，本指南重点针对城市道路的智能路侧基础设施建设的各项要求进行说明。

（三） 智能路侧基础设施赋能要求

城市智能路侧设施建设的目的是保障道路基础设施及其数据的跨域共用。在车路云一体化体系下，智能路侧基础设施主要针对道路行驶被服务联网车辆提供增强感知的实时道路动态数据服务，保障其行驶更加安全；面向云控基础平台实时提供感知原始数据与融合结果数据，以保障其为车辆提供网联赋能服务。

1 重点区域智能路侧基础设施

重点区域指人流多，车流大，交通事故多发的区域，该区域内的智能路侧基础设施的感知覆盖率需（覆盖范围占实际应用所需的道路范围的比值，非机动车道按场景需求纳入计算范围，存在物理隔离的路段可以不考虑非机动车道，下同） $\geq 99\%$ 。其面向服务车辆的增强感知能力需满足表 1 中面向车辆赋能的类别 3 中车辆对盲区、超视距等感知能力增强的功能与性能要求。面向云控基础平台实时提供感知原始数据与融合结果数据的功能与性能要求，需达到

支撑表 1 中提供所有类别服务所需的路侧感知交通动态数据的漏检率、准确性、可靠性与融合感知计算时延要求，以保障其为高智能网联化等级车辆提供低时延的网联赋能服务。

其建设要求各城市应以满足前述要求为依据，满足赋能需求结果为目标，依托既有基础设施资源，参照“智能路侧基础设施建设框架”部分所介绍的智能路侧基础设施种类制定建设方案。

2 关键路口路段智能路侧基础设施

关键路口路段指人流多、交通流量较大及交通事故风险较大的路口与路段。此类道路同重点区域的差异体现在只针对特定路口，或相邻路口之间需要按感知全覆盖（重点区域）要求建设智能路侧设施的路段，不同的路段之间允许出现一般城市道路建设要求的路段（见后）。基于此，其应具备的增强车辆感知的能力和向云控基础平台提供数据的能力以及建设要求同重点区域道路。

3 一般城市道路智能路侧基础设施

一般城市道路指应用试点区域中，除上述两种道路外的其它城区道路，其特征是这类道路对车辆安全出行、交通拥堵等应用需求影响较小，车辆及云控基础平台在该道路区域对通过智能路侧基础设施获取道路交通动态数据的实时性与连续性要求不高，车辆可依托单车智能与亚秒级感知与决策网联赋能实现安全、高效通行。此类道路智能路侧基础设施需支撑表 1 中网联赋能类别 1 的要求。

其建设要求，建议城市在保障前述网联赋能要求前提下，通过直接复用、升级、改造既有可用道路基础设施，新建所缺路口路段基础设施的方式推进实施。

应用试点城市通过对上述三种智能路侧基础设施的建设，应实现试点区域内所有路口的全覆盖。

智能路侧基础设施建设的核心目标是支撑各种增强车辆感知以及保障云控基础平台发挥网联赋能的要求，各城市在进行建设方案制定时，基于不同应用需求，在满足前述网联赋能要求的前提下，其路侧感知设施的功能与性能要求可参照 YD/T 4770-2024《车路协同路侧感知系统技术要求及测试方法》。

（四） 智能路侧基础设施通信协议及性能要求

智能路侧设备原始数据可以通过光纤等有线网络上报到边缘云进行实时计算，也可以将结构化或编码后的数据以无线网络进行上传到边缘云进行融合计算，同时也可以通过直连通道将感知及其他服务信息发布到路侧通讯设备或者可变交通标志等设备，为网联车辆和人工驾驶车辆提供信息服务。

根据交互数据的频率、实时性以及场景，路侧感知系统与云平台数据交互（以下简称路云通信）具体可选择 TLS/QUIC 等底层通信支持的自定义二进制，MQTT 和 HTTP(s) 三类应用层协议，通过自定义业务数据包交互数据，业务数据包可采用二进制、JSON、ProtoBuf 格式，路云数据交互应采用大端模式网络字节序进行传输。

推荐采用云控基础平台标准《CSAE 295.3 车路云一体化系统第3部分：路云数据交互规范》的标准协议进行路云数据交互。

路侧设施与云平台及信息发布设备网络拓扑应根据业务和接入量设计网络构架并实施。路侧计算设备、感知设备到云平台或到信息发布设备之间单向信息时延应 $\leq 10\text{ms}$ 。

（五） 智能路侧基础设施部署方案

1 部署要求

各城市智能路侧基础设施的部署要求应以满足前述“智能路侧基础设施赋能要求”中的要求为依据，支撑其赋能需求结果为目标，充分复用、升级为原则，制定路口和路段的计算和部署方案。

车路云一体化智能路侧基础设施的时间系统宜采用协调世界时钟（UTC），且应具备标准时钟源同步功能，例如支持北斗等GNSS时钟同步。时间戳为UTC时间，精度应精确到毫秒。

车路云一体化智能路侧设施数据交互空间坐标系应采用CGCS2000坐标系，在传输前采用国家认定的保密处理技术进行坐标偏转，各端设备与平台应能保证持续稳定的时空同步。

智能路侧基础设施建设应尽可能实现“多杆合一”、“多感合一”、“多箱合一”。

2 部署方案

在保证智能路侧基础设施支撑的应用服务能可靠运行前提下，

路口与路段的推荐部署方案可基于如下方案实施。

2.1 交叉口标准部署方案

交叉路口标准部署方案可以选择包括摄像机、鱼眼摄像机、毫米波雷达、激光雷达的分离组合方案，也可用多传感器感知一体机（如雷视一体机）替换上述传感器中的部分设备，以满足不同应用需求下的感知需求，具体方案见下表 5。

表 5 交叉路口标准部署方案

类别	设备	建议安装方式
配置方案	摄像机	安装于路口入口电警杆，在加强型路口应向来车方向再安装一个摄像机； 在大型或异型路口可根据实际情况补充摄像机
	鱼眼摄像机	可根据实际情况安装
	毫米波雷达	在加强型路口应安装毫米波雷达或雷视一体机； 在大型或异型路口可根据实际情况补充毫米波雷达或雷视一体机
	边缘计算设备	分布式计算方案可根据实际情况补充安装于路侧机柜或抱杆箱； 集中式计算可以利用边缘云替代
	路侧通信设备	可根据实际情况安装
	激光雷达	可根据实际情况安装

2.2 路段标准部署方案

路段标准部署方案，包括摄像机、毫米波雷达，也可用多传感器感知一体机（如雷视一体机）替换上述传感器中的部分设备，以满足不同应用需求下的感知需求。道路交通流量大、非机动车和行人复杂、隧道等情况的路段可按需配置激光雷达，具体方案见表 6。对于中间有隔离带或车道数较多的道路，须针对车道两个行驶方向各安装一组感知设备。

表 6 路段标准部署方案

类别	设备	安装方式
配置方案	摄像机	安装于灯杆或其他杆上，通常装于车道上方
	毫米波雷达	安装于灯杆或其他杆上
	边缘计算设备	分布式计算方案安装于路侧机柜或抱杆安装 集中式计算可以利用边缘云替代
	路侧通信设备	可根据实际情况补充安装于灯杆或其他杆上
	激光雷达	可根据实际情况补充安装于灯杆或其他杆上
	雷视一体机	可根据实际情况补充安装于灯杆或其他杆上
	鱼眼摄像机	可根据实际情况补充安装于灯杆或其他杆上

为保证云端能够获取完整的交通参与者状态信息以及道路环境信息，并保证信息的完整性和连续性，路侧设备的节点部署应先设计优化评估后再实施。

首先路网所有道路需要按照应用、功能及道路建设要求保证其感知覆盖范围。

其次，部署时应考虑感知设备之间的感知域重叠距离，以保证算法处于较优的性能。根据单计算节点感知设备的识别跟踪性能与多计算节点感知设备之间的跨视域感知性能的差异，优先采用路侧感知设备多节点位置的部署方法，保证成本最小化的同时确保路侧感知性能满足需求。对于复杂路口，可根据不同构型的路网设计多节点感知设备部署方案。为确保数据收集完整，应采用合理的部署方案覆盖道路以降低成本。

再次，在保证感知设备感知性能基础上，应充分兼顾设备的可靠性、美观性及能耗比。

最后，智能路侧基础设施应保障基础的运维巡检能力，推荐使用合适的巡检工具对感知能力、通讯时延、时间同步、标定误差定期检查，当出现异常或失效及时上报到云控基础平台，云控基础平

台应根据不同的应用提供不同的降维服务策略。

(六) 智能路侧设备功能要求与选型建议

1 分体式感知设备

1.1 摄像机

摄像机设备选型：支持基于 GNSS 或 PTP 等时钟同步功能，可从外部时钟源获得授时；相机输出帧频率应保证稳定；支持设置最大曝光时间，且支持将每一帧图像的曝光起始和结束时间戳编入码流信息中；支持至少 5 路及以上视频流的并发请求；具备智能分析算法功能的摄像机应具备在线更新、升级、扩展和多算法的运行管理维护能力；宜支持在线下载部署第三方智能分析算法实现扩展的车路云一体化业务需求；工作环境温度：至少满足 $-30^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，推荐 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ；可靠性要求：满足在连续不间断运行环境下（即每周 7 天，每天 24 小时），最小工作寿命 ≥ 7 万小时；全年可用性 $\geq 99.99\%$ ；推荐应用于违法抓拍的摄像机满足 GA/T 496—2014《闯红灯自动记录系统通用技术条件》的有关内容；推荐具备双网口设备，可实现物理隔离。摄像机具体性能参数可参照表 7。

表 7 摄像机性能参数

序号	指标项	具体指标
1	像素	$\geq 300\text{w}$
2	帧率	$\geq 25\text{fps}$
3	信噪比	$\geq 25\text{dB}$
4	动态范围	$\geq 105\text{dB}$
5	最低照度	$\leq 0.005\text{Lux}$ （彩色） $\leq 0.0025\text{Lux}$ （黑白）
6	视频采集时延	$\leq 80\text{ms}$
7	时间戳	码流含曝光时间戳，曝光时间戳精度 $\leq 1\text{ms}$ 。
8	编码格式	支持 H.265、H.264、MJPEG

摄像机设备部署：设备安装高度不宜低于 6m，宜优先选择安装于电警杆。

1.2 毫米波雷达

毫米波雷达（含点云毫米波雷达）设备选型：支持对机动车、非机动车、行人进行分类；支持目标位置测量，输出目标相对设备的距离和角度；支持目标运动信息检测，包括距离、实时速度、方向；支持交通信息统计，包括但不限于流量统计、车头时距、车头间距、分车道时间占有率、排队长度等；支持基于 GNSS 或 PTP 等时钟同步功能，可从外部时钟同步系统获得授时；工作环境温度：至少满足 $-30^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，推荐 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ；可靠性要求：满足在连续不间断运行环境下（即每周 7 天，每天 24 小时），最小工作寿命 ≥ 5 万小时，全年可用性 $\geq 99.99\%$ 。毫米波雷达性能参数，见表 8。

表 8 毫米波雷达性能参数

序号	指标项	具体指标
1	测量距离范围	纵向有效检测距离 $\geq 350\text{m}$ ，垂直视场角 $\geq 24^{\circ}$ ，横向覆盖双向 ≥ 8 车道
2	测量距离精度	0.2m
3	测量速度精度	0.5km/h
4	测量角度精度	0.5°
5	距离分辨率	$\pm 0.5\text{m}$
6	速度分辨率	0.5km/h
7	最大目标跟踪数	≥ 256 个

毫米波雷达设备部署：

毫米波雷达可安装在道路龙门架、信号灯杆、侧方灯杆或电警杆上，可采用路中正上方安装或侧向安装方式，安装高度应在 5m~8m 范围内，隧道内安装宜不低于 3.5m。垂直于道路行车方向

的横向覆盖范围应不低于 8 车道 ($>40\text{m}$)，宜通过安装位置优化等方式实现全断面覆盖。

1.3 激光雷达

激光雷达设备选型：可选用全向或定向激光雷达。探测距离 $\geq 200\text{m}$ ；探测距离精度 $\leq 0.05\text{m}$ ；帧率： $\geq 10\text{HZ}$ ；当选用定向激光雷达，水平视场角 $\geq 75^\circ$ ；支持基于 GNSS 或 PTP 等的时钟同步功能，可从外部时钟同步系统获得授时；工作环境温度：至少满足 $-30^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ ，推荐 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ ；可靠性要求：满足在连续不间断运行环境下（即每周 7 天，每天 24 小时），最小工作寿命 ≥ 5 万小时；全年可用性 $\geq 99.99\%$ 。

激光雷达设备部署：定向激光雷达宜优先安装在电警杆，兼顾对向车道进行部署；全向激光雷达除电警杆，可安装在红绿灯杆或其他杆件上，以减少外部环境遮挡；激光雷达部署距离杆头距离 0.2m ，与同杆其他设备距离 0.3m 。

2 集中式感知设备（雷视一体机）

雷视一体机设备（含点云毫米波雷达与视觉融合设备）选型：支持对机动车、非机动车、行人进行分类；支持目标位置测量，输出目标相对设备的距离和角度；支持目标运动信息检测，包括距离、实时速度、方向；支持交通信息统计，包括但不限于流量统计、车头时距、车头间距、分车道时间占有率、排队长度等；支持基于 GNSS 或 PTP 等时钟同步功能，可从外部时钟同步系统获得授时；

工作环境温度：至少满足-30℃~70℃，推荐-40℃~85℃；可靠性要求：满足在连续不间断运行环境下（即每周7天，每天24小时），最小工作寿命≥7万小时；全年可用性≥99.99%；雷视一体机性能参数参见表9。

表9 雷视一体机性能参数

序号	指标项	具体指标
1	测量距离范围	纵向有效检测距离≥350m，垂直视场角≥24°， 横向覆盖双向≥8车道
2	测量距离精度	0.2m
3	测量速度精度	0.35km/h
4	测量角度精度	0.5°
5	距离分辨率	±0.5m
6	速度分辨率	0.5km/h
7	最大目标跟踪数	≥256个
8	事件发生到输出结果的总时延	≤100ms

雷视一体机设备部署：

雷视一体机可安装在道路龙门架、信号灯杆、侧方灯杆或电警杆上，可采用路中正上方安装或侧向安装方式，安装高度应在6m~8m范围内，隧道内安装宜不低于3.5m。垂直于道路行车方向的横向覆盖范围应不低于8车道（>40m），宜通过安装位置优化等方式实现全断面覆盖。

3 边缘计算设备

计算设备功能选型：提供精准的时间基准与空间变换关系，保证不同传感器之间的时间与空间同步；支持摄像机、毫米波雷达、激光雷达的感知算法，原始数据的感知融合处理；支持行人、机动

车及非机动车等道路交通参与者检测和分类说明；支持道路交通事件的检测和识别；支持各类结构化数据的融合处理；支持交通流统计功能；支持高精度动态地图与感知数据的融合处理；支持第三方应用、模型和算法的快速部署；应具备自身运行状态以及接入设备的在线状态监测与上报功能，支持对接入设备的固件进行在线升级、故障诊断等功能。

计算设备参数应根据业务应用、覆盖范围内传感器数量及类别、感知计算部署方案、不同算法优化能力及成本等需求选择。对于标准分布式路口选型建议：支持接入 ≥ 2 种以上的感知设备，宜支持 ≥ 8 路摄像机同时接入、 ≥ 4 路毫米波雷达结构化数据接入、 ≥ 2 路激光雷达数据接入；宜支持不同算力扩展以应对不同场景需求，单个路口算力应满足感知指标要求；具有数据存储能力，结构化数据至少保存 7 天，视频数据及处理后的点云数据至少保存 7 天，交通事件相关的高清图片存储至少保存 1 天；支持基于 GNSS 或 PTP 的时钟同步功能，可从外部时钟同步系统获得授时；最大功耗 $\leq 350\text{W}$ ；支持 $-30^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 工作范围，推荐 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 工作温度，5%-95%（无凝结）工作湿度；可靠性要求：满足在连续不间断运行环境下（即每周 7 天，每天 24 小时），最小工作寿命 ≥ 5 万小时；全年可用性 $\geq 99.99\%$ ；路侧设施的 EMC 应参考 GB/T 17626.2 相关标准执行，环境试验应参考照 GB/T 15211-2013、GB/T 2423 相关章节执行。

边缘计算设备部署实施：软件支持镜像部署，针对细粒度功能支持功能包更新和增量部署；软件功能包包含相应的库和元数据描

述文件，描述功能包的名称、版本、依赖关系及其他相关信息；对于直接部署的，运维和管理应具备版本管理、功能包存储、功能包部署、功能包升级、功能包回滚等能力；采用云边协同集群运维管理的应具备版本管理、镜像制作、镜像存储、镜像部署、镜像升级、镜像回滚等能力。在实际应用部署过程中可根据区域管辖范围及设备接入处理能力确定边缘计算设备部署数量。

4 信号机设备

信号机（道路交通信号控制机）应具备自我诊断、自主报警、自动切换信号控制方案功能，所有交通信号信息应实时或准实时地传递至交通管控与服务平台。在系统故障、网络通信、信号控制信息丢失等情况下，设施能够自我诊断、记录、报警并自主切换控制方案；设施应支持基于 GNSS 或 PTP 的时钟同步功能，可从外部时钟同步系统获得授时，设施宜扩充接口模块和检测设备。

信号机发送的消息类型包括信号机运行状态、信号控制方式、信号灯灯色状态、车道功能状态、车道/匝道控制状态、当前信号方案色步信息、下一个周期信号方案色步信息、交通流信息、交通运行状态信息、车辆运行状态信息、交通事件信息。针对路侧通讯设备的信息发布，信号机运行状态、信号控制方式、信号灯灯色状态、车道功能状态、车道/匝道控制状态信息、当前信号方案色步信息、下一个周期信号方案色步信息为强制广播信息，其余信息根据数据具备状态选择性广播。当一个信号机控制多个路口时，根据

GA/T1743 数据项定义，宜符合以下要求：a)发送方/接收方标识保持一致，采用设备唯一编号。经纬度信息采用所属路口中心点经纬度；b)数据信息按所控路口数逐条发送，用经度、纬度、海拔高度区分不同路口。信号机在路侧发送交通指挥数字信号推荐采用国标《道路交通管控设施信息交互接口规范》（报批稿）相关规定交换相关数据。信号机间接将信号灯数据上报到云控基础平台，推荐信号灯数据上报云控基础平台标准参考《CSAE 295.3 车路云一体化系统第3部分：路云数据交互规范》的 RSU2CLOUD_SPAT 进行数据交互，也可以按照 T/CCSA455-2023《车联网平台与路侧设备数据接口通信协议要求》相关标准执行。信号机对外发送的信号灯灯色状态信息日准确率宜不低于99.99%，信号灯相位时间戳与UTC时间戳误差 $\leq 10\text{ms}$ 。

5 辅助设备

杆体的功能选型：满足功能和安全性相关内容，简洁美观，确保足够的强度、刚度和稳定性；对挂载的智能路侧基础设施优化整体设计，实现小型化、减量化，颜色与杆体颜色协调统一；可挂载的智能路侧基础设施包括各类视频采集设备、雷达采集设备、路侧通信设施、交通安全与管理设备、交换机等；通过挂载智能路侧基础设施实现照明、感知监控等功能；杆体为搭载设备预留接线孔，杆体上的预留接线孔打磨光滑，并加塞防水橡胶塞；搭载设备完成接线后，对接线孔进行防水密封处理。

杆体的标准选型：杆体结构设计满足 GB50017、GB50135 有关内容；杆体荷载设计满足 GB50009 有关规定；杆体具有可靠的漏电保护及接地保护，见 GB50054-2011 有关内容；杆体按照 GB50057 规定配置避雷装置；杆体内电缆、电线压接牢固可靠，见 GB50168-2018 有关内容；对杆体设备仓设置电涌保护器；杆体机箱需具有设备稳定安装条件，箱内设备及线缆排布合理、规范，同时留有操作及散热空间。

机柜的选型：机柜内包含综合配电单元，为系统应用提供稳定可靠的配电服务，配电单元需具备过压过流、短路等保护功能；机柜内部各应用模块具备独立的线缆预留空间，布线整洁，强弱电分开，具备良好的防雷接地性能，符合电气安装规范；机柜 \geq IP55 的防护等级；机柜应支持 $-30^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 工作温度、5%-95%（无凝结）工作湿度下的设备稳定工作；可靠性要求：满足在连续不间断运行环境下（即每周 7 天，每天 24 小时），最小工作寿命 ≥ 7 万小时；全年可用性 $\geq 99.99\%$ ；机柜支持温控；机柜支持 GNSS 天线出线，天线置于综合箱体外并稳定安装，天线上方覆盖密封罩并采用高透波材料，且保证周围俯仰角 30 度不能有较大的遮挡。

供电设施的选型：路侧供能设施遵循安全可靠、节能高效、技术先进、经济合理的原则，为智能路侧基础设施提供稳定、持续、可靠的能源供给。路侧供能设施根据道路特点、用能设施规模及分布、负荷等级、负荷容量、电源条件等，合理确定外部电源方案。路侧供能设施具备防雷击、防浪涌冲击等隔离防护能力。路侧供能

设施具备实时监测供电状态、设备状态、故障报警及远程管理等功能。路侧供能设施采用三级配电系统，总配电箱、设备箱有漏电保护器，不具备三级配电时，分别提供独立 220V 电源回路给到边缘计算设备箱和综合机柜。

车路云一体化系统建设与应用指南（正式发布版）

三 云支撑平台建设参考指南

(一) 云控基础平台

云控基础平台是标准统一、开放共享的交通基础数据中心，是车路云一体化系统的桥梁与枢纽。平台汇聚智能网联汽车、道路基础设施和交通动态数据，通过标准化分级共享接口为网联汽车、交通管理、产业应用等提供跨域共享服务，支撑智慧公交等前述典型应用产生高附加值成果。

云控基础平台组成与作用。云控基础平台由边缘云、区域云、中心云三级云组成，每个边缘云只归属一个区域云，每个区域云可统筹调度所管理的多个边缘云，如图 23 所示。

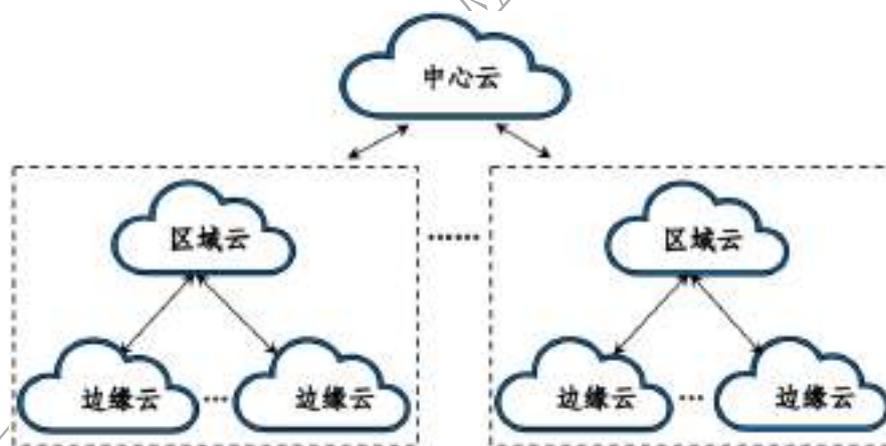


图 23 云控基础平台三层云结构

每级云皆由一体化底座、领域标准件、标准化接口及全流程工具库组成。整体形成由 5 类标准件、2 个标准化接口以及 1 个全流程化工具库的共性基础能力体系，以满足支撑各类应用需求与时效性要求。如图 24 所示。



图 24 云控基础平台各级云的组成

一体化底座应具备面向车、路、相关支撑平台进行数据采集、标准化转换、存储与处理能力。应支持与主流车载终端、路侧设备和相关支撑平台进行数据交互，确保通信协议兼容，传输高效、安全。

领域标准件应具备为用户所需的感知、决策、控制、管控、大数据赋能等需求提供数据、模型等服务能力。

标准化接口应具备以通用接口与标准化方式，基于领域标准件的服务内容，向以联网汽车为基础对象的全产业用户提供基础服务的能力。针对非标传输协议车载终端，具备反向兼容与传输能力。服务可根据类别划分级别。

全流程工具库应具备支撑云控基础平台运营、维护、运行安全与交易可信监测的能力，支撑产业用户利用云控基础平台的数据、存储、计算资源等，产出高附加值成果的能力（如，可以为车企提供安全、独立的计算环境、基础数据与通信能力，供车企自动驾驶控制算法运行并为企业指定车辆提供云端赋能服务）。在各级平台跨域交互时建议采用基于区块链、隐私计算和数据空间技术实现全流程可追溯，保障关键数据的可信存证、共享及流通。

云控基础平台应按《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 295.1-2023）标准进行规划与建设，保障架构相同、接口一致，支持道路基础设施、交通基础数据的跨域共用及多城云控基础平台之间的互联互通²。

云控基础平台运营与部署。云控基础平台应支持以全城一个中心云，按交通管辖区域为服务范围的多个区域云的模式进行分布式部署。根据各城市的平台运营组织架构，各个区域云可独立运营，也可与中心云统一运营。

云控基础平台涉及的时空数据采集、收集、交互、存储、处理等功能，应满足汽车数据、测绘数据安全保护合规的相关管理规定，由具备相关资质的单位进行安全处理、汇聚管理、合规检查、可控分发和动态监控，确保数据安全，满足国家相关法律法规的要求。

1 云控基础平台网联赋能内容

云控基础平台是车路云一体化实现网联赋能的枢纽。针对面向联网车辆的赋能，本指南第四部分的车路云一体化典型功能场景均可基于云控基础平台实现。面向不同的网联化等级、智能化等级车辆以及不同分类的路侧，云控基础平台可支持实现的车路云一体化典型功能场景也有所不同。

为便于试点城市规划典型功能场景赋能，此处将指南第四部分推荐的 17 种可面向联网车辆提供赋能服务的典型功能场景按序进行编号，如表 10 所示。

² 多级云之间数据交互建议参考《车路云一体化系统系列标准 第 4 部分 云云数据交互规范》（该标准尚处于研制阶段，近期拟公开征求意见）

表 10 云控基础平台可支撑的典型功能场景表

序号	典型功能场景
1	交通信号灯上车
2	闯红灯预警
3	绿波车速引导
4	前方有遮挡异常车辆
5	有遮挡的十字路口交叉碰撞预警
6	超视距弱势交通参与者
7	道路状况推送
8	公交车道共享
9	紧急车辆优先通行
10	行驶车道建议
11	高速公路/快速路匝道汇入
12	车道级交通拥堵信息
13	感知信息共享
14	异常车辆远程接管
15	C-AEB
16	C-ACC
17	C-AVP

同时基于表 1 的“车路云一体化对不同等级智能网联汽车的赋能分类”以及道路分类中城市道路的三种不同类别，凝练出了云控基础平台在不同城市道路类别场景下，对不同智能与网联化等级的被服务车辆可提供的网联赋能能力，其赋能矩阵如表 11 所示。表中编号代表表 10 中相同编号所对应的典型功能场景。

云控基础平台除可为车辆提供各种典型场景赋能外，基于区域云与中心云中所汇聚的各类交通相关数据，还可在城市智慧交通领域以及数据要素流通与大数据赋能方面，发挥极其重要的赋能作用。

表 11 云控基础平台网联赋能矩阵表

城市路侧分类 智能网联 汽车赋能分类	一般城市道路	关键路口路段	重点区域路段
类别 1: 网联化等级 1 智能化等级 L0-L5	1、2、3、 7、9、 12	1、2、3、4、 5、6、7、8、 9、10、11、 12、13	1、2、3、4、5、 6、7、8、9、 10、11、12、13
类别 2: 网联化等级 2 智能化等级 L0-L2	1、2、3、 7、9、10、 12	1、2、3、4、 5、6、7、8、 9、10、11、 12、13、14、16	1、2、3、4、5、 6、7、8、9、 10、11、12、 13、14、15、 16、17
类别 3: 网联化等级 2 智能化等级 L3-L5	1、2、3、 7、8、9、 10、12、 13	1、2、3、4、 5、6、7、8、 9、10、11、 12、13、14、16	1、2、3、4、5、 6、7、8、9、 10、11、12、 13、14、15、 16、17
类别 4: 网联化等级 3 智能化等级 L0-L2	1、2、3、 7、9、10、 12	1、2、3、4、 5、6、7、8、 9、10、11、 12、13、14、16	1、2、3、4、5、 6、7、8、9、 10、11、12、 13、14、15、 16、17
类别 5: 网联化等级 3 智能化等级 L3-L5	1、2、3、 7、8、9、 10、12、 13	1、2、3、4、 5、6、7、8、 9、10、11、 12、13、14、16	1、2、3、4、5、 6、7、8、9、 10、11、12、 13、14、15、 16、17

2 边缘云

2.1 功能与性能要求

边缘云的核心任务是基于车辆用户的应用需求，面向行驶车辆提供融合感知、协同决策与协同控制的网联赋能服务。

基于车辆网联化等级（1~3级）、车辆智能化等级（L0~L5级）、以及道路分类的不同，网联赋能服务的内容与性能有所差异，本次

应用试点推荐赋能对应矩阵参见表 11。

边缘云应具备融合实时交通动态数据与路侧感知结果的能力；具备通过融合计算处理，为运行网联车辆提供低时延、个性化的融合感知、协同决策与协同控制服务能力。应具备保障边缘云持续安全运维的能力。

融合感知包含交通参与者识别与跟踪、车辆异常行为、道路交通事故事件、交通信号灯信息（如信号灯组灯态）、高精度动态地图信息（如路面车道标线、道路边沿、路面标志、交通标识、渠化状态）等，支撑网联车辆盲区及超视距感知、协同预警等应用需求。

协同决策包含车辆行驶轨迹预测、单车局部路径规划、速度建议、跟车建议、换道避让驾驶行为建议、多车协同换道、无信控路口通行驾驶行为建议等。

协同控制包含云端接管和安全停车等，建议推进特定环境下实现云端协同控制的能力建设，如超出既定行驶区域的运营车辆紧急停车等。

边缘云支持表 10 “云控基础平台可支撑的典型功能场景表”中的典型功能场景 1 至 17。

边缘云向运行车辆提供赋能服务的全链路时延不超过 200ms，其中包括路侧与云端计算，以及通信传输计算耗时。建议云端计算服务不超过 60ms。

车辆和边缘云间的网络通信需求，应满足网联车到边缘云的单向端到端网络通信时延及可靠性须最低满足 50ms@99%，特定类型

的业务时延满足 20ms@99%。应支持不同类型的业务的分级时延保障。其中，50ms@99%和 20ms@99%指端到端时延低于 50ms 或 20ms 的百分比。具体业务场景及性能要求可参见本指南的第四部分《车路云一体化功能场景建设参考指南》中“功能场景基本性能要求”和“典型功能场景”的相关内容。

边缘云应具备平台资源调度与分配、相关计算资源性能监测与优化、系统软硬件故障诊断与恢复、软件更新与维护、数据备份与恢复、安全防护等能力。

2.2 数据交互要求

边缘云应具备实时接入网联车辆运行动态数据和车辆其它相关数据的能力，具备接入智能化路侧设备的运行状态数据、感知结果数据的能力，具备接入来自区域云的动态交通数据的能力，具备将边缘云功能通过应用服务于行驶车辆的能力。

边缘云接入数据类型及说明见表 12。

2.3 接口要求

边缘云标准化分级共享接口可用于上层云控应用的实现。其中一级、二级、三级分别对应感知类指令/信息、决策类指令、规划控制类指令三个方面。在试点城市的建设中优先保障感知、决策能力建设，有序推进规划控制能力建设。

当应用场景涉及跨边缘云切换时，可以在相邻边缘云之间直接进行用户数据及业务数据切换，或通过两个边缘云共有的区域云进行调度，实现边缘云之间的用户数据及业务数据切换。当数据跨域

交互时，应具备存证、确权、可信计量等功能，支撑未来的商业化

表 12 边缘云接入数据类型

数据来源	接入对象与位置	数据类型	数据说明
车辆	公共无线网	手机等移动终端数据	GNSS 时间戳、经度、纬度...
	纳入合规体系的接入网关——车云网关	网联车 GNSS 数据	GNSS 时间戳、经度、纬度、航向角...
		网联车总线数据	方向盘转角、挡位、当前车速、纵向加速度，横向加速度，油门开度...
RSU	纳入合规体系的接入网关——路云网关	BSM 数据	消息类型、经度、纬度、速度、航向角...
		信号灯数据	路口编号、相位序号、灯态...
		RSU 状态数据	RSU 设备状态、外接设备 ID、外接设备状态...
路侧	纳入合规体系的接入网关——路云网关	路侧感知对象数据	坐标、感知对象数量、感知对象列表；包含类型、状态、经度、纬度、速度、航向角等...
		感知事件数据	事件类别、坐标、经度、纬度、时间戳...
		设备状态数据	渠道来源(设备厂商)、点位状态、摄像头状态列表、雷达状态列表、激光雷达状态列表...
区域云	纳入合规体系的接入网关——云云网关	气象数据	实况天气数据、预报天气数据...
		时空数据	车道标线、路口图层、道路边界、人行横道、停止标线、杆图层、电子眼图层、交通标牌图层、交通灯图层...
		道路交通信号灯数据	路口编码、相位序号、信号灯组灯态、道口灯态、警告信号灯...
		交通态势	路口交通指标、路段交通指标、车道交通指标
		交通指挥数字信号数据	交通管制信息、交通事件信息、安全预警信息...
		道路基础设施数据	路面材料、市政管线、绿化隔离带、路缘石、人行道...

价值闭环。接口开放数据一律需经过合规化处理后方可对外提供。

边缘云标准化分级共享接口提供车辆与路侧的原始接入数据接口以及经过边缘云加工后的一、二、三级接口，例如：融合感知目

标物数据接口、换道决策数据接口、远程接管接口等，其推荐能力如表 13 所示。

表 13 边缘云标准化分级共享接口

一级 (感知)	二级 (决策)	三级 (规划控制)
原始感知目标物接口 原始车辆上报数据接口 信号灯信息接口 融合感知目标物接口 异常事件感知接口	加速决策接口 减速决策接口 换道决策接口 多车协同决策接口	远程接管接口 路边停车接口 远程制动接口

边缘云接口协议、性能指标等参见表 14。

表 14 边缘云标准化分级共享接口协议及性能功能指标

接口	协议要求	性能指标要求	功能
超低时延实时数据传输接口	消息队列/TCP	响应时间 \leq 10ms@99%	实时数据订阅、共享双向通信，云控应用与云控基础平台双向实时通信

注：指云控基础平台与云控应用之间的数据传输，而并非与网联车之间的数据传输

3 区域云

3.1 功能与性能要求

区域云应具备获取来自边缘云及相关支撑平台的动态交通基础数据的能力，在符合公安交管所要求的标准与规范前提下，向交管部门推送交通管控决策所需的相关信息；应具备交通融合感知、交通协同决策、交通规划控制、交通管控等功能。

交通融合感知应包含交通态势感知、交通态势预测、事件/事故多发地分析、交通事件溯源等功能。交通态势感知应包括路网、路口、道路态势感知功能，输出流量、平均速度和交通运行指数等指标，交通态势预测应基于路网拓扑和历史交通运行状况，对路口、

道路、车道的流量、平均速度、排队长度等指标进行长短时预测。事件/事故多发地分析应找出事件/事故的分布热力，对事件/事故多发的时间、天气等进行分析。交通事件溯源应支持对事件发生过程中及分析研判所需要的事件发生前后一段时间内的车辆轨迹及相关视频、信号灯色、周边车辆轨迹等数据的回放。

区域云协同决策可根据融合感知结果提供信控优化方案，包括单点信控优化方案、干线信控优化方案等。区域云规划控制应基于全局交通态势和地图等提供全局路径规划服务。生成决策或规划控制结果后，区域云应下发至对应的边缘云或第三方云平台，在向公安交管等第三方云平台推送决策结果时，应参考国标《道路交通管理车路协同系统信息交互接口规范》（报批稿）和 GA/T 2151-2024《道路交通车路协同信息服务通用技术要求》相关要求实施。

区域云在获得许可并满足安全合规等条件的前提下，可通过交通管控能力对信号灯、可变信息板等数字化交通附属设施提供交通管控建议。

区域云支持云控基础平台典型功能场景表 10 中典型功能场景 7、8、12。此外，建议开展停车规划、可变车道、交通事故超视距预警等场景探索。

车辆和区域云间的网络通信需求，应满足网联车到区域云的单向端到端网络通信时延及可靠性须最低满足 500ms@99%。

3.2 数据交互要求

区域云应具备实现区域云同所管理的边缘云、第三方支撑平台

之间的交通相关数据的准实时采集、标准化交互、存储与处理等功能，以及未部署边缘云的情形下同车辆的直接数据交互。应具备对所管辖区域内多边缘云的调度、管理与协同计算能力，应具备与相关支撑平台的互联互通能力，以满足区域级交通交管的应用需求。区域云应接收边缘云融合感知等数据、第三方云上传的交通事件事件、道路管制等交通相关信息数据。区域云接入数据类型及说明见表 15。

表 15 区域云接入数据类型

数据来源	接入位置	数据类型	数据说明
边缘云	纳入合规体系的接入网关—云云网关	网联车 GNSS 数据	GNSS 时间戳、经度、纬度...
		网联车总线数据	挡位、纵向加速度、横向加速度...
		融合感知结果	目标类型、经度、纬度...
		感知事件数据	事件类别、经度、纬度...
		设备状态数据	摄像头状态列表、雷达状态列表、激光雷达状态列表...
		信号灯数据	路口编号，相位序号，灯态...
车端	纳入合规体系的接入网关—车云、路云网关	车载视频数据	车载摄像头 ID、视频流地址...
路侧		路侧视频数据	路侧摄像头 ID、视频流地址...
		激光点云数据	设备 ID、时间戳、点云数据...
第三方	纳入合规体系的接入网关—云云网关	气象数据	实况天气数据、预报天气数据...
		时空数据	车道标线、路口图层、道路边界...
		信号灯数据	路口编号、相位序号、灯态...
		交通管控数据	交通管制信息、交通事件信息、安全预警信息...

区域云通过道路交通管控与信息服务系统获取第三方信号灯数据时，应遵循交管车联网信息交互应用构架，并满足道路交通管控与信息服务系统信息交互要求，具体如表 16 所示。

表 16 道路交通管控与信息服务系统信息交互要求

信息用途	信息类型	信息名称	说明
交通指挥调度	交叉口车道功能	交叉口车道功能	当前交通管控事件下的交叉口车道功能等信息
	交通信号灯信息	信号配时方案	当前及下个时段信号配时方案信息
		信号周期开始	当前信号周期的开始时间、止周期运行时长等信息
		信号灯组灯色状态	当前时刻各个进口信号灯组的实时灯色状态
	动态控制信息	交叉口可变车道	交叉口可变车道的实时及下时段车道功能
		路段速度管控	实施可变速度管控路段的实时限速信息
		路段潮汐车道	实施潮汐车道路段的实时及下时段车道功能
		动态交通标志	随道路管控需求动态变化交通标志的实时指示信息
异常车辆调度处置	异常车辆调度处置告知	指挥调度智能网联汽车的管理单位远程接管或人工处理异常车辆	
管控信息发布	交通管制信息	禁止通行	交叉口禁止左转、右转、掉头等信息
		限制通行	区域、路段车辆限制通行等信息
		匝道/车道关闭	快速路匝道、隧道车道关闭等信息
	交通事件信息	交通事故	道路交通事故的位置、时间、影响范围
		道路施工	道路施工的位置、时间段、影响范围
		重大事件	重大事件的位置、时间段、影响范围
	安全预警信息	交通事故多发点段	多发事故类型、时间段、安全预警提示灯
交通违法多发点段		多发违法类型、位置、安全预警提示灯	
车辆运行信息接收	车辆基本运行信息	智能网联汽车运行信息	智能网联汽车位置、速度、航向等实时运行信息
	行业车辆有限通行信息	公交车	需信号优先服务的公交线路、公交车车辆配置及实时运行信息

		其他行业车辆 信息	需信号优先的救护车、消防车、 工程救险车等其他行业车辆实时 运行状态及优先请求信息
--	--	--------------	---

当面向监管部门的事事故回溯、安全监测等应用需要时，建议原始数据接入区域云；当面向车端的网联赋能应用需要时，建议原始数据接入边缘云。

当涉及区域云与边缘云之间的数据交互时，建议参考车路云一体化系统云云数据交互相关标准；当涉及区域云与第三方之间的数据交互时，建议同时参考区域云和第三方平台所涉领域相关标准。

3.3 接口要求

区域云应具备开放服务能力，面向不同开发者提供灵活快速的能力接入，降低智能网联云控应用开发难度，提高开发效率，并提供开发者注册、开放服务订阅、开发者工具及文档等功能。

区域云应具备为基础平台运营管理者提供全面的业务运营和管理支持，包括对平台接入的各类路侧设备、车辆、视频以及平台所产生的数据资源进行管理，对角色、用户、权限进行管理，对区域云包装的开放性服务进行授权、计费管理等运营能力。

区域云应具备对平台资源调度与分配、相关资源性能监测与优化、系统软硬件故障诊断与恢复、应用更新与维护、数据备份与恢复、安全防护、告警管理等运维能力。

区域云宜具备对本区域的数据接入、存储、处理、服务等环节的相关核心数据提供上链支撑、数据存证与校验等能力。对车端、路侧、第三方平台等数据上云，区域运营的数据资产、数据交易等

核心业务数据在流通过程中的可信度提供保障。

区域云标准化分级共享接口用于区域云与第三方云或平台之间的数据交互。应具有数据标准化转换服务能力及高兼容性转换服务机制，以适应并桥接交通管理、交通运输等政府服务平台以及车企云平台，从而确保新旧系统之间的无缝数据交换和服务整合，最大化利用现有资源的同时促进各类应用的扩展和升级。

区域云标准化分级共享接口提供原始车辆、路侧及第三方接入数据接口，以及经过区域云加工后的一、二、三、四级接口，例如：交通态势感知接口、信控优化方案接口、全局路径规划接口、交通设备管控接口，具体如表 17 所示。

表 17 区域云标准化分级共享接口

一级 (感知)	二级 (决策)	三级 (规划控制)	四级 (交通管控)
交通态势感知接口 交通态势预测接口 交通态势分析接口	信控优化方案 接口	全局路径规划接 口	交通设备管控接口

区域云接口协议、性能指标等参见表 18。

表 18 区域云标准化分级共享接口协议、性能与功能

接口	协议要求	性能指标要求	功能
实时数据 传输接口	消息队列/ WebScket	响应时间≤ 100ms@99%	实时数据订阅、共享双向 通信，云控应用与云控基 础平台双向实时通信
数据查询接口	HTTP	响应时间≤ 200ms@99%	云控应用检索云控基础平 台数据

区域云基于所汇聚的数据和分级共享的能力，可支撑智慧公交、智慧环卫、乘用车智慧出行、公路物流和数据闭环与增值服务等应用场景。当应用场景涉及跨区域云切换时，可以在相邻区域云之间

直接进行用户数据及业务数据切换，或通过两个区域云共有的中心云进行调度，实现区域云之间的用户数据及业务数据切换，推荐采用中心云调度方式。

4 中心云

4.1 功能与性能要求

中心云核心功能是提供领域大数据分析服务，具有数据密集、多层次汇聚、多维度存储、支撑多主题分析的特征，其数据主要来自于下连区域云以及相关支撑平台。

中心云需具备从区域云中进行分析、挖掘所需的数据进行汇聚、存储、分析与挖掘功能，支持领域大数据分析价值的发挥。需具备基于产业各种主题类别的数据分析与挖掘要求快速且灵活的实现多维建模，高效分析与挖掘的功能。同时还应具备对所能获取或汇聚形成的车辆、道路、地域、行驶轨迹、交通流向等交通相关数据以及所具有的各类数据分析与挖掘模型等数据与资源的发布、订阅、编目等功能，具备通过分级共享接口面向多领域用户提供数据增值服务的功能。

中心云应具备开放服务能力，面向不同开发者提供灵活快速的能力接入，降低网联赋能应用开发难度，提高开发效率，并提供开发者注册、开放服务订阅、开发者工具及文档、接口数据存证校验等功能。

中心云应具备为中心云运营主体提供全面的业务运营和管理支持能力，对中心云提供的开放性服务进行授权、计费等管理与运营

能力。

中心云应具备对中心云平台自身资源调度与分配、性能监测与优化、系统软硬件故障诊断与恢复、应用更新与维护、数据备份与恢复、安全防护、告警管理等运维能力。

中心云需具备对数据接入、存储、处理、服务等环节的相关核心数据提供上链支撑、数据存证与校验等能力。对中心云的运营数据、数据资产、核心业务数据、核心算法模型等在流通过程中的可信度提供保障。

领域大数据分析至少应具有利用存储的汇聚数据快速进行自动驾驶车辆驾驶行为评价、路侧感知质量评价、驾驶行为画像、智能充放电习惯分析等能力。自动驾驶行为分析应包括安全、舒适、效率和法规等不同类别的自动驾驶行为指标的分析，并可对自动驾驶车辆的能力进行综合评价。路侧感知质量评价应具备根据不同评价标准，对感知设备，按设备厂商、路口或路段、路侧设备等多种维度分析设备运行稳定性、设备性能、感知数据准确性等进行评价的能力。驾驶行为画像应具备从如行驶里程、速度、能耗、加减速风格、连续驾驶时间、行驶路线等多维度进行描述与评价的能力，以构建反映驾驶习惯和风险特征的画像模型。智能充放电习惯分析应具备可支持智能网联电动汽车、充电桩、路网、电网等多主体数据的分析挖掘，构建智能充放电习惯画像，分析智能网联电动汽车充放电时空分布规律，评估充电桩布局与用户需求之间的匹配程度，构建充电桩供需匹配预测模型和充电价格优化调整策略。

数据发布与订阅功能，应具备数据发布能力，支持将构建好的数据进行发布，也支持第三方用户将自己构建的数据进行发布，应具备数据订阅能力，第三方数据使用者可以对已经发布的数据进行订阅使用，应具备发布、订阅的审核能力，确保发布、订阅使用的数据合法合规，应具备数据统计能力，统计已发布数据数量、已订阅数据数量、第三方用户数量等。

云控场景集功能应包括场景构建、数据对齐、数据标注和场景集数据管理。场景构建功能应支持选择天气因素、道路类型（城区或高速）、交通时段（高峰或平峰）等时段因素，以及事故、积水等环境要素的选择能力；数据标注功能要求支持对数据进行标注；数据对齐和场景生成功能应支持不同传感器和数据源信息的整合和同步；场景集数据分类管理功能应对多个类别的场景数据进行分类和管理。

数据资源目录应基于支撑分析挖掘主题而构建多层次数据目录，应具备对资源名称、数据量和来源等信息展示能力。数据资源目录功能应包括资源目录的新增、编辑、查看、发布、删除和验真等功能。数据资源目录应能够支持按需构建多个数据资源目录，以支持面向不同用户的资源目录。数据资源目录应能够支撑各类数据进行跨域可信共享和交易流通。

4.2 数据交互要求

中心云应具备对所连接区域云的数据进行抽取、汇聚、加工、多维存储等功能，其接入数据内容、类型以区域云以及相关支撑平

台具备为基础，领域数据分析有需求为原则进行采集、汇聚与存储，中心云接入数据类型及说明举例见表 19。

表 19 中心云接入数据类型

数据来源	接入位置	数据类型	数据说明
区域云	纳入合规体系的接入网关—云云网关	网联车数据	位置数据、总线数据、车载视频数据...
		路侧感知数据	目标物类型、目标物 ID、目标物速度...
		路侧感知事件	事件 ID、事件类型、事件位置...
		信号灯数据	路口编号、相位序号、灯态...
		路侧视频数据	摄像头 ID、视频地址...
		激光点云数据	设备 ID、时间戳、点云数据...
		交通态势感知数据	路口级交通指标、流向级交通指标、车道级交通指标...
第三方		基础信息数据	车辆信息、路侧设备信息、地图路网信息...
		气象数据	实况天气、预报天气、天气种类...

当涉及中心云与区域云之间的数据交互时，建议参考车路云一体化系统云云数据交互相关标准；当涉及中心云与第三方之间的数据交互时，建议同时参考中心云和第三方平台所涉领域相关标准。

4.3 接口要求

中心云标准化分级共享接口应具备面向政府职能部门、车辆保险行业、车企、出行服务商、高校等全产业链群体提供数据发布与订阅能力，具备针对既有城市相关政府系统和应用平台数据提供标准化转换能力，确保不同来源不同格式的数据在中心云实现统一处理和分析。

中心云标准化分级共享接口提供三级接口，一是所汇聚的海量车、路、云数据接口，二是标准化的数据资产类接口，三是中心云

提供的面向不同领域的数据分析及模型下发等服务类接口。具体如下如表 20 所示。

表 20 中心云标准化分级共享接口

一级 (汇聚数据)	二级 (标准数据)	三级 (领域数据)
车辆行驶数据接口 感知目标物数据接口 交通态势数据接口	数据资产目录接口 数据集下载接口	算法模型下发接口 数据分析报告接口

中心云接口协议、性能指标等参见表 21。

表 21 中心云标准化分级共享接口的协议、性能与功能

接口	协议要求	性能指标要求	功能
流式数据同步接口	消息队列	响应时间 \leq 500ms@99%	流式数据订阅、流式数据分发
非实时数据访问接口	HTTP	响应时间 \leq 3s@99%	非实时数据查询请求、非实时数据上报
批量数据下载接口	FTP/HTTP	并发用户数 \geq 100	视频数据下载、点云数据下载、批量结构化数据下载

5 平台安全防护要求

5.1 功能与性能要求

应保障云控基础平台与应用的数据安全与信息安全，实现高度自动化的安全运营。

应定期开展车路云一体化系统安全风险评估工作，风险评估对象应包括车路云一体化系统中的边缘云、区域云和中心云。

应具备物理安全的环境，符合等保 2.0 三级及以上的要求。应部署安全设备，包括但不限于防火墙、抗 DDoS 产品、应用级防火墙（WAF）、堡垒机等用于防护网络攻击。应具备专用的密码机设备

作为安全能力的基础，提供随机数生成、签名和验签、加解密及证书管理。应建立 PKA-CA 体系，为区域云及其他应用平台提供证书服务，包括签发、吊销、CRL 等证书服务。

中心云、区域云、边缘云与其他应用平台之间的业务通讯应使用基于数字证书的双向认证的来保障安全通信。

应具备车辆和路侧设备的状态监控能力和管理能力。

应具备威胁识别和事件分析能力，建议使用安全分析技术提高分析的准确率和分析效率，有效识别车路云业务场景中的威胁事件、异常事件、攻击事件。可同步分析中心云、区域云、边缘云的安全态势。可通过自动防御机制，对检测到的威胁进行快速响应。

应具备车路云端到端传输通讯安全能力，应向车端、路侧设备和服务端发放和配置数字证书，用于车端/路侧设备与服务端建立安全通道。

应当建设安全证书管理系统，为路侧设备和车辆提供证书的发放、更新、吊销等证书全生命周期管理服务。

应具备细粒度的访问控制机制，确保只有授权用户才能访问敏感数据，能够根据用户的角色、身份和权限等因素，决定其对数据的访问权限。

应具备安全审计和日志管理机制，系统审计应具有不可抵赖性，日志功能应该能够记录系统及设备日常情况、异常情况及其他安全事件。严格控制日志的访问授权，禁止对日志违规增删、更改，并记录所有访问和操作日志。

应具备漏洞管理与补丁管理机制，使用自动化工具定期扫描云环境中的漏洞和弱点，及时发现并修补这些漏洞。支持自动化的补丁管理和部署流程。

5.2 数据交互要求

应能够识别验证所接入的数据源，保障数据来源的合法性。

应实施数据完整性校验机制，确保数据的完整性和准确性，保护数据在传输过程中不被篡改。

5.3 接口要求

应对中心云、区域云、边缘云间的流量数据进行实时防护。

应配备用户使用接口，以支持不同用户和系统的需求。包含：提供数据加密和解密的接口，支持用户对数据进行加密处理；安全提供安全事件通知接口，允许用户接收安全警告和事件通知；提供合规性检查接口，支持用户进行合规性审查。

应具备拓展升级能力，接口支持安全监控、安全运营等模组升级更新。

(二) 高精度动态地图基础平台

高精度动态地图基础平台（High-definition Dynamic Map Platform, HDMP）是城市数字化转型、车路云一体化中负责时空数据要素合规流通及提供时空信息服务的平台。为多类型车端、路侧设备、云控基础平台、云控应用平台和其他第三方平台提供各类时空数据服务、时空应用服务及时空数据安全合规防控保障。其建设、

运营主体需满足地理信息安全监管政策法规文件要求。

1 功能与性能要求

高精度动态地图基础平台应委托具备相应导航电子地图资质的公司提供及运营，其保证车路云体系下地理信息数据合规并提供各类地理信息服务。应具备多源时空数据汇聚、融合和分发等功能，为车路云一体化系统提供高精度动态地图（动态）服务、地图渲染服务、基础 GIS 服务、自动驾驶场景服务等。

高精度动态地图基础平台应具备时空数据管理能力，通过搭建高可用、高性能的云计算平台，满足国家时空数据分级分类的地图数据采集、收集、处理、存储、更新和分发等全流程管理及海量地图数据的高效存储和管理。实现时空数据汇聚和分发的规范化。鼓励高精度动态地图基础平台具备数据动态更新能力，通过划定“无安全风险”区域，在保证国家地理信息安全的前提³下，积极探索车端、路端等多源异构时空数据的跨域深度融合众源更新技术，在实现道路动静态信息智能提取地图鲜度更新的基础上，探索地理空间数据高价值信息的智能化挖掘、存储与调用方式。建议最终效果应达到按月更新地图以上频率，确保地图鲜度。

高精度动态地图基础平台应具备机制支持地图增量快速审查，支持审图数据转换、审图数据传输及审图结果接收，满足高精度动态地图更新需求，探索时空数据安全应用。建议积极探索开展地图

³ 地图数据规范需满足《导航电子地图安全处理技术基本要求》《智能网联汽车时空数据安全处理基本要求》《智能网联汽车时空数据传感系统安全基本要求》等标准。

增量更新审查机制创新，探索时空数据要素表达安全应用、增量要素共享交换接口等规范和标准。

高精度动态地图基础平台应保证时空数据安全合规，为车路云一体化构建时空数据安全合规防控技术和保障体系，通过对车端、路侧、云端之间以及其内部流转的各类时空数据（含空间坐标、实景影像、点云、道路拓扑及其属性信息等地理信息数据）在采集、收集、存储、传输和处理等环节提供全流程安全检查、安全处理、安全评估、安全监控等安全合规体系，从而在合规框架下满足智能网联汽车、路侧设施、云控基础平台及第三方平台关于时空数据处理的要求。鼓励积极探索车端数据分级分类、地理信息脱密脱敏技术、地理信息数字水印、安全防控、地理实体空间身份编码等新型地理信息安全保障技术。各试点城市应在主管部门指导下，建立时空数据监管体系监管机制。

为确保时空数据合规安全，车路云一体化时空数据合规体系可分为合规控制环境、合规监管环境两大部分。高精度动态地图基础平台、云控基础平台区域云的车云/路云网关及中心云的云云网关应纳入合规控制环境，由有相关资质的厂商进行全业务流程控制。车路云其他模块应纳入合规监管环境内，由有相关资质的厂商进行合规监管，包括网络边界监管、安全及数据审计等。云控基础平台将基于高精度动态地图基础平台的脱敏地图数据与交通类数据融合后赋能使用。总体参考架构如图 25 所示。

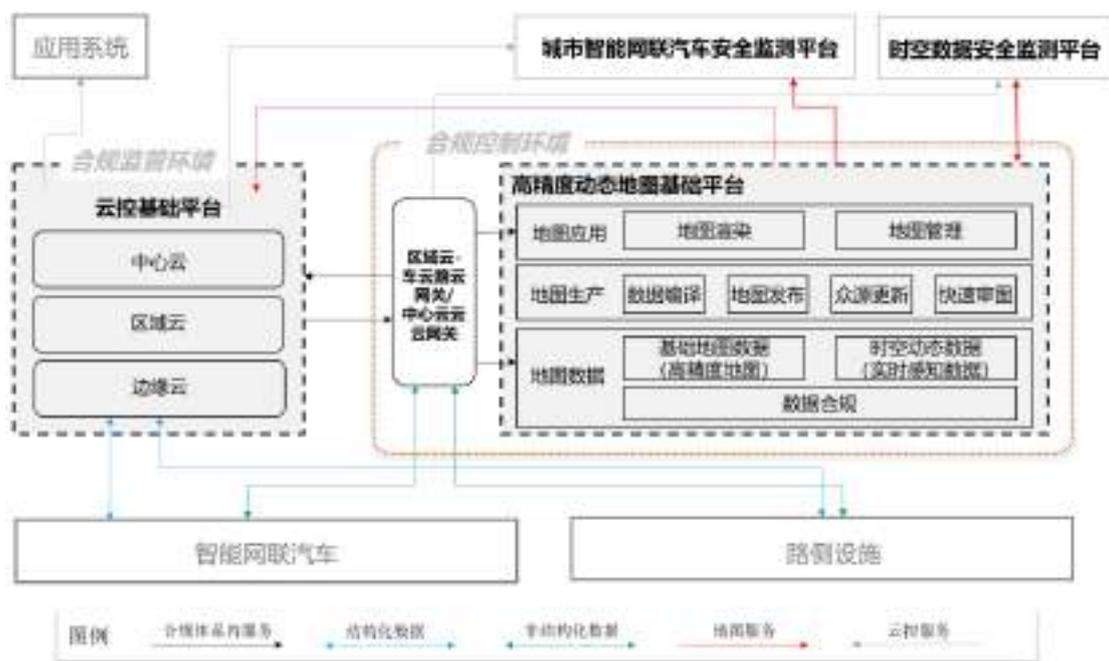


图 25 高精度动态地图基础平台与其他平台关系

鼓励试点城市基于高精度动态地图基础平台积极探索北斗高精度定位示范服务，使具有车路云时空统一基准，保障高精度动态地图信息车端、路端与云端的时空一致性，为车路云一体化系统提供统一的时空基准和授时服务。

2 数据交互要求

高精度动态地图基础平台接入车辆及周边道路设施的空间坐标、实景影像（视频和影像等环境感知数据）、点云及其属性信息等地理信息数据（含道路拓扑数据），云控基础平台为高精度动态地图基础平台共享时空数据，助力高精度动态地图迭代更新，形成良性循环。高精度动态地图基础平台接入数据位置、数据类型及说明如表 22 所示。

表 22 高精度动态地图基础平台接入数据类型

数据来源	接入位置	数据类型	数据说明
车端	云控基础平台（边缘云、区域云的车云路云网关，中心云的云云网关）	空间坐标	时间戳、经度、纬度，轨迹
		实景影像	车辆周边道路设施的视频和影像等环境感知数据
		点云数据	车辆周边道路设施的点云及其属性信息
		拍摄图片	图片数据
		动态事件	事故、坑洼...
		感知/变化发现	标线、箭头、停止线、人行横道...
		感知结果	感知目标及事件
路侧		视频数据	视频流
		点云数据	路侧周边道路设施点云及其属性信息
		感知结果	感知目标及事件
第三方	道路交通管理中心系统/管控设施 ⁴	交通管控信息	施工、管制、道路封闭及开通、事故信息
		信号灯数据	路口编号、相位序号、灯态...
	-	场景库	动态、静态场景库

3 接口要求

高精度动态地图基础平台为云控基础平台边缘云、区域云及中心云运行提供时空数据服务支撑，高精度动态地图包括基础地图（导航电子地图、高辅地图、高精度动态地图）以及动态地图（交通事件、变化发现信息、个性化信息等）。相关接口推荐能力如表 23 所示。

表 23 高精度动态地图基础平台接口

服务类别	接口功能
云端地图引擎	地图及更新数据在线发布；地图查询
路端地图引擎	地图更新；地图查询
车端地图引擎	地图更新；地图查询；路径规划
基础 GIS 服务	地址服务；轨迹服务；时空分析
地图渲染服务	海量数据渲染；城市级三维渲染

⁴ 遵循 GB/T 《道路交通管理车路协同系统信息交互接口规范》和《道路交通管控设施信息交互接口规范》

上表仅仅列出了云端地图引擎、路侧地图引擎、车端地图引擎、基础 GIS 服务、地图渲染服务等类别，实际建设时可根据实际情况进行扩充。

基于高精度动态地图基础平台可以探索的安全应用场景举例说明如下：

(1) 车路云地图服务应用场景：通过高精度动态地图基础平台的云端地图引擎、路侧地图引擎、车端地图引擎、众源更新及快速审图能力，支持云端监管、路侧融合感知、车端自动驾驶等应用。

(2) 基础 GIS 服务应用场景：提供面向云控基础平台、城市智能网联汽车安全监测平台的时空数据位置服务，主要包括轨迹服务、空间分析服务等发布能力，满足车路云各应用场景的定制化需求。

(3) 地图渲染服务应用场景：通过渲染引擎对时空数据中包括车道、标志、标线、路侧交通设施以及动态事件、交通参与者等要素渲染，提供可视化能力。

4 平台运行与使用安全要求

为确保时空数据在车路云一体化建设及运营过程中的安全合规，高精度动态地图基础平台需由具备相关资质的公司进行建设和运营工作，并满足相关法律法规和主管部门针对时空数据的监管要求。具体要求如下：

开展商业化运营或面向社会销售的车辆，不得在车端存储或向车外传输未经空间位置和加密处理的位置类数据及衍生数据。时空

数据采集主体应明确向试点城市自然资源主管部门书面告知其收集和使用的时空数据种类、目的、使用方式，以及采用安全管理措施和技术。确保试点行为不危害国家安全。

高精度动态地图基础平台应在独立的专属云空间，确保敏感地理信息不泄漏；应具备合规室，为图商及其合作伙伴提供合规的数据访问、处理及运维空间。

高精度动态地图基础平台应通过等保三级认证和密码应用安全评估，具备 WAF（Web 应用防火墙）以实现对网站完整性安全防护；应在网络边界、重要网络节点进行安全审计，覆盖到每个用户，审计包括事件的日期和时间、用户、事件类型等；同时应对审计记录进行保护，定期进行备份；应对数据进行完整性保护，确保数据没有被篡改；应对数据进行多副本备份；定期提供审计报告，供主管部门审查。

高精度动态地图基础平台应对时空数据进行加密，采用商用密码技术手段、网络安全协议技术、安全认证网关进行数据上行链路的传输安全和数据下行链路的更新发布安全保障。

积极探索时空数据数字水印、地理实体空间身份编码等技术，确保时空数据可追溯，闭环数据安全防护机制。

（三） 城市智能网联汽车安全监测平台

城市智能网联汽车安全监测平台作为支撑政府职能部门对智能网联汽车运行安全监测的应用平台，可以通过云控基础平台获取车

辆行驶动态数据，对试点城市内的试点车辆运行安全状态进行实时监测，支撑相关管理部门开展交通违法处理、事故调查、责任认定、原因分析等工作，确保智能网联汽车安全、高效、稳定运行。

1 功能与性能要求

新建的城市智能网联汽车安全监测平台应与汽车生产企业（以下简称“车企”）的智能网联汽车安全监测平台和运营主体的智能网联汽车安全监测平台进行对接，具备接收和存储以上两个平台上报的智能网联汽车运行安全信息的能力，通过收集、存储、使用、加工、传输、提供、公开，应具备数据补发、查询的能力。在地方政府制定的相关法规或政策指导下逐步完善基础设施条件的基础上，对智能网联汽车进行日常监测管理和安全监管。其监管能力包括以下几点：

安全监测平台应具备对所在地准入区域范围进行管理，并且绑定准入车辆到相应的示范区，当车辆在准入区域范围外运行时，平台应产生告警，通知使用主体进行干预。

安全监测平台应具备对所在地运行车辆的车企进行管理，建立准入车企名录，确保在名录内的车企生产的车辆才能进入准入区域。

安全监测平台应具备对所在地运行车辆的管理，能够对入网的车辆的入网资质进行审核和备案，并针对车辆的准入状态进行管理，包括待准入、已准入、已禁用、已撤销等状态。

安全监测平台应具备对智能网联汽车时空数据全生命周期地理

信息安全合规的监测与预警，包括车端时空数据的采集异常、传输异常，以及云端时空数据的违规提供等。

1.1 车辆入网资质管理及审核

在车辆入网资质管理及审核能力方面包括但不限于如下要求：

安全监测平台应支持上传车辆、安全员等接入申请资料，并允许监管人员对车辆和安全员进行审批，确保车辆合规合法接入及安全运行。

安全监测平台应建立全面的车辆信息库，包括车辆型号、品牌、自驾系统版本号版本号、生产厂家等基本信息，以及自动驾驶能力测试报告等合规性信息。

安全监测平台应支持车辆企业或试点使用主体通过平台上传车辆接入申请资料。除了车辆资料外，平台还应支持上传安全员的相关资料，包括身份证明、从业资格证明、培训记录等。

安全监测平台应具备自动审核功能，对上传的资料进行初步筛选和验证；同时，对于存疑或不符合标准的情况，应启动人工复核流程，确保审核结果的准确性和公正性。

安全监测平台应支持审核通过的情况，生成相应的接入凭证或标识；对于审核未通过的情况，应明确告知未通过的原因，并允许申请人进行申诉或补充资料后再次申请。

1.2 车辆运行实时监测

在车辆运行的实时监测方面，安全监测平台应涵盖数据采集与监控、数据存储与追溯以及数据分析三大方面能力。

1) 数据采集与监控

实时数据上传：安全监测平台应支持通过车载定位及数据采集设备实时进行数据上传，能够实时获取车辆标识、车辆控制模式以及车辆运动状态（如车辆速度、加速度、行驶方向等）。

实时摄像头查看：安全监测平台应可实时查看或调取车端摄像头数据，包括外侧环视摄像头数据和用于监管加装的车内摄像头数据。

2) 数据存储与追溯

车辆数据存储：在车辆出现事故或失效状况前至少 90 秒，平台自动记录并存储车辆周边环境感知与响应状态、灯光与信号实时状态、外部 360 度视频监控、车内视频及语音监控、远控指令和故障情况。数据依特定格式规范存储，便于后续查询、分析和利用，存储时长不少于 1 年，异常事件数据可在规定周期内永久存储并上链存证。

车辆数据回溯：用户能够根据时间、地点、车辆等条件查询历史数据，从而查询车辆在过去特定时间段内的行驶轨迹、状态变化以及周边环境状况。

数据分析导出：安全监测平台应支持数据导出功能，允许用户将查询到的数据以 Excel、CSV 等格式导出至本地计算机或移动设备，以使用户对数据进行深入分析并制作报告。

3) 数据分析

数据综合分析：安全检测平台具备对采集到的车辆运动状态数

据、环境感知数据以及视频监控数据等进行综合分析的能力。通过分析车辆速度和加速度的变化趋势，可判断车辆是否存在异常驾驶行为；对比不同时间段的环境感知数据，能发现潜在的安全隐患区域。

数据应用：结合历史数据的回溯和分析，为车辆的维护保养、安全管理以及交通规划等提供科学依据。同时，用户可利用导出的数据进行深入分析并制作报告，为决策提供有力支持。

1.3 车辆异常行为的分析和监管

安全监测平台应支持通过车辆 GNSS 数据以及平台电子围栏设置，实时监控车辆的位置，并与预设的允许行驶区域进行对比。一旦车辆超出预设区域，安全监测平台应立即发出警报，通知相关人员或机构，以便及时采取措施。

安全监测平台应支持通过车端摄像头视频数据及车端运行数据分析，用于识别车辆超速、闯红灯、逆行、不按车道行驶等违法行为。

安全监测平台应能够通过分析车辆行驶状态（如急加速、急刹车、急转弯）、周围环境（如其他车辆位置、行人动态）以及天气条件等，预测潜在的事故风险，并提前发出预警。

安全监测平台应具备车辆异常事件的判别能力，自动驾驶车辆在发生异常事件时，应将事件发生前后一定时间范围（例如 30 秒）内的车辆自动驾驶相关数据与视频流数据，打包成数据文件，上传到监测平台。如果当时不具备联网条件，那么在具备网络条件时，

应补发数据文件。安全监测平台在接收到数据文件后，应对该数据为该数据文件进行持久化存储，并提供数据查看和视频回放功能。

安全监管平台必须具备接收、存储车企和运营主体上报的各种报告的能力，包括车企上报的月度和年度应用评估报告、车企上报的与自动驾驶相关的有碰撞风险或发生碰撞的安全事件的事件分析报告以及使用主体上报的自动驾驶安全运行事件相关的信息（车辆及自动驾驶系统基本信息、车辆状态及动态信息、自动驾驶系统运行信息、安全员操作及状态信息、故障信息等）。

安全监测平台应能够定期生成车辆运行情况的详细数据分析报告，包括行驶里程、速度分布、违规记录、事故率等关键指标。

2 数据交互要求

城市智能网联汽车安全监测平台通过接入车辆状态数据（如速度、位置、故障信息等）、路侧基础设施数据（如交通状况数据、交通信号灯状态、路面状况、天气条件等）以及可能的其他相关数据（如交通流量、事故报告等），以确保车辆、道路基础设施以及道路交通系统的安全运行。

当涉及与云控基础平台之间的数据交互时，建议参考安全监测相关领域相关标准，包括不限于《智能网联汽车数据通用要求》

《智能网联汽车时空数据安全处理基本要求》《智能网联汽车时空数据传感系统安全基本要求》等。

当城市智能网联汽车安全监测平台的运营方为政府或政府委托

机构，在与企业级监控平台进行数据互联互通时应满足以下要求。

1) 上行数据交互

企业平台向地方平台报送数据：企业平台将智能网联汽车数据进行汇总和整理，包括车辆的基本信息、运行数据、安全事件等信息，按照规定的格式和频率上报给地方平台。这些数据可以帮助地方平台全面了解全省范围内智能网联汽车的整体运行情况和安全态势，为制定省级层面的政策和决策提供依据。

数据筛选与预处理：企业平台在上报数据之前，会对数据进行筛选和预处理，去除无效数据和噪声数据，确保上报数据的准确性和完整性。同时，还会对敏感数据进行加密或脱敏处理，保护用户隐私和数据安全。

2) 下行数据交互

地市平台向下发指令和数据：地市平台会根据全省的数据分析结果和政策要求，向企业平台下发相关的指令和数据。例如，下发安全预警信息、政策法规文件、行业标准等，指导企业平台开展工作。企业平台接收后，会根据这些指令和数据，对本市的智能网联汽车进行管理和监督。

数据反馈与执行情况上报：企业平台在执行地市平台下发的指令和任务后，会将执行情况和结果反馈给地市平台，以便地市平台及时了解各地的工作进展和效果，对政策和措施进行调整和优化。

3) 平台与外部系统之间

与汽车制造商：平台会与汽车制造商共享车辆的运行数据和安全隐患信息，帮助汽车制造商了解其产品在实际使用中的性能和问题，为产品改进和售后服务提供支持。同时，汽车制造商也会向平台提供车辆的技术参数、软件版本等信息，以便平台更好地对车辆进行监测和管理。

与交通管理部门：平台会将智能网联汽车的运行数据和交通流量信息提供给交通管理部门，为交通规划、交通管制、道路建设等提供数据支持。交通管理部门也会向平台提供道路施工、交通管制等信息，以便平台及时通知车辆和用户，避免交通拥堵和事故的发生。

与公安部门：平台会与公安部门共享车辆位置信息、行驶轨迹等数据，为打击犯罪、追查肇事逃逸等提供线索和证据。公安部门也会向平台提供安全防范要求和相关信息，指导平台加强安全管理。

3 接口要求

安全监测平台应支持标准化数据接口，确保平台能够与其他政府相关部门的平台系统无缝对接，实现数据共享。

安全监测平台应与政府相关平台建立业务联动机制，可自动推送相关数据，提高执法效率。

安全监测平台应建立严格的数据访问权限控制机制，确保数据在共享过程中的安全性和合规性。

安全监测平台的接口标准如表 24 所示。

表 24 安全监测平台接口要求

接口类型	应用场景	安全要求	性能要求
数据上报	市级平台将本地智能网联汽车实时运行数据、安全事件信息、道路环境数据等按规定格式和频率上报给省级平台，支持批量上报和实时上报模式。	进行身份认证，确保上报数据来源合法；对数据加密传输，防止被窃取或篡改；严格控制访问权限，防止未经授权的访问。	响应时间尽可能短，满足数据实时性要求。对于实时性要求高的数据上报，响应时间应控制在合理范围内。具备一定的并发处理能力，能同时处理多个市级平台的数据上报请求。
指令下达	省级平台向市级平台下达安全预警通知、政策法规更新、数据采集任务等指令，市级平台能正确接收解析并按要求处理反馈。	采用安全的通信方式，确保指令传输过程中的安全性。对指令进行加密和身份认证，防止被篡改或伪造。	快速响应指令下达，确保市级平台能够及时接收到指令。具备高并发处理能力，满足多个市级平台同时接收指令的需求。
数据查询	省级平台和市级平台可相互查询对方数据资源，如车辆历史运行数据、区域交通流量统计数据等，提供灵活查询条件设置和数据筛选功能。	对查询请求进行身份认证，只有授权用户才能进行查询。对查询结果进行加密传输，保护数据安全。	响应时间短，以用户能够快速获取查询结果。支持高并发查询，满足多个用户同时查询的需求。
事件通知	发生重大安全事件、系统故障或异常情况时，平台间能及时发送事件通知，支持短信、邮件、系统弹窗等多种通知方式。	确保通知的真实性和可靠性，防止误报或漏报。对通知内容进行加密传输，保护敏感信息。	通知及时送达，确保相关人员能够快速响应事件。具备高并发通知能力，满足多个事件同时通知的需求。

4 安全保障能力要求

安全监测平台应参考《关键信息基础设施安全保护条例》加强自身保障供应链安全的能力，以保障平台自身安全。

安全监测平台应支持数据可验证性。智能网联汽车将车辆运行状态等数据上传至安全监测平台时，建议运用数字签名、区块链等

技术对数据进行签名，确保数据可验证性、保密性。安全监测平台可使用相应的公钥对签名进行验证，以确保数据在传输过程中未被篡改，并确认数据发送方为智能网联汽车。

安全监测平台应支持数据保密性。在使用数字签名技术的基础上，可以与加密技术结合使用，在数据传输过程中，可以先对数据进行加密处理，然后再对加密后的数据进行数字签名。

安全监测平台应支持标准化与互操作性。为“车路云一体化”的广泛应用和有效实施，需要建立统一的标准和规范，以实现不同厂商和设备之间的互操作性，降低技术门槛和成本。

安全监测平台管理者应具备各安全设备的配置管理能力、变更管理能力、资源容量管理的能力、应用生命周期安全管理的能力、专业的组织安全管理能力、漏洞管理和补丁管理能力，完备的管理机制。

安全监测平台管理者应具备安全事件管理和快速安全应急响应能力和可持续安全事件检测能力。

根据《智能网联汽车“车路云一体化”规模建设与应用参考指南（1.0版）》，可升级既有智能网联汽车安全监测平台，或通过利用云控基础平台提供的动态基础数据，实现城市智能网联汽车安全监测。在此过程中，全监测平台应具备前述功能与性能要求、接入数据要求、接口要求和安全保障能力要求。

四 网络平台建设参考指南

（一） 网络建设部署需求

为支撑智能网联汽车应用的开展，为用户提供连续稳定的服务，需要建设部署网络基础设施，实现“车-路-云”要素的全面连接和信息的高效处理，网络应满足以下要求：

车路云一体化网络应由 5G 蜂窝网络、C-V2X 直连通信网络、路云传输网络等多种网络融合部署组成，实现车-车、车-路、车-云、路-云、云-云等不同通信对象间的数据交互，满足多类别应用差异化的通信性能需求。网络部署可与算力基础设施结合，提供算网融合服务能力。应实现城市级规模化网络部署，为智能网联汽车提供城市级范围下的一致服务能力，支撑开展规模化示范应用。应支持网络的运行状态监测以及远程维护，提供长期稳定的服务能力。

（二） 系统架构

车路云一体化系统中的网络架构应包含 5G 网络、C-V2X 直连通信网络、路云传输网络，如图 26 所示。

系统应同时具备 5G 蜂窝通信和 C-V2X 直连通信双通道能力，5G 网络支持广域覆盖，C-V2X 直连通信网络实现重点区域覆盖。5G 网络支持车辆与边缘云、区域云、中心云之间的通信，支持将交通信息、交通状态、智能驾驶、路侧融合感知等信息发送给车辆，实现车-平台-车和车-平台-路间的信息服务能力。C-V2X 直连通信支持

车-车、车-路间近程通信，支持交通信号机、路侧融合感知等信息通过 C-V2X 直连通信同时向多车辆进行高效播发，以及多车辆之间的车辆状态、位置等信息交互。

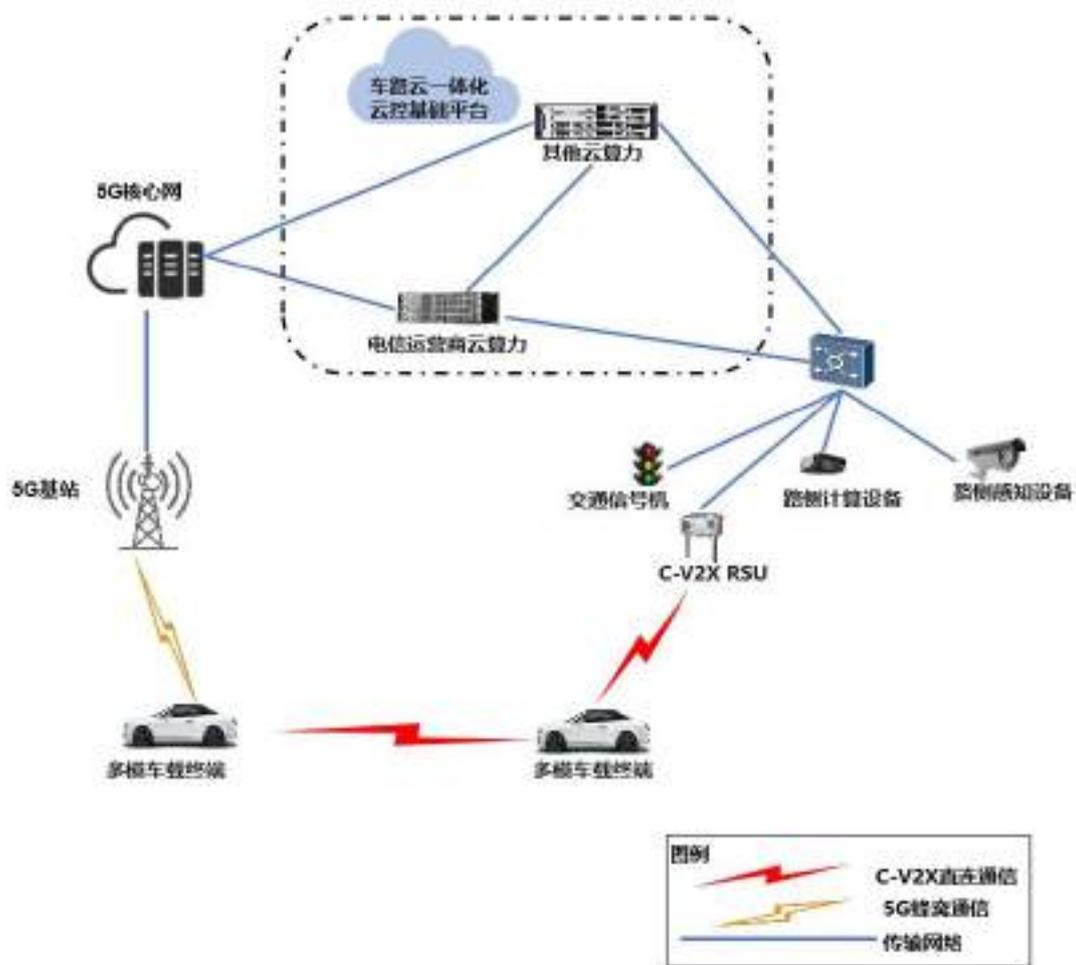


图 26 车路云一体化系统网络架构

车路云传输网络支持路侧设备之间互联组网，以及路侧设备、边缘云、区域云和中心云的全互联通信。此外，在道路光纤无法到达的区域，可依托 5G 网络完成路侧设备与云平台之间的数据传输。

算力基础设施包含路侧计算设备和边缘、区域、中心云算力资源，支持多级算力之间的互联互通，包括各地方自建的数据中心，云厂商和电信运营商可提供的公有云、私有云等形式。电信运营商

可构建中心云算力（多部署在省级）、区域云算力（多部署在地市）和边缘云算力（多部署在边缘机房），结合相应的 5G UPF 网元下沉部署和业务分流，支撑 5G 网络实现不同的端到端传输时延，以满足不同业务的时延要求。

（三） 功能描述

在接入网方面，采用 5G 网络与 C-V2X 直连通信网络协同组网，支持在云平台上进行业务融合，为车辆提供 5G 与 C-V2X 直连通信双通道能力，支持应用场景按需使用不同网络传输方式。在路云传输网络方面，采用 5G 或有线网络进行路侧数据的回传，在云平台上实现路侧数据与车云数据的汇聚融合使用，通过城市光纤网络或电信运营商承载网实现云平台间的互联。同时，应提供安全保障，可提供同步授时等基础服务。此外，应构建网络质量监控及运维体系，保障网络长期服务能力。在此基础上，可支持探索指定区域内小规模的新网络能力和业务结合验证，如 5G-A 技术，URLLC 低时延配置方案、算力基站等。

（四） 性能要求

1. 5G 和 C-V2X 直连通信协同组网

面向城市级车路云一体化系统，5G 和 C-V2X 直连通信需协同组网。其中 5G 网络建设与优化由电信运营商负责，C-V2X 直连通信网络建设可由电信运营商承担，也可由地方平台公司等主体承担，各主体应保障网络的持续运维和运营，以提供持续稳定的服务能力。

试点城市应实现试点区域 5G 通信网络全覆盖，提供性能可预期、有保障的通信网络服务能力。

试点城市应实现重点红绿灯路口、遮挡严重或事故高发的非信控路口、快速路匝道出入口、环岛、隧道、停车场和其他交通隐患高发区域 C-V2X (LTE-V2X) 直连通信网络覆盖。RSU 应与交通信号控制机和路侧计算设备直连，LTE-V2X RSU 与交通管控设施间信息交互应满足公安相关标准要求。RSU 直连通信的工作频段应符合工信部分配的 5905-5925MHz 频段要求，RSU 设备应满足相关无线通信协议标准要求。

表 25 LTE-V2X 无线通信协议标准

序号	标准名称	标准编号	标准类型
1	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	YD/T 3755-2024	通信行业标准
2	基于 LTE 的车联网无线通信技术网络层技术要求	YD/T 3707-2020	通信行业标准
3	基于 LTE 的车联网无线通信技术消息层技术要求	YD/T 3709-2020	通信行业标准
4	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	YD/T 3957-2021	通信行业标准
5	基于 LTE 的车联网无线通信技术应用标识分配及映射	YD/T4008-2022	通信行业标准

2 路云传输网络

2.1 路侧设备间网络

路侧设备间网络应支持各类设备接入端口，应满足多个路侧设备间数据传输的通信带宽、时延、可靠性等要求。

2.2 路侧设备数据回传网络

路侧设备数据回传网络实现路侧设备、边缘云、区域云和中心

云的全互联通信，可使用电信运营商有线专线或城市其他光纤资源方式实现。回传网络应满足路侧设备与平台间通信的带宽、时延、可靠性要求；具备多业务承载能力，可提供多业务承载和业务隔离；具备冗余保护能力，支持链路级、设备级保护；具备网络设备数量及链路带宽的可扩展性；支持 IPv6 报文传输，并具备 IPv6 Only 演进能力，在特定区域内可支持 IPv6+ 技术；在隧道等特殊场景或业务需求下，可支持部署时钟同步协议以满足终端设备时间同步要求。

对于路侧不具备光纤铺设条件的场景，可在路侧部署 5G CPE，路侧摄像机、雷达等设备可利用 5G 网络将相关数据回传至云平台。

3 算网融合

宜支持算网资源实时感知及算力资源的编排调度。算力资源的 5G 网络出口带宽应满足接入车辆数据的车云交互需求，有线网络出口带宽应满足路侧设备汇聚后的接入需求，以及云平台之间的数据交互需求。支持对于云控基础平台等云支撑平台部署在非电信运营商云算力情况下的 5G 网络接入和网络条件保障。

4 安全防护

C-V2X 车载终端、C-V2X (LTE-V2X) RSU、路侧感知与计算设备与云平台之间、云平台相互之间应采用安全通信协议；LTE-V2X 直连通信接口上应采用数字证书及消息签名等。密码应用应符合 2023-0701T-YD 《车联网密码应用通用要求》。采用基于数字证

书的安全通信协议时，应具备 X.509 安全证书管理系统和 C-V2X 安全证书管理系统，可根据实际情况进行建设。

5 同步授时

5.1 C-V2X 网络授时与同步

在导航卫星信号覆盖区域中，C-V2X 车载终端和 C-V2X (LTE-V2X) RSU 均可使用内置接收机从全球导航卫星系统获得定位和 UTC 授时。

在导航卫星信号缺失区域的边界位置（如隧道进出口、室内停车场出入口），也可连续部署多台 LTE-V2X RSU 使用直连通信空口逐级同步获得 UTC 授时，并可对区域内 C-V2X 车载终端提供直连通信同步、无线定位、无线授时服务。

5.2 路云传输网络同步服务

路云传输网络可支持通过 NTP 或 PTP 时钟同步协议向路侧设备提供时钟同步服务；路侧设备及传输路径上的网络设备应支持相关协议。

6 网络运维保障

应构建网络质量监控及运维体系，保障网络稳定、安全、高效运行，提供长期稳定的服务能力。对 5G 网络、LTE-V2X RSU 设备等网络通信设施需开展常态化设备监控、网络状态监控和日常巡检和应急演练等持续运维工作，同时根据异常状况建立快速响应机制，确保网络持续正常运行，满足各类场景应用需求。

（五） 其他要求

车载终端应支持 5G 和 C-V2X (LTE-V2X) 直连通信能力，其 5G 功能特性应与网络特性功能匹配，以实现预期的端到端网络传输性能；其 LTE-V2X 直连通信的工作频段应符合工信部分配的 5905-5925MHz 频段要求，并满足相关无线通信协议标准要求。

应考虑 C-V2X 车载终端的网络安全防护能力，实现有效识别异常数据包，检测并拒绝恶意的网络攻击。应采取安全通信协议实现双向认证、数据机密性、完整性及防重放保护。车载终端的硬件安全、软件安全、网络和数据安全应满足相关国家和行业标准要求。应使用符合相关安全要求的密码模块，提供密钥管理、密码运算服务等。

若支持网络进行不同优先级的业务传输，云控平台和车载终端应支持优先级通信和信息处理相应功能。

第四部分 车路云一体化功能场景建设参考指南

一 总述

(一) 功能场景定义

功能场景是指车路云一体化体系下能够为网联车辆提供赋能的功能，可与车辆的智能座舱、辅助驾驶系统或自动驾驶系统融合，从而实现协同信息提醒/预警、协同辅助驾驶（C-ADAS）和协同自动驾驶（C-ADS）等不同级别的融合应用。在特定场景下，部分功能场景也可通过移动终端触达用户，为驾驶出行提供赋能。各功能场景的实现对于车辆网联化与智能化等级、智能化路侧基础设施平台、云支撑平台、网络平台具有不同的要求。

(二) 实施步骤

根据场景遴选原则，目前已筛选出 17 个落地场景，并分别给出了场景定义、适用范围、适用车型、场景架构示意图。下一步，将针对典型功能做进一步扩展、完善，具体实施步骤如下：

1 针对已经标准化的场景，严格按照规范推进实施，同时总结实施过程中发现的问题，进行进一步优化；

2 针对有标准化/规范化研究基础的场景，结合各地试点建设探索，进一步深化研究，迭代优化场景建设的功能/性能要求，联合多标委会共同研制标准，形成完备的标准支撑体系，支持功能场景的应用落地；

3 针对匝道、隧道、事故高发区等有显著需求但尚无成熟实现方案的场景，加快推进场景落地研究，为未来具备协同决策、协同控制水平的协同自动驾驶功能落地奠定基础；

4 进一步完善和丰富功能场景，形成分阶段场景部署路线图，结合场景部署路线图推进规划，明确各阶段试点建设需求，为试点建设及基础设施升级规划提供参考。

车路云一体化系统建设与应用指南（正式发布版）

二 典型功能场景及其分类

行业针对车路云一体化应用已经开展大量研究，在《关于开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点的通知》《合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互准》《合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准(第二阶段)》、中国新车评价规程（C-NCAP），以及相关行业研究报告中，都提出了典型功能场景，为试点落地提供参考。具体场景清单详见附件 3。

（一） 功能场景分类

根据网联化技术等级不同，可以分四大类：辅助信息交互、协同感知、协同决策、协同控制；根据与车辆智能化融合程度，可以分为协同信息提醒/预警、协同辅助驾驶（C-ADAS）和协同自动驾驶（C-ADS）融合应用，如表 26 所示。

在协同信息提醒/预警融合应用中，基于自车状态和感知信息同来自路、云的交通动态信息的融合，以提醒、预警等方式在移动终端或车辆智能座舱通过界面显示或声光等方式提醒车辆驾驶员，以弥补人类驾驶员和单车智能在感知能力上的局限。随着车道级定位和时空数据的应用和普及，提醒/预警内容逐步丰富。

在协同辅助驾驶（C-ADAS）融合应用中，符合相应性能要求（通信时延、消息可靠性、感知精度等）和安全要求（信息安全、功能安全等）的网联协同感知与决策信息进入智驾域，支撑车辆辅助驾驶功能更好地实现，甚至提升车辆智能化水平。

在协同自动驾驶（C-ADS）融合应用中，符合较高性能要求（通信时延、消息可靠性、感知精度等）和安全要求（信息安全、功能安全等）网联协同感知、决策与控制信息开始支撑车辆自动驾驶，提升车辆盲区与超视距感知能力，预测性和多车博弈等场景下决策能力，以及特殊情况下的控制能力。

表 26 车辆智能化网联化融合发展阶段

智能化融合程度 网联化技术等级	协同信息提醒/预警	协同辅助驾驶（C-ADAS）	协同自动驾驶（C-ADS）
辅助信息交互	导航信息、天气信息等	导航信息、天气信息等	导航信息、天气信息等
协同感知	一阶段场景中除绿波车速引导和汽车近场支付外的所有场景 二阶段感知数据共享、弱势交通参与者安全通行场景	在上一阶段基础上，C-ACC、C-AEB等	在上一阶段基础上，自主避障等
协同决策	N/A	协同交叉口通行、协同匝道汇入、协同变道等	在上一阶段基础上，高速公路编队行驶等
协同控制	N/A	N/A	C-AVP、车路云一体化的高度自动驾驶等

（二）功能场景遴选原则

为更好服务于城市级车路云一体化建设，在众多功能场景中应首先遴选一批经济和社会价值突出，具备规模化推广条件的场景，推动在试点城市的率先应用。对于场景的遴选，在考虑场景的提高车辆安全、提高交通效率等方面的作用基础上，还有着重考虑有利于实现规模化、标准化的因素，提出以下三条场景遴选原则。

为更好服务于城市级车路云一体化建设，在场景遴选上从有利于实现规模化、标准化的因素出发，提出以下三条场景遴选原则。

1 基础设施需求明确，有利于大规模建设

车路云一体化功能设计需要综合考虑车端、路侧、云端、网络之间的协同，优先部署具备行业共识、基础设施建设需求清晰、规模应用前景良好的场景。

2 有较高的标准规范研究基础

功能场景的技术要求与测试规范是落地应用的关键基础，推荐的功能场景具备明确统一的功能测试要求或较强的标准化/规范化研究基础。

3 显著赋能协同智能驾驶落地

在试点周期内加快网联域与智驾域的融合，以协同辅助驾驶、特定场景协同自动驾驶为切入点，重点选取可与车辆辅助驾驶/自动驾驶系统融合的原子型功能场景，以及 C-AEB、C-ACC、C-AVP 等复合型功能场景。

（三）功能场景推荐清单

基于上述三条场景遴选原则和已发布的行业报告、标准等文件中提出的功能场景（附件 3），第一阶段共遴选出 17 个网联赋能功能场景，每个功能场景与车辆智能化融合的方式及信号类别分别如表 27 和表 28 所示。

表 27 功能场景与车辆智能化融合的方式

序号	典型功能场景	协同信息提醒/预警 (驾驶人)	C-ADAS (智驾域)	C-ADS (智驾域)
1	交通信号灯上车	●	●	●
2	闯红灯预警	●	●	●
3	绿波车速引导	●	●	●
4	前方有遮挡异常车辆	●	●	●
5	有遮挡的十字路口交叉碰撞预警	●	●	●
6	超视距弱势交通参与者	●	●	●
7	道路状况推送	●	●	●
8	公交车道共享	●	●	●
9	紧急车辆优先通行	●	●	●
10	行驶车道建议	●	●	●
11	高速公路/快速路匝道汇入	●	●	●
12	车道级交通拥堵信息	●	●	●
13	感知信息共享	●	●	●
14	异常车辆远程接管	○	○	●
15	C-AEB	○	●	●
16	C-ACC	○	●	●
17	C-AVP	○	●	●

●表示该功能场景应支持对应分类应用

○表示该功能场景可以支持对应分类应用

功能场景基本性能要求

本指南提出的功能场景可服务协同信息提醒/预警、协同辅助驾驶和协同自动驾驶三大类融合应用，对车辆网联化、智能化等级，以及路、云、网等基础设施的功能性能要求逐步提高，具体如表 29 基础性能要求所示。

表 28 功能场景信号类别

信号类型	信息类型	支持协同预警功能	支持协同辅助驾驶功能
感知信号	信号灯信息	交通信号灯上车、 闯红灯预警、 绿波车速引导	基于信号灯信息推送的 C-ACC、C-NOA、C-TJA 等
	交通事件/交通标志标识	车道级交通拥堵信息、 道路状况推送	基于交通事件信息推送的 C-ACC、C-NOA、C-HWA、C-ISLC 等
	弱势交通参与者	超视距弱势交通参与者	基于弱势交通参与者信息推送的 C-ACC、C-NOA、C-AEB、C-AVP 等
	其他车辆状态	有遮挡的十字路口交叉碰撞预警、 公交车道共享、 紧急车辆优先通行	基于其他车辆状态信息推送的 C-ACC、C-NOA、C-AEB 等
	其他车辆意图	前方有遮挡异常车辆、 高速公路/快速路匝道汇入	基于其他车辆意图信息推送的 C-ACC、C-NOA、C-HWA、C-AEB 等
决策规划信号	驾驶行为决策	行驶车道建议	基于协同决策信号的 C-ACC、C-NOA、C-AVP 等
控制信号	紧急车辆信息		紧急车辆优先通行
	远程控制指令		异常车辆远程接管

表 29 基础性能要求

	协同信息提醒/预警	C-ADAS	C-ADS
车	网联化等级 L1+ 智能化等级 L0~L5 (参见第三部分第一 (三)节表 1)	网联化等级 L2+ 智能化等级 L1~L5 (参见第三部分第一 (三)节表 1)	网联化等级 L2+ 智能化等级 L3~L5 (参见第三部分第一 (三)节表 1)
路	一般道路 (参见第三部分第二 (三)节)	重点区域及关键路口 路段 (参见第三部分第二 (三)节)	重点区域及关键路口 路段 (参见第三部分第二 (三)节)
云	下发数据频率 $\geq 2\text{Hz}$ 云端处理时延 60ms	下发数据频率 $\geq 10\text{Hz}$ 云端处理时延 60ms	下发数据频率 $\geq 10\text{Hz}$ 云端处理时延 60ms
网	5G 和 C-V2X 直联通信 协同组网, 车云通信时 延 500ms@99% (参见第三部分第一 章: 四(四)1)	5G 和 C-V2X 直联通信 协同组网, 车云通信时 延 20~ 50ms@99% (参见第三部分第一 章: 四(四)1)	5G 和 C-V2X 直联通信 协同组网, 车云通信时 延 20~ 50ms@99% (参见第三部分第一 章: 四(四)1)

四 典型功能场景

(一) 交通信号灯上车

1 功能场景定义

当车辆行驶至有信号灯控制的路口一定范围内，收到由路侧RSU推送或云端下发信号灯实时状态信息，使车辆能及时、准确感知信号灯的实时状态。可用于向驾驶员推送或用于车辆的辅助驾驶系统、自动驾驶系统做出正确的驾驶决策。

2 适用范围

适用于具备网联信号灯的城市道路与公路。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车等。

4 场景架构示意图

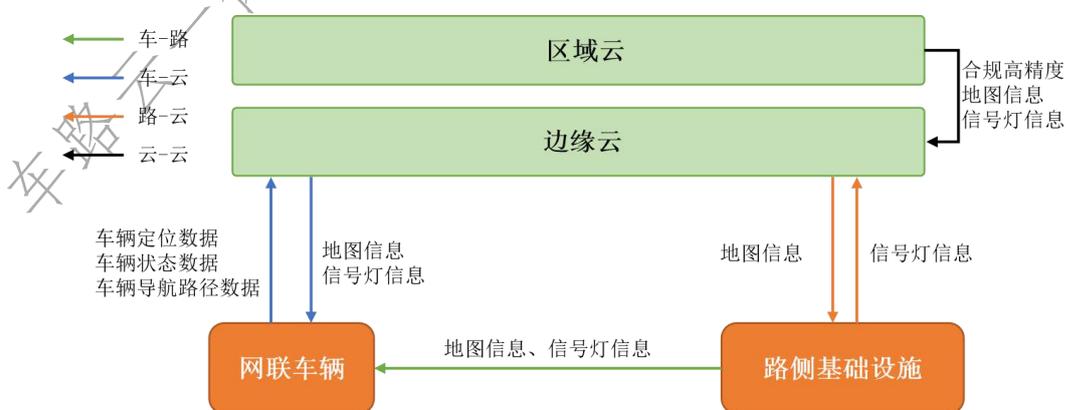


图 27 交通信号灯上车架构示意图

(二) 闯红灯预警

1 功能场景定义

当车辆行驶至有信号灯控制的路口一定范围内，根据车辆位置和速度，信号灯实时状态等信息判断车辆是否有违规越线风险（车头通过停止线时信号灯状态为红，或即将为红）。当存在红灯过线风险时，可通过手机/平板或智能座舱向驾驶员进行提醒或用于车辆的辅助驾驶系统、自动驾驶系统做出正确的驾驶决策。

2 适用范围

适用于具备网联信号灯的城市道路与公路。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车等。

4 场景架构示意图



图 28 闯红灯预警架构示意图

(三) 绿波车速引导

1 功能场景定义

车辆行驶向信号灯控制交叉路口，根据车辆上报的实时状态、收到由路侧推送或云端下发信号灯实时状态信息、路侧上报的道路信息（如交通参与者信息、路口排队长度等），结合信号灯实时状态信息和排队消散预测，向车辆提供可通过路口的车速区间。可向驾驶员推送或用于车辆的辅助驾驶系统、自动驾驶系统做出正确的驾驶决策。

2 适用范围

适用于具备网联信号灯的城市道路与公路。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车等。

4 场景架构示意图

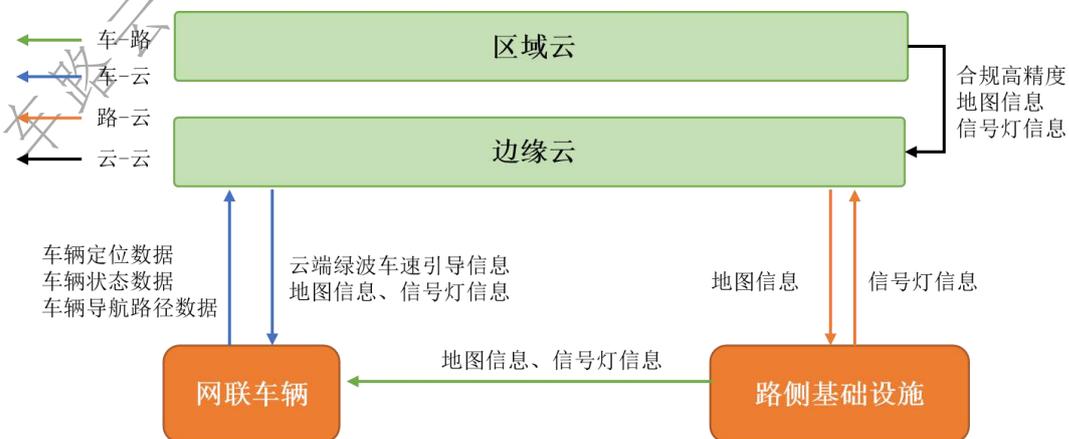


图 29 绿波车速引导架构示意图

（四） 前方有遮挡异常车辆

1 功能场景定义

车辆在道路上行驶时，由于天气原因或遮挡造成车辆视野受限，无法及时发现同车道前方的异常车辆（车辆故障、异常停车、低速行驶、超速行驶、逆向行驶、紧急制动等）而产生碰撞风险。车辆通过车车、车路或车云信息交互，提前获取前方的异常车辆状态或预警信息，可用于向驾驶员发出预警信息或用于车辆的辅助驾驶系统、自动驾驶系统做出驾驶决策应对风险，保障行车安全。

2 适用范围

适用于城市道路、公路与封闭环境道路。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车、封闭环境智慧车辆等。

4 场景架构示意图

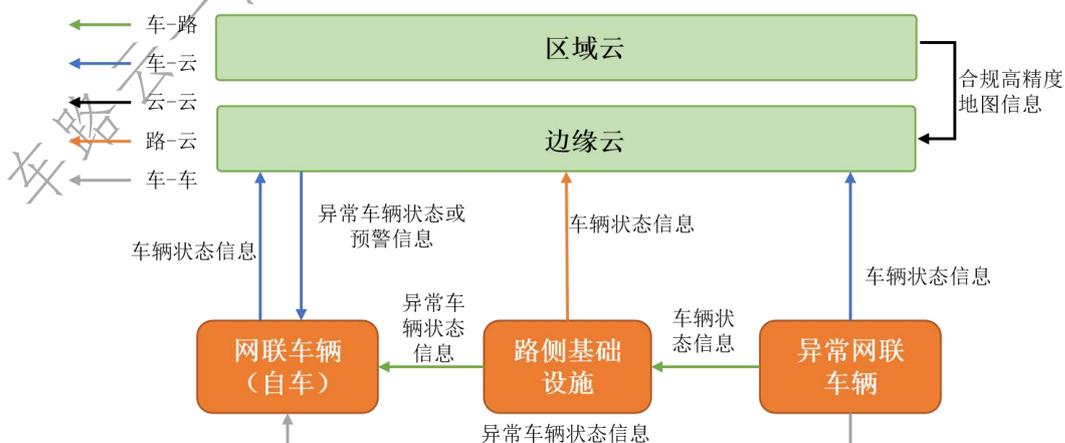


图 30 前方有遮挡异常车辆架构示意图

(五) 有遮挡的十字路口交叉碰撞

1 功能场景定义

车辆驶向交叉路口或在路口起步时，由于无法及时发现盲区（受车辆、建筑物或树木等遮挡）内的交通参与者而产生碰撞风险。车辆通过车车、车路或车云信息交互，获取盲区内的交通参与者或碰撞预警信息，向驾驶员发出预警信息或用于车辆的辅助驾驶系统、自动驾驶系统做出驾驶决策应对风险，保障行车安全。

2 适用范围

适用于城市道路、1-4 等级公路与封闭环境道路。。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车、封闭环境智慧车辆等。

4 场景架构示意图

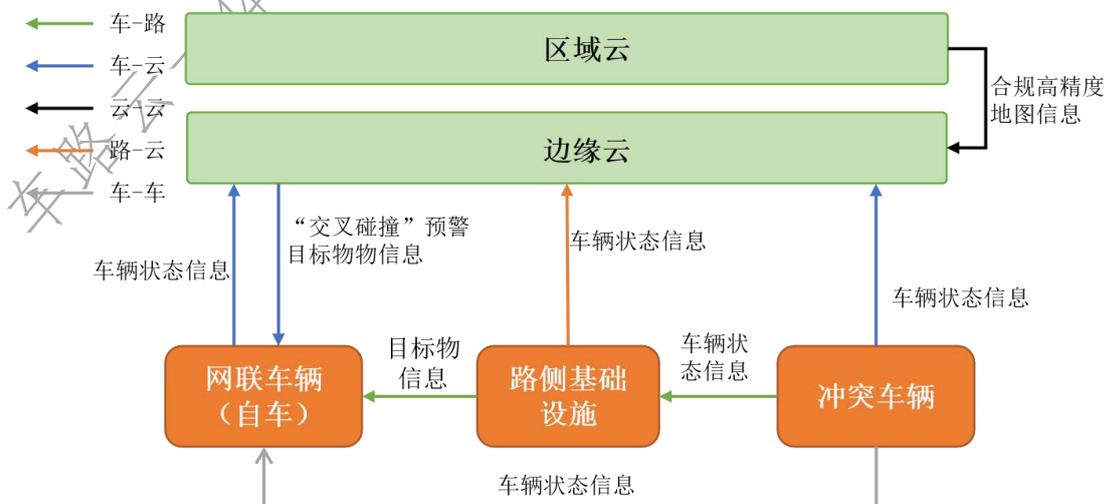


图 31 有遮挡的十字路口交叉碰撞架构示意图

（六）超视距弱势交通参与者

1 功能场景定义

车辆在行车过程中，可能与视野范围外（盲区或超出感知范围）的弱势交通参与者（行人或非机动车）产生碰撞风险。路侧感知系统将检测到弱势交通参与者信息，发送给路侧 RSU 或边缘云。车辆通过车路或车云信息交互，获取视野范围外的弱势交通参与者信息或预警信息，用于向驾驶员发出预警信息或用于车辆的辅助驾驶系统、自动驾驶系统做出驾驶决策应对风险，保障行车安全。

2 适用范围

适用于城市道路、1-4 等级公路、封闭园区、停车场等。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车、封闭环境智慧车辆等。

4 场景架构示意图

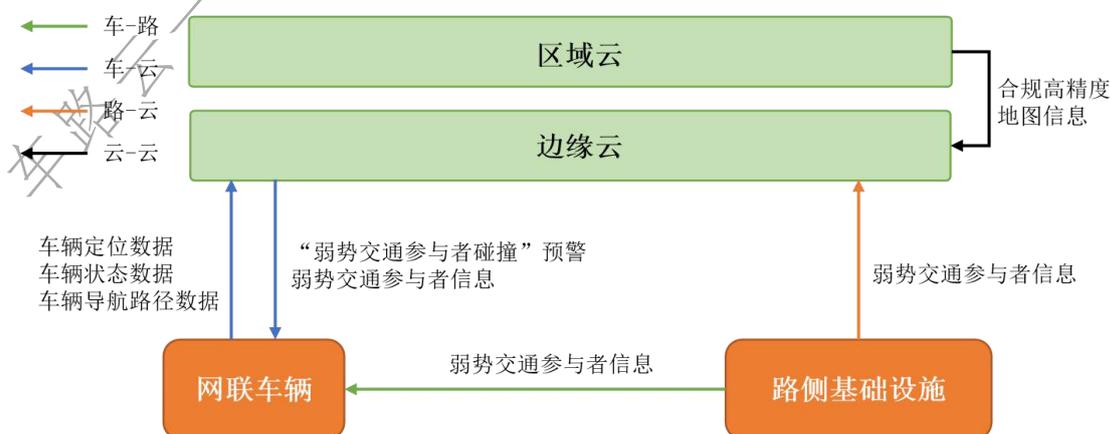


图 32 超视距弱势交通参与者架构示意图

(七) 道路状况推送

1 功能场景定义

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、设置锥桶、出现路面遗撒、桥下存在积水）或异常天气（如雨、雪、雾等）时，通过路侧 RSU 推送或云端下发道路危险状况/异常天气信息/预警或导航、换道、车速等建议，保证车辆行驶安全性和通行效率。可用于向驾驶员推送信息或用于车辆的辅助驾驶系统、自动驾驶系统做出驾驶决策应对风险，保障行车安全。

2 适用范围

适用于覆盖道路感知能力的城市道路、公路与封闭环境道路等。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车、封闭环境智慧车辆等。

4 场景架构示意图

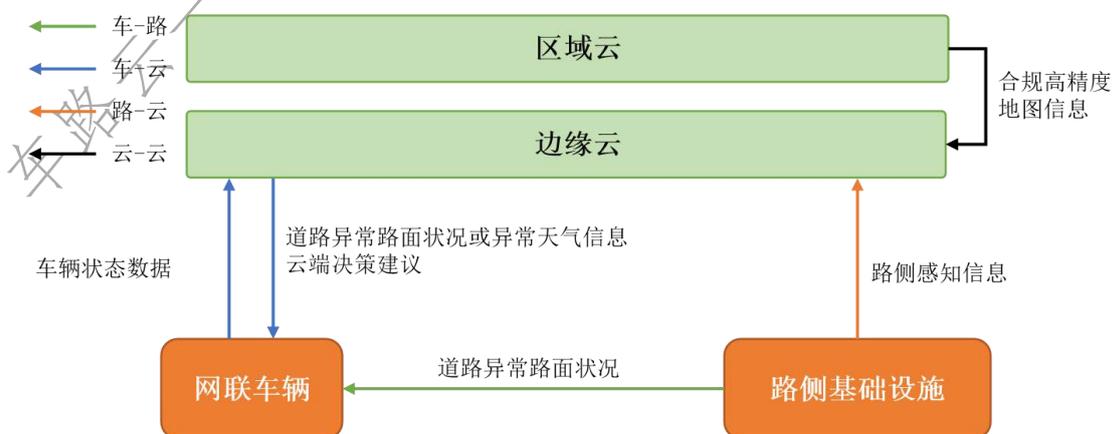


图 33 道路状况推送架构示意图

（八） 公交车道共享

1 功能场景定义

公交专用道在早晚高峰通常对社会车辆限行，为提高公交专用道的利用率，综合当前路段的共享状态（共享/关闭）、公交专用道的实时路况、自车所在位置信息，判定社会车辆是否可驶入公交专用道，并通过路侧 RSU 推送或云端下发相关的提醒或告警消息。可用于向驾驶员推送信息或用于车辆的辅助驾驶系统、自动驾驶系统做出驾驶决策。

2 适用范围

适用于所有公交专用道的路段。

3 适用车型

智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车等。

4 场景架构示意图

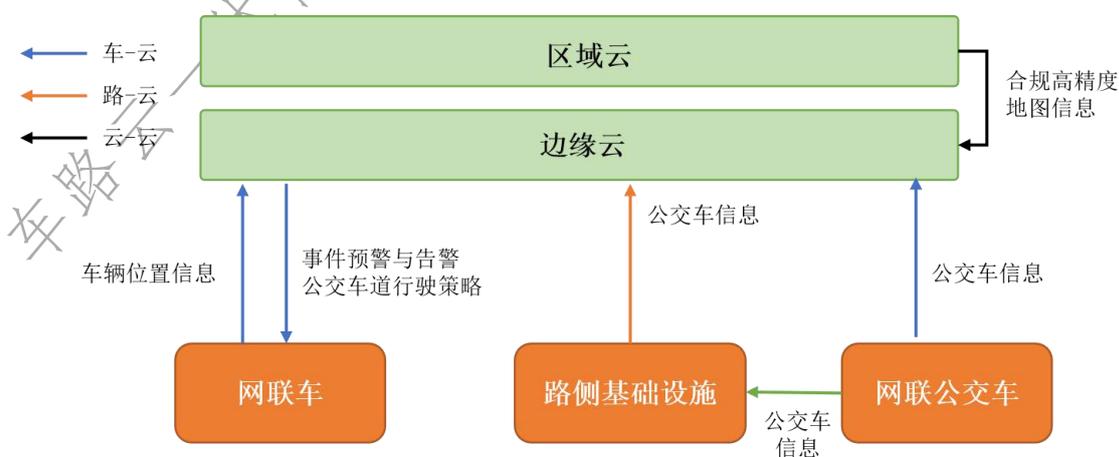


图 34 公交车道共享架构示意图

(九) 紧急车辆优先通行

1 功能场景定义

云端通过第三方平台或注册认证获取道路上的紧急车辆（救护车、消防车、警车或其他紧急车辆）的信息，根据紧急车辆的车速、位置及路口信号灯等信息，调整信号灯配时使紧急车辆减少等待，同时通过路侧 RSU 或云端向其前方的车辆发送紧急车辆让行提示。可用于向驾驶员推送信息或用于车辆的辅助驾驶系统、自动驾驶系统做出驾驶决策。

2 适用范围

适用于城市道路、公路路段。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车等。

4 场景架构示意图

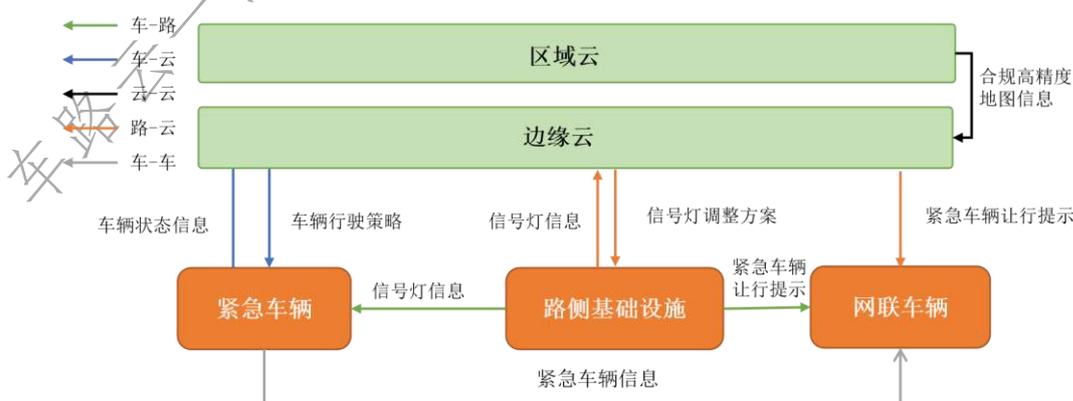


图 35 紧急车辆优先通行架构示意图

(十) 行驶车道建议

1 功能场景定义

云端根据车辆位置及道路中的交通参与者、道路拥堵、施工、事故等动态信息，通过综合计算为车辆规划最优车道行驶路径，将建议车道推荐驾驶员或车辆的辅助驾驶系统、自动驾驶系统。

2 适用范围

适用于分车道的城市道路与公路。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车、封闭环境智慧车辆等。

4 场景架构示意图

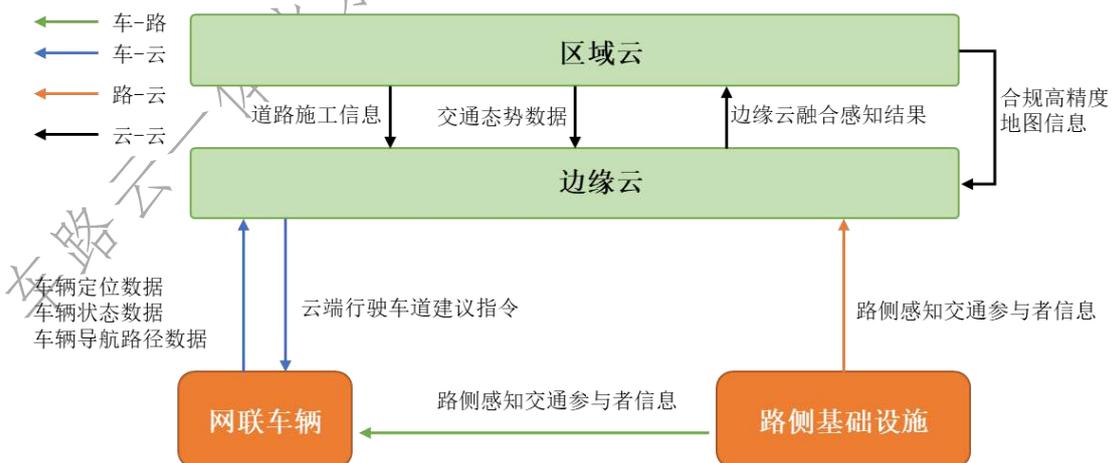


图 36 行驶车道建议架构示意图

(十一) 高速公路/快速路匝道汇入

1 功能场景定义

高速公路/快速路主干道上，网联车辆行驶至匝道汇入路段，若匝道内一定距离内有车辆行驶，云端向网联车辆下发匝道汇入预警指令或匝道汇入车速规划建议，避免发生交通事故。

匝道上，网联车辆行驶至匝道汇入路段，若主干道上一定距离内有车辆行驶，云端向网联车辆下发匝道汇入预警指令或匝道汇入车速规划建议，避免发生交通事故。

可通过手机/平板或智能座舱向驾驶员进行信息推送或用于车辆的辅助驾驶系统、自动驾驶系统做出正确的驾驶决策。

2 适用范围

适用于高速公路/快速路匝道汇入区域。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、公路物流车。

4 场景架构示意图

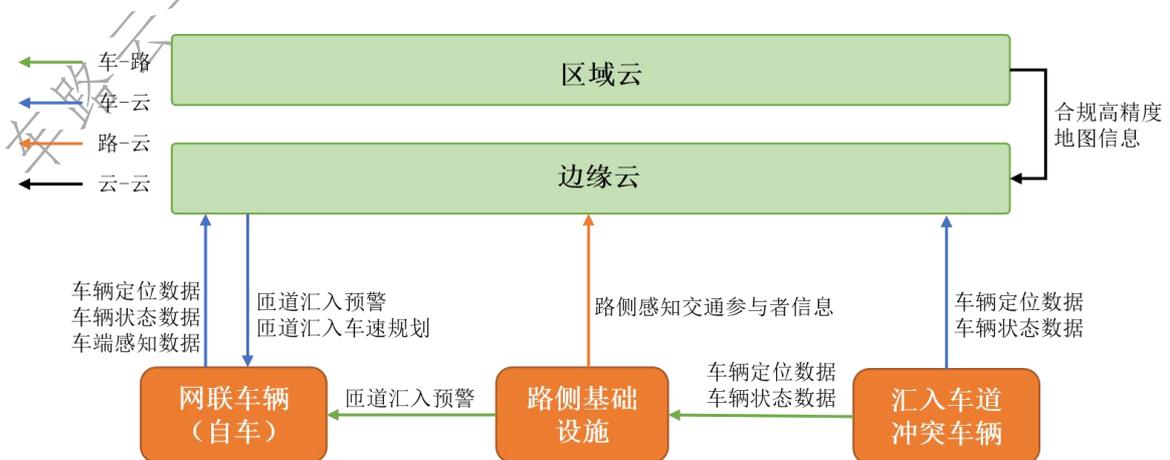


图 37 高速公路/快速路匝道汇入架构示意图

(十二) 车道级交通拥堵信息

1 功能场景定义

根据路侧感知及车辆上报的位置和行驶速度，检测和判断道路车道级拥堵情况，如交通流量或道路拥堵情况大于一定范围，云端向途经拥堵路段车辆和拥堵路段附近车辆发送车道级道路拥堵信息。可通过手机/平板或智能座舱向驾驶员推送信息或用于车辆的辅助驾驶系统、自动驾驶系统做出正确的驾驶决策。

2 适用范围

适用于分车道的城市道路与公路。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车等。

4 场景架构示意图

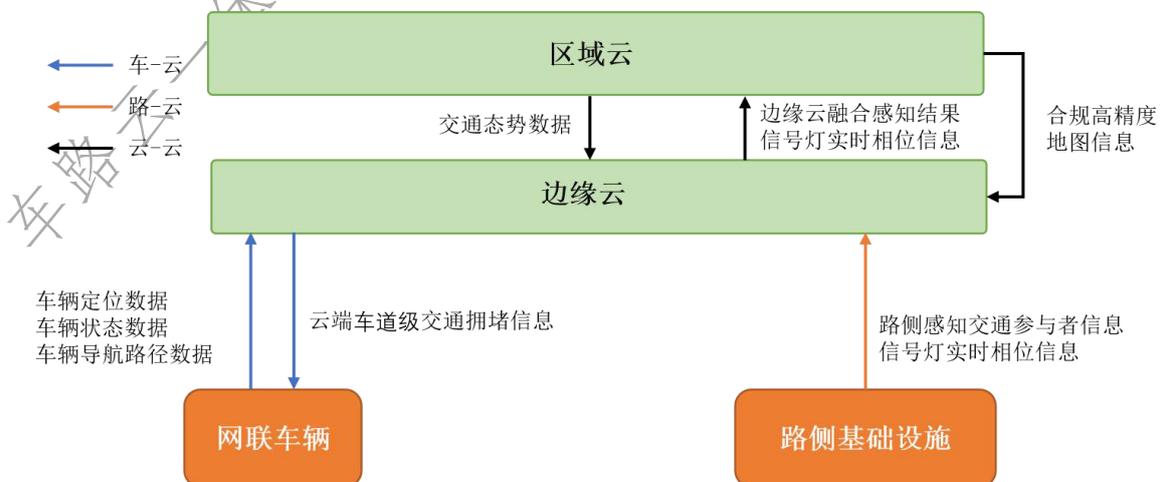


图 38 车道级交通拥堵信息架构示意图

(十三) 感知信息共享

1 功能场景定义

车辆或路侧通过自身搭载的感知设备（摄像头、激光雷达等传感器）获取周围交通参与者或道路交通状况信息，经过处理后的感知共享数据通过车车、车路或车云等通信方式，发送给周围其他车辆。车辆可以通过感知共享数据可提前获取不在自身视野范围内的交通参与者或道路交通状况信息，用于向驾驶员发出预警或用于车辆的辅助驾驶系统、自动驾驶系统做出正确的驾驶决策，减少交通事故和二次伤害，提高行车安全和通行效率。

2 适用范围

适用于公路、城市道路及封闭环境道路。

3 应用系统

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车、封闭环境智慧车辆等。

4 场景架构示意图

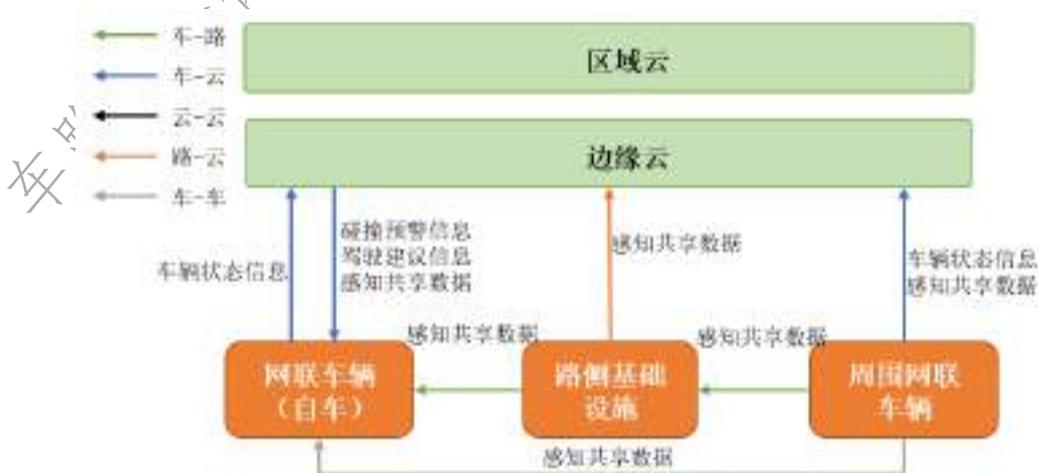


图 39 感知信息共享架构示意图

(十四) 异常车辆远程接管

1 功能场景定义

车辆(具备 L3 及以上的自动驾驶系统)在道路中行驶,当发生无法识别的异常场景或故障时,基于 C-V2X 通信技术将车辆、路侧单元(RSU)、远程遥控云端控制平台(云控)、远程遥控驾驶舱进行连接,实现由人或者机器通过第三方应用对远程车辆实施驾驶操控,期间云端对远程接管事件持续监管并记录事件数据。当所需前置条件或通信连接服务质量不能满足远程遥控接管业务要求时,应退出远程接管,以保证作业安全。

2 适用范围

适用于公路、城市道路及封闭环境道路。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车、封闭环境智慧车辆等。

4 场景架构示意图

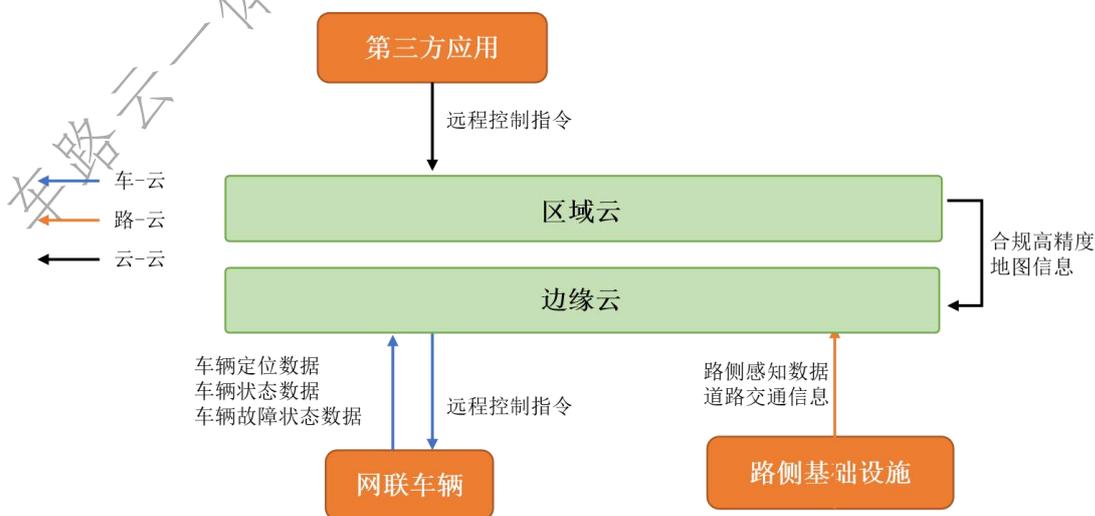


图 40 异常车辆远程接管架构示意图

(十五) C-AEB

1 功能场景定义

车辆(具备 L2 及以上的驾驶自动化系统)在道路中行驶,当道路中存在遮挡场景(如“鬼探头”)时,车辆不能及时识别有潜在危险的目标物(如车辆、行人)。通过车车、车路或车云等通信方式,可以提前获知目标物信息,当检测到本车与目标物存在碰撞风险时,通过车端识别、RSU 或云端下发预警信号,并在必要时发出控车信号(制动或降低车速)从而避免碰撞或减轻碰撞程度。

2 适用范围

适用于公路、城市道路及封闭环境道路等。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车、封闭环境智慧车辆等。

4 场景架构示意图

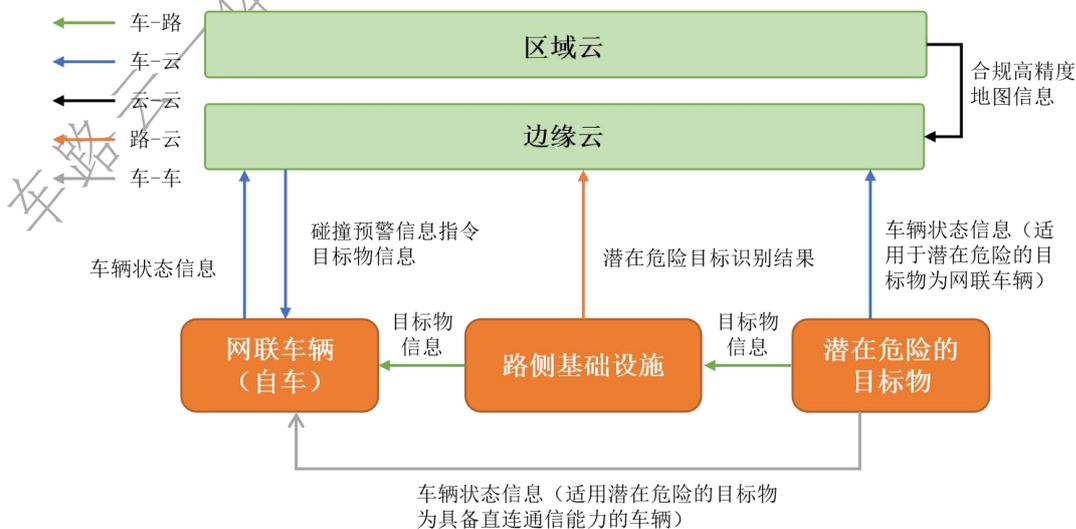


图 41 C-AEB 架构示意图

(十六) C-ACC

1 功能场景定义

网联式自适应巡航控制 C-ACC 是在传统 ACC 跟车功能、定速巡航功能的基础上引入 C-V2X 通信技术，可提前感知非视距的目标物、信号灯以及道路交通信息，实现全路段特别是交叉路口场景的自适应巡航控制，提升和扩展单车自适应巡航控制系统。

2 适用范围

适用于公路、城市道路及封闭环境道路。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车、封闭环境智慧车辆等。

4 场景架构示意图

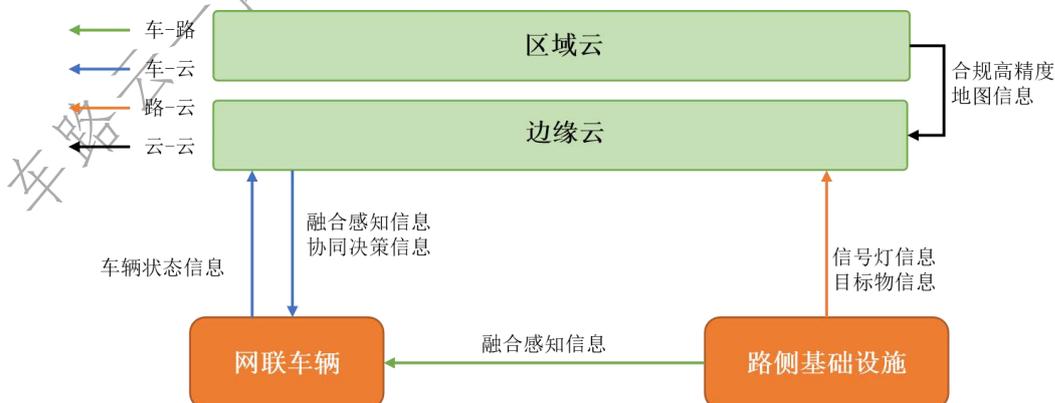


图 42 C-ACC 架构示意图

(十七) C-AVP

1 功能场景定义

网联式自主代客泊车 C-AVP 是在车辆具备传统的 APA、记忆泊车能力的基础上，驾驶员用手机通过蜂窝网络向云平台发送召泊车指令，云平台通过云端/RSU 向车辆发送召泊车指令、停车场地图、空车位信息、障碍物信息、路径规划等信息，并通过安装在场端的定位设备帮助车辆完成自身定位，实现在停车场区域内的全无人自主代客泊车功能，提升整体的泊车效率和停车场的车位利用率。

2 适用范围

适用于室内外的开放或专用停车场。

3 适用车型

智慧公交、智慧环卫、智慧出行乘用车、城市物流车、公路物流车、封闭环境智慧车辆等。

4 场景架构示意图

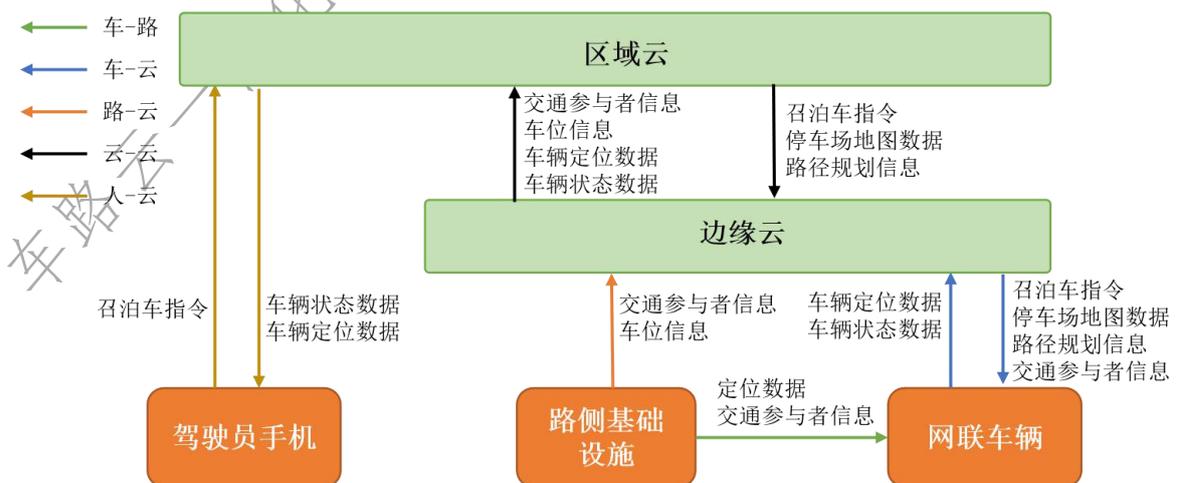


图 43 C-AVP 架构示意图

致谢

感谢以下单位在本指南撰写过程中提出的宝贵建议与意见：智能汽车与智慧城市协同发展联盟、移动通信及车联网国家工程研究中心、中国地图出版社集团有限公司、车路协同创新联合体、云控智行科技有限公司、西部车网（重庆）有限公司、北京智行者科技股份有限公司、北京四维图新科技股份有限公司、国汽大有时空科技（安庆）有限公司、上海零数众合信息科技有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、中国第一汽车集团有限公司、广州汽车集团股份有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、上海蔚来汽车有限公司、长城汽车股份有限公司、江铃汽车股份有限公司、宝马（中国）服务有限公司、阿里云计算有限公司、北斗思源大数据有限公司、北京大唐高鸿数据网络技术有限公司、北京皓赫联赢科技有限公司、北京环卫集团环卫装备有限公司、北京开云智联科技有限公司、北京雷科防务科技股份有限公司、北京理工雷科电子信息技术有限公司、北京理工睿行电子科技有限公司、北京市市政工程设计研究总院有限公司、北京万集科技股份有限公司、北京星云互联科技有限公司、北京云驰未来科技有限公司、北京智能车联产业创新中心有限公司、博世智能网联科技有限公司、彩虹无线（北京）新技术有限公司、车壹圈（北京）科技有限公司、成都宜泊信息科技有限公司、重庆邦运物流有限公司、重庆大学、重庆大学产业技术研究院、重庆哆来目科技有限公司、重庆交通大学、重庆泷通科技股份有限公司、重庆泷通新能源集团有限公司、重庆南华中天信息技术有限公司、重庆商界创新科技集团有限公司、重庆市商贸物流商会、重庆市信息通信咨询设计院有限公司、重庆一苇以航科技有限公司、重庆长安民生物流股份有限公司、重庆蜘蛛网公路港物流股份有限公司、东北大学、东风悦享科技有限公司、广东省智能网联汽车创新中心有限公司、国汽智端（成都）科技有限公司、国汽智控（北京）科技有限公司、国汽智图（北京）科技有限公司、合肥市综合管廊投资运营有限公司、湖南湘江智能科技创新中心有限公司、湖南湘江智芯云途科技有限公司、华数传媒网络有限公司、华为技术有限公司、际络科技（上海）有限公司、江苏天安智联科技股份有限公司、雷科智途（北京）科技有限公司、联通智网科技股份有限公司、蘑菇车联信息科技有限公司、南京慧尔视智能科技有限公司、南京交通运营管理集团有限公司、南京智能网联云控平台运营管理有限公司、清华大学苏州汽车研究院、锐捷网络股份有限公司、三和环通多式联运（北京）有限公司、山西云动力新能源有限公司、上海锆途科技有限公司、上海国际汽车城（集团）有限公司、深圳市金溢科技股份有限公司、沈阳车网科技发展有限公司、四川省自动化仪表研究所、四川天府新区北理工创新装备研究院、四川宜云智能网联汽车科技有限公司、苏州空地网联科技有限公司、苏州智行众维智能科技有限公司、天翼交通科技有限公司、无锡市车城智联科技有限公司、五凌电力有限公司山西分公司、武汉英泰斯特电子技术有限公司、西联电驱（重庆）科技有限公司、希迪智驾（湖南）股份有限公司、先导（苏州）数字产业投资有限公司、新华三技术有限公司、亿咖通（湖北）技术有限公司、赢彻科技（浙江）有限公司、赢彻星创智能科技有限公司（上海）有限公司、云智振兴（北京）能源科技有限公司、招商局检测车辆技术研究院有限公司、浙大启真未来城市科技（杭州）有限公司、浙江大学、浙江海康智联科技有限公司、浙江绿色智行科创有限公司、浙江森瀚智能科技有限公司、浙江数智交院科技股份有限公司、智界新能（北京）科技有限公司、智能汽车创新发展平台（上海）有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、中国市政工程中南设计研究总院有限公司、中科慧拓（北京）科技有限公司、中汽院智能网联科技有限公司、中通云配（重庆）科技有限公司、中信科智联科技有限公司、中兴通讯股份有限公司、中移（上海）信息通信科技有限公司。

附件 1：网络与数据安全建设参考指南

（一）网络与数据安全建设部署需求

车路云一体化系统在推动汽车与交通高度智能化的同时，由于其开放性，导致其面临严峻的网络与数据安全风险，一旦其安全性遭受破坏，将可能影响人身财产安全、交通安全，严重时甚至会对社会安全和国家安全造成影响。

为保障车路云一体化系统运行的安全可靠，同时满足相关安全合规与监管要求，需要构建多维度纵深防御的安全管理体系与技术体系。车路云一体化系统网络与数据安全建设应围绕车辆端设备、路侧设备、云支撑平台、网络平台等车路云一体化系统全要素开展系统化的安全设计，覆盖终端安全、平台安全、通信安全、网络安全、数据安全等方面，构建系统化、层次化、高安全、自主可控的安全防护体系及一体化的安全监测与运营体系。

（二）安全架构

车路云一体化系统安全架构覆盖车辆端设备、路侧设备、云支撑平台、通信网等车路云一体化系统全要素，如下图所示。



图 44 车路云一体化系统安全架构

(三) 网络与数据安全要求

1 平台安全要求

针对云支撑平台基础安全问题，应按照网络安全等级保护 2.0 三级及以上的技术和管理要求进行设计，基于主机安全防护、安全接入、安全审计等技术，包括不限于部署堡垒机、SSL VPN 等安全设施，构建覆盖安全管理中心、安全通信网络、安全区域边界、安全计算环境的一个中心三重防护的纵深防御体系。

应定期开展车路云一体化系统安全风险评估工作，覆盖车路云一体化系统各子系统。

应部署密钥管理系统、X509 证书系统、C-V2X 证书系统等作为安全基础设施，提供密钥管理、证书管理、密码运算服务等安全功能。

应具备细粒度的访问控制机制，确保只有授权用户才能访问敏

感数据，能够根据用户的角色、身份和权限等因素，决定其对数据的访问权限。

应具备安全审计和日志管理机制，系统审计应具有不可抵赖性，日志功能应该能够记录系统及设备日常情况、异常情况及其他安全事件。严格控制日志的访问授权，禁止对日志违规增删、更改，并记录所有访问和操作日志。

应具备漏洞管理与补丁管理机制，使用自动化工具定期扫描云环境中的漏洞和弱点，及时发现并修补这些漏洞。支持自动化的补丁管理和部署流程。

2 终端安全要求

应采取系统安全启动、安全升级、系统漏洞修复（在系统正式发布前填补所有已知安全漏洞补丁）、访问点安全访问控制等防护措施保障终端自身安全，同时基于通信安全/网络安全要求，实现车云/路云安全通信、车端/路端入侵检测能力。

路侧设备和车端设备应搭载符合国家商用密码系列标准的安全芯片，实现基于商用密码算法的密钥管理、证书管理、安全计算等密码模块功能。

3 通信安全要求

针对车路云之间信息交互面临的通信安全问题，应采取基于PKI技术的云云、路云、车云安全通信防护措施，保障系统各通信

实体间通信安全。

针对车云、路云安全通信，应配建 X509 PKI 系统，通过签发数字证书来统一表达云平台、路侧设备、车辆端设备的身份，实现对各通信实体的高强度安全认证，并基于 HTTPS/TLS/MQTT 协议实施通信链路加密，保证信息数据在通信通道上的传输安全；进一步，建议通过实施数字签名，保证感知/决策/控制信息与指令等数据在传输过程中的完整性、机密性及行为的不可抵赖性。

针对车车、车路的 V2X 通信，应配建 C-V2X 证书系统，通过签发 V2X 数字证书统一表达 V2X 终端的身份，基于 C-V2X 安全通信协议采用数字签名技术保证 V2X 通信数据的真实性和完整性、采用匿名证书技术保证 V2X 终端设备隐私。应建立基于可信任根证书列表的跨域互信互认机制以及跨部门数字证书互认体系，支持跨车型、跨城市互联互通。C-V2X 安全证书管理系统 ICA 应作为二级节点接入根 CA，各根 CA 接入车联网安全信任根管理平台，由车联网安全信任根管理平台生成并发布可信根证书列表（Trusted Root Certificate List, TRCL）。

4 网络安全要求

针对车路云一体化系统复杂网络环境下的网络入侵检测和防御问题，应建立覆盖车端设备、路侧设备、云支撑平台等的网络安全防护体系。

云端系统应按照网络安全等级保护 2.0 三级及以上的技术要求，

基于网络访问控制、恶意代码防护、入侵检测与防御、DDoS 防护等技术，部署包括不限于防火墙、抗 DDoS 产品、应用级防火墙（WAF）、IDS 等网络安全防护设施。

车端/路端设备应分别部署入侵检测与防御系统（IDPS），支持防火墙功能，预置黑白名单策略，对 IP、Port 进行访问控制；支持入侵检测与防御功能，支持 4G/5G/WIFI/Eth 通道网络数据报文异常检测，支持实时检测和阻断网络异常和入侵行为，支持预置入侵检测策略集（包括 DoS 攻击类、网络畸形报文类、网络欺骗类、网络扫描探测类、密码爆破类、木马病毒植入类等）；支持记录入侵检测防御日志信息。

5 数据安全要求

针对车路云一体化系统大量数据的安全防护与管理问题，采取数据全生命周期安全防护与安全监测措施，保障数据处理的安全合规。

5.1 数据安全防护

应基于敏感数据加密/脱敏、数据安全传输、数据访问控制、数据安全销毁等技术，实施数据全生命周期安全防护，有效保障车路云一体化系统数据安全。

建议部署基于隐私计算技术的数据安全共享系统，为以数据要素安全流通的方式推进数据共享共用提供安全支撑。

5.2 数据安全监测

应基于敏感数据 API 访问监测、数据访问异常监测、数据出境行为监测、数据安全审计等技术，部署数据安全监测平台，有效监控车路云一体化系统数据访问安全。

6 安全监测与运营要求

针对车路云一体化系统安全监管问题，应建立覆盖车端、路端、云端的一体化网络及数据安全监测与运营中心，提供安全事件管理和快速安全应急响应能力和可持续安全事件检测能力，实现系统安全态势的“可见、可管、可控、可信”，为城市智能网联汽车安全监测平台提供重要支撑。

应部署网络及数据安全监测与运营中心提供车端、路端、云端等的网络与数据安全事件采集、告警分析研判、资产信息管理、入侵检测规则策略配置与更新管理、安全漏洞管理、安全运维审计、安全态势感知、应急响应等功能。通过采集车路云一体化系统的网络与数据安全事件、安全日志，基于对安全事件进行分析、统计以及可视化呈现，实现车路云一体化系统的实时安全态势监控，及早发现安全风险，根据不同的威胁等级触发风险预警、开展溯源分析、漏洞验证和策略更新等安全管控，有效治理车路云一体化系统的网络与数据安全问题。

7 供应链安全要求

应按照《关键信息基础设施安全保护条例》要求，有效开展供应商管理、供应链软件代码和开源组件安全检测，保障供应链安全。

8 人工智能安全要求

建议基于入侵检测与防御、AI 对抗攻击防护、访问控制、数据加密、隐私保护、安全审计等技术，确保人工智能模型安全、训练数据安全、感知数据安全，防范对人工智能系统的攻击、侵入、干扰、破坏和非法使用。

车路云一体化系统建设与应用指南

附件 2：车路云一体化标准体系

试点城市应充分发挥标准的基础支撑与顶层引领作用，推荐采信由中国汽车工程学会、中国智能网联汽车产业创新联盟联合汽车、通信、公安、测绘、住建、交通等跨行业标准化组织及研究机构，对照《试点》内容要求及标准体系框架，系统梳理支撑试点内容实现的相关国家标准、行业标准、团体标准，梳理形成的《智能网联汽车“车路云一体化”应用试点推荐标准清单》（2024 版）（以下简称《推荐标准清单》（2024 版）），以统一的标准体系指导试点城市建设高质量发展，支持跨城市互联互通，为车路云一体化大规模应用涌现提供必要的基础条件和安全的运营环境。

《推荐标准清单》（2024 版）遵照以下推荐原则：（1）针对结构性、通用性等底层基础标准，在第一批应用试点工作中优先推动统一；（2）结合车路云一体化场景规模化发展趋势分析标准统一的紧迫性，优先支撑“协同预警功能和协同驾驶辅助功能”相关标准统一；（3）梳理行业标准空白、标准重复制定的技术领域，按照“从无到有、从有到好、从多个到统一”发展路径，确定标准研制计划及协同方案，持续推动标准统一。

《推荐标准清单》（2024 版）推荐标准 63 项，涵盖车路云一体化系统架构、数据交互、车载网联终端、智能化路侧系统及基础设施、时空数据与定位、云控平台、相关支撑平台、通信网络、信息安全、测试示范等领域。对每一项标准，分别阐述其标准性质、归口机构、研制状态、标准简介、执行要点等。在应用试点过程中，

通过推荐标准的试点实施效果反哺标准迭代更新，并持续完善推荐标准项目。

为持续支撑车路云一体化应用试点开展，推动行业标准化统一，围绕《试点》九大任务要求，绘制标准化发展路线图，下一步重点开展标准方向包括以下三部分：

(1) 分阶段分场景开展网联功能与应用类标准研制。

从需求梳理、消息与交互流程设计、功能要求制定的流程，分场景分阶段开展智能网联汽车、智能交通、智慧城市赋能类功能与应用标准研究。针对应用方（车企、政府等）真实需求提出建设方可行解决方案，对各场景的通信、感知能力进行分类分级，实现应用服务质量的持续迭代。

(2) 探索标准化的新型车联网基础设施建设部署方案。

推进路侧（通信-感知-计算）“设备级”、“系统级”共性基础标准制定完善，研制满足车企需求的基于实际测试值的路侧感知、通信与计算设备及系统的技术要求及测试方法，规范路侧感知、计算设备的功能与性能；开展 C-V2X 直连通信和 4G/5G 蜂窝网络融合组网、不同服务能力等级的 5G 网络技术标准制定，扩大车联网业务覆盖范围，不断提升车联网业务的连续性与可靠性；探索形成标准化的新型车联网基础设施建设部署方案。

(3) 明确车路云一体化系统测试方法。

研究促进车路云一体化技术量产上车的测试评价体系，解耦车路云一体化系统各要素间关系，建立面向场景安全和效率的统一多

维量化测试评价体系，支持对协同预警、协同驾驶辅助、协同自动驾驶的功能验证；支持对车路云一体化基础设施互联互通以及服务能力验证；解析复杂车路云系统的场景构建标准化需求，确保测试场景的覆盖度和还原度。

车路云一体化系统建设与应用指南（正式发布版）

附件 3：车路云一体化功能场景及参考文献举例

参考文献	场景
<p>关于开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点的通知</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 协同预警功能：闯红灯预警、绿波/预测性车速引导、限速提醒、前向碰撞预警、异常车辆提醒、道路危险状况提示、前方拥堵提醒、变道预警、交叉口碰撞预警（含左转）、弱势交通参与者碰撞预警、紧急车辆提醒等 ● 协同驾驶辅助功能：协同自动紧急制动、协同自动转向、协同自适应巡航控制、协同交叉口通行、车道级可变限速控制、协同领航驾驶辅助（NOA）等。 ● 协同自动驾驶功能：协同自主代客泊车、协同有条件自动驾驶、车辆编队行驶、协同高度自动驾驶等。
<p>增强的 V2X 业务应用层交互数据要求 YD/T 3977-2021</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 车辆汇入汇出 ● 弱势交通参与者识别 ● 基于车路协同的交叉口通行 ● 车辆路径引导 ● 交叉口动态车道管理 ● 基于实时网联数据交通信号配时动态优化 ● 智能停车引导 ● 车辆编队行驶 ● 协作式车队管理 ● 高速公路专用道柔性管理 ● 基于车路协同的主被动收费 ● 电动汽车动态路径规划 ● 基于车路协同的远程软件升级 ● 基于车路协同的自动驾驶整车在环仿真
<p>基于车路协同的高等级自动驾驶数据交互内容 YD/T 3978-2021</p> <p>基于车路协同的高等级自动驾驶数据交互内容 CSAE 158-2020</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 协同式感知 ● 基于路侧协同的无信号交叉口通行 ● 基于路侧协同的自动驾驶车辆“脱困” ● 时空数据版本对齐及动态更新 ● 自主泊车 ● 基于路侧感知的“僵尸车”识别 ● 基于路侧感知的交通状况识别 ● 基于协同式感知的异常驾驶行为识别
<p>合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第一阶段）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 前向碰撞预警 ● 交叉路口碰撞预警 ● 左转辅助 ● 盲区预警/变道预警

T/CSAE 53-2020	<ul style="list-style-type: none"> ● 逆向超车预警 ● 紧急制动预警 ● 异常车辆提醒 ● 车辆失控预警 ● 道路危险状况提示 ● 限速预警 ● 闯红灯预警 ● 弱势交通参与者碰撞预警 ● 绿波车速引导 ● 车内标牌 ● 前方拥堵提醒 ● 紧急车辆提醒 ● 汽车近场支付
<p>合作式智能运输系统 车用通信系统应用层 及应用数据交互标准 (第二阶段)</p> <p>T/CSAE 157-2020</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 感知数据共享 ● 协作式变道 ● 协作式车辆汇入 ● 协作式交叉口通行 ● 差分数据服务 ● 动态车道管理 ● 协作式优先车辆通行 ● 场站路径引导服务 ● 浮动车数据采集 ● 弱势交通参与者安全通行 ● 协作式车辆编队管理 ● 道路收费服务
<p>中国新车评价规程 (C-NCAP)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 前方有遮挡静止车辆提醒 ● 有遮挡的十字路口交叉碰撞预警 ● 闯红灯预警
<p>云控基础平台功能场 景参考架构 1.0</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 信号灯信息提醒场景 ● 绿波车速引导 GLOSA 场景 ● 闯红灯预警场景 ● 行驶车道建议场景 ● 交通拥堵提醒场景 ● 紧急车辆优先通行场景 ● 远程监管场景 ● 高速公路匝道汇入场景 ● 道路危险状况提示服务场景 ● 动态限速信息下发场景

	<ul style="list-style-type: none"> ● 超视距弱势交通参与者预警场景 ● 路口其它车辆闯红灯预警场景 ● 路面遗撒预警场景 ● 能见度预警场景 ● 异常车辆预警场景
<p>C-V2X 车车-车路协同典型应用场景及实施参考（征求意见稿）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 红绿灯信息推送 ● 闯红灯预警 ● 紧急车辆优先通行 ● 超视距弱势交通参与者预警 ● 前方有遮挡静止车辆提醒 ● 有遮挡的十字路口交叉碰撞预警 ● 圆锥筒信息推送 ● 公交车道共享 ● C-AEB ● 网联式 ACC

车路云一体化系统建设与应用指南

(正式发布版)

附件 4：智能网联汽车各类赋能对通信性能需求分析

(一) 功能维度按场景分类

对表 2 分类标记结果进行转置整合，以功能模块为对象，将涉及相同功能模块、且安全相关性和通信实时性需求相同的末端细分场景进行整合，则可以得到功能维度按场景分类表，如表 30 所示。不同场景中涉及到的相同的功能模块，如也具备相同的安全性和实时性需求，则可以合并分析。

表 30 功能维度按场景分类表

序号	功能模块		安全相关性	实时性分级	末端细分场景							
					1.3	3.2.1	3.2.2	5.1	5.2	6.1.3		
1	车载感知 A	车载感知 A1	强相关	强实时	1.3	3.2.1	3.2.2	5.1	5.2	6.1.3		
2		车载感知 A2	强相关	弱实时	3.1.2	3.1.3						
3	路侧感知 B	路侧感知 B1	弱相关	弱实时	1.1	1.2	2.2	2.3.1	2.4.1	3.4.1		
4		路侧感知 B2	强相关	强实时	1.3	1.5.1	1.5.2	3.1.4	3.2.1	3.2.2	3.3.1	3.3.2
					4.4.1	4.4.2	4.5.1	5.1	5.2	6.1.3	6.2.1	
5		路侧感知 B3	弱相关	非实时	2.1.1							
6	路侧感知 B4	强相关	弱实时	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.4.2	6.1.1				
7	自动驾驶决策 C	自动驾驶决策 C1	弱相关	弱实时	1.1	3.4.1						
8		自动驾驶决策 C2	强相关	强实时	1.3	1.5.1	1.5.2	3.2.1	3.2.2	3.3.1	3.3.2	4.4.1
					4.4.2	4.5.1	5.1	5.2	6.2.1			
9	自动驾驶决策 C3	强相关	弱实时	3.4.2								
10	云端指派 D	云端指派 D1	弱相关	弱实时	1.1	1.2	2.3.1	2.4.1	3.4.1			
11		云端指派 D2	强相关	强实时	1.3	3.1.4	4.5.1	5.1	5.2	6.1.3		
12		云端指派 D3	弱相关	非实时	1.7	2.1.1						
13		云端指派 D4	强相关	弱实时	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.4.2	6.1.1			

14	云端调度与优化 E	云端调度与优化 E1	弱相关	弱实时	1.4	2.2	4.2	5.3	1.6.1	6.1.2		
15		云端调度与优化 E2	弱相关	强实时	4.1							
16		云端调度与优化 E3	弱相关	非实时	4.3	6.1.4	6.3	7.1	7.2	8.1	8.2	
17	横向控制 F	横向控制 F1	强相关	强实时	1.3	1.5.2	3.1.4	3.3.2	4.4.2	4.5.1	6.1.3	
18	纵向控制 G	纵向控制 G1	强相关	强实时	1.3	1.5.1	3.3.1	4.4.1	4.5.1	5.1	5.2	6.1.3
					6.2.1							
19	定位 H	定位 H1	弱相关	弱实时	1.1	1.6.1	1.2	2.2	2.3.1	2.4.1	3.4.1	4.2
					5.3	6.1.2						
20		定位 H2	强相关	强实时	1.3	1.5.1	1.5.2	3.1.4	3.2.1	3.2.2	3.3.1	3.3.2
					4.4.1	4.4.2	4.5.1	5.1	5.2	6.1.3	6.2.1	
21		定位 H3	弱相关	非实时	1.7	2.1.1						
22		定位 H4	强相关	弱实时	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.4.2	6.1.1			
23	定位 H5	弱相关	强实时	4.1								
24	HMI J	HMI J1	弱相关	弱实时	1.1	1.6.1	2.3.1	3.4.1	4.2			
25		HMI J2	强相关	强实时	3.2.1	3.2.2	6.1.3					
26		HMI J3	强相关	弱实时	3.4.2	6.1.1						
27		HMI J4	弱相关	强实时	4.1							
28	信号灯交互 K	信号灯交互 K1	弱相关	弱实时	1.2	1.6.1	3.4.1					
29		信号灯交互 K2	强相关	弱实时	3.1.2							

(二) 非“安全强相关，强实时”场景通信需求分析

对于非“安全强相关，强实时”场景，基于其场景链路的不同，对通信的需求也各有差异。例如，某些场景虽然也是强实时的，但

在较大的时延下，主要带来的是行驶经济性或效率上的损失，而几乎不会导致安全事故；另一些场景虽然希望利用网联信息提高行驶安全性，但其核心算法更新的频率并不高，因此较大的通信时延也能实现其功能。这些场景差异较大，功能特点鲜明，即使是非“安全强相关，强实时”的场景，通信需求也各不相同。因此，本节将基于场景功能特点对这一类场景的通信需求进行分析和阐述。图 45 展示了一个概述性的车路云系统链路简图。



图 45 车路云系统链路简图

本节对于不同场景的分类逻辑主要基于该场景中从路/云到人/车的链路上传递信息的性质。具体来说，是否存在反馈信息的链路是关键因素。如果链路中不存在反馈到人或车的信息，则该场景属于开环应用，自然对通信的需求较低。此外，反馈信息对车辆系统的影响也是决定通信需求的重要依据。例如，传递决策层面信息的通信需求低于传递控制相关信息的通信需求。若反馈信息直接与安全性相关，则会对通信提出更高的要求。反馈信息传递的频率也是确定通信需求的重要依据，如果反馈信息需要高频更新，通信需求也会相应增加。另外，由于某些场景涉及路/云信息反馈给驾驶人，还

需系统性地考虑人的反应时间问题。在类似场景中，驾驶人的反应时延会占用允许的通信时延区间。基于以上考虑，本节对非“安全强相关，强实时”场景的通信需求进行分类，将时延需求分为200ms-500ms级（弱实时）、500ms-1s级（准实时）、1s-5s（宽松实时）级和5s以上（非实时）四个区间。接下来将依次介绍各区间的分类依据及其主要涉及的场景。

1 200 ms-500 ms 级通信时延需求（弱实时）

在该通信时延需求区间内的应用主要包括区域性车辆运行性能优化和事件提醒类应用。分析这一区间的通信时延需求主要基于以下几点：1) 相关应用在路端或云端生成的行驶建议具有实时性，需要周期性更新以确保其有效性；2) 涉及的业务对时延有一定的容忍度，但时延的增加可能显著降低业务表现；3) 部分应用仅涉及单向传输链路（如上层监控类），可能降低对时延的需求，但由于其与安全相关，仍然存在基本的时延要求；4) 部分提示性场景需综合考虑驾驶员的反应时间（100-200ms）。该通信时延需求区间主要涉及的场景、通信时延需求及场景对应标签如表31所示。

表 31 200 ms-500 ms 级通信时延需求的相关场景信息

场景名称（代表样例）	标签	时延需求（ms）
3.1.1 云轨道支撑的多车跨场景协同指派	B4, D4, H4	200-500
3.1.2 云轨道支撑的交叉路口的冲突消解	A2, B4, D4, H4, K2	
3.1.3 云轨道支撑的匝道汇入优化	A2, B4, D4, H4	
6.1.1 云端监控与危险预警	B3, E4, H4, J3	

2 500 ms-1s 级通信时延需求（准实时）

在该通信时延需求区间内的应用主要包括多车决策调度类应用。分析这一区间的通信时延需求主要基于以下几点：1) 此区间的业务关注点从单一驾驶员或车辆的微观行为扩展到区域内的宏观车辆行为，因此相比上一个区间，对时延的需求有所减小；2) 由于调度类和协同类的多车优化算法通常需要一定的求解时间，因此行驶建议的下发周期较长（ $<0.5\text{Hz}$ ），但仍需保持一定的实时性以确保宏观系统的可控性；3) 时延波动对这一区间的应用影响主要体现在业务效率上，而不涉及安全性。该通信时延需求区间主要涉及的场景、通信时延需求及场景对应标签如表 32 所示。

表 32 500 ms-1s 级通信时延需求的相关场景信息

场景名称（代表样例）	标签	时延需求（ms）
1.1 最优车速与车道引导	B1, C1, H1, J1	500-1000
1.2 公交信号优先协同	B1, D1, H1, K1	
1.4 动态共享式公交专用道	E1	
1.6.1 公交车发车时刻调度	E1, H1, J1, K1	
2.2 智慧调度	E1, H1	
2.3.1 智能环卫车辆交通信息提醒	B1, H1, J1	
2.4.1 云支持路径规划	D1, H1	
3.4.1 基于车路云信息融合的绿波引导	B1, C1, H1, J1	
3.4.2 基于车路云信息融合的事件管理	B4, C3, D4, H4, J3	
4.1 车辆监控	E3, H5, J4	
4.2 运营调度	E1, H1, J1	
5.3 公路物流车辆动态调度	E1, H1	
6.1.2 云端智能车辆调度	E1, H1	

3 1s-5s 级通信时延需求（宽松实时）

在该通信时延需求区间内的应用主要包括建议性和辅助性引导

类应用。分析这一区间的通信时延需求主要基于以下几点：1) 相关应用无需即时向车辆或驾驶员提供信息，因此属于开环类应用；2) 部分业务可能涉及行驶建议的下发，但周期较长 ($\geq 1\text{Hz}$)；3) 在相关应用中，业务完成度与信息的实时性关联度较低，时延波动对安全性或效率的影响很小。该通信时延需求区间主要涉及的场景、通信时延需求及场景对应标签如表 33 所示。

表 33 1s-5s 级通信时延需求的相关场景信息

场景名称 (代表样例)	标签	时延需求 (ms)
2.1.1 云支持作业路段分析与决策	D3, H3	1000-5000
6.1.4 车辆全生命周期管理	E2	
7.1 充电站实时信息协同	E2	
7.2 消峰填谷	E2	

4 5s++ 级通信时延需求 (非实时)

在该通信时延需求区间内的应用主要包括数据分析、挖掘和管理相关的应用。分析这一区间的通信时延需求主要基于以下几点：

- (1) 相关业务完全不依赖车辆或驾驶员的即时反馈；
- (2) 相关应用中的数据分析时间尺度 (月/年) 远大于数据上传频率 (时/分/秒)；

在此类应用中，信息实时性与业务评价指标的关联度极低。该通信时延需求区间主要涉及的场景、通信时延需求及场景对应标签如表 34 所示。

表 34 5s++ 级通信时延需求的相关场景信息

场景名称 (代表样例)	标签	时延需求 (ms)
1.7 公交业务管理与运营	D3, H3	5000-10000
4.3 数据分析	E2	
6.3 云控驾驶大数据应用	E2	
8.1 端到端大模型优化	E2	
8.2 大模型全自动真值标注	E2	

(三) 典型“安全强相关，强实时”场景通信需求分析

1 系统链路和典型时延

梳理车路云一体化系统中存在的链路环节，如 46 图所示。

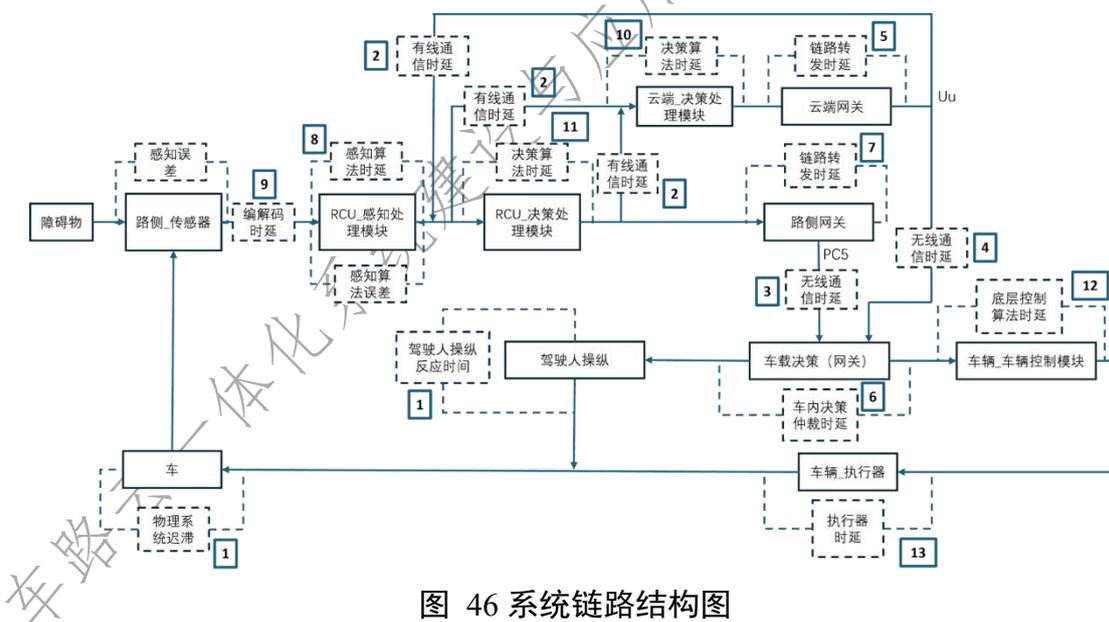


图 46 系统链路结构图

系统关键模块和节点包括了：

(1) 路侧传感器：负责探测环境中的障碍物或其他目标，如车辆、行人等。

(2) RCU 感知处理模块：感知模块会对来自路侧传感器的数

据进行分析与处理，并生成有价值的环境感知信息。

(3) RCU 决策处理模块：根据感知处理模块提供的信息，RCU 模块会进行初步的决策处理。

(4) 云端决策处理模块：为了提升系统的整体性能和可靠性，决策数据还会通过云端进行处理。

(5) 云端网关：用于连接云端决策模块和路侧单元，保证数据的上传和下达。

(6) 路侧网关：确保路侧与车辆之间的信息通信，通过无线信号将决策信息传递给车辆决策网关。

(7) 车载决策网关：接收来自路侧网关或云端网关的数据或指令。

(8) 车辆控制模块：接收到车载决策模块的指令后，负责生成实际的控制信号，包括转向、加速、制动等控制动作。

(9) 车辆执行器：最终的操作信号由执行器执行，包括车轮转向、刹车系统、油门控制等。执行器的反应速度和精度直接影响车辆的控制效果。

链路图中的各环节时延如表 35 所示。

表 35 链路各部分时延表

	物理系统	对应图中标号	具体项目	时延范围	备注
车辆系统/驾驶人操纵时间	发动机	1	ECU 控制频率	100 Hz	
			扭矩响应时间	20 ~ 100 ms	到达目标转矩的±20%，视工况、视供应商、类型及型号而定，电动车相应时间快
			电子油门信号时延	20 ~ 30 ms	
			电子节气门开合时延	10 ~ 30 ms	
			喷油器执行时延	10 ms	

	制动系		油膜挥发与进气填充时延	100 ~ 200 ms	主要针对汽油机，柴油机直喷时延稍短
		驾驶员制动	驾驶员制动反应时间	0.3 ~ 1 s	反应时间：驾驶员接收到紧急停车信号，意识到应进行紧急制动，开始移动右脚，直到踩到制动踏板
			制动器液压系统建压时间	100 ~ 500 ms	主要受制动系结构形式的影响，也受驾驶员踏板的速度影响
			液压制动系制动器	30 ~ 100 ms	多用于轿车，轻型卡车
			电动制动系制动器	20 ~ 50 ms	多用于轿车，轻型卡车
			气压制动系制动器	300 ~ 900 ms	多用于中、重型卡车
	ABS/TCS/ESP 控制频率	50 ~ 200 Hz	视供应商而定		
	转向系	自主转向时转向电机执行时延	作用于转向盘	50 ~ 100 ms	
			直接作用于转向轮	20 ~ 50 ms	
	变速器	控制频率		50 ~ 200 Hz	视工况、视供应商、类型及型号而定
		换挡变速执行器时延	AT	50 ~ 100 ms	
			DCT	30 ~ 50 ms	
	CVT		50 ~ 100 ms		
主动悬架	控制频率		10 ~ 20 Hz		
	直线电机执行器时延		10 ms		
系统通信时间	有线通信	2	路云通信时间	<5ms	
	无线通信	3	路车通信时间	20 ~ 50ms	受网络影响
		4	云车通信时间	10 ~ 50ms	受网络影响
	链路转发	5	云端网关链路转发时间	5 ~ 10ms	
		6	车端网关仲裁时间	1 ~ 10ms	
7	路端网关链路转发时间	5 ~ 10ms			
算法计算时间	感知算法	8	算法运行时间	30 ~ 50ms	受具体算法影响
		9	编解码时间	10 ~ 30ms	
	决策算法	10	云端算法运行时间	10 ~ 60ms	受具体算法影响
		11	车端算法运行时间	10 ~ 500ms	受具体算法影响，可能涉及非实时的任务
	控制算法	12	底层控制计算时间	5 ~ 20ms	受具体算法影响
		13	执行器下发时间	1 ~ 10ms	

2 针对“安全强相关，强实时”应用的分析结果

在“安全强相关，强实时”类场景中，时延会对若干车辆控制功能及由功能支撑的应用场景产生显著影响。这里选取基于车路云信

息融合的增强 AEB、基于车路云协同感知的 FCW、云轨道支撑的轨迹生成与车辆跟踪控制三个场景开展仿真与实车试验，以纵向控制和横向控制两个功能为例探索时延的影响。后续表 36~39 格为各组试验所得统计结论。

表 36 纵向控制试验结果（标准差占比为 5%）
所示结果为刹车距离（m）

时延期望(ms)	刹车距离(m)		
	0.9 累积概率	0.95 累积概率	0.99 累积概率
50	11.8078	11.9330	11.9630
200	13.3372	13.4153	13.5743
500	16.4618	16.5669	16.8417
1000	21.6361	21.8563	22.0581

表 37 典型时延期望下的纵向控制试验结果
所示结果为刹车距离（m）

累积概率			标准差占比 (%)					
			5	10	15	20	25	30
时延期望 (ms)	50ms	0.9	11.8078	11.7378	11.7528	11.8379	11.8779	11.8679
		0.95	11.9330	11.8379	11.8078	11.8829	11.8979	11.9930
		0.99	11.9630	11.9279	11.9380	11.9179	12.0130	12.0380
	200ms	0.9	13.3372	13.3892	13.3668	13.5097	13.6494	13.6708
		0.95	13.4153	13.4859	13.4665	13.5957	13.8101	13.9847
		0.99	13.5743	13.7286	13.8095	13.9472	13.9999	14.1998
	500ms	0.9	16.4618	16.6819	16.4517	16.6219	16.4618	16.9551
		0.95	16.5669	16.9739	16.7180	16.9816	16.5388	17.0529
		0.99	16.8417	17.0494	17.0823	17.5676	17.1042	17.7797
	1000ms	0.9	21.6361	22.0165	22.0693	21.8063	23.0574	21.8963
		0.95	21.8563	22.0795	22.2955	22.0190	23.3220	22.1132
		0.99	22.0581	22.3836	22.6202	22.1466	23.8155	22.8629

表 38 横向控制试验结果（标准差占比为 20%）
所示结果为控制误差（m）

时延期望(ms)	控制误差		
	0.9 累积概率	0.95 累积概率	0.99 累积概率
100	0.2560	0.2568	0.2605
200	0.3965	0.4181	0.4379
300	0.9146	0.9345	0.9589

表 39 典型时延期望下的横向控制试验结果
所示结果为控制误差（m）

累积概率			标准差占比 (%)				
			20	25	30	35	40
时延期望 (ms)	100ms	0.9	0.2560	0.2428	0.2463	0.2505	0.2627
		0.95	0.2568	0.2507	0.2475	0.2525	0.2661
		0.99	0.2605	0.2515	0.2501	0.2528	0.2678
	200ms	0.9	0.3965	0.4072	0.3653	0.3689	0.3953
		0.95	0.4181	0.4198	0.3678	0.3757	0.4034
		0.99	0.4379	0.4298	0.3683	0.3791	0.4049
	300ms	0.9	0.9146	0.6402	0.6433	0.6709	0.6943
		0.95	0.9345	0.7087	0.6949	0.7211	0.7511
		0.99	0.9589	0.7371	0.7292	0.7422	1.5112