

DB 11

北京市地方标准

DB11/T ××××—××××

车路云一体化路侧智能基础设施建设指南

Vehicle road cloud integrated roadside intelligent infrastructure
Construction guidelines

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

文稿版次选择

×××× - ×× - ×× 发布

×××× - ×× - ×× 实施

北京市市场监督管理局 发布

目 次

目 次 I

引 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 缩略语 2

5 总体架构 3

5.1 路侧智能基础设施交互架构 3

5.2 路侧子系统构成 4

6 总体原则 4

6.1 一般原则 4

6.2 路侧子系统功能参数 4

7 路侧智能基础设施部署 5

7.1 部署原则 5

7.2 部署方案 5

8 路侧智能基础设施建设 6

8.1 建设原则 6

8.2 交通设施建设 13

8.3 安全技术 14

9 路侧子系统数据集 15

9.1 路侧子系统数据集概述 15

9.2 传感器数据集 15

9.3 边缘计算融合感知数据集 15

9.4 路侧子系统与中心子系统数据集 16

附 录 A （资料性） 车路云一体化典型功能服务 16

参 考 文 献 20

前 言

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

本文件由北京市经济和信息化局提出。

本文件由北京市经济和信息化局归口并组织实施。

本文件起草单位：北京市经济和信息化局、北京市交通委员会、北京市公安局公安交通管理局、北京车网科技发展有限公司、华为技术有限公司、北京市智慧交通发展中心、国汽（北京）智能网联汽车研究院有限公司、北京百度网讯科技有限公司、腾讯云计算（北京）有限责任公司、中国电信股份有限公司北京分公司、联想（北京）有限公司、北京和利时系统集成有限公司、杭州海康威视数字技术股份有限公司、上海临港绝影智能科技有限公司、北京觉非科技有限公司、云控智行科技有限公司、中汽科技（北京）有限公司、中科寒武纪科技股份有限公司。

本文件主要起草人：孙宁、李峰、陈瀚、李红丹、熊迪、霍俊江、王运、高洁、宋海威、王守昂、刘浩、葛启彬、张剑峰、路宏、刘思杨、谭国华、刘瑞涛、李洪飞、谢晨、宋方方、李有君、杨梦燕、张瑞芳、马晓亮。

引 言

当前，智能网联汽车产业已进入技术快速演进、产业加快布局的商业化前期阶段，标准化建设已经成为其中的重点推进领域。为响应行业技术创新落地需求，引领产业发展，北京启动建设全球首个网联云控式高级别自动驾驶示范区，目前示范区已进入3.0阶段建设。本文件基于示范区智能网联路侧基础设施建设经验，编制北京市车路云一体化路侧智能基础设施建设指南。

车路云一体化路侧智能基础设施建设指南

1 范围

本文件给出了车路云一体化路侧基础设施的总体架构、总体原则，提供了路侧智能基础设施部署、路侧智能基础设施建设、路侧子系统数据集建设的指导等内容

本文件适用于主干路、次干路和支路(不含城市快速路)车路云一体化路侧基础设施的设计、开发、运行和维护，以支撑开展车路云一体化应用服务。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 5768 道路交通标志和标线

GB/T 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 18833 道路交通反光膜

GB/T 20000.1—2014 标准化工作指南 第1部分：标准化和相关活动的通用术语

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 37092 信息安全技术 密码模块安全要求

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB 50017 钢结构设计规范

GB 50135 高耸结构设计规范

GA/T 1743 道路交通信号控制机信息发布接口规范

JT/T 280 路面标线涂料

JT/T 1032 雾天公路行车安全诱导装置

YD/T 3340 基于LTE的车联网无线通信技术空中接口技术要求

YD/T 3400 基于LTE的车联网无线通信技术总体技术要求

YD/T 3594 基于LTE的车联网通信安全技术要求

YD/T 3709 基于LTE的车联网无线通信技术 消息层技术要求

YD/T 3707 基于LTE的车联网无线通信技术网络层技术要求

YD/T 3755 基于LTE的车联网无线通信技术 支持直连通信的路侧设备技术要求

DB11/T XXXX 《车路云一体化信息交互技术要求第一部分：路侧设施与云控平台数据接口规范》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

车路云一体化 vehicle-road-cloud integrated system

采用无线通信和互联网技术，实施车车、车路信息实时交互，并在全时空动态交通信息采集与融合的基础上开展车辆主动安全控制和道路协同管理，实现人、车、路的有效协同。

3.2

云控平台 cloud control platform

服务于车路云一体化业务的平台系统，具有实时信息融合与共享、实时计算编排、智能应用编排、大数据分析、信息安全等基础服务能力，可为智能汽车、管理及服务机构及终端用户提供辅助驾驶、自动驾驶、交通运输安全、交通管理等协同应用和数据服务。

3.3

边缘计算 multi-access edge computing

部署在道路、公路沿线或者场端，配合其他设施或系统完成交通信息汇聚、处理与决策的计算模块、设备或设施。

4 缩略语

以下缩略语适用于本文件：

4G：第四代移动通信技术（the 4th Generation Mobile Communication Technology）

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

C-V2X：蜂窝车联网（Cellular Vehicle to Everything）

DTLS：数据包传输层安全性协议（Datagram Transport Layer Security）

EUHT：增强型超高吞吐无线通信系统（Enhanced Ultra High Throughput）

GPS：全球定位系统（Global Positioning System）

HTTP：超文本传输协议（Hyper Text Transmission Protocol）

I2V：路与车通信（Infrastructure to Vehicle）

LTE-V2X：基于LTE的车用无线通信技术（LTE Vehicle to Everything）

MEC：边缘计算（Multi-access Edge Computing）

MTBF：平均故障间隔时间（Mean Time Between Failure）

OBU：车载单元（On Board Unit）

OTA：空中下载技术（Over the Air）

PTP：精确时间协议（Precision Time Protocol）

SNMP：简单网络管理协议（Simple Network Management Protocol）

TCP/IP：传输控制/网络通信协议（Transmission Control Protocol/Internet Protocol）

TLS：传输层安全性协议（Transport Layer Security）

UDP：用户数据报协议（User Datagram Protocol）

V2I：车与路通信（Vehicle to Infrastructure）

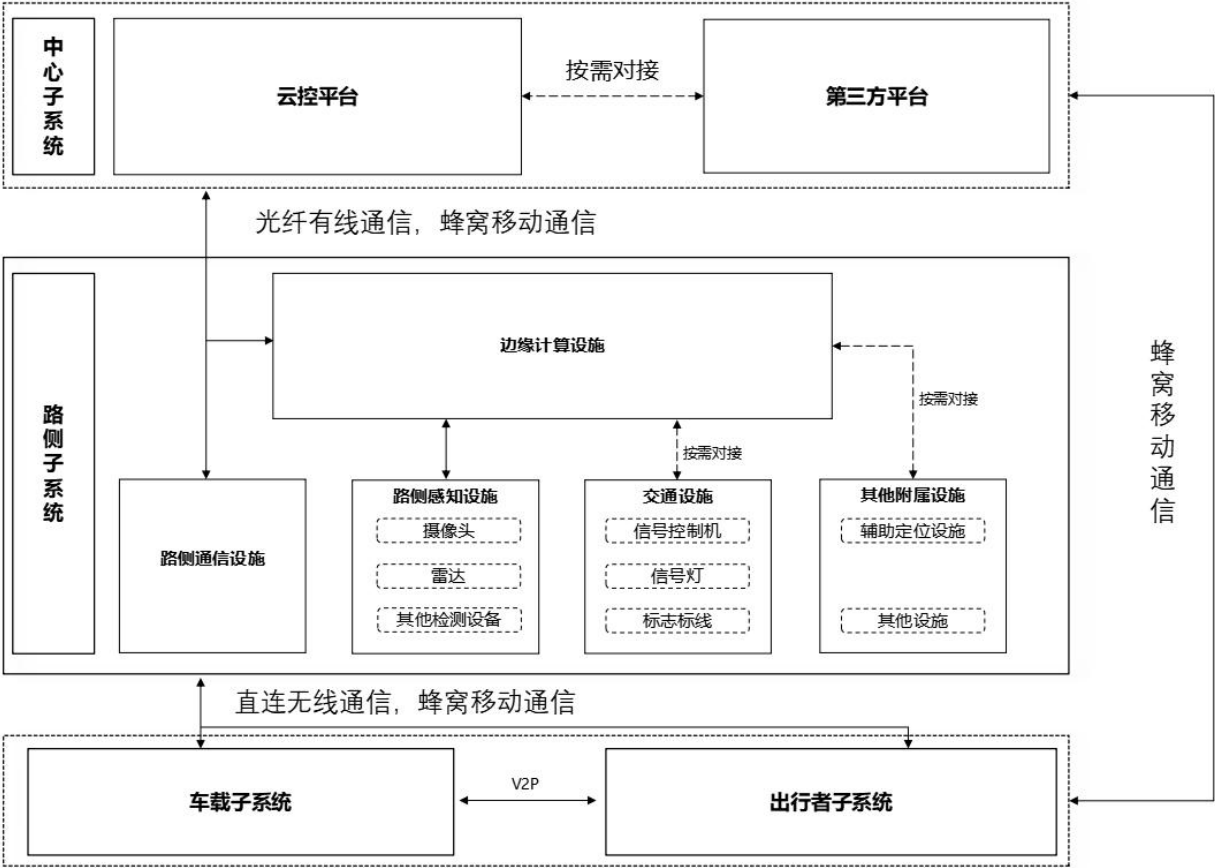
V2N：车与网络通信（Vehicle to Network）

- V2P：车与人通信（Vehicle to Pedestrian）
- V2V：车与车通信（Vehicle to Vehicle）
- V2X： 车载单元与其他设备通信（Vehicle to Everything）

5 总体架构

5.1 路侧智能基础设施交互架构

车路云一体化应用涵盖路侧子系统、中心子系统、车载子系统、出行者子系统四个部分内容。其中路侧子系统主要由路侧智能基础设施构成，并通过有线网络或者无线网络与中心子系统、车载子系统、出行者子系统进行信息交互，具体交互框架见图 1。车路云一体化典型功能服务见附录 A。



注：虚线框示系统逻辑上的组成；实线表示本文件讨论的范围。

图 1 路侧智能基础设施交互框架图

- 路侧智能基础设施交互框架说明如下：
- 路侧子系统：包括路侧通信设施、路侧感知设施、边缘计算设施等核心设备，以及交通设施和其他附属设施等。
 - 中心子系统：包括云控平台和相关第三方平台，提供设备接入管理、数据汇聚共享、业务支撑和相关服务。
 - 车载子系统：包括车载终端 OBU、车载计算控制模块、车载感知设备、车载网关等。
 - 出行者子系统：由出行者所携带的各类信息终端或其它信息处理设备构成。

5.2 路侧子系统构成

路侧子系统由边缘计算设施、路侧感知设施、路侧通信设施、交通设施、其他附属设施等组成：

- 路侧通信设施：包括基于EUHT的路侧通信设备、基于C-V2X的路侧通信单元等。
- 路侧感知设施：用于对道路交通运行状况、交通参与者、交通事件等进行检测识别，包括摄像机、毫米波雷达、激光雷达及其他路侧感知设施。
- 边缘计算设施：主要用于对路侧感知设施的原始感知数据或结构化数据进行存储、融合分析处理，得到较高精度的感知结果信息，支持路侧设备接入，对数据进行汇聚和处理分析。
- 其他附属设施：包括辅助定位设施、其他相关设施。
- 交通设施：包括信号控制机、信号灯、标志标线等。

6 总体原则

6.1 一般原则

6.1.1 车路云一体化路侧智能基础设施建设方案、施工方案等设计过程中，统筹考虑各组成部分，协同设计、协同建设，避免资源浪费是十分必要的。

6.1.2 车路云一体化路侧智能基础设施建设宜尽可能考虑复用原有基础设施，节约资源。

6.1.3 车路云一体化路侧智能基础设施的物理环境安全、通信网络安全、区域边界安全、计算环境安全和安全管理符合 GB/T 22239、GB/T 37092、YD/T 3594的有关规定是十分必要的。

6.1.4 车路云一体化路侧基础设施的电磁兼容符合 GB/T 9254、GB/T 17626.2、GB/T 17626.3、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5的相关规定是十分必要的。

6.1.5 车路云一体化路侧智能基础设施的环境可靠性符合 GB/T 2423.2、GB/T 2423.5、GB/T 2423.6、GB/T 2423.8、GB/T 2423.10、GB/T 4208、GB/T 10125的相关规定是十分必要的。

6.1.6 车路云一体化路侧智能基础设施空间坐标系宜采用通用横轴墨卡托投影（UTM），时间坐标系宜采用协调世界时（UTC）。

6.1.7 重要的是车路云一体化路侧基础设施要具备标准时钟源同步功能，至少支持北斗、GPS授时以及PTP、NTP等时钟同步协议。

6.1.8 以下关于车路云一体化路侧智能基础设施建设及后期运营过程中所使用的高精度地图的内容是至关重要的：

- a) 高精地图采集、制作与应用等满足建设区域安全合规及数据安全；
- b) 绝对精度50cm，相对精度20cm；
- c) 基础数据覆盖道路、车道及路侧设施模型，根据场景需求需包含非机动车道及关联设施等要素；
- d) 根据应用需求基础数据可支持SHP、NDS、Opendrive、OSM等数据格式；
- e) 可提供面向平台、路侧与车辆的标准地图服务。

6.2 路侧子系统功能参数

路侧子系统至少能实现交通参与者检测、交通事件检测、违法抓拍、交通流检测、车辆智能监测、全域视频监控、道路状态获取等功能，表 1 中的具体参数对路侧子系统是十分必要的。

表 1 路侧子系统功能及参数

名称	功能说明	参数说明
交通参与者检测	能实现机动车、非机动车、行人等交通参与者的识别检测与定位功能，包括检测交通参与者类型、速度、位置、	a) 准确率 $\geq 90\%$ ，召回率 $\geq 95\%$ ； b) 尺寸检测误差 $\leq 0.5\text{m}$ ；

	运动方向等特征信息。	c) 速度检测绝对误差不大于 2.5Km/h; d) 行驶方向精度检测误差 $\leq 2.5^{\circ}$; e) 定位误差 $\leq 1\text{m}$; f) 检测数据输出时延不大于 200 ms 注: 时延包括从感知摄像机成像或雷达接受回波信号, 到计算设备融合处理分析, 并输出感知结果数据的时间间隔。
交通事件检测	a) 具备交通拥堵、交通事故、异常停车、逆行、违法变道、行人闯红灯、抛洒物等事件检测功能, 可自动进行交通事件检测, 获得交通事件位置与事件范围, 输出检测结论, 并具备报警信息提示功能; b) 具备事件过程记录功能, 可自动捕获并存储交通事件发生的过程信息	a) 交通事件误报率不大于 5%, 检测率不低于 95%; b) 交通事件位置及事件范围的绝对位置检测误差不大于 1 m; c) 交通事件所在车道准确率不低于 95%; d) 交通事件虚报 24h 不超过一次。
违法抓拍	实现区域内违法信息的抓拍。	见 GA/T 496—2014《闯红灯自动记录系统通用技术条件》有关内容。
交通流检测	a) 能够检测交通流量、平均车速、时间占有率、排队长度等信息; b) 支持按车道统计交通流信息。	车道交通流量的检测精度不低于 95%; 时间/空间占有率的检测精度不低于 90%; 车道平均车速的检测精度不低于 95%, 排队长度的检测精度不低于 90%。
车辆智能监测	实现区域内车辆信息的检测。	a) 见 GA/T 497—2016《道路车辆智能监测记录系统通用技术条件》有关内容; b) 见 GA/T 1127—2013《安全防范视频监控摄像机通用技术要求》有关内容。
全域视频监控	具备对实时视频图像进行查看和录像的功能。	支持采用 H.264、H.265、MPEG4 或 MJPEG 编码标准
道路状态获取	能获取信号灯状态。	信号灯当前灯态、红绿灯剩余时间获取的准确率不低于 99.9%。

7 路侧智能基础设施部署

7.1 部署原则

7.1.1 针对建设区域内的实际业务需求, 且路侧基础条件良好的前提下, 宜采用标准配置部署方式, 实现道路状态获取、交通参与者检测、交通事件检测、违法抓拍、交通流检测、车辆智能监测、全域视频监控等功能。

7.2 部署方案

7.2.1 标准部署方案至少包括电警/卡口、鱼眼摄像头、毫米波雷达、边缘计算、路侧通信设备等设施, 道路交通流量大、非机动车和行人复杂的路口按需配置激光雷达。

表2 路侧智能基础设施部署方案

类别	设备	标准配置	安装方式
配置方案	电警/卡口	√	安装于进口电警杆, 安装高度不低于 6m, 正装于车道上方, 距停止线 22-27m;

	鱼眼摄像头	√	安装于进口电警杆，安装高度不低于 6m，正装于车道上方
	毫米波雷达	√	安装于信号灯杆上，正对进口车道
	边缘计算设备	√	安装于路侧机柜或抱杆安装
	路侧通信设备	√	安装于信号灯杆
	激光雷达	◎	安装于电警杆
注：√表示必须配置、◎表示按需配置			

8 路侧智能基础设施建设

8.1 建设原则

8.1.1 一般原则

8.1.1.1 通信设备、感知设备和计算设备均具备自诊断与报警功能。

8.1.1.2 通信设备、感知设备和计算设备的工作电源采用联合接地方式，具有输入防反接保护功能，输入过流保护功能。

8.1.1.3 通信设备、感知设备和计算设备同时支持本地和远程设备管理与维护，提供必要的配置管理、性能管理、故障管理、维护管理、安全管理、日志管理和软件管理。

8.1.1.4 通信设备、感知设备和计算设备的 MTBF 不小于 30000 h。

8.1.2 路侧通信设备

8.1.2.1 通信设备选型

以下内容对于路侧通信设备选型是至关重要的：

- 路侧通信设备要具备联网通信功能；
- 路侧通信设备具备接受高精度定位授时服务提供的时钟信号，并用于其自身的时钟同步；
- 直连通信的通信协议符合 GA/T 1743、YD/T 3340、YD/T 3400、YD/T 3594、YD/T 3755、YD/T 3707、YD/T 3709的有关内容；
- 工作环境温度：-20 °C ~ +70 °C；
- 工作电源采用联合接地方式，具有输入防反接保护功能和输入输出过流过压保护功能。

8.1.2.2 通信设备部署

以下内容对路侧通信设备部署是至关重要的：

- 道路交通流量大、事故发生率高的路段宜全路段连续覆盖；
- 重点部署弯道路段、交叉路口、环岛、掉头、桥梁等特殊路段；
- 连续部署路段路侧通信设备间距宜 200m-400m，部署位置宜选择视野开阔的环境，尽量避免遮挡信号的障碍物。

8.1.3 感知设备

8.1.3.1 摄像头

8.1.3.1.1 摄像头选型

以下内容对于摄像头设备选型是至关重要的：

- a) 支持基于 GNSS 或 PTP 的时钟同步功能，从外部时钟同步系统获得授时；
- b) 支持设置摄像机最大曝光时间，且将每一帧图像的曝光起始或结束时间戳打入码流信息中；
- c) 支持至少 5 路及以上视频流的并发请求；
- d) 具备智能分析算法功能的在线更新和升级、扩展和多算法的运行管理维护能力；
- e) 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；
- f) 从采集图像到编码成视频流，整体时延不超过65ms；
- g) 工作环境温度：-30 ℃ ~ +70 ℃；
- h) 应用于违法抓拍的摄像头满足 GA/T 496—2014《闯红灯自动记录系统通用技术条件》的有关内容；
- i) 应用于违法抓拍的摄像头具备双 IP、双网口，可实现物理隔离。

8.1.3.1.2 摄像头部署

以下内容对摄像头设备部署是至关重要的：

- a) 设备安装高度不低于 6m，宜优先选择安装于电警杆；
- b) 设备横向画面有效监测区域宽度不低于 3 条车道。

8.1.3.2 毫米波雷达

8.1.3.2.1 毫米波雷达设备选型

以下内容对于毫米波雷达设备选型是至关重要的：

- a) 支持对机动车、非机动车、行人进行分类；
- b) 支持目标位置测量，输出目标相对设备的距离和角度；
- c) 支持目标运动信息检测，包括距离、实时速度、方向；
- d) 支持交通信息统计，包括流量统计、车头时距、车头间距、分车道时间占有率、排队长度等；
- e) 支持基于 GNSS 或 PTP 的时钟同步功能，从外部时钟同步系统获得授时；
- f) 工作环境温度：-20 ℃ ~ +70 ℃；
- g) 毫米波雷达性能参数，见表 3。

表3 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	纵向有效检测距离不小于350m，横向覆盖双向不低于8车道
2	距离精度	0.2m
3	速度精度	0.5km/h
4	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	512 个

8.1.3.2.2 毫米波雷达设备部署

以下内容对毫米波雷达设备部署是至关重要的：

- a) 设备安装高度不低于 6m，宜优先选择安装在信号灯杆上；
- b) 靠近道路中间布置，距离信号灯杆头距离≥0.2 米；

c) 距离同一杆上的其他设备安装距离 $\geq 0.3\text{m}$ 。

8.1.3.3 激光雷达

8.1.3.3.1 激光雷达设备选型

以下内容对激光雷达设备选型是至关重要的：

- a) 探测距离 $\geq 200\text{m}$ ；
- b) 探测精度 $\leq 0.05\text{m}$ ；
- c) 帧率： $\geq 10\text{HZ}$ ；
- d) 视场角：水平视场角不小于 75° ，垂直视场角不小于 25° ；
- e) 支持基于 GNSS 或 PTP 的时钟同步功能，从外部时钟同步系统获得授时；
- f) 工作环境温度： $-20^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$ 。

8.1.3.3.2 激光雷达设备部署

以下内容对激光雷达设备部署是至关重要的：

- a) 激光雷达靠近道路中间，兼顾对向车道进行部署；
- b) 激光雷达宜优先安装在电警杆；
- c) 激光雷达部署距离杆头距离 $\geq 0.2\text{m}$ ，与同杆其他设备距离 $\geq 0.3\text{m}$ 。

8.1.4 计算设备

8.1.4.1 计算设备选型

以下内容对计算设备选型是至关重要的：

- a) 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同步与空间同步；
- b) 支持摄像头、毫米波雷达、激光雷达的感知识别，原始数据的感知融合处理；
- c) 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；
- d) 支持道路交通事件的检测和识别；
- e) 支持各类结构化数据的融合处理；
- f) 持交通流统计功能；
- g) 持高精度地图与感知数据的融合处理；
- h) 可根据车路云一体化应用需求，提供V2X应用服务；
- i) 宜支持第三方应用、模型和算法的快速部署；
- j) 支持接入不少于2种以上的感知设备，宜支持不少于8路摄像头同时接入、不少于4路毫米波雷达结构化数据接入；
- k) 宜支持不同算力扩展以应对不同场景需求，单个路口全部MEC的算力之和不低于250TOPS(INT8)；
- l) 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，高清图图片存储至少保存1天；
- m) 计算设备的内部图像处理时延 $\leq 80\text{ms}$ ；
- n) 支持基于GNSS或PTP的时钟同步功能，从外部时钟同步系统获得授时；
- o) 最大功耗不高于350W；
- p) 支持 $-25^\circ\text{C} \sim +55^\circ\text{C}$ 工作温度， 5%-95%（无凝结）工作湿度；
- q) 支持4G、5G、EUHT 通信功能；
- r) 数据结果输出频率不低于 10 Hz；

- s) 宜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。

8.1.4.2 计算设备软件架构

8.1.4.2.1 整体架构

边缘计算设备软件架构宜满足分层解耦，应用基于容器化部署，至少包括内核层、硬件抽象层、计算和通信中间件层、服务层和应用层等。内核层为与底层硬件交互和最基本功能层。硬件抽象层实现对路侧感知设备的统一硬件接口。计算和通信中间件层由通信和调度中间件、AI 计算框架、服务框架以及核心库构成，为上层服务和应用提供运行环境。服务层是基于服务框架实现的标准的组件能力，保证功能组件的可重用性和互操作性。服务层基于服务框架实现的标准的组件能力，保证功能组件的可重用性和互操作性。边缘计算软件架构示意图见图 2。

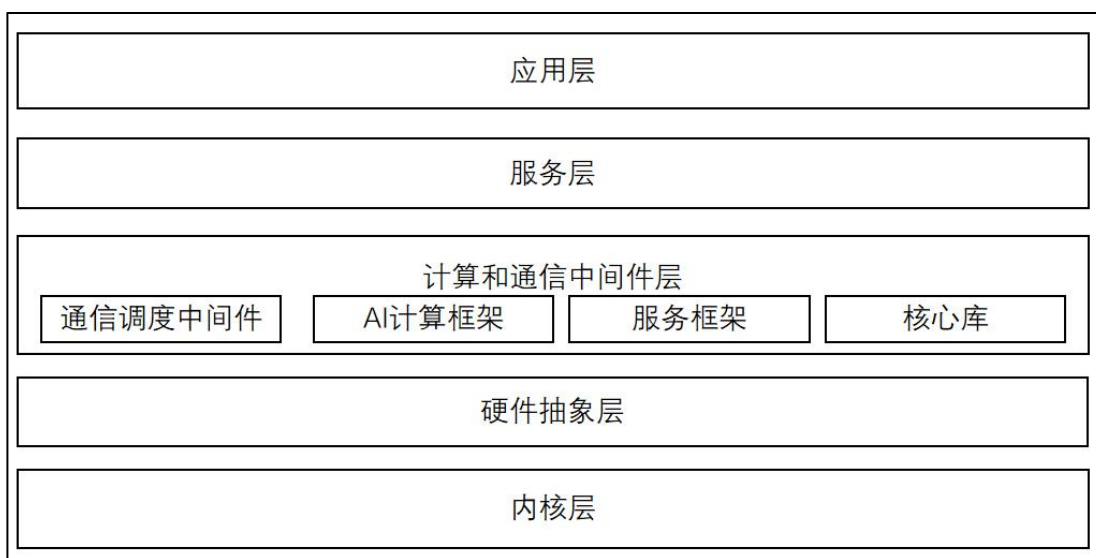


图 2 边缘计算软件架构示意图

8.1.4.2.2 内核层说明

边缘计算设备内核层具体说明如下：

- a) 支持多任务和多进程，能够在运行多个应用程序时保持系统稳定性和响应性；
- b) 支持内存管理功能，包括虚拟内存、文件系统缓存等，以确保应用程序可以正常运行并使用系统资源；
- c) 支持网络功能，并提供相应的 API，以便应用程序可以使用这些功能；
- d) 提供硬件驱动程序支持，以便应用程序可以与硬件设备进行交互；
- e) 提供安全功能，包括应用程序沙箱、访问控制、文件权限等，以确保系统安全性和隐私保护；
- f) 提供其他系统服务，如通知系统、电源管理、输入设备管理等，以提供完整的移动操作系统功能。
- g) 内核版本：宜采用 Linux 4.19 及以上版本。

8.1.4.2.2 硬件抽象层说明

边缘计算接入的传感器一般包括摄像头、毫米波雷达、激光雷达等设备，对于具备感知功能并且可以输出结构化数据的传感器设备，其结构化数据格式宜符合表 4 的规定：

表 4 传感器结构化数据

序号	名称	内容描述
1	基础信息	一般包含设备信息、时间戳信息、帧号等
2	障碍物数组	包括表 5 的内容是十分必要的

表 5 传感器障碍物结构化数据

序号	名称	内容描述
1	障碍物 ID	在当前帧唯一的障碍物标识 ID，在传感器捕获障碍物阶段全程 ID 需一致
2	障碍物位姿	障碍物的坐标、朝向、速度、加速度等信息
3	障碍物测量信息	障碍物的长、宽、高、中心点坐标等
4	障碍物类别	描述障碍物的类别
5	状态协方差	描述障碍物位置、速度或加速度信息的精度和可靠性

对于输出原始数据信息传感器设备，其数据格式宜符合表 6 的规定：

表 6 传感器原始数据

序号	名称	内容描述
1	基础信息	一般包含设备信息、时间戳信息、帧号等
2	原始数据	传感器采集的原始数据帧
3	帧信息	描述该帧的具体信息，如高度、宽度、模式等

8.1.4.2.3 计算与通信中间件说明

计算与通信中间件说明如下：

- a) 实时性：提供高度可靠的实时数据通信和控制能力，保证系统能够在规定的时间内响应和处理数据，支持高速、低延迟的数据传输，实现毫秒级的响应时间。支持多种实时控制策略，例如基于事件触发的控制和周期性控制等，可以根据不同的应用场景选择合适的实时控制策略，确保系统的实时性和稳定性。
- b) 安全性：在数据传输、存储和访问等方面采用安全机制，如加密、身份认证、访问控制等，确保系统安全可靠
- c) 可靠性：宜采用可靠的通信机制、故障自愈技术、多级容错设计等技术，确保系统在遇到故障时也能保持稳定运行。

8.1.4.2.4 服务层说明

服务层至少实现单传感器感知服务、多传感器融合服务、信号灯服务、通信服务：

- a) 单传感器感知服务是利用单一路侧感知设备，实时检测道路交通参与者和交通障碍物等目标；

- b) 多传感器融合服务是将多种感知设备的数据整合在一起，提供更全面、准确的环境感知；
- c) 信号灯服务提供信号灯灯色、倒计时和置信度等信息；
- d) 通信服务能力实现边缘计算向云控平台上传路侧收集道路信息和系统运行状态信息、边缘计算向车辆提供实时道路信息。

8.1.4.2.5 应用层说明

为确保软件系统的稳定性，应用程序满足上述框架相关说明是十分必要的，包括但不限于数据处理、权限管理、通信协议等内容。

8.1.4.2.6 部署和实施

以下内容对边缘计算设备部署实施是十分必要的：

- a) 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；
- b) 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、依赖关系以及其他相关信息；
- c) 软件运维和管理功能支持镜像制作、镜像存储、功能包存储、版本管理、镜像部署、功能包部署、镜像升级、功能包升级、镜像回滚、功能包回滚等能力；
- d) 根据区域管辖范围及设备接入处理能力确定边缘计算部署数。

8.1.5 辅助设备

8.1.5.1 杆体选型

以下内容对杆体的选型是十分必要的：

- a) 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；
- b) 对挂载的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；
- c) 可挂载的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；
- d) 通过挂载路侧基础设施实现照明、感知监控等功能；
- e) 杆体结构设计满足GB 50017、GB 50135有关内容；
- f) 杆体荷载设计满足GB 50009有关规定；
- g) 杆体为搭载设备预留接线孔：
 - 1) 预留接线孔最小尺寸不小于25mm×40mm椭圆孔，间距宜为 0.5m；
 - 2) 杆体上的预留接线孔打磨光滑，无毛刺、无锐边，并加塞防水橡胶塞；
 - 3) 搭载设备完成接线后，对接线孔进行防水密封处理。
- h) 杆体具有可靠的漏电保护及接地保护，见GB 50054-2011有关内容；
- i) 杆体按照GB 50057规定配置避雷装置；
- j) 杆体内电缆、电线压接牢固可靠，见GB 50168-2018有关内容；
- k) 对杆体设备仓设置电涌保护器；
- l) 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。

8.1.5.2 机柜选型

以下内容对机柜的选型是十分必要的：

- a) 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；
- b) 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；

- c) 机柜不低于 IP45 的防护等级；
- d) 机柜满足-20~70℃设备稳定工作的环境温度；
- e) 机柜支持最大换风量大于 200CFM/MIN，支持温控；
- f) 机柜支持 GPS 天线出线，天线置于综合箱体外并稳定安装，天线上方覆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。

8.1.5.3 供电设施选型

以下内容对供电设施的选型是十分必要的：

- a) 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，为路侧基础设施提供稳定、持续、可靠的能源供给。
- b) 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。
- c) 路侧供能设施具备防雷击、防浪涌冲击等隔离防护能力。
- d) 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。
- e) 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MEC箱和综合机柜。

8.1.5.4 网络设备

8.1.5.4.1 网络设备环境

以下内容对网络设备环境是十分必要的：

- a) 带宽
 - 1) 路端至机房端纵向流量，参照带宽300-500Mbps,具体按实际业务需求定；
 - 2) 路端内网横向流量，参照带宽1Gbps,具体按实际业务需求定。
- b) 延迟
 - 1) 路端内网横向业务网络延迟小于3毫秒；
 - 2) 路端至机房端纵向业务延迟，一般保障在10毫秒以内；
 - 3) 丢包率不大于0.001%。
- c) 稳定性
 - 1) 冗余：路端至机房端、路口内网，至少提供端口冗余、物理链路冗余，保障可靠性；
 - 2) 拓扑形式：路口内网，树形拓扑、环形拓扑等等不限制。路端至机房端，建议树形拓扑为主；
 - 3) 链路性质：一般采用专线；
 - 4) 路端交换机：提供工业级交换机、提供POE供电功能，见GB/T 30094-2013相关内容；
 - 5) 网络授时：全链路（含回传核心机房链路）支持PTP时钟同步；
- d) 安全管控：路端至机房端需提供身份准入功能。
- e) 可靠性：单路口环网连通及路口数据回传的年不可用时长累积不得超过12小时；网络中断接到报修通知后，网络宜在1小时内恢复，最长恢复时间不超过4小时。

8.1.5.4.2 网络设备技术参数

以下技术参数对网络设备是十分必要的：

- a) 接入交换机技术参数：
 - 1) 固定端口千兆以太网端口不少于路侧系统需要接入的设备数，至少不少于8个；
 - 2) 光接口不少于2个；

- 3) 包转发率 $\geq 10\text{Mpps}$;
- 4) 支持环网协议 (STP/MSTP/RSTP) ;
- 5) 工作环境温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 75^{\circ}\text{C}$;
- 6) 支持防雷;
- 7) 支持1588v2, 支持PTP时钟同步。

b) 汇聚交换机技术参数:

- 1) 固定端口千兆以太网端口不少于8个, 万兆 (千兆/百兆) 自适应光接口不少于2个;
- 2) 包转发率 $\geq 72\text{Mpps}$;
- 3) 支持环网协议 (STP/MSTP/RSTP/G.8032) ;
- 4) 工作环境温度 -40°C 到 65°C ;
- 5) 支持防雷;
- 6) 支持1588v2, 支持PTP时钟同步。

8.1.5.4.3 网络系统组网

前端感知设备采集视频数据、雷达数据经路侧汇聚交换机至MEC, 由MEC处理为结构化数据。前端感知设备的安全准入、控制及流量监测, 由核心交换机部署的安全准入控制系统及平台侧部署的安全管理系统协同控制。车路云一体化部署组网示意图见图3。

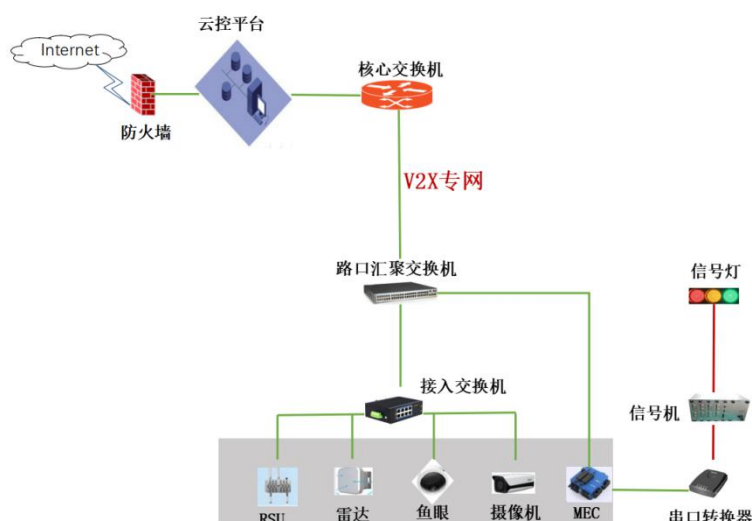


图 3 车路云一体化部署组网示意图

8.2 交通设施建设

8.2.1 一般原则

8.2.1.1 交通设施建设包括交通信号控制机、交通信号灯、交通标志标线及其他交通设施等。

8.2.1.2 经常清洁、维护交通信号灯、交通标志标线是十分必要的, 保证视认性, 避免被树木遮挡、被路灯照明影响视认等。

8.2.2 交通信号控制机建设

8.2.2.1 交通信号控制机相关内容见《车路云一体化路侧基础设施: 交通信号控制机技术规范》相关内容。

8.2.2.2 交通信号控制设施具备自我诊断、自主报警、自动切换信号控制方案功能是十分必要的。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。

8.2.2.3 交通信号控制设施宜扩充接口模块和检测设备。

8.2.3 交通标志标线

8.2.3.1 交通标志标线的颜色、形状、版面布局、尺寸大小、设置位置、功能见GB 5768及 GB 51038中的有关内容。

8.2.3.2 交通标志标线材料见 GB/T 18833、JT/T 280的相关内容。

8.2.3.3 交通标志标线养护见 DG/TJ 08-2256《城市道路交通标志、标线、信号设施养护技术标准》相关内容。

8.3 安全技术

8.3.1 物理环境安全

8.3.1.1 把路侧智能基础设施部署在防盗、防破坏的环境是十分必要的，可利用视频监控、设备状态监测等手段对路侧设备进行监控记录，及时发现设备的丢失、损坏等情况。

8.3.1.2 把路侧智能基础设施的部署在远离强电磁干扰的环境是十分必要的，或实施电磁屏蔽措施，避免电磁干扰。

8.3.1.3 在路侧智能基础设施的室外机柜内部安装防雷和接地保护装置是十分必要的，具备防雷击和防浪涌冲击的能力。

8.3.2 通信网络安全

8.3.2.1 网络架构安全

以下内容对通信网络架构安全是十分必要的：

- a) 保证网络设备的业务处理能力满足业务高峰期需要。
- b) 保证网络各个部分的带宽满足业务高峰期需要。
- c) 划分不同的网络区域，并按照方便管理和控制的原则为各网络区域分配地址。
- d) 避免将重要网络区域部署在边界处，重要网络区域与其他网络区域之间应采用可靠的技术隔离手段。
- e) 提供通信线路、关键网络设备和关键计算设备的硬件冗余，保证系统的可用性。

8.3.2.2 通信传输

以下内容对通信传输安全是十分必要的：

- a) 采用校验技术或密码技术保证通信过程中数据的完整性。
- b) 采用密码技术保证通信过程中数据的保密性。

8.3.3 数据安全

以下内容对数据安全是十分必要的：

- a) 采用有效校验技术和密码技术确保重要数据在生产、传输和存储过程中的保密性、完整性和可用性，并在检测到完整性错误时采取必要的恢复措施。
- b) 对数据发送方和接受方实施身份认证，在建立连接前，利用密码技术进行初始化会话验证。必要时采用专用传输协议或安全协议服务，避免发生基于协议的攻击和破坏。
- c) 具备重要数据的本地安全存储功能。

9 路侧子系统数据集

9.1 路侧子系统数据集概述

为规范不同类型的车路云一体化应用对路侧子系统的数据调用，把路侧子系统数据集统一标准化为三个层级是十分必要的：

- a) 第一层级是各类传感器原始基础数据的标准化，规定各类传感器的原始数据格式；
- b) 第二层级是边缘计算融合感知计算结果标准化，规定输出的感知结果目标数据；
- c) 第三层是路侧子系统与中心子系统的传输数据的标准化。

9.2 传感器数据集

9.2.1 摄像头数据

以下内容对摄像头传感器数据是十分必要的：

- a) 摄像头原始输出数据包含视频流，以及图像和曝光结束获得该帧图像时所对应的精确时间戳。
- b) 路侧摄像头视频数据的管理实现对实时视频和历史视频的管理。
- c) 摄像头视频格式支持H.264/H.265/MPEG4/MPEG，图片格式支持JPEG。

9.2.2 毫米波雷达数据

以下内容对毫米波雷达传感器数据是十分必要的：

- a) 毫米波雷达输出数据包含处理后的目标结构化数据和该帧数据所对应的精确时间戳；
- b) 毫米波雷达数据的传输宜采用TCP协议，可采用UDP协议；
- c) 毫米波雷达的输出数据包含目标编号、目标类型、目标相对位置、目标速度和目标航向角，可包含目标加速度、目标置信度等额外信息。

9.2.3 激光雷达数据

以下内容对激光雷达传感器数据是十分必要的：

- a) 激光雷达原始点云数据，包含帧号、时间戳、点云坐标信息、距离信息、反射率信息等，数据格式宜支持PCAP。
- b) 原始点云数据内容具备最小数据包装单位：数据块信息和附属信息；
- c) 原始点云数据的数据块信息中，包括数据块帧头、方向角、线束X主数据和脉冲值属性信息；
- d) 原始点云数据的附属信息中，包括数据块个数、每个数据块的数据线个数、时间信息和包序号属性信息。

9.3 边缘计算融合感知数据集

边缘计算通过接入前端感知设备，融合处理后的数据至少涵盖感知区域内所有交通参与者信息是十分必要的，如类型、速度、位置信息等，具体数据内容见表7。

表 7 交通参与者数据集

数据集字段	描述	必要(M)/可选(O)
交通参与者类型	识别路口交通参与者类型是行人、机动车、非机动车，例如 0—行人，1—机动车，2—非机动车，...	M
车辆类型	例如 0—未知，1—大客车 2—大货车，3—轿车，4—面包车，5—小货车，6—二轮车，7—三轮车，...	M

交通参与者 ID 编号	为每个识别到的交通参与者进行系统标号，在识别生命周期内，ID 号保持不变	M
交通参与者位置	经纬度信息	M
交通参与者速度	m/s	M
交通参与者加速度	m/s ²	O
交通参与者航向角	与正北方向顺时针夹角 deg	M
交通参与者历史轨迹	交通参与者过去若干帧的历史轨迹信息，以数组形式存放	O
原始时间戳信息	获取图像/点云等原始数据时的时间戳信息	M

9.4 路侧子系统与中心子系统数据集

路侧子系统与中心子系统对接的数据内容见DB11/T XXXX《车路云一体化信息交互技术要求第一部分：路侧设施与云控平台数据接口规范》的相关内容。

附录 A

(资料性)

车路云一体化典型功能服务

车路云一体化路侧典型功能服务见表 A.1。

表 A.1 车路云一体化路侧典型功能服务

序号	名称	功能服务说明
1	交通信号灯	在车辆行驶过程中，路侧设施向车辆提供信号灯实时状态信息，包括灯色、倒计时读秒及控制方式等信息，可包含一个或多个路口信号灯的状态信息。
2	全要素感知	在车辆行驶过程中，路侧设施将机动车、骑行者、行人、障碍物等目标物的类型、位置等信息发送给车辆，对车辆进行提示。
3	逆行事件预警	在主车行驶过程中，路侧设施将道路上行驶方向与规定方向相反、且行驶速度不小于某一设定值的逆行事件发送给主车，对主车进行预警。
4	施工占道事件提示	在车辆行驶过程中，路侧设施将道路上出现单车道或多车道施工状况，影响道路畅通的施工占道事件发送给车辆，对车辆进行提示。
5	车辆故障事件提示	在主车行驶过程中，路侧设施将在道路上发生车辆故障，使用车辆故障标志标识，同时按照规定开启危险报警闪光灯的故障事件发送给主车，对主车进行提示。
6	异常停车事件提示	在主车行驶过程中，路侧设施将道路上车辆由行驶改变为静止状态，停止区域为非法停车区域，且静止时间不小于某一设定值的异常停车事件发送给主车，对主车进行提示。
7	限速提示	在车辆行驶过程中，路侧设施将道路限速信息发送给车辆，对车辆进行提示。
8	公交车道提示	在车辆行驶过程中，路侧设施将道路公交车道信息发送给车辆，对车辆进行提示。
9	超速事件预警	在主车行驶过程中，路侧设施将道路上车辆行驶速度超过限定速度的超速事件发送给主车，对主车进行预警。
10	行人闯入机动车道事件预警	在车辆行驶过程中，路侧设施将行人进入机动车道或其他禁止进入的区域，且行走时间或行走距离不小于某一设定值的行人闯入事件发送给车辆，对车辆进行预警。
11	非机动车闯入机动车道事件预警	在车辆行驶过程中，路侧设施将非机动车进入机动车道或其他禁止进入的区域，且行走时间或行走距离不小于某一设定值的非机动车闯入事件发送给车辆，对车辆进行预警。
12	道路拥堵事件提示	在车辆行驶过程中，路侧设施将道路出现单车道或多车道的拥堵状况，影响道路畅通的事件发送给车辆，对车辆进行提示。
13	信号灯故障事件提示	在车辆行驶过程中，路侧设施将路口信号灯故障信息发送给车辆，对车辆进行提示。
14	抛洒物事件提示	在车辆行驶过程中，路侧设施将抛洒物信息发送给车辆，对车辆进行提示。
15	机动车闯红灯预警	在车辆行驶过程中，路侧设施将机动车红灯禁行状态时，以某一速度阈值或某一越过停止线距离阈值或其他指标检测的闯红灯行为发送给车辆，对车辆进行预警。
16	非机动车闯红灯预警	在车辆行驶过程中，路侧设施将非机动车在红灯禁行状态时，以某一速度阈值或某一越过停止线距离阈值或其他指标检测的闯红灯行为发送给车辆，对车辆进行预警。
17	行人闯红灯预警	在车辆行驶过程中，路侧设施将行人在红灯禁行状态时，以某一速度阈值或某一越过停止线距离阈值或其他指标检测的闯红灯行为发送给车辆，对车辆进行预警。
18	紧急车辆提示	在主车行驶过程中，路侧设施将道路上消防车、救护车等有优先通行需求的车辆信息发送给主车，对主车进行提示。

19	车内标牌	在车辆行驶过程中，路侧设施将道路的交通标志标线等信息发送给车辆，对车辆进行提示。
20	差分数据服务	一种利用 V2X 交互实现的导航定位增强技术。利用布设在区域内的基础设施（如 GNSS 基准站，地基增强系统等），监测视野内的 GNSS 卫星，通过集中数据处理，分类获得误差改正参数和完好性信息，从而使车辆定位精度提升。
21	动态车道管理	针对城市道路早晚高峰单项拥堵的潮汐交通问题，根据不同时间双向交通流量不同的情况，对有条件的道路设置一个或多个车辆行驶方向，规定随不同时段变化的车道的动态车道管理方法。
22	感知数据共享	路侧设施通过自身搭载的感知设备检测到周围其他交通参与者(包括但不限于车辆、行人、骑行者等目标物)或道路障碍物（如遗撒物、枯枝等）信息，并将检测到的目标信息处理后，发送给周围其他车辆，收到此信息的其他车辆可提前感知到不在自身视野范围内的交通参与者或道路异常状况，辅助车辆做出正确的驾驶决策。
23	协作式变道	车辆在行驶过程中需要变道，车辆将行驶意图发送给路侧设备，相关车辆收到路侧设备的调度信息，根据自身情况调整驾驶行为，使得车辆能够安全完成变道或延迟变道。
24	协作式车辆汇入	在高速公路或快速道路入口匝道处，路侧设施获取周围车辆运行信息和行驶意图，通过发送车辆引导信息，协调匝道和主路汇入车道车辆，辅助匝道车辆安全、高效的汇入主路。
25	协作式交叉口通行	在主车行驶过程中，主车与路侧设施协作，安全、高效通过交叉口。主车向路侧发送车辆行驶信息，路侧根据车辆行驶信息、目标交叉路口的信号灯信息、其他车辆上报的行驶信息、以及路侧感知信息，为主车生成通过交叉路口的通行调度信息并发送给主车，调度主车安全通过交叉口。
26	场站路径引导	在场站内部区域(如停车场，高速路服务站，加油站等)，向进入的车辆提供站点地图信息、车位信息、服务信息等，同时为车辆提供路径引导服务。

参 考 文 献

- [1] GB 23826 高速公路LED可变限速标志
 - [2] GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
 - [3] GB/T 22240 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
 - [4] GB/T 29102 道路交通信息服务 通过调频数据广播发布的道路交通信息
 - [5] GB/T 22240 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
 - [6] YD/T 3400 基于LTE的车联网无线通信技术总体技术要求
 - [7] YD/T 3400 基于LTE的车联网无线通信技术总体技术要求
 - [8] YD/T 3593 基于LTE的车联网无线通信技术 核心网设备技术要求
 - [9] YD/T 3593 基于LTE的车联网无线通信技术 核心网设备技术要求
 - [10] BJJT/ 0060—2021 智慧高速公路建设指南（试行）
 - [11] 北京市高级别自动驾驶示范区工作办公室 北京市高级别自动驾驶示范区数据分类分级方法白皮书.2022.9
 - [12] 北京市经济和信息化局 北京市智能网联汽车政策先行区总体实施方案
 - [13] 中国智能网联汽车产业创新联盟 车路云一体化融合控制系统 白皮书. 2020.9
 - [14] 智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范（试行）（工信部联通装[2021] 97号）
-