

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

DB 4502

柳 州 市 地 方 标 准

DB 4502/T XXXX—XXXX

车联网路侧基础设施建设规范

Infrastructure Construction Specification for Internet of Vehicles

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

柳州市市场监督管理局 发 布

目 次

前 言.....II

1 范围.....3

2 规范性引用文件.....3

3 术语和定义.....3

4 缩略语.....3

5 总体架构.....4

6 通用要求.....5

 6.1 摄像头（视频感知）设备技术要求.....5

 6.2 毫米波雷达设备技术要求.....5

 6.3 激光雷达设备技术要求.....6

 6.4 路侧单元技术要求.....7

 6.5 路侧计算单元技术要求.....8

 6.6 车联网路侧感知与计算系统技术要求.....8

7 安全要求.....9

 7.1 通信网络安全.....9

 7.2 数据安全.....9

8 部署要求.....10

 8.1 基本部署要求.....10

 8.2 十字路口.....10

 8.3 丁字路口.....11

 8.4 长直道路.....12

 8.5 环岛.....13

 8.6 匝道.....13

 8.7 急弯.....13

 8.1 隧道.....14

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。

本文件由柳州市大数据发展局提出并归口。

本文件起草单位：柳州市东科智慧城市投资开发有限公司、中国信息通信研究院、柳州汽车检测有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、广西汽车研究院、广西汽车集团、东风柳州汽车有限公司、珠海南方智运汽车科技有限公司、信通院车联网创新中心（成都）有限公司、北京星云互联科技有限公司、中信科智联科技有限公司

本文件主要起草人：杨硕、雷凯茹、林智桂、余冰雁、文明、黄伟、龚正、李小林、杨天、吴宇涵、潘涛、蒋艳冰、夏圣、蒋丹、韦学鑫、熊禹、韦嘉宾、周君武、梁鸿宇、孙武能、程苗、陈星筑、柳锐聪、黄劼、李大川、张元方、黄好、覃理忠、钟声峙

车联网路侧基础设施建设规范

1 范围

本文件规定车联网路侧基础设施建设的设施通用要求、安全要求、部署要求。
本文件适用于柳州市车联网路侧基础设施的建设。

2 规范性引用文件

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

GB/T 20609-2006 交通信息采集微波交通流检测器

GB/T 28789-2012 视频交通事件检测器

GB/T 39786-2021 信息安全技术 信息系统密码应用基本要求

YD/T 3340-2018 基于LTE的车联网无线通信技术 空中接口技术要求

YD/T 3400-2018 基于LTE的车联网无线通信技术 总体技术要求

YD/T 3707-2020 基于LTE的车联网无线通信技术 网络层技术要求

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 3755-2020 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 3957 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

T/CSAE 53-2020 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）

T/CSAE 157-2020 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）

T/CSAE 159 基于LTE的车联网无线通信技术 支持直连通信系统路侧单元技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

路侧单元 road side unit

部署在道路、公路沿线或者场端，具备通信（4/5G蜂窝、sidelink通信）能力。能够与路侧计算单元进行信息交互。

3.2

路侧计算单元 Road Side Computing Unit, RSCU

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、感知数据、V2X 业务数据等汇聚、处理与决策的计算单元。

3.3

基于LTE的车联网无线通信技术 LTE-Vehicle To Everything, LTE-V2X

基于LTE通信技术演进形成的车用无线通信技术，车对外界的信息交换。

3.4

车联网路侧感知与计算系统

由路侧感知设施和路侧计算单元组成，能够生成交通微观状态信息，如车辆、道路、环境等高实时动态数据等。

4 缩略语

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
CMOS	互补金属氧化物半导体	Complementary Metal-Oxide-Semiconductor
C-V2X	车用无线通信技术	Cellular-Vehicle to Everything
GNSS	全球卫星导航系统	Global Navigation Satellite System
IP	防护等级	Ingress Protection
IPsec	互联网安全协议	Internet Protocol Security
LTE	长期演进通信（4G）	Long Term Evolution
MTBF	平均无故障工作时间	Mean Time Between Failure
NTP	网络时间协议	Network Time Protocol
OBU	车载单元	On Board Unit
PoE	以太网供电	Power Over Ethernet
PPS	秒脉冲	Pulse Per Second
RSU	路侧单元	Road Side Unit
SDK	软件开发工具包	Software Development Kit
SSL	安全套接字协议	Secure Sockets Layer
STP	生成树协议	Spanning Tree Protocol
TCP	传输控制协议	Transmission Control Protocol
TLS	安全传输层协议	Transport Layer Security
UDP	用户数据报协议	User Datagram Protocol
USB	通用串行总线	Universal Serial Bus

5 总体架构

车联网路侧基础设施主要由路侧通信设施、路侧感知设施、路侧计算单元等核心设备，以及交通安全与管理设施或其他附属设施等构成，系统组成架构见图1所示。

——路侧感知设施：用于提取道路交通状态的各类要素，如交通参与者的运动学信息、判定交通事件触发的信息、计算交通流相关指标的支撑信息等，宜包括摄像机、毫米波雷达、激光雷达等交通检测器，宜包括用于道路状态监测等场景的传统交通检测器。

——路侧计算单元：用于对路侧感知设施的原始数据或结果数据进行存储、融合处理分析，生成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；

——路侧通信设施：包括基于直连无线通信的LTE-V2X路侧单元RSU，或者基于蜂窝移动通信的4G/5G设施；

——交通安全与管理设施、其他附属设施：根据应用需要可包括交通监控设施、交通诱导与控制设施、可变标识、辅助定位设施、气象监测设施等。

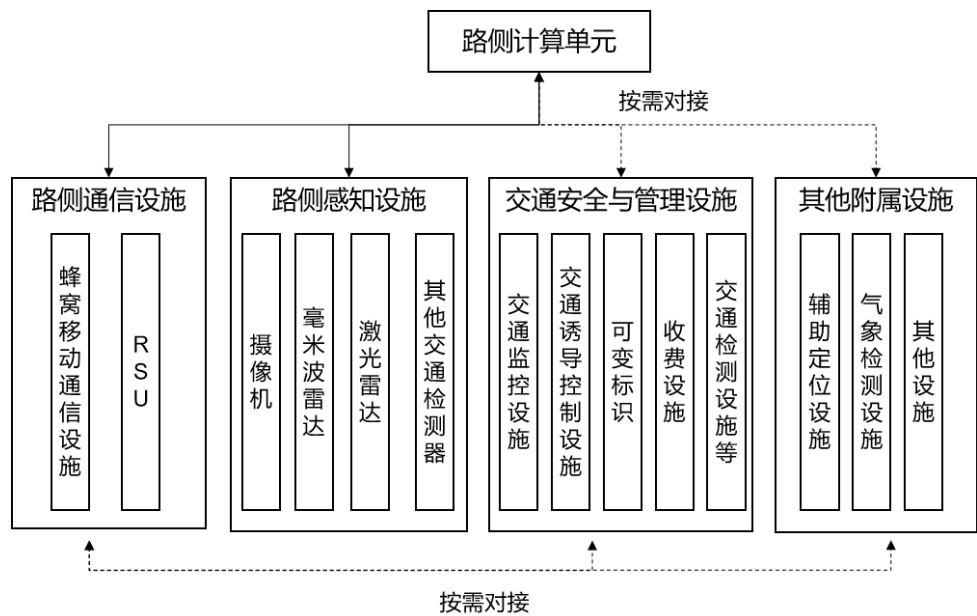


图 1 车联网路侧基础设施组成架构

6 通用要求

6.1 摄像头（视频感知）技术要求

6.1.1 功能与性能要求

- a) 支持面向视频和图像的二次开发功能，并可提供 SDK；
- b) 支持基于 GNSS 或 NTP 的时钟同步功能，可输出精度不大于 1ms 的时间戳；
- c) 应采用不小于 200 万像素的 CMOS；
- d) 支持 SVAC/H.265/H.264、MJPEG 视频编码协议；
- e) 支持 JPEG、Smart JPEG 视频编码协议，图片质量可配置；
- f) 可选支持红外功能，最大距离不小于 100 米；
- g) 可选支持透雾，穿透雾霾成像，图像清晰。

6.1.2 接口要求

- a) 具备至少 1 个 RS485/232 接口或 1 个 RJ45 100M/1000M 自适应以太网接口；
- b) 支持标准化的信息传输、交换、控制协议接口，支持使用 RTSP 协议输出视频数据，并满足 GB/T 28181-2016 标准要求。

6.1.3 可靠性要求

摄像头设备可靠性宜满足以下技术要求：

- a) GB/T 28789-2012 中 5.6-5.7 节；
- b) 防护等级不低于 IP66；
- c) MTBF 不小于 50000 小时；
- d) 支持在全气候环境下稳定工作，包括雨、雾、雪、大风、冰、灰尘等。

6.2 毫米波雷达技术要求

6.2.1 功能与性能要求

- a) 应满足国家主管部门关于路侧毫米波雷达的工作频段要求;
- b) 支持至少 8 车道 (含正向车道和反向车道) 范围内的交通目标进行检测, 并支持对交通目标进行轨迹跟踪;
- c) 支持基于 GNSS 或 NTP 的时钟同步功能, 可输出精度不小于 1ms 的时间戳;
- d) 最远探测距离不小于 250m (纵向);
- e) 交通流量检测精度不小于 95%;
- f) 平均车速的检测精度不小于 95%;
- g) 测速范围: 0~220km/h;
- h) 速度检测分辨率不大于 0.6km/h;
- i) 速度检测精度不大于 0.2km/h;
- j) 距离检测分辨率不大于 0.5m (探测距离不大于 100m)、2m (探测距离大于 100m);
- k) 距离检测精度不大于 0.1m (探测距离不大于 100m)、0.5m (探测距离大于 100m);
- l) 角度分辨率不大于 2°;
- m) 测角精度不大于 0.25°;
- n) 帧率不小于 10Hz。

6.2.2 接口要求

- a) 具备至少 1 个 RS485/232 接口或 1 个 RJ45 100/1000M 自适应以太网接口;
- b) 支持 TCP/UDP 传输协议, 支持对多个服务端传输数据。

6.2.3 可靠性要求

毫米波雷达设备可靠性宜满足以下技术要求:

- a) GB/T 20609-2006 中 5.7-5.9 节;
- b) MTBF 不小于 50000 小时;
- c) 支持在全气候环境下稳定工作, 包括雨、雾、雪、大风、冰、灰尘等。

6.3 激光雷达技术要求

6.3.1 功能与性能要求

- a) 可选支持多雷达数据融合功能;
- b) 支持配置多种回波检测方式;
- c) 支持点云输出、跟踪目标输出、点云和跟踪目标同时输出;
- d) 支持基于 GNSS 或 NTP 的时钟同步功能, 可输出精度不小于 1ms 的时间戳;
- e) 测距距离不小于 100m;
- f) 测距精度不大于 3cm (1 sigma);
- g) 垂直视场角不小于 30°;
- h) 水平视场角不小于 80°;
- i) 平均垂直角度分辨率不大于 0.3°;
- j) 平均水平角度分辨率不大于 0.3°;
- k) 帧率不小于 10Hz;
- l) 防护等级不低于 1 级人眼安全。

6.3.2 接口要求

- a) 具备至少 1 个 RS485/232 接口或 1 个 RJ45 100M/1000M 自适应以太网接口；
- b) 支持 TCP/UDP 传输协议，支持 MQTT 或 protobuf 应用层传输协议，支持 IEEE 1588-2008 (PTPv2) 时钟同步协议，支持 PPS。

6.3.3 可靠性要求

激光雷达设备可靠性宜满足以下技术要求：

- a) 工作环境温度：-40℃~55℃；
- b) 工作环境湿度：0%~95%，无凝结；
- c) 防护等级不低于 IP66；
- d) MTBF 不小于 50000 小时；
- e) 支持抗震、电压过载保护、浪涌保护、设备防雷屏蔽；
- f) 支持在全气候环境下稳定工作，包括雨、雾、雪、大风、冰、灰尘等。

6.4 路侧单元技术要求

6.4.1 功能要求

- a) 通信制式应支持 LTE-V2X PC5 直连通信、4G，可支持 5G；
- b) 支持基于 GNSS 的定位与时钟同步功能；
- c) 支持基于 NTP 的时钟同步功能；
- d) 可选支持无 GNSS 通信功能，若部署于隧道等无 GNSS 信号场景，则此功能为必选；
- e) 可选支持通过应用层多跳转发的方式，实现 RSU 的级联通信，并且能够跨模组通信，支持 RSU 通过多跳转发实现级联通信；
- f) 支持安全芯片硬件加密和数据安全存储；
- g) 支持远程运维管理功能；
- h) RSU 发送 MAP、SPAT、RSM、RSI 消息的周期和数据包大小应符合 T/CSAE 159 的规定
- i) 支持与国内主流信号机的对接，接口协议应符合标准 GA/T 1743-2020；
- j) 支持 C-V2X 证书申请、下载、更新，协议应符合 YD/T 3957；
- k) 支持 SSL/TLS 或 IPSec 等安全通信协议。

此外，C-V2X RSU 应与 OBU 实现互操作，应完成协议一致性测试并取得相应证明，并提供《无线电发射设备型号核准证》等证明。

6.4.2 接口要求

- a) 支持 RJ45 以太网接口，支持即插即用；
- b) 支持直流/交流/PoE 至少一种供电模式，其中直流供电时应采用 DC 9-36V、交流供电时应采用 AC 220V 并外加适配器、PoE 供电时应满足 IEEE 802.3at 协议要求；
- c) 可选支持防盗 SIM 卡插槽；
- d) C-V2X RSU 通信协议应符合 YD/T 3340-2018、YD/T 3400-2018、YD/T 3707-2020、YD/T 3709 中的规定。

6.4.3 可靠性要求

C-V2X RSU 可靠性宜满足以下技术要求：

- a) 标准 YD/T 3755-2020 中附录 B.4-附录 B.7；

- b) MTBF 不小于 50000 小时。

6.5 路侧计算单元技术要求

6.5.1 功能与性能要求

- a) 支持摄像头、毫米波雷达、激光雷达等路侧感知设备的接入；
- b) 支持从摄像头获取视频流并进行视频解码、目标检测、目标跟踪、目标定位等功能，从毫米波雷达获取结构化数据，从激光雷达获取点云数据，并进行目标融合定位、跟踪等功能；
- c) 支持与 C-V2X RSU 进行数据交互；
- d) 支持在与车联网应用服务平台断开连接的状态下，仍可提供不间断业务服务；
- e) 支持远程运维管理功能；
- f) 支持基于 GNSS 或 NTP 的时钟同步功能，可输出精度不大于 1ms 的时间戳；
- g) 可选配 4G/5G/WiFi 等通信模块实现无线回传；
- h) 路侧计算设备的端到端处理时延宜不大于 100ms；
- i) 路侧计算设备的算力应至少满足并匹配所接入传感器的数据计算需求；
- j) 感知的结构化数据输出频率不小于 10Hz。

备注：上述的“路侧计算设备的端到端处理时延”是指路侧计算设备接收到所有已接入感知设备回传的原始感知数据到融合计算出结构化消息数据的时延。

6.5.2 接口要求

- a) 具备至少 1 个 USB 3.0（或以上）接口；
- b) 应满足所接入感知设备的接口要求。

6.5.3 可靠性要求

路侧计算设备的可靠性宜参考以下技术要求：

- a) 工作环境温度：-40℃~60℃；
- b) 工作环境湿度：0%~95%，无凝结；
- c) 防护等级不低于 IP40；
- d) MTBF 不小于 50000 小时，可用性宜不小于 99.999%；
- e) 支持抗震、电压过载保护、浪涌保护、设备防雷屏蔽。

6.5.4 安全要求

- a) 路侧计算设备应部署在具有防盗、防破坏条件的环境，具备及时发现设备的丢失、损坏等异常状态的能力；
- b) 路侧计算设备应具备对于引导程序、系统程序、重要配置参数和通信应用程序等进行可信验证的能力；
- c) 路侧计算设备应用具备安全通信能力，宜采用 SSL/TLS 等安全技术保证路侧计算设备与车联网应用服务平台的安全通信；
- d) 路侧计算设备应具备入侵防范与安全响应能力。

6.6 车联网路侧感知与计算系统技术要求

6.6.1 功能要求

- a) 应支持车流量、拥堵及缓行检测，宜支持车流平均速度、车道占有率、车头时距、车头间距及排队长度检测；
- b) 应支持识别目标交通参与者即时位置、即时速度、方向航向角、加速度等动态属性，支持识别区间内车辆数、平均速度等动态属性，可选支持空间占有率；
- c) 应支持排队长度检测功能，可输出排队长度、队首队尾车辆位置、排队车辆数；
- d) 应支持对交通异常事件进行检测，包括行人闯入、异常停车、逆行、变道、超高速、超低速缓行、拥堵、占用应急车道、道路遗撒等，并输出报警信息；
- e) 应支持识别车辆的实时经纬度位置和行驶车道；
- f) 宜支持车型识别，可选支持车牌识别、车身颜色识别；
- g) 可选支持停车、逆行、交通拥堵、车辆缓行等事件检测，可选支持行人检测；
- h) 可选支持压线、变道、逆行、违停违章检测功能；
- i) 可选支持特殊车辆的识别，如警车、救护车等。

6.6.2 性能要求

- a) 交通流统计准确率不小于 95%；
- b) 机动车道占有率检测精度不小于 95%；
- c) 机动车排队长度检测精度不小于 95%。

7 安全要求

7.1 通信网络安全

7.1.1 网络传输

路侧基础设施与外界的网络传输应满足如下网络传输安全要求：

- a) 宜采取安全通信协议，如 TLS 1.2、TLCP 等，保障通信数据的机密性、完整性和真实性；
- b) 应具有针对网络传输的访问控制功能，例如根据源地址、目的地址、源端口、目的端口和协议等进行检查。

路侧基础设施密码应用应满足以下基本要求：

- a) 密钥产生、存储、使用等环节应符合 GB/T 39786 相关要求；
- b) 应优先采用经国家密码主管部门核准或商用密码检测认证的密码产品和密码服务。

7.1.2 直连通信

当路侧基础设施使用直连通信（LTE-V2X PC5 接口）时，应满足以下安全要求：应使用注册证书和通信证书相结合的方式，为直连通信消息提供数字签名服务。其中，证书格式应符合 YD/T 3957-2021。

7.2 数据安全

7.2.1 数据完整性与真实性

路侧基础设施应满足以下数据完整性和真实性要求：

- a) 可采用身份鉴别等机制，保证采集数据来源的真实性；
- b) 可采用数据校验等机制，保证采集数据的完整性；
- c) 可采用附加消息鉴别码或数字签名方式实现数据传输的完整性保护；

- d) 应采用有效校验技术和密码技术确保重要数据存储过程中的完整性，并在检测到完整性错误时采取必要的恢复措施。

7.2.2 数据机密性

路侧基础设施应满足以下数据机密性要求：

- e) 应保证采集数据的机密性，可采用加密等机制；
- f) 应采用密码技术实现系统管理数据、鉴别数据和其他重要数据传输的机密性；
- g) 重要数据应存储在安全区域或以密文形式存储；
- h) 应采用安全机制防止重要数据的泄漏，如采用加密、脱敏等方法；
- i) 应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，避免来自基于协议的攻击和破坏；
- j) 应依据国家及行业主管部门有关规定以及个人信息主体约定的时限等，针对不同类型的数据设定其数据保存期，并应采取技术手段，在车路协同系统中去除待删除的数据。

8 部署要求

8.1 基本部署要求

- a) 设备部署宜选择空旷处，且周边无明显遮挡信号的障碍物，针对有些路段，不同季节的生长环境不同，草木枝叶茂盛存在遮挡的情况，应为在途车辆提供连续的安全预警信息服务，消除管控盲点，或设置专门的补盲点位；
- b) RSU 部署，宜按照沿线双侧按“之”字型部署，在互通立交区、特大桥、弯道、收费站、服务区等通信环境不理想的区域应加密布置，以保证路段 C-V2X 信号全覆盖。

8.2 十字路口

- a) 优先复用电警杆、监控杆或信号灯杆灯等已有杆件部署感知设备，当电警杆、监控杆或信号灯杆不可用时，可考虑新立杆；
- b) 宜部署毫米波雷达和摄像头，对于一般的十字路口，宜至少 4 个摄像头和 4 个毫米波雷达；
- c) 可部署激光雷达，并优先考虑与毫米波雷达、摄像头共点部署；
- d) 根据算力需求在落地机箱内宜部署 1-2 台路侧边缘计算设备，与感知设备共杆部署至少 1 台 RSU；
- e) 感知单元安装在路口的电警杆、监控杆、或者信号灯杆横臂上，高度宜为 6 至 8 米，安装位置宜靠近道路中央位置，以便更好地正对监控路段；
- f) 设备安装应避免树木等遮挡，以免影响摄像头、雷达的感知效果；
- g) 监控杆上摄像头可复用已有监控设备，可选择电警杆或监控杆部署，应避免交管部门不允许使用信号灯杆挂载设备的区域。

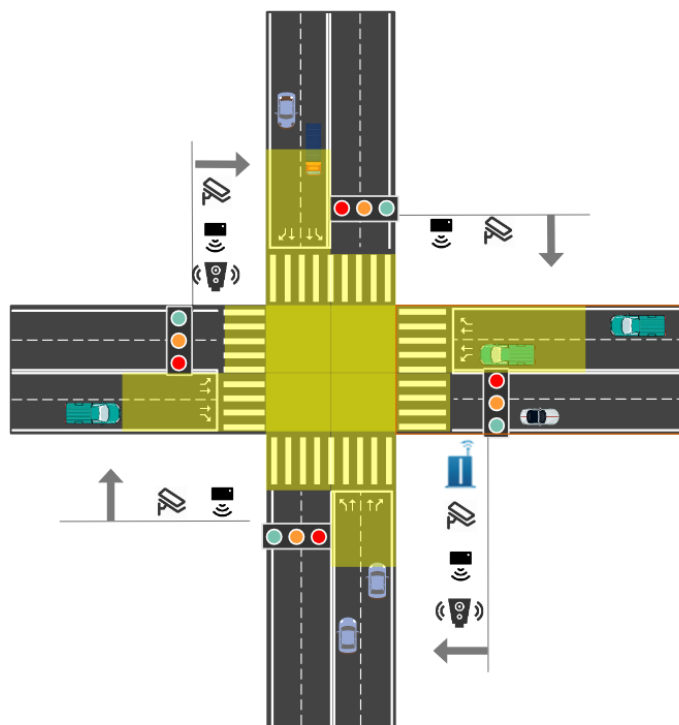


图 2 十字路口设备部署示意

8.3 丁字路口

- a) 优先复用电警杆、监控杆或红绿灯杆部署感知设备，当电警杆、监控杆或红绿灯杆不可用时，考虑新立杆；
- b) 宜部署毫米波雷达和摄像头，对于一般的丁字路口，宜至少 3 个摄像头和 3 个毫米波雷达；
- c) 可部署激光雷达，并优先考虑与毫米波雷达、摄像头共点部署；
- d) 根据算力需求在落地机箱内宜部署 1-2 台路侧边缘计算设备，与感知设备共杆部署至少 1 台 RSU。
- e) 在常规丁字路口，可以通过摄像头、毫米波雷达对交通参与者、交通事件、流量等进行检测。感知单元安装在路口的电警杆、监控杆、或者信号灯杆横臂上，高度宜为 6 至 8 米，安装位置宜靠近道路中央位置，以便更好地正对监控路段。
- f) 设备安装应避免树木等遮挡，以免影响摄像头、雷达的感知效果。
- g) 监控杆上摄像头可复用已有监控设备，可选择电警杆或监控杆部署，应避免交管部门不允许使用信号灯杆挂载设备的区域。

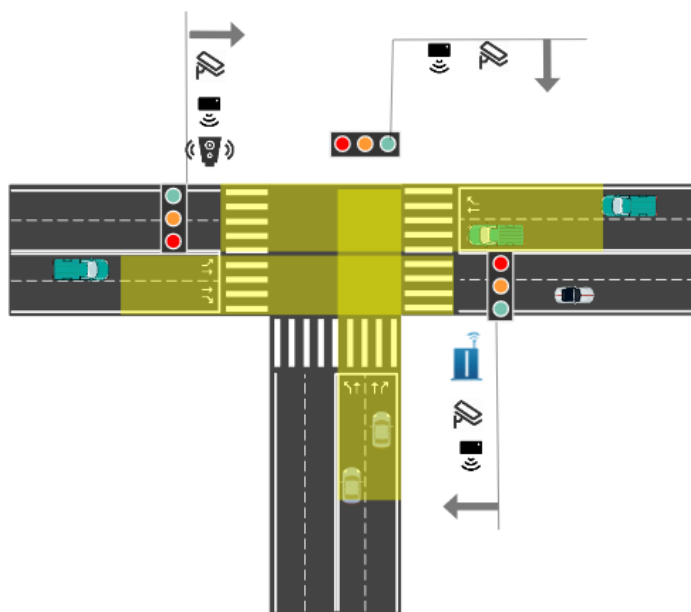


图3 丁字路口设备部署示意图

8.4 长直道路

- 优先复用电警杆部署感知设备，当电警杆不可用的时候，才考虑新立杆；
- 宜部署毫米波雷达和摄像头，对于一般的长直道路，根据部署间隔及部署点位，每个点位（包括对向车道2个独立点位）宜至少1个摄像头和1个毫米波雷达；
- 可部署激光雷达，并优先与雷视一体机共点部署；
- 应避免树木等遮挡，以免影响摄像头、雷达的感知效果。**RSU** 宜采用共杆安装（杆件复用原则同上）。
- 在弯道、高架、桥梁等因遮挡问题导致信号覆盖不足区域，应单独规划 **RSU** 补充覆盖。

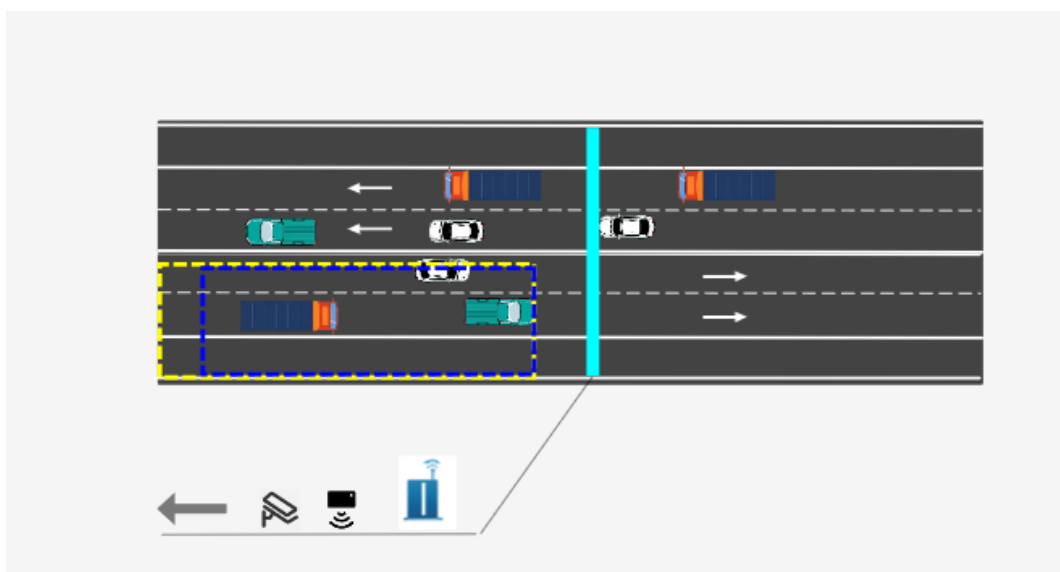


图4 长直道路设备部署示意图

8.5 环岛

- 应根据环岛区域遮挡情况确定 RSU 数量, 根据实际遮挡和安装条件情况调整数量和安装位置, 确保 RSU GNSS 信号和覆盖信号无遮挡。
- 传感器规划每个进口路段宜使用 1 个毫米波雷达+1 个摄像头进行检测。

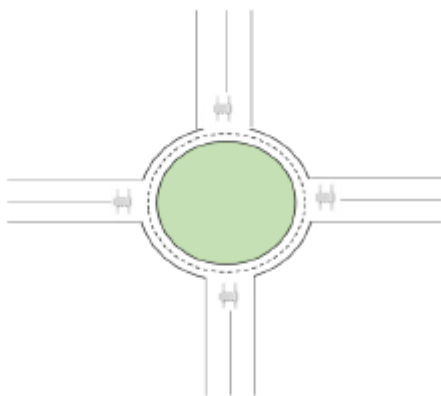


图5 环岛示意图

8.6 匝道

- 主路在匝道口附近应部署感知设备;
- RSU 宜部署在匝道口, 确保匝道和主道汇入位置信号覆盖良好;
- 匝道宜部署 1 个毫米波雷达+1 个摄像头, 以保证覆盖匝道汇入车辆。

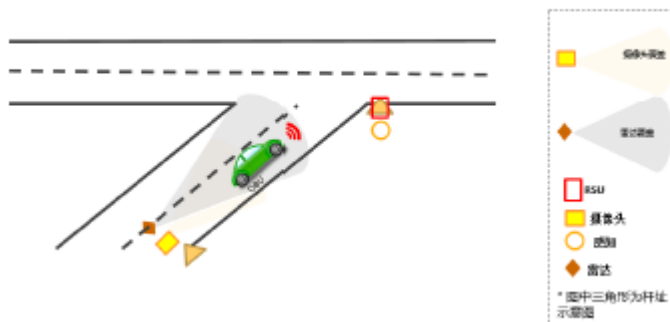


图6 匝道示意图

8.7 急弯

- 在急弯道路上, 可单向或者双向部署 1 个摄像头+1 个毫米波雷达对交通参与者、交通事件、流量等进行检测, 与感知设备共杆部署应至少 1 台 RSU, 图 7 为双向部署 1 个摄像头+1 个毫米波雷达的示意图;
- 根据曲率, 感知设备覆盖范围应保证连续无遮挡 (包括杆下盲区);
- 感知单元安装在道路上的监控杆, 高度宜为 6 至 8 米, 安装位置宜靠近道路中央位置, 以便更好地正对监控路段;
- 设备安装应避免标识牌、树木等遮挡, 以免影响摄像头、雷达的感知效果。

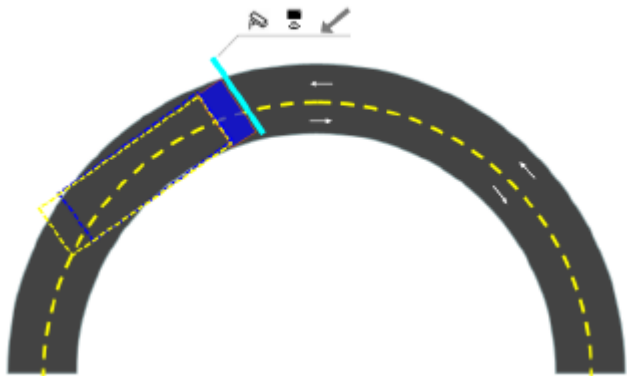


图7 急弯示意图

8.8 隧道

RSU在隧道内部署要求如下：

- a) 隧道内分幅布设 RSU，纵向间距宜平均 150m，偏差不超过 20m，弯曲道路时可适当减小间距；
- b) 隧道内每个 RSU 在上游方向应至少能与 2 个 RSU 视距通信，且下游方向应至少能与 2 个 RSU 视距通信；
- c) 隧道口向外应以同等间距延伸布设 2 个 RSU ，隧道外 RSU 应良好接收 GNSS 信号；
- d) 隧道内各 RSU 布设位置宜位于隧道的同一侧；
- e) 隧道内 RSU 天线与隧道拱顶及隧道侧壁宜保持 0.5m 以上的距离；
- f) 以地面为基准，所有 RSU 天线的高度差宜不超过 0.5m。

同时，在隧道部署摄像机用于监控和感知隧道内的各类事件。在隧道入口处宜配置交通可变信息板，向即将进入隧道并未配备OBU的车辆实时通知隧道内的道路和安全情况。部署方案如图所示。

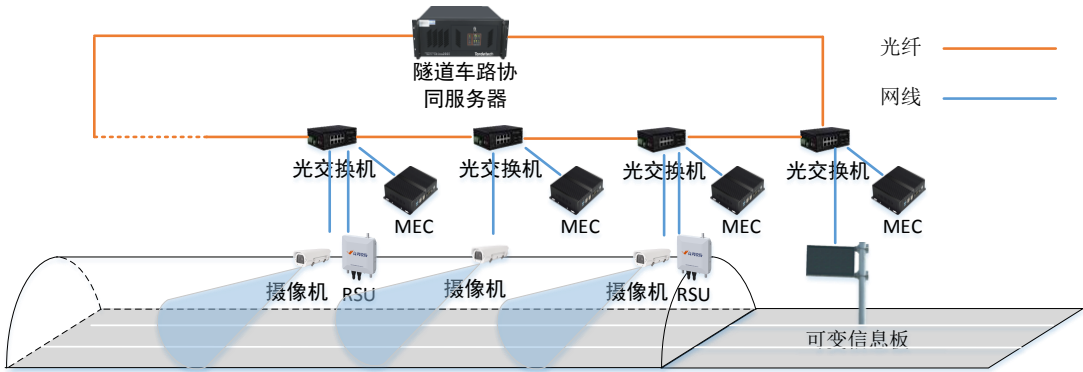


图8 隧道示意图