

团 体 标 准

T/GEMPA 005-2025

车路云一体化 路侧智能设备技术要求

Roadside Intelligent Devices Technical Requirements for
Vehicle-Road-Cloud Integration

2025 年 12 月 23 日发布

2025 年 12 月 24 日发布

广东省汽车智能网联发展促进会
珠三角湾区智能网联新能源汽车产业联盟

发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
3.1 路侧智能设备 Roadside Intelligent Devices	2
3.2 道路交通信息 road traffic information	3
4 缩略语	3
5 路侧智能设备构成	4
5.1 建设目标	4
5.2 服务对象	4
5.3 系统交互架构	4
5.4 关键路侧智能设备	4
6 一般规定	5
6.1 通用要求	5
6.2 安装要求	7
6.3 运维管理要求	8
7 数据采集设备技术要求	10
7.1 摄像机	10
7.2 毫米波雷达	13
7.3 激光雷达	14
7.4 RFID 读写设备	15
7.5 公路交通气象监测设备	15
7.6 采集点设置要求	16
7.7 设备安装部署要求	17
8 路侧单元技术要求	18
8.1 功能要求	18
8.2 性能要求	19
8.3 设置要求	19
9 边缘计算单元技术要求	20
9.1 功能要求	20
9.2 性能要求	20
9.3 设置要求	21
10 道路交通管理与控制设备技术要求	21
10.1 功能与性能要求	21
10.2 设置要求	22
11 信息发布设备技术要求	22
11.1 功能与性能要求	22
11.2 设置要求	22
11.3 数据要求	22
12 前端数据的管理与分发	22

12.1	基本要求	22
12.2	数据质量	23
12.3	数据分发	23
附录 A	24
A.1	一级点位	24
A.2	二级点位	24
A.3	三级点位	24

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》给出的规则起草。

本文件由广东省汽车智能网联发展促进会提出。

本文件由广东省汽车智能网联发展促进会归口并组织实施。

本文件起草单位：广东省智能网联汽车创新中心有限公司、广州信息投资有限公司、高新兴科技集团股份有限公司、中瓴智行（成都）科技有限公司、广州智慧城市投资运营有限公司、广州市德赛西威智慧交通技术有限公司、佳都科技集团股份有限公司、中兴通讯股份有限公司、大唐联仪科技有限公司、广州千方数字交通基础设施科技有限公司、北京万集科技股份有限公司、广州软件应用技术研究院、中国移动通信集团广东有限公司广州分公司、中移上海产业研究院、中国联合网络通信有限公司广东省分公司、中国电信股份有限公司广东分公司、天翼交通科技有限公司、车城网（广州）智能科技有限公司、浙江海康智联科技有限公司、中信科智联科技有限公司、广州沃芽科技有限公司。

本规范主要起草人：任强、蔡刚强、谷广、杨春宁、殷杰、高颖、丛庆伟、马立武、游鹏、周苏、王昊苏、曾少旭、杨修浩、杨翼、陈俊峰、王友、张明、高鹏超、高鑫、陈升东、郭国涛、陈磊、陈嘉发、曾桓涛、崔士弘、赵云浩、程元晖、王俊、颜文俊。

车路云一体化 路侧智能设备技术要求

1 范围

本文件规定了下述道路“车路云一体化”路侧智能设备的新建和既有设备的改造升级：

- a) 城市公共道路（含城市快速路等）。
- b) 城际高速公路。

本文件规范了路侧智能设备构成，并给出了一般要求、数据采集设备技术要求、路侧单元技术要求、边缘计算单元技术要求、道路交通管理与控制设备技术要求、信息发布设备技术要求以及前端数据的管理与技术要求等内容，适于供相关单位开展车路云、智慧城市、智能交通等设计建设工作时参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 1.1—2020 标准化工作导则
- GB 14886—2016 道路交通信号灯设置与安装规范
- GB/T 17626（所有部分） 电磁兼容 试验和测量技术
- GB/T 23828—2023 高速公路 LED 可变信息标志
- GB/T 25069—2022 信息安全技术 术语
- GB 25280—2016 道路交通信号控制机
- GB/T 26770—2011 停车诱导信息集
- GB/T 26942—2011 环形线圈车辆检测器
- GB/T 27967—2011 公路交通气象预报格式
- GB/T 28181—2022 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
- GB/T 28789—2012 视频交通事件检测器
- GB/T 29103—2012 道路交通信息服务 通过可变情报板发布的交通信息
- GB/T 29108—2021 道路交通信息服务 术语
- GB/T 29768—2013 信息技术 射频识别 800/900 MHz 空中接口协议
- GB/T 30147—2013 安防监控视频实时智能分析设备技术要求
- GB/T 33697—2017 公路交通气象监测设施技术要求
- GB/T 35785—2017 机动车电子标识读写设备安装规范
- GB/T 36344—2018 信息技术 数据质量评价指标
- GB/T 37373—2019 智能交通 数据安全服务
- GB/T 44417—2024 车路协同系统智能路侧协同控制设备技术要求和测试方法
- GA 36—2018 中华人民共和国机动车号牌
- GA/T 484—2018 LED 道路交通诱导可变信息标志
- GA/T 489—2016 道路交通信号控制机安装规范
- GA/T 496—2014 闯红灯自动记录系统通用技术条件
- GA/T 497—2016 道路车辆智能监测记录系统通用技术条件

T/GEMP XX-XXXX

GA/T 527（所有部分） 道路交通信号控制方式
GA/T 832—2014 道路交通安全违法行为图像取证技术规范
GA/T 833—2016 机动车号牌图像自动识别技术规范
GA/T 959—2011 机动车区间测速技术规范
GA/T 994—2017 道路交通信息发布规范
GA/T 995—2020 道路交通安全违法行为视频取证设备技术规范
GA/T 1127—2013 安全防范视频监控摄像机通用技术要求
GA/T 1244—2017 人行横道道路交通安全违法行为监测记录系统通用技术条件
GA/T 1399.2—2017 公安视频图像分析系统 第2部分：视频图像内容分析及描述技术要求
GA/T 1426—2017 机动车违法停车自动记录系统通用技术条件
GA/T 1548—2019 城市道路主动发光交通标志设置指南
GA/T 1743—2020 道路交通信号控制机信息发布接口规范
GA/T 1767—2021 行人闯红灯警示系统技术规范
JT/T 489—2019 收费公路车辆通行费车型分类
JT/T 1008.1—2015 公路交通情况调查设备 第1部分：技术条件
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 3594—2019 基于LTE的车联网通信安全技术要求
YD/T 3597—2019 支持石化行业智能工厂的移动网络技术要求
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—2020 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 3847—2021 基于LTE的车联网无线通信技术支持直连通信的路侧设备测试方法
YD/T4770—2024 车路协同路侧感知系统技术要求及测试方法
GJ/T 553—2024 城市数字公共基础设施统一识别代码编码规则
DB 4401/T 160—2022 基于智慧灯杆的道路车辆数据接口技术规范
DB 4401/T 186—2022 智慧城市智慧灯杆技术规范
T/CIITA—2022 数字技术 数据 交通数据要素规范
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 158—2020 基于车路协同的高等级自动驾驶数据交互内容
T/CSAE 159—2020 基于LTE的车联网无线通信技术直连通信系统路侧单元技术要求
T/CSAE 248—2022 合作式智能运输系统 车路协同云控系统 C-V2X 设备接入技术规范
T/ITS 0180.1—2021 车路协同信息交互技术要求 第1部分：路侧设施与云控平台
T/ITS 0199.1—2022 车路协同云控基础平台 通用要求
RFC 2326—RTSP (Real-Time Stream Protocol) 实时流传输协议

3 术语和定义

GB/T 25069—2022、GB/T 29108—2021、GB/T 30147—2013、GA/T 497—2016、GA/T 509—2004、GA/T 1127—2013、GA/T 1399.2—2017、GA/T 1743—2020、《车路云一体化系统白皮书》、T/CSAE 248—2022、T/ITS 0199.1—2022 等界定的术语和定义适用于本文件。本文定义的术语如下：

3.1 路侧智能设备 Roadside Intelligent Devices

根据“车路云一体化”系统的需要，在道路侧建立的用于道路状态感知、信息计算及信息传输、交通控制的设备系统。在实际道路上将以站点形式存在，一个站点将按照实际需求部署相应的设备。

3.2 道路交通信息 road traffic information

记录道路的路面条件、交通运行状况、突发性交通事件、临时性交通管控、道路施工、交通气象、公告宣传、停车管理等所有影响道路交通的信息。

[参照：GB/T 29108—2021，3.9 道路交通信息，有改动]

4 缩略语

本文件用到的缩略语及其释义如下：

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

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

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

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

FOD: Foreign Object Debris, 机场跑道外来物

FPS: Frames Per Second, 帧每秒

GNSS: Global Navigation Satellite System, 全球卫星导航系统

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

HTTPS: Hyper Text Transport Protocol over SecureSocket Layer, 超文本传送安全协议

ID: IDentification, 身份证明/标识

IP: Ingress Protection, 防护等级

LED: Light Emitting Diode, 发光二极管

LTE: Long Term Evolution, 长期演进技术

MEC: Multi-access Edge Computing, [路侧]边缘计算单元

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

MQTT: Message Queuing Telemetry Transport, 消息队列遥测传输

NTP: Network Time Protocol, 网络时间协议

OBU: On Board Unit, 车载单元

OTA: Over the Air, 空中下载技术

POC: Proof of Concept, 概念验证

POE: Power Over Ethernet, 以太网供电

PTP: Precision Time Protocol, 精确时间协议

RFID: Radio Frequency Identification, 无线射频识别技术

RSU: Road Side Unit, 路侧单元

RTK: Real Time Kinematic, 实时动态载波相位差分

RTSP: Real Time Streaming Protocol, 实时流协议

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

SPAT: Signal Phase and Timing Message, 信号灯相位与配时消息

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

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

UDP: User Datagram Protocol, 用户数据报协议

USB: Universal Serial Bus, 通用串行总线

UTC: Coordinated Universal Time, 世界协调时

UTM: Universal Transvers Mercator, 通用横轴墨卡托投影

V2I: Vehicle to Infrastructure, 车与路通信

V2X: Vehicle to Everything, 车载单元与其他设备通信

5 路侧智能设备构成

5.1 建设目标

通过规范“车路云一体化”路侧智能设备（以下简称“路侧设备”）建设，致力于实现如下目标：

- a) 为不同等级自动驾驶及城市管理提供准确、可靠的信息。
- b) 打破数据烟囱，推动跨领域数据合作共享，赋能智慧城市、智慧交通建设。
- c) 推动外场设备集约化建设，包括“多感合一”“多杆合一”“多箱合一”等。

5.2 服务对象

“车路云一体化”路侧智能设备的用户对象主要包括车载终端用户、城市管理者、车联网建设及运营商等。

5.3 系统交互架构

智能网联汽车“车路云一体化”涵盖云端系统、路侧智能设备、车端系统，未来可扩展向行人、非机动车等提供智能化服务。路侧智能设备通过有线网络或者无线网络与云端系统、车端系统进行信息交互，具体交互框架见图 1。

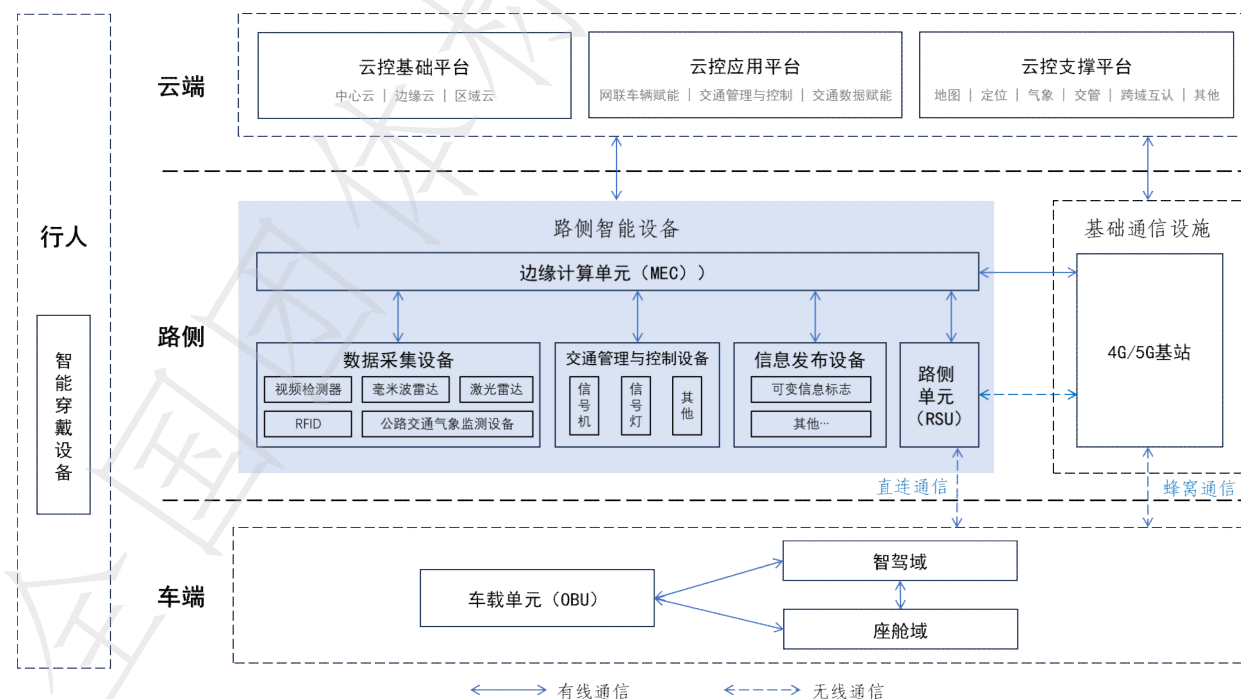


图 1 “车路云一体化”内部模块交互框架图

5.4 关键路侧智能设备

本文件所考虑“车路云一体化”路侧智能设备主要涉及以下部分：

- a) 数据采集设备：摄像机、毫米波雷达、激光雷达、RFID、公路交通气象监测设施等。
- b) 路侧单元（RSU）。
- c) 边缘计算单元（MEC）。
- d) 交通管理与控制设备：交通信号控制机及配套信号灯。
- e) 信息发布设备：可变情报板、可变信息标志等。

注1：杆件、箱体、支架、管线等支撑或配套辅材按照相关工程规范建设，本文件不作特别要求

注2：鼓励将信息安全领域的先进做法应用到“车路云一体化”试点，提升路侧智能设备网络安全防护能力

6 一般规定

6.1 通用要求

下文如提及与本小节同类指标要求，应以下文具体设备章节的要求为准。

6.1.1 时钟同步

时间同步是指确保路侧智能设备网络中各个设备的时间保持一致的过程。

- a) 路侧设备的时间系统应具备协调世界时（UTC）时钟同步功能，设备应采用统一授时。
- b) 路侧设备支持 GNSS 或 PTP 或 NTP 时钟同步功能：
 - 对时精度：±1 ms@GNSS 时钟同步或 PTP 时钟同步；±10 ms@NTP 时钟同步。
 - 对时周期：≤1 s。
 - 宜具备对接入设备进行统一授时的功能，授时精度应优于 1 ms。

6.1.2 坐标位置

路侧设备的空间坐标位置应符合下列要求：

- a) 空间坐标系应采用符合国家相关政策要求的坐标系，推荐 CGCS2000；应兼容 WGS-84、GCJ-02、BD-09 等其他常用坐标系。
- b) 投影坐标系宜采用通用横轴墨卡托投影（UTM）。
- c) 应具备自动坐标系识别与转换能力，避免因坐标系差异导致的位置偏移问题。

6.1.3 通信传输

路侧设备的通信传输要求如下：

- a) 每种路侧设备至少支持下述两种及以上通信接口类型：
 - 主流串口接口：RS-485 或 RS-232 等；为控制传输时延，波特率应≥115200 bps。
 - 以太网或光纤接口：速率优于“100M/1000M”等规格；具备双网口双网卡功能，能实现双网隔离。
 - USB 接口：USB 3.0 及以上。
 - 无线通信接口：4G 或 5G 或 C-V2X PC5（支持 NR-V2X）等。
- b) 宜支持接口扩展功能，如 SD 卡扩展接口等。
- c) 相对位置固定的两个对象之间（如路侧设备间以及路侧与云端），优先采用有线通信方式：
 - 传输距离>100 m 时，应采用光纤通信方式。
 - 传输距离≤100 m 时，可采用网线、串口、USB 接口等通信方式。
- d) 相对位置变动的两个对象之间（如路侧与车端），采用 C-V2X 直连通信或蜂窝通信等无线通信方式。

- e) 延迟：
 - 路侧至云端（机房）业务延迟宜： ≤ 100 ms。
 - 路侧设备间业务延迟宜： ≤ 10 ms。
- f) 稳定性：
 - 应提供端口冗余、物理链路冗余。
 - 链路性质宜采用专线：路侧与云端（机房）优先采用有线专网传输；路侧设备间优先复用既有传输管线。
- g) 传输带宽推荐：300 ~ 500 Mbps@路侧至机房云端纵向流量；1 Gbps@路侧内网横向流量。

6.1.4 环境适应性

设备在下述温度、湿度环境下，应能够正常工作并保持其预定功能。

- a) 工作环境温度： $\geq -20 \sim +70$ °C。
- b) 工作环境湿度：5% ~ 95%，无冷凝。

6.1.5 电源适应性

在交流 220 V \pm 40 V、50 Hz \pm 1 Hz 的电源条件下，设备应能正常工作。

6.1.6 使用寿命

路侧设备从投入使用到无法再维修或使用为止，至少满足：

- a) 正常工作条件下，每种设备的平均故障间隔时间（MTBF）： ≥ 50000 h。
- b) 路侧设备的最低运行寿命： ≥ 7 年。

6.1.7 防护水平

路侧设备的防护应满足：

- a) 防尘防水： \geq IP 67@外置（安装在箱体外）设备； \geq IP 55@内置（安装在箱体内）设备。
- b) 抗浪涌：不低于 GB/T 17626.5—2019 要求的 3 级水平。

6.1.8 安全要求

路侧设备的物理安全、网络安全、数据安全、硬件安全等防护要求如下：

- a) 物理安全：应具备防物理破坏、防盗、防雷、防电、防火、抗风（ >22 m/s）、锐边锐角保护、防水、防尘等物理安全防护能力和报警功能，同时应具备可供长时间工作的稳定电力供应。
- b) 网络安全：
 - 宜根据业务、信息重要性等因素，划分不同的子区网络。
 - 网络边界设备应具备安全策略配置、口令管理和访问控制等安全机制。
 - 入网的路侧设备应具有唯一标识，并具备接入认证和认证失败处理的机制。
 - 路侧设备的系统或软件应遵循“最小安装原则”：仅安装需要的组件和应用程序。
 - 路侧设备固件升级应确保新版本完整且来源可靠。
 - 各类日志保存 ≥ 180 天，日志具有分类查询和导出功能。
- c) 数据安全：
 - 路侧设备涉及的数据应进行分类分级，根据不同的数据类别进行相应的安全性保护。参考 GB/T 41871—2022 对数据分类分级，规定不同级别数据的访问权限。
 - 满足 GB/T 37373—2019、YD/T 3746—2020、YD/T 3751—2020 等有关要求。
 - 应分别从数据采集、数据存储、数据传输、数据加工、数据提供、数据销毁等数据全生命周期对路侧智能设备进行相应的安全性保护，在数据不同阶段进行数据完整性、真实性、

机密性保护。

d) 硬件安全：

- 硬件 PCB 应关闭非必要的接口，不应存在后门或隐蔽接口，调试接口应禁用或设置安全访问控制。
- 硬件 PCB 及芯片不可暴露用以标注端口和管脚功能的可读丝印。
- 用于存储重要数据的关键芯片及安全芯片，应减少暴露管脚。
- 具备常见侧信道攻击（功耗差分分析、电磁差分分析、电流故障注入、电磁故障注入）的防范措施。

6.1.9 前端存储

路侧设备的数据存储应满足下述要求：

- a) 数据保存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保存期限。
- b) 具备循环覆盖功能：存储容量达到上限时，按照时间先后顺序循环覆盖历史数据。
- c) 采用安全模块存储密钥和其他敏感信息。
- d) 通过本地存储或传输至上级系统等方式对数据进行备份和恢复。

6.1.10 设备检测

路侧设备检测应符合 GB/T 44417—2024、YD/T4770—2024 等有关要求。

6.2 安装要求

路侧设备的挂载，宜采用共杆、集成的设置形式：

- a) 有条件的点位优先利旧既有的监控（卡口、电警、安防）杆、信号杆等杆件，或依托已有的门架、立交桥、人行天桥等设施挂载路侧设备。
- b) 无法利旧的点位，设备应依托智慧灯杆挂载，智慧灯杆的技术规格等应符合 DB4401/T 186—2022、DB4401/T 160—2022 等有关要求。
- c) 路侧设备应遵循智慧灯杆分层（自下而上依次为一、二、三、四层）的原则安装部署。
- d) 数据需求庞杂的点位，在受力校核后，杆件应能按需添加横臂，以满足多种设备的挂载需求。

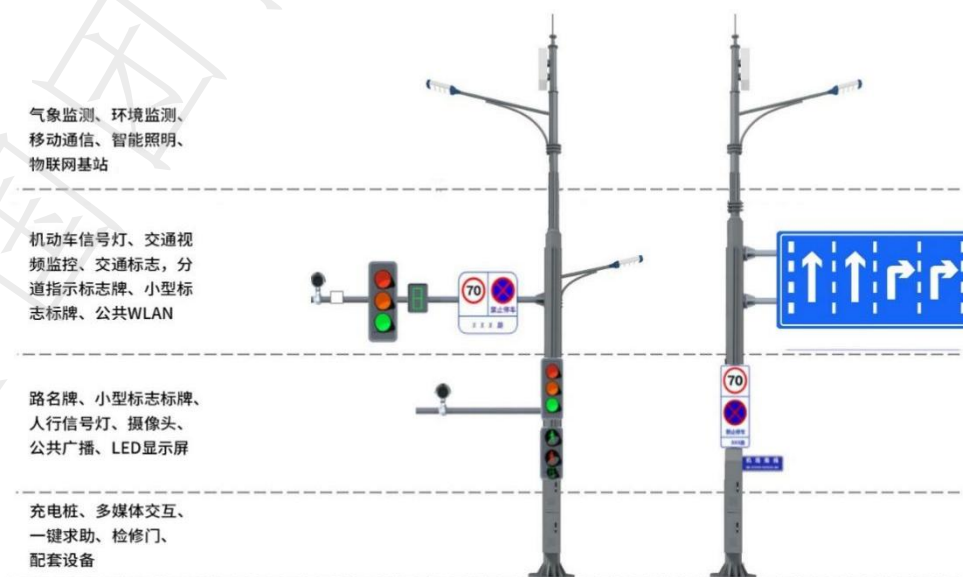


图 2 智慧灯杆分层设计示意图[引自：DB4401/T 160—2022]

6.3 运维管理要求

6.3.1 编号

编号应满足建设和运行维护的要求，每一个被标识对象的标识应符合全站/全线唯一的原则，并可从标识追溯其功能、逻辑位置、物理位置。

针对路侧设备，应设置统一的编号，编号规则推荐如下：

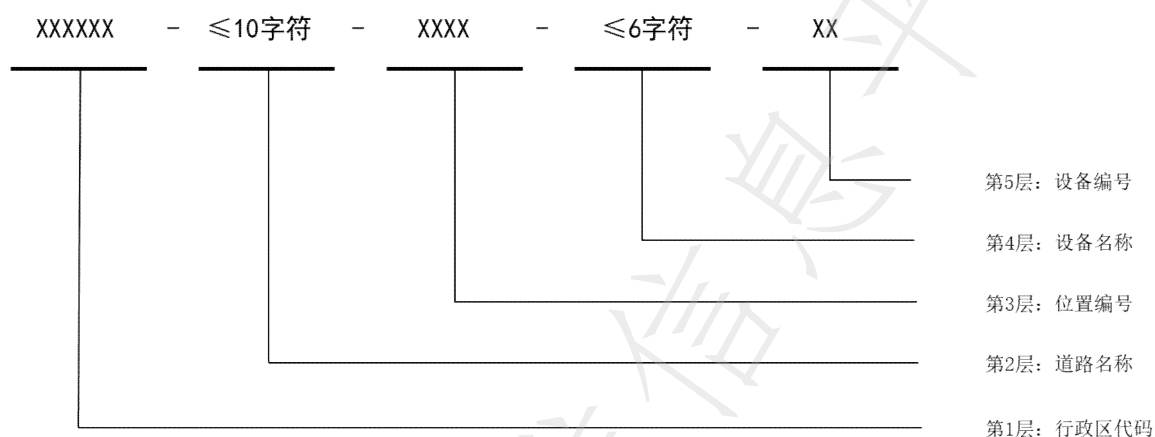


图 3 路侧设备编号规则

a) 第 1 层：行政区代码。沿用 GJ/T 553—2024 的编号规则，代码及其对应中文行政区名称如下：

- 440103：荔湾区
- 440104：越秀区
- 440105：海珠区
- 440106：天河区
- 440111：白云区
- 440112：黄埔区
- 440113：番禺区
- 440114：花都区
- 440115：南沙区
- 440117：从化区
- 440118：增城区

——cj：适用于城际间道路情景，表示用作连接广州市与其他城市的性质。

b) 第 2 层：道路名称。用简体中文表示，路名应符合《广州市地名管理规定》等政策法规要求，并与广州市高精度地图关于道路的命名一致。

——对于路段点位，道路名称用点位所在道路名称；对于被交叉口打断成多段的道路，可在道路名称后加两位阿拉伯数字，以方便快速定位区段。

——对于交叉口点位，道路名称用相交两条道路名称，两个道路名称中间用右斜线“/”连接，且路侧设备所主要服务的道路的名称写在前方。

c) 第 3 层，位置编号。用四位阿拉伯数字表示，前两位表示点位编号，取值范围 01 ~ 99；后两位表示某个具体点位的设备安装载体（杆件、门架等）标号，取值范围 01 ~ 99。

——同一条道路点位编号应连续。

——不同道路的点位重新开始编号。

——可参考门牌号编排规则，单号和双号分别排列在道路的两侧。

——对于在之前两个点位中间补建的点位，编号用之前两个点位编号的较小值，其后添加“（补

X)”以示区分，如“07（补1）”表示在07和08号点位中间补建的第1个点位。

——对于拆除、挪动的位置编号，不另在其他地方使用，后台台帐应对应备注说明。

d) 第4层：设备管理台账中的路侧设备名称。用简体中文表示，应注意指代统一，建议如下：

——摄像机作为视频类检测设备的统一指代，避免出现“Camera”“视频”“相机”“摄像头”“鱼眼”“双目”“三目”“枪机”“单枪机”“双枪机”“球机”“枪球一体机”等名称。

——毫米波雷达统一称为“毫米波雷达”，避免用“Radar”“测速雷达”等名称。

——激光雷达统一称为“激光雷达”，避免用“LiDAR”“固态激光雷达”“半固态激光雷达”“机械式激光雷达”等名称。

——路侧单元统一称为“路侧单元”，避免用“RSU”“路侧通信单元”等名称。

——边缘计算单元统一称为“边缘计算单元”，避免用“MEC”“多接入边缘计算”“移动边缘计算”等名称。

——RFID读写设备统一称为“RFID读写设备”，避免使用“电子标签读写设备”等名称。

——道路交通信号控制机统一称为“交通信号机”，避免使用“信号机”“控制机”等名称。

注：上述建议致力于促进路侧设备设备管理台账名称规范统一，日常工作可用简称或惯用英文缩写指代

e) 第5层：设备管理台账中的设备编号。由两位阿拉伯数字组成，取值范围01～99。同一点位路侧设备连续编号，不同点位路侧设备重新开始编号。同一点位同类路侧设备编号数值建议：

——竖杆自下而上数值逐次增大，比如挂在最下方的毫米波雷达编号1，次下方的毫米波雷达编号2，依此类推。

——横杆由近到远数值逐次增大，比如挂在最近端（靠近竖杆）的视频编号1，次近端的视频编号2，依此类推。

——在之前设备中间补建的设备，延续之前设备的编号，但用圆括号备注“补”，例如之前已经建设了3个摄像机，在第1和第2个中间补建一个摄像机，该设备编号为：4（补1），表示在第1和第2个摄像机中间补增的第1个摄像机。

——对之前设备的更换，续用原设备编号，但用圆括号备注“换”，例如被换掉的设备编号为02，更换后新设备的编号为：02（换1），表示02号设备第1次更换的设备。

——对于拆除、挪动的设备，原设备编号不再使用，后台台帐应备注说明变动情况。

f) 示例：

PY—金轩一路/园西大道—0507—路侧单元—01，表示番禺区金轩一路和园西大道交叉口05号点位07号位置安装的01号路侧单元。

注：某个点位安装载体标号较多时，建议按照一定顺序（建议从最北点开始顺时针）进行编号

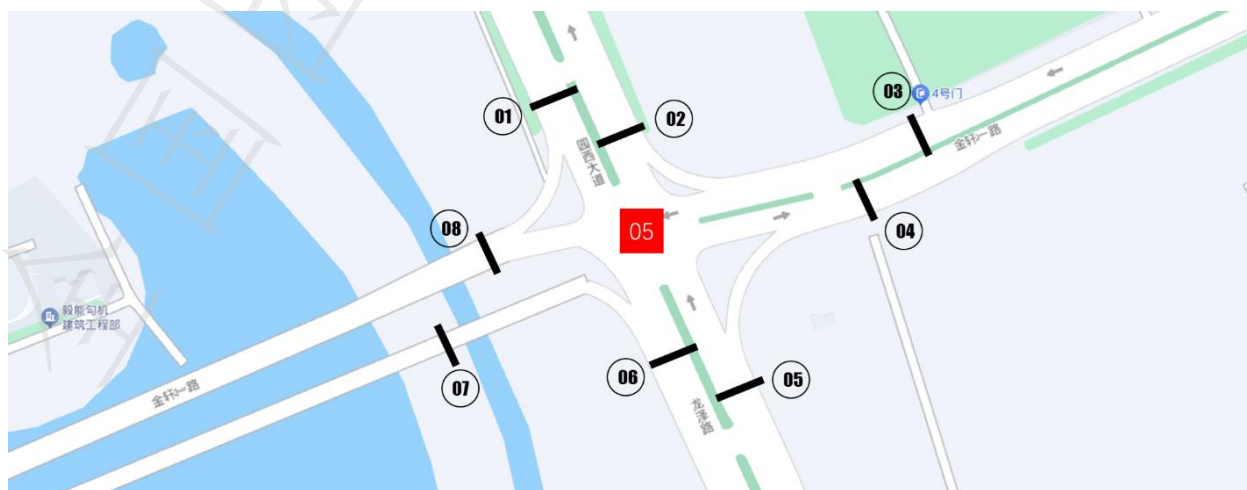


图4 点位编号示例

6.3.2 运维与故障处理

路侧设备本身应具备以下运维与故障处理功能：

- a) 支持系统远程部署、软件 OTA 升级、设备远程重启及运维管理。
- b) 支持自诊断和报警功能：信号丢失、设备故障、网络通讯故障等各种情况发生时，系统能自诊断、记录并报警。
- c) 宜支持断网续传功能（数据实时性强的设备除外）。
- d) 设备断电 72 h 内数据不应丢失，这些数据至少包括设备断电前 24 h 内采集的数据、有存储时长要求的数据、日志数据等。

7 数据采集设备技术要求

7.1 摄像机

7.1.1 功能要求

摄像机应具备下述功能：

- a) 支持输出原始视频数据，包含视频流、图像和曝光结束获得该帧图像时所对应的精确时间戳，支持对实时视频和历史视频进行管理。
- b) 对于交通流检测，输出的检测信息至少包括：排队长度、机动车车型、车流量、平均车速、车头时距、车头间距、时间占有率和空间占有率。
- c) 对于交通事件检测，至少具备：停止事件、逆行事件、行人事件、抛洒物事件、拥堵事件、机动车驶离事件等检测功能。
- d) 对于机动车区间测速，应满足 GA/T 959—2011 有关规定。
- e) 对于机动车号牌图像自动识别，应满足 GA/T 833—2016 有关规定；识别的范围至少包括 GA 36—2018 规定的号牌（摩托车号牌、低速车号牌、临时号牌、拖拉机号牌除外）以及港澳车牌。
- f) 对于道路交通安全违法行为图像取证，应满足 GA/T 832—2014 有关规定。
- g) 对于机动车违法行为检测，应满足 GA/T 496—2014 有关规定。
- h) 对于机动车违法停车自动记录，应满足 GA/T 1426—2017 有关规定。
- i) 对于人行横道道路交通安全违法行为监测，应满足 GA/T 1244—2017 有关规定。
- j) 对于行人闯红灯记录，应满足 GA/T 1767—2021 有关规定。
- k) 对于非机动车违法监测，应支持对电动自行车号牌、遮阳伞、未戴头盔、载人等车辆特征和驾驶员特征检测，可识别非占机、载人、未戴头盔、逆行、闯红灯等典型现象。
- l) 对于同时存在多种检测需求的点位，以上述要求高的标准为准，或适当补充设备兼顾各需求。
- m) 应具有数据签名、防篡改等功能。
- n) 应具有自动录像功能，记录时间可按要求设定。
- o) 应具有视频流量检测功能。
- p) 支持 GB/T 28181 描述的协议或 HTTP/HTTPS 接口上传智能检测识别的业务数据。

注：上述规定并非要求一套摄像机能同时具备 b) ~ j) 所有功能，而是规定如果该视频具备 b) ~ j) 所指功能，应满足相应既有国标或行标要求。

7.1.2 性能要求

摄像机应满足下述性能：

- a) [纵向]有效检测范围：

——对于交通事件检测，参考 GB/T 28789—2012 表 1 交通事件检测条件及有效范围要求有关规定；

表 1 事件检测用摄像机安装高度与检测范围对应关系[GB/T 28789—2012 表 1, 有改动]

单位：米

摄像机安装高度 h	摄像机安装位置	有效检测范围					
		停止	逆行	行人	抛洒物	拥堵	机动车驶离
$5 \leq h \leq 6$	正上	≥ 150	≥ 100	≥ 80	≥ 80	≥ 150	≥ 100
	侧位	≥ 150	≥ 100	≥ 80	≥ 80	≥ 150	≥ 100
$6 < h \leq 8$	正上	≥ 200	≥ 150	≥ 80	≥ 80	≥ 150	≥ 200
	侧位	≥ 150	≥ 100	≥ 80	≥ 80	≥ 100	≥ 150
$8 < h \leq 12$	侧位	≥ 250	≥ 200	≥ 80	≥ 80	≥ 200	≥ 250
$h > 12$	侧位	≥ 250	≥ 200	≥ 80	≥ 80	≥ 200	≥ 250

注：宽高 $\geq 32 \times 32$ 像素

——对于取证监控，单台固定式设备的视场范围应符合 GA/T 995—2020 表 4 单台固定式设备视场范围有关规定：

表 2 取证监控用摄像机安装高度与检测范围对应关系[GA/T 995—2020 表 4]

单位：米

路面宽度 (h)	视场范围	
	长	宽
$h \leq 6$	≥ 30	≥ 6
$6 < h \leq 9$	≥ 45	≥ 9
$9 < h \leq 12$	≥ 60	≥ 12
$12 < h \leq 18$	≥ 90	≥ 18

——用作其他数据采集的摄像机检测范围参考上述两个表格。

——对于多需求融合感知的点位，以数据要求高的需求确定安装高度和纵向检测范围。

b) 监控车道数应符合下述规定：

——800 万像素摄像机，单台设备覆盖车道 ≤ 4 车道，且停止线车牌宽度 ≥ 100 像素点。

——400 万像素摄像机，单台设备覆盖车道 ≤ 3 车道，且停止线车牌宽度 ≥ 100 像素点。

——单台摄像机无法保证停止线车牌宽度像素点要求时，可采取增加摄像机方式解决。

c) 可同时跟踪运动目标： ≥ 128 个。

d) 感知时延： ≤ 100 ms。

e) [感知结果传至边缘计算单元]传输时延：通常 ≤ 40 ms，最高 ≤ 100 ms。

7.1.3 数据要求

摄像机采集处理的数据应满足：

a) 视频图像数据要求：

——视频图像分辨率： ≥ 800 万像素@ (单台设备检测 ≥ 4 车道，且 CMOS $\geq 1/1.2$ 英寸)； ≥ 400 万像素@ (单台设备检测 ≤ 3 车道，且 CMOS $\geq 1/1.8$ 英寸)。

——需识别车辆号牌时：机动车号牌在图像中的水平像素点 ≥ 100 ；在最低照度 $\leq 0.5 \text{lx}/\text{F1.2}$ 下能分辨车辆号牌。

- 图像色彩：24 位真彩色或更优。
- 视频图像帧率： ≥ 25 fps。
- 信噪比： ≥ 50 dB。
- 网络视频流封装格式应符合 GB/T 28181 的相关要求，图片格式支持 JPEG。
- 码流： ≤ 3 Mbps@1920×1080 分辨率&25 fps。
- 叠加信息：采集的视频数据至少叠加日期（年月日）、时间（时分秒，24 h 制式，精确到 0.01s）、设备编号、监控点名称（或道路位置）等信息，叠加信息位于画面左上角或其他不影响行为判定的位置。

b) 检测率：

- 单个运动目标： $\geq 96\%$ 。
- 宽高 $\geq (32 \times 32)$ 像素遗洒物体： $\geq 90\%$ 。
- 宽高 $\geq (32 \times 32)$ 像素移除物体： $\geq 90\%$ 。
- 宽高 $\geq (16 \times 16)$ 像素目标绊线检测： $\geq 95\%$ 。
- 宽高 $\geq (16 \times 16)$ 像素目标入侵检测： $\geq 95\%$ 。
- 宽高 $\geq (32 \times 32)$ 像素目标逆行检测： $\geq 95\%$ 。

c) 漏报率： $\leq 2\%$ 。

d) 误检（虚报）数： ≤ 1 次/24h。

e) 几何失真（如图像周边的枕型或者桶形失真）： $\leq 5\%$ 。

f) 路面照度 ≥ 5000 lx，能见度 ≥ 5500 m，样本容量 ≥ 100 ，车速 ≤ 120 km/h，测量时间 ≥ 30 min 时：

- 车牌号码数据准确度：车头方向车牌 $\geq 95\%$ ；车尾方向车牌 $\geq 80\%$ 。
- 车牌颜色识别准确度： $\geq 90\%$ 。
- 号牌种类识别准确度： $\geq 95\%$ 。
- 未悬挂号牌的识别率： $\geq 80\%$ 。
- 机动车车型数据准确度： $\geq 90\%$ 。
- 断面车流量数据准确度： $\geq 95\%$ 。
- 单车道车流量数据准确度： $\geq 90\%$ 。
- 平均车速数据准确度： $\geq 92\%$ 。
- 车头时距数据准确度： $\geq 90\%$ 。
- 车头间距数据准确度： $\geq 90\%$ 。
- 时间占有率数据准确度： $\geq 90\%$ 。
- 空间占有率数据准确度： $\geq 90\%$ 。

g) 路面照度 < 5000 lx，能见度 ≥ 5500 m，样本容量 ≥ 100 ，车速 ≤ 120 km/h，测量时间 ≥ 30 min 时：

- 车牌号码数据准确度：车头方向车牌 $\geq 90\%$ ；车尾方向车牌 $\geq 70\%$ 。
- 车牌颜色识别准确度： $\geq 80\%$ 。
- 号牌种类识别准确度： $\geq 95\%$ 。
- 未悬挂号牌的识别率： $\geq 80\%$ 。
- 机动车车型数据准确度： $\geq 85\%$ 。
- 断面车流量数据准确度： $\geq 92\%$ 。
- 单车道车流量数据准确度： $\geq 85\%$ 。
- 平均车速数据准确度： $\geq 85\%$ 。
- 车头时距数据准确度： $\geq 85\%$ 。
- 车头间距数据准确度： $\geq 85\%$ 。

——时间占有率数据准确度：≥85%。

——空间占有率数据准确度：≥85%。

h) 光照良好且在大于(256×256)像素目标区域的车身颜色检测：对黑、白、灰、棕、红、橙、黄、绿、蓝、紫、粉等颜色的识别准确度≥70%。

i) 对视频图像中大于(256×256)像素、识别为车辆的目标对象进行车型识别准确度：≥90%。

表 3 机动车车型分类表[参考 JT/T 1008.1—2015 表 A.1, 有改动]

单位：米

车型（一级）	车型（二级）	车型（三级）	特征参数：车长 L
汽车	小型车	中小客车	$3 \leq L < 6$
		小型货车	
	中型车	大客车	$6 \leq L < 9$
		中型货车	
	大型车	大型货车	$9 \leq L < 12$
特大型车	特大型货车、集装箱车	$L \geq 12$	
摩托车	—	—	$L < 3$

注：特种车的特征参数根据示范应用场景自定义

j) 对视频图像中大于等于(32×64)像素的行人检测检测率：≥95%。

k) 对视频图像中大于等于(50×50)像素的驾驶人面部特征识别率：≥90%。

l) 交通事件所在车道判别准确度：≥95%。

7.2 毫米波雷达

7.2.1 功能要求

毫米波雷达应具备下述功能：

- 支持输出原始点云数据。
- 目标感应触发功能：当目标进入检测区域时检测器产生触发信号，能持续稳定的保持存在信号，目标离开感应区域时消除触发信号并输出驶离信号；目标 ID 唯一准确率≥95%。
- 支持目标绝对坐标位置检测，可输出目标 ID 车辆的动态经纬度信息。
- 具备虚拟线圈检测功能，可提供基于断面的车辆存在信息。
- 支持目标分类，应能区分机动车和行人等不同类型交通参与者，且机动车至少能区分：特大型汽车、大型汽车、中型汽车、小型汽车和摩托车。
- 支持交通流检测：断面车流量、断面平均车速、分车道车流量、分车道平均车速、分车道时间占有率、分车道平均车头时距、分车道平均车间时距、排队长度、区域车辆数、交通事件。
- 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。

7.2.2 性能要求

毫米波雷达应满足下述性能：

- 工作频段：宜支持 92 ~ 94 GHz。
- 最大实时目标检测数：≥512 个。
- 起始检测距离：≤30 m。
- 最大检测距离：≥350 m。
- 最大覆盖车道数：≥8 车道。

- f) 距离分辨力: ≤ 0.5 m。
- g) 速度分辨力: ≤ 0.5 km/h。
- h) 测速范围: $\geq \pm 250$ km/h (“±”号区分来向、去向)。
- i) 感知时延: ≤ 100 ms。
- j) 数据本地存储时间: ≥ 30 天。

7.2.3 数据要求

毫米波雷达采集处理的数据应满足:

- a) 机动车捕获率: $\geq 95\%$ @检测区域目标速度 ≥ 5 km/h。
- b) 水平角度精度: $\pm 0.5^\circ$ 。
- c) 距离测量精度: ± 0.2 m。
- d) 纵向定位精度: ± 0.5 m@30 ~ 300 m 范围; ± 1 m@300 ~ 650 m 范围。
- e) 排队长度准确度: $\geq 95\%$ 。
- f) 测速误差:
 - 机动车速度 < 100 km/h 时, 测速误差不超过 $-3 \sim 0$ km/h。
 - 机动车速度 ≥ 100 km/h 时, 测速误差不超过机动车速度的 $-3\% \sim 0\%$ 。
- g) 断面平均车速准确度: $\geq 95\%$ 。
- h) 分车道平均车速准确度: $\geq 95\%$ 。
- i) 断面车流量准确度: $\geq 95\%$ 。
- j) 分车道车流量准确度: $\geq 95\%$ 。
- k) 分车道时间占有率准确度: $\geq 90\%$ 。
- l) 分车道平均车头时距准确度: $\geq 90\%$ 。
- m) 分车道平均车头间距准确度: $\geq 90\%$ 。
- n) 交通事件检测准确度: $\geq 90\%$ 。
- o) 交通事件所在车道判别准确度: $\geq 95\%$ 。
- p) 目标类型准确度: $\geq 90\%$ 。

7.3 激光雷达

7.3.1 性能要求

激光雷达应满足下述性能:

- a) 最大探测距离: ≥ 150 m@10%反射率物体。
- b) 最大覆盖车道数: ≥ 12 车道。
- c) 视场角: $\geq 120^\circ$ @水平方向; $\geq 25^\circ$ @垂直方向。
- d) 角度分辨率: $\leq 0.2^\circ$ @水平方向; $\leq 0.33^\circ$ @垂直方向。
- e) 感知时延: ≤ 100 ms。
- f) 帧率: ≥ 10 fps。
- g) 使用寿命: ≥ 3 年。
- h) 原始点云数据内容具备最小数据包装单位: 数据块信息和附信息。

7.3.2 数据要求

- a) 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。
- b) 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。
- c) 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。

- d) 数据格式宜支持 PCAP。
- e) 距离精度：±3 cm。
- f) 测速精度：±1 km/h。

7.4 RFID 读写设备

7.4.1 功能要求

RFID 读写设备应具备下述功能：

- a) 应能识别非机动车电子标识。
- b) 应能进行数据的读取、写入等操作。
- c) 具备根据设定的过滤条件对读取到的识读记录进行过滤的功能，筛除冗余信息。
- d) 应具有交通流量统计功能，支持按车道、时段等信息进行分类统计。
- e) 支持数据上传识读信息、统计信息、故障信息等。
- f) 在识读成功后，宜具备声光提示功能。
- g) 宜支持无线传输功能。

7.4.2 性能要求

RFID 读写设备应满足下述性能：

- a) 工作频率：920 ~ 925 MHz。
- b) 接收灵敏度：≤ -65 dBm@误码率为 10^{-5} 。
- c) 静态读写距离：≥30 m。
- d) 动态识读性能：车辆行驶速度≤60 km/h 时，应能准确识读非机动车电子标识中的芯片标识符。
- e) 天线单元和馈线单元的驻波比：<1.2。
- f) 工作频率准确度：工作频率误差绝对值≤ 20×10^{-6} 。
- g) 阻抗：50 Ω。
- h) 增益：≥10 dBi。
- i) 射频电磁场抗扰度：符合 GB/T 17626.3—2023 中表 1 规定的第 2 级试验等级的要求。

7.5 公路交通气象监测设备

7.5.1 功能与性能要求

公路交通气象监测设备应满足下述功能与性能要求：

- a) 公路气象数据采集设备应符合 GB/T 33697—2017 表 1 监测站测量性能要求所列技术要求：

表 4 监测站测量性能要求[GB/T 33697—2017 表 1, 有改动]

测量要素	测量范围	分辨力	最大允许误差
能见度	10 ~ 10000 m	1 m	±10% (≤1500 m)
			±20% (>1500 m)
气温	-50 ~ +50 °C	0.1 °C	±0.2 °C
气压	-0.1 ~ +60 Mpa	0.1 Mpa	±0.2 Mpa
相对湿度	5% ~ 100%	1%	±4% (≤80%)
			±8% (>80%)
风速	0 ~ 60 m/s	0.1 m/s	± (0.5 m/s + 0.03 V)

			(V 为标准风速值)
风向	0 ~ 360°	3°	±5°
降水量	雨强 0 ~ 4 mm/min	0.1 mm	±0.4 mm(<10 mm)
路面状况	路面状态	一般包括干燥、潮湿、积水、积雪、结冰等	
	积水(水膜)深度、积雪层厚度、结冰层厚度等	≥1 mm	±1 mm
天气现象	可识别有/无降水、降水强度(微量、小、中、大、特大等); 可识别雾、大风等天气现象。		

- b) 应支持与路侧单元、边缘计算单元、云控平台等进行通信; 优先采用网口或 5G 等通信方式。
- c) 采集器的月累计误差 ≤ 15 s; 当时钟误差超过设定值时, 可自动校时。
- d) 道路沿线交通气象监测信息准确度: ≥ 90%。
- e) 支持数据补传。

7.5.2 数据要求

公路交通气象监测设备采集处理的数据应满足:

- a) 道路交通气象设施采集的数据至少包括以下方面:
 - CO₂ 含量。
 - CO 含量。
 - NO_x 含量。
 - SO_x 含量。
 - HC 含量。
 - 噪声。
 - 振动。
 - 能见度。
 - 温度(气温)。
 - 气压。
 - [相对]湿度。
 - 风向。
 - 风速。
 - 降水量。
- b) 各监测数据采集输出频率: ≥ 1 次/min。
- c) 数据上传时间间隔可自定义(如设置为 1 min、10 min、1 h 等)。
- d) 数据存储时长: ≥ 30 天。
- e) 数据可按时序变化进行检索、读取等操作。
- f) 公路气象数据的播报格式应符合 GB/T 27967—2011 有关要求。

7.6 采集点设置要求

7.6.1 采集点位选择

采集点的选择应着重考虑以下因素:

- a) 平面交叉口, 优先信控路口、公交线网覆盖的路口。
- b) 交通环岛出入口。
- c) [主辅路出入口、上下匝道、加油站、服务区等]分流点前、合流点前。

- d) [急弯/陡坡]危险点段、违法行为高发点段、事故多发点段。
- e) 拥堵常发点段。
- f) 禁限点段[限向、限速、限高、限货、限牌、严管、禁停、禁止鸣笛等道路]。
- g) 学校、医院、大型体育场馆、中央商务区等周边道路。
- h) 桥梁、隧道前后。
- i) 行政区划交界处。
- j) 污染整治、内涝易发、横风明显等区域的道路。
- k) 路段采集点设置建议：
 - 高速公路每 3000 ~ 5000 m 设置一处。
 - 城市快速路每 1000 ~ 2000 m 设置一处。
 - 城市主干路、次干路路段长度 2000 m 以内一般不设置，超过 2000 m 时酌情设置。
 - 城市支路按需设置。
- l) 应避开强光、电磁辐射源、金属板、茂密树冠等干扰位置。
- m) [需新立杆的点位]宜避开高填方区、挖方区、集中管线区域。

7.6.2 采集设备选择

采集设备的选择建议遵循下述原则：

- a) 优先选用摄像机、毫米波雷达等技术相对成熟、有大规模应用经验的挂载式采集设备；优先选用支持 92 ~ 94 GHz 频段的毫米波雷达。
- b) 杆件复用等情况导致安装布设位置不理想时，可采用雷视一体机、射频视频一体机等一体化设备，同等台套数一体机的数据质量应不低于单独使用视频或雷达时的分体式检测结果。
- c) 摄像机、毫米波雷达采集的数据无法满足需求时，可考虑激光雷达（优先半固态）、雷射融合、通感算一体机等相对新型的采集设备。选用新型采集设备时，应注意成本效益分析。
- d) 当挂载式设备无法满足需求时，再考虑线圈、地磁等地理式采集设备，且所用设备应满足既有的国家、行业相关规范，如 GB/T 26942—2011、GB/T 35548—2017 等。
- e) 当选用的设备国内暂时缺乏相关标准规范时，可借鉴国际相关建设指南，如《Traffic Detector Handbook (3rd Edition)》等。
- f) 所选公路气象采集设备应符合 GB/T 33697—2017 等标准规范，但应结合广州市气候情况以及部署位置的天气特征，有选择性地建设交通气象传感器。
- g) 同一个采集点，多个用户的同一种数据采集需求应通过一套设备复用实现。
- h) 具体设备参数的选择应结合采集数据的需求确定，以输出数据的符合性和质量作为选择导向。
- i) 选择前宜进行 PoC，验证设备的数据质量。

7.7 设备安装部署要求

7.7.1 摄像机

摄像机的安装部署应：

- a) 通常情况下，推荐采用“正上”（检测方向与车道线平行）的安装方式，安装于监控区域或车道的中心线附近位置。
- b) 特殊需求下，如检测车辆轴数，可采用“侧位”（检测方向与车道线垂直）安装方式。
- c) 摄像机应安装于不低于 5.5 m 的横臂上，具体安装高度参见本文件表 1、表 2。
- d) 单个视频检测设备横向宜覆盖 2 ~ 4 车道，纵向宜覆盖 30 ~ 250 m，具体视采集需求定。

7.7.2 毫米波雷达

毫米波雷达的安装部署应：

- a) 与相同频率的 FOD 设备间隔： >1 km。
- b) 优先采用正向安装方式，微波发射方向应与检测车道的中心线重合或平行，设备覆盖车道数应 ≥ 8 个车道。
- c) 安装于横臂时，毫米波雷达距离横臂末端： ≥ 0.2 m。
- d) 共杆安装时，毫米波雷达与其他设备的间距： ≥ 0.3 m。
- e) 毫米波雷达设置于交叉口时，每个方向均应设置，一般采用正向安装方式。
- f) 安装高度： ≥ 6 m@一般情形；宜 ≥ 4 m@隧道场景。

7.7.3 激光雷达

路侧激光雷达建议安装高度： 4.5 m ~ 15 m。

7.7.4 RFID 读写设备

RFID 读写设备的安装部署应：

- a) 安装环境：安装点 50 m 范围内的其他 $920 \sim 925$ MHz 无线射频信号场强低于 $7 \mu\text{V}/\text{m}$ 。
- b) 安装方式：参考 GB/T 35785—2017 的附录 A，建议优先采用悬臂式，不侵入道路通行净空限界范围。
- c) 安装数量：需按车道识读的路段，应在每条车道正上方安装一个天线单元或一体式读写设备。
- d) 安装位置：正上方安装时，天线单元/一体式设备应尽可能靠近被识别车道中心线正上方位置；路侧安装时，天线单元法线水平投影与行车方向的夹角 $\leq 30^\circ$ 。
- e) 安装净空高度： ≥ 2.5 m@立杆安装； ≥ 5.5 m@横杆安装；天线单元净空高度不宜高于 7 m。

7.7.5 公路交通气象监测设备

公路交通气象监测设备的安装要求参见 GB/T 33697—2017 表 2 仪器安装要求：

表 5 公路交通气象监测设备安装要求[GB/T 33697—2017 表 2，有改动]

监测项目	传感器布设要求
能见度	采样区中心点距路面的高度为 3 m
气温	感应元件距路面的高度为 3 m，并置于防辐射罩内
相对湿度	
风速	传感器中心点距路面的高度不低于 3.5 m
风向	
降水量	与监测站主杆相距不小于 1.5 m。雨量传感器承水口呈水平状态，承水口高度不低于 0.7 m
天气现象	采样区中心点距路面的高度为 3 m

8 路侧单元技术要求

8.1 功能要求

路侧单元应具备下述功能：

- a) 通信：
 - 应满足 GA/T 1743、YD/T 3340、YD/T 3400、YD/T 3594、YD/T 3597、YD/T 3707、YD/T 3709、YD/T 3755、T/CSAE 53、T/CSAE 157、T/CSAE 159 等要求。
 - 应满足互联互通要求。

- 应支持 C-V2X PC5 和 Uu 通信、有线通信。
- 业务数据接口：应支持 TCP/IP 协议，且应支持 MQTT 协议或 HTTP/HTTPS 协议；宜支持 MQ 协议。
- 安全接口：应支持 TLS、DTLS 协议。
- 应支持至少一种网络管理协议，如 TR069、SNMP、NETCONF、RESRCONF 等。
- b) 定位：支持 GNSS 定位，可选 RTK 定位模块。
- c) 设备接入：支持与边缘计算单元、交通信号机等设备进行信息传输与数据交互。
- d) 支持硬件加密和国密算法。
- e) 宜支持 PoE 供电方式。
- f) 宜支持防盗 SIM 卡槽。

8.2 性能要求

路侧单元应满足下述性能：

- a) 路侧单元工作频段：5905 ~ 5925 MHz。
- b) 进行 V2I 业务传输时，路侧单元至少应满足表 6 指标要求：

表 6 路侧单元基本通信性能要求

类型	无线传输指标要求（数据发送周期 10Hz）			
	数据包大小	有效通信距离	可靠性	空口时延
单用户通信	300 Bytes	≥1000 m	≥90%	≤100 ms@非安全消息； ≤50 ms@安全类消息
	800 Bytes	≥700 m	≥95%	
	1500 Bytes	≥350 m	≥99%	
多用户（≥150）通信	300 Bytes	≥200 m	≥99%	

注：路侧与车端基于 5G 传输数据时，时延宜≤20 ms

- c) 路端与云端通信时延：≤100 ms。
- d) 路侧单元发射功率应满足 YD/T 3847—2021 的要求。
- e) 应能“跨厂商互联互通”，即：至少支持与其他品牌/型号的车载单元、路侧单元直接通信。

8.3 设置要求

8.3.1 网络方案

采用“路侧直连通信+蜂窝移动通信”双链路融合组网方式。

8.3.2 路侧通信单元部署

路侧单元的安装部署应：

- a) 城市道路上，优先设置在视距受限（急弯/陡坡）、信号遮挡（高架、桥梁）、人车密集、事故常发、多股交通流冲突、示范应用场景区域等点段。
- b) 高速公路上，优先设置在匝道、桥梁、隧道、边坡、收费站、服务区等位置。
- c) 环岛处，宜设置在环岛中间，且高处架设，确保可视距覆盖所有进出环岛道路。
- d) 隧道处：
 - 当隧道长度≤300 m 时，仅在出口或入口设置即可。
 - 当隧道长度>300 m 时，在出口、入口、隧道内均应设置。
 - 设置于隧道外距离出口或入口 10 ~ 15 m 处，横向靠近隧道口中间，垂向不高于隧道口。
- e) 沿线连续部署时，宜在道路两侧交叉布设。

- f) 安装位置应具有良好的有线、4G/5G 蜂窝网络信号，并具有良好的 GNSS 信号。
- g) 宜固定于门架或立杆的横臂上，且尽量靠近车道正中间。
- h) 安装高度：5 ~ 8 m。

9 边缘计算单元技术要求

9.1 功能要求

边缘计算单元应具备下述功能：

- a) 设备接入：
 - 支持与多种其他路侧设备连接；同时接入采集设备数 ≥ 2 种。
 - 宜支持同时接入： ≥ 8 路视频检测数据和 ≥ 4 路毫米波雷达结构化数据。
- b) 设备管理：支持对自身及接入设备的管理，边缘计算单元与部分交互对象对接协议建议：
 - 视频：遵循 GB/T 28181—2022、RFC 2326—RTSP 有关规定。
 - 毫米波雷达：遵循 GB/T 43229—2023 有关规定。
 - 交通信号机：遵循 GA/T 1743—2020、GB 25280—2016 有关规定。
 - RFID 读写设备：遵循 GB/T 29768—2013 有关规定。
- c) 应具备感知融合、数据处理、数据存储等功能，处理分析能力至少满足以下要求：
 - 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。
 - 支持对数据采集设备感知的数据进行目标物特征识别与提取。
 - 支持摄像机、毫米波雷达、激光雷达、RFID 读写设备结构化数据融合处理，应支持原始数据的融合处理。
 - 支持行人、骑行者、机动车及非机动车等道路交通参与者和障碍物（如锥桶、三角警示架、道路遗洒物等）的检测和分类识别。
 - 支持道路交通事件的检测和识别，事件类别应符合 GB/T 28789—2012 的有关规定。
 - 支持非机动车违法事件的检测和识别。
 - 支持非机动车违法的图片与视频记录合成、存储及转发。
 - 支持对交通参与者的轨迹拟合。
 - 支持对数据采集设备感知的参数进行不同时间颗粒度（分钟级）的统计分析。
 - 宜支持感知数据与高精度地图数据的融合处理。
 - 应能根据车路协同应用需求，支持 V2X 应用服务，包括但不限于 T/CSAE 53—2020、T/CSAE 157—2020、T/CSAE 158—2020 等标准中定义的 C-V2X 应用场景。
- d) 信号机控制：具备对信号机的数据传输和控制的能力，交互的数据格式应满足 GA/T 1743—2020 和 GA/T 527 有关规定。
- e) 宜支持硬件加密功能，应支持国密算法。
- f) 应支持第三方应用，可进行模型和算法的部署、升级和替换。
- g) 宜支持算力上移至运营商 5G 基站，利用算力基站按需提供实时或者准实时的算力服务。

9.2 性能要求

边缘计算单元应满足下述性能：

- a) 边缘计算单元算力配置参考：

表 7 路侧设备接入边缘计算单元算力配置参考

800 万像素视频数量	毫米波雷达数量	激光雷达数量	检测帧率	边缘计算单元算力 (int 8)
1	1	0	10 fps	8 TOPS

4	4	0	10 fps	32 TOPS
8	4	0	10 fps	64 TOPS
0	0	4 路 128 线半固态, 或 2 路 80 线机械式	10 fps	64 TOPS
注：根据场景实现算法需要及用户数据处理需求，可基于上述算力推荐值乘以适当的系数进行调整				

- b) 最少接口要求：
- 100/1000M 以太网接口：≥2 个。
 - USB 接口：≥1 个。
 - 宜支持 4G/5G、WiFi 无线通讯能力。
 - 支持定位和授时功能。
- c) 边缘存储要求：
- 自带存储容量：≥1 T；支持外接存储设备。
 - 结构化数据：≥7 天。
 - 高清图片：≥7 天。
 - 视频数据：≥2 天@（分辨率≥400 万，且帧率≥25 fps）。
- d) 数据结果输出频率：≥10 Hz。
- e) 边缘计算单元内部处理时延：≤100 ms@非结构化数据；≤20 ms@结构化数据。
- f) 传输速率：≥800 Mbps@单用户下行带宽。
- g) 支持 HTTP、TCP、UDP 和 MQTT 等通信协议，对外数据传输协议建议：
- 与云控平台或第三方平台：TCP 协议或 MQTT 协议，信息交互应符合 T/ITS 0180.1—2021 有关规定。
 - 与摄像机：TCP 协议或 UDP 协议；支持 SDK/RTSP 的接入方式。
 - 与毫米波雷达：TCP 协议或 UDP 协议或 MQTT 协议。
 - 与激光雷达：TCP 协议或 UDP 协议。
 - 与道路交通信号控制机：UDP 协议。
- h) 平均运行功耗≤250 W；最大功耗≤350 W。

9.3 设置要求

边缘计算单元的安装部署应：

- a) 边缘计算单元宜靠近路侧单元、数据采集设备并共杆布设（避免长布线）。
- b) 距离不超过 500 米，具备良好通信条件时，相邻点位应能按需共用一台边缘计算单元。

10 道路交通管理与控制设备技术要求

10.1 功能与性能要求

道路交通管理与控制设备应满足下述功能与性能要求：

- a) 道路交通信号机的技术规格应满足 GB 25280—2016 有关规定。
- b) 道路交通信号灯的技术规格应满足 GB 14887—2011 有关规定。
- c) 新建的道路交通信号机应：
 - 具备联网和远程控制功能。
 - 支持 GA/T 527.1—2015 提及的各种交通信号控制方式。
 - 支持向路侧单元开放接口协议，能将交通信号灯态、倒计时等 SPAT 信息通过路侧单元发送给范围内的智能网联汽车。

- 支持第三方平台接口且具备接口扩展模块,与其他路侧设备信息的交互接口应采用数字签名等安全管理措施。
- 信息交互应符合 GA1743—2020 技术要求。
- 支持边缘计算单元主动查询信号灯灯色状态信息。

10.2 设置要求

道路交通管理与控制设备的安装部署应:

- a) 信控点布设位置以公安交警部门意见为准。
- b) 控制方式的选择应遵循 GA/T 527 系列标准。
- c) 信号机的选择应根据需求并参考 GB 25280—2016 选取。
- d) 信号机安装须符合 GA/T 489—2016 有关规范。
- e) 信号灯设置条件须符合 GB 14886—2016 第 5 章所提要求。
- f) 信号灯安装须符合 GB 14886—2016 第 7 章所提要求。

11 信息发布设备技术要求

11.1 功能与性能要求

信息发布设备应满足下述功能与性能要求:

- a) 应能与路侧单元、边缘计算单元互联互通。
- b) 发布的信息一方面可以屏显给驾驶人观看,另一方面应能通过路侧单元无线传输给车载单元或其他智能设备。
- c) 显示屏的光学性能、色度性能、显示功能、不平整度、像素点间距误差、支持的文件格式等应符合 GB/T 23828—2023 或 GA/T 1548—2019 或 GA/T 484—2018 等有关规定。

11.2 设置要求

信息发布设备的安装部署应:

- a) 非必要不单独设置信息发布设备,设置需求以交通管理部门意见为主。
- b) 设置要求参考 GA/T 993—2021 第 5 章。

11.3 数据要求

信息发布设备采集处理的数据应满足:

- a) 发布的信息主要来源于公安交警、交通、住建等管理部门。
- b) 道路交通信息发布应符合 GB/T 29103-2012、GA/T 994—2017 有关要求。
- c) 停车诱导信息发布应符合 GB/T 26770—2011 有关要求。

12 前端数据的管理与分发

12.1 基本要求

路侧智能设备须满足下述基本要求:

- a) 建立数据目录:
 - 数据集名称: 简明描述数据集的内容和用途。
 - 数据来源: 记录数据的采集来源,包括传感器类型、位置等信息。
 - 数据格式: 详细说明数据格式(例如,CSV、JSON、PCAP等)。
 - 数据更新频率: 描述数据的更新周期(实时、每日、每周等)。
 - 数据访问权限: 定义访问数据所需的权限级别和授权方式。
- b) 路侧数据标准化:

——各类路侧采集设备感知的原始数据标准化。

——边缘计算融合数据标准化。

——路侧智能设备与云控平台交互数据标准化。

- c) 分类分级管理数据，对敏感数据进行脱敏并加密存储。
- d) 用户个人信息安全符合 GB/T 35273—2020 的要求。
- e) 宜通过区块链技术确保数据可信、可控、可追溯。
- f) 数据服务能力的安全保障符合 GB/T 35274—2023 的要求。

12.2 数据质量

路侧智能设备的数据质量须符合：

- a) 路侧智能设备应进行必要的数质量理管理操作：

——数据清洗：不完整数据的解决、错误数据的检测、重复数据的检测和删除、不一致性数据的检测及解决等。

——数据转换：应能按照统一的规范对输入数据进行内容修改、格式修改、字段替换等。

——数据校验：包含一系列数据处理规则，可对数据进行模块化的预处理操作。

- b) 数据质量评价指标参见 GB/T 36344—2018。

c) 单一数据要素的质量分级指标主要包括：准确性、完整性、有效性、时效性等，分级的标准与结果参考 T/CIITA—2022 表 1、表 3。

d) 整体数据要素的质量分级指标主要包括：规范性、完整性、准确性、一致性、时效性、可访问性等，分级的标准与结果可参考 T/CIITA—2022 表 2、表 4。

- e) 为保障数据质量，建议参考采用 T/CIITA—2022 附录 A 所列举的一些数据要素保护技术。

12.3 数据分发

路侧智能设备的数据分发应满足：

- a) 支持采用基于 HTTP/HTTPS 协议、TCP 套接字或组播等方式进行数据分发。
- b) 元数据可通过标识符使用标准化的通信协议进行检索。

路侧智能设备外场点位分级参考

鉴于“车路云一体化”路侧智能设备服务于自动驾驶、智能交通、智慧城市等多方面需求，外场设备的配置将因需求不同而呈现差异。本标准根据功能实现程度的区别，将外场点位分为一级、二级、三级共三个层级，供相关建设方合理配置资源。

A.1 一级点位

- a) 服务定位：协同自动驾驶；向下兼容二级点位具备的功能。
- b) 支持实现功能：
 - 自主泊车。
 - 编队行驶。
 - 有条件自动驾驶。
 - 高度自动驾驶。

注：对于在特殊天气环境运行下的协同自动驾驶场景，宜参照 7.5 部署气象监测设备

A.2 二级点位

- a) 服务定位：城市交通治理、协同驾驶预警、协同辅助驾驶；向下兼容三级点位具备的功能。
- b) 支持实现功能：
 - 违法行为取证：不在机动车道内行驶、不按规定车道行驶、违规使用专用道、在人行横道或网线状区域停车、机动车违停、在禁止掉头或禁左处掉头、人行横道未礼让行人、非信控路口未礼让行人、逆向行驶、右侧超车、左转弯超车、掉头超车、故意遮挡号牌、未按规定悬挂号牌、机动车闯红灯、驾驶人未系安全带、驾驶人行车接打电话、非机动车占用机动车道、非机动车驾驶人未戴头盔等。
 - 目标轨迹追踪：目标轨迹还原、异常轨迹标记等。
 - 协同驾驶预警：交叉口碰撞预警、前向碰撞预警、闯红灯预警、车道偏离预警、超速预警、安全车距预警等。
 - 协同辅助驾驶：协同紧急制动、协同自动转向、协同自适应巡航等。

A.3 三级点位

- a) 服务定位：基础信息采集。
- b) 支持实现功能：
 - 交通参数采集：采集断面流量、分车道流量、分车型流量、平均速度、单点速度、时间占有率、空间占有率、排队长度等参数。
 - 交通事件检测：检测停止事件、逆行事件、行人事件、抛洒物事件、拥堵事件、机动车驶离事件、超速事件、交通事故、道路施工等事件。

参 考 文 献

- [1] 中国智能网联汽车产业创新联盟. 车路云一体化系统白皮书. [R/OL]. (2023-01-11) [2024-06-14]. <http://www.caicv.org.cn/index.php/newsInfo?id=936>
- [2] 工业和信息化部. 公开征求对《雷达无线电管理规定（试行）（征求意见稿）》的意见. [A/OL]. (2024-07-31) [2024-08-14].
https://www.miit.gov.cn/jgsj/wgj/gggs/art/2024/art_fe518d550da049f08d70f42696d506bf.html
- [3] 工业和信息化部. 关于印发《车联网（智能网联汽车）直连通信使用 5905-5925MHz 频段管理规定（暂行）》的通知：工信部无（2018）203 号[A/OL]. (2018-10-25) [2024-08-14].
https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5442658.htm
- [4] 交通运输部. 关于征求《公路工程名词术语（征求意见稿）》意见的函：交办公路函（2018）919 号[A/OL]. (2018-06-27) [2024-08-14].
https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/glj/202006/t20200623_3312692.html