

山 西 省 地 方 标 准

DB 14/T 3326—2025

高速公路运行监测智慧化技术规范

Technical Specification for Intelligent Monitoring of Highway Operation

2025 - 04 - 11 发布

2025 - 07 - 10 实施

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 基本架构 2

6 技术要求 4

7 质量评价要求 10

附录 A （资料性） 毫米波雷达场景推荐 11

参考文献 12

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山西省交通运输厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对本文件的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省交通运输标准化技术委员会（SXS/TC37）归口。

本文件起草单位：山西省智慧交通研究院有限公司、山西省交通科技研发有限公司、阳泉市数据局、阳泉领航科技产业有限公司。

本文件主要起草人：吴宏涛、牛秉青、周晓旭、孟颖、周丽军、郭俊凯、孟利强、吕永萍、付玉强、尹喜平、乔斌亮、李元军、刘志华。

高速公路运行监测智慧化技术规范

1 范围

本文件规定了高速公路运行监测智慧化技术的基本架构、技术要求及质量评价要求。
本文件适用于高速公路运行监测智慧化工程的方案设计和系统建设。

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 21052 信息安全技术 信息系统物理安全技术要求
- 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 34068 物联网总体技术 智能传感器接口规范
- GB/T 34428.1-2017 高速公路监控设施通信规程 第1部分：通用规程
- GB 50348 安全防范工程技术标准
- JT/T 918 高速公路信息通信系统联网技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

信号无损传输 lossless signal transmission

在传输过程中保持信号原始质量和完整性的技术或方法。

3.2

雷射融合 radar and radio frequency fusion

结合毫米波雷达的远距离探测能力和特定频率（如5.8GHz）射频技术的高精度定位能力，通过信号级融合，实现对车辆及其他目标的精准检测、轨迹跟踪和实时预警。

3.3

短临预测 short-term prediction

距现在的时间较近且经历时间较短的交通流预测活动。

3.4

智能交通计算站 intelligent transportation computing station

集成高性能的计算资源、大规模的数据存储能力以及先进的数据处理和分析技术的系统。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BIM: 建筑信息模型 (Building Information Modeling)

C-V2X: 蜂窝车联网通信 (Cellular Vehicle-to-everything)

DSRC: 专用短程通信 (Dedicated Short Range Communication)

I2V: 无形可视化 (Invisible-to-Visible)

I2X: 以智能化基础设施为主体的车路协同 (Infrastructure to Everything)

NTP: 网络时间协议 (Network Time Protocol)

OBU: 车载单元 (On Board Unit)

PTP: 精确时间协议 (Precision Time Protocol)

RSU: 路侧单元 (Road Side Unit)

TOPS: 处理器运算能力单位 (Tera Operations Per Second)

V2X: 以智能网联汽车为主体的车路协同 (Vehicle to Everything)

VMS: 可变信息标志 (Variable Message Signs)

VSLs: 可变限速标志 (Variable Speed Limit Sign)

5 基本架构

5.1 一般规定

5.1.1 高速公路运行监测集成物联网、大数据、人工智能等新技术,对高速公路的交通流量、基础设施状态、环境条件及突发事件进行实时数据采集、分析与管理。

5.1.2 高速公路运行监测智慧化技术适用于高速公路多种场景,包括但不限于主干路段、隧道、桥梁、长大纵坡、连续弯道等。

5.1.3 高速公路运行监测智慧化技术及其相关系统由信息采集层、预警发布层、数据处理-边缘计算层、传输层、数据处理-云计算层、应用决策层、信息安全体系及质量评价体系构成。高速公路运行监测智慧化技术的基本架构见图1。

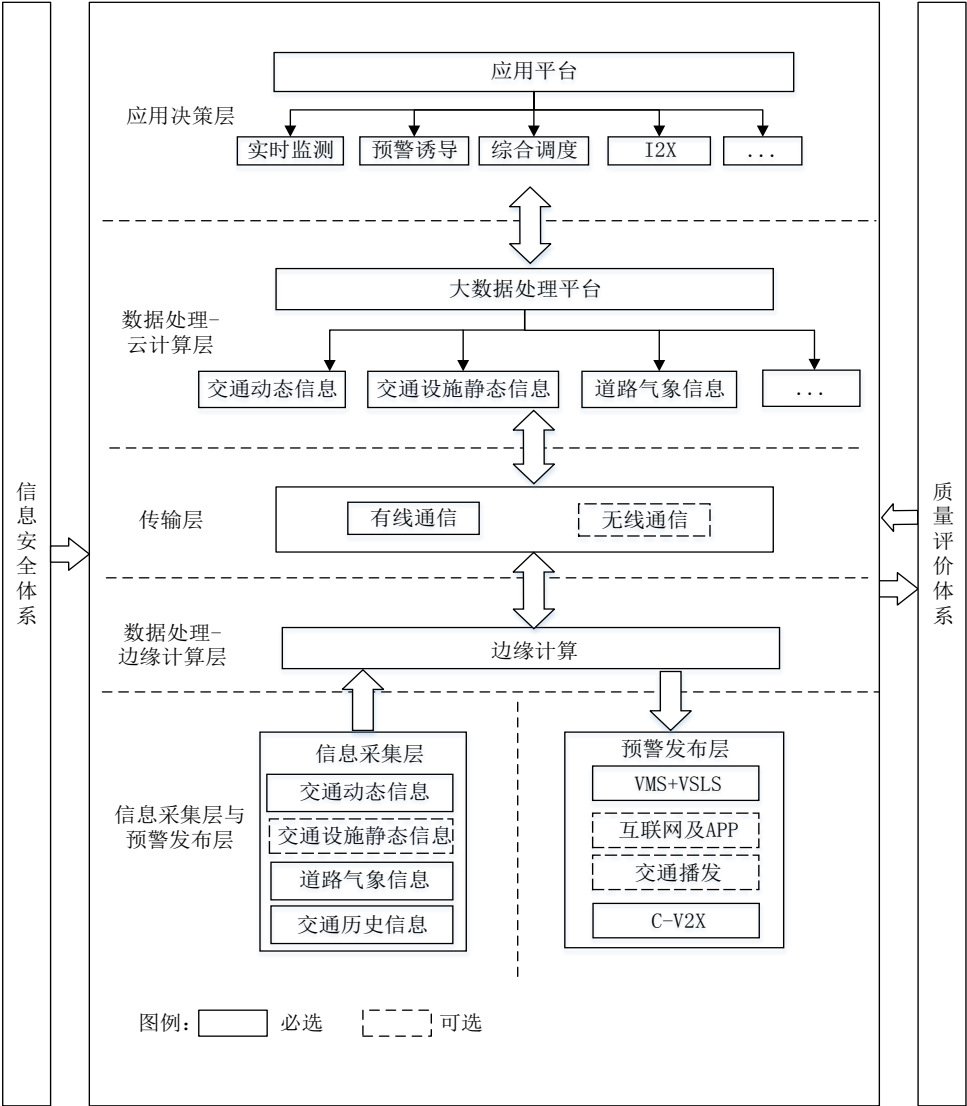


图1 高速公路运行监测智慧化技术的基本架构

5.2 功能模块

- 5.2.1 信息采集层采集的信息包括交通动态信息、交通设施静态信息、道路气象信息以及历史数据信息等。
- 5.2.2 预警发布层包括 VMS+VSLs、互联网及 APP、交通播发、C-V2X 以及 OBU 2.0。
- 5.2.3 数据处理-边缘计算层采用人工智能技术和智能交通计算站提供边缘侧的计算、存储、带宽及智慧化应用。
- 5.2.4 传输层包括有线通信和无线通信两种方式。
- 5.2.5 数据处理-云计算层提供支持交通信息大数据处理所需算力及软件等环境。
- 5.2.6 应用决策层包括实时监测、预警诱导、综合调度、网联协同等智慧化应用。
- 5.2.7 信息安全体系涵盖网络隔离、数据加密、访问控制、安全通信、运维监控及物理防护等多层次防御体系，确保系统安全、数据保密性与完整性、通信可靠性。
- 5.2.8 质量评价体系建立周期性评估与阶段性评价相结合的多维度指标体系，涵盖运行效率、交通安全、经济效益及用户满意度等核心要素，确保评价结果公平公正。

6 技术要求

6.1 功能要求

6.1.1 信息采集

6.1.1.1 路域信息采集

路域信息采集包括：

- a) 交通动态信息，包括路内埋设的水膜感知单元、动态称重单元、路侧搭建安装的高清摄像头、雷射融合感知设备、高清视频卡口、遥感式水膜传感器、雷视融合感知设备等采集的交通运行状态数据；
- b) 交通设施静态信息，包括高清视频卡口、雷视融合感知设备、基础设施监测设备、数字孪生工作站、BIM 建模单元等采集的公路基础设施状态数据；
- c) 道路气象信息，包括路内埋设的雨量监测器、水膜传感器、路侧安装的微气象站、能见度仪、风向仪、雨量筒等采集的道路气象数据与当地气象局数据；
- d) 历史数据信息，包括相关部门采集的历史交通流、事故点、事故类型等历史数据；
- e) 干扰环境信息，如遗撒、动物不正常侵入、非正常车辆闯入等；
- f) 重点营运车辆信息，如两客一危车辆信息、大件运输车辆信息等。

6.1.1.2 路域信息采集设备

路域信息采集设备宜包括：

- a) 摄像头感知系统；
- b) 雷达感知系统，如毫米波雷达、激光雷达等；
- c) 射频感知系统；
- d) 气象感知系统，如微型气象站、能见度天气现象传感器、遥感式路面状况传感器等；
- e) 动态称重感知系统；
- f) 水膜感知系统，如遥感式水膜厚度传感器、嵌入式水膜厚度传感器等；
- g) 数字化基础设施系统，如桥梁结构健康监测、边坡地质灾害监测等。

6.1.2 预警发布

应对异常情况进行预警并发布，采用以下方式发布：

- a) VMS+VSLS 预警发布宜以 VMS、VSLS 等方式发布预警信息、实时限速信息、车道通信信息；
- b) 互联网及 APP 预警发布以短信推送、第三方 APP、第三方地图等方式提供交通异常情况的事前、事中、事后信息推送；
- c) 交通播发预警发布由语音报警单元、声光报警单元提供交通异常情况的事前、事中、事后信息报警；
- d) C-V2X 预警发布由车载通信单元、RSU 天线单元组成，用于实现装有信息通信终端的智能网联车辆与路侧设备的信息交互；
- e) OBU 2.0 预警发布由 OBU2.0 单元、拓展服务 RSU 单元组成，用于实现装有 OBU2.0 单元的车辆与拓展服务 RSU 的信息交互。

6.1.3 边缘计算

边缘计算所具备功能包括：

- a) 支持通过交通动态信息进行数据解码、目标检测、目标跟踪、目标定位、目标运动状态解析及预测等；
- b) 支持通过交通设施静态信息及气象信息进行数据解码、气象条件确定、路面摩擦等级确定及路面基础设施完好率确定等；
- c) 根据采集设备类型完成多元数据特征集或决策级融合处理，提供符合云平台接口的结构化处理数据；
- d) 根据公路信息发布方式，提供信息发布报文的制作、收发、解析和处理；
- e) 支持按需求对图片、视频、点云及业务数据进行分类、上传及存储，支持远程或本地数据查询；
- f) 支持网络安全防护及信息防篡改；
- g) 支持北斗或 NTP 或 PTP 时钟同步；
- h) 支持外部边缘计算及发布装置等外源信息接入。

6.1.4 信息通信

信息通信功能采用的方式包括：

- a) 有线通信宜使用光纤通信、双绞线通信、同轴电缆通信等有线通信方式；
- b) 无线通信宜使用 4G/5G、蓝牙、DSRC、C-V2X 等无线通信方式实现数据的通信或传输。

6.1.5 数据处理

数据分析处理功能包括：

- a) 对基础信息、交通参数、交通事件、道路数据、自然环境、作业数据、设备数据等进行数据分类；
- b) 数据清洗；
- c) 雷达和视频图像数据的融合以及雷达和射频信号的融合；
- d) 历史运行数据追溯；
- e) 统计分析；
- f) 支持数据可视化。

6.1.6 智能化应用

实现智能化应用功能包括：

- a) 通过 I2X 实现人、车、路、网、云和交通基础设施之间的信息互联互通；
- b) 基于采集数据的实时显示，控制中心设备状态的实时监测；
- c) 通过路侧诱导信息发布、平台侧诱导信息发布以及 I2V 信息诱导等方式的预警诱导；
- d) 通过采集数据的实时显示、路侧设备的远程控制以及跨单位部门的综合调控等方式的综合调度。

6.1.7 其他功能

应对除上述功能要求外的其他功能做补充，其他功能宜包括：

- a) 具备数据存储、查询及导出；
- b) 具备数据上传，并且上传时间间隔可按系统需求调整；
- c) 具备时钟同步；
- d) 具备远程配置、状态监测、版本升级等；

- e) 支持与多种传感器、计算装置等设备的信息交互，物理输入输出接口、数据采集通信协议应符合 GB/T 34068 的要求。

6.2 性能要求

6.2.1 信息采集传感器

6.2.1.1 雷射融合感知

雷射融合感知宜包括以下功能：

- a) 侧装部署时，应支持 5 车道以上的车辆检测范围，检测距离不低于 800m；
- b) 支持车牌、车速、位置、车型、时间等车辆信息的检测，检测准确率不应受夜晚和雨雾的天气的影响；
- c) 具备交通事件、车道级的交通量的检测功能，交通事件包括急加速、急减速、急变道、超速、低速、停驶、占用应急车道等，且包含相关车辆的车牌。

6.2.1.2 毫米波雷达

毫米波雷达的安装应符合附录A的要求。

6.2.2 预警发布设备

6.2.2.1 定向声光预警设备

定向声光预警设备应具备定向语音预警、情报板信息发布、灯光预警等功能。

6.2.2.2 预警范围

应具备车道级预警、车道级车速引导、车道级信号控制功能。

6.2.3 边缘计算

边缘计算应满足的性能要求宜包括：

- a) 以太网接口的通信速率不低于 1000 Mbps；
- b) 计算能力不低于 32 TOPS；
- c) 根据所采用的通信方式，边缘计算应符合 YD/T 3962 或者 YD/T 3754 的要求。即系统的平均无故障率达到 99.99%、CPU 忙时利用率平均不超过 70%、系统故障倒换时间应小于 60 s。

6.2.4 通信

通信应满足的性能要求宜包括：

- a) 高速公路监控系统中的上位机与监控设施之间的数据通信符合 GB/T 34428.1-2017 中 4.3 的要求；
- b) 视频数据的传输符合 GB/T 28181-2022 第 5 章的要求；
- c) C-V2X 路侧设施符合通信行业蜂窝车联网路侧设施要求；
- d) 高速公路信息通信系统联网的规划、设计、建设与运行维护符合 JT/T 918 的要求；
- e) 网络安全等级与信息系统的等级一致。

6.2.5 交通流参数

6.2.5.1 检测精度

交通流参数检测精度宜分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ共三级，各级应满足表1的要求。

表 1 交通流参数检测精度

交通流指标	误差范围		
	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级
车流量（PCU/h）	≤ ± 5%	± 5%~ ± 10%	≥ ± 10%
平均车速（km/h）	≤ ± 5%	± 5%~ ± 10%	≥ ± 10%
车道占有率（%）	≤ ± 5%	± 5%~ ± 10%	≥ ± 10%
注 1：Ⅰ级用于交通信号控制、智能交通系统。 注 2：Ⅱ级用于交通流量统计、交通状态评估、交通规划。 注 3：Ⅲ级用于初步交通分析、趋势判断。			

6.2.5.2 检测率

在有效检测范围内，各交通流参数检测率的精度要求及计算方法如下。

a) 检测率：不小于 98%。

系统在正常工作状态时，交通事件检测率为：

$$ACC=\frac{N_a}{N_t} \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

ACC—交通事件检测率；
N_a —系统正确检测并报警的次数；
N_t —实际发生交通事件的总次数。

b) 漏报率：不大于 2%。

$$FRR=\frac{N_n}{N_t} \cdots \cdots \cdots (2)$$

式中：

FRR—交通事件漏报率；
N_n —交通事件发生而系统出现报警的次数；
N_t —实际发生交通事件的总次数。

c) 虚报率：不大于 2%。

其中，虚报率的计算方式为：

$$FAR=\frac{N_f}{N_{at}} \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中：

FAR—交通事件虚报率；
N_f —无交通事件发生而系统出现报警的次数；
N_{at} —统计时间段的总次数。

d) 检测报警时间：不大于 8s。

白天、夜晚、雨、雾等正常工作状态时，各类交通事件的检测率应不小于96%，漏报率不大于2%，虚报数不大于1次每24小时。

6.2.6 交通事件

6.2.6.1 交通事件配置

交通事件类型及对应默认阈值见表2。

表2 交通事件类型及对应默认阈值

事件类型	默认阈值（km/h，支持用户自定义）
超速	>100
慢行	9~60
停车	-3.6~3.6
排队	同时出现多目标慢行或停车
倒车	-6~0
逆行	-20~-6
变道	目标驶离当前车道

6.2.6.2 视频交通事件

视频交通事件检测条件及有效检测范围应符合GB/T 28789-2012中5.4的范围要求。

6.2.6.3 雷达交通事件

雷达交通事件检测条件及有效检测范围宜符合表3所述要求。

表3 雷达交通事件检测类型及有效检测范围

检测器类型	有效检测范围（m）												
	停止事件		逆行事件		行人事件		抛洒物事件		拥堵事件		驶离事件		车道数
	最小距离	最大距离	最小距离	最大距离	最小距离	最大距离	最小距离	最大距离	最小距离	最大距离	最小距离	最大距离	
短距离 （0m-300m） 雷达交通状态检测器	25	≥300	—	≥300	—	≥150	—	≥150	—	≥300	25	≥300	6
中长距离 （300m-600m） 雷达交通状态检测器	25	≥600	—	≥600	—	≥450	—	≥450	—	≥600	—	≥600	8
长距离 （>600m） 雷达交通状态检测器	25	≥800	—	≥800	—	≥600	—	≥600	—	≥800	—	≥800	8

检测器类型	有效检测范围（m）
注 1：行人步行检测速度为 0~6km/h。 注 2：有效检测范围自雷达安装位置开始计算。 注 3：车辆行驶检测速度为 0~280km/h。	

6.3 信息安全要求

6.3.1 系统安全

系统安全要求应包括：

- a) 系统的局域网与其他信息系统互联时，应采用安全隔离措施，保证系统网络安全；
- b) 系统与重要客户终端间的设置和控制报文的传输应有身份鉴别和加密措施；
- c) 系统操作应有权限及严格完善的密码、日志管理。系统管理应及时升级软件补丁和具备严格防范病毒的有效措施。用户鉴权管理，提供完善的用户权限和密码强度管理。服务器要有必要的病毒入侵检测手段和足够的抗病毒能力，其措施包括防火墙、入侵检测、病毒和木马扫描、安全扫描、日志审计系统等；
- d) 具备系统级和应用级完备的数据备份和恢复机制。

6.3.2 数据安全

应符合数据所属单位或主管部门的安全等级要求，包括：

- a) 对系统访问控制权限进行控制；
- b) 使用密码技术保护数据的安全；
- c) 重要敏感数据，应具备加密存储能力，防止数据泄漏；
- d) 公路数据从采集、转化、传输、存储、使用的整个过程中应依据授权使用原则，不被非法冒充、窃取、篡改、抵赖；
- e) 安装防恶意代码软件，并及时更新恶意代码库，实现对恶意代码的有效防范；
- f) 根据道路信息安全保护等级对数据分级，并按照是否涉及个人隐私与国家安全进行分类。

6.3.3 通信安全

传输的机密性、完整性要求应包括：

- a) 具有并启用通信完整性校验机制，实现数据传输的完整性保护；
- b) 具有通信延时和中断的处理机制；
- c) 采用安全通信机制，防止重放、中间人攻击；
- d) 具备网络接入认证、网络传输安全能力，防止认证、标识、口令等敏感数据在传输过程中被获取甚至篡改，部署包括但不限于安全网关，防火墙等；
- e) 支持非法报文处理能力，当接收到非法报文时应能够正确处理，防止非预期的异常情况发生；
- f) 对传输鉴别信息、隐私数据和重要业务数据等敏感信息时应进行加密保护；
- g) 采用密码技术保证通信过程中数据的保密性。具有通信延时和中断的处理机制；

6.3.4 运维安全

运维管控域的安全除了保证运维管控域中服务器的基本安全外，还应保证所有运维操作能够被完整、可靠的记录。同时，运维安全的设计应抵御来自外部和内部的攻击，运维安全要求应包括：

- a) 由角色管理系统实现定义和控制权限；

- b) 通过加密通信进行管理，具备身份鉴别和认证；
- c) 采用两种或两种以上组合的鉴别技术来进行身份鉴别；
- d) 对物理机、主机进行实时监控，发现异常时应能够进行远程告警；
- e) 在接入网络中具有唯一网络身份标识；
- f) 接入网络应基于密码机制的双向或单向身份鉴别；
- g) 能进行鉴别失败处理；
- h) 保证密钥存储和交换安全；
- i) 禁止业务需求以外的通信端口；
- j) 设置网络访问控制策略。

6.3.5 物理安全

物理安全要求应至少满足以下要求：

- a) 系统有关模块及连接符合 GB/T 21052 的要求；
- b) 所有安装在室外的设备不低于 IP65 的要求；
- c) 防雷接地符合 GB 50348 中规定的系统防雷接地条件。

7 质量评价要求

7.1 一般要求

- 7.1.1 应针对高速公路运行监测智慧化技术对公路运营和服务过程进行评价。评价工作应遵循公平公正原则。
- 7.1.2 智慧高速公路管理生产活动评价根据工作阶段不同，应分为周期性评估和阶段性评价。
- 7.1.3 公路运营单位宜根据相关规定和程序，选择第三方单位来执行质量评价工作，协助公路运营单位编制质量评价报告，并提供专业的咨询意见和建议，确保评价结果的客观性和公正性。
- 7.1.4 质量评价结果应反馈于智慧高速公路管理、运营和服务过程内容升级与迭代。

7.2 周期性评估

- 7.2.1 应在高速公路开通运营后开展，为风险隐患路段、瓶颈路段的智能管控和阶段性智慧化提升方案的制定提供依据。
- 7.2.2 应根据实际情况确定评估周期，宜每年至少进行一次全面评估，同时根据需要进行不定期的专项评估或抽查。

7.3 阶段性评价

- 7.3.1 应从交通安全、运行效率、经济效益等方面，对高速公路运行方案效果开展阶段性评价。
- 7.3.2 评估标准应结合实际需求确定，设计涵盖多维度的评估指标体系，其指标包括：运行效率（如通行能力、平均车速）、交通安全（如事故率、应急响应速度）、经济效益（如运营成本降低、通行费收入增长）、用户满意度（通过问卷调查、社交媒体反馈等方式收集）等。
- 7.3.3 宜使用道路条件、交通条件、气象信息等运行速度协调性指标和事故统计类指标开展交通安全评价，以界定高速公路行车风险等级。
- 7.3.4 运行效率评价宜使用行程时间、运行速度、服务水平类指标，异常条件下评价可增加阻断事件数、阻断处置时间、高影响天气频次/时间/里程等指标。

附 录 A
(资料性)
毫米波雷达场景推荐

A.1 毫米波雷达类型

毫米波雷达的类型见表A.1。

表A.1 毫米波雷达类型

检测器类型	监测范围（m）
短距离雷达交通状态检测器	0~300
中长距离雷达交通状态检测器	300~600
长距离雷达交通状态检测器	>600

A.2 场景推荐

A.2.1 雷达安装形式与覆盖范围要求宜满足以下场景要求：

- a) 短距正装定向宜用于高速公路收费站、分合流路口等场景，侧重监测交通参数，辅助监测交通事件；
- b) 短距侧装定向宜用于高速公路匝道分合流路口等场景，侧重监测交通参数，辅助监测交通事件；
- c) 中距正装定向宜用于高速公路主线、弯道等场景的交通状态监测和交通参数检测；
- d) 中距侧装定向宜用于高速公路主线、弯道等场景的交通状态监测和交通参数检测；
- e) 长距正装定向宜用于高速公路主线的交通状态监测和交通参数检测；
- f) 长距侧装双向（全向）宜用于高速公路主线、弯道等场景的交通状态监测和交通参数检测。

A.2.2 雷达交通状态检测器安装高度宜为6m。

参 考 文 献

- [1] GB/T 23828 高速公路LED可变信息标志
- [2] GB/T 24726 交通信息采集 视频车辆检测器
- [3] GB/T 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
- [4] GB/T 33697 公路交通气象监测设施技术要求
- [5] JT/T 1032 雾天公路行车安全诱导装置
- [6] YD/T 3754 基于LTE网络的边缘计算总体技术要求