

# 团体标准

T/ITS 0XXX.1—XXXX

## 车路协同路侧感知系统 第1部分：技术要求

Roadside sensing system for vehicle infrastructure cooperative system —  
Part 1: Technical requirements

(征求意见稿)

本草案完成日期 2023 年 5 月

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

XXXX - XX - XX 发布

20XX - XX - XX 实施

中国智能交通产业联盟 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 .....	5
5 路侧感知系统 .....	6
5.1 系统组成 .....	6
5.2 系统分级 .....	6
5.3 系统应用场景 .....	6
6 系统总体要求 .....	7
6.1 通用要求 .....	7
6.2 系统功能与性能要求 .....	7
7 设备设施技术要求 .....	11
7.1 信息采集单元 .....	11
7.2 路侧计算单元 .....	13
7.3 信息发布单元 .....	14
附 录 A （资料性） 融合感知定位框架 .....	16
附 录 B （规范性） 车路协同自动驾驶应用场景 .....	17

## 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。

T/ITS XXXX《车路协同 路侧感知系统》系列标准分为以下2个部分：

- 第1部分：技术要求；
- 第2部分：测试方法；

本文件为T/ITS XXXX《车路协同路侧感知系统》系列标准的第1部分。

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。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

# 车路协同路侧感知系统

## 第1部分：技术要求

### 1 范围

本文件规定了车路协同路侧感知系统的组成架构、应用场景、系统总体要求及相关设备设施的技术要求。

本文件适用于城市道路、公路和封闭园区车路协同系统中路侧感知系统的设计、开发、运行和维护。

### 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 24726 交通信息采集 视频交通流检测器
- 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
- GB/T 28649 机动车号牌自动识别系统
- GB/T 29100 道路交通信息服务 交通事件分类与编码
- GB/T 31024.1 合租式智能运输系统 专用短程通信 第1部分：总体技术要求
- GB/T 33171 城市交通运行状况评价规范
- GA/T 1127 安全防范视频监控摄像机通用技术要求
- YD/T 3340 基于LTE的车联网无线通信技术 空中接口技术
- 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 3709 基于LTE的车联网无线通信技术 消息层技术要求
- T/CSAE 53 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 156 自主代客泊车系统总体技术要求
- T/CSAE 157 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 基于车路协同的高等级自动驾驶数据交互内容
- T/CSAE 159 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 185 智能网联汽车 自动驾驶地图采集要素模型与交换格式

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**车路协同系统** vehicle-infrastructure cooperative system

采用无线通信和互联网技术，全方位实施车车、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，从而形成安全、高效和环保的道路交通系统。

[来源：T/ITS 0140—2022, 3.1.2]

#### 3.2

**路侧感知系统** roadside sensing system

部署在路侧的由计算设施、感知设备及相关附属设备所组成的用于对道路交通参与者、交通事件和交通运行状况等进行实时检测识别和定位的系统。

3.3

**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汇聚、处理与决策的计算模块、设备或设施。

3.4

**路侧单元 road side unit; RSU**

安装在路边的可实现V2X通信，支持V2X应用的硬件单元。

3.5

**云控平台 cloud control platform**

服务于车路协同业务的平台系统，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，可为智能网联汽车、管理及服务机构、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。

3.6

**感知时延 sensing delay**

从路侧感知系统的传感器开始采集原始感知信息到汇聚至路侧计算设备融合处理生成结构化感知消息的时延。

3.7

**端到端响应时间 end to end response time**

从路侧感知系统的传感器开始采集原始感知信息到车端接收到感知消息的时延。

3.8

**感知消息输出频率 sensing message output frequency**

路侧感知系统输出感知消息的频率。

3.9

**识别精确率 detection precision rate**

被正确识别的目标数与实际被识别到的目标总数的百分比。

3.10

**识别召回率 detection recall rate**

被正确识别的目标数与应被识别到的目标总数的百分比。

3.11

**目标跟踪准确率 multi object tracking accuracy; MOTA**

用于衡量跟踪任务在特定的路侧感知范围和时间的跟踪性能，可以描述目标丢失、误检、不匹配等错误的对跟踪带来的影响。

3.12

**高阶跟踪精度 higher order tracking accuracy; HOTA**

多目标跟踪精度评价的综合指标，指标综合了跟踪任务中检测、关联和定位的影响，用于衡量路侧感知系统对目标场景中多目标的跟踪性能。

3.13

**检测准确率 rate of accurate detecting**

正确识别的目标数或事件数与应被正确识别的目标总数或事件总数的百分比。

[来源：GA/T 1399.2-2017, 3.1.4]

3.14

**事件漏报率 rate of failed alarm**

系统在正常工作状态中，交通事件发生但未能检测并报警的次数占实际发生交通事件总次数的比率。

[来源：GB/T 28789-2012, 3.10]

3.15

**事件虚报数 quantity of false alarm**

系统在正常工作状态中，统计时间内并无交通事件发生，而系统出现虚报警的次数。

[来源: GB/T 28789-2012, 3.11]

### 3.16

#### 交通参与者尺寸 the scale of traffic participant

能够完整包络交通参与者主体的最小立方体的长度、宽度和高度,其中长度是指分别过交通参与者前后最外端点且垂直于X平面的两平面间的距离,宽度是指分别过交通参与者两侧固定突出部位最外侧点且垂直于X平面的两平面间的距离,高度是指交通参与者最高点至X平面的距离。

### 3.17

#### 交通参与者中心点 the geometry center of traffic participant

交通参与者尺寸的几何中心点,即为立方体的几何中心点。

### 3.18

#### 尺寸检测精度 the detecting precision of scalability

路侧感知系统对交通参与者的尺寸检测值与实际值的误差。

### 3.19

#### 定位精度 positioning precision

路侧感知系统对交通参与者的位置检测值(经纬度)与实际位置的欧氏距离。

### 3.20

#### 速度检测精度 the detecting precision of velocity

路侧感知系统对交通参与者的速度检测值与实际值的误差。

### 3.21

#### 航向角检测精度 detecting precision of heading angle

在感知范围内与特定时间内,路侧感知系统对所感知到的交通参与者的航向角(即为交通参与者运动方向与正北方向的顺时针夹角)检测值与实际值的平均绝对误差。

### 3.22

#### 交通事件 traffic incident

道路上发生的,影响车辆通行及交通安全的异常交通状况行为,主要指停止事件、逆行事件、行人事件、抛洒物事件、拥堵事件、机动车驶离事件、低速/超速行驶等典型事件种类。

[来源: GB/T 28789-2012, 3.1, 有修改]

### 3.23

#### 交通流量 traffic volume

单位时间内通过道路某一地点、某一断面或某一车道的交通实体数。

[来源: GB/T 29107-2012, 3.2, 有修改]

## 4 缩略语

以下缩略语适用于本文件:

CGCS2000: 2000国家大地坐标系(China Geodetic Coordinate System 2000)

GNSS: 全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System)

GPS: 全球定位系统(Global Positioning System)

ISAPI: 服务应用程序接口(Internet Server Application Programming Interface)

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

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(Onboard Unit)

PTP: 高精度时间同步协议(Precise Time protocol)

TCP: 传输控制协议(Transmission Control Protocol)

UDP: 用户数据报协议(User Datagram Protocol)

UTC: 协调世界时(Coordinated Universal Time)

UTM: 通用横轴墨卡托投影(Universal Transverse Mercator)

V2I: 车载单元与路侧单元通讯 (Vehicle to Infrastructure)

V2P: 车载单元与行人通讯 (Vehicle to Pedestrian)

V2V: 车载单元之间通讯 (Vehicle to Vehicle)

V2X: 车载单元与其他设备通讯 (Vehicle to Everything)

## 5 路侧感知系统

### 5.1 系统组成

5.1.1 路侧感知系统 (以下简称“系统”) 组成见图 1, 一般由信息采集单元、路侧计算单元和信息发布单元三个部分组成。

5.1.2 信息采集单元包括各类感知传感器设备, 如摄像机、毫米波雷达、激光雷达等, 信息采集单元技术要求见 7.1 节。

5.1.3 路侧计算单元负责对接入设备的各类数据进行汇聚和融合处理分析, 并支撑开展各类车路协同应用, 路侧计算单元技术要求见 7.2 节。

5.1.4 路侧计算单元需要对路口或路段的多个传感器数据进行实时融合处理分析, 得到全量、较高精度的感知定位结果。路侧计算单元融合感知定位的总体框架与流程见附录 A。

5.1.5 信息发布单元负责将融合感知结果信息对外发布, 发布方式包括但不限于可变信息板、可视化大屏、直连无线通信设备 (RSU、ETC 等) 或蜂窝移动通信设备。

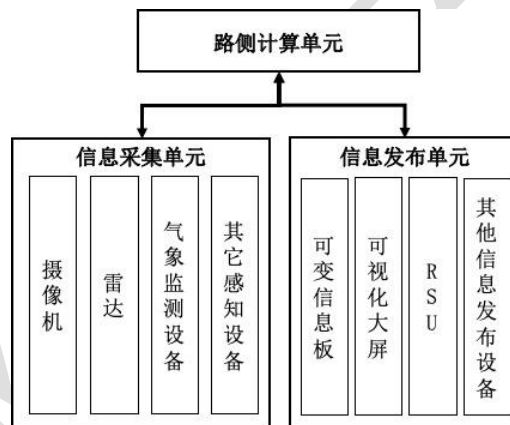


图 1 路侧感知系统组成

### 5.2 系统分级

根据感知融合能力与应用服务对象不同, 可将路侧感知系统分为以下三种级别:

- I 级: 可支撑相应的数据统计、安全预警及平台管控类应用;
- II 级: 可支撑向驾驶员提供实时道路信息、辅助驾驶员进行现场决断类的应用;
- III 级: 可作为车外传感器, 为自动驾驶系统提供有价值的实时道路信息, 支撑自动驾驶系统进行决策类的应用。

### 5.3 系统应用场景

#### 5.3.1 辅助驾驶及自动驾驶类应用场景

路侧感知系统可广泛应用于车路协同辅助驾驶或自动驾驶各类应用场景, 适用的场景见附录 B, 相关场景应参照 T/CSAE 53、T/CSAE 156、T/CSAE 157 和 T/CSAE 158 的要求。

#### 5.3.2 其他应用场景



路侧感知系统除了服务于自动驾驶外，还可为交通安全管理、交通管理、出行服务等行业应用提供支撑，包括但不限于：

- a) 交通安全管理：如紧急事件通告、紧急车辆调度与优先通行、运输车辆及驾驶员的安全监控、超载超限管理、弱势交通群体安全保护等；
- b) 交通运行监管：交通法规告知、交通信号动态优化、交通流量监控等；
- c) 公众出行服务：实时指引与导航，施工、交通事件、交通信号灯等信息提醒，以及建议行程、兴趣点通知等。

## 6 系统总体要求

### 6.1 通用要求

#### 6.1.1 时空参照系

路侧感知系统空间应采用CGCS2000坐标系，系统时间坐标系应采用UTC，投影宜采用UTM。

#### 6.1.2 授时要求

系统内相关设备应具备标准时钟源同步功能，宜支持GNSS授时、NTP或PTP等时钟同步协议，授时精度不大于0.5 ms。

#### 6.1.3 高精度地图要求

路侧感知系统建设及后期运营过程中所使用的高精度地图及服务要求如下：

- a) 高精地图采集、制作与应用应符合安全合规要求；
- b) 绝对精度应不低于 50 cm；
- c) 每 100 m 相对误差应不超过 20 cm；
- d) 可提供面向平台的地图查询、地图匹配、车路协同应用、可视化等功能标准 API 服务和面向车辆应用的地图查询服务；
- e) 覆盖道路、车道且应包含骑行者道信息及路侧设施，如有特殊场景应用需包含园区、地上等；
- f) 根据应用需求可支持 MIF、SHP、NDS、Opendrive、OSM 数据格式等。

#### 6.1.4 数据时间戳同步要求

接入到同一RSCU的同类感知设备输出的帧率应保持一致，不同感知设备检测的时间戳误差不大于100 ms。

#### 6.1.5 网络传输要求

各传感器与RSCU之间通过光纤或网络交换机进行网络通信和数据交互，交换机的单向带宽宜不小于15 Mbps，RSCU到机房的传输带宽宜不小于100 Mbps。

## 6.2 系统功能与性能要求

### 6.2.1 交通参与者感知定位

#### 6.2.1.1 交通参与者类型识别

系统应具备交通参与者类型识别能力，可识别的交通参与者类型参见表1。

表 1 交通参与者类型识别要求

序号	可识别类型		I 级	II 级	III 级
1	车辆	轿车	●	●	●
2		卡车、货车		●	●
3		大巴车、公交车等		●	●

4		紧急或特殊车辆等(救护车、消防车、渣土车等)		●	●
5	骑行者	自行车、摩托车、三轮车等	○	●	●
6		行人	○	●	●
7		特殊目标: 如锥筒、三角警示牌、遗撒或低矮障碍物等	○	○	●

注: “●”表示应具备功能, “○”表示宜具备功能。

### 6.2.1.2 特征识别

系统应具备交通参与者静态或动态特征识别能力, 可识别的交通参与者特征信息参见表2。

表2 交通参与者特征识别要求

序号	可识别特征		I级	II级	III级
1	静态特征信息	尺寸	●	●	●
2		机动车号牌	○	○	●
3		颜色	○	○	○
4		品牌	○	○	○
5		驾驶员或乘客信息等	○	○	○
6	动态特征信息	位置	○	●	●
7		速度	○	●	●
8		加速度	○	○	●
9		航向角	○	○	●
10		历史轨迹	○	○	●
11		轨迹预测	○	○	●

注: “●”表示应具备功能, “○”表示宜具备功能。

### 6.2.1.3 性能要求

系统对交通参与者识别与定位性能要求见表3。

表3 交通参与者感知定位性能要求

性能指标		I级	II级	III级
类型识别	全类别	精确率 $\geq 85\%$ 召回率 $\geq 85\%$ 平均精确度 $\geq 85\%$	精确率 $\geq 95\%$ 召回率 $\geq 95\%$ 平均精确度 $\geq 95\%$	精确率 $\geq 99\%$ 召回率 $\geq 99\%$ 平均精确度 $\geq 99\%$
	机动车、骑行者、行人	精确率 $\geq 85\%$ 召回率 $\geq 85\%$ 平均精确度 $\geq 85\%$	精确率 $\geq 90\%$ 召回率 $\geq 90\%$ 平均精确度 $\geq 90\%$	精确率 $\geq 95\%$ 召回率 $\geq 95\%$ 平均精确度 $\geq 95\%$
	其他障碍物、特殊目标	—	—	精确率 $\geq 85\%$ 召回率 $\geq 85\%$ 平均精确度 $\geq 85\%$
目标跟踪	目标跟踪精确率	—	—	85%
	高阶跟踪精度	—	—	80%
静态特征识别	轮廓尺寸检测误差	—	$\leq 1$ m	$\leq 0.5$ m
	机动车号牌识别	—	满足GB/T 28649要求	精确率 $\geq 99\%$ 召回率 $\geq 99\%$
动态特征识别	速度检测精度	—	机动车 $\leq 2.5$ km/h 骑行者 $\leq 3.6$ km/h 行人 $\leq 3.6$ km/h	机动车 $\leq 1$ km/h 骑行者 $\leq 1.8$ km/h 行人 $\leq 1.8$ km/h
	定位精度	横向 $\leq 5$ m	横向 $\leq 1.5$ m	横向 $\leq 0.5$ m

		纵向 $\leq 5$ m	纵向 $\leq 1.5$ m	纵向 $\leq 0.5$ m
	航向角检测精度	—	机动车 $\leq 5^\circ$	机动车 $\leq 2.5^\circ$ 骑行者 $\leq 5^\circ$
	端到端响应时间	$\leq 500$ ms	$\leq 300$ ms	$\leq 150$ ms (99分位)
	感知消息输出频率	$\geq 1$ Hz	$\geq 5$ Hz	$\geq 10$ Hz (99分位)
注：“—”表示不适用，指标未标注99分位则默认为均值。				

## 6.2.2 交通事件感知定位

### 6.2.2.1 事件类型识别

系统应具备交通事件识别能力，可识别的交通事件类型应满足GB/T 28789、GB/T 29100的要求，交通事件类型识别要求见表4。

表4 交通事件类型识别要求

序号	可识别事件类型	服务对象		
		I级	II级	III级
1	交通事故	●	●	●
2	道路施工	●	●	●
3	拥堵事件	●	●	●
4	停止事件	○	●	●
5	逆行事件	○	●	●
6	异常低速/超速事件	○	●	●
7	行人闯入事件	○	○	●
8	抛洒物事件	○	○	●
9	机动车驶离	○	○	●
10	骑行者闯入	○	○	●
11	机动车闯红灯	○	○	●
12	机动车不按导向行驶	○	○	●
13	实线变道	○	○	●
14	不礼让行人	○	○	●
15	机动车占用骑行者道行驶	○	○	●
16	骑行者占用机动车道行驶	○	○	●
17	其他自定义事件	○	○	○

注：“●”表示应具备功能，“○”表示宜具备功能。

### 6.2.2.2 事件特征信息识别

系统应输出交通事件感知定位结果信息见表5。

表5 交通事件特征信息识别要求

序号	可识别事件的特征信息	I级	II级	III级
1	交通事件类型	●	●	●
2	事件位置	●	●	●
	事件所在车道	○	●	●
3	事件影响区域	○	●	●
4	事件持续时间	○	●	●
5	事件涉及的交通参与者信息	○	○	●

注：“●”表示应具备功能，“○”表示宜具备功能。

### 6.2.2.3 性能要求

系统对交通事件识别与定位应满足以下性能要求见表6。

表6 交通事件感知定位性能要求

性能指标		系统级别	
		I级、II级	III级
事件识别	检测准确率（检测率）	≥85%	≥96%
	事件漏报率	≤5%	≤2%
	事件虚报数	24 h不超过5次	24 h不超过1次
事件特征识别	定位精度	≤1.5 m	≤0.5 m
	所在车道准确率	—	≥99%
事件中涉及的交通参与者感知定位		同表3	
系统感知时延		≤300 ms	≤150 ms
感知消息输出频率		≥1 Hz	≥10 Hz

### 6.2.3 交通运行状况感知

#### 6.2.3.1 类型识别

系统应具备交通运行状况感知计算能力，具体指标类型要求见表7。

表7 交通运行状况指标类型要求

序号	指标类型	服务对象		
		I级	II级	III级
1	交通流量	●	●	●
2	平均车速	○	●	●
3	时间占有率	○	○	●
4	排队长度	○	●	●
5	排队车辆数	○	○	●
6	车头时距	○	○	●
7	排队溢出	○	●	●

注：“●”表示应具备功能，“○”表示宜具备功能。

#### 6.2.3.2 性能要求

系统对交通运行状况指标应满足表8的要求。

表8 交通运行状况指标性能要求

参数指标	系统级别		
	I级	II级	III级
交通流量计算准确率	普通车道≥80% 复合车道≥80%	普通车道≥85% 复合车道≥85%	普通车道≥90% 复合车道≥90%
平均车速计算准确率	—	≥85%	≥90%
时间占有率准确率	—	≥85%	≥90%
排队长度计算准确率	—	≥85%	≥90%
排队车辆数准确率	—	≥85%	≥90%
车头时距准确率	—	≥85%	≥90%

参数指标	系统级别		
	I 级	II 级	III 级
排队溢出	—	检测准确率≥90% 检测精确率≥95%	检测准确率≥95% 检测精确率100%

## 7 设备设施技术要求

### 7.1 信息采集单元

#### 7.1.1 感知摄像机

##### 7.1.1.1 通用要求

感知摄像机通用要求如下：

- 可根据需要选配枪式摄像机、球形摄像机或鱼眼摄像机等；
- 具备交通事件检测功能的感知摄像机应满足 GB/T 28789 的要求；
- 具备监控执法功能的感知摄像机应满足 GB/T 28181 和 GA/T 1127 的要求；
- 具备交通运行监测功能的感知摄像机应满足 GB/T 24726 和 GB/T 33171 的要求。

##### 7.1.1.2 功能要求

感知摄像机功能要求如下：

- 交通现场、场端连续视频监控；
- 多码流视频录像；
- 可具备自诊断和报警功能；
- 支持 GNSS 或 NTP 时钟同步，宜输出毫秒级时间戳。

##### 7.1.1.3 性能要求

感知摄像机宜满足以下性能要求：

- 支持输出可配置的 H.265 或 H.264 码流，码流支持可定义，同时支持 MJPEG 编码，抓拍图片采用 JPEG 编码及 Smart JPEG 压缩，图片质量可设置；
- 支持抓拍图片断网续传；
- 不低于 400 万像素；
- 支持近红外补光功能，红外补光距离不低于 20 m。

##### 7.1.1.4 接口要求

感知摄像机宜满足以下接口要求：

- 至少具备 1 个 RJ45 千兆自适应以太网口，以及 1 个 RS-485 接口或 1 个 RS-232 接口；
- 支持 ISAPI、GB/T 28181 协议，并支持 SDK 二次开发；
- 至少支持 RTSP 及 GB/T 28181 标准中规定的视频协议输出视频流。

##### 7.1.1.5 设备可靠性要求

感知摄像机宜满足如下可靠性要求：

- 工作环境温度：-30℃~65℃；
- 工作环境湿度：5%~95%，无凝结；
- 防护等级：不低于 IP66；
- 设备 MTBF 时间不小于 50000 h；
- 光学窗口具备防尘防水、加热除雾除雪等功能。

##### 7.1.1.6 安装部署要求

路侧感知摄像机部署安装要求如下：

- a) 优先考虑部署在电警杆或监控杆的横臂上，安装位置宜靠近道路中央位置；
- b) 当电警杆或监控杆不可用时，可使用信号灯杆；
- c) 部署高度宜为 6 m~8 m；
- d) 感知区域内应尽量避免树木等遮挡，以免影响感知设备的感知效果；
- e) 设备安装应牢固，必要时可安装支护结构以保证稳定性。

### 7.1.2 毫米波雷达

#### 7.1.2.1 功能要求

部署在路侧的毫米波雷达功能要求如下：

- a) 可对 8 车道（含正向车道和反向车道）范围内的不少于 128 个检测目标进行检测，并可对检测目标进行轨迹跟踪监测；
- b) 宜支持 GNSS 或 NTP 授时，可输出毫秒级时间戳；
- c) 宜具备防同频干扰能力；
- d) 宜支持同时对多个服务端传输数据。

#### 7.1.2.2 性能要求

路侧毫米波雷达宜满足以下性能要求：

- a) 最远探测距离：纵向不低于 250 m；
- b) 交通流量检测精度： $\geq 95\%$ ；
- c) 占有率检测精度： $\geq 95\%$ ；
- d) 排队长度检测精度： $\geq 95\%$ ；
- e) 测速范围：0~220 km/h；
- f) 速度检测分辨率：0.6 km/h；
- g) 速度检测精度：0.2 km/h；
- h) 距离检测分辨率：近程 0.5 m，远程 2 m；  
注：雷达探测近程为 100 m 以内，远程为 100 m 及以上。
- i) 距离检测精度：近程 0.1 m，远程 0.5 m；
- j) 雷达角度分辨率最大支持  $2^\circ$ ，测角精度最大支持  $0.25^\circ$ ；
- k) 雷达帧率：不小于 10 fps。

#### 7.1.2.3 接口要求

路侧毫米波雷达宜满足以下接口要求：

- a) 支持至少 1 个 RJ45 千兆自适应以太网口，以及 1 个 RS-485 接口或 1 个 RS-232 接口；
- b) 支持通过 TCP/UDP 方式连接其他设备。

#### 7.1.2.4 设备可靠性要求

路侧毫米波雷达宜满足以下可靠性要求：

- a) 工作环境温度： $-30^\circ\text{C} \sim 65^\circ\text{C}$ ；
- b) 工作环境湿度：0~95%，无凝结；
- c) 防护等级：不低于 IP65；
- d) MTBF  $\geq 50000$  h；
- e) 具有电压过载保护，浪涌保护，设备防雷屏蔽；
- f) 可在全气候环境下稳定工作，包括雨、雾、雪、大风、冰、灰尘等。

#### 7.1.2.5 安装部署要求

安装部署应符合 7.1.1.6 的要求。

### 7.1.3 激光雷达

### 7.1.3.1 功能要求

部署在路侧的激光雷达满足以下功能要求：

- a) 应支持雷达数据获取、可视化、存储和回放功能；
- b) 应支持 GNSS、NTP 或 PTP 校时，输出毫秒级时间戳；
- c) 应支持点云输出、跟踪目标输出点云和跟踪目标输出；
- d) 宜支持多种回波检测方式设定；
- e) 宜支持多雷达数据融合功能。

### 7.1.3.2 性能要求

路侧激光雷达宜满足以下性能要求：

- a) 测距：150 m@10% 漫反射板，探测概率不低于 90%，量程与感知距离不低于 200 m；
- b) 距离精度： $\leq 3$  cm；
- c) 跟踪目标数不小于 128 个；
- d) 视角（垂直）：不低于  $25^\circ$ ；
- e) 视角（水平）： $100^\circ$  以上；
- f) 垂直角度分辨率：不小于  $0.2^\circ$ ；
- g) 水平角度分辨率：不小于  $0.2^\circ$ ；
- h) 帧率：不低于 10 Hz；
- i) 防护等级：生物安全 1 级或者豁免等级；
- j) 主动防串扰/干扰功能。

### 7.1.3.3 接口要求

路侧激光雷达宜满足如下接口要求：

- a) 至少支持 1 个 RJ45 千兆自适应以太网口和 RS485 接口；
- b) 支持 UDP/TCP 通讯协议；
- c) 应用层支持 MQTT 协议或 protobuf 协议；
- d) 支持 NTP 时间同步协议，可选 PPS、PTP、PTPv2、GPS 等协议。

### 7.1.3.4 设备可靠性要求

路侧激光雷达宜满足以下可靠性要求：

- a) 工作环境温度： $-30^\circ\text{C} \sim 65^\circ\text{C}$ ；
- b) 工作环境湿度：0~95%，无凝结；
- c) 防护等级：不低于 IP67；
- d) MTBF 时间不小于 50000 h。

### 7.1.3.5 安装部署要求

安装部署应符合 7.1.1.6 的要求。

## 7.2 路侧计算单元

### 7.2.1 功能要求

路侧计算单元应具备以下功能：

- a) 支持摄像机、毫米波雷达、激光雷达等设备接入；
- b) 支持从摄像机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) 按规定对图像、视频与业务数据进行存储，可支持远程或本地数据查询检索；
- d) 可根据车路协同应用需求，提供 V2X 应用服务，包括报文的制作、收发、解析和处理等；

- e) 支持对系统和接入设备进行管理，包括参数配置、OTA 升级、设备运维管理、远程开关机/重启、日志管理、高精度时钟同步等；
- f) 与云控平台断网状态下，仍支持不间断提供相关业务服务。

### 7.2.2 性能要求

路侧计算单元应满足以下性能要求：

- a) 支持不同的设备选型和配置方案，算力支持不少于 4 路摄像头、4 路毫米波雷达及 1 路激光雷达同时接入；
- b) 路侧计算设备对交通参与者、交通事件等融合感知识别的能力应满足 6.2 节要求；
- c) 感知的结构化数据输出频率应满足不同场景的应用需求。

### 7.2.3 接口要求

路侧计算单元接口要求如下：

- a) 路侧计算设备至少应具备 2 个以太网接口；
- b) 应支持接入到云控平台，将路侧感知定位结果信息发送到云控平台，开展更多车路协同应用服务，支持 1000 Mbps 以上网络传输；也可选配 4G/5G/WiFi 等接入模块，支持无线回传；
- c) 支持摄像头设备接入，可采用以太网接口方式，支持 SDK、GB/T 28281、RTSP 等协议；
- d) 支持雷达设备接入，可采用以太网等接口方式，支持二进制、十六进制、JSON 等格式数据传输；
- e) 支持 RSU 设备接入，可采用以太网或 4G/5G 等接口方式，支持 ASN.1、JSON 格式数据传输；
- f) 可支持其他交通安全设施或交通管理设施接入，可以采用以太网、4G、5G 等接口方式，数据交互内容和格式应符合道路交通管理部门发布的标准规范。

### 7.2.4 可靠性要求

路侧计算单元应满足以下可靠性要求：

- a) MTBF：不小于 30000 h；
- b) 工作温度：-25 ℃~55 ℃；
- c) 设备具备防浪涌，防静电，高抗震等特性；
- d) 工作湿度：5%~95%，无冷凝；
- e) 防水防尘等级：不低于 IP65。

### 7.2.5 安装部署要求

路侧计算单元安装部署要求如下：

- a) 宜与配电箱一起安装在杆上，下沿距离地面高度不小于 3 m；
- b) 可优先考虑部署在电警杆或监控杆的立臂上。

## 7.3 信息发布单元

### 7.3.1 总体要求

信息发布单元负责将融合感知结果信息对外发布，包括但不限于可变信息板、可视化大屏、和路侧通信设施等。

路侧通信设施包括基于直连无线通信的路侧单元RSU、基于蜂窝移动通信的4G/5G设施和其他路侧通信设备。

路侧单元RSU由通信模块、数据处理模块、定位模块、加密模块和天线等部分构成：

- a) 通信模块：接收和发送有线/无线信号，用于与其他系统等进行通信；
- b) 定位模块：支持定位和授时；
- c) 数据处理模块：运行程序生成需要发送的数据，处理接收到的数据集；
- d) 加密模块：实现安全存储与加解密预算；
- e) 天线：向空间辐射或从空间接收无线电波。



### 7.3.2 RSU 技术要求

RSU应满足T/CSAE 159的要求。

中国智能交通产业联盟

附录 A  
(资料性)  
融合感知定位框架

RSCU需要对路口或路段的多个传感器数据进行实时融合处理分析，得到全量、较高精度的感知定位结果。RSCU融合感知定位的总体框架与流程见图A.1：

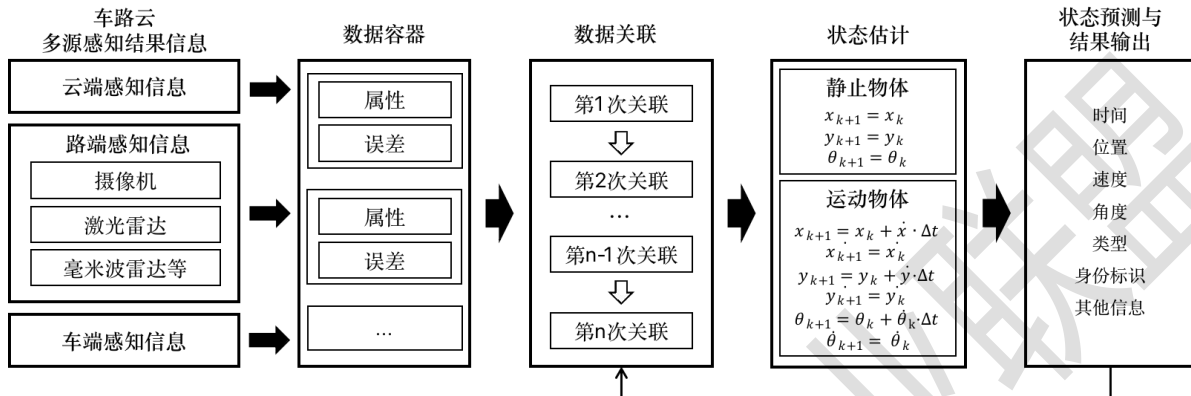


图 A.1 路侧融合感知定位总体框架与流程

- a) 多个信息采集传感器同时对交通参与者、交通事件、交通运行状况等进行检测识别与定位，并将原始信息或结果信息发送到 RSCU；
- b) 路侧计算单元对车路云多源感知信息汇聚处理，车端、路端和云端的感知信息汇聚到 RSCU 的数据容器，通过内置的参数和地图将所有信息转化成统一的消息格式，并向下游输出；
- c) 数据关联：对数据容器中的所有进行采样处理，并按照触发时间对数据进行关联排序，将混乱的位置变成时序状态估计。在每一次关联前，都会根据各个数据的属性及其误差计算协方差，作为匹配边距离，经过若干次关联匹配后，将结果分组打包传递给状态估计模块；
- d) RSCU 状态估计模块对每组消息进行时序相关处理，再分别送给针对静止和运动物体建立的不同卡尔曼滤波器；
- e) 卡尔曼滤波器的预测状态经过地图和模型的处理后，生成短时间的预测消息输出，输出信息包含交通参与者多维属性信息，包括时间、位置、速度、角速度、身份表示等；
- f) 输出的预测结果信息同时也可回送到数据关联模块，与下一次的传感器结果进行关联，形成时序的跟踪。

**附录 B**  
**(规范性)**  
**车路协同自动驾驶应用场景**

路侧感知系统可辅助实现的车路协同自动驾驶应用场景见表B.1。

**表 B.1 路侧感知系统可辅助实现的车路协同自动驾驶应用场景**

序号	场景来源	应用场景	通信方式	应用层端到端时延要求	路侧感知定位误差要求	频率固定参考值
1	T/CSAE 53	交叉路口碰撞预警	V2V/V2I	100 ms	≤5 m	10 Hz
2		左转辅助	V2V/V2I	100 ms	≤5 m	10 Hz
3		盲区预警/变道辅助	V2V/V2I	100 ms	≤1.5 m	10 Hz
4		异常车辆提醒	V2V/V2I	100 ms	≤5 m	10 Hz
5		道路危险状况提示	V2I	100 ms	≤5 m	5 Hz
6		闯红灯预警	V2I	100 ms	≤1.5 m	5 Hz
7		弱势交通参与者碰撞预警	V2V/V2I	100 ms	≤5 m	5 Hz
8		绿波车速引导	V2I	100 ms	≤5 m	5 Hz
9		车内标牌	V2I	100 ms	≤5 m	1 Hz
10		前方拥堵提醒	V2I	500 ms	≤5 m	1 Hz
11	T/CSAE 157	感知数据共享	V2V/V2I	100 ms	≤1 m	10 Hz
12		协作式变道	V2V/V2I	50 ms	≤0.5 m	10 Hz
13		协作式车辆汇入	V2I	50 ms	≤1 m	10 Hz
14		协作式交叉口通行	V2I	50 ms	≤1 m	10 Hz
15		动态车道管理	V2I	100 ms	≤1.5 m	10 Hz
16		协作式车辆优先通行	V2I	100 ms	≤1.5 m	10 Hz
17		场站路径引导服务	V2I	100 ms	≤0.5 m	2 Hz
18		浮动车数据采集	V2I	500 ms	≤1.5 m	10 Hz
19		弱势交通参与者安全通行	V2P	100 ms	≤1 m	10 Hz
20	T/CSAE 158	协同式感知	V2I/I2V	100 ms	≤1.5 m	10 Hz
21		基于路侧协同的无信号灯交叉口通行	V2I/I2V	20 ms	≤0.5 m	10 Hz
22		基于路侧协同的自动驾驶车辆“脱困”	V2I/I2V	20 ms	≤0.5 m	10 Hz
		高精地图版本对齐及动态更新	V2I	100 ms	≤0.5 m	1 Hz
23		自主泊车	V2I/I2V	20 ms	≤0.5 m	10 Hz
24		基于路侧感知的“僵尸车”识别	V2I/I2V	100 ms	≤0.5 m	10 Hz
25		基于路侧感知的交通状况识别	V2I/I2V	100 ms	—	1 Hz
26		基于协同式感知的异常驾驶行为识别	V2I/I2V	100 ms	≤1.5 m	10 Hz
27	T/CSAE 156	自主泊车中的车位规划与车位引导	V2I	100 ms	≤1.5 m	10 Hz
		自主泊车中的场端辅助泊车入位	V2I	20 ms	≤0.2 m	10 Hz