

ICS 35.020

CCSL70

# 团 体 标 准

T/ZGCSC 017—2025

## 车辆-城市网络 交通融合感知通用技术要求

Vehicle-city network - General technical requirements for traffic fusion perception

2025-03-27 发布

2025-03-28 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 .....	2
3.1 智慧城市基础设施 smart city infrastructure .....	2
3.2 车辆-城市网络 vehicle-city network; VCN .....	2
3.3 交通融合感知 traffic fusion perception .....	2
3.4 感知数据源 perception data source .....	2
3.5 交通要素画像 traffic elements profiling .....	2
3.6 事件预警 incident warning .....	2
3.7 交通风险 traffic risk .....	2
3.8 交通事件 traffic incident .....	2
3.9 交通事件信息 traffic incident information .....	2
3.10 交通运行状况 traffic performance .....	2
3.11 实时道路交通信息 real-time road traffic information .....	3
3.12 紧急事件 emergency incident .....	3
3.13 交通管制信息 traffic control information .....	3
3.14 交通气象 traffic weather .....	3
3.15 交通信息众包 user generated contents of traffic information .....	3
3.16 交通地理信息系统 geographic information system for transportation; GIS-T.....	3
4 交通融合感知架构 .....	3
4.1 总体架构 .....	3
4.2 感知平台框架 .....	4
4.3 设备设施框架 .....	4
5 平台系统要求 .....	5
5.1 通用要求 .....	5
5.2 系统功能要求 .....	10
5.3 感知性能要求 .....	14
6 设备设施技术要求 .....	18
6.1 基础通信网络 .....	18
6.2 信息感知单元 .....	19
6.3 算力单元 .....	20
6.4 信息交互单元 .....	21

## 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。

本文件给出了车辆-城市网络交通融合感知相关通用技术标准，包括交通融合感知技术框架、平台核心组件以及配套设备设施，平台与设备设施的功能与性能要求，涵盖感知数据的感知、处理、存储、分析、使用等环节。

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。

本文件由中关村智慧城市产业技术创新战略联盟提出并归口。

本文件起草单位：上海市建筑科学研究院有限公司、北京航空航天大学、同济大学、上海市城乡建设与交通发展研究院、上海嘉丰车路数字技术有限公司、联通（上海）产业互联网有限公司、北京邮电大学、长沙理工大学、西安理工大学、青岛图灵科技有限公司、中电信数字城市科技有限公司、北京四维图新科技股份有限公司、青岛海信网络科技股份有限公司、北京航空航天大学江西研究院、山东工程职业技术大学、重庆中科汽车软件创新中心、特斯联科技集团有限公司。

本文件主要起草人：秦俊、肖朋林、陈烈、曾莎洁、田大新、周建山、唐文忠、张永明、张扬、汤奇峰、王鑫、施金金、刘雅琼、郝威、易可夫、李少伟、张舒阳、叶从周、左袁青、段续庭、林椿昝、苏灵奇、于杰生、颜哲、杨涛、于玥、杨书昀、虞唯君、高莹、刁倩倩、李洪星、费蓉、冯栋、苏士斌、赵楠、李建军、张四海、张东军、吴立平、胡婧晖、李婕、杨钰、武会添、毛鹏轩。

# 车辆-城市网络 交通融合感知通用技术要求

## 1 范围

本文件给出了车辆-城市网络交通融合感知总体技术框架，规定了交通融合感知总体技术框架中系统平台与配套基础设施的通用技术要求。

本文件适用于指导城市车路交通智能感知系统的设计、建设和运行等活动，为基于车辆-城市一体化通信网络的车路交通感知系统构建提供标准化的逻辑架构、设备设施、功能指标、性能指标要求。

## 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 37043—2018 智慧城市 术语
- GB/T 20839—2007 智能运输系统 通用术语
- GB/T 29108—2021 道路交通信息服务 术语
- CJJ/T315—2022 城市信息模型基础平台技术标准
- 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 33171 城市交通运行状况评价规范
- 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
- IEEE 802.11p—2010 802.11p车用电子无线通信协议
- GB/T 31024.4—2019 合作式智能运输系统 专用短程通信 第4部分：设备应用规范
- ISO/TS 19091—2019 智能运输系统-协作ITS
- GB/T 31024.1—2014 合作式智能运输系统 专用短程通信 第1部分：总体技术要求
- GB/T 39204—2022 信息安全技术 关键信息基础设施安全保护要求
- GB/T 18655—2018 车辆、船和内燃机无线电骚扰特性用于保护车载接收机的限值 and 测量方法
- 交通运输部 电子收费单片式车载单元（OBU）技术要求（2019）
- GB/T 20851—2007 电子收费专用短程通信
- GB/T 38444—2019 不停车收费系统车载电子单元
- GB14886—2016 道路交通信号灯设置与安装规范
- JT/T 817—2011 公路机电系统设备通用技术要求及检测方法
- ISO 20653 道路车辆-防护等级（IP代码）
- ISO 26262 道路车辆功能安全
- SAE J3016 驾驶自动化分级
- 国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023版）
- ISO 16750 道路车辆-电气和电子装备的环境条件及试验
- ISO 14819 交通及出行者信息（TTI）
- GB 5768—2009 道路交通标志和标线
- 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

### 3 术语和定义

下列术语与定义适用于本标准。

#### 3.1 智慧城市基础设施 smart city infrastructure

用于支撑智慧城市目标实现的信息基础设施、时空基础设施及其他必要或配套的基础设施。

[来源：GB/T 37043-2018 智慧城市 术语，2.4.1]

#### 3.2 车辆-城市网络 vehicle-city network; VCN

基于车辆之间和车辆与道路基础设施之间无线通信的动态自组织网络，实现车辆之间和车辆与道路设施之间的信息交换和共享，作为智慧城市基础设施的一部分，支持交通安全、交通流管理、车联网、自动驾驶等智慧交通应用。

#### 3.3 交通融合感知 traffic fusion perception

通过支持从交通信息采集设备设施、车辆传感装置、驾驶员及人员手持设备等多种感知数据源采集视频、音频、图像、文本等数据，综合分析道路状况、车辆状况、交通行为等因素构成的交通运行状况和变化趋势，获取、理解、研判、显示、回溯能够引起交通运行状况变化的要素，预测交通运行状况发展趋势。

#### 3.4 感知数据源 perception data source

向交通融合感知核心组件提供数据的软硬件，包括交通信息采集设备设施、车辆传感装置、驾驶员及人员手持设备等。

#### 3.5 交通要素画像 traffic elements profiling

针对某类交通要素，在多个维度上构建其描述性标签属性，并利用这些标签属性分析要素多方面的特征、抽象概括其全貌。

#### 3.6 事件预警 incident warning

针对即将发生或正在发生的交通事件、潜在风险等，提前或及时发出警示。

#### 3.7 交通风险 traffic risk

对道路、设施、车辆或人员可能导致负面结果的事件的潜在源。

注：潜在的交通风险通常包括道路类型、拥堵情况、驾驶行为、行人行为、交通气象等多种类型。

#### 3.8 交通事件 traffic incident

由于人、车辆、设施、环境之间的不协调导致正常交通秩序突发性混乱的事件。

[来源：GB/T 20839—2007，8.1]

#### 3.9 交通事件信息 traffic incident information

以编码、文字、图表、视频等方式记录道路交通事件的信息。

[来源：GB/T 29108—2021，3.24]

#### 3.10 交通运行状况 traffic performance

道路或道路网交通运行的畅通与拥堵状态。

注：一般分为畅通、缓慢、拥堵，详细分为畅通、基本畅通、轻度拥堵、中度拥堵、严重拥堵。

[来源: GB/T 29108—2021, 3.25]

### 3.11 实时道路交通信息 real-time road traffic information

由道路实时交通流状态信息和道路上偶发的实时交通事故信息、交通管制信息、潮汐车道信息、道路异常及道路施工信息等构成的, 实时反映道路交通状况的信息。

[来源: GB/T 29108—2021, 3.28]

### 3.12 紧急事件 emergency incident

在道路上非周期性、突然发生的使道路通行能力下降或影响交通安全或公共安全的事件, 它具有突发性、破坏性和不可预见性的特点。

注: 主要包括交通事故、车辆故障、货物散落、道路损坏和自然灾害等。

[来源: GB/T 20839—2007, 8.3]

### 3.13 交通管制信息 traffic control information

记录交通管理部门根据法律、法规发布的, 对车辆和行人在道路上通行以及其他与交通有关的活动所制定的带有疏导、禁止、限制或指示性质的临时性规定的信息。

注: 一般多发生在有集会游行、大型运动会、道路桥梁建设、救灾抢险、执行重要警卫任务等情况下。

[来源: GB/T 29108—2021, 3.21]

### 3.14 交通气象 traffic weather

对道路交通产生影响的天气现象。

[来源: GB/T 29108—2021, 3.22]

### 3.15 交通信息众包 user generated contents of traffic information

一种由出行者基于移动互联网技术采集道路交通信息的方式。

注: 由出行者通过移动智能终端设备(如智能手机、车载导航终端等)采集现场交通信息反馈给交通服务中心, 服务中心对上传的海量数据经过大数据分析处理得出实时交通信息、道路及交通设施等的变化信息又服务于出行者的技术。

[来源: GB/T 29108—2021, 4.14]

### 3.16 交通地理信息系统 geographic information system for transportation; GIS-T

收集、存储、管理、综合分析和处理空间信息与交通信息的计算机应用系统。

注: 交通地理信息系统是GIS技术在交通领域的延伸, 是GIS与多种交通信息分析和处理技术的集成。

[来源: GB/T 29108—2021, 3.20]

## 4 交通融合感知架构

### 4.1 总体架构

交通融合感知总体架构主要包括两大部分, 即车辆-城市网络交通融合感知平台、配套基础设施, 如图1所示。其中, 感知平台的核心组件是实现交通融合感知能力的重要技术保障, 核心组件的表现形式可为产品、系统或平台, 也可以是不同的功能组件。此外, 交通融合感知能力的实现同样也依赖于交通管制、交通气象、应急处置等影响交通的要素。

本文件给出了交通融合感知总体技术框架，规定了交通融合感知平台、配套基础设施的通用功能、性能要求，不包括总体框架中相对独立的感知数据源和影响交通的要素（如交通管制、交通气象、应急处置等）。

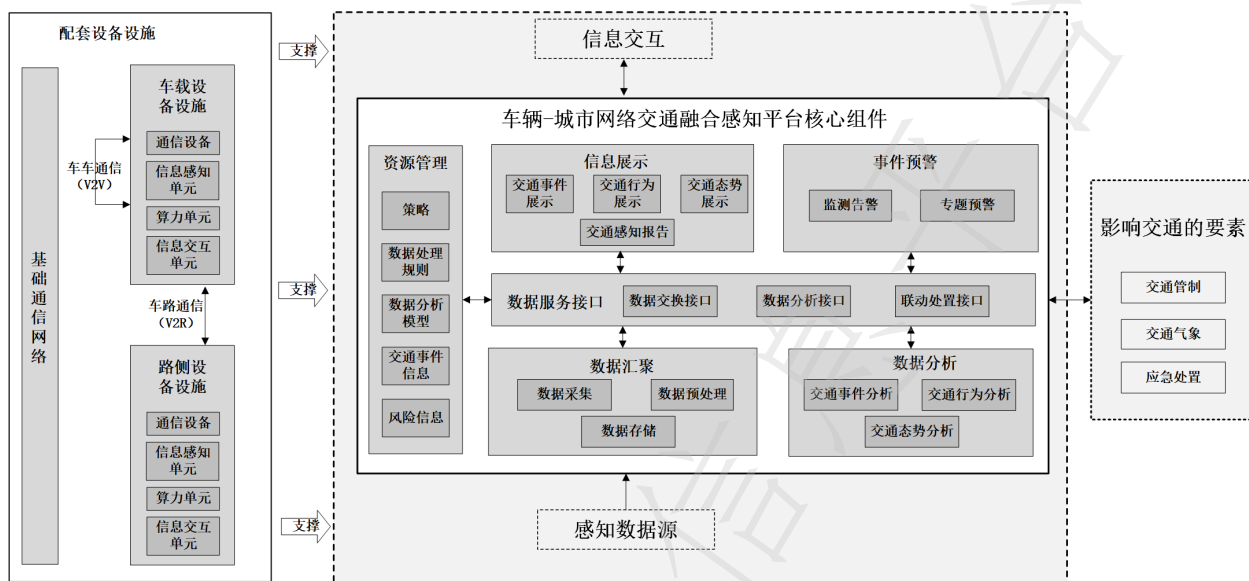


图1 交通融合感知总体技术架构

#### 4.2 感知平台框架

在交通融合感知系统的建设中，功能模块通常具有较大的伸缩性。依据最大适用性并保证交通融合感知功能完整性原则，本文件所指的交通融合感知核心组件由数据汇聚、数据分析、信息展示、事件预警、数据服务接口、资源管理等必不可少的功能模块构成，说明如下：

- 数据汇聚：包括数据采集、数据预处理和数据存储。
- 数据分析：包括交通事件分析、交通行为分析和交通态势分析。
- 信息展示：包括交通事件展示、交通行为展示、交通态势展示、交通感知报告等。
- 事件预警：包括监测告警和专题预警。

——数据服务接口：各功能模块通过数据服务接口实现数据对接，因此数据服务接口包括数据交换接口、数据分析接口和联动处置接口；其中数据交换接口支持与不同感知数据源、内部不同模块及其他外部系统通过接口进行数据交换，数据分析接口支持内部不同模块及其他外部系统通过接口进行数据分析，联动处置接口支持内部不同模块及其他外部系统通过接口进行联动处置；此外接口本身还需满足安全性要求。

——资源管理：交通融合感知核心组件的正常运行离不开资源管理，主要包括策略管理、数据处理规则管理、数据分析模型管理、交通事件管理和风险信息管理。

#### 4.3 设备设施框架

配套设备设施是交通融合感知系统实现的重要基础，为感知应用的数据生产，以及数据处理、分析、存储、呈现等各个环节提供支撑。为保证数据传输与信息交互的一致性和效率，本文件所指的设备设施由面向车辆-城市网络的通用对象组成，说明如下：

——基础通信网络：包括城市基础互联网、移动通信网、专用网等，提供最基础和通用的通信链路，并兼容5G、6G等先进通信网络。

——车载设备设施：包括车载的通信设备、信息感知单元、算力单元、信息交互单元，可涵盖于集成的技术产品方案中，如车载终端（OBU/T-BOX）。车载设备设施更接近于感知对象，作为感知者生产感知数据，同时也常作为信息的需求者。

——路侧设备设施：包括路侧的通信设备、信息感知单元、算力单元、信息交互单元，可涵盖于集成的技术产品方案中，如路侧设施（RSU/MEC）。相较于车载设备设施，路侧单元能源供给更为充足，可涵盖与联结更为丰富的设备，如视觉感知、激光雷达、毫米波雷达等路侧感知设施，以及能生产更高精度的感知结果信息的边缘计算设备，对感知数据处理和融合分析等。

## 5 平台系统要求

### 5.1 通用要求

#### 5.1.1 时空参照系

系统应建立统一且准确的时空参照系，以确保在感知数据的采集、处理、存储、分析、使用及评估等各个环节中，涉及的不同来源数据能够在一致的时空基准下进行准确融合与有效协同，为城市交通智能感知系统提供可靠的时空基础。

##### 5.1.1.1 时空参照系标准选择

系统应采用国际通用且高精度的时空参照标准，宜采用全球卫星导航系统（GNSS）所基于的时空基准，如北斗系统、GPS系统等所遵循的协调世界时（UTC）作为时间参照标准，以及以地球坐标系（如WGS84坐标系）作为空间参照标准。所选用的时空参照标准应具备长期稳定性、高精度以及全球通用性等特点，确保系统在不同区域和不同应用场景下的时空一致性。

##### 5.1.1.2 时间同步要求

系统内各类感知设备、处理设备以及存储设备等之间应实现高精度的时间同步。不同设备间的时间同步精度应优于 $\pm 1$ 毫秒，以保证在数据采集与处理过程中，各设备所记录的时间戳能够准确反映事件发生的实际先后顺序，避免因时间偏差导致的数据融合错误或分析结果不准确等问题。

系统应建立可靠的时间同步更新机制，确保设备能够定期更新并校准时间。可采用网络时间协议（NTP）或精确时间协议（PTP）等成熟的时间同步协议进行时间同步操作。更新周期应根据设备的重要性及应用场景需求进行设定。

##### 5.1.1.3 空间坐标转换与校准

当系统涉及到不同来源数据的融合，且这些数据采用了不同的空间坐标系时，应具备完善的空间坐标转换能力。例如，对于来自局部地区自建坐标系的数据与基于全球通用坐标系的数据进行融合时，应能够准确地将局部坐标系数据转换为统一的全球通用坐标系下的数据。坐标转换的精度应满足系统对空间定位精度的要求，误差范围应控制在 $\pm 0.5$ 米。

系统应建立空间校准机制来保证空间坐标的准确性。通过定期与已知精确坐标的参考点进行比对校准，或者利用高精度的定位设备（如差分GPS等）对系统内的空间坐标进行校准。校准周期可根据系统的稳定性及应用场景需求设定，建议每天进行一次空间校准操作，以确保空间坐标始终保持在较高的精度水平。

##### 5.1.1.4 时空一致性维护

在系统长期运行过程中，应采取有效措施维护时空参照系的一致性。包括对时空参照标准的持续监测，及时发现并纠正可能出现的时空偏差；对设备间的时间同步和空间坐标校准情况进行定期检查，确保各项时空参数符合规定要求；同时，在系统进行升级或扩展时，应充分考虑时空参照系的兼容性，确保新加入的设备或模块能够与现有系统在时空基准上实现无缝对接，保障系统整体的时空一致性和数据融合的有效性。

### 5.1.2 授时要求

## 5.1.2.1 授时精度分级

根据车辆-城市网络交通融合感知的需求，将应用的授时精度分为E1~E5五个等级，如表1所示。

表1 车辆-城市网络交通融合感知典型应用的授时要求和分级

级别	授时要求	典型场景&应用
E1	100ms - 1s	事件日志，红绿灯控制
E2	10ms - 100ms	变道警告，前方碰撞警告
E3	1ms - 10ms	碰撞前感知预警，高精度协同感知
E4	100us - 1ms	通信睡眠阶段的跳频和调度
E5	<100us	并发传输之间的信道活动分析

## 5.1.2.2 时钟源

车辆-城市网络交通融合感知系统应具备统一的时钟源，并溯源至公认的时间标准（如UTC时间），对时间源的要求如下：

- 授时网络的时间源头可跟踪不同的卫星授时系统；
- 在卫星信号不可用的情况下，应能利用铯钟守时作为整个授时网络的时间源，且铯钟应为冗余配置；
- 在相关技术条件具备的情况下，应通过地面手段溯源至国家时频标准系统，作为整个授时网络的根本保障。

车辆-城市网络交通融合感知设备应具备按照配置策略手动选源和按照算法自动选取时钟源的能力：

- 一个时间同步域内在同一时刻应仅有一个根时间源，该根时间源所指示时间作为时间同步域内各网元的标准时间；根时间源类型选择原则依据时间同步域内规格要求不同分为普通时钟和工作时钟，在不大于100节点的组网规模下，性能要求见表2。

表2 时钟源要求

时钟类型	根时钟源	同步节点相对于根时钟源的最大相位偏移	冗余时钟源
工作时钟	包括北斗、GPS、GLONASS等	+/-1微秒	应具备冗余时钟源
普通时钟	通过时钟同步协议（IEEE 1588-2008或IEEE 802.1AS-2020）中的时钟选源机制进行选源	+/-100微秒	可具备冗余时钟源

- 应支持最优选源（BMCA）算法，同步域内所有网络节点支持通过发送Announce报文来宣告本身时钟的能力。网络节点通过比较Announce报文字段信息来确定自身时钟角色，以及对接设备的主从关系。

## 5.1.2.3 同步机制

时间同步是车辆-城市网络交通融合感知系统的基本要求，用于支撑系统不同组成部分之间数据融合同步的需求。

- 同一网络域中时间同步机制可以遵循IEEE 1588-2008或者IEEE 802.1AS-2020中的一种，建议选择TAI作为时间刻度基准。
- 时间同步节点应支持通过同步（SYNC）报文和跟随（Follow-UP）报文进行时钟（频率）同步，同一时间同步域内应支持周期发起时钟同步，发起间隔的取值为2的n次幂（ $n=5\sim 0$ ）秒。
- 时间同步节点应支持时延测量机制，用于校准各节点由于时延产生的时间同步偏差；路径时延由网络节点间链路时延和网络节点内转发时延组成，网络内部每一跳的路径时延测量应包含这两部分。

#### 5.1.2.4 授时接口

授时接口主要包括PTP接口、1PPS+ToD接口和无线授时接口，其中PTP接口可以同时用于局间和局内时间分配，1PPS+ToD接口只用于局内时间分配，无线授时接口用于可移动设备的时间分配。

##### 5.1.2.4.1 PTP 授时接口要求

PTP接口要求包括报文封装、报文传送模式、报文类型、报文发送间隔、延时机制和One-step/Two-step模式等方面：

###### a) PTP报文封装

PTP接口应支持Ethernet II封装格式，VLAN功能可配，PTP报文的Ethernet type固定为0x88F7；可选支持UDP over IPV4/IPV6封装格式的报文，其他封装格式待研究。

###### b) PTP报文传送模式

对于采用Ethernet II封装格式的PTP报文，应支持PTP组播模式，可选支持单播模式；对于采用UDP over IPV4/IPV6或其他封装格式，可以支持PTP组播模式、单播模式。PTP组播和单播的要求参见IEEE 1588-2008。

###### c) PTP报文类型

应支持事件报文和通用报文等两类PTP协议报文。其中事件报文包括以下四种类型报文：

- 1) Sync
- 2) Delay\_Req
- 3) Pdelay\_Req
- 4) Pdelay\_Resp

通用报文（General报文）包括以下六种类型报文：

- 1) Announce
- 2) Follow\_Up（用于Two-step）
- 3) Delay\_Resp
- 4) Pdelay\_Resp\_Follow\_Up（用于Two-step）
- 5) Management（可选）
- 6) Signaling（可选）

以上所有的报文都可以通过类型、长度、值（TLV）进行扩展。

###### d) PTP报文发送间隔

PTP报文发包频率可配，发包频率配置范围和默认发包频率如表3所示。

表3 PTP报文的发包频率配置范围和默认发包频率

编号	报文名称	可配发包频率(Hz)	默认发包频率(Hz)
1	Sync	1/2~256	16
2	Delay_Req	1/16~16	1
3	Pdelay_Req	1/16~16	1
4	Announce	1/16~16	8

其中，Delay\_Resp报文的发包率应与Delay\_Req报文相同，Pdelay\_Resp报文的发包率应与Pdelay\_Req报文相同，Follow\_Up报文的发包率应与Sync报文相同，Pdelay\_Resp\_Follow\_Up报文的发包率应与Pdelay\_Resp报文相同。Management报文和Signaling报文的发包率待进一步研究。

###### e) PTP延时机制

PTP接口应支持E2E延时机制，可选支持P2P延时机制。

E2E延时机制使用Sync、Delay\_Req、Delay\_Resp、Follow\_Up（Two\_step模式下）报文完成路径延时的测量。E2E延时测量机制的方向和Sync报文的方向相同；下游设备处理时间戳，计算路径延时。

P2P延时机制使用Pdelay\_Req、Pdelay\_Resp、Pdelay\_Resp\_Follow\_Up (Two\_step模式下) 完成路径延时测量。P2P延时机制独立于Sync报文，任何设备的任何端口都可以执行延时测量。

- f) PTP One-step和Two-step模式  
应支持One-step模式，可选支持Two-step模式。

#### 5.1.2.4.2 1PPS+ToD 授时接口

- a) ToD信息波特率默认为9600，无奇偶校验，1个起始位（用低电平表示），1个停止位（用高电平表示），空闲帧为高电平，8个数据位，应在1PPS上升沿1ms后开始传送ToD信息，并在500ms内传完，此ToD消息标示当前1PPS上升沿时间。ToD协议报文发送频率为每秒1次。
- b) 对于1PPS秒脉冲，采用上升沿作为准时沿，上升时间应小于50ns，脉宽应为20ms~200ms。
- c) 1PPS+ToD信息传送采用422电平方式，物理接头采用RJ45，其电气特性满足相应标准要求。

#### 5.1.2.4.3 5G 授时接口

车载无线时间同步设备的蜂窝移动通信北向通信接口应支持5G网络授时功能，功能要求包括：

- a) 应支持获取R15协议定义的SIB9时钟信号；宜支持获取R16协议定义的SIB9高精度时钟信号；
- b) 应支持对外提供时钟接口，输出IRIG-B码或1PPS参考信号。

#### 5.1.2.5 授时精度

时间敏感网络交换机的同步精度应符合以下要求（参考IEC/IEEE 60802）：

- a) 有线授时接口同步精度应保证在100纳秒到1微秒之间；
- b) 5G授时接口授时精度应小于5毫秒。

### 5.1.3 高精度地图要求

高精度地图是车辆-城市网络交通融合感知系统的重要基础数据支撑，为交通参与者的定位、路径规划、交通态势感知等功能提供精确的地理空间信息。本小节规定了交通融合感知系统中所使用的高精度地图应满足的通用技术要求。

#### 5.1.3.1 地图数据精度

##### 5.1.3.1.1 平面精度

高精度地图的平面精度应满足系统应用需求，在城市主干道及关键交通节点区域，地图要素的平面位置精度应达到±0.5米以内；在次干道及一般区域，平面位置精度应不低于±1米。精度的衡量可参照相关国家标准或行业公认的测量方法，以确保地图数据能够准确反映道路及周边设施的实际位置。

##### 5.1.3.1.2 高程精度

对于涉及地形起伏、立体交通（如高架桥、地下通道等）的区域，高精度地图应具备相应的高程信息，且高程精度应达到±0.3米以内。通过精确的高程数据，能够为车辆的行驶安全（如避免碰撞高架桥限高设施等）和精准导航提供保障。

#### 5.1.3.2 地图数据内容

##### 5.1.3.2.1 道路信息

高精度地图应精确描绘道路的几何形状，包括道路中心线、车道线（区分不同类型车道，如机动车道、非机动车道、公交专用道等）、弯道曲率、路口形状等。道路几何形状的描绘误差应控制在±0.2米，以确保车辆在行驶过程中能够依据准确的道路形状进行定位和路径规划。高精度地图应详细标注道

路的属性信息，如道路名称、道路等级（如主干道、次干道、支路等）、限速值、车道数量、行驶方向（单向或双向）等。道路属性信息应完整、准确，且更新及时，以满足交通管理和车辆导航的需求。

#### 5.1.3.2.2 交通设施信息

高精度地图应准确记录道路上各类交通标志（如限速标志、禁止标志、指示标志等）和标线（如停止线、人行横道线、导向箭头等）的位置、类型和含义。对于交通标志和标线的定位精度应达到±0.3米以内，确保车辆能够及时准确地识别并遵守相关交通规则。标注交通信号灯的位置、相位信息（如红灯、绿灯、黄灯的时长及切换顺序）等。交通信号灯信息应实时更新，以适应交通信号的动态变化，为车辆的智能驾驶和交通流控制提供准确依据。高精度地图还应包含道路护栏、隔离墩、公交站台、停车场入口等其他交通设施的位置和相关属性信息，以便全面反映道路及周边的交通环境。

#### 5.1.3.2.3 周边环境信息

高精度地图应能描绘道路周边建筑物的轮廓、高度、用途（如住宅、商业、办公等）等基本信息，为车辆的定位提供更多的参考依据，同时也有助于分析交通流量与周边环境的相互关系。建筑物信息的更新周期应根据城市建设发展情况合理确定，一般应不低于每年更新一次。高精度地图应记录道路两侧的植被分布（如树木、草坪等）以及地形地貌（如山坡、河流等）情况，在一些特殊场景（如自然灾害影响交通等）下，能够为交通管理和应急救援提供辅助信息。

### 5.1.3.3 地图数据更新

#### 5.1.3.3.1 更新频率

高精度地图应具备及时更新的能力，以适应城市交通环境的不断变化。对于交通流量大、道路施工频繁的主干道及关键交通节点区域，地图数据更新频率应不低于每周一次；对于次干道及一般区域，更新频率应不低于每月一次。更新频率的设定应充分考虑交通管理和车辆导航的实际需求，确保地图数据始终保持较高的时效性。

#### 5.1.3.3.2 更新方式

高精地图应支持通过网络连接进行实时在线更新，以便及时获取最新的道路施工、交通管制等信息，并将其融入到地图数据中。在实时在线更新过程中，应确保数据传输的安全性和稳定性，防止数据丢失或被篡改。高精地图还应提供离线更新的方式，以满足在网络信号不佳或无法联网的情况下仍能对地图数据进行更新的需求。离线更新应通过下载更新包等方式进行，更新包应包含完整的更新内容，且在更新过程中应具备完善的校验机制，确保更新的准确性。

### 5.1.3.4 地图数据质量保证

#### 5.1.3.4.1 数据准确性验证

在高精度地图数据采集、制作及更新过程中，应建立严格的数据准确性验证机制。通过与实地测量数据、权威机构发布的数据等进行对比验证，确保地图数据的各项指标（如平面精度、高程精度、道路信息、交通设施信息等）符合本标准所规定的要求。验证的频率应根据地图数据的更新频率合理确定，一般应在每次更新后进行全面验证，在日常运行过程中也应定期进行抽检。

#### 5.1.3.4.2 数据完整性检查

对高精度地图数据应进行定期的完整性检查，确保地图数据包含了本标准所要求的所有内容（如道路信息、交通设施信息、周边环境信息等），且不存在数据缺失或遗漏的情况。完整性检查可通过数据目录比对、数据项计数等方式进行，检查周期建议不低于每月一次。

#### 5.1.3.4.3 数据一致性维护

在地图数据的长期运行过程中，应采取措施维护数据的一致性。包括确保不同版本地图数据之间的衔接顺畅，避免出现因版本更新而导致的数据冲突或不兼容现象；同时，在数据采集、制作及更新过程中，应遵循统一的规范和标准，确保各个环节所产生的数据具有一致性，为交通融合感知系统提供稳定、可靠的地图数据支撑。

## 5.2 系统功能要求

### 5.2.1 数据汇聚要求

#### 5.2.1.1 数据采集

##### 5.2.1.1.1 采集方式

对于不同的感知数据源，数据汇聚组件应支持以下采集方式：

- a) 被动获取：被动接收感知数据源发送的数据，数据采集频率可由感知数据源的发送频率决定；
- b) 主动采集：主动发起获取感知数据源的数据，数据采集频率可设置。

##### 5.2.1.1.2 采集协议

数据汇聚组件应根据应用场景支持两种或两种以上的采集协议进行数据采集，采集协议包括但不限于C-V2X(LTE-V2X/5G-V2X)、NTCIP(国家交通通信协议)、专用短程通信技术(IEEE1609)、IEEE802.11、窄带物联网(NB-IoT)、蓝牙、ZigBee、超宽带(UWB)等。

##### 5.2.1.1.3 采集内容

数据汇聚组件：

- a) 应支持基于采集策略从感知数据源的不同对象采集不同类型的数据，具体对象、数据类型可根据应用场景不同进行筛选；
- b) 应支撑的采集数据类型包括但不限于道路状况、交通流状况、设施状况、车辆状况、车辆行为、驾驶员行为、行人行为等。

#### 5.2.1.2 数据预处理

##### 5.2.1.2.1 数据筛选

数据汇聚组件应支持基于既定策略，如基本字段缺失、重要字段错误、重复数据等，对采集的原始数据进行筛选。

##### 5.2.1.2.2 数据转换

数据汇聚组件应支持将采集的同一类型、不同格式的原始数据转换为统一的数据格式，且转换时不能丢失或损坏关键数据项。

##### 5.2.1.2.3 数据归并

数据汇聚组件应支持对采集的原始数据进行归并，如对同一事件的多次上报进行归并，对同一对象的数据进行归并等。

##### 5.2.1.2.4 数据补全

数据汇聚组件应支持基于基础设施库、车辆信息库、驾驶员信息库、风险信息库、地理信息库等对采集的原始数据进行补全，补全的内容可包括基础设施属性、车辆属性、驾驶员属性、关联事件、风险属性、地理位置等。

##### 5.2.1.2.5 数据标签

数据汇聚组件应支持根据相关数据字段对采集的原始数据进行标签化处理，标签内容应基于分析需求进行设置，可包括数据可信度、重要程度、数据来源、地理区域等。

### 5.2.1.3 数据存储

#### 5.2.1.3.1 数据格式

数据汇聚组件应支持存储结构化、半结构化和非结构化等不同格式的数据。

#### 5.2.1.3.2 存储内容

数据汇聚组件：

- a) 应支持存储运行数据，如采集的交通流数据、设施运行数据、车辆行驶数据等；
- b) 应支持存储管理数据，如交通事件判别策略数据、管理人员数据、驾驶员数据等；
- c) 应支持存储知识数据，如设施信息、车辆信息、人员信息、地理信息、标签数据、交通事件、风险信息。

#### 5.2.1.3.3 存储安全性

数据汇聚组件应提供数据的存储加密、备份与恢复功能。

### 5.2.2 数据分析要求

#### 5.2.2.1 交通事件分析

数据分析组件：

- a) 应支持交通事件分析，事件类别包括但不限于灾害、拥堵、事故、管制等；
- b) 应支持交通事件属性分析，事件属性包括但不限于事件时间、事件来源、相关对象、事件结果、事件持续时长等，分析内容包括但不限于各类事件的发生分布情况、发生频次、影响范围、影响程度等；
- c) 宜支持根据时间顺序、事件来源、相关对象等对交通事件进行关联分析，还原事件链；
- d) 宜支持对交通事件相关对象进行分析，建立对象画像；
- e) 宜支持对交通事件的变化趋势、影响范围、影响程度等进行预测。

#### 5.2.2.2 交通行为分析

数据分析组件：

- a) 应支持通过行为基线、关联分析等技术发现车辆或人员的异常行为，如：车辆异常、驾驶异常、乘客异常、行人异常等；
- b) 应支持建立车辆和人员行为画像，包括车辆和人员个体行为画像和群体行为画像；
- c) 宜支持基于历史数据学习对车辆和人员的异常行为进行预测。

#### 5.2.2.3 交通态势分析

数据分析组件：

- a) 应支持结合道路类型、车辆类型、地理位置、地理重要程度、区域交通脆弱性、设施联网状态及风险信息等分析路侧基础设施风险、交通风险，评估设施与交通风险等级；
- b) 应支持建立路侧基础设施画像、区域交通画像；
- c) 宜支持对路侧基础设施与区域交通的风险等级、变化趋势等进行预测。

### 5.2.3 信息展示要求

#### 5.2.3.1 交通事件展示

信息展示组件：

- a) 应支持展示各类交通事件信息，包括事件时间、事件类型、事件名称、相关对象、事件源、事件描述、影响程度、影响范围等；
- b) 应支持基于事件数量、类型、分布等进行交通事件的统计和展示；
- c) 应支持展示交通事件的处置情况，如基于未处理、处理中、已处理等维度进行统计和展示；
- d) 应支持统计和展示的范围至少包括重要区域、重要设施、重点车辆、重点人员、重点时段等。

### 5.2.3.2 交通行为展示

信息展示组件：

- a) 应支持展示偏离行为基线的车辆异常行为，如车辆行驶异常、驾驶异常等；
- b) 应支持展示偏离交通行为基线的人员异常行为，人员包括驾驶员、乘客、行人等；
- c) 应支持展示内容包括车辆或人员标识、行为对象、行为类型、行为描述等。

### 5.2.3.3 交通整体态势展示

信息展示组件：

- a) 应支持对交通的整体运行状况用分值或等级等方式进行评估和展示；
- b) 应支持对不同区域、不同重要性等的交通运行状况采用分值或等级等方式进行评估和展示；
- c) 应支持对不同时间段的交通运行状况进行评估和展示；
- d) 应支持采用多种视图展示交通态势，展示视图至少包括以下一种：雷达图、地理信息图、关联关系图、影响路径图等；
- e) 根据应用场景不同，应支持专题态势、展示内容、展示视图的自定义。

### 5.2.3.4 交通专题态势展示

#### 5.2.3.4.1 设施运行态势

信息展示组件：

- a) 应支持以图表方式展示当前设施的类型和数量；
- b) 应支持展示设施类型、重要程度、部署位置、IP地址、联网状态等；
- c) 应支持对设施的安全状况进行评估和展示，包括设施风险等级及具体设施的安全状况描述。

#### 5.2.3.4.2 交通流态势

信息展示组件：

- a) 应支持对交通流数据基于延误时间、出发地、途经地、目的地、人员数量等进行统计和展示；
- b) 应支持统计和展示的范围至少包括总体流量、特定区域流量及特定车辆流量等。

#### 5.2.3.4.3 车辆运行态势

信息展示组件：

- a) 应支持对车辆的运行（如发动机、能源、电池、智能终端、网络等）情况、可用性指标、时间等进行统计和展示；
- b) 应支持统计和展示的范围至少包括典型车辆、重要车辆、异常车辆等。

#### 5.2.3.4.4 脆弱性态势

信息展示组件：

- a) 应支持展示地理区域、道路、设施、时间段等脆弱性；
- b) 应支持展示存在脆弱性的地理、道路、设施类型分布、级别分布等；
- c) 应支持基于设施、道路、车辆信息统计和展示脆弱性分析结果，包括数量及详情等。

#### 5.2.3.4.5 风险态势

信息展示组件：

- a) 应支持实时获取并展示当前交通风险情况，包括风险发生时间、风险源位置、风险类型、风险影响范围、风险影响程度等；
- b) 应支持统计和展示风险分布、风险时间段、风险源分布等。

#### 5.2.3.5 交通感知报告

##### 5.2.3.5.1 数据查询

信息展示组件：

- a) 应支持对感知相关数据进行查询；
- b) 应支持基于时间或其他数据字段进行组合查询，条件组合支持与、或等逻辑关系；
- c) 应支持对查询结果根据字段进行聚合、排序等。

##### 5.2.3.5.2 统计报表

信息展示组件：

- a) 应支持根据数据分析的结果生成统计报表并导出；
- b) 应支持基于指定时间段生成统计报表或生成周期性报表；
- c) 应支持自定义设置统计视图和报表模板，采用多种视图生成统计报表。

##### 5.2.3.5.3 分析报告

信息展示组件：

- a) 应支持根据数据分析结果生成交通整体状况分析报告并导出；
- b) 应支持根据数据分析结果生成不同区域、不同时段等的交通状况分析报告并导出；
- c) 应支持根据数据分析结果提供调度、管控或处置建议；
- d) 应支持基于指定时间段产生分析报告或生成周期性分析报告；
- e) 应支持自定义设置分析报告的模板。

#### 5.2.4 事件预警要求

##### 5.2.4.1 监测告警

事件预警组件：

- a) 应支持基于监测策略对交通状况进行监测，具体监测内容可根据应用场景不同进行筛选；
- b) 应支持进行监测范围和规则的自定义；
- c) 应支持基于监测结果和告警策略进行分级别告警；
- d) 告警方式应至少包含以下一种：平台、短信、邮件、即时通信等；
- e) 应支持基于告警结果提供行动建议，如忽略、研判、联动处置等。

##### 5.2.4.2 专题预警

事件预警组件：

- a) 应支持依据设定的流程发布事件预警；
- b) 应支持进行预警规则和流程的自定义；
- c) 应支持对事件预警进行分级管理，按照重要程度、影响范围等确定预警级别；
- d) 应支持不少于两种预警方式，预警方式包括但不限于平台、短信、邮件、即时通信等；
- e) 应支持通过预警信息与受影响道路、设施、车辆、人员和地理信息的关联分析，得出相关的对象标识、地理位置、重要性、受影响程度等。

## 5.2.5 数据服务接口要求

### 5.2.5.1 数据交换接口

数据服务接口组件：

- a) 应支持与不同感知数据源、内部不同模块及其他外部系统通过接口进行数据交换；
- b) 数据交换的内容应支持不同的类型、字段和格式，其中类型包括道路状况、设施运行状况、交通事件、车辆信息、人员信息、告警信息、风险信息，字段和格式应基于类型进行定义；
- c) 宜支持与国家级、省级、市级城市信息模型基础平台之间的数据共享。

### 5.2.5.2 数据分析接口

数据服务接口组件：

- a) 宜支持为内部不同模块及其他外部系统通过接口进行数据分析；
- b) 宜支持基于数据分析接口实现算术计算、逻辑关系计算、关联计算等分析能力。

### 5.2.5.3 联动处置接口

数据服务接口组件：

- a) 宜支持为内部不同模块及其他外部系统通过接口进行联动处置；
- b) 宜支持通过接口进行处置策略的更新、判别策略的下发等操作；
- c) 宜支持与国家级、省级、市级城市信息模型基础平台之间的业务协同联动。

### 5.2.5.4 接口安全性

数据服务接口应具有相应的安全保障机制，保证数据在传输过程中的保密性、完整性和可用性。

## 5.2.6 资源管理要求

### 5.2.6.1 策略管理

资源管理组件应为授权管理员提供策略管理的功能，支持策略的集中管理和自定义设置，包括采集策略、监测策略、告警策略等。

### 5.2.6.2 数据处理规则管理

资源管理组件应为授权管理员提供管理数据处理规则的功能，包括新增、删除、修改、查询、启用、停用数据处理规则等。

### 5.2.6.3 数据分析模型管理

资源管理组件宜为授权管理员提供数据分析模型的管理，包括新增、删除、修改数据分析模型等。

### 5.2.6.4 交通事件信息管理

资源管理组件应为授权管理员提供交通事件信息管理的功能，包括建立并动态维护交通事件库，对交通事件进行分类和分级等。

### 5.2.6.5 风险信息信息管理

资源管理组件应为授权管理员提供风险信息管理的功能，支持建立风险信息库并及时更新，信息库的内容至少包括：信息来源、更新时间、内容描述、关联事件、关联区域等。

## 5.3 感知性能要求

## 5.3.1 交通参与者感知定位

系统应具备全面且准确识别各类交通参与者的能力，道路交通参与者基本类型如表4所示：

表4 交通参与者基本类型

编号	基本类型	扩展类型
1	行人	单独行走
		结伴而行
		其他
2	机动车	大型汽车
		中型汽车
		小型汽车
		微型汽车
		其他
3	非机动车	自行车
		电动自行车
		其他
4	其他类型	其他特定道路使用者

交通参与者特征识别类型如表5所示：

表5 交通参与者特征识别基本类型

编号	基本类型	特征类型
1	行人	正常行走
		奔跑
		站立（静止）
		衣服颜色
		衣服款式
		携带物品类型
		其他
2	机动车	颜色
		车牌号码
		车辆类型
		其他
3	非机动车	颜色
		车牌号码
		车辆类型
		其他
4	其他类型	其他特征类型

系统在交通参与者感知定位中应符合以下性能要求：

- 基本类型识别能力：在正常道路交通场景下，系统应能准确识别行人、各类型机动车和非机动车，识别准确率应不低于95%。
- 复杂环境下的识别保障：在复杂场景下（如恶劣天气，包括暴雨、暴雪、浓雾等降低能见度的情况，光照不足的夜间或隧道内环境，以及严重交通拥堵导致交通参与者相互遮挡的场景），识别准确率应不低于85%。针对恶劣天气，系统宜通过优化传感器性能、采用先进的图像处理算法等技术手段，来提高对模糊或部分遮挡目标的识别能力。在光照不足的环境中，宜利用红

外感应、低光增强等技术辅助识别。对于交通拥堵场景，宜通过多视角数据融合和基于深度学习的目标跟踪等算法，减少目标丢失或误判情况。

- c) 特征识别能力：对于行人，应能识别其基本姿态（如行走速度范围在0.5-2.5米/秒的正常行走、快速奔跑速度大于2.5米/秒、站立或缓慢移动速度小于0.5米/秒等）、衣着颜色、衣着特征（如长袖、短袖、长裤、裙子等基本服饰类型）。对于携带物品（如背包、手提包等）的识别准确率应不低于90%，且应能判断物品的大小和形状类别。对于车辆颜色，在各种光照条件下，颜色识别的准确率应达到98%以上（依据国际标准颜色分类系统进行评估），车辆型号识别准确率不低于90%，车牌信息识别准确率应达到99%，对于模糊、污损或部分遮挡的车牌，宜通过图像复原和智能推理算法，识别准确率仍应不低于90%。系统还应能识别车辆的一些特殊标识，如出租车顶灯标志、特殊用途车辆的警示标识等，准确率应不低于85%。对于非机动车，能准确识别车辆类型（如普通自行车、山地自行车、折叠自行车、不同类型的电动自行车外观设计），样式识别准确率不低于92%。车辆颜色识别准确率在正常条件下达到98%，在复杂环境下不低于90%。
- d) 定位精度和实时性：在正常环境下（即天气良好、无明显干扰因素），对于交通参与者的定位精度在水平方向应在±0.3米范围内，垂直方向应在±0.5米范围内。在复杂环境下（如存在信号遮挡、多径效应等情况），水平方向定位精度误差允许在正常环境精度的2倍以内，垂直方向允许在3倍以内。同时，系统应具备自动校准和误差补偿机制，以应对环境变化对定位精度的影响。从交通参与者进入感知范围到完成定位和特征识别的全过程，时间延迟应不超过1秒。在高流量场景下（如高峰时段的城市主干道），系统应能通过动态资源分配和智能调度算法，时间延迟的波动范围应控制在±0.2秒内。

### 5.3.2 交通事件感知定位

系统应具备全面且准确识别各类交通事件的能力，常见交通事件类型如表6所示：

表6 交通事件基本类型

编号	基本类型	扩展类型
1	交通事故	车辆碰撞
		车辆与行人碰撞
		非机动车碰撞
		刮擦事件
		其他
2	交通违法行为	不按信号灯驾驶
		超速
		违停
		违法变道
		逆行
3	道路临时障碍	抛洒物
		道路施工
		其他
4	其他类型	地质灾害
		气象灾害
		大型活动
		其他

交通事件特征识别类型如表7所示：

表7 交通事件特征识别基本类型

编号	基本类型	特征类型
1	交通事故	参与者类型
		参与者数量
		碰撞位置
		事故发生时间
		其他
2	交通违法行为	违法主体
		违法类型
		违法地点
		违法持续时间
		其他
3	道路临时障碍	类型
		位置
		影响范围
		其他
4	其他类型	其他特征类型

系统在交通事件感知定位中应符合以下性能要求：

- a) 交通事件类型识别：交通事故识别准确率应不低于95%，对于常见交通违法行为的识别准确率应达到98%，道路临时障碍识别准确率应不低于93%。对于罕见交通事件类型，如车辆自燃、道路塌陷等，系统也宜具备一定的识别能力。
- b) 交通事件特征识别：针对交通事故，应详细识别事故涉及的交通参与者类型（精确到具体车型或行人特征）、数量（误差为0）、碰撞位置（在道路坐标系中，位置精度达到 $\pm 0.2$ 米），整体特征信息的识别准确率应不低于95%。对于交通违法行为，明确违法主体（车辆信息或行人特征，准确率100%）、违法类型（精确到具体的违法条款，准确率100%）和违法地点（在地图中的坐标精度达到 $\pm 0.5$ 米）。对于一些违法行为的持续时间（如违停时长，误差小于1分钟）和相关环境因素（如闯红灯时的交通流量、天气情况等，信息完整度不低于90%）也应进行记录，确保特征信息的完整性和准确性。对于道路临时障碍，确定障碍类型（如抛撒物的种类、施工的具体项目等，准确率不低于95%）、位置（在道路上的定位精度达到 $\pm 0.3$ 米）和影响范围（根据障碍大小、形状和道路通行情况，影响范围评估误差小于10%）。
- c) 定位精度和实时性：对交通事件发生位置的定位精度在水平方向应不超过1米，垂直方向不超过1.5米。对于大面积交通事件（如道路施工影响较长路段或大面积抛洒物占据多个车道），水平方向定位精度误差允许在正常精度的1.5倍以内，垂直方向允许在2倍以内，但需确保能准确界定事件的主要影响范围。从交通事件发生到系统完成感知定位和特征识别的时间间隔应不超过3秒。

### 5.3.3 交通运行状态感知

系统应能够准确识别道路的交通运行状态类型，包括畅通、缓行、拥堵等基本状态。系统应能准确识别更细分的交通流状态，包括自由流、跟驰流、阻塞流等。

系统在交通运行状态感知中应符合以下性能要求：

- a) 准确率：系统对交通状态感知准确率应不低于92%；在交通流量高峰时段和特殊情况下（如大型活动周边道路、节假日出行高峰、道路临时管制等），系统的识别准确率应不低于88%。
- b) 数据更新频率：根据不同等级道路和交通流量情况，交通运行状态数据的更新频率应满足相应要求。对于主干道和交通流量大的道路（日交通流量大于5万辆），数据更新频率应不低于5次

/分钟。对于次干道和支路（日交通流量在1-5万辆之间），更新频率应不低于3次/分钟。在低流量道路（日交通流量小于1万辆），更新频率也应保持在2次/分钟以上，以保证对交通运行状态的有效监控。

- c) 准确性评估指标：通过与实际交通流量数据（可通过埋设在道路下的感应线圈、高精度雷达等权威检测手段获取）对比，交通运行状态感知结果的误差率应不超过8%。在评估过程中，对车速的误差范围控制在±5%以内，交通流量的计数误差小于5%，车辆密度的误差小于10%。

## 6 设备设施技术要求

### 6.1 基础通信网络

#### 6.1.1 网络设施基础要求

面向融合感知的基础通信网络设施以C-V2X RSU、光纤、4G/5G基站为主，应支持4G/5G蜂窝通信、支持C-V2X PC5直连等多种通信方式，实现车-车、车-路、车-云、路-云、云-云等不同通信对象间的数据交互，以满足多类别应用差异化的通信性能需求。

#### 6.1.2 先进网络设施适应性

融合感知系统应兼容先进通信网络（包括5G-A通感一体、6G通信感知），具备适应性。

##### 6.1.2.1 5G-A 通感一体

###### 6.1.2.1.1 功能要求

- 灵活部署架构能力：支持本地化架构与紧耦合架构的灵活部署策略，在网络侧能够按需实现感知业务的运营与管理效能。
- 通感协同组网：构建通信感知一体化系统的组网架构，通过基站间的通感协同机制，实现感知数据的联合去重与通信干扰的有效规避。
- 网络性能：借助AI技术实现对网络资源差异化、精细化的编排，提高网络性能。
- 网络节能：借助AI技术实现对全时段网络负载和能耗需求的精准预测，动态调整网络资源分配和节能策略，确保在保障用户体验的同时，实现节能效果的最大化，遵循高效协同的原则，优化网络运行效能。

###### 6.1.2.1.2 性能要求

- 网络速度：下行万兆、上行千兆的峰值速率。
- 延迟：在URLLC（超可靠低时延通信）场景中，低时延高可靠能力达到99.9999%的可靠性，时延达到4ms。

##### 6.1.2.2 6G 通信感知

###### 6.1.2.2.1 功能要求

- 感知服务：利用通信信号实现对电波传播环境以及其中目标物的检测、定位、识别、成像等感知功能，获取相关信息并智能分配网络资源，提供感知服务。
- 计算服务：6G网络引入新的资源维度，包括多样性的算力资源、存储资源、数据类型、计算模型等实现多维度资源聚合，实现协同提供计算服务。
- 通感一体服务：根据对计算资源和计算服务的部署位置、实时状态、负载信息和业务需求的感知，合理分配计算任务，实现高效计算服务，提高网络性能。

###### 6.1.2.2.2 性能要求

- a) 感知容量：在满足感知服务质量（Sensing QoS）的要求下，单位面积上可以感知的最大目标数量。
- b) 感知精度：要求感知系统能够准确识别或测量信息。

## 6.2 信息感知单元

### 6.2.1 路侧感知设备

#### 6.2.1.1 功能要求

- a) 应具备与多个车载通信设备同时通信的能力，实现向车辆广播交通信息、接收车辆反馈信息等功能。信息传输应准确、稳定，保障交通管理指令和路况数据能及时传达给车辆。
- b) 支持与其他路侧设备（如传感器、交通信号灯控制系统等）的连接和数据交互，实现信息融合。例如，将摄像头采集的路况图像信息与雷达监测的车辆速度信息整合后发送给车辆。

#### 6.2.1.2 性能要求

- a) 通信距离：根据不同的应用场景，在直道、弯道、路口等环境下，通信距离应满足覆盖有效交通区域的需求。一般在城市道路场景中，通信半径应覆盖路口及周边500米范围，高速公路场景通信距离应能满足车辆提前接收信息的800米范围内。
- b) 通信速率：具备高带宽，以满足大量数据（如：高清地图数据更新、实时交通流量数据等）的快速传输。对于支持自动驾驶功能的车路协同场景，通信速率应满足车辆实时决策对数据的需求。
- c) 稳定性和可靠性：在恶劣天气（如雨、雪、雾、高温、低温等）和复杂电磁环境下，保持稳定的通信性能，通信中断率应低于一定比例。

#### 6.2.1.3 安装要求

- a) 位置选择：安装在路侧合适的高度和位置，避免被遮挡。在路口处，应保证对各个方向车辆的通信覆盖；在道路路段上，应根据道路曲率、地形等因素合理布局，确保通信信号均匀覆盖。
- b) 防护措施：具备防水、防尘、防雷击等防护功能，采用合适的外壳材料和设计，延长设备使用寿命。

### 6.2.2 车载感知设备

#### 6.2.2.1 功能要求

- a) 能够与路侧通讯设备进行双向通信，接收路侧广播的交通信息（如交通信号灯状态、路况预警、限速信息等），同时向路侧发送车辆自身的状态信息（如车速、位置、故障信息等）。
- b) 支持车辆与车辆（V2V）之间的通信功能，实现车辆间的信息交互，如距离提醒、协同驾驶信息等，提高行车安全。

#### 6.2.2.2 性能要求

- a) 通信范围和灵敏度：具备合适的通信范围，在不同行驶速度下能及时接收和处理路侧设备的信号。在高速行驶时，仍能保持对远距离路侧通信设备的信号接收能力，通信灵敏度应满足在复杂交通环境下的通信需求。
- b) 抗干扰能力：在车内复杂电磁环境下（如电子设备众多），能有效抵抗干扰，保证通信质量。同时，在经过电磁干扰源（如高压电线附近）时，通信不受影响或能快速恢复。

#### 6.2.2.3 安装要求

- a) 位置选择：车载单元（OBU）应安装在车辆合适位置，一般选择在车辆前挡风玻璃内侧等信号

接收良好且不影响驾驶视线的地方，确保与路侧设备和其他车辆的通信效果。

- b) 连接方式：与车辆的电子系统（如车载电脑、传感器等）进行可靠连接，采用标准的通信接口和协议，保证数据传输的稳定性和及时性。

### 6.3 算力单元

#### 6.3.1 路侧算力单元

##### 6.3.1.1 功能要求

- a) 数据处理功能：应具备对路侧感知单元（如摄像头、毫米波雷达、激光雷达等）获取的大量交通数据进行快速处理的能力，包括数据的清洗、格式转换、特征提取等。例如，对摄像头采集的图像数据进行实时分析，提取车辆和行人的轮廓、位置等关键信息。
- b) 协同计算功能：应能够与其他路侧设备（如通信设备中的路侧单元、交通信号灯控制系统等）以及云端服务器进行协同计算。根据实时交通数据和预设算法，协同调整交通信号灯配时，优化交通流量。
- c) 实时决策支持功能：基于处理后的数据，应为交通管理实时决策提供支持。例如，在检测到交通事故或道路拥堵时，迅速计算并生成相应的交通疏导方案。

##### 6.3.1.2 性能要求

- a) 计算能力：根据路侧感知设备的数量和数据采集频率，路侧算力单元应具备足够的计算能力。具体计算能力指标可根据道路类型和交通流量而定，如在繁忙的城市路口，每秒需完成实时宜并发数据量100,000MPS，以满足数据处理和分析的需求。
- b) 存储能力：拥有足够的存储容量来缓存采集到的原始数据和处理过程中的中间数据。存储容量应能满足应用场景对数据存储的需求，以应对网络传输延迟或临时故障情况。
- c) 低延迟：数据处理和决策计算的延迟要低，确保从采集数据到输出决策结果的时间在可800毫秒内，以保证交通管理的实时性。

##### 6.3.1.3 可靠性要求

- a) 稳定性：在长期运行过程中，路侧算力单元应保持稳定，应具备冗余设计或故障恢复机制。设备的平均无故障时间（MTBF）应不低于50000小时，以减少对交通管理的影响。
- b) 环境适应性：能够适应各种恶劣的室外环境条件，包括温度变化、灰尘、震动等。设备防护等级应达到IP67，以确保在复杂环境下正常运行。

#### 6.3.2 车载算力单元

##### 6.3.2.1 功能要求

- a) 车辆数据处理功能：对车载感知单元获取的车辆自身状态数据（如车速、转向角度、制动信息等）和周边环境数据（如与其他车辆或障碍物的距离、相对速度等）进行处理。例如，通过对传感器数据的处理，判断车辆是否处于安全行驶状态。
- b) 自动驾驶决策支持功能：在自动驾驶模式下，应基于处理后的数据进行决策计算，如路径规划、速度调整、避障操作等。根据交通规则和路况实时信息，为车辆的自动驾驶行为提供准确的指令。
- c) 与车载其他系统协同功能：与车载通信设备（如车载单元OBU）、车辆控制系统（如发动机控制系统、制动控制系统等）协同工作。通过数据共享和交互，实现车辆整体性能的优化和安全保障。

##### 6.3.2.2 性能要求

- a) 计算能力：应具备满足车辆行驶过程中实时数据处理和决策计算的计算能力。计算能力的具体指标与车辆的自动驾驶级别相关，对于高级别自动驾驶车辆，每秒需达到L2级驾驶算力水平（即：20kdmips及1tops算力）保证车辆在复杂路况下的安全行驶。
- b) 低功耗：由于车载设备的能源供应有限，车载算力单元应具备低功耗特性，在保证计算性能的同时，尽量降低能耗，以延长车辆的续航里程或减少对车辆电池的依赖。
- c) 实时响应：对数据处理和决策计算的响应速度要快，确保在车辆行驶过程中，能够及时处理突发情况。例如，在遇到突然出现的障碍物时，能在极短时间（宜小于200毫秒）内做出反应。

### 6.3.2.3 可靠性要求

- a) 稳定性：在车辆行驶过程中的震动、温度变化（宜在-40℃至85℃之间）、电磁干扰等复杂条件下，车载算力单元应能稳定工作。设备的平均无故障时间（MTBF）应达到汽车零部件的高标准要求（应不低于50000小时），保障车辆行驶安全。
- b) 安全性：确保算力单元的运行安全，防止因软件故障或硬件问题导致车辆失控等安全事故。具备故障诊断和安全保护机制，如在出现异常情况时，能自动切换到安全模式或向驾驶员发出警报。

## 6.4 信息交互单元

### 6.4.1 路侧交互单元

#### 6.4.1.1 功能要求

- a) 交通信息推送：能够向道路上的车辆和行人发布实时交通信息，包括路况（畅通、拥堵、缓行等状态及拥堵程度）、交通事故信息、道路施工信息、交通管制信息等。信息发布应准确、及时。
- b) 交通引导提示：提供交通引导信息，如推荐行驶路线、车道引导（可变车道信息）、限速提示、目的地距离等，帮助车辆选择最佳路径，提高道路通行效率。引导信息应根据实时交通状况动态更新。
- c) 安全警示功能：在特殊情况（如恶劣天气、危险路段等）下发布安全警示，如大雾天气提示减速慢行、注意保持安全距离，或者在道路湿滑路段提醒车辆小心驾驶等，保障道路使用者的安全。

#### 6.4.1.2 性能要求

- a) 可视性与可读性：信息显示设备（如可变信息标志、显示屏等）应具有良好的可视性，在不同的光照条件（白天强光、夜间低光）和天气状况（晴天、雨天、雾天等）下，信息内容清晰可辨。字体大小、颜色、对比度等应符合人体工程学和视觉识别原理，保证驾驶员在正常行驶速度下能够轻松读取信息。
- b) 覆盖范围要求：根据道路类型和场景，信息发布的覆盖范围应满足需求。在路口处，应能覆盖所有驶向路口的车辆；在道路路段上，发布范围应能覆盖有效视线距离内的车辆，确保驾驶员有足够时间接收和响应信息。
- c) 更新频率：信息更新频率要与交通状况变化速度相适应。对于交通流量大、路况变化快的区域，信息更新频率应更高，以保证信息的实时性。例如，在城市中心拥堵路段，路况信息每5分钟更新一次。

#### 6.4.1.3 安装要求

- a) 位置选择：路侧信息交互设备应安装在显眼且不影响交通的位置。在路口，可安装在信号灯杆、龙门架或路边独立支架上；在道路路段，可选择在道路两侧合适间隔处安装。安装高度应

考虑驾驶员的视线高度和视野范围，避免被遮挡。

- b) 防护措施：设备应具备防水、防尘、防雷击、防破坏等防护功能。外壳应采用坚固耐用的材料，能够抵御恶劣天气和一定程度的外力冲击，延长设备使用寿命。

## 6.4.2 车载交互单元

### 6.4.2.1 功能要求

- a) 车辆状态反馈：向车内驾驶员显示车辆自身的相关信息，如车速、转速、燃油量（或电量）、故障报警信息等，使驾驶员随时了解车辆状况。
- b) 车路协同信息显示：接收并显示来自路侧信息交互单元和车路协同系统的信息，包括前方路况、交通事件、推荐车速、跟车距离建议等。对于自动驾驶车辆，还应显示自动驾驶系统的工作状态和提示信息。
- c) 导航与路径引导：结合地图数据和实时交通信息，为驾驶员提供导航功能，显示行驶路线、转弯提示、预计到达时间等信息。导航信息应根据交通状况动态调整，引导驾驶员避开拥堵路段。

### 6.4.2.2 性能要求

- a) 显示清晰度和可视角度：车内显示设备（如仪表盘显示屏、中控显示屏等）应具有高清晰度，像素密度应满足驾驶员在不同视角下都能清晰读取信息的要求。可视角度应覆盖驾驶员正常驾驶姿势下的视线范围，避免出现反光、盲区等影响信息读取的情况。
- b) 响应速度：对于接收和显示的信息，车载交互单元应能快速响应。在接收到新的交通信息或车辆状态变化时，显示更新应在1分钟内完成，确保信息的及时性。
- c) 交互性：具备一定的交互功能，如驾驶员可以通过触摸、按键等方式对显示内容进行操作，查询更多详细信息（如查看交通事件详情、调整导航设置等），提高用户体验。

### 6.4.2.3 安装要求

- a) 位置布局：车内显示设备的安装位置要符合人机工程学原理，方便驾驶员观看。仪表盘显示屏应位于驾驶员正前方视野范围内，中控显示屏应安装在驾驶员易于操作和观看的位置，避免影响驾驶视线和操作便利性。
- b) 稳定性和安全性：安装牢固，在车辆行驶过程中的震动、颠簸等情况下不会松动或损坏。显示设备的材料和设计应符合汽车安全标准，避免在发生碰撞等事故时对车内人员造成伤害。