

团 体 标 准

T/KJDL 002—2021

粤港澳大湾区城市道路智能网联设施 技术规范

Technical specification for intelligent network facilities of urban roads in
Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

2021 - 10 - 28 发布

2021 - 11 - 28 实施

广东省车联网产业联盟 发布
广州市空间地理信息与物联网促进会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	2
3.1 术语和定义	2
3.2 缩略语	5
4 总则	5
4.1 一般规定	5
4.2 建设原则	6
4.3 总体框架	6
5 交通信息感知	7
5.1 一般规定	7
5.2 交通运行状态信息监测	8
5.3 道路基础设施状态信息监测	9
5.4 特定交通场景信息类别	9
5.5 气象环境信息监测	11
5.6 智慧灯杆	12
6 智能网联设施通信网络	13
6.1 一般规定	13
6.2 功能要求	14
6.3 技术要求	14
6.4 布设要求	15
6.5 通信信息网络要求	15
7 路侧计算设施	15
7.1 一般规定	15
7.2 功能要求	15
7.3 性能要求	16
7.4 布设要求	17
8 交通大数据平台	17
8.1 一般要求	17
8.2 功能要求	18
8.3 性能要求	18
8.4 部署要求	18
9 信息发布设施	19
9.1 一般规定	19
9.2 功能要求	19

9.3 性能要求	19
9.4 布设要求	19
10 信息安全	19
10.1 一般规定	19
10.2 功能要求	20
10.3 技术要求	21
11 照明及供电设施	22
11.1 一般规定	22
11.2 功能要求	22
11.3 性能要求	22
11.4 布设要求	23
12 车路协同和自动驾驶支持	23
12.1 一般规定	23
12.2 功能要求	23
12.3 高精度定位要求	24
12.4 自动驾驶支持	25
附录 A (资料性) 主要设备	26
A.1 路侧端广域多目标毫米波雷达	26
A.2 路侧端雷视融合一体机	28
A.3 激光雷达	32
附录 B (资料性) 通信技术	35
B.1 设施构成	35
B.2 安装原则	35
B.3 网联通信设备 RSU	35
B.4 感知设备	35
B.5 MEC 主机	36
B.6 高精度定位系统	36
B.7 云平台	36
附录 C (资料性) 计算平台技术	37
C.1 设备名称	37
C.2 设备功能	37
C.3 规格与技术参数	37
C.4 接口	39
C.5 配套软件	41
C.6 布设要求	41
C.7 安装要求	41
C.8 测试方法	41
附录 D (资料性) 道路环境传感器参数指标	42
D.1 工作环境要求	42
D.2 路面状态观测指标	42
D.3 功能要求	42
参考文献	44

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。

请注意本标准的内容可能涉及专利或专利技术，但是本标准发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由广东省车联网产业联盟和粤港澳大湾区自动驾驶产业联盟提出。

本文件由广州市空间地理信息与物联网促进会归口。

本文件起草单位：华杰工程咨询有限公司、华砺智行（武汉）科技有限公司、移动通信国家工程研究中心、深圳榕亨实业集团有限公司、郑州天迈科技股份有限公司、中通服中睿科技有限公司、江苏数智元科技有限公司、广州优保爱驾科技有限公司、天翼物联科技有限公司、深圳市金溢科技股份有限公司、广东省车联网产业联盟、高新兴科技集团股份有限公司、广东产品质量监督检验研究院、广州南方卫星导航仪器有限公司、东软集团（广州）有限公司、华南理工大学电子与信息学院、深圳市镭神智能系统有限公司、深圳市速腾聚创科技有限公司、英博超算（南京）科技有限公司、广东荣文科技集团有限公司、香港应用科技研究院、澳门大学科技学院、广州交信投科技股份有限公司、中山大学智能工程学院、深圳常合通信息技术有限公司、大唐高鸿数据网络技术股份有限公司、广州小鹏汽车科技有限公司、中国电子科技集团公司第七研究所、中兴智能汽车有限公司、中国移动通信集团广东有限公司广州分公司、广州市空间地理信息与物联网促进会、路况智行（武汉）科技有限公司、粤港澳大湾区自动驾驶产业联盟。

本文件主要起草人：刘化龙、钟小明、关志超、任学锋、陈乙周、李松刚、吴泳达、陈志成、吴冬升、高立志、石光明、岳浩、胡斌杰、苏栋哲、刘小兰、王潇、陈欢、李瑞美、张瑞芳、房家奕、顾晶。

引 言

当前全球智能车路的发展如火如荼，但有两条大相径庭的发展路径，由美国倡导的单车智能和我国主导的网联感知“聪明的车加智慧的路”，聪明的车已经由车企大力发展，而智慧的路则需由政府或协会倡导。

我国已经建成 16 家智能网联汽车测试示范区，开放了 3500 多公里测试道路，广东和全国其他多个地方通过部署 5G 通信、路侧联网设备等智能化基础设施，提升交通设备数字化水平等方式对测试道路进行了智能化改造，有效推动了智能网联汽车技术发展进程、产业化发展。

2018 年工信部、公安部、交通运输部联合发文《国家车联网产业标准体系建设指南》对标准体系做了整体部署，涉及智能网联汽车、信息通信、车辆智能管理、智能交通及智慧高速建设指南等相关文件，陆续推出多项标准，因智能网联设施涉及比较复杂的跨行业情况，各部委及地方难于快速推出统一意见，而市场推动下，企业研发更高等级自动驾驶车辆的积极性高涨，导致智能化网联设施的设计、生产、管理、测试需求与日俱增。但道路智能化建设尚未有统一标准，全国各地车路协同试点存在道路智能化建设要求不统一、车路协同应用不到位、测试效果达不到预期等问题。

粤港澳大湾区地处改革开放的前沿阵地，深圳改革开放先导区、香港特有的行车规则及澳门复杂的交通环境，具备各种复杂城市道路的应用场景，统一智能网联设施的技术规范非常必要，而且毗邻的地缘关系和国家道路建设的快速发展要求粤港澳大湾区内部交流交通更加紧密，尽快推出道路智能网联设施技术规范势在必行，也为将为大规模智能基础设施建设提供依据，为行业标准乃至国家标准的形成提供先行经验和参考。

粤港澳大湾区车联网产业联盟为深耕车联网的企事业单位及专家组成，在摸索标准化工作经验的基础上成立了粤港澳大湾区车联网标准工作委员会，编制本规范。

结合道路的分类情况，在工信部交通运输部专家的建议下，分步推出《粤港澳大湾区城市道路智能网联设施技术规范》和《粤港澳大湾区公路智能网联设施技术规范》，本文件针对城市道路，后续推出的公路规范有很强的相关性，共同引导粤港澳大湾区智能网联设施建设、大湾区车联网产业的发展。

在国家标准体系框架下，参考现有道路设计标准及规范，邀请众多参与国内外智能网联示范区建设的单位参与研究。充分吸纳高校、政府、科技企业、设计单位的经验，有一定的技术前瞻性和创造性，并注重实际落地，为下一步标准在大湾区的贯彻推广打下良好基础。

本文件按照《国家车联网产业标准体系建设指南》中相关要求，满足国家车联网产业标准体系结构，是城市道路建设智能网联设施的指导文件，也是城市道路建设中涉及智能网联部分建设标准延伸和补充，发挥着标准在推动粤港澳大湾区车联网技术和产业发展中的引领和规范作用。

粤港澳大湾区城市道路智能网联设施技术规范

1 范围

本文件规定了粤港澳大湾区城市道路智能网联设施(以下简称“智能网联设施”)的有关技术要求,包括总则、交通信息感知、网联通信设施通信网络、路侧计算设施、交通大数据平台、信息发布设施、信息安全、照明及供电设施、车路协同及自动驾驶支持等。

本文件适用于粤港澳大湾区快速路、主干路、次干路和支路智能网联设施规划和建设,也可供国内其他地区城市道路参照。

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 50054 低压配电设计规范
- GB 50057 建筑物防设计规范
- GB 50174 数据中心设计规范
- GB/T 2423.10 环境试验 第2部分:试验方法 试验Fc:振动(正弦)
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ka:盐雾
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)
- GB/T 9386 计算机软件测试文档编制规范
- GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差
- GB/T 15532 计算机软件测试规范
- GB/T 15945 电能质量 电力系统频率偏差
- GB/T 18802.12 低压电涌保护器(SPD) 第12部分:低压配电系统的电涌保护器 选择和使用导则
- GB/T 18802.22 低压电涌保护器 第22部分:电信和信号网络的电涌保护器 选择和使用导则
- GB/T 20000.1—2014 标准化工作指南 第1部分:标准化和相关活动的通用术语
- GB/T 20609 交通信息采集 微波交通流检测器
- GB/T 24726 交通信息采集 视频车辆检测器
- GB/T 24969 公路照明技术条件
- GB/T 26770 停车诱导信息集
- GB/T 26771 微波交通流检测器的设置
- GB/T 26942 环形线圈车辆检测器
- GB/T 26944(所有部分) 隧道环境检测设备
- GB/T 27967 公路交通气象预报格式
- GB/T 28789 视频交通事件检测器
- GB/T 29103 道路交通信息服务 通过可变情报板发布的交通信息
- GB/T 31024(所有部分) 合作式智能运输系统 专用短程通信

GB/T 33697 公路交通气象监测设施技术要求
GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
CJJ 37 城市道路工程设计规范
CJJ 45 城市道路照明设计标准
CJ/T 527 道路照明灯杆技术条件
GA/T 484 LED 道路交通诱导可变信息标志
GA/T 496 闯红灯自动记录系统通用技术条件
GA/T 1743 道路交通信号控制机信息发布接口规范
JTG D80 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范
YD/T 3340 基于 LTE 的车联网无线通信技术 空中接口技术要求
YD/T 3400 基于 LTE 的车联网无线通信技术 总体技术要求
YD/T 3594 基于 LTE 的车联网通信安全技术要求
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
YD/T 3755 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 3756 基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直连通信的车载终端设备技术要求
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 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/ITS 0110 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

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 20000.1—2014 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

智能网联 intelligent networking

融合应用现代信息技术，实现人、车、路、环境、数据中心等交通要素充分交互与协同运行的新型交通体系。

3.1.2

智能网联汽车 intelligent connected vehicle, ICV

智能网联汽车是指搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通信与网络技术，实现车与X（人、车、路、云端等）智能信息交换、共享，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，可实现“安全、高效、舒适、节能”行驶，并最终可实现替代人来操作的新一代汽车。智能网联汽车通过智能化与网联化两条技术路径协同实现“信息感知”和“决策控制”功能。

3.1.3

智能网联设施 intelligent connected facilities

将计算机、自动控制、通信与网络技术、传感器等技术融合，应用于道路交通运行与安全管理，具备复杂环境感知、判断、通信、信息发布等功能，辅助提供伴随式交通运行服务，提升道路交通运行质量而所需设备的统称。

3.1.4

伴随式信息服务 location based service

利用多元交通信息数据，采用多种信息发布渠道，为用户提供基于位置的出行全过程信息服务。

3.1.5**边缘计算设备 edge computing device**

部署在道路沿线，完成交通信息汇集、分析与处理的装置。

3.1.6**车联网产业 car networking industry**

车联网产业是依托信息通信技术，通过车内、车与车、车与路、车与人、车与服务平台的全方位连接和数据交互，提供综合信息服务，形成汽车、电子、信息通信、道路交通运输等行业深度融合的新型产业形态。

3.1.7**车路协同 intelligent vehicle infrastructure cooperative system**

采用先进的无线通信和新一代互联网等技术，在全时空动态交通信息采集与融合的基础上，全方位实现车-车、车-路动态实时数据交互及车辆主动安全控制和道路协同管理，提升交通安全，提高通行效率。

3.1.8**车用无线通信技术 vehicle to everything V2X**

车载单元与其他设备通讯，包括但不限于之间车载单元与其他设备通讯(V2V)，车载单元与路侧单元之间通讯(V2I)，车载单元与行人设备之间通讯(V2P)，车载单元与网络之间通讯(V2N)。

3.1.9**车载单元 on board unit OBU**

采用无线通信技术，与RSU进行通讯的车载装置。

3.1.10**多接入边缘计算 multi-access edge computing MEC**

在靠近人、物或数据源头的网络边缘侧，融合网络、计算、存储、应用核心能力，就近提供边缘智能服务的开放平台。

3.1.11**蜂窝车联网 cellular vehicle to everything C-V2X**

一种以蜂窝通信技术为基础的车辆通信与信息服务技术。

3.1.12**高精度地图 high precision digital map**

能够包含交通基础设施建设规范所定义的交通标线、交通标志、交通护栏等基本交通构成要素，对于交通标线等关键对象平面位置的绝对精度优于1 m，每100 m相对误差不超过0.1 m的电子地图。

3.1.13**高精度定位控制站 control station for high precision positioning**

高精度定位设施数据综合处理子系统的核心控制单元。

3.1.14**观测基准站 observation reference station**

由观测接收机和观测天线等设备组成，用于观测、存储、传输卫星信号数据，并具有基准坐标的框架基准站，简称观测站。

3.1.15

基准站 reference station

在控制点上架设全球卫星导航系统（GNSS）测量型接收机、通信终端等设备，在一定时间内连续观测、接收卫星信号，并将数据传输给数据综合处理系统，由其处理后播发差分改正数据的设施，又称参考站。

3.1.16

监测基准站 observation and supervision reference station

由差分监测接收机和监测天线等设备组成，用于观测、存储、传输卫星信号数据以及进行差分数据质量评估监测，并具有基准坐标的框架基准站，简称监测站。

3.1.17

交通参与者感知设备 perception equipment for traffic participants

能够对检测区域内的机动车、非机动车、行人等交通参与者进行识别及位置检测的设备。

3.1.18

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或交通安全的突发性的事件，包括异常停车事件、交通拥堵事件、抛洒物事件、道路异常事件、逆行事件、行人事件、交通事故等。

3.1.19

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，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。

3.1.20

联邦机器学习 federated machine learning FML

一种框架或者系统，使得多个参与者能够在不泄露数据持有方的原始数据和隐私数据的前提下，合作式地构建并使用机器学习模型以达到良好的训练性能。

3.1.21

路侧单元 road-side unit RSU

终端实体单元，分为终端型 RSU 和基站型 RSU，均可实现 V2X 数据的发送和接收。

3.1.22

路侧计算设施 roadside computing facilities

部署在道路沿线，配合其他系统完成交通信息处理与决策的计算设备。

3.1.23

全球卫星导航系统 global navigation satellite system

全球卫星导航系统，为用户提供实时的三维位置、速度和时间信息，包括公开、授权和短报文通信等服务。目前主要有美国主导的GPS、中国主导的BDS(compass)、俄罗斯主导的G10NASS和欧洲主导的GALILEO，以及日本的准天顶系统和印度的IRNSS。

3.1.24

数字化交通标志标线 digital traffic signs and markings

将道路交通标志标线承载的交通规则、道路状态等信息转化为更易于机器辨识的数字信息，并以信息化的手段进行发布或传输的设施及设备。

3.1.25

远程管理 remote management

管理人员通过计算机和通信网络对异地电子设备进行管理。

3.1.26

云计算 cloud computing

一种通过网络将可伸缩、弹性的共享物理和虚拟资源池以按需自服务的方式供应和管理的模式。

3.1.27

云控平台 cloud control platform

以云计算、物联网技术为手段，以网络化控制、信息物理系统、复杂大系统等理论为依托，实现大规模和扁平化接入的、具有高度自主和高度智能控制功能的控制平台。

3.1.28

专用短程通信 dedicated short range communication

用于车辆、基础设施等交通要素之间进行无线短程通信的方式。

3.1.29

自动驾驶 automated driving

由机器部分或完全取代驾驶员进行驾驶操作。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AV: 自动驾驶汽车 (Autonomous Vehicles)

BDS: 中国北斗卫星导航系统 (BeiDou Navigation Satellite System)

C-V2X: 基于蜂窝通信技术的车用无线通信技术 (Cellular Vehicle-to-Everything)

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

ETC: 电子不停车收费 (Electronic Toll Collection)

GIS: 地理信息系统 (Geographic Information System)

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

IVICS: 车路协同系统 (Intelligent Vehicle Infrastructure Cooperative Systems)

OBU: 车载单元 (On-Board Unit)

RSU: 路侧单元 (Road Side Unit)

V2X: 车载设备与其他设备通信 (Vehicle to Everything)

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)

4 总则

4.1 一般规定

4.1.1 智能网联设施建设应坚持创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，贯彻落实交通强国纲要、国家综合立体交通网规划纲要、粤港澳大湾区发展规划纲要、数字交通发展规划纲要。

4.1.2 智能网联设施建设应贯彻智能汽车创新发展战略，符合国家车联网新型基础设施建设及数字化转型发展要求，构建数字化的采集体系、网络化的传输体系和智能化的应用体系。

4.1.3 智能网联设施建设应贯穿于快速路、主干路、次干路和支路的城市道路规划、建设、养护、运营全生命周期，加快新型道路基础设施向数字化、网络化、智能化发展。

4.1.4 智能网联设施建设应推动车联网模式、业态、产品、服务等联动创新，促进交通出行和物流高质量发展。

4.2 建设原则

- 4.2.1 遵循与发展需求相适应的原则，结合新时代智慧交通发展战略，统筹布局、因地制宜地实施建设。
- 4.2.2 遵循系统性原则，不同设施之间、附属设施与主体工程之间应功能匹配、协调统一。
- 4.2.3 遵循安全性原则，智能网联设施建设应以交通安全与信息安全为根本，保障功能同时须同步考虑安全风险防控。
- 4.2.4 遵循创新引领、数据赋能原则，应在满足系统安全和使用功能的前提下，鼓励采用新技术、新产品、新材料、新工艺。
- 4.2.5 遵循可持续发展原则，系统设计宜适度超前，具有良好的可扩展性，为今后发展预留空间。
- 4.2.6 遵循绿色低碳建设原则，宜应用节能技术和绿色环保设施，促进减少能源消耗和降低碳排放。

4.3 总体框架

4.3.1 智能网联系统应在保持各自功能、特性的基础上，相互配合协调联动，设施之间进行有效的信息交互。

4.3.2 总体架构分为基础设施体系、服务体系、技术支撑体系三部分，各部分组成内容和相关关系如图1所示：

- 基础设施体系包括基础设施感知、气象和环境感知、交通运行状态感知、交通事件检测；信息发布、通信设施和供电设施。
- 服务体系包括伴随式信息服务、交通管控、应急保障、车路协同与自动驾驶支持等；
- 技术支撑体系包括高精度定位与时间同步、路侧边缘计算、联邦机器学习、云计算数据中心、信息安全、时间同步系统。

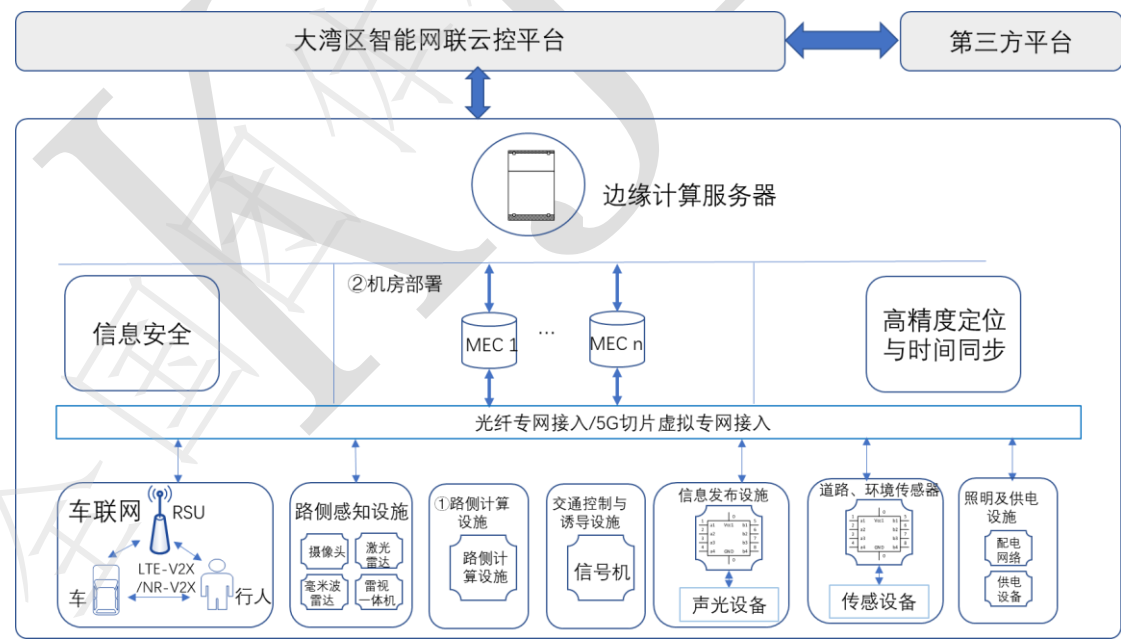


图1 总体架构图

4.3.3 智能网联系统主要工作流程应包括感知、计算、通信、信息发布与服务等，具体流程如下：

- a) 通过 V2X 智能感知设备（包含高清摄像机、毫米波雷达、激光雷达设备、RSU 单元及路面环境感知设备）实现道路交通数据诸如灰度值、CSV、道路点云信息等的采集与初步分析；
 - b) 对采集到的道路交通数据传至边缘计算平台、交通大数据平台进行计算分析；边缘计算平台可以结合联邦学习提供本地的高质量服务和保护用户隐私；
 - c) 通过有线通信技术及无线通信技术（4G、5G、LTE-V 等）实现车辆、道路智能感知设施、交通大数据平台之间的信息交互与传递；
 - d) 通过交通大数据平台和服务器的双向信息交互，将指令传输给路侧设备和车辆等，实现信息发布与服务。
- 4.3.4 智能网联设施按照部署位置分为非路端设施、路端设施两类，具体内容如下：
- a) 非路端设施主要部署在机房内，包括 V2X 服务器、MEC 服务器、联邦机器学习协调器及交互机等；
 - b) 路端设施主要部署在城市道路沿线，包括交通信息感知设施、通信设施、路侧计算设施、网络安全设施、交通控制与诱导设施、照明及供电设施等。
- 4.3.5 云控平台应按照“端—边—云”三级构建，具体内容如下：
- a) “端”：路侧设备，包括支持 5G、LTE-V2X 等多通信协议的 RSU、感知设备、信息发布设备、交通控制设备等；车端设备包括车载 OBU、CAN 总线；
 - b) “边”：边缘计算设备，边缘云完成对时延要求有所限制的紧急制动、并道预警等实时业务，以加快网络中各种信息、服务与端设备的交互。但全局性、关联性业务需与“中心云”协同处理；
 - c) “云”：云控平台设备，包括数据存储、数据运维、大数据分析、云计算、信息安全等基础服务要素。为智能汽车及相关管理及服务机构等提供车辆运行、基础设施、交通环境、交通管理等动态基础数据。

5 交通信息感知

5.1 一般规定

- 5.1.1 智能网联设施信息感知监测应能实现交通运行状态信息监测、道路基础设施状态信息监测、气象环境信息监测等功能。
- 5.1.2 实时交通信息感知监测系统采用多源数据融合技术路线，实时获取路侧设备采集信息、移动终端/车载终端采集信息、交通管理和气象等公共信息，实现道路、交通状况信息的感知监测功能。
- 5.1.3 交通信息感知系统包括感知设备（激光雷达、毫米波雷达和摄像机）、路侧计算设施和路侧通信设施 RSU。
- 5.1.4 建设交通信息感知系统时，传感器及基础设备应选用可靠性高、维护性强、低成本、数据准确度满足基本要求并可大面积应用的设施。
- 5.1.5 交通信息感知设施的部署应符合下列基本要求：
- a) 可选择合适的路侧、车道设施，如路侧立柱、灯杆、门架、立交桥、人行过街天桥等位置部署交通感知设施；
 - b) 同一路段设置多个感知设施时，应注意设施间距，以避免设施之间相互干扰；
 - c) 感知区域内不应该有明显遮挡，如：钢筋混凝土建筑物、金属构件、植物等；
 - d) 应保证设施安装支护结构的稳定性。

5.2 交通运行状态信息监测

5.2.1 交通运行状态信息

交通运行状态信息包含交通流信息、道路交通参与者信息及交通事件信息。交通运行状态信息监测设备主要包括交通流检测器和路侧感知设备。

5.2.2 交通流信息

交通流量信息采集可通过交通流检测器进行采集监测，应包括断面交通量、单向交通量、不同车道交通量、路段小时交通量、平均车速、车头时距及车道占有率等。交通流量、平均车速、车头时距及车道占有率等信息准确率应不低于95%，应每隔2.5 min以内上传一次数据；与公安交警、道路管理部门、第三方出行服务平台共享的交通运行状态信息应实现定时自动传输与更新。

5.2.3 交通流检测器性能

交通流检测器的性能要求符合 GB/T 26942 和 GB/T 24726 的有关规定。

5.2.4 交通流检测器布设

交通流检测器布设应确保检测器覆盖所监测区域，并依据不同路段不同交通量、不同事故发生率调整，设备布设原则如下：

- a) 交通流量大（如快速路、主干路）、事故发生率高的路段，监测设施的布设间距宜为 0.2 km～1 km；
- b) 交通流量较大（如次干路）或事故发生率较高的路段，监测设施布设间距宜为 1 km～1.5 km；
- c) 交通流量小（如支路）、事故发生率较低的路段，布设间距宜为 1.5 km～2.5 km；
- d) 城市快速路出入口、城市道路交叉口以及交通环境复杂的重要路段（如学校、医院路段等），宜根据实际情况，减小布设间距。

5.2.5 交通参与者检测

交通参与者检测可通过路侧感知系统进行采集，应包括但不限于机动车、非机动车、行人。感知的交通目标属性包括但不限于交通参与者类型、经纬度、海拔信息、几何尺寸、速度、加速度、航向角、车牌等信息。

交通参与者目标检出率应不低于 95%，分类识别准确率不低于 95%，目标误检率不超过 2%，目标位置检测精度优于 0.5 m。

5.2.6 交通事件检测

交通事件应包括但不限于停车事件、逆行事件、行人事件、抛洒物事件、拥堵事件、低速/超速事件、交通事故等道路行车状况异常事件。交通事件定义应符合 GB/T 28789 的规定；交通事件检测设备要求如下：

- a) 应至少能够检测到异常交通事件信息，系统自动进行交通事件检测并输出检测结论，并具备报警信息提示功能；
- b) 有效检测范围内事件检测率 $\geq 96\%$ ，事件漏报率 $\leq 2\%$ ；
- c) 检测设备应具备自动录像功能，系统自动捕获并存储交通事件过程的影响，能按要求设定记录时间；
- d) 检测设备应具备自诊断和告警功能，视频信号丢失、系统设备故障、网络通信故障等情况发生时，系统能自诊断、记录并告警。

5.2.7 路侧感知系统部署原则

路侧感知系统部署原则如下：

- a) 点位选取原则：在城市区域内重点监控区域，并根据实际地形、尺寸等因素，定制化设计各类设备数量及部署情况；对重点路段实现全覆盖监控，各监控点位之间的距离控制在 300 m~400 m；
- b) 用杆原则：优先复用电子警察监控杆或监控杆部署，当电子警察监控杆或监控杆不可用或不足时，考虑使用信号灯杆或新立杆；
- c) 设备安装原则：多个路侧感知设备间应合理设置设施间距，满足感知覆盖要求；路侧感知设备的感知区域内应尽量避免遮挡，以免影响摄像头、雷达的感知效果。

5.3 道路基础设施状态信息监测

5.3.1 基础设施状态监测应包括道路状态监测、桥梁状态监测、隧道状态监测，并具备预警信息提示功能。

5.3.2 道路状态监测的主要指标项包含路面动荷载、路面病害和路基异常等，其中路面病害包含路面裂缝、坑槽、车辙、拥包等，路基异常包含边坡坍塌、路基沉降等。

5.3.3 桥梁状态监测的主要指标项包含结构应力、变形、结构裂缝、环境腐蚀、交通荷载和结构温度等，其中变形可分为水平位移、线性下挠和基础沉降等。

5.3.4 隧道状态监测的主要指标项包含能见度、CO 浓度、风速风向、亮度、火灾、交通事件和结构安全等，监测设备实测项目见表 1。监测设备应符合下列基本要求的规定：

- a) 监测设备应符合 GB/T 26944 等相关标准的规定；
- b) 监测设备及其配置的传感器安装位置应正确，符合设计要求；
- c) 全部设备安装调试完毕，监测设备应处于正常工作状态。

表1 隧道监测设备实测项目技术要求

项目	技术要求
CO 传感器测量误差	$\pm 1 \text{ ppm}$
烟雾传感器测量误差	$\pm 0.0002 \text{ m}^{-1}$
照度传感器测量误差	$\pm 2\%$
风速传感器测量误差	$\pm 0.2 \text{ m/s}$
风向传感器测量误差	正、反向方向正确

5.3.5 基础设施状态监测设备应符合下列部署要求：

- a) 基础设施状态监测设备部署位置、数量宜根据结构类型、设计要求、监测项目及结构分析结果确定；
- b) 监测数据接收设备附近不宜有强烈的反射信号的大面积水域、大型建筑、金属网及无线电干扰源。

5.3.6 基础设施状态监测设备应具有容错能力，发生故障时能够保证数据不丢失。

5.4 特定交通场景信息类别

5.4.1 前向碰撞预警

智能网联路侧设备实时感知车辆的位置、速度，并将这些信息发送给车辆。当前车辆通过相关信息判断其与前车存在潜在的碰撞危险时，向司机发出预警，比如通过声音、灯光、震动等方式。

5.4.2 路口碰撞预警

在交叉路口、高速路入口等场景，智能网联路侧设备实时感知车辆的位置、速度，并预估其未来行驶路线，向路口车辆发送相关信息。当前车辆判断其与其他车辆存在碰撞危险时，向司机发出预警。

5.4.3 变道预警

智能网联路侧设备实时感知车辆的位置、速度，并发送给车辆。当驾驶员意图变道时，车辆根据相关信息判断其与相邻车道的车辆是否存在碰撞危险，若存在向司机发出预警。

5.4.4 车道偏离预警

智能网联路侧设备实时感知车辆的绝对位置，配合道路高清地图以及车道识别信息，得到车辆在车道内的相对位置，并发送给车辆。当前车辆通过相关信息判断车辆已偏离车道时，向司机发出预警。

5.4.5 紧急制动预警

智能网联路侧设备实时感知车辆的位置和速度，当检测到车辆紧急制动时，向其后方车辆发送预警信息。

5.4.6 行人碰撞预警

智能网联路侧设备通过视频图像采集设备、雷达、路侧 MEC 设备、RSU 等设备实时弱势交通参与者（行人、自行车等）的位置、速度等信息，并将感知信息经过 MEC 处理实时发送给附近的所有车辆，车辆根据提供的信息判断弱势交通参与者的运行轨迹和车辆自身的前进方向判断是否可能发生碰撞。一旦发生碰撞的概率超过某个阈值，则向司机发出预警，并向车外弱势交通参与者（行人、自行车等）发出避险信号。

5.4.7 车辆失控预警

智能网联路侧设备实时感知车辆的运行轨迹、车道线和道路边界，并对其进行智能分析。当发现车辆高速驶离道路或高速横向跨越车道时，将该车辆的轨迹和危险程度发送给附近所有车辆。后者接收到信息后，向司机发出预警。

5.4.8 道路危险状况预警

智能网联路侧设备实时监控道路情况，当监测到道路中存在路面沉降、桥头跳车、路面障碍物、积水、深坑、突发事件等危险状况，或是检测到雨雪、大雾等恶劣天气造成在该路段行驶的危险系数较高时，将该信息发送给附近的所有车辆。后者接收到该信息后，向司机发出预警。

5.4.9 限速预警

智能网联路侧设备实时感知车辆速度，当判断到车速高于路段限速时，将该信息发送给附近的所有车辆。后者接收到该信息后，向司机发出预警。

5.4.10 交通拥堵预警

智能网联路侧设备实时感知路段内车辆的数量、位置、速度，并智能分析拥堵程度，当判断到交通发生拥堵时，将该信息发送给附近的所有车辆。后者接收到该信息后，通过声音、灯光、震动等方式向司机发出预警。

5.4.11 红灯预警

智能网联路侧设备获取路口交通信号灯实时数据，同时感知车辆的位置和速度，当检测到车辆存在闯红灯的风险时，将向该车司机和附近车辆发出预警。

5.4.12 紧急车辆提醒

智能网联路侧设备实时监控道路情况，当监测到紧急车辆（消防车，救护车，警车等），将通知附近车辆进行让行。

5.4.13 自适应巡航

智能网联路侧设备感知车辆与车道线和临近车辆的相对位置，并把这些信息实时发送给该车辆。之后智能网联路侧设备继续监控车辆的运行状态，一旦发现状态异常，便向车辆发送预警并建议退出自适应巡航模式。

5.4.14 车内标牌

智能网联路侧设备将道路交通标牌信息发送给附近车辆，给予司机相应的交通标牌信息提示。

5.4.15 车速引导

智能网联路侧设备获取路口交通信号灯实时数据，发送给附近车辆，车辆根据接收到的交通信号灯数据以及当前位置，给予司机一个建议车速，以使车辆能够更有效率地（最少的等待时间）通过交通灯路口。

5.4.16 汽车近场支付

汽车作为支付终端，与智能网联路侧设备（作为支付受理终端）产生信息交互，间接向银行金融机构发送支付指令，产生货币支付与资金转移行为，实现车载支付功能，增加了相关付费过程的效率与执行准确性。其主要应用包括 ETC、充电支付、停车支付、加油支付等。

5.5 气象环境信息监测

5.5.1 应至少能够监测 GB/T 33697 中规定的监测项目，气象环境信息重点监测项目包括：能见度、风速、风向、降水量、路面温度、路面状况（干燥、潮湿、积水）等。

5.5.2 城市道路沿线气象监测信息准确率应不低于 90%，每隔 10 min 以内上传一次数据；与气象、国土等部门、第三方气象信息服务平台共享的城市交通气象环境信息应实现定时自动传输与更新，交通气象预报格式的结构应符合 GB/T 27967 的相关规定。

5.5.3 城市道路交通气象监测设施应符合 GB/T 33697 中的相关规定，由以下两部分构成：

——城市道路交通气象监测站：硬件包括传感器、采集器、电源、通信模块、支架和机箱等。软件包括具有采集、处理、通信和控制等功能的应用软件；

——中心站监控管理系统：硬件包括计算机和网络设备。软件包括系统软件和应用软件，其中应用软件具有远程监控管理功能，将若干监测站与中心站建立联接并形成城市道路交通气象监测站网。

5.5.4 宜根据城市不同区域、不同路段的气象状况合理选择监测设备。在城市路网相对密集区域，沿线的气象监测设备应进行统筹建设与综合利用，以节约建设和运维成本。

5.5.5 恶劣气象条件频发区域应布设具有针对性传感器的气象监测设备，如在团雾易发的区域应布设能见度监测设备，在易积水的路段应布设路面温、湿度监测设备。

5.5.6 存在多种恶劣气象条件的区域，应同时监测相应环境参数，统筹气象监测设备的部署。

5.6 智慧灯杆

5.6.1 一般规定

智慧灯杆是以灯杆为载体，通过挂载各类设备提供智能照明、移动通信、城市监测、交通管理、信息交互和城市公共服务等功能，可通过运营管理后台系统进行远程监测、控制、管理等网络通信和信息化服务的多功能道路灯杆。多功能杆应符合 GB 50054、GB 50057、GB/T 18802.12、GB/T 18802.22、GB/T 50065、CJ/T 527 的相关规定。

5.6.2 系统组成

多功能智慧灯杆系统各子系统功能模块组成如下：

- a) 杆子系统由杆体、基础地笼、横臂、设备仓(含扩展)和智能门锁等模块组成；
- b) 供电和防雷子系统由防雷模块、配电模块和智能电源等模块组成；
- c) 通信子系统由智能网关、光纤盒 ODB、无线传输和 GPS/北斗天线等模块组成；
- d) 多功能智慧灯杆管理平台由接入管理、权限管理、数据管理、日志管理、安全鉴权、后台服务、运营支撑等功能模块组成。

5.6.3 功能要求

多功能智慧灯杆功能要求如下：

- a) 可以集成多元应用功能，可作为智能网联路侧设施集成应用的最佳载体之一；
- b) 应能为挂载设备提供杆上必要条件，包括各类挂载设备的安装固定、线缆接入和布设、网络接入、接地与防雷保护等功能；
- c) 应能为挂载设备提供所需交流或直流供电接口，宜具备漏电监测、供电监测、远程控制、倾斜监测、积水监测和舱门开关监测等功能；
- d) 设置应统筹用地、建筑、景观、道路空间等规划设计的管控要求，满足所在场景空间的服务功能需求；
- e) 外观设计应与当地城市规划和所处场景相融合，满足城市规划中对城市景观功能；
- f) 应具备可拓展性，为拟挂载设备和配套设施预留接口、安装空间和适度荷载和出线孔。

5.6.4 技术要求

多功能智慧灯杆技术要求如下：

- a) 安装高度、间距、灯臂长度等应满足照明、通信、供电、管道等相关标准；
- b) 技术参数符合传感、感知计算、通信、信息安全的要求；

- c) 金属杆体及构件、设备金属外壳、配电及控制箱等所有裸露金属部件外露可导电部分均应进行保护接地，并与接地端子之间具有可靠的电气连接；
- d) 多功能智慧灯杆的防雷接地应建立在联合接地、均压等电位、分区保护的基础上，并应根据电磁兼容原理，对电涌保护器的安装位置进行合理规划；
- e) 多功能智慧灯杆接地系统宜在联合接地的基础上采用分组接地方式，工作接地、安全保护接地和防雷接地之间宜采取相应的隔离措施，避免各功能接地的相互干扰和地电位反击对电子设备造成损坏，增加在各功能接地之间的隔离措施不应影响接地的正常工作；
- f) 移动通信基站的天线辐射主瓣方向（包括带有天线的设备如 AAU/RRU 等）2 m 内不应有对射频信号造成遮挡或影响的金属物体（如金属外壳灯头或装饰金属板或广告牌等），应对被遮挡的移动通信基站的安装位置、调整方向角等进行调整；
- g) 杆体上挂载的其它带有天线的设备（如 WLAN、RSU 等）宜安装在杆体的中部或下部，应避开移动通信基站天线辐射主瓣方向（包括带有天线的设备如 AAU/RRU 等），并和移动通信基站在垂直；
- h) 方向保持一定间距，垂直间距宜大于 1 m（横杆水平间距宜大于 2 m）；
- i) 杆体上挂载的其它无天线的电子设备，应避开移动通信基站天线辐射主瓣方向（包括带有天线的设备如 AAU/RRU 等），并和移动通信基站在垂直方向保持一定间距，垂直间距宜大于 0.5 m（横杆水平间距宜大于 1 m）。

5.6.5 布设要求

多功能智慧灯杆布设要求如下：

- a) 参考城市交通、照明等规划，根据先路口布设区域，再路段布设区域的顺序，合理调整杆件间距，整体布局设计，布点必须满足点位控制、整体布局、功能齐全、景观协调的总体要求，安装间距根据道路等级及道路断面情况确定，应符合 CJJ 45 的相关规定；
- b) 车流量大、道路平面交叉口、分离式及互通式立交，以及故障频发等交通复杂的重要地段；
- c) 设置间距符合感知覆盖和通信覆盖的要求，选址区域应该确保具备 24 h 供电能力；
- d) 多功能智慧灯杆杆体结构和功能设置应综合考虑挂载设备的工作环境、安装空间、结构承载能力、服务功能稳定性、耐久性（结构、设备、涂装）等因素，技术参数指标需满足杆体所挂载设备正常工作需求；
- e) 多功能智慧灯杆设计应满足使用年限和可靠性要求，挂载设备应满足相关标准要求；
- f) 杆体应按需布置出线孔，出线孔应考虑设备线的直径，应配置相应防水设计，预留的移动基站设备出线孔直径应不小于 20 mm；
- g) 杆体内宜按需进行垂直分舱；
- h) 杆体应进行内外防腐处理，并符合 CJ/T 527 的要求；
- i) 杆体应保证足够的强度、刚度和稳定性，材质选择应能满足安全和服务功能要求，并设置承载富余，杆体厚度应根据材质和总体荷载等因素进行测算。

6 智能网联设施通信网络

6.1 一般规定

6.1.1 路侧通信设施系统由监测设备、通信系统、RSU、MEC、路侧设施等构成。

6.1.2 监测设备包括：摄像头、激光雷达、毫米波雷达等监测设备。

6.1.3 MEC 具有：OBU 设备和路侧设施设备接入功能，进行边缘计算等功能，实时预警消息的处理和推送。

6.1.4 道路设施包括：交通标志、标线、交通信号灯、可变情报板、护栏、隔离设施、示警桩等其他路侧设施。

6.1.5 通信系统包括：通信网络、物联网模块等设备，具备接收和发送信号功能。

6.1.6 RSU 具有与 OBU 及其它系统组件通信的功能，与通信系统的网络通信功能。

6.1.7 车联网系统覆盖范围内应至少支持 V2V、V2I、V2N 的数据通信服务。

6.2 功能要求

6.2.1 路侧通信设施的通信子系统应具备接收和发送无线信号的功能，至少应该支持广播数据发送。

6.2.2 路侧通信设施消息层协议应符合 YD/T 3709 中的规定。

6.2.3 路侧通信设施应支持软件远程升级。

6.2.4 路侧通信设施应符合 T/ITS 0110—2020、YD/T 3755—2020 等的规定。

6.2.5 路侧通信设施应具备接受高精度定位服务提供的时钟信号，并用于其自身的时钟同步。

6.2.6 路侧通信设施应具备以下数据接口：

——一般数据接口应支持：TCP/IP、UDP/IP 传输协议；应支持 HTTP 等协议；

——安全接口应支持 TLS、DTLS 协议；

——应支持网络管理协议，宜为 TR069、SNMP 中的一种；

——扩展数据接口应根据实际情况确定。

6.2.7 路侧通信设施直线路段有效通信范围不低于 320 m。

6.2.8 路侧通信设施日志本地存储时间不少于 7d。

6.2.9 路侧通信设施或 MEC 设备，支持 RS-485、RS-232、RJ45 100M/1000M、4G/5G 等通信接口，支持 5905 MHz~5925 MHz 频段的直连通信功能。

6.2.10 路侧设备网络要求各点位路侧设备连接通过交换机与网线连接，通过设置 IP 形成局域网，点位的路侧设备距离超过 50 m 时，可通过光纤连接，配置光纤收发器进行网络转换。

6.2.11 路侧设备到平台网络路侧设备到平台的传输宜采用 5G 无线传输方式进行，也可通过光纤回传到平台。

6.2.12 路侧通信设施应满足耐高温、高湿环境，电子产品应满足电磁兼容要求。

6.2.13 路侧通信设施的物理环境安全、通信网络安全、区域边界安全、计算环境安全和安全管理应符合国家标准、行业标准有关要求。

6.3 技术要求

6.3.1 智能网联通信设施技术要求如下：

——C-V2X 设备通信范围 ≥ 150 m，上传数据更新频率 ≥ 10 Hz；

——通信时延： < 50 ms；

——业务时延： < 20 ms；

——发射功率： $23\text{ dBm} \pm 2\text{ dB}$ ；

——传输接口：支持以太网口通信，速率： $100\text{ Mbps}/1000\text{ Mbps}$ ；

——工作环境温度： $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

——存储温度： $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

——通信距离： ≥ 250 m。

6.3.2 高精度地图定位、路侧通信设施布置宜满足以下布置要求：

- a) 高精度定位宜采用北斗系统，应为智慧道路各类传感器提供精准的定位增强信息；应能够提供空间连续覆盖的定位增强信息，定位精度 $<1\text{ m}$ ；
- b) 路侧通信设施布置宜选择 GNSS 信号良好，且能接受到差分站数据的位置；
- c) C-V2X 路侧通信单元尽可能保持 $5\text{ m}\sim 8\text{ m}$ 高度，以实现对区域进行覆盖；接收机定平均故障间隔时间（MTBF） $\geq 8000\text{ h}$ 。

6.4 布置要求

6.4.1 路侧通信设施布置宜满足以下布置要求：

- a) 在道路弯道路段、交叉口、桥梁、隧道、互通式立体交叉连接部、匝道出入口及交通环境较复杂等路段，宜保证基本覆盖；
- b) C-V2X 路侧通信单元选择空旷处，周边无明显遮挡信号的障碍物，温度和湿度合适；
- c) 宜部署在路口的智慧设备杆上或多功能杆上，高度不低于 3 m ，不高于 8 m ；
- d) 应符合 JTG D80 中的相关规定。

6.5 通信信息网络要求

6.5.1 接口要求

智能网联通信设施接口要求如下：

- a) 网络层由 Uu 通信及 PC5 通信及固网通信构成，支持 4G/5G 通信、C-V2X 通信及专网通信；
- b) PC5 接口要求：PC5 接口是一个开放的标准接口。对于 LTE-V2X 路侧设备，PC5 接口应符合 YD/T 3755 中的规定；
- c) Uu 接口要求：Uu 接口是一个开放的标准接口，蜂窝网络的设备应符合国内通信行业标准。

6.5.2 协议要求

C-V2X RSU 通信协议应符合 GA/T 17430、YD/T 3340、YD/T 3400、YD/T 3594、YD/T 3755—2020、YD/T 3707、YD/T 3709 及 T/ITS 0110 中的规定。

7 路侧计算设施

7.1 一般规定

7.1.1 路侧计算设施包含 MEC 服务器、MEC 云平台（含部署环境）和 MEC 边缘节点（MEC 路侧设备）。

注：本文件 MEC 是指路侧计算设施包括部署在路侧的单个计算单元、部署在路侧机房中的 MEC 设备、5G 核心网的 MEC 系统，并可部署第三方应用的设施。

7.1.2 MEC 由数据处理与控制单元、数据存储单元、通信单元和定位单元等模块构成。

7.1.3 MEC 应满足工作环境所需的机械、电气、防护等要求。

7.1.4 MEC 与车辆交互时，可通过 RSU 转发。

7.2 功能要求

7.2.1 MEC 应具备感知设备和基础设施数据接入功能，如摄像头、雷达、信号灯等。应具备对自身和接入设备进行管理，包括参数配置、OTA 升级、设备运维管理、远程开机/重启、日志管理、高精度时

钟同步等。

- 7.2.2 应具备对不同接入数据进行融合处理与智能分析的能力，符合以下要求：
- 应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；
 - 应支持支持雷达、摄像机、激光雷达的感知识别，原始数据的感知融合处理；
 - 应支持行人、机动车及非机动车等道路交通参与者检测和分类识别；
 - 应支持道路交通事件的检测和识别，道路交通事件类别参见 GB/T 28789 的相关描述；
 - 应支持各类结构化数据的融合处理；
 - 可根据车路协同应用需求，提供 V2X 应用服务。可支持包括但不限于 T/CSAE 53、T/CSAE 157、T/CSAE 158 等标准中定义的 C-V2X 应用场景。
- 7.2.3 MEC 应具备与中心云交互功能。
- 7.2.4 MEC 应具备车载信息增强功能。将车路协同应用的计算结果通过路侧通信设施下发车辆。
- 7.2.5 MEC 宜提供车辆在线诊断功能。需具备大数据存储和分析能力，通过车辆在自动驾驶状态下上传的车辆感知、状态、决策等信息，实现实时数据样本在线监控和分析，并对诊断报告进行云端存储。
- 7.2.6 除轻量级 MEC 外，MEC 应支持第三方应用、模型和算法的快速部署。其中的应用、模型和算法应支持与中心端的协同运行和数据互通。
- 7.2.7 路侧计算设施应具备高精度地图静态数据的远程调用和本地存储功能，并支持地图数据与其他接入该设备的路端感知数据的融合处理。
- 7.2.8 路侧计算设施可根据实际情况增加相应的路端设备控制功能，如交通信号控制机、信息发布设施。
- 7.2.9 路侧计算设施应同时支持本地或远程的数据的存储、检索功能。
- 7.2.10 MEC 应具备高信息安全能力，针对敏感数据的实时计算、结果下发以及本地存储的历史敏感数据的访问应具备技术防护措施，包括身份认证与鉴权、信息加密、防篡改、防病毒木马攻击、防 DDoS 攻击、异常流量自动检测和清洗等。
- 7.2.11 伴随技术演进和产品迭代，MEC 应具备电信运营商 UPF 接入能力。宜支持联邦学习，使机器学习应用程序能够以分布式方式利用数据，而不直接交换原始数据，也不允许任何一方推断其他方的私有信息。联邦机器学习（FML）能够促进多方之间的协作，从而保护用户隐私和信息安全。

7.3 性能要求

- 7.3.1 路侧 MEC 设备接入能力符合以下要求：
- 应支持同时接入不少于 4 路 RSU 设备和 4 路信号机设备；
 - 路侧 MEC 设备算力不大于 16TOPS（int8）情况下，应支持同时接入不少于 3 路摄像机、1 路激光雷达设备和 2 路毫米波雷达，且摄像机分辨率不低于 1920×1080P，激光雷达扫描通道不少于 32 线；根据不同的算力，路侧 MEC 设备可接入的感知设备数量参见表 2。

表2 路侧 MEC 设备接入能力参考

MEC设备算力条件（int8）	摄像设备（数量）	激光雷达（数量）	毫米波雷达（数量）
≤16 TOPS	3	1	2
≤32 TOPS	6	2	4
≤64 TOPS	12	4	8
≤80 TOPS	15	5	10

7.3.2 MEC 工作温度应满足：-20 ℃~50 ℃。

7.3.3 MEC 防护等级应满足：室内 MEC 防护等级不低于 IP40，室外安装 MEC 防护等级不低于 IP65。

7.4 部署要求

7.4.1 MEC 边缘计算节点布置应满足如下要求：

- 轻量型（10 kg 以内）的边缘计算单元，应尽可能靠近 RSU 布置，可与 RSU 共杆布置；
- 重量型（10 kg 以上）边缘计算单元可布置于蜂窝基站机房、监控中心、收费站、服务区、城市十字路口、重点监控路段等地，并需做到防水，防尘，对设备及时降温；
- MEC 与路侧通信单元之间通过以太网连接通信；
- MEC 的布置应靠近感知设备部署位置，减少长布线；
- MEC 布置地点应足基本的通电通网要求、周围环境无其他信号源干扰、有利于设备稳定运行的地方；
- 大型 MEC 部署于路侧机柜中，小型 MEC 设备部署于灯杆上；
- 重点监控重点路段、十字路口应加密 MEC 的布置。

7.4.2 路侧计算设施根据与其对接的其他道路附属设施的数量，可分为节点路侧计算设施、区域路侧计算设施和广域路侧计算设施。

8 交通大数据平台

8.1 一般要求

交通大数据平台应满足以下要求：

- a) 交通大数据平台通过路侧通信设施与路侧计算设施、车载网联设备、交通诱导设备、交通信号灯控制设备、信息发布设施等进行通讯，实现信息交换、路网管理、智能网联信息服务等功能；
- b) 交通大数据平台主要由数据管理系统、数据感知融合系统、监控管理系统、运营管理系统、数据分析系统、决策控制系统、信息发布系统等构成，系统构成如图 2 所示：

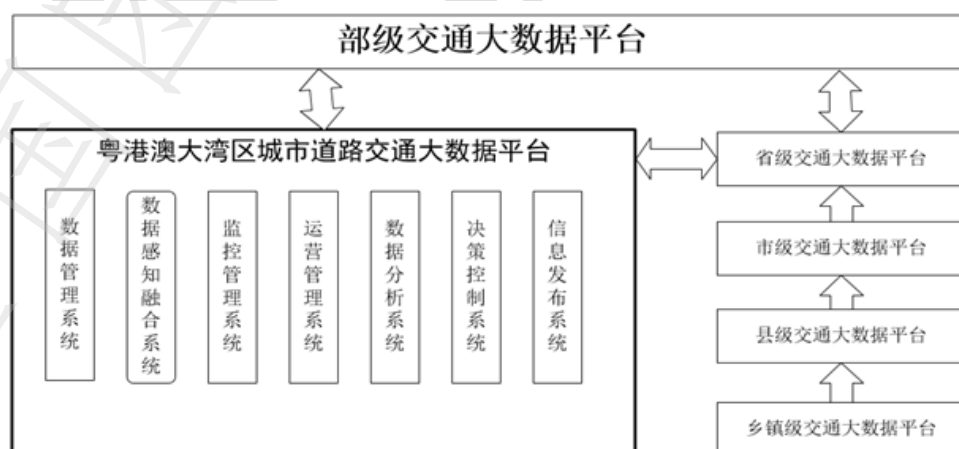


图2 交通大数据平台结构图

- c) 交通大数据平台应采用一套交换架构、一套安全机制、一套质量管控、一套处理模型、一套数据标准及一套指标体系。

8.2 功能要求

交通大数据平台应满足以下功能要求：

- a) 数据管理功能应实现多设备统一的设备管理、车辆管理等功能；
- b) 数据感知融合功能应实现多设备统一接入、数据汇聚、感知融合等功能；
- c) 监控管理功能应实现城市道路、智能网联设施、城市交通运行状态、气象环境的监测管理功能；并基于监测管理实现紧急事件快速发现、预警、指挥调度、联动处置、事件评价等，紧急事件包含但不限于道路阻断事件、道路拥堵事件、道路环境灾害事件以及其他事件；
- d) 运营管理功能应实现城市道路路段级、路网级的车路协同管控，包含但不限于车道引导、车速引导、交叉路口防碰撞、绿波行驶速度提醒、服务区提醒、异常预警等服务；
- e) 数据分析功能应实现设备设施性能评价、道路网交通需求预测、道路网短时运行态势分析、道路网交通风险分析等，为驾驶行为管理、交通态势分析、路网管控决策提供支持；
- f) 决策控制功能实现对所辖区域的车辆、交通控制与诱导设施等交通管控决策；
- g) 信息发布功能应具备手动和自动信息发布功能；并具备对外通信接口，可向上级管理中心或第三方数据平台发送所需信息。

8.3 性能要求

8.3.1 对交通监测信息的采集与处理应符合下列性能要求：

- a) 交通流监测数据的计算时延应不大于 100 ms，信息的准确率不低于 95%；
- b) 交通事件监测数据的计算时延应不大于 100 ms，信息的准确率不低于 95%；
- c) 接入的交通感知设施客户端并发数应不少于 1000 个/100 km；
- d) 交通气象环境与基础设施状态监测数据采集周期不大于 10min，路侧设施故障信息采用事件触发方式上传，响应周期不大于 1 min。

8.3.2 向智能网联路侧设施、智能网联车辆等发布信息应符合下列性能要求：

- a) 交通流状态、交通事件监测信息的误报率应不大于 5%，可靠性（置信度）应大于 95%，时效性小于 1 s；
- b) 交通控制与诱导等交通管控信息的信息丢包率应不大于 0.1%，准确率应不小于 99%，时效性小于 1 s；
- c) 辅助驾驶安全预警信息准确率应不小于 99%，丢包率小于 0.1%，时效性小于 100 ms；
- d) 公路交通气象环境状态、基础设施状态发布的准确率不低于 90%，更新周期不大于 30 s。

8.3.3 时钟同步要求如下：

交通大数据中心所辖服务器、工作站与路侧设施与授时中心全天候时钟同步误差应小于 10 ms，在同步故障的情况下保证同步误差小于 20 ms；

8.3.4 数据存储应满足下列性能要求：

- a) 音视频备份周期不小于 30d，卡口等备份周期不小于 90d；
- b) 交通流状态、交通事件、浮动车、交通气象环境数据保存周期不小于 90d；
- c) 基础设施状态信息保存周期不小于 360d。

8.4 部署要求

交通大数据平台部署要求如下：

- a) 交通大数据平台安全防护满足信息安全等保三级要求；
- b) 交通大数据平台中心机房的整体设计建设等级应不低于 GB 50174 中 B 级的等级要求。

9 信息发布设施

9.1 一般规定

9.1.1 信息发布系统包括可变信息标志和停车诱导设施。

9.1.2 可变信息标志应遵循现行的 GA/T 484 中的基本功能要求，并依据 GB/T 29103 中的相关规定进行信息发布。

9.1.3 停车诱导设施应遵循 GB/T 26770 中的相关规定。

9.1.4 信息发布设施布设宜与大型标牌、天桥及其他建筑物相距 100 m 以上，不得有遮挡物。

9.2 功能要求

9.2.1 可变信息标志应能发布文字或图形信息，如文本、图形及二、三维动画等；具有丰富的播放方式，播放方式可灵活选择；支持各种格式图形图像文件的播放，如：BMP、TGA、TIF、JPG、GIF、DIB 等。

9.2.2 信息发布系统应能与智能网联车辆联网，支持向智能网联车辆发送交通路况、交通诱导、交通事件、交通管理、安全警示、停车诱导等引导信息。

9.2.3 信息发布系统应根据交通运行、道路状态等信息的变化，发布相应的交通管理方案，并能实时、准确、可靠地传递给车辆或云平台。

9.3 性能要求

9.3.1 支持常规通信接口和 5G；LTE-V2X 直连通信功能。在可靠性方面，数字化交通标志向车载智能设备传递数据准确率达到 99.99%，感知延时小于 20 ms，智能化动态策略通信时延小于 100 ms。

9.3.2 消息时延要求小于 100 ms、通信距离大于 200 m、消息频率大于 10 Hz、定位精度优于 1 m。

9.4 布设要求

9.4.1 可变信息标志部署要求如下：

- 快速路出入口、主辅路汇入汇出口、互通式立体交叉、重要道路相交交叉口等布设；
- 城市总长 $L > 1000$ m 特大桥梁、长度 $L > 500$ m 的隧道布设。

9.4.2 停车诱导设施应部署于重要商圈、热点场所、大型交通吸引点周边道路。

9.4.3 新能源充电站诱导设施应在一般城市道路出口附近部署。

9.4.4 公交车停靠站或出租车停靠站前宜设置相应的电子站牌。

10 信息安全

10.1 一般规定

10.1.1 网联通信设施应符合技术标准，且在投入之前应通过测试和联调测试。

10.1.2 网络安全防护类标准主要包括路侧设施、计算控制中心等进行信息交互过程中的网络安全防护

方法等相关标准。

10.1.3 网络安全路侧设施包括：网线，交换机，ONU，网关，光纤，服务器，传感器、交通环境监测器、气象环境监测器。

10.1.4 网络安全设施包括：室外机柜、安全交换机、带安全芯片的边缘计算单元和 C-V2X 路侧通信单元。

10.1.5 网络安全云控中心设施包括：工控机或服务器、安全交换机以及专用网络安全防护设备。

10.1.6 满足隐私的相关规定。

10.2 功能要求

10.2.1 安全通信网络要求

安全通信网络要求如下：

- 网络通信信息安全主要包含网络结构安全、访问控制、网络设备防护；
- 网络结构安全应保证关键网络设备的业务处理能力具备冗余空间；
- 访问控制应能够通过系统在系统区域边界部署防火墙或其它访问控制设备、设置访问控制策略；
- 网络设备防护应具备鉴别登录用户身份、限制网络设备管理员登录地址、处理登录失败、防止网络远程管理被窃听等功能；
- 网络通信应根据不同应用的重要性划分优先级，保障关键业务具有网络通信的优先使用权。

10.2.2 OBU 与 OBU 通信安全

OBU与OBU通信安全应满足以下要求：

- OBU 区域间能够相互确认对方的身份，能够鉴别出恶意节点，防止信息被非法的获取；
- 提供密钥管理，对传输的信息和路由信息进行加密，可提供定位和位置验证。车载区域间的通信网络主要是无中心自组织网络，密钥管理可采用局部分布式 CA、完全分布式 CA、自发布证书 CA 等方式；
- OBU 区域间的通信网络提供安全的路由和数据转播，报文分组转发和路由信息转发过程中信息不会被篡改，能够确保信息完整准确地到达目的节点；
- OBU 区域间的通信网络信源无法否认已经发送过报文分组信息，防止恶意节点抵赖的行为。OBU 区域间的通信网络在遭受攻击的情况下仍能保证正常可靠的通信，不会因为恶意攻击而陷入瘫痪，并及时掌握新的网络情况和获取新的指示等。

10.2.3 OBU 区域与路侧设施通信安全

OBU区域与路侧设施通信安全应满足以下要求：

- 通信主要是广播和点对点方式，提供安全的数据传播，保证数据在传播过程中不被篡改、丢弃或者插入虚假数据。对传输的信息和路由信息进行加密，可提供定位和位置验证；
- 能够相互确认对方的身份，能够鉴别出恶意节点；
- 通信网络信源无法否认已经发送过报文分组信息，防止恶意节点抵赖的行为。提供密钥管理，对机密信息提供加密，确保传输的安全性。

10.2.4 OBU 区域与用户终端设备通信安全

OBU 区域与用户终端设备通信安全应满足以下要求：

- OBU 区域与用户终端设备建立连接之前，需要得到 OBU 终端授权鉴权，主要针对使用手机、电脑等对各类设施进行控制的操作，防止恶意节点获取或发送信息提供密钥管理，对信息提供加密，保证数据的安全性；
- 保证数据不被篡改、丢弃或插入虚假数据，能够完整的到达目的节点。

10.2.5 OBU 区域与云控中心通信安全

OBU区域与云控中心通信安全应满足以下要求：

- OBU 区域与云控中心建立连接需要经过注册、认证和授权；
- 网络通信信息的完整性、机密性保护，提供网络中通信信息完整性和机密性保护，保证网络间信息的准确性，信息不被篡改；
- 支持网络的安全审计，统中的设备运行状况、网络流量、用户行为等按需求进行日志记录，并在一定程度上控制用户的行为，保证用户的正常行为；
- OBU 区域与云控中心的通信网络能针对灾难、故障和紧急事件提供相应的处理手段。

10.2.6 认证确认

通过网络通信传送的针对车载端的关键操作，应采用强验证手段，确保只有授权的 OBU 可以实施相应的操作。

OBU 端发起连接时，应进行认证，并尽量启用通信协议所支持的安全模式进行通信。

10.2.7 安全计算环境要求

安全计算环境应满足以下要求：

- 能够对管理系统的运行状况进行监测，并在发现异常时进行告警；
- 当进行远程管理时，网联通信设置设施之间建立双向身份验证机制；
- 应采用完整性校验手段对关键代码或文件进行完整性保护；
- 应通过授权访问控制功能模块达到授权访问控制安全要求；
- 应提供本地数据备份与恢复、异地数据备份等功能，保证系统的高可用性；
- 持对操作系统关键事件的日志功能，记录事件的时间、对象、描述和结果等；
- 支持日志上传功能，上传时对云端进行认证；根据云端管理需求，采取安全的方式传输日志，确保数据的完整性和可认证性；
- 应采取访问控制机制，对日志读取写入的权限进行管理；应对日志存储进行安全防护。

10.3 技术要求

10.3.1 物理安全要求

物理安全应满足以下要求：

- 网联通信设施应具备访问控制、防盗窃和防破坏等措施，具备视频监控、拾音，设施上锁；
- 技术要求安装防雷、接地等保护装置，具备防电磁干扰能力，防水等级不低于 IP67；
- 资源节点应物理边界隔间，终端设施划分子网。

10.3.2 安全通信网络要求

安全通信网络应满足以下要求：

- 各类终端设施接入网络时应具备唯一标识，对各类终端设施接入行为应具有身份鉴别机制，采取禁用闲置端口、设置访问控制策略等防护手段；
- 对于网关、防火墙等网络边界设备，应具备安全策略配置、口令管理和访问控制等安全控制；
- 网联通信的数据传输，应有数据校验功能以确保数据传输的完整性；
- 应采用标准化时间戳机制等技术确保数据传输的可用性；
- 应采用技术手段对数据传输的隐私性进行保护；
- 在网络数据交互前，应采用认证等方式为交互双方身份的可信性提供证明；
- 应采用国家法律法规允许的加密算法对网络传输数据进行加密，确保信息的保密性；网联通信应具备防伪基站攻击、防中间人攻击的能力。

10.3.3 系统安全要求

系统安全应满足以下要求：

- 应对登陆主机系统各用户标识与鉴别；
- 应启用访问控制功能并制定相应的安全策略；
- 应限制默认账户的访问权限并及时更改默认账户及口令等身份验证信息；
- 应对系统中多余、过期的账户，定期进行删除的管理制度；
- 应遵守操作系统最小权限原则；
- 及时更新补丁程序，应安装防恶意代码软件版本，并及时更新防恶意代码软件版本和恶意代码库；
- 在使用中间件技术时，应有相应措施保证其安全性；
- 应提供数据有效性检验功能，保证人机交互时的数据格式与长度符合系统设定要求；
- 对涉及国家安全、社会公共秩序、公民个人隐私等的重要数据进行异地备份，以确保其安全。

11 照明及供电设施

11.1 一般规定

- 11.1.1 本文件适用于额定电压在 80 V 及以下的道路照明配电网络和用电装置。
- 11.1.2 所有使用的道路照明电气设备器材，均应符合国家或部颁的现行技术标准，并具有合格证件，设备应有铭牌。
- 11.1.3 施工中的安全技术措施，应遵守道路照明建设安全技术操作规程的有关规定。

11.2 功能要求

- 11.2.1 为路侧设施提供稳定可靠、持续保持的供电能力，其承载设备提供 24 h 供电，并配备备用电力供应措施。
- 11.2.2 供电保障感知设备可以正常获取数据，并提供不间断 UPS 电源。可以满足自动驾驶车辆进入安全模式或实施安全措施的时间。
- 11.2.3 需要为路侧设施提供稳定可靠、持续保持的供电能力，其承载设备提供 24 h 供电，并配备备用电力供应措施。

11.3 性能要求

- 11.3.1 车道和路口宜建设全程照明系统，照明质量符合 CJJ 45、GB/T 24969 中照明等级一级的技术

要求。

11.3.2 供电电压、功率因素、电能质量、功能效率等符合 GB/T 12325 和 GB/T 15945 中的规定。

11.4 布设要求

11.4.1 应根据道路和场所的特点及照明要求，选择常规照明方式、半高杆照明方式或高杆照明方式进行道路照明设计。

11.4.2 任何道路照明设施不得侵入道路建筑限界内。

11.4.3 常规照明灯具的布置可分为单侧布置、双侧交错布置、双侧对称布置、中心对称布置和横向悬索布置五种基本方式。采用常规照明方式时，应根据道路横断面形式、道路宽度及照明要求进行选择。

11.4.4 灯杆不宜设置在路边易于被机动车刮碰的位置或维护时会妨碍交通的地方。

11.4.5 灯杆自身及挂载设备不应造成道路交通、行人等造成坠落、阻挡、触电、盲区阻碍等风险。

11.4.6 参考城市交通、照明等规划，根据“先路口布设区域，再路段布设区域”的顺序，合理调整杆件间距，整体布局设计，布点必须满足点位控制、整体布局、功能齐全、景观协调的总体要求，安装间距根据道路等级及道路断面情况确定，应符合 CJJ 45 的规定。

12 车路协同和自动驾驶支持

12.1 一般规定

一般规定如下：

- a) 智能网联设施建设，为车路协同服务提供支持，实现车路间信息数据的采集、发送、分析、决策等过程，提供高精度定位、安全驾驶辅助、客流监控管理、视频信息存储等在内的多项车路协同服务；
- b) 智能网联车端设备通常有定位设备、通信设备、高清视频监控、雷达、ADAS、CAN 分析仪、智能调度终端、客流检测终端；
- c) 智能调度终端应由处理器、内存和存储器系统、4G/5G 通信模块、GPS/北斗卫星定位模块、音频模块、WIFI、实时时钟、外设接口模块、指示灯、电源模块、显示屏、蜂鸣器等组成。

12.2 功能要求

12.2.1 应支持 GPS/北斗卫星定位。

12.2.2 应至少支持基于国内移动、电信、联通的通用 4G/5G 通信网络中的一种，为车载网联设备提供统一通信支撑，支持实现车辆与其他网联设备、网联平台进行通信。

12.2.3 高清视频终端应具备以下功能：

- 视频和预警信息存储；
- 与其他车载网联设备、模块之间的互联、互动、信息共享；
- 通过 RS232/485 接口与其他车载网联设备、模块联动。

12.2.4 行驶安全辅助设备包括雷达、ADAS 以及 CAN 分析仪，各部分功能要求如下：

- 雷达应能全方位监测车辆四周环境，并计算车辆距离；
- ADAS 应能对车道偏离、车距监测、行人、车辆、障碍物碰撞等危险状况进行预警及记录；
- CAN 分析仪应支持对车辆驾驶行为、车辆工况采集及分析，实现风险判别。

12.2.5 智能调度终端应具备以语音、文字形式自动或手动报站的功能，支持平台调度任务下发、车辆任务执行反馈等功能。

12.2.6 客流检测终端应能实现对上、下车客流进行监测，分析车厢客流与客流拥挤度，并向后台上传数据的功能。

12.2.7 车载终端应具备检测功能，通过设备信号灯或显示屏显示结果，并将检测异常的结果上报后台，同时形成检测记录，本地存储并上传。

12.3 高精度定位要求

12.3.1 主要应用场景的指标要求

主要应用场景的指标要求见表3。

表3 主要应用场景指标表

应用场景	典型场景	通信方式	定位精度 (m)
交通安全	紧急制动预警	V2V	$\leq \pm 1.5$
	合流点碰撞预警	V2V, V2I	$\leq \pm 5.0$
	路面异常预警	V2I	$\leq \pm 5.0$
交通效率	车速引导	V2I	$\leq \pm 5.0$
	前方拥堵预警	V2V, V2I	$\leq \pm 5.0$
	紧急车辆优先	V2V	$\leq \pm 5.0$

高精度定位对同步设备的时间同步和精度等级要求见表4。

表4 高精度定位时间同步和精度等级要求

时间同步精度等级	同步设备输出接口间指标	不同同步设备输出接口间指标
A	$\pm 1 \text{ ns}$ (定位精度 1 m)	引入时差 $\leq 5 \text{ ns}$
B	$\pm 5 \text{ ns}$ (定位精度 3 m)	引入时差 $\leq 5 \text{ ns}$
C	$\pm 10 \text{ ns}$ (定位精度 5 m)	引入时差 $\leq 5 \text{ ns}$

12.3.2 路侧定位服务性能要求

路侧定位服务指智能网联系统通过对路侧部署的传感设备(如激光雷达，摄像头，毫米波雷达等)所采集实时信息的分析，对道路车辆及其他目标进行定位，并将位置信息提供给道路使用者以支持提升道路安全、交通效率用例的服务。

常用路侧定位技术包括激光定位、UWB 定位、视频定位、毫米波雷达定位、融合定位等。路侧定位服务需满足以下要求：

- 覆盖范围：路侧定位服务应明确服务的覆盖范围，并在覆盖范围内满足路侧定位服务性能各项要求；
- 服务容量：路侧定位服务所能支持的服务容量，需能满足覆盖范围内合理容纳车辆的上限数量，并满足路侧定位服务性能各项要求；
- 时延及时钟同步：路侧定位服务的时延需满足应用服务所需的最低时延要求，并在满足时钟同步要求基础上对定位结果标注时间戳；

- 播报性能：路侧定位服务的播报性能，需满足对应应用服务所需的连续获取位置信息需求，建议刷新频率不低于 10 Hz；
- 服务完好性：路侧定位服务应确保服务提供的信息准确度，在定位服务误差超过警报阈值时向智慧网联系统发出告警，并明确服务运行期间定位误差超过误差警报阈值的概率区间。

12.4 自动驾驶支持

12.4.1 一般规定

一般规定如下：

- a) 自动驾驶支持采用先进的传感技术、网络技术、计算技术及控制技术等，对道路和交通环境进行全面感知，并考虑不同的车辆自动化程度和不同的交通系统集成阶段，实现高效感知、预测、决策和控制；
- b) 自动驾驶监测与服务中心的建设规模应根据所辖区域路网通行能力、交通量、运营养护管理模式、道路建设项目特点、自动驾驶服务能力等因素综合确定；
- c) 可供自动驾驶车辆通行的道路，应设置自动驾驶道路或自动驾驶车道指示标志等安全设施。

12.4.2 功能要求

自动驾驶功能要求如下：

- a) 自动驾驶道路路侧设施应支持及时获取全路段的道路及交通安全设施、信号灯信息、交通运行、交通管控、交通事件等信息。
- b) 自动驾驶车辆宜支持实现车路协同功能交互，并至少具备以下功能：
 - 为智能网联汽车提供物理基础设施支持；
 - 为智能网联汽车提供道路拥堵情况、施工情况、交通事故、交通管制、天气情况等实时交通动态信息；
 - 为智能网联汽车提供实时车辆行驶速度、车辆间距、车道选择等引导信息。

附录 A

(资料性)

主要设备

A.1 路侧端广域多目标毫米波雷达

A.1.1 设备功能

A.1.1.1 信息检测

具备车辆运行轨迹跟踪功能，车辆在运动状态下，对车辆的二维坐标位置，车辆速度、车辆航向、车辆跟踪运动轨迹、车头时距、车头间距等信息进行检测输出。

通过软件在每个车道上设置1-10个检测断面（含正向车道和反向车道），可根据要求设置各线圈位置、长度等，并能输出线圈压占状态。

可检测各车道虚拟线圈上经过的车辆的存在信息，可通过图形化界面显示车辆进入时的驶入信号、车辆离开时的驶离信号，车辆处于静止状态时可持续稳定保持存在信号。

A.1.1.2 交通参数统计

具备交通参数统计功能，可统计车流量、车道占有率、平均车速、平均车头时距、平均车头间距等交通参数，并输出。可通过软件设置数据统计周期，设置周期范围为1 s~3600 s。

A.1.1.3 交通状态分析

支持静态和动态排队长度检测功能，可通过图形化界面输出排队长度、队首队尾车辆位置、排队车辆数，可根据需求设置动态排队条件参数值。

支持对检测区域内区域状态进行分析，包括畅通、缓行以及拥堵，并输出状态。

A.1.1.4 事件分析

具备交通事件分析功能，可分析异常停车、逆行、变道、超高速、超低速、未保持安全车距等，并可输出报警信息。

A.1.1.5 网络授时

具备 NTP 网络授时功能，授时精度为 ms 级。

A.1.2 规格与技术参数

A.1.2.1 射频指标

工作频段：W波段

中心频率：77 GHz

信号带宽：0.5 GHz

发射功率：14.1 dBm

方位角：18°（远距离）/120°（近距离）

俯仰角：14°（远距离）/20°（近距离）

距离分辨：1.4 m（远距离）/0.35 m（近距离）

方位分辨：1.6°（远距离）/3.2°（近距离）；

1.2°（远距离）/2.8°（近距离），开启波束锐化
 距离精度：0.2 m（远距离）/0.1m（近距离）
 方位精度：0.1°（远距离）/0.3°（近距离）
 扫描周期：50 ms~100 ms

A.1.2.2 探测指标

探测车道：双向10车道；
 探测范围：500 m；
 扫描方式：采用电子扫描，非机械扫描工作模式；
 目标跟踪：不少于512个目标批次处理；
 信息输出：
 ——车辆信息：目标跟踪编号、目标位置、目标车道、目标速度、目标航向等；
 ——交通参数：车流量、车道占有率、平均车速、车头时距、车头间距、排队长度等；
 ——事件信息：异常停车、逆行、变道、超高速、超低速、未保持安全车距；
 ——探测精度：车流量 $\geq 98\%$ ；单车速度 $\geq 98\%$ ；时间占有率 $\geq 95\%$ 。

A.1.2.3 工作电压

工作电压：DC 7 V~32 V
 工作电流：1.5 A
 工作功耗：<15 W

A.1.2.4 环境指标

防水等级：IP67
 工作温度：-40℃~65℃

A.1.3 接口

通信接口：RS232/RS485和以太网口
 硬件接口：防水航空插头
 通信协议：自身应具备完善的通信协议，包括参数设置和信息上报；也应能兼容RSU以及车路协同中心系统的通信协议

A.1.4 配套软件

设备应具备配套的配置调试软件，支持设备的参数设置读取、时间校准、上报数据显示、远程升级等功能。

A.1.5 布设要求

在道路平直的情况下，设备布设可采用以下两种方式：

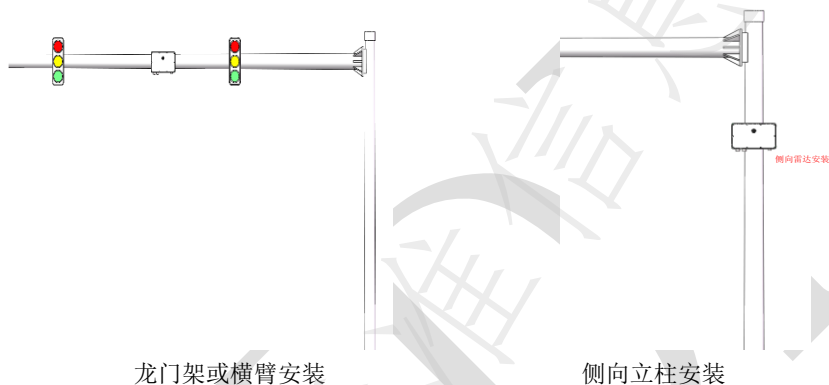
- 同杆安装。在同一个点位背向安装 2 套广域多目标雷达，可实现全向雷达的检测范围。可 700 m~1000 m 间隔树立杆件，安装雷达。除盲区外，实现道路全覆盖。
- 级联安装。在每个点位安装 1 套广域多目标雷达，每 400 m~500 m 间隔树立杆件，同方向安装雷达。可实现无盲区的道路全覆盖。

在道路存在弯曲的情况下,应根据实际情况缩短杆件的间隔距离,防止因道路弯曲带来的遮挡和盲区。

A. 1. 6 安装要求

A. 1. 6. 1 设备架设

广域多目标雷达为大范围场景监控雷达,可以对目标进行正向或背向目标检测与跟踪,安装方式可以正向安装也可以侧向安装。安装方式示意图见图A. 1。



图A. 1 设备架设示意图

在半封闭施工方法中,考虑到设备安装的便捷性,应采用专业万向节,可以满足横臂、龙门架、竖杆等不同的安装环境,可以快速的架设安装。

A. 1. 6. 2 杆件位置

道路安装,如果可在道路中间隔离带立杆,或依托于龙门架,设备安装在道路中间位置,可实现道路双向车辆的完全覆盖。

如果在路侧安装,建议道路两侧分别立杆,安装毫米波雷达,分别检测本测方向车辆,以避免隔离带遮挡对面车辆检测,影响检测精度。

杆件高度应高于 6.5 m, 可以和视频、RSU 等设备共用杆件。

A. 1. 7 测试方法

毫米波雷达应该按照 GB/T 20609 和 GB/T 26771 的相关规定进行测试。

A. 2 路侧端雷视融合一体机

A. 2. 1 设备功能

A. 2. 1. 1 数据融合

集成毫米波雷达组件和视频成像组件,可支持毫米波雷达和视频独立进行目标检测和识别,并支持两类传感器进行异构数据融合,形成统一目标检测识别。

A. 2. 1. 2 信息检测

具备车辆运行轨迹跟踪功能，车辆在运动状态下，对车辆的二维坐标位置，车辆速度、车辆航向、车辆类型、车辆跟踪运动轨迹、车头时距、车头间距等信息进行检测输出。

通过软件在每个车道上设置1-10个检测断面（含正向车道和反向车道），可根据要求设置各线圈位置、长度等，并能输出线圈压占状态。

可检测各车道虚拟线圈上经过的车辆的存在信息，可通过图形化界面显示车辆进入时的驶入信号、车辆离开时的驶离信号，车辆处于静止状态时可持续稳定保持存在信号。

A.2.1.3 交通参数统计

具备交通参数统计功能，可统计车流量、车道占有率、平均车速、平均车头时距、平均车头间距等交通参数，并输出。

可通过软件设置数据统计周期，设置周期范围为1 s~3600 s。

A.2.1.4 交通状态分析

支持静态和动态排队长度检测功能，可通过图形化界面输出排队长度、队首队尾车辆位置、排队车辆数，可根据需求设置动态排队条件参数值。

支持对检测区域内区域状态进行分析，包括畅通、缓行以及拥堵，并输出状态。

A.2.1.5 事件分析

具备交通事件分析功能，可分析行人闯入、异常停车、逆行、变道、超高速、超低速、未保持安全车距等，并可输出报警信息。

A.2.1.6 视频输出

具备 RTSP 视频流实时输出能力，可在视频中叠加融合数据信息。

具备原始图像数据实时输出功能，支持二次开发。

A.2.1.7 网络授时

具备 NTP 网络授时功能，授时精度为 ms 级。

A.2.2 规格与技术参数

A.2.2.1 雷达指标

工作频段：W波段

中心频率：77 GHz

信号带宽：0.25GHz

发射功率：14.1dBm

方位角：18°（远距离）/120°（近距离）

俯仰角：14°（远距离）/20°（近距离）

距离分辨：1.4 m（远距离）/0.35 m（近距离）

方位分辨：1.6°（远距离）/3.2°（近距离）

1.2°（远距离）/2.8°（近距离），（开启波束锐化）

距离精度：0.2 m（远距离）/0.1 m（近距离）

方位精度：0.1°（远距离）/0.3°（近距离）

扫描周期: 50 ms~100 ms

A. 2. 2. 2 视频指标

EFL: 3.6 mm/8 mm

F/NO: 2.3

分辨率: 1920×1080

帧率: 30 Hz

动态范围: 120 db

识别算法: Deep Learning

像素尺寸: 2.8 μm ×2.8 μm

方位角: $\pm 20^\circ$ (f=8 mm) ; $\pm 46^\circ$ (f=3.6 mm)

俯仰角: $\pm 12^\circ$ (f=8 mm) ; $\pm 32^\circ$ (f=3.6 mm)

A. 2. 2. 3 探测指标

探测车道: 双向10车道

探测范围: 350 m

扫描方式: 采用电子扫描, 非机械扫描工作模式

目标跟踪: 不少于268个目标批次处理

信息输出:

——车辆信息: 目标跟踪编号、目标位置、目标车道、目标速度、目标航向、目标类型等;

——交通参数: 车流量、车道占有率、平均车速、车头时距、车头间距、排队长度等;

——事件信息: 行人闯入、异常停车、逆行、变道、超高速、超低速、未保持安全车距;

探测精度: 车流量 $\geq 98\%$; 单车速度 $\geq 98\%$; 时间占有率 $\geq 95\%$ 。

A. 2. 2. 4 工作电压

工作电压: DC 7 V~32 V

工作电流: 1.5 A

工作功耗: <15 W

A. 2. 2. 5 环境指标

防水等级: IP67

工作温度: -40°C ~ 65°C

A. 2. 3 接口

通信接口: RS232/RS485 和以太网口

硬件接口: 防水航空插头

通信协议: 自身应具备完善的通信协议, 包括参数设置和信息上报; 也应能兼容 RSU 以及车路协同中心系统的通信协议。

A. 2. 4 配套软件

设备应具备配套的配置调试软件，支持设备的参数设置读取、时间校准、上报数据显示、远程升级等功能。

A.2.5 布设要求

在道路平直的情况下，设备布设可采用以下两种方式：

——同杆安装。在同一个点位背向安装 2 套雷视融合一体机，可实现全向检测范围。可 500 m~600 m 间隔树立杆件，安装雷视融合一体机。除盲区外，实现道路全覆盖。

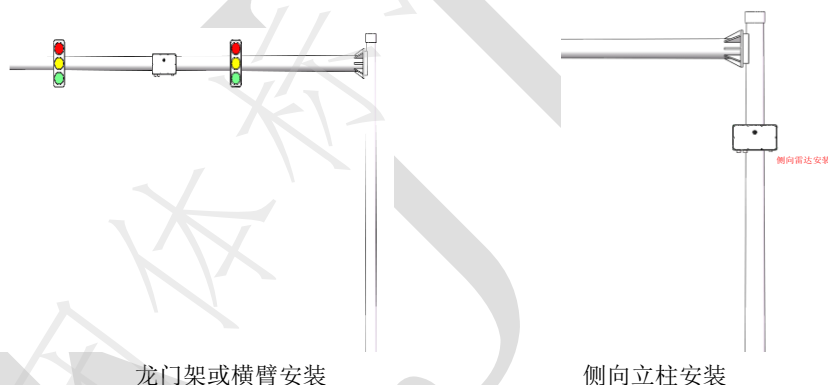
——级联安装。在每个点位安装 1 套雷视融合一体机，每 250 m~300 m 间隔树立杆件，同方向安装一体机。可实现无盲区的道路全覆盖。

在道路存在弯曲的情况下，应根据实际情况缩短杆件的间隔距离，防止因道路弯曲带来的遮挡和盲区。

A.2.6 安装要求

A.2.6.1 设备架设

雷视融合一体机为大范围场景监控设备，可以对目标进行正向或背向目标检测与跟踪，安装方式可以正向安装也可以侧向安装。安装方式见图A.2。



图A.2 雷视融合一体机安装示意图

在半封闭施工方法中，考虑到设备安装的便捷性，应采用专业万向节，可以满足横臂、龙门架、竖杆等不同的安装环境，可以快速的架设安装。

A.2.6.2 杆件位置

道路安装，如果可在道路中间隔离带立杆，或依托于龙门架，设备安装在道路中间位置，可实现道路双向车辆的完全覆盖。

如果在路侧安装，建议道路两侧分别立杆，安装雷视融合一体机，分别检测本测方向车辆，以避免分车带、绿化带遮挡对面车辆检测，影响检测精度。

杆件高度应高于6.5 m，可以和视频、RSU等设备共用杆件。

A.2.7 测试方法

路侧端雷视融合一体机应该按照 GB/T 20609 和 GB/T 26771 的相关规定进行测试。

A.3 激光雷达

A.3.1 路侧端机械式激光雷达

A.3.1.1 设备功能

能够通过激光脉冲的发射和接收，在激光雷达的感知空间范围内，输出 3D 点云数据，运用配套的软件算法，实现路侧激光雷达数据的感知、融合、通信、车流量统计等功能。具体功能如下：

- 检测：可以实时检测并输出路端周边多个关键目标的精确位置、距离、姿态、大小、形状等信息；
- 分类：可以将关键目标分为行人、自行车、小汽车、卡车等多种不同的类别，帮助路端“看清”周围环境，方便下一步决策；
- 跟踪：可以预估周边关键目标的行动意图，输出动态关键目标的运动参数，包括速度大小和方向，基于速度信息还可以进一步推算出加速度、角速度等信息；
- 融合：可以将多雷达感知结果进行融合，使融合后的雷达覆盖区域内的每个目标拥有单一 ID，扩大扫描范围，增强范围内检测鲁棒性；
- 定制通信：可与路侧通信单元，远程服务器等完成通信，发送感知结果；
- 定制统计：完成感知范围内车流量统计、不同的分类目标统计等。

A.3.1.2 规格与技术参数

A.3.1.2.1 产品规格

路侧端机械式激光雷达的产品规格如下：

- 激光波长：905 nm；
- 激光线束：大于 64 线；
- 激光安全等级：Class 1 人眼安全；
- 视场角：水平视场角 360°；垂直视场角 $\geq 25^\circ$ ；
- 帧率：包括但不限于 10 Hz、20 Hz。

A.3.1.2.2 其他指标

路侧端机械式激光雷达的其他指标如下：

- 产品功率： ≤ 45 W；
- 以太网输出：100/1000 Mbps；
- 防护等级：IP67 及以上；
- 时间同步：PTP；
- 尺寸：最大 ϕ 166 mm；最大高度 148.5 mm；
- 重量： ≤ 3.75 kg；
- 存储温度： $-40^\circ\text{C}\sim+85^\circ\text{C}$ ；
- 通信协议：以太网 UDP 通信协议。

A.3.1.3 配套软件

设备应具备配套的标定软件及调试软件，支持设备的参数设置读取、时间校准、上报数据显示、远程升级等功能。

设备应具备配套的软件算法，满足定制化应用场景需求。

A.3.1.4 布设及安装要求

激光雷达布设及安装要求如下：

- 备布设点位安装高度为 5.0 m~6.5 m；
- 可根据布设现场条件，在不遮挡雷达视野的前提下，将雷达固定在交通横杆或竖杆上；
- 布设点位要保证电、网的稳定供应，并确认已分配好 IP；
- 配电箱不能遮挡雷达扫描区域，配电箱内应预留足够空间。

A.3.2 路侧端固态激光雷达

A.3.2.1 设备功能

能够通过激光脉冲的发射和接收，在激光雷达的感知空间范围内，输出 3D 点云数据，运用配套的软件算法，实现路侧激光雷达数据的感知、融合、通信、车流量统计等功能。具体功能如下：

- 检测：可以实时检测并输出路端周边多个关键目标的精确位置、距离、姿态、大小、形状等信息；
- 分类：可以将关键目标分为行人、自行车、小汽车、卡车等多种不同的类别，帮助路端“看清”周围环境，方便下一步决策；
- 跟踪：可以预估周边关键目标的行动意图，输出动态关键目标的运动参数，包括速度大小和方向，基于速度信息还可以进一步推算出加速度、角速度等信息；
- 融合：可以将多雷达感知结果进行融合，使融合后的雷达覆盖区域内的每个目标拥有单一 ID，扩大扫描范围，增强范围内检测鲁棒性；
- 定制通信：可与路侧通信单元，远程服务器等完成通信，发送感知结果；
- 定制统计：完成感知范围内车流量统计、不同的分类目标统计等。

A.3.2.2 规格与技术参数

A.3.2.2.1 产品规格

路侧端固态激光雷达的产品规格如下：

- 激光波长：905 nm；
- 激光线束：大于 125 线；
- 激光安全等级：Class 1 人眼安全；
- 盲区： ≤ 0.5 m；
- 视场角：水平视场角 $\geq 120^\circ$ ；垂直视场角 $\geq 25^\circ$ ；
- 帧率：10 Hz~20 Hz 范围内定制化调控。

A.3.2.2.2 其他指标

路侧端固态激光雷达的其他指标如下：

- 产品功率： ≤ 15 W；
- 工作电压：9 V~36 V；
- 产品体积： ≤ 0.6 L（长 \times 宽 \times 高）；
- 以太网输出：1000 Mbps；

- 防护等级：IP67, IP6K9K;
- 时间同步：PTP;
- 重量： ≤ 0.75 kg;
- 存储温度： $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$;
- 通信协议：以太网 UDP 通信协议。

A.3.2.3 配套软件

设备应具备配套的标定软件及调试软件，支持设备的参数设置读取、时间校准、上报数据显示、远程升级等功能。

设备应具备配套的软件算法，满足定制化应用场景需求。

A.3.2.4 布设及安装要求

路侧端固态激光雷达的布设及安装要求如下：

- 备布设点位安装高度为 $5.0\text{ m} \sim 6.5\text{ m}$;
- 可根据布设现场条件，在不遮挡雷达视野的前提下，将雷达固定在交通横杆或竖杆上;
- 布设点位要保证电、网的稳定供应，并确认已分配好 IP;
- 配电箱不能遮挡雷达扫描区域，配电箱内应预留足够空间。

附录 B

(资料性)

通信技术

B.1 设施构成

B.1.1 由通讯设备单元RSU、感知设备单元、其他支持设备组成：

- 通讯设备单元包括通信模组；
- 感知设备单元包括视频摄像头、激光雷达、微波或毫米波雷达等；
- 其他支持设备包括交通标志、标线、信号灯、灯杆等。

B.1.2 根据场景复杂性，可选配路侧计算设施/边缘计算设备、高精度地图、高精度定位系统、以及云控平台，系统应实现车辆身份认证以及信息加密。

B.2 安装原则

B.2.1 网联通信设施设置应按照科学、安全、精准、环保的原则，在满足国家强制性标准规范的基础上进行安装设计。

B.2.2 可选择合适的路侧、车道设施位置部署交通感知设施。

B.2.3 同一路段设置多个感知设施时，应注意设施间距，以避免设施之间相互干扰。

B.2.4 交通感知设施的感知区域内不应该有明显遮挡，如：钢筋混凝土建筑物、金属构件、植物等。

B.2.5 网联通信设施系统内的路侧设施应数字化，并设有传感器、物联网模块和通信模块，能与 RSU、C-V2X 云平台通信。

B.2.6 网联通信设施系统内各设备通信协议应一致，通信功能应满足 YD/T 3400 和 YD/T 3340 的要求。

B.3 网联通信设备 RSU

B.3.1 路侧单元 RSU 负责将从交通信号控制机、应用服务平台等接收到的实时交通信息播报给相关车辆，同时将从车载单元 OBU 获取的信息上报应用服务平台。

B.3.2 可在有车路协同应用需求的关键路段每间隔 200 m~300 m 部署一个 RSU，在高压输配电线及雷达基站附近根据通信网络实际测试情况调整布设间距，支持道路双向车道的应用，RSU 安装高度宜为 5 m~6 m，可共用其它设备杆件。

B.3.3 支持 LTE-V2X 直接通信，支持北斗定位，通信距离>300 m。

B.3.4 频段范围：5.905 GHz~5.925 GHz。

B.3.5 调制方式：C-V2X TDD。

B.3.6 传输距离：空旷条件下直线传输距离不低于 700 m，时延小于 50 ms。

B.3.7 数据速率：最大 26 Mbps (TX)/26 Mbps (RX)。

B.3.8 支持基于 4G/5G 的 Uu 通信，Wi-Fi802.11ac 无线网络。

B.3.9 内置 GNSS：GPS/GLONASS/BeiDou/Galileo/QZSS，定位精度不优于 1.5 m。

B.3.10 支持国标 ITS 全协议栈、GB/T 31024、T/CSAE 53。

B.3.11 支持微波、地磁、红外、雷达、红绿灯信号机等数据接口扩展；

B.3.12 工作温度：-40℃~85℃（环境温度）。

B.4 感知设备

B.4.1 分辨率：室外球型摄像机像素建议不低于 300 万像素，态势监控摄像机像素建议不低于 900 万像素。

B.4.2 捕获率：白天捕获率大于等于 98%，夜间捕获率大于等于 90%，闯红灯车辆捕获率指标应符合 GA/T 496 的要求。

B.4.3 捕获有效率：白天捕获有效率大于等于 95%，夜间捕获有效率大于等于 90%，闯红灯捕获有效率指标应符合 GA/T 496 的要求。

B.4.4 捕获率：白天捕获率大于等于 98%，夜间捕获率大于等于 90%。

B.4.5 捕获有效率：白天捕获有效率大于等于 95%，夜间捕获有效率大于等于 90%。

B.4.6 视频取证设备内置存储容量应不少于 32 GB。

B.4.7 流量检测准确率 $\geq 97\%$ 。

B.4.8 速度：检测准确率 $\geq 95\%$ 。

B.4.9 占有率：检测准确率 $\geq 95\%$ 。

B.4.10 监控车道数不小于 3 车道。

B.4.11 适应车速范围：0~120 km/h。

B.5 MEC 主机

B.5.1 路侧计算设施/边缘计算设备应具备数据存储和计算能力，需能接入至少 2 种以上感知设备，算力应满足数据融合、数据更新和系统延迟等需求。

B.5.2 应能自动采集接入设备的雷达数据、视频图像数据及信号机信息等数据，并与 RSU 进行通信。

B.5.3 设备接入能力，设备支持单类设备接入能力应符合以下要求：

- 传输速率，单用户下行带宽应不低于 1000 Mbps；
- 传输时延，设备从接收到数据进行处理到转发消息过程的总时延应 ≤ 20 ms；
- 支持 4G/5G 无线模块，具备 RS-232 或 RS-485 串行控制接口。

B.6 高精度定位系统

B.6.1 高精度地图的精度宜达到厘米级，可支持车辆、路侧设施以及各类交通动态信息的精准标定与显示；可通过地图数据与实际行车环境感知数据、车辆定位数据的匹配，实现车辆的精准定位、路径规划等应用；可通过地物匹配推算，精确校准车辆位置信息；可结合高精度定位系统，可支持自动驾驶车辆防避碰、换道、跟车等精准控制。

B.6.2 高精度定位宜采用北斗系统，应为服务对象提供精准的空间定位；应为智慧交通各类传感器提供精准的定位增强信息；应能够通过提供空间连续覆盖的定位增强信息，支撑车辆在行驶过程中的高精度定位，定位精度优于 1 m。

B.7 云平台

B.7.1 信息发布终端可采用抬头显示设备、手机、平板电脑等，基于 APP 发布车路协同信息，宜与互联网导航软件合作发布信息。

B.7.2 车路协同云端管理平台应具备车路协同外场设备运行监测、信息采集分析、信息处理下发、日常运行维护、大数据挖掘等功能，可整合至云控平台中一并建设。

附录 C (资料性) 计算平台技术

C.1 设备名称

多级 V2X 计算平台, 包括以下子平台:

- a) 智能交通基础设施感知平台: 路面和路侧感知设备将收集到的实时交通数据和环境数据上传到数据中台进行综合处理;
- b) 数据中心处理平台: 交通基础设施感知平台将局部的、宏观的交通信息, 实时的动态道路情况、静态路况信息通过数据中心处理平台融合计算后, 形成结构化的交通数据;
- c) 智能车辆决策平台: 路面和路侧感知设备将收集到的实时交通数据和环境数据, 通过 RSU 上报到智能车辆决策平台。智能车辆决策平台对数据进行存储、挖掘、分析、计算等行为进行指令的发布。

C.2 设备功能

中心 V2X 平台主要用于车路协同的宏观交通管理, 提高道路通行效率, 需具备城市交通管控、全局线路路径规划、临时交通疏导等全局的交通规划及管控等功能, 具体可以部署城市综合交通系统智能化协同管控系统、动静一体化智慧交通调度运行与服务系统、综合交通运行安全风险辨识与防控系统、城市群智能客流运筹系统应用。平台各系统可以集中部署在本地, 也可以分别部署在各地。

区域 V2X 平台部署在核心网, 可以满足实时性要求不高的业务需求, 具体可以提供的场景可以包括交叉路口公交等特殊车辆优先的自动调度、车-路-人协调控制、动态高精度地图更新等。区域 V2X 平台可以接入 RSU 和车载终端/手机 APP, 汇聚路侧端和车载端数据, 为用户提供 V2X 基础数据服务, 支撑车载终端/手机 APP 上的 V2X 应用; 同时也打通了交警等平台之间的通路, 实现信息开放和共享。

C.3 规格与技术参数

C.3.1 数据处理性能

数据处理性能应满足以下要求:

- a) 计算平台至少满足 500 个管理人员同时在线开展日常工作的处理能力;
- b) 计算平台能够支持大湾区城市道路网管理业务的开展, 支持视频分发超过 1000 路并发的能力;
- c) 主要业务应用数据处理性能要求应符合表 C.1 的规定。

表C.1 主要业务应用数据处理性能要求

序号	处理类型	性能要求
1	交通流量数据: 从收到数据至处理、存储完毕	5 s 以内
2	车牌识别数据: 从收到数据至处理、存储完毕	5 s 以内
3	设备属性: 从收到数据至处理、存储完毕	5 s 以内
4	城市道路状况信息: 从收到数据至处理、存储完毕	5 s 以内
5	车辆速度信息: 从收到数据至数据融合、存储完毕	5 s 以内
6	公众出行信息服务: 交通事件等重要信息发送需时	5 s 以内
7	公众出行信息服务: 一般信息发送需时	30 s 以内

8	关键业务统计及查询	10 s 以内
---	-----------	---------

C.3.2 可靠性要求

- 云平台可靠性应满足以下要求：
- 具备 7 天×24 h 不间断运行能力；
 - 可用性指标 $A \geq 99.99\%$ ($MTBF$ (平均无故障工作时间) / $MTBF + MTTR$ (平均维修时间))；
 - 一般故障恢复时间 $MTTR < 30 \text{ min}$ ；系统故障间隔时间 $MTBF > 12$ 个月；因非不可抗力导致的一般系统故障，应在 2 h 内恢复，重大系统故障应在 12 h 之内恢复；
 - 平台内的软硬件应实现北斗时钟同步，同步误差宜 100 ms 以内；
 - 关键设备及软件主备切换应不大于 1 min。

C.3.3 操作响应性能

- 云平台操作响应性能应符合以下要求：
- 计算平台应实现 1 min~5 min 间隔周期更新路段交通流的分布，并可定制；
 - 视频解码上墙、存储、转发等切换时间应不超过 1 s；
 - 综合查询的响应时间宜 1 s 以内，带有数据图表的响应时间宜在 2 s 以内；统计分析的响应时间宜 3 s 以内；报表生成的响应时间宜 3 s 以内。

C.3.4 系统响应时间

- 系统响应时间应满足以下要求：
- a) 区域、城市两级公路网管理平台具备在 2 h 内生成或更新定义路网范围内城市道路网运行状态监测与服务指标的系统响应功能。
 - b) 日常协调与调度指令传输的系统响应时间应小于 5 min；
 - c) 区域、城市两级城市道路网管理平台应具备灾害性天气与地质灾害预警功能，并根据预警内容、范围和级别，具备提前 6 h、12 h、24 h 不等的发布或转发预警信息的系统响应功能；
 - d) 区域、城市两级城市道路网管理平台需具备实时会商与即时通信功能；
 - e) 重特大突发事件发生后，部、省两级公路网管理平台具备在 1 h 内生成或更新事件影响区域路网范围内公路网运行状态监测与服务指标的系统响应功能；
 - f) 重特大突发事件发生后，区域、城市两级城市道路网管理平台具备在 1 h 内生成预案组织、抢通方案、路网调度、应急资源调配等应急处置方案的系统响应功能；
 - g) 区域、城市两级城市道路网管理平台具备 1 h 内发布日常城市道路出行服务信息的系统响应功能；
 - h) 区域、城市两级城市道路网管理平台具备 1 h~2 h 内发布重特大城市道路交通突发事件信息的系统响应功能。

C.3.5 数据存储时间

- 数据存储时间应满足以下要求：
- a) 区域、城市两级城市道路网管理平台对业务数据存储应至少存储 5 年；备份存储至少 10 年；
 - b) 区域、城市两级城市道路网管理平台对业务数据存储应至少存储 3 年；备份存储至少 10 年；
 - c) 区域、城市两级城市道路网管理平台按需要存储的视频可进行分段存储，并至少保留一年；

- d) 区域、城市两级城市道路网管理平台对视频数据至少存储 30 天；异常事件视频存储周期至少 3 个月，备份存期周期至少保留 1 年；
- e) 区域、城市两级城市道路网管理平台软件程序和数据要实现定期、自动异地备份，备份方式可根据实际情况选用完全备份、增量备份等备份方式；针对视频数据的备份，可采取定期增量备份方式。

C.3.6 平台性能

平台性能应满足以下要求：

- a) 云平台资源虚拟化应支持千核 CPU、TB 级别内存、PB 级存储，数据处理不小于 100 个节点；
- b) 中心/分中心级平台资源虚拟化应支持 1000 核 CPU、1 个 TB 级内存、1 个 PB 级存储，数据处理不小于 30 个节点；
- c) 单台虚拟化服务器至少可支持 512 个 VM。每台 VM(虚拟机)的 CPU 数量至少 32 个 vCPU。每台 VM(虚拟机)的内存至少 1 GB。每台 VM(虚拟机)至少可支持 64 TB 的存储容量；
- d) 云主机应用可靠性要求不低于 99.95%；
- e) 云存储的连续读性能、写性能均应不小于 4 GB/s，数据恢复速度应达到 2 TB/h；云硬盘中的数据的持久性不低于 99.9999%；
- f) 支持双机热备模式，主节点故障时备节点支持不低于 1 s 内切换；
- g) 数据总线支持 TB 级/日数据写入能力，单个分片高峰支持不低于 8000 万/日级别记录输入；
- h) 支持 PB 级别数据量的实时分析和检索，支持 PB 级别的业务场景应用。

C.3.7 通信传输性能

平台通信传输性能应满足以下要求：

- 平均网络时延上限值为 400 ms；
- 平均抖动上限值为 50 ms；
- 丢包率上限值为 1×10^{-3} ；
- 错包率上限值为 1×10^{-4} 。

C.4 接口

C.4.1 通讯协议格式见表C.2。

表C.2 通信协议格式

数据帧头					数据包	校验数
消息类型	供方标识	功能代码	协议版本	可变消息体长度	消息体	校验码
2 字节	8 字节	4 字节	2 字节	4 字节	可变	2 字节

C.4.2 消息类型

消息类型的高位字节0x0000按照表C.3的要求执行，消息类型低位字节预留。

表C.3 消息类型内容

序号	消息类型	类型名称
1	01H	交通运行数据类

2	A1H	基础设施数据类
3	A2H	应急资源数据类
4	A3H	视频图像数据类
5	A4H	重要基础设施运行数据类
6	A5H	道路气象环境数据类
7	A6H	运行状态评价数据类
8	A7H	设施养护数据类
9	A8H	系统维护数据类

C.4.3 供方标识应函监测点、监测单位等的标识，并应具备由相关部门按照有关规定制定的安装或部署地点代码，代码唯一。

C.4.4 功能代码高位第一字节为级别代码，低位最后一个字节为功能设置。功能设置应按照表C.4中的要求设置。

表C.4 功能代码内容

序号	功能代码	功能内容
1	00H	交通运行数据
2	01H	突发事件情况下高优先级交通运行数据
3	02H	设备注册信息
4	03H	参数设置
5	04H	通信测试、在网通知
6	05H	重发数据或补发数据通知
7	06H	故障报告
8	07H	注销或撤点通知
9	A0H	获取资源目录信息
10	A1H	获取基础设施数据信息
11	A2H	获取应急资源数据信息
12	A3H	获取视频图像数据信息
13	A4H	获取重要基础设施运行数据信息
14	A5H	获取道路气象环境数据信息
15	A6H	获取运行状态评价数据信息
16	A7H	获取设施维养数据信息
17	A8H	获取系统维养数据信息

C.4.5 版本协议宜包括主版本号、次版本号、修订号。

C.4.6 可变消息长度应包括数据帧头、数据包、校验数的总长度。

C.4.7 消息体的有效数据内容的封装格式宜采用 JSON、XML、PROTOBUF、YAML、Stream 等中的一种，并按照附录 C 的要求执行。

C.4.8 校验码宜采用 CRC 校验计算。

C.5 配套软件

GIS地理信息系统
数据转换中间件

C.6 布设要求

在布设计算平台时需要验收服务器的参数规格是否符合需求同时也需要与之配套的硬件设备是否按照规定要求进行安装。

C.7 安装要求

云控平台接入规模：需要支持100RSCU接入，支持扩展。

C.8 测试方法

平台测试应符合以下要求：

- a) 测试要求应符合 GB/T 9386、GB/T 15532 中的规定；
- b) 状态检测算法精度检测：针对车辆的实时状态进行检测，判断其误差是否在合理范围内，并最终统计其算法精度；
- c) 数据融合算法精度检测：汇聚路段运行、营运车辆 GPS、行业内外相关等计算资源，共享交换全链路的可视化监测和异常告警。实现结构化、半结构化、非结构化数据的融合，针对融合后的数据进行真实性的判断以及检测；
- d) 自适应控制优化算法检测：针对自适应控制优化算法进行检测以及模型精度检测。

附 录 D
(资料性)
道路环境传感器参数指标

D.1 工作环境要求

道路环境传感器的工作环境要求见表D.1。

表D.1 道路环境传感器的工作环境要求

序号	项目	要求
1	工作温度	-40℃~60℃
2	接触放电	4 kV
3	空气放电	8 kV
4	工作湿度	0~100%
5	振动	符合 GB/T 2423.10 要求
6	抗风等级	>60 m/s
7	盐雾	符合 GB/T 2423.17 要求
8	防护等级	符合 GB/T 4208 中 IP65 等级要求

D.2 路面状态观测指标

路面状态观测指标要求见表D.2。

表D.2 路面状态观测指标要求

序号	项目	要求
1	路面状况	包括干燥、潮湿、积水、湿滑系数路面状态参数输出
2	积水厚度	0.00~10 mm, 分辨率: 0.01 mm, 精度: 0.1 mm
3	湿滑程度	0.00~1; 分辨率: 0.01
4	路面温度	-50℃~80℃
5	路面湿度	0~100%

D.3 功能要求

道路环境传感器应满足以下功能要求:

- a) 具有 CAN 总线接口;
- b) 支持运行状态监控, 包括传感器工作状态、采集器工作状态等;
- c) 采用电池供电数据保护, 设置的参数以及历史数据可在掉电时保存;
- d) 内置高精度的 A/D 电路、实时时钟电路;
- e) 内置大容量数据存储器, 存储气象要素数据、运行状态信息、系统日志信息等;
- f) 具有 CF 卡接口, 可存储符合《公路交通气象观测站功能规格需求书》要求的各类数据文件;
- g) 支持北斗授时;

- h) 具有 RS-232 通信接口，扩展 GPRS、光纤等通信设备，实现远距离的无线、有线通信，支持《公路交通气象观测站功能规格需求书》规定的终端操作命令；
- i) 具有以太网接口，支持 web、telnet、sftp 等网络访问能力；
- j) 具备开放架构，道路环境传感器的数据输出和管控不依赖于特定的平台或软件，应能够向第三方平台提供直连接口（包括 SDK 等工具），由平台实现对多种设备的统一管理和数据接入。

参 考 文 献

- [1] GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求
- [2] GB/T 22240 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
- [3] GB/T 29102 道路交通信息服务 通过调频数据广播发布的道路交通信息
- [4] GB/T 40429 汽车驾驶自动化分级
- [5] CJJ 129 城市快速路设计规程
- [6] CJJ 152 城市道路交叉口设计规程
- [7] GA/T 994 道路交通信息发布规范
- [8] JJG 527 固定式机动车雷达测速仪
- [9] JTG 2182 公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程
- [10] JT/T 794 道路运输车辆卫星定位系统 车载终端技术要求
- [11] DBJ/T 15 智慧灯杆技术规范
- [12] DB330521/T64 智能网联道路基础设施建设规范
- [13] ZJ/ZN 2020-01 浙江省 智慧高速公路建设指南
- [14] BD 440013 北斗地基增强系统基准站建设技术规范
- [15] ISO 22736 道路机动车辆驾驶自动化系统相关术语的分级和定义 (Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles)
- [16] 江苏省智慧高速公路建设技术指南 (苏交技〔2020〕15号)
- [17] 国家发展改革委等11部委 智能汽车创新发展战略 (发改产业〔2020〕202号)
- [18] 中共中央国务院 交通强国建设纲要 (2019)
- [19] 中共中央国务院 国家综合立体交通网规划纲要 (2021)
- [20] 中共中央国务院 粤港澳大湾区发展规划纲要 (2019)
- [21] 数字交通发展规划纲要 (交规划发〔2019〕89号)
- [22] 国家车联网产业标准体系建设指南 (智能网联汽车) (工信部联科〔2017〕332号)
- [23] 国家车联网产业标准体系建设指南系列文件 (总体要求、信息通信、电子产品与服务) (工信部联科〔2018〕109号)
- [24] 国家车联网产业标准体系建设指南 (车辆智能管理) (工信部联科〔2020〕61号)
- [25] 国家车联网产业标准体系建设指南 (智能交通相关) (工信部联科〔2021〕23号)
- [26] 智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范 (试行) (工信部联通装〔2021〕97号)