

团 体 标 准

T/KJDL 003-2022

粤港澳大湾区公路智能网联设施技术规范

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

2022 - 12 - 30 发布

2022 - 12 - 30 实施

广东省车联网产业联盟
广州市空间地理信息与物联网促进会

发布

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	3
4 总则	6
4.1 一般要求	6
4.2 建设原则	6
4.3 建设内容	6
5 交通信息感知	7
5.1 一般要求	7
5.2 交通运行状态信息监测	7
5.3 公路基础设施状态信息监测	9
5.4 气象环境信息监测	10
5.5 电子不停车收费系统 ETC	11
5.6 智慧灯杆	11
6 智能网联设施通信网络	12
6.1 一般一般要求	12
6.2 功能要求	12
6.3 技术要求	13
6.4 布设要求	14
7 路侧计算设施	14
7.1 一般要求	14
7.2 功能要求	15
7.3 技术要求	15
7.4 布设要求	16
8 云控平台	16
8.1 一般要求	16
8.2 与 RSU 数据交互内容	17
8.3 与路侧计算设备数据交互内容	17
8.4 与路侧设备接口通信协议与数据格式要求	18
9 信息发布设施	23
9.1 一般要求	23
9.2 功能要求	24
9.3 性能要求	24
9.4 布设要求	24

10 信息安全	24
10.1 一般要求	24
10.2 功能要求	24
10.3 技术要求	25
10.4 端设备通信安全要求	28
10.5 端与云控中心通信安全要求	28
11 隧道设施	28
11.1 隧道监测	28
11.2 交通监控设施	28
11.3 火灾报警	29
11.4 诱导设施	29
11.5 通信设施	29
12 服务设施	29
12.1 基本要求	29
12.2 服务区服务	30
12.4 养护管理站	30
12.5 公共信息服务	31
13 车路协同和自动驾驶支持	32
13.1 一般要求	32
13.2 功能要求	32
13.3 高精度定位要求	33
13.4 自动驾驶支持	34
附录 A （资料性） 交通场景信息	36
A.1 特定交通场景信息类别	36
附录 B （资料性） 典型雷达设备	38
B.1 激光雷达	38
B.2 路侧端雷视融合一体机	39
B.3 毫米波雷达	41
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。

请注意本文件的内容可能涉及专利或专利技术，但是本文件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、移动通信国家工程研究中心、广州市交通运输研究院有限公司、华砺智行（武汉）科技有限公司、深圳市镭神智能系统有限公司、广州优保爱驾科技有限公司、深圳市未来智能网联交通系统产业创新中心、腾讯云计算（北京）有限责任公司、香港应用科技研究院、中信科智联科技有限公司、高新兴科技集团股份有限公司、中国联合网络通信有限公司广东省分公司、深圳市金溢科技股份有限公司、广州小鹏汽车科技有限公司、深圳市速腾聚创科技有限公司、深圳常合通科技有限公司、广东工业大学、华南理工大学、深兰人工智能（深圳）有限公司、广东产品质量监督检验研究院、中国移动通信集团广东有限公司广州分公司、北京启明星辰信息安全技术有限公司、武汉理工大学、智慧城市物联网国家重点实验室（澳门大学）、广东省车联网产业联盟、广州市空间地理信息与物联网促进会、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、魏广奇、任学锋、段进宇、胡小波、关金平、吴德馨、吴冬升、高立志、袁敏贤、苏跃江、苏栋哲、岳浩、傅惠、胡斌杰、谢振东、陈琳欢、杨天、石光明、邱志军、施丘岭、刘思杨、王斌、王江波、李瑞美、张翼鹏、刘鹏、吴超宇、刘小兰、郑恬静、张健、贾嘉、严日骞、曾少旭、刘可儿、王潇、鲁骏、张义、王伟、张瑞芳、刘玉娟。

引 言

截至2022年3月我国已经建成50多家智能网联汽车测试示范区，开放了5000多公里测试道路。粤港澳大湾区和全国其他多地通过部署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，该套指南涉及智能网联汽车、信息通信、车辆智能管理、电子产品与服务、智能交通等相关文件。广东省交通厅也在2022年发布了《智慧高速公路建设指南（试行）》。因智能网联设施涉及行业多，各部委及地方难于快速统一意见，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、车路协同全面落地应用难度大、测试效果达尚未达到预期等问题。

粤港澳大湾区地处改革开放的前沿阵地，深圳改革开放先行区、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；而且在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，随着国家道路建设的快速发展，尽快推出道路智能网联设施技术规范势在必行，也将为大规模智能交通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。

广东省车联网产业联盟由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》，本文件是针对公路的智能网联设施技术规范，与已经推出的城市道路规范有很强的相关性，共同引导粤港澳大湾区道路智能网联设施建设、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宣贯推广应用打下良好基础。

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，是公路建设智能网联设施的指导文件，也是公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作用。

粤港澳大湾区公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公路智能网联设施（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、智能网联设施通信网络、路侧计算设施、云控平台、信息发布设施、信息安全、隧道设施、服务设施、车路协同和自动驾驶支持等。

本文件适用于粤港澳大湾区高速公路、一级公路及二级公路智能网联设施规划和建设，也可供国内其他地区公路参照。

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 7551-2008 称重传感器
- GB 50054-2011 低压配电设计规范 GB 50174-2017 数据中心设计规范
- GB 50982-2014 建筑与桥梁结构监测技术规范
- GB 51199-2016 通信电源设备安装工程验收规范
- GB 5768.2-2022 道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志
- 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 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 18802.12-2014 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 18802.22-2019 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 20609-2006 交通信息采集 微波交通流检测器
- GB/T 20851.1~5 电子收费专用短程通信
- GB/T 21296-2020 动态公路车辆自动衡器
- GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 22240-2020 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
- GB/T 24726-2009 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 25058-2010 信息安全技术信息系统安全等级保护实施指南
- GB/T 25070-2019 信息安全技术网络安全等级保护安全技术要求
- GB/T 26771-2011 微波交通流检测器的设置
- GB/T 26942-2011 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 27967-2011 公路交通气象预报格式
- GB/T 28181-2016 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 28448-2019 信息安全技术网络安全等级保护测评要求
- GB/T 28789-2012 视频交通事件检测器
- GB/T 29102-2012 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
- GB/T 29103-2012 道路交通信息服务 通过可变情报板发布的交通信息
- GB/T 31024（所有部分） 合作式智能运输系统 专用短程通信
- GB/T 33697-2017 公路交通气象监测设施技术要求
- GB/T 34982-2017 云计算数据中心基本要求

GB/T 35279-2017 信息安全技术云计算安全参考架构
GB/T 37378-2019 交通运输信息安全规范
GB/T 37732-2019 信息技术云计算云存储系统服务接口功能
GB/T 37737-2019 信息技术云计算分布式块存储系统总体技术要求
GB/T 39898-2021 智能交通管理系统建设技术规范
GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级
GB/T 50065-2011 交流电气装置的接地设计规范
GB/T 51117-2015 数字同步网工程技术规范
CJ / T 527-2018 道路照明灯杆技术条件
CJJ 45 城市道路照明设计标准
GA/T 299-2021 道路交通流量调查
GA/T 484-2018 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 497-2016 道路车辆智能监测记录系统通用技术条件
GA/T 833-2016 机动车号牌图像自动识别技术规范
GA/T 994-2017 道路交通信息发布规范
GA/T 1047-2013 道路交通信息监测记录设备设置规范
GA/T 1743 道路交通信号控制机信息发布接口规范
JT/T 697.1-2013 交通信息基础数据元第1部分：总则
JT/T 697.7-2014 交通信息基础数据元第7部分：道路运输信息基础数据元
JT/T 697.10-2016 交通信息基础数据元第10部分：交通统计信息基础数据元
JT/T 735.1-2009 交通科技信息资源共享平台信息资源建设要求 第1部分：核心元数据
JT/T 794-2019 道路运输车辆卫星定位系统 车载终端技术要求
JT/T 817-2011 公路机电系统设备通用技术要求及检测方法
JT/T 1032-2016 雾天公路行车安全诱导装置
JT/T 1037-2016 公路桥梁结构安全监测系统技术规程
JJG 527-2015 固定式机动车雷达测速仪
JTG B01-2014 公路工程技术标准
JTG D20-2017 公路路线设计规范
JTG D30-2015 公路路基设计规范
JTG D60-2015 公路桥涵设计通用规范
JTG D80-2006 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范
JTG D81-2017 公路交通安全设施设计规范
JTG D82-2009 公路交通标志和标线设置规范
JTG/T D70-2010 公路隧道设计细则
JTG/T D70/2-02-2014 公路隧道通风设计细则
JTG/T D81-2017 公路交通安全设施设计细则
YD 5024-2014 SDH长途光缆传输系统工程设计规范
YD 5095-2014 同步数字体系（SDH）光纤传输系统工程设计规范
YD 5102-2010 通信线路工程设计规范YD/T 1800-2008 信息安全运行管理系统总体架构
YD/T 3340-2018 基于LTE的车联网无线通信技术 空中接口技术要求
YD/T 3400-2018 基于LTE的车联网无线通信技术 总体技术要求
YD/T 3593-2019 基于LTE的车联网无线通信技术核心网设备技术要求
YD/T 3594-2019 基于LTE的车联网通信安全技术要求
YD/T 3707-2020 基于LTE的车联网无线通信技术 网络层技术要求
YD/T 3710-2020 基于LTE的车联网无线通信技术消息层测试方法
YD/T 3755-2020 基于LTE的车联网无线通信技术 支持直连通信的路侧设备技术要求
YD/T 5027-2005 通信电源集中监控系统工程设计规范
YD/T 5139-2005 有线接入网设备安装工程设计规范

交办公路函〔2019〕856号 高速公路ETC门架系统技术要求
交办公路函〔2019〕873号 收费公路联网收费运营服务和规则
374Q （香港）道路交通(快速公路)規例

3 术语和定义、缩略语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语和定义

3.1.1

智能网联交通系统 intelligent network transportation system

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

[来源：GB 2233.1，3.13]

3.1.2

路侧边缘计算设备 roadside 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。

[来源：GB 2233.1，3.2.11]

3.1.3

多接入边缘计算 multi-access edge computing

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。

3.1.4

路侧单元 roadside unit

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

[来源：GB222.1，3.11]

3.1.5

车载单元 on board unit

采用无线通信技术，与路侧单元进行通讯的车载装置。

[来源：GB/T 31024，3.4]

3.1.6

蜂窝车联网 cellular vehicle to everything

一种以蜂窝网络为基础的车辆通信与信息服务技术。

3.1.7

基准站 reference station

在控制点上架设全球卫星导航系统测量型接收机、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。

[来源：BD 440013，3.1.1]

3.1.8

观测基准站 observation reference station

用于观测、存储、传输卫星信号数据，并具有基准坐标的基准站，简称观测站。

[来源：BD 440013，3.1.6]

3.1.9

监测基准站 observation and supervision reference station

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，并具有基准坐标的基准站，简称监测站。

[来源：BD 440013，3.1.8]

3.1.10

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。

3.1.11

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高于 1m,每 100m 相对误差不超过 0.1m 的电子地图。

3.1.12

北斗卫星导航系统 beidou navigation satellite system

由中国研制建设和管理的卫星导航系统。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。

3.1.13

车路协同 cooperative vehicle-infrastructure 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。

3.1.14

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,采用先进的通信、计算机、网络和控制技术,实现车地间的双向数据通信,对车辆实现实时、连续控制。

[来源:GB/T 40429-2021, 2.3]

3.1.15

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。

[来源:GB/T 35279-2017, 3.1]

3.1.16

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。

3.1.17

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。

[来源:JTG D82-2009, 3.1.16]

3.1.18

交通事件 traffic incident

发生在道路上影响车辆通行及交通安全的异常交通状况及行为,主要指异常停车事件、逆行事件、行人事件、抛洒物事件、拥堵事件等典型事件种类。

[来源:GB/T 28789-2012, 3.1]

3.1.19

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。

[来源:GB/T 28789-2012, 3.2]

3.1.20

智能网联设施 intelligent connection 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。

3.1.21

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。出行信息服务内容包括公路基础信息、服务设施信息、交通运行状态信息、突发事件信息、施工养护信息、公路环境信息、服务设施服务状态信息、通行费服务信息、出行规划信息、应急救援信息等。

3.1.22

数字交通 digital traffic

以数据为关键要素和核心驱动,促进物理和虚拟空间的交通运输活动不断融合、交互作用的现代交通运输体系。

3.1.23

高速公路服务区 expressway service area

高速公路的组成部分,为驾乘人员提供休息、如厕、餐饮、资讯、购物等服务,为车辆提供停车、加油、维修等服务的场所。

[来源: JTG D80-2006, 6.1.1 (1), 6.2.1]

3.1.24

电子收费系统 electronic toll collection

在不停车条件下,应用无线电射频识别及计算机等技术自动完成对通过车辆的识别、收费操作、车道设备控制和收费数据处理的收费方式。

3.1.25

智慧服务区 smart service area

借助物联网、大数据、云计算、人工智能等技术构筑高速公路服务区信息化体系,提供智慧化服务。

3.1.26

桥梁健康监测设施 bridge health monitoring facilities

对桥梁的设定参数进行连续、自动测量和记录,获取桥梁环境、作用、结构响应与结构变化定量数据,实现监测数据超限报警,评估结构健康度的多学科交叉融合技术的设施。

[来源: GB 50982-2014, 3.1.25]

3.1.27

雾区智能诱导系统 intelligent guidance system in fog area

按一定间距连续安装的、可控的一组诱导装置,通常由诱导装置、上位控制软件、通信链路以及环境传感器等组成。

[来源: JT/T 1032-2016, 3.2]

3.1.28

基础安全信息 basic safety message

包括速度,转向,刹车,双闪,位置等等,多被用在车与车通信场景,即变道预警,盲区预警,交叉路口碰撞预警等。

3.1.29

路侧安全信息 road safety message

主要对接路侧的边缘设备,用于事件的识别,比如,车辆发生事故,车辆异常,异物闯入等。

3.1.30

路侧信息 road side information

用于事件的下发,路侧安全信息集成,平台下发,多被用于车与路标基础设施通信场景即道路施工,限速标志,超速预警,公交车道预警等。

3.1.31

交通灯相位与时序消息 signal phase timing message

由路侧集成信号机传入到车辆,用于车速引导,绿波推送场景等。

3.1.32

地图消息 MAP

描述路口信息以及该路口的红绿灯对应关系。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ETC: 电子收费系统 (electronic toll collection)

GCJ-02: 国家测量局 02 号标准, 是一种对经纬度数据的加密算法 MTC: 人工收费系统 (manual toll collection)

MEC: 多接入边缘计算 (multi-access edge computing)

RSU: 路侧单元 (roadside unit)
C-V2X: 蜂窝车联网 (cellular vehicle to everything)
OBU: 车载单元 (on board unit)
BSM: 基础安全信息 (basic safety message)
RSM: 路侧安全信息 (road safety message)
RSI: 路侧信息 (road side information)
SPAT: 交通灯相位与时序消息 (signal phase timing message)

4 总则

4.1 一般要求

粤港澳大湾区公路智能网联设施建设应依据国家和广东省智能网联发展需求和发展规划,结合粤港澳大湾区区域特征、工程特点、交通流量建设。

4.1.1 智能网联设施建设应贯穿于公路建设、管理、养护、运营、服务全生命周期的数字化与智能化过程,推进交通要素资源数字化、网联化和智能化,推动交通强国建设相关工作。

4.2 建设原则

4.2.1 遵循与发展需求相适应的原则,结合数字化建养、智慧化运营、绿色低碳服务要求,统筹布局、因路制宜地实施建设。

4.2.2 遵循系统性原则,智能网联设施与已建机电设施之间、附属设施与主体工程之间应功能匹配,协调统一,推动交通基础设施高质量发展。

4.2.3 遵循安全性原则,智能网联设施建设应以服务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 遵循鼓励创新及适度超前原则,鼓励采用新技术、新材料、新工艺、新产品,确保设备、技术、系统具有良好的可扩展性,为今后发展预留利用空间。

4.2.5 遵循绿色低碳建设原则,全面应用节能技术和绿色环保设施,促进减少能源消耗和降低排放。

4.2.6 遵循稳步推进原则,应用场景先行示范测试验证,在新建项目或结合项目改扩建稳步推广。

4.3 建设内容

4.3.1 智能网联设施系统功能架构应充分利用在建或在役的监控设施、通信设施、收费设施、供配电设施、隧道机电设施、监控中心、收费中心功能或设施升级,进行数字化升级改造。

4.3.2 智能网联设施系统功能应有利于公路养护和运营管理的自动化检测、智能化监测、科学化决策,实现养护和运营管理全过程、全要素的数字化、智能化管理,提升基础设施耐久性、安全性和服务质量,优化资源和节约全寿命资金投入。

4.3.3 智能网联设施建设内容应包括交通信息感知设施、通信网络、路侧计算设施、云控平台、信息安全、服务设施、车路协同和自动驾驶支持支撑环境。

4.3.4 交通信息感知设施应具备全路段、区域路网动态监测交通流运行状态、车辆实时状态、公路基础设施状态信息、气象环境信息等功能。

4.3.5 通信网络建设应实现通信网络全覆盖,为信息和数据传输提供低时延、高可靠、高速率服务。

4.3.6 路侧计算设施建设应满足所在区域感知设施采集的数据快速分析和处理能力。

4.3.7 云控平台或云计算中心建设应满足交通大数据存储、计算和管理的能力,提供接入其他平台数据的能力。

4.3.8 信息安全建设包括网络设备防护、数据存储和传输的保密性、访问控制和身份鉴别等设施或软件。

4.3.9 服务设施建设应包括出行伴随式信息服务、车路协同与自动驾驶信息服务、交通管控和应急保障信息服务等终端设施和软件。

4.3.10 智能网联设施应在保持各自功能、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。

5 交通信息感知

5.1 一般要求

5.1.1 交通信息感知类别

交通信息感知指采用路侧设备采集信息、辅以移动终端/车载终端采集信息及一路各方、气象等部门共享信息等多源数据融合的技术路径,实现高速公路实时状况信息获取,为伴随式信息服务、交通管理、应急保障、车路协同与自动驾驶支撑等应用提供支撑。其主要包含交通运行状态信息监测、公路基础设施状态信息监测、特定交通场景信息识别、气象环境信息监测等内容(表1)。

表1 交通信息感知类别

序号	类别	感知设备	参考标准
1	交通运行状态信息监测	环形线圈车辆检测器	性能要求应符合 GB/T 26942 有关规定;布设要求可参照 GB/T 26771 中设置规程部分
2		视频车辆检测器	性能要求应符合 GB/T 24726 有关规定;布设要求可参照 GB/T 26771 中设置规程部分
3		视频交通事件检测器	应符合 GB/T 28789-2012 规定要求
4		微波交通流检测器	性能要求应符合 GB/T 20609 有关规定;布设要求可参照 GB/T 26771 中设置规程部分
5		微波交通事件检测器	应符合 T/CITSA 13-2021 规定要求
6		射频识别检测器	应重点利用电子不停车收费系统(ETC),参照收费公路联网电子不停车收费技术要求
7		毫米波雷达	应不低于 T/CITSA 13-2021 规定要求
8		激光雷达	应不低于 T/CITSA 13-2021 规定要求
9	公路基础设施状态	公路状态监测	参考 JTG/T E61-2014
10	信息监测	桥梁监测	参考 GB 50982-2014、JT/T 1037-2022
11	气象环境信息监测	气象环境信息监测	应符合 GB/T 33697 要求

5.1.2 感知设备

交通信息感知系统是公路智能网联系统的基础,其核心为各类感知设备,如电磁感应式检测器、微波检测器、高清摄像机、激光雷达以及监测公路基础设施状态和气象环境信息的各类传感器等。

5.1.3 数据融合

交通信息感知系统应采用多源数据融合技术路线,通过实时处理门架、路侧等设备采集信息、移动/车载终端采集信息、交通管理信息和气象信息等,实现公路交通运行状态信息、公路基础设施状态信息、气象环境信息等实时感知监测功能。

5.2 交通运行状态信息监测

5.2.1 功能概述

交通运行状态信息主要包含交通流信息、交通事件信息及交通参与者信息。交通运行状态信息监测设备主要包括交通流检测器、高清摄像机、路侧感知雷达和计算设备等。

5.2.2 交通流信息

交通流信息可通过感应式交通流检测器或高清摄像机视频图像识别等方式进行采集监测,监测内容应包括布设位置的断面交通流量、分车道交通流量、机动车类型、平均车速、车头时距、车头间距、车道时间及空间占有率等。交通流信息上传时间间隔应不大于 2.5min,具体可按照相关管理部门(如公安交警、公路管理部门等)、第三方合作出行服务平台等需求确定。

5.2.3 交通流检测器性能

交通流检测器主要分为环形线圈车辆检测器、视频车辆检测器、微波交通流检测器、射频识别检测

器，性能要求符合以下规定：

- a) 环形线圈车辆检测器的性能要求符合 GB/T 26942 有关规定；
- b) 视频车辆检测器的性能要求符合 GB/T 24726 有关规定；
- c) 微波交通流检测器的性能要求符合 GB/T 20609 有关规定；
- d) 射频识别检测器应重点利用电子不停车收费系统（ETC），其性能要求符合交通运输部 2011 年第 13 号公告 收费公路联网电子不停车收费技术要求；
- e) 交通流检测可通过在路侧布设毫米波雷达、激光雷达等方式实现，其性能要求应不低于 GB/T 20609 有关规定；
- f) 交通参数信息有效检测范围，最远检测距离不小于 200m，可检测车道数应覆盖不少于 4 车道；
- g) 交通流量、平均车速、车头时距及车道时间和空间占有率等交通参数信息的检测精度不小于 95%。

5.2.4 交通流检测器布设

交通流检测器布设可参照 GB/T 26771 中设置规程部分进行，设备布设原则如下：

- a) 交通流量大（服务水平四级及以下）、事故发生率高的路段，监测设施的布设间距宜为 0.5km~1km；
- b) 交通流量较大（服务水平三级）或事故发生率高的路段，监测设施布设间距宜为 1km~2km；
- c) 交通流量小（服务水平二级及以上）、事故发生率较低的路段，宜根据实际情况，布设间距宜为 2km~3km；
- d) 高速公路互通式立体交叉、枢纽、服务区和停车区等出入口匝道位置应设置交通流检测设备。

5.2.5 交通事件检测

交通事件是公路上发生的，影响车辆通行及交通安全的异常交通状况及行为，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、超限、交通事故、应急车道异常占用等导致公路行车状况出现异常事件。

5.2.6 交通事件检测设备性能

交通事件检测可通过微波交通事件检测器、视频交通事件检测器或毫米波雷达、激光雷达等设备采集，其中微波交通事件检测器应符合 T/CITSA 13-2021 规定要求；视频交通事件检测器应符合 GB/T 28789-2012 规定要求，具体规定如下：

- a) 应至少能够监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，并具备实时报警信息提示功能；
- b) 单个设备有效检测范围，最远检测距离不小于 200m，可检测车道数不少于 4 车道；
- c) 有效检测范围内交通事件检测率不小于 95%，漏报率不大于 2%，正常工作时 24h 内误报数不超过三次；
- d) 检测设备应具备自动录像或自动存储功能，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；
- e) 检测设备应具备自诊断和告警功能，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、自储存、记录并告警；
- f) 超限事件检测宜采用激光雷达检测，准确测量车辆外廓（长、宽、高等参数）。

5.2.7 交通事件检测设备布设

- a) 交通流量大（服务水平四级及以下）、事故发生率高的路段道路两侧，宜按 0.4km~0.6km 设置 1 处交通事件感知点位，每处设置 1 台遥控摄像机和 2 套事件检测设备；
- b) 交通流量较大（服务水平三级）或事故发生率高的路段道路两侧，宜按照 1km 间距设置 1 处交通事件感知点位，每处设置 1 台遥控摄像机和 2 套事件检测设备；
- c) 交通流量小（服务水平二级及以上）、事故发生率较低的路段两侧宜按照 1.5km~2km 设置 1 处交通事件感知点位，每处设置 1 台遥控摄像机和 2 套事件检测设备；
- d) 高速公路互通式立体交叉、枢纽、收费广场、服务区和停车区等路段应设置全景摄像机；

- e) 高速公路出入口匝道、避险车道、转弯半径较小、长下坡路段、隧道口、桥隧相接、桥下空间等特殊部位应设置交通事件感知点位。
- f) 超限事件检测宜在入口车道前方、收费站广场靠边一侧设置超限检测车道，安装超限检测设施。高速公路每个出入口匝道宜设置一处超限检测点，配置 1~2 条超限检测车道；
- g) 在布设技术路线上，宜考虑微波检测与视频检测融合、微波检测（或毫米波雷达）与激光雷达融合、激光雷达与视频融合、激光雷达与视频和微波检测（或毫米波雷达）融合的技术路线，通过各类感知信息互补、深度融合实现更高精度的感知检测。

5.2.8 交通参与者检测

交通参与者检测重点在于交通参与者的感知识别和定位能力，检测的对象应包括但不限于机动车（如轿车、卡车、面包车、大巴车、紧急或特殊车辆等）、驾乘人员、非机动车（如自行车、摩托车、三轮车等）、行人、特殊目标（如锥筒、三角警示牌等）。检测的交通目标属性包括但不限于交通参与者类型、经纬度、几何尺寸、速度、加速度（可选）、朝向角（可选）、机动车车牌（可选）、机动车颜色（可选）、机动车车型（可选）等信息。

检测设备宜布设技术路线考虑微波检测与视频检测融合、微波检测（或毫米波雷达）与激光雷达融合、激光雷达与视频融合、激光雷达与视频和微波检测（或毫米波雷达）融合的技术路线，通过各类感知信息互补、深度融合实现更高精度的感知检测，支持自动驾驶。

5.3 公路基础设施状态信息监测

公路基础设施状态信息监测应包括公路状态监测、桥梁状态监测、隧道状态监测、交通安全设施监测、机电设施监测。宜对公路设施进行组网，构建公路基础设施状态信息监测系统，实现基于多源数据融合挖掘实现实时监测预警及评估，系统具体设计要求如下：

- a) 监测系统包含传感子系统、数据采集与控制子系统、数据传输子系统和监测评估预警子系统四个部分；
- b) 监测系统宜采用大数据、人工智能等新技术对基础数据、检测数据、监测数据、养护数据、运营数据等进行融合分析和挖掘，实现实时监测预警及评估、定期结构安全评价及性能评估、突发事件预警及评估、应急响应等功能。

5.3.1 公路状态监测

公路状态监测包括路基监测、路面监测和边坡监测等，其中路基监测包含边坡坍塌、路基沉降等，路面监测包含路面裂缝、坑槽、车辙、拥包等。公路状态监测宜采用测斜仪、位移计、沉降计、水压力监测器、动态称重传感器等多种监测设施联合部署，可结合视频分析、激光检测、北斗、高分遥感等技术，实时获取健康状态信息，具体技术要求参考 JTG/T E61-2014。

5.3.2 桥梁监测

桥梁监测的主要监测内容包括结构应力、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。桥梁监测可采用温湿度传感器、应变传感器、力传感器、位移计、振动传感器、非接触式挠度监测仪等多种监测设施联合部署，可结合人工智能、北斗定位、窄带物联网技术，实时获取健康状态信息。桥梁监测设备性能参考 GB 50982-2014、JT/T 1037-2022，具体要求如下：

- a) 结构应力监测方面，应变测量精度 ≤ 5 ，量程应覆盖监测量计算值范围 2 倍以上，具有自动温度补偿或温度测试功能；
- b) 变形监测方面，垂直位移的变形监测点的高程中误差 $\leq 1.0\text{mm}$ ，相邻变形观测点的点位中误差 $\leq 0.5\text{mm}$ ；水平位移的变形观测点的点位中误差 $\leq 6.0\text{mm}$ ；
- c) 结构裂缝监测方面，裂缝宽度识别精度 $\leq 0.05\text{mm}$ ；
- d) 环境腐蚀监测方面，腐蚀速率检测精度 $\leq 0.01\text{mm/a}$ ；
- e) 交通荷载监测方面，监测量程应根据桥梁车辆限载重以及预估车辆荷载重综合确定，单轴监测量程不宜小于限载车辆轴重的 200%，称重误差不超过 $\pm 10\%$ ，轴数检测精度 $\geq 99\%$ ；
- f) 结构温度监测方面，温度测量精度不宜低于 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ，分辨率不宜低于 0.1°C 。

5.3.3 隧道监测

隧道监测内容包括结构变形、应力应变、衬砌裂缝、衬砌剥落、渗漏、内装饰脱落、能见度、CO 浓度、风速风向、亮度、火灾、交通事件和结构安全等，宜采用裂缝计、位移计、应变计、测斜仪、水压力监测器等多种监测设施联合部署，可结合视频分析、激光测距、机器人测量、北斗等技术，实时获取健康状态信息。设备性能具体要求如下：

- a) 能见度检测测量范围为 25~1000m，误差不超过±10%。
- b) CO 浓度检测测量范围为 0~250cm³/m³，误差不超过±2cm³/m³。
- c) 风速风向检测测量范围为 0~30m/s，误差不超过±0.2m/s。
- d) 洞外型亮度检测器测量范围为 1~7000cd/m²，误差≤±5%；洞内型亮度检测器测量范围为 1~500cd/m²，误差不超过±5%。
- e) 火灾检测器响应时间≤60s。

5.3.4 交通安全设施监测

交通安全设施监测内容包括交通标志、交通标线、护栏、视线诱导及防眩设施等设施的服务状态。宜采用视频分析、无线射频识别（RFID）、光纤传感等技术，对标志、护栏倾斜、位移、变形等状态进行实时监测。

5.3.5 机电设施监测

机电设施监测包括监控、收费、通信、配电、照明、隧道机电等设施的运行状态。宜采用智能监测、窄带物联网、边缘感知等技术，对供电状态、通信状态、防雷器等状态等进行实时监测。

5.3.6 监测设备部署要求

公路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宜采用标准成熟、准确可靠、耐久实用、经济合理的设备（宜优先采用具备边缘计算能力且便于组网的设备），且设备的技术性能指标应满足工程及相关标准要求，宜具有容错能力，发生故障时能够保证数据不丢失；
- b) 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；
- c) 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。

5.4 气象环境信息监测

气象环境信息监测采用交通信息监测、车路协同、边缘计算等技术和管理办法，对气象信息进行监测和发布，应至少能够监测 GB/T 33697 中规定的监测项目，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、结冰、积雪）等信息。

5.4.1 监测要求

公路沿线气象监测信息准确率应不低于 90%，每隔 10min 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。

5.4.2 监测设备构成

公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：

- a) 公路交通气象路侧监测站：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；
- b) 公路中心监控管理系统：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公路交通气象监测站网。

5.4.3 监测设备部署要求

宜根据公路所在的不同区域、不同路段的气象状况合理选择监测设备，具体如下：

- a) 充分考虑海拔高度、地形、地貌对气象的影响，在高速公路沿线宜按 10km~30km 间距布设气象监测设备；
- b) 优先考虑安装在路侧感知设备如智慧灯杆，若智慧灯杆不可用或不足时，再考虑电子警察监控杆或新立杆；
- c) 在路网相对密集地区应对区域高速公路网沿线的气象监测设备进行统筹建设与综合利用，以节约建设和运维成本；
- d) 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，如在大雾、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度、湿度监测设备；以大风为主要恶劣气象条件处，应能采集风速和风向参数；以高温为主要恶劣气象条件处，应能采集路面（0cm、-10cm）温度参数；
- e) 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。

5.5 电子不停车收费系统 ETC

5.5.1 功能概述

电子不停车收费系统（ETC），也称为多车道电子收费方式或全电子收费方式，是指在没有物理隔离设施的收费公路上，应用电子收费技术自动完成对多条车道上自由行驶车辆的收费处理。

ETC 系统总体架构是由收费管理与计算平台、收费站车道系统、主线 ETC 门架系统等组成，其主要功能为车辆提供不停车收费服务，是封闭式收费高速公路的重要组成部分。

5.5.2 布设要求

在满足业务功能要求和结构安全的前提下，交通信息感知设施建设应充分利用高速公路已有主线 ETC 门架系统，借助其检测、通信、供电等设备共享共建感知设备；应充分利用 ETC 系统自动识别所有通行车辆（包括 ETC 车辆和 MTC 车辆）功能，实现交通运行状态信息监测。

ETC 门架系统布设原则参照交通运输部发布的《高速公路 ETC 门架系统技术要求》等相关文件要求。

5.6 智慧灯杆

智慧灯杆指以灯杆为载体，通过挂载各类设备提供智能照明、移动通信、公路监测、交通管理、信息交互和公路公共服务等功能，可通过运营管理后台进行远程监测、控制、管理等网络通信及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。

5.6.1 一般要求

- a) 智慧灯杆宜作为基础设施系统网络的载体，实现信息化基础设施的共建、共享；
- b) 城区公路照明灯杆作为公路上连续、均匀和密集布设的道路杆件，应作为智慧灯杆系统前端各类功能集成的主要载体；
- c) 在满足业务功能要求和结构安全的前提下，对公路上各类杆件、机箱、配套管线、电力和监控设施等进行集约化设置。同时具备可拓展性，为未来拟挂载设备预留资源，实现共建共享、互联互通；
- d) 智慧灯杆系统和其他公路设施等应统筹进行系统设计，风格、造型、色彩等应与道路环境景观整体协调，体现地方特色；
- e) 智慧灯杆系统建设应具有前瞻性、科学性、经济型，与架空线入地、景观提升等工程同步开展，避免后期重复投入；
- f) 智慧灯杆应可通过前端设施设备的挂载及后台系统的建立，实现智慧照明、视频监控、无线网络覆盖、交通管理、信息发布、信息交互、环境传感监测、机动车充电等功能中的两种或多种组合。

5.6.2 布设要求

智慧灯杆布设要求如下：

- a) 根据先布设立交区域，再布设路段区域的顺序，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、驶入驶出车流交织严重路段、分离式及互通式立交、收费站出入口、服务区出入口以及事故频发等交通复杂的重要路段；
- 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 24h 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且进行内外防腐处理，并符合 CJ/T 527 的要求；
- g) 杆体内宜按需进行垂直分舱；
- h) 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 一般一般要求

6.1.1 公路系统的路侧智能网联设施系统由路侧感知设备、路侧计算设备、路侧通信设备和其他道路附属设施等构成，网络架构如图 1 所示。具体组成要素和城市道路的系统相似，可参见《T/KJDL 002 粤港澳大湾区城市道路智能网联设施技术规范》。

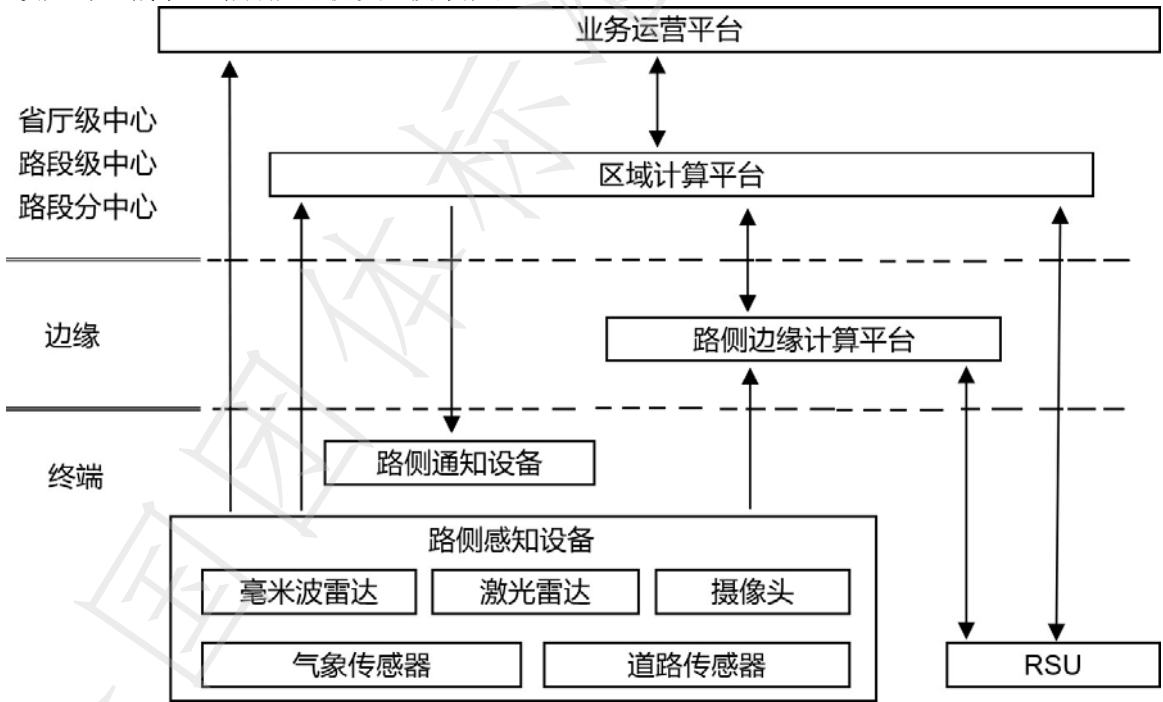


图1 网络架构图

- 6.1.2 路侧通信设备（RSU）具备接收和发送信号功能，用于车路 V2X 通信，通信方式应支持 LTE-V2X。
- 6.1.3 RSU 具有与 OBU 及其它系统组件通信的功能，为各类车路协同辅助驾驶或自动驾驶应用场景提供支撑服务，包括 V2X 应用数据的接收、解析、存储、转发等处理操作。
- 6.1.4 路侧智能网联设施系统应至少支持 I2V、I2N 的数据通信服务。

6.2 功能要求

- 6.2.1 路侧通信设备的通信子系统应具备接收和发送无线信号的功能，至少应支持广播功能。

- 6.2.2 路侧通信设备消息层协议应符合 YD/T 3709 中的规定。
- 6.2.3 路侧通信设备应支持软件远程升级。
- 6.2.4 路侧通信设备应符合 T/ITS 0110、YD/T 3755 等的规定。
- 6.2.5 路侧通信设备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。
- 6.2.6 路侧通信设备在直线路段的有效通信范围不低于 320m。
- 6.2.7 路侧通信设备日志本地存储时间不少于 7d。
- 6.2.8 路侧通信设备宜具备 RS-485、RS-232、RJ45 100M/1000M、4G/5G 等通信接口，应支持 5905 MHz~5925 MHz 频段的直连通信功能。
- 6.2.9 路侧通信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，各点位的的路侧设备距离间超过 50m 时，可用光纤连接，通过配置光纤收发器进行网络转换。
- 6.2.10 路侧通信设备到平台网络路侧设备到平台的传输宜采用光纤回传到平台，也可通过 4/5G 无线传输。
- 6.2.11 路侧通信设备应满足耐高温、高湿环境，电子产品应满足电磁兼容要求。
- 6.2.12 路侧通信设备的物理环境安全、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相关国家标准、行业标准要求。

6.3 技术要求

- 6.3.1 路侧通信设备传导接收灵敏度、发射功率、射频性能要求应符合 YD/T 3755-2020。

6.3.2 路侧通信设备接口要求

- 支持 4G/5G 通信、C-V2X 通信及固网通信；
- PC5 接口要求：对于 LTE-V2X 路侧设备，PC5 接口应符合 YD/T 3755-2020 中的规定；
- Uu 接口要求：使用蜂窝网络的路侧通信设备应符合国内通信行业标准；
- 支持和 V2X Server、网管设备间采用标准接口对接，以满足通用性、一致性要求。数据协议参考 TITS 0117；
- 支持以太网网口接口，即插即用；
- 其他可选接口：SIM 卡插槽(防盗)。

6.3.3 路侧通信设备可靠性要求

- 高温测试：GB/T 2423.2-2008
 - 低温测试：GB/T 2423.1-2008
 - 高温/低气压综合试验：GB/T 2423.26-2008
 - 温度变化：GB/T 2423.22-2012
 - 恒定湿热：GB/T 2423.3-2016
 - 交变湿热：GB/T 2423.4-2008
 - 粗暴搬运冲击：GB/T 2423.7-2018
 - 宽带随机振动：GB/T 2423.56-2018
 - 冲击：GB/T 2423.5-2019
 - 外壳防护等级：GB/T 4208-2017 的 IP65
 - 非气候防护场所的使用：ETSI EN 300 019-2-4 V2.5.1 (2018-07)
- 安全：
- 符合 GB 4943.1
 - 符合 GB 4943.22
- 防震保护：
- 符合 GR-63-CORE Zone4 等级要求
 - 符合 YD 5083-2005 电信设备抗地震性能检测规范

6.3.4 高精度定位宜满足以下要求

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，路侧通信设备定位精度应小于 0.5m。

6.3.5 C-V2X RSU 通信协议要求

除满足上述要求之外，还应符合 GA/T 1743-2020、YD/T 3340-2018、YD/T 3400-2018、YD/T 3594-2019、YD/T 3707-2020、YD/T 3957-2020 及 T/ITS 0110 中的规定。

6.4 布设要求

6.4.1 基本布设要求

路侧通信设备宜满足以下基本布设要求：

- a) 高速公路的 RSU 部署，宜按照沿线双侧按“之”字型，间隔 500m 规划一个 RSU，在互通立交区、特大桥、隧道、弯道、收费站、服务区等通信环境不理想的区域应加密布置，通常可考虑按照 200m~300m 一个 RSU 规划，以保证路段 C-V2X 信号全覆盖。
- b) RSU 宜挂高 6 至 8m，应符合 JTG D80 中的相关规定；
- c) 安装时应保持 RSU 正面朝向来车方向，GNSS 天线朝上，C-V2X 天线朝下。
- d) C-V2X 路侧通信单元选择空旷处，且周边无明显遮挡信号的障碍物，为在途车辆提供连续的安全预警信息服务，消除管控盲点。

6.4.2 路基、桥梁路段布设要求

路侧通信设备在公路宜满足以下布设要求：

- a) 长直线部署：RSU 宜采用共杆安装。在弯道、高架桥梁、隧道前后、互通式立体交叉、服务区、收费站等因遮挡问题导致信号覆盖不足区域，需要单独规划 RSU 补充覆盖。
- b) 匝道部署：RSU 宜部署在匝道入口处，确保匝道和主线分、汇流位置信号覆盖良好。

6.4.3 隧道布设要求

路侧通信设备在隧道宜满足以下布设要求：

- a) 隧道内分幅布设 RSU，纵向间距宜平均 150m，偏差不超过 20m，弯曲道路时可适当减小间距；
- b) 隧道内每个 RSU 在上游方向应至少能与 2 个 RSU 视距通信，且下游方向应至少能与 2 个 RSU 视距通信；
- c) 隧道口向外应以同等间距延伸布设 2 个 RSU，隧道外 RSU 应良好接收 GNSS 信号；
- d) 隧道内各 RSU 布设位置宜位于隧道的同一侧；
- e) 隧道内 RSU 天线与隧道拱顶及隧道侧壁宜保持 0.5m 以上的距离；
- f) 以地面为基准，所有 RSU 天线的高度差宜不超过 0.5m。

7 路侧计算设施

7.1 一般要求

7.1.1 路侧计算设备（MEC）由数据处理与控制单元、数据存储单元、网络单元等模块构成，结构关系如图 2。路侧计算设备是部署在公路沿线，配合其他系统完成交通信息处理与决策的计算设备。有别于区域汇聚计算设施在网络部署位置、数据汇聚和计算处理体量差异，本文件中仅对边缘计算设备作出规定。

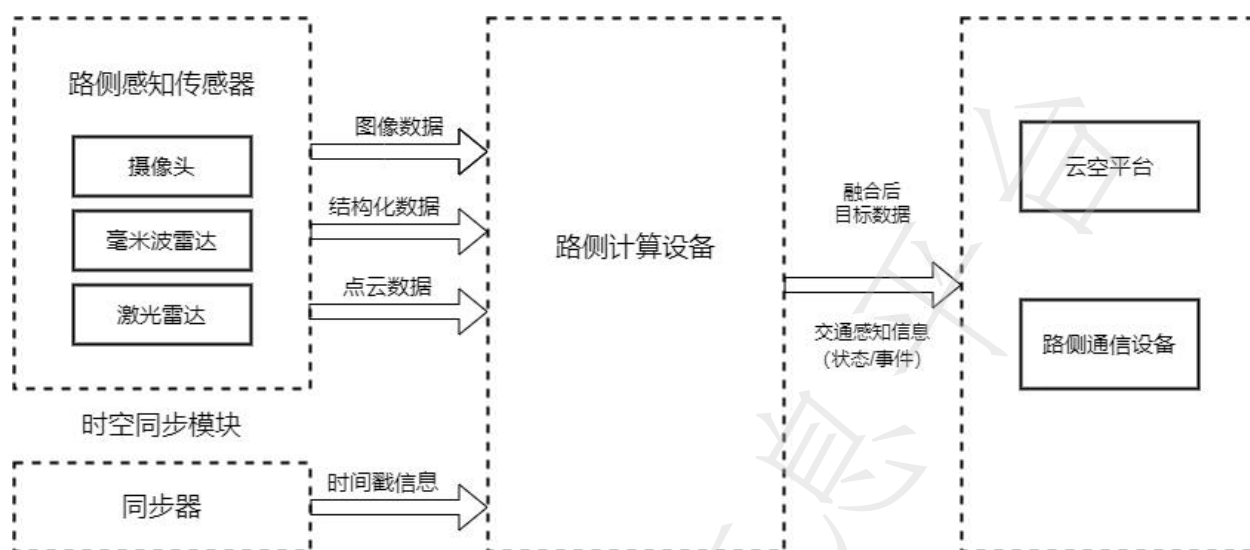


图2 路侧设备组成结构关系图

7.1.2 路侧计算设备（MEC）应满足工作环境所需的机械、电气、防护、环境适应性等要求。

7.1.3 路侧计算设备（MEC）与车辆交互时，应通过 RSU 转发。

7.1.4 路侧计算设备（MEC）需支持远程设备和本地设备的管理与维护。

7.1.5 路侧计算设备（MEC）宜支持双机热备份（Hot Standby）。

7.2 功能要求

7.2.1 路侧计算设备（MEC）应具备安装开放式操作系统和部署运行服务（MEC Apps）的能力，提供可扩展的方式以安装不同的 MEC Apps 软件以增强系统的功能。

7.2.2 路侧计算设备（MEC）应具备感知设备和基础设施数据接入功能，如 RSU、摄像头、雷达、信号机等。

7.2.3 路侧计算设备（MEC）应具备动态地图下发功能，应提供动态高精度地图的存储和计算能力。

7.2.4 路侧计算设备（MEC）应具备与中心云交互功能。

7.2.5 路侧计算设备（MEC）宜具备服务于车辆的信息增强功能。对视频/雷达等感知设备采集的数据进行多源信息融合感知等应用计算，并将计算结果下发车辆，进行直观展示或辅助决策。

7.2.6 路侧计算设备（MEC）宜具备车辆在线诊断功能。需具备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，利用在线诊断功能对实时数据样本进行监控分析，用于试验、测试、评估或应对紧急情况处理，并对诊断报告上传云端存储。

7.2.7 路侧计算设备（MEC）可根据接入信息对外提供驾驶辅助应用，如危险驾驶提醒、车辆违章预警、交叉路口碰撞预警、车速引导、匝道汇入辅助等。

7.2.8 路侧计算设备（MEC）可根据实际需要，部署 V2V 信息转发功能，通过 V2N2V 方式实现车车实时通信，车辆可通过 Uu 接口将车辆状态信息发送至 MEC，并接收 MEC 下发的其他车辆信息。MEC 应提供超低时延的信息传输功能保障行车安全。

7.2.9 路侧计算设备（MEC）应具备高信息安全能力，针对数据的实时计算、结果下发以及本地存储的历史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。

7.3 技术要求

7.3.1 路侧计算设备（MEC）可通过以太网与视频检测设备、毫米波雷达、激光雷达、信号机、智能化交通设备设施、应用服务器等连接通信，设备应至少具有 2 个以太网接口，采用 RJ45 或光纤接口方式，接口应能支持 1000Mbps 以上的网络传输，宜具备 USB、RS-485 等其它接口。

7.3.2 MEC 性能要求需满足 5.2.6 交通参与者检测、5.2.8 交通事件检测设备性能的要求。

7.3.3 路侧计算设备（MEC）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，时间误差不超过 50ms，空间误差不超过 0.5m。

7.3.4 路侧计算设备（MEC）算力、存储、机械、电气、环境适应性等性能指标，应根据实际应用场景和业务需求复杂程度确定相关技术参数：

- a) 路侧计算设备（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；
- b) MEC 工作温度应满足：-20℃ ~ 60℃。

7.4 布设要求

7.4.1 路侧计算设备（MEC）布设应满足如下要求：

- a) 挂杆型路侧计算设备，应尽可能靠近 RSU 布设，可与 RSU 共杆布设；
- b) 机柜型路侧计算设备可布设于路侧机柜、蜂窝基站小型机房、高速监控中心、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；
- c) 路侧计算设备（MEC）与路侧通信单元之间通过以太网或光纤连接通信；
- d) 路侧计算设备（MEC）的布置应靠近感知设备部署位置，减少长布线；
- e) 路侧计算设备（MEC）布设地点应满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；
- f) 机柜型 MEC 部署于路侧机柜中，挂杆型路侧计算设备（MEC）部署于灯杆上；
- g) 重点监控重点路段、十字路口应加密 MEC 的布设。

8 云控平台

8.1 一般要求

8.1.1 云控平台通过路侧通信设备或路侧计算设备与路侧感知设备、交通安全与管理设备及其他辅助设备进行沟通，实现所有数据上云，通过云计算实现公路智能网联海量交通数据的处理，最终实现云端管理（如图 3）。

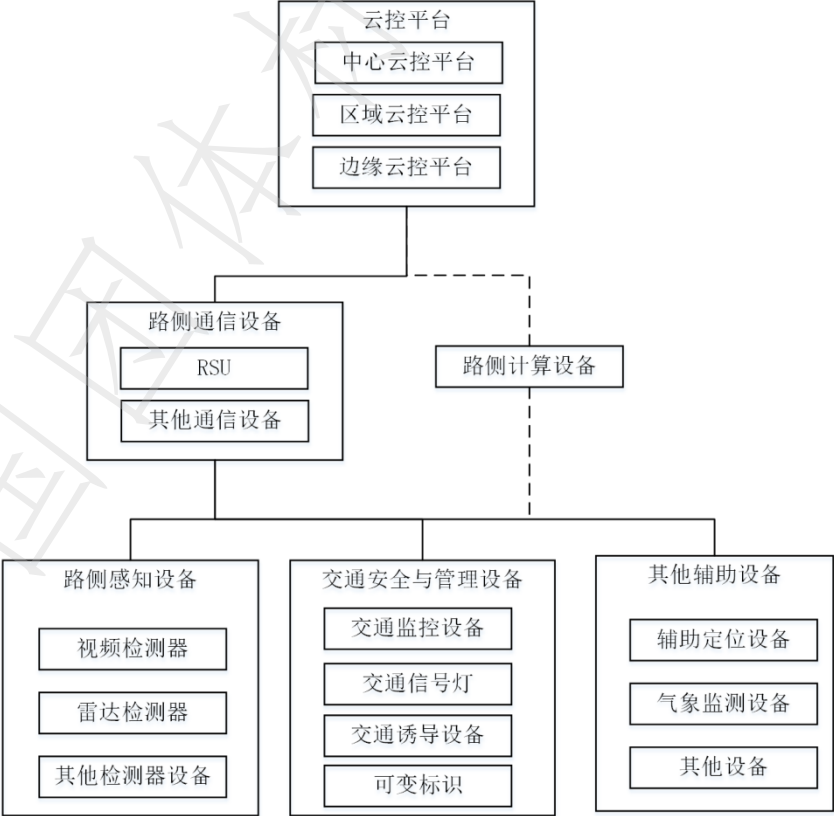


图3 云控平台系统架构图

8.1.2 云控平台建设宜采用统一的交换架构、安全机制、质量管控、处理模型、数据标准及指标体系。

8.1.3 云控平台，面向数字化、网络化、智能化需求，集成车端、路侧、公共服务信息平台、第三方平台各种数据、服务、用户等各类资源，在此基础上提供车路协同应用数据集成分析、应用支撑能力和基础应用能力，以支撑各种自动驾驶、智能交通管理、智慧出行、公共安全等应用。

8.2 与 RSU 数据交互内容

车联网云控平台与RSU之间主要的数据交互内容包括：RSU基本运维管理信息、V2X业务信息（表2）。

表2 车联网云控平台与 RSU 之间数据交互内容

数据交互内容	分类	说明
RSU 基本运维管理信息	RSU 信息上报	RSU 向车联网云控平台上报自身经纬度位置和配置参数及运行信息
	RSU 业务配置信息	车联网云控平台向 RSU 下发消息配置参数,包括对 MAP 地图消息、BSM Basic Safety Message 基本安全消息、RSI Road Side Information 路测信息、RSM Road Safety Message 路侧安全信息、SPAT Signal Phase and Timing Message 信号灯消息的配置
	RSU 运行状态上报信息	RSU 向车联网云控平台上报设备运行状态信息
	远程升级 OTA 上报消息	车联网云控平台对 RSU 进行远程升级
	版本查询	
	远程升级 OTA 下发消息	
	升级状态上报	
	运维管理配置信息	车联网云控平台对 RSU 进行远程配置
	运维管理配置信息应答	
	RSU 上报基本信息	RSU 向车联网云控平台上报 RSU 基本信息
V2X 业务信息	MAP 信息	车联网云控平台向 RSU 上报和下发 MAP 数据
	BSM 信息	车联网云控平台向 RSU 上报 BSM 数据
	RSI 信息	车联网云控平台向 RSU 上报和下发 RSI 数据
	SPAT 信息	车联网云控平台向 RSU 上报和下发 SPAT 数据
	RSM 信息	车联网云控平台向 RSU 上报和下发 RSM 数据

注：具体数据交互内容参考T/ITS 0180.1-2021《车路协同信息交互技术要求 第1部分：路侧设施与云控平台交互技术要求》。

8.3 与路侧计算设备数据交互内容

车联网云控平台与路侧计算设备数据交互内容包括：路侧计算设备信基本运维信息，感知信息、信号灯信息、交通事件信息、交通运行状况信息、V2X业务信息等（表3）。

表3 车联网云控平台与路侧计算设备之间数据交互内容

数据交互内容	分类	说明
路侧计算设备基本运维信息	路侧计算设备基础信息	

	路侧计算设备运行状态信息	
业务信息	融合感知结果信息	
	信号灯信息	
	交通事件信息	
	交通运行状况信息	
V2X 业务信息	MAP 信息	路侧计算设备向车联网平台上报或下发 V2X 业务信息
	BSM 信息	
	RSI 信息	
	SPAT 信息	
	RSM 信息	

注：具体数据交互内容参考T/ITS 0180.1-2021《车路协同信息交互技术要求 第1部分：路侧设施与云控平台交互技术要求》和T/ITS 0117-2022《合作式智能运输系统 RSU与中心子系统间数据接口规范》。

8.4 与路侧设备接口通信协议与数据格式要求

8.4.1 车联网云控平台与 RSU 之间

8.4.1.1 基本要求

业务类数据传输宜采用MQTT协议，数据格式宜采用JSON或Protocol Buffer。

对于MQTT链路，应参考如下约定：

- 中心子系统作为服务端，RSU 为客户端；传输消息均采用 JSON 编码格式。
- MQTT 连接建立时，宜采用用户名密码方式鉴权，宜采用 TLS 认证加密。
- 重要消息 QOS 优先级宜为 1，普通消息宜为 0；
- MQTT 会话(session)：设备端在中心子系统要采用持久会话，建立 MQTT 连接时要设置 ClientId 为当前设备的 deviceID。

8.4.1.2 交互流程

(1) 设备获取 TLS 证书及密码

- 宜采用双向认证。
- 系统管理员根据实际需求，在中心子系统中按照设备厂商等信息批量生成 deviceID 和（用于 MQTT 登录的）随机密码，同时在 CA 系统中为每个设备生成对应的 TLS 证书；然后把上述生成的 TLS 证书和 deviceID 等信息，离线方式分发给各设备厂商。
- 设备厂商通过灌装或本地配置等手段按照中心子系统下发的信息对设备进行配置。
- 设备接入中心子系统时，需采用上述获得的证书与 MQTT Broker 建立连接，并对通信链路进行加密，以保障数据的安全传输。

(2) 设备登录/登出

- 登录：登录是设备连接 MQTT Broker 时通过 MQTT 的 CONNECT 完成的，用户名为此设备的 deviceID，密码为中心子系统分配的密码。如果未开始 TLS 认证，需对连接里面的用户名密码进行 SHA256 的安全加密，采用系统时间作随机因子，系统时间如 202112031021。
- 登出：通过 mqtt 协议在设备异常中断时通过遗言消息（Will Message）发送登出消息。

(3) 业务数据上报/下发

设备在完成登录操作后，需要进行一次设备基础信息上报；

设备和平台根据配置要求进行业务数据上报/下发。

8.4.1.3 MQTT 协议下数据交互的 TOPIC 规则定义

RSU 消息上报 Topic: V2X/v1/rsu/{rsu_id}/{消息类型}/up;

RSU 消息上报确认应答 Topic: v2x/v1/rsu/{rsu_id}/{消息类型}/up/ack;

中心子系统下发 topic: v2x/v1/rsu/{rsu_id}/{消息类型}/down;

其中 rsu_id 通常为 SN 号，详见表 4。

表4 V2X 业务信息 TOPIC 定义

TOPIC 分类	流程	Topic 规则	流向	说明
MAP 信息	下发	v2x/v1/rsu/{rsu_id}/map/down	S>C	
	下发确认	v2x/v1/rsu/{rsu_id}/map/down/ack	C>S	如果平台下发 MAP 数据时 ack 字段填写为 true, 则 RSU 上报该确认消息。
	上报	v2x/v1/rsu/{rsu_id}/map/up	C>S	
	上报确认	v2x/v1/rsu/{rsu_id}/map/up/ack	S>C	如果 RSU 上报 MAP 数据时 ack 字段填写为 true, 则平台下发该确认消息。
BSM 信息	上报	v2x/v1/rsu/{rsu_id}/bsm/up	C>S	
RSI 信息	下发	v2x/v1/rsu/{rsu_id}/rsi/down	S>C	
	下发确认	v2x/v1/rsu/{rsu_id}/rsi/down/ack	C>S	如果平台下发 RSI 数据时 ack 字段填写为 true, 则 RSU 上报该确认消息。
	上报	v2x/v1/rsu/{rsu_id}/rsi/up	C>S	
	上报确认	v2x/v1/rsu/{rsu_id}/rsi/up/ack	S>C	如果 RSU 上报 RSI 数据时 ack 字段填写为 true, 则平台下发该确认消息。
SPAT 信息	上报	v2x/v1/rsu/{rsu_id}/spat/up	C>S	
	下发	v2x/v1/rsu/{rsu_id}/spat/down	S>C	
RSM 信息	上报	v2x/v1/rsu/{rsu_id}/rsm/up	C>S	
	下发	rsu/rsm/down	S>C	

8.4.1.4 数据格式要求

- 中心子系统和 RSU 之间的交互信息, 所有编码消息, 包括 MAP、BSM、RSI、SPAT、RSM 和运维相关消息中的每个字段。
- RSU 应支持 JSON 格式或 Protocol Buffer 格式中的一种。
- 中心子系统应支持 JSON 格式和 Protocol Buffer 格式。
- Key 和 Value 采用 T/ITS 0117-2022《合作式智能运输系统 RSU 与中心子系统间数据接口规范》定义的字段命名、顺序和类型, Protocol Buffer 格式应基于 proto3。

8.4.2 车联网云控平台与路侧计算设备之间

8.4.2.1 基本要求

- 数据传输应至少支持 MQTT 协议, HTTP/HTTPS 协议, GRPC 协议中的一种。
- 数据格式应采用 JSON 或 Protocol Buffer。
- Key 和 Value 采用《车路协同信息交互技术要求 第 1 部分: 路侧设施与云控平台》第 5 章定义的字段命名、顺序和类型, Protocol Buffer 格式应基于 proto3。

8.4.2.2 MQTT 协议

(1) 车联网云控平台与路侧计算设备数据交互 TOPIC 定义

RSCU 与车联网云控平台之间采用 MQTT 通信协议时, 宜满足以下要求:

- 数据传输格式: JSON 或 Protocol Buffer;
- 采用用户名密码方式进行鉴权, 采用 TLS 认证加密;
- 重要消息 QOS 优先级为 1, 普通消息宜为 0。

RSCU 与车联网云控平台之间信息交互的 Topic 定义可参考下表 5。

表5 Topic 定义建议

序号	消息内容	Topic 建议	备注说明
1	RSCU 配置下发	RSCU/{RSCU_id}/config/down	车联网云控平台下发配置给 RSCU
2	RSCU 配置下发确认	RSCU/{RSCU_id}/config/down/ack	配置下发确认, 把配置信息上报给车联网云控平台
3	RSCU 上报设备基础信息	RSCU/{RSCU_id}/basic-status/up	RSCU 基础信息上报, 开机、建立链路、或信息变更时主动上报
4	RSCU 运行状态信息上报	RSCU/{RSCU_id}/run-status/up	RSCU 运行状态信息上报, 周期性上报, 上报时间间隔为按需配置
5	交通参与者感知信息上报	RSCU/{RSCU_id}/participant /up	RSCU 向车联网云控平台上报交通参与者感知信息
6	交通参与者感知信息上报确认	RSCU/{RSCU_id}/participant /up/ack	针对 RSCU/{RSCU_id}/participant /up 消息的确认消息, 如果上报消息时 ack 字段为 ture, 则车联网云控平台发送该消息
7	交通事件感知信息上报	RSCU/{RSCU_id}/event/up	RSCU 向车联网云控平台上报交通事件信息
8	交通事件感知信息上报确认	RSCU/{RSCU_id}/event /up/ack	针对 RSCU/{RSCU_id}/event /up 消息的确认消息, 如果上报消息时 ack 字段为 ture, 则车联网云控平台发送该消息
9	交通运行状况感知信息上报	RSCU/{RSCU_id}/traffic/up	RSCU 向车联网云控平台上报交通运行状况信息
10	交通运行状况感知信息上报确认	RSCU/{RSCU_id}/traffic /up/ack	针对 RSCU/{RSCU_id}/ traffic /up 消息的确认消息, 如果上报消息时 ack 字段为 ture, 则车联网云控平台发送该消息
11	信号灯信息上报	RSCU/{RSCU_id}/lamp /up	RSCU 向车联网云控平台上报信号灯信息
12	信号灯信息上报确认	RSCU/{RSCU_id}/lamp /up/ack	针对 RSCU/{RSCU_id}/lamp /up 消息的确认消息, 如果上报消息时 ack 字段为 ture, 则车联网云控平台发送该消息
13	交通事件信息下发	RSCU/{RSCU_id}/event/ down	车联网云控平台向 RSCU 下发交通事件信息
14	交通事件信息下发确认	RSCU/{RSCU_id}/event/down /ack	针对 RSCU/{RSCU_id}/event / down 消息的确认消息, 如果下发消息时 ack 字段为 ture, 则 RSCU 发送该消息
15	交通运行状况信息下发	RSCU/{RSCU_id}/traffic/ down	车联网云控平台向 RSCU 下发交通运行状况信息
16	交通运行状况信息下发确认	RSCU/{RSCU_id}/traffic/down/ack	针对 RSCU/{RSCU_id}/traffic / down 消息的确认消息, 如果下发消息时 ack 字段为 ture, 则 RSCU 发送该消息
17	V2X 信息上报	RSCU/{RSCU_id}/v2x/up	RSCU 向车联网云控平台上报 V2X 业务信息, V2X 消息包括但不限于 BSM、MAP、RSI、RSM、SPAT、SSM 等
18	V2X 信息上报确认	RSCU/{RSCU_id}/v2x/up/ack	针对 RSCU/{RSCU_id}/v2x /up 消息的确认消息, 如果上报消息时 ack 字段为 ture, 则车联网云控平台发送该消息
19	V2X 信息下发	RSCU/{RSCU_id}/v2x/down	车联网云控平台向 RSCU 下发 V2X 业务信息, V2X 消息包括但不限于 BSM、MAP、RSI、RSM、SPAT、SSM 等
20	V2X 信息下发确认	RSCU/{RSCU_id}/v2x /down/ack	针对 RSCU/{RSCU_id}/v2x/down 消息的确认消息, 如果下发消息时 ack 字段为 ture, 则 RSCU 发送该消息
21	RSCU 运维管理信息下发	RSCU/{RSCU_id}/om-config/down	车联网向 RSCU 下发运维管理消息, 包括开关机、重启、修改配置参数等
22	RSCU 运维管理信息下发确认	RSCU/{RSCU_id}/om-config/down/ack	运维管理配置下发确认消息, 把配置信息上报给车联网云控平台
23	查询信息下发	RSCU/{RSCU_id}/query/down	车联网向 RSCU 下发查询消息, 支持查询 RSCU 的基本配置、运行状态等信息
24	查询信息下发确认	RSCU/{RSCU_id}/query/down/ack	查询下发确认, 把查询结果信息上报给车联网云控平台

(2) 信息交互内容

基于MQTT通信协议的信息交互内容见T/ITS 0180.1-2021《车路协同信息交互技术要求 第1部分：路侧设施与云控平台》5.3章节。

8.4.2.3 HTTP 协议

(1) 报文格式

- a) 基于 HTTP/HTTPS 通信协议的数据交互内容包括请求报文和响应报文。
- b) 请求报文包括请求头部和请求数据两部分，请求数据基本格式见表 6；响应报文包括响应头部和响应数据两部分，响应数据基本格式见表 7。

表6 请求数据基本格式

序号	数据元素	是否必选	备注说明
1	timeStamp	是	时间戳，格式yyyy-MM-dd HH:mm:ss
2	data	是	请求的具体数据内容

表7 响应数据基本格式

序号	数据元素	是否必选	备注说明
1	status	是	返回状态码，200代表成功，其他代表失败
2	responseTime	是	响应时间戳，格式yyyy-MM-dd HH:mm:ss
3	data	否	返回的具体数据内容

(2) 信息交互内容

请求和响应数据中的data部分见T/ITS 0180.1-2021《车路协同信息交互技术要求 第1部分：路侧设施与云控平台交互技术要求》5.3章节。

(3) 安全认证

RSCU与车联网云控平台之间应采用签名机制实现身份认证，平台验证用户标识，生成Token返回。签名算法可以是SHA256等，Token放到HTTP/HTTPS head的Authorization中。

8.4.2.4 GRPC 协议

(1) 报文格式

GRPC协议本身支持四种传输模式，分别是一元RPC(Unary RPC)、服务器流RPC(Server streaming RPC)、客户端流RPC(Client streaming RPC)与双向流RPC(Bidirectional streaming RPC)。

- a) 路侧计算设施向云控平台的上报数据交互需求宜优先采用一元RPC，在保持长连接的同时采用请求-响应的模式进行数据交互。
- b) 一元RPC数据交互内容包括请求报文和响应报文。其中请求报文包括请求头部和请求数据两部分，请求数据基本格式见表 8；响应报文包括响应头部和响应数据两部分，响应数据基本格式见表 9。
- c) 请求和响应数据中的 data 部分参见《车路协同信息交互技术要求 第 2 部分：路侧设施与中心子系统》5.3 节。

表8 请求数据基本格式

数据名称	是否必选	备注说明
Timestamp	是	时间戳
data	是	根据接口不同发送具体请求数据

表9 响应数据基本格式

数据名称	是否必选	备注说明
status	是	返回状态码
responseTime	是	响应时间戳
data	是	根据接口不同返回具体数据

- d) 云控平台向路侧计算设施下发数据的交互需求建议采用双向流 RPC，满足服务端实时下发数据的需求，客户端确认收到信息后可向服务器返回状态码。
- e) 客户端在启动时调用服务端接口建立双向传输通道。双向流 RPC 的数据交互内容包含服务器下发报文和客户端响应报文。其中服务器下发报文包括下发头部和下发数据两部分，下发数据基本格式见表 10；客户端响应报文包括响应头部和响应数据两部分，响应数据基本格式见表 11。服务器下发和响应数据中的 data 部分参见《车路协同信息交互技术要求 第 2 部分：路侧设施与中心子系统》5.3 节。

表10 服务器下发数据基本格式

数据名称	是否必选	备注说明
Timestamp	是	时间戳
data	是	根据接口不同下发具体数据

表11 响应数据基本格式

数据名称	是否必选	备注说明
status	是	返回状态码
responseTime	是	响应时间戳
data	是	根据接口不同返回具体数据

(2) GRPC服务接口

路侧计算设施（RCF Roadside Computing Facilitie, RCF）与云控平台之间信息交互的GRPC服务接口定义可参考下表 12。

表12 GRPC 服务接口定义

消息内容	服务接口名	备注说明
RCF配置下发	RCFHost:ConfigDown	云控平台下发配置给RCF（双向流RPC）
RCF上报基本信息	RCFHost:BasicStatusUp	RCF基本信息上报，开机、建立链路、或信息变更时上报（一元RPC）
RCF运行状态信息上报	RCFHost:RunStatusUp	RCF运行状态信息上报，周期性上报，频率10分钟（一元RPC）
交通参与者感知信息上报	RCFHost:ParticipantUp	RCF向云控平台上报交通参与者感知信息（一元RPC）
交通事件感知信息上报	RCFHost:EventUp	RCF向云控平台上报交通参与者感知信息（一元RPC）
交通运行状况感知信息上报	RCFHost:TrafficUp	RCF向云控平台上报交通参与者感知信息，采用（一元RPC）
信号灯信息上报	RCFHost:LampUp	RCF向云控平台上报信号灯信息（一元RPC）
交通事件信息下发	RCFHost:EventDown	云控平台向RCF下发交通事件信息（双向流RPC）
交通运行状况信息下发	RCFHost:TrafficDown	云控平台向RCF下发交通运行状况信息（双向流RPC）
V2X信息上报	RCFHost:V2XUp	RCF向云控平台上报V2X业务信息，V2X消息包括但不限于BSM、MAP、RSI、RSM、SPAT、SSM等（一元RPC）
V2X信息下发	RCFHost:V2XDown	云控平台向RCF下发V2X业务信息，V2X消息包括但不限于BSM、MAP、RSI、RSM、SPAT、SSM等（双向流RPC）
RCF运维管理信息下发	RCFHost:OMConfigDown	云控向RCF下发运维管理信息，包括开关机、重启、修改配置参数等（双向流RPC）
查询信息下发	RCFHost:QueryDown	云控向RCF下发查询信息，支持查询RCF的基本配置、运行状态等信息（双向流RPC）
远程升级OTA下发消息	RCFHost:UpgradeDown	升级时使用，云控向RCF下发OTA升级信息（双向流RPC）
升级状态上报	RCFHost:UpgradeStatusUp	升级时使用，升级过程中上报升级进度，升级结束后上报版本信息（一元RPC）

注：RCFHost为RCF主机IP地址。

(3) 安全认证

GRPC协议集成了SSL/TLS认证加密体系,在数据的交互过程中,推荐使用SSL/TLS进行安全认证,同时对数据进行加密,保障传输过程中的数据安全。

9 信息发布设施

9.1 一般要求

9.1.1 信息发布系统包括可变信息标志和停车诱导设施。

表13 信息发布设施

序号	设施名称	发布内容	布设位置	通信方式
1	可变信息标志	公路基础设施信息,包括公路基础信息、特殊构造物信息等	高速公路枢纽互通前后、收费站外广场前、服务区附近	光纤
2	可变信息标志、RSU	服务设施状态信息,包括收费站、服务区、停车区设施状态信息等	服务区附近	光纤、4G/5G、LTE-V2X
3	可变信息标志、RSU	出行规划信息,包括行程时间信息、推荐路径信息等	高速公路枢纽互通前后、收费站外广场前、服务区附近	光纤、4G/5G、LTE-V2X
4	可变信息标志、RSU	交通运行状态信息,包括交通流、阻断和拥堵信息等	高速公路枢纽互通前后、收费站外广场前、服务区附近	光纤、4G/5G、LTE-V2X
5	可变信息标志、RSU	交通突发事件信息,包括突发事件基本信息、突发事件处置信息等	易拥堵路段、交通事故多发段、特大桥、长或特长隧道入口前等特殊路段	光纤、4G/5G、LTE-V2X
6	可变信息标志(移动式)、RSU	公路施工养护信息,包括道路施工基本信息、通行限制或封闭信息等	公路施工养护区等区域上游	光纤、4G/5G、LTE-V2X
7	可变信息标志、RSU	公路气象环境信息,包括公路气象信息、预报信息、预警信息等	恶劣气象条件路段	光纤、4G/5G、LTE-V2X
8	可变信息标志、RSU	应急救援信息,包括应急救援机构信息、应急救援服务信息等	易拥堵路段、交通事故多发段、恶劣气象条件路段、特大桥、长或特长隧道入口前等特殊路段	光纤、4G/5G、LTE-V2X
9	RSU	安全辅助驾驶信息,包括车辆基本安全消息、路侧安全消息、周边车辆状态信息等	易拥堵路段、交通事故多发段、高速公路互通式立体交叉、枢纽、服务区和停车区等出入口匝道	光纤、4G/5G、LTE-V2X

10	可变信息标志、RSU	其他信息，包括 ETC 通行费用、电子发票、优惠活动、车辆违章等	高速公路枢纽互通前后、收费站外广场前、服务区附近	光纤、4G/5G、LTE-V2X
----	------------	----------------------------------	--------------------------	------------------

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，可选 5G 通信；数字化交通标志应支持 5.9 GHz 频段的短程直连通信功能。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、定位精度小于 1 m。

9.4 布设要求

9.4.1 可变信息标志部署应满足要求：

- 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。
- 城市特大桥梁（总长 $L > 1000\text{m}$ ，除跨江桥梁）、中、长、特长隧道（封闭段长度 $L > 500\text{m}$ ）布设。

9.4.2 停车诱导设施部署要求：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部署要求：新能源充电站诱导设施应在服务区、匝道、收费站附近部署。

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 一般要求

V2X 信息安全主要涉及端与端通信安全和端与云通信安全。

V2X 通信安全应保证信息机密性、完整性、可认证性，要求可抵御重放攻击，可检测网络嗅探、DDoS 攻击等行为，要求对 V2X 直连通信的各方尤其是 OBU 进行隐私保护。

V2X 通信业务中，应建立车联网身份认证证书管理系统，赋予车辆、路侧设备 RSU、云平台等基础设施数字身份，抵御信息伪造、篡改等攻击。证书管理系统宜参考 GB/T 25056-2018 进行建设，数字证书结构和格式应符合 GB/T 20518-2018 中 5.2 要求。

10.2 功能要求

10.2.1 安全通信网络要求

- 现场控制网络与运营中心网络应划分为两个区域，区域之间应采用技术隔离手段。

- b) 现场控制网络内部根据业务特点划分为不同的安全域，安全域之间应采用技术隔离手段。

10.2.2 OBU 与 OBU 通信安全

OBU 与 OBU 之间通信，需要经过身份鉴别和接入控制，只有授权的 OBU 才可以进行通信，OBU 之间的通信链路需要经过安全的加密算法进行传输。

10.2.3 OBU 区域与路侧设施通信安全

OBU 与路侧设施之间通信，需要经过身份鉴别和接入控制，只有授权的 OBU 或者路侧设施才可以进行通信，OBU 与路侧设施之间的通信链路需要经过安全的加密算法进行传输。路侧设施资产要满足安全接入的需求，防止非法资产接入网络。

10.2.4 OBU 区域与用户终端设备通信安全

- a) OBU 与用户终端设备之间通信，必须经过身份鉴别和接入控制，只有授权的 OBU 或者用户终端设备才可以进行通信；
- b) OBU 与用户终端设备之间的通信链路应经过安全的加密算法进行传输。

10.2.5 OBU 区域与云控中心通信安全

- a) OBU 与云控中心之间通信，必须经过身份鉴别和接入控制，只有授权的 OBU 或者云控中心才可以进行通信；
- b) OBU 与云控中心之间的通信链路应经过安全的加密算法进行传输。

10.2.6 认证确认

OBU 设备应具有基于数字证书的双向身份认证功能。

10.2.7 安全计算环境要求

- a) 控制设备自身应实现相应级别安全通用要求提出的身份鉴别、访问控制和安全审计等安全要求，如受条件限制控制设备无法实现上述要求，应由其上位控制或管理设备实现同等功能或通过管理手段控制。
- b) 应在经过充分测试评估后，在不影响系统安全稳定运行的情况下对控制设备进行补丁更新、固件更新等工作。

10.3 技术要求

10.3.1 物理安全要求

10.3.1.1 物理位置选择

- a) 设备部署场地应选择在具有防震、防风和防雨等能力的机柜内；
- b) 设备部署场地应避免设在建筑物的顶层或地下室，否则应加强防水和防潮措施。

10.3.1.2 物理访问控制

- a) 设备的物理访问应具备访问时身份鉴别、访问行为审计等措施，控制、鉴别和记录接入人员的信息；
- b) 设备机房出入口应配置电子门禁系统，控制、鉴别和记录进入的人员。

10.3.1.3 防盗窃和防破坏

- a) 应将设备或主要部件进行固定，并设置明显的不易出去的标识；
- b) 应将通信线缆铺设在隐蔽安全处；
- c) 应设置设备防盗报警系统或设置有专人值守的视频监控系统。

10.3.1.4 防雷击

- a) 应将各类路侧设施设备通过接地系统安全接地；
- b) 应采取措施防止感应雷，例如设置防雷保安器或过压保护装置等。

10.3.1.5 防水防潮

- a) 应采取措施防止路侧设施被雨水渗透；
- b) 应采取措施防止路侧设施因道路积水引起浸泡；
- c) 应安装对水敏感的检测仪表或元件，对机房进行防水检测和报警。

10.3.1.6 电力供应

- a) 应在系统供电线路上配置稳压器和过电压防护设备；
- b) 应提供短期的备用电力供应，至少满足设备在断电情况下的正常运行要求；
- c) 应设置冗余或并行的电力电缆线路为计算机系统供电。

10.3.1.7 电磁防护

- a) 电源线和通信线缆应隔离铺设，避免互相干扰；
- b) 应对关键设备实施电磁屏蔽。

10.3.2 安全通信网络要求

10.3.2.1 网络架构

- a) 应保证网络设备的业务处理能力满足业务高峰期需要；
- b) 应保证网络各个部分的带宽满足业务高峰期需要；
- c) 应划分不同的网络区域，并按照方便管理和控制的原则为各网络区域分配地址；
- d) 应避免将重要网络区域部署在边界处，重要网络区域与其他网络区域之间应采取可靠的技术隔离手段；
- e) 应提供通信线路、关键网络设备和关键计算设备的硬件冗余，保证系统的可用性。

10.3.2.2 通信传输

- a) 应采用校验技术或密码技术保证通信过程中数据的完整性；
- b) 应采用密码技术保证通信过程中数据的保密性。

10.3.2.3 可信验证

- a) 可基于可信根对通信设备的系统引导程序、系统程序、重要配置参数和通信应用程序等进行可信验证，并在应用程序的关键执行环节进行动态可信验证。
- b) 在检测到其可信性受到破坏后进行报警，并将验证结果形成审计记录送至安全管理中心。

10.3.3 系统安全要求

10.3.3.1 身份鉴别

- a) 应对登录的用户进行身份标识和鉴别，身份标识具有唯一性，身份鉴别信息具有复杂度要求并定期更换；
- b) 应具有登录失败处理功能，应配置并启用结束会话、限制非法登录次数和当登录连接超时自动退出等相关措施；
- c) 当进行远程管理时，应采取必要措施防止鉴别信息在网络传输过程中被窃听；
- d) 应采用口令、密码技术、生物技术等两种或两种以上组合的鉴别技术对用户进行身份鉴别，且其中一种鉴别技术至少应使用密码技术来实现。

10.3.3.2 访问控制

- a) 应对登录的用户分配账户和权限；
- b) 应重命名或删除默认账户，修改默认账户的默认口令；
- c) 应及时删除或停用多余的、过期的账户，避免共享账户的存在；
- d) 应授予管理用户所需的最小权限，实现管理用户的权限分离；
- e) 应由授权主体配置访问控制策略，访问控制策略规定主体对客体的访问规则；
- f) 访问控制的粒度应达到主体为用户级或进程级，客体为文件、数据库表级；

- g) 应对重要主体和客体设置安全标记，并控制主体对有安全标记信息资源的访问。

10.3.3.3 安全审计

- a) 应启用安全审计功能，审计覆盖到每个用户，对重要的用户行为和重要安全事件进行审计；
- b) 审计记录应包括事件的 H 期和时间、用户、事件类型、事件是否成功及其他与审计相关的信息；
- c) 应对审计记录进行保护，定期备份，避免受到未预期的删除、修改或覆盖等；
- d) 应对审计进程进行保护，防止未经授权的中断。

10.3.3.4 入侵防范

- a) 应遵循最小安装的原则，仅安装需要的组件和应用程序；
- b) 应关闭不需要的系统服务、默认共享和高危端口；
- c) 应通过设定终端接入方式或网络地址范围对通过网络进行管理的管理终端进行限制；
- d) 应提供数据有效性检验功能，保证通过人机接口输入或通过通信接口输入的内容符合系统设定要求；
- e) 应能发现可能存在的已知漏洞，并在经过充分测试评估后，及时修补漏洞；
- f) 应能够检测到对重要节点进行入侵的行为，并在发生严重入侵事件时提供报警。

10.3.3.5 恶意代码防范

应采用免受恶意代码攻击的技术措施或主动免疫可信验证机制及时识别入侵和病毒行为，并将其有效阻断。

10.3.3.6 可信验证

- a) 可基于可信根对计算设备的系统引导程序、系统程序、重要配置参数和应用程序等进行可信验证，并在应用程序的关键执行环节进行动态可信验证；
- b) 在检测到其可信性受到破坏后进行报警，并将验证结果形成审计记录送至安全管理中心。

10.3.3.7 数据完整性

- a) 应采用校验技术或密码技术保证重要数据在传输过程中的完整性，包括但不限于鉴别数据、重要业务数据、重要审计数据、重要配置数据、重要视频数据和重要个人信息等；
- b) 应采用校验技术或密码技术保证重要数据在存储过程中的完整性，包括但不限于鉴别数据、重要业务数据、重要审计数据、重要配置数据、重要视频数据和重要个人信息等。

10.3.3.8 数据保密性

- a) 应采用密码技术保证重要数据在传输过程中的保密性，包括但不限于鉴别数据、重要业务数据和重要个人信息等；
- b) 应采用密码技术保证重要数据在存储过程中的保密性，包括但不限于鉴别数据、重要业务数据和重要个人信息等。

10.3.3.9 数据备份恢复

- a) 应提供重要数据的本地数据备份与恢复功能；
- b) 应提供异地实时备份功能，利用通信网络将重要数据实时备份至备份场地；
- c) 应提供重要数据处理系统的冗余，保证系统的高可用性。

10.3.3.10 剩余信息保护

- a) 应保证鉴别信息所在的存储空间被释放或重新分配前得到完全清除；
- b) 应保证存有敏感数据的存储空间被释放或重新分配前得到完全清除。

10.3.3.11 个人信息防护

- a) 应仅采集和保存业务必需的用户个人信息；

- b) 应禁止未授权访问和非法使用用户个人信息，明确使用的目的和原则；
- c) 应提供存储与使用用户个人信息的必要安全措施。

10.4 端设备通信安全要求

端设备通信安全应满足以下要求：

- a) OBU、RSU 应满足 YD/T 3707-2020、YD/T 3709-2020、YD/T 3957-2021 等技术要求，保证协议一致性测试和不同品牌终端互联互通；OBU、RSU 应按照 YD/T 3957-2021 实现与证书管理系统安全信任根的数据交互；
- b) OBU、RSU 应搭载基于商用密码的安全芯片、软件模组等组件，实现安全凭证管理和数据处理能力；应通过安全证书管理系统为通信双方提供证书发布、更新、撤销等服务；
- c) OBU 与 RSU 安全通信时，路侧设备应先获取注册证书和应用证书，使用应用证书广播 MAP/SPaT/RSM/RSI 消息并进行签名，保证信息来源真实性、机密性和完整性；
- d) 数据传输可靠性可采用数字证书认证方式，保障合法身份和传输数据可靠，证书可由云平台证书管理系统签发。认证过程服务应采用密码运算服务提供高性能密码运算能力；
- e) 数据传输完整性可通过杂凑密码算法 SM3、数字签名算法 SM2 保证。SM3 算法应符合/32905-2016 有关规定；SM2 算法应符合 GB/T 32918-2016（所有部分）有关规定；
- f) 应基于 HSM 和安全协议栈在车端实现证书申请、下载、更新和撤销，以及消息签名和验签等安全操作。

10.5 端与云控中心通信安全要求

端与云控中心通信安全应满足以下要求：

- a) 应通过基于商用密码的数字证书、数字签名、数据加密等技术，实现 OBU、RSU 与云平台间的安全通信；车辆应通过安全接入网关接入平台，可采用 TLS/TLCP 等安全协议建立安全链路；
- b) 应基于安全链路协议，建立车云通信安全隧道，保护车云通信机密性、真实性和完整性；
- c) 数据传输可靠性可采用数字证书双向认证方式，保障合法身份和传输数据可靠，证书可由云平台证书管理系统签发。认证过程服务应采用密码运算服务提供高性能密码运算能力；
- d) 数据传输完整性可通过杂凑密码算法 SM3、数字签名算法 SM2 保证。SM3 算法应符合/32905-2016d) 有关规定；SM2 算法应符合 GB/T 32918-2016（所有部分）有关规定；
- e) 数据传输机密性可通过对称密码算法 SM4 以及数字信封分发对称密钥等方式保证。SM4 算法应符合 GB/T 32907-2016 有关规定；
- f) 应基于 HSM 和安全协议栈在车端实现证书申请、下载、更新和撤销，以及消息签名和验签等安全操作；
- g) 车载 OBU 按照 YD/T 3957-2021 实现与证书管理系统安全信任根的数据交互。

11 隧道设施

11.1 隧道监测

隧道监测内容包括结构变形、应力应变、衬砌裂缝、衬砌剥落、渗漏、内装饰脱落、能见度、CO 浓度、风速风向、亮度、火灾、交通事件和结构安全等，宜采用裂缝计、位移计、应变计、测斜仪、水压力监测器等多种监测设施联合部署，可结合视频分析、激光测距、机器人测量、北斗等技术，实时获取健康状态信息。设备性能应满足如下规定：

- a) 能见度检测测量范围为 25~1000m，误差不超过±10%；
- b) CO 浓度检测测量范围为 0~250cm³/cm³，误差不超过±2cm³/m³；
- c) 风速风向检测测量范围为 0~30m/s，误差不超过±0.2m/s；
- d) 洞外型亮度检测器测量范围为 1~7000cd/m²，误差≤±5%；洞内型亮度检测器测量范围为 1~500cd/m²，误差不超过±5%；
- e) 火灾检测器响应时间≤60s。

11.2 交通监控设施

监控设施应符合 JTG D70 / 2 《公路隧道设计规范》（第二册 交通工程与附属设施）有关规定。

11.3 火灾报警

- 采用路侧感知系统布设在隧道沿线的感知设施进行火灾报警，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；
- 对于新立杆的设计和设置，应满足道路交通要求并纳入交通工程设计；
- 报警装置在间距 200m 以内部署，如果隧道为弯道，要确保相邻 2 个 RSU 间距在可视范围内。推荐必选摄像头部署同 RSU 部署方式，可选配毫米波雷达和激光雷达，与摄像头共点部署；
- 其他要求应符合 JTG D70 / 2 《公路隧道设计规范》（第二册 交通工程与附属设施）有关规定。

11.4 诱导设施

- 中、长、特长隧道（长度 $L > 500\text{m}$ ）布设可变信息标志 a) 和路侧信息发布设施；
- 其他要求应符合 JTG D70 / 2 《公路隧道设计规范》（第二册 交通工程与附属设施）有关规定。

11.5 通信设施

- 隧道内通信符合第 6 章智能网联设施通信网络中的要求；
- 隧道内 RSU 应为 OBU 提供 PC5 空口同步服务，宜为 OBU 提供 PC5 空口定位服务，宜为 OBU 提供 UTC 同步服务；
- 隧道内 RSU 部署参见 6.4.3 节；
- 隧道内通信设施部署方案可按照如图 4 所示。为了保证良好的 C-V2X 信号覆盖，在隧道内 RSU 应适当减小间隔部署。宜在隧道入口处配置可变信息板，向即将进入隧道并未配备 OBU 的车辆实时通知隧道内的道路和安全情况。

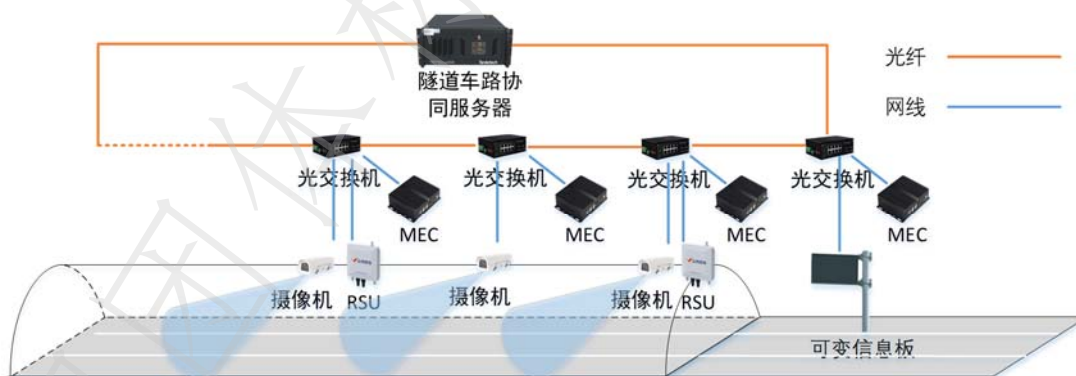


图4 隧道部署方案示意图

12 服务设施

12.1 基本要求

12.1.1 智能网联设施建设应纳入服务区建设，与智慧服务区建设或升级改造工程相协调，宜与服务区经营业态定位和服务特色规划相适应，与区位规划、房建相结合，统一规划、统一设计。

12.1.2 智能网联设施建设应纳入收费站建设，与智慧收费站建设或收费系统升级改造工程相协调，统一规划、统一设计。

12.1.3 智能网联设施建设应纳入养护管理站或管理中心建设，与智慧养护建设或升级改造工程相协调，宜与服务区经营业态定位和服务特色规划相适应，与区位规划、房建相结合，统一规划、统一设计。

12.1.4 绿色低碳系统应采用节能新技术开展建筑、主体结构、供暖通风与空气调节、电气等绿色低碳

设计和能耗监测管理。

12.2 服务区服务

- 12.2.1 服务应坚持功能完备、服务规范、便民温馨、安全有序、绿色环保的原则。
- 12.2.2 服务宜因地制宜，利用智能网联设施将当地人文环境特色化、品牌化。
- 12.2.3 智慧服务区宜建设智慧管理与服务系统、绿色低碳设施系统。
- 12.2.4 智慧管理与服务系统包括新能源充电、信息发布、服务区安防、智能照明控制、停车管理（车流量监测、停车位管理、停车诱导、人车分流等）、智慧服务区管理平台等，并结合服务区规模、车流量选择配置。
- 12.2.5 绿色低碳系统应采用节能新技术开展建筑、主体结构、供暖通风与空气调节、电气等绿色低碳设计和能耗监测管理。
- 12.2.6 服务区智能网联设施应提升传统服务设施的便民服务，提升服务质量。具备便民服务功能诸如停车、卫生间、商超、加油、汽车充电、餐饮、维修功能；停车区应具备停车、卫生间功能。
- 12.2.7 服务区智能网联设施应提升客运接驳、仓储物流、旅游休闲等服务质量。
- ### 12.3 收费站服务
- 12.3.1 收费站基础设施设备应符合 GB/T 18367、JTG D80 要求，具体要求见表 14。

表14 收费站基础设施设备要求

序号	内容	要求
1	收费大棚	宜配备收费大棚，保证安全、完好
2	收费车道	宜配备 ETC 车道、绿色通道等，满足不同车型通行需要
3	收费设施	应配备现金收费设施
		宜配备移动支付收费设施
		宜配备自助发卡设施
4	收费广场	路面应完好平整渠化设施应符合 JTG-D80 要求标线应清晰,符合 GB-5768 要求，宜设置震荡标线
5	标志标识	标志应规范、醒目，易于识别，符合 GB-5768 要求
		应设置公示审批文件、主管部门、收费单位、收费标准、收费起止年限、监督电话的标志标牌
		应在醒目位置公示岗位证卡、动态汽车衡检定证书
		应设置 200m 免费放行标识

12.3.2 收费站配套设施设备具体要求见表 15

表15 收费站配套设施设备要求

序号	内容	要求
1	照明设施	应保持完好，满足夜间照明需要
2	监控设施	收费广场、收费车道、收费亭等区域
		应设置监控设施 200m 免费放行标识处应设置监控设施 监控视频图像保存不少于 30d
3	消防设施	配备应符合消防部门要求
4	环保设施	应配备环保设施设备，满足收费站污水处理需要
5	照明设施	应保持完好，满足夜间照明需要

12.4 养护管理站

- 12.4.1 公路养护应坚持“安全、快速、规范、绿色”的原则。
- 12.4.2 智能网联设施建设应与智慧养护管理相适应，能支持公路基础设施数据库、公路技术状况检测和评定分析、养护需求分析、养护方案设计、养护决策后评估等内容。
- 12.4.3 智能网联设施建设应满足日常巡检、定期检测、专项检测、健康监测、养护历史、交通状况及气候环境等动态数据采集的要求。

12.4.4 智能网联设施建设应优质、耐久，并长期保持优良的技术状况，向管养单位和社会车辆提供良好的公路通行服务。养护服务设施设备具体要求见表 16。

表16 养护服务设施设备具体要求

序号	内容	要求
1	养护工区或驻地	应根据养护管理模式和路段管理需求，合理设置、规模适宜
2	养护装备	养护机械设备种类配备应符合 JTG H10 的要求
		养护车辆应喷涂标志标识，安装警示标志等
		养护机械设备完好率应不低于 90%
		宜采用污染排放少、能耗低的养护机械设备
3	配套设施	应配备适量的安全防护设备、反光标志标牌、自发光警示标志等安全设备
		应配备适量的照明设施，满足夜间施工需要

12.4.5 清障救援服务

应坚持“快速响应、安全规范”的原则，为发生事故或故障的车辆提供牵引、引吊等清障救援服务，清障救援设施设备具体要求见表17。

表17 高速公路清障救援服务设施要求

序号	内容	要求
1	站点布局	应根据实际需要，按照快速响应的原则，合理布置站点
		在高速公路清障救援服务工作量较大的路段，宜采取一站多点等模式，并相应增加施救设备、人员和场地
2	设备配置	宜配备拖车、汽车吊、平板运输车等各型、各吨位清障救援服务车辆，特种车辆应审验合格，救援车辆完好率应达到 90%以上（以各经营管理单位为计算单元）。
3	配套设施	应配备夜间照明设备
		应配备适量的标志、标牌、锥形筒和消防器材等安全设施设备，符合 GB5768、GB/T10001 和 GB15630 要求

12.5 公共信息服务

12.5.1 服务类型

公路智能网联设施建设应满足为公众提供公路基础信息、交通运行信息、环境信息的需求。公路公共信息类型划分见表 18。

表18 公路公共信息类型划分

信息分类	信息分项
公路基础信息	道路信息
	收费信息
	服务区信息
公路运行信息	交通运行信息
	养护施工信息
	突发事件信息
	交通管理信息
公路环境信息	气象信息
	地质灾害信息

12.5.2 服务内容

公路公共信息服务内容应包括但不限于：

- 公路信息：路线名称、路线编号、服务区（停车区）、收费站、路段限速、投诉咨询电话等；
- 收费信息：收费站名称、批准文号、主管部门、收费单位、收费标准、收费期限、监督电话等；
- 服务区信息：服务区及停车区内安全警示、服务引导等；
- 交通运行信息：拥挤状态等能反映路网畅通情况的信息；

- e) 养护施工信息：施工路段名称、起止桩号、占用车道情况、预计工期、限行时间、限制车速、限制通行车辆种类等；
- f) 突发事件信息：突发事件名称、突发事件发生位置、预计恢复时间等；
- g) 交通管理信息：经交通运输主管部门、高速交警机构等确认的交通管制措施等；
- h) 气象信息：与气象部门共享交换的气象预报预警信息等；
- i) 地质灾害信息：与国土部门共享交换的地质灾害预警预报信息等。

13 车路协同和自动驾驶支持

13.1 一般要求

13.1.1 车路协同系统以路侧系统和车载系统为基础进行构建，通过 MEC 技术、C-V2X 无线通信技术和互联网等技术，建造实时信息交互拓展交通状态的感知范围，在交通信息的采集和融合的基础上，实时计算和分析本地交通运行条件、交通事件和情况，精确的实现道路交通控制策略的生成、处理和发布。

13.1.2 路侧系统应支持多个路侧感知设备的接入，支持车路信息之间的实时交互。可实现多个交通感知设备的数据融合、协调管理和控制策略生成以及信息分发应用。路侧系统由路侧单元（RSU）和边缘计算节点组成。

13.1.3 边缘计算节点宜主要执行本地化的信息访问处理和发布。能实现 V2X 相关的应用数据的转发，集成路侧感知设备监测的数据和车辆实时数据的分析，生成路侧级控制策略，实现中心级和路侧级交通控制策略信息，并实现与 OBU 的在线分发和信息交互。

13.1.4 车载系统可接收周围路况信息、周围车辆的实时状态数据，分析和计算实时交通状态，并通过 RSU 上传收集的信息。具有协同驾驶引导和控制服务信息显示和广播功能，支持语音交互。

13.2 功能要求

13.2.1 车路协同系统应包括路侧感知设备，V2X 通信设备，信息发布终端组成以及相关的应用软件。车路协同系统应支持智能感知、高精度地图更新与下发、高精度定位、以及车路信息管理的功能，在车路协同体系下车车和车路实现了互联互通。车路协同系统满足通信安全和数据安全各项需求。

13.2.2 感知设施宜采用毫米波雷达或激光雷达和高清摄像机等设备联合部署。高清摄像机像素应不小于 400 万。感知设施应沿单向行车道方向部署，间隔应至少大于 50m，毫米波雷达和激光雷达探测距离应不小于 100m，可以与其他设备共用杆件。

13.2.3 RSU 应具备 C-V2X 和 4G 或 5G 的通信能力。支持 GNSS 定位（北斗和 GPS 等），通信距离大于 300m，RSU 建议部署在公路两侧，布设间隔宜 200-300m，并在部署区域内实现全覆盖，安装高度宜 5~6m，可与其它设备共用杆件。

13.2.4 OBU 应具备 C-V2X 和 4G 或 5G 的通信能力，支持 GNSS 定位（北斗和 GPS 等），支持 RTK 定位，支持与车内 CAN 总线通信，其中包括车辆信息（行驶里程、剩余油量/电量、发动机转速、车辆电池电压、车速等），可与信息发布终端有效连接。

13.2.5 通过 OBU 的软件应用设置和安装，或者车载显示终端和移动设备（手机、平板电脑）的应用程序安装，实现道路交通信息实时展示。

13.2.6 路侧计算设施应包括如 MEC 等具备感知数据接入和边缘计算能力，提供感知数据接入，对交通态势、交通事件和交通参与者等信息进行检测、识别、跟踪，通信转发等路侧处理业务能力以及数据存储能力，可接入至少 2 种以上感知设备。

13.2.7 高精度地图坐标系宜为 GCJ-02，精度应达到亚米级，支持多维度数据其中包括静态地图信息（基本道路结构和周围静态信息）与动态地图信息（道路拥堵、施工管制、交通事故、地图元素更新、周边车辆行人、交通灯等）叠加融合、精确标定、更新校准和显示。

13.2.8 高精度定位宜采用北斗系统与路侧设备融合定位，高精度定位融合 GNSS 位置信息和路侧感知定位位置信息，提供统一的高精度定位输出。路侧各传感器需统一坐标系。为智慧公路各类传感器提供精准的定位增强信息。

13.2.9 车路协同云端管理平台应具备信息采集分发、信息融合处理、信息功能服务、交通协同控制、大数据挖掘、设备运行监测等功能，提供辖区的公路的交通状态信息和管控信息、公路设施信息、车路协同信息以及车辆 TSP 服务信息，支持交通状态分析、V2X 服务、交通管控服务。还可基于统一的第

三方服务应用接口为 ITS 系统、交通管理系统、车企平台、地图导航应用、出行服务应用等提供数据服务和应用服务。结合公路路网规模和管理需求去建设。

13.3 高精度定位要求

13.3.1 主要应用场景的指标要求

不同应用场景对高精度定位指标需求如表 19、表 20 所示。

表19 不同应用场景对高精度定位指标需求

应用场景	典型场景	定位精度指标
位置报告	事故报警	水平定位精度 $<1.5\text{m}$
	交通态势感知	水平定位精度 $<1.5\text{m}$
	智慧停车	水平定位精度 $<0.5\text{m}$
位置监控	服务区自动泊车	无遮挡水平定位精度 $<0.5\text{m}$ 部分遮挡水平定位精度 $<1\text{m}$
	封闭路段位置服务	无遮挡水平定位精度 $<0.5\text{m}$
	ETC 智能缴费	部分遮挡水平定位精度 $<1\text{m}$
自动驾驶服务（L3 及以上级别）	高速公路	水平定位精度 $<0.3\text{m}$ 速度精度 $<0.2\text{m/s}$

表20 智能网联汽车高精度定位指标需求

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

注：此指标是在“同步设备时间输出接口间指标”的基础上可额外引入的时差指标。

13.3.2 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无线通信辅助定位、激光雷达定位、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 10Hz；

- e) 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；
- f) 平均无故障时长：路侧定位服务系统需能满足提供连续有效服务的时间要求，提供路侧定位服务平均无故障时长指标，并定期对服务连续性进行评估。

13.4 自动驾驶支持

13.4.1 一般要求

13.4.1.1 支持公路自动驾驶的车路协同系统(L3级及以上等级)应包括智能车载单元(OBU)、智能路侧系统和自动驾驶云控平台。

13.4.1.2 智能车载单元(OBU)：借助 C-V2X 以及 5G 通信技术实现车辆之间、车路之间、车与行人、车与云端之间的全面信息交互。车载终端主要包括通信芯片、通信模组、终端设备、V2X 协议及 V2X 应用软件，它面向智慧网联汽车、智慧交通领域，基于 C-V2X 协议栈，与高级辅助驾驶 ADAS、自动驾驶 ADS 深度融合，提供丰富的交通效率及安全等服务，满足公路场景下车辆主动安全，效率提升等需求。

13.4.1.3 智能路侧系统：包括基础设施（定位设施基准站系统、交通诱导信息电子指示牌、交通信号控制灯、交通标志等）、高精地图、智能传感器（激光雷达、高清摄像头、毫米波雷达、环境监测传感器等）、路侧单元 RSU、通信计算模块（其中的通信管道应包括 LTE/NR 模组）、路侧计算设施。

13.4.1.4 自动驾驶云平台：有效地把数据“采集、存储、标注、算法训练、仿真、评测以及量产数据回传、数据运营”等功能于一体，支撑大规模车端与路端的设备及系统产品的运营、维护和管理平台。

13.4.1.5 高精度地图：宜包括统一坐标系的坐标数据，车道数据以及交通标致和交通基础设施数据，支持实时交通数据，道路气象环境，道路基础设施状态信息接入。高精度图的数据图层应满足常见显示设备的分辨率要求。

13.4.1.6 路侧基础设施

a) 智能传感器

由一系列路侧感知监测设备与处理设备构成，主要产品有高清摄像头、激光雷达、毫米波雷达等；实现对本地交通环境和状态的实时感知，包括信号灯信息、交通参与者信息、交通事件信息、定位信息等，支持交通流监测、交通事件监测、基础设施状态监测（路面状态监测、边坡状态监测、桥梁结构物状态监测、隧道结构物状态监测等）、交通气象环境监测（大雾、大雪、结冰、大风等）以及交通参与者监测（机动车、非机动车、行人等）；

b) 路侧单元 RSU

内置 LTE\WIFI\C-V2X 模块，支持多种工作模式，支持升级。支持对接路侧计算设施，通过 PC5 接口将感知信息发送给车载终端 OBU，支持通过 UU 接口将路侧感知信息传递到监测中心。支持路云协同，可将实时路况信息发送至云端。可作路端智能感知基站，外接交通信号控制机、交通流量视频分析机，通过车路协同拓展车辆感知范围，它是车路协同系统的重要组成部分，其主要功能是采集当前的道路状况、交通状况等信息，通过通讯网络，将信息传递至监测中心或路侧计算设施处理，将融合处理后的信息发送给车载终端辅助驾驶员进行驾驶。

13.4.2 自动驾驶基本参数要求

13.4.2.1 支持公路自动驾驶的设备指标满足下列要求：

- a) 交通流监测设备应确保覆盖检测区域，数据输出频率不小于 10Hz，交通事件检测率不低于 96%，对单车道流量，时间占有率的检测精度不低于 95%；
- b) 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、驾乘人员、非机动车、非驾乘人员；
- c) 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、几何尺寸、速度、加速度、车牌、机动车类型型号、机动车颜色等信息；

- d) 路侧感知设备对机动车类型检测准确度不低于 99%，对非机动车，行人类型检测准确度不低于 99.99%，分类识别准确率不低于 99.5%，目标误检率不超过 0.02%，位置误差不大于 0.1m，感知数据信息最小输出间隔应不大于 100ms。

13.4.2.2 支持公路自动驾驶的通信性能要求应满足以下参数要求：

- a) 自动驾驶 V2V 和 V2I 信息交互，数据传输率应达到 50 Mb/s，端到端时延不大于 100ms，消息发送率能达到每秒 10 条，通信范围 V2V 不小于 700m，V2I 不小于 360m；
- b) 车辆组队 V2V 协作驾驶，数据传输率应达到 65 Mb/s，端到端时延不大于 25ms，消息发送率能达到每秒 30 到 50 条，可信度不低于 90%，通信范围不小于 80m；
- c) V2I 信息交互，数据传输率应达到 50 Mb/s，端到端时延不大于 20ms，消息发送率能达到每秒 50 条，通信范围不小于 180m；
- d) 远程驾驶 V2N 信息交互，数据上传速率应达到 25Mb/s，下发速率达到 1Mb/s，端到端时延不大于 5ms，可信度不低于 99.999%。

附录 A
(资料性)
交通场景信息

A.1 特定交通场景信息类别

A.1.1 车辆碰撞预警

智能网联路侧设备实时感知车辆的位置、速度及其它车道信息，并将这些信息发送给车辆。当车机通过相关信息判断存在潜在碰撞危险时，通过声音、灯光、震动等方式向司机发出预警。

A.1.2 弱势交通参与者碰撞预警

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 等设备实时监控弱势交通参与者（因车辆抛锚、交通执法和管理需求等原因离开车辆的人员）的位置、速度等信息，并将感知信息经过 MEC 处理实时发送给临近所有车辆，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设定标准，则向司机发出预警，并向车外弱势交通参与者发出避险信号。

A.1.3 变道预警

智能网联路侧设备实时感知车辆的位置、速度等信息。当驾驶员意图变道时，车机根据信息判断其与相邻车道的车辆是否存在碰撞风险，若存在则发出预警。

A.1.4 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。

A.1.5 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，配合公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存在偏离趋势或已偏离车道时，向司机发出预警。

A.1.6 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、车道线和公路边界，并对其进行智能分析。当发现车辆异常驶离公路或横向跨越车道时，立即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。

A.1.7 公路危险状况预警

智能网联路侧设备实时监控公路情况，当监测到公路中存在路面沉降、桥头跳车、路面障碍物、积水、深坑、突发事件等危险状况，或是因雨雪、大雾等恶劣天气导致公路不具备安全通行条件时，将该信息发送给附近的所有车辆。后者接收到该信息后，向司机发出预警并给出对应方案。

A.1.8 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、位置坐标、行驶速度，以此分析路段拥堵程度，当判断存在交通拥堵时，将拥堵信息发送给后方来车。后者接收到该信息后，向驾驶员发出预警并提供绕行方案。

A.1.9 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及路段限速，同时感知车辆的位置和速度，判断是否存在通行时间窗口，进而向司机提供建议车速，最大化提升公路通行效率。

A. 1. 10 紧急车辆提醒

通过智能网联路侧设备实时监控公路情况，当监测到紧急车辆靠近时，通知周边车辆让行。

A. 1. 11 巡航引导

智能网联路侧设备感知车辆与车道线及周边车辆的相对位置，并把收集的信息实时发送给该车辆及监控中心，一旦状态异常，依照紧急程度给出警告或退出自适应巡航模式由驾驶员接管行驶。

A. 1. 12 公路标牌告示

通过智能网联设备将公路交通标牌信息发送给附近车辆，将标牌信息告知驾驶员。

A. 1. 13 汽车近场支付

汽车作为支付终端，与安装有支付受理终端的网联路侧设备进行信息交互，间接向银行金融机构发送支付指令，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。其主要应用于ETC、充电支付、停车支付、加油支付等。

A. 1. 14 车辆组队（网联自动驾驶）

当车辆在公路行驶时，可以动态地形成一个车队。车队创建者负责车队管理，实时更新组成员报告的周围交通数据，并将其报告给RSU；同时，车队管理者应实时接收RSU消息，包括远离它们的路况和交通信息，并与车队成员共享，所有车队成员也可以通过V2V在组内共享信息。主要用于公路网联自动驾驶车辆，可以减少车辆之间的间距，降低整体燃料消耗，达到节能减排效果。

附录 B (资料性) 典型雷达设备

B.1 激光雷达

B.1.1 路侧端激光雷达

B.1.1.1 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：可以将多激光雷达或雷达与视频成像组件或雷达、视频成像组件与毫米波雷达感知结果进行融合，使融合后的雷达多传感器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。

B.1.1.2 规格与技术参数

B.1.1.2.1 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：大于或等于 32 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；
- 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：大于或等于 64 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 $\geq 20^{\circ}$ ；
- 帧率：10 Hz~20 Hz 范围内定制化调控。

B.1.1.2.2 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、GPS；
- 尺寸：最大 $\phi 166$ mm；最大高度 148.5 mm；
- 重量： ≤ 3.75 kg；
- 工作温度： $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ；

- 通信协议：以太网 UDP 通信协议。
- 路侧端固态激光雷达的其他指标如下：
- 产品功率： $\leq 15\text{ W}$ ；
- 工作电压： $9\text{ V}\sim 36\text{ V}$ ；
- 产品体积： $\leq 0.6\text{ L}$ （长 \times 宽 \times 高）；
- 以太网输出：1000 Mbps；
- 防护等级：IP67，IP6K9K；
- 时间同步：PTP、GPS；
- 重量： $\leq 1\text{ kg}$ ；
- 工作温度： $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim +85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 通信协议：以太网 UDP 通信协议。

B.1.1.3 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。

B.1.1.4 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 $3.0\text{ m}\sim 5.0\text{ m}$ ；
- 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。

B.2 路侧端雷视融合一体机

B.2.1 设备功能

B.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。

B.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。

B.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 $1\text{ s}\sim 3600\text{ s}$ 。

B.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。

B.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。

B.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。

B.2.1.7 网络授时

具备NTP网络授时功能，授时精度为ms级。

B.2.2 规格与技术参数

B.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

B.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：±20°（f=8 mm）；±46°（f=3.6 mm）

俯仰角：±12°（f=8 mm）；±32°（f=3.6 mm）

B.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≥98%；单车速度≥98%；时间占有率≥95%。

B.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

B.2.2.5 环境指标

防水等级：IP67

工作温度：-40 ℃~65 ℃

B.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。

B.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。

B.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。

B.2.6 安装要求

B.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。

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。

B.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。

B.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。

B.3 毫米波雷达

B.3.1 路侧端毫米波雷达

B.3.1.1 设备功能

B.3.1.1.1 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（含上行方向和下行方向），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。

B.3.1.1.2 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。

B.3.1.1.3 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。

B.3.1.1.4 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。

B.3.1.1.5 网络授时

具备 NTP 网络授时功能，授时精度为ms级。

B.3.1.2 规格与技术参数

B.3.1.2.1 产品规格

路侧端毫米波雷达的产品规格如下：

- 工作频段：W 波段中心频率：77GHz 信号带宽：0.5GHz；
- 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）/0.1m（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；
- 防水等级：IP67；
- 工作温度：-40℃~65℃；
- 工作电压：DC 7 V~32 V 工作电流：1.5 A；
- 工作功耗：<15 W ——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。

B.3.1.2.2 探测指标

路侧端毫米波雷达的探测指标如下：

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 $\geq 95\%$ 。

B.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。

B.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 $3.0\text{ m} \sim 5.0\text{ m}$;
- 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。

参 考 文 献

- [1] DBJ/T 15 智慧灯杆技术规范
- [2] DB330521/T64 智能网联道路基础设施建设规范
- [3] ZJ/ZN 2020-01 浙江省 智慧高速公路建设指南
- [4] BD 440013 北斗地基增强系统基准站建设技术规范
- [5] 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)
- [6] 江苏省智慧高速公路建设技术指南 (苏交技 (2020) 15号)
- [7] 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)
- [8] 交通强国建设纲要 (2019)
- [9] 国家综合立体交通网规划纲要 (2021)
- [10] 粤港澳大湾区发展规划纲要 (2019)
- [11] 数字交通发展规划纲要 (交规划发 (2019) 89号)
- [12] 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)
- [13] 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)
- [14] 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)
- [15] 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)
- [16] 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)
- [17] T/CSAE 53-2020 合作式智能运输系统 车用通信系统 应用层及应用数据交互标准 (第一阶段)
- [18] T/CSAE 157-2020 合作式智能运输系统 车用通信系统应用层及应用数据交互标准 (第二阶段)
- [19] T/CSAE 158-2020 基于车路协同的高等级自动驾驶数据交互内容
- [20] T/ITS 0110-2020 基于LTE的车联网无线通信技术 直连通信系统路侧单元技术要求
- [21] T/ITS 0180.1-2021 车路协同信息交互技术要求 第1部分: 路侧设施与云控平台
- [22] T/ITS 0180.2-2021 车路协同信息交互技术要求 第2部分: 路侧设施与中心子系统
- [23] 中国智能交通产业联盟《智慧高速公路 车路协同系统框架及要求》