

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

DB 11

北京市地方标准

DB XX/T XXXX—XXXX

车路云一体化路侧智能基础设施 第 2 部分：边缘计算应用技术要求

Vehicle Road Cloud Integrated Roadside Intelligent Infrastructure Part
2: Technical requirements for Multi-access Edge Computing applications

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 总体架构	2
6 一般要求	3
7 功能要求	3
7.1 融合计算	3
7.2 数据采集	5
7.3 数据传输	5
7.4 安全管理	5
7.5 运维管理	5
7.6 其他功能要求	6
8 接口要求	6
8.1 边缘计算与云控平台	6
8.2 边缘计算与路侧感知设备	6
8.3 边缘计算与信号控制机	6
8.4 边缘计算与第三方平台	6
9 系统及软件架构要求	6
9.1 概述	7
9.2 内核层要求	7
9.3 硬件抽象层要求	7
9.4 计算和通信中间件层要求	8
9.5 服务层要求	8
10 测试方法	8
10.1 测试条件	8
10.2 硬件测试项目	8
10.3 软件测试项目	10
10.4 其他测试要求	10

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件为《车路云一体化路侧智能基础设施》的第2部分。其他部分为：

——第1部分：建设指南

——第3部分：摄像机应用技术要求

——第4部分：毫米波雷达应用技术要求

本文件由北京市经济和信息化局提出并归口。

本文件由北京市经济和信息化局组织实施。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

当前，智能网联汽车产业已进入技术快速演进、产业加快布局的商业化前期阶段，标准化建设已经成为其中的推进重点领域。为响应行业技术创新落地需求，引领产业发展，北京启动建设全球首个网联云控式高级别自动驾驶示范区，基于示范区智能网联路侧基础设施建设经验，特编制北京市车路云一体化路侧智能基础设施边缘计算单元应用技术要求地标标准。

车路云一体化路侧智能基础设施

第2部分：边缘计算应用技术要求

1 范围

本文件规定了边缘计算的一般要求、功能要求、接口要求、软件架构要求和测试要求。
本文件适用于城市道路中车路云一体化系统中边缘计算的选型与应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db 交变湿热（12h + 12h循环）
- 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 2423.18 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动(正弦)
- GB/T 2423.38 环境试验 第2部分：试验方法 试验Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.6 电磁兼容 射频场感应的传导骚扰抗扰度
- GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
- GB/T 15211 安全防范报警设备 环境适应性要求和试验方法
- GB/T 28649 机动车号牌自动识别系统
- DB11/T XXXX 车路云一体化路侧智能基础设施 第1部分：建设指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

车路云一体化系统 vehicle-road-cloud integration system

采用无线通信和互联网技术，全方位实施车车、车路信息实时交互，并在全时空动态交通信息采集与融合的基础上开展车辆主动安全控制和道路协同管理，实现人、车、路的有效协同，从而形成安全、高效和环保的道路交通系统。

3.2

边缘计算 Multi-access Edge Computing

部署在道路、公路沿线或者场端,配合其他设施或系统完成交通信息汇聚、处理与决策的计算模块、设备或设施。

3.3

云控平台 cloud control platform

服务于车路云一体化业务的平台系统,具有实时信息融合与共享、实时计算编排、智能应用编排、大数据分析、信息安全等基础服务能力,可为智能汽车、管理及服务机构、终端用户提供辅助驾驶、自动驾驶、交通运输安全、交通管理等协同应用和数据服务。

4 缩略语

以下缩略语适用于本文件:

SPAT: 信号灯消息 (Signal Phase and Timing Message)

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

UTC: 协调世界时间 (Coordinated Universal Time)

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

RSI: 路侧交通信息 (Road Side Information)

SSM: 感知共享消息 (Sensor Sharing Message)

UDP: 用户数据包协议 (User Datagram Protocol)

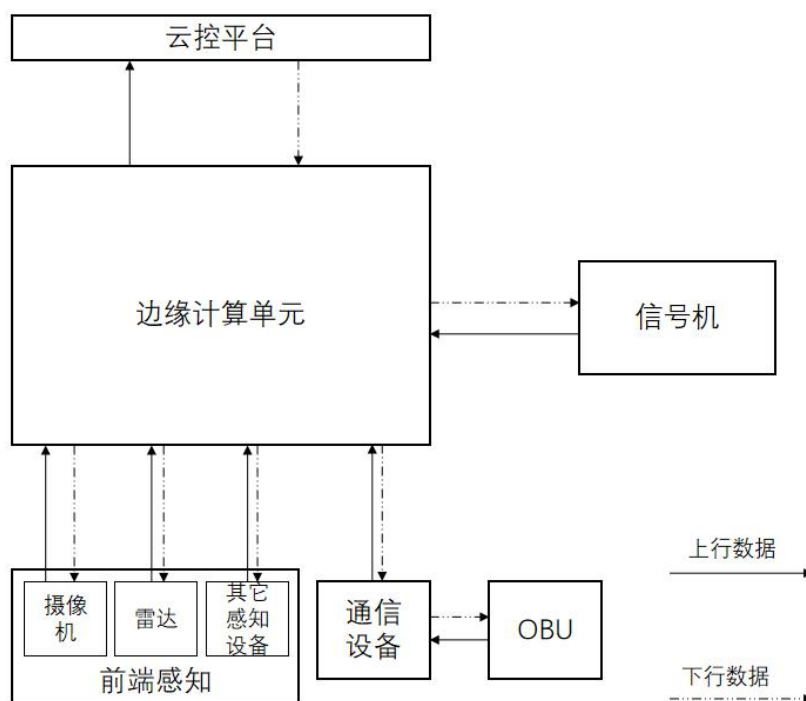
EUHT: 增强型超高吞吐无线通信系统 (Enhanced Ultra High Throughput)

MTBF: 平均无故障时间 (Mean Time between Failures)

EUT: 受试设备 (Equipment Under Test)

5 总体架构

边缘计算单元(MEC)以一种边缘模式提供计算服务,与云控平台计算资源协同构建边云计算架构,是对云控平台计算能力的补充和优化,边缘计算单元与路侧智能设备及云控平台之间的拓扑关系见图一。



注1：本架构为边缘计算的逻辑架构，不代表实际边缘计算的部署架构；

注2：与车路云一体化应用无直接关联的连接，本架构中未予以体现，如交通安全与管理设施与第三方平台等。

图 1 边缘计算与路侧智能设备及云控平台之间的拓扑关系

6 一般要求

满足车路云一体化应用场景需求的边缘计算设备和应用，应符合下述基本要求：

- a) 操作系统及软硬件配置支持不同类型或者不同型号摄像头、毫米波雷达、激光雷达、通讯设备、信号机设备接入；
- b) 具备对交通感知数据、车辆及其他设施融合计算的能力，能对视频数据、点云数据实时处理；
- c) 能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；
- d) 支持高精度地图与感知数据的融合处理；
- e) 支持第三方应用、模型和算法的快速部署；
- f) 支持不同算力扩展以满足应用需求；
- g) 具有数据存储能力；
- h) 支持基于 GNSS 或 PTP 的时钟同步功能，从外部时钟同步系统获得授时；
- i) 平均运行功耗低于 280W，最大功耗不高于 350W；
- j) 支持 $-20^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ 的工作温度，5%–95%（无凝结）的工作湿度；
- k) 防护等级不低于 IP65。

7 功能要求

7.1 融合计算

7.1.1 交通参与者识别与定位

MEC融合计算功能应能实现对交通参与者的识别与定位,通过AI算法对采集的路侧感知视频数据及点云数据中的车辆、骑行者、行人等交通参与者进行检测识别与定位,形成全量感知对象的3D位置、朝向、类别、速度、轨迹等实时信息。

交通参与者目标分类包括:

- 机动车:支持颜色识别、车辆品牌识别、细分类别识别;
- 骑行者;
- 行人;
- 其他交通参与者,如锥桶、三角警示架、道路遗撒物等。

交通参与者的具体实时信息可包括:

- 长宽高;
- 经纬度及海拔位置;
- 速度;
- 航向角;
- 所在车道号。

MEC对交通参与者识别与定位能力应满足表1的要求。

表1 交通参与者识别与定位能力要求

项目		要求
类型识别	机动车准确率	$\geq 95\%$
	机动车召回率	$\geq 95\%$
	骑行者准确率	$\geq 90\%$
	骑行者召回率	$\geq 95\%$
	行人准确率	$\geq 90\%$
	行人召回率	$\geq 95\%$
	障碍物准确率	$\geq 90\%$
	障碍物召回率	$\geq 95\%$
静态特征识别	尺寸检测误差	$\leq 1\text{m}$ (长)、 $\leq 0.5\text{m}$ (宽、高)
	车牌识别	满足GB/T 28649要求
动态特征识别	感知距离	$\geq 150\text{m}$
	速度大小精度(均值)	$\leq 2.5\text{ km/h}$
	定位误差(均值)	$\leq 0.5\text{m}$
车道感知覆盖率		$\geq 95\%$
速度方向精度(均值)		$\leq 5^\circ$
MEC运算时延(均值)		$\leq 100\text{ms}$
结果输出频率		$\geq 10\text{Hz}$
消息输出频率偏差		$\leq 0.2\text{Hz}$

7.1.2 交通事件识别与定位

边缘计算融合计算功能应能实现交通事件检测识别与定位,通过AI算法对全量感知数据进行解析,可有效检测交通参与者的危险行为、道路交通动态变化等突发事件。

边缘计算对交通事件识别与定位能力应满足表2的要求。

表 2 交通事件识别与定位能力要求

项目		要求
事件识别	检测准确率（检测率）	≥95%
	检测召回率	≥95%
	事件虚报数	24h不超过一次
事件特征识别	定位精度	≤0.5m
	所在车道准确率	≥99%
事件中涉及的交通参与者感知定位		同表1
结果输出频率		≥10HZ

7.2 数据采集

边缘计算数据采集功能应满足以下要求：

- 支持采集摄像机、激光雷达、毫米波雷达、通信设备、信号控制机、气象设施的数据；
- 支持采集云控平台所需的车路云一体化系统中 V2X 业务数据和运维管理数据；
- 支持采集信号灯发送的灯色和倒计时等信号灯信息。

7.3 数据传输

数据传输功能应满足以下要求：

- MEC 向路侧感知设备传输数据时，对于摄像头设备支持 SDK/RTSP 的接入方式，对于毫米波雷达支持 UDP/TCP 传输协议，对于激光雷达支持 UDP/TCP 传输协议；
- MEC 向云控平台传输数据时，应支持交通事件、车流统计信息等车路云一体化业务数据上传，支持 JSON 或 Protocol Buffer 格式。

7.4 安全管理

安全管理功能应满足以下要求：

- 安全启动：保证操作系统可信，各种情况下（包括物理拔盘）出现的非法系统伪造，在启动时都能被发现并阻止；
- 登录用户认证：采用密码技术进行用户登录认证和身份认证，无需联网和事前同步。支持对自身及接入设备用户管理及访问设置。企业设备绑定实体人的身份，保证登录用户可信，对登录用户进行鉴权和审计，防止越权访问；
- 加固内核：防止拒绝服务攻击和提权；
- 应用防火墙：关注应用的所有联网行为，做到对 TCP/UDP 的百分百监控；
- 动态异常监控：对网络行为、系统状态、配置变更等数据进行异常监控；
- 应用程序加固：为可执行程序提供代码加密、完整性校验、反注入、反调试等安全能力；

7.5 运维管理

应具备对自身及接入设备的本地和远程管理维护功能，并满足以下要求：

- 支持对 MEC 自身及接入设备的注册、远程开关机、参数配置与查询、恢复出厂设置、软件升级、运维管理及日志等系统管理功能；
- 支持通过云控平台远程对 MEC 及接入设备的参数配置与查询、恢复出厂设置、软件升级、运维管理及日志等系统管理功能；

- c) 支持对 MEC 自身及接入设备运行状态的在线状态的监测与上报功能；
- d) 支持微服务架构，应用基于容器化方式部署。

7.6 其他功能要求

边缘计算宜具备开放性、拓展性、兼容性功能：

- a) 开放性：边缘计算应支持路侧感知设备接入的数据接口，并支持第三方应用部署；
- b) 拓展性：边缘计算应支持算力拓展、应用拓展，预留软硬件拓展升级空间；
- c) 兼容性：边缘计算应支持不同的硬件、算法、应用组合。

8 接口要求

8.1 边缘计算与云控平台

MEC与云控平台的通信协议可采用TCP/IP协议，也可通过订阅/发布的消息传递机制(如MQTT协议)进行数据交互。MEC向云平台传输车辆目标数据、弱势交通参与者目标数据、交通事件信息、交通流数据、信号配时等数据。云控平台向MEC传输区域信号配时优化方案、交通事件信息等数据。具体内容满足DB11/T XXXX《车路云一体化信息交互技术要求 第1部分：路侧设施与云控平台数据接口规范》相关要求。

8.2 边缘计算与路侧感知设备

8.2.1 摄像机

MEC与摄像机的通信协议采用TCP/IP协议或UDP协议，MEC与摄像机的应用接口宜参照DB11/T XXXX《车路云一体化路侧智能基础设施 第1部分：建设指南》执行。

8.2.2 毫米波雷达

MEC与毫米波雷达的通信协议采用TCP/IP协议或UDP协议，也可通过订阅/发布的消息传递机制(如MOTT协议)进行数据交互。MEC与毫米波雷达的应用接口宜参照DB11/T XXXX《车路云一体化路侧智能基础设施 第1部分：建设指南》执行。

8.2.3 激光雷达

MEC与激光雷达的通信协议采用TCP/IP协议或UDP协议。边缘计算与激光雷达的应用接口宜参照DB11/T XXXX《车路云一体化路侧智能基础设施 第1部分：建设指南》执行。

8.3 边缘计算与信号控制机

MEC与信号控制机的通信协议采用TCP/IP协议或UDP协议。边缘计算与信号控制机的应用接口宜参照DB11/T XXXX《车路云一体化路侧智能基础设施 道路交通信号控制机信息服务技术指南》执行。

8.4 边缘计算与第三方平台

MEC与第三方平台的通信协议宜采用TCP/IP协议，也可通过订阅/发布的消息传递机制(如MQTT协议)进行数据交互。

9 系统及软件架构要求

9.1 概述

边缘计算单元设备软件架构宜满足分层解耦技术要求，至少包括内核层、硬件抽象层、计算和通信中间件层、服务层和应用层等。内核层为与底层硬件交互和最基本功能层。硬件抽象层实现对路侧感知设备的统一硬件接口。计算和通信中间件层由通信和调度中间件、AI计算框架、服务框架以及核心库构成，为上层服务和应用提供运行与开发环境。服务层是基于服务框架实现的标准的组件能力，保证功能组件的可重用性和互操作性。服务层基于服务框架实现的标准的组件能力，保证功能组件的可重用性和互操作性。

9.2 内核层要求

- a) 支持多任务和多进程，能够在运行多个应用程序时保持系统稳定性和响应性；
- b) 支持内存管理功能，包括虚拟内存、文件系统缓存等，以确保应用程序可以正常运行并使用系统资源；
- c) 支持网络功能，并提供相应的 API，以便应用程序可以使用这些功能；
- d) 提供硬件驱动程序支持，以便应用程序可以与硬件设备进行交互；
- e) 提供安全功能，包括应用程序沙箱、访问控制、文件权限等，以确保系统安全性和隐私保护；
- f) 提供高性能的图形系统支持，包括 2D 和 3D 图形渲染等，以满足应用程序对图形性能的要求；
- g) 提供其他系统服务，如通知系统、电源管理、输入设备管理等，以提供完整的移动操作系统功能；
- h) 内核版本：宜采用 Linux 4.19 及以上版本。

9.3 硬件抽象层要求

边缘计算接入的传感器一般包括摄像头、毫米波雷达、激光雷达等设备，对于具备感知功能并且可以输出结构化数据的传感器设备，其结构化数据格式宜符合表3的规定：

表 3 传感器结构化数据

序号	名称	内容描述
1	基础信息	一般应包含设备信息、时间戳信息、帧号等
2	障碍物数组	应符合表 4 的规定

表 4 传感器障碍物结构化数据

序号	名称	内容描述
1	障碍物 ID	在当前帧唯一的障碍物标识 ID，在传感器捕获障碍物阶段全程 ID 需一致
2	障碍物位姿	障碍物的坐标、朝向、速度、加速度等信息
3	障碍物测量信息	障碍物的长、宽、高、中心点坐标等
4	障碍物类别	描述障碍物的类别
5	状态协方差	描述障碍物位置、速度或加速度信息的精度和可靠性

对于输出原始数据信息传感器设备，其数据格式宜符合表5的规定：

表 5 传感器原始数据

序号	名称	内容描述
1	基础信息	一般应包含设备信息、时间戳信息、帧号等
2	原始数据	传感器采集的原始数据帧
3	帧信息	描述该帧的具体信息，如高度、宽度、模式等

9.4 计算和通信中间件层要求

- a) 实时性：提供高度可靠的实时数据通信和控制能力，保证系统能够在规定的时间内响应和处理数据，支持高速、低延迟的数据传输，实现毫秒级的响应时间。支持多种实时控制策略，例如基于事件触发的控制和周期性控制等，可以根据不同的应用场景选择合适的实时控制策略，确保系统的实时性和稳定性；
- b) 安全性：在数据传输、存储和访问等方面采用安全机制，如加密、身份认证、访问控制等，确保系统安全可靠；
- c) 可靠性：宜采用可靠的通信机制、故障自愈技术、多级容错设计等技术，确保系统在遇到故障时也能保持稳定运行。

9.5 服务层要求

至少实现单传感器感知服务、多传感器融合服务、信号灯服务、通信服务。单传感器感知服务是利用路侧感知设备，实时检测道路交通参与者和交通障碍物等目标。多传感器融合服务是将多种感知设备的数据整合在一起，提供更全面、准确的环境感知。信号灯服务提供信号灯灯色、倒计时和置信度等信息。通信服务能力实现边缘计算单元向云控平台上传路侧收集道路信息和系统运行状态信息、边缘计算单元向车辆提供实时道路信息。

10 测试方法

10.1 测试条件

测试环境可以使用商用网络测试环境或者实验室模拟网络测试环境进行测试，由被测边缘计算单元及测试设备构成。测试设备参照DB11/T XXXX《车路云一体化路侧智能基础设施 第1部分：建设指南》，应包含计算设备、感知设备、通信设备等。测试需要的路侧子系统数据集应包含标准化格式的各类传感器原始数据、边缘计算单元融合感知计算结果，以及路侧子系统与中心子系统的传输数据。

10.2 硬件测试项目

10.2.1 电磁兼容试验

10.2.1.1 静电放电抗扰度试验

静电放电抗扰度试验方法宜满足GB/T 17626.2-2018的要求进行，试验步骤符合GB/T 17626.2-2018中第8.3节要求。

10.2.1.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

射频电磁场辐射抗扰度试验方法宜满足GB/T 17626.3-2016的要求进行，试验步骤符合GB/T 17626.3-2016第8.2节要求。

10.2.1.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

电快速瞬变脉冲群抗扰度试验方法宜满足GB/T 17626.4-2018的要求进行，试验步骤符合GB/T 17626.4-2018第8.3节要求。

10.2.1.4 浪涌(冲击)抗扰度试验

浪涌(冲击)抗扰度试验方法宜满足GB/T 17626.5-2019的要求进行，试验步骤符合GB/T 17626.4-2018第8章要求。

10.2.1.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

射频场感应的传导骚扰抗扰度试验方法宜满足GB/T 17626.6-2017的要求进行，试验步骤符合GB/T 17626.6-2017第8章要求。

10.2.1.6 电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验方法宜满足GB/T 17626.11-2008的要求进行，试验步骤符合GB/T 17626.6-2017第8章要求。

10.2.2 环境可靠性试验

10.2.2.1 高温贮存

高温贮存试验方法宜按照GB/T 2423.2的要求进行，测试结果符合GB/T 2423.2第5章的要求。

10.2.2.2 低温贮存

低温贮存试验方法宜按照GB/T 2423.1的要求进行，测试结果符合GB/T 2423.1第5章的要求。

10.2.2.3 高温运行/耐久

高温运行/耐久试验方法宜按照GB/T 15211-2013、GB/T 2423.2的要求进行。

10.2.2.4 低温运行(含启动)

低温运行(含启动)试验方法宜按照GB/T 2423.1的要求进行。

10.2.2.5 低温低气压

低温低气压试验方法宜按照GB/T 15211-2013、GB/T 2423.21的要求进行。

10.2.2.6 交变湿热/耐久性

交变湿热/耐久性试验方法宜满足GB/T 15211-2013、GB/T 2423.4的要求进行。

10.2.2.7 防尘防水

防尘防水试验方法宜按照GB/T 2423.38、GB/T 4208-2008标准要求。

10.2.2.8 盐雾试验

盐雾试验方法宜满足GB/T 15211-2013、GB/T 2423.18标准要求。

10.2.2.9 正弦振动/耐久性

正弦振动/耐久性试验方法宜满足GB/T 15211-2013、GB/T 2423.10标准要求。

10.2.2.10 其他功能及性能试验

边缘计算的其他功能和性能试验方法本标准不进行定义说明，可根据实际情况进行试验验证。

10.3 软件测试项目

10.3.1 融合计算

10.3.1.1 交通参与者识别与定位

边缘计算单元融合计算功能中,交通参与者识别与定位功能应当在封闭测试场或者具备测试条件的开放道路进行测试,在不同光照、时间段、点位条件下,采用不同的速度、车道、行驶方向通过测试路口,并通过录制视频等方式,对不同感知距离内交通参与者的目标物细分类型、静态特征、动态特征进行识别和结果输出,并进行精度、时延、输出频率的统计。

10.3.1.2 交通事件识别与定位

边缘计算单元应用融合计算功能中,交通事件识别与定位功能应当在封闭测试场或者具备测试条件的开放道路进行测试,在不同光照、时间段、点位条件下,采用不同的速度、车道、行驶方向通过测试路口,并通过录制视频等方式,对交通事件的准召、虚报数、事件特征、定位、输出频率进行识别结果输出和统计。

10.3.2 数据采集

边缘计算单元应用数据采集功能的测试,应当先实现7.3节的数据传输功能,应用系统按照常规接入方式和传输协议对摄像头、激光雷达、毫米波雷达等路侧感知设备,以及云控平台、EUHT、信号灯等设备,并完成设备标定、时钟同步等前置准备工作。

对摄像头、激光雷达、毫米波雷达等路侧感知设备,应测试设备的正确接入、数据的正确解析和具有可视能力设备的正确预览。

10.3.3 数据传输

边缘计算单元应用数据运维管理功能的测试,应包含MEC自身的配置信息、状态监控、日志管理、容器化部署功能等模块的正确实现,以及接入的路侧感知设备的配置信息查询、状态监控功能的正确实现,MEC自身开关机管理、对接云控运维协议的正确实现。

10.3.4 运维管理

边缘计算应用数据运维管理功能的测试,应包含边缘计算自身的配置信息、状态监控、日志管理、容器化部署功能等模块的正确实现,以及接入的路侧感知设备的配置信息查询、状态监控功能的正确实现,边缘计算自身开关机管理、对接云控运维协议的正确实现。

10.4 其他测试要求

稳定性测试:

稳定性应包含对硬件重启恢复能力、软件重启恢复能力、服务持续运行能力的测试。参考测试方法如下:

- a) 硬件重启恢复能力:插拔电后机器启动,大概2min后服务恢复运行;reboot重启机器后,大概2min后服务恢复运行;

- b) 软件重启恢复能力：软件重启后服务能自动恢复运行；
 - c) 服务持续运行能力：最高并发能力路数情况下运行 24 小时。
-