北京市交通标准化技术文件

BJJT/ XXXXX—XXXX

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | BJJT | |

智慧高速公路建设指南

Technical Guildlines for Smart Expressway Construction

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

2021 - XX - XX发布

北京市交通委员会发布

20XX - XX - XX实施



目  次

[前言 3](#_Toc85718691)

[1 范围 4](#_Toc85718692)

[2 规范性引用文件 4](#_Toc85718693)

[3 术语和定义 5](#_Toc85718694)

[3.1 术语和定义 5](#_Toc85718695)

[4 缩略语 6](#_Toc85718696)

[5 总体思路 6](#_Toc85718697)

[5.1 建设原则 6](#_Toc85718698)

[5.2 建设目标 7](#_Toc85718699)

[5.3 总体架构 7](#_Toc85718700)

[5.4 建设分类 9](#_Toc85718701)

[6 智慧化感知 15](#_Toc85718702)

[6.1 一般规定 15](#_Toc85718703)

[6.2 建设工程状态感知 15](#_Toc85718704)

[6.3 基础设施状态感知 15](#_Toc85718705)

[6.4 重点区域状态感知 16](#_Toc85718706)

[6.5 交通状态感知 16](#_Toc85718707)

[6.6 环境感知 17](#_Toc85718708)

[7 智慧化服务 18](#_Toc85718709)

[7.1 一般规定 18](#_Toc85718710)

[7.2 通行收费服务 18](#_Toc85718711)

[7.3 车道级服务 18](#_Toc85718712)

[7.4 准全天候通行 18](#_Toc85718713)

[7.5 精准气象服务 19](#_Toc85718714)

[7.6 伴随式信息服务 19](#_Toc85718715)

[7.7 智慧服务区服务 20](#_Toc85718716)

[7.8 车路协同及自动驾驶服务 21](#_Toc85718717)

[8 智慧化管理 22](#_Toc85718718)

[8.1 一般规定 22](#_Toc85718719)

[8.2 智慧建设 22](#_Toc85718720)

[8.3 智慧运营 23](#_Toc85718721)

[8.4 智慧养护 25](#_Toc85718722)

[8.5 智慧决策 26](#_Toc85718723)

[9 智能中台 26](#_Toc85718724)

[9.1 一般规定 26](#_Toc85718725)

[9.2 基础中台 26](#_Toc85718726)

[9.3 知识中台 27](#_Toc85718727)

[10 云平台 29](#_Toc85718728)

[10.1 一般规定 29](#_Toc85718729)

[10.2 云平台要求 29](#_Toc85718730)

[11 支撑及保障 29](#_Toc85718731)

[11.1 一般规定 29](#_Toc85718732)

[11.2 边缘基础设施 29](#_Toc85718733)

[11.3 设施供电 30](#_Toc85718734)

[11.4 融合通信 30](#_Toc85718735)

[11.5 信息安全 30](#_Toc85718736)

前 言

“十四五”时期是我国由全面建成小康社会向基本实现社会主义现代化迈进的关键时期，“十四五”规划是开启全面建设社会主义现代化国家新征程的第一个五年规划，也是全面推进交通强国建设的第一个五年规划。党的十九大胜利召开、交通强国建设纲要、北京新版城市总规以及北京市“十四五”时期智慧城市发展行动纲要的发布，对北京市智慧交通发展提出新的更加明确的要求，各项任务需要在“十四五”时期扎实推进、稳步落实。

为加强智慧交通规划顶层设计，推进北京市智慧高速公路高质量发展，着力提升交通服务品质，解决公众出行痛点难点问题，促进大数据、人工智能、5G、自动驾驶等新技术在高速公路建设、管理、养护、运营及服务的创新应用，结合北京市交通信息化发展现状，制定完成本指南。

本指南参照 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。

本指南为指导北京市智慧高速公路建设的指南，为推荐性文件，不涉及专利。

本指南由北京市交通委员会提出、归口管理及实施。

本指南起草单位：……

本指南编写组成员：……

高速公路建设指南

1. 范围

本指南适用于新建、改（扩）建智慧高速公路建设，以及营运高速公路智慧化提升改造建设。

本指南对智慧高速公路总体架构、建设、管理、养护、运营、服务及支撑体系提供了建设指导与技术建议。

智慧高速公路建设除执行本指南外，尚应执行现行国家、行业和本市的相关法律、规章、规范、标准等规定。

1. 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 20839-2007 智能运输系统 通用术语

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

GB/T 22240 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南

GB/T 28789 视频交通事件检测器

GB/T 29101 道路交通信息服务 数据服务质量规范

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

GB/T 29111 道路交通信息服务 通过蜂窝网络发布的交通信息

GB/T 31024.1 合作式智能运输系统 专用短程通信

GB/T 32399 信息技术 云计算 参考架构

GB/T 33697 公路交通气象监测设施技术要求

GB/T 37378 交通运输信息安全规范

GB/T 37721 信息技术 大数据分析系统功能要求

GB/T 37722 信息技术 大数据存储与处理系统功能要求

GB 50982 建筑与桥梁结构监测技术规范

BD 440013 北斗地基增强系统基准站建设技术规范

GA/T 994 道路交通信息发布规范

JTG/T 6303.1 收费公路移动支付技术规范 第一册 停车移动支付

JTG/T E61 公路路面技术状况自动化检测规程

JTG D80 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范

JTG D70-2-14 18567公路隧道设计规范

JT/T 1032 雾天公路行车安全诱导装置

JT/T 1037 公路桥梁结构安全监测系统技术规程

交通运输部 2012 年第 3 号公告 高速公路监控技术要求

交通运输部 2012 年第 3 号公告 高速公路通信技术要求

交通运输部关于印发取消高速公路省界收费站工程建设方案的通知（交办公路函〔2019〕387号）

国务院办公厅关于印发深化收费公路制度改革 取消高速公路省界收费站实施方案的通知（国办发〔2019〕23号）

取消高速公路省界收费站总体技术方案（交办公路函〔2019〕320号）

高速公路ETC门架系统技术要求（交办公路函〔2019〕856号）

高速公路复合通行卡（CPC）技术要求（交通部43号公告）

高速公路通信技术要求

高速公路信息通信系统联网技术要求

公路网运行监测与服务暂行技术要求（交通运输部，2012年）

公路工程适应自动驾驶附属设施技术规范（征求意见稿）

公路信息化技术规范（征求意见稿）

公路网运行监测技术规范（征求意见稿）

高速公路服务区信息化建设工作指南（征求意见稿）

智慧高速公路分级（征求意见稿）

浙江省智慧高速公路建设指南（暂行，ZJ/ZN 2020-01）

江苏省智慧高速公路建设技术指南（JSITS/T 0001-2020）

山东省智慧高速公路建设指南（试行，SDITS/GL 2021-01）

北京市“十四五”时期智慧交通发展规划（征求意见稿）

1. 术语和定义
   1. 术语和定义
      1. 智慧高速公路 smart expressway

基于管理者业务需求及用户出行需求，以数据为核心，充分利用新一代技术，实现智慧化感知、智慧化服务、智慧化管理，促进人车路环境的深度融合及协同，最终实现建设、管理、养护、运营、服务全过程数字化和智能化的高速公路。

* + 1. 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。

* + 1. 智慧服务区 smart service area

为用户提供车辆服务、出行信息服务等智能化服务的高速公路服务区。

* + 1. 车路协同 vehicle-infrastructure cooperation

利用无线通信、新一代互联网等技术，通过对高速公路、行驶车辆的智慧感知，实现高速公路的车与车、车与路的信息实时交互，确保行驶车辆的主动安全控制和道路协同管理，提高道路通行能力和安全水平。

高速公路车路协同分为狭义和广义概念，狭义高速公路车路协同特指高速公路车路协同自动驾驶；广义高速公路车路协同包括高速公路车路协同自动驾驶、车载设备与路侧系统的协同、高速公路沿线设施与驾驶人员协同等。

* + 1. 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。

* + 1. 高精度地图 high precision digital map

包含公路路线、附属设施、安全设施、管理设施、服务设施、标志标线等关键交通要素，平面绝对精度优于1米，每100米的平面相对误差不超过10厘米，具备辅助完成高精度定位功能及道路级和车道级规划能力、车道级引导能力的电子地图。

* + 1. 服务水平 level of service

驾驶员感受公路交通流运行状况的质量指标，通常用平均行驶速度、行驶时间、驾驶自由度和交通延误等指标表征。

* + 1. 数字交通 digital transportation

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。

* + 1. 自由流收费 free-flow ETC

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， 此种方式称为自由流电子收费方式，也称为多车道电子收费方式或全电子收费方式。[GB/T 20839-2007，定义 9.4]

* + 1. 准全天候通行 almost all-weather running

自动收集道路天气数据并使用该数据制定可提供给驾驶者短期警告或建议，提高雾天、冰雪等特定恶劣气象条件下通行安全性。

1. 缩略语

BIM 建筑信息模型（Building Information Modeling）

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

DSRC 专用短程通信技术（Dedicated Short-Range Communications）

FM 频率调制（Frequency Modulation）

GCJ-02 中国国家测绘局制订的地理信息系统的坐标系统

GIS 地理信息系统（Geographic Information System）

LTE-V我国具有自主知识产权的V2X技术

MSTP 多业务传送平台（Multi-Service Transport Platform）

MTC 人工半自动收费（Manual Toll Collection）

NB-IoT 窄带物联网（Narrow Band Internet of Things）

OBU 车载单元（On-Board Unit）

OTN 光传送网（Optical Transport Network）

PTN 分组传送网（Packet Transport Network）

RFID 射频识别（Radio Frequency Identification）

RSU 路侧单元（Road Side Unit）

RTK 实时差分定位（Real Time Kinematic）

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

1. 总体思路
   1. 建设原则

智慧高速公路建设应以高速公路行业管理者、所有者、运营者和使用者的需求为基础，遵循“统筹布局、因路制宜、先进适用、互联互通、分步实施”的原则，覆盖建设、管理、养护、运营、服务全过程。

统筹布局：智慧高速公路建设应统筹全网调控和路段业务需要，进行整体布局，并紧密结合主体工程、交通工程等。

因路制宜：智慧高速公路建设应根据新建、改扩建、运营高速公路工程实际需求，并结合工程建设阶段、工程特征、服务水平、运营特征和交通特性，确定具体路段的建设内容。

先进适用：智慧高速公路建设宜结合技术发展趋势评估投入、产出效益，指导建设过程中新技术、新产品的选型。

互联互通：智慧高速公路能够在人、车、路之间实现数据的互联互通，在区域内及京津冀之间实现数据互联互通。

分步实施：智慧高速公路建设应统筹应用场景、建设内容和建设时序， 实现技术研发、测试验证、试点示范、推广应用迭代演进的正向闭环，稳步推进项目实施。

* 1. 建设目标

智慧高速公路应充分发挥高速公路的功能属性，集成先进的感知技术、传输技术、信息处理技术、控制技术等，形成开放共用的基础平台,最终实现“协同、便捷、快速、绿色、安全”的目标，具体如下：

协同：包含人、车、路之间数据的互联互通、信息协同；高速公路相关业务单位之间数据及业务的协同；以及京津冀地区路网交通数据及业务的协同。

便捷：全方位、多渠道（互联网、广播、智慧情报板等）、伴随式、不间断、全流程的信息服务；提供ETC、多种方式的移动支付以及无感支付的收费服务；服务区提供对加油、充电、购物等业务的自助服务。

快速：面向业务单位的各类状态信息、事件信息的快速获取，以及面向出行者的信息伴随式、多渠道快速信息发布；业务单位快速有效地执行管理、养护工作，能够快速地进行应急响应；能够提高通行速度，降低拥堵时长。

绿色: 提高新能源在高速公路的使用率，节省传统能源；通过水、电、气、热等智能化管控，建设相应的节能配电设施，降低能源消耗；设施建设使用新材料，减少对环境的影响。

安全：提高极端天气下的安全保障，提高关键地点、特定时间段的安全保障能力，最大限度减少事故数量，降低事故严重程度，实现高速公路准全天候通行。

* 1. 总体架构

北京市智慧高速公路总体架构可分为智慧化感知、智慧化服务、智慧化管理、智能中台、云平台、支撑及保障六部分内容。各部分内容的组成关系如下图。

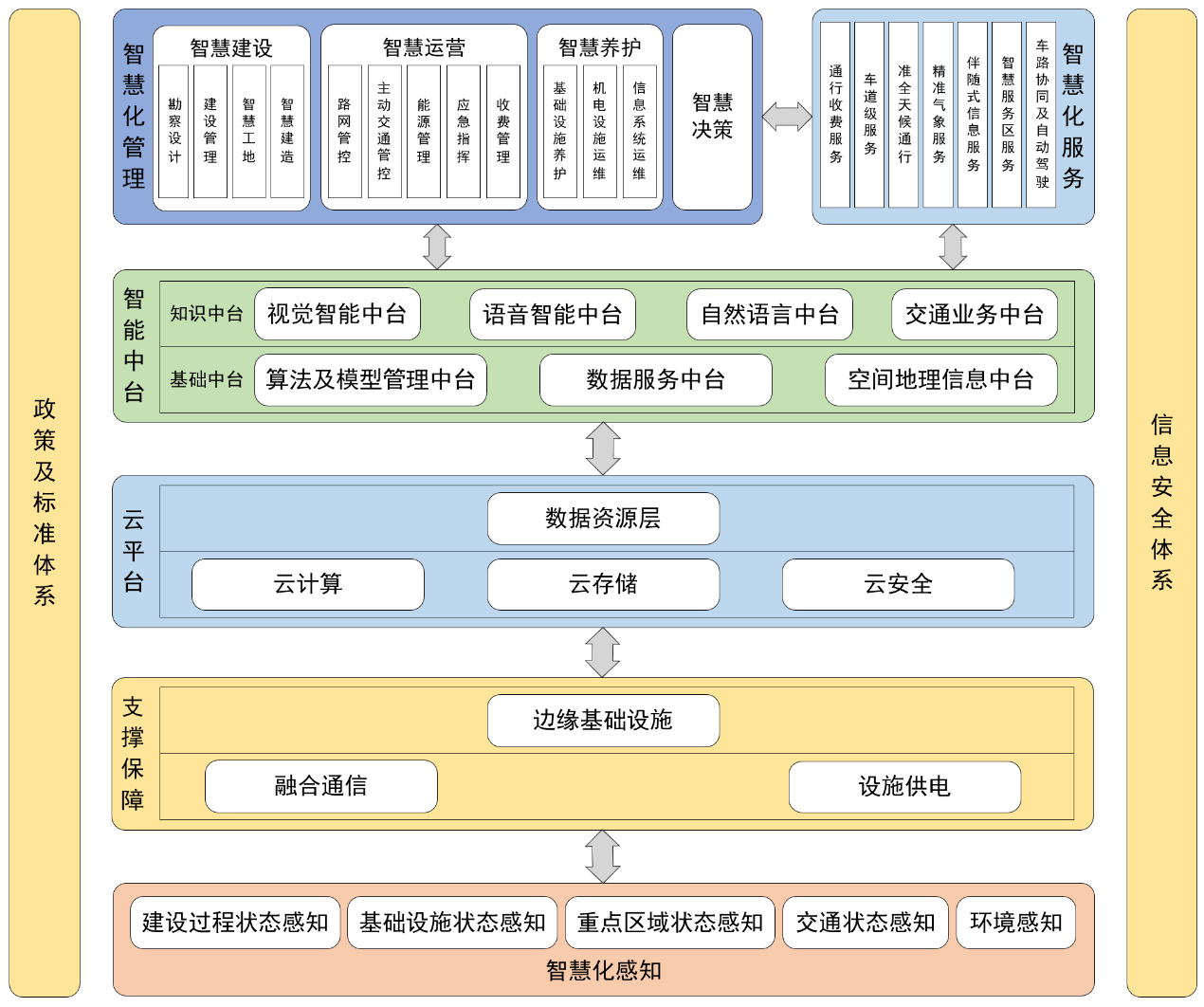


图1 智慧高速公路建设总体架构

智慧化感知包含高速公路建设工程过程中的状态感知、重点区域等基础设施感知、交通状态监测和环境感知，主要是融合应用多种监测设备实现人、车、路、环境的状态感知，为智慧化服务和智慧化管理提供数据支撑。

支撑保障包含融合通信、设施供电以及边缘基础设施，为智慧化管理和智慧化服务提供基础保障。设施供电确保感知层监测设备设施、边缘基础设施以及云平台供配电。融合通信确保物理层的互联互通。边缘基础设施确保靠近用户侧的服务保障。

云平台提供云基础计算资源、存储资源、云安全资源以及数据资源层。平台具备大规模和扁平化接入能力，具有快速动态、安全可靠的计算、存储、网络资源分配。数据资源层为感知层的数据接入提供数据通用的治理以及管理，为智慧化管理和智慧化服务提供信息基础设施资源支撑。

智能中台包含知识中台和基础中台。基础中台包括算法及模型管理中台、数据服务中台和空间地理信息中台。基础中台为知识中台智慧化管理、智慧化服务提供通用的、智能的IT服务能力。数据服务中台封装的数据服务，打通跨系统的壁垒。交通业务中台包括交通流算法等为交通业务提供智能业务服务，为智慧化管理和智慧化服务提供高效的AI及大数据支撑。

智慧化管理包含建设阶段的管理、运营阶段的管理和养护运维阶段的管理以及决策支持，主要面向高速公路行业管理者、运营者及所有者人员。

智慧服务包含通行收费服务、车道级服务、准全天候通行、精准气象服务、伴随式信息服务和智慧服务区服务，主要面向高速公路驾乘人员等使用者。

* 1. 建设分类

依据国家综合立体交通网规划纲要，结合北京市“十四五”时期智慧交通发展规划（征求意见稿）从感知能力、处理能力以及服务和管理能力支持三个能力方面衡量智慧高速公路的智慧等级。每个方面的能力指标从多个维度进行分解。



图2 智慧化程度分类

1）感知能力方面从感知方式（人工/自动），感知手段丰富程度（单一技术手段/多样技术手段）、感知对象广度（重点部位/全路段）和感知设备智慧化（简单智慧/深度智慧）程度四个维度表达感知能力；

2）处理能力方面从数据来源（单一/多源），处理方式（人工/自动）、处理的协同程度（简单协同/高效协同）、处理智慧化程度（简单智慧/深度智慧）四个维度表达处理能力；

3）服务和管理能力从渠道丰富性（单一/多源融合），便利性（方便与否），内容丰富程度（群体通用服务/个体个性化服务/人车路协同服务）、智慧化程度（协同智慧/深度智慧）四个维度表达服务和管理能力。

表1 智慧高速智慧等级分类

| 等级 | 感知能力 | 处理能力 | 服务和管理能力 | 支持自动驾驶能力 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| D0  简单  智慧化 | 重点路段具备交通流、气象环境自动感知能力，支持传统视频监控；感知技术手段单一；人工感知为主、自动感知为辅 | 单组织、单系统的数据简单协同处理，人工处理为主、自动处理为辅 | 单一信息服务渠道，人工手动发布面向群体的服务内容，传统收费方式，基于人工的应急救援服务，服务和管理以人为主，智慧为辅 | L1-L2 |
| D1  基本  智慧化 | 重点路段具备基础设施状态自动感知能力和智能视频监控，全路段具备传统视频监控，事件及环境自动感知能力；感知技术手段多样；人工感知为主、自动感知为辅 | 单组织、跨系统的多源数据简单协同处理。人工结合简单智慧处理为主、自动处理为辅 | 支持多渠道信息服务，部分闭环的自动发布面向群体的服务内容，移动支付等收费服务。信息发布及诱导控制支持人工决策执行，服务和管理以人主，智慧为辅 | L1-L2 |
| D2  协同  智慧化 | 重点路段具备基础设施状态自动感知和智能视频监控能力；全路段具备传统视频监控，事件、环境、车辆及个体行为自动感知，车载、手持等终端设备自动感知，人车路协同自动感知能力。感知技术手段多样；跨组织感知数据接入；智慧感知为主、人工感知为辅 | 跨组织、跨系统的多源数据，融合高效协同处理及协同智慧分析。智慧分析协同智慧决策，人工为辅 | 多渠道、全方位伴随式个性化信息服务，移动支付等收费服务。信息发布及诱导控制支持闭环的自主决策执行。支持准全天候通行，快捷的应急救援响应。具备部分智能自主决策的建、管、养、运、服务决策能力。服务和管理以智慧为主，人工为辅 | L3 |
| D3  自主  智慧化 | 全路段具备基础设施状态自动感知和智能视频监控能力，以及传统视频监控，事件、环境、车辆及个体行为自动感知，车载、手持及穿戴终端设备自动感知，人车路协同自动感知能力。感知技术手段多样；跨组织感知数据接入；智慧感知为主、人工感知为辅 | 跨组织、跨系统的多源数据融合处理；自主可控的机器学习等深度智慧处理；支持完全自主智慧决策，人工可干预 | 多渠道、全方位伴随式信息服务。无感收费及自由流收费。信息发布及诱导控制支持闭环的自主决策执行。支持准全天候通行，快捷的应急救援响应。完全具备基于人工智能自主决策的建、管、养、运、服务决策能力；服务和管理智慧为主，人工可干预 | L4级以上 |

表2 智慧高速公路建设内容一览表

| 应用范围 | 应用内容 | | | | D0 | D1 | D2 | D3 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 智慧化感知 | 建设过程状态感知 | 视频和图像监测设备的应用 | | | ○ | ◎ | ◎ | ● |
| 人员管理监测设备的应用 | | | ○ | ◎ | ◎ | ● |
| 车辆定位监测设备的应用 | | | ○ | ◎ | ◎ | ● |
| 重点施工设备的数据共享 | | | ○ | ○ | ◎ | ● |
| 基础设施状态感知 | 桥梁状态感知 | | |  |  |  |  |
|  | | 环境监测 | ○ | ◎ | ● | ● |
| 结构响应监测 | ○ | ◎ | ● | ● |
| 结构变化监测 | ○ | ◎ | ● | ● |
| 隧道状态感知 | | |  |  |  |  |
|  | | 裂缝监测 | ◎ | ● | ● | ● |
| 渗漏水监测 | ◎ | ● | ● | ● |
| 衬砌起层监测 | ◎ | ● | ● | ● |
| 路面与路基沉降监测 | ◎ | ● | ● | ● |
| 道路状态感知 | | |  |  |  |  |
|  | | 高边坡监测 | ◎ | ● | ● | ● |
| 路基监测 | ◎ | ● | ● | ● |
| 路面监测 | ◎ | ● | ● | ● |
| 交通工程及沿线设施状态感知 | | |  |  |  |  |
|  | | 机电设备监测 | ◎ | ● | ● | ● |
| 交安设施监测 | － | ○ | ◎ | ● |
| 重点区域状态感知 | 运行状态感知 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 基础设施感知 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 交通状态感知 | 交通运行状态监测 | | |  |  |  |  |
|  | | 交通流检测设备 | ● | ● | ● | ● |
| 多渠道共享交通运行信息 | ○ | ○ | ◎ | ● |
| 交通事件监测 | | |  |  |  |  |
|  | | 交通事件检测设备的应用 | ○ | ● | ● | ● |
| 多部门共享交通突发事件信息 | － | ○ | ● | ● |
| 车辆微观行为检测 | | |  |  |  |  |
|  | | RSU设备的应用 | ○ | ● | ● | ● |
| 车牌识别设备的应用 | ○ | ● | ● | ● |
| 环境感知 | 气象环境感知 | | |  |  |  |  |
|  | | 道路气象感知 | ● | ● | ● | ● |
| 路面结冰感知 | ◎ | ● | ● | ● |
| 气象局共享信息 | － | ◎ | ● | ● |
| 隧道环境感知 | | |  |  |  |  |
|  | | 隧道环境监测 | ● | ● | ● | ● |
| 火灾监测 | ● | ● | ● | ● |
| 事件监测 | ● | ● | ● | ● |
| 智慧化服务 | 通行收费服务 | 现金收费 | | | ● | ● | ● | ● |
| ETC收费 | | | ● | ● | ● | ● |
| 移动支付 | | | － | ◎ | ● | ● |
| 自由流收费 | | | － | ○ | ◎ | ● |
| 数字人民币支付 | | | － | － | ◎ | ● |
| 差异化收费 | | | － | ○ | ● | ● |
| 车道级服务 | 主线车道诱导 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 匝道分合流诱导 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 准全天候通行 | 雾区行车诱导 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 智能消除冰雪 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 精准气象服务 |  | | | － | ◎ | ● | ● |
| 伴随式信息服务 | 智慧情报板 | | | ◎ | ● | ● | ● |
| 智慧化呼叫中心 | | | ◎ | ● | ● | ● |
| 互联网 | | | ◎ | ● | ● | ● |
| FM广播 | | | ◎ | ● | ● | ● |
| 车载智能终端 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 智慧服务区服务 |  | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 车路协同及自动驾驶 | 车路协同系统 | | | ○ | ◎ | ◎ | ● |
| 协助自动驾驶服务 | | | ○ | ◎ | ◎ | ● |
| 智慧化管理 | 智慧建设 | 勘察设计 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 建设管理 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 智慧工地 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 智慧建造 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 智慧运营 | 路网监测 | | |  |  |  |  |
|  | | 交通态势感知 | ◎ | ● | ● | ● |
| 事件监测 | ○ | ◎ | ● | ● |
| 交通气象监测 | ○ | ◎ | ● | ● |
| 车辆运行监测 | ◎ | ● | ● | ● |
| 重点区域监测 | ◎ | ● | ● | ● |
| 主动交通管控 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 应急指挥 | | |  |  |  |  |
|  | | 数据采集 | ○ | ● | ● | ● |
| 预警管理 | ○ | ● | ● | ● |
| 预案管理 | ○ | ● | ● | ● |
| 协同联动 | ○ | ○ | ● | ● |
| 评价统计 | ○ | ○ | ● | ● |
| 收费管理 | | |  |  |  |  |
|  | | 收费监控 | ● | ● | ● | ● |
| 稽查管理 | ◎ | ● | ● | ● |
| 数据统计分析 | ◎ | ● | ● | ● |
| 出入口无人值守 | ○ | ○ | ● | ● |
| 自由流收费 | － | ○ | ◎ | ● |
| 入口治超 | ● | ● | ● | ● |
| 能源管理 | | |  |  |  |  |
|  | 实时监测 | | ○ | ● | ● | ● |
| 数据采集 | | ○ | ● | ● | ● |
| 多表合一 | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 污水处理 | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 利用新能源 | | － | ○ | ● | ● |
| 智慧养护 | 基础设施养护管理 | | |  |  |  |  |
|  | | 在线监测 | ◎ | ● | ● | ● |
| 数据采集 | ◎ | ● | ● | ● |
| 养护数据分析 | ◎ | ◎ | ● | ● |
| 养护方案制定 | ◎ | ● | ● | ● |
| 无人巡检 | － | ● | ● | ● |
| 机电设施运维 | | |  |  |  |  |
|  | | 在线监测 | ◎ | ◎ | ● | ● |
| 身份识别 | ◎ | ● | ● | ● |
| 故障自动判断 | ◎ | ● | ● | ● |
| 无人巡检 | － | ● | ● | ● |
| 信息系统运维 | | |  |  |  |  |
|  | | 数据采集 | ◎ | ● | ● | ● |
| 故障判断 | ◎ | ● | ● | ● |
| 故障预警 | ◎ | ● | ● | ● |
| 智慧决策 | 智慧建设决策支持 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 智慧运营决策支持 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 智慧养护决策支持 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 智能中台 | 基础中台 | 算法及模型管理中台 | | | － | ○ | ◎ | ● |
| 数据服务中台 | | | － | ○ | ◎ | ● |
| 空间地理信息中台 | | |  |  |  |  |
|  | | 地理信息系统（GIS）  建筑信息模型（BIM） | －－ | ○  ○ | ●  ◎ | ●  ● |
| 知识中台 | 视觉智能中台 | | | － | ○ | ◎ | ● |
| 语音智能中台 | | | － | ○ | ◎ | ● |
| 自然语言中台 | | | － | ○ | ◎ | ● |
| 交通业务中台 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 云平台 | 数据资源层 |  | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 云计算存储安全 | 云计算 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 云存储 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 云安全 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 支撑及保障 | 边缘基础设施 | 边缘计算设备 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 设施供电 | 低压直供 | | | ● | ● | ● | ● |
| 直流远供 | | | ○ | ◎ | ◎ | ◎ |
| 绿色能源 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 融合通信 | 有线通信 | | | ● | ● | ● | ● |
| 无线通信 | | | ○ | ◎ | ● | ● |
| 信息安全 | 通信网络安全 | | | ● | ● | ● | ● |
| 区域边界安全 | | | ● | ● | ● | ● |
| 计算环境安全 | | | ● | ● | ● | ● |
| 安全管理中心 | | | ● | ● | ● | ● |
|  | | 注：●表示应建设，◎表示宜建设，○表示可建设，－表示不涉及 | | | | | | |

1. 智慧化感知
   1. 一般规定
      1. 高速公路全要素感知宜采用数字化、智慧化感知手段，感知建设工程过程状态、基础设施状态、交通状态、环境状态以及重点区域状态，从而构建多维度全息的泛在感知体系，实现对高速公路建、管、养、运、服管理过程的全面支撑。
      2. 感知设备应针对不同工程基础设施建设的特点，采用预埋部分感知设备的方式，根据公路智慧等级可采用自动化、智能化设备。设备应配置兼容性接口及通信协议，以便监测数据的联网接入。
      3. 可对设置状态感知的桥梁、隧道、道路等构造物构建信息模型，建立数字档案库，具备基础设施全寿命周期管理、维护以及可视化展示能力。
   2. 建设工程状态感知
      1. 宜对建设工程项目办公区、生活区、施工区等区域布设监测设施，监测的内容包括但不限于人员身份信息、人员位置及进出某区域信息、人员作业信息监控；施工机械设备进出信息、作业状态及位置信息；堆放物料信息、施工车辆行驶轨迹信息、施工现场环境信息等。施工现场隧道、路面结构监测指标包括地表沉降、管线沉降、地下水位、水平位移等参数。
      2. 区域监测设备可选用视频和图像监测设备，监测设备宜选用工业一体化网络球型摄像机，根据实际需要配备夜视功能或补光灯；隧道内可采用位移计，路面监测可采用全站仪、水准仪等设备。
      3. 施工人员动态信息采集宜采用固定闸机和移动考勤机设备监测，项目车辆动态信息宜采用车辆定位终端设备监测。
   3. 基础设施状态感知
      1. 桥梁结构状态
         1. 桥梁状态感知主要包括桥梁环境、作用、结构响应和结构变化，其中环境监测包含环境温度和环境湿度；作用监测包含车辆荷载、风荷载、结构温度、船舶撞击、地震等；结构响应监测包含位移、转角、应变、索力、支座反力、振动等；结构变化监测包含基础冲刷、裂缝、腐蚀、断丝、螺栓紧固力等。
         2. 桥梁状态感知对象为交通运输部规定的公路长大桥梁及“三特”（特大、特殊结构、特别重要）桥梁，监测设备布设于易损部位、结构控制部位和损伤敏感部位等。
         3. 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。
      2. 隧道结构状态
         1. 隧道状态感知主要包括裂缝、渗漏水、衬砌起层、路面与仰拱隆沉，其中裂缝监测包含错台位置、位移、边仰坡变形等；渗漏水监测包含水质、水压力等；衬砌起层监测包含周边位移、拱顶下沉、衬砌应力；路面与仰拱隆沉监测包含路面隆沉、仰拱隆沉、墙角隆沉、位移等。
         2. D1级智慧高速公路对河底隧道、不良地质隧道设置隧道状态感知系统；D2级智慧高速公路增加对特长隧道设置隧道状态感知系统；D3级智慧高速公路增加对长隧道设置隧道状态感知系统。
         3. 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。
      3. 道路结构状态
         1. 道路状态感知主要包括高边坡、路基和路面，其中高边坡监测包含地下水位、裂缝、倾斜变形、位移、沉降等；路基健康监测包含地表沉降、路堤分层沉降、地表位移、地基位移、土压力和水压力等；路面健康监测包含路面裂缝、车辙、坑槽、表面破损等。
         2. D1级智慧高速公路应对高边坡路段设置边坡状态感知系统，宜对高填方路基、特殊地基路段设置路基状态感知系统，对重载交通路段设置路面状态感知系统；D2级及以上智慧高速公路应对高边坡路段、高填方路基、特殊地基路段、重载交通路段设置道路状态感知系统。
         3. 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。
      4. 交通工程及沿线设施状态
         1. D1级智慧高速公路应对摄像机设备设置状态监测系统；D2级智慧高速公路应对摄像机、情报板、信号灯、车道指示标志等重点关键设备设置状态监测系统，宜对重点路段的交安标志护栏设置状态监测系统；D3级智慧高速公路应对全部机电设备（包括传统机电设备和智慧高速机电设备如毫米波雷达、边缘计算设备、雷视融合设备、一体化智慧杆等）及重点路段交安标志护栏设置状态监测系统。
         2. 机电设备设施状态感知宜采用智能监测、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。
         3. 交安设施感知宜采用视频分析、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。
   4. 重点区域状态感知
      1. 应对收费广场、服务区、匝道出入口、互通立交、隧道等重点区域运行状态进行感知。
      2. 感知的主要指标包括车道/匝道开关状态、服务区开关及运行状态、收费广场排队长度、异常事件等。
      3. 服务区运行状态感知主要包括服务区车流/人流、广场、停车区、餐厅、加油站、便利店、厕所、超市等。
      4. 服务区基础设施感知主要包括构筑物、常规水电暖、专属绿色节能设施、管线等附属设施。
      5. 宜采用智能视频识别技术、5G、窄带物联网等技术，实时感知重点区域运行状态。
   5. 交通状态感知
      1. 交通运行状态监测
         1. 应在高速公路道路重点路段布设交通流检测设备；监测的内容包括但不限于断面交通量、收费站交通量、断面速度、时间/空间占有率、平均速度等监测信息等。
         2. 交通流检测设备宜选用微波、视频、线圈检测设备，断面交通量、断面速度、时间/空间占有率等信息准确率不低于95%，车辆类型、车辆长度检测精度≥90%。
         3. 等级高的高速公路，应加密布设交通流检测设备；D2及以上级，宜采用多渠道共享交通运行状态信息方式，提高信息的质量。
      2. 交通事件检测
         1. 应在高速公路道路、隧道等重点路段，布设交通事件检测设备，检测的内容包括但不限于车辆停驶、交通拥堵、车辆慢行、行人、车辆逆行、车辆遗弃物、火灾检测等。
         2. 交通事件检测设备宜选用微波、视频检测设备，交通事件检测信息准确率应不低于95%。
         3. 等级高的高速公路，应加密布设交通事件检测设备；D2及以上级，应采用多渠道共享交通突发事件信息方式，提高信息的质量。
      3. 车辆微观行为监测
         1. 应在高速公路出入口车道、ETC门架、服务区出入口、隧道出入口等特殊位置、易发生重特大突发事件、恶劣气象条件频发等路段设置RSU和车牌识别检测设备，检测的内容包括但不限于车辆身份信息、实时定位信息、运行状态信息、行驶轨迹信息等。
         2. RSU设备宜选用5.8G专用短程通讯技术，可结合LTE-V通信、5G通信、北斗定位、窄带物联网技术，实时获取车辆信息。
         3. 等级高的高速公路，应加密布设RSU和车牌识别检测设备。
   6. 环境感知
      1. 公路气象环境感知包含对高速公路能见度、路面温度、路面状态（干燥、潮湿、积水、结冰、积雪）、风速、风向等实现气象全要素、全路程、实时化的监测。
      2. 隧道环境感知包含但不限于能见度、CO浓度、风速风向、亮度、火灾等，宜采用视频检测器、能见度检测器、CO检测器、风速风向检测器、亮度检测器及火灾探测器等设备。
      3. 施工场地环境感知指标包括PM2.5浓度、TSP浓度、噪声值。
      4. 特殊地形地物、大型桥梁结构物、恶劣气象条件频发路段等位置宜布设具有针对性传感器的气象监测设备，在易发生团雾的路段宜布设能见度监测设备，在冬季易发生积水结冰的路段宜布设路面温、湿度监测设备。
      5. 路面埋入式传感器宜布设在紧急停车道上，距离公路外侧防护栏不小于1.5m，监测和采集路面温度和凝冰状态，监测水膜高度、路面状况（干燥、潮湿、冰、雪、霜）、路表温度、冰点温度、含冰比例和积雪厚度。
      6. 宜充分利用视频资源，开展能见度和路面状况识别。宜在D1级及以上等级高速公路开展能见度和路面状况智慧识别。
2. 智慧化服务
   1. 一般规定
      1. 全方位服务以提升过往驾驶员及乘客的服务体验为核心，树立“绿色环保、低碳节能、科技智能、安全高效”的理念，主要包括收费服务、车道级服务、精准气象服务、伴随式出行服务、智慧服务区、车路协同及自动驾驶服务。
   2. 通行收费服务
      1. 智慧公路收费宜支持现金、ETC、移动支付等符合国家货币交易规则的支付方式，支付通行费、未来通行费可支持自由流收费方式，同时可探索支持数字人民币的收费结算体系。
      2. 自由流收费可采用ETC、北斗高精度定位等多种技术，实现对多条车道上自由行驶车辆的收费，提高道路通行效率。
      3. ETC门架系统布设原则遵循交通运输部发布的《高速公路ETC门架系统技术要求》等相关文件要求。
      4. 宜探索基于ETC技术的分路段、分车型、分时段、分出入口、分方向、分支付方式的差异化收费。
   3. 车道级服务
      1. 主线车道诱导
         1. 主线车道诱导可根据主线交通流量或突发情况（如道路拥堵、路面积雪湿滑）等，通过动态限速标志、车道指示标志等诱导装置，实现车道的开启、关闭功能，以及分车道可变限速信息发布功能。
         2. 主线车道诱导基于门架式动态限速标志、车道指示标志，按照距离拥堵点的位置分级显示，遵循近小远大的原则实施主线诱导，进行限速控制；拥堵消散期，则按照由近至远逐步恢复的原则实施。
      2. 匝道分合流区诱导
         1. 匝道分合流诱导适用于解决特殊时段，主线和匝道因车辆交织造成拥堵以及存在行车安全隐患的情况。D1级智慧高速公路，宜采取诱导装置作为分合流诱导，诱导装置主要为发光组件，同时可内置交通数据采集器。

a) 诱导装置布设间距宜与分/合流区域的标线施划间距保持一致，诱导装置中具备太阳能供电方式的诱导灯，闪烁策略可根据车辆通过情况调整。

b) 诱导装置宜具有道路轮廓强化模式和行车主动诱导模式，可具有防止追尾警示模式。

* + - 1. D2级及以上级智慧高速公路，宜增加智能路侧设备诱导方式，通过在分流区、合流区布设路侧感知设备（雷达、摄像头等）、路侧计算设备、路侧通信设备、路侧发布设备（智慧情报板）等，为车辆提供警示信息和引导信息。

a) 警示信息宜包含但不限于车辆慢行、车辆停驶、交通事故、道路拥堵等交通事件信息；引导信息宜包含但不限于超视距感知、路径规划等辅助决策信息。

b) 智能路侧设备引导车辆汇入，宜通过路侧单元获取车辆运行信息和行驶意图，生成汇入引导方案，发送至车载终端或情报板，辅助匝道车辆安全高效汇入主路。

* 1. 准全天候通行
     1. 雾天行车诱导
        1. 雾天行车诱导应具有公路轮廓或车道线强化显示、行车主动诱导和防止追尾警示等功能，雾天行车诱导由诱导装置、交通数据采集设施、能见度监测设备组成。
        2. 雾区行车诱导应布设在易发生团雾且道路线型较差的路段，诱导装置宜安装于公路两侧护栏上。
     2. 智能消冰除雪
        1. 智能消冰除雪可根据气象监测数据、路面温湿度监测数据自动开启工作模式，通过路侧端喷洒装置或埋入发热电缆装置达到智能消冰除雪的功能。
        2. 智能消冰除雪应布设在冬季易积雪结冰且引发交通事故的路段。
  2. 精准气象服务
     1. 精准气象服务的数据由公路沿线的气象环境感知数据，结合气象局接入的气象数据组成。
     2. 高速公路的实时气象信息和气象预警信息可以通过车载终端、情报板、手机APP消息推送等方式实时提供，包括强降水、团雾、路面低温、道路湿滑指数、道路积水、道路结冰、极端大风等事件的实时播报和临近预报等信息。
  3. 伴随式信息服务
     1. 基本要求
        1. 伴随式信息服务应由服务平台和信息发布终端构成，服务平台收集、处理、分析交通信息数据，统一信息内容和数据交互方式，将服务信息推送至信息发布终端。
        2. 伴随式信息服务发布内容包括但不限于公路基础设施信息、服务设施状态信息、交通运行状态信息、交通突发事件信息、公路施工养护信息、公路气象环境信息、应急救援信息及其他信息等。
        3. 伴随式信息服务的信息发布终端包括但不限于智慧情报板、车载智能终端、智慧化呼叫服务、互联网、FM广播等方式。同一出行信息采用多种方式发布时，必须确保信息发布内容的一致性。
     2. 智慧情报板服务
        1. 智慧情报板在传统可变情报板的基础上，应支持图形、文字、视频等多种信息形式的发布。图形式主要通过以路网结构图形式，叠加实时路况信息；文字式则主要通过文字发布状况、突发性事件及计划性事件等信息。
        2. 智慧情报板应具备诱导屏信息管理和更新功能，可定时从诱导屏获取当前的信息，当信息发生变化时，可根据配置自动或者手动确认更新。同时应支持预约时间更新信息，具备离线播放预案。
        3. 智慧情报板应具备防篡改功能，主要通过数字加密和电子签名等技术手段实现。
        4. 智慧情报板发布的信息应支持时间预测功能，可实时研判交通状况，及时为公众提供更加科学、合理、精准的出行诱导服务。
        5. 智慧情报板应与就近的路侧单元设备（摄像头、RSU、边缘计算设备等）进行联动，采集交通信息，进行数据融合与交通状态分析，生成相应管控策略，并通过智慧情报板主动发布实时交通信息，包括交通事件、交通状态、天气状况及极端天气预测等信息。
     3. 智慧化呼叫服务
        1. D2级及以上智慧高速公路，应提供基于呼叫中心、智能客服等场景下的语音识别及语音在线合成的能力，用于交互式语音应答、语音机器人、客服对话辅助、语音质检等场景。
        2. 应采用智能语音机器人和人工客服相结合的方式，用于解决公众咨询的问题。
        3. 应具备接受驾驶员与乘客电话咨询的能力，以人工/AI语音方式提供针对性、个性化信息服务。
        4. 应支持服务预约，驾驶员与乘客可通过热线电话、公众号、网站等方式预约，在预约时段分配实时在线服务资源，由人工/智能语音机器人提供外呼服务，动态调配呼叫中心资源。
     4. 互联网服务
        1. 互联网信息发布的主要内容包含高速实时路况信息、交通事件信息、出行资讯、旅游信息、气象信息、服务区动态信息、路线查询、ETC办理及充值等。
        2. 利用互联网实时获取公路路网运行状态、道路交通事件和道路救援等信息，并向用户发送现场图片、语音播报以及现场视频等相关信息。D2级及以上宜为用户提供基于位置的服务。
        3. 互联网信息发布的主要手段包含微信短信服务平台、服务出行网站、第三方导航软件、信息查询终端。
        4. 服务出行网站应采用图形化界面，以文字、图像和视频等多种方式进行信息发布，为公众提供出行信息服务。
        5. 宜通过公众普遍使用的第三方导航软件发布信息。
     5. FM广播服务
        1. FM广播为行驶在高速公路上的司机、乘客提供实时路况、天气、资讯、娱乐等信息服务。
        2. 宜在特殊情况下，具有紧急广播和数据推送功能。
        3. 终端包括车载端/手机端收音机，用于收听高速公路沿线信息广播。
        4. 应通过与广播电视管理部门合作，以语音方式在较大范围内提供广播式信息服务。
        5. 公路沿线布设的发射站点一般设置在高速公路收费站，山区不满足条件的可与监控设施共用通信供电设施。
     6. 车载智能终端服务
        1. 宜充分利用现有V2X车载终端、ETC终端、运输车辆卫星定位系统等车载终端等设备。
        2. D1级智慧高速公路，车载智能终端应能够接收并解析信息包含：恶劣气象信息、交通事件信息、标志标牌信息、服务站场信息。
        3. D2级智慧高速公路，车载智能终端应能够接收并解析信息包含：除D1级智慧高速公路之外的本地地图信息、交通目标信息、差分定位信息。
        4. D3级智慧高速公路，车载智能终端应能够接收并解析信息包含：除D2级智慧高速公路之外的路网交通信息等。
  4. 智慧服务区服务
     1. 智慧服务区服务内容包括智慧停车、智慧餐厅、智慧便利店、智慧厕所、新能源充电、综合信息查询，应根据智慧公路级别、所在路段交通区位、场地特征、环境影响、服务规模、客流量等因素进行总体规划，配备匹配的服务设施。
     2. 智慧停车主要功能包括驶入/驶出车流量监测、车位占用监测、停车诱导等。
     3. 智能餐厅主要功能应包括智能点餐系统、智能餐桌和送餐机器人等。当用餐结束时，系统可进行自动结算。
     4. 智慧便利店主要功能应包括自助收银系统。
     5. 智慧厕所主要功能包括具备厕位引导、人流统计、厕位排队等。
     6. 新能源充电配备充电桩的停车位数量宜不低于停车位总数量的20%，且不得低于4个配备充电桩的停车位，充电桩宜采用快充。
     7. 综合信息发布的主要设备包括信息发布屏、一体化查询机等。
     8. 智慧服务区收费宜支持现金、ETC、移动支付等符合国家货币交易规则的支付方式，支付服务区零售、餐饮、加油、充电、车辆维修等服务费用；同时可探索支持数字人民币的收费结算体系。
  5. 车路协同及自动驾驶服务
     1. 车路协同系统宜基于全方位实施车车、车路的动态全时空实时信息交互拓展交通状态的感知范围，并通过智能协同算法，为单车智能辅助驾驶、多车群控协同驾驶和基于车路协同的交通主动控制提供支撑。
     2. D2级智慧高速宜具备盲区预警、变道辅助、紧急制动预警、异常车辆预警、道路异常提示、限速预警等与车辆安全相关的功能，以前方拥堵提醒、服务区信息提醒、可变限速控制等与通行效率相关的功能。
     3. D3级智慧高速，除上述场景外，宜支持多车协同智能控制、多车编队智能控制、交通主动智能控制等功能。
     4. 车路协同系统主要由感知设施、RSU、OBU、信息发布终端组成。根据场景复杂性，可选配路侧计算设施、高精度地图、高精度定位系统、车路协同云端管理平台等，组成设备之间应实现通信的互联互通。RSU和OBU应在平原段和隧道内实现不同品牌设备的互联互通。系统应实现车辆身份认证以及信息加密。

a) 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，应支持C-V2X通信协议。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，间隔约200m，可与其它设备共用杆件；

b) RSU应支持移动蜂窝通信网络，支持C-V2X通信协议，具备PC5接口，支持北斗定位，通信距离＞300m。RSU应支持公路双向车道的应用，布设间隔宜200-300m，安装高度宜5～6m，可与其它设备共用杆件。

c) OBU应支持移动蜂窝通信网络，支持C-V2X通信协议，具备PC5接口，支持北斗定位，支持RTK定位，可与信息发布终端有效连接，宜支持与汽车CAN总线连接通讯。

d) 信息发布终端可结合OBU内的人机交互模块设置；也可采用抬头显示设备、手机、车载中控平台等，基于专有APP发布车路协同信息或与互联网导航APP合作发布信息。

e) 路侧计算设施应具备数据存储和计算能力，可接入至少2种以上感知设备。D2级智慧高速算力应满足数据融合、数据更新、简单的协同控制算法和系统延迟等需求。D3级智慧高速算力应满足复杂的协同感知、数据处理、智能控制等需求。

f) 高精度地图坐标系为GCJ-02，精度应达到亚米级，可支持各类动、静态交通静态信息的精准标定、校准与显示。

g) 高精度定位宜采用北斗系统与路侧设备融合定位，为智慧公路各类传感器提供精准的定位增强信息。未来应在D3级智慧高速实现隧道定位功能。

h) 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，可整合至智慧公路云控平台中一并建设。

* + 1. D2级智慧高速感知设施和RSU应在重要分合流区、超视距路段，重特大事件易发路段布设，D3级智慧高速应全线布置。
    2. 自动驾驶宜由高精度地图、高精度定位、路侧感知设施、通信设施、车路协同云端管理平台等构成，并支持L3级别以上自动驾驶车辆的试验测试。

1. 智慧化管理
   1. 一般规定
      1. 智慧化管理包含智慧建设、智慧运营、智慧养护、智慧决策内容。相关内容可集成至一体，便于管理实现“可视、可测、可控、可服务”。
      2. 宜采用数字化设计和展示手段，打通勘察设计、建设管理、智慧工地、智慧建造、智慧运营、智慧养护等各环节，实现数字化技术集成应用和业务的协同。
   2. 智慧建设
      1. 勘察设计
         1. 勘察设计宜利用高分遥感、航拍技术、GIS 等新技术，实现设计模型与地形的交互，提升设计成果的可视化水平。
         2. 勘察设计过程宜采用 BIM 技术开展可视化比选、碰撞分析、净空核验、仿真模拟等，进行方案设计和优化。BIM 模型应包含几何和非几何信息，应具备统一的EBS编码，模型精细度需满足专业应用需要。
         3. 勘察设计宜利用北斗卫星导航系统对位置进行定位，提高定位的精准度，确保精度的同时提高作业效率。
         4. 成果交付宜提供完整的构件模型及属性信息，并上传至建设管理相关平台，完成设计阶段向施工阶段信息无损传递，实现数字化交付。
      2. 建设管理
         1. 建设管理应具备项目信息管理、项目前期、实施过程和综合查询的信息化管理。
         2. 前期管理应具备项目建议书、项目可行性研究报告、各类基建程序批复相关信息和文件的信息化管理。
         3. 项目信息管理应具备项目的基本建设信息（基本信息、建设规模、主要技术参数等）、设计单位、监理单位、施工单位、标段管理等相关内容。
         4. 项目过程管理应具备过程管理模块，以项目建设流程为主线，主要包含成本、合同、进度、征拆、质量安全等分项业务管理。
         5. 综合查询应具备项目进度信息查询、产值信息查询、质量安全信息查询、机械设备信息查询、人员考勤信息查询等。
      3. 智慧工地
         1. 智慧工地应与建设管理相结合，为建设管理采集施工现场的施工数据和监控数据。具体功能包括现场视频监控、异常预警、实名制考勤、基于BIM的进度可视化、电子运单、机械智能引导等功能。
         2. 智慧工地应对项目办公区、生活区、施工区等区域的全方位监控，掌握项目各个区域及施工位置的施工情况及设备运行情况，主要功能包括高清监控效果、视频监控、录像和存储、检索与回放等功能。
         3. 智慧工地应实现对人的不安全行为和物的不安全状态的实时动态感知预警，对进入危险区域的人员、车辆等进行预警提醒，对施工场地现场环境实时监测，根据环境的变化发送预警提醒。
         4. 智慧工地应实具备查询场内劳务人员的身份信息、合同信息、安全教育信息、进场信息、工种及技能信息等多种信息，记录项目作业工人的出勤情况，实现劳务人员的动态管理。
         5. 应基于BIM模型实现对施工进度的可视化模拟。可以以时间轴的方式，演示实际施工进度的变化过程。
         6. 智慧工地应实现物料运输的可靠、可控、可追溯。包括电子地磅系统、运单二维码等。
         7. 智慧工地应实时监测施工机械的作业状态。包括对压路机、盾构机、平地机等机械施工全过程的实时监控、机械设备的定位和油耗监控等，对施工机械的使用年限、维修状况等进行记录。
      4. 智慧建造
         1. 智慧建造应快速、及时、准确地收集施工过程中材料（沥青、水泥、混凝土、钢筋等）的生产数据，分析质量控制数据，实现材料的质量评定。
         2. 智慧建造应具备主体结构工程、道路工程、交安设施、隧道工程、桥梁工程的性能指标采集,实现工程质量评定。
   3. 智慧运营
      1. 路网运行监测
         1. 路网运行监测应基于基础设施状态感知、重点区域状态感知、交通状态感知以及环境感知的数据对路网进行全方位、全天候实时监测，监控、预测、预警。
         2. 应具备交通态势感知，对高速路段路、车、人、广场进行全面监测、监控与分析管理，并基于GIS平台在电子地图上展示高速全线实时交通路况。
         3. 应具备事件监测，基于视觉智能服务中台实现行人、车辆、洒落物、交通事故、危化品车辆等事件识别。
         4. 应具备气象监测，实时监测高速公路及周边的气温、湿度、降水量、冰雪厚度、能见度、风向风速和天气现象等气象信息，对大雾、降雨、降雪、结冰等情况进行全方位监测。
         5. 应具备车辆运行监测，基于视觉智能服务中台实现对车牌、车辆特征识别等功能，实现异常车辆稽查、车辆追踪、车辆拦截等业务应用。
         6. 应具备对隧道、桥梁、边坡以及桥下空间、积水点位等重点区域运行状态进行监测。
         7. 宜具备“两客一危”车辆位置实时跟踪、“两客一危”车辆相关数据查询、“两客一危”车辆异常报警。
      2. 主动交通管控
         1. 主动交通管控包括车道交通控制、入口流量和车型控制、路径诱导等内容。
         2. 主动交通控制宜部署于异拥堵路段，特殊路段（桥、隧）、分合流路段。
         3. 主动交通控制应基于道路交通状态感知信息和环境感知等，设置相应的控制策略，比如限制车辆速度、限制车辆类型驶入、限流、分流、车道关闭等。
         4. 路径诱导应基于交通参数分析及交通事件感知，通过沿线智慧情报板实现路径诱导及事件提示。
         5. 管控决策信息宜通过伴随式信息服务系统发布。发布信息应包含位置、适用路段范围、有效时间、 必要的校验信息等。
      3. 应急指挥
         1. 应急指挥应具备事件监测、预警信息发布、远程指挥调度、远程音视频会议、协同联动和事后处理等功能。
         2. 应实现紧急情况的收集、显示、上报功能。即在指挥中心内能通过网络传输和其他通信方式实时接收、显示、上报紧急情况的现场文字、图片、音视频信息。
         3. 应具备事件预警管理，预警信息可通过智慧情报板发布。
         4. 应具备远程监控调度指挥功能，通过实时监控图像信息，利用音视频对现场进行远程指挥。
         5. 应具备语音、视频会议功能，根据需要召开应急音视频会议，实现协调会、部署会、总结会等各类会议。
         6. 应具备应急预案管理，根据应急事件自动生成相应的预案策略，根据策略能够快速匹配调动应急人员、车辆和应急物资。
         7. 应具备协同联动功能，内部实现路段与路网之间的联动，外部可实现与交警、火警等相关方联动。
         8. 应具备应急处理事后可恢复、处理过程可评价，事故情况可统计。
      4. 收费管理
         1. 收费管理应具备实时监测、票证管理、稽查管理、数据分析、无人值守收费和入口治超等功能。
         2. 应具备收费业务管理平台，实时展示收费系统运营情况、收费车道的开启状态、收费设备报警信息、ETC账户异常分析、电子收费清分结算监控、时钟对时、黑/白名单下发、费率下发等状态信息。
         3. 应具备收费稽查功能，通过收费交易数据、视频录像等多源数据融合实现嫌疑车辆稽查、路径还原等功能。
         4. 应具备多维度数据查询及统计分析，涵盖多种收费方式、支付方式的通行费拆分、货车轴重分析、绿色通道分析、免费车分析等各种专题查询及统计分析。
         5. 宜探索提高收费站管理效率、降低管理成本，逐步实现高速公路收费站出入口无人值守模式和自由流模式，提供更便捷有效的高速公路收费模式。
         6. 应具备高速公路入口货车超限劝返管理，对车辆超长、超宽、超高、超重中任意一种或多种情况同时存在采取劝返、劝离的方式。
      5. 能源管理
         1. 能源管理应具备水、电、气、热等能源的在线监测、安全管理、数据采集等功能。
         2. 管理范围应包括高速公路、收费站点、服务区、养护工区、绿化站点等覆盖到能源的全部区域。
         3. 应具备水、电、气、热能耗数据采集，通过数据统计分析，及时掌握能源运行情况；结合历史数据制定相应的节能方案。
         4. 应具备水、电、气、热能耗在线实时监测，实现能源用量的实时计量、信息交互与主动控制；对超限参量实时预警，做出设备异常诊断，能耗异常诊断，并通过声、光、电以及短信通知等方式。
         5. 应具备远程控制功能，能够实现对水、电、气、热能的集中控制、单个控制、定时控制、定量控制、定额控制和智能模糊控制。
         6. 应具备水、电、气、热的远程自动抄表功能，能够实现集采集抄，实现多表合一。
         7. 应在办公区、服务区、生活区建设污水处理系统，实现水资源的再利用。
         8. 宜利用服务区、边坡、声屏障等高速公路现有场所或条件，建设光伏产能系统，为高速公路提供新能源补给服务。
   4. 智慧养护
      1. 基础设施养护管理
         1. 应采用物联网、云平台等新技术对基础设施的基础数据、检测数据、监测数据、养护数据等进行融合分析和挖掘，实现实时监测预警及评估、定期基础设施安全评价及性能评估、养护方案和计划设定。
         2. 应具备通过基础设施状态感知系统实现高速公路基础设施全寿命周期智能在线监测。
         3. 应采用检测车、手持设备实时上传公路基础设备巡检数据，实现移动端采集上传（动态数据及现场图片、视频）等。
         4. 应建立基础设施数据库，涵盖道路、桥梁、隧道、边坡、交安标识等全套设施基础数据。
         5. 应具备对养护作业机械使用记录，维修保养状况、油耗情况等进行全面的监督管理。
         6. 应具备对病害类型、养护措施进行数据分析与匹配，根据养护需求分析，定制相应的大、中、小养护计划和大、中、小养护方案。
         7. 应具备公路基本信息查询、大中修数据记录（内容包括施工位置、范围、类型、材料、工程量、经费等）、预养护记录、公路性能指标分析，为养护决策提供依据。
         8. 重点路段可通过巡检机器人、高清视频等技术，实现高速公路基础设施无人巡检。
      2. 机电设施运维
         1. 应具备通过物联网传感器、5G通信等技术实现高速公路机电设施（包括传统机电设备和智慧高速机电设备）全寿命周期智能在线监测，对机电设施潜在故障进行早期识别，故障自动报警。
         2. 应采用电子标签，二维码等技术手段，对机电设备及备品备件进行管理。
         3. 应通过历史数据分析，提供预防性运维保养计划，备件采购计划。
         4. 宜采用带有自检及故障报警或故障处理系统的机电设施，实现机电设施可视化管理及实时监控。
         5. 宜通过运维管理平台实现对服务器、存储设备、网络设备、网络安全设备的关键运行指标监测。
         6. 宜通过检测设备实现对重点设施（ETC相关设施）进行检测。
         7. 宜通过巡检机器人实现高速公路隧道机电设施无人巡检。
      3. 信息系统运维
         1. 应通过人工智能等技术手段实现业务系统、智能中台、云平台的数据采集、故障自动判断和预警。
         2. 应具备数据采集功能，实现信息系统的基础指标、日志数据、告警数据、网络数据、数据库数据等多维数据汇集。
         3. 应通过人工智能技术对采集的数据进行分析运算，实现系统故障自动判断。
         4. 应通过人工智能技术对故障预警分析，实现故障提前预警。
   5. 智慧决策
      1. 应具备各类数据统计分析功能，可结合全要素感知数据和业务系统数据，实现关键指标和统计图表等的综合展示，包含智慧建设、智慧运营、智慧养护等，实现建管养各阶段数据的智能抽取与综合分析。
      2. 应具备智慧建设决策支持功能，打通勘察设计、建设管理等各环节，实现跨业务的协同应用及决策支持，实现公路建设项目后评价、公路建设项目质量评价、公路建设项目安全评价、公路建设项目进度评价等。
      3. 应具备路网运行监测决策支持功能，实现设施设备性能评价、路网交通需求预测、路网运行态势分析、路网交通风险分析等，可基于数字孪生、虚拟仿真等技术实现路网态势在三维高精度地图中的精准映射和动态推演。
      4. 应具备应急指挥决策支持功能，实现应急事件核实、应急事件分级、应急预案制定、应急路径规划、应急物资及人员优化配置、应急处置评价等。
      5. 应具备能源管理决策支持功能，实现水、电、气、热能源实时监测、数据分析，为节能降耗提供决策支持。
      6. 应具备收费管理决策支持功能，基于大数据、人工智能等技术实现缺失路径还原、收费稽核分析、多义路径收费分析、无人值守、入口治超等。
      7. 应具备养护管理决策支持功能，实现公路养护全过程、全要素的数字化、智能化、主动式、预防性管理，延长公路设施耐久性和可靠性；科学评定基础设施的服役状态。
      8. 应具备京津冀协同发展决策支持功能，实现京津冀三地间高速公路路网数据交换、交通协调管理、突发事件应急协同与公众出行信息协同发布等。
2. 智能中台
   1. 一般规定
      1. 智能中台是企业级能力的复用平台，提供算力、企业知识、算法、模型、场景等功能，实现整合调用、集中管控、资源共享。
      2. 智能中台根据其所提供功能范围，分为基础中台和知识中台两类。前者为所有业务系统提供基础的服务，后者以知识图谱、人工智能等为基础，提供业务算法、知识学习等服务。
      3. 智能中台建设以统筹为主，各路段可自建智能中台，宜共享区域中心或云端的智能中台。
      4. 智能中台的建设应充分考虑提供接口功能，支持跨组织的数据共享及服务共享。
   2. 基础中台
      1. 算法与模型管理中台
         1. 负责管理智能中台其它组成部分的算法创建及升级，根据业务要求对采集的数据执行深度学习，并负责将生成的算法、算法训练、算法运行监测、算法模型发布到云平台、边缘设备或集成到业务应用。
         2. 算法与模型应满足持续优化，不断迭代的要求。
      2. 数据服务中台
         1. 数据服务中台为整个系统提供基础的数据处理服务，具备数据采集、数据处理、数据聚合、数据分析、数据可视化功能。所有数据可上云，支持跨组织的数据共享。
         2. 数据采集的内容主要包含公路系统内部数据、系统间数据、外部社会数据。
         3. 系统内部数据包括但不限于公路基础数据、智慧感知设备数据、路网运行监测数据、路网业务数据、联网收费数据、养护业务数据、公路运营企业管理数据；
         4. 系统间数据包括但不限于气象部门数据、交通执法数据、外部接入视频数据以及行政执法监督数据；
         5. 外部社会数据包括但不限于地图类互联网数据、社交类互联网数据和运营商手机信令数据。
         6. 数据处理应具备数据质量保障、数据映射和安全访问控制能力，可将分布的、异构数据源中的数据抽取到临时中间层进行清洗、转换、集成，加载到数据仓库中作为大数据分析处理的基础。
         7. 数据聚合应具备对多源数据进行聚合与完善，进行可视化任务配置，对数据进行接收、转换、写入以及对缓存数据进行管理。宜建立数据目录，便于用户使用数据。
         8. 应具有数据可视化功能，可提供友好的数据可视化服务，具备实时流数据分析显示功能。
   3. 知识中台
      1. 视觉智能服务中台
         1. 视觉智能服务中台提供对车辆、事件、运动目标、物品、票证、文字的检测与识别功能。
         2. 应具备识别车牌号码及车牌颜色能力，识别品牌型号、年款、车身颜色、收费车型、年检标、遮阳板、挂件、摆件、天窗、后视镜等车辆特征的功能。
         3. 应能够识别车辆轴数、轴型。
         4. 应能够识别两客一危车辆。
         5. 应能够基于视频检测事件，包括但不限于车辆停驶、交通拥堵、车辆慢行、行人、车辆逆行、车辆遗弃物、火灾检测等。
         6. 应提供文字、各类证件的识别功能。
      2. 语音智能服务中台
         1. 应提供语音和文字的双向转换功能，同时提供对语音属性的判断功能。
         2. 应将音频流实时识别为文字，可将批量上传的音频文件识别为文字，支持普通话和略带口音的中文识别，支持英文识别。
         3. 应提供语音自训练平台，使用业务场景语料，零代码自助训练语言模型，精准识别语音内容。
         4. 应能进行语音合成，将文字信息转化为声音信息。
         5. 宜提供声纹分析，提取说话人声音特征和说话内容信息，核验说话人身份。
      3. 自然语言服务中台
         1. 自然语言服务中台提供语义识别功能，能够对给定的文字进行语法分析。
         2. 应能执行语法分析，提供分词、词性标注、命名实体识别，定位基本语言元素。
         3. 应提供语义角色标注，标准句子中给定的短语。
         4. 应能进行语义依存分析，分析识别句子中语法成分以及各成分之间的关系，分析句子各个语言单位之间的语义关联。
         5. 应能执行情感分析，判断看法或评论是属于对事物的积极、消极或中性意见。
         6. 应能执行关键词提取把文本中包含的信息进行结构化处理，并提取关键信息。
      4. 空间地理信息中台
         1. 应组合高精度电子地图(GIS)和建筑信息模型(BIM)， 提供高速公路及其附属建筑的三维地理信息，包含但不限于距离、面积测量，管线总局管控，高精度定位，建筑实体状态监控等。
         2. 高精度电子地图宜采用北斗系统，为服务对象提供精准的空间定位。定位精度＜1m。
         3. 高精度电子地图宜覆盖高速公路两侧200m范围。
         4. 高精度电子地图应能分层存储、分层搜索、叠加展示。
         5. 建筑信息模型提供立体空间分析与展示功能，为系统设计、勘察、施工管控等业务管理提供支持，实现建筑实体状态监控。
      5. 交通业务中台
         1. 交通业务服务中台提供与交通业务相关的基础服务，包含但不限于态势感知、预测及预警、系统仿真模型、交通行为分析、巡检算法、预算管理算法、过程管理算法等。
         2. 应提供交通事件预警分析功能，根据交通状态，以大数据分析为手段，对可能发生的异常事件进行预测、预警。
         3. 应能对交通路况进行预测，对未来短时段内的交通运行状态进行预测，对未来的行程时间预测,以便及时疏解交通，避免拥堵，提供出行信息服务。
         4. 应实现各类交通流仿真模型,实现虚拟交通（Virtualized traffic）建模，为处理交通堵塞、事故管理、信号控制和网络设计优化等提供支持；同时宜提供训练和测试自动驾驶车辆的支持。
         5. 应提供路面、桥梁、隧道的裂缝等病害，设备设施状态识别算法，提升巡检效率和质量。
         6. 应提供偷逃通行费行为分析，从收费人员、收费公路管理、措施薄弱、经济体制四个层面入手,提出制止偷逃通行费行为的对策和建议。
         7. 应能对驾驶行为进行分析，对驾驶人员的习惯识别，如不同路段的行驶车速、急加速次数、连续驾驶时长等。
         8. 可提供对特殊车辆的跟踪，如两客一危等特殊车辆的行驶轨迹、连续行驶时长等数据进行分析，对其可能存在的违法行为进行捕捉。
         9. 应提供交通安全态势实时和预测分析，结合环境气象、车辆安全、行车安全等数据进行安全预警和预测分析，提升公路的安全运营水平。
         10. 宜提供基于各类设备、系统、网络等的日志等数据融合分析，提供系统运维预警支持，提高运维工作效率及水平。
         11. 宜提供基于历史养护、运维成本、养护或运维工作量等数据等融合预测分析，提供运维预算编制及成本控制支持。
3. 云平台
   1. 一般规定
      1. 云平台提供云化的计算资源及存储资源，实现资源的自动、按需分配，提供资源弹性扩展及智能调度功能，还负责提供资源的安全管控功能。
      2. 各路段宜具备边缘计算服务能力，宜共享区域中心或云端的云平台资源，各路段亦可自建路段级云平台。
   2. 云平台要求
      1. 应包含公有云、私有云和混合云三种类型，应结合项目实际应用需求和数据安全等级要求，综合比选部署。
      2. 应提供云计算、云存储、云网络设施三类基础支撑，通过云操作系统实现服务器计算资源、存储设备、网络设备等资源池化，支持虚拟资源统一接入、统一运维管理和统一调度。
      3. 应支持异构基础资源、支持资源动态扩展、支持异构多业务体系、支持海量信息处理、按需分配，应具备容错能力，能够从硬件、软件和系统故障中快速恢复。
      4. 存储系统宜采用分布式存储，为不同应用业务的访问需求提供文件存储、块存储和对象存储三种形式服务。
      5. 存储系统应提供数据冗余保护，基于多副本保护或纠错码保护，实现单节点故障或者跨节点故障数据不受影响。
      6. 应提供安全资源池化。安全资源要支持各类型客户安全防护需求，包括虚拟机访问控制、DDoS防护、内容过滤、邮件过滤、漏洞扫描、传输数据加密、存储数据控制访问、防病毒、身份认证等功能。
4. 支撑及保障
   1. 一般规定
      1. 边缘基础设施、设施供电、融合通信和网络安全是智慧高速建设的基础支撑与保障，为数据的计算、传输、存储、应用提供全过程服务，应与感知系统、服务系统、运营系统和智能中台进行同步规划、同步设计。
      2. 严格落实网络安全等级保护制度，强化网络安全设施与信息系统同步建设及动态监测，依据GB/T 22239《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》，网络安全要求应包括通信网络、区域边界、计算环境和管理中心等通用要求，安全拓展要求根据不同等级保护对象安全保护需求差异进行选择性实现。
   2. 边缘基础设施
      1. 边缘基础设施主要通过软硬件一体化的边缘计算设备实现路侧本地的数据计算、存储、转发，以及应用服务策略生成和下发，主要包括但不限于本地控制、数据处理、信息交互等功能。
      2. 本地控制功能应支持设备软件自启动、业务部署、软件应用服务更新，以及调用和存储地图数据。
      3. 数据处理功能应具备数据接口，统一标准接收多源数据，实现感知数据的汇集、融合、分析和转发。
      4. 信息交互功能应支持与云平台、RSU、情报板等设备的通信以及远程交互。
   3. 设施供电
      1. 高速公路外场设备供电方式包括低压直供、直流远供和绿色能源供电等，应根据项目的实际情况和接入条件合理灵活地选择一种或多种供电方式搭配使用。
      2. 低压直供是指不高于1kv的电压等级，适用于距离供电点较近的设备，常用220V或380V电压。
      3. 直流远供可将电能以较低的损耗传输给远端设备，适用于距离供电点较远的沿线外场设备。
      4. 绿色能源主要利用太阳能、风能等进行供电，距离供电点较远且布设密度小的零星设备可考虑利用绿色能源供电，服务区、停车区、养护工区、收费站、隧道等沿线设施可考虑建设分布式绿色能源微电网。
   4. 融合通信
      1. 融合通信包括有线通信网络与无线通信网络，应根据业务场景，充分考虑高速公路业务系统与其他系统之间的数据共享传输、与互联网平台互联互通的需求，保证高速公路数据通信网与卫星通信网络、互联网的深度融合。
      2. 有线通信网络是指通过OTN、PTN、MSTP等传输技术构建的光纤通信网，通信链路应留有余量，方便未来扩展业务使用。
      3. 无线通信网络支持但不限于专用短程通信（DSRC）、车路通讯、窄带物联网、无线网络（WiFi）、5G和卫星通信等，应遵循安全可靠、技术成熟、国际领先的原则。
      4. 高精度定位可通过北斗卫星导航系统、高精度地图、蜂窝网/局域网等多种技术的融合来实现，融合通信网络应支持高精度定位要求，保证较高的数据传输速率，满足高精度地图实时传输的需求。
      5. 融合通信网络应支持车路协同通信需求：
      6. 车路协同通信方式包含光纤传输技术、DSRC技术、LTE-V2X技术、5G-V2X技术等，实现车辆与周围车辆、道路设施、网络之间的信息交互。
      7. 智能车载终端宜通过端到端专用短程通信技术（DSRC）与其他智能车载终端、智能路侧终端进行信息交互；
      8. 智能车载终端宜通过蜂窝网络（4G、5G等）技术实现车辆与云平台之间的信息交互，上传自车运行状态信息、应用触发信息，并接收平台下发的应用服务信息；
      9. 智能路侧终端与区域协同控制器、网联云平台的通信和信息发布宜通过高速公路光纤专用网络。
   5. 信息安全
      1. 通信网络安全
         1. 通信网络应利用防火墙、密码技术、可信根等在网络架构、通信传输、可信验证等方面实现安全防护。
         2. 应利用核心交换机及防火墙等关键网络设备将网络划分为不同的区域，将重要网段与其他网段进行安全隔离。
         3. 应采用校验技术或密码技术，对传输通道进行加密保护，实现外场设备接入以及与系统内各类数据在传输和存储过程中的保密性与完整性。
         4. 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，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部门。
         5. 云平台应保证其安全等级不低于承载的业务应用系统的安全保护等级，应能够隔离不同云服务客户之间的虚拟网络，应具备根据客户业务需求自主设置安全策略的能力，可提供开放接口或开放性安全服务，允许云服务客户接入第三方安全产品或在云计算平台选择第三方安全服务。
         6. 终端采用物联网或移动互联网连接的网络安全环境应满足移动互联网和物联网安全扩展要求。
      2. 区域边界安全
         1. 区域边界安全应提供边界防护、访问控制、入侵防范、恶意代码防范、安全审计等安全机制的防护能力。
         2. 云平台应在虚拟化网络边界和不同等级的网络边界部署访问控制机制，设置访问控制规则。应具备对由云服务客户发起或针对虚拟网络节点的网络攻击行为以及异常流量情况的检测和告警功能。
         3. 应对感知节点的安全标识进行统一管理，保证只有授权的感知节点能够接入，通过物联网安全网关等对感知节点、网关节点的通信目标地址进行限制。
      3. 计算环境安全
         1. 计算环境安全主要考虑身份鉴别、访问控制、安全审计、入侵防范、恶意代码防范、数据完整性校验、数据保密性校验、数据备份恢复和剩余信息保护等方面的安全防护，可通过部署堡垒机、日志审计、防病毒软件、数据的及时备份以及合理的安全加固策略来实现。
         2. 云平台应针对重要业务系统提供加固的操作系统镜像或操作系统安全加固服务，确保云服务的客户数据和用户信息等存储在中国境内，保证只有在云服务客户授权下，云服务商或第三方才具有云服务客户数据的管理权限。
         3. 云平台应通过部署防火墙具备抗数据重放能力，通过大数据处理技术，对从各个感知节点上传至云平台的数据进行融合处理。
         4. 云平台环境的安全应满足云计算安全扩展要求。生产经营所涉及的内部生产网络安全应满足工业控制系统安全扩展要求。
         5. 边缘侧和端侧设备应保证只有授权用户能够对其软件应用进行配置或变更，具备对连接的网关节点设备识别和鉴别的能力，在使用过程中可对关键密钥和关键配置参数进行在线更新。
      4. 安全管理中心
         1. 等保二级及以上应建设安全管理中心，建立主动安全防御体系，包含但不限于IT运维、数据采集、态势感知、情报预警、风险管理、安全分析等功能。
         2. 应保证云平台管理流量与客户业务流量分离，应实现云服务商和客户的之间清晰的安全责任边界，明确安全职责范围。
         3. 部署堡垒机结合设备本身进行用户账户权限分配，实现最小化权限管理，并进行统一管理，限制命令或操作界面进行系统管理和审计。
         4. 应部署网管系统对网络链路、安全设备、网络设备和服务器等的运行状况进行集中监测。
         5. 部署日志审计系统，针对大量分散设备的异构日志进行集中采集、统一管理、存储、统计分析。