

# 智慧高速公路建设指南

Construction guides for smart expressway

2022 - 08 - 08 发布

2022 - 09 - 08 实施

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 缩略语 ..... 2

5 总体要求 ..... 2

6 建养体系 ..... 4

7 运营体系 ..... 7

8 支撑体系 ..... 10

参考文献 ..... 14

## 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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省交通运输厅提出并组织实施。

本文件由山东省交通运输标准化技术委员会归口。

# 智慧高速公路建设指南

## 1 范围

本文件对智慧高速公路总体要求和建养体系、运营体系、支撑体系智慧化建设提供了指导与技术建议。

本文件适用于新建、改扩建智慧高速公路项目和运营高速公路智慧化提升项目建设。

## 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 35114 公共安全视频监控联网信息安全技术要求
- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 22240 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
- GB/T 25070 信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求
- GB/T 33697 公路交通气象监测设施技术要求
- GB/T 37092 信息安全技术 密码模块安全要求
- 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/T 38667 信息技术 大数据 数据分类指南
- GB/T 39786 信息安全技术 信息系统密码应用基本要求
- JTG D70/2 公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**智慧高速公路** smart expressway

基于安全畅通、优质体验、高效管理的业务需求，以数据为主线，通过提升基础设施数字化、网络化、智能化水平，构建多层级业务智慧化应用，实现人、车、路、环境深度融合的高速公路。

### 3.2

**伴随式信息服务** accompanied information service

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

### 3.3

**智慧服务区** smart service area

提供车辆服务、出行信息服务等智能化服务及智慧管理与经营决策辅助的高速公路服务区。

### 3.4

**车路协同** vehicle-infrastructure cooperation

采用无线通信、新一代互联网等技术，在交通信息采集与融合分析应用的基础上，实现车与车、车与路、车与云平台数据实时交互及车辆运行服务和道路协同管控。

### 3.5

**路侧计算设备** roadside computing device

部署在高速公路沿线，配合其他系统完成交通信息处理与决策的计算设备。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

API: 应用程序接口 (Application Programming Interface)

BIM: 建筑信息模型 (Building Information Modeling)

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

EBS: 工程分解结构 (Engineering Breakdown Structure)

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

IaaS: 基础设施即服务 (Infrastructure as a Service)

IP: 网际互连协议 (Internet Protocol)

IPv6: 互联网协议第6版 (Internet Protocol Version 6)

IP55: 防护等级55 (Ingress Protection 55)

OBU: 车载单元 (On-Board Unit)

OGC: 开放地理空间信息联盟 (Open Geospatial Consortium)

PB: 千万亿字节 (Petabyte)

PaaS: 平台即服务 (Platform as a Service)

RSU: 路侧单元 (Roadside Unit)

## 5 总体要求

### 5.1 建设原则

智慧高速公路建设围绕“人民满意、保障有力、世界前列”交通强国建设总目标，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，遵循下列原则，覆盖建设、管理、养护、运营、服务全过程。

- a) 统筹布局。智慧高速公路建设宜统筹全网调控和路段业务需要，紧密结合主体工程、深度融合交通工程设计要求，进行整体布局。
- b) 因路制宜。智慧高速公路建设宜根据新建、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、已有设施和交通特性，确定具体路段的建设内容。
- c) 先进适用。智慧高速公路建设宜结合业务需求和技术发展趋势评估投入、产出效益，指导建设过程中新技术的选用和新产品的选型。
- d) 分步实施。智慧高速公路建设宜统筹应用场景、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。

### 5.2 建设目标

智慧高速公路建设宜实现下列目标。

- a) 全寿命数字建养。宜提升基础设施数字化水平，通过智能建造、健康监测、智能检测、智能运维等方式，实现全寿命数字资产管理和科学养护。

- b) 全过程安全畅通。宜通过建设全路段感知网，实施全过程管控，降低施工、事故、夜间及恶劣天气的潜在通行影响，提高路段通行能力，实现（准）全天候通行。
- c) 全方位优质体验。宜通过拓展新技术、新产品的应用，探索车路协同和混合交通流管控场景应用，提高智能收费、伴随式服务和智慧服务区体验，提升公众出行获得感和幸福感。

5.3 总体架构

智慧高速公路总体架构包括建养体系、运营体系和支撑体系，具体组成关系见图1。

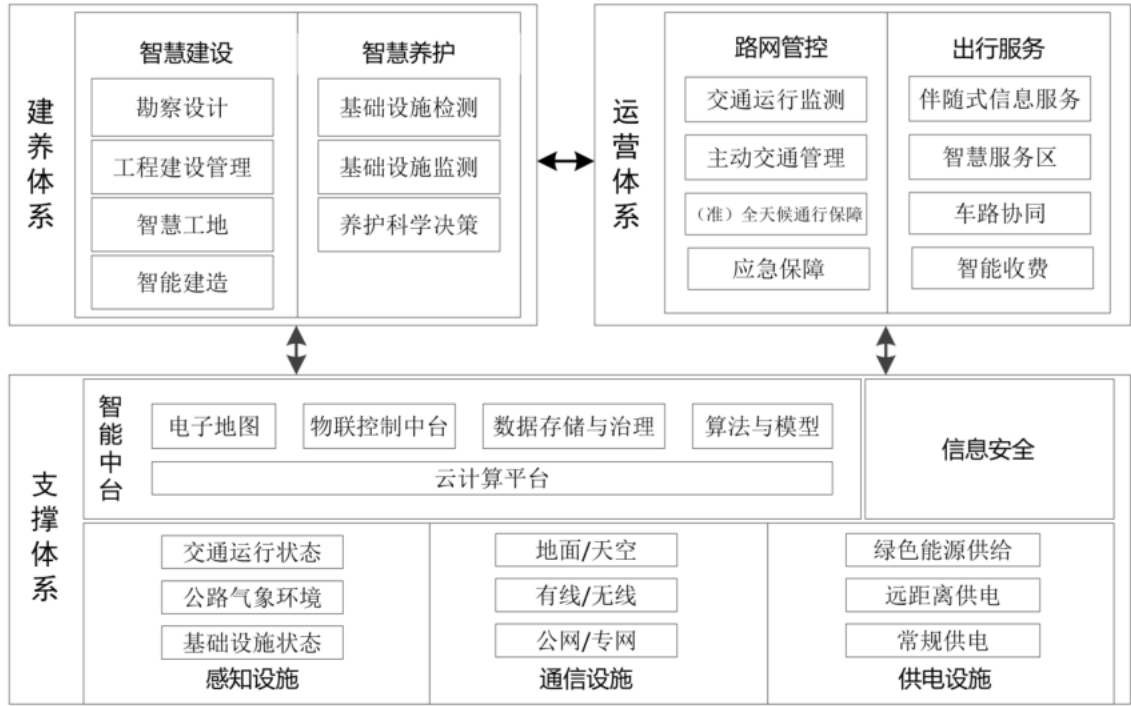


图1 智慧高速公路总体架构

5.4 建设内容

5.4.1 智慧高速公路建设项目分为新建、改扩建智慧高速公路项目和运营高速公路智慧化提升项目：

- a) 新建智慧高速公路项目，是针对新建工程，满足建设、管理、养护、运营、服务全周期智慧化需求的高速公路项目；
- b) 改扩建智慧高速公路项目，是针对改扩建工程，在新建工程智慧化需求基础上，还需满足施工路段智能保通、大流量路段主动交通管理等需求的高速公路项目；
- c) 运营高速公路智慧化提升项目，是针对事故多发、大流量、重点交通枢纽连接等路段，满足路段主动交通管理和安全防控需求，实现交通安全水平和通行效率提升的智慧高速公路项目。

5.4.2 智慧高速公路建设项目宜按照表 1 的应用内容进行建设。

表1 智慧高速公路建设应用内容一览表

| 应用范围 |      | 应用内容       | 新建智慧高速公路项目 | 改扩建智慧高速公路项目 | 运营高速公路智慧化提升项目 |
|------|------|------------|------------|-------------|---------------|
| 建养体系 | 智慧建设 | 勘察设计       | 推荐应用       | 推荐应用        | 不涉及           |
|      |      | 工程建设管理     | 推荐应用       | 推荐应用        | 不涉及           |
|      |      | 智慧工地       | 推荐应用       | 推荐应用        | 不涉及           |
|      |      | 智能建造       | 推荐应用       | 推荐应用        | 不涉及           |
|      | 智慧养护 | 基础设施检测     | 推荐应用       | 推荐应用        | 推荐应用          |
|      |      | 基础设施监测     | 基础应用       | 基础应用        | 基础应用          |
|      |      | 养护科学决策     | 基础应用       | 基础应用        | 基础应用          |
| 运营体系 | 路网管控 | 交通运行监测     | 基础应用       | 基础应用        | 基础应用          |
|      |      | 主动交通管理     | 可选应用       | 推荐应用        | 基础应用          |
|      |      | （准）全天候通行保障 | 推荐应用       | 推荐应用        | 推荐应用          |
|      |      | 应急保障       | 基础应用       | 基础应用        | 基础应用          |
|      | 出行服务 | 伴随式信息服务    | 基础应用       | 基础应用        | 基础应用          |
|      |      | 智慧服务区      | 推荐应用       | 推荐应用        | 推荐应用          |
|      |      | 车路协同       | 可选应用       | 可选应用        | 可选应用          |
| 支撑体系 |      | 智能收费       | 推荐应用       | 推荐应用        | 推荐应用          |
|      |      | 智能中台       | 基础应用       | 基础应用        | 基础应用          |
|      |      | 信息安全       | 基础应用       | 基础应用        | 基础应用          |
|      |      | 感知、通信与供电设施 | 基础应用       | 基础应用        | 基础应用          |

6 建养体系

6.1 建养体系建设原则

- 6.1.1 建养体系宜贯通勘察设计、工程建设管理、智慧工地、智能建造、智慧养护等各环节，实现多种数字化技术集成应用。
- 6.1.2 新建、改扩建高速公路项目中，养护运营阶段的基础设施监测设备设施宜与公路主体工程、交通工程同步设计、同步施工、同步验收。
- 6.1.3 智慧养护宜针对不同基础设施的特点，通过自动化检测、智能化监测支撑科学化决策，实现高速公路养护全过程、全要素的数字化、智能化、主动式、预防性管理，提高主体基础设施耐久性和可靠性，优化养护资金投入。

6.2 智慧建设

6.2.1 勘察设计

- 6.2.1.1 勘察设计宜采用先进技术提升勘测、设计和成果交付等环节的数字化和智能化水平。
- 6.2.1.2 勘测过程宜利用高分遥感、无人机、GIS、北斗等技术，实现设计模型与地形的交互，提升勘测效率和精度。
- 6.2.1.3 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，进行方案设计和优化。BIM 模型包含几何和非几何信息，具备统一的 EBS 编码，模型精细度满足专业应用需要。
- 6.2.1.4 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。

6.2.2 工程建设管理

6.2.2.1 建设方宜协调监理、施工、检测等参建方，构建一体化的建设管理平台，实现建设全过程、各阶段、各环节有效衔接，以及计量管理、进度管控、质量监管、安全管控、环境监测等工程建设管理各环节数字化和智能化，为养护运营提供数据支持。

6.2.2.2 计量管理宜采用自动化计量、BIM、图像识别等技术，实现数据自动采集、工序自动报验、过程资料自动生成和电子文件管理。

6.2.2.3 进度管控宜结合现场每日进度填报，实现进度自动汇总统计、偏差分析及预警、偏差纠正和进度可视化展示。

6.2.2.4 质量监管宜实现工程质量全过程管控，确保工程质量可跟踪、可反馈、可追溯。

6.2.2.5 安全管控宜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。

6.2.2.6 环境监测宜实现对工地扬尘、环境噪声、水质、土壤等的实时动态监测预警。

### 6.2.3 智慧工地

6.2.3.1 智慧工地宜利用 BIM、GIS、物联网、移动互联网等技术，实现对工地现场人员、机械、材料、生产工艺、场地环境和施工过程关键场景的动态实时管理。

6.2.3.2 人员管理宜实现身份鉴定、考勤管理、位置定位以及安全防护用具使用状态监测等功能；机械管理宜实现施工车辆和关键设备管理等功能；材料管理宜实现物料验收、智能识别和清点物料等功能；生产工艺管理宜实现关键节点施工工序管理等功能；环境管理宜实现对扬尘、噪音、水质、土壤等环境的监测功能。

6.2.3.3 施工过程关键场景管理宜实现对施工过程中关键场景的数据采集、监测等功能，并明确采集内容、采集方式、采集频率、存储格式和应用路径。

### 6.2.4 智能建造

6.2.4.1 智能建造宜在钢结构加工和预匹配拼装等阶段进行，宜与物流仓储系统配合，实现作业计划的优化制定与调整、物料的优化调配。

6.2.4.2 钢结构智能加工包括智能切割下料、智能焊接、智能涂装及智能管控等内容，宜利用 BIM 技术提高钢结构智能加工质量和效率。

6.2.4.3 构件安装前宜采用点云成像等技术结合 BIM 技术进行数字化预匹配拼装，保证精度满足安装要求。

## 6.3 智慧养护

### 6.3.1 基础设施检测

6.3.1.1 道路检测宜采用自动化检测设备对路基和路面进行检测，并在采用其他高效检测方法时提前比对确认。

6.3.1.2 桥梁检测宜优先采用快速、无损检测技术对桥梁结构进行现场测试、试验、观测与检查。采用自动化检测技术时，综合考虑检测项目的精度要求和现场作业条件。

6.3.1.3 隧道检测宜采用自动化检测设备对隧道土建结构、机电设施和其他工程设施进行检测，自动化检测设备工作时尽量减少对正常行车的干扰。

### 6.3.2 基础设施监测

6.3.2.1 基础设施监测系统宜具备边缘计算能力，采用大数据、人工智能等技术对基础数据、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。



6.3.2.2 监测设备宜采用准确可靠、耐久实用、经济合理的设备，且设备的技术性能指标满足工程及相关标准要求。

6.3.2.3 道路监测主要包括路基监测、路面监测和边坡监测：

- a) 路基监测内容包括地下分层水平位移、地下水位、含水率、路堤顶沉降、地表水平位移及隆起等，监测设备宜布置在高填方或特殊地质路基段；
- b) 路面监测内容包括道路状态（路表温度、路表变形、结构层温度、结构层变形等）、交通参数（交通量、车速、车型、轴重等）及气候环境参数（温度、湿度、降水、凝冰等）等，监测设备宜布设在重载交通、大交通量或具有特殊要求的路段；
- c) 边坡监测内容包括支护结构变形、支护结构应力、地下水位、降雨量、含水率、深部位移、地表裂缝、水平位移、垂直位移、坡顶建（构）筑物变形等，监测设备宜布置在挖方高边坡和不良地质、特殊岩土地段的挖方边坡处。

6.3.2.4 符合下列条件之一的桥梁，宜设置结构安全监测系统：

- a) 交通运输部《公路长大桥梁结构健康监测系统建设实施方案》（交办公路〔2021〕21号）在役公路长大桥梁清单及“三特”（特大、特殊结构、特别重要）桥梁；
- b) 荷载等级提高或重载交通持续周期性通行的重要桥梁；
- c) 有典型病害加固历史或技术状况等级较差且尚需继续服役的桥梁；
- d) 路网内具有代表性或关键节点的中小跨径桥梁；
- e) 采用特殊材料、特殊工艺或具有特殊要求的桥梁。

6.3.2.5 桥梁监测方案宜结合桥梁类型、跨径等桥梁特点进行单独设计，监测内容根据桥梁服役环境、结构特点和监测目的确定，宜包括以下监测内容：

- a) 荷载与环境监测：包括车辆荷载、温度、湿度、风、地震、降水、船舶撞击等；
- b) 结构整体响应监测：包括结构振动、变形（线性下挠、基础沉降）、位移、转角等；
- c) 结构局部响应监测：包括结构应变、裂缝、索力、疲劳、支座反力、伸缩缝变位、桥墩冲刷、腐蚀等。

6.3.2.6 隧道监测内容宜包括结构变形、应力应变、衬砌裂缝、衬砌剥落、渗漏、内装饰脱落等。监测设备宜布置在围岩等级较差、结构受力复杂、不良健康状态和不良地质条件的隧道路段。

6.3.2.7 交通安全设施监测内容宜包括交通标志、交通标线、护栏、视线诱导及防眩等设施的服务状态。

6.3.2.8 机电设施监测内容宜包括监控、收费、通信、供配电、照明、通风、消防、计算和存储等设施的运行状态和运行环境。

### 6.3.3 养护科学决策

6.3.3.1 高速公路养护科学决策主要包括养护目标设定、基础设施数据库构建、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。

6.3.3.2 养护目标设定。宜根据国家、行业及山东省公路养护管理发展规划，以全寿命周期养护费用效益最优为原则，结合公路技术状况、交通量、管理需求、资金约束等因素，并针对不同设施确定养护目标。

6.3.3.3 基础设施数据库。包括路线、路基、路面、桥隧构造物、交通安全及机电等设施基础数据，建设质量检测、交竣工检测等静态数据，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。

6.3.3.4 公路技术状况检测和评定分析。包括技术状况检测、技术状况评定、病害原因诊断等内容，并科学评估基础设施的服役状态。

6.3.3.5 养护需求分析。宜建立养护性能预测、养护方案及养护决策等模型，并根据养护目标和技术状况评定结果进行养护路段划分及养护性质分析。

6.3.3.6 养护方案设计。宜在养护需求分析的基础上，按照设计流程对养护工程项目开展养护对策选择、养护时机选择、养护费用估算、养护方案比选等工作。养护方案设计宜采用新技术、新材料、新设备、新工艺，尚无相关标准参照的新技术、新材料、新设备、新工艺，经过试验论证后方可开展规模化使用。

6.3.3.7 养护决策后评估。包括养护决策工作执行情况评估、决策过程中相关影响因素与实际情况的符合性评估、决策实施效果评估等内容，并形成决策评估报告。决策评估报告宜包括决策制定与执行情况的总体评价、决策效益分析、进一步优化决策工作的意见、建议等内容。

## 7 运营体系

### 7.1 运营体系建设原则

7.1.1 运营体系遵循“按需建设、设备共用、信息共享”原则，建设与业务场景需求相适应的机电和交安设施。

7.1.2 运营体系宜根据智慧运营需求，在主体工程建设过程中进行感知、通信等设施扩容条件和安装基础的预留预埋。

7.1.3 运营体系包括边缘端、路段级、路网级三层，各层计算、存储和网络连接能力根据具体业务需求确定并可扩展，实现边缘端、路段级、路网级的协同联动：

- a) 边缘端：实现路侧态势感知、事件检测、实时预警等功能，宜与路段级平台共享数据，支持远程管理和本地低时延控制，宜具备算法学习能力；
- b) 路段级：实现路段数据的采集、管理、共享、应用等功能，宜与路网级平台共享数据，提供关联路段的路况查询、拥堵预判等服务，实现路段实时交通控制策略的制定；
- c) 路网级：实现跨路段数据汇聚分析、预警预测、协调控制等功能，具备路段控制与管理能力，宜与外部系统进行数据共享、信息交互。

### 7.2 路网管控

#### 7.2.1 交通运行监测

7.2.1.1 交通运行监测能力建设宜基于路网管控及出行服务需求，合理规划设计交通运行监测点位、监测设施和运行监测软件，并定期开展路网运行监测管理服务能力评估。

7.2.1.2 监测手段可采用视频、雷达、无人机、移动巡查终端等方式，实现交通事件、交通流参数、车辆轨迹和交通环境等的实时监测。

7.2.1.3 视频监控设施宜基于交通、气象和道路条件配置交通事件监测、交通流参数监测或交通环境监测（如能见度监测）等功能。长隧道和特长隧道宜实现隧道内交通事件、车辆种类及数量、人员情况的实时感知。其他隧道宜支持视频智能分析等功能。雷达监测设施宜基于交通和道路条件配置交通流参数监测和交通事件监测功能。

7.2.1.4 交通环境监测包括能见度、路面温度、路面状态（干燥、潮湿、积水、结冰、积雪）、风速、风向等基本要素，宜与交警、气象部门实现数据共享。隧道内交通环境监测按照 JTG D70/2 给出的要素执行。

7.2.1.5 恶劣气象频发路段宜加密布局局地性气象监测设施，必要时布设专业气象监测站。专业气象监测站的设备测量性能按照 GB/T 33697 给出的指标执行。

#### 7.2.2 主动交通管理

- 7.2.2.1 主动交通管理宜包括车道交通控制、入口流量和车型控制、路径诱导。
- 7.2.2.2 主动交通管理宜协调机电和交安工程，为用户提供一致的出行信息服务及视觉体验。
- 7.2.2.3 车道交通控制宜部署于易拥堵路段、易拥堵收费站、分合流区域、隧道、危险路段、恶劣天气易发路段、长大下坡路段。
- 7.2.2.4 车道交通控制基于道路交通状态感知信息、仿真辅助和紧急停车带等设施布局，通过道路沿线可变信息标志、可变限速标志、车道控制标志、车道级高精地图导航等方式，实现车道的开闭状态提示、车道分配、限速调整、匝道控制、临时封闭车道、临时开放硬路肩等功能。
- 7.2.2.5 入口流量控制基于交通流量、平均速度、占有率等交通参数判断运行状态，并基于运行状态确定入口流量控制比例；入口车型控制基于道路交通状态及外部环境感知（天气状态、路面状态等）启用控制措施。
- 7.2.2.6 路径诱导基于路网交通流参数分析及交通事件感知分析提供通行策略，并通过沿线可变信息标志、地图导航、语音提示等实现事件提示及路径诱导。
- 7.2.2.7 管控决策信息通过伴随式信息服务系统发布。发布信息包括位置、适用路段范围、有效时间、必要的校验信息等内容。

### 7.2.3 （准）全天候通行保障

- 7.2.3.1 智慧高速建设路段配备路域气象监测预警、交通安全防护诱导等系统，宜采用主动融冰除雪措施，并与主动交通管理和伴随式信息服务相结合，提升恶劣天气高速公路运营安全水平，保障（准）全天候通行。
- 7.2.3.2 恶劣天气条件下，宜根据路域气象、交通、道路条件等，采用主线限速控距、入口限行限流、预约通行等交通管控策略。
- 7.2.3.3 交通安全防护诱导系统宜布设于分合流区、主线交通流量大（道路服务水平三级及以下）、事故发生率高、拥堵易发、恶劣气象易发等特殊路段，宜通过雨夜反光标线、雾天行车诱导装置、道钉、防疲劳激光光幕等设施增强高速公路安全防护诱导能力。诱导装置在不良天气条件下宜显示黄色，保持常亮或按照指定频率闪烁。
- 7.2.3.4 主动融冰除雪系统宜布设于冬季易积雪结冰的桥梁、背阴段、隧道口、连续纵坡、临水路段等重点路段，且宜采用热力融冰雪、抗凝冰路面、喷淋式融冰雪等技术。

### 7.2.4 应急保障

- 7.2.4.1 应急保障能力建设包括但不限于隧道应急设施配置、突发事件处置（二次事故预防）和重大活动保障。
- 7.2.4.2 应急保障通过建立安全的数据共享通道或一路多方业务协同平台实现路段与路网之间，路段（路网）与交警、路政、消防、医疗等相关方的协同联动。协同平台宜建立应急处置方案库和专家库。
- 7.2.4.3 隧道应急设施配置按照 JTG D70/2 的有关内容执行。特长隧道内宜实现照明亮度自动调节，宜设置辅助救援机器人、远程消防灭火控制装置并配置智能化启动控制功能。
- 7.2.4.4 突发事件处置。事故现场调度支持通过路侧摄像机、车载设备、手持设备、无人机等方式进行可视化调度。事故过程管控功能包括突发事件上报、应急事件研判、预案自动生成、协同联动处置、事故清障与救援、资源优化配置、应急处置结果评价、事件全程可溯等内容。
- 7.2.4.5 重大活动保障。宜建立道路感知、风险防控和事件处置为中心的知识库，实现人力、物力资源及相关社会资源的迅速调动，实现特情车辆和需强监管车辆的跟踪记录，并支持相关统计分析图表、报告的自动生成。

## 7.3 出行服务

### 7.3.1 伴随式信息服务

7.3.1.1 建立全过程出行信息服务平台，并通过公路沿线信息发布设施、公路出行服务平台（网站、热线）、广播电视、移动终端、互联网导航平台、车载终端等方式，为用户提供出行全过程信息服务。

7.3.1.2 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、恶劣天气信息、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。

7.3.1.3 伴随式信息服务建设宜实现收费站和车道通行状态、涉路事件临时管制设施工作状态的数字化，接入交通事件信息和管控信息，并实时发布。

7.3.1.4 伴随式信息服务建设宜在道路沿线合理布设定向语音发布设施和可变信息标志。可变信息标志宜支持文字、图片、视频等多种信息发布形式。大流量易拥堵路段、事故多发路段、恶劣气象频发路段、特大桥隧等特殊路段宜加密布设。

7.3.1.5 出行信息采用多种方式发布时，需要确保所发布信息的一致性。

### 7.3.2 智慧服务区

7.3.2.1 智慧服务区建设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。

7.3.2.2 智慧服务区宜建设智慧管理与服务系统、绿色低碳设施和智慧经营决策辅助系统。

7.3.2.3 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、智慧能源管控（照明、新风、能耗监测）、停车管理（车流量监测、停车位管理、停车诱导、人车分流、危险品车辆管理等）、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。

7.3.2.4 绿色低碳服务区采用节能新技术开展建筑、主体结构、供暖通风与空气调节、电气等方面的绿色低碳设计，并开展服务区海绵设计和智能污水处理。

7.3.2.5 智慧经营决策辅助宜采用大数据等技术，实现企业经营现状、运营优劣势、未来趋势、市场和客户等方面的预测分析。

### 7.3.3 车路协同

7.3.3.1 车路协同遵循“安全可靠、技术可行、经济合理”原则，选择车流量适宜、不影响通行和利于保证安全的道路开展试验，并支持收费站到收费站的试验。宜结合实际情况选择合适的车路协同应用场景，其中隧道、坡道、弯道等特殊场景的车路协同应用，在封闭式测试场验证充分后，可在实际道路开展。

7.3.3.2 车路协同系统由路侧感知设备、路侧计算设备、RSU、OBU、信息发布终端、高精度地图、高精度定位系统、车路协同平台等组成，可依据实际需求扩展设备。车路协同系统宜基于国产密码技术建设，满足网络安全与身份认证要求。协同平台宜分为区域管理平台和路段管理平台两级。

7.3.3.3 宜开展隧道安全通行保障、货车主动安全防控提醒、交通事件提醒、交通拥堵提醒、高风险区域安全预警、动态限速预警等场景车路协同建设。可探索基于ETC的匝道出口提醒、货车违规占道提醒、动态交通管控提醒等车路协同服务。

7.3.3.4 车路协同试验段的相关外场设施布设原则包括但不限于：

- a) RSU宜结合场景要求和性能指标等因素进行布设；
- b) 指路标志宜具备路况、行程时间信息发布功能，隧道内宜设置连续指路标志；
- c) 施工作业区的施工作业人员和作业区标志宜配备物联网设备；
- d) 道路气象监测设备布设间距宜小于15 km，且宜具备路面结冰、积水厚度、能见度等监测功能；
- e) 路侧感知设备布设宜考虑车路协同对部署位置、设备指标、目标精度、事件类别等相关要求，构建低时延、高可信的车路协同通信网络，实现目标路段全覆盖。

7.3.3.5 车路协同需要实现时钟同步、位置高精采集、边缘信息融合。

### 7.3.4 智能收费

7.3.4.1 智能收费系统宜综合采用 ETC、移动支付、自助缴费、先行后付等便捷支付方式提升通行效率，并推进通行发票全电子化。

7.3.4.2 智能收费系统宜结合车流特征、场地条件优化收费车道配置及收费广场布局，提升收费站运行状态感知能力，结合入口治超、自助智能车道、匝道预交易等技术，缓解收费站拥堵问题。

7.3.4.3 智能收费系统宜建立车辆画像、路段画像、收费站画像等多目标画像信息，支持智能收费稽核业务需要和运营管理辅助决策。

7.3.4.4 智能收费系统宜增强货车计重、绿色通道车辆通行、大件运输车辆通行、收费特情等业务的智能化处理能力。

## 8 支撑体系

### 8.1 支撑体系建设原则

8.1.1 支撑体系通过感知设施、智能中台为建养体系和运营体系提供数据和服务支撑，通过通信和供电设施为建养体系和运营体系提供基本能力保障。支撑体系宜具备良好的稳定性、可靠性和可扩展性。

8.1.2 智能中台为各业务提供数据、算法、地图等服务，宜基于分布式架构和微服务技术构建，实现业务逻辑解耦和服务模块复用，支持应用云化部署。智能中台宜具备可扩展性、满足突发高频访问需求和响应时间要求，并具备服务注册、服务发现、服务通信、配置、容错监控等功能。系统全年可用时间不小于 99.99%。

8.1.3 智慧高速网络信息安全建设按照 GB 35114、GB/T 22239、GB/T 22240、GB/T 25070、GB/T 37092 和 GB/T 39786 给出的原则执行，满足网络信息系统安全保护的需求。信息系统规划、设计、建设和维护应当同步落实相应安全措施。

### 8.2 智能中台

#### 8.2.1 电子地图

8.2.1.1 电子地图实现高速公路路线内空间要素、路线周边空间要素的管理，以 GIS 引擎和 API 接口的方式进行封装，为上层应用提供标准化地图服务。电子地图由静态数据、静态数据图层和动态数据图层构成。

8.2.1.2 地图静态数据覆盖高速道路资产及路网各要素，主要包含基础地理信息、道路和道路设施、车道的属性信息，按精度可分为普通地图数据和高精度地图数据。各要素空间数据与属性数据对应：

- a) 基础地理信息主要包含行政区、山、河、湖等各类基础信息，可接入周边医院、消防、收费站、气象站、相关联道路等项目区域以外的关联数据，支撑应急救援等智慧应用；
- b) 道路和道路设施属性信息包括道路线、道路方向、道路等级、收费站、服务区、交通标志等各要素，以及道路与互联网导航地图的关联关系数据。其中高精度地图数据包括道路中心线、路面标线、道路边线等要素；
- c) 车道数据信息包括车道属性数据（如车道类型、车道通行状态、车道方向、车道编号、车道线属性信息、车道几何线型、车道限制（限速、限行）等），以及车道与道路的关联关系数据。其中高精度地图数据宜包括道路面、匝道面、收费站、服务区等各类面状信息。

8.2.1.3 静态数据图层以静态数据为基础进行结构化加工后，按照要素进行分类服务。

8.2.1.4 动态数据图层包括交通流状态、交通事件、道路气象环境、道路基础设施状态、交通管控信息、预警信息等图层。

8.2.1.5 电子地图性能指标包括应用响应时间和数据精度等内容。地图静态数据查询响应时间不宜大于1秒，地图静态数据宜采取动态增量更新模式。高精度地图数据精度为厘米级，其中线状地物的线上点间距不宜超过50m，且线形保持平滑。

8.2.1.6 电子地图采用OGC标准，至少满足国家测量局02号标准加密要求，宜通过坐标转换及偏移等方式实现不同地图间的融合应用。

## 8.2.2 物联控制中台

8.2.2.1 物联控制中台是支持多种设备接入方式、接入协议，可提供统一接口服务的平台，用于实现路侧设备与业务应用之间的数据上传和指令下发，宜具备设备接入、设备信息采集、控制指令下发、设备监测及版本管理的能力。

8.2.2.2 设备接入。与物联控制中台对接的设备和系统宜适配物联控制中台的数据接口及通信协议，并在对接之前进行数据预处理。

8.2.2.3 设备信息采集。采集信息宜包括设备运行状态信息、交通流信息、交通事件信息、交通环境信息、基础设施状态信息等。

8.2.2.4 控制指令下发。控制指令下发渠道宜包括可变信息标志、可变限速标志、车道控制标志、语音发布设施、车路协同设备、互联网软件终端等。

8.2.2.5 设备监测及版本管理。物联控制中台宜具备设备版本管理、版本发布、远程升级等功能，并具备对路侧计算设备的监测功能，监测内容宜包括设备运行状态、设备计算资源和存储空间、关键算法、软件运行状态等。

## 8.2.3 数据存储与治理

8.2.3.1 数据存储与治理按照GB/T 37721、GB/T 37722和GB/T 38667给出的原则执行。

8.2.3.2 智能中台宜具备数据采集、数据挖掘、数据共享与服务等功能，并支持业务模型和数据应用算法的构建，实现与交警、路政、医疗、消防、保险等多方的数据衔接：

- a) 满足实时数据接入、历史数据批量接入要求；
- b) 满足与高速公路行业管理、交警、应急、气象、地图导航等第三方数据协同共享的要求；
- c) 具备数据订阅管理、数据资产管理（调度、备份、登记、存档）、应用接口访问服务等具体功能。

8.2.3.3 智能中台宜具备数据存储能力：

- a) 建立数据标准规范、信息资源目录和指标体系，实现高速公路地理信息数据、感知数据、监测数据、业务数据等不同类型数据的存储和访问；
- b) 建立主题数据仓库，包括基础数据库、地理信息数据库、业务数据库（基础设施监测业务库、交通运行监测业务库、联网收费业务库、路网管控业务库等）、共享数据库等。

8.2.3.4 智能中台宜具备数据治理能力，包括数据分类、血缘关系、数据质量和数据运维等功能。

8.2.3.5 智能中台宜具备PB级多维数据实时和离线处理功能。

## 8.2.4 算法与模型

8.2.4.1 智能中台宜构建视频智能分析、图像结构化处理等算法，其中对车路协同与自动驾驶试验场景宜构建路侧交通态势和交通事件分析、信息分发、盲区计算、碰撞预警、柔性车道管控等算法。

8.2.4.2 智能中台宜具备算法管理、数据采集标注、算法运行监测等功能。

8.2.4.3 智能中台宜基于业务逻辑构建涉路施工组织、交通运行态势分析、交通流量预测、交通应急处置、行程时间分析、交通仿真、交通流量溯源分析、驾驶行为分析等业务模型。

8.2.4.4 算法与模型宜持续优化、不断迭代。

### 8.2.5 云计算平台

8.2.5.1 云计算平台为智能中台提供运行基础环境，包括 IaaS 层基础资源和 PaaS 层技术组件两类资源云服务能力。

8.2.5.2 云计算平台宜具有全方位安全管理、智能化全链路监控等能力，满足基础资源和应用的弹性扩展、软件的敏捷交付和自动化运维等需要。

8.2.5.3 云计算平台宜根据路网、路段业务需求合理规划和使用计算、存储、网络等基础资源。

## 8.3 感知、通信与供电设施

### 8.3.1 感知设施

8.3.1.1 感知设施宜包括摄像机和雷达等感知设备、气象环境监测设备、基础设施状态监测设备、轴载检测设备等。

8.3.1.2 感知设施宜在事故易发路段、大流量路段、枢纽互通、收费站、服务区、隧道、桥梁、长大下坡等位置加密布设。

8.3.1.3 感知设施布设宜避免干扰和遮挡，并实现不同感知设施采集数据的融合。

8.3.1.4 感知设施宜具备联网通信、时钟同步、自诊断与报警等功能，并满足系统对感知类型、感知精度和数据传输的需求。

### 8.3.2 通信设施

8.3.2.1 通信设施应优先采用公路光纤通信专网系统，在安全可控前提下，可考虑高速公路通信专网与互联网、新一代无线网络等多网联通融合应用，实现高可靠、低时延、广覆盖、大带宽的高速公路通信网络系统。

8.3.2.2 高速公路有线通信网络建设原则包括但不限于：

- a) 通信网络的信息交互能力充分考虑网络带宽、高可用性与低延时要求，满足安全可控和实际数据传输需求，并考虑智慧化应用中远期业务和备用需求；
- b) 通信光缆敷设、通信管道路由和位置选取、各节点传输设备选型、业务和数据接口带宽设计，按照《高速公路通信技术要求》（交通运输部 2012 年第 3 号公告）的有关内容执行；
- c) 主干光缆数量和通信管道容量设计充分考虑智慧高速公路业务需求以及远期备用等因素；
- d) 重要通信传输链路提供链路冗余，关键通信设备采用冗余备份、支持 IPv6 组网。

8.3.2.3 高速公路无线通信网络建设原则包括但不限于：

- a) 为高速运动的交通要素提供可靠的通信接入，支撑交通要素全 IP 化的主动信息推送和双向信息交互；
- b) 通信技术要求满足业务场景应用，在安全可控、技术成熟的前提下，宜优先选择超低时延、超高可靠、超大带宽的无线通信服务。

### 8.3.3 供电设施

8.3.3.1 公路沿线供电设施设计宜遵循安全可靠、节能高效、经济合理的原则，为沿线设施提供稳定、持续、可靠的能源供给。

8.3.3.2 公路沿线供电设施宜基于当地资源条件和用能设施规模、分布、负荷等级、负荷容量、电源条件等因素，经技术经济比选，并综合光能、风能、电能多种供给方式，确定外部电源、自备应急电源的供配电方案。

8.3.3.3 公路沿线供电设施的建设综合考虑供电电压、电能质量、功能效率等因素，搭建以本地电网 10 kV 电源为主、绿色能源为辅的综合能源供给网，并搭建智慧能源管理系统，实现发电、用电的智慧管控和节能减排。外场设施距离供电点较近时，宜采用常规供电方式供电；外场设施距离供电点较远时，宜采用远距离供电方式供电。

8.3.3.4 主体及沿线设施设计宜考虑新能源供给与储电、换电、充电设施的同步规划和充电站的同步设计，并为后期安装形成预留。服务区建筑与光伏一体化宜与智慧服务区建设同步设计和实施。

8.3.3.5 公路供电设施宜具备防雷击、防浪涌冲击等隔离防护能力，具备供电状态、设备状态、故障报警及远程管理等实时监测功能。

8.3.3.6 外场配电箱（智能机箱）宜配置动力环境监测管理、供电与网络监测管理、远程修复管理、卫星定位、智能门禁管理等功能，防护等级达到 IP55 及以上。



### 参 考 文 献

- [1] 《公路长大桥梁结构健康监测系统建设实施方案》（交办公路〔2021〕21号）
  - [2] 《高速公路通信技术要求》（交通运输部2012年第3号公告）
-