

ICS 03. 220. 20

CCS P 66

# 团 体 标 准

T/JSCTS ×××—××××

---

## 智慧高速公路建设框架

Framework for the construction of Smart Expressway

(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。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

---

江苏省综合交通运输学会 发布

# 目 次

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 前 言 .....                  | II |
| 1 范围 .....                 | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....            | 1  |
| 3 术语、定义和缩略语 .....          | 2  |
| 3.1 术语和定义 .....            | 2  |
| 3.2 缩略语 .....              | 2  |
| 4 总体框架 .....               | 3  |
| 4.1 一般要求 .....             | 3  |
| 4.2 建设原则 .....             | 4  |
| 5 建设阶段 .....               | 4  |
| 5.1 建设阶段功能框架 .....         | 4  |
| 5.2 建设阶段数据框架 .....         | 6  |
| 5.3 建设阶段物理框架 .....         | 9  |
| 6 养护阶段 .....               | 11 |
| 6.1 养护阶段功能框架 .....         | 11 |
| 6.2 养护阶段数据框架 .....         | 13 |
| 6.3 养护阶段物理框架 .....         | 16 |
| 7 运营阶段 .....               | 17 |
| 7.1 运营阶段功能框架 .....         | 17 |
| 7.2 运营阶段数据框架 .....         | 22 |
| 7.3 运营阶段物理框架 .....         | 25 |
| 附录 A 智慧高速公路通信建设要求 .....    | 30 |
| 附录 B 智慧高速公路供电设施建设要求 .....  | 32 |
| 附录 C 智慧高速公路信息化系统建设要求 ..... | 33 |
| 附录 D 智慧高速公路数据采集目录 .....    | 34 |

# 前 言

本标准按照 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》给出的规则起草。

本标准 of 推荐性文件，不涉及专利，将根据技术发展、实际需求等动态修编。

本标准由江苏省综合交通运输学会提出并归口。

本标准起草单位：华设计集团股份有限公司、江苏省高速公路联网营运管理中心、上海华为技术有限公司、中电莱斯信息系统有限公司、东南大学、南京理工大学、先导（苏州）数字产业投资有限公司、北京卓视智通科技有限责任公司。

本标准主要起草人：

# 智慧高速公路建设框架

## 1 范围

本标准对智慧高速公路的总体框架和建设期、养护期、运营期的建设提供了技术指导和

和建议。

本标准适用于新建、改（扩）建智慧高速公路建设阶段、养护阶段、运营阶段的项目

建设。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本指南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

本适用于本指南。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包含所有的修改单）适用于本

指南。

GB/T 18567 高速公路隧道监控系统模式

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 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 31024.1 合作式智能运输系统 专用短程通信

GB/T 33697 公路交通气象监测设施技术要求

GB/T 34599 匝道控制系统设置要求

GB/T 37378 交通运输信息安全规范

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 823 大型公路桥梁中压配电系统技术条件

JT/T1032 雾天公路行车安全诱导装置

JT/T1037 公路桥梁结构安全监测系统技术规程

T/CSAE 53 合作式智能运输系统 车用通信系统 应用层及应用层数据交互标准

DB32/T 2620 江苏省高速公路联网监控系统技术标准

T/JSCTS 8-2022 高速公路日常养护巡查及经常性检查作业规程

T/JSCTS 11—2022 公路路面探地雷达检测技术规程

《高速公路通信技术要求》（交通运输部 2012 年第 3 号公告）

### 3 术语、定义和缩略语

#### 3.1 术语和定义

##### 3.1.1

###### 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。

##### 3.1.2

###### 车路协同 Vehicle-infrastructure Cooperation

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，提升交通安全与通行效率。

##### 3.1.3

###### 蜂窝车联网 Cellular Vehicle-to-everything

基于3G/4G/5G等蜂窝网通信技术演进形成的车用无线通信技术，包含了两种通信接口：一种是人、车、路之间的短距离直接通信接口（PC5），另一种是终端和基站之间的通信接口（Uu），可实现长距离和更大范围的可靠通信。

##### 3.1.4

###### 高精度地图 High Precision Map

相对于一般电子地图，精度更高、更新频率更快的电子地图，包含交通基础设施建设规范所定义的车道、道路交叉、交通安全设施、管理设施、服务设施等关键要素，一般情况下，绝对误差不超过1.5m，每100m的平面相对误差不超过20cm。

##### 3.1.5

###### 路侧计算设施/边缘计算设备 Roadside Computing Facility/Edge Computing Device

部署在道路沿线，完成交通信息汇集与分析处理的装置。

##### 3.1.6

###### 直连通信 Direct Communication

路侧通信设施、车载通信设施和便携无线电设备通过无线电传输方式，实现直接通信和信息交换。

#### 3.2 缩略语

4G 第四代移动通信技术（the 4th Generation Mobile Communication Technology）

5G 第五代移动通信技术（the 5th Generation Mobile Communication Technology）

- BIM 建筑信息模型 (Building Information Modeling)
- SD-WAN 广域软件定义网络 (Software Defined Wide Area network)
- C-V2X 蜂窝车联网 (Cellular Vehicle-to-everything)
- ETC 电子不停车收费系统 (Electronic Toll Collection)
- RSU 路侧单元 (Road-Side Unit)
- RFID 射频识别 (Radio Frequency Identification)
- GIS 地理信息系统 (Geographic Information System)
- OBU 车载单元 (On-Board Unit)
- RTK 载波相位差分技术 (Real - time Kinematic)
- APP 应用软件 (Application)
- ADAS 高级驾驶员辅助系统 (Advanced Driving Assistance System)
- NB-IOT 窄带物联网 (Narrow Band Internet of Things)
- DSRC 专用短程通信 (Dedicated Short Range Communication)
- OTN 光传送网 (Optical Transport Network)

#### 4 总体框架

##### 4.1 一般要求

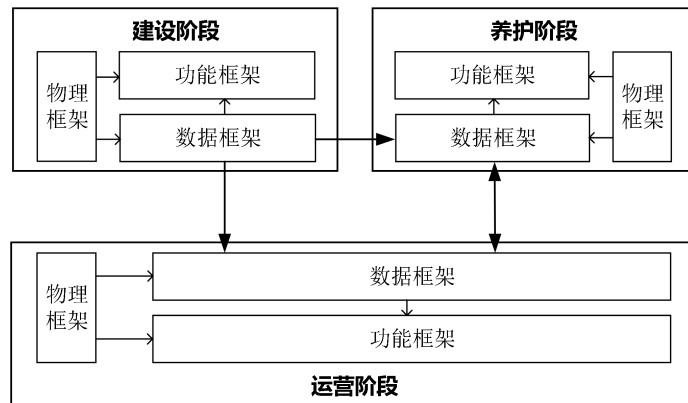


图 1 智慧高速建设总体框架

- 4.1.1 智慧高速公路总体框架包含建设阶段、养护阶段和运营阶段的功能框架、数据框架和物理框架。
- 4.1.2 功能框架应包含智慧高速公路各生命周期的主要应用要求。
- 4.1.3 数据框架应包含智慧高速公路各生命周期数据流转和共享的要求。
- 4.1.4 物理框架应包含实现智慧高速公路功能框架的设施设备和相关系统的要求。

4.1.5 智慧高速公路应支持建设阶段、养护阶段和运营阶段之间的数据传递。

## 4.2 建设原则

4.2.1 智慧高速建设应以管理者和出行者的需求为导向，遵循“系统性、实用性、安全性、先进性、经济性、可扩展性”的原则。

4.2.2 遵循系统性原则，以系统整体目标的优化为准则，协调系统中各组成部分的相互关系，使系统完整、平衡。

4.2.3 遵循实用性原则，智慧高速建设应因路制宜，结合公路特点和实际需求开展建设，确保发挥实效。

4.2.4 遵循安全性原则，智慧高速建设应注重本质交通安全与信息安全，在建设过程中同步考虑安全风险防控。

4.2.5 遵循先进性原则，智慧高速建设应处理好技术先进与好用管用的关系，确保技术服务于业务需求。

4.2.6 遵循经济性原则，智慧高速建设应处理好成本投入与效益产出的关系，达到整体最优目标。

4.2.7 遵循可扩展性原则，智慧高速建设应紧扣高速公路未来发展方向，确保所采用的设备、技术、系统等具有良好的可扩展性。

## 5 建设阶段

### 5.1 建设阶段功能框架

#### 5.1.1 一般要求

5.1.1.1 智慧高速公路建设阶段功能框架主要包含建设管理、智慧工地、智能建造。

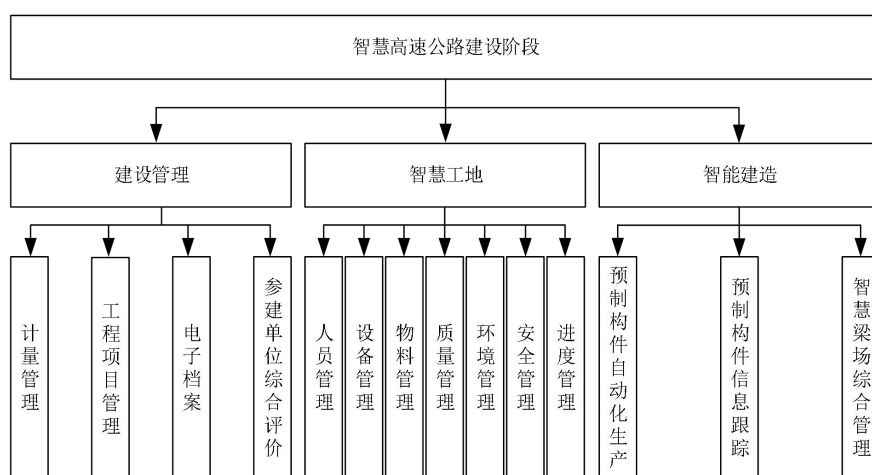


图 2 智慧高速公路建设阶段功能框架

#### 5.1.2 建设管理

- 5.1.2.1 建设管理主要包含计量管理、工程项目管理、电子档案、参建单位综合评价。
- 5.1.2.2 计量管理宜采用自动化计量、BIM、图像识别等技术，实现多方协同计量，全过程实时监控项目投资完成情况。包括计量填报、中期支付申请、计量审批。
- a) 计量填报：支持计量期、工程部位、桩号、计量金额等信息录入；
  - b) 中期支付申请：自动生成完整计量支付台账和财务月报；
  - c) 计量审批：审批过程留痕，支持电子签章。
- 5.1.2.3 工程项目管理宜实现对在建项目的全局可视化管理，以及对具体项目的有效管控。包括在建项目一张图、项目管控。
- a) 在建项目一张图：宜支持形成位置一张图、进度一张图、监控一张图、统计一张图，基于GIS技术实现工地进度可视化、监控视频实时查看、工地人员信息、物料信息等的可视化；
  - b) 项目管控：应支持对项目进度的自动汇总统计、偏差分析及预警、偏差纠正和进度可视化展示；支持项目月报查询、合同登记、变更登记。
- 5.1.2.4 电子档案应支持对项目从提出到竣工验收全过程形成的工程项目资料进行电子信息存档的管理，实现工程文件、资料档案的数字化标准管理。包括档案管理、归档台账及档案统计。
- a) 档案管理：实现工程全过程档案收集、档案整理、档案移交、档案组卷。应支持实现工程全过程档案模糊检索、高级检索、全文检索；
  - b) 归档台账：形成对所有工程资料归档的明细记录表；
  - c) 档案统计：统计工程全过程档案利用、档案存量、档案年限。
- 5.1.2.5 参建单位综合评价应支持统计在建工程项目各设计、施工和监理单位市场表现情况，按照定性定量相结合方法给予评价；应支持在各工程项目交工验收时根据工程表现，以打分制形式给予各参建单位初步评价。
- 5.1.2.6 宜采用BIM技术，实现建设过程的数字化、可视化管理。建设阶段公路主体及附属设施数据应与养护期信息系统、运营期信息系统进行数据共享。
- 5.1.3 智慧工地
- 5.1.3.1 智慧工地主要包含人员管理、设备管理、物料管理、质量管理、环境管理、安全管理和进度管理。
- 5.1.3.2 人员管理宜实现安全帽定位、指纹识别、人脸识别以及虹膜识别等功能，用于人员管理的设备应主要布设于高速公路施工现场人员出入口、办公场区和风险管控区等位置。
- 5.1.3.3 设备管理宜实现对车辆出入口设备、特种施工设备的管理，其中车辆出入口设备应具备断电落杆、通行方向指示、来电自检等功能。
- 5.1.3.4 质量管理宜实现三维机械控制、自动驾驶施工和无人机工程监管等功能。
- d) 三维机械控制角度传感器测量横坡的范围应控制在 $\pm 10^\circ$ ，施工高程和水平误差应控制在 $\pm 2\text{cm}$ 。



- e) 自动驾驶施工机械应按照预设路线和施工要求行进，车道施工精度应控制在 $\pm 10\text{cm}$ ，应对机械行驶方向出现的障碍物进行识别与声音警示，警示距离 $\leq 10\text{m}$ ，自动减速距离 $\geq 5\text{m}$ ，紧急停车安全距离 $\geq 0.8\text{m}$ 。
- f) 无人机工程监管宜选用垂直起降固定翼无人机或多旋翼无人机机型并制订应急预案，应逐项开展设备检查、系统自检、航线检查，确保无人机处于适航状态。

5.1.3.5 环境管理宜实现空气质量/扬尘浓度监测、风速风向监测、噪音监测等功能，监测设备应布设于车辆出入口、三场临建区域、灰土拌和区等容易对周边环境产生影响的区域。

5.1.3.6 安全管理宜实现智慧用电、安全抓拍、风险源管控等功能，安全管理设备应布设于重点施工地段、关键施工部位、事故易发区域、三场临建区域、临水临边区域等位置。

5.1.3.7 进度管理宜实现施工工序监控、进度计划分析评估、进度优化调整等功能，宜采用高分遥感、机器视觉、无人机巡查等技术对工程现场进度进行监管。

#### 5.1.4 智能建造

5.1.4.1 智能建造主要内容包含预制构件自动化生产、预制构件信息跟踪和智慧梁场综合管理。

5.1.4.2 预制构件自动化生产宜在BIM模型图纸设计参数导入自动化生产系统的基础上，形成预制构件信息数据库，实现全流程工序自动化控制。

5.1.4.3 预制构件自动化生产宜利用三维激光扫描仪实现对预制构件、模板的三维扫描，并自动生成施工用表，实现测量数据的统计、分析、查询、汇总等功能。

5.1.4.4 预制构件信息跟踪宜采用RFID、二维码技术，收集并集成预制构件生产、储存、安装、质量验收等全过程信息，形成质量追溯档案。

5.1.4.5 智慧梁场综合管理应集成全流程质量管控、人员管理、视频监控、环保监测等功能模块，并与智慧工地进行有效信息融合。

#### 5.2 建设阶段数据框架

5.2.1 智慧高速公路建设阶段数据框架主要包含数据采集、数据传输、数据存储、数据分发、数据分析和数据应用。

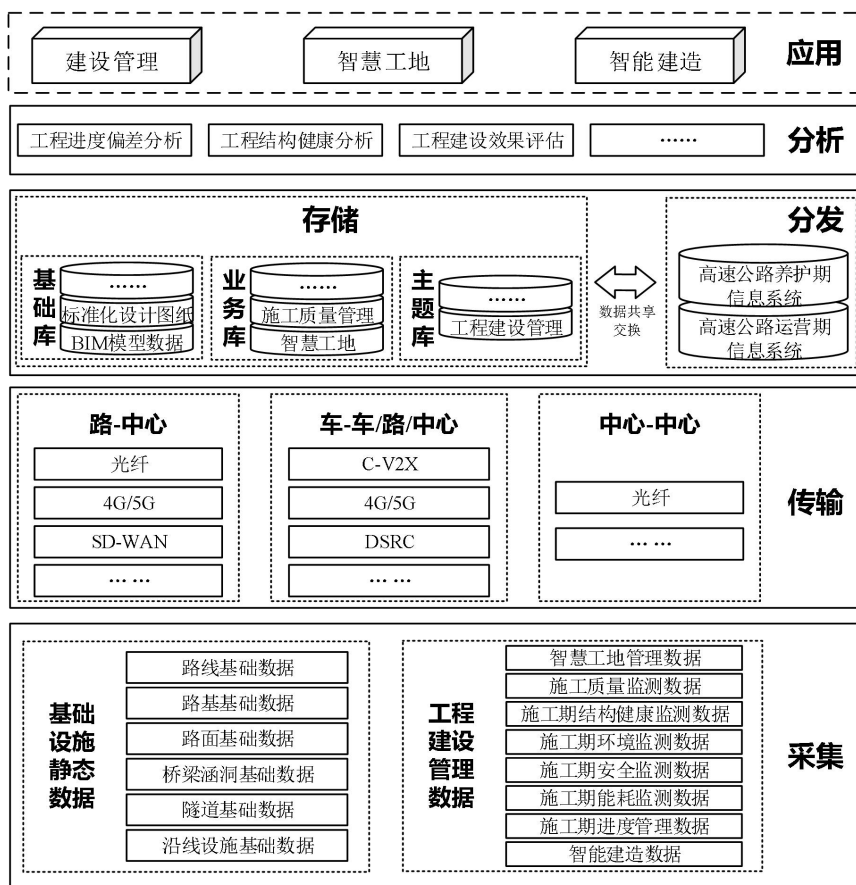


图 3 智慧高速公路建设阶段数据框架

## 5.2.2 数据采集

5.2.2.1 智慧高速公路建设阶段数据采集主要包含基础设施静态数据、工程建设管理数据等。

5.2.2.2 基础设施静态数据主要包含路线基础数据、路基基础数据、路面基础数据、桥梁涵洞基础数据、隧道基础数据、沿线设施基础数据。如下表所示：

表 1 建设阶段采集的基础设施静态数据内容

| 数据类型     | 数据内容  |
|----------|---|
| 基础设施静态数据 | <p>1) <b>路线基础数据</b>：宜包含项目名称、项目代码、区段代码、桩号、编码、车道、宽度、建设年代、地理位置地理位置等项目基本信息；宜包含高速公路的直线段、曲线段、立交段等位置及长度等平面设计类信息；宜包含高速公路的纵断面设计类信息；宜包含高速公路的横断面布置类信息；宜包含高速公路上桥梁和隧道等构造物分布等信息。</p> <p>2) <b>路基基础数据</b>：宜包含硬路肩和土路肩等路肩类部分的桩号和布置形式等信息；宜包含路堤和路堑等边坡类部分的桩号和布置形式等信息；宜包含挡墙和锚杆等路基构造物类部分的桩号和布置形式等信息；宜包含路缘石、排水系统等其他部分的桩号和布置形式等信息。</p> <p>3) <b>路面基础数据</b>：宜包含面层厚度及材料性质等信息；宜包含基层厚度及材料性质等信息；宜包含土基处置厚度及处置方式等信息。</p> |

| 数据类型 | 数据内容  |
|------|---|
|      | <p><b>4) 桥梁涵洞基础数据:</b> 宜包含桥梁上部和下部的结构形式及结构组件等信息的桥梁结构数据; 宜包含桥面铺装、伸缩缝等信息的桥梁桥面数据; 宜包含声屏障、管道等信息的桥梁其他附属设施数据。</p> <p><b>5) 隧道基础数据:</b> 宜包含隧道长度、直曲线等信息的描述性数据; 宜包含隧道结构形式和材料性质等信息的构造类数据; 宜包含排水设施、预埋件、内装饰等信息的隧道其他附属设施数据。</p> <p><b>6) 沿线设施基础数据:</b> 宜包含防撞护栏和声屏障、防落网、隔离栅等防护设施类信息; 宜包含交通标志、交通标线、里程碑、轮廓标、防眩板等诱导类信息; 宜包含绿化工程类信息; 宜包含视频监控、雷达等机电设施类信息; 可包含太阳能光伏板等绿色能源设施信息。</p> |

5.2.2.3 工程建设管理数据主要包含智慧工地管理数据、施工质量监测数据、施工期结构健康监测数据、施工期环境监测数据、施工期能耗监测数据、施工期进度管理数据。如下表所示:

表 2 建设阶段采集的工程建设管理数据内容

| 数据类型     | 数据内容   |
|----------|--|
| 工程建设管理数据 | <p><b>1) 智慧工地管理数据:</b> 宜包含工地人员信息、物料信息数据、工程现场视频监控数据、工程档案管理数据、项目投资管理数据、项目进度管理数据、变更管理数据等。</p> <p><b>2) 施工质量监测数据:</b> 宜包含软基处理、路面材料试验仪器、拌合站、冲击碾压监管、路面智能压实、智能张拉压浆、特种设备监测等数据。</p> <p><b>3) 施工期结构健康监测数据:</b> 宜包含建设阶段配置的结构健康监测传感器采集道路健康监测数据、桥梁健康监测数据、隧道健康监测数据等。</p> <p><b>4) 施工期环境监测数据:</b> 宜包含施工现场工地扬尘监测数据、空气质量监测数据、噪声监测数据、水质监测数据、风速风向监测数据等。</p> <p><b>5) 施工期安全监测数据:</b> 宜包含施工工地违规行为安全抓拍数据、重点区域视频监控数据、危大工程进度数据、工程风险源数据、安全检查数据、安全问题处理日志数据等。</p> <p><b>6) 施工期能耗监测数据:</b> 宜包含对施工阶段电能消耗数据、燃油消耗数据、建设用水数据, 以及附属房屋设施的生活用电用水数据、供暖热量数据等。</p> <p><b>7) 施工期进度管理数据:</b> 宜包含施工工序数据、整体施工计划数据、月/季度进度计划数据、人工/无人机定时航拍/高分遥感/机器视觉巡查工程进度数据、4D(三维+时间维度)BIM模型数据、突发事件数据。</p> <p><b>8) 智能建造数据:</b> 宜包含预制构件设计参数信息、BIM模型数据、智慧梁场人员及设备管理数据、物料管理数据、构件生产计划排产管理数据、构件质量管理数据、智慧梁场安全管理数据、智慧梁场生态环保监测数据、装配式桥梁施工进度与成本管理数据等。</p> |

### 5.2.3 数据传输

5.2.3.1 智慧高速公路建设阶段数据传输方式可包括路-中心通信、车-车通信、车-路通信、车-中心通信、中心-中心通信等。

5.2.3.2 路-中心通信可采用光纤、4G/5G、SD-WAN 等通信技术, 主要用于工程建设管理数据等数据传输。

5.2.3.3 车-车通信、车-路通信、车-中心通信可采用 4G/5G、C-V2X、DSRC 等通信技术, 主要用于路面智能压实、建设期无人机航拍等数据传输。

5.2.3.4 建设期信息系统通过中心-中心通信与养护期信息系统、运营期信息系统传输数据，宜采用光纤通信。

#### 5.2.4 数据存储

5.2.4.1 智慧高速公路建设阶段数据应分类存储于高速公路建设数据中心中，包括基础库、主题库和业务库，支撑海量数据深层次交互融合与挖掘应用。

5.2.4.2 基础库：主要存储智慧高速公路基础静态信息和部分工程建设管理数据。可包括施工组织机构及人员基本信息数据库、工程标准化设计图纸数据库、BIM 模型数据库、公路线形数据库、构造物几何参数数据库等数据库。

5.2.4.3 业务库：主要存储与智慧高速公路建设阶段相关的各类业务管理数据。主要包括智慧工地数据库、施工质量监测数据库、施工期结构健康监测数据库等数据库。

5.2.4.4 主题库：存储面向智慧高速公路建设阶段特定应用领域的的数据，基于建设阶段高速公路的业务数据和基础数据进行主题抽取和综合应用，主要包括公路工程建设管理主题数据库等。

#### 5.2.5 数据分发

5.2.5.1 智慧高速公路建设阶段应依据表 1 向养护阶段、运营阶段发送基础设施静态数据。

#### 5.2.6 数据分析

5.2.6.1 智慧高速公路建设阶段宜建立相关模型对数据库中的资源进行处理和分析，宜包括工程进度偏差分析、工程结构健康分析、工程建设质量评估分析、工程耗能评估分析等模型。

#### 5.2.7 数据应用

5.2.7.1 智慧高速公路养护阶段数据应用应执行功能框架中的建设管理、智慧工地、智能建造。

### 5.3 建设阶段物理框架

5.3.1 智慧高速公路建设阶段物理框架主要包含感知设施、通信设施、供电设施、智能建造生产与运输设备、建设期信息系统。

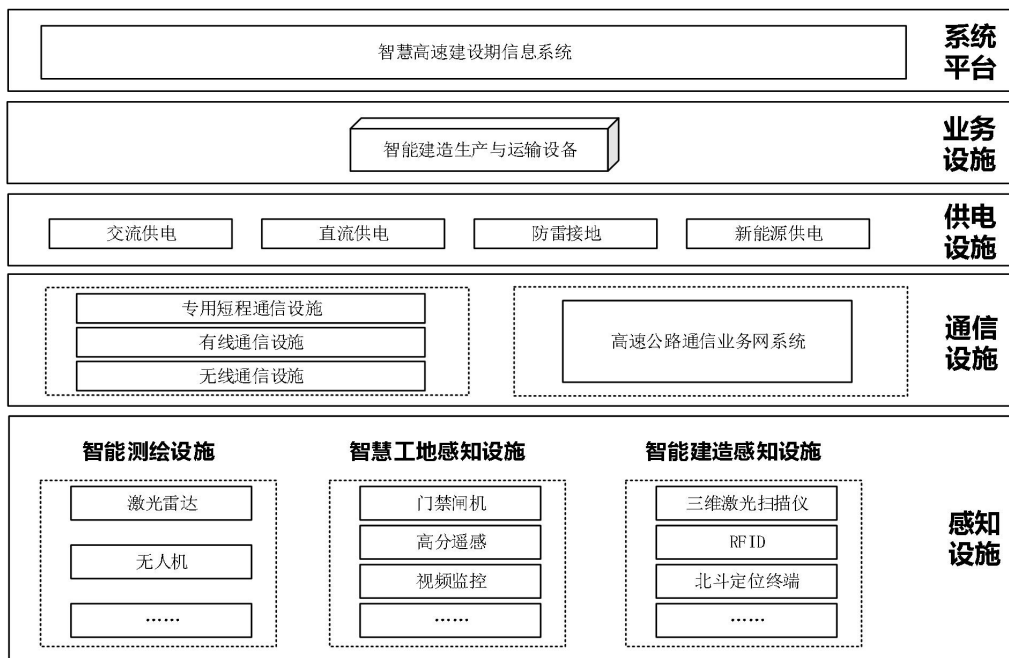


图 4 智慧高速公路建设阶段物理框架

### 5.3.2 感知设施

5.3.2.1 智慧高速公路建设阶段感知设施宜包含智能测绘设施、智慧工地感知设施及智能建造感知设施。

5.3.2.2 智能测绘设施宜包含激光雷达、无人机、倾斜摄影、GNSS 接收机等设施。

5.3.2.3 智慧工地感知设施宜包含人员管理设施、设备管理设施、物料管理设施、施工进度管理设施、质量管理设施、安全管理设施和工地环境管理设施。

5.3.2.4 人员管理设施宜包含设备定位、车辆门禁、特种机械安全管控等设施。

5.3.2.5 设备管理设施宜包含考勤机、门禁闸机、远距离读卡器、RFID 芯片、智慧施工服、高精度定位安全帽、特种设备预警监控等设施。

5.3.2.6 物料管理设施宜包含智慧无人称重设施、RFID 芯片、二维码、手持终端等设施。

5.3.2.7 施工进度管理设施宜包含无人机、高分遥感、视频监控等设施。

5.3.2.8 质量管理设施宜包含试验检测管控、路基施工管控、水泥稳定碎石基层施工管控、沥青面层施工管控、桥涵结构物施工管控、隧道施工管控等设施。

5.3.2.9 安全管理设施宜包含安全行为抓拍识别、视频监控、通航安全预警等设施。

5.3.2.10 工地环境管理设施宜包含水质监测、空气质量监测、噪音监测、扬尘监测等设施。

5.3.2.11 智能建造感知设施宜包含预制构件自动化生产设施及预制构件智慧运输设施。

5.3.2.12 预制构件自动化生产设施宜包含三维激光扫描仪、PCS 过程控制系统、PLC 可

编程逻辑控制器等设施。

5.3.2.13 预制构件智慧运输设施宜包含 RFID 芯片、二维码、手持终端、北斗定位终端、IOT 终端等设施。

### 5.3.3 通信设施

5.3.3.1 智慧高速公路建设期通信设施主要包含专用短程通信设施、有线通信设施、无线通信设施，宜依据附录 A 的要求建设。

### 5.3.4 供电设施

5.3.4.1 智慧高速公路建设期供电设施主要包含低压直供设施、中压供电设施、交/直流远供设施和新能源微电供电设施等，应依据附录 B 的要求建设。

### 5.3.5 智能建造生产与运输设备

5.3.5.1 智能建造生产与运输设备宜包含预制构件自动化生产设备、预制构件智慧运输设备。

5.3.5.2 预制构件自动化生产设备宜包含三维激光扫描仪、PCS 过程控制系统、PLC 可编程逻辑控制器等设备。

5.3.5.3 预制构件智慧运输设备宜包含 RFID 芯片、二维码、手持终端、北斗定位终端、IOT 终端等设备。

### 5.3.6 建设期信息系统

5.3.6.1 智慧高速公路建设期应通过建设期信息系统执行建设管理、智慧工地、智能建造。建设期信息系统宜参照附录 C 要求建设。

## 6 养护阶段

### 6.1 养护阶段功能框架

#### 6.1.1 一般要求

6.1.1.1 智慧高速公路养护阶段功能框架主要包含养护工作管理数字化、养护决策分析。

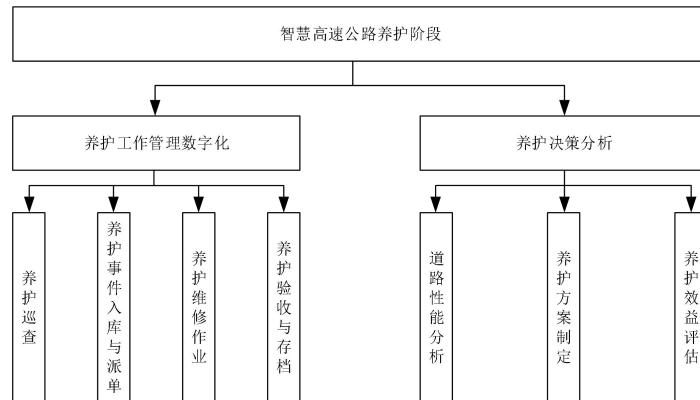


图 5 智慧高速公路养护阶段功能框架

## 6.1.2 养护工作数字化管理

6.1.2.1 智慧高速公路养护工作管理主要包含养护巡查、养护事件入库与派单、养护维修作业、养护验收与存档等工作数字化。

6.1.2.2 养护巡查应依据日常养护巡查和经常性养护检查的规定分主体进行，巡查结果应接入养护信息系统进行决策分析。

6.1.2.3 应根据养护巡查的结果，在养护信息系统中执行养护事件入库与派单工作。

- a) 经养护决策分析判定的养护事件应自动执行养护信息系统事件入库操作，养护信息系统结合高速公路运营期管理系统传递的数据，下发结构化消息至养护作业人员。
- b) 下发的结构化消息应至少包含病害位置、桩号区段、病害图片、病害类型及程度、处置建议、处置节点要求等信息；
- c) 依据养护信息系统历史数据，应建立路面病害频发频补位点预警机制，确定病害常发原因。

6.1.2.4 养护作业人员应根据养护信息系统下发的结构化消息进行养护维修作业。

- a) 养护维修作业流程应实现线上流转，并全流程无纸化。
- b) 养护维修作业期间对于人员、设备、物料和作业影像资料应进行全流程跟踪记录，形成电子档案，并与作业派单记录对应。
- c) 养护维修作业信息应与各信息发布渠道结合，快速发布作业时间、作业区段位置并及时撤销。

6.1.2.5 应依托养护信息系统进行养护工作验收交付与记录存档。养护信息系统应存档养护巡查记录、养护作业记录、养护费用执行、养护评估与验收记录等流程的数字化信息，具备工程量时间、空间分布数据分析和事件统计报表功能，提供支付审批电子流程，并支撑后续养护决策分析工作。

## 6.1.3 养护决策分析

6.1.3.1 智慧高速公路养护决策分析主要包含道路性能评定、公路设备设施养护决策、养护方案制定、养护效益评估。

6.1.3.2 道路性能评定应依据运营监测动态数据，实现道路现状性能评定及未来性能演变预测。具体要求包括：

- a) 应根据各类基础设施服役状态历时数据，道路宏观性能应通过公路技术状况指数MQI、路面技术状况指数PQI等指标评定；道路微观性能应通过对桥隧结构损坏、路面表观病害及沿线损坏设施位置、类型等统计分析评定。
- b) 应根据各类基础设施服役状态历史数据，结合交通运行状态监测数据及气象环境数据，分析道路性能衰变历程及影响因素，持续观测道路病害发展，预测病害未来劣化演变趋势，推演道路病害劣化突变点位、桥隧构造物和沿线设施易损坏位置。

6.1.3.3 公路设备设施养护决策应依据设备设施相关基础静态数据和运营监测动态数据，自动化研判设备运行状态，对公路沿线设施损坏、机电设备故障应实现自动识别、及时告警并检修。

6.1.3.4 养护方案制定应根据道路性能评定结果，通过养护决策模型合理制定养护施工计划。具体要求包括：

- a) 应根据道路现状性能评定结果进行养护决策，自动判别日常养护事件，并推送至人工复查。
- b) 宜根据道路现状性能评定和未来性能演变预测结果，结合养护资金总额，生成专项养护计划，为道路专项养护路段范围、时序及养护资金分配等提供建议，经人工复查确定专项养护项目计划。

6.1.3.5 养护效益评估应实现对道路养护方案实施后效益的多维度量化评估。具体要求包括：

- a) 应从养护施工前后道路性能对比等方面，评估道路养护对公路资产维护方面产生的效益。
- b) 宜从养护施工期间产生的交通影响以及养护施工完成后民众满意度、交通运行安全效率提升等方面，评估道路养护对社会经济服务效益方面产生的效益。

## 6.2 养护阶段数据框架

6.2.1 智慧高速公路养护阶段数据框架主要包含数据采集、数据传输、数据存储、数据分发、数据分析和数据应用。

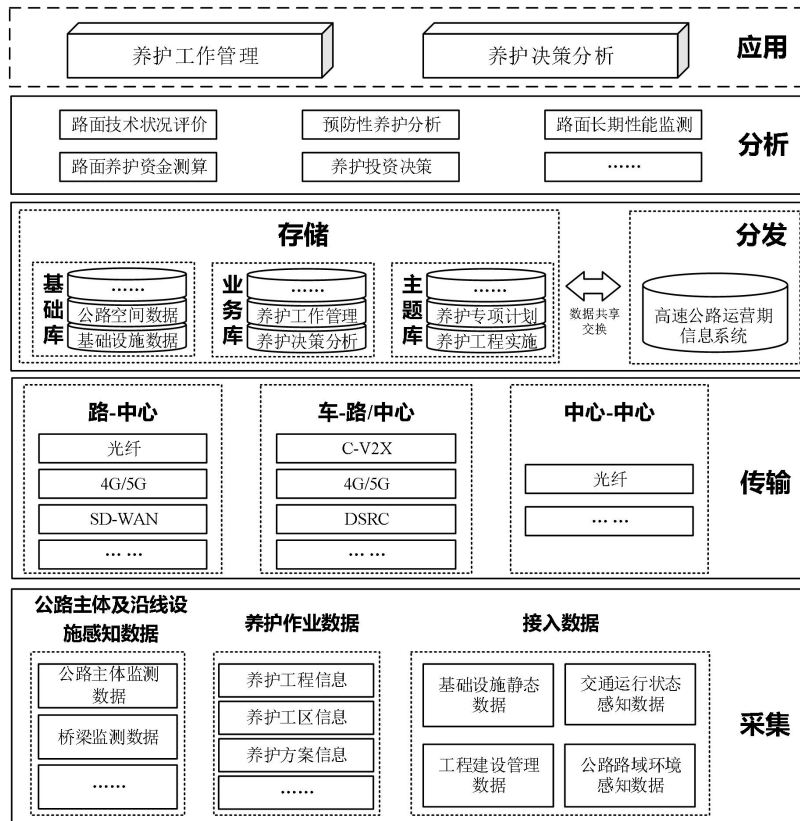


图 6 智慧高速公路养护阶段数据框架



## 6.2.2 数据采集

6.2.2.1 智慧高速公路养护阶段数据采集主要包含公路主体及沿线设施感知数据、养护作业数据、基础设施静态数据、工程建设管理数据、交通运行状态监测数据、公路路域环境感知数据。

6.2.2.2 公路主体及沿线设备设施感知数据主要包含路基路面监测数据、桥梁监测数据、隧道监测数据、交通设备设施监测数据，如下表所示：

表 3 养护阶段采集的公路主体及沿线设备设施感知数据内容

| 数据类型            | 数据内容  |
|-----------------|---|
| 公路主体及沿线设备设施感知数据 | <p>1) <b>路基路面数据</b>：宜包含路面动荷载监测数据、路面病害监测数据、路基异常监测数据等，其中路面病害包括路面裂缝、坑槽、车辙、拥包等，路基异常包括边坡塌陷、路基沉降等。</p> <p>2) <b>桥梁监测数据</b>：宜包含结构应力监测数据、桥梁变形监测数据、结构裂缝监测数据、环境腐蚀监测数据、交通荷载监测数据、结构温度监测数据等。</p> <p>3) <b>隧道监测数据</b>：宜包含能见度监测数据、CO浓度监测数据、风速风向监测数据、亮度监测数据、火灾监测数据、交通事件监测数据、结构安全监测数据等。</p> <p>4) <b>沿线设施监测数据</b>：宜包含护栏、中央分隔带、标志标线等交通安全设施状态监测数据。</p> <p>5) <b>机电设备状态监测数据</b>：宜包含设备供电状态、通信状态、防雷器状态、机箱开门状态、箱内温湿度等。</p> |

6.2.2.3 养护作业数据宜包含养护工程数据、养护工区数据、养护车辆/无人机运行监测数据、养护方案数据等，如下表所示：

表 4 养护阶段采集的养护作业数据内容

| 数据类型   | 数据内容  |
|--------|---|
| 养护作业数据 | <p>1) <b>养护工程数据</b>：宜包括养护施工时间、施工位置、施工内容、通行限制或车道封闭等数据。</p> <p>2) <b>养护工区数据</b>：宜包含养护人员、养护设备、养护车辆、养护物料等数据。</p> <p>3) <b>养护车辆/无人机管理数据</b>：宜包含养护车辆/无人机的身份、实时定位、运行状态、行驶轨迹等数据。</p> <p>4) <b>养护方案数据</b>：宜包含养护方案和计划、养护经费、养护效益评估等数据。</p> |

6.2.2.6 智慧高速公路养护阶段基础设施静态数据、工程建设管理数据应分别依据表 1、表 2 从建设阶段获取。

6.2.2.7 智慧高速公路养护阶段交通运行状态监测数据、公路路域环境感知数据应分别依据表 6、表 7 从运营阶段获取。

## 6.2.3 数据传输

6.2.3.1 智慧高速公路养护阶段数据传输方式可包括路-中心、车-中心通信和中心-中心通信。

6.2.3.2 路侧摄像机等固定式养护事件感知设施应通过路-中心通信向养护信息中心发送信息，宜采用光纤、4G/4G、SD-WAN 等通信技术进行。

6.2.3.3 移动式巡检车或无人机通过车-中心通信向养护信息中心发送信息，宜采用 4G/5G、C-V2X、DSRC 等通信技术进行。

6.2.3.4 养护期信息系统通过中心-中心通信与建设期信息系统、运营期信息系统传输数据，宜采用光纤通信。

#### 6.2.4 数据存储

6.2.4.1 智慧高速公路养护阶段数据应分类存储于高速公路养护信息中心中，包括基础库、主题库和业务库，支撑海量数据深层次交互融合与挖掘应用。

6.2.4.2 基础库：主要存储智慧高速公路基础静态信息。应包括公路基础设施数据库、公路沿线设施数据库、公路空间数据库、信息分类编码数据库等。

6.2.4.3 业务库：主要存储与智慧高速公路运营阶段相关的各类业务管理数据。主要包括养护工作管理数据库、养护决策分析数据库等。

6.2.4.4 主题库：存储面向智慧高速公路特定领域或应用领域的的数据，基于养护阶段高速公路的业务数据和基础数据进行主题抽取和综合应用，主要包括养护专项计划管理数据库、养护工程实施管理数据库、小修保养和大修工程数据库等。

#### 6.2.5 数据分发

6.2.5.1 智慧高速公路养护阶段应依据表 4 向运营阶段发送数据公路主体及沿线设备设施感知数据、养护作业数据。

#### 6.2.6 数据分析

6.2.6.1 智慧高速公路养护阶段宜建立相关模型对数据库中的资源进行处理和分析，宜包括路面技术状况评价、预防性养护分析、路基路面长期性能预测、路基路面养护资金测算、桥梁隧道养护资金测算、养护投资决策等模型。

#### 6.2.7 数据应用

6.2.7.1 智慧高速公路养护阶段数据应用应执行功能框架中的养护工作管理、养护决策分析。

### 6.3 养护阶段物理框架

6.3.1 智慧高速公路养护阶段物理框架主要包含养护事件感知设备、通信设备和养护期信息系统。

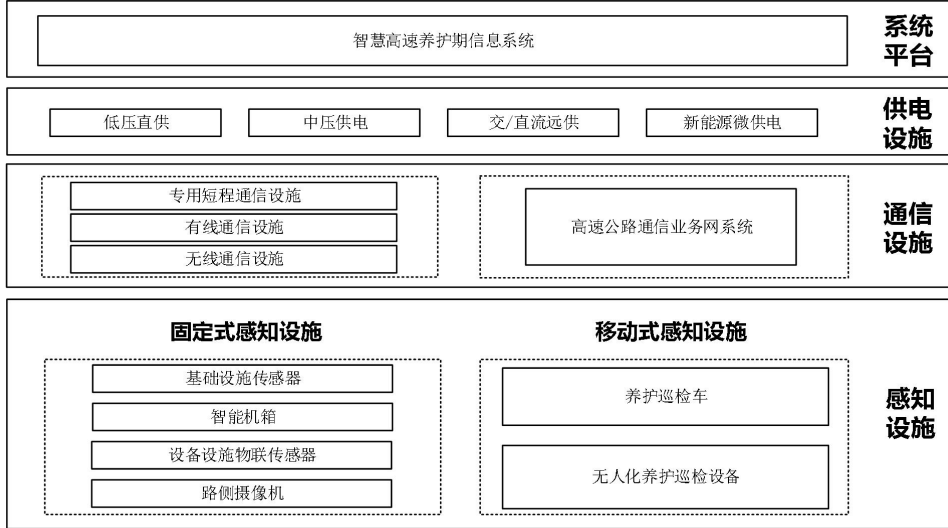


图7 智慧高速公路养护阶段物理框架

#### 6.3.2 感知设施

6.3.2.1 养护事件感知设施包含固定式感知设施和移动式感知设施。

6.3.2.1 养护事件固定式感知设施应包含基础设施传感器、设备设施物联传感器、路侧摄像机。

- 宜预埋温度传感器、应变传感器、位移传感器等基础设施监测传感器，用于桥梁、隧道、路基等结构健康监测，及公路边坡稳定性监测等。
- 可采用智能机箱对公路沿线机电设备运行状态进行监测，应具备实时监测、远程监测、故障定位及报警、智能运维等功能，智能机箱可与路侧机电设备共同布设，共杆的机电设备宜采用同一个智能机箱。
- 可利用设施设备物联传感器、路侧摄像机拍摄的视频图片，研判公路交通安全设施损坏及路面病害情况。
- 对于相应路面病害频发频补点位应安排包括探地雷达无损探伤手段在内的专项检测，确定病害发生原因。

6.3.2.2 养护事件移动式感知设施应包含养护巡检车、无人化养护巡检设备。

- 应在巡检车辆安装前视摄像机，采集公路主体、桥梁、隧道和交通安全设施等状态信息。
- 宜采用无人机、养护机器人等无人化养护巡检设备拍摄采集公路主体、桥梁、隧道和交通安全设施等状态信息。

### 6.3.3 通信设施

6.3.3.1 智慧高速公路养护阶段通信设施主要包含有线通信设施和无线通信设施。

- a) 基础设施传感器、路侧摄像机等养护事件固定式感知设施宜依据附录 A 建设有线通信设施。
- b) 设备设施物联传感器等养护事件固定式感知设施和养护事件移动式感知设施宜依据附录 A 建设 4G、5G 等无线通信设施。

6.3.3.2 智慧高速公路养护阶段业务组网宜依据附录 A 建设。

### 6.3.4 供电设施

6.3.4.1 智慧高速公路养护阶段供电设施主要包含低压直供设施、中压供电设施、交/直流远供设施和新能源微电供电设施等。

6.3.4.2 路侧摄像机等护事件固定式感知设施宜依据附录 B 建设低压直供设施、中压供电设施、交/直流远供设施等供电设施。

6.3.4.3 基础设施传感器、设备设施物联传感器等低耗电感知设施宜依据附录 B 选用新能源微电供电设施。

### 6.3.5 养护期信息系统

6.3.5.1 智慧高速公路养护期应通过养护期信息系统执行养护工作管理、养护决策分析。养护信息系统应根据附录 C 的要求建设。

## 7 运营阶段

### 7.1 运营阶段功能框架

7.1.1 智慧高速公路运营阶段功能框架主要包含运行调度、收费管理、大数据稽查、资产管理、出行服务、全天候通行、车路协同。

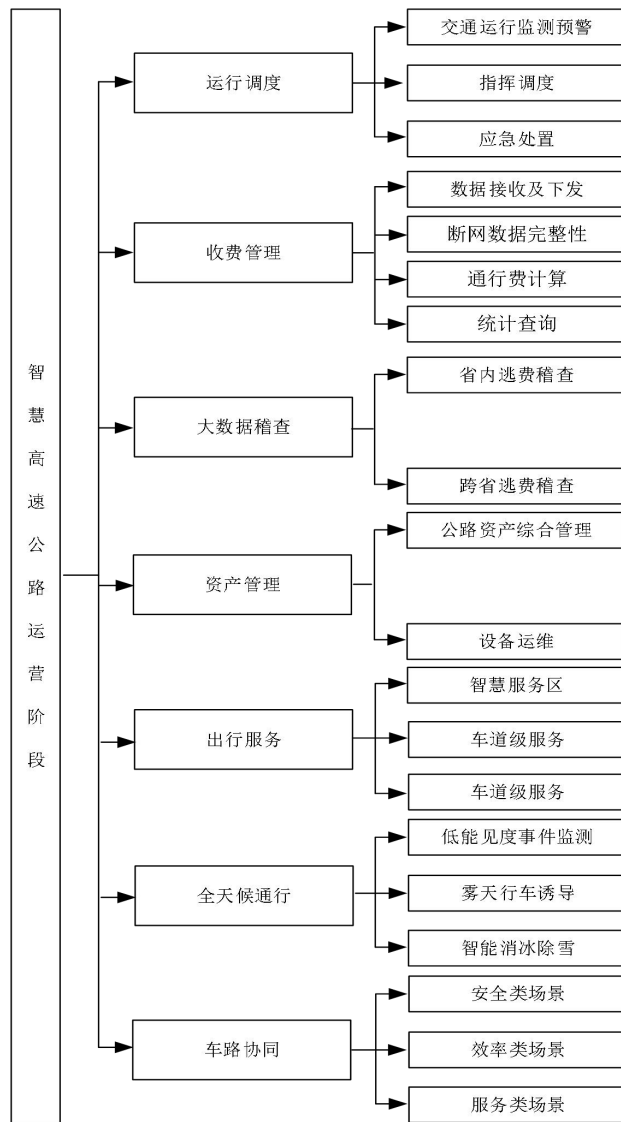


图 8 智慧高速公路运营阶段功能框架

### 7.1.2 运行调度

7.1.2.1 智慧高速公路运行调度主要包含交通运行监测预警、指挥调度、应急处置。

7.1.2.2 交通运行监测预警宜对交通参数、交通事件、拥堵状态、气象环境等进行实时感知监测。能够实现节假日交通流量预警、路网拥堵预警、应急事件预警等功能。

7.1.2.3 指挥调度宜结合目标路段及上下游路段的实时交通流信息与交通事故、施工养护、气象环境等信息，对路网拥堵情况进行精准预测、提前预警；针对预测将要发生拥堵的路段，推算拥堵可能对上下游路段造成的影响，通过分析仿真，制定具体的管控策略。

7.1.2.4 应急处置应包含应急事件接入、应急预案响应、应急指挥调度及应急处置评估。

- a) 应急事件接入包含路网事件的自动接入及值班值守接入，自动接入时间宜 $<10s$ 。
- b) 应急预案响应根据事件发生地点、事件性质、事件规模、事件级别等分类信息，自动从应急预案库中筛选合适的预案，为开展现场处置或远程会商提供辅助决策。

- c) 应急指挥调度应对应急处置所需的各类应急物资、装备、救助力量等进行智能化调配与协同指挥。同时实时记录现场应急处置情况，及时跟踪事件变化趋势，优化应急指挥调度方案。
- d) 应急处置评估应对应急处置效果进行分析与评估，指导优化应急预案。

### 7.1.3 收费管理

7.1.3.1 智慧高速公路收费管理主要包括数据接收及下发、断网数据完整性、通行费计算、统计查询等。

7.1.3.2 数据接收及下发应支持接收区域下级机构上传的收费数据、出入口流水、车辆图片等；应支持向接收区域下级机构下发运营参数、控制指令、基础费率、拆分结果等。

7.1.3.3 断网数据完整性应支持在网络中断时，上传和下发的数据在网络恢复后按照设计文件的要求及时接收及下发。

7.1.3.4 通行费计算应支持通过路径拟合进行通行费计算；应支持自由流收费和预收费功能。

7.1.3.5 统计查询应支持查询出入口交易流水、门架流水、牌识流水等原始信息；支持对省界出入口及收费站的交易量、交易金额等进行报表统计分析。

### 7.1.4 大数据稽查

7.1.4.1 智慧高速大数据稽查主要包括稽核工具、稽核追缴、名单管理、稽核工单管理、档案管理、稽核运营、画像分析。

7.1.4.2 稽核工具应支持以车牌、时间、位置等条件查找经过判断存在异常的车辆行驶轨迹；支持辅助前线实时获取车辆行程信息及针对套牌、换牌等复杂场景下快速定位疑似逃费车辆；支持对入口治超图片、入口治超流水、门架交易流水，门架牌识、出入口交易等信息查询。

7.1.4.3 稽核追缴应能对车辆异常行为分类形成车辆疑似偷逃费行为记录，提交人工审核；审核无误后应自动加入车辆黑名单、追缴清单，对车辆布控；同时支持根据跨省逃费协查工单，新建稽核追缴布控任务；应支持形成欠费稽核结论、稽核证据链；应支持将追缴成功车辆自动从追缴清单和车辆黑名单中移除。

7.1.4.4 名单管理包括车辆黑名单、追缴清单和重点关注名单。

7.1.4.5 稽核工单管理包括部省稽核体系的工单列表查询、外部协查工单处理、外部协查工单发起。

7.1.4.6 档案管理应支持记录车辆的行驶档案，包括车辆图像、车牌号、车牌颜色、识别车型、车辆品牌、通行介质、轨迹数量、通行次数等归档信息。

7.1.4.7 稽核运营应支持稽核数据的综合展示，支持展示内容应包括：

- a) 支持展示系统所接收的数据处理情况，包括数据总处理结果及其趋势；
- b) 支持展示系统所接收的图像解析情况，包括图像总处理量及其趋势；

- c) 支持展示系统所接收的数据成功复原车辆通行轨迹的情况，包括日、月、年轨迹总量及其趋势；
- d) 支持展示系统复原车辆通行轨迹的异常情况，包括日、月、年异常总量及其变化趋势；
- e) 支持展示用户通过系统进行稽核工作的情况，包括日、月、年工作总量及其变化趋势。

7.1.4.8 画像分析应支持对偷逃费车辆进行精准画像，并将车辆信息归档，归档信息包括车辆品牌、颜色、图片、车型、车牌号码等；应支持构建车辆偷逃费行为风险分析模型，对可能发生的偷逃费行为进行自动预警。

#### 7.1.5 资产管理

7.1.5.1 智慧高速公路资产管理应包含公路资产综合管理和设备运维。

7.1.5.2 智慧高速公路资产综合管理宜包含公路里程、入账价值等公路资产基本信息，公路资产相关管理制度建立和实施情况，公路资产形成、养护运营、处置和收益情况等。

7.1.5.3 智慧高速公路资产综合应根据统一的数据规范格式，结合地理信息地图，在公路资产管理信息系统中对公路资产进行动态信息化管理。

7.1.5.4 智慧高速公路设备运维对收费系统、通信系统、监控系统、门架系统以及综合管理系统等系统的运行健康、设备质量、维护效率进行评估分析，对设备全生命周期和运维过程进行自动化、标准化管理。

#### 7.1.6 出行服务

7.1.6.1 智慧高速出行服务主要包含智慧服务区、信息发布、车道级服务。

7.1.6.2 智慧服务区主要包含智慧停车、智慧餐厅、智慧厕所、新能源充电、综合信息发布等，可根据服务区规模、客流量进行配置。

- a) 智慧停车主要功能包含驶入/驶出车流量监测、车位占用情况监测、停车诱导等。
- b) 智慧餐厅主要功能包含线上线下车餐、机器人送餐、自动结算、人脸支付等。
- c) 智慧厕所主要功能包含厕位监测、厕位引导、人流统计等。
- d) 新能源充电应能提供有线充电方式，可提供无线充电方式。
- e) 综合信息发布的主要设备包含信息发布屏、一体化查询机等。

7.1.6.3 信息发布主要包含智慧情报板发布、互联网发布。

- a) 智慧情报板发布应支持文字、图形、图片、视频等多种信息发布形式，可实现道路拥堵状态、诱导路线、交通事件、恶劣天气、占道施工、交通管制等信息的审核后发布。
- b) 互联网发布应支持与信息查询终端、互联网网站、第三方导航、微信短信服务平台、广播等发布手段，实现路况信息、施工信息、气象信息、服务区动态信息、ETC充值信息、出行资讯、旅游信息等的发布。

7.1.6.4 车道级服务主要包含主线控制、匝道控制、匝道分合流警示服务。

- a) 主线控制应根据主线交通流量或突发情况，实现含应急车道在内的单个或多个车道开启/关闭功能，以及分车道可变限速信息发布功能。其中突发情况包括路面积雪结冰、交通事故、道路施工等。
- b) 匝道控制应根据主线及匝道的交通流量或突发情况，实现匝道关闭/调节，支持定时匝道调节、动态匝道调节、单匝道控制、多匝道协调控制等功能。其中突发情况包括恶劣天气、突发交通事故、道路施工等。
- c) 匝道分合流警示服务应通过感知匝道汇入主线车辆及诱导灯颜色、频率的变化，实现分流区强化轮廓诱导、合流区闪烁警示车辆汇入两种功能。

#### 7.1.7 全天候通行

7.1.7.1 智慧高速公路全天候通行主要包含低能见度事件监测、雾天行车诱导、智能消冰除雪。

7.1.7.2 低能见度事件监测宜通过路侧固定摄像机和路侧气象监测站采集数据。监测数据传输至中心端进行解算和研判后，应通过信息发布手段发布低能见度事件告警信息。

7.1.7.3 低能见度事件告警信息发布后，宜开启雾天行车诱导设备。雾天行车诱导应具有公路轮廓或车道线强化显示模式、行车主动诱导模式和防止追尾警示模式：

- a) 公路轮廓或车道线强化模式下，诱导装置的黄色诱导灯能够显示常亮状态。
- b) 行车主动诱导模式下，诱导装置的黄色诱导灯能够按照特定频率进行同步闪烁。
- c) 防止追尾警示模式下，诱导装置的发光显示组件能够通过工作状态变化来提示前后车辆安全间距，当车辆通过诱导装置时，可触发上游诱导装置的红色警示灯点亮，形成红色尾迹来提示后方车辆，红色尾迹与车辆同步前移。
- d) 雾天行车诱导处于防止追尾警示模式时，红色警示区间的长度可在60m~100m范围内进行调整。

7.1.7.4 智能消冰除雪主要具有气象监测、路面温湿度检测、冰雪预警和自动消冰除雪功能。可根据气象监测结果，实现冰雪预警，当天气条件达到阈值时，可自动开启智能消冰除雪系统，实现路面冰雪快速融化。

#### 7.1.8 车路协同

7.1.8.1 智慧高速公路车路协同主要包含安全、效率和服务3类场景。

##### a) 安全类：

- 1) 盲区预警/变道辅助：可避免车辆变道时，与相邻车道上的车辆发生侧向碰撞，提升变道安全。
- 2) 紧急制动预警：可辅助驾驶员避免或减轻车辆追尾碰撞，提高道路行驶安全。
- 3) 异常车辆预警：基于通信终端及时对外广播车辆停止、逆行、超速、低速、连续变道等信息，便于周边车辆迅速采取避让措施，避免由于车辆失控导致与周边车辆碰撞事故发生。
- 4) 车辆失控预警：将道路危险状况及时通知周围车辆。
- 5) 道路危险状况提示：将含交通事故、路段施工、恶劣天气、路面异常等信息及时通知周围车辆。
- 6) 限速预警：向车辆播报当前限速，辅助车辆按合理的速度行驶。



b) 效率类:

- 1) 车内标牌: 向驾驶员发送道路数据以及交通标牌信息。
- 2) 前方拥堵提醒: 向驾驶员发送前方路段拥堵信息, 指导驾驶员合理制定行车路线, 提高通行效率。
- 3) 紧急车辆提醒: 向在途车辆发送消防车、救护车、警车或其它紧急车辆经过的紧急让行提醒。

c) 服务类:

- 1) 服务区信息提醒: 主要将服务区剩余车位、剩余充电桩等动态信息提示给驾驶员。
- 2) 车辆交织提醒: 主要将车辆分流、合流等信息提示给驾驶员。
- 3) 交通信号提醒: 主要实现车辆对主线管控及匝道管控信号的接收。

## 7.2 运营阶段数据框架

7.2.1 智慧高速公路运营阶段数据框架主要包含数据采集、数据传输、数据存储、数据分发、数据分析、数据应用。

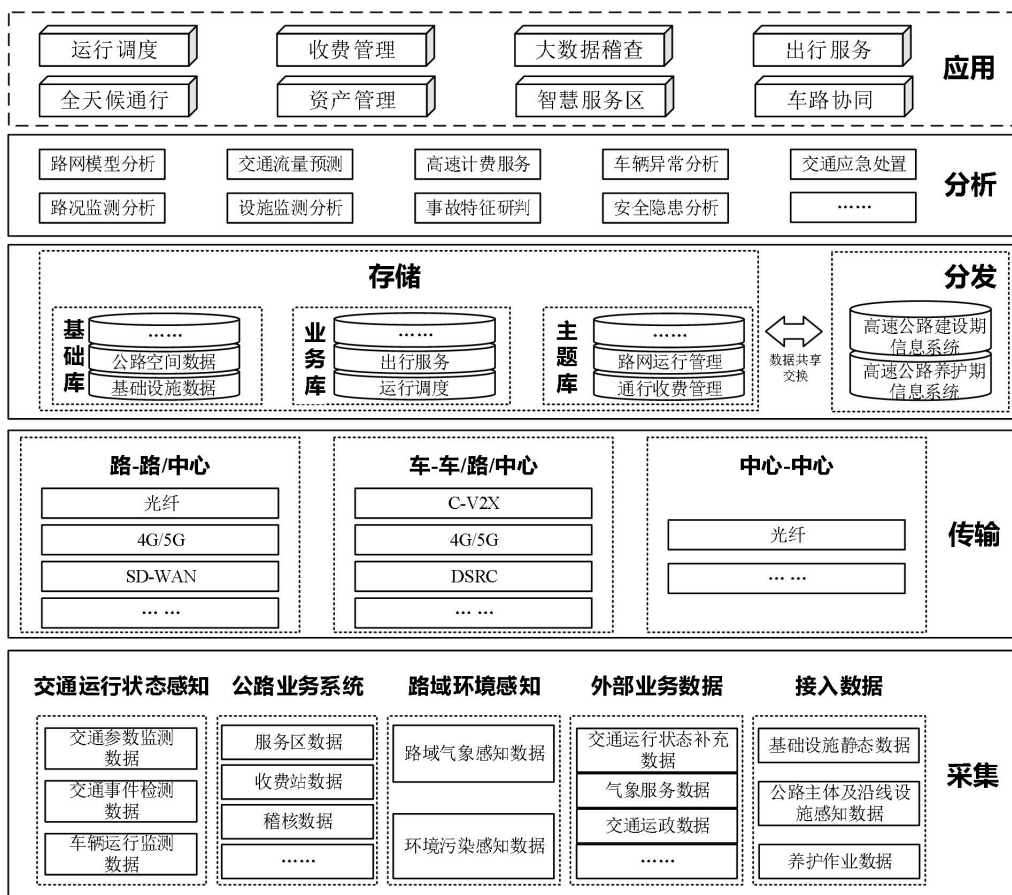


图9 智慧高速公路运营阶段数据框架

## 7.2.2 数据采集

7.2.2.1 智慧高速公路运营阶段数据采集主要包含交通运行状态监测数据、公路业务系统数据、公路路域环境感知数据、外部业务数据、基础设施静态数据、公路主体及沿线设备设施感知数据、养护作业数据。

7.2.2.2 交通运行状态监测数据主要包含交通参数监测数据、交通事件检测数据、车辆运行监测数据、服务区监控数据、收费站数据，如下表所示：

表 5 运营阶段交通运行状态监测数据内容

| 数据类型       | 数据内容   |
|------------|--|
| 交通运行状态监测数据 | <p>1) <b>交通参数监测数据</b>：宜包含交通量、速度、占有率、车辆类型、车辆长度等监测数据，支持按车道统计交通参数信息。</p> <p>2) <b>交通事件检测数据</b>：宜包含交通拥堵、异常停车、违法变道、路面污染、抛洒物等事件检测数据。</p> <p>3) <b>车辆运行监测数据</b>：宜包含上路车辆身份信息 and 重点车辆的实时定位信息、运行状态信息、行驶轨迹信息等。</p> |

7.2.2.3 公路业务系统数据主要包含服务区数据、收费站数据、稽核数据、调度系统数据、客服系统数据、用能监测数据、车路协同交互数据，如下表：

表 6 运营阶段交通业务数据内容

| 数据类型     | 数据内容  |
|----------|---|
| 公路业务系统数据 | <p>1) <b>服务区数据</b>：宜包含服务区车流检测、客流检测、停车位监测、安防事件检测、厕位检测数据、智慧诱导屏数据和营业流水等数据。</p> <p>2) <b>收费站数据</b>：宜包含入口车辆排队、车牌识别、车型识别、车辆称重、收费流水、收费停内外视频监控等数据。</p> <p>3) <b>稽核数据</b>：宜包含逃费车辆信息、逃费里程等数据。</p> <p>4) <b>调度系统数据</b>：宜包含上报的交通事件、应急指挥调度等数据。</p> <p>5) <b>客服系统数据</b>：宜包含出行投诉、出行求助、信息发布等数据。</p> <p>6) <b>用能监测数据</b>：宜包含对智慧公路及附属建筑电能消耗数据、生活用水数据、供暖热量数据等。</p> <p>7) <b>车路协同交互数据</b>：包括车端上传和路侧下发的各类数据。</p> |

7.2.2.4 公路路域环境感知数据主要包含气象环境感知数据、环境污染感知数据，如下表：

表 7 运营阶段公路路域环境感知数据内容

| 数据类型       | 数据内容   |
|------------|--|
| 公路路域环境感知数据 | <p>1) <b>气象环境感知数据</b>：宜包含能见度监测数据、空气温度监测数据、路面状态（干燥、潮湿、积水、结冰、团雾、积雪）监测数据、风速风向监测数据等。</p> <p>2) <b>环境污染感知数据</b>：可包含空气质量监测数据、噪声监测数据、扬尘监测数据等。</p> |

7.2.2.5 外部业务数据主要指通过与公安交警、应急、气象、交通运管、旅游、生态环境、等其他部门互通获取的数据，以及从公众和互联网平台、通信运营商获取的数据。宜包含交通运行状态补充数据、气象服务数据、交通运政数据，可包含旅游监测数据、道路环境监测数据。如下表所示。

表 8 运营阶段接入外部业务数据内容

| 数据类型   | 数据内容  |
|--------|---|
| 外部业务数据 | <p>1) <b>交通运行状态补充数据</b>: 宜包含与公安交警、通信运营商、第三方出行服务平台共享的交通运行状态和突发事件数据, 如浮动车信息数据、手机信令数据等。</p> <p>2) <b>气象服务数据</b>: 宜包含与气象信息服务平台共享的气象环境数据等。</p> <p>3) <b>交通运政数据</b>: 宜包含交通运输行业经营者、运营车辆、从业人员等以及交通执法部门、公安交警部门的违规处罚记录等数据。</p> <p>4) <b>旅游监测数据</b>: 可包含重点景区和周边路网运行监测数据、旅游客运企业与人员资质数据、旅游包车运行数据等。</p> <p>5) <b>道路环境监测数据</b>: 可包含与生态环境管理等部门共享的道路沿线范围的路面环境数据、噪声监测数据等。</p> |

7.2.2.6 智慧高速公路运营期基础设施静态数据应依据表 1 从建设阶段获取。

7.2.2.6 智慧高速公路运营期公路主体及沿线设备设施感知数据、养护作业数据应分别依据表 3、表 4 从养护阶段获取。

### 7.2.3 数据传输

7.2.3.1 智慧高速公路运营阶段数据传输方式可包括路-路通信、路-中心通信、车-车通信、车-路通信、车-中心通信、中心-中心通信等。

7.2.3.2 路-路通信可采用光纤、4G/5G、NB-IoT、SD-WAN 等通信技术进行传输, 可用于运行调度、收费服务、出行服务、全天候通行服务、车路协同信息传递等。

7.2.3.3 路-中心通信可采用光纤、4G/5G、SD-WAN 等通信技术, 包括运行调度、收费服务、出行服务、全天候通行服务、车路协同信息传递。

7.2.3.4 车-车通信、车-路通信、车-中心通信可采用 4G/5G 和 C-V2X 等通信技术。对于自动驾驶与车路协同, 推荐采用 C-V2X 技术, 包括车辆行驶过程中的安全驾驶数据、通行效率数据、信息服务数据等, 支持车路协同信息传递。

7.2.3.5 运营期信息系统通过中心-中心通信与建设期信息系统、养护期信息系统传输数据, 宜采用光纤通信。

### 7.2.4 数据存储

7.2.4.1 智慧高速公路运营阶段数据应分类存储于高速公路运营数据中心中, 包括基础库、主题库和业务库, 支撑海量数据深层次交互融合与挖掘应用。

7.2.4.2 基础库: 主要存储智慧高速公路相关基础静态信息。可包括路公司机构数据库、人员基本信息数据库、信息资源数据库、人员权限数据库、公路基础设施数据库、公路沿线设施数据库、公路空间数据库、信息分类编码数据库等。

7.2.4.3 业务库: 主要存储与智慧高速公路运营阶段相关的各类业务管理数据。主要包括公路网运行调度数据库(包含交通运行监测预警、指挥调度、应急处置等)、收费管理数据库、出行服务数据库、智慧服务区数据库、车路协同数据库等。

7.2.4.4 主题库: 存储面向智慧高速公路特定领域或应用领域的数据库, 基于运营阶段高速公路的业务数据和基础数据进行主题抽取和综合应用, 主要包括路网运行管理主题数据库、

路政管理主题数据库、交通流特征主题数据库、公路安全隐患主题数据库、通行收费管理主题数据库等。

### 7.2.5 数据分发

7.2.5.1 智慧高速公路运营阶段应依据表 5 和表 7 向养护阶段分别发送交通运行状态监测数据、公路路域环境感知数据。

### 7.2.6 数据分析

7.2.6.1 智慧高速公路运营阶段宜建立相关模型对数据库中的资源进行处理和分析，宜包括路网模型分析、路况监测分析、交通流量预测、车辆异常分析、驾驶行为分析、安全隐患分析、事故特征研判、交通应急处置、高速计费服务、设施监测分析等模型。

### 7.2.7 数据应用

7.2.7.1 智慧高速公路运营阶段数据应用应执行功能框架中的运行调度、收费管理、大数据稽查、资产管理、出行服务、全天候通行、车路协同。

## 7.3 运营阶段物理框架

7.3.1 智慧高速公路运营阶段物理框架主要包感知设施、通信设施、供电设施、收费设施、沿途信息发布设施、智能管控设施、边缘系统设施、高精度地图、高精度定位、智慧高速公路运营期管理系统。

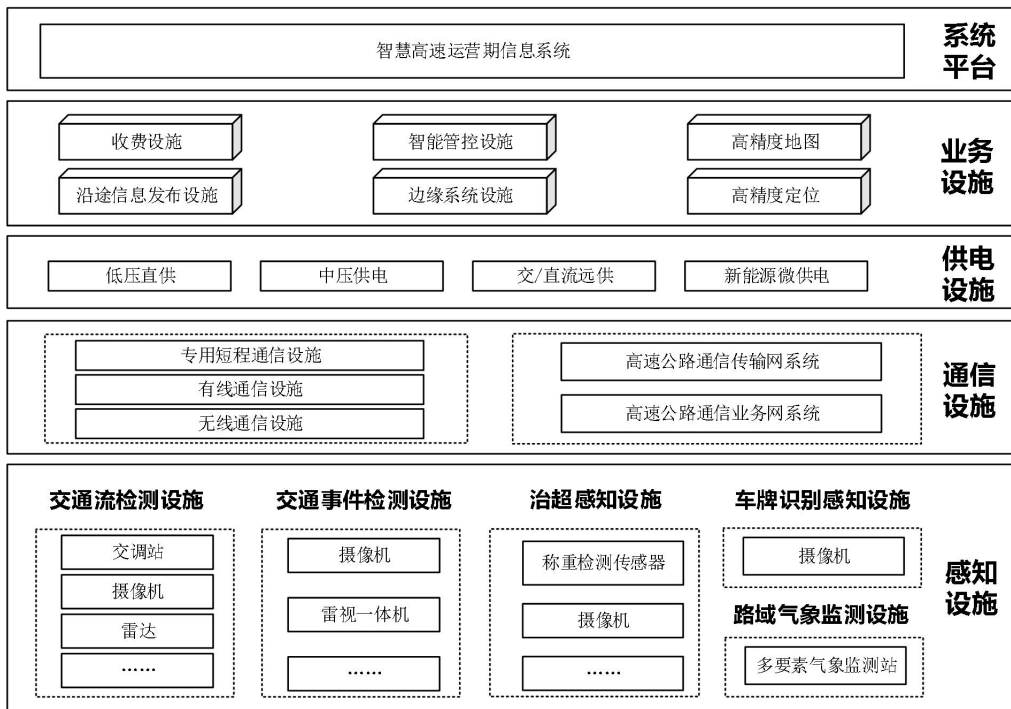


图 10 智慧高速公路运营阶段物理框架

### 7.3.3 感知设施

7.3.3.1 智慧高速公路运营阶段感知设施应包含交通流检测设施、交通事件检测设施、车辆特征识别感知设施、治超感知设施、路域气象监测设施等。

7.3.3.2 交通流检测设施宜包含交调站、摄像机、雷达、雷视一体机、路侧计算单元等，应布设在路侧、门架、收费站、服务区等位置。

7.3.3.3 交通事件检测设施宜包含摄像机、雷视一体机、路侧计算单元等，应布设在路侧、门架、收费站、服务区等位置。

7.3.3.4 车辆特征识别感知设施主要包含摄像机，宜辅以补光灯设施，应布设在路侧、门架、收费站、服务区等位置。

7.3.3.5 治超感知设施主要包含称重检测传感器、摄像机以及路侧计算单元等设施，应布设在路面、门架、收费站等位置。

7.3.3.6 路域气象监测设施主要包含多要素气象监测站，宜符合以下要求：

- a) 路域气象监测设施应能监测包含能见度、路面温度、路面状态（干燥、潮湿、积水、结冰、积雪）、风速、风向等信息。
- b) 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路域气象监测设备。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。

7.3.3.7 智慧高速公路运营阶段各感知设施都应满足信息安全要求，应内置密码安全模块，确保设施内部应用程序、系统参数、安全数据和用户不被篡改，支持使用基于证书的认证机制实现设备的身份认证和安全接入，支持信息交互的真实性、完整性以及机密性。

### 7.3.4 通信设施

7.3.4.1 智慧高速公路运营期通信设施和通信组网宜依据附录 A 的要求建设。

7.3.4.2 智慧高速运营期收费通信业务应单独组网，与其他通信业务网分离。

7.3.4.3 车路协同无线设备宜通过4G/5G Uu、PC5接口实现车辆与路侧信息的交互。

### 7.3.5 供电设施

7.3.5.1 智慧高速公路运营期供电设施主要包含低压直供设施、中压供电设施、交/直流远供设施和新能源微电供电设施等，应依据附录 B 的要求建设。

### 7.3.6 收费设施

7.3.6.1 智慧高速公路运营期收费设施由 ETC 门架系统、收费站车道系统等组成。

7.3.6.2 ETC 门架系统应依据以下要求建设：

- a) ETC 门架系统应设置在省界及交通流发生变化（如入/出口匝道、互通立交）前的路段区间。
- b) 在省界设置 ETC 门架时，相邻两省均应分别设置上下行 ETC 门架系统，位置应设置在省界分界线与距离分界线最近的互通立交之间。

- c) 设置在省界的 ETC 门架系统，上/下行方向各设置两个门架，每个门架宜具备关键设备（RSU、车牌图像识别设备等）冗余设置，当主设备发生故障时，备用设备应立即启用工作，同向两个门架同时工作，互为冗余备份，当其中一个门架发生故障或日常维护时，另一个门架可承担所有收费工作，为避免门架间信号相互干扰，同向设置两个门架时，其间距应大于 500m。
- d) 设置在非省界的路段 ETC 门架系统，上/下行方向各设置一个门架，每个门架应具备关键设备（RSU、车牌图像识别设备等）冗余设置，当主设备发生故障时，备用设备可立即启用工作。
- e) ETC 门架应布设在直线段，门架前方直线距离应保证 50 米以上。
- f) ETC 门架应与其他交通设施互无遮挡，且应避开 5.8 GHz 相近频点干扰源。
- g) 在满足 ETC 门架功能要求的前提下，布设位置的选择应综合考虑供电、安装、通信的造价，优选综合造价合理的方案，优选供电、安装、通信方便的地点，尽量靠近附近的收费站房。

7.3.6.3 收费站车道系统主要包含人工收费车道系统、ETC 收费车道系统及自助收费车道系统。

- a) 人工收费车道系统由车道计算机、车道控制器、收费员终端、雨棚信号灯、车道通行信号灯、车道栏杆（出口车道）、语音报价器（出口车道）、费额显示屏（出口车道）、车道状态屏、计重设备（出口车道）等组成。
- b) 人工收费车道系统设备应为工业级、高质量产品，应轻便、可移动，以便于收费员操作和维修人员保养更换。
- c) ETC 收费车道系统由车道计算机、车道控制器、收费员终端、DSRC 设备、雨棚信号灯、车道通行信号灯、自动栏杆（进口车道）、声光报警器、费额显示屏（进口车道）、车道状态屏、移动应急终端等组成。
- d) 自助收费车道系统由车道计算机、车道控制器、收费员终端、收费机器人、雨棚信号灯、车道通行信号灯、车道栏杆（出口车道）、声光报警器、车道状态屏等组成。

### 7.3.7 沿途信息发布设施

7.3.7.1 智慧高速公路沿途信息发布设施主要包含可变情报板、诱导屏、FM 广播以及外场扩音设施以及 RSU 等设施。

7.3.7.2 沿途信息发布设施应综合考虑建设成本、用户覆盖范围、服务连续性、发布的及时性以及信息发布的协同性，发布的内容应覆盖交通安全、交通流诱导以及交通事件通报等。

7.3.7.3 高速公路互通式立体交叉出口前、收费站外广场前、服务区附近应设置可变情报板、诱导屏等沿途信息发布设施。

7.3.7.4 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，应结合主线控制、匝道控制、雾天行车诱导、智能消冰除雪等设置可变情报板、诱导屏等沿途信息发布设施。

### 7.3.8 智能管控设施

7.3.8.1 智慧高速公路智能管控设施主要包含车道级管控设施、雾天行车诱导设施、智能消冰除雪设施。

7.3.8.2 车道级管控设施应包含主线控制设施、匝道控制设施和匝道分合流诱导警示设施。

- a) 主线控制设施由外场交通数据采集设施、交通信息发布设施、违法自动记录设施、主线控制器、以及中心控制系统组成，应尽量利用现有门架设施，宜在交通流量大（服务水平三级及以下）或事故发生率高的路段布设。
- b) 匝道控制设施宜由外场交通数据采集设施、匝道控制器、匝道控制信号灯、以及中心控制系统组成，宜在主线交通流量大（服务水平三级及以下）或事故发生率高的路段布设，并在匝道合流点停止线下游15m~40m处设置匝道控制信号灯。应在突发情况影响交通汇入时启用。
- c) 匝道分合流诱导警示设施宜由诱导装置、交通数据采集设施组成，诱导装置含发光显示组件，交通数据采集设施可集成至诱导装置中。道路轮廓强化模式下，诱导装置的黄色诱导灯能够显示常亮状态，行车主动诱导模式下，诱导装置的黄色诱导灯能够按照特定频率进行同步闪烁在。匝道分合流诱导警示设施应在车辆汇流频繁的匝道分流区域及合流区域布设，发光显示组件的布设间距宜与分、合流区域的标线施划间距保持一致。

7.3.8.3 雾天行车诱导设施应由诱导装置、交通数据采集设施、能见度监测设备组成。诱导装置含发光显示组件，交通数据采集设施可集成至诱导装置中等。诱导设施应布设在雾天常发且道路线型较差的路段，诱导装置宜布设于行车道两侧，交通流量较大时可布设于车道两侧。

7.3.8.4 智能消冰除雪设施包括路侧端喷洒装置（路侧式）和埋入发热电缆装置（埋入式）。

- a) 路侧式消冰除雪主要由喷洒控制器、喷嘴、工作站、储液罐、气象检测器、路面传感器等组成，单个工作站应至少控制 1.5km 范围内的喷洒控制器，储液罐中融雪剂保质期不小于两年。
- b) 埋入式消冰除雪宜采用恒温控制，既能保证消冰除雪的效果，又能在最大程度上节约电能，加热时间可以根据气象情况进行远程灵活设置，当消冰除雪完成后可自动停止电缆加热。
- c) 可在冬季易积雪结冰且引发交通事故的路段布设，采用路侧式消冰除雪方式时，喷嘴之间的布设间距满足喷洒面积覆盖路面的要求。

### 7.3.9 边缘系统设施

7.3.9.1 智慧高速公路边缘系统设施设施主要包含路侧边缘 MEC 和 RSU。

7.3.9.2 路侧边缘 MEC 通常部署在路侧，用于路侧的计算和存储，应支持与中心系统、路侧感知设备、车载 OBU 的交互，需符合以下要求：

- a) 应提供路侧交通感知事件的推理计算，车路协同事件的推理计算，车牌二次识别、车辆特征识别、车辆轴型识别、AI 图像压缩等场景的 AI 推理能力；
- b) 应支持根据业务场景，进行推理服务部署和资源配置；

- c) 应支持对边缘计算设施的服务性能进行评测和监控，如检测速度、资源开销等；
- d) 应支持与中心侧协同，在边缘部署的推理模型与中心侧部署的训练、管理、存储等系统的协同；
- e) 应支持数据输出功能，将推理结构化数据、压缩图片等处理结果输出。

7.3.9.3 RSU 设施用于与车的通信，支持与车之间交互车路协同信息，支持与路侧边缘系统的通信。

### 7.3.10 高精度地图

7.3.10.1 高精度地图由静态数据和静态数据图层、动态数据图层构成。

7.3.10.2 高精度地图的静态数据图层应包含表1所示基础设施静态数据。车道边缘线、车道分界线、车种专用车道线平面位置的绝对精度高于1米，每100米相对误差不超过0.1米。静态数据图层应定期更新。

7.3.10.3 高精度地图的动态数据图层应具备表3公路主体及沿线设备设施感知数据和表5交通运行状态监测数据，满足数据动态更新要求。

### 7.3.11 高精度定位

7.3.11.1 高精度定位设施应基于北斗卫星导航系统发射的导航信号进行卫星导航增强信息生成与播发。

7.3.11.2 高精度定位设施基准站系统应包含观测基准站和监测基准站。基准站系统应部署于路端，根据所覆盖的公路路线及周边环境特点进行设计布局，间距不宜大于70km。

7.3.11.3 观测基准站应具备原始观测数据采集、时间自主同步、数据存储与传输等功能。

7.3.11.4 监测基准站应具备卫星导航增强信息质量监测、不同频率GNSS信号电离层延迟数据接收等功能。高精度定位设施基准站系统中应至少包括1个监测基准站。

7.3.11.5 在隧道等GNSS信号受遮挡的环境中，应增设路侧辅助定位设施，路侧辅助定位设施应能提供相对定位精度高于10m的定位服务。

### 7.3.12 运营期信息系统

7.3.12.1 智慧高速公路运营期应通过运营期信息系统执行运行调度、收费管理、大数据稽查、出行服务、全天候通行、资产管理、智慧服务区运营、车路协同等工作。运营信息系统应根据附录 C 的要求建设。



## 附录 A

### 智慧高速公路通信建设要求

- A.1 智慧高速公路通信建设应满足交通运输部2012年第3号公告《高速公路通信技术要求》
- A.2 智慧高速公路通信建设主要包含通信设施建设和通信组网建设。
- A.3 通信设施**
- A.3.1 智慧高速公路通信设施宜包含专用短程通信设施、有线通信设施、无线通信设施。
- A.3.2 专用短程通信设施宜包含路侧单元、车载单元等设施。
- A.3.3 有线通信设施宜包含线缆、光缆、光端机、以太网交换机、光纤配线架、通信管道、人（手）孔等设施。
- A.3.4 无线通信设施宜包含感知设施4G、5G无线通讯模块、路由器、网关等设施。
- A.4 通信组网**
- A.4.1 智慧高速公路运营期通信组网主要包含高速公路通信传输网系统和高速公路通信业务网系统。
- A.4.2 高速公路通信传输网系统需符合以下要求：
- a) 高速公路通信传输网系统应由干线传输网与接入网构成。
  - b) 高速公路通信传输网系统宜采用 OTN 技术建网，支持后续干线传输网络和路段接入网络的智能化演进。
  - c) 高速公路通信传输网系统应在省级通信中心和通信（分）中心之间应设立干线传输网，在通信（分）中心与基层通信站之间应设立接入网。
  - d) 基层通信站（收费站）与省级通信中心上行、下行 TCP/IP 报文时延 $\leq 35\text{ms}$ ，基层通信站（收费站）与路侧杆站或 ETC 门架上行、下行 TCP/IP 报文时延 $\leq 1\text{ms}$ 。
  - e) 传输网络的时间同步精度应达到 us 级，宜采用 IEEE 1588-2008 时间同步协议。
  - f) 应具备硬管道隔离能力，宜支持不同带宽业务需求的灵活调整。
  - g) 数据传输网络应具备高可靠性，宜具备多重路径组网能力，宜支持 ASON 保护能力。
- A.4.3 高速公路通信业务网应接入收费、监控、稽查、车路协同等业务设备数据，并符合以下要求：
- a) 高速公路通信业务网宜选用以太网、PON 制式、IP 路由进行组网，支持感知业务、车路协同等新型业务的演进。
  - b) 对于部分欠缺光纤的路段，可采用微波进行组网回传；对于固定网络欠缺或故障 4G/5G 覆盖良好的，可采用 4G/5G 网联进行回传。
  - c) 通信业务网的时间同步精度应达到 us 级，宜采用 IEEE 1588-2008 时间同步协议。
  - d) 通信业务网宜具备硬隔离能力，保障接入各种业务的物理通道隔离要求，数据传输网络和通信业务网应预留适当带宽冗余，平均流量超过总带宽的 50%可考虑进行带宽扩容。

e) 电信业务网网络应具备高可靠性。

A. 4. 4 网络维护要求包括，网络管理平台具备网络可视化的能力，宜支持对网络通信质量的在线查看和故障智能预测功能，数据传输网络和电信业务网络故障应具备网络运维监视平台定位。

A. 4. 5 网络安全应依据《信息安全技术 网络安全等级保护定级指南》（GB/T 22240-2020）开展网络安全定级和备案工作，应按照《信息安全技术 网络安全 等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）要求开展网络安全建设和监督管理。

## 附录 B

### 智慧高速公路供电设施建设要求

**B.1** 智慧高速供电设施主要包含低压直供设施、中压供电设施、交/直流远供设施和新能源微电供电设施等。

**B.1.1** 低压主要包含 1kv 的电压等级，应用于离管理站区变配电站较近（供电距离不超过 1.5km）、负荷矩较小的小功率机电设施。

**B.1.2** 中压指主要包含 1kv、低于 20kv 的交流电压等级，宜从管理站区变配电站将外部电源等级转化为适合的中压等级后，通过线路传输至高速公路沿线的小型中压变配电站。中压供电应用于供电距离超过 1.5km，沿线机电设施密布、负荷相对密集、负荷矩较大的路段。

**B.1.3** 交/直流远供技术应用于高速公路管理站区间的小容量密布设施的全程供电。小容量传输距离不宜超过 15km，单套交/直流远供设备传输系统供电容量不宜大于 30kva。

**B.1.4** 可充分利用公路沿线资源，建设区域光伏电站和智慧高速公路新能源控制系统。宜通过光伏向服务区、隧道、收费站、公路沿线供能。光伏组件主要包含智能光伏控制器、分布式数采、智能光储站管理系统、智能光伏优化器，并符合以下要求：

- a) 智能光伏优化器应具备根据外界环境的变化，不同朝向、不同角度可灵活优化部署光伏组件能力。
- b) 智能光伏控制器应支持动态阻尼适配算法、智能串补自适应算法、主动谐波抑制算法。
- c) 智能光伏电站管理系统应具备通过分布式数采器采集电网各关键设施的实时信息，实现光伏系统可视化监控、子阵拓扑、组串级监控。

**B.1.5** 可建设集太阳能供电、储能、人工补换电一体的智能杆站，光照充足时刻通过太阳能供电，并将多余电量储存在储能箱；光照不足时，可通过储能箱放电补充的方式供电。

## 附录 C

### 智慧高速公路信息化系统建设要求

- C.1 智慧高速公路信息化系统主要包含物理基础设施层、IaaS层、PaaS层和DaaS层、安全服务层和管理域。系统宜根据业务需求分层构建。
- C.2 物理基础设施层应包括国产X86、ARM的计算服务器，提供分布式块存储和SAN存储，网络交换机、路由器、防火墙等硬件设备。
- C.3 IaaS层应将物理基础设施层提供的硬件设备按逻辑功能划分为不同功能的资源池，支持完成服务封装和自动化资源分配。应在IaaS层中实现云资源服务的需求识别、路由、编排、计量、接入等功能。应在IaaS层中实现从资源到服务的转换，包括计算服务、存储服务、网络服务等。
- C.4 PaaS层应根据业务需要设置大数据平台、人工智能服务平台、视频服务平台、融合通信平台、GIS信息系统、BIM平台、物联网平台、算法引擎、应用引擎等。
- a) 大数据平台宜包含数据湖、数据处理算法以及融合数据仓库。
  - b) 人工智能服务平台宜包含数据集管理、模型及算法管理、模型推理和模型训练等功能，宜支持通过容器将云端算法部署至边缘侧计算设施，与边侧协同完成数据标注、边缘推理和边缘部署。
  - c) 视频服务平台宜包含视频接入、视频检索、智能分析、转发存储等功能。
  - d) 融合通信平台宜包含语音调度、视频调度、消息调度、融合管理等功能。
  - e) GIS信息系统宜包含北斗定位、基础地图、应用层地图、地址转换、GIS服务功能。
  - f) BIM平台宜包含二三维信息融合、地址空间转换、轻量化BIM模型、数据空间融合功能。
  - g) 物联网平台宜包含物联网数据连接、物联网规则引擎、物联网数据采集、物联网设备管理功能。
  - h) 算法引擎宜包含支持各类具体业务开展的算法模型。
  - i) 应用引擎包括微服务框架和应用与数据集成平台。
- C.5 DaaS层应基于数据框架中数据存储和数据分发的需求进行系统层面的数据治理。
- a) DaaS层主要包含数据湖、数据标准融合层、数据汇总层、数据应用专题层等。
  - b) DaaS层应支持结构化数据、半结构化数据、非结构化数据、流式数据等多种数据的采集与接入，并对采集和接入的数据进行数据抽取、清洗、校验和转换。
- C.6 安全服务层应为智慧高速信息化系统提供整体安全服务，主要包含防火墙、日志审计、数据库审计、漏洞扫描、安全态势感知、杀毒软件等安全设备。应满足等保二级要求。
- C.7 管理域应为智慧高速信息化系统提供业务管理功能，主要包含组织管理、流程审批、统一认证、云服务管理、经营优化等业务管理功能。

附录 D  
智慧高速公路数据采集目录

| 数据类型            | 数据内容  |
|-----------------|---|
| 基础设施静态数据        | <p>1) <b>路线基础数据</b>: 宜包含项目名称、项目代码、区段代码、桩号、编码、车道、宽度、建设年代、地理位置等项目基本信息; 宜包含高速公路的直线段、曲线段、立交段等位置及长度等平面设计类信息; 宜包含高速公路的纵断面设计类信息; 宜包含高速公路的横断面布置类信息; 宜包含高速公路上桥梁和隧道等构造物分布等信息。</p> <p>2) <b>路基基础数据</b>: 宜包含硬路肩和土路肩等路肩类部分的桩号和布置形式等信息; 宜包含路堤和路堑等边坡类部分的桩号和布置形式等信息; 宜包含挡墙和锚杆等路基构造物类部分的桩号和布置形式等信息; 宜包含路缘石、排水系统等其他部分的桩号和布置形式等信息。</p> <p>3) <b>路面基础数据</b>: 宜包含面层厚度及材料性质等信息; 宜包含基层厚度及材料性质等信息; 宜包含土基处置厚度及处置方式等信息。</p> <p>4) <b>桥梁涵洞基础数据</b>: 宜包含桥梁上部和下部的结构形式及结构组件等信息的桥梁结构数据; 宜包含桥面铺装、伸缩缝等信息的桥梁桥面数据; 宜包含声屏障、管道等信息的桥梁其他附属设施数据。</p> <p>5) <b>隧道基础数据</b>: 宜包含隧道长度、直曲线等信息的描述性数据; 宜包含隧道结构形式和材料性质等信息的构造类数据; 宜包含排水设施、预埋件、内装饰等信息的隧道其他附属设施数据。</p> <p>6) <b>沿线设施基础数据</b>: 宜包含防撞护栏和声屏障、防落网、隔离栅等防护设施类信息; 宜包含交通标志、交通标线、里程桩、轮廓标、防眩板等诱导类信息; 宜包含绿化工程类信息; 宜包含视频监控、雷达等机电设施类信息; 可包含太阳能光伏板等绿色能源设施信息。</p>                     |
| 工程建设管理数据        | <p>1) <b>智慧工地管理数据</b>: 宜包含工地人员信息、物料信息数据、工程现场视频监控数据、工程档案管理数据、项目投资管理数据、项目进度管理数据、变更管理数据等。</p> <p>2) <b>施工质量管理数据</b>: 宜包含软基处理、路面材料试验仪器、拌合站、冲击碾压监管、路面智能压实、智能张拉压浆、特种设备监测等数据。</p> <p>3) <b>施工期结构健康监测数据</b>: 宜包含建设阶段配置的结构健康监测传感器采集道路健康监测数据、桥梁健康监测数据、隧道健康监测数据等。</p> <p>4) <b>施工期环境监测数据</b>: 宜包含施工现场工地扬尘监测数据、空气质量监测数据、噪声监测数据、水质监测数据、风速风向监测数据等。</p> <p>5) <b>施工期安全监测数据</b>: 宜包含施工工地违规行为安全抓拍数据、重点区域视频监控数据、危大工程进度数据、工程风险源数据、安全检查数据、安全问题处理日志数据等。</p> <p>6) <b>施工期能耗监测数据</b>: 宜包含对施工阶段电能消耗数据、燃油消耗数据、建设用水数据, 以及附属房屋设施的生活用电用水数据、供暖热量数据等。</p> <p>7) <b>施工期进度管理数据</b>: 宜包含施工工序数据、整体施工计划数据、月/季度进度计划数据、人工/无人机定时航拍/高分遥感/机器视觉巡查工程进度数据、4D(三维+时间维度) BIM模型数据、突发事件数据。</p> <p>8) <b>智能建造数据</b>: 宜包含预制构件设计参数信息、BIM模型数据、智慧梁场人员及设备管理数据、物料管理数据、构件生产计划排产管理数据、构件质量管理数据、智慧梁场安全管理数据、智慧梁场生态环保监测数据、装配式桥梁施工进度与成本管理数据等。</p> |
| 公路主体及沿线设备设施感知数据 | <p>1) <b>路基路面数据</b>: 宜包含路面动荷载监测数据、路面病害监测数据、路基异常监测数据等, 其中路面病害包括路面裂缝、坑槽、车辙、拥包等, 路基异常包括边坡塌陷、路基沉降等。</p> <p>2) <b>桥梁监测数据</b>: 宜包含结构应力监测数据、桥梁变形监测数据、结构裂缝监测数据、环境腐蚀监测数据、交通荷载监测数据、结构温度监测数据等。</p> <p>3) <b>隧道监测数据</b>: 宜包含能见度监测数据、CO浓度监测数据、风速风向监测数</p>  |

| 数据类型       | 数据内容   |
|------------|--|
|            | <p>据、亮度监测数据、火灾监测数据、交通事件监测数据、结构安全监测数据等。</p> <p>4) <b>沿线设施监测数据</b>: 宜包含护栏、中央分隔带、标志标线等交通安全设施状态监测数据。</p> <p>5) <b>机电设备状态监测数据</b>: 宜包含设备供电状态、通信状态、防雷器状态、机箱开门状态、箱内温湿度等。</p>  |
| 养护作业数据     | <p>1) <b>养护工程数据</b>: 宜包括养护施工时间、施工位置、施工内容、通行限制或车道封闭等数据。</p> <p>2) <b>养护工区数据</b>: 宜包含养护人员、养护设备、养护车辆、养护物料等数据。</p> <p>3) <b>养护车辆/无人机管理数据</b>: 宜包含养护车辆/无人机的身份、实时定位、运行状态、行驶轨迹等数据。</p> <p>4) <b>养护方案数据</b>: 宜包含养护方案和计划、养护经费、养护效益评估等数据。</p>  |
| 交通运行状态监测数据 | <p>1) <b>交通参数监测数据</b>: 宜包含交通量、速度、占有率、车辆类型、车辆长度等监测数据, 支持按车道统计交通参数信息。</p> <p>2) <b>交通事件检测数据</b>: 宜包含交通拥堵、异常停车、违法变道、路面污染、抛洒物等事件检测数据。</p> <p>3) <b>车辆运行监测数据</b>: 宜包含上路车辆身份信息 and 重点车辆的实时定位信息、运行状态信息、行驶轨迹信息等。</p>   |
| 公路业务系统数据   | <p>1) <b>服务区数据</b>: 宜包含服务区车流检测、客流检测、停车位监测、安防事件检测、厕位检测数据、智慧诱导屏数据和营业流水等数据。</p> <p>2) <b>收费站数据</b>: 宜包含入口车辆排队、车牌识别、车型识别、车辆称重、收费流水、收费停内外视频监控等数据。</p> <p>3) <b>稽核数据</b>: 宜包含逃费车辆信息、逃费里程等数据。</p> <p>4) <b>调度系统数据</b>: 宜包含上报的交通事件、应急指挥调度等数据。</p> <p>5) <b>客服系统数据</b>: 宜包含出行投诉、出行求助、信息发布等数据。</p> <p>6) <b>用能监测数据</b>: 宜包含对智慧公路及附属建筑电能消耗数据、生活用水数据、供暖热量数据等。</p> <p>7) <b>车路协同交互数据</b>: 包括车端上传和路侧下发的各类数据。</p> |
| 公路路域环境感知数据 | <p>1) <b>气象环境感知数据</b>: 宜包含能见度监测数据、空气温度监测数据、路面状态(干燥、潮湿、积水、结冰、团雾、积雪)监测数据、风速风向监测数据等。</p> <p>2) <b>环境污染感知数据</b>: 可包含空气质量监测数据、噪声监测数据、扬尘监测数据等。</p>   |
| 外部业务数据     | <p>1) <b>交通运行状态补充数据</b>: 宜包含与公安交警、通信运营商、第三方出行服务平台共享的交通运行状态和突发事件数据, 如浮动车信息数据、手机信令数据等。</p> <p>2) <b>气象服务数据</b>: 宜包含与气象信息服务平台共享的气象环境数据等。</p> <p>3) <b>交通运政数据</b>: 宜包含交通运输行业经营者、运营车辆、从业人员等以及交通执法部门、公安交警部门的违规处罚记录等数据。</p> <p>4) <b>旅游监测数据</b>: 可包含重点景区和周边路网运行监测数据、旅游客运企业与人员资质数据、旅游包车运行数据等。</p> <p>5) <b>道路环境监测数据</b>: 可包含与生态环境管理等部门共享的道路沿线范围的路面环境数据、噪声监测数据等。</p>  |