

ICS 03. 220. 20

CCS P 66

团 体 标 准

T/JSCTS 26—2023

高速公路智慧化建造、养护和运营 架构

Framework of expressway for intelligent construction, maintenance
and operation

2023 - 3 - 20 发布

2023 - 5 - 1 实施

江苏省综合交通运输学会 发布

TJSC TS 26-2023

目 次

前 言III

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语、定义和缩略语1

 3.1 术语和定义1

 3.2 缩略语2

4 总体架构2

 4.1 主要范围2

 4.2 总体要求3

5 建造阶段3

 5.1 建造阶段功能架构3

 5.2 建造阶段物理架构4

 5.3 建造阶段数据架构7

6 养护阶段9

 6.1 养护阶段功能架构9

 6.2 养护阶段物理架构11

 6.3 养护阶段数据架构12

7 运营阶段14

 7.1 运营阶段功能架构14

 7.2 运营阶段物理架构18

 7.3 运营阶段数据架构19

附录 A（规范性）高速公路信息安全建设要求22

附录 B（规范性）高速公路供电设施建设要求23

附录 C（规范性）高速公路通信及网络建设要求24

附录 D（规范性）高速公路信息系统建设要求25

附录 E（规范性）高速公路智慧化建造、养护、运营全生命周期数据采集内容26

参 考 文 献29

TJSC TS 26-2023

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。

本文件由华设设计集团股份有限公司提出。

本文件由江苏省综合交通运输学会归口。

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

本文件起草人：范东涛、曹小峰、李楠、万剑、张霁扬、丁闪闪、王君羽、杨中岳、吴柯维、刘志远、杨敏、赵池航、戚湧、郝冠亚、黄俊松、金字、张潇潇、王一晨、柳清芬、陶金、王佳利、茅志强、季钧一、谢斌、刁含楼、吴岚、党倩、华禹凯、马宇飞、施茂楠、冉旭。

TJSC TS 26-2023

高速公路智慧化建造、养护和运营架构

1 范围

本文件规定了高速公路智慧化建造、养护和运营的总体架构，和各阶段的框架要求。
本文件适用于新建、改（扩）建高速公路智慧化建造、养护、运营阶段项目的方案设计和实施。

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 22239—2019 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—2020 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
GB/T 28970—2012 道路运输 地理信息系统 数据字典要求
GB/T 33697 公路交通气象监测设施技术要求
GB/T 37373—2019 智能交通 数据安全服务
GB/T 37378 交通运输信息安全规范
JTG 6310—2022 收费公路联网收费技术标准
JTG H10—2009 公路养护技术规范
JT/T 697.2—2014 交通信息基础数据元 第2部分：公路信息基础数据元
JT/T 697.7—2014 交通信息基础数据元 第7部分：道路运输信息基础数据元
JT/T 697.9—2016 交通信息基础数据元 第9部分：建设项目信息基础数据元
JT/T 697.13—2014 交通信息基础数据元 第13部分：收费公路信息基础数据元
JT/T 1224.3—2018 交通运输数据中心互联技术规范 第3部分：数据交换
JT/T 1396—2021 公路水路交通地理信息数据交换内容和格式
JT/T 1415.1—2022 交通运输数据资源交换与共享 第1部分：总体架构
JT/T 1415.2—2022 交通运输数据资源交换与共享 第2部分：通用技术要求
JT/T 1415.3—2022 交通运输数据资源交换与共享 第3部分：数据格式与接口
DB 32/T 3972—2021 普通国省干线公路智慧工地建设技术要求
T/JSCTS 8—2022 高速公路日常养护巡查及经常性检查作业规程
《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

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

高速公路智慧化 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，实现高速公路建造、养护、运营全生命周期数字化和智能化。

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

高精度地图 high precision map

分辨率高、更新频率快、要素丰富的电子地图，包含车道、沿线交通设施等公路基础设施静态数据和公路路域环境、交通运行状态等动态监测数据。

3.1.4

路侧边缘设施 roadside edge device

部署在道路沿线，完成交通信息与数据汇集、分析处理和发送的设施装置。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

GNSS：全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System）

OTN：光传送网（Optical Transport Network）

PDA：掌上电脑（Personal Digital Assistant）

RFID：射频识别（Radio Frequency Identification）

RTK：载波相位差分技术（Real — time Kinematic）

4 总体架构

4.1 主要范围

4.1.1 高速公路智慧化建造、养护和运营总体架构如图1所示，宜包含建造、养护和运营阶段的功能架构、物理架构、数据架构和信息安全。

4.1.2 功能架构包含高速公路智慧化建造、养护和运营全生命周期各阶段的主要应用功能。

4.1.3 物理架构包含实现高速公路智慧化建造、养护和运营全生命周期各阶段功能的设施设备和信息化系统。

4.1.4 数据架构包含高速公路智慧化建造、养护和运营全生命周期各阶段的数据采集和管理要求。

4.1.5 信息安全包含网络安全、系统安全和数据安全三个层次，按照附录A的要求建设。

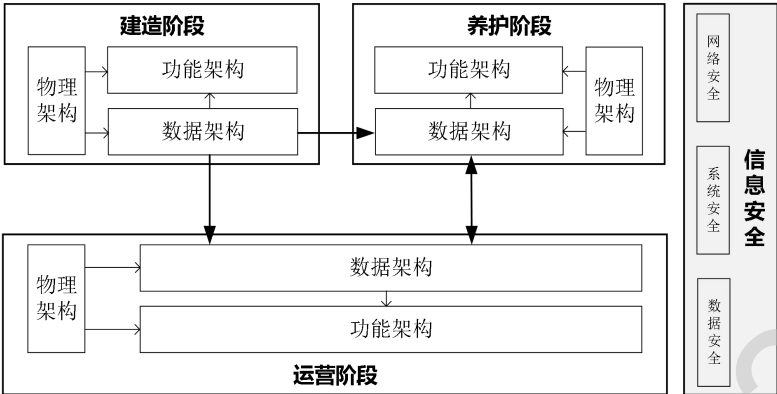


图 1 高速公路智慧化建造、养护和运营总体架构

4.2 总体要求

- 4.2.1 高速公路智慧化建造、养护和运营应面向创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，推进基础设施全要素全周期数字化，利用全要素感知、融合通信、新能源供电、协同管控等手段赋能建造阶段、养护阶段、运营阶段业务，支持车路协同和自动驾驶应用，增安全，提效率，全面提升公路管理效能和公众出行体验。
- 4.2.2 高速公路智慧化建造阶段应通过BIM、GIS、自动驾驶等技术手段进行建造过程数字化监管及公路工程智能化建造，推动实现建造全过程的“可视、可控、可追溯”及施工建造的“自动化、精细化、标准化”。
- 4.2.3 高速公路智慧化养护阶段应进行养护业务数字化管理，通过养护事件智能感知、数据全生命周期传递与深度分析等，进行养护科学决策，指导高效作业，实现公路主体及沿线设施精准养护。
- 4.2.4 高速公路智慧化运营阶段应通过运行调度、收费管理、大数据稽查、资产管理等手段加强管理能力，通过准全天候通行、车路协同和一系列出行服务手段优化服务水平，最大程度提升公路通行安全和通行效率。

5 建造阶段

5.1 建造阶段功能架构

5.1.1 一般要求

高速公路智慧化建造阶段的功能架构如图 2 所示，宜包含工程项目管理、智能建造。

5.1.2 工程项目管理

- 5.1.2.1 工程项目管理宜包含工程项目一张图、计量管理、进度管理、质量管理、安全管理、人员管理、设备管理、物料管理、环境管理、电子档案。
- 5.1.2.2 工程项目一张图宜形成位置一张图、进度一张图、监控一张图、统计一张图，实现对所有在建项目的全局可视化管理。
- 5.1.2.3 计量管理宜运用自动化计量、BIM、图像识别等技术进行工程建设多方协同计量，实现数据自动采集、过程资料自动生成和归档，建造全过程实时监控项目投资完成情况。

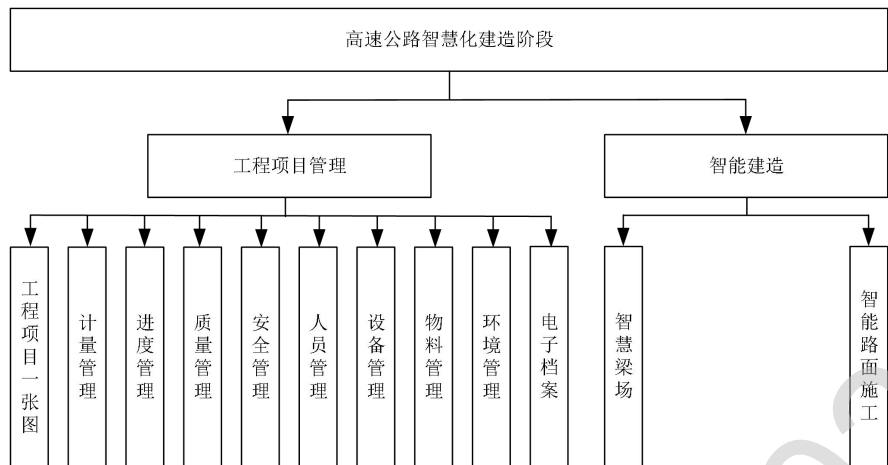


图 2 高速公路智慧化建造阶段功能架构

- 5.1.2.4 进度管理宜通过高分遥感、机器视觉、无人机巡查等技术实现施工工序监控、进度执行评估、进度优化调整等功能。
- 5.1.2.5 质量管理宜实现材料进场、监测、施工、验收的建造全过程数字化管控，具备事前预警、事中常态检测和事后规范管理等功能。
- 5.1.2.6 安全管理应实现对工地人员风险行为、施工风险状态等实时动态感知、抓拍和预警管控等功能。
- 5.1.2.7 人员管理应实现工地安全帽定位、指纹识别、人脸识别以及虹膜识别等功能。
- 5.1.2.8 设备管理应实现对车辆出入口设备、特种施工设备的管理，具备设备进出库（场）记录、设备维修保养检定登记等功能。
- 5.1.2.9 物料管理宜实现物料验收、智能识别和清点物料等功能。
- 5.1.2.10 环境管理应实现空气质量/扬尘浓度监测、风速风向监测、噪音监测等功能。
- 5.1.2.11 电子档案应支持对工程建设全过程项目资料进行电子信息存档，实现工程文件、资料档案的数字化标准管理。

5.1.3 智能建造

- 5.1.3.1 智能建造宜包含智慧梁场和智能路面施工。智慧梁场包含以下内容：
- a) 智慧梁场宜通过 BIM 模型导入及三维激光扫描技术实现预制构件自动化生产。
 - b) 智慧梁场宜采用 RFID、二维码技术实现预制构件生产、储存、运输、安装、质量验收等信息跟踪。
 - c) 智慧梁场应通过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实现综合管理，并与智慧工地进行有效信息融合。
- 5.1.3.2 智能路面施工宜通过自动驾驶摊铺技术、自动驾驶压实技术、多机种协同作业技术实现路面施工自动化、精细化。

5.2 建造阶段物理架构

5.2.1 一般要求

高速公路智慧化建造阶段的物理架构如图 3 所示，宜包含供电设施、通信网络、感知设施、业务装备设施、信息系统。

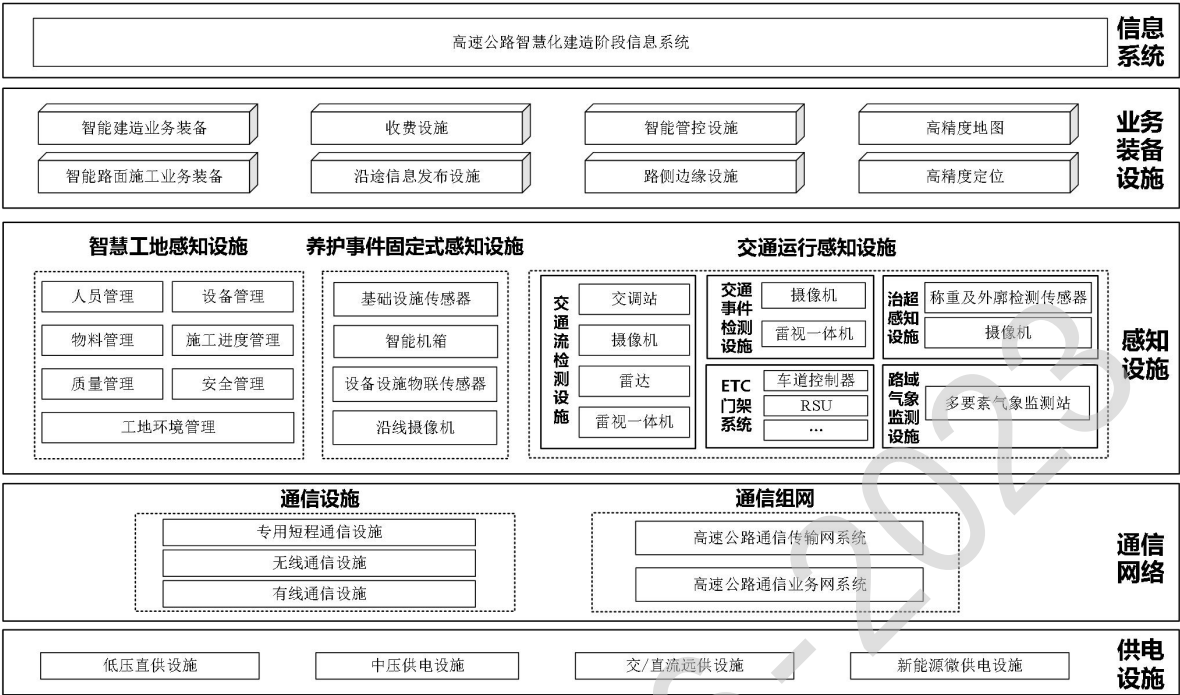


图 3 高速公路智慧化建造阶段物理架构

5.2.2 供电设施

5.2.2.1 建造阶段供电设施宜包含低压直供设施、中压供电设施、交/直流远供设施和新能源微供电设施等，宜根据建造期工地环境条件和建造进度，按照附录 B 的要求建设。

5.2.3 通信网络

- 5.2.3.1 建造阶段通信设施宜包含有线通信设施、无线通信设施、专用短程通信设施。
- 5.2.3.2 建造阶段通信组网宜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，宜根据建造期工地环境条件和建造进度，按照附录 C 的要求建设。

5.2.4 感知设施

- 5.2.4.1 建造阶段建设的感知设施宜包含智慧工地感知设施、养护事件固定式感知设施、交通运行感知设施。
- 5.2.4.2 智慧工地感知设施宜包含人员管理感知设施、设备管理感知设施、物料管理感知设施、施工进度管理感知设施、质量管理感知设施、安全管理感知设施和工地环境管理感知设施等，应按照 DB 32/T 3972—2021 要求建设。

- a) 人员管理感知设施应包含考勤机、门禁闸机、RFID、远距离读卡器，宜包含人员定位设施、智慧施工服、高精度定位安全帽等设施。宜布设于施工现场人员出入口、办公场区和风险管控区等位置。
- b) 设备管理感知设施应包含设备定位设施、车辆门禁等设施。
- c) 物料管理感知设施宜包含无人称重设施、RFID 芯片、手持终端等设施。
- d) 施工进度管理感知设施宜包含无人机、遥感、视频监控等设施。
- e) 质量管理感知设施宜包含执行原材料进场、原材料试验检验、沥青混合料试验、沥青混合料检测、路面摊铺压实等工作质量检测的相关设施。

f) 安全管理感知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。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。

g) 工地环境管理感知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。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。

5.2.4.3 养护事件固定式感知设施应包含基础设施传感器、智能机箱、设备设施物联传感器、沿线摄像机等，用于执行养护阶段功能架构中的养护事件智能感知。

a) 宜预埋温度传感器、应变传感器、位移传感器、轴载传感器等基础设施传感器，执行养护阶段功能架构中的路基、路面、桥梁、隧道及公路边坡稳定性智能监测。

b) 可采用智能机箱、设备设施物联传感器执行养护阶段功能架构中的沿线机电设备运行状态智能监测。智能机箱应具备实时监测、远程监测、故障定位及报警、智能运维等功能，可与路侧机电设备共同布设。

c) 宜采用路侧摄像机、桥下空间监测摄像机、隧道监测摄像机等沿线摄像机分别执行养护阶段功能架构中的路面智能巡检、桥梁智能巡检、隧道智能巡检。

5.2.4.4 交通运行感知设施宜含交通流检测设施、交通事件检测设施、治超感知设施、路域气象监测设施、ETC 门架系统等。

a) 交通流检测设施宜包含交调站、摄像机、雷达、雷视一体机等，应布设在路侧、门架、收费站、服务区等位置。

b) 交通事件检测设施宜包含摄像机、雷视一体机等，应布设在路侧、门架、收费站、服务区等位置。

c) 治超感知设施宜包含称重及外廓检测传感器、摄像机等设施，应布设在路面、门架、收费站等位置。

d) 路域气象监测设施宜包含多要素气象监测站，监测气象要素及路面积雪结冰状态，应按照 GB/T 33697 的要求建设。

e) ETC 门架系统应包含车道控制器、RSU、车牌图像识别设备、门架服务器、高清摄像机、补光灯等设施，宜包含车辆检测器，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。

5.2.5 业务装备设施

5.2.5.1 建造阶段业务装备宜包含智能建造、智能路面施工等业务装备，宜预先建设收费设施、沿途信息发布设施、智能管控设施、路侧边缘设施、高精度地图、高精度定位等运营阶段业务设施。

5.2.5.2 智能建造业务装备宜包含预制构件自动化生产装备、预制构件智慧运输装备。

a) 预制构件自动化生产装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装备。

b) 预制构件智慧运输装备宜配备内置 RFID 卡、PDA 终端、北斗定位终端等装备。

5.2.5.3 智能路面施工业务装备宜包含自动驾驶摊铺机、自动驾驶压路机。

a) 自动驾驶摊铺机宜配备 RTK 定位天线、自动驾驶控制器、全电液控制器、无线网桥、高清摄像机、3D 激光找平仪等设备。

b) 自动驾驶压路机宜配备 RTK 天线、自动驾驶控制器、全电液控制器、无线网桥、加速度传感器、激光雷达、毫米波雷达等设备。

5.2.5.4 收费设施应包含 ETC 入口专用收费车道系统、ETC 出口专用收费车道系统、ETC/MTC 混合入口收费车道系统、ETC/MTC 混合出口收费车道系统，应按照 JTG 6310—2022 要求建设。

5.2.5.5 沿途信息发布设施用于执行运营阶段功能架构中的沿途信息发布功能，宜包含可变情报板、诱导屏、车道情报板、匝道信号灯、外场扩音设施以及 RSU 等设施，发布内容应覆盖交通行驶安全、交通流诱导以及交通事件通报等。

- a) 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、匝道信号灯、外场扩音设施等沿途信息发布设施。
- b) 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、智能消冰除雪等功能应用设置可变情报板、诱导屏、车道情报板、匝道信号灯等沿途信息发布设施。
- c) 有条件的高速公路路段宜布设 RSU 等设施，及时向车载 OBU 发送信息。

5.2.5.6 智能管控设施用于执行运营阶段功能架构中的车道级服务功能，宜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。

- a) 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。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主线及匝道控制设施，应在车辆汇流频繁的匝道分流区域及合流区域布设匝道分合流诱导警示设施。
- b) 雾天行车诱导设施应在雾天常发且道路线型较差路段布设，于夜间、恶劣天气等环境照度较低、驾驶人视距较短的时段开启。
- c) 智能消冰除雪设施宜包含路侧端喷洒装置（路侧式）和埋入发热电缆装置（埋入式），宜在冬季易积雪结冰的桥梁等位置布设。

5.2.5.7 路侧边缘设施宜包含路侧边缘 MEC 和 RSU。路侧边缘 MEC 应支持与中心系统、路侧感知设备、RSU 的交互，宜支持车路协同场景推理计算、多源数据融合输出、交通事件推理计算及与中心侧系统协同升级。

5.2.5.8 高精度地图应包含静态数据图层和动态数据图层。

- a) 静态数据图层应包含表 E.1 规定的基础设施静态数据，并定期更新。
- b) 动态数据图层应包含表 E.5 规定的交通运行状态监测数据，满足数据动态更新要求。

5.2.5.9 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，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。

- a) 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。
- b) 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。
- c) 高精度定位应基于 GNSS 系统发射的导航信号进行卫星导航增强信息生成与播发，在隧道等 GNSS 信号受遮挡的环境中，宜增设光纤传感器、伪卫星基站等辅助定位设施。

5.2.6 信息系统

应通过高速公路智慧化建造阶段信息系统执行工程项目管理、智能建造等功能。建造阶段信息系统按照附录 D 要求建设。

5.3 建造阶段数据架构

5.3.1 一般要求

高速公路智慧化建造阶段的数据架构如图 4 所示，宜包含数据采集、数据存储和数据分发。

5.3.2 数据采集

5.3.2.1 建造阶段数据采集应符合 GB/T 28970—2012、JT/T 697.2—2014、JT/T 697.9—2016 的有关

要求，宜包含基础设施静态数据、工程建设管理数据。

5.3.2.2 基础设施静态数据应从勘察设计阶段采集，宜通过精细化 BIM 模型集成数据并传递至建造阶段，宜包含建筑用地基础数据、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，并符合表 E.1 的有关规定。

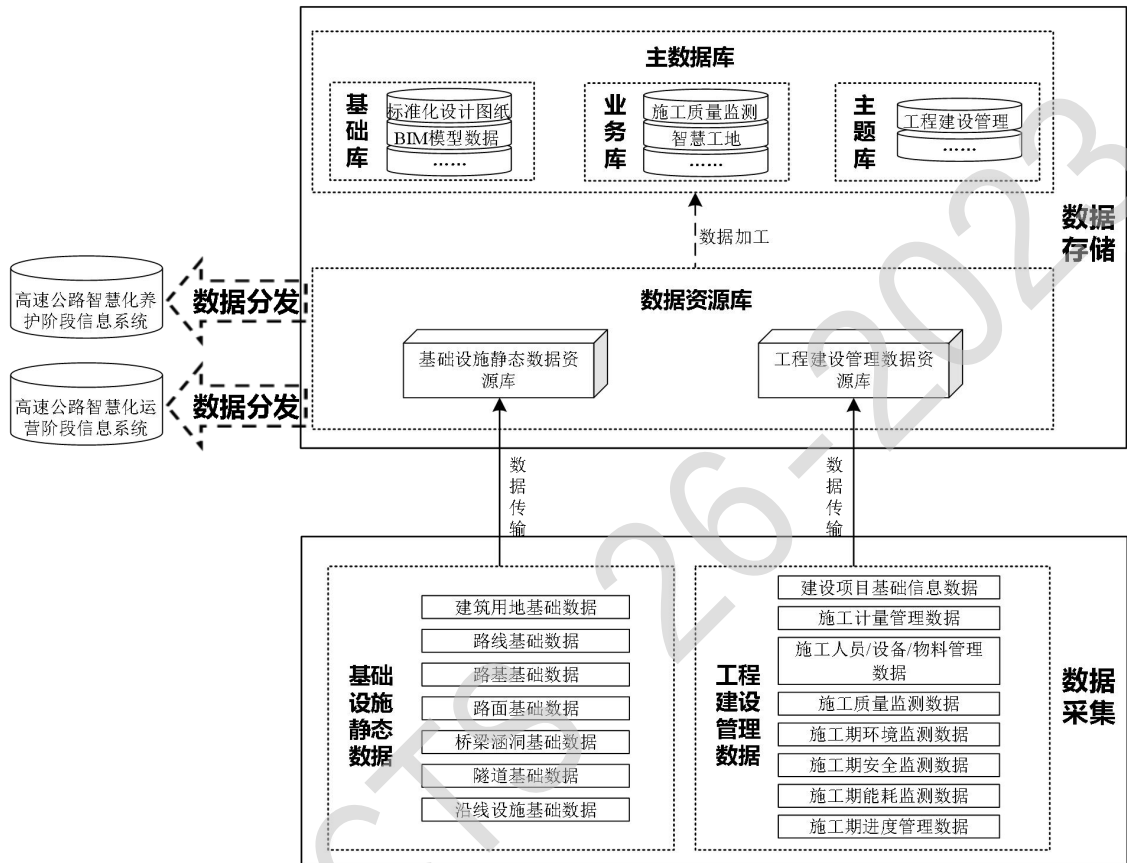


图 4 高速公路智慧化建造阶段数据架构

5.3.2.3 工程建设管理数据应由智慧工地感知设备及智能建造设备采集，宜包含建设项目基础信息数据、施工计量管理数据、施工人员/设备/物料管理数据、施工质量监测数据、施工期环境监测数据、施工期安全监测数据、施工期能耗监测数据、施工期进度管理数据，并符合表 E.2 的有关规定。

5.3.3 数据存储

5.3.3.1 建造阶段数据存储宜分数据资源库、主数据库两级存储，数据安全应符合附录 A 的有关规定。

5.3.3.2 数据资源库宜存储当前阶段采集的原始数据，应与采集的数据类别一致。

5.3.3.3 主数据库宜根据业务需求对数据资源库中的数据进行去重、归并、检索，宜包含基础库、业务库和主题库，支持海量数据深层次交互融合与挖掘应用。

- a) 基础库：宜存储高速公路智慧化建造的基础静态信息和部分工程建设管理数据。可包括标准化设计图纸、BIM 模型数据等数据库。
- b) 业务库：宜存储与高速公路智慧化建造相关的各类业务管理数据。可包含施工质量监测、智慧工地等数据库。

- c) 主题库：宜存储面向高速公路智慧化建造特定应用领域的数据，根据建造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。宜包含工程建设管理等数据库。

5.3.3.4 建造阶段各数据库应根据业务需求分级设计存储容量，并支持远期扩容。

5.3.4 数据分发

5.3.4.1 建造阶段应按照表 E.1 向养护阶段、运营阶段发送基础设施静态数据。数据分发过程中的数据安全应符合附录 A 的有关规定。

6 养护阶段

6.1 养护阶段功能架构

6.1.1 一般要求

高速公路智慧化养护阶段的功能架构如图 5 所示，宜包含养护事件智能感知、养护决策分析、数字化养护管理。

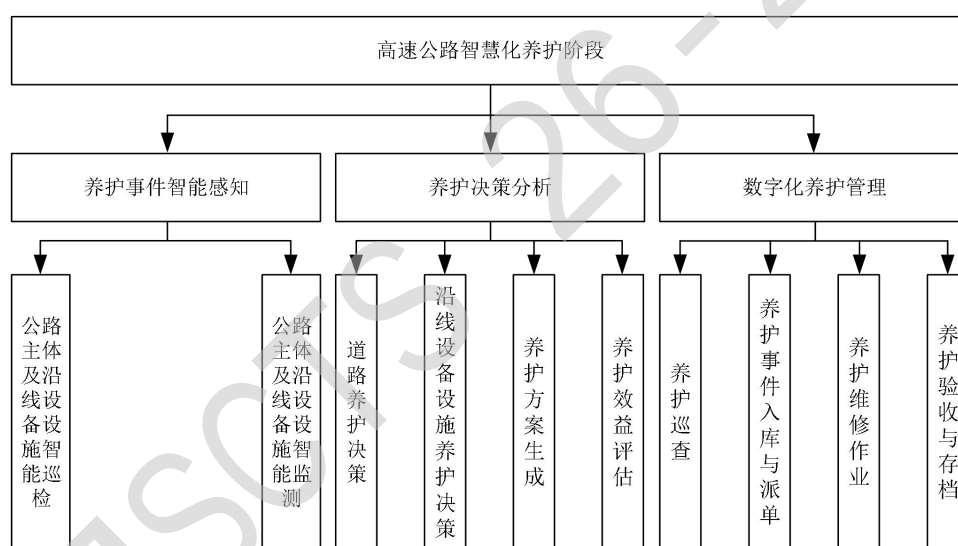


图 5 高速公路智慧化养护阶段功能架构

6.1.2 养护事件智能感知

6.1.2.1 养护事件智能感知宜通过自动化检测设备或智能传感器，对公路主体和沿线设备设施健康状况和突发事件进行智能巡检和监测，为养护决策分析、养护作业提供依据。

6.1.2.2 公路主体及沿线设备设施智能巡检宜采用自动化巡检设备进行路基路面智能巡检、桥梁智能巡检、隧道智能巡检、交通安全设施智能巡检。

- 路基路面智能巡检宜采用车载移动视频智能巡检技术、路基路面深层病害智能机器人检测技术、路侧摄像机路面病害监测技术等，对路基和路面的浅层、深层病害进行检测。
- 桥梁智能巡检可采用智能爬索机器人巡检技术、水下结构巡检机器人等技术，对桥梁缆索、水下结构、整体结构形态进行检测。
- 隧道智能巡检可采用搭载三维激光扫描仪、红外热成像仪的隧道智能巡检机器人，对隧道拱顶沉降、衬砌渗水、周边收敛等事件进行检测。

- d) 交通安全设施智能巡检可采用路侧摄像机或车载式测量仪等设备,对交通安全设施损坏、污染等事件进行检测。

6.1.2.3 公路主体及沿线设备设施智能监测宜通过布设传感器,对路面结构、桥梁结构、隧道结构、边坡稳定、机电设备等所处环境、荷载、结构响应或运行状态进行长时间自动化实时观测,及时预警异常事件。

- a) 路面结构智能监测宜通过监测温度场、路面环境、路面交通荷载、路面结构响应等信息,预测路面结构在多种环境因素综合作用下长期服务性能的变化情况。
- b) 桥梁结构智能监测宜通过监测温度场、路面环境、桥梁交通荷载、桥梁结构应变、索力等信息,预测桥梁结构在多种环境因素综合作用下长期服务性能的变化情况。
- c) 隧道结构智能监测宜通过监测二次衬砌表面应变、衬砌裂缝、拱顶沉降和收敛、环境温湿度混和不均匀沉降等信息,预测隧道结构在多种环境因素综合作用下长期服务性能的变化情况。
- d) 边坡稳定智能监测宜通过监测降雨量、裂缝、位移、土壤温湿度等信息,预测多种环境因素综合作用下长期边坡稳定性的变化情况。
- e) 机电设备智能监测宜实时获取并传输沿线机电系统的运行状态。

6.1.3 养护决策分析

6.1.3.1 养护决策分析宜包含道路养护决策、沿线设备设施养护决策、养护方案生成、养护效益评估。

6.1.3.2 道路养护决策应融合分析养护阶段采集的公路主体感知数据以及运营阶段分发的交通运行状态监测数据、路域环境感知数据,根据 JTG H10—2009 的要求进行道路现状性能评定及长期性能预测,推演养护事件发生,为养护方案生成提供依据。

6.1.3.3 沿线设备设施养护决策应基于设备设施相关基础静态数据和运营监测动态数据,根据 JTG H10—2009 的要求自动研判设备运行状态,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。

6.1.3.4 养护方案生成应根据道路性能评定结果和养护投资效益分析,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和未来性能演变预测结果进行养护决策,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、未来性能演变预测和养护投资效益分析结果,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 养护效益评估应从养护工作的时效性和完成度、养护投资和施工前后道路性能对比、养护施工期间产生的交通影响等角度对道路养护方案实施效益进行多维度量化后评估。

6.1.4 数字化养护管理

6.1.4.1 数字化养护管理宜包含养护巡查、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的数字化,并应符合 JTG H10—2009 的有关要求。

6.1.4.2 养护巡查应按照 T/JSCTS 8—2022 分主体进行日常养护巡查和经常性养护检查,巡查结果应发送至养护期信息系统进行决策分析。

6.1.4.3 应根据养护巡查、人员主动上报、视频和传感器自动检测的结果,在养护阶段信息系统中执行养护事件入库与派单工作。

- a) 养护巡查识别的养护事件经养护决策分析判定后,应在养护阶段信息系统自动执行事件入库操作。养护阶段信息系统结合高速公路运营期管理系统传递的数据,派发养护工作消息至养护作业人员。

- b) 派发的养护工作消息应包含病害位置、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) 宜依据养护阶段信息系统历史数据，建立病害频发频补位点预警机制，确定病害常发原因。
- 6.1.4.4 养护作业人员应根据养护信息系统派发的养护工作消息进行养护维修作业。
- a) 养护维修作业申报登记、指令派发等养护作业全过程应实现线上流转。
 - b) 养护维修作业期间应对人员、设备、物料和作业相关的影像资料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) 养护维修作业信息发布应与各信息发布渠道结合，及时发布作业时间、作业区段位置并及时撤销。
- 6.1.4.5 应通过养护信息系统进行养护验收交付与存档。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，并支撑养护决策分析工作。

6.2 养护阶段物理架构

6.2.1 一般要求

高速公路智慧化养护阶段的物理架构如图 6 所示，宜包含供电设施、通信网络、感知设施设备、业务装备、信息系统。

6.2.2 供电设施

养护阶段供电设施宜沿用建造阶段建设的低压直供设施、中压供电设施、交/直流远供设施等供电设施，满足要求时可选用新能源微供电设施。

6.2.3 通信网络

6.2.3.1 养护阶段应沿用建造阶段建设的有线通信设施和无线通信设施，分别支持养护事件固定式感知设施和养护事件移动式感知设备。基础设施传感器、设备设施物联传感器等传感器宜采用无线通信。

6.2.3.2 养护阶段业务组网按照附录 C 的有关要求建设。

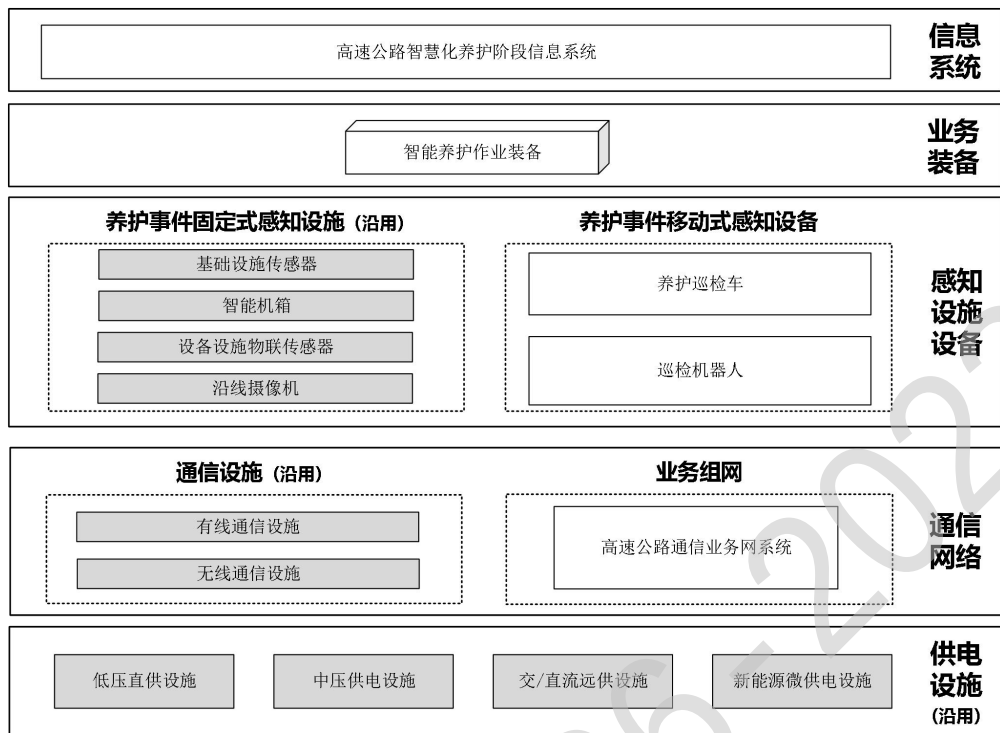


图 6 高速公路智慧化养护阶段物理架构

6.2.4 感知设施设备

6.2.4.1 养护阶段感知设施设备宜包含养护事件固定式感知设施和养护事件移动式感知设备。

6.2.4.2 养护事件固定式感知设施应沿用建造阶段建设的基础设施传感器、智能机箱、设备设施物联传感器、沿线摄像机。

6.2.4.3 养护事件移动式感知设备应包含养护巡检车、巡检机器人等。

- a) 巡检车辆宜安装前视摄像机，可搭载三维激光扫描仪、红外热成像仪等设备，执行养护阶段功能架构中的路基路面智能巡检、交通安全设施智能巡检。
- b) 可采用智能爬索机器人、水下结构机器人等无人化养护巡检设备执行养护阶段功能架构中的桥梁智能巡检。
- c) 可采用搭载三维激光扫描仪、红外热成像仪的隧道智能巡检机器人执行养护阶段功能架构中的隧道智能巡检。

6.2.5 业务装备

智能养护作业装备的要求应与智能建造业务装备、智能路面施工业务装备一致。

6.2.6 信息系统

应通过高速公路智慧化养护阶段信息系统执行养护事件智能感知、养护决策分析、数字化养护管理等功能。养护阶段信息系统应按照附录 D 的要求建设。

6.3 养护阶段数据架构

6.3.1 一般要求

高速公路智慧化养护阶段的数据架构如图 7 所示，宜包含数据采集、数据存储和数据分发。

6.3.2 数据采集

6.3.2.1 养护阶段数据采集应符合 JT/T697.2—2014、JT/T697.7—2014 的有关要求，宜包含公路主体及沿线设施感知数据、养护作业数据和有关接入数据。接入数据来源包括基础设施静态数据资源库、工程建设管理数据资源库、交通运行状态监测数据资源库、路域环境感知数据资源库。

6.3.2.2 公路主体及沿线设施感知数据应由养护事件感知设施设备采集，宜包含路基路面健康监测数据、桥梁健康监测数据、隧道健康监测数据、交通安全设施状态监测数据、机电设备状态监测数据，并符合表 E.3 的有关规定。

6.3.2.3 养护作业数据应由养护事件移动式感知设备、智能养护作业装备采集，宜包含养护巡查数据、养护工程数据、养护工区数据、养护巡检车/无人机管理数据、养护计划数据等，并符合表 E.4 的有关规定。

6.3.2.4 养护阶段基础设施静态数据、工程建设管理数据应分别按照表 E.1、表 E.2 的有关规定，从建造阶段对应的数据资源库采集。

6.3.2.5 养护阶段交通运行状态监测数据、路域环境感知数据应分别按照表 E.5、表 E.6 的有关规定，从运营阶段对应的数据资源库采集。

6.3.3 数据存储

6.3.3.1 养护阶段数据存储宜与建造阶段一致，分数据资源库、主数据库两级存储，数据安全应符合附录 A 的有关规定。

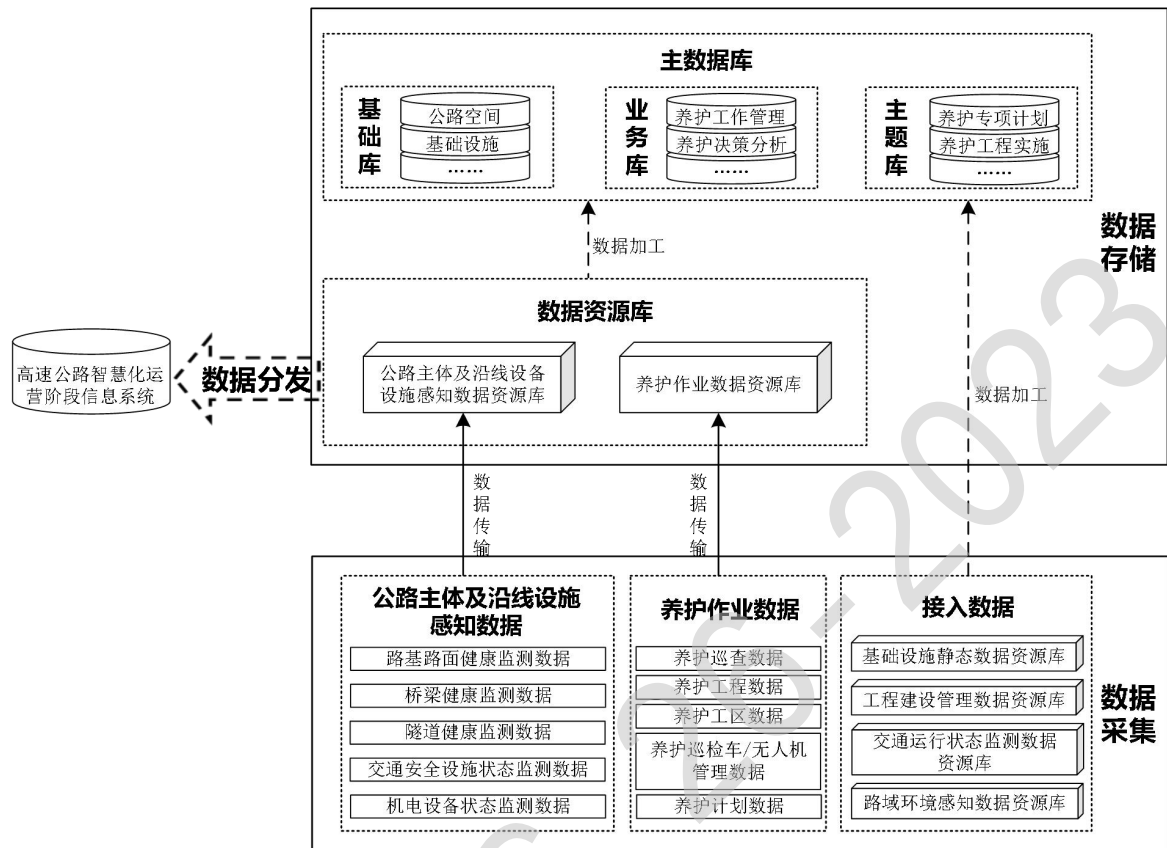


图 7 高速公路智慧化养护阶段数据架构

6.3.3.2 主数据库宜包含基础库、业务库和主题库，支持海量数据深层次交互融合与挖掘应用。

- 基础库：宜存储高速公路智慧化养护的基础静态信息。宜包含公路空间、基础设施等数据库。
- 业务库：宜存储与高速公路智慧化养护相关的各类业务管理数据。宜包含养护工作管理、养护决策分析等数据库。
- 主题库：宜存储面向高速公路智慧化养护特定应用领域的的数据，根据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。宜包含养护专项计划、养护工程实施等数据库。

6.3.3.3 养护阶段各数据库应根据业务需求分级设计存储容量，并支持远期扩容。

6.3.4 数据分发

养护阶段应分别按照表 E.3、表 E.4 向运营阶段发送公路主体及沿线设备设施感知数据、养护作业数据。数据分发过程中的数据安全应符合附录 A 的有关规定。

7 运营阶段

7.1 运营阶段功能架构

7.1.1 一般要求

高速公路智慧化运营阶段的功能架构如图 8 所示，宜包含运行调度、收费管理、大数据稽查、资产管理、出行服务、准全天候通行、车路协同。

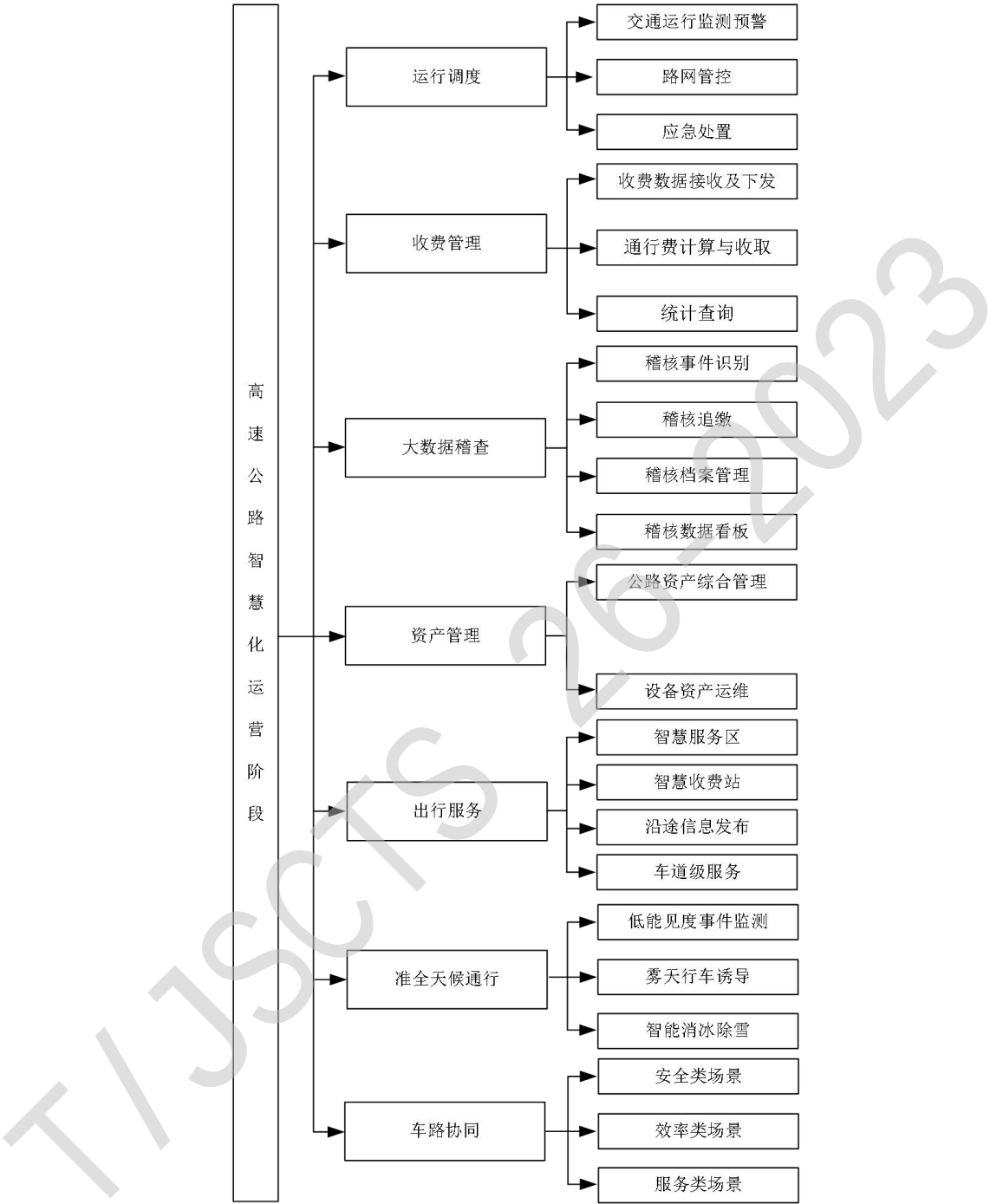


图 8 高速公路智慧化运营阶段功能架构

7.1.2 运行调度

7.1.2.1 高速公路智慧化运行调度宜包含交通运行监测预警、路网管控、应急处置。

7.1.2.2 交通运行监测预警宜通过多种感知手段对交通流、交通事件、拥堵状态、气象环境等进行实时感知监测，并实现路网拥堵预警、交通气象预警、交通事件告警等功能。

7.1.2.3 路网管控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件等信息，对交通事件产生的高速公路通行能力下降程度进行精准预测，通过分析仿真，制定路网级的管控策略，宜包含动态限速、动态限流、动态车道管控、客货分离等。

- a) 动态限速宜根据通行能力、交通流量、行驶速度、车型占比和气象状态等情况，实时预测交通流态势，生成最优的行驶限速控制策略。
- b) 动态限流宜对入口匝道、出口匝道进行数量准入或车型准入控制，并通过匝道信号灯、情报板等信息发布手段实时发布动态限流的预警信息。
- c) 动态车道管控宜在交通事故、车辆故障等异常事件发生时，关闭异常事件所占用车道，并通过车道指示灯、情报板等信息发布手段实时发布车道关闭信息。
- d) 客货分离可通过车道通行车型限制、货车专用车道等形式，实现货车和客车分车道行驶。

7.1.2.4 应急处置应包含应急事件报告、应急预案响应、应急指挥调度及应急处置评估，应在全省路网协同的体系下，分级开展应急指挥调度系统建设。

7.1.3 收费管理

7.1.3.1 高速公路智慧化收费管理宜包括收费数据接收及下发、通行费计算与收取、统计查询等，应支持匝道预收费、自由流收费等智慧收费站服务。

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 通行费计算与收取应根据JTG 6310—2022的要求进行计费、收费和拆分等工作。

7.1.3.4 统计查询应支持查询收费站出入口交易流水、门架流水、牌识流水等信息，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 高速公路智慧化大数据稽查宜包含稽核事件识别、稽核追缴、稽核档案管理、稽核数据看板。

7.1.4.2 稽核事件识别宜通过车辆轨迹拟合和异常车辆判断，及时发现车辆逃费情况。

7.1.4.3 稽核追缴宜支持对车辆异常行为分类形成车辆疑似偷逃费行为记录，人工审核后自动加入车辆黑名单、追缴清单，宜支持跨省逃费协查及追缴布控，形成欠费稽核结论、稽核证据链。

7.1.4.4 稽核档案管理宜支持车辆行驶信息归档，并对逃费车辆进行画像分析，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。

7.1.4.5 稽核数据看板应支持稽核全过程数据的综合展示，实现车辆异常轨迹展示、稽核工作情况展示分析。

7.1.5 资产管理

7.1.5.1 高速公路智慧化资产管理应包含公路资产综合管理和设备资产运维。

7.1.5.2 高速公路智慧化公路资产综合管理宜包含公路资产基本信息和资产运营。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。

7.1.5.3 高速公路智慧化设备资产运维宜包括对运营阶段供电设施、通信网络、感知设施、业务设施、系统平台的运行健康、设备质量、维护效率进行评估分析，对设施设备的使用和折旧情况进行跟踪管理。

7.1.6 出行服务

7.1.6.1 高速公路智慧化出行服务宜包含智慧服务区、智慧收费站、沿途信息发布、车道级服务。

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

7.1.6.3 智慧收费站宜包含匝道预收费、自由流收费、收费站动态诱导、高低联动管控等。

- a) 匝道预收费宜在收费匝道入口对通过的 ETC 车辆完成写卡交易，在卡片中保存过站信息、交易状态等数据，并在收费匝道出口处完成扣费。
- b) 自由流收费可在收费车道或多条车道上实现车辆不停车计费、收费。
- c) 收费站动态诱导应通过诱导灯颜色变化及灯光脉冲变化实现不同类型车道区分及车辆通行速度展示。
- d) 高低联动管控应根据进出高速交通流量实现收费站进出口车道动态调整、收费站临近信控路口信号自适应控制等功能。

7.1.6.4 沿途信息发布宜通过智慧情报板、互联网等方式发布，可支持车路协同发布。信息发布内容宜包含道路拥堵状态、诱导路线、交通事件、恶劣天气、占道施工、交通管制、服务区人流量等。

7.1.6.5 车道级服务宜包含主线控制、匝道控制、匝道分合流警示等，宜根据主线交通流量或突发情况开启，突发情况包括恶劣天气、交通事故、道路施工等。

- a) 主线控制宜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。
- b) 匝道控制宜实现匝道关闭/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。
- c) 匝道分合流采用的警示诱导灯颜色、闪烁频率宜根据匝道汇入主线车辆数量而变化，宜实现分流区强化轮廓诱导、合流区闪烁警示车辆汇入功能。

7.1.7 准全天候通行

7.1.7.1 准全天候通行宜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气象监测站、路侧固定摄像机采集和解析能见度数据。监测数据传输至系统解算和判定低能见度事件后，应通过沿途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，实现公路轮廓或车道线强化主动发光标志显示、行车主动诱导和防止追尾警示等功能。

7.1.7.4 智能消冰除雪宜具有路面温湿度检测、冰雪预警和自动消冰除雪功能。当天气和路面温湿度条件达到阈值时，可自动开启智能消冰除雪设施，实现路面冰雪快速融化。

7.1.8 车路协同

7.1.8.1 高速公路智慧化车路协同宜包含安全、效率和服务3类场景建设。

7.1.8.2 安全类场景宜包含：

- a) 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。
- b) 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。
- c) 异常车辆预警：可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。
- d) 车辆失控预警：可将车辆失控状况及时通知周围车辆。
- e) 车辆交织提醒：可将车辆分流、合流等信息提示给驾驶员。
- f) 道路危险状况提示：可将交通事故、路段施工、恶劣天气、路面异常等信息及时通知行驶车辆。
- g) 限速预警：可向车辆播报当前限速，辅助车辆按合理速度行驶。

7.1.8.3 效率类场景宜包含：

- a) 前方拥堵提醒：可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。
 - b) 紧急车辆提醒：可向在途车辆发送消防车、救护车、警车或其它紧急车辆的让行提醒。
- 7.1.8.4 服务类场景宜包含：
- a) 车内标牌：可向驾驶员发送道路沿线交通标牌信息。
 - b) 服务区信息提醒：可将服务区剩余车位、剩余充电桩、服务区人流量等服务区动态信息提示给驾驶员。
 - c) 收费站服务提醒：可将收费车道推荐、收费方式、计费金额等信息提供给驾驶员。
 - d) 交通信号提醒：可将车道情报板、匝道管控信号信息提示给驾驶员。

7.2 运营阶段物理架构

7.2.1 一般要求

高速公路智慧化运营阶段的物理架构如图 9 所示，宜包含供电设施、通信网络、感知设施、业务设施、信息系统。

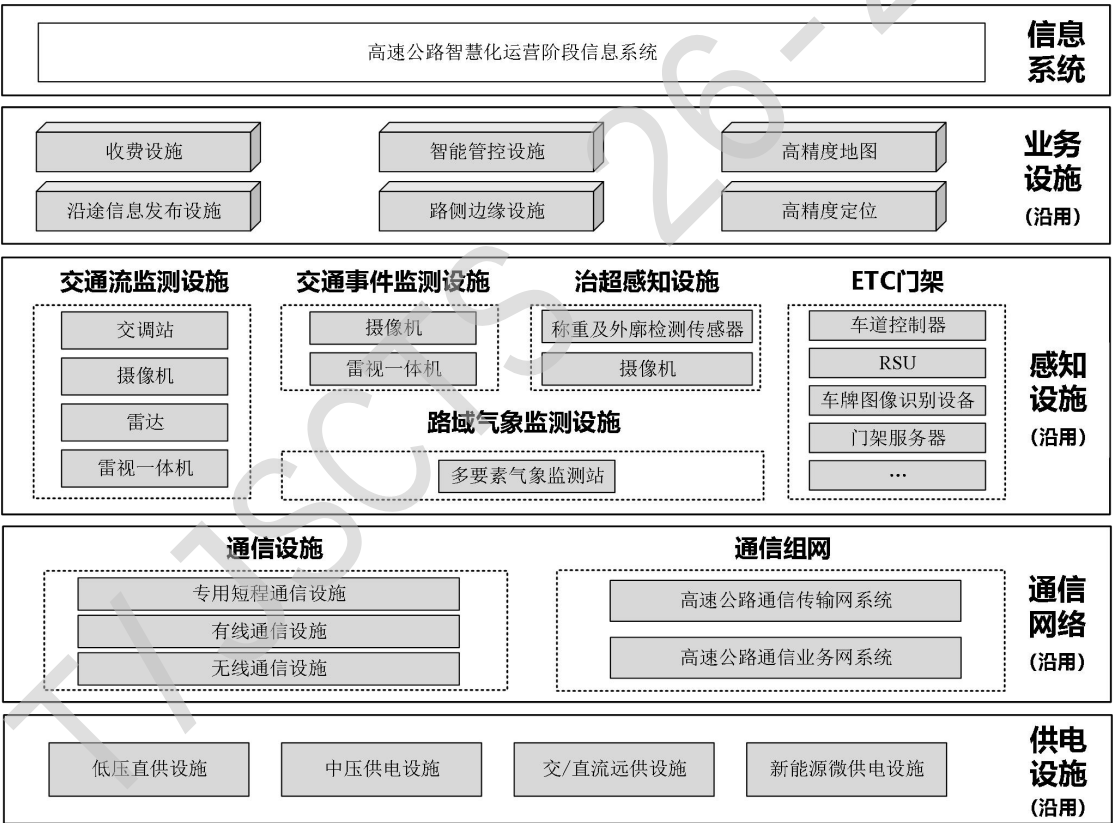


图 9 高速公路智慧化运营阶段物理架构

7.2.2 供电设施

运营阶段供电设施应沿用建造阶段建设的低压直供设施、中压供电设施、交/直流远供设施和新能源微供电设施。

7.2.3 通信网络

7.2.3.1 运营阶段应沿用建造阶段建设的通信设施、通信组网。

7.2.3.2 车路协同无线通信设备宜通过4G/5G Uu、PC5接口实现车辆与路侧的信息交互。

7.2.4 感知设施

运营阶段感知设施应沿用建造阶段建设的交通流监测设施、交通事件监测设施、治超感知设施、路域气象监测设施、ETC 门架系统等。

7.2.5 业务设施

运营阶段业务设施应沿用建造阶段建设的收费设施、沿途信息发布设施、智能管控设施、路侧边缘设施、高精度地图、高精度定位等。

7.2.6 信息系统

应通过高速公路智慧化运营阶段信息系统执行运行调度、收费管理、大数据稽查、资产管理、出行服务、准全天候通行、车路协同等工作。运营阶段信息系统应按照附录 D 的要求建设。

7.3 运营阶段数据架构

7.3.1 一般要求

高速公路智慧化运营阶段的数据架构如图 10 所示，宜包含数据采集、数据存储、数据分发、数据共享。

7.3.2 数据采集

7.3.2.1 运营阶段数据采集应符合 JT/T 697.2—2014、JT/T 697.7—2014、JT/T 697.13—2014 的有关要求，宜重点包含交通运行状态监测数据、路域环境感知数据、外部业务数据、公路业务系统数据和有关接入数据，接入数据来源包括基础设施静态数据资源库、公路主体及沿线设备设施感知数据资源库、养护作业数据资源库。

7.3.2.2 交通运行状态监测数据应由交通流监测设施、交通事件监测设施采集，宜包含交通流监测数据、交通事件监测数据、车辆运行监测数据，并符合表 E.5 的有关规定。

7.3.2.3 路域环境感知数据应由路域气象监测设施采集，宜包含气象环境感知数据、环境污染感知数据，并符合表 E.6 的有关规定。

7.3.2.4 外部业务数据宜从公安交警、应急、气象、交通运管、旅游、生态环境、自然资源等跨行业管理部门采集，以及从公众、互联网平台、通信运营商等渠道采集。宜包含交通运行状态补充数据、气象服务数据、交通执法数据，可包含旅游监测数据、道路环境监测数据、国土空间规划数据等，并符合表 E.7 的有关规定。

7.3.2.5 公路业务系统数据应由各公路业务系统采集，宜包含服务区数据、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、车路协同交互数据等，并符合表 E.8 的有关规定。

7.3.2.6 运营阶段基础设施静态数据应按照表 E.1 从建造阶段对应的数据资源库采集，并应符合 JT/T 1396—2021 中的格式和接入要求。

7.3.2.7 运营阶段公路主体及沿线设备设施感知数据、养护作业数据应分别按照表 E.3、表 E.4 从养护阶段对应的数据资源库采集，并应符合 JT/T 1396—2021 中的格式和接入要求。

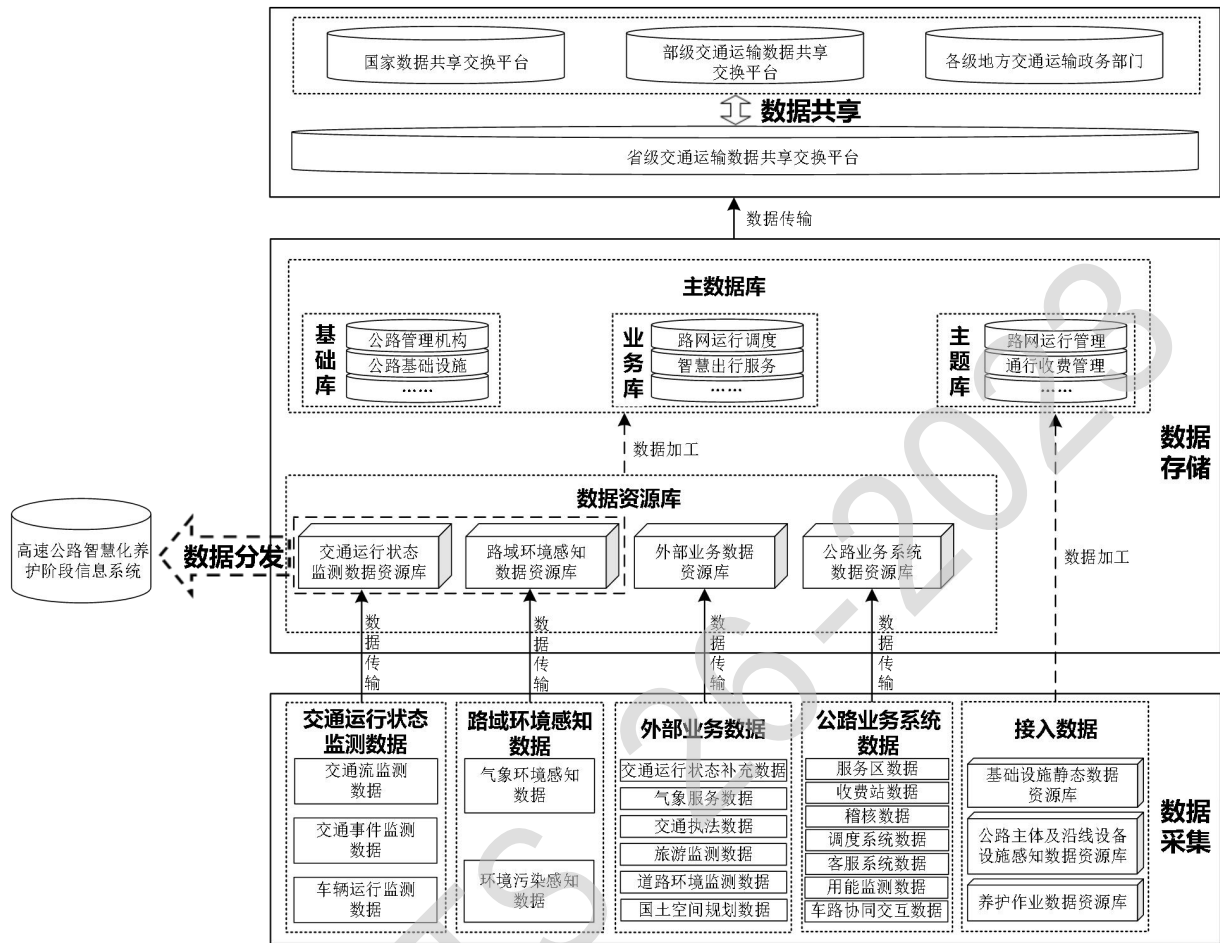


图 10 高速公路智慧化运营阶段数据架构

7.3.3 数据存储

7.3.3.1 运营阶段数据存储宜与建造阶段、养护阶段一致，分数据资源库、主数据库两级存储，数据安全应符合附录 A 的有关规定。

7.3.3.2 主数据库宜包含基础库、业务库和主题库，支持海量数据深层次交互融合与挖掘应用。

- a) 基础库：宜存储高速公路智慧化运营的基础静态数据。宜包含公路管理机构、公路基础设施等数据库。
- b) 业务库：宜存储与高速公路智慧化运营相关的各类业务管理数据。宜包含路网运行调度（包含交通运行监测预警、指挥调度、应急处置等）、智慧出行服务等数据库。
- c) 主题库：宜存储面向高速公路智慧化运营阶段特定应用领域的数据库，根据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。宜包含路网运行管理、通行收费管理等数据库。

7.3.3.3 运营阶段各数据库应根据业务需求分级设计存储容量，并支持远期扩容。

7.3.4 数据分发

运营阶段应分别按照表 E.5 和表 E.6 向养护阶段发送交通运行状态监测数据、路域环境感知数据。数据分发过程中的数据安全应符合附录 A 的有关规定。

7.3.5 数据共享

运营阶段存储的数据宜通过省级交通运输数据共享交换平台与国家数据共享交换平台、部级交通运输数据共享交换平台、各级地方交通运输政务部门进行数据共享。数据共享应符合 JT/T 1415.1—2022、JT/T 1415.2—2022、JT/T 1415.3—2022 的有关要求。

T/JSCTS 26-2023

附 录 A
(规范性)
高速公路信息安全建设要求

- A.1 高速公路信息安全建设宜包含网络安全、系统安全和数据安全三个层次。
- A.2 高速公路网络安全应针对网络基础设施进行管控，重点关注数据传输环节。
- A.3 高速公路系统安全应针对信息系统进行管控，重点关注数据应用环节。
- A.4 高速公路数据安全应针对数据资源进行管控，重点关注数据全生命周期。
- A.5 高速公路信息安全宜从用户终端安全、载运装备单元安全、基础设施单元安全、计算中心安全、网络和通信安全等角度进行网络安全、系统安全、数据安全建设，并应符合 GB/T 37378 的要求。
- A.6 高速公路信息安全应按照 GB/T 22240—2020 开展网络安全定级和备案工作，应按照 GB/T 22239—2019 开展网络安全建设和监督管理。
- A.7 高速公路信息安全中的数据安全应符合 GB/T 37373—2019、JT/T 1224.3—2018 和 JT/T 1415.2—2022 的有关要求。

附录 B

(规范性)

高速公路供电设施建设要求

- B.1 低压直供应包含低于 1kV 的电压等级，应服务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备。
- B.2 中压供电应包含高于 1kV、低于 20kV 的交流电压等级，应服务于供电距离超过 1.5km、沿线机电设备密布、负荷相对密集、负荷矩较大的路段的机电设备。
- B.3 交/直流远供应服务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.4 可充分利用公路沿线资源建设高速公路新能源微供电设施，可包含光伏微电网和风能微电网。
- B.5 可通过光伏微电网向服务区、隧道、收费站、公路沿线供能。光伏微电网宜包含智能光伏控制器、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、子阵拓扑、组串级监控。
 - d) 光伏发电设施可布设在公路匝道圈内、公路边坡、隧道棚洞、服务区屋顶和停车棚等位置。
- B.6 可在供电传输及维护成本高、风能资源丰富的高速公建设风能微电网，为公路沿线机电设备供能。
- B.7 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，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
(规范性)
高速公路通信及网络建设要求

C.1 一般要求

- C.1.1 高速公路通信及网络建设应符合交通运输部2012年第3号公告《高速公路通信技术要求》。
- C.1.2 高速公路通信及网络建设宜包含通信设施、通信组网、网络维护、通信及网络安全。

C.2 通信设施

- C.2.1 专用短程通信设施宜包含路侧单元、车载单元等设施。
- C.2.2 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。
- C.2.3 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。

C.3 通信组网

- C.3.1 高速公路通信传输网系统应由干线传输网与路段接入网构成，并符合以下要求：
 - a) 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。
 - b) 通信传输网系统应在省级通信中心和通信（分）中心之间设立干线传输网，在通信（分）中心与基层通信站之间设立接入网。
 - c) 通信传输网系统应具备硬管道隔离能力，支持不同带宽业务需求的灵活调整。
 - d) 数据传输网络应具有高可靠性，具备多重路径组网能力，宜支持 ASON 保护能力。
- C.3.2 高速公路通信业务网系统应由收费业务网、监控业务网等构成，并符合以下要求：
 - a) 通信业务网宜选用以太网、PON 制式、IP 路由进行组网。
 - b) 收费通信业务应单独组网，与其他通信业务网分离。
 - c) 通信业务网应具备硬隔离能力，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。
 - d) 通信业务网网络应具有高可靠性。
- C.3.3 高速公路网络维护要求网络管理平台宜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，数据传输网络和通信业务网络故障宜通过网络运维监视平台定位。
- C.3.4 高速公路通信及网络的信息安全应符合附录 A 的有关要求。

附录 D

(规范性)

高速公路信息系统建设要求

- D.1 高速公路信息系统建设宜包含物理基础设施层、IaaS层、PaaS层、SaaS层、DaaS层、安全服务层和管理域。系统宜根据业务需求分层构建。
- D.2 物理基础设施层宜包含 X86、ARM 等计算服务器及网络交换机、路由器、防火墙等硬件设备。
- D.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。宜在 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。宜在 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。
- D.4 PaaS 层应根据业务设置大数据平台、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底座、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路侧边缘设施，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) 应用引擎宜包含微服务架构和应用与数据集成平台。
- D.5 SaaS 层应为高速公路智慧化建造、养护、运营各阶段功能架构的实现提供软件服务。
- D.6 DaaS 层应基于高速公路智慧化建造、养护、运营各阶段数据架构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 层宜包含数据湖、数据标准融合层、数据汇总层、数据应用专题层等。
 - b) DaaS 层宜支持结构化数据、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。
- D.7 安全服务层应为高速公路信息系统提供整体安全服务，宜包含防火墙、日志审计、数据库审计、漏洞扫描、安全态势感知、杀毒软件等安全功能，应符合附录 A 中关于网络安全、系统安全和数据安全的要求。
- D.8 管理域应为高速公路信息系统提供业务管理功能，宜包含组织管理、流程审批、统一认证、云管理服务、经营优化等业务管理功能。

附录 E

(规范性)

高速公路智慧化建造、养护、运营全生命周期数据采集内容

高速公路智慧化建造、养护、运营全生命周期数据采集有关内容见表 E.1~表 E.8。

表 E.1 基础设施静态数据

数据类型	数据内容
建筑用地基础数据	宜包含公路建筑用地土地使用权证、公路建筑用地经纬图示等数据。
路线基础数据	宜包含项目名称、项目代码、区段代码、施工桩号、施工路线编码、车道、宽度、建设年代、地理位置等项目基本数据；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数据；宜包含高速公路的纵断面设计类数据；宜包含高速公路的横断面布置类数据；宜包含高速公路上桥梁和隧道等构造物分布等数据。
路基基础数据	宜包含硬路肩和土路肩等路肩类部分的施工桩号和布置形式等数据；宜包含路堤和路堑等边坡类部分的施工桩号和布置形式等数据；宜包含挡墙和锚杆等路基构造物类部分的施工桩号和布置形式等数据；宜包含路缘石、排水系统等其他部分的施工桩号和布置形式等数据。
路面基础数据	宜包含面层厚度及材料性质、基层厚度及材料性质、土基处置厚度及处置方式等数据。
桥梁涵洞基础数据	宜包含桥梁上部和下部的结构形式及结构组件等桥梁结构数据；宜包含桥面铺装、伸缩缝等桥梁桥面数据；宜包含声屏障、管道等桥梁其他附属设施数据。
隧道基础数据	宜包含隧道长度、直曲线等描述性数据；宜包含隧道结构形式和材料性质等构造类数据；宜包含排水设施、预埋件、内装饰等隧道其他附属设施数据。
沿线设施基础数据	宜包含防撞护栏和声屏障、防落网、隔离栅等防护设施类数据；宜包含交通标志、交通标线、里程桩、轮廓标、防眩板等诱导类数据；宜包含绿化工程类数据；宜包含监控、通信、收费、照明、隧道消防等机电设备类数据；可包含太阳能光伏板等绿色能源设施数据。

表 E.2 工程建设管理数据

数据类型	数据内容
建设项目基础信息数据	宜包含项目建设依据、开工日期等基础信息数据，宜包含项目进展情况、项目相关单位等信息。
施工计量管理数据	宜包含项目投资管理、计量分析、变更管理等数据。
施工人员/设备/物料管理数据	宜包含工地人员位置信息、物料信息、设备使用记录、工程现场视频监控等数据。
施工质量监测数据	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。
施工期环境监测数据	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。
施工期安全监测数据	宜包含施工工地违规行为安全抓拍、重点区域视频监控、危大工程进度、高边坡及隧道关键安全指标、工程风险源、安全检查日志、安全问题处理日志等信息。
施工期能耗监测数据	宜包含施工阶段电能消耗、燃油消耗、建设用水相关数据，宜包含附属房屋设施的生活用电用水、供暖热量数据等。
施工期进度管理数据	宜包含施工工序、整体施工计划、月/季度进度计划等信息，宜包含人工/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，宜包含施工期影响进度的突发事件数据。

表 E.3 公路主体及沿线设备设施感知数据

数据类型	数据内容
路基路面健康监测数据	宜包含路面动荷载、路面病害、路基异常等巡检和监测数据，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。
桥梁健康监测数据	宜包含结构应力、桥梁变形、结构裂缝、环境腐蚀、交通荷载、结构温度等监测数据。
隧道健康监测数据	宜包含隧道能见度、CO浓度、风速风向、亮度、火灾、交通事件、结构安全等监测数据。
交通安全设施状态监测数据	宜包含护栏、中央分隔带等交通安全设施状态巡检和监测数据，可包含标志标线状态巡检和监测数据。
机电设备状态监测数据	宜包含机电设备供电状态、通信状态、防雷器状态、机箱开门状态、箱内温湿度等监测数据。

表 E.4 养护作业数据

数据类型	数据内容
养护巡查数据	宜包含养护巡查的时间、位置、事件记录等数据。
养护工程数据	宜包含养护施工时间、施工位置、施工内容、通行限制或车道封闭情况等数据。
养护工区数据	宜包含养护工区的人员、设备、车辆、物料、环境等数据。
养护巡检车/无人机运行监测数据	宜包含养护巡检车/无人机的身份、实时定位、运行状态、行驶轨迹等数据。
养护计划数据	宜包含养护方案和计划、养护经费、养护效益评估等数据。

表 E.5 交通运行状态监测数据

数据类型	数据内容
交通流监测数据	宜包含以断面或车道为单位的交通量、速度、占有率、车辆类型、车辆长度等交通流监测数据。可包含高速公路及各收费站周边城市道路交通流数据。
交通事件监测数据	宜包含交通拥堵、异常停车、违法变道、车辆逆行、路面污染、抛洒物等交通事件检测数据。
车辆运行监测数据	宜包含上路车辆身份信息和重点车辆的实时定位、运行状态、行驶轨迹等数据。

表 E.6 路域环境感知数据

数据类型	数据内容
气象环境感知数据	宜包含公路能见度监测、气温监测、路面状态（干燥、潮湿、积水、结冰、团雾、积雪、路面温度）监测、风速风向监测、气压监测等数据。
环境污染感知数据	可包含空气质量监测、噪声监测、扬尘监测等数据。

表 E.7 外部业务数据

数据类型	数据内容
交通运行状态补充数据	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、突发事件等数据。
气象服务数据	宜包含与气象信息服务平台共享的气象环境等数据。
交通执法数据	宜包含交通运输行业经营者、运营车辆、从业人员等数据。宜包含交通执法部门、公安交警部门的违规处罚记录等数据。

表 E.7 外部业务数据（续）

数据类型	数据内容
旅游监测数据	可包含重点景区和周边路网运行监测、旅游客运企业与人员资质、旅游包车运行情况等数据。
道路环境监测数据	可包含与生态环境管理等部门共享的道路沿线路面环境、噪声监测等数据。
国土空间规划数据	宜与自然资源管理部门对接，将包含高速公路用地现状与动态使用效率的相关数据纳入国土空间管理一张图系统。

表 E.8 公路业务系统

数据类型	数据内容
服务区数据	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、厕位监测和营业流水等数据。
收费站数据	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、收费亭内外视频监控、周边道路交通流等数据。
稽核数据	宜包含逃费车辆信息、逃费里程等数据。
调度系统数据	宜包含上报的交通事件、应急指挥调度等数据。
客服系统数据	宜包含出行投诉、出行求助、信息发布等数据。
用能监测数据	宜包含对智慧公路及附属建筑电能消耗、生活用水、供暖热量等数据。
车路协同交互数据	包括车端上传和路侧下发的各类数据。

参 考 文 献

- [1] GB/T 18567 高速公路隧道监控系统模式
 - [2] 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
 - [3] GB/T 31024.1 合作式智能运输系统 专用短程通信
 - [4] GA/T 994 道路交通信息发布规范
 - [5] 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
 - [6] JTG B01—2014 公路工程技术标准
 - [7] JTG D80 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范
 - [8] JTG/T E61 公路路面技术状况自动化检测规程
 - [9] JT/T1032 雾天公路行车安全诱导装置
 - [10] JT/T1037 公路桥梁结构安全监测系统技术规程
 - [11] DB32/T 2620 江苏省高速公路联网监控系统技术标准
 - [12] 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
 - [13] T/JSCTS 11—2022 公路路面探地雷达检测技术规程
 - [14] JSITS/T 0001—2020 江苏省智慧高速公路建设技术指南
 - [15] 周勇,王其峰,左志武. 山东智慧高速公路探索与实践[M]. 北京: 人民交通出版社, 2022.
-