

团体标准

T/ITS 0144-2021

普通国省干线智慧公路建设框架

Framework for the construction of National and Provincial Arterial
Smart Highway

2021-12-31 发布

2022-03-01 实施

中国智能交通产业联盟 发布

中国智能交通产业联盟

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.....	1
4 总体框架.....	3
5 功能框架.....	4
6 数据框架.....	6
7 物理框架.....	10

前 言

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

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

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。

本文件主要起草单位：华设设计集团股份有限公司、江苏省交通运输厅公路事业发展中心、北京卓视智通科技有限责任公司、东南大学、深圳佑驾创新科技有限公司、中电莱斯信息系统有限公司、华为技术有限公司、青岛海信网络科技股份有限公司、北京万集科技股份有限公司。

本文件起草人：刁含楼、闵剑勇、万剑、陈红斌、丁闪闪、吴岚、吴柯维、刘志远、周翔、华禹凯、张霁扬、殷浩、徐海潮、黄俊松、邢大伟、龚树超、陶金、孙代耀、栗红强、张明、姜圣。

普通国省干线智慧公路建设框架

1 范围

本文件规定了普通国省干线智慧公路的总体框架、功能框架、数据框架和物理框架。

本文件适用于新建、改（扩）建及已建运营普通国省干线公路建设。

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/T 20839-2007 智能运输系统 通用术语

GB/T 28789-2012 视频交通事件检测器

GB/T 39267-2020 北斗卫星导航术语

GA/T 994-2017 道路交通信息发布规范

JTG B01-2014 公路工程技术标准

JT/T 1032-2016 雾天公路行车安全诱导装置

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

智慧公路 Smart Highway

智慧公路是指通过 5G、北斗、BIM、人工智能、大数据、车路协同自动驾驶等新一代信息技术，在公路设计、建造、养护、运营管理全生命周期集成应用，形成智能感知、智能管控、智能服务的综合管理服务系统，实现公路网的高效治理和高品质出行。

3.1.2

公路脑 Highway Brain

公路脑是对公路工程理论基础和科学方法在模型技术上的抽象描述，是对公路管理服务中涉及到的各类分析模型的高度凝练，实现对公路业务的智慧化思考和科学化决策。

3.1.3

高精度地图 High Precision Digital Map

能够包含交通基础设施建设规范所定义的交通标线、交通标志、交通护栏等基本交通构成要素，对于交通标线等关键要素平面位置的绝对精度高于 1.0 米，每 100 米相对误差不超过 0.1 米的电子地图。

3.1.4

北斗卫星导航系统 BeiDou Navigation Satellite System

由中国研制建设和管理的卫星导航系统。为用户提供实时的三维位置、速度和时间信息，包括公开、授权和短报文通信等服务。

[来源：GB/T 39267-2020, 2.1.11]

3.1.5

云控平台 Cloud Control Platform

以云计算、物联网技术为手段，以网络化控制、信息物理系统、复杂大系统等理论为依托，实现大规模和扁平化接入的、具有高度自主和高度智能控制功能的路网控制平台。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

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

C-V2X: 基于蜂窝网络的车联网通信技术 (Cellular Vehicle to Everything)

DSRC: 专用短程通信技术 (Dedicated Short Range Communication)

IOT: 物联网 (Internet of Things)

RSU: 路侧单元 (Road-Side Unit)

SD-WAN: 广域软件定义网络 (Software Defined Wide Area network)

V2X: 车联网通信技术 (Vehicle to Everything)

4G: 第四代移动通信技术 (4th Generation mobile networks)

5G: 第五代移动通信技术 (5th Generation mobile networks)

4 总体框架

4.1 总体架构

普通国省干线智慧公路总体框架可包括感知层、通信层、平台层、应用层、安全和运维保障 5 大部分，如图 1 所示。

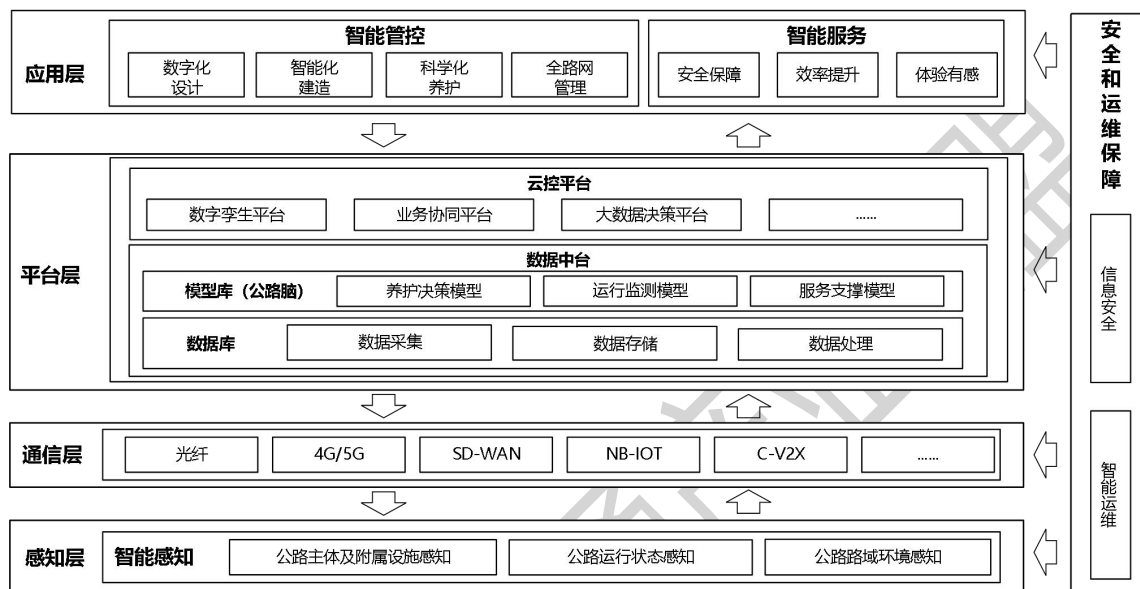


图 1 普通国省干线智慧公路总体架构

4.2 感知层

感知层主要对普通国省干线智慧公路进行智能监测，宜包括公路主体及附属设施感知、公路运行状态感知、公路路域环境感知等。

4.3 通信层

通信层主要基于光纤、4G/5G、SD-WAN、NB-IOT、C-V2X 等多网融合的通信方式，提升网络传输的效率。

4.4 平台层

平台层主要由云控平台和数据中台构成，汇集智慧公路相关数据，通过数据分析、决策支持等手段支撑应用层。其中，云控平台可包括数字孪生平台、业务协同平台、大数据决策平台等，数据中台可包括模型库（公路脑）和数据库。

4.5 应用层

应用层主要包括智能管控及智能服务相关应用。其中，智能管控可包括数字化公路设计、智

能化公路建造、科学化公路养护、全方位路网管控，智能服务可包括安全保障、效率提升和体验有感等。

4.6 安全和运维保障

安全和运维保障主要为智慧公路相关管理应用、服务应用、基础支撑等系统提供安全运维保障，宜包括信息安全、智能运维等。

5 功能框架

5.1 功能架构

普通国省干线智慧公路功能框架主要包括智能感知、智能管控和智能服务 3 大部分，如图 2 所示。

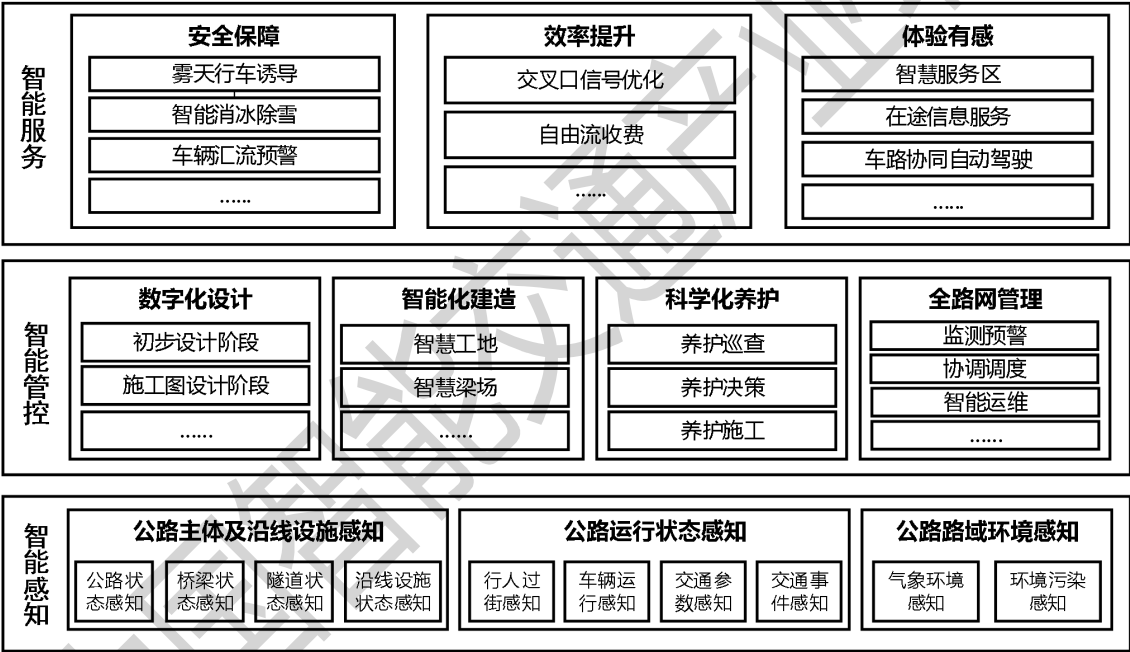


图 2 普通国省干线智慧公路功能架构

5.2 智能感知

5.2.1 公路主体及沿线设施感知

公路主体及沿线设施感知宜包括公路状态感知、桥梁状态感知、隧道状态感知和沿线设施状态感知，可实时监测公路主体及沿线设施状态。

5.2.2 公路运行状态感知

公路运行状态感知设施可包括交通参数感知、公路事件感知、公路违法行为感知等，能够对公路运行状况进行实时感知。

5.2.3 公路路域环境感知

公路路域环境感知可包括气象环境感知以及环境污染感知，能够为交通信息发布、工程建造管理等提供支撑。

5.3 智能管控

5.3.1 数字化设计

数字化公路设计可在设计阶段实现公路主体及附属设施属性数据、空间数据数字化，采用 BIM 技术进行设计，支持设计方案对已有环境的影响性评价。

5.3.2 智能化建造

智能化公路建造可包括智慧工地、智慧梁场等，包括人员管理、设备管理、物料管理、质量管理、环境管理、安全管理和工程管理等功能。

5.3.3 科学化养护

科学化公路养护可基于干线公路路面养护检测、评定、决策、实施与评估技术，动态监测、评定路面状态，为科学化养护提供决策基础。

5.3.4 全路网管理

普通国省干线智慧公路全路网管理宜考虑智慧公路与高速路网的衔接，可实现智能主动监测、智联调度应用和智慧决策应用等功能。

5.4 智能服务

5.4.1 安全保障

安全保障服务可包括雾天行车诱导、智能消冰除雪、车辆汇流预警等应用，具备道路轮廓强化、自动消冰除雪等功能和行车主动诱导。

5.4.2 效率提升

效率提升服务可包括交叉口信号优化和自由流收费等应用，通过信号控制及不停车收费应用，提高普通国省道的通行能力和通行效率。

5.4.3 出行有感

出行有感服务可包括智慧服务区、在途信息服务、车路协同自动驾驶等应用，通过全方位服务，优化出行体验。

6 数据框架

6.1 数据架构

普通国省干线智慧公路数据框架可分为采集、传输、存储、分析及应用 5 个层次，如图 3 所示。

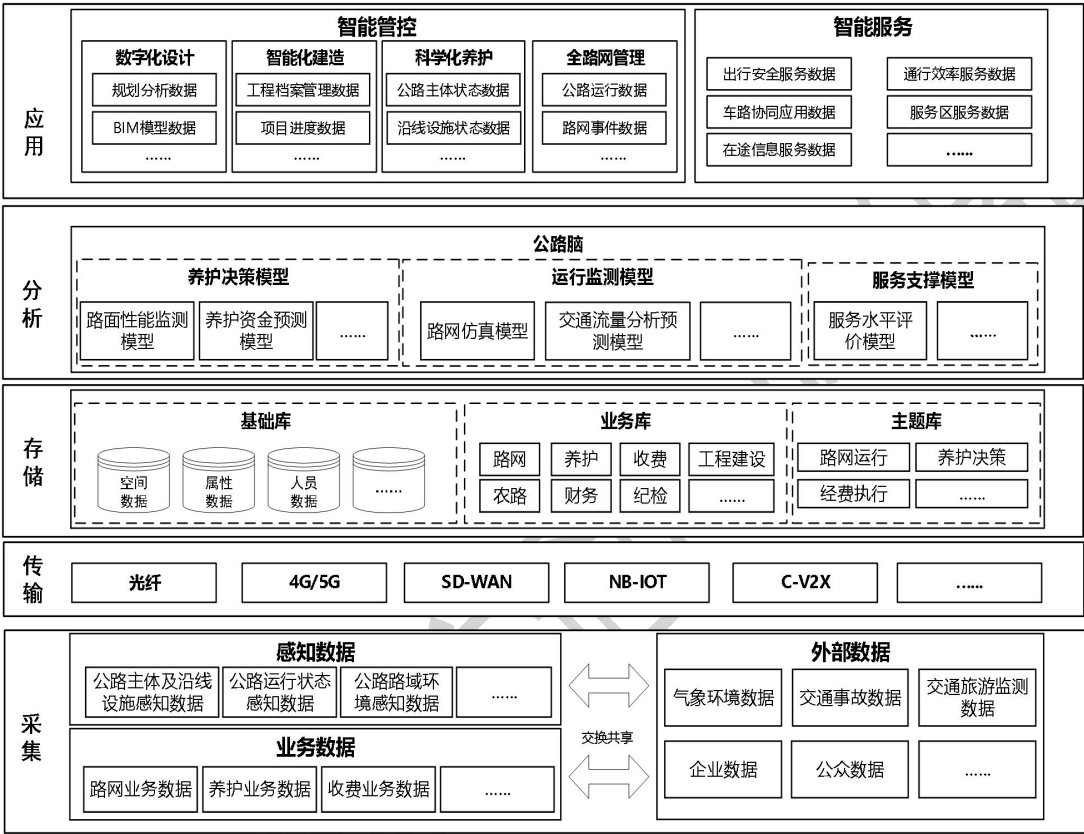


图 3 普通国省干线智慧公路数据框架

6.2 采集

6.2.1 感知数据

感知数据主要指通过布设感知设备采集的数据，宜包括公路主体及沿线设施感知数据、公路运行状态感知数据、公路路域环境感知数据等数据资源，如表 1 所示。

表 1 智能感知数据内容

数据类型	数据内容
公路主体及沿线设施数据	包括公路状态感知数据、桥梁状态感知数据、隧道状态感知数据、沿线设施状态感知数据。其中公路状态感知数据包括路面荷载监测数据、路面病害监测数据、路基沉降监测数据等；桥梁状态感知数据包括结构应力监测数据、桥梁变形监测数据、结构裂缝监测数据、交通荷载监测数据、结构温度监测

表 1 智能感知数据内容（续）

数据类型	数据内容
	数据等；隧道状态感知数据包括能见度监测数据、CO 浓度监测数据、风速风向监测数据、火灾监测数据、结构安全监测数据等；沿线设施状态感知数据包括交通安全设施状态监测数据、机电设备状态监测数据。
公路运行状态数据	包括行人过街感知数据、车辆运行感知数据、交通参数感知数据、交通事件感知数据。
公路路域环境数据	包括公路沿线气象环境感知数据和环境污染感知数据。其中气象环境感知数据包括能见度监测数据、空气温湿度监测数据、风速风向监测数据、路面温度监测数据、路面状况监测数据；环境污染感知数据包括空气质量监测数据、噪音监测数据和扬尘监测数据等。

6.2.2 业务数据

业务数据主要指公路路网管理系统、公路养护管理系统等各业务系统产生的数据，宜包括路网业务数据、养护业务数据、收费业务数据等数据资源。

6.2.3 外部数据

外部数据主要指通过与交通执法、公安交管、气象、国土、旅游等其他部门交换共享获取的数据，以及从公众和相关企业获取的数据，宜包括气象环境数据、交通旅游监测数据、交通运输信用数据、社会众包数据等数据资源，如表 2 所示。

表 2 外部数据内容

数据类型	数据内容
气象环境数据	包括公路沿线气象监测数据，与气象、国土等部门以及第三方气象信息服务平台共享的气象数据等。
交通旅游监测数据	包括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。
交通运输信用数据	包括交通运输行业经营者、运营车辆、从业人员等数据以及交通执法部门、公安交管部门的违规处罚数据等。

6.3 传输

数据传输方式可包括路-路通信、车-车通信、车-路通信、路-中心通信、车-中心通信等。

a) 路-路通信可采用光纤、4G/5G、NB-IoT 等通信技术进行传输，可包括设备感知数据、设备管控数据、设备状态数据等。

b) 车-车通信、车-路通信可采用 C-V2X、DSRC 等通信技术。对于自动驾驶与车路协同，推荐采用 C-V2X 技术，包括安全出行数据、通行效率数据、信息服务数据等。

c) 路-中心通信可采用光纤、4G/5G、SD-WAN 等通信技术，包括公路主体及沿线设施感知数据、交通运行状态感知数据、公路路域环境感知数据、交通信号管控数据等。

d) 车-中心通信可采用 4G/5G 和 C-V2X 等通信技术，包括安全出行数据、通行效率数据、

信息服务数据等。

6.4 存储

6.4.1 一般要求

普通国省干线智慧公路数据分类存储于行业基础库、主题库和业务库中，支撑海量数据深层次交互融合与挖掘应用。

6.4.2 基础库

基础库主要存储公路基础静态信息。可包括组织机构数据库、人员基本信息数据库、信息资源数据库、人员权限数据库、基础设施（公路）数据库、沿线设施（公路）数据库、沿线设施（非公路）数据库、公路空间数据库、设备基本信息（非沿线）数据库、信息分类编码数据库等。

6.4.3 业务库

业务库主要存储与公路相关的各类业务管理数据。主要包括工程建设管理数据库、养护管理数据库（包括养护计划管理、养护工程实施管理、小修保养管理等）、公路网管理与应急指挥数据库（包括综合值班管理、路网监控、路网调度、应急指挥等）、通行费数据库、办公自动化数据库等。

6.3.4 主题库

主题数据库存储面向公路特定领域或应用领域的数据库，主要由逻辑相关的数据资源（公路基础数据库和公路业务数据库中的数据资源）按照统一的标准规范整合形成，能够通过统一的服务系统为用户提供一站式服务，具有系统性和完整性。主题库主要包括公路网运行管理主题数据库、公路养护管理主题数据库、公路路政管理主题数据库、公路工程建设管理主题数据库、公路通行费管理主题数据库等几大主题数据库。

6.5 分析

普通国省干线智慧公路宜依托公路网相关模型对数据库中的资源进行处理和分析。

a) 路面性能监测模型，可基于数据采集模块获取路面病害数据以及动态称重系统获取路面动荷载数据，实现公路病害、病害处置、路面性能实时监测。

b) 养护资金预测模型，可在不限定的基准条件下（交通量、路面荷载、交通量组成等）预测养护资金需求的基准值。

c) 路网仿真模型可基于交通量多源数据融合结果，对某一断面处的交通量数据进行分析，预测该断面某一段时间内的交通流量情况。

d) 交通流量分析预测模型可针对路段交通流量时变分析，分析指定时间跨度内该路段交通流量变化，测算交通量高峰小时系数。按不同路段行政等级、区县位置分析路段交通流量地点变

化，并进行分级排序。

e) 服务水平评价模型可基于公路出行者对于智慧公路相关服务应用评价，对公路服务水平进行评级。

6.6 应用

6.6.1 智能管控

a) 数字化设计通过对规划过程和图文资料的关联关系，实现与城乡建设、土地利用等方面规划的信息共享和叠加。可包括图文资料管理数据、方案规划数据、规划分析数据、BIM 模型数据等。

b) 智能化建造以 BIM+GIS 技术、远程监控技术为手段，实现对交通基础设施建设过程全面（质量、安全、进度、费用等）动态可视化管理。可包括工程档案管理数据、项目投资管理数据、项目进度管理数据、施工质量管理数据、变更管理数据、工程接养管理数据等。

c) 科学化养护基于公路、桥梁、隧道、设施台账信息，实现对各类养护工程实施情况、经费使用情况、日常巡查记录、桥梁养护和路况信息的数字化分析和管理。可包括道路路段（路面）及其主要附属构造物、公路沿线主要设施（避险车道、出入口、互通立交、交通量调查站、超限监测站、服务区、公路标志、可变情报板、治超站、监控设施、交通标志（限速标志、超高标志）、交通安全防护设施、广告牌、收费站）的可测量数据。

d) 全路网管理实时显示路况、拥堵状态、交通事件等。可包括公路运行数据、路网流量/速度特征数据、交通指数数据、道路时间特征数据、道路空间特征数据、路网事件等数据。

6.6.2 智能服务

智能服务数据应用可包括出行安全服务数据、通行效率服务数据、车路协同应用数据、服务区服务数据、在途信息服务数据等，如表 3 所示。

表 3 智能服务数据内容

数据主题	数据内容
出行安全服务数据	路面结冰预警信息、雾天预警信息、车辆汇流信息等。
通行效率服务数据	收费信息、交叉口引导信息、拥堵预警信息等。
车路协同应用数据	车-车交互类信息、路-车交互类信息、中心-车交互类信息、车-中心交互类信息、路-中心感知信息，涉及前向碰撞预警数据、交叉路口碰撞预警数据、左转辅助数据、盲区预警/变道预警数据、逆向超车预警数据、异常车辆提醒数据、限速预警数据等。

表 3 智能服务数据内容（续）

数据主题	数据内容
服务区服务数据	车位信息、路况信息、餐厅排队信息、充电桩信息等。
在途信息服务数据	交通诱导信息、交通安全预警信息、交通违法警示信息、安全宣传信息等。

7 物理框架

7.1 物理架构

普通国省干线智慧公路物理框架应由前端系统、通信系统、后台系统 3 大部分组成，如图 4 所示。

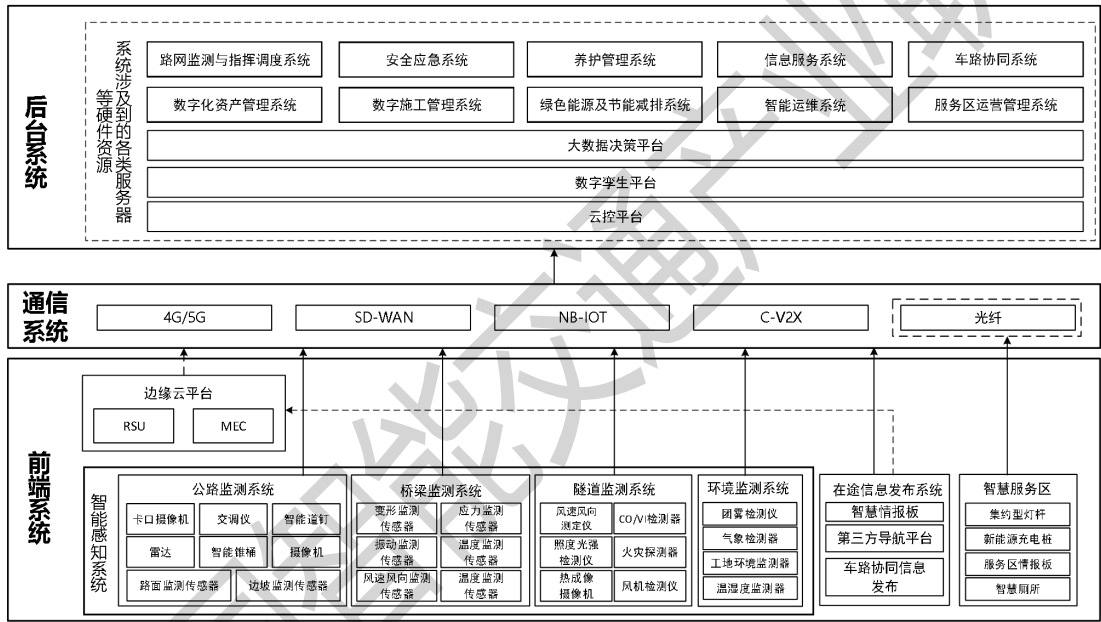


图 4 普通国省干线智慧公路物理架构图

7.2 前端系统

前端系统由智能感知系统、在途信息发布系统、边缘云平台、智慧服务区构成。其中，智能感知系统按不同交通组成为道路监测、桥梁监测、隧道监测、环境监测等系统，可采用边缘云平台对智慧公路外场感知数据进行采集、运算处理并为交通管控提供信息服务。信息发布系统为出行者提供多维度出行信息，应包含前端系统的信息安全建设。

- a) 公路监测系统可包括摄像机、雷达、智能道钉、智能锥桶、路面传感器等设备。
- b) 桥梁监测系统可包括变形监测传感器、应力监测传感器、振动监测传感器等设备。
- c) 隧道监控系统可包括火灾探测器、热成像摄像机、风速风向测定仪等设备。

- d) 环境监测系统可包括团雾监测仪、气象检测器、温湿度监测器等。
- e) 边缘云平台可包括 RSU、MEC 等设备。
- f) 在途信息发布系统可包括智慧情报板、第三方导航平台、车路协同信息发布等设备。
- g) 智慧服务区可包括集约型灯杆、新能源充电桩、智慧厕所等。

7.3 通信系统

通信系统由通信层主要基于光纤、4G/5G、SD-WAN、NB-IOT、C-V2X 等多网融合的通信方式，提升网络传输效率，应包含通信系统的信息安全建设。

7.4 后台系统

内场系统可包括云控平台、数字孪生平台、大数据决策平台和相关业务系统涉及到的各类服务器等硬件资源，应包含后台系统的信息安全建设。

T/ITS 0144-2021

中国智能交通产业联盟
标准
普通国省干线智慧公路建设框架
T/ITS 0144-2021

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org.cn>

2021 年 12 月第一版 2021 年 12 月第一次印刷