

JSITS

江苏省智慧交通建设标准

JSITS/T 0002—2020

江苏省普通国省道智慧公路 建设技术指南

Technical Guidelines for Construction of National and Provincial Arterial Smart Highway
in Jiangsu Province

2020-12-31 发布

2021-01-15 实施

江苏省交通运输厅 发布

前 言

普通国省道是连接高速公路与农村公路、城市节点与乡镇群落的重要通道,具有突出的连通、集散功能。普通国省道实行开放式通行管理,其交通干扰因素多样、路口交通事件多发、路网运行状态多变,需采用智慧化手段提升公路全生命周期的感知、管控和服务水平。《交通强国建设纲要》、《数字交通发展规划纲要》、《关于加快推进新一代国家交通控制网和智慧公路试点的通知》、《关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》、《江苏智能交通建设实施方案》等国家、部省重要文件指出,需进一步加强新技术与公路基础设施数字化、公路管理业务信息化的深度融合,推进智慧公路建设。为指导江苏智慧公路有序建设和推广,避免盲目建设和资源浪费,江苏省交通运输厅组织编制了《江苏省普通国省道智慧公路建设技术指南》。

本指南编制过程中,编制组对我国已建和在建的智慧公路进行了广泛调研,对相关技术进行了深入分析,在总结实践经验、融合先进技术、参考已有标准的基础上,完成了本指南的编制。

本指南按照GB/T 1.1—2020规则起草。

本指南为推荐性文件,不涉及专利,将根据技术发展、实际需求等动态修编。

本指南由江苏省交通运输厅提出并归口。

主编单位:江苏省交通运输厅公路事业发展中心、华设设计集团股份有限公司、江苏省综合交通智能感知与管控重点实验室、智能交通技术和设备交通运输行业研发中心。

参编单位:苏交科集团股份有限公司、江苏东交智控科技股份有限公司、南京伯克利交通科技有限公司、南京智行信息科技有限公司、南京感动科技有限公司、中国移动通信集团江苏分公司。

目 次

1	范围	- 1 -
2	规范性引用文件	- 1 -
3	术语和定义、缩略语	- 2 -
	3.1 术语和定义.....	- 2 -
	3.2 缩略语.....	- 3 -
4	总体要求	- 3 -
	4.1 建设目标.....	- 3 -
	4.2 建设原则.....	- 3 -
	4.3 建设框架.....	- 5 -
	4.4 建设内容.....	- 7 -
5	智能感知	- 7 -
	5.1 公路主体及沿线设施感知.....	- 7 -
	5.2 交通运行状态感知.....	- 8 -
	5.3 公路路域环境感知.....	- 10 -
6	智能管控	- 11 -
	6.1 数字化设计.....	- 11 -
	6.2 智能化建造.....	- 11 -
	6.3 科学化养护.....	- 12 -
	6.4 全路网管理.....	- 13 -
7	智能服务	- 15 -
	7.1 出行安全服务.....	- 15 -
	7.2 通行效率服务.....	- 16 -
	7.3 智慧服务区.....	- 16 -
	7.4 在途信息服务.....	- 17 -
	7.5 车路协同自动驾驶.....	- 17 -
8	基础支撑	- 18 -
	8.1 融合通信.....	- 18 -
	8.2 设施供电.....	- 19 -
	8.3 数据中台.....	- 19 -
	8.4 云控平台.....	- 20 -
	8.5 信息安全.....	- 20 -
	8.6 智能运维.....	- 21 -
附 录 A	(资料性附录) 新技术典型应用	- 22 -

江苏省普通国省道智慧公路建设技术指南

1 范围

本指南主要面向从事公路管理、勘察、设计、施工、监理、试验检测、科研等业务活动的从业人员。

本指南适用于新建、改（扩）建普通国省道智慧公路设计、建造、养护和运营管理。

普通国省道智慧公路建设除执行本指南外，尚应执行现行国家、行业和本省的相关法律、规章、规范、标准等规定。

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 20134 道路交通信息采集 事件信息集
- GB/T 20839 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 29108 道路交通信息服务 术语
- 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
- GA/T 484 LED 道路交通诱导可变信息标志
- JTG B01 公路工程技术标准
- JTG D81 公路交通安全设施设计规范
- JTG/T E61 公路路面技术状况自动化检测规程
- JT/T 904 交通运输行业信息系统安全等级保护定级指南
- 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
- 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）
- 公路工程适应自动驾驶附属设施技术规范（征求意见稿）
- 交通强国建设纲要（中共中央国务院，2019年）
- 交通运输部关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见（交通运输部，2020年）
- 数字交通发展规划纲要（交通运输部，2019年）
- 关于加快推进新一代国家交通控制网和智慧公路试点的通知（交通运输部，2018年）
- 交通强国江苏方案（江苏省政府，2020年）
- 江苏省交通运输新型基础设施建设行动方案（江苏省交通运输厅，2020年）
- 江苏省智能交通建设实施方案（江苏省交通运输厅，2020）

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

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 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。

3.1.4

北斗卫星导航系统 BeiDou navigation satellite system

由中国研制的利用人造地球卫星发射的无线电信号进行导航的综合系统。为用户提供实时的三维位置、速度和时间信息，包含公开、授权和短报文通信等服务。

3.1.5

机器视觉 machine vision

用计算机来模拟人的视觉功能，从客观事物的图像中提取信息，进行处理并加以理解，最终用于实际检测、测量和控制。

3.1.6

自动驾驶车辆 automated vehicles

配备有自动驾驶辅助系统，能够由机器部分或完全取代驾驶员进行驾驶操作的车辆。

3.1.7

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，具有高度自主和高度智能控制功能的平台。

3.2 缩略语

- BIM 建筑信息模型 (Building Information Modeling)
- C-V2X 蜂窝车联网 (Cellular Vehicle-to-everything)
- DSRC 专用短程通信 (Dedicated Short Range Communication)
- ETC 电子不停车收费系统 (Electronic Toll Collection)
- GIS 地理信息系统 (Geographic Information System)
- LED 发光二极管 (Light Emitting Diode)
- LORA 远距离无线电 (Long Range Radio)
- NB-IoT 窄带物联网 (Narrow Band Internet of Things)
- OBU 车载单元 (On-Board Unit)
- RFID 射频识别 (Radio Frequency Identification)
- RSU 路侧单元 (Road-Side Unit)
- SD-WAN 广域软件定义网络 (Software Defined Wide Area Network)
- WiFi 无线通信保真技术 (Wireless Fidelity)
- 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)

4 总体要求

4.1 建设目标

- 4.1.1 普通国省道智慧公路建设总体目标包含安全提升、效率提升和服务提升。
- 4.1.2 安全提升通过主动预防交通事故，降低公路事故发生频次和事故严重程度，实现恶劣天气、复杂环境下行车事故率降低 10% 以上。
- 4.1.3 效率提升通过提升公路网实际通行能力，缩短车辆行程时间和延误，及时感知交通事件，减少事件处置时间，提升交通运行稳定性与路网可靠性，实现关键节点及路段通行效率提升 20% 以上。
- 4.1.4 服务提升通过构建多元信息服务渠道，打造伴随式出行服务体系，提升公众出行的体验感和获得感，路网综合运行实时信息可查询率 100%，收费站、服务区等关键节点公众出行满意度 95% 以上。

4.2 建设原则

- 4.2.1 普通国省道智慧公路建设应满足实用性、可靠性、先进性、经济性、可维护性、可扩展性原则，鼓励采用 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，同时为未来技术做好预留。
- 4.2.2 普通国省道智慧公路建设需面向“全路网”，兼顾高速公路、城市道路之间的信息共享与协同

管控；需体现“全周期”，兼顾设计、建造、养护、运营管理全生命周期的数据关联与相互支撑；需服务“全行业”，考虑与综合执法、公安交管、消防、医疗、应急、旅游、气象等部门之间的联动。

4.2.3 普通国省道智慧公路应结合发展需求、路网特征、工程特点、交通特性，按照以人为本、因路制宜、快速迭代、适度超前的原则建设。

4.2.4 普通国省道智慧公路应与新建、改（扩）建公路主体工程、交通工程同步规划、同步设计、同步施工和同步验收。

4.2.5 普通国省道智慧公路应建立运行维护机制、设立专项资金，确保外场感知设备、通信设备、供电设备以及内场软硬件安全、稳定、可靠运行。

4.3 建设框架

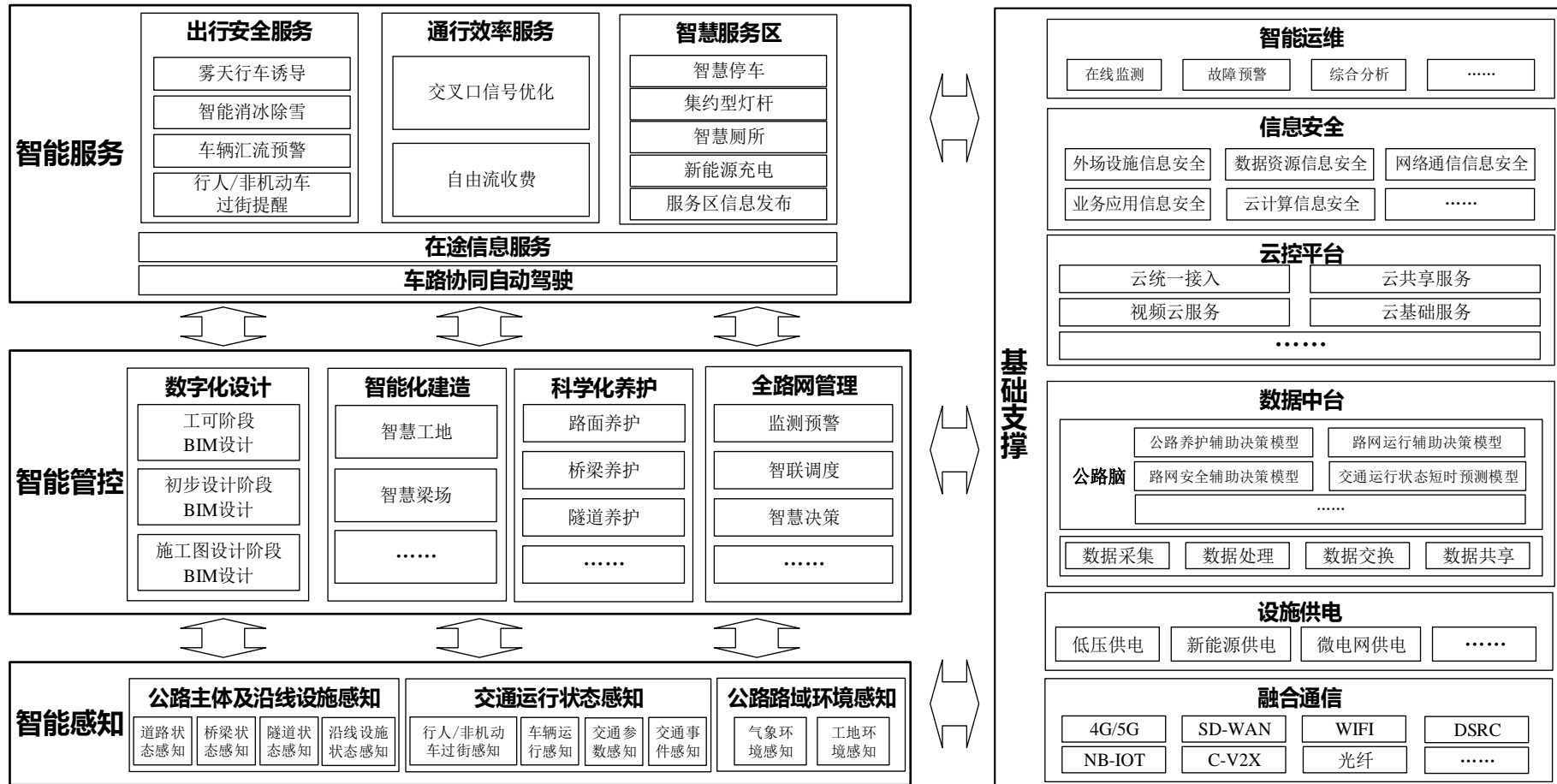


图 1 普通国省道智慧公路建设总体框架

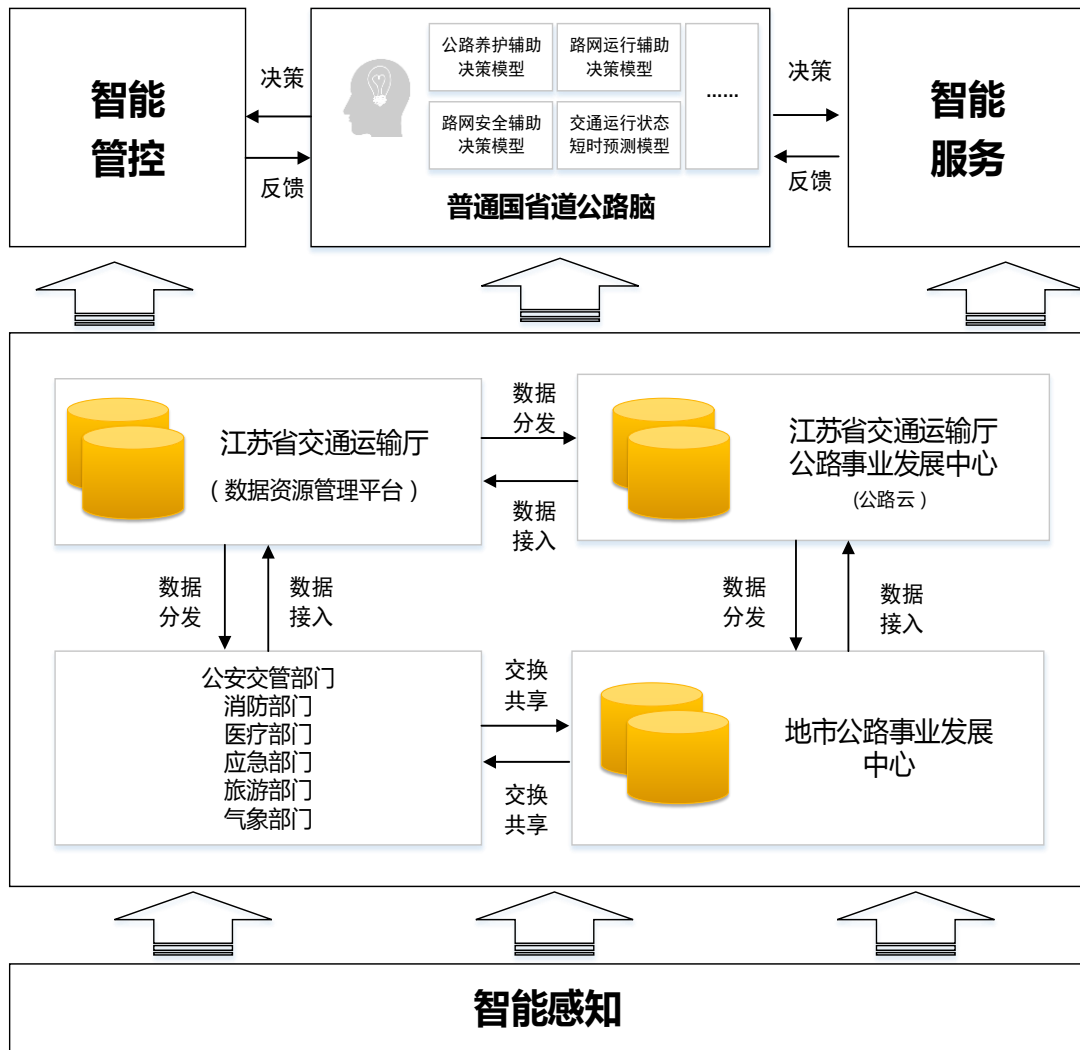


图 2 普通国省道智慧公路数据流示意图

注 1：各地市宜建立市级智慧公路一体化监测与决策平台，汇聚市域范围内各路段级智慧公路相关数据，省级层面宜建立全省统一的省级智慧公路综合展示分析平台，汇聚各地市智慧公路相关数据资源。

注 2：普通国省道公路脑由具有分析决策功能的模型库组成，主要包含公路养护辅助决策模型、路网运行辅助决策模型、路网安全辅助决策模型、交通运行状态短时预测模型等，为智能服务和智能管控提供决策支持。

4.4 建设内容

- 4.4.1 普通国省道智慧公路建设内容包含智能感知、智能管控、智能服务和基础支撑。
- 4.4.2 智能感知包含公路主体及沿线设施感知、交通运行状态感知和公路路域环境感知。
- 4.4.3 智能管控包含数字化设计、智能化建造、科学化养护和全路网管理。
- 4.4.4 智能服务包含出行安全服务、通行效率服务、智慧服务区、在途信息服务和车路协同自动驾驶。出行安全服务包含雾天行车诱导、智能消冰除雪、车辆汇流预警，通行效率服务包含交叉口信号优化、自由流收费。
- 4.4.5 基础支撑包含融合通信、设施供电、数据中台、云控平台、信息安全和智能运维。

5 智能感知

5.1 公路主体及沿线设施感知

5.1.1 公路主体及沿线设施感知主要包含道路状态感知、桥梁状态感知、隧道状态感知和沿线设施状态感知。

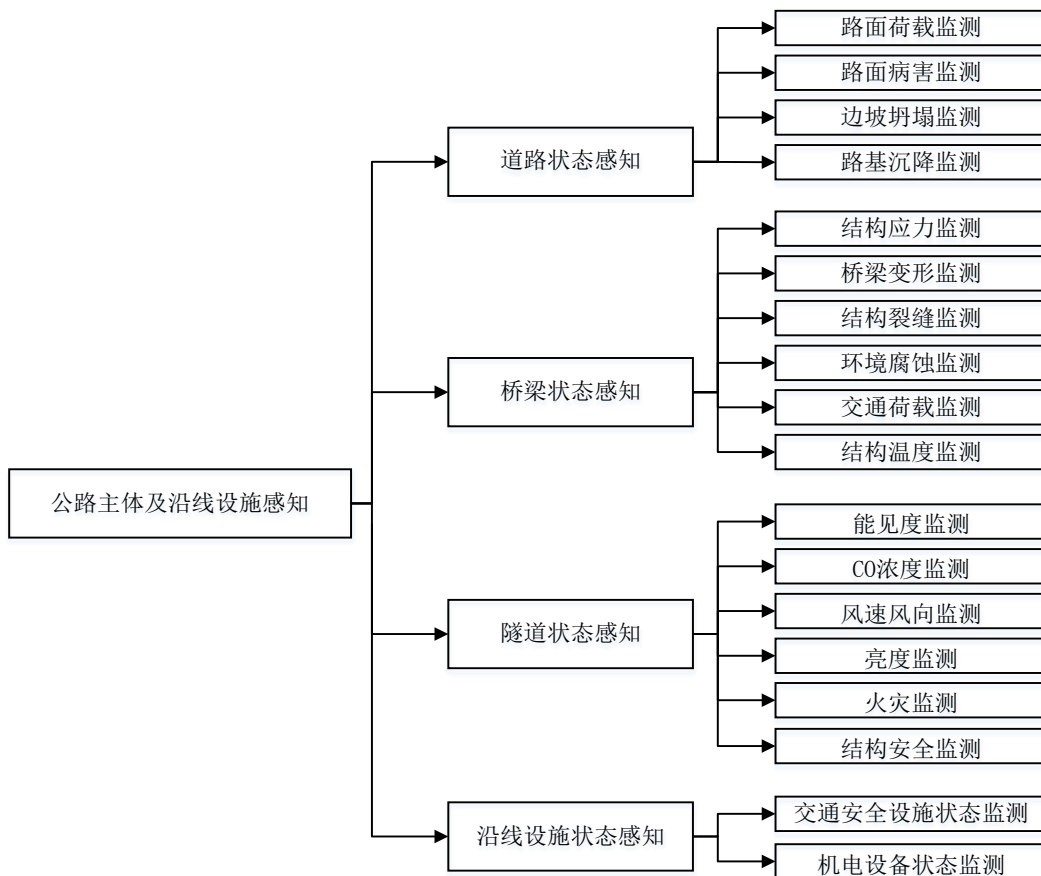


图 3 公路主体及沿线设施感知框架图

5.1.2 道路状态感知

5.1.2.1 道路状态感知主要包含路面荷载、路面病害、边坡坍塌和路基沉降的检测监测、预测预警。

5.1.2.2 路面荷载监测应能够获取车辆的轴数、轴重、轴距、速度以及所在车道等，监测设备主要布设于重载交通流量大的路段。

5.1.2.3 路面病害包含路面裂缝、坑塘、车辙、拥包等，可综合利用 5G、北斗、高分遥感、人工智能等新技术，实现路面病害监测精度达到厘米级。

5.1.2.4 边坡坍塌监测设备宜布设于路基挖方高边坡和不良地质、特殊岩土地段的挖方边坡处。

5.1.2.5 路基沉降监测设备宜布设于高填方路基和特殊地基处，可综合利用 5G、北斗、高分遥感、人工智能等新技术，实现路基沉降监测精度达到厘米级。

5.1.3 桥梁状态感知

5.1.3.1 桥梁状态感知主要包含结构应力、桥梁变形、结构裂缝、环境腐蚀、交通荷载和结构温度等。

5.1.3.2 宜在交通运输部规定的“三特”（特大、特殊结构、特别重要）桥梁上进行桥梁状态监测。

5.1.3.3 宜采用 5G+北斗+边缘计算技术，实现桥梁静态毫米级位移监测，及时向管理者发送预警信息。

5.1.3.4 桥梁状态感知的具体建设要求应参照《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》（JT/T1037-2016）。

5.1.4 隧道状态感知

5.1.4.1 隧道状态感知主要包含能见度、CO 浓度、风速风向、亮度、火灾和结构安全等。

5.1.4.2 隧道状态感知的具体建设要求应参照《公路隧道设计规范》（JTG D70-2-2014）。

5.1.5 沿线设施状态感知

5.1.5.1 沿线设施状态感知主要包含交通安全设施状态和机电设备运行状态，其中机电设备运行状态主要包含设备供电状态、通信状态、防雷器状态、机箱开门状态和箱内温湿度等。

5.1.5.2 宜基于物联网、机器视觉等技术实现交通安全设施状态自动监测，监测设备宜布设在交通流量较大或易发生交通事故的路段。

5.1.5.3 宜采用智能机箱对机电设备运行状态进行监测，应具备实时监测、远程监测、故障定位及报警等功能，智能机箱宜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。

5.2 交通运行状态感知

5.2.1 交通运行状态感知主要包含行人/非机动车过街感知、车辆运行感知、交通参数感知和交通事件感知。

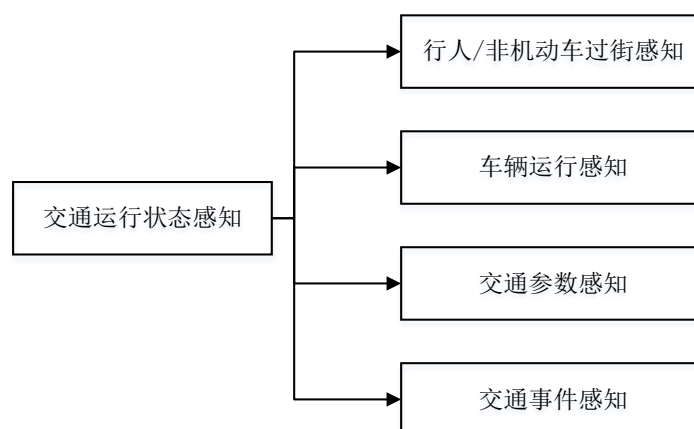


图4 交通运行状态感知设施框架图

5.2.2 行人/非机动车过街感知

5.2.2.1 行人/非机动车过街感知采用热谱、红外线、机器视觉等技术监测进入指定区域的行人，监测精度应 $\geq 95\%$ 。

5.2.2.2 行人/非机动车过街感知设备应布设在非机动车、行人过街需求较大的集镇段无信号交叉口。在非机动车、行人过街流量较大的复杂信号交叉口，宜根据实际需求布设。

5.2.3 车辆运行感知

5.2.3.1 车辆运行感知主要包含车辆身份信息、实时定位信息、运行状态信息和行驶轨迹信息等。

5.2.3.2 “两客一危”车辆、公路巡检车辆、清扫车辆等身份信息、实时定位信息、运行状态信息和行驶轨迹信息等数据上传时间间隔宜 $< 5s$ ，应能够实现连续的行驶轨迹监测，为普通国省道路况判别提供数据支撑。

5.2.3.3 宜综合应用北斗、人工智能和专用短程通信等技术实现车辆运行精准感知。

5.2.4 交通参数感知

5.2.4.1 交通参数感知主要包含交通量、速度、轴载、占有率、车辆类型等，支持按车道统计交通参数信息。

5.2.4.2 交通参数感知指标应满足断面交通量检测精度 $\geq 95\%$ ，平均速度检测精度 $\geq 95\%$ ，时间/空间占有率检测精度 $\geq 90\%$ ，车辆类型检测精度 $\geq 90\%$ 。

5.2.4.3 宜在交通流量大、事故发生率高的重点路段，以及重要平面交叉口、集镇段、服务区、互通枢纽等关键节点加密布设交通参数感知设备。

5.2.5 交通事件感知

5.2.5.1 交通事件感知主要包含路网事件、养护事件，其中路网事件包含交通事故、交通拥堵、违法变道、违法设摊、打谷晒场等，养护事件包含路面破损、积水结冰、路面坑塘、设施损坏等。

5.2.5.2 交通事件感知设备宜采用雷视一体化技术实现事件的快速、精准检测。

- 5.2.5.3 交通事件感知设备宜具有边缘计算能力，支持交通事件快速检测。
- 5.2.5.4 能够自动进行事件检测并输出检测结论，具备报警信息提示功能。
- 5.2.5.5 能够自动录像、自动捕捉并存储交通事件发生过程的图像。
- 5.2.5.6 事件检测准确率应 $\geq 90\%$ ，漏报率应 $\leq 5\%$ ，事件误报率应 $\leq 5\%$ ，当系统服务于车路协同与自动驾驶时，事件检测宜定位至单个车道，检测时延 $< 1s$ 。
- 5.2.5.7 宜在交通流量大、事故发生率高的重要路段，以及分合流处、服务区和停车区等关键节点加密布设交通事件感知设备。
- 5.2.5.8 宜在重要平面交叉口、集镇段、服务区、互通枢纽等关键节点布设全景视频摄像机，至少实现 180° 大范围全景视频监控。

5.3 公路路域环境感知

5.3.1 公路路域环境感知主要包含气象环境感知和工地环境感知。

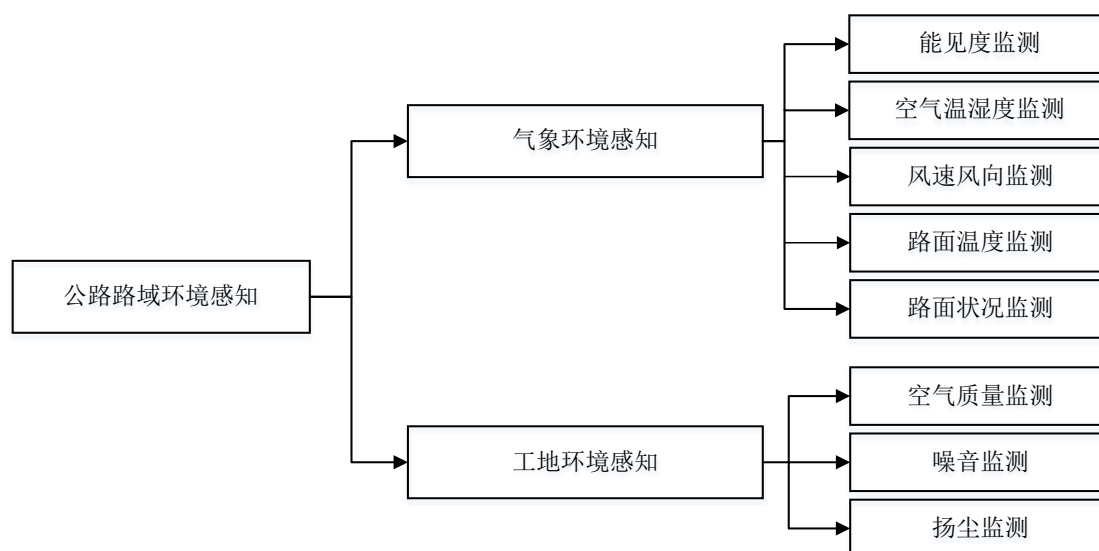


图 5 公路路域环境感知设施框架图

5.3.2 气象环境感知

- 5.3.2.1 公路气象环境感知主要包含能见度、空气温湿度、风速风向、路面温度、路面状况（干燥、潮湿、积水、结冰、积雪）等。
- 5.3.2.2 宜在路网相对密集地区对区域公路网沿线的气象监测设备进行统筹建设与综合利用。
- 5.3.2.3 宜在易发生团雾的路段布设能见度监测设备，在冬季易发生积水结冰的路段布设路面温度、路面状况监测设备。

5.3.3 工地环境感知

5.3.3.1 工地环境感知主要包含空气质量监测、噪音监测和扬尘监测。

5.3.3.2 工地环境感知设备宜布设于车辆出入口、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。

6 智能管控

6.1 数字化设计

6.1.1 一般规定

6.1.1.1 数字化公路设计主要包含工可阶段、初步设计阶段和施工图设计阶段的 BIM 设计。

6.1.2 建设要点

6.1.2.1 宜采用 BIM 数字化设计工具，实现道路、桥梁、隧道、交叉口、交通安全设施、管理设施、服务设施等全过程数字化设计。

6.1.2.2 在工可阶段，宜通过 BIM 模型生成平、立、剖面图纸，对方案进行初步分析、优化和验证。

6.1.2.3 在初步设计阶段，宜通过 BIM 模型实现结构分析、性能分析和工程算量分析等功能。

6.1.2.4 在施工图设计阶段，宜通过 BIM 模型实现图纸审核、方案模拟和成果展现等功能。

6.1.2.5 在设计阶段宜考虑与基础设施数字化相关的传感器预埋设计。

6.2 智能化建造

6.2.1 一般规定

6.2.1.1 智能化公路建造主要包含智慧工地和智慧梁场。

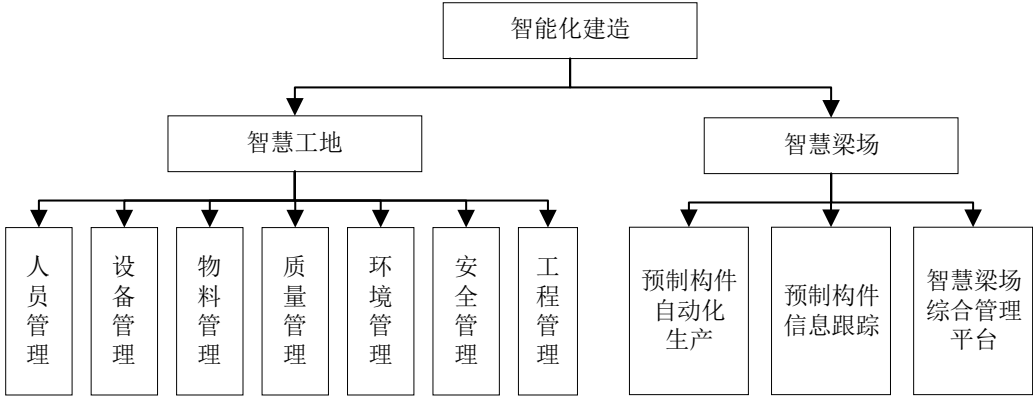


图 6 智能化建造建设内容框架图

6.2.2 智慧工地

6.2.2.1 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。

6.2.2.2 人员管理主要实现安全帽定位、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主要布设于普通国省道施工现场人员出入口、办公场区和风险管控区等位置。

6.2.2.3 设备管理主要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。

6.2.2.4 质量管理主要实现三维机械控制、自动驾驶施工和无人机工程监管等功能。

- a) 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 $\pm 2\text{cm}$ 。
- b) 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 $\geq 0.8\text{m}$ 。
- c) 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。

6.2.2.5 环境管理主要实现空气质量/扬尘浓度监测、风速风向监测、噪音监测等功能，监测设备主要布设于车辆出入口、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。

6.2.2.6 安全管理主要实现智慧用电、安全抓拍、风险源管控等功能，安全管理设备主要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。

6.2.2.7 进度管理主要实现施工工序监控、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、BIM等技术对工程现场进度进行监管。

6.2.3 智慧梁场

6.2.3.1 智慧梁场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平台。

6.2.3.2 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。

6.2.3.3 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。

6.2.3.4 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。

6.2.3.5 智慧梁场综合管理平台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。

6.3 科学化养护

6.3.1 一般规定

6.3.1.1 科学化养护主要包含路面养护、桥梁养护和隧道养护。

6.3.2 路面养护

6.3.2.1 路面养护检测评定宜采用无人机、短脉冲探地雷达、路面物联网传感器等实现路网性能多维度评价、预测分析，生成统计和评价报告。

6.3.2.2 路面养护决策宜结合普通国省道智慧公路脑模型库中公路养护辅助决策模型算法和日常养护管理系统，自动形成项目级养护方案报告。

6.3.2.3 路面养护决策宜基于 BIM+GIS 技术展示路面养护计划、养护方案、养护投资效益等分析决策结果。

6.3.2.4 路面养护施工应采用智能化监控系统和质量管控平台等智能控制技术，实现施工数据传感器自动采集、统计、分析、预警，向操作人员自动发送优化建议。

6.3.2.5 路面养护评估应按照评定标准抽检，辅助施工数据分析评价施工质量。

6.3.3 桥梁养护

6.3.3.1 宜采用无人机检测、水下机器人检测、缆索爬索机器人和自动驾驶梁底检查等无人巡检技术实现桥梁养护数据的智能化采集。

6.3.3.2 桥梁养护现场宜选用 LoRa、NB-IoT 等低功耗电磁波无线传输技术，信号发射装置和接收装置应远离强电磁干扰源。

6.3.3.3 宜采用人工智能技术对桥梁病害照片进行批量化图像识别，获取病害位置、类型和尺寸等信息，通过桥梁养护系统向养护人员推送桥梁养护信息。

6.3.3.4 宜建立基于 BIM 的桥梁力学响应快速分析平台，能够实现量大面广的桥梁力学快速计算以及桥梁构件体系化分析。

6.3.3.5 应建立桥梁基础信息数据库、桥梁养护标准知识库（包含构件类型库、病害库、病害成因库、维修措施库、风险库和专家库等）、桥梁安全监测数据中心。

6.3.4 隧道养护

6.3.4.1 应对隧道进行定期检查，根据检查结果评定其技术状况，并结合隧道交通运行状况、结构和设施技术状况以及病害程度、地质条件等，与路面、桥梁一并考虑养护计划和实施方案。

6.3.4.2 宜采用物联网、人工智能等技术对隧道进行全天候、多方位的立体结构检测与监测。

6.3.4.3 应通过隧道养护系统自动提取隧道病害、设施状况等数据，并将数据推送给隧道养护人员。

6.3.4.4 隧道养护系统应录入隧道检测、监测、评定、保养和维修等数据。

6.3.4.5 隧道宜采用智能化设备实现隧道快速养护，并能与路网信息发布系统进行联动。

6.4 全网管理

6.4.1 一般规定

6.4.1.1 全网管理主要包含监测预警、智联调度和智慧决策等功能，功能可集成至云控平台，实现路网管理“可视、可测、可控、可服务”。

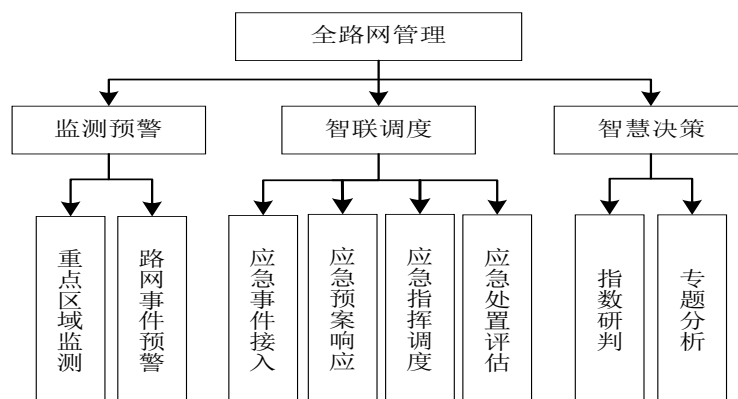


图7 全网管理框架图

6.4.2 监测预警

6.4.2.1 应加强对恶劣天气多发路段、重要基础设施节点以及省界、连接3A及以上景区路段、公路服务区（站）等重点区域的运行状况进行监测，在线监测率 $\geq 90\%$ 。

6.4.2.2 应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，预警准确率 $\geq 80\%$ 。

6.4.3 智联调度

6.4.3.1 应能够实现路网事件的自动接入以及值班值守接入，其中自动接入时间 $< 10s$ 。

6.4.3.2 应能够根据事件发生地点、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。

6.4.3.3 应能够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。

6.4.3.4 应能够实时记录与掌握现场应急处置情况，及时跟踪事件变化趋势，优化应急指挥调度。

6.4.3.5 应能够对应急处置效果进行分析与评估，指导优化应急预案。

6.4.4 智慧决策

6.4.4.1 应能够对路段拥挤指数、关键节点通阻指数、环境指数、应急指数、超限指数、通道综合运行指数和路网运行指数进行分析，对缓堵保畅提供决策支持。

6.4.4.2 应能够对重大活动、重要时段、节假日、突发事件下的路网状态进行专题分析。

6.4.4.3 应能够对应急事件原因、事件种类、易发路段、处置能力进行专题分析。

6.4.4.4 应能够对路网运行安全、服务效率进行专题分析。

7 智能服务

7.1 出行安全服务

7.1.1 一般规定

7.1.1.1 出行安全服务主要包含雾天行车诱导、智能消冰除雪、车辆汇流预警和行人/非机动车过街提醒。

7.1.2 雾天行车诱导

7.1.2.1 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，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。

7.1.2.2 雾天行车诱导应具有公路轮廓或车道线强化、行车主动诱导和防止追尾警示等功能。

7.1.2.3 诱导装置中任意连续 80m 范围内的诱导装置出现车辆碰撞损毁、丢失、自身故障等情形时，诱导系统中其他诱导装置仍能正常工作。

7.1.2.4 发光显示组件亮度控制等级不少于八档，最小亮度应 $\leq 500\text{cd/m}^2$ ，最大亮度宜 $\leq 7000\text{cd/m}^2$ ，亮度控制误差 $< 20\%$ 。

7.1.2.5 交通数据采集设施应能够检测出车辆的通过情况，检测最大距离需 $\geq 20\text{m}$ ，检测精度 $\geq 95\%$ 。

7.1.2.6 系统处于防止追尾警示工作模式时，红色警示区间的长度在 60m-100m 范围内进行调整。

7.1.2.7 宜布设在易发生团雾且道路线型较差的路段，发光显示组件的布设间距宜为 16m-32m。

7.1.3 智能消冰除雪

7.1.3.1 智能消冰除雪应根据气象监测数据、路面温湿度监测数据，自动开启工作模式，实现路面冰雪快速融化。

7.1.3.2 可通过路侧喷洒装置（路侧式）或埋入发热电缆装置（埋入式）达到智能消冰除雪功能。

7.1.3.3 路侧式消冰除雪主要由喷洒控制器、喷嘴、工作站、储液罐、气象监测器、路面传感器等组成，每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少于 2 年。

7.1.3.4 埋入式消冰除雪宜采用恒温控制，加热时间可根据气象情况进行远程设置，当消冰除雪完成后，可自动停止电缆加热。

7.1.3.5 宜布设在冬季易积雪结冰且易引发交通事故的路段，采用路侧式消冰除雪方式时，喷嘴之间的布设间距应满足喷洒面积覆盖路面的要求。

7.1.4 车辆汇流预警

7.1.4.1 车辆汇流预警由诱导装置、交通数据采集设施组成，诱导装置含发光显示组件。

7.1.4.2 车辆汇流预警应具有道路轮廓强化和行车主动诱导功能，应具备太阳能供电功能。

7.1.4.3 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。

- 7.1.4.4 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。
- 7.1.4.5 车辆汇流预警诱导装置应能够检测出车辆的通过情况，检测最大距离 $\geq 20\text{m}$ ，检测精度 $\geq 95\%$ ，闪烁策略应根据车辆通过情况调整。
- 7.1.4.6 车辆汇流预警应在合流区域布设，发光显示组件的布设间距宜与合流区域的标线施划间距保持一致。

7.1.5 行人/非机动车过街提醒

7.1.5.1 行人/非机动车过街提醒主要包含感知设备、通信系统、安全预警设备等，安全预警设备可选择道钉灯、反光标线、LED 警示屏、路侧 RSU 等。

7.1.5.2 当安全预警设备为道钉灯时，道钉灯宜支持太阳能充电，无充电状态下工作 >10 天，垂直抗压承受 >30 吨，正常状态下道钉灯闪烁频率宜选择 $30 (\pm 5)$ 次/min，且能够根据外界环境优化调整道钉灯亮度和闪烁频率。

7.1.5.3 当安全预警设备为反光标线时，反光标线的颜色宜采用白色或者黄色，在规定的使用期限内，反光标线不应出行明显的变色。

7.1.5.4 当安全预警设备为 LED 警示屏时，当感知设备检测到行人/非机动车过街时，警示屏宜显示“注意行人/非机动车”，LED 警示屏技术要求应参照《LED 道路交通诱导可变信息标志》(GA/T 484)。

7.1.5.5 当安全预警设备为路侧 RSU 时，RSU 可根据感知设备获取行人/非机动车信息，评估通行风险，并向 OBU 发送预警信息，时延宜 $<20\text{ms}$ 。

7.1.5.6 宜在夜间、阴雨天气等光照条件较差的条件下开启行人/非机动车过街安全提醒功能。

7.2 通行效率服务

7.2.1 一般规定

7.2.1.1 通行效率服务主要包含交叉口信号优化和自由流收费。

7.2.2 交叉口信号优化

7.2.2.1 交叉口信号优化应具备单点多时段配时、动态方案选择、手动控制，以及黄闪、全红、关灯控制等基本控制功能。

7.2.2.2 交叉口信号优化应具备信号实时优化控制功能，能够采用感应控制或自适应控制方式对信号配时参数进行调整，路口之间应具备信号联网控制功能。

7.2.2.3 在实行车路协同与自动驾驶的区域，交叉口信号宜与车载设备进行联动。

7.2.3 自由流收费

7.2.3.1 在普通国省道收费期内，自由流收费宜采用 ETC 技术，有条件的情况下可探索北斗高精度定位技术，对多条车道上自由行驶车辆进行收费，提高道路通行效率。

7.3 智慧服务区

7.3.1 智慧服务区主要功能包含智慧停车、集约型灯杆、智慧厕所、新能源充电、服务区信息发布。

- 7.3.2 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。
- 7.3.3 集约型灯杆宜集成安防监控、信息发布屏、环境监测器、广播、无级调光、WiFi/4G/5G 通信终端等设备，成为服务区外场物联网终端。
- 7.3.4 新能源充电应能够提供有线充电方式，宜提供无线充电方式。
- 7.3.5 服务区信息发布的主要方式包含信息发布屏、一体化查询机等。
- 7.4 在途信息服务
- 7.4.1 在途信息服务主要包含智慧情报板和互联网信息发布。
- 7.4.2 智慧情报板应能够支持文字、图形、图片、视频等多种信息发布形式。
- 7.4.3 智慧情报板应能够根据实时交通状态、气象信息、公路管控情况以及历史交通运行状态进行深入分析，自动生成相应的诱导策略。
- 7.4.4 智慧情报板应能够根据配置自动或者手动确认发布，支持预约时间发布内容，具备离线播放预案功能。
- 7.4.5 智慧情报板应在公路重要路段和节点布设，主要实现路段、出入口、服务区等的信息提示、安全预警、交通诱导等，智慧情报板与传统可变情报板布设位置相同。
- 7.4.6 宜在与高速公路平行的普通国省道布设，显示高速公路运行状态，供出行者优化出行线路。
- 7.4.7 易拥堵路段、交通事故多发路段、恶劣气象易发路段、长大桥梁或隧道入口前等特殊路段应设置智慧情报板，布设间距宜为 3km-5km。
- 7.4.8 互联网信息发布的主要手段包含信息查询终端、微信短信服务平台、互联网网站、第三方导航平台等。
- 7.4.9 互联网信息发布应能够向公众提供路况信息、出行资讯、旅游信息、气象信息、服务区动态信息、ETC 充值信息等。
- 7.4.10 可通过开发微信短信服务平台、互联网网站的方式进行信息发布，同时公众可通过平台、网站实时上报交通事故、交通拥堵等路况信息。
- 7.5 车路协同自动驾驶
- 7.5.1 普通国省道车路协同应能够实现交叉口碰撞预警、弱势交通参与者碰撞预警、交叉口车速引导、前方拥堵提醒、紧急车辆提醒、道路危险状况提示、限速预警、信息服务等场景。
- 7.5.2 车路协同交叉口车速引导信号灯运行信息宜通过 C-V2X 的通信接口直连通信或 RSU 转发传递至驾驶车辆。
- 7.5.3 车路协同感知设施应具备目标识别功能，应能够实现对路段、转角盲区范围内的机动车、非机动车、行人的识别检测以及定位。
- 7.5.4 车路协同感知和通信设施宜布设于分合流区域、危险路段、事故多发路段和大流量路段。
- 7.5.5 支持自动驾驶的车路协同系统应由高精度地图、高精度定位、路侧感知设施、通信设施、路段/

区域级云控平台等组成。

8 基础支撑

8.1 融合通信

8.1.1 一般规定

8.1.1.1 融合通信方式分为路-路通信、车-车通信、车-路通信、路-中心通信、车-中心通信等，包含光纤、4G/5G、SD-WAN、NB-IoT、WiFi、C-V2X 等。

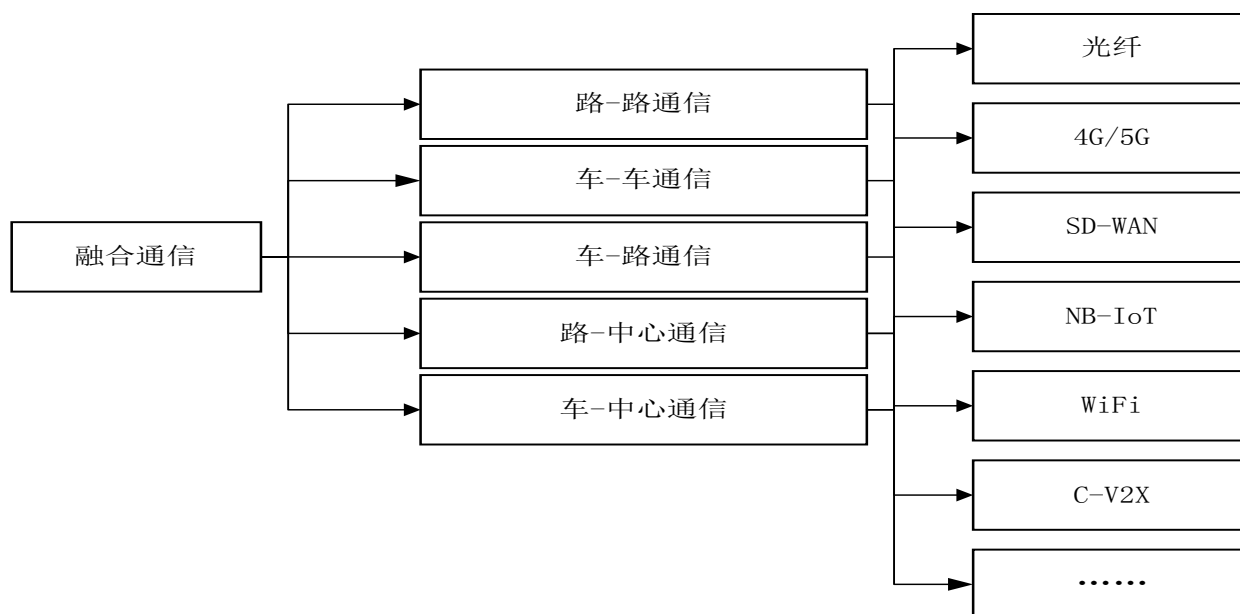


图 8 融合通信设施框架图

8.1.2 建设要点

8.1.2.1 路-路通信主要用于路侧设备之间的通信，宜采用光纤、NB-IoT 等方式。

8.1.2.2 车-车通信、车-路通信主要涉及的通信技术包含 DSRC 和 C-V2X，对于车路协同系统，宜采用 C-V2X 技术。

8.1.2.3 车路协同通信主要由 RSU、OBU、信息发布终端以及 C-V2X 等组成，根据场景复杂性，宜配置路侧计算设施/边缘计算设备。

8.1.2.4 RSU 应支持移动蜂窝通信网络，支持 C-V2X 通信协议，支持北斗定位，通信距离应 >300m，最大时延 <100ms。

8.1.2.5 RSU 应支持车辆基本安全信息的转发，特殊车辆与信号灯的直连/中转通信，道路环境信息的采集。

8.1.2.6 RSU 的通信模组或边缘计算设备，应支持 RS-485、RS-232、RJ45 100M/1000M、4G/5G 等

通信接口。

8.1.2.7 宜在有车路协同应用需求的公路沿线每隔 400m-500m 部署一个 RSU，支持公路双向车道的应用，RSU 安装高度宜为 5m-6m，结合现场实际情况，共用其他设备杆件。

8.1.2.8 OBU 应支持移动蜂窝通信网络，支持 C-V2X 通信协议，支持北斗定位。

8.1.2.9 路-中心、车-中心通信主要涉及的通信技术为光纤、4G/5G 和 C-V2X。

8.1.2.10 SD-WAN 主要实现云-管-边-端通信，主要用于对安全性要求较高的业务，如移动支付、ETC 门架数据传输等。

8.2 设施供电

8.2.1 一般规定

8.2.1.1 普通国省道公路沿线设施的供电方式主要包含低压供电、新能源供电、微电网供电等，应结合负荷特点及电源可接入条件合理选择。

8.2.2 建设要点

8.2.2.1 低压指不高于 1kv 的电压等级，低压供电方式适用于距离集镇段较近（供电距离不超过 1.5km）、负荷矩较小的小功率机电设施。

8.2.2.2 新能源供电技术主要利用太阳能、风能进行供电，宜用于距离集镇段较远的零星设备及改造期间缆线设置困难区域的设备。

8.2.2.3 根据公路所在区域的特点，应充分利用公路沿线资源，建设路面、边坡、互通、车棚、收费站、屋顶等区域光伏电站，构建普通国省道智慧公路新能源微电网及其控制系统。

8.3 数据中台

8.3.1 一般规定

8.3.1.1 数据中台主要为智能感知、智能管控和智能服务等智慧公路相关应用提供完备的数据支撑。

8.3.1.2 数据中台应具备数据采集、数据处理、数据交换、数据共享等功能，能够针对不同的业务应用系统进行交换和共享。

8.3.2 建设要点

8.3.2.1 数据采集主要针对系统内部数据，包含公路基础数据、沿线设备数据、交通运行状态数据、养护业务数据、路网信息数据、公路收费数据。

8.3.2.2 数据处理应能够将异构数据源中的数据抽取到临时中间层后进行清洗、转换、集成，最后加载到数据仓库中，成为大数据分析的基础。

8.3.2.3 数据交换主要针对系统外部数据，包含综合执法部门数据、公安部门数据、规划部门数据、统计部门数据、气象部门数据、手机运营商数据、社交类互联网数据、地图类服务商数据。

8.3.2.4 数据共享功能主要为综合执法、公安交管、消防、医疗、应急、旅游、气象等部门提供数据支撑。

8.3.2.5 普通国省道公路脑由具有分析决策功能的模型库组成，应包含公路养护辅助决策模型、路网运行辅助决策模型、路网安全辅助决策模型、交通运行状态短时预测模型等。

- a) 公路养护辅助决策模型：结合天气数据、环境数据、路面荷载状况数据、车流量数据等关联性参数，评估路面、桥梁和隧道结构物的健康指数，实现养护主动预警，生成养护计划以供决策。
- b) 路网运行辅助决策模型：结合交通事件数据、公路资产设施数据、服务区数据、监控视频数据和应急事件数据等多源数据实现预警预测、交通管控及安全态势分析决策。
- c) 路网安全辅助决策模型：通过采集和分析相关道路设施信息、车辆运行信息、道路环境及路况信息，及时发现和处理道路上的安全隐患。
- d) 交通运行状态短时预测模型：对交通流数据进行特征分析，基于时间序列建模、相关性分析等技术，建立实时的交通流短时预测计算方法，并实现路网短时预测可靠性的量化评估。

8.4 云控平台

8.4.1 一般规定

8.4.1.1 系统功能主要包含云统一接入、云共享服务、视频云服务和云基础服务等。

8.4.2 建设要点

8.4.2.1 云统一接入主要包含服务路由、访问认证、负载均衡和流量控制等功能。

8.4.2.2 云共享服务主要实现用户中心对平台组织及用户身份信息进行统一管理。包含账号注册与注销、账号稽查、账号状态管理等功能。

8.4.2.3 视频云服务应具备摄像机云台控制功能，能够向部级云平台提供重要点位摄像机云台的控制服务，对云台控制的操作应进行日志记录。

8.4.2.4 视频云服务应具备公路沿线视频监控设备资源每隔 5min 截图及查询调阅能力，并向部级云平台提供服务。省级云平台截图要求保留时间不少于 7 天。

8.4.2.5 省级视频云服务平台应具备摄像机图像质量检测服务（丢失检测、清晰度检测、噪声检测、冻结检测、遮挡检测等），并能够将检测结果上报至部级云平台。

8.4.2.6 省级视频云服务平台具备智能分析应用服务，能够根据摄像机视频对拥堵事件、交通事故、平均速度、公路流量、公路气象等开展监测分析，并将分析的结构化数据上传至部级云平台，或路段级云平台向省级云平台提供上述智能分析结果，再由省级云平台将结构化数据上传至部级云平台。

8.4.2.7 云基础服务主要实现认证服务、消息服务、会话服务、配置服务、搜索服务等功能。

8.5 信息安全

8.5.1 一般规定

8.5.1.1 信息安全建设内容主要包含外场设施信息安全、数据资源信息安全、网络通信信息安全、业务应用信息安全和云计算信息安全。

8.5.2 建设要点

8.5.2.1 外场设施信息安全应参照《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》(GB/T 22239-2019)

不低于第二级的安全物理环境、安全通信网络和安全计算环境等要求执行。

8.5.2.2 外场设施信息安全应采用交通运输行业密钥管理与证书认证系统构建统一的网络信任体系，实现应用系统的数据加密和传输。

8.5.2.3 数据资源信息安全应能够提供本地数据备份与恢复功能，备份介质场外存放，宜采用冗余技术设计网络拓扑结构，避免关键节点存在单点故障。

8.5.2.4 数据资源信息安全宜提供主要网络设备、通信线路和数据处理系统的硬件冗余，保证系统的高可用性。

8.5.2.5 网络通信信息安全应按照《中华人民共和国网络安全法》和《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）的相关规定开展系统网络安全设计、建设和维护管理。

8.5.2.6 网络通信信息安全应采用校验技术或密码技术保证传输过程中数据的完整性。密码算法及密码产品应满足国家密码管理相关规定，应采用国产密码算法。

8.5.2.7 业务应用信息安全应参照《交通运输行业信息系统安全等级保护定级指南》（JT/T 904-2014）要求。

8.5.2.8 云计算信息安全应采用有效措施保障迁移过程中各个对象之间的信任关系，同时保障迁移过程及对象的保密性和完整性。

8.6 智能运维

8.6.1 一般规定

8.6.1.1 智能运维主要针对智慧公路外场感知设备、通信设备、供电设备以及内场软硬件的运行状况实现在线监测、故障预警和综合分析。

8.6.2 建设要点

8.6.2.1 宜建立具备在线监测、故障预警和综合分析功能的普通国省道智慧公路监测设施（外场感知设备、通信设备、供电设备以及内场软硬件设备）智能运维平台。

8.6.2.2 在线监测功能应能够对外场机电设备通信、供电、防雷、门控、温湿度等状态监测，同时能够实现对内场软硬件系统状态的监测，包含服务器监测、存储设备监测、网络安全设备监测、虚拟化软件监测等。

8.6.2.3 故障预警功能应能够定位故障位置、显示故障类型（如电力故障、网络故障、设备自身故障等）并及时发送给运维人员。

8.6.2.4 综合分析功能应能够基于历史数据，评估设备性能，采取应对措施，并可查看故障处理情况，实时跟踪设备故障处理全过程。

8.6.2.5 宜实现设备基础静态信息和动态变更信息的可视化运维管理。

附 录 A
(资料性附录)
新技术典型应用

表 A.1 新技术典型应用

技术类别	应用场景	对应章节目录
5G+北斗	基于 5G+北斗的路面病害监测应用	见指南 5.1.2.3
	基于 5G+北斗的路基沉降监测应用	见指南 5.1.2.5
	基于 5G+北斗的智慧桥梁监测应用	见指南 5.1.3.3
	基于北斗高精度定位的自由流收费应用	见指南 7.2.3.1
人工智能	基于雷视一体化的事件检测应用	见指南 5.2.5.2
	基于机器视觉的智慧工地人员管理应用	见指南 6.2.2.2
	基于无人机的工程项目监管应用	见指南 6.2.2.4
	基于无人机的路面养护检测评定应用	见指南 6.3.2.1
	基于人工智能的桥梁养护应用	见指南 6.3.3
BIM	基于 BIM 的公路数字化设计应用	见指南 6.1
	基于 BIM 的智慧梁场预制构件自动化生产应用	见指南 6.2.3.2
	基于 BIM+GIS 的智能养护决策应用	见指南 6.3.2.3
	基于 BIM 的桥梁力学响应快速分析应用	见指南 6.3.3.4
大数据	基于大数据的公路养护辅助决策应用	见指南 8.3.2.5
	基于大数据的路网运行辅助决策应用	
	基于大数据的路网安全辅助决策应用	
	基于大数据的交通运行状态短时预测应用	
车路协同自动驾驶	基于自动驾驶的施工技术应用	见指南 6.2.2.4
	基于车路协同自动驾驶的交叉口碰撞预警、交叉口车速引导、信息服务等多场景应用	见指南 7.5