

G312 江苏段示范通道数字化转型升级项目(南京段)



详 细 设 计

第一册 共一册

華設設計集團股份有限公司

中电云计算技术有限公司

南京智行信息科技有限公司

二零二五年十一月

目 录

第 1 章 项目概述.....	1	4.2.1 系统概述.....	9
1.1 项目背景.....	1	4.2.2 系统功能.....	9
1.2 设计依据.....	1	4.2.3 设备组成.....	9
1.3 设计过程.....	3	4.2.4 部署方案.....	10
1.4 工程范围及设计内容.....	3	4.3 事件检测系统.....	10
第 2 章 项目总体设计.....	4	4.3.1 系统概述.....	10
2.1 工程界面.....	4	4.3.2 系统功能.....	10
第 3 章 基础设施监测预警设计.....	5	4.3.3 设备组成.....	10
3.1 智能巡查无人机系统.....	5	4.3.4 部署方案.....	10
3.1.1 系统概述.....	5	4.4 多功能交调站.....	12
3.1.2 系统功能.....	5	4.4.1 系统概述.....	12
3.1.3 设备组成.....	5	4.4.2 系统功能.....	12
3.2 桥梁结构监测系统.....	5	4.4.3 设备组成.....	13
3.2.1 系统概述.....	5	4.4.4 部署方案.....	13
3.2.2 系统功能.....	5	第 5 章 恶劣气象通行安全预警设计.....	15
3.2.3 设备组成.....	5	5.1 智能冰雪监测系统.....	15
3.2.4 部署方案.....	6	5.1.1 系统概述.....	15
第 4 章 路网运行监测预警设计.....	8	5.1.2 系统功能.....	15
4.1 路侧视频监控.....	8	5.1.3 设备组成.....	15
4.1.1 系统概述.....	8	5.1.4 部署方案.....	15
4.1.2 系统功能.....	8	第 6 章 智慧隧道设计.....	16
4.1.3 设备组成.....	8	6.1 隧道积水监测系统.....	16
4.1.4 部署方案.....	8	6.1.1 系统概述.....	16
4.2 全景（高点）视频监控.....	9	6.1.2 系统功能.....	16
		6.1.3 设备组成.....	16

6.1.4 部署方案.....	16
第 7 章 通信、供电及防雷接地设计.....	17
7.1 供电设计.....	17
7.1.1 供电设计原则.....	17
7.1.2 供电点位设计.....	17
7.2 通信设计.....	18
7.2.1 设计原则.....	18
7.2.2 建设方案.....	18
7.3 防雷.....	18
7.3.1 直击雷的防护.....	18
7.3.2 电源防雷.....	18
7.3.3 信号防雷.....	18
7.4 接地.....	19
第 8 章 地市公路中心机房扩容及系统接入.....	20
8.1 视频上云建设.....	20
8.1.1 上云方案.....	20
8.2 存储设施扩容.....	20
8.2.1 扩容方案.....	20
8.3 网络安全.....	20
8.3.1 设计原则.....	20
8.3.2 建设方案.....	20
第 9 章 普通公路数据管理体系.....	23

9.1 总体架构.....	23
9.2 业务功能.....	23
9.2.1 普通公路决策分析.....	23
9.2.2 数据治理.....	28
9.2.3 底座支撑软件.....	29
第 10 章 路侧系统施工要求.....	34
10.1 结构监测传感器实施要求.....	34
10.2 杆件安装要求.....	34
10.3 机箱安装要求.....	35
10.4 外场设备钢结构防腐处理.....	35
10.5 基础施工要求.....	35
10.6 管道施工要求.....	36
10.7 管道材料.....	36
10.8 手孔井.....	36
第 11 章 施工组织.....	37
11.1 施工准备.....	37
11.1.1 施工工艺.....	37
11.1.2 安全文明施工.....	39
11.2 施工环保措施.....	42
11.2.1 环保组织.....	42
11.2.2 环保措施.....	42

第1章 项目概述

1.1 项目背景

2024年4月，财政部与交通运输部联合发布了《关于支持引导公路水路交通基础设施数字化转型升级的通知》（财建〔2024〕96号），以智慧扩容、安全增效、产业融合、体制机制创新为方向，计划用3年左右时间，支持30个左右的示范区域，打造一批线网一体化的示范通道及网络，力争推动85%左右的繁忙国家高速公路、25%左右的繁忙普通国道和70%左右的重要国家高等级航道实现数字化转型升级。

2024年5月，《交通运输部办公厅 财政部办公厅关于印发公路水路交通基础设施数字化转型升级工作实施细则的通知》（交办规函〔2024〕28号）中进一步明确了公路水路交通基础设施数字化转型升级的重点任务方向。文件要求示范区域必须统筹推进一体化任务建设，同时允许各省结合自身发展需求选择示范性任务。

2024年7月，江苏省交通运输厅立足本省交通发展实际与数字化转型升级需求，编制了《江苏省“一轴一网两融合”大流量示范通道及网络交通基础设施数字化转型升级实施方案》并通过竞争性评审，成功入选全国首批8个示范区域。

江苏省交通运输厅公路事业发展中心根据《交通运输部办公厅关于江苏省“一轴一网两融合”大流量交通基础设施数字化转型升级示范通道及网络实施方案的意见》（交办规函〔2024〕1892号），在原有申报方案基础上，结合江苏省普通公路的实际发展需求，组织编制了江苏省普通公路基础设施数字化转型升级项目建设方案及深化设计文件。

江苏省普通公路基础设施数字化转型升级项目建设方案重点聚焦智慧扩容、安全增效和体制机制创新的任务方向，以G228、G312、G345江苏段为载体，积极响应并推进7个关键任务场景建设（涵盖3个一体化任务和4个示范性任务），为全省普通公路数字化转型升级提供了实施路径。本项目为江苏省普通公路基础设施数字化转型升级项目深化设计文件编制，在建设方案指导下，围绕G312道路结合南京市实际路域情况及需求开展G312南京段深化设计编制。

表 1-1 任务场景布局一览表

类型	序号	任务场景	任务范围	G312南京段涉及场景
智慧扩容	1	出入口协调控制	G228 G312 G345 江苏段	/
	2	“一张网”出行服务（一体化）		/
	3	智慧服务区（一体化）		/
安全增效	4	智慧隧道	G312 江苏段	涉及
	5	基础设施监测预警	G228 G312 G345 江苏段	涉及
	6	路网运行监测预警（一体化）		涉及
	7	恶劣气象通行安全预警		涉及

1.2 设计依据

■ 相关文件及规定

- 财政部、交通运输部关于《支持引导公路水路交通基础设施数字化转型升级》的通知（财建〔2024〕96号）；
- 交通运输部办公厅、财政部办公厅关于印发《公路水路交通基础设施数字化转型升级工作实施细则》的通知（交办规函〔2024〕28号）；
- 交通运输部办公厅关于《支持公路水路交通基础设施数字化转型升级示范区域(第一批)》的函（交办规函〔2024〕1544号）；
- 《交通运输部办公厅关于江苏省“一轴一网两融合”大流量交通基础设施数字化转型升级示范通道及网络实施方案的意见》（交办规函〔2024〕1892号）；
- 《交通运输部办公厅关于进一步加强监测预警提升公路防灾抗灾能力的通知》（交办公路〔2024〕1538号）；
- 《公路桥梁群结构监测系统试点建设技术指南》（交通运输部公路局，2025.1）；
- 《江苏省普通国道省道桥梁轻量化监测系统建设指南》（试行）（江苏省交通运输厅，2022.8）；
- 《进一步推进公路桥梁隧道结构监测工作实施方案（2024年-2030年）》；
- 《全国公路边坡监测工作实施方案（2024年-2030年）》；
- 《公路长大桥梁结构监测数据质量管理办法（试行）》；

- (11) 《省级公路长大桥梁结构健康监测平台建设技术指南》;
- (12) 《公路长大桥梁结构监测数据质量评价技术指南(试行)》;
- (13) 《江苏省普通公路基础设施数字化转型升级项目建设方案》;
- (14) 《公路网运行监测与服务暂行技术要求》(交通运输部);
- (15) 《省交通运输厅公路事业发展中心关于印发2024年江苏省普通国省道路网监测设施建设项目设计要点的通知》(苏交公便路网〔2024〕202号);
- (16) 《省交通运输厅公路局关于进一步提升路网监测设施建设项目设计质量的通知》(江苏省交通运输厅)(苏交公路网〔2018〕182号);
- (17) 《江苏省公路网视频上云应用建设方案》(苏交公路网〔2019〕81号);
- (18) 《江苏省普通公路视频监控建设技术要求(2024年修订版)》(苏交公便信〔2024〕314号);
- (19) 《江苏省普通公路网运行监测设施布局规划(试行)(2019-2030年)》(苏交公〔2020〕69号);
- (20) 《江苏省公路交通情况调查站点布局规划方案(2020—2035年)》(苏交计〔2021〕3号);
- (21) 《江苏省公路网运行管理办法》(江苏省交通运输厅)(苏交规〔2020〕7号);
- (22) 《江苏省干线公路网运行监测点监测设施建设指南》(江苏省交通运输厅);
- (23) 《江苏省普通公路信息发布系统建设技术规范》(江苏省交通运输厅);
- (24) 《江苏省交通视频监控系统联网技术要求》(江苏省交通运输厅);
- (25) 《省交通运输厅公路事业发展中心关于开展江苏省公路网监测视频上云应用工作的通知》(江苏省交通运输厅);
- (26) 《关于加强公路交通情况调查设备技术管理的指导意见(试行)》(江苏省交通运输厅);
- (27) 《省交通运输厅公路事业发展中心关于印发2025年全省公路事业发展重点工作任务分解方案及专项工作要点的通知》(苏交公便办〔2025〕80号);
- (28) 《江苏省普通公路网络安全管理办法》(苏交公信〔2022〕235号);
- (29) 《江苏省普通公路专网网络安全基本技术要求(试行)》(苏交公便信〔2021〕12号);
- (30) 《江苏省普通公路外场感知设施运行环境监测技术要求(试行)》(苏交公信〔2018〕48号);

(31) 江苏省交通运输厅关于江苏省普通公路基础设施数字化转型升级项目建设方案的批复(苏交技函〔2025〕86号)。

■ 规范及标准

- (1) 《外壳防护等级(IP代码)》(GB/T 4208-2017);
- (2) 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》(GB/T 22239-2019);
- (3) 《信息安全技术 网络安全等级保护定级指南》(GB/T 22240-2020);
- (4) 《公路网图像信息管理系统平台互联技术规范》(GB/T 28059-2023)。
- (5) 《公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》(GB/T 28181-2022);
- (6) 《公路交通气象监测设施技术要求》(GB/T 33697-2017)
- (7) 《公共安全视频监控联网信息安全技术要求》(GB 35114-2017);
- (8) 《供配电系统设计规范》(GB50052-2009);
- (9) 《低压配电设计规范》(GB50054-2011);
- (10) 《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010);
- (11) 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》(GB50168-2018);
- (12) 《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》(GB50169-2016);
- (13) 《电力工程电缆设计标准》(GB50217-2018);
- (14) 《公路工程技术标准》(JTG B01—2014);
- (15) 《公路交通标志和标线设置规范》(JTG D82—2009)
- (16) 《公路交通情况调查设备 第1部分:技术条件》(JT/T1008.1);
- (17) 《公路交通情况调查设备 第2部分:通信协议》(JT/T1008.2);
- (18) 《公路行车安全诱导装置》(JT/T 1032-2024);
- (19) 《公路隧道设计细则》(JTG/T D70-2010);
- (20) 《道路交通信息发布规范》(GA/T 994-2017);
- (21) 《LED 道路交通诱导可变信息标志》(GA/T484-2018);
- (22) 《江苏省普通国省道智慧公路建设技术指南》(JSITS/T 0002-2020);
- (23) 《江苏省普通国省道桥梁结构监测系统建设和运维管理办法(试行)》(江苏省交通运输厅, 2023.2);
- (24) 《桥梁轻量化监测系统建设规范》(DB32/T4987-2024);
- (25) 《公路桥梁结构监测技术规范》(JT/T1037-2022);

- (26) 《建筑与桥梁结构监测技术规范》(GB50982-2014);
- (27) 《公路桥涵养护规范》(JTG5120-2021);
- (28) 《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/TH21-2011);
- (29) 《系统接地的型式及安全技术要求》(GB14050-2008);
- (30) 《公路桥梁承载能力检测评定规程》(JTG/TJ21-2011);
- (31) 《公路桥涵设计通用规范》(JTGD60-2015);
- (32) 《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》(JTG 33701-2018);
- (33) 《公路隧道设计规范 第二册 交通工程及沿线设施》(JTG D70/2-2014);
- (34) 其它国家相关规范和标准。

1.3 设计过程

- 2025年4月,项目中标后随即组织专业人员成立项目组,收集资料准备开展工作;
- 2025年5月,项目组与南京市公路事业发展中心进行初步方案沟通对接,开展现状及需求调研,同步开展外场道路现状调研;
- 2025年6月上旬,厅公路事业发展中心组织召开《江苏省普通公路基础设施数字化转型升级项目建设方案》审查会;
- 2025年6月-7月,项目组根据建设方案,同时结合现场调研结果拟定详细设计内容,与南京市公路事业发展中心进行多次沟通汇报;
- 2025年8月,经过与南京市公路事业发展中心多次沟通对接,完成项目深化设计送审稿文件;
- 2025年8月下旬,完成项目深化设计专家评审。

1.4 工程范围及设计内容

本项目设计范围为三环路路口到东杨坊立交匝道口、油坊桥互通到龙华立交匝道,桩号范围为K295+299-K310+020、K335+509-K356+909,全长约36.121km。

本册设计内容包括基础设施监测预警、路网运行监测预警、恶劣气象通行安全预警、通信供电及防雷接地、中心机房扩容及系统接入、普通公路数据管理体系共七部分,各部分内容如下:

- (1) 基础设施监测预警:包括智慧巡查系统和桥梁结构监测系统;
- (2) 路网运行监测预警:包括路侧视频监测系统、全景视频监控系統、事件检测系统、多功能交调站系统;

- (3) 恶劣气象通行安全预警:包括智能冰雪监测系统;
- (4) 智慧隧道:包含隧道积水监测系统;
- (5) 通信供电及防雷接地:主要包括路侧相关设施供电通信以及防雷接地设计;
- (6) 中心机房扩容及系统接入:主要包括存储设施、网络安全设施扩容以及现有系统接入。
- (7) 普通公路数据管理体系:主要包括底座支撑软件升级、数据治理、以及普通公路决策分析。

第 2 章 项目总体设计

2.1 工程界面

1、与南京市公路事业发展中心的界面

本项目外场设施设备接入南京市公路事业发展中心，本项目负责配合完成所有新增设备的数据、视频上传至上级管理平台、数据录入以及系统联调等工作，新增存储设备、视频上云等接入到原系统中。所有设备必须无缝接入现有南京市公路事业发展中心的在用信息系统应用平台，市级应用系统中若无相应功能需进行升级增加，工程量计入本项目。

2、与省级平台的数据交互界面

本项目新建桥梁结构监测设备和交调数据需接入相应省平台系统，本项目负责配合完成所有新增设备的数据上传至省级管理平台、数据录入以及系统联调等工作。所有设备必须无缝接入现有江苏省交通运输厅公路事业发展中心的在用信息系统应用平台。

同时按照江苏省交通运输厅公路事业发展中心关于业务系统集成和数据汇聚的管理要求，本次数字化转型升级项目中所有外场基础设施设备和业务数据需要同步到省级管理平台进行数据汇聚、统计与应用，包含采购服务系统数据，本项目需负责将数据对接至相应省平台中。

第 3 章 基础设施监测预警设计

3.1 智能巡查无人机系统

3.1.1 系统概述

针对公路巡检中地面视角盲区、复杂场景响应滞后、设施监测不全面等痛点，智能巡查无人机系统以“空中立体监测 + AI 智能分析”为核心，突破传统人工与地面车巡检的空间与效率限制，实现对路面病害、桥梁、护栏等基础设施的全方位、自动化巡检。通过常态化固定航线巡航+临时专项任务响应，构建“高空全域覆盖+缺陷精准识别”的智能巡检体系，协同提升公路养护管理的效率、全面性与应急处置能力。

3.1.2 系统功能

1、全维度盲区突破

无人机搭载多视角高清光学摄像设备，覆盖桥梁底部、匝道弯道等隐蔽区域，消除传统巡检“视觉盲区”，实现路面、桥面及附属设施的全域巡查。

2、AI 智能缺陷识别

集成深度学习算法，自动识别路面裂缝、坑槽、露骨及桥梁支座开裂、护栏变形、标志板破损等缺陷，对裂缝宽度识别精度 $\geq \pm 0.5\text{mm}$ ，坑槽面积识别误差 $\leq 5\%$ ，整体病害识别率 $\geq 80\%$ ，支持缺陷定位与量化分析。

3、复杂场景快速响应

在交通拥堵区或事故现场，无人机可快速飞越并完成大范围初筛，实时定位路面异常（如大面积坑槽、散落物）、交通流异常等，大幅提升复杂场景下的应急处置效率。

4、数据化养护支撑

智能中枢自动生成带定位图谱的巡查报告，为养护决策（如病害优先级判定、维修方案规划）提供精准支撑。

3.1.3 设备组成

1、飞行平台

采用多旋翼/固定翼无人机，集成 RTK 厘米级高精度定位模块、多镜头高清光学相机（覆盖广角、长焦），具备长续航（ ≥ 45 分钟）、强抗风（ $\geq 12\text{m/s}$ ）；性能适配公路复杂气候与地形。

2、智能中枢

负责自主巡航控制（按预设航线自动作业）与数据预处理，通过 AI 算法实现病害高精度识别、量化分析，联动生成可视化巡查成果。

3、服务支撑系统

包含无人机机场（机库+防护围挡）与云端平台，提供缺陷分布图、三维模型可视化、趋势分析图表等展示功能，自动输出标准化巡查报告（含巡查时间、范围、缺陷详情）。

4、服务保障

供应商提供航线规划、远程调度、设备维护等全流程服务，同步配置保险（机身损失险+单次事故赔偿限额 ≥ 100 万元第三方责任险），保障作业安全与数据权益（分析结果归采购人所有）。

3.2 桥梁结构监测系统

3.2.1 系统概述

通过布置低功耗、易安装、高集成的感知设备，获取定量数据或定性结果，实现超限报警预警和长期数据跟踪观测，服务桥梁运营维护的多学科交叉融合技术。桥梁轻量化监测是对现行公路桥梁养护管理的有效补充，应与桥梁初始检查、日常巡查、经常检查、定期检查和特殊检查形成互补机制，与省级桥梁监测数据平台格式、协议兼容协调，从而实现对桥梁的集群式高效管理。

3.2.2 系统功能

进一步提高 G312 南京段桥梁结构监测覆盖密度，实现示范通道内桥梁结构、荷载特性、桥面状况的实时、连续、在线监测与综合评估。

支撑桥梁运维与养护决策。根据桥梁设计建造信息、历史监测数据、病害检测数据，建立桥梁全生命周期健康度分析模型，并周期性自动生成桥梁健康度分析报告，为桥梁的结构检查、维修提供策略性和针对性的建议，提高桥梁运维效率，降低养护成本，提高决策效率。

3.2.3 设备组成

轻量化结构监测系统依托云边端架构搭建而成。从功能划分来看，边缘计算包含“云、边、端”三个部分：“云”作为传统云计算的中心节点，承担边缘计算的管控职能；“边”处于云计算边缘侧，整合了设备边缘；“端”则指各类终端设备，像传感器、摄像头等都属于这一范畴。

该系统整体涵盖四大子系统，分别是数据分析与预警评估子系统、数据存储与管理子系

统、数据传输子系统以及数据采集子系统。

数据分析与预警评估子系统：负责处理分析监测数据，结合数据对结构安全状况开展预警与综合评估，能够借助邮件、短信等方式，及时推送监测结果与预警方案。

数据存储与管理子系统：由具备数据预处理、存储、查询及推送等功能的软硬件模块组成，可实现对实时监测数据的处理、归档、查询、存储与管理。

数据传输子系统：借助网关、交换机等网络设备，将传感器、测量仪等设备收集的监测数据传输至数据中心。

数据采集子系统：通过在桥梁上安装光电挠度仪、智能振动传感器、应变计等智能设备，搭配抓拍相机和监控球机，完成对桥梁状态的监测工作。

本项目的用户界面子系统，采用江苏省交通运输厅公路事业发展中心研发的“江苏省普通国省道桥梁结构监测系统 2.0”，以此实现数据的统一管理与分析。

3.2.4 部署方案

轻量化监测系统主要针对存在一定运营风险的常规桥梁，根据实际情况，按需求选择部分具有针对性的监测指标实施，通过长期监测对运营期出现的异常状况及时作出诊断，当桥梁处于接近危险状态及时报警，最终确保桥梁的安全运营。

根据《江苏省普通国省道桥梁轻量化监测系统建设指南》(试行)、《公路桥梁群结构监测系统试点建设技术指南》(交通运输部公路局, 2025.1), 本次监测桥梁主要场景为重点关注结构体系桥梁、重载交通桥梁、撞击高风险桥梁等。

表 3-1 轻量化监测场景

监测对象		监测项目	测点布设	技术要求
重点关注结构体系桥梁	拱桥	竖向动位移监测*	宜布置在跨中位置，或根据主梁在交通荷载作用下的主梁挠度情况，选择主梁挠度最大的截面位置布设测点	宜采用非接触式挠度测量技术
		裂缝监测	根据检查(测)、技术状况评定、养护维修结果确定测点位置	传感器量程应大于裂缝宽度的 5 倍，测量最大允许误差不大于 0.02mm
		索力监测	根据索构件的布置形式、规格、型号、长短、索力和应力确定	索力监测宜采用间接测力或直接测力法
		振动监测	宜选择跨中、1/4 跨、3/4 跨	宜采用加速度监测方法
		拱脚位移监测	宜布设于拱脚承台处	宜设置桥梁永久观测点定期观测
	竖向静位移监测*	布置在主梁跨中位置的多片相邻梁体	宜采用非接触式挠度测量技术	

监测对象		监测项目	测点布设	技术要求
多片梁结构体系桥梁		桥墩倾斜监测*	桥墩墩台处	宜采用倾角传感器测量
		沉降监测*	桥墩墩台处	宜采用水准仪或静力水准系统测量
		裂缝监测	根据检查(测)、技术状况评定、养护维修结果确定测点位置	传感器量程应大于裂缝宽度的 5 倍，测量最大允许误差不大于 0.02mm
重载交通桥梁	规划大件运输通行	竖向动位移监测*	宜布置在跨中或跨中区域附近	宜采用非接触式挠度测量技术
		视频抓拍监测*	宜布置在主梁竖向动位移监测测点附近，能够清晰拍摄到桥面交通通行状况的位置	宜采用 IP 网络摄像机，像素应大于等于 200 万
	重载交通通行量大	车辆荷载监测	宜选择在路基或有稳定墩柱支撑的混凝土结构铺装层内	宜采用动态称重方法，单轴监测量程不宜小于限载车辆轴重的 200%
		竖向动位移监测*	宜布置在跨中位置，或根据主梁在交通荷载作用下的主梁挠度情况，选择主梁挠度最大的截面位置布设测点	宜采用非接触式挠度测量技术
		裂缝监测	应根据检查(测)、技术状况评定、养护维修结果确定测点位置	传感器量程应大于裂缝宽度的 5 倍，测量最大允许误差不大于 0.02mm
		应变监测	宜选择受力较大关键截面、部位	静应变监测可采用振弦式应变传感器，动应变监测可采用电阻应变传感器
	振动监测	宜选择跨中、1/4 跨、3/4 跨	宜采用加速度监测方法	
撞击高风险桥梁	存在撞击记录桥梁	振动监测*	宜布置在车道/航道附近易于感知撞击信号位置处	宜采用加速度监测方法
	净空尺度不满足航道规划尺度或抗撞性能不满足	视频抓拍监测*	宜布置在振动监测测点附近，能够清晰拍摄到车辆/船舶撞击的位置	宜采用 IP 网络摄像机，像素应大于等于 200 万
	存在非通航孔撞击风险	净空监测	宜布置在通航净空上方梁底的高程最低位置处	宜采用超声波水位传感器
	存在下穿通道桥梁	振动监测*	宜布置在车道/航道附近易于感知撞击信号位置处	宜采用加速度监测方法
	存在漂浮物撞击风险桥梁	振动监测*	宜布置在车道/航道附近易于感知撞击信号位置处	宜采用加速度监测方法
安全状况差、运营风	整体技术状况或主要受力构件的技术	竖向位移监测*	宜布置在跨中位置，或根据主梁在交通荷载作用下的竖向位移情况，选择竖向位移最大的截面位置布设测点	宜采用非接触式挠度测量技术

监测对象		监测项目	测点布设	技术要求
险高的桥梁	状况评定等级为三类及以上	裂缝监测*	根据检查(测)、技术状况评定、养护维修结果确定测点位置	传感器量程应大于裂缝宽度的 5 倍, 测量最大允许误差不大于 0.02mm
		应变监测	宜选择受力较大关键截面、部位	静应变监测可采用振弦式应变传感器。动应变监测可采用电阻式应变传感器

注: *为应测项, 其余监测项目为宜测项目

结构监测是个长时间、连续的观测活动, 布置的所有监测测点传感器要精确、寿命长、耐高温性好, 测点保护要可靠, 采集线路要规整并有可靠保护, 不易损坏。在传感器和测试设备选型上, 需要满足如下原则: 先进性、可靠性、耐久性、可更换性等。

①针对多主梁结构体系, 装配式梁桥梁间连接构件性能难以直接监测, 通过行车道满布动挠度监测设备获取各板梁挠度监测数据, 计算梁间协同变形情况, 评估装配式梁桥横向连接构件的性能。

②针对重载交通桥梁, 根据桥梁养护及服役环境调研结果, 选择合适孔跨进行跨中主梁竖向位移监测(多片梁结构体系桥梁可综合考虑横向联系评估监测), 同时根据实际需求布置视频抓拍。

③针对存在撞击记录的高撞击风险桥梁, 结构受撞损伤难以直接监测, 通过在车道、航道附近易于感知撞击信号位置处布置振动监测设备, 获取振动响应监测数据, 分析撞击信号特征, 评估桥梁结构受撞损伤情况。

④针对安全状况差、运营风险高的桥梁, 根据养护资料调研结果选择合适孔跨进行主梁竖向位移监测(多片梁结构体系桥梁可综合考虑横向联系评估监测)和结构裂缝监测。

根据前期调研需求, 本次拟对 G312 南京段沿线尚未覆盖结构监测系统的桥梁新建监测体系, 以全面提升该路段桥梁结构安全状态的感知覆盖密度。本次工程涵盖 S338 与 G312 连接线 F 匝道桥及 G312 栖霞高架桥二期。通过对关键结构节点的实时监测, 有效评估高架桥的整体动力响应与安全状况, 为实现区域路网桥梁智能化管养提供数据支撑, 进一步增强安全感知能力与风险防控水平。

3.2.4.1 主要监测设备选择

根据《公路桥梁群结构监测系统试点建设技术指南》、《公路桥梁结构监测技术规范》(JT/T 1037-2022)、《江苏省普通国省道桥梁轻量化监测系统建设指南》(试行)、结合《2023-2024 年南京市普通国省道桥梁定期检查报告》确定本次桥梁结构健康监测系统主要使用监

测设备, 具体设备如下表所示。

表 3-2 主要监测设备表

桥梁名称	监测场景	监测项	监测设备
S338 与 G312 连接线 F 匝道桥	重载交通通行量大	竖向位移监测	光电挠度仪(1)、目标靶(4)
		桥墩倾斜监测	智能倾角传感器(3)
G312 栖霞高架桥二期	多片梁结构体系桥梁/重载交通通行量大	竖向位移监测	光电挠度仪(2)、目标靶(12)
		车辆撞击监测	智能振动传感器(2)
		应变监测	应变计(2)

第 4 章 路网运行监测预警设计

4.1 路侧视频监控

4.1.1 系统概述

视频是最常用、最直观的交通信息监控手段，在国内外交通管理领域已被广泛的应用。通过监控摄像机为管理人员直观地反映公路宏观交通信息及交通状况，便于及时掌握交通动态。由于视频监控系统所记录的图像具有很强的直观性、实时性，使得它在预防和疏导交通拥堵、及时响应交通突发事件等方面发挥着重要的作用。

4.1.2 系统功能

(1) 交通状况监视功能：通过实时采集的道路视频图像，管理人员可直观地了解和掌握交叉口的交通状况，及时采取措施诱导交通流向，减少交通拥堵。

(2) 视频录像功能：采用视频存储系统，将视频图像记录下来，为管理人员提供检索、查询、取证调用等功能。

(3) 资源共享功能：本项目建设的摄像机均将接入已有的系统，按照已有系统的管理和应用要求，为中心提供实时图像信息。

4.1.3 设备组成

由高清球形遥控摄像机、智能机箱等组成。

4.1.4 部署方案

1、 布设原则：

视频监测设施用于对公路沿线的交通运行状况、公路基础设施状况、气象状况等进行实时图像监测；对交通异常事件（包括交通拥堵、交通阻断、交通事故、隧道火灾等）和车辆特征进行实时图像监测，进而掌握实时路况，更好的为管养服务。根据《江苏省普通国省道网运行监测设施布局规划（2019~2030年）》，以普通国省道为对象，在以下特征路段或关键点进行布设：

1) 省界、市界、各地市城区出入口。

2) 特大桥应在桥梁两端或桥上设置视频监测设施，确保覆盖全部桥面；通三级及以上航道的桥梁宜在桥下设置视频监测设施。

3) 隧道的进出口；隧道内部，应按照 120m~150m 间距设置。

4) 易发生水毁、滑坡、塌方、落石等自然灾害或地质灾害路段和桥梁，易发生积水的

国道、省道低洼路段或下穿公路、铁路易积水的低洼路段，应设置。

5) 恶劣气象条件频发的普通国、省道路段和桥梁，宜设置。

a) 年平均能见度小于 200m 的雾天数达到 8 天（含）以上的路段；

b) 年平均有 20 天（含）以上出现 8 级以上大风的路段；

c) 年平均有 7 天（含）以上出现严重路面结冰的路段；

d) 三年内因恶劣气象条件发生 2 起（含）以上重特大公路突发事件的路段；

e) 三年内因恶劣气象条件发生 2 起（含）以上公路基础设施严重水毁的路段。

6) 易拥堵、易发生重特大公路突发事件的普通国、省道路段，宜设置。

a) 年平均发生 3 起（含）以上造成拥堵排队长度超过 5km 且拥堵时间超过 2h 的路段；

b) 年平均发生 5 起（含）以上一般突发类公路交通阻断事件的路段；

c) 3 年内发生 2 起（含）以上重特大公路突发事件的路段；

d) 长下坡、高边坡、急弯、避险车道等危险路段。

7) 与高速公路连接路段，以及通往 4A 级及以上景区且交通量较大的重要旅游公路，应设置。

8) 易发生非法占路、损坏公路基础设施等案件，易发生小型客车、电动自行车、行人违反交通信号、行人违法占道等违法行为的交通环境复杂的普通国、省道路段，宜设置。

9) 交通量较大的普通国、省道（机动车当量数 ≥ 20000 pcu/d）的交叉节点处，可在等级较高的公路上设置视频监测设施。

10) 省界收费站和地市入城收费站广场出入侧应分别设置视频监测设施；其他收费站广场宜根据大小设置 1~2 处视频监测设施。

11) 普通国省道服务区、停车区宜根据监测范围在出入口处设置 1~2 处视频监测设施。

12) 一类工区在出入口处设置 1~2 处视频监测设施。

13) 超限检测站点在出入口处设置 1~2 处视频监测设施。

14) 交通量较大的普通国省道（机动车当量数 ≥ 20000 pcu/d）、沿江、沿海、主要纵横通道及快速路，可参照高速公路的布设标准（2km 一处）进行统一设置，在事故易发地点应考虑增加密度。

15) 互通立交处按监视范围和角度设置 1~2 处视频监测设施。

16) 在每一个交通量调查站 I 级设备布设的位置同步建设一套视频监测设施。

17) 已有公路部门或公安等其他部门的视频监测设施处，且设施满足路网部门监测需求的，不宜重复设置。

2、布设点位：

表 4-1 布设点位表

序号	点位名称	设计桩号	方向	管理机构	设备类别	点位位置及说明	参考原则序号	安装方式
1	步青路	296.57	上行	南京市中心	三目 400 万相机	重点路段加密，对匝道分合流处监测	6、8、9	借助路灯灯杆
2	天佑路	297.61	下行	南京市中心	三目 400 万相机	重点路段加密，对高架高点遮挡路段监测	6、8、9	借助路灯灯杆
3	仙林湖路	298.035	下行	南京市中心	三目 400 万相机	重点路段加密，对高架高点遮挡路段监测	6、8、9	借助路灯灯杆
4	疏港大道	300.73	上行侧分带	南京市中心	三目 400 万相机	重点路段加密，对绕城高架桥下监测	6、8、9	借用标志牌门架
5	九乡河交调站	301.01	上行	南京市中心	三目 400 万相机	重点路段加密，对绕城高架桥下监测	6、8、9	借用标志牌门架
6	仙鹤山隧道	307.38	中分带	南京市中心	三目 400 万相机	重点路段加密，对中化石油加油站前坡道监测	3、8、14	借助路灯灯杆
7	五里桥互通匝道 1	1315.2	上行	南京市中心	三目 400 万相机	重点路段加密，对五里桥互通匝道	2、8、14	借助路灯灯杆
8	五里桥互通匝道 2	1315.4	下行	南京市中心	三目 400 万相机	重点路段加密，对五里桥互通匝道	2、8、14	借助路灯灯杆
9	五里桥互通匝道 3	1315.55	上行	南京市中心	三目 400 万相机	重点路段加密，对五里桥互通匝道	2、8、14	借助路灯灯杆
10	红枫街	301.61	上行	栖霞路网分中心	三目 400 万相机	原址升级	/	利旧

11	仙新路匝道东南	305.455	下行	栖霞路网分中心	三目 400 万相机	原址升级	/	利旧
12	仙新路匝道西北	305.985	下行	栖霞路网分中心	三目 400 万相机	原址升级	/	利旧

4.2 全景（高点）视频监控

4.2.1 系统概述

全景视频监控可以独立实现大范围无死角的监控摄像，对于监控大型互通枢纽具有天然的优势，从宏观角度全面观测公路及衔接路网的交通状态，支撑实施路网层面的管控诱导策略。

4.2.2 系统功能

1、视频监控

可实现全景监控，支持自动或手动对全景区域内的多个目标进行区域入侵、越界、进入区域、离开区域行为的检测，能够通过电子标签的方式与路测视频监控联动。

2、视频控制

前端控制：控制道路中监控点的前端设备，包括视频切换、焦距调节、光圈调节及预置位设置等功能。

图像切换：应能通过手动实现和编程实现图像切换，将图像信号在指定的监视器上进行固定或时序显示，也可以进行图像混合、画面分割、字幕叠加等处理。

自动轮巡：在可设定的间隔时间内对全网的监控点进行图像巡检，参与轮巡的对象可以任意设定，轮巡间隔可设置。

3、视频存储

前端存储应支持手动录像、自动定时录像、动态感知录像、报警联动录像、视频丢失报警、运动检测录像、循环录像等方式。

支持设置节假日设定、预录像设置、录像文件最大长度设置、存储容量设置、状态（自动、手动、报警、运动检测）显示。

4.2.3 设备组成

由全景高清摄像机、智能机箱等共同组成。

4.2.4 部署方案

于仙新路互通、栖霞互通两处互通枢纽位置布设全景视频监控。其中仙新路互通处全景监控布设于上行侧栖霞区尧胜村东-(GT)(2)(L3)普通地面塔（塔高约 50m），栖霞互通处全景监控布设于上行侧纪家边 Z 普通地面塔（塔高约 29m）。

4.3 事件检测系统

4.3.1 系统概述

采用大小模型协同模式。通过小模型算法设定，对路网监控视频源进行轮巡分析处理，自动检测出现在摄像头画面内的各类交通类、养护类异常事件，实现交通视频事件智能分析处理。采用多模态大模型技术，对检测后的各类交通类、养护类异常事件进行二次校验，进一步提高模型检测精度，降低误报率，并筛减同一事件的重复报警；此外，基于多模态大模型的图像处理能力，可自动生成事件描述、事件报告，智能派发至相应管理人员及管理单位，便于事件的快速应急处置及事件上报。

4.3.2 系统功能

1、路网事件检测

支持路面抛洒物、路面堆积物（货物堆积、广告牌倒伏、树木倒伏、龙门架灯杆倒塌等）、交通拥堵、涉路施工、交通事故（多车追尾、事故造成交通阻断等）、路面异常（路面大面积积水、路面塌陷等）等六类事件的检测，对事件严重程度进行分级。

2、异常事件大模型复核

通过多模态大模型对事件检测结果进行审核判断，判断上报的事件图像是否符合对应事件类型，提升事件检验精度。检验同一事件是否在一时段内反复上报，剔除或融合重复报警数据，精简事件检测结果。

3、事件上报及回溯

自动生成事件初报，包括事件类型、事件发生时间、事发地路段桩号、事件图片、事件前后 30s 视频等详情，支持一键推送至管理平台，经管理人员可对事件报告初报修正，形成可存档的正式报告文本，供使用者查阅和下载。同时，系统支持对事件信息、图片、视频的分级分类查询。

4.3.3 设备组成

主要由交通事件感知算法一体机、大模型分析处理一体机组成，同时支持对南京现有算法调试及场景适配。

4.3.4 部署方案

南京市公路事业发展中心配备两台交通事件感知算法一体机、大模型分析处理一体机、异常事件检测算法，并对现有融合监测平台进行扩容，接入沿线 G312 南京段包含新建共 108 路视频监控。

表 4-2 事件检测系统接入视频位置及路数

序号	站点名称	视频路数	桩号	位置	存储位置
1	G312 沪霍线-路网监测-宁镇界-K293+460	1	293.46	下行	栖霞区公路事业发展中心
2	G312 沪霍线-东阳交调站-K293+900	1	293.9	门架	栖霞区公路事业发展中心
3	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 15-K294+650	1	294.65	上行	栖霞区公路事业发展中心
4	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 16-K294+750	1	294.75	下行	栖霞区公路事业发展中心
5	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 17-K295+530	1	295.53	上行	栖霞区公路事业发展中心
6	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 18-K295+960	1	295.96	上行	栖霞区公路事业发展中心
7	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 19-K296+900	1	296.9	上行	栖霞区公路事业发展中心
8	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 20-K297+850	2	297.85	上行	栖霞区公路事业发展中心
9	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 21-K298+450	1	298.45	上行	栖霞区公路事业发展中心
10	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 22-K299+150	2	299.15	下行	栖霞区公路事业发展中心
11	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 23-K300+075	2	300.075	上行	栖霞区公路事业发展中心
12	G312 沪霍线-路网监测-九乡河-K301+285	1	301.285	下行	栖霞区公路事业发展中心
13	G312 沪霍线-路网监测-红枫街-K301+610	2	301.61	上行	栖霞区公路事业发展中心
14	G312 沪霍线-路网监测-红枫街西-K302+135	2	302.135	下行	栖霞区公路事业发展中心
15	G312 沪霍线-路网监测-仙境路交叉口东-K302+685	1	302.685	上行	栖霞区公路事业发展中心
16	G312 沪霍线-路网监测-仙境路交叉口-K302+235	2	303.235	下行	栖霞区公路事业发展中心

序号	站点名称	视频路数	桩号	位置	存储位置
17	G312 沪霍线-路网监测-仙境路交叉口西-K303+685	1	303.685	上行	栖霞区公路事业发展中心
18	G312 沪霍线-路网监测-学海路-K304+185	2	304.185	下行	栖霞区公路事业发展中心
19	G312 沪霍线-路网监测-仙林高铁站-K304+685	1	304.685	上行	栖霞区公路事业发展中心
20	G312 沪霍线-路网监测-仙林高铁站西-K305+235	2	305.235	下行	栖霞区公路事业发展中心
21	G312 沪霍线-路网监测-仙新路匝道东南-K305+455	2	305.445	下行	栖霞区公路事业发展中心
22	G312 沪霍线-路网监测-仙新路匝道东北-K305+635	2	305.635	上行	栖霞区公路事业发展中心
23	G312 沪霍线-路网监测-仙新路匝道西南-K305+760	1	305.76	下行	栖霞区公路事业发展中心
24	G312 沪霍线-路网监测-仙新路-K305+855	1	305.885	下行	栖霞区公路事业发展中心
25	G312 沪霍线-路网监测-仙新路匝道西北-K305+985	2	305.985	上行	栖霞区公路事业发展中心
26	G312 沪霍线-路网监测-仙林汽配城东-K306+230	1	306.23	上行	栖霞区公路事业发展中心
27	G312 沪霍线-路网监测-仙鹤山隧道口东-K306+840	2	306.84	下行	栖霞区公路事业发展中心
28	G312 沪霍线-路网监测-仙鹤山隧道内东-K306+985	2	306.985	上行	栖霞区公路事业发展中心
29	G312 沪霍线-路网监测-仙鹤山隧道口西-K307+180	2	307.18	上行	栖霞区公路事业发展中心
30	G312 沪霍线-路网监测-仙鹤山隧道内西-K307+048	2	307.48	下行	栖霞区公路事业发展中心
31	G312 沪霍线-路网监测-尧马路东-K308+000	2	308	下行	栖霞区公路事业发展中心
32	G312 沪霍线-路网监测-聚宝山公园-K309+000	2	309	上行	栖霞区公路事业发展中心
33	G205 山深线-路网监测-兴隆路西-K1310+100	1	1310.1	上行	江北公路站
34	G205 山深线-路网监测-江北虹悦城-K1311+410	1	1311.41	上行	江北公路站
35	G205 山深线-路网监测-工业大学-K1311+610	1	1311.61	上行	江北公路站
36	G205 山深线-路网监测-浦珠花园-K1312+170	1	1312.17	下行	江北公路站

序号	站点名称	视频路数	桩号	位置	存储位置
37	G205 山深线-路网监测-河滨路-K1312+650	1	1312.65	上行	江北公路站
38	G205 山深线-路网监测-江淼路-K1313+480	1	1313.48	下行	江北公路站
39	G205 山深线-路网监测-西水湾-K1314+250	1	1314.25	上行	江北公路站
40	G205 山深线-路网监测-雨山广场-K1315+010	1	1315.1	下行	江北公路站
41	G205 山深线-路网监测-五里桥南-K1315+600	1	1315.6	上行	江北公路站
42	G205 山深线-路网监测-五里桥北-K1315+700	1	1315.7	下行	江北公路站
43	G205 山深线-路网监测-五里桥互通全景-K1316+353	2	1316.353	上行	江北公路站
44	G205 山深线-路网监测-地铁基地-K1316+500	1	1316.5	下行	江北公路站
45	G205 山深线-路网监测-五华路-K1316+800	1	1316.8	上行	江北公路站
46	G205 山深线-路网监测-拌合厂-K1318+400	1	1318.4	下行	江北公路站
47	G205 山深线-江心洲大桥交调站-K1321+150	1	1321.15	上行	江北公路站
48	长江五桥北引桥-桥面球机 1	1	K0+893.1	出城	南京市公共工程建设中心
49	长江五桥北引桥-桥面球机 2	1	K1+239	进城	南京市公共工程建设中心
50	长江五桥北引桥-桥面球机 3	1	K1+835	进城	南京市公共工程建设中心
51	长江五桥北引桥-桥面球机 4	1	K2+438	进城	南京市公共工程建设中心
52	长江五桥北引桥-桥面球机 5	1	K2+298	进城	南京市公共工程建设中心
53	长江五桥北引桥-桥面球机 6	1	K4+293	出城	南京市公共工程建设中心
54	长江五桥北引桥-桥面球机 7	1	K5+111	进城	南京市公共工程建设中心
55	长江五桥北引桥-桥面球机 8	1	K7+688.3	进城	南京市公共工程建设中心
56	长江五桥北引桥-事件检测摄像机 1	1	K5+989	上游	南京市公共工程建设中心

序号	站点名称	视频路数	桩号	位置	存储位置
57	长江五桥北引桥-事件检测摄像机 2	1	K5+989	下游	南京市公共工程建设中心
58	长江五桥北引桥-事件检测摄像机 3	1	K6+168	上游	南京市公共工程建设中心
59	长江五桥北引桥-事件检测摄像机 4	1	K6+168	下游	南京市公共工程建设中心
60	长江五桥北引桥-事件检测摄像机 5	1	K6+486	上游	南京市公共工程建设中心
61	长江五桥北引桥-事件检测摄像机 6	1	K6+486	下游	南京市公共工程建设中心
62	长江五桥北引桥-事件检测摄像机 7	1	K6+781	上游	南京市公共工程建设中心
63	长江五桥北引桥-事件检测摄像机 8	1	K6+781	下游	南京市公共工程建设中心
64	长江五桥北引桥-事件检测摄像机 9	1	K7+99	上游	南京市公共工程建设中心
65	长江五桥北引桥-事件检测摄像机 10	1	K7+99	下游	南京市公共工程建设中心
66	长江五桥北引桥-事件检测摄像机 11	1	K7+278	上游	南京市公共工程建设中心
67	长江五桥北引桥-事件检测摄像机 12	1	K7+278	下游	南京市公共工程建设中心
68	长江五桥匝道-桥面球机-临江路互通桥面	1			南京市公共工程建设中心
69	长江五桥匝道-桥面球机-五里桥互通	1			南京市公共工程建设中心
70	长江五桥-桥面球机-桥面新增 1	1			南京市公共工程建设中心
71	长江五桥-桥面球机-桥面新增 2	1			南京市公共工程建设中心
72	长江五桥北引桥-临江路互通-江北往横江大道	1			南京市公共工程建设中心
73	步青路	2	296.57	上行	南京市公路事业发展中心
74	天佑路路	2	297.61	下行	南京市公路事业发展中心
75	仙林湖路	2	298.100	下行	南京市公路事业发展中心
76	疏港大道	2	300.73	上行	南京市公路事业发展中心

序号	站点名称	视频路数	桩号	位置	存储位置
77	九乡河交调站	2	301.01	上行	南京市公路事业发展中心
78	仙鹤山隧道	2	307.38	上行	南京市公路事业发展中心
79	五里桥互通匝道 1	2	1315.2	上行	南京市公路事业发展中心
80	五里桥互通匝道 2	2	1315.4	下行	南京市公路事业发展中心
81	五里桥互通匝道 3	2	1315.55	上行	南京市公路事业发展中心

4.4 多功能交调站

4.4.1 系统概述

交通信息采集技术是交通科学发展的前提,为交通规划以及交通管理提供了可靠的依据。从早起的人为交通数据采集到现今的智能交通数据观测站的监理,这些变革推动了整个交通行业的发展,为路网建设、交通管理以及智能化交通系统功能的实现奠定了坚实的基础。

交通运行数据监测设施通常分为交通量调查站和轴载调查站,交通量调查站根据《公路交通情况调查设备行业标准》(JT/T1008.1、JT/T1008.2)依据采集内容不同有分为公路交通情况调查I级设备和II级设备,I级设备我们称为交调站,能采集7种车型,II级设备称为车检器,能采集4种车型。多功能交通调查站是设置在公路上进行车流量、车牌等数据采集的设施。根据其功能可分为I类和II类。I类多功能交通调查站应按照行驶方向、分车道采集单个机动车车牌数据,能够按5分钟周期自动汇总交通流量;II类多功能交通调查站应按照行驶方向、分车道采集单个机动车车牌数据,能够按5分钟周期自动汇总交通流量,因地制宜增加车型、车重、车速、视频监控、气象监测等其他功能。

4.4.2 系统功能

本项目多功能交调站功能满足交通运输部印发的《普通国省道多功能交通调查站布局和建设方案》(交规划〔2021〕),具备机动车车牌数据采集、自动汇总交通量、5分钟数据传输3项必须具备的数据采集功能,机动车车型、地点车速、视频监控3项可选数据采集功能。

(1) 机动车车牌数据采集

依据《机动车号牌自动识别系统》GB/T28649-2012,设备所采集的机动车车牌数据可

分行驶方向、分车道采集单个机动车车牌数据。日间数据精度不小于 90%，夜间数据精度不小于 85%。

(2) 机动车车型数据采集

依据《公路交通情况调查设备第 1 部分：技术条件》(JT/T1008.1)，单类车型数据精度不小于 90%。

(3) 自动汇总交通量

依据《公路交通情况调查设备第 1 部分：技术条件》(JT/T 1008.1)，交通量数据精度应不小于 95%。

(4) 5 分钟数据传输

具备按 5 分钟周期自动汇总、实时回传功能，支持有线或无线方式传输。

(5) 地点车速数据采集

依据《公路交通情况调查设备第 1 部分：技术条件》(JT/T1008.1)，地点车速数据精度不小于 92%。

(6) 视频监控

多功能交调站配设视频监控，实现公路运行状况宏观监测。

4.4.3 设备组成

由 900W 车牌识别设备、环保补光灯、融合终端服务器、智能机箱、工业以太网交换机(外场接入)等组成。

4.4.4 部署方案

1、 布局原则：

根据《普通国省道多功能交通调查站布局和建设方案》要求，以普通国省道路线为基础，识别国、省、县、乡、村道与普通国省道的交汇点，将普通国省道划分为若干个连续路段，综合考虑交通分流影响和路网规划、交通特征、数据精度等因素，形成全面覆盖、功能多样的交通调查布局。

- 1) 普通国省道与省界、市界连接的路段，其中省界路段布设轴载调查站；
- 2) 普通国省道与各地级市城区出入口连接的路段；
- 3) 普通国省道与高速公路、普通国省道交汇点之间的路段及快速路出入口匝道之间的路段(经过交汇点或匝道后交通量变化比例达到 30%以上且运行流量达到设计车流量的 70%，下同)；

- 4) 普通国省道与高速公路出入口连接的路段；
- 5) 普通国省道与主要港口、机场连接的路段；
- 6) 普通国省道与 4A 级及以上旅游景区连接的路段；
- 7) 普通国省道与长江汽渡连接的路段；
- 8) 普通国省道与重点物流园区、矿产资源区、货运集散中心等货运源头连接的路段；
- 9) 超限检测站下游主断面路段；
- 10) 日均货车流量 ≥ 5000 辆/日且货车流量占比达到 35%的路段布设轴载调查站；
- 11) 沿江、沿海、“一带一路”战略覆盖路段布设轴载调查站；
- 12) 省内每条普通国省道应至少设置一个交通量调查站；
- 13) 每条重要县道应设置一个交通量调查站。

14) 突出代表性。新建站点要能够客观、准确反映区域普通国省道路货车运行特征，重点关注港口、车站码头、工业区和重要路网节点；路段运行环境发生较大变化的站点及时考虑升级改造。同时，新建和改造站点要避免设置在货车限行路段、靠近城区路段等货车流量占比较低路段。

15) 考虑样本覆盖的全面性。满足《江苏省公路交通情况调查站点布局规划方案(2020-2035 年)》，对之前站点覆盖密度较低的区县和路段进行适当加密。

16) 设备运行稳定性。对使用年限较长的以及数据及时率、完整率、准确率不高的设备进行升级改造，选型上尽量选择数据质量较高的设备类型。

(1) 布局方法

1) 初始路段划分。

考虑到普通国省道中，普通国省道和三级及以上县、乡道承担了主要运输功能和绝大多数的交通量，应作为交通调查的主要对象。按照普通国省道自身交汇点，三级及以上县、乡道与普通国省道的交汇点划分路段，形成初始路段。

2) 优化合并路段。

参考高速公路主线视频点位布设原则，对初始路段中长度小于 2 公里的路段与邻近路段合并。鉴于人口与交通出行密切相关，对常住人口规模在 20 万以下的县级区域，将技术等级为三级的县、乡道与普通国省道的交汇点邻近路段合并。

3) 普通国道布局

按照上述布局方法，在每个路段至少布设一个多功能交通调查站，各省份可结合实际情

况对重要路段进行适当加密，包括但不限于以下路段：

- 高速公路平行路段；
- 高速公路连接路段；
- 城市群、都市圈、环城路、城市出入口路段；
- 沿海、沿江、沿边通道路段；
- 省界、市界、县界路段；
- 机场、火车站、港口码头、公路客货运站连接路段；
- 4A 级及以上景区、产业园区、矿区连接路段；
- 跨海跨江跨河特大桥梁连接路段；
- 边境口岸境内连接路段。

(2) 布设要求

1) 升级可利用设施。

在无法融合公安交管卡口、治超非现场执法站和其他车牌识别设备数据的路段，优先升级存量交通调查站。同一路段已建有多个存量交通调查站的，充分考虑采集原理、在役年限，应至少选择一个交通调查站，通过加装设备、优化算法等方式进行升级，满足多功能交通调查站数据采集要求。调整存量交通调查站通信协议，满足新增采集数据传输要求。在无存量交通调查站的路段，至少选择一个现有的视频监控等路端监测设施，通过前端加装设备或后端数据处理等方式，满足多功能交通调查站数据采集要求。

2) 新建多功能交通调查站。

若路段内没有可融合路端数据和可升级利用设施，应在该路段内适当位置新建多功能交通调查站。

2、布设方案

本项目结合《普通国省道多功能交通调查站布局和建设方案》布设要求进行排查，G312 南京段建设里程范围内共有 4 处交调站可升级为多功能交调站。其中 G205 江心洲大桥为 G312 与 G205 共线段交调站，其门架上有公安卡口相机、补光灯等设备。则将南京 G312 景观石市场、南京 G312 仙林汽配城及南京 G312 江浦消防队 3 处进行改造，增加车牌识别设备升级为多功能交调站。南京 G205 江心洲大桥交调点融合公安交管卡口升级多功能交调站。

表 4-3 布设点位表

序号	点位名称	设计桩号	方向	辖区	设备类别	点位位置及说明	安装方式	管理机构
----	------	------	----	----	------	---------	------	------

1	南京 G312 景观石市场	298.05	门架	栖霞	车牌识别	该交调站主要承担 S338 与 X103320113 路段交通流量动态变化特征的监测职能，加设车牌识别设备，升级成多功能交调站	利用已有	栖霞区事业发展中心
2	南京 G312 仙林汽配城	306.585	上行、下行	栖霞	车牌识别	仙林汽配城交调站点主要承担 X103320113 与 G104 路段交通流量动态变化特征的监测职能，现状为单立柱交调站一侧加挑臂，另一侧利用 306.635 门架式情报板进行车牌识别设备加装	利用已有	栖霞区事业发展中心
3	南京 G312 江浦消防队	352	门架	浦口	车牌识别	该交调站位于 G205 与 G312 共线段，G205 与 G312 交叉口、G346 与 G312 交叉口之间，加设车牌识别设备，升级成多功能交调站	利用已有	江北公路站

第 5 章 恶劣气象通行安全预警设计

5.1 智能冰雪监测系统

5.1.1 系统概述

江苏省作为我国东部经济较发达的省份之一，路面冬季结冰也具有和其他地区差异很大的特征，路面结冰的典型状态为薄冰，存在重复结冰、融冻循环的现象。江苏地区水网密度大，冬季低温潮湿，横跨于水网之上的公路路面结冰现象较为普遍，由其是桥梁涵洞、长大纵坡、竖曲线路段、横风路段、匝道等线形设计复杂路段更容易积雪结冰。冰雪天气驾驶员易受外界环境干扰，使自身生理和心理发生变化，影响行车安全。

南京 312 临河冬季低温潮湿，公路桥面结冰现象较为普遍，且发生事故后果往往相较于路基段更严重，因此通过布设遥感式路面传感器实现路面等异常状态的实时监测，及时上报预警并联动路侧发布设施发布安全信息，为管理人员后续选择合适的消冰融雪作业方式提供数据支撑，减少事故发生。

5.1.2 系统功能

1、桥面状况监测

通过遥感式路面传感器实现桥面温度、湿度、桥面情况、冰雪厚度、湿滑系数等参数测量采集。

2、气象数据的本地预处理、存储、上传以及异常气象状态预警

实现对桥面状况数据的预处理和存储，并上传至公路事业发展中心进行数据应用；同时实现桥面积雪结冰等异常气象状态及时上报平台预警。

3、消冰除雪作业方式选择支持

发出异常状态警报后，供养护部门查看桥面状况及数据，为消冰除雪作业方式的选择提供支撑。

5.1.3 设备组成

智能冰雪监测系统主要由路面状况检测器、控制器、智能机箱（冰雪监测）和 5G 路由器、4G 物联网卡等组成。

5.1.4 部署方案

结合现场实际调研情况，布设于易结冰位置桥梁。其中栖霞布设于南京 G312 景观石市场交调站附近和红枫街路口上方，两处都靠近九乡河，且红枫街路口上方高架为钢箱梁更易

结冰，设备分别安装共杆于交调点景观石市场交调站和视频点 G312 沪霍线-路网监测-红枫街西-K302+135；江北布设于南京 G312 江浦消防队交调站附近，临近城南河位置，与养护人员沟通为易结冰区域，设备借助南京 G312 江浦消防队交调站门架。则共新建遥感气象站 3 套。

第6章 智慧隧道设计

6.1 隧道积水监测系统

6.1.1 系统概述

江苏省地处我国东部水网密集区域，隧道在短时强降雨或突发暴雨等极端天气下，易存在积水风险。隧道内空间封闭、能见度低，积水不仅严重影响车辆通行效率，更易引发打滑、追尾等交通事故，对司乘人员安全构成威胁。

南京仙鹤山隧道目前已建成覆盖视频、结构等多维感知体系，基本满足日常运行管理需求。然而，在极端强降雨天气下，隧道内部仍存在积水监测精度有限、状态感知延迟等问题。为进一步提升隧道在极端天气条件下的应急保障与风险防控能力，本次拟开展仙鹤山隧道积水监测建设。通过布设高精度电子水尺与智能报警终端，实现对隧道内关键段积水深度的实时监测与动态预警，及时通过路侧情报板、语音播报系统等发布警示信息，提示车辆绕行或减速慢行，全面提升隧道防汛抗灾与安全运行水平。

6.1.2 系统功能

1、积水实时监测

系统通过布设高精度电子水尺，实现对隧道内易积水段水面高度的连续、精准监测。可实时采集积水深度，并动态判断积水变化趋势，为风险预警和应急响应提供可靠依据。

2、主动安全预警

在隧道入口处设置可变情报板及声光报警装置。当系统检测到积水深度超过预设安全阈值时，自动触发声光报警，同时通过情报板动态发布“减速慢行”或“禁止通行”等提示信息，实时引导车辆避险，提升行车安全性。

3、智能决策管理

监测数据实时上传至南京市“科技兴安”智能管理系统，后续接入省级智慧隧道平台，支持积水状态可视化展示、历史数据查询与多维度分析。系统具备智能告警功能，一旦发生异常，可通过平台消息、短信等多种方式及时通知运维管理人员，为其采取排水调度、临时封闭隧道等应急处置措施提供决策支持。

6.1.3 设备组成

主要由电子水尺、预警终端（声光报警器、LED 双色显示屏、遥测终端、电控箱）组

成。

6.1.4 部署方案

本次建设在仙鹤山隧道最低洼处布设高精度电子水尺，用于实时采集积水深度数据。在隧道上下行入口前 50 米处，各设立一套预警终端立杆，杆上集成 LED 双色显示屏与声光报警器，杆件集成安装电控箱，内部放置遥测终端机及电源控制设备。

电子水尺采用壁挂方式安装于隧道侧壁，以排水沟底为基准进行水平校准。其采集的数据通过 RS485 通信线缆传输至遥测终端机。终端机通过 4G 将数据远程上传至管理平台，并根据预设阈值自动驱动现场 LED 屏发布警示信息、触发声光报警器进行视觉与语音预警，实现全方位的自动监测与应急响应。

第7章 通信、供电及防雷接地设计

7.1 供电设计

7.1.1 供电设计原则

本次路网监测设施供电点选取，优先在监测设施点位附近有低压外线供电条件的地方，直接从当地供电部门引入。综合考虑供电成本等因素，供电点距离监测设施距离不宜大于500m（个别点位限于取电条件可考虑大于500m）。监测点设施周边不具备供电部门直接开户引入条件的，可从已有市政设施引电，包括信号控制机箱及公安监控等所用的配电箱。

7.1.2 供电点位设计

表 7-1 智能巡查无人机供电方式选取

序号	所属辖区	点位名称	布设桩号	取电方式
1	浦口	南京长江隧道公司江心洲大桥养护基地	/	市电（新开户）

表 7-2 桥梁结构监测供电方式选取

序号	所属辖区	点位名称	布设桩号	取电方式
1	栖霞	S338 与 G312 连接线 F 匝道桥	K181+517	市电（新开户）
2	栖霞	G312 栖霞高架桥二期	K295+154	市电（新开户）

表 7-3 路侧视频监控供电方式选取

序号	所属辖区	布设桩号	方向	杆件类型	取电方式
1	栖霞	K296+570	上行	建设于路灯杆件	利旧（情报板）
2	栖霞	K297+610	下行	建设于路灯杆件	利旧（公安监控）
3	栖霞	K298+035	下行	建设于路灯杆件	利旧（多功能交调）
4	栖霞	K300+730	上行侧分带	建设于标志杆件	利旧（情报板）
5	栖霞	K301+010	上行	建设于标志杆件	利旧（多功能交调）
6	栖霞	K307+380	中分带	建设于路灯杆件	利旧（仙鹤山隧道）
7	浦口	K1315+200	上行	建设于路灯杆件	利旧（路网视频）

8	浦口	K1315+400	下行	建设于路灯杆件	利旧（路网视频）
9	浦口	K1315+550	上行	建设于路灯杆件	利旧（路网视频）

表 7-4 全景视频监控供电方式选取

序号	所属辖区	点位名称	布设桩号	方向	取电方式
1	栖霞	仙新路互通	K306+000	铁塔	市电（新开户）
2	栖霞	栖霞互通	K301+400	铁塔	市电（新开户）

表 7-5 多功能交调站供电方式选取

序号	所属辖区	布设桩号	方向	杆件类型	取电方式
1	栖霞	K298+050	断面	利旧两个双立柱门架（宽度：16m、16m）	利旧（多功能交调）
2	栖霞	K306+585	断面	中分带：新建 7m 杆件 14m 悬臂 下行：利旧双立柱门架（宽度：22m）	中分带：利旧（门架屏） 下行：利旧（门架屏）
3	浦口	K352+000	断面	利旧两个双立柱门架（宽度：16m、16m）	利旧（多功能交调）

表 7-6 智能冰雪监测系统供电方式选取

序号	所属辖区	点位名称	布设桩号	方向	取电方式
1	栖霞	景观石市场	K298+050	下行	利旧（多功能交调）
2	栖霞	红枫街	K301+085	上行	利旧（路网视频）
3	浦口	江浦消防队	K352+000	下行	利旧（多功能交调）

表 7-7 隧道积水监测供电方式选取

序号	所属辖区	点位名称	布设桩号	取电方式
1	栖霞	仙鹤山隧道	K306+710~K307+290	利旧（仙鹤山隧道）

7.2 通信设计

7.2.1 设计原则

为确保通信质量，通信系统指标要符合国家标准及国际标准的有关规定。

- 1、满足公路管理部门的管理与运营要求；
- 2、建立实体之间的通信功能，支持双向通信；
- 3、通信网络稳定可靠和维护便利；
- 4、通信系统技术先进和经济实用；
- 5、符合江苏省公路通信网相关规范。

7.2.2 建设方案

结合外场设备传输稳定性及运维难度等需求，考虑以租用 50M 专线方式为主，保障各点位的数据传输。同时智能冰雪监测设备数据量较小可采用物联网卡无线传输形式将数据传至公路中心。

本次将交通事件感知算法一体机和大模型分析处理一体机均布设在市中心，从各分中心拉流做事件检测，则需提升整个网络通道，按照事件检测要求需将江北里桥路网中心与市公路中心互联的带宽增到 1000M、将五桥与市公路中心互联的带宽增到 500M、将栖霞路网中心与市公路中心互联的带宽增到 500M。

7.3 防雷

7.3.1 直击雷的防护

直击雷防护主要指建筑物或其它设施的防雷，其技术措施可分接闪器（避雷针、避雷带、避雷网等金属接闪器）、引下线、接地体和法拉第笼。根据建筑物的地理位置、现有结构、重要程度等，决定是否采用避雷针、避雷带、避雷网或其联合接闪方式。

本项目中直击雷防护对象主要有智能冰雪监测设备等，均应考虑增加避雷针保护。避雷针的选择应根据当地的地形地貌、土壤电阻、建筑物的结构形式、保护范围、被保护对象的性质等条件进行选择。

7.3.1.1 配置方案

1、外场设备利用金属立柱作为引下线时，配电线路和信号线路（金属导体）应采用带防雷金属屏蔽护套的线缆并穿金属管屏蔽，金属屏蔽护套和金属管两端均应可靠接地。

信号线路与配电线路应分开敷设，条件所限确实无法分开时，应分别敷设于不同的金属管内。

2、外场设备接地系统利用基础及独立接地系统接地，接地系统由垂直接地极（镀锌角钢 L50×50×5×2500mm）、水平接地极（镀锌扁钢-50×5mm）和接地引上线（6mm²的绝缘多股铜导线）组成，工频接地电阻不高于4Ω。

3、外场设备的信号线路宜依据相应端口类型安装适配的信号线路浪涌保护器。

7.3.2 电源防雷

主要是防止雷电波通过电源线路对计算机及相关外场设备造成危害。为避免高电压经过避雷器对地泄放后的残压过大或因更大的过电压在击毁避雷器后继续毁坏后续设备，以及防止线缆遭受二次感应，依照有关防雷工程的设计规范，应采取分级保护、逐级泄流的原则。

根据项目防护区域的雷暴强度 Ng（或年均雷暴日 Td）来选择最大放电电流 I_{max}作为首级防护。在雷击高发区（如水边、旷野），或高压架空线直接进户的情况下，设施极易遭受直击雷害，可选用最大放电电流为 100KA（8/20 波形）的三相电源过电压保护器作为首级防护；选用最大放电电流为40KA（8/20 波形）的电源过电压保护器作为次级和末级防护。

通常在变压器出线、外场配电箱、外场设备电源进线等处分别设置各级电源过电压保护器，形成多级保护。

7.3.2.1 配置方案

按现场实际情况可在各外场设备电源进线口加装10~40KA过电压保护器。

7.3.3 信号防雷

由于雷电波在线路上能感应出较高的瞬时冲击能量，因此要求网络系统设备能够承受较高能量的瞬时冲击，而目前大部分通信设备由于电子元器件的高度集成化而致耐过电压、耐过电流水平下降，设备在雷电波冲击下遭受过电压而损坏的现象越来越多，其后果是可能造成整个系统的运行中断，系统失灵等，因此必须在网络通信口处加装必要的防雷保护装置以确保网络通信系统的安全运行。

对系统通信进行防雷保护，选取适当保护装置非常重要，应充分考虑防雷产品与通

信设备匹配。根据被保护设备的工作电压、接口连接形式特性阻抗、信号传输速率或工作频率及传输介质等参数选用插入损耗低的过电压保护器。

7.3.3.1 配置方案

在外场设备处安装网络信号过电压保护器。

7.4 接地

地面道路接地极采用 L50×50×5mm 长 2.5m 的镀锌角钢（端头为尖端）、50×5mm 的镀锌扁钢，接地引线包括 6mm² 的绝缘多股铜导线。将接地极打入土层（最好是常年比较潮湿的地方）。角钢与角钢之间用 50×5 的镀锌扁钢（也埋设在距顶端 0.7m 的地方）以焊接方式连接，焊接完成后，焊接处进行防腐防锈处理。接地电阻如果达不到要求，将增加接地极数量。

外场设备的接地采用独立接地方式，接地电阻小于 4Ω。施工单位在基础附近的护坡道或排水沟外侧埋设接地极、并通过镀锌扁钢引到附近电力手孔内，再采用铜导线引到附近的各设备机箱内。

为保证系统可靠性，严格施工质量，在电缆敷设及设备电气安装等施工过程中执行和参照《低压配电装置及路线设计规范（GBJ54）》、《电气装置安装工程电缆路线施工及验收规范（GB50168）》、《安装工程分项施工工艺手册 第二分册 电气工程》、部颁《通信工程施工及验收技术规范（YDJ39）》、《电气安装工程接地装置施工及验收规范（GB50169）》等国家标准和行业规范。

第 8 章 地市公路中心机房扩容及系统接入

8.1 视频上云建设

8.1.1 上云方案

普通国省道视频上云属于“智慧路网”云控平台的配套工程，支撑路网云控平台种路网监测与管理与服务相关业务开展。

根据现有已上云视频及本期视频上云数量，考虑南京市公路事业发展中心原网关型号不满足通过软件将视频升级为高清（从 48Kbps 升级为 128Kbps 码率）的要求，本次设计在市中心新增 1 套 200 路上云网关。

8.2 存储设施扩容

8.2.1 扩容方案

根据本项目各路网中心实施的视频监控上云路数，计算出相应的视频存储容量。

本期视频存储容量按照 1 路高清视频按 8Mb/s 码流，循环存储周期 30 天计算。

对智能冰雪监测系统产生的结构化数据进行存储，存储周期按 3 年估算，所需存储量约为 10GB。

在南京市公路事业发展中心市区分中心配套 1 台网络硬盘录像机（NVR）、12 个企业级硬盘，并配置一台 40KVA UPS 主机（配置 64 节蓄电池、电池柜），确保数字化升级各系统设备供电稳定运行。同时桥隧中心视频拉流卡顿较明显，本次于五桥监控中心增加一台视频流媒体服务器做接入转发。并且考虑本次项目中于南京市公路事业发展中心新增服务器较多，现在机柜空间不足，故于市中心机房新增 2 台 19 时机柜。

8.3 网络安全

8.3.1 设计原则

为了更好的落实《江苏省交通运输厅网络安全管理办法》中对网络安全“三同步”的要求，必须对项目建设阶段的安全工作提出明确管理要求，保证安全建设依法合规，实现对新建系统安全的源头管控。积极落实等级保护基本制度，前置合规安全设计和安全建设，降低后期安全运维难度。

新建设施网络应按照等级保护基本要求进行网络安全保障系统建设，提供南京新建设施

网络的整体安全防护技术方案，应涵盖了终端安全、区域边界安全、通信网络安全、安全管理等方面。具体要求如下：

1、针对建设的视频监控设备、气象设备、交调设施设备等的接入形成的网络边界，制定技术可靠、安全防护性高的、基于终端准入认证的前端泛物联网设备访问控制技术措施。防止前端泛物联网设备被非法替换、终端非法接入、网络非法访问等安全问题的发生；

2、高清视频网络应严格按照干线公路视频监控系统建设技术要求实现边界安全防护。设计符合技术规范、整体性能稳定可靠、具有较强扩展能力、与市中心现有的内外网交换平台功能相融合的视频边界接入系统；

3、根据高清视频网络拓扑结构，提供前端 IPC、交调、信息发布等资产识别与归档、脆弱性识别、视频质量检测、异常流量监测、异常事件监测、前端设备意外离线等解决方案。

8.3.2 建设方案

8.3.2.1 终端安全防护

1、终端智能机箱防护

针对沿线机电设施，通过智能机箱实现 IP 设备离线故障监测、断网监测、网络端口监测等，同时对各类故障开展异常远程重启及故障原因等分析定位，确保设备处于正常运行状态。鉴于本项目新增多路视频监控、交调站等各类设备，外场终端防护均采用智能机箱，同时将沿线 41 处已有视频监控普通机箱或老化机箱更换为智能机箱，并在市中心部署智能机箱控制与管理软件，保障智能机箱安全运行。

表 8-1 沿线已有设施需更换智能机箱列表

序号	管养单位	线路	桩号	视频站点名称
1	南京市公路事业发展中心江北公路站	G205（G312 共线）	1311.41	G205 山深线-路网监测-江北虹悦城-K1311+410
2	南京市公路事业发展中心江北公路站	G205（G312 共线）	1311.61	G205 山深线-路网监测-工业大学-K1311+610
3	南京市公路事业发展中心江北公路站	G205（G312 共线）	1312.17	G205 山深线-路网监测-浦珠花园-K1312+170
4	南京市公路事业发展中心江北公路站	G205（G312 共线）	1312.65	G205 山深线-路网监测-河滨路-K1312+650
5	南京市公路事业发展中心江北公路站	G205（G312 共线）	1313.48	G205 山深线-路网监测-江淼路-K1313+480
6	南京市公路事业发展中心江北公路站	G205（G312 共线）	1314.25	G205 山深线-路网监测-西水湾-K1314+250

7	南京市公路事业发展中心江北公路站	G205 (G312 共线)	1315.1	G205 山深线-路网监测-雨山广场-K1315+010
8	南京市公路事业发展中心江北公路站	G205 (G312 共线)	1315.6	G205 山深线-路网监测-五里桥南-K1315+600
9	南京市公路事业发展中心江北公路站	G205 (G312 共线)	1315.7	G205 山深线-路网监测-五里桥北-K1315+700
10	南京市公路事业发展中心江北公路站	G205 (G312 共线)	1316.353	G205 山深线-路网监测-五里桥互通全景-K1316+353
11	南京市公路事业发展中心江北公路站	G205 (G312 共线)	1316.5	G205 山深线-路网监测-地铁基地-K1316+500
12	南京市公路事业发展中心江北公路站	G205 (G312 共线)	1316.8	G205 山深线-路网监测-五华路-K1316+800
13	南京市公路事业发展中心江北公路站	G205 (G312 共线)	1318.4	G205 山深线-路网监测-拌合厂-K1318+400
14	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	294.65	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 15-K294+650
15	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	294.75	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 16-K294+750
16	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	295.53	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 17-K295+530
17	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	295.96	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 18-K295+960
18	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	296.9	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 19-K296+900
19	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	297.85	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 20-K297+850
20	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	298.45	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 21-K298+450
21	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	299.15	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 22-K299+150
22	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	300.075	G312 沪霍线-路网监测-疏港大道监控 23-K300+075
23	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	301.285	G312 沪霍线-路网监测-九乡河-K301+285
24	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	301.61	G312 沪霍线-路网监测-红枫街-K301+610
25	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	302.135	G312 沪霍线-路网监测-红枫街西-K302+135
26	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	302.685	G312 沪霍线-路网监测-仙境路交叉口东-K302+685
27	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	303.235	G312 沪霍线-路网监测-仙境路交叉口-K302+235

28	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	303.685	G312 沪霍线-路网监测-仙境路交叉口西-K303+685
29	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	304.185	G312 沪霍线-路网监测-学海路-K304+185
30	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	304.685	G312 沪霍线-路网监测-仙林高铁站-K304+685
31	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	305.235	G312 沪霍线-路网监测-仙林高铁站西-K305+235
32	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	305.445	G312 沪霍线-路网监测-仙新路匝道东南-K305+455
33	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	305.635	G312 沪霍线-路网监测-仙新路匝道东北-K305+635
34	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	305.76	G312 沪霍线-路网监测-仙新路匝道西南-K305+760
35	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	305.885	G312 沪霍线-路网监测-仙新路-K305+855
36	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	305.985	G312 沪霍线-路网监测-仙新路匝道西北-K305+985
37	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	306.23	G312 沪霍线-路网监测-仙林汽配城东-K306+230
38	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	306.84	G312 沪霍线-路网监测-仙鹤山隧道口东-K306+840
39	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	306.985	G312 沪霍线-路网监测-仙鹤山隧道内东-K306+985
40	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	307.18	G312 沪霍线-路网监测-仙鹤山隧道口西-K307+180
41	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	307.48	G312 沪霍线-路网监测-仙鹤山隧道内西-K307+048

2、情报板终端网络安全防护

针对沿线情报板，通过增设情报板内容防护前端设备，及时发现和阻断针对外场终端、路网中心的网络攻击，达到“管”与“端”的双向防护，例如：不法分子通过入侵公路专网通信线路，对交通 LED 信息发布设备实施篡改攻击的情况下，即便该信息发布设备与中心断网的情况下，依然能够通过非法设备的识别和接入拒绝实现自身保护，同时对断网设备的信息向中心回传，第一时间通过平台进行告警，实现精准防护、第一时间处置的效果。

本项目对现状 5 处情报板安装相应情报板内容防护前端设备，并在市中心部署情报板内容安全防护软件，按照等保安全网络通信的要求对终端到中心的通信链路实施基于国密标准算法的安全保护机制，以防范基于发布内容篡改为目的的中间人攻击。

表 8-2 G312 南京段情报板增设内容防护前端设备列表

序号	管养单位	所在路线	养护桩号	方向	名称	建设/改造年份	类型	是否上云
1	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	K299+150	下行	江苏-G312 沪霍线-情报板-K299+150-下行	2020	门架式	是
2	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	K296+200	上行	江苏-G312 沪霍线-情报板-K296+200-上行	2020	门架式	是
3	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	K306+635	下行	江苏-G312 沪霍线-情报板-K306+635-下行	2022	门架式	是
4	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	K300+460	上行	江苏-G312 沪霍线-情报板-K300+460-上行	2022	F 式	是
5	南京市栖霞区公路事业发展中心	G312	K300+635	上行	江苏-G312 沪霍线-情报板-K300+635-上行	2022	F 式	是

8.3.2.2 中心网络安全防护

本项目主要依托专线网络实现南京市 G312 数字化转型场景应用系统业务的传输，网络结构完全复用，不改变原始网络结构。鉴于本项目新增了多路监控等设备，且现有部分防火墙的内存使用率已达到 50%以上，无法满足日益增长的安全防护需求。因此，本次计划新增两套符合信创标准的防火墙，分别部署在市中心和里桥中心，旨在识别并阻止来自内网及外网的攻击行为，确保设施网络安全。

第 9 章 普通公路数据管理体系

9.1 总体架构

江苏省普通国道基础设施数字化转型升级项目总体架构如下图所示，其中蓝色部分为本项目普通公路数据管理体系内容，如下图所示。整体架构分为决策层、应用层、平台层、数据层和基础设施层。各层之间相互关联，共同为公路的管理和运营提供支持。

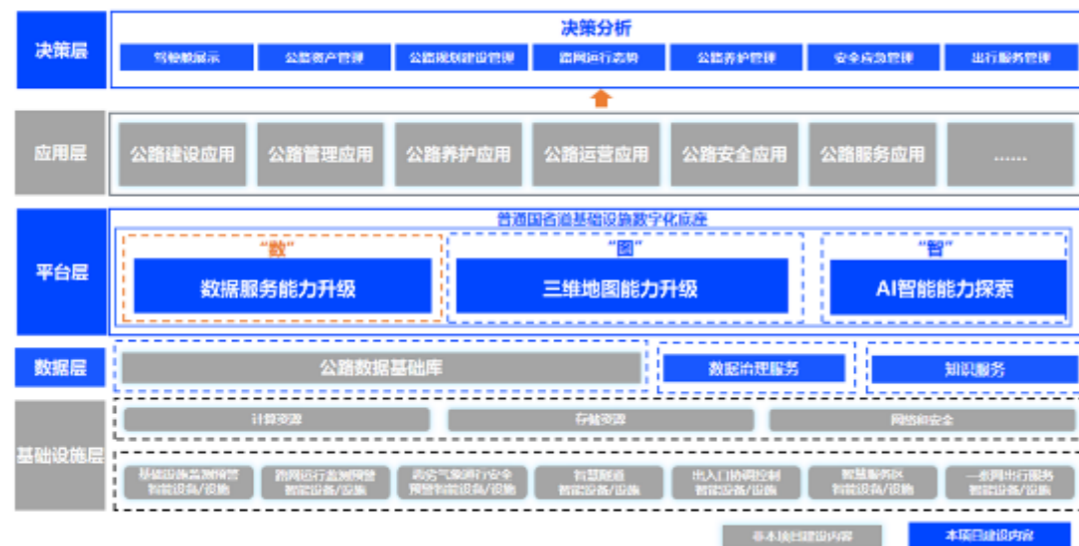


图 9-1 总体架构图

决策层：主要进行决策分析，包括驾驶体验展示、公路资产管理、公路规划建设管理、路网运行态势、公路养护管理、安全应急管理和出行服务管理等内容。

应用层：涵盖公路建设应用、公路管理应用、公路养护应用、公路运营应用、公路安全应用和公路服务应用等多个方面，为公路的具体运营提供应用支持。

平台层：分为数据服务能力升级、三维地图能力升级和 AI 智能能力探索三大部分。数据服务能力升级强调数据处理相关功能；三维地图能力升级聚焦于地图相关服务；AI 智能能力探索主要用于实现智能化操作。

数据层：包括公路数据基础库、数据治理服务和知识服务。公路数据基础库涉及计算资源，数据治理服务主要针对存储资源，知识服务侧重于网络和安全方面。

基础设施层：由一系列智能设备和设施构成，包括基础设备监测、路网运行监测、气象通行监测、智慧服务区等，为整个体系提供硬件基础。

9.2 业务功能

9.2.1 普通公路决策分析

9.2.1.1 公路驾驶舱

9.2.1.1.1 静态基础数据展示

静态基础数据展示是通过 GIS 地图与数据可视化看板联动，实现公路相关静态数据直观呈现的功能模块。其核心是基于地图视角切换（全省 / 地市 / 下属区划），结合数据看板统计，清晰展示各类基础信息的分布与量化指标。

该模块包含公路信息、桥隧信息、沿线设施信息三大类内容。其中公路信息涵盖路网分布地图及行政等级、技术等级统计看板；桥隧信息包括桥隧分布地图（按类型用不同颜色气泡标注）及桥梁、隧道分类统计看板；沿线设施信息则支持养护工区、服务区、停车区、收费站的地图点位筛选显示与对应统计数据展示。

9.2.1.1.2 动态运行数据监测

动态运行数据监测是依托数据可视化看板与 GIS 地图联动，对江苏省普通公路全生命周期动态数据进行实时监控、统计分析的功能模块，核心实现规划建设、养护、路网运行、安全应急及服务设施等维度运行状态的可视化呈现与地市级数据联动切换。

该模块包含规划建设管理、养护管理、路网运行管理、安全应急管理、服务设施管理五大类内容。其中规划建设管理监测在建道路资金使用与工程进展；养护管理涵盖健康监测、养护工程及技术评定统计；路网运行管理包含路网流量与事件统计；安全应急管理涉及应急队伍、储备中心及物资分类统计；服务设施管理则实现情报板、视频监控、交调站、充电桩的在线状态与分布展示。

9.2.1.1.3 典型应用场景

典型应用场景是围绕江苏省普通公路智慧化管理与服务，通过三维可视化、GIS 地图联动及数据交互技术，实现示范通道漫游、基础设施监测、路网运行预警、智慧隧道管理、出入口控制、智慧服务区运营及“一张网”出行服务等场景化功能的综合应用模块，核心满足多维度场景下的可视化查看、数据监测、预警处置与协同管理需求。

该场景包含示范通道场景漫游、基础设施监测预警、路网运行监测预警、智慧隧道、出入口协调控制、智慧服务区、“一张网”出行服务、应急协同处置八大类内容。其中示范通

道场景漫游实现全景漫游与自由交互；基础设施监测预警涵盖智慧巡查、路面及桥隧边坡监测；路网运行监测预警包含视频监控、交通事件感知等；智慧隧道涉及运行、结构、事件及积水监测；出入口协调控制实现无信号交叉口与匝道分合流预警；智慧服务区涵盖运行监测、停车引导等多维度管理；“一张网”出行服务包含情报板、智慧照明等信息发布与监测；应急协同处置则实现事件状态展示与信息快报生成。

9.2.1.1.4 AI 智能助手

AI 智能助手是为提升公路相关信息查询与功能使用便捷性，结合自然语言处理与数据匹配技术，提供语音交互、精准设施查询及个性化辅助设置的智能服务模块，核心解决用户不同信息需求场景下的高效查询与操作引导问题，降低使用门槛并优化交互体验。

该助手包含语音指令、设施查询、帮助与设置三大类功能。其中语音指令支持模糊查询（参数不完整场景）、精确指令（参数明确场景）及数据对比（多对象横向对比场景）；设施查询可获取道路设施详情（起止点、设计标准等）、配套设施信息（服务区、收费站等）及设施实时状态（通行、运营状态）；帮助与设置提供功能操作指引、用户反馈提交渠道，并支持结果展示方式、数字人语音音量等界面个性化设置。

9.2.1.1.5 决策支持子系统

决策支持子系统是为省公路中心提供数据化、智能化决策依据的核心模块，通过标准化报表生成、资源优化算法及廉政风险分析，覆盖监管汇报、资源配置、廉政防控等关键决策场景，核心解决传统决策中数据汇总低效、资源供需错配、风险防控模糊等问题，提升决策的科学性与精准性。

该子系统包含清风专题报表模块、资源优化配置模块、廉政风险决策分析模块三大功能模块。其中清风专题报表模块提供“标准化 + 自定义”双模式报表，覆盖建设、养护、廉政防控维度，支持多周期统计导出；资源优化配置模块基于“需求 - 库存匹配算法”，对人力、设备、材料、资金四大资源生成最优分配方案；廉政风险决策分析模块通过多维度聚合分析识别廉政风险高发点，生成分析报告与防控建议，支撑精准廉政治理。

9.2.1.1.6 一张图可视化中枢

采用分级监管策略，满足省、市、县及关联单位的不同需求，省级侧重全域风险与资源统筹，市级关注辖区监管与协同处置，县级聚焦现场执行与移动反馈。以江苏省电子地图为底图，整合多源地理数据实现交互与可视化渲染。核心图层架构涵盖建设项目、养护设施及

廉政风险等多维度信息，通过红黄绿三色标识状态，实现廉政与业务风险的综合监管与穿透式钻取分析。

9.2.1.2 公路资产管理

9.2.1.2.1 资产查询展示

资产查询展示是基于三维采集建模与语义化基础，通过图纸信息挂接、属性信息挂接及多维度查询功能，实现公路相关资产数字化呈现与高效检索的模块，核心解决资产信息分散、查询不便的问题，为资产管理提供直观、精准的数字化支撑。

该模块包含图纸信息挂接、属性信息挂接、资产信息查询三大类内容。其中图纸信息挂接针对数字化转型 3 条路，将路面、桥梁、隧道的图纸信息（含名称、桩号起点等）对应挂接到三维模型的路段、桥梁、隧道上；属性信息挂接覆盖路面、桥梁、隧道、交通标志标线、监控收费设施、养护工区、服务区等多类资产，实现属性挂接与误差数据校核；资产信息查询支持列表搜索、模糊搜索、精准搜索、图上搜索等方式，在三维地图上查询展示路面、桥梁、交通安全设施等各类公路资产。

9.2.1.2.2 资产全息数字画像

资产全息数字画像是依托三维模型，通过资产关键参数量化分析、全周期档案关联管理及状态可视化呈现，构建公路资产多维度、全生命周期数字化画像的模块，核心实现资产数据精准测算、档案系统化管理与状态直观感知，为资产运维与评估提供全息数据支撑。

该模块包含资产关键参数分析、资产全周期档案、资产状态可视化三大类内容。其中资产关键参数分析支持道路、桥梁等资产的长度测量、断面分析与面积测算，具备历史数据统计功能并可对接年报数据；资产全周期档案基于统一标准与桩号体系，分别关联管理施工期（施工图、验收资料等）与运营期（巡检、养护记录等）档案；资产状态可视化则在三维模型中以颜色标记资产健康状况，支持一键查看全周期数据。

9.2.1.2.3 资产统计分析

资产统计分析是基于多维度筛选与可视化技术，针对公路交通安全设施、服务设施、管理设施三类核心资产，实现数据精准查询、分布直观展示及空间联动的分析模块，核心解决资产统计维度单一、数据呈现不直观的问题，为资产统筹管理与决策提供数据支撑。

该模块按资产类型分为交通安全设施、服务设施、管理设施资产统计分析三大类，且三类统计分析功能框架一致，均包含多维度统计查询、数量分布展示、空间可视化与联动功能。

其中多维度统计查询支持按行政区域(省/市)、设施种类、路线及多维度组合进行模糊或精准查询,并实时统计资产总量与各类占比;数量分布展示通过饼图、柱状图等图表呈现数据规律,且支持图表与地图、列表联动筛选;空间可视化与联动在电子地图上以差异化图标/颜色展示资产分布,支持按行政层级切换视角,并根据地图缩放层级自动聚合或细化显示。

9.2.1.3 公路规划建设管理

9.2.1.3.1 新/改扩建项目分析

新/改扩建项目分析是依托 GIS 地图、三维可视化及数据统计技术,对公路新/改扩建项目从数量规模、投资进度、空间分布到风险防控进行全维度分析的模块,核心实现项目数据的可视化呈现、趋势对比与风险预警,为项目统筹管理与进度管控提供数据支撑。

该模块包含项目总数分析、项目三维可视化交互、建设风险预警三大类内容。其中项目总数分析支持按年度筛选展示全省/地市各类项目总数、占比及年度变化趋势,同时动态呈现投资完成额、对比情况与计划偏差;项目三维可视化交互可在三维地图中精准标注项目位置与范围,支持视角操作与核心信息弹窗展示,并按建设阶段用不同图例区分;建设风险预警通过智能解析管理文件、自动比对指标与规范,生成风险预警并标注等级,在三维地图中可视化风险位置,辅助风险管控。

9.2.1.3.2 路网规划图展示分析

路网规划图展示分析是借助 GIS 地图与三维可视化技术,实现公路路网规划状态可视化呈现、规划操作及辅助分析的模块,核心解决路网规划信息直观性不足、分析维度单一的问题,为路网规划决策与调整提供可视化支撑与数据依据。

该模块包含路网规划图展示、路网规划辅助分析两大类内容。其中路网规划图展示支持在 GIS 地图上用不同颜色标注道路状态,可按道路等级筛选、手动或批量修改道路状态,也能通过点选/手绘绘制新增规划道路并录入数据,系统自动获取起终点坐标;同时支持二维与三维视角切换,点击道路点位可跳转至对应路段三维视图,且提供一键返回全局视角功能。路网规划辅助分析则能按“道路状态+等级”“地市/区域”分类统计里程并导出报告,通过饼图、柱状图呈现里程占比与等级对比;还可自定义区域计算规划路网覆盖率,对比规划前后变化并生成覆盖率提升报告,标注覆盖率不足的重点区域。

9.2.1.3.3 建设项目管理子系统

建设项目管理子系统是覆盖公路建设项目全生命周期的综合性管理模块,通过整合计划

编制、程序管控、招投标管理、进度跟踪、质量安全监督及交竣工评价等功能,实现项目从储备到后评价的全流程规范化、数字化管理,核心解决传统项目管理中流程分散、数据割裂、管控低效的问题,保障项目建设合规高效推进。

该子系统包含九大功能模块,各模块环环相扣覆盖项目全周期:工程计划模块负责项目选择、计划编制与数据协同审核;建设程序模块通过项目库管理和 7 个建设环节记录实现程序全周期可追溯;招标投标模块实现招投标全流程电子化管理;合同管理模块聚焦设计变更全流程规范管控;进度管理模块动态跟踪进度与资金联动情况并识别风险;项目管理模块全方位管控施工过程中的信息、单位、人员及分包;质量与安全管理模块实现质量安全风险主动识别与动态监控;交竣工模块覆盖从完工到交付的全流程合规管理;项目后评价模块在项目交付后开展多维度评估,为后续项目提供参考。

9.2.1.3.4 廉政风险防控子系统

廉政风险防控子系统是围绕普通公路建设与养护全业务环节,通过规则配置、智能识别、分级预警、闭环处置及档案归档,构建的全流程廉政风险管控模块,核心解决传统廉政监督中人工效率低、风险遗漏多、处置无闭环的问题,实现廉政风险“标准统一、精准识别、分级响应、全程可溯”,保障公路业务合规开展。

该子系统包含五大功能模块,形成完整防控链条:风险规则配置模块由省级部门统一管理,梳理 8 类核心风险场景并支持按业务环节、风险等级、区域灵活制定规则;风险智能识别模块依托全业务数据,通过“实时监测+批量核查”双模式结合 AI 算法,自动生成高可信度风险事件并关联 GIS 位置;风险分级预警模块按风险等级与区域构建分级推送机制,通过多渠道精准推送预警并在监管一张图标注风险;风险闭环处置模块围绕四步流程构建属地处置、层级审核机制,支持线上留痕与标准化模板,确保风险及时处置;廉政档案归档模块自动归集项目全生命周期廉政记录生成标准化档案,作为后续考核审查依据,实现责任终身可查。

9.2.1.4 路网运行管理

9.2.1.4.1 交通流量监测

基于实时流量监测数据,分析计算各路线交通流量,监测大流量路段及其流量情况。按年、月、日、时进行统计分析,按车辆类型进行分类统计支持单一类型查看或多种类型对比。

9.2.1.4.2 交通指数分析

交通指数分析是依据《公路网运行监测技术规范》，通过量化计算与可视化展示，对公路网运行状态核心指标进行分析的模块，核心实现路网利用效率、拥堵程度、阻断事件频率及车型结构的精准评估，为路网运行调度与优化提供数据支撑。

该模块包含四大核心分析指标，各指标均遵循规范计算并依托可视化地图呈现：饱和度分析通过路段、通道、路网三个维度，计算交通量占最大通行量的比重，反映道路利用效率；路网拥挤度分析以严重及中度拥堵路段里程占比的加权值，表征路网整体拥堵程度；常发阻断事件路段数按日、周、月、年不同时间维度，统计高频出现阻断或严重拥堵的路段数量；车型比重分析结合观测数据计算不同车型流量占比，并依据速度、车道情况修正标准车型换算系数。

9.2.1.5 公路养护管理

9.2.1.5.1 桥梁结构监测

桥梁结构监测分析是依托三维可视化技术与多维度监测数据，对江苏省普通国省道特大/大桥结构状态进行直观呈现、数据查询及综合分析的模块，核心实现桥梁监测信息的可视化管理与风险预警，为桥梁结构安全管控提供精准数据支撑。

该模块包含桥梁三维可视化应用、监测指标分图层展示、关键指标综合分析三大类内容。其中桥梁三维可视化应用提供桥梁三维单体模型调取入口，可按行政区划、路线展示桥梁及监测点位分布，支持模型交互操作；同时在三维模型中标注主梁位移、交通荷载等传感器点位，支持查看传感器编号、实时数据及状态。监测指标分图层展示在 GIS 地图中实现桥面温度、桥梁交通荷载“一张图”呈现，按风险等级用不同颜色标识并爆闪报警，支持按地市筛选数据。关键指标综合分析则按“基本完好 - 严重异常”四个等级统计桥梁健康度并以饼状图展示，同时按行政区划统计结构报警、车载报警数量，用簇状柱状图对比区域差异，支持地市维度数据展示。

9.2.1.5.2 隧道结构监测

隧道结构监测分析是依托三维可视化技术与多维度监测数据，对区域内隧道结构状态、环境信息及安全风险进行直观呈现、数据查询与综合分析的模块，核心实现隧道监测信息的可视化管理与异常预警，为隧道结构安全管控与运维决策提供精准数据支撑。

该模块包含隧道三维可视化应用、监测指标分图层展示、关键指标综合分析三大类内容。其中隧道三维可视化应用提供隧道三维单体模型调取入口，可按行政区划、路线展示隧道及

监测点位分布，支持模型基础交互；同时在三维模型中标注变形、受力、环境等传感器点位，支持查看传感器编号、实时数据、运行状态及特征值分析图表。监测指标分图层展示在 GIS 地图中实现隧道环境信息（地表水位、振动等）与结构报警信息“一张图”呈现，对异常信息以爆闪报警提示，支持按地市筛选数据。关键指标综合分析按“基本完好 - 严重异常”四个等级统计隧道健康度并以饼状图展示，同时按行政区划统计结构报警、车载报警数量，用簇状柱状图对比区域差异，支持地市维度数据展示。

9.2.1.5.3 道路长期性能观测

道路长期性能观测是依托三维可视化技术与多维度传感器数据，对区域内道路观测路段的结构状态、环境参数及荷载信息进行直观呈现、数据查询与趋势分析的模块，核心实现道路长期性能监测信息的可视化管理与动态追踪，为道路养护决策、性能评估提供精准数据支撑。

该模块包含三维可视化交互、监测指标分图层展示、观测指标趋势分析三大类内容。其中三维可视化交互提供观测路段三维单体模型调取入口，可按行政区划、路线展示观测点位分布，支持模型基础交互；同时在三维模型中标注竖向应变计、温湿度传感器等点位，支持查看传感器编号、实时数据、断面布置图及面层数据分析。监测指标分图层展示在 GIS 地图中实现道路交通荷载、道路内部结构温度与湿度“一张图”呈现，支持按地市筛选展示数据。观测指标趋势分析则按观测周期生成多维度趋势图，涵盖道路环境信息（温度、湿度等）、路表信息（PQI、PCI 等指标）、道路荷载信息（交通量、货车占比等），动态追踪道路长期性能变化规律。

9.2.1.5.4 路面技术状况

路面技术状况是依托三维可视化与数据统计分析技术，对公路路面质量指标进行直观呈现、预警标记及性能评估的模块，核心实现路面技术状况的可视化管控与全周期趋势追踪，为路面养护优先级判定、养护成效评估提供精准数据支撑。

该模块包含技术状况三维应用、路面技术状况评估两大类内容。其中技术状况三维应用支持 MQI、PQI 等关键指标分层展示，基于三维数字地图用五级颜色标识路段指标等级，鼠标悬浮可查看详细参数；同时对次差等级路段自动闪烁预警并支持自定义标记，支持按地市维度展示。路面技术状况评估涵盖专项统计与趋势分析：专项统计结合历年数据，以图表呈现各区域路面优良中次差等级里程及占比，支持区域对比与省 - 市 - 县逐级下钻；性能趋

势分析则展示“十四五”期间 PQI、MQI 等指标年度变化，支持按路线 / 区域对比，评估路面性能衰变规律与养护成效。

9.2.1.5.5 智慧养护工区

智慧养护工区是依托三维可视化技术与实时数据交互，对养护工区空间布局、物资装备及关键指标进行可视化管理与动态监控的模块，核心实现养护工区“看得见、查得清、管得好”，为应急养护调度、物资保障提供高效数字化支撑。

该模块包含养护工区三维可视化交互、关键物资使用监控与库存预警、关键指标综合分析三大类内容。其中养护工区三维可视化交互在数字地图上精准标注工区点位，支持按行政区划、路线筛选展示，点击点位可调取工区三维单体模型并进行基础交互；同时点击模型可查看应急机械库、物资库等区域基础信息，支持一键调取仓库实时视频监控。关键物资使用监控与库存预警支持点击三维场景中的仓库区域，以列表查看物资实时库存、使用状态及出入库记录；当库存低于阈值时，三维场景突出显示预警点位并分级推送预警信息。关键指标综合分析按工区、行政区划堆叠展示冬季防冻、夏季防汛等物资库存变化，用虚线对比实际与安全库存，红色阴影标注预警时段，且支持“省级→市级→县级”逐级下钻查看数据。

9.2.1.5.6 养护辅助决策

养护辅助决策是依托三维场景交互、多维度数据关联及专项分析模型，为公路养护工程提供交通与气象数据支撑、工程效益评估及病害成因剖析的模块，核心解决养护决策中数据碎片化、评估不量化的问题，实现养护决策的科学性与精准性。

该模块包含交通流量关联查询分析、养护工程评估、病害数据联动分析三大类内容。其中交通流量关联查询分析可结合养护工程路段桩号，自动匹配交通流量与气象数据，点击三维模型即可查看实时 / 历史 / 预报数据，为养护决策提供基础支撑；养护工程评估通过建立比对与效益评估模型，一方面对比养护前后次差路率、里程等指标，结合三维 GIS 叠加展示路况变化，掌握次差路段消除情况，另一方面量化评估大中修工程对路况的提升效益，优化养护计划；病害数据联动分析则通过折线图与柱状图叠加，剖析病害分布与车道位置、大型车通行比例的关联，直观揭示重载交通对车道的损害影响，为精准养护提供依据。

9.2.1.5.7 养护项目监管子系统

养护项目监管子系统是覆盖公路养护全流程的规范化管理模块，通过整合养护计划制定、作业执行、设备管理、材料管控及质量评价功能，实现养护项目从需求发起至质量评估的全

周期数字化监管，核心解决传统养护中计划无序、作业不规范、资源调配低效等问题，保障养护工程质量与效率，延长道路设施使用寿命。

该子系统包含五大功能模块，形成养护管理闭环：养护计划模块覆盖“需求收集 - 任务制定 - 资源分配 - 计划调整”全流程，结合多渠道需求与资源状况制定并优化养护计划；养护作业模块聚焦“任务下达 - 现场记录 - 质量控制 - 进度跟踪”，确保作业规范达标；养护设备管理模块实现设备“档案建立 - 调配使用 - 保养维修 - 报废更新”全生命周期管理，保障设备高效可用；养护材料管理模块管控材料“信息管理 - 采购 - 库存 - 使用”全流程，避免短缺或浪费；养护质量评价模块从设施性能、作业质量、服务质量维度评估养护效果，为计划优化与单位考核提供依据。

9.2.1.6 公路安全应急

9.2.1.6.1 科技兴安路

科技兴安路是依托三维场景技术，对科技兴安示范路的空间分布、建设信息、实时数据及设备控制进行一体化管理的模块，核心实现示范路建设与运营的可视化呈现、精准查询及远程管控，为科技兴安项目的监管与效能评估提供数字化支撑。

该模块核心功能聚焦科技兴安三维场景应用，具体涵盖五大维度：空间分布展示基于三维地图呈现示范路及所建场景的空间标注与分布；建设信息挂接将示范路建设时间、建设单位、投资规模等信息关联至三维模型；多维度查询定位支持按地市、示范路名称筛选查询并精准定位；实时数据调取与远程设备控制功能，支持点击场景调取实时数据，并对具备条件的雾天行车诱导、匝道分合流等设备进行远程控制；数据统计分析则通过看板以多种图表，统计示范路数量、年度投资、场景类型数量及行人过街流量排名等核心指标。

9.2.1.6.2 安全指标综合应用

安全指标综合应用是依托三维数字地图与数据统计分析技术，对公路运营安全风险、事故路段预警及专项应急演练进行可视化管理与预警的模块，核心实现安全风险精准识别、事故点位动态预警及应急处置能力提升，为公路运营安全管控与应急决策提供全方位数据支撑。

该模块包含公路运营安全风险、事故路段预警、专项应急预案推演三大类内容。其中公路运营安全风险在三维地图中分层展示五类桥梁隧道、重型载重汽车通行独柱墩桥梁等典型风险点，挂接风险类型、等级等信息，用红 / 橙色标注预警并支持多维度查询，通过看板统计风险数量、变化趋势等；事故路段预警在三维地图中分层展示一 / 二 / 三类事故多发

点段，挂接事故类型、等级等信息，用红 / 橙 / 黄色标注预警并支持多维度查询，通过看板统计事故数量、伤 / 亡人数等；专项应急预案推演通过三维模拟突发事件处置全流程，配置应急响应、处置及总结评估操作，辅助应急人员培训演练，提升应急处置能力。

9.2.1.7 出行服务管理

9.2.1.7.1 服务设施统计分析

服务设施统计分析是依托三维可视化与多维度数据整合技术，对公路服务区、停车区、收费站等服务设施的空间分布、实时状态、运营数据进行一体化管理与深度分析的模块，核心实现服务设施“可视化监管、精准化查询、数据化评估”，为设施运营优化与出行服务提升提供数据支撑。

该模块包含三维可视化交互、分图层展示、统计分析三大类内容。其中三维可视化交互在地图上展示服务设施空间分布，点击点位可通过三维技术查看设施占用情况、实时状态（如库存、排队、空位）及数据看板，集成的实时数据为出行决策提供支持；分图层展示支持按司机之家、充电桩、重卡换电等设施类型灵活加载图层，提供关键字搜索、多条件组合筛选及属性查询功能，可查看设施详细信息并导出报表，助力精细化管理。统计分析涵盖基础数据查询、资源状态监控、多维数据融合与趋势分析、服务能力分析：基础数据查询展示设施静态信息，资源状态监控实时更新资源状态；多维分析支持省市两级数量统计、日 / 周 / 月 / 年度使用量趋势追踪及同比 / 环比分析；服务能力分析通过“高峰时段需求与最大服务能力比值”，直观评估设施服务覆盖能力。

9.2.1.7.2 交叉口统计分析

交叉口统计分析是依托三维地图与数据量化技术，对普通国省道交叉口的空间分布、属性信息、间距合理性及数量构成进行系统化管理与分析的模块，核心实现交叉口“空间可视化、信息可追溯、间距可预警、统计可分级”，为交叉口安全管控、效率优化及规划布局提供精准数据支撑。

该模块包含空间信息标注、属性信息挂接、交叉口间距分析、多维度统计查询四大类内容。其中空间信息标注按省市两级在三维地图上标注信控 / 非信控交叉口点位；属性信息挂接涵盖交叉口基础信息（ID、名称、桩号等）、类型信息（控制类型、交叉口形式等）、设施信息（预警设施、照明设施等）及管理信息（所属地市、管养单位等），实现信息全维度关联。交叉口间距分析支持按路线自动提取交叉口桩号并计算相邻间距，可设置阈值对异常

间距段进行预警，通过折线图 / 柱状图直观展示间距分布，高亮标记安全隐患或效率问题路段。多维度统计查询支持按路线、地市筛选统计交叉口总数量，同时按省市分级统计信控 / 非信控交叉口的数量及占比，满足不同层级管理需求。

9.2.2 数据治理

数据治理需实现全维度数据质检及各大业务主题库建设，并完成与江苏省交通厅数据超市的共享服务，为数字化底座提供高质量、可共享的数据支撑。

9.2.2.1 数据质检服务

9.2.2.1.1 质检规则管理服务

质检规则管理服务的规则定义服务需依托底座系统工具，提供不同数据类型规则定制、参数配置、6 类质检维度分类、按数据类型及省市县三级分级分类关联规则，以及规则修改、启用 / 禁用、版本更新、模拟测试和冲突检测服务，满足数据治理需求。

9.2.2.1.2 基础数据质检服务

基础数据质检服务需依托底座系统工具，提供与省公路基础数据库实时对接及数据解析抽取服务；支持业务数据的流程一致性、跨表一致性校验及更新延迟定期人工校验；可配置质检监控维度与阈值，按周 / 月运行质检任务并输出日志，满足数据质量管控需求。

9.2.2.1.3 业务数据质检服务

业务数据质检服务需依托底座系统工具，提供与各业务系统实时对接及业务数据解析抽取服务；支持业务数据的流程一致性、跨表一致性校验及更新延迟定期人工校验；可配置业务数据质检监控维度与阈值，按周 / 月运行重点业务数据库表质检任务并输出日志，满足业务数据质量管控需求。

9.2.2.1.4 质检报告管理服务

质检报告管理服务需依托底座系统工具，提供按日 / 周 / 月定期生成及自定义模板生成质检报告（含人工校核）服务，支持报告详情审核与改进建议输出，提供报告台账管理、PDF/Excel 格式导出及打印服务，满足质检报告全流程管理需求。

9.2.2.1.5 问题整改闭环服务

问题整改闭环服务需提供数据问题派单分派（明确责任、时限与考核口径）及整改进度全程跟踪反馈服务；依托底座系统工具开展已整改问题抽样复核（人工核验）与整改证据留痕销项归档服务；基于底座系统工具提供月度质量运行通报及报表输出，同步分析高频问题

并输出规则与流程优化建议，实现问题整改全闭环管理。

9.2.2.2 主题库建库服务

9.2.2.2.1 工程建设管理主题库建库

通过对接省厅相关系统获取建设管理相关数据，集中管理项目进度、项目投资、项目验收、项目合同等数据，建立公路建设管理数据库，支撑公路建设期全过程数字化监管与智能分析功能。

实现公路建设项目“从立项到竣工”全流程数据的集中化管理，支撑项目进度跟踪、投资监控、质量追溯及合规性监管，为建设过程中的决策优化和风险预警提供数据支撑。

9.2.2.2.2 路网运行管理主题库建库

通过对接江苏省智慧路网云控平台等业务系统，集成路网事件、交调、气象监测、桥梁结构监测等数据，建立路网运行态势数据库，支撑交通流量预测、异常事件预警等路网管控功能。

实时汇聚路网运行全要素数据，构建“感知 - 分析 - 预警”一体化数据支撑体系，实现路网运行状态的动态监测、交通事件的快速响应及未来态势的精准预测。

9.2.2.2.3 公路养护管理主题库建库

关联公路、桥梁、隧道技术状况、养护计划、工程实施等数据，建立公路养护管理数据库，依托数字化底座实现养护决策可视化，并与省级养护系统保持数据同步。

构建覆盖公路养护“技术状况监测 - 计划编制 - 工程实施 - 效果评估”全流程的标准化数据库，实现养护数据的集中化存储与动态管理。

9.2.2.2.4 安全应急管理主题库建库

整合养护工区安全监测、应急救援处置记录、科技兴安应用成果等数据，建立公路安全应急数据库，构建跨部门联动的应急响应与风险防控体系。

整合公路安全应急全链条数据，构建覆盖“风险隐患排查 - 应急资源储备 - 事件处置 - 事后评估”的闭环数据体系，实现应急资源的精准调度、风险隐患的提前预警，强化跨部门应急响应的高效联动，为公路安全应急管理提供数据驱动的决策支持。

9.2.2.2.5 出行服务管理主题库建库

融合服务区、充电桩、情报板等数据，建立公路出行数据库，向社会公众提供个性化出行服务。

融合公路出行全场景核心数据，构建覆盖“出行前 - 出行中 - 出行后”的一体化数据支撑体系，实现服务区、充电设施、路况信息等数据的标准化整合与动态更新。为社会公众提供精准化、个性化的出行服务，提升公众出行体验与满意度。

9.2.2.3 数据共享服务

数据共享服务的接口管理服务需依托底座系统工具，提供查询、同步两类接口及配套管理服务。

9.2.3 底座支撑软件

9.2.3.1 三维地图服务升级

9.2.3.1.1 WebGIS 引擎升级

WebGIS 引擎升级内容包括 GIS 应用服务器软件 2 套、GIS 运维管理软件 1 套。其中 GIS 应用服务器软件需支持地图数据、矢量数据、影像数据等服务。GIS 运维管理软件需具备多类型资源监控及基础设施管理能力。

9.2.3.1.2 高渲染引擎升级

高渲染引擎升级内容包括空间数据治理工具 5 套、空间数据渲染平台 5 套、数字孪生云渲染平台 3 套。高渲染引擎升级旨在整合多维度数据资源、应用先进技术手段，实现对公路基础设施的高精度数字化映射与智能化仿真。

9.2.3.1.3 数据脱密模块

数字化底座已接入大量的公路三维模型数据，由于三维模型数据精度较高，已进行数据的脱密处理，本期数字化转型升级项目需要接入大量的业务数据，为了保证数据标准一致，数学基准统一，因此需开发数据脱密模块，集成到数字化底座，实现对业务数据的脱密处理，提高数据脱密效率。

该模块包含四大功能：数据接入功能具备多源数据适配、主流空间数据格式接入能力；脱密规则管理功能应基于省地理信息中心提供的规则和算法，实现数据脱密规则的管理；脱密处理功能针对影像、矢量、三维模型等不同类型数据开展针对性脱密操作；数据导出功能支持将脱密后的数据导出为数字化底座兼容的数据格式。

9.2.3.1.4 三维标绘模块

本模块基于 WebGIS 技术开发，需实现点标绘、线标绘、面标绘、体标绘、符号库、三

维属性标绘等功能，辅助公路规划、建设、管理、养护等日常业务开展

该模块包含六大功能：点标绘功能利用高精度地理信息数据，通过点要素精准定位公路基础设施关键节点设备；线标绘功能通过线要素构建道路网络及线性设施，支持道路中心线、车道级轨迹精细化表达，辅助横断面分析、视距验证等专项评估；面标绘功能利用面要素定义公路管理区域性设施及管理范围，涵盖规则面与不规则面类型；体标绘功能通过三维体要素构建公路复杂结构数字化孪生模型；符号库功能构建点、线、面、体标准化符号体系及自定义符号，严格遵循相关行业标准规范。三维属性标绘可直接在三维模型上对公路基础设施的属性信息进行修改或补充完善，保证三维模型数据的准确性。

9.2.3.1.5 三维低代码开发模块

本模块为应用场景开发单位提供“低代码”快速开发环境，通过可视化配置、组件拖拽等方式快速构建公路全业务链条定制化应用。

该模块包含四大功能：可视化应用搭建功能支持在线自定义可视化应用系统界面，通过拖拉拽布局、数据配置、交互设计等方式实现应用搭建，涵盖拖拽式界面设计、数据绑定与配置、元素交互与联动、可视化应用发布等；三维空间场景组织功能支持调用数字化底座二维三维数据服务，在线配置三维空间场景，包含场景创建与管理、多源数据导入与管理、三维模型配置、地形与影像处理、矢量数据配置、环境光效与渲染配置等；组件市场功能提供丰富组件库，支持用户自由选择应用，包含基础图表组件、交互组件、场景组件、文本组件等；模板市场功能提供前端界面模板市场，支持模板选择与自定义发布，包含标准模板、自定义模板、模板管理等。

9.2.3.2 业务数据服务升级

本模块需拓展数字化底座对结构化业务专题数据的管理和交换能力，支持业务数据的集成、开发、标准、质检、血缘分析和服务能力，并实现数据共享给各业务应用系统使用。

9.2.3.2.1 业务数据集成功能

业务数据集成功能是支撑公路业务数据高效集成与管理的核心模块，通过全流程的任务配置、调度、运维及监控等能力，实现对多源业务数据的规范化集成处理，为数字化底座的业务应用提供稳定、准确的数据支撑。

该功能包含八大核心能力：控制台作为首页入口，集中展示任务配置数量、运行状态分布等核心指标统计信息，支持“概览 - 详情”高效联动；字段类型映射配置作用于自动建

表场景，智能推荐目标端数据类型并允许用户修改，保障数据结构稳定性；任务配置覆盖全流程配置，含任务目录管理、多种同步任务创建、任务全生命周期管控、批量操作及任务导出等；调度周期提供立即执行、定时单次调度、周期调度三种灵活模式，满足不同执行需求；任务运维聚焦运行管控与结果管理，包括任务实例监控、检索、重跑及实例导出；运行统计从多维度呈现运行数据，含运行监控仪表盘与按数据源统计的集成清册；监控预警构建完善异常预警机制，支持预警规则配置与监控中心集中展示预警信息；数据异常检测在任务完成后自动对比应采集与实际采集数据量，收集并展示差异信息以快速定位问题。

9.2.3.2.2 业务数据开发功能

业务数据开发功能为公路业务数据的开发与运维提供全流程支撑，通过可视化智能化的开发环境及精细化的运维监控能力，降低数据开发门槛，保障开发任务稳定高效运行，助力实现业务数据的深度挖掘与利用。

该功能包含三大核心模块：开发中心提供可视化大数据开发环境，核心功能有支持多级子目录创建的开发任务目录、兼容 SQL 任务与跨多数据源混合查询的数据开发、覆盖任务全生命周期管理的开发任务管理，以及脚本管理、资源文件上传调用的资源管理、系统内置与自定义函数并存的函数管理；运维中心聚焦已发布任务运行管控，含展示多核心指标的运维总览、支持任务冻结解冻等操作的开发任务管理、可查看实例详情便于排查问题的任务运维管理；监控预警保障任务稳定运行，包括按场景配置预警规则的预警规则管理，以及实时监控并支持多条件查询预警记录的预警信息功能。

9.2.3.2.3 业务数据标准功能

业务数据标准功能是构建公路业务数据标准化体系的核心模块，通过多维度的标准统计、完善的基础标准管理、规范的清洗规则设置及全流程的任务管控，保障数据符合国家、地方、行业及内部标准要求，提升业务数据质量与规范性。

该功能包含六大核心能力：标准统计通过柱状图、折线图等可视化图表，从多维度多粒度分析统计不同类型数据标准，直观展示数量、状态、覆盖范围等指标；基础标准构建管理基础体系，支持新增数据标准（含冗余检测与审批发布）、多条件筛选查看数据详情、单个或批量发布数据标准、基于模板生成新标及标准批量导入导出；数据标准清洗规则保障数据达标，包括平台内置与自定义清洗规则管理、jar 格式资源包上传管理及自定义函数注册（支持查阅、修改等操作）；任务配置支持数据标准相关任务配置与管理，含任务配置模式及涵

盖目录管理、批量操作的标准任务管理；任务运维确保标准任务稳定执行，支持实例查询、详情查看、重跑及终止；任务预警及时发现任务异常，支持新增、编辑预警规则及规则的关闭与启用。

9.2.3.2.4 业务数据质检功能

业务数据质检功能是构建全面数据质量管控体系，实现业务数据标准化质检的模块，覆盖作业配置、规则管理、运行监控、结果分析及报告输出全流程，确保数据质量符合业务应用要求。

该功能包含五大核心内容：一是业务数据质检总览，汇总作业配置与运行结果，多维度统计分析核心指标；二是质检规则，涵盖规则模板、规则函数、预警规则的全生命周期管理；三是质检作业，支持作业管理、新建（含两种类型及草稿提示）、两种质检模式及详情查看；四是质检检核，包括作业实例监控与单次运行实例详情分析；五是质检报告，涉及模板管理、配置生成、多维度分析、预览及下载。

9.2.3.2.5 业务数据血缘分析功能

业务数据血缘分析功能是针对公路行业数据特性，构建全生命周期、多维度的血缘分析体系，实现血缘信息自动采集、精准建模、直观展示及高效管理，为数据追溯、问题排查与业务分析提供可靠支撑的模块。

该功能包含六大核心内容：一是血缘自动采集，监控数据全生命周期并实时抓取节点关联关系；二是血缘关系建模，结合行业特性从多维度构建模型，记录元数据及关联业务属性；三是血缘图谱展示，以可视化形式呈现关系并支持正反向追溯；四是字段级血缘追踪，实现字段层面精细化管理与快速定位；五是血缘数据检索与筛选，提供多维度精准检索、组合筛选及关联清单生成；六是血缘报告生成与导出，支持标准化报告生成、多格式导出及自定义模板。

9.2.3.2.6 业务数据服务功能

业务数据服务功能是构建统一业务数据服务体系的模块，通过服务集市、调用中心、运营中心三大核心模块，实现数据服务的规范化发布、便捷化调用与安全化运营，为上层业务应用系统提供高效、敏捷、稳定的数据支撑。

该功能包含三大核心模块及对应内容：一是服务集市，作为统一窗口支持服务列表展示（多维度筛选排序）、服务详情查看、服务调用申请（分需申请与免申请类型）、新建服务（向

导式三步操作及四种发布类型）及服务在线测试；二是调用中心，面向调用者提供应用管理（应用注册与服务关联管控）、服务计量（调用统计与明细查询）及服务收藏（服务管理与便捷申请）功能；三是运营中心，面向管理者提供运营审批（服务申请规范化处理）与安全管理（IP 黑白名单维护）功能。

9.2.3.3 AI 智能服务

通过集成各类工具和知识库，使用户能够轻松释放大模型的闭环能力——感知环境、做出决策、执行行动、持续学习等，包含智能体管理、知识库管理、数据库管理、 workflow 管理、应用管理、插件管理等模块。

AI 智能服务需具备低代码能力，可通过拖拉拽编排 workflow 或开发人工智能应用，支持智能体的运营管理、开发、发布与下线等全生命周期管理功能，能在对话流程中基于预设标准化问答对执行问答干预并提供全局开关控制、问答对管理、匹配阈值配置及干预链路可视化功能，可将自定义工具挂载至 Agent 应用供大模型依角色指令自主调用，能为应用挂载外部知识库并基于检索增强生成（RAG）框架补充外部知识与记忆，支持语义检索、全文检索及检索后重排序，允许通过对话方式调试 AI 原生应用并将其发布给第三方业务系统调用，可管理全部创建的 AI 原生应用（支持新建、编辑、删除、立即使用、查看发布详情），支持自定义包含大模型、知识库、API、分支器等节点的工作流，同时支持对知识库进行搜索、新建与查看。

9.2.3.3.1 智能体管理

1) 智能体开发。包含智能体配置、智能体预览与调试等功能，智能体配置支持基础信息录入、提示词编排、模型参数调整、workflow 配置与知识库挂载等；智能体预览与调试支持依序输出 ReAct 框架下智能体的模型思考、知识库和 workflow 调用详情、最终输出和回答来源。

2) 智能体发布管理。支持 Open API 调用与应用广场发布两种分发模式，其中广场发布支持“公开发布”和“组织发布”两种模式。

3) 智能体调优干预。支持写入或批量导入问答对、问答对检索与批量管理、问题匹配执行调优干预、执行全链路可视化等能力。

9.2.3.3.2 知识库管理

1) 文档解析。支持图片文字识别、智能表格识别等多种解析方式结合，充分提取文档

内各式信息。

2) 文档切片。支持自动切分、按常见标识符切分、自定义正则切分、按页切分等切片方式

3) 文档级管理。支持展示每个文件的名称、大小、切片总数与当前状态(排队中/解析中/可用/失败), 并支持按文件名称检索, 助力团队快速定位与监控; 在知识库索引策略配置窗口实时回显解析与分段策略并支持实时修改, 策略变更后, 库内文档自动排队进入索引建立流程并离线执行, 确保新配置不依赖人工操作自动生效。

4) 切片级管理。支持每条切片可一键预览对应原文位置, 按片段内容关键词检索, 保障运维人员可随时对照源文本校验与修正。

5) 命中测试。命中测试模块支持通过自定义查询语句, 预先验证知识库在真实问答场景下的召回效果, 快速排查知识覆盖盲点与策略瓶颈, 为持续优化 RAG 策略提供支撑。

9.2.3.3.3 workflow

支持开始节点、结束节点、大模型节点、知识库节点、API 节点、代码节点等六类常用的 workflow 节点。

9.2.3.3.4 应用管理

1) 应用列表。支持双重分类导航, 即顶部一级导航筛选不同来源的应用, 二级场景标签快速定位, 帮助用户在大规模应用中精准定位最符合业务需求的解决方案; 支持卡片化展示、呈现名称、分类、发布类型与简要描述; 支持分享链接与收藏操作。

2) 应用详情与即时体验。支持关键信息与配置透视, 集中展示应用的功能亮点、推荐场景与配置要点; 支持即时体验, 在线交互环境支持用户即刻进行问答体验, 实时验证应用效果, 切实感受 AI 应用能力边界。

9.2.3.3.5 插件广场

1) 文档解析。内置多模态解析引擎, 能够 PDF、JPG、JPEG、PNG、BMP、TIF、OFD、DOC、DOCX、TXT、XLS、XLSX、WPS、PPT、PPTX 等主流文档格式进行深度解析, 自动识别正文、表格、图像、批注与元数据, 并输出标准化结果。

2) 写作模板。预置覆盖金融行业的标准化模板, 并通过大模型与企业知识库联动, 实现章节大纲自动生成、动态占位符智能填充、要点摘要与图表占位一键完成。

3) 内容采集组件。可对任意 HTTP/HTTPS 链接执行“一键抓取 智能清洗 结构化输出”

流程, 返回网页标题与正文主内容等关键信息。

4) 图表组件。可在识别数据结构(表格、JSON、SQL 查询结果等)后, 自动生成折线图、柱状图、饼图等常用图表。

5) OCR 组件。对扫描文档、票据、表单、拍照图片等多源图片进行高精度字符提取, 并按照原始段落-表格-标题层级智能还原阅读顺序。

6) 公式识别。支持数学、物理、化学与生物学科中常见与复杂公式的印刷体与手写体双模识别。

7) 代码解释器。支持毫秒级运行用户自定义代码脚本, 完成数据清洗与聚合、统计分析、机器学习原型验证、可视化图表绘制及高精度数学运算等任务。

8) 语音识别。音频文件进行全量文字识别。插件采用端到端自适应声学模型与语义后处理算法, 支持多语言与常用方言。

9.2.3.3.6 权限管理

1) 组织管理。支持多级组织树、空间隔离、权限隔离、精细化管理与操作等能力。

2) 用户管理。支持为每位用户分配角色, 通过角色与权限的关联关系快速下放或回收权限; 支持维护用户名、登录密码、联系方式、岗位描述等基础信息, 支持配置用户账户启用/停用状态, 提升新员工入驻信息录入、现有员工信息维护以及离职员工信息与权限处理的效率。

9.2.3.3.7 公路资产智能助手

公路资产智能助手需具备元数据管理与业务虚拟表治理能力, 支持从业务数据库、数据仓库、API 接口等多数据源通过实时监听或定时拉取同步表结构、血缘关系等元数据, 能基于人工标注、大模型辅助等方式完成元数据语义化治理, 可通过逻辑关联将多物理表相关字段编织为业务虚拟表并开展语义增强与语义校验规则建立, 同时按业务领域/分析场景对元数据、虚拟表等资产分类聚合; 还需具备智能分析与交互支撑能力, 能以结构化方式注入业务规则知识, 支持自然语言转 SQL 与高频场景 SQL 模版预定义, 可基于向量匹配及 topK 设定推荐目标数据表, 能利用大模型总结 SQL 结果、报表数据, 自动将数据转化为折线图、柱状图、饼状图等可视化图表, 并记录用户交互对话历史与分析所用数据的引用来源。

9.2.3.3.8 公路建设项目智能录入与风险预警

公路建设项目智能录入与风险预警系统需支持扫描件、照片、PDF 等多格式项目材料上

传，通过高精度 OCR 技术自动识别材料中的项目名称、建设单位、工程量等文本、数字及表格信息；并基于自然语言处理（NLP）算法从识别内容中提取关键指标，按建设管理系统数据字段要求分类匹配形成标准化数据条目，将其自动填充至对应字段，同时生成录入结果预览界面，支持管理人员人工审核、编辑修改，对识别模糊或存疑信息进行标记提醒以保障数据准确性；还需基于工程化规则引擎搭建预警模型，实现对建设管理系统中关键数据的实时比对预警。

9.2.3.4 信创适配改造

在数字时代，数据是核心生产要素，信创适配是保障国家数据主权、解决关键领域技术“卡脖子”问题、防范网络攻击与数据泄露风险、维护国家政治经济军事安全的关键。本次需对江苏省普通国省道基础设施数字化底座开展信创适配改造，满足信创要求，保障数据安全。

9.2.3.4.1 数据管理中心模块信创适配

需依据信创适配要求，对江苏省普通国省道数字化底座的数据管理中心模块实施国产数据库适配改造，完成与人大金仓或瀚高等主流国产数据库之一的兼容适配；同时针对存量关系型数据，结合目标数据库的特性与技术架构，开展数据建库、数据迁移及兼容性调校工作，确保数字化底座在信创架构下实现稳定运行、高效交互与安全可控。

9.2.3.4.2 数据展示中心模块信创适配

需依据信创适配要求，对江苏省普通国省道数字化底座的数据展示中心模块进行国产数据库适配改造；并根据目标数据库的特性，为该模块前端数据展示、数据查询等核心功能提供相应的接口改造适配服务，保障功能正常运行与信创架构适配需求。

9.2.3.4.3 综合导览中心模块信创适配

需依据信创适配要求，对江苏省普通国省道数字化底座的综合导览中心模块开展国产数据库适配改造；且需根据目标数据库的特性，为模块内数据服务等功能提供对应的接口改造适配服务，确保模块在信创环境下稳定发挥数据服务作用。

9.2.3.4.4 运维管理中心模块信创适配

需依据信创适配要求，对江苏省普通国省道数字化底座的运维管理中心模块进行国产数据库适配改造；同时根据目标数据库的特性，为平台运维等功能提供相应的接口改造适配服务，保障运维管理功能在信创架构下正常高效运行。

第 10 章 路侧系统施工要求

10.1 结构监测传感器实施要求

1、传感器

传感器供电应根据设备参数选择相应电源，供电线路施工应满足《供配电系统设计 规范》GB50052-2016 的要求。

传感器防雷接地应符合《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343-2012 的要求。

传感器安装位置、方位、角度、高度符合设计要求；对于有测量方向要求的传感器，方向角偏差应小于 1°；对于有平整度要求的传感器，倾斜角应小于 1°。

传感器和保护装置表面应光泽一致、无划伤、无刻痕、无剥落、无锈蚀。

传感器安装立柱、支架及螺栓应符合设计要求，防腐措施得当，裸露金属部分无锈蚀。

埋入式安装的传感器安装时，信号线缆应与内部构件进行固定，禁止悬吊，线缆出口位置应使用套管加以保护。

通过钻孔埋入的传感器，空洞直径应大于传感器垂直于钻孔方向最大尺寸的 1.5 倍，且小于 5 倍；孔洞内杂物和灰尘应清理干净，埋入传感器后应采用混凝土砂浆或环氧树脂填充，养护时间不应小于 7 天。

表面贴附安装的传感器与被测构件需要紧密贴合，必要时结合处可填充结构胶并安装辅助装置固定，固定时间不宜少于 1 天，胶结材料固化后应及时拆除辅助装置。

通过附属设施安装的传感器，附属设施刚度应满足设计要求。

每个通道内各传感器中心波长应尽量分散，避免解调时相互干扰。

传感器安装后应在 24 小时内完成初始数据的记录。

传感器系统施工全过程应保留完整的影像或图片资料。

2、电线敷设：

(1) 为避免电源感应对仪器测量、系统通讯带来影响，本系统所用的电源电缆不能同传感器电缆、通讯电缆敷设在同一保护管内。

(2) 敷设时绝对防止火花溅落在电缆上，因此要沿敷设线有专人监视。电缆敷设前要核对长度和清单，防止电缆长度不足。电缆盘要编号，顺次写下所敷电线号。敷设前要做电缆绝缘记录，敷设好一根就要整理一根。敷设后电线头要临时用塑料薄膜封头以防湿气浸入。

(3) 电缆应穿管保护，保护管规格为 PVC 管，特殊困难线段以不锈钢软管连接。顺桥

部分沿线缆槽道路由敷设。

(4) 所有的保护管均应联入主桥的防雷接地体系。

(5) 对施工工人要作一次详细交底，分清负责范围。

3、设备调试：

(1) 设备电源线和配线的导线要求清洁、无软化及绝缘破裂等现象。

(2) 接线处要求牢固，各处标记需醒目正确、不易褪色并与设计图一致。

(3) PVC 管要完善无损。

(4) 各电气部件要完好无损，内外清洁无灰尘、无腐蚀。

(5) 各部件连接调试应正常。

10.2 杆件安装要求

(1) 立杆

杆件由立杆、连接法兰、造型支臂、安装法兰及预埋钢结构构成。杆件及其主要构件为耐用结构，由能承受一定的机械应力，电动应力及热应力的材料构成，此材料和电器元件需采用防潮，无自爆，耐火或阻燃产品。杆件材质为Q235材质，立柱高度参考深化设计图纸，整体采用热镀锌后喷塑处理。设备设置位置、支撑方式、结构设计及材料应符合《公路交通标志和标线设置规范》(JTG D82—2009) 总体要求部分。

立杆安装应保证坚固耐用、防盗等安全性。路侧新立杆件距离硬路肩外侧不小于 0.5m，若路侧现状存在波形梁护栏则需安装于波形梁护栏外侧且距离波形梁护栏不小于 0.5m，杆件上安装设备任何部分不得侵入道路建筑限界内。

悬臂式杆件安装设备下边缘与路面的垂直高度应考虑满足建筑限界的要求，并考虑横杆下垂变形、路面维修加厚等因素，下边缘与地面的垂直高度不得低于550cm。悬臂上LED屏幕安装宜根据设置地点道路的平、竖曲线线形调整板面的水平或俯仰角度，保证面向来车方向，减少对驾驶员的眩光。道路上方LED诱导屏应与道路中心线垂直，并与道路垂直线成8°~10°俯角，速度较低时取俯角较低值，速度较高时取俯角较高值。

标志立柱应保持垂直，其倾斜度不得大于立柱高度的0.5%，且不得向车行道一侧倾斜。

立柱、杆件等的钻孔、冲孔和车间焊接，应在钢材表面进行表面防腐处理之前完成。

(2) 基础

杆件基坑使用C30商品混凝土进行浇灌，浇灌后注意保养，最终基础不得有沉降。基础的混凝土浇注面平整度小于5mm/m尽量保持立杆预埋件水平。预埋件法兰盘低出周围地面20~30mm，再用C30细石砼把加强肋盖住，以防止积水，混凝土强度不低于25MPA。

基础施工前应探明施工影响范围内管线情况，再进行基槽开挖。由于地下管线较复杂，基槽开挖建议使用人工开挖并对已有管线采取保护措施，避免大型机械开挖时破坏管线。地下管线与基础有冲突的时候，应采取偏移基础位置避让管线，基础偏移时要注意基础顶部外轮廓线不得超出中分带或绿化带边线。如上述避让解决不了冲突问题，请及时通知设计院，另行处理。

10.3 机箱安装要求

在有需要的路侧系统中设置机箱，设备箱、光交箱均采用冷轧钢板制作，整体热浸镀锌喷塑，壁厚不低于1.2mm，根据箱内设备及后期可预见增加设备空间，箱体上注明“江苏公路”及“维护单位名称、联系电话”等字体。

设备箱内部应提供电源配电模块、防雷模块、自动重合闸、绕线盘、接地铜排、散热风扇，预留网络传输设备（前端传输设备）放置空间。

- 采用螺栓法兰对接方式与杆件固定，机箱底部距离路面的垂直高度不低于2.5m，大小适中；机箱防护等级不低于IP55；内部电线排列整齐，分区合理，杆件与机箱连接布线隐藏走线；机箱颜色为交通白色（国际色彩号RAL9016）；

- 安装位置同时要考虑市政对市容的要求，不能阻挡行人或磕碰行人；
- 在管线引入和引出部位要作防潮、防雨处理；
- 箱体要安装智能锁，保护内置元器件免遭偷盗和破坏；
- 设备机箱内应设置专用接地铜排；
- 独立置于基础上的机箱应在基础达到设计强度并经验收合格后方可安装；
- 机箱安装应稳固，垂直度允许偏差为2‰。

10.4 外场设备钢结构防腐处理

主杆件经除锈处理之后采用热浸镀锌防腐处理，镀锌量应不小于350g/m²。涂塑材料采用聚酯涂料，厚度>0.076mm，颜色为乳白色，施工时应严格按照规范要求进行。为保证标志结构喷塑后的总体质量，涂塑层应满足以下要求。下文提及的试验方法应符合《公路交通

工程钢结构防腐技术条件》（GB/T18226-2015）有关试验规定。

（1）涂塑层厚度

钢管、钢板及其它需要喷塑构件的涂塑层厚度应>0.076mm。

（2）涂塑层的均匀性

涂塑层应均匀光滑、连续、无肉眼可分辨的小孔、空间、孔隙、裂缝、脱皮及其它有害缺陷。

（3）涂塑层的附着性

涂塑层应附着良好，对于聚酯涂层，经划格试验后，刻痕光滑，涂塑层无剥离脱落。

（4）涂塑层抗弯曲性能

涂塑层经弯曲试验后，试样应无肉眼可见的裂缝或涂塑层脱落。

（5）涂塑层耐磨性

涂塑层经耐磨性试验后，每1000转测得的重量损失应不超过100mg。

（6）涂塑层耐冲击性能

在24±2℃时，用1kg钢球从高度1m处冲击试样，涂塑层应无碎裂、开裂或脱落现象。

（7）涂塑层耐盐雾腐蚀性能

8h盐雾试验后，除划痕部位在任何一侧0.5mm内，涂层应无起泡、剥离、生锈等现象。

（8）涂塑层耐湿热性能

将试样在47±1℃、相对湿度在96±2%的调温调湿箱中放置8h后，除划痕部位在任何一侧0.5mm内，涂层应无起泡、剥离、生锈等现象。

（9）涂塑层耐低温脆化性能

将试样在-60±5℃的调温箱中放置168h后，涂塑层性能无下降。

（10）涂塑层耐化学腐蚀性能

涂塑层在经过常温下耐酸、耐碱、耐盐试验后，涂塑层应无起泡、软化、丧失黏结等现象。

（11）涂塑层耐候性能

1000h人工加速老化试验后，涂塑层不允许产生裂缝、破损等损伤现象，允许轻微褪色。

10.5 基础施工要求

1、应按设计文件规定的位置设置预埋件，路基段基础采用明挖法施工，基底应先整平、

夯实，控制好标高。设备基础与手孔之间的连接 PE 管、钢管摆放位置可根据现场情况进行调整。施工完毕，基础应分层回填夯实，对于破坏的护坡应加以恢复。

2、基础工程所用材料的规格及质量应由施工单位在使用前进行检验，发现问题应及时处理。施工前必须依据深化设计图纸和现场交底的控制桩号进行基础位置复测，并按照施工需求布设桩点。

3、基础法兰与基础对中，并保持法兰顶面水平，预埋的地脚螺栓应与法兰平面保持垂直。施工完毕，地脚螺栓外露长度应控制在 80~150mm 内，外露螺纹应用纸包裹并用水泥封死，露出基础的管道应堵塞，以避免进水。在浇注基础混凝土时，应分两次进行，第一次浇筑到基底以上 20cm 左右，待混凝土凝固后，去掉浮渣，对预埋螺栓进行精确校正后，再浇注剩余部分的混凝土，施工单位也可以依次浇筑完成，必须确保预留预埋的螺栓位置正确并保持垂直，基础表面应平整。

4、基础设施中采用的钢筋均为普通碳素结构钢，钢筋 D 小于 10mm 时，采用 HPB300 级钢筋，钢筋 D 大于等于 10mm 时，采用 HRB400 级钢筋。钢筋型号、规格及材料性能应符合 GB 1499 最新规范要求。

5、结构用钢材采用普通碳素结构钢(Q235)，技术条件应符合《碳素结构钢技术条件》(GB/T 700-2006)的规定。

6、地脚螺栓、法兰盘采用 Q345，底板、热轧扁钢采用Q235。

10.6 管道施工要求

管道埋设在土路肩外侧，每隔 50m 左右设置手孔 1 个。

供电管道通过切槽方式过路时采用 SC50 管，供电管道横穿路基时采用顶管方式时采用 PE50 管。供电管道明敷通过构造物（桥梁、涵洞等），采用 SC50 镀锌钢管，电缆穿在 SC50 镀锌钢管内，采用卡箍固定在构造物（桥梁、涵洞等）外侧，过桥钢管建议走桥台，不要影响桥体安全。

10.7 管道材料

1、聚乙烯管道 PE

供电管道在路上采用聚乙烯管道（以下简称 PE）铺设，管材规格为 PE50。要求管道外壁无破损、变形，管道内壁应光滑平整，无裂缝、无划痕，符合信息产业部《地下通信管道用

塑料管道》(YD/ T841- 2008)中的各项技术指标的规定。

2、钢管

供电通信管道过路及过构造物时需外套钢管保护，所有钢管均采用镀锌焊接钢管，规格 SC50。

钢管及钢构件均做热浸镀锌防锈处理，热镀锌的镀锌量为 600g/ m² 热浸镀锌所用的锌应为《锌锭》(GB470- 2008) 中规定的特一号锌或一号锌。

10.8 手孔井

电缆牵引张力限制的间距处必须设置手孔井；电缆方向较大改变处必须设置手孔井，手孔间距不得超过 50m；所有顶管两端均设有手孔，深度为顶管深度+20cm；所有过桥钢管两端均设有手孔；手孔的尺寸见设计图。

手孔施工应严格按设计图纸，统一尺寸，规范施工。

第 11 章 施工组织

11.1 施工准备

1、技术交底

正式开工前建设单位应组织设计单位向施工单位进行交底，介绍各场景的功能与特点、设计理念、原则与要求，同时答疑施工单位对施工图的疑问。

2、施工技术交底

施工前由施工单位专业技术人员向参与施工的人员进行的技术性交待，详细介绍工程特点、技术质量要求、施工方法与措施和安全等。

3、施工人员及物资准备

施工单位人员项目经理、技术负责人、施工员、材料员、质量员、安全员应配备齐全且持证上岗，还需根据工程用工量编制专业工种劳动力计划表。根据施工内容配置相应的测量仪器和检验仪器，并及时校定。根据工程量编制工程材料和设备供应计划，周转材料、安全设施和施工机具的配置计划。

4、开工报验

开工前应将评审通过的施工组织设计方案、施工进度计划、安全专项方案、应急预案、交通组织方案、施工许可证等上报监理单位审核，审核通过后方可开工。

11.1.1 施工工艺

11.1.1.1 施工流程

- 1、基础及杆件施工：定位、放线→基坑及管道开挖→钢筋笼及预埋件制安、管道预埋→基础混凝土浇筑、管道沟槽回填→杆件吊装
- 2、设备安装调试：穿线、校线→设备安装→设备调试→系统联调

11.1.1.2 施工工艺要求

1、定位放线

应根据施工平面图所示桩号找到相邻百米桩，进行初步定位，与公路中心线平行和垂直的方向各拉一条线作为定位线，基础一侧与中心线应保持平行，基础外侧距离路缘应保持40~70cm。门架式钢构件两个立柱中心之间的连线应与道路中心线垂直，允许偏差为

±1°。基坑尺寸应按照图纸大样图进行放样并撒石灰线，报监理单位验收合格后开挖。

2、基础施工

(1) 基础开挖。基础应放样定点后开挖，当开挖时遇到管线应避让，应及时通知建设单位、监理单位与设计单位，重新选址开挖，基坑的位置和几何尺寸均应满足设计文件的要求，基坑开挖时应保护施工现场周围。开挖的基坑四周应设置围挡，并设立明显的警示标志。

(2) 基底处理。基坑开挖后应平整基底、清理坑壁、检测基底的地基承载力。出现软弱地基等不良地质条件时，应对基坑进行处理。当开挖时遇到管线应避让。

(3) 模板安装。基坑验收合格后，在基础混凝土外露部分和基坑上沿以下10~20cm位置安装模板。模板不得有移位和凸出，应对其平面位置、顶部高程、节点联系及纵横向稳定性进行检查，模板安装规定值或允许偏差见表。

表 11-1 模板安装规定值或允许偏差表

检查项目	允许偏差
模板高程 (mm)	±10
模板内部尺寸 (mm)	±20
相邻两板表面高低差 (mm)	≤2
表面平整度 (mm)	≤5
预埋件中心线位置 (mm)	±3

(4) 钢筋绑扎。钢筋应平直、无弯折，表面应洁净，无油渍、漆皮、鳞锈。每片受力钢筋网应在中断面取一点进行检查，钢筋位置允许偏差见表。

表 11-2 钢筋位置允许偏差表

检查项目	允许偏差	
受力钢筋间距 (mm)	±10	
钢筋骨架尺寸	长 (mm)	±10
	宽、高 (mm)	±10
保护层厚度 (mm)	10	

(5) 法兰盘安装。模板和钢筋验收合格后，在浇筑混凝土之前应按照设计图纸准确安装底座法兰盘，可在与公路中心线平行和垂直的方向各拉一条线作为定位线，然后在侧模板

上中分画线，放置法兰盘时应确保基础纵横轴线与法兰盘纵横轴线两两重合。预埋地脚螺栓应与法兰盘垂直固定，底座法兰盘应安置水平。浇筑混凝土前后均应用水平尺等仪器检查法兰盘水平情况，法兰盘平整度允许偏差 $\leq 4\text{mm}$ ，预埋件应齐全，地脚螺栓外露部分应妥善保护。

(6) 混凝土浇筑。法兰盘安放合格后，应固定底座法兰盘和地脚螺栓，然后开始浇筑混凝土，混凝土的强度应符合设计要求，混凝土的浇筑应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)规定。混凝土的浇筑不应影响地脚螺栓和法兰盘的位置。混凝土外露表面应密实、平整，蜂窝、麻面面积不超过结构同侧面积的 0.5%，不得有肉眼可见的明显裂缝。混凝土强度检测应符合现行《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1)的规定。

(7) 调整养护。混凝土浇筑完成后，应再次对法兰盘水平情况进行检查、调整。法兰盘表面应擦拭干净，不得留有混凝土或其他异物，预埋螺栓的外露部分应清理干净并采取保护措施。对基础外露部分进行抹平后，应按照现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)规定进行混凝土养护。

(8) 基础回填。基础的回填土应分层夯实，本次杆件基础需做下沉式基础，基础包封处需在水平面以下，做好原土覆盖或绿化覆盖，保障安全。

3、钢构件的加工、运输和安装

(1) 应根据施工放样协调后基础实际位置、净空要求和设计文件确定立柱和横梁的加工长度。

(2) 悬臂式标志横梁制作应按照设计文件的要求设置预拱度。

(3) 所有钢构件的切割、钻孔、冲孔、焊接等加工均应按现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)和设计文件的要求，在防腐处理之前完成。

(4) 所有钢构件应无变形或损坏。所有钢构件防腐层应均匀、颜色一致，不得有流挂、滴瘤或多余结块，表面应无缺漏、损伤等缺陷。用钢卷尺或游标卡尺测量立柱、横梁的断面尺寸，应符合设计要求，用钢尺测量立柱、横梁的制作长度，与经现场调整确定的长度允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 。法兰盘尺寸应正确，连接紧密，无裂纹、未熔合、夹渣、凹槽等缺陷。抱箍、扣压块、螺栓、螺母等紧固件应符合设计要求。

(4) 所有钢构件在运输过程中不应出现变形或损坏，不应损伤防腐层，宜采用保护性

包装材料隔离保护。

(5) 钢构件应在基础混凝土强度达到设计强度的 80%以上后，经监理工程师批准后安装。安装前应依据设计文件对钢构件进行核对。检查钢构件结构是否存在裂缝、变形等影响安装的缺陷。

(6) 钢构件立柱安装时应用垂线、直尺或经纬仪由相互垂直的两个方向测量检查立柱垂直度，立柱的内边缘距土路肩边缘线距离应满足设计要求，立柱垂直度允许偏差应 $\leq 3\text{mm}$ 。各部位连结螺栓应齐全、拧紧程度应一致。用水泥砂浆对加劲法兰盘与基础之间的缝隙进行封闭。

4、预埋管道施工

根据设计图纸、技术交底的要求，管道施工流程为划线定位、开凿路面、挖掘沟(坑)、敷设基础、敷设管道、管道包封、砌筑人手孔、安装附属设施、回填夯实、废料清除等。

(1) 划线定位，施工前，必须依据设计图纸和现场交底的控制桩点，进行通信管道及人(手)孔位置的复测，并按施工需要钉设桩点，复测钉设的桩(板)应符合下列规定：直线管道，自人(手)孔中心 3~5m 处开始，沿管线每隔 20~25m 宜设一桩(板)；设计为弯管道时，桩(板)应适当加密。平面复测允许偏差应符合下列规定：管道中心线不得大于 $\pm 10\text{mm}$ 。直通型人(手)孔的中心位置不得大于 100mm。管道转角处的人(手)孔中心位置不得大于 20mm。单个管道段必须先划线定位，确定沿线的环境及地质情况。满足设计高程、坐标、中心线、孔位的要求。

(2) 开凿路面及挖掘沟坑

管道沟槽施工中，遇到不稳定土壤或有腐蚀性的土壤时，施工单位应及时提出，待有关单位提出处理意见后方可施工。管道施工开挖时，遇到地下已有其他管线平行或垂直距离接近时，应按设计规范的规定核对其相互间的最小净距是否符合标准。如发现不符合标准或危及其他设施安全时，应向建设单位反映，在未取得建设单位和产权单位同意时，不得继续施工。按照确定的中心线位置，以管道总宽度加上作业面宽度为上口宽度开凿路面，向两侧及下面开挖。遇到不稳定地质情况时应该采取必要的支护措施。挖掘不需支撑护土板的人(手)孔坑，其坑的平面形状应与人(手)孔形状相同，坑的侧壁与人(手)孔外壁的外侧间距不应小于 0.4m。挖沟(坑)接近设计的底部高程时，应避免挖掘过深破坏土壤结构，如挖深超过设计标高 100mm，应填铺灰土或级配砂石并应夯实。

(3)管道敷设

塑料管道的铺设应满足设计规定的各项要求,塑料管铺管及接续时,施工环境温度不宜低于-5°C。

弯曲管道的曲率半径不应小于10m,弯管道的转向角度应尽量小,同一段管道不应有反向弯曲(即“S”形弯)或弯曲部分的转向角度>90。的弯管道(即“U”形弯)。弯曲管道示意图。

管道进入人(手)孔时,管道不应凸出人(手)孔内壁,应终止在距墙体内侧100mm处,并应严密封堵,管道做成喇叭口。管道基础进入人(手)孔时,在墙体上的搭接长度不应小于140mm。各塑料管的接口宜错开排列,相邻两管的接头之间错开距离不宜小于300mm;弯曲管道弯曲部分的管接头应采取加固措施。波纹管、硅芯管组成管群应间隔3m左右用勒带绑扎一次,蜂窝管或梅花管宜用支架分层排列整齐。

(4)沟槽回填

管道工程的回填土,应在管道或人(手)孔按施工顺序完成施工内容,并经24h养护和隐蔽工程检验合格后进行。回填土前,应先清除沟(坑)内的遗留木料、草帘、纸袋等杂物。沟(坑)内如有积水和淤泥,必须排除后方可进行回填土。管道工程的回填土,除设计文件有特殊要求外,应符合下列规定:在管道两侧和顶部300mm范围内,应采用细砂或过筛细土回填。管道两侧应同时进行回填土,每回填土150mm厚,应夯实。管道顶部300mm以上,每回填土300mm厚,应夯实。

(5)手孔井砌筑

砖、混凝土砌块(以下简称砌块)砌筑前应充分浸湿,砌体面应平整、美观,不应出现竖向通缝。砖砌体砂浆饱满程度应不低于80%,砖缝宽度应为8~12mm,同一砖缝的宽度应一致。砌块砌体横缝应为15~20mm,竖缝应为10~15mm,横缝砂浆饱满程度应不低于80%,竖缝灌浆必须饱满、严实,不得出现跑漏现象。砌体必须垂直,砌体顶部四角应水平一致;砌体的形状,尺寸应符合设计图纸要求。设计规定抹面的砌体,应将墙面清理干净,抹面应平整、压光、不空鼓,墙角不得歪斜。抹面厚度、砂浆配比应符合设计规定。勾缝的砌体,勾缝应整齐均匀,不得空鼓,不应脱落或遗漏。

5、布线、校线

(1)施工工具,电缆或光缆的接续工具:剥线器、光纤切断器、光纤熔接机、光纤磨光机等必须进行检查,合格后方可在工程中使用。

(2)对角电缆电气性能、机械特性、光缆传输性能及连接器件的具体技术指标和要求,应符合设计要求。

(3)线缆的型式、规格应与设计规定相符。线缆的布放应自然平直,不得产生扭绞、打圈、接头等现象,不应受外力的挤压和损伤。线缆两端应贴有标签,应标明编号,标签书写应清晰、端正和正确。标签应选用不易损坏的材料。

(4)线缆间的最小净距应符合规范要求。

(5)线缆的弯曲半径应符合下列规定:

1)非屏蔽4对对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的4倍。

2)屏蔽4对对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的10倍。

3)4芯水平光缆的弯曲半径应大于25mm,其它芯数的水平光缆的弯曲半径应至少为光缆外径的10倍。

(6)敷设暗管采用钢管或者阻燃聚氯乙烯硬质管。布放大对数主干电缆及4芯以上光缆时,直线管道的管径利用率应为50%~60%,弯管道应为40%~50%。暗管布放4对对绞电缆或4芯以下光缆时,管道截面利用率应为25%~30%。

11.1.2 安全文明施工

1、建立安全管理机构

施工单位应成立以项目经理组长的安全、文明施工管理体系,对项目安全、文明施工管理等问题进行决策和管理;项目部应设立安全环保部,全面负责工程的安全生产、文明施工与环境保护管理工作。施工企业也应当建立项目生产安全巡查机构,所属项目进行安全生产监督。

2、安全生产管理制度

1)安全生产责任制。明确各级人员的安全责任,各级职能部门、人员在各自的工作范围内,对实现安全生产要求负责,做到安全生产工作责任横向到边、层层负责,纵向到底,一环不漏。

2)安全专项方案论证。根据建设部《危险性较大分部分项工程安全专项方案编制及专家论证审查办法》,符合危大工程的分项工程应编写相关安全施工方案,并报相应部门审查、论证、审批,从技术上保障生产安全。

3)安全教育制。凡进入施工现场的作业人员,必须先接受入场三级安全教育,只有具

备相应的安全知识，掌握相应的安全技能，经考核合格后方可上岗作业。

4) 特种作业持证上岗制。特种作业人员必须具有良好的安全操作技能，持有相应工种的操作证，经查验后方可上岗，并在施工过程中随时携带备查。

5) 安全技术交底制。根据安全技术方案要求和现场实际情况，各级管理人员需逐级进行书面交底，最终向作业工人交代清楚作业流程、注意事项、可能存在的危险等事宜，并在施工过程中进行指导，检查安全技术交底的落实情况。

6) 机械设备安装验收制。汽车吊等大中型机械设备安装 实行验收制，未经验收不得使用。

7) 重要过程旁站制。对于危险性大、工序特殊的生产过程，必须有管理人员现场指挥，出现问题及时处理。

3、安全生产管理人员及安全生产资料配备

施工单位应根据项目规模配备专职安全员，并持证上岗。

施工单位应当为员工、作业人员配备必要的劳动保护用品，并督促作业人员在作业时正确使用。用人单位应建立和健全劳动防护用品的采购、验收、保管、发放、使用、更换、报废等管理制度。劳动防护用品应符合国家标准或行业标准。劳动防护用品按人体生理部位分类:(1)头部防护：安全帽。(2)面部防护：头戴式电焊面罩、防酸有机类面罩、防高温面罩。(3)眼睛防护：防尘眼镜，防飞溅眼镜，防紫外线眼镜。(4)呼吸道防护：防尘口罩，防毒口罩，防毒面具。(5)听力防护：防噪音耳塞，护耳罩。(6)手部防护：绝缘手套，耐酸碱手套，耐高温手套，防割手套等。(7)脚部防护：绝缘靴，耐酸碱靴，安全皮鞋，防砸皮鞋。(8)身躯防护：反光背心，工作服，耐酸围裙，防尘围裙，雨衣。(9)高空安全防护：高空悬挂安全带、电工安全带、安全绳。

施工单位应配备足够的施工告示牌、道路施工安全标志标牌、交通锥、警示灯等，各类物品随施工需要适应增加，同时做好损耗后的及时补足。

(1) 施工告示牌：设置在本工程的两端，标明工程的各项内容。

(2) 施工安全标志标牌：具有夜间反光功能，蓝底白字。设置在施工段两端，标志标牌分为：前方施工、左道封闭、右道封闭、向左行驶、向右行驶、限速标志。

(3) 交通锥：柔性橡胶制作，高度 45cm，具有反光功能，用于辅助隔离栏或分隔交通，及施工车辆占用行车道时。

4、安全文明施工保证措施

(1) 高空施工技术安全措施

1) 施工人员必须遵守《建筑施工高处作业安全技术规范》的有关规定。

2) 作业人员必须配安全绳和安全帽，工人在坠落高度基准面 2 米以上(含 2 米)，无法采取可靠防护措施的高处作业人员均须系好安全带，使用时高挂低用。

3) 作业时衣着轻便，禁止穿硬底和带钉易滑的鞋。

4) 作业所用材料要堆放平稳，工具应放入工具袋内。

5) 作业所用梯子缺档，不得垫高使用。

6) 高空作业，凡高血压、心脏病等不得从事此作业。

7) 移动式操作平台的轮子与平台的接合处应牢固可靠,必须有锁死装置。操作平台可采用门架部件组装，作业面满铺脚手板,根据实际层高需要设置防倾覆措施。操作平台四周按临边作业要求设置不低于 1200mm 防护栏杆，防护栏杆底部设置不小于 200mm 高挡脚板，并布置登高扶梯。

8) 保持与带电线路最小安全距离(10KV 为 5m,35KV-110KV 为 10m,220KV 为 15m)。

9) 办理电力线路附近作业许可证并经供电部门审批，作业人员持有效高压电工证，接受专项安全交底，穿戴 10kV 绝缘靴、绝缘手套及屏蔽服。

10) 设置双层绝缘隔离屏障或装配式防护架，起重设备安装力矩限制器及近电报警装置。

11) 空气湿度超过 70%或风速达 10.8m/s 时停止作业，现场配置 35kV 绝缘操作杆及心肺复苏设备。

12) 设置专职监护人员实时监测机械臂动态安全距离。

(2) 焊接施工技术安全措施

1) 为了防止触电事故的发生，除按规定穿戴防护工作服、防护手套和绝缘胶鞋外，还应保持干燥和清洁。

2) 焊接工作开始前，首先检查焊机和工具是否完好和安全可靠。如焊钳和焊接电缆的绝缘是否有损坏的地方，焊机的外壳接地和焊机的各接线点接触是否良好，不允许未进行安全检查就开始操作。

3) 身体出汗后而使手潮湿时，切勿站在带电的钢板或工件上，以防触电。工作地点潮湿时，地面应铺有橡胶板或其他绝缘材料。

- 4) 更换焊条一定要戴皮手套, 不要赤手操作。
- 5) 在带电情况下, 为了安全, 焊钳不得夹在腋下去接被焊工件或将焊接电缆挂在脖子上。
- 6) 推拉闸刀, 脸部不允许直对电闸, 以防短路造成的火花烧伤面部。
- 7) 工作完毕或临时离开工作现场时, 焊接作业时, 其附近应无易燃易爆物品, 并设置接火斗, 以防发生火灾。

(3) 基坑开挖安全措施

- 1) 大型基础基坑开挖应严格按照施工方案进行分层开挖、严禁超挖。
- 2) 遇到不稳定地质情况时应该采取必要的支护措施, 根据开挖深度以及边坡稳定性及时设置支护措施防止边坡塌方。
- 3) 密切关注基坑周边的建筑物、道路、地下管线等设施, 防止基坑开挖过程中对周边环境产生不良影响。
- 4) 开挖完成的基坑应立即设置安全围挡和安全警示标识, 防止人员跌落基坑。

(4) 机械设备的使用安全措施

- 1) 手持电动机具: 配戴个人防护用品, 不得随意接长电源, 开关箱与手持电动机具距离不超过 3m。
- 2) 钢筋冷拉及焊接作业区要有防护措施, 传动部位要有防护罩, 开关箱与机械之间的距离不大于 3m。
- 3) 电焊机安装后验收合格方可使用, 设置保护接零和漏电保护器, 并设置可见分段点的隔离开关和断路器, 保证一次接线、二次接线分别不超过 5m 和 12m。
- 4) 各种气瓶距明火大于 12m, 气瓶设置防振圈和防护帽; 电焊机施焊现场的 12m 范围内禁止堆放氧气瓶、乙炔发生器、木材等易燃物; 气焊严禁使用未安装减压器的氧气瓶进行作业, 五级以上大风天气严禁明火作业。

(5) 起重机械及索具

- 1) 工作前严格检查验收吊索具, 在吊装不同重量的构件时应使用不同型号的钢丝绳, 禁止小绳吊大物, 同时建立钢丝绳定期检查制度和每次吊装前的目测巡视检验制度, 在定期检查时注意对所检查的钢丝绳应做好标记。
- 2) 钢丝绳的正常使用时间不得超过 45 天, 超期及时更换。

3) 起吊重物离地面 50cm 时暂停提升, 检查物件的捆扎牢固情况和构件的平直情况, 确认无误后方可继续吊升。

- 4) 工作时升钩或吊杆要稳, 避免紧急刹车, 起重吊物在高空时, 严禁调整刹车。
- 5) 起重工要严格执行“十不吊”制度。

(6) 安全用电措施

严格执行《现场临时用电安全技术规范》的要求, 采用三级配电、TN-S 接零保护和二级漏电保护系统, 并安排专业电工 24 小时维护检修, 确保安全用电无事故。临时用电管理

- 1) 施工现场用电编制专项施工方案, 报经主管部门及监理单位批准后实施。
- 2) 施工现场临时用电按有关要求建立安全技术档案。
- 3) 用电由具备相应专业资质的持证专业人员管理。

4) 配电箱的电器安装板上应分设 N 线端子板和 PE 线端子板。N 线端子板应与金属电器安装板绝缘; PE 线端子板应与金属电器安装板做电气连接。进出线中的 N 线应通过 N 线端子板连接; PE 线应通过 PE 线端子板连接。

5) 总配电箱中漏电保护器的额定漏电动作电流应大于 30mA, 额定漏电动作时间应大于 0.1s, 额定漏电动作电流与额定漏电动作时间的乘积不应大于 30mA.s。开关箱中漏电保护器的额定漏电动作电流不应大于 30mA, 额定漏电动作时间不应大于 0.1s。

整个施工现场临时用电线路及设备采用三级配电, 漏电保护作两级保护。

(7) 文明施工措施

- 1) 施工作业区应设置不低于 1.8m 高度的围挡, 并张贴警示标志。
- 2) 裸露泥地应采用防尘网、碎石覆盖, 或种植速生植物绿化, 做到边施工、边覆盖、边绿化。
- 3) 土石方机械开挖作业, 机械剔凿作业, 开挖的土石方、工程垃圾等易产生扬尘的废弃物的装卸作业, 作业过程中应采用移动式雾炮机喷雾降尘。
- 4) 土石方施工阶段, 工地车辆出入口应配备冲洗设备。出工地车辆的车身、车轮、底盘冲洗干净后方可上路。

5、交通组织

本项目在现有通行道路上施工, 需要占用一定的原有车道, 使车辆的通行能力降低。施工单位应密切联系交管部门, 配合做好施工期间交通维护工作和封道前后的过渡工作。按照

“严禁堵塞、减少干扰、确保畅通”的总方针，采取自然分流与管制分流相结合。针对本工程边通车边施工的特点，提出相应方案，并认真组织实施。

(1) 采取合理的施工方案

1) 为了保证在工程施工过程中公路畅通，施工单位应采取一切措施，确保车辆的正常通行，分段分幅施工，做到施工、通车两不误。

2) 根据道路实际合理安排，并控制好施工长度，防止全线铺开；维持足够宽度，确保车辆顺利交会；保持良好平整度，使车辆能平稳通过。

3) 施工安排上，精心组织，精心施工，选择最佳时机，配备最佳的施工力量，以最快的速度、最好的质量完成那些影响施工顺畅的施工任务。

(2) 采取合理的交通组织方案

1) 加强与交警的联系、沟通、协商，确定合理的交通安全方案，确保施工安全顺利进行及行人、行车的安全，以维持正常的交通秩序。

2) 各交叉口根据人流、车流通行进行交通疏导，如人流、车流过小且附近无居民出入的可以封闭。

3) 监控外场设备施工在施工过程中，会影响现有车道的通行。严格做好安全维护措施，在施工路段摆设各类施工标志及橡胶路锥。随着安装的进展，安全维护设施紧跟其后。

4) 专人专职负责对沿线施工安全的检查，同时，在重点路段施工时，由专人负责两端的交通指挥。加强对施工路段的巡逻监控和交通疏导工作，重点放在上下坡，连续弯道，流量大，易拥堵，事故多发点等薄弱环节，实行定时间、定人员、定车辆、定路段，做到专人、专点、专责。

5) 施工安全安全设施的设置

施工作业控制区应按照警告区、上游过渡区、纵向缓冲区、工作区、下游过渡区和种植区的顺序依次布置；在施工路段的起点与终点两端设置“施工告示牌”及“施工标志”，提醒过往车辆进入施工路段后，减速慢行；根据分段施工的原则，在正在施工路段的两端设置相应的警告标志及限速标志，夜间设置警告灯，同时由于道路施工时，按要求设置隔离带，并按需要设置指示标志及引流设施等。

11.2 施工环保措施

11.2.1 环保组织

(1) 建立施工现场环境管理体系，落实项目经理制；

(2) 加强施工现场环境的综合治理。

11.2.2 环保措施

(1) 妥善处理泥浆水，未经处理不得直接排入城市排水设施和河流；

(2) 除设有符合规定的装置外，不得在现场熔融沥青或者焚烧油毡、油漆以及其他会产生有毒有害烟尘和恶臭气体的物质；

(3) 使用密闭式的圈筒或者采取其他措施处理高空废弃物；

(4) 采取有效措施控制施工过程中的扬尘；

(5) 禁止将有毒有害废弃物用作土方回填。