

G228 江苏段示范通道数字化转型升级项目（盐城段）

# 详细设计

第一册 共一册

苏交科集团股份有限公司

交通运输部规划研究院

二〇二五年十一月

## 目 录

1 概述 .....	4	3.4.1 轻量化监测方案 .....	10
1.1 工程名称 .....	4	3.4.2 桥梁视频监控 .....	11
1.2 项目背景 .....	4	3.4.3 系统维护与数据分析 .....	12
1.3 项目设计依据、参照标准、规范及相关指导文件 .....	4	3.4.4 施工技术要求 .....	14
1.3.1 设计依据 .....	4	3.5 路面长期性能观测点系统 .....	18
1.3.2 技术标准 .....	6	3.5.1 系统概述 .....	18
2 总体设计 .....	7	3.5.2 设备功能 .....	18
2.1 工程边界 .....	7	3.5.3 系统方案 .....	19
2.1.1 与公路管养部门指挥中心平台的界面 .....	7	3.5.4 观测点运行 .....	19
2.1.2 服务设施管理平台与其他系统的边界 .....	7	3.5.5 系统传输 .....	19
3 基础设施监测预警系统 .....	8	3.5.6 系统对接 .....	19
3.1 系统综述 .....	8	4 路网运行监测预警系统 .....	20
3.2 基础设施巡查子系统 .....	8	4.1 系统综述 .....	20
3.2.1 系统概述 .....	8	4.2 多功能交通调查站子系统 .....	20
3.2.2 道路智能巡查车载子系统 .....	8	4.2.1 系统概述 .....	20
3.2.3 智能无人机巡查子系统 .....	8	4.2.2 系统方案 .....	20
3.3 灌江口特大桥综合巡检子系统 .....	8	4.3 视频监控子系统 .....	20
3.3.1 总体方案 .....	8	4.3.1 系统概述 .....	20
3.3.2 导轨式巡检机器人 .....	9	4.3.2 系统功能 .....	20
3.3.3 智能巡查无人机 .....	9	4.3.3 固定监控点位方案 .....	21
3.3.4 水下桩基巡检 .....	10	4.4 智能机箱 .....	22
3.3.5 平台应用软件 .....	10	4.5 智慧巡检平台扩容方案（视频事件分析） .....	22
3.4 桥梁结构监测子系统 .....	10	4.6 视频管理接入要求 .....	22
		4.7 视频存储扩容 .....	22
		4.8 视频上云 .....	22

5 恶劣气象通行安全预警系统 .....	23	7.2 服务区运行监测系统 .....	32
5.1 系统综述 .....	23	7.2.1 系统概述 .....	32
5.2 恶劣气象行车诱导子系统 .....	23	7.2.2 系统方案 .....	32
5.2.1 系统概述 .....	23	7.3 智慧停车引导系统 .....	32
5.2.2 系统功能 .....	23	7.3.1 系统概述 .....	32
5.2.3 系统方案 .....	24	7.3.2 系统功能 .....	33
5.3 智能冰雪监测子系统 .....	24	7.3.3 系统方案 .....	33
5.3.1 系统概述 .....	24	7.4 充电桩占用状态监测系统 .....	34
5.3.2 系统功能 .....	25	7.4.1 系统概述 .....	34
5.3.3 系统方案 .....	25	7.4.2 系统功能 .....	34
5.4 智能融雪除冰无人机 .....	26	7.4.3 系统方案 .....	34
5.4.1 系统概述 .....	26	7.5 多模式信息发布系统 .....	34
5.4.2 系统功能 .....	26	7.5.1 系统概述 .....	34
5.4.3 系统方案 .....	26	7.5.2 系统功能 .....	34
5.5 护栏碰撞监测预警系统 .....	27	7.5.3 系统设计 .....	35
5.5.1 系统概述 .....	27	7.6 网络传输系统 .....	35
5.5.2 系统功能 .....	27	7.7 网络安全 .....	35
5.5.3 系统方案 .....	27	7.8 服务区外场设备供电、防雷接地方案 .....	35
6 出入口协调控制系统 .....	27	7.8.1 外场设备供电方案 .....	35
6.1 非信控交叉口预警子系统 .....	27	7.8.2 外场监控设施防雷、接地方案 .....	35
6.1.1 系统概述 .....	27	7.9 服务设施管理平台 .....	36
6.1.2 系统功能 .....	28	7.9.1 总体设计 .....	36
6.1.3 系统方案 .....	28	7.9.2 公路服务设施子系统功能设计 .....	37
7 智慧服务区 .....	31	7.9.3 数据库设计和信息资源规划 .....	45
7.1 服务区概况 .....	31	7.9.4 网络安全方案设计 .....	47
		8 通信系统 .....	49

9 网络安全系统 .....	50
9.1 安全等级保护总体要求 .....	50
9.2 盐城市下辖市、县公路事业发展中心、服务区、道路设备安全与合规性分析 .....	50
9.2.1 网络安全方案 .....	50
9.3 情报板安全防护设计 .....	50
9.3.1 情报板内容防护 .....	50
9.3.2 情报板安全加固 .....	53
9.3.3 信息发布安全防护方案 .....	53
10 供电设施设计 .....	53
10.1 设计原则 .....	53
10.2 供电方案 .....	54
10.2.1 电力电缆供电方案 .....	54
10.2.2 主要材料和施工要求 .....	54
11 基础、杆件设计 .....	58
11.1 设备基础 .....	58
11.2 杆件设计 .....	58
12 防雷、接地及立柱等钢构件的防腐处理 .....	59
12.1 防雷 .....	59
12.1.1 直击雷的防护 .....	59
12.1.2 电源防雷 .....	59
12.1.3 信号防雷 .....	59
12.2 接地 .....	59
12.3 立柱等钢构件的防腐处理 .....	60

# 1 概述

## 1.1 工程名称

G228 江苏段示范通道数字化转型升级项目（盐城段）详细设计。

## 1.2 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〔2024〕28 号）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，成功纳入全国首批公路水路交通基础设施数字化转型升级示范区域名单。

江苏省交通运输厅公路事业发展中心（以下简称“厅公路”）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〔2024〕1892 号），在原有申报方案基础上，结合江苏省普通公路实际发展需求，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。

江苏公路交通领域围绕智慧扩容、安全增效、产业融合、体制机制创新方向实施 5 个一体化任务和 10 个示范性任务，其中普通公路主要聚焦智慧扩容、安全增效和体制机制创新，实施 3 个一体化任务（“一张网”出行服务、智慧服务区、路网运行监测预警）和 4

个示范性任务（出入口协调控制、智慧隧道、基础设施监测预警、恶劣气象通行安全预警），旨在构建全省普通公路数字化转型的系统性实施路径。

G228 江苏段作为贯穿江苏沿海三市的重要通道，总里程达 512.51 公里，其中盐城段 245.73 公里，沿线主要承载港口物流、临港工业和现代农业等产业运输需求，具有货运量大、重载车辆密集的特点。本次数字化转型升级聚焦提升安全管控能力，通过对外场感知设备的信息化建设和内场软件平台系统升级，重点强化对沿线重载车辆的监测预警服务。项目实施将有效保障车辆安全通行，显著降低沿海港区重载车辆安全运行风险，实现安全管控精细化目标，全力打造“沿海跨港区高等级安全畅达示范通道”，为区域产业经济发展提供坚实可靠的数字化交通支撑。



图1-1 江苏省“一轴一网两融合”交通基础设施数字化转型升级--公路空间布局图

## 1.3 项目设计依据、参照标准、规范及相关指导文件

本工程的设计过程和成果均须符合国家有关工程建设强制性标准、强制性条文和交通运输部关于公路、建筑设计方面现行的标准、规范、规程、定额、办法、示例。

### 1.3.1 设计依据

1、国家政策、规划及指导意见

- (1) 中共中央、国务院《数字中国建设整体布局规划》（2023 年 2 月）；
- (2) 中共中央、国务院《交通强国建设纲要》（2019 年 9 月）；
- (3) 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）；
- (4) 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 号文）；
- (5) 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 号文）；
- (6) 《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实施方案的意见》（交办规函〔2024〕1892 号文）；
- (7) 交通运输部关于《推进公路数字化转型加快智慧公路建设发展》的意见（交公路发〔2023〕131 号）；
- (8) 交通运输部关于《加快建设交通强国五年行动计划（2023~2027 年）》的印发实施（交规划发〔2023〕21 号）；
- (9) 交通运输部关于印发《“十四五”交通领域科技创新规划》的通知（交科技发〔2022〕31 号）；
- (10) 交通运输部关于印发《交通领域科技创新中长期发展规划纲要（2021—2035 年）》的通知（交科技发〔2022〕11 号）；
- (11) 交通运输部关于印发《交通运输领域新型基础设施建设行动方案（2021—2025 年）》的通知（交规划发〔2021〕82 号）；
- (12) 交通运输部关于印发《数字交通“十四五”发展规划》的通知（交规划发〔2021〕102 号）；
- (13) 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》（交规划发〔2020〕75 号）；
- (14) 交通运输部办公厅关于印发《进一步推进公路桥梁隧道结构监测工作的实施方案（2024-2025 年）》的通知（交办公路〔2024〕26 号）；

(15) 交通运输部关于印发《数字交通发展规划纲要》的通知（交规划发〔2019〕89 号）。

## 2、地方政策、规划及指导意见

- (1) 江苏省财政厅、江苏省交通运输厅关于印发《江苏省公路水路交通基础设施数字化转型升级资金和项目管理办法》的通知（苏财建〔2024〕205 号）；
- (2) 《江苏数字公路发展行动计划（2022—2025）》（苏交公路〔2022〕11 号）；
- (3) 《江苏数字交通发展三年行动计划（2022—2024 年）》（苏交公路〔2022〕7 号）；
- (4) 《江苏省“十四五”新型基础设施建设规划》（苏政办发〔2021〕45 号）；
- (5) 《江苏省“十四五”智慧交通发展规划》（苏交技〔2021〕25 号）；
- (6) 《江苏省“十四五”综合交通运输体系发展规划》（苏交运〔2021〕32 号）；
- (7) 《江苏省“十四五”公路发展规划》（苏交公路〔2021〕17 号）；
- (8) 《江苏省交通运输新型基础设施建设行动方案》（苏交技〔2020〕12 号）；
- (9) 《江苏公路科技“十四五”发展纲要》（苏交公信〔2022〕129 号）；
- (10) 《江苏公路信息化“十四五”发展纲要》（苏交公信〔2022〕130 号）。

## 3、其他

- (1) 《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》（交通部交公路发〔2007〕358 号）；
- (2) 《江苏省干线公路网运行监测点监测设施建设指南》（江苏省交通运输厅公路局）；
- (3) 《江苏省干线公路网运行监测点布局规划（2019~2030 年）》（江苏省交通运输厅公路局）；
- (4) 《江苏省普通公路网络安全管理办法》（苏交公信〔2022〕235 号）；
- (5) 《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）；
- (6) 《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）；
- (7) 《全省公路工作座谈会》（2025 年 1 月）；

- (8) 《江苏省普通国省道路路网监测设施建设项目设计要求》;
- (9) 《江苏省普通国省道路路网监测设施建设项目设计要点》(苏交公便路网〔2024〕202 号);
- (10) 《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)》;
- (11) 《交通运输部办公厅关于印发公路桥梁群结构监测系统试点建设技术指南的通知》(交办公路〔2025〕1 号);
- (12) 《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)
- (13) 其他有关资料、传真、批复等。

### 1.3.2 技术标准

- 1、《公路工程技术标准》(交通部 JTG B01-2014);
- 2、《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》(交公路发〔2007〕358 号);
- 3、《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》(JTG 2182-2020);
- 4、《公路项目安全性评价指南》(JTG B05-2015);
- 5、《公路网运行监测与服务暂行技术要求》(中华人民共和国交通运输部 2012 年第 3 号公告), 交通运输部, 2012 年 1 月;
- 6、《公路网图像信息管理系统平台互联技术规范》(GB/T 28059-2023)。
- 7、《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);
- 8、《公共安全视频监控联网信息安全技术要求》(GB 35114-2017);
- 9、《民用闭路监视电视系统工程技术规范》(GB 50198-2011);
- 10、《以太网交换机技术要求》(YD/T 1099-2013);
- 11、《公路交通工程钢构件防腐技术条件》(GB/T 18226-2015);
- 12、《工业电视系统工程设计规范》(GB/T 50115-2019);
- 13、《工业以太网交换机技术规范》(GB/T 30094-2013);
- 14、《公共安全重点区域视频图像信息采集规范》(GB 37300-2018);
- 15、ISO/IEC 14496.2 信息技术音频-视频对象编码第 2 部分: 视频 (Information

technology-Coding of audio-visual objects- Part 2: Visual);

- 16、ISO/IEC 14496.10 信息技术音频-视频对象编码第 10 部分: 先进视频编码 (Information technology-Coding of audio-visual objects-Part 10 Advanced Video Coding);
- 17、交通强国建设纲要(中共中央国务院, 2019 年) 数字交通发展规划纲要(交通运输部, 2019 年);
- 18、《公路交通情况调查设备 第 1 部分: 技术条件》(JT/T1008.1-2015);
- 19、《公路交通情况调查设备 第 2 部分: 通信协议》(JT/T1008.2-2015);
- 20、《公路行车安全诱导装置》(JT/T 1032-2024);
- 21、《公路桥梁结构监测技术规范》(JT/T 1037-2022);
- 22、《建筑与桥梁结构监测技术规范》(GB50982-2014);
- 23、《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG H21-2011);
- 24、《桥梁结构健康监测系统设计规范》(DB32 T 3562-2019);
- 25、《公路基础设施长期性能科学观测网第 1 部分: 建设规范》(JT/T 1504.1-2024);
- 26、《公路基础设施长期性能科学观测网第 2 部分: 观测规范》(JT/T 1504.2-2024);
- 27、《公路基础设施长期性能科学观测网第 3 部分: 数据汇交规范》(JT/T 1504.3-2024);
- 28、《公路机电工程施工技术规范》(JTG 3673-2025);
- 29、《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》(GB/T 22239-2019);
- 30、《信息安全技术网络安全等级保护安全设计技术要求》(GB/T 25070-2019);
- 31、《信息安全技术网络安全等级保护测评要求》(GB/T 28448-2019);
- 32、《电力工程电缆设计标准》(GB50217-2018);
- 33、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2015;
- 34、《综合布线系统工程设计规范》(GB 50311-2016);
- 35、《外壳防护等级 (IP 代码)》(GB/T 4208-2017);
- 36、《供配电系统设计规范》(GB 50052-2009);
- 37、《低压配电设计规范》(GB 50054-2011);

- 38、《民用建筑电气设计标准》（GB 51348-2019）；
- 39、《电力工程电缆设计标准》（GB 50217-2018）；
- 40、《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010）；
- 41、《江苏省普通公路视频监控系统建设技术要求（2024 年修订版）》（苏交公便〔2024〕314 号）；
- 42、《公路工程项目概算预算编制办法》（JTG 3830-2018）；
- 43、《公路工程预算定额》（JTG/T 3832-2018）；
- 44、《公路工程机械台班费用定额》（JTG/T 3833-2018）；
- 45、《公路工程造价管理暂行办法》（交通运输部部令 2016 年第 67 号）。

在本项目实施过程中，若国家、行业颁布了新的技术规范、标准，则采用新的技术规范、标准进行作业。

## 2 总体设计

### 2.1 工程边界

#### 2.1.1 与公路管养部门指挥中心平台的界面

##### 1、与盐城市公路事业发展中心的界面

本项目承包人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盐城市公路事业发展中心的在用信息系统应用平台。由于涉计到在用平台及设备，在进行平台扩容集成工作时，公路事业发展中心应安排相关科室人员配合。

##### 2、与省级平台的数据交互界面

本次数字化转型升级项目中外场基础设施设备和业务数据需要集成到“盐城公路综合管理平台”中，同时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。

#### 2.1.2 服务设施管理平台与其他系统的边界

##### 1、与江苏省数字交通统一平台公路服务设施功能边界

###### （1）数据边界

江苏省数字交通统一平台公路服务设施主要为省公路中心管理服务设施基础数据提供统一服务，本平台作为服务设施日常业务管理平台，业务数据均由本平台自身产生，部分基础数据（如服务区名称、位置、占地面积等）可参考江苏省数字交通统一平台公路服务设施平台已有数据进行本平台的后台录入，不存在接口对接功能。

###### （2）功能边界

与江苏省数字交通统一平台公路服务设施不存在功能应用和界面冲突。

#### 2、与盐城市现有服务区管理平台边界

###### （1）数据边界

盐城市现有服务区平台于 2024 年 12 月上线使用，主要为盐城市普通国省道服务区管理提供应用功能，本次数字化转型将盐城市现有服务区平台推广至全省其他地市上线使用，通过 SAAS 化服务，为各地市不同服务区进行定制化功能升级。在全省各地市上线使用后，将通过接口数据传递的方式，为本平台提供服务区流量、业态、车辆管理等方面的数据汇总。

###### （2）功能边界

本平台不直接访问盐城市现有服务区管理平台，无单点登录或软件界面嵌套功能，只对服务区平台数据后台汇聚，在本平台汇总展示。

## 3 基础设施监测预警系统

### 3.1 系统综述

目前，G228 江苏段示范通道的基础设施监测主要依赖人工巡查与巡查车方式，难以全面覆盖桥梁、高边坡等复杂路段。同时，养护决策缺乏长期数据模型支撑，难以分析病害的时空演变规律，导致养护策略科学性不足，制约了预防性养护的有效实施。本次提升聚焦基础设施监测预警能力建设，重点通过升级基础设施巡查终端、加密桥梁结构监测覆盖密度、深化路面长期性能监测等措施，全面提升基础设施科学养护能力，构建数据驱动、智能决策的精细化管养体系。

### 3.2 基础设施巡查子系统

#### 3.2.1 系统概述

利用智能巡查车与智能巡查无人机，对道路、桥梁等交通基础设施数据进行实时采集与分析，实现病害精准定位、自动化巡检、隐患及时发现及发展态势研判，显著提升巡检效率与智能化水平，使病害识别更便捷、精准，为交通基础设施养护数字化管理提供有力支撑。

#### 3.2.2 道路智能巡查车载子系统

##### 3.2.2.1 系统概述

智能巡查车利用车载视频采集设备实时获取普通公路路面信息，通过边缘分析主机进行病害的即时处理与识别。实现从传统人工巡检向高效不停车巡检模式的转变，既显著提升巡检效能、强化病害监测精度，又通过非接触式检测，系统性规避人工下车作业的安全隐患。

##### 3.2.2.2 设备功能

智能摄像机，用于 AI 机器视觉前端视像采集，实时检测和定期检测路面病害、交安设施损坏等；拓展应用还包括交通流量、车型、车速、车道占有率等数据采集。

北斗定位，用于巡检车动态轨迹和定位，实现桩号标识和地理坐标精准对应。

车载 3D 陀螺仪，用于车辆自身运动感知；采集车辆行驶过程中 3D 姿态数据，为精准识别提供数据支持。

车载边缘分析主机，利用边缘算力控制车载设备功能；实现边缘计算和后台计算协同，提高巡检车检测性能。

##### 3.2.2.3 系统方案

本项目盐城段设置 1 套道路智能巡查车载终端。系统集成了车载智能摄像机、北斗、车载 3D 陀螺仪、AI 边缘计算终端等硬件，融合了边缘计算、人工智能、北斗高精定位和无线通信等前沿技术，能自动识别并上报路面表观病害、异常情况及交安设施异常。车辆行驶过程中，拍摄实时视频，按帧拾取视频图片，利用图像识别算法进行病害识别分析，获取病害的桩号位置、车道位置、类型、尺寸、采集时间、图片等信息，形成检测报告。利用软件平台，以高精地图为底座，在道路模型上匹配病害信息以及处置状态，同步开展病害数据的统计与联动分析，辅助管理人员开展养护工作，同时利用车载 AI 进行道路事件分析。

#### 3.2.3 智能无人机巡查子系统

##### 3.2.3.1 系统概述

桥梁墩柱、梁底等隐蔽部位人工巡检难度大、风险高。智能巡检无人机通过搭载高清摄像设备，可高效覆盖人工巡检盲区，实现全方位实时检测。智能巡查无人机支持定制化巡检方案与自主航迹规划，能自动化执行检测任务，突破地面环境限制，显著提升巡检效率与覆盖完整性，同步降低高空作业安全风险，尤其适用于桥梁高墩等复杂结构的精细化检测。

##### 3.2.3.2 系统方案

本项目分别在设置滨海港工区（K3033+680）和盐城市公路养护应急处置基地大丰中心设置 1 套无人机巡检系统。

### 3.3 灌江口特大桥综合巡检子系统

#### 3.3.1 总体方案

本项目采用导轨巡查+无人机巡查+水下巡查的桥梁智能化巡查技术。桥梁智能巡

检技术，可实现灌江口大桥钢桁梁底部、缆索、桥塔、桥基等构件典型病害全天候、全覆盖、自动化巡检，提高检测工作的效率和安全性。

### 3.3.2 导轨式巡检机器人

#### 3.3.2.1 系统方案

本项目设置 2 台，布设于主跨，左右轨道各 1 台。通过开发的综合检测软件平台（购买服务方式）实现多源异构检测数据的统一接入、融合分析与可视化报告生成。利用信息化、建模等技术，对桥梁构件的几何信息和属性进行参数化建模。通过批量处理的方式，将病害标识在对应桥梁结构模型位置中自动生成，实现桥梁构件的模块化管理和三维可视化展示。

导轨机器人巡查技术服务按年收费，包含：定制导轨机器人巡查任务、巡查频次，自主巡查，按计划自动生成、导出巡查报告。

### 3.3.3 智能巡查无人机

#### 3.3.3.1 系统方案

基于无人机场，通过精细化预设航线，叠加大量的航点悬停、拍照、录像等动作设置，可规划形成若干条标准化巡检航线，24 小时待命自动化作业，能覆盖桥梁主体 70% 的外观检查内容，实现零风险自动化作业，自动重复执行连续的大样本采集。

通过无人机的前端采集，可对桥梁的结构与病害状况、运营与交通量状态进行综合巡检、留证记录、AI 算法分析、处置响应。同时结合三维建图（倾斜摄影），将三维模型作为底座进行多源数据的立体形象化融合展示。即通过高精度航线编排、三维模型底座、AI 识别技术，研发建立“自动巡查、立体可视、AI 分析、闭环管理”的长大桥梁智慧巡检体系。

鉴于灌江口特大桥全桥总长 7.644 公里（含南北引桥），整体线路呈 L 型，机场的部署位置，要求通网通电，且在较为空旷便于卫星定位，部署一台即可满足相关的采集要求。考虑到入海口附近的抗风等级要求、更高的飞行距离与时长需求，本次项目使用一台超长航时的电动多旋翼无人机巢。

斜拉桥无人机巡检的航线规划，应遵循“先整体后局部、先粗检后精检”的思路，结

合结构特征、任务目的和安全空域要求，分阶段设计。

航线可分三层扫描，即：① 桥面/塔顶俯视层、② 拉索等倾斜构件层、③ 索塔贴壁层。整体遵循以下原则，即：先外后内、先高后低，避免重复爬升耗能；分段/分索独立航线：将全桥划分为“单塔区、跨中区、边跨区”多个子块，每子块独立生成航线。

#### 3.3.3.2 运营期无人机巡检平台

通过飞控平台进行航线与计划控制。

无人机应用软件功能需要通过机场端边缘计算服务器进行拉流与 AI 分析；

- 1、AI 算法对桥梁结构与病害状况、运营与交通量状态的检测；
- 2、多模态大模型对 AI 算法分析结果做校核，减少误报；
- 3、将 AI 事件的结果图片进行空间附着定位，标出相应位置；
- 4、综合巡检与全过程跟踪、留证记录、处置响应、输出报告。

从管理建立“采集-识别-推送-养护-验证-回顾”的全业务闭环，借助无人机 AI 巡检平台实现任务自动派发、数据实时回传、结果在线审核。

通过平台看板，可以在 GIS 地图或者三维模型上集成 AI 识别的事件发生位置与内容、查看实时视频画面与 MP4 录像、事件图集与前后 6 秒短视频的罗列展示、误报/审批的流程管理、事件报告的导出生成。

#### 3.3.3.3 运营期 AI 算法识别

**结构与病害状况识别：**混凝土剥落、路/桥面裂缝、钢结构锈蚀；

**运营与交通量状态识别：**拥堵、违停、火灾烟雾、撒洒物、路面坑槽、团雾。

例如，基于 YOLOv11 模型进行 AI 病害识别，针对桥梁病害特点进行优化，大幅提高对桥梁检测任务中的裂缝等典型病害的检测精度。

#### 3.3.3.4 巡检内容

项目融合高清摄像头、北斗定位、人工智能图像识别、边缘计算和云计算等技术，通过巡查无人机搭载轻量化设备采集影像数据，智能识别病害，提升桥梁管理智能化水平，降低人工巡查成本。

本项目在灌江口特大桥管理中心设置 1 套。

### 3.3.3.5 巡检方案

#### 1、巡检频次

定期巡检：1 次/月，外观巡检；

除了常规的定期巡检外，支持自定义巡检频次，看针对汛期、台风等特殊情况前后的巡查，以及应急状况下的特殊巡查要求调整巡检频次。

#### 2、巡检时间

72 小时/座，根据桥梁类型、跨径进行精细化设计；

#### 3、覆盖范围

桥面、梁底、主塔、斜拉索、主拱等结构外观；

可取代部分人工检测工作，但是如支座、锚头底部等位置存在盲区，仍需人工巡检。

### 3.3.4 水下桩基巡检

#### 3.3.4.1 系统方案

本项目设置 1 套水下桩基巡检机器人，水下桩基巡检机器人设备含小型水下机器人、多普勒计程仪、前置式 2D 图像声呐、水下地形测量仪等。水下机器人巡查技术服务采用购买服务的方式，实现多次巡检积累丰富历史数据，能通过对比分析准确把握桥墩结构变化、病害发展等趋势，提前预判潜在风险，为维护决策提供有力支撑，每年工作内容包含：按照业主需求定制巡查航线、巡查任务、巡查计划，自动生成、导出水下巡查报告。

### 3.3.5 平台应用软件

本系统本着“可兼容、可扩充、自定义”的原则，从系统动态演化的角度思考系统架构，充分考虑未来可能的扩展和升级需求。通过预留标准化数据接口，能够满足“上级桥梁结构健康监测平台（包含但不限于部、省平台）”的需求和系统融合分析，辅助桥梁结构安全运维，将系统打造成真正能够长期服务于桥梁运营期监测，为桥梁大数据研究和应用提供基础架构支撑。平台包含：日常巡查、养护作业、病害管理、可视化输出及预警等模块。采用购买服务的方式，在服务过程还应对服务过程进行技术共享、服务期间培训相关技术人才。

## 3.4 桥梁结构监测子系统

### 3.4.1 轻量化监测方案

#### 3.4.1.1 主要监测点布置

结合桥梁结构特点、桥梁现状等，考虑现场情况及对原状尽量少的干扰影响，确定监测内容的测点个数及位置，测点布置图，以下给出系统的监测内容及相应的测点数量详情：

表4-1 各桥梁轻量化监测内容与测点数量

序号	桥梁名称	桥梁中心桩号	拟选择监测项	设备型号	设备数量
1	G228 翻身河大桥	K3028+040	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	12
				基准靶	2
			视频抓拍监测	高清摄像头	1
2	北八滩渠大桥(上行)	K3040+699	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	1
				目标靶	4
				基准靶	1
			视频抓拍监测	高清摄像头	1
3	夸套河大桥	K3058+641	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	12
				基准靶	2
			视频抓拍监测	高清摄像头	1
4	八丈河桥	K3065+806	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	8
				基准靶	2
			视频抓拍监测	高清摄像头	1
5	运粮河桥	K3072+855	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	12
				基准靶	2
			视频抓拍监测	高清摄像头	1
			车辆/船舶撞击监测	多元感知终端	2
桥下空间视频监控	高清摄像头	2			
6	罗布港桥	K3082+557	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	12

序号	桥梁名称	桥梁中心桩号	拟选择监测项	设备型号	设备数量
				基准靶	2
			视频抓拍监测	高清摄像头	1
			车辆/船舶撞击监测	多元感知终端	2
			桥下空间视频监控	高清摄像头	2
7	利民河大桥	K3097+096	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	12
				基准靶	2
			视频抓拍监测	高清摄像头	1
			车辆/船舶撞击监测	多元感知终端	2
			桥下空间视频监控	高清摄像头	2
8	规划利民河桥	K3103+905	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	12
				基准靶	2
			视频抓拍监测	高清摄像头	1
			车辆/船舶撞击监测	多元感知终端	2
			桥下空间视频监控	高清摄像头	2
9	西潮河大桥	K3123+864	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	12
				基准靶	2
			视频抓拍监测	高清摄像头	1
10	主线跨 S332 大桥	K3157+944	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	8
				基准靶	2
			视频抓拍监测	高清摄像头	2
			车辆撞击监测	多元感知终端	2
			桥面路面状态检测	路面状态检测器	1
11	大丰港疏港航道大桥	K3160+641	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	6
				基准靶	2
			视频抓拍监测	高清摄像头	2
			车辆/船舶撞击监测	多元感知终端	2

序号	桥梁名称	桥梁中心桩号	拟选择监测项	设备型号	设备数量
			桥面路面状态检测	路面状态检测器	1
			桥下空间视频监控	高清摄像头	2
12	三港调度河大桥	K3166+458	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	12
				基准靶	2
			视频抓拍监测	高清摄像头	1
			车辆/船舶撞击监测	多元感知终端	2
			桥下空间视频监控	高清摄像头	2
13	海堤复河大桥	K3177+722	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	12
				基准靶	2
			桥面视频监控	高清摄像头	1
14	南闸干河大桥	K3209+576	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	8
				基准靶	2
			桥面路面状态检测	路面状态检测器	1
			桥面视频监控	高清摄像头	2
15	方塘河大桥	K3229+304	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	8
				基准靶	2
			桥面视频监控	高清摄像头	2
16	海堤河大桥	K3235+436	主梁竖向位移监测	光电挠度仪	2
				目标靶	12
				基准靶	2
			视频抓拍监测	高清摄像头	1
			车辆/船舶撞击监测	多元感知终端	2
			桥面路面状态检测	路面状态检测器	1

### 3.4.2 桥梁视频监控

视频监控建设应充分利用既有路网监控等视频设施，不宜重复建设。经复核已有的视频点位、盐城市 2025 年普通国省道桥梁健康监测项目建设和本项目视频补盲后，可满足桥梁监控的需要。

### 3.4.3 系统维护与数据分析

#### 3.4.3.1 系统维护

##### 1、系统软件维护

(1) 软件系统日常检查包括以下内容：

a.每周 1 次远程巡检，每月定期维护，特殊情况下应急维护；

b.日常检查内容包括个软件模块功能工作状态检查、实施数据及历史数据检查、超限数据检查确认等；

c.在系统不停机状态下进行软件日常检查，确需停机维护操作的，在系统访问低谷时间段开展。

(2) 软件系统定期（专项）维护包括以下内容：

a.每月至少开展 1 次定期维护；

b.软件定期维护内容包括软件系统时间同步检查，磁盘存储空间检查及清理、数据库异地备份及软件运行日志检查等；

c.对于有配置参数修改、更正的维护操作，提前做好备份，并在维护完成后做好日志记录。

(3) 软件系统应急维护包括以下内容：

a.软件应急维护内容包括软件模块崩溃恢复、功能异常修复和数据异常更正等；

b.当发现软件功能故障时，及时进行确认和处治；

c.对于非软件因素造成的数据异常或中断等，联合硬件维护人员进行排查、修复并做好维护记录。

##### 2、系统硬件维护

所有硬件均为 5 年质保期，每年应对设备进行标定，保证监测设备使用精度。

(1) 硬件设施日常检查包括以下内容：

a.日常检查结合桥梁日常巡查工作开展；

b.系统的日常检查对巡查路线上监测设备的表观完好性及稳固性进行检查，并对巡查情况进行记录；

c.对巡查中发现的问题或系统软件反馈的问题，及时处置或通知专业单位进行处置，并对处置结果进行记录。

(2) 硬件设施定期（专项）维护和应急维护包括以下内容：

a.不低于每半年进行 1 次定期维护；

b.对监测传感器、采集设备等表观完好性进行检查；对设备及防护罩的固定情况以及传感器、采集设备与传输线路的接头紧固情况进行检查；

c.对现场采集站、监控中心内等易受灰尘影响的设备及机柜进行除尘处理；

d.对维护发现的问题 24h 内快速响应并进行处理。

#### 3.4.3.2 数据分析

##### 1、报警阈值

系统报警设计依据《公路桥梁结构监测技术规范》（JT/T1037-2022）11.3 相关条款设计报警阈值，并依据不同指标实现在线实时报警和离线报警。通过后期报警行为的有效性调整报警值，最终形成针对这些桥梁最为有效的报警指标与阈值系统。本项目桥梁结构监测预警阈值初步设定如下表所示。

表4-2 桥梁结构监测阈值设置（单位：mm）

序号	桥梁类型	报警内容	报警阈值		报警级别
			报警阈值	报警级别	
1	翻身河大桥	主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	8mm	二级
			达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	10mm	三级
2	北八滩渠大桥（上行）	主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	10mm	二级
			达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	12.5mm	三级
3	夸套河大桥	主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	6.4mm	二级
			达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	8mm	三级
4	八丈河桥	主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	16mm	二级
			达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	20mm	三级
5	运粮河桥	主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	8mm	二级
			达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	10mm	三级

序号	桥梁类型	报警内容	报警阈值		报警级别
		振动	10min 加速度均方根达到 31.5cm/s <sup>2</sup> 且持续时间超过 30min	31.5cm/s <sup>2</sup>	一级
			10min 加速度均方根达到 50cm/s <sup>2</sup>	50cm/s <sup>2</sup>	二级
6	罗布港桥	主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	8mm	二级
			达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	10mm	三级
		振动	10min 加速度均方根达到 31.5cm/s <sup>2</sup> 且持续时间超过 30min	31.5cm/s <sup>2</sup>	一级
			10min 加速度均方根达到 50cm/s <sup>2</sup>	50cm/s <sup>2</sup>	二级
7	利民河大桥	主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	8mm	二级
			达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	10mm	三级
		振动	10min 加速度均方根达到 31.5cm/s <sup>2</sup> 且持续时间超过 30min	31.5cm/s <sup>2</sup>	一级
			10min 加速度均方根达到 50cm/s <sup>2</sup>	50cm/s <sup>2</sup>	二级
8	规划利民河桥	主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	8mm	二级
			达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	10mm	三级
		振动	10min 加速度均方根达到 31.5cm/s <sup>2</sup> 且持续时间超过 30min	31.5cm/s <sup>2</sup>	一级
			10min 加速度均方根达到 50cm/s <sup>2</sup>	50cm/s <sup>2</sup>	二级
9	西潮河大桥	主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	8mm	二级
			达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	10mm	三级
10	主线跨 S332 大桥	主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	14mm	二级
			达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	17.5mm	三级
		振动	10min 加速度均方根达到 31.5cm/s <sup>2</sup> 且持续时间超过 30min	31.5cm/s <sup>2</sup>	一级
			10min 加速度均方根达到 50cm/s <sup>2</sup>	50cm/s <sup>2</sup>	二级
11	大丰港疏港航道大桥	主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	30mm	二级
			达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	37.5mm	三级
		振动	10min 加速度均方根达到 31.5cm/s <sup>2</sup> 且持续时间超过 30min	31.5cm/s <sup>2</sup>	一级
			10min 加速度均方根达到 50cm/s <sup>2</sup>	50cm/s <sup>2</sup>	二级
12	三港调度河大	主梁竖向位	达到 0.8 倍设计值	8mm	二级

序号	桥梁类型	报警内容	报警阈值		报警级别
	桥	移	达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	10mm	三级
		振动	10min 加速度均方根达到 31.5cm/s <sup>2</sup> 且持续时间超过 30min	31.5cm/s <sup>2</sup>	一级
13	海堤复河大桥		主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	8mm
		达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限		10mm	三级
		振动	10min 加速度均方根达到 31.5cm/s <sup>2</sup> 且持续时间超过 30min	31.5cm/s <sup>2</sup>	一级
			10min 加速度均方根达到 50cm/s <sup>2</sup>	50cm/s <sup>2</sup>	二级
14	南闸干河大桥	主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	16mm	二级
			达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	20mm	三级
15	方塘河大桥	主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	16mm	二级
			达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	20mm	三级
16	海堤河大桥	主梁竖向位移	达到 0.8 倍设计值	8mm	二级
			达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级超限	10mm	三级

表中报警阈值为根据有限元计算分析给出的理论值，实际设置由监测系统实施单位根据系统试运行、运维阶段对应监测数据统计值等进行修正后确定，特殊情况下考虑管养需求及通行管控进行调整。

2、结构健康度评估

桥梁结构健康度应包括结构整体健康度和结构构件健康度等级宜划分为 I 基本完好、II 轻微异常、III 中等异常、IV 严重异常四级，评定依据见下表：

表4-3 桥梁结构健康度评估评定依据

健康度等级	结构构件	结构整体
I基本完好	下述（1）中所列监测数据无超限	下述（2）中所列监测数据超限等级全部为一级或无超限
II轻微异常	下述（1）中所列监测数据超限等级一级	除塔顶偏位、锚碇位移、拱脚位移之外下述（2）中所列其他监测数据与分析结果超限等级仅有 1 项为二级、无三级
III中等异常	下述（1）中所列监测数据超限等级二级	下述（2）中所列监测数据与分析结果超限等级出现多项（2 项及以上）二级或 1 项三级；或当塔顶偏位、

健康度等级	结构构件	结构整体
		锚碇位移、拱脚位移出现 1 项或以上二级；或多项构件健康度中等异常
IV 严重异常	下述（1）中所列监测数据超限等级三级	下述（2）中所列监测数据与分析结果超限等级出现多项三级；或多项构件健康度严重异常

### 3、数据分析

#### （1）季度监测报表

根据系统开发的报表软件每季度进行监测数据分析处理，并提交季度监测报告。

#### （2）特殊事件分析处理报告

桥梁运营中发生的突发事件如船撞、台风、地震、特殊车辆过桥的事件，根据监测系统的监测数据进行结构安全性分析，并提交特殊事件分析报告。

### 3.4.4 施工技术要求

#### 3.4.4.1 实施总体要求

桥梁结构监测系统实施应科学合理，保证监测设备正常运行和使用寿命，确保监测数据准确、可靠。

桥梁结构监测系统实施必须严格遵守招标文件、设计文件和合同技术文件的相关规定。

桥梁结构监测系统实施必须按照《职业健康安全管理体系要求及使用指南》GB/T45001-2020 的相关要求，认真落实各项安全保障措施和环境保护要求。

桥梁结构监测系统实施，应按照施工工序，分别在前期准备阶段、现场实施阶段、质量检验阶段和交工验收阶段分别制定相关技术要求。

桥梁结构监测系统实施，除应符合本文件规定外，尚应遵守国家及行业现行有关标准的规定。

#### 3.4.4.2 实施前准备要求

##### 1、交底与现场勘查

系统实施前，建设单位应组织设计人员对施工单位和监理单位的相关人员进行设计交底。

系统实施前，施工单位应充分熟悉图纸，组织工程技术人员进行现场踏勘和实地测量，检查设计图纸与现场实际情况是否一致。

##### 2、安全方案申报

桥梁结构监测系统现场实施前，应由施工单位完成施工安全方案申报，获得监理单位或建设单位批准后方可进行现场实施。

桥梁结构监测系统施工安全方案申报内容应包括安全生产承诺书、安全组织机构、进场人员资质证书、三级安全教育培训、施工现场危险源分析、施工现场安全防护措施和安全事故应急预案等内容。

##### 3、组织设计评审

桥梁结构监测系统现场实施前必须完成施工组织设计，并报监理单位或建设单位审批，审批通过后方可进行现场实施。

施工组织设计中应包含完整的质量保证体系，保证每道工序按规范要求进行，确保工程质量。

施工组织设计中的工程进度计划应满足总工期要求，工序安排合理。

施工组织设计中应明确各分项、分部工程的施工方法和施工工艺。

施工组织设计中的管理人员和工程技术人员应与投标文件相符，如有更换，替换人员的资质应不低于被替换人员。

施工组织设计中的施工机械设备的数量、型号、规格、生产能力和完好率应与投标文件相符。

施工组织设计中应明确环保、文明施工的管理措施和方案。

##### 4、设备进场报验

材料、设备进场检验应在建设单位或监理单位监督下进行，并保存完整的开箱照片、影像资料和检验记录。

材料、进场设备名称、型号和数量必须与合同文件一致，合格证书、标定证书、铭牌标志等质量证明文件齐全。

材料、设备进场后应按材质、型号和规格进行分区和分类保管，存放位置应通风干燥，存放时间不应超过产品保质期。

监测设备应设置耐久防水二维码，现场扫码应能查询生产厂家、产品型号、生产日期

等信息，便于过程检测、验收、资产入库和长期运维。

#### 5、申请

现场实施前，施工单位应完成进场人员资质申报、施工机械进场计划申报和施工材料、设备的进场报验。

现场实施前，施工单位应完成对现场人员的施工技术交底。

施工单位在完成所有准备工作后，向建设单位或监理单位申请开工，获得批准后方可进行现场实施。

### 3.4.4.3 现场实施要求

#### 1、结构监测系统工程划分

桥梁结构监测系统实施宜按分项工程、分部工程和单位工程逐级开展相关工作。

工程桥梁结构监测系统工程宜分为传感器系统、数据采集与传输系统、数据存储与显示系统、软件系统和系统试运行五个分部工程，分别制定相关技术要求。

#### 2、传感器系统实施要求

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  $1^\circ$ ；对于有平整度要求的传感器，倾斜角应小于  $1^\circ$ 。

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。

#### 3、数据采集与传输系统实施要求

数据采集工作站施工要求：

a)外站位置分布合理，安装稳固端正，无伤残痕迹；

b)外站机柜尺寸、防腐措施满足设计要求；

c)外站机柜内接线端子和接插座安装规范，强、弱电区分明确，金属机箱与接地端连接可靠；

d)机柜整体密封性能良好，柜内无积水、尘土，机柜内宜安装温度控制系统；

e)机柜内设备分布合理，布线整齐、捆扎牢固，标识清晰；

f)机柜内供电应满足《供配电系统设计规范》GB50052-2016 的要求，设备工作状态正常；

g)外站防雷接地应符合《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343-2012 的要求。

线缆敷设施工要求：

a)防火电缆应单独穿金属管或敷设在防火桥架内，桥架需刷防火涂料。走线管道、桥架安装应符合《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》GB50168-2018 的规定，

b)电缆桥架、穿线管等应选用防火材质。避免线缆直接暴露在易燃环境中。成束敷设时，电缆间距需满足散热要求，防止局部过热（如间距 $\geq$ 电缆外径的 2 倍）。

c)线缆敷设应符合《电缆敷设国家标准》GB 50217-2018 的规定；

d)线缆敷设位置不宜有腐蚀性物质排放、强磁场或强电场干扰，当无法避免时应采取防护或屏蔽措施。

e)线缆敷设前应进行外观检查，线缆上厂名、产品型号和额定电压连续标识清晰，线缆外护套无伤痕、破损；敷设时应平直整齐、固定可靠；敷设后在线缆起始位置和终点位

置应有清晰铭牌。

f) 线缆敷设前应检查电缆的防火性能检测报告（如阻燃、耐火、低烟无卤认证）。推荐使用阻燃 A 类（ZRA）或防火电缆（如 BTTZ）。

g) 光缆敷设应符合《商业建筑电讯布线系统标准-第 3 部分光纤布线部件标准》的要求；

h) 光缆敷设前应进行外观检查和导通测试，敷设时光缆弯曲半径不应小于光缆外径的 15 倍；

i) 光缆接续应采用专用设备熔接，熔接损耗应小于 0.3dB。

网络通讯施工要求

a) 网络通讯设备工作状态正常；

b) 网络接线符合设计要求；

c) 数据传输时延、光信号衰减等指标满足 EIA/TIA568 规范要求；

d) 数据传输误码率  $BER \leq 10^{-8}$ 。

4、数据存储与显示子系统实施要求

硬件设备安装位置的环境温度、湿度控制应满足《电子信息系统机房设计规范》

GB50174-2008 的要求；

系统供电应满足《供配电系统设计规范》GB50052-2016 的要求，强、弱电区分明确；

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

服务器机柜及其设备安装稳固端正，无伤痕，接线端子和接插座安装规范，标识清楚；

机柜内设备分布合理，裸露金属部分无锈蚀，柜内布线整齐、捆扎牢固，标识清晰。

5、软件系统施工要求

软件系统设计应符合《信息安全技术-信息系统通用安全技术要求》GB/T20271-2016 的规定；

软件系统测试应符合《计算机软件测试规范》GB/T15532-2016 的规定；

软件系统文档编制应符合《计算机软件文档编制规范》GB/T8567-2006 的规定；

数据采集与传输软件技术要求

a) 数据采集与传输软件应采用模块化设计，根据不同类型的监测设备进行选择、配置。

b) 数据采集与传输软件应保存运行状态文件，记录软件运行情况和错误代码。

c) 数据采集与传输软件应具备较强的鲁棒性，在网络过载或个别硬件设备故障等情况下，能够不崩溃，不影响其他设备的数据采集与传输。

d) 动态同步采集时，各传感器同步精度应小于 10ms。

e) 静态同步采集时，各传感器同步精度应小于 30s。

6、数据存储与显示软件技术要求

a) 数据存储与显示软件应具有原始数据保存功能，存储的原始数据精度不低于传感器的分辨率，原始数据存储时间不小于 1 年，到期后进行备份、存档。

b) 数据存储与显示软件应将预处理后的统计数据入库，动态数据库中的统计数据宜永久保存。

c) 数据存储与显示软件应作为统一的数据出口，实现多用户操作及数据共享。

结构状态评估和预警软件技术要求

a) 评估软件应综合判断环境因素和结构损伤状态，评估结构性能退化的征兆和趋势，实现对日常管理养护工作的指导。

b) 评估软件宜按照权重比例，对桥梁上部结构、下部结构和附属结构三部分的安全状态进行评分。

c) 预警软件应采用分级报警机制，实现特殊事件报警功能。

7、试运行要求

系统试运行时长无相关规定时不得少于 90 天；

试运行期间，平均无故障运行时间应大于总时长的 95%。

试运行期间，数据缺失率应不大于 5%。

#### 3.4.4.4 质量检验要求

1、质量检验与评定参与单位

桥梁结构监测系统施工质量检验与评定应由建设单位、监理单位、设计单位、施工单位共同参与完成。

2、质量检验与评定办法

桥梁结构监测系统施工质量检验与评定应按分项工程、分部工程和单位工程逐级进行，分别进行评分，并以相应工程的评分结果核定质量等级，质量等级分为合格与不合格。

施工单位在各分项工程完工后进行自检，自检合格率达到 100%后，报请监理单位进行分项工程施工质量检验与评定。

监理工程师进行分项工程质量检验时应对各类型监测设备进行抽检，抽检比例不少于同类设备总量的 10%且不少于 1 个。

分项工程质量等级评定宜按分项工程质量检验评定表中所列的基本要求、检查项目和外观鉴定的要求进行评分，分项工程评分值不小于 90 分者为合格，小于 90 分者为不合格。评定为不合格的分项工程，经修改、返工、复调，满足设计要求后，可以重新进行评分。

分部工程质量等级评定时，所属各分项工程全部合格，则该分部工程评为合格，所属任一分项工程不合格，则该分部工程为不合格。

单位工程质量等级评定时，所属各分部工程全部合格，则该单位工程评为合格；所属任一分部工程不合格，则单位工程为不合格。

建设单位在对承包人和监理工程师进行的工程质量检验和评定进行审定的基础上，联合设计单位与监理单位成立项目交工验收委员会，组织工程的交工验收。

### 3.4.4.5 交工验收要求

#### 1、般要求

桥梁结构监测系统验收应在试运行期满完成试运行报告后，由建设单位组织成立验收委员会，开展相关验收工作。

桥梁结构监测系统验收宜按下列程序依次进行：

- (1) 确定验收委员会成员，明确验收组长；
- (2) 召开验收会，宣布会议议程、验收委员会成员和验收标准；
- (3) 各单位汇报项目实施情况（建设单位汇报项目执行报告、设计单位汇报设计总结报告、施工单位汇报施工总结报告、监理单位汇报监理总结报告）；
- (4) 验收委员会查阅项目文件资料，进行项目内业资料审查、验收；
- (5) 系统功能演示，验收委员会对桥梁结构监测系统进行功能验收；

(6) 验收委员会内部讨论，形成验收意见；

(7) 验收委员会宣读验收意见，建设单位签发交工验收证书。

验收不合格的项目应在 6 个月内完成整改并再次组织验收，未通过验收的工程不得交付使用。

#### 2、硬件验收

硬件验收应包含以下内容：

(1) 进场设备材料的数量、规格型号、技术参数等与合同文件、设计文件的一致，合格证、质保卡、说明书及出厂检验报告齐全；

(2) 传感器安装位置正确、牢固、端正，表面平整，与结构物接触面紧密，采取了必要的防腐防护措施，信号线按要求连接到位；

(3) 数据采集设备处于正常工作状态，机柜内电力线、信号线、元器件等布线平直、整齐、固定可靠，插头牢固，标识清晰。出线管与箱体连接密封良好，机柜内无积水、尘土、霉变；机柜接地连接可靠，接地引出线无锈蚀；

(4) 光电缆线路敷设与数据中心设备安装应满足《公路工程质量检验评定标准第二册机电工程》(JTGF80-2)的有关要求。

#### 3、软件验收

软件验收应包含以下内容：

(1) 数据采集与传输软件功能完整性和一致性检查，能够正常采集、存储、转发监测数据，各项功能指标满足设计文件要求；

(2) 数据处理与管理软件功能完整性和一致性检查，能够正常接收、处理、存储、转发监测数据，各项功能指标满足设计文件要求；

(3) 用户界面软件功能完整性和一致性检查，各软件模块功能满足设计文件要求，静态基础数据、实时监测数据、历史统计数据等各类数据准确、齐全；

(4) 软件整体请求响应速度、数据刷新率等性能指标满足设计文件要求。

(5) 软件由具备相关认证的第三方测评单位的软件测评单位进行软件测试，测试内容应包含单元测试、功能测试、性能测试、集成测试等，并出具《软件测试报告》，报告应详

细描述每个测试用例的测试结果，对于重大功能偏离、缺陷和逻辑错误，需经开发单位修复完善后再次提交测试，最终测试通过率应不低于测试用例总数的 95%。

#### 4、资料验收

资料验收文档的齐全性、规范性和一致性检查，应包含以下内容：

(1) 合同相关资料：合同协议书、招投标文件、系统设计文件等；

(2) 实施过程资料：系统施工图设计文件、系统变更资料；设备进场报验资料、监测设备设施安装记录、设备设施检验资料；软件需求规格说明书、软件设计说明书；监理资料；有关会议纪要；

(3) 交工验收资料：系统实施总结报告、系统竣工图、系统使用手册和系统试运行报告。

(4) 资料归档：桥梁结构监测系统项目资料归档应按照建设单位的项目文件编制办法进行组卷、归档。桥梁结构监测系统项目资料宜按下列内容进行组卷：

a) 综合卷：包括项目立项文件、项目招投标文件、合同文件、安全管理文件、计划管理文件等。

b) 设计卷：包括施工图设计、方案评审文件等。

c) 施工卷：包括施工组织设计、开工申请、设备进场报验文件、变更文件、施工日志、竣工图等。

d) 监理卷：包括监理规划、监理实施细则、会议纪要、施工质量检验评定文件和监理通知等。

e) 结算卷：包括计量文件、变更计量文件、工程决算书和审计报告等。

f) 验收卷：包括会议通知、议程、签到；项目执行报告；设计、施工、监理工作总结报告；交工验收意见；加工证书等。

#### 5、系统安全等级保护

系统平台安全性符合《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T22239）规定的第二级安全通用要求，应能够在统一安全策略下防护免受来自外部有组织的团体、拥有较为丰富资源的威胁源发起的恶意攻击、较为严重的自然灾害，以及其他相当程度的威胁

所造成的主要资源损害，能够及时发现、监测攻击行为和处置安全事件，在自身遭到损害后，能够较快恢复绝大部分功能。

#### 6、系统交接与培训

桥梁结构监测系统培训应包括下列内容：

(1) 系统总体情况介绍：包括系统组成、系统功能、系统日常管理注意事项、系统异常处理办法等。

(2) 系统硬件情况介绍：包括设备型号、安装位置、连接方法、参数设置方法、调试、维护注意事项等。

(3) 系统软件情况介绍：包括软件操作方法、安装调试方法等。

桥梁结构监测系统交接应包括下列内容：

(1) 内业资料交接：包括项目归档资料、项目施工过程中影像资料或图片、软件操作手册、硬件维护手册、系统运行报告等。

(2) 系统交接：确保现场管理人员正确使用系统各项功能。

### 3.5 路面长期性能观测点系统

#### 3.5.1 系统概述

路面使用性能变化受气候、地质、交通等多种荷载的综合作用，随着使用年限的增长而逐步衰减，以往的路面养护主要依靠工程师的经验，缺乏实时监测数据、轴载数据等的支撑，路面性能预测主要采用简单的数据简单回归，无法与真正影响性能变化的因子建立关联，适用性差；没有建立起基于性能最优和寿命周期成本最低的科学养护决策分析算法和模型，科学化、智能化水平低，养护成本高，无法支撑管理单位从更长的时间维度掌握整个路网的性能变化，制定科学化的养护规划。

通过长期、持续地观测路面在不同环境条件、交通荷载等因素作用下的性能变化，清晰地揭示路面长期性能的衰变规律，为深入理解路面材料、结构与环境之间的相互作用机制提供基础数据支持，有助于完善路面工程理论体系。

#### 3.5.2 设备功能

路基湿度传感器：可实现路基湿度状态的实时感知与数据处理，通过高精度传感元件

与专业分析模块，为路基健康状态评估提供科学依据，有效预防水损害引发的结构性病害。

**路面温度传感器：**针对路面温度环境，具备宽域温度感知能力与稳定的数据采集功能，可精准捕捉路面温度动态，为相关监测场景提供温度数据支持。

**交通荷载监测：**采用动态称重设备，对车辆进行自动分离；形成完整的车辆称重信息，包括车辆通过时间、轴（组）重、整车重、轴距、轴型、车速等数据。

**道路环境与交通态势一体化监测设备：**集成交通量调查站及气象观测站形成一体化监测设备组成，交通量调查站可实现车辆分类、车速测量、交通流量统计等。气象监测站用于监测交通调查站所在区域的气象环境条件，为交通数据的分析提供环境依据。

### 3.5.3 系统方案

#### 1、观测点

##### 观测点基本信息

- （1）观测点名称：射阳段 G228 K3062+385 下行、大丰段 K3161+750 下行。
- （2）观测点类型：一般观测点。
- （3）观测点桩号：K3062+385 下行、大丰段 K3161+750 下行。
- （4）观测方向及车道：下行，双向四车道。
- （5）路面结构：上面层：4cm Sup-13（改性）+下面层：8cm Sup-20+乳化沥青下封层+基层：36cm 水泥稳定碎石+底基层：20cm 低剂量水泥稳定碎石。

#### 2、传感器布设方案

结合《公路基础设施长期性能科学观测网 第 1 部分：建设规范》（JT/T 1504.1-2024）、交通运输部《公路路基路面长期性能科学观测网试点建设指南》，开展路面长期性能观测点建设。

### 3.5.4 观测点运行

按照《公路基础设施长期性能科学观测网 第 2 部分：观测规范》（JT/T 1504.2-2024）、《公路基础设施长期性能科学观测网 第 3 部分：数据汇交规范》（JT/T 1504.3-2024）、《公路路基路面长期性能科学观测网试点建设指南》要求和观测点分类，按照《公路路基路面现场测试规程（JTG 3450—2019）》、《公路技术状况评定标准（JTG 5210-2018）》等相关规

范，开展各项观测工作和数据汇交工作。

### 3.5.5 系统传输

本项目路面长期性能观测点系统采用两路传输，1 路利用 4G 传输通道传输至南京市公路事业发展中心公路科学研究所，1 路利用现状监控摄像机点位传输至盐城公路事业发展中心。

### 3.5.6 系统对接

观测系统与盐城公路综合管理平台无缝对接。包括对接需求的调研与方案设计、基础数据库的搭建、数据录入模块设计与开发、数据查询模块设计与开发、数据展示模块设计与开发、数据汇交模块设计与开发、测试与运行、运行期维护。

**对接需求的调研与方案设计：**分别了解盐城公路综合管理平台和观测系统的功能与使用；与需求方讨论使用需求；初步拟定对接方案；

**基础数据库的搭建：**主备数据库服务器的搭建，为海量观测数据的存储做准备；设计好数据库表，便于基础数据库的形成；

**数据录入模块设计与开发：**录入之前数据的完整性、及时性、一致性检查，保证数据的准确性。数据根据敏感程度分成共享数据、有条件共享、非共享数据。实时观测数据：利用数据采集器自动实现数据录入、删除、更新；周期性观测数据：手动录入或通过一定格式的文件自动导入；

**数据查询模块设计与开发申请模块：**提供数据申请查询的方式，如发送邮件申请或者网站填报申请等 **审核模块：**审核查询人的资格，决定是否给与查询权限

**数据展示模块设计与开发：**对于一定权限的用户，提供数据的条件查询功能，并能将查询到的数据生成文本文件、excel 或图片的格式。

**数据汇交模块设计与开发：**按照相关元数据标准，形成元数据；

制定汇交的进度计划；按照计划安排提交元数据测试与运行对各模块展开充分的测试，并试运行一个月，对性能和承载力进行评估和分析

**运行期维护：**当系统需要进行维护或建设方面的咨询时，提供一定的技术支持。

**长期性能：**5 年运营期数据分析、汇总、上报、年度考核等，对采集的数据进行统计

分析、汇总数据，按照交通部要求进行数据汇交，编写年度考核报告。

## 4 路网运行监测预警系统

### 4.1 系统综述

当前 G228 盐城段示范通道路网视频监控密度平均为 1.9 公里/处、I 类交调密度为 17.6 km/处，但部分路段仍存在监控盲区，无法实现视频在线巡查以及路网运行监测。路网运行与出行服务将公路监控、雷达等监测设备，运用机器视觉、异构数据融合等技术，构建多源感知的智能分析体系，全面提升 G228 示范通道的运行监测、风险预警、拥堵预判、重点车辆主动预警、应急指挥与智能调度能力。

### 4.2 多功能交通调查站子系统

#### 4.2.1 系统概述

为全面、准确、实时反映公路运行情况，促进公路数字化转型升级，交通部发布的《普通国省道交通调查能力全面提升工作方案》提出了新的目标和要求。该方案聚焦普通国省道，积极采用新技术、新方法、新装备，系统整合行业内外数据资源，按照“统一布局、分类实施、能融尽融、边建边用”的原则，推进多功能交通调查站的融合、升级与新建。

通过多功能交通调查站实现 G228 江苏段示范通道内交通情况实时监测。构建智能化公路交调采集体系，考虑国、省、县、乡、村公路交通分流影响，兼顾路网规划和交通出行特征，采用车牌视频识别技术，通过“升级+融合+建设”的方式，在 G228 江苏段示范通道路段新建或改造部分多功能交通调查站，实时监测通行车辆信息，形成覆盖全面、及时准确、功能多样的智能化公路交调采集体系。

#### 4.2.2 系统方案

本项目新建 3 处多功能交通调查站设备。

另外对现有的交通量调查站进行现状评价，选取 2 处已建成的部省级监测点位（设备老旧、故障频发、数据质量难以保障）进行升级改造。

具体点位设置如下：

表5-1 新建多功能交通调查站

序号	桩号	方向	区县	名称	建设类型
1	K3030+200	全断面	滨海县	G228 滨淮	新建多功能交通调查站
2	K3197+700	全断面	东台市	G228 新曹农场	新建多功能交通调查站
3	K3210+000	全断面	东台市	G228 弼港北	新建多功能交通调查站

表5-2 改造升级多功能交通调查站

序号	桩号	名称	设备类型	升级后设备	升级类型	升级原因
1	K3097+570	G228 黄沙港	微波+视频	激光+视频+车牌识别设备	升级多功能交通调查站	新建门架加装车牌，多功能交通调查站规划路段
2	K3187+810	G228 东灶	微波+视频	激光+视频+车牌识别设备	升级多功能交通调查站	新建门架加装车牌，多功能交通调查站规划路段

### 4.3 视频监控子系统

#### 4.3.1 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。

#### 4.3.2 系统功能

##### 1、视频控制

控制道路中监控点的前端设备，包括路口切换、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，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。

##### 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、机器视觉功能**

前端机器视觉摄像机自带算法模块，支持前端处理图像，包含检测如交通事件（指非周期性发生且使某段道路通行能力下降的事件）。为了预防和减少交通事件，及时有效地进行事故救援和处理，有效减少由于交通事件产生的交通延误及避免二次事故的发生，需要准确、快速地对交通异常事件进行检测和报警。交通事件检测摄像机利用先进的人工智能图像监测、跟踪识别、深度学习技术，针对普通国省干线场景，采用大量样本训练出深度神经网络模型，可准确检测异常停车、行人、逆行、交通拥堵和抛洒物等交通事件。

**4、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。

**4.3.3 固定监控点位方案**

本项目道路监控点位 100 处，其中固定监控点 98 处，2 处高空监控。详细布设点位详见下表。

**表5-3 固定监控点位设置一览表**

序号	点位名称	桩号	方向	序号	点位名称	桩号	方向
1	灌江口大桥南侧	K2992+550	下行	51	贺东村村委会南侧	K3110+500	下行
2	陈北支渠桥南侧	K2994+350	上行	52	翻身河交叉口南侧	K3111+500	下行
3	K2997+600 铁塔基站	K2997+600	上行	53	G228 黄尖服务区	K3113+220	上行
4	灌东盐场五七分场	K2999+000	下行	54	四分场四队北侧弯道	K3118+700	上行
5	灌东大道交叉口	K3000+080	上行	55	新洋农业试验站二队弯道	K3120+250	上行
6	71 大队弯道	K3001+600	上行	56	中东村委会交叉口北侧	K3122+380	上行
7	翠湖路交叉口弯道	K3004+000	下行	57	和平五组东侧	K3126+900	上行
8	陈家港交调站	K3006+294	上行	58	长南河北侧弯道	K3130+300	下行
9	黄海农场十三排河弯	K3007+800	上行	59	三龙服务区南侧	K3132+450	上行

序号	点位名称	桩号	方向	序号	点位名称	桩号	方向
	道						
10	淮八线交叉口北侧	K3009+800	上行	60	上海农场十四大队北侧弯道	K3134+600	上行
11	新东河交叉口南侧	K3012+500	下行	61	安斗线交叉口南侧	K3136+530	下行
12	陈李路交叉口南侧弯道	K3014+500	下行	62	上海农场十三大队南侧弯道	K3137+800	上行
13	黄海农场十一排河交叉口北侧弯道	K3016+000	上行	63	原陈线交叉口北侧弯道	K3138+950	下行
14	海港大道交叉口北侧弯道	K3019+100	上行	64	五卯酉河交叉	K3141+190	下行
15	省滨淮农场十八大队北侧	K3022+900	下行	65	海益线交叉口北侧	K3145+000	上行
16	通港路交叉口南侧	K3027+300	下行	66	海益线交叉口南侧弯道	K3146+800	上行
17	小街村七组弯道	K3035+850	上行	67	隆丰路交叉口北侧	K3149+600	下行
18	和尚庄北侧交叉口	K3036+880	上行	68	民丰路交叉口北侧	K3152+500	下行
19	张弓干渠北侧岔口	K3038+970	上行	69	元华路交叉口南侧	K3155+000	下行
20	堆西大沟交叉口北侧	K3039+850	下行	70	王大线西侧弯道	K3162+000	上行
21	场界河桥头北侧	K3041+850	下行	71	南王线交叉口南侧	K3164+100	上行
22	淮海农场三分场十六大队弯道	K3044+000	上行	72	三排河南侧	K3170+100	下行
23	倚干路交叉口南侧	K3045+800	上行	73	黑板桥南侧	K3174+400	下行
24	二支渠交叉口南侧	K3047+950	下行	74	麋兴线交叉口南侧	K3176+400	下行
25	K3052+700 铁塔基站	K3052+700	上行	75	川竹村七组交叉口北侧	K3178+450	下行
26	临曙线交叉口北侧	K3053+800	上行	76	草川线东侧弯道	K3180+500	上行
27	七分场三大队北侧	K3056+000	下行	77	川大线交叉口北侧	K3182+650	上行
28	七分场一大队交叉口南侧	K3057+100	下行	78	草海线交叉口北侧	K3184+550	上行
29	二支渠交叉口南侧	K3060+350	下行	79	川灶线交叉口北侧	K3185+600	上行
30	靶临线交叉口北侧	K3061+750	下行	80	四中沟南侧	K3188+000	下行
31	临金线交叉口南侧	K3062+700	下行	81	东灶线交叉口南侧弯道	K3190+900	上行
32	海堤线交叉口北侧	K3064+490	下行	82	三中沟北侧弯道	K3192+900	下行
33	滨海服务区南侧	K3067+000	下行	83	曙光路东侧弯道	K3194+400	上行

序号	点位名称	桩号	方向	序号	点位名称	桩号	方向
34	三乡河弯道	K3069+550	下行	84	新曹农场十一大队弯道	K3196+400	下行
35	四分场二十三大队北 侧	K3071+500	上行	85	新曹农场四大队东侧弯 道	K3199+600	下行
36	五分场二十八大队北 侧	K3073+700	下行	86	匡东管理区东侧弯道	K3201+000	下行
37	五分场二十七大队北 侧	K3074+800	下行	87	五中沟北侧弯道	K3203+300	下行
38	五分场二十五大队北 侧	K3078+600	下行	88	G344 交叉口北侧弯道	K3204+200	下行
39	二排河交叉口南侧	K3081+000	下行	89	G344 交叉口南侧	K3206+080	上行
40	农牧公司西排河西侧 交叉口	K3083+600	下行	90	三仓农场海堤河北侧	K3210+900	上行
41	沟滨居民点路交叉口 北侧	K3086+800	下行	91	海光路交叉口北侧	K3214+300	下行
42	射阳河大桥南侧	K3088+900	上行	92	海光路交叉口	K3215+200	上行
43	团塘村村委会南侧	K3091+000	上行	93	东兴高速南侧	K3217+500	下行
44	李五停车区南侧	K3092+990	上行	94	东邮线交叉口南侧	K3222+300	上行
45	海星路交叉口北侧	K3094+800	上行	95	通海路交叉口南侧	K3224+300	上行
46	发阳路交叉口南侧	K3098+500	上行	96	川新线西侧	K3226+600	上行
47	射阳盐场东区总送渠 北侧	K3100+800	上行	97	方塘河大桥北侧	K3228+500	上行
48	射阳盐场七支排水河 交叉口南侧	K3103+000	上行	98	X308 南侧弯道	K3231+600	上行
49	九支河交叉口南侧	K3105+100	下行	99	弼港工区南侧	K3233+100	下行
50	贺丰十二组岔口南侧	K3107+000	上行	100	海堤河大桥北侧弯道	K3234+800	上行

#### 4.4 智能机箱

设备机箱是用于放置相关网络连接配件及电源模块，由自动重合闸、空开、插座、电源防雷器、网络数据防雷器、网络传输等设备及箱体部分组成，现有的普通机箱在功能上只能采用手动切换空开的方式，且不具备各机箱状态、设备用电状态等情况的监测，功能较少，同时机箱内组件的布局没有合理规划，走线较为杂乱，发生故障时，存在故障诊断慢、维修人数多、维修效率低、维修成本高等缺点。为解决传统机箱的缺陷，本项目除了新建点位全部使用智能机箱，另外对现有的 115 处固定监控、车牌识别站、可变情报板、

设备汇聚箱等点位的机箱进行更换，更换为智能机箱。

#### 4.5 智慧巡检平台扩容方案（视频事件分析）

本次需在响水县、滨海县、射阳县、大丰区、东台市、市公路中心各新增部署 1 套 AI 视频交通事件检测器，用于接入 G228 盐城段沿线所有监控进行视频 AI 分析。

本项目所增设的 AI 视频交通事件检测器需与现有的盐城公路智慧巡检平台兼容，数据标准符合《江苏省普通干线公路机器视觉事件检测平台接入方案》数据字典规范要求，匹配盐城公路智慧巡检平台数据库，AI 检测出的事件可通过盐城公路智慧巡检平台实现告警信息推送、事件稽核、信息发布至智慧路网云控平台等事件处置全流程操作，同时还应支持事件分类查询及统计功能，支持数据备份管理，数据存储不少于 6 个月，支持自动推送数据至智慧路网云控平台或其它指定 IP 地址，实现数据融合应用能力。

#### 4.6 视频管理接入要求

原有平台设置了 2 台监控视频综合管理设备，内含 2000 路视频通道接入管理。实现了路网人员能快速查询、调用路网监控视频，提高路网调度效率，实现所有已建及新建视频监控接入管理，实现基础视频调阅浏览、录像回放等相关应用。本项目新建视频接入现有的视频管理平台。

#### 4.7 视频存储扩容

根据现状调研及业主需求，本次存储扩容设计将在响水、滨海、大丰和东台各新增 1 台 24 盘位的 NVR 用于本次新增视频的存储。另外考虑设备的视频上云设备和新增 NVR 设备新增 1 个机柜和 10KVA UPS（后备时间 2 小时）一台。

#### 4.8 视频上云

考虑到实际使用需求且视频点位分散在各区县，另外现有的视频上云节点不满足视频上云网关应具备并发传输不少于 100 路 128Kbps(25 帧、CIF 分辨率)或不少于 30 路 1Mbps，或不少于 15 路 4Mbps 视频流的能力。因此本项目在响水、滨海、射阳、大丰、东台各增加 1 台 200 路上云网关，另外响水公路事业发展中心现有的视频上云防火墙已过保，本次

进行更换，同时调整各市县现有的视频上云区域的网络架构，调整方案详见第 10 章节通信系统设计部分。

## 5 恶劣气象通行安全预警系统

### 5.1 系统综述

G228 江苏段示范通道里程长、路况复杂，涵盖桥梁、隧道、城镇段等多种路段，面临恶劣天气、交通事故、设施碰撞等多重安全风险。为提升公路全场景安全应急保障能力，构建安全应急服务终端体系，整合恶劣气象行车诱导、智能冰雪监测、交通护栏碰撞预警、无信号交叉口预警、匝道分合流等场景，通过多种技术实现高效安全应急服务管理，有效降低各类突发安全事件对公路通行的影响，全力保障示范段服务人民群众的生命财产安全与路网的运行畅通。

### 5.2 恶劣气象行车诱导子系统

#### 5.2.1 系统概述

2018 年交通运输部、应急管理部、公安部三部门联合发布了交办运〔2018〕74 号文件《道路运输安全生产工作计划（2018 年~2020 年）的通知》明确提出“积极做好主动智能防控技术的推广应用，利用大数据提升决策支持水平，加大交通应急科技应用推广智能引导系统。”

恶劣气象行车诱导系统通过能见度检测仪、视频监控、多车同点降速报警、气象监测站等获取能见度及相关气象数据，为团雾天气事件感知及预测提供数据支撑。在团雾区域内的路侧智能诱导灯可以发出灯光警示，保证在团雾天气下能显示出道路轮廓边界，同时声光报警器发出声音警报，进行声光伴行警示，最大限度保证雾区内车辆安全通行。

#### 5.2.2 系统功能

##### 5.2.2.1 行车安全智能诱导功能

行车安全智能诱导系统根据能见度、天气现象（雨雪等）、现场交通事件等实时监测数据或交通事故与施工作业管控需求，可启动道路轮廓强化、行车主动诱导、防追

尾警示、事故施工保障等多重工作模式，满足不同天气与交通状况下的交通安全引导与事故预防需求。除个别人工干预情形外，系统完全处于智能化自主运行状态，并根据天气与交通环境条件，采用适合的工作模式，启动最优的系统工作参数。需要指出的是，系统并非一直处于特定模式的工作状况，通常白天无道路交通高影响天气时，系统处于关闭模式，设备处于低功耗待机状态。

道路轮廓强化功能：道路两侧的智能诱导装置呈黄灯常亮状态。

行车主动诱导功能：道路两侧智能诱导装置黄灯呈同步闪烁状态。

防止追尾警示功能：无车辆经过时，道路两侧智能诱导装置呈黄灯常亮状态；当有车辆经过时，车辆后方（上游）特定范围内的黄灯转换成红灯，形成一条随车辆前行的红色尾迹灯带，在标准中称为红色警示区间，用于动态交通环境下提示后方车辆其前方的交通状况。

事故施工保障功能：根据任一点的交通事故或施工作业位置，可人工手动开启特定范围内的智能诱导装置，使其处于黄灯或红灯同步闪烁状况，为交通事故发生点和施工作业区提供交通安全保障。

1、道路轮廓强化功能：当能见度大于 600 米，且环境照度比较低或夜间时，系统自动将黄色诱导灯常亮开启，道路两侧黄色诱导灯常亮，通过高反差的灯光标示道路轮廓。红色警示灯一直关闭。

2、行车主动诱导功能：能见度大于 300 米，小于 600 米时，系统进入诱导模式，自动开启黄色诱导灯并按照特定频率同步闪烁，从而使用动态灯光提醒驾驶员小心驾驶，标示道路线形，引导车辆前行，红色警示灯一直关闭

3、防止追尾警示功能：能见度小于 300 米时，系统进入防追尾警示模式，无车辆经过时，黄色诱导灯同步闪烁；当有车辆经过时，在车后一段距离的黄色诱导灯转换成红色警示灯，车辆驶过一定时间后（由车距控制策略确定），再由红灯切换为黄灯（红色警示区间会随着车辆向前移动），从而在车辆后形成一段尾迹灯，警示后车避免驶入尾迹区域，保持合理车距，以防止追尾等严重交通事故的发生。

4、控制逻辑

智能安全行车诱导系统基本控制逻辑图 1 给出了不同能见度条件下的系统基本控制策略，在能见度较好的情况且在夜间低环境照度下，开启行车主动诱导功能（视情况也可以采取道路轮廓强化模式），当能见度进一步降低到特定阈值后，不论环境照度条件，系统都将开发行车主动诱导功能，随着能见度条件的进一步降低，系统将自动切换至防止追尾警示模式，该模式下，无车辆通过时仍采用行车主动诱导工作模式。需要指出的是：不同环境条件下，系统工作的具体参数如发光亮度、闪烁频率等会有所差异，即便是处于相同工作模式下，为取得良好的诱导、警示、预警作用，系统需要自动的调整工作模式与工作参数；另外，系统启动不同工作模式及参数的环境条件阈值可以通过平台软件进行调整，本图给出的仅是一种典型的且可行的配置方案。行车安全智能诱导系统基本控制逻辑图 2 给出是除行车安全智能诱导系统基本控制逻辑图 1 外其他情况下的控制系统策略，控制策略主要是针对除雾天以外的其他交通高影响天气以及自动星历控制情形。

### 5.2.2.2 传感器接入功能

现场控制主机设备（数据预处理器）具备强大的外部传感器接入、数据采集分析处理与控制功能。视具体传感器与监控设备配置情况，现场控制主机设备可在其设置位置就近接入各类交通气象传感器、交流检测器、视频监控摄像机等。

### 5.2.2.3 通信功能

智能诱导装置之间采用 433Mhz 或附近频段无线通信技术，且具有容错能力和抗损毁功能，当连续 80 米范围内有智能诱导装置损毁时，不影响其它智能诱导装置的控制和使用。

现场控制主机设备与就近接入的传感器直接可根据需要采用 RS485、RJ45、CABBUS 等有线通信方式。

现场控制主机设备与行车智能诱导装置之间采用 LORA 无线通信技术。

现场控制主机设备与监控中心采用专网传输。当数据接入盐城公路智慧巡检平台，用户可通过任意上网终端设备或 APP 进行系统的访问与控制。

## 5.2.3 系统方案

### 1、灌江口特大桥

灌江口大桥是连接连云港（灌南）和盐城两市的东部桥梁。一旦发生事故，将造成严重经济损失和社会影响，因大桥距离黄海仅 7 公里，存在台风、温湿度变化大等不确定因素，易出现团雾，同时由于上下桥是长坡路段，且早晚易发生团雾，视线差，易发生交通事故。本次设计在 K2989+710~K2992+500（灌江口特大桥）及 K3179+000~K3182+000 路段设置智能行车安全诱导系统，公路两侧安装智能雾灯系统。这种系统能够根据雾气浓度自动调节雾灯亮度，形成清晰的车辆通行轨迹光带。这样不仅能照亮道路，还能提醒驾驶员注意路况，从而有效提高行车安全性。

### 2、K3179~K3182 路段

G228 大丰段沿线弯道数量较多，夜间及雨雾霾等恶劣天气状况下曲线路段的视认性不足，易发生事故，存在安全隐患。需加强对驾驶员视线的主动引导，通过设置主动发光设施引导道路方向，帮助驾驶员在视线不良的情况下明确地看到弯道的准确位置和方向、安全行驶。根据事故分析，G228 盐城段 52%的伤亡事故发生在晚上，62%的伤亡事故发生在路段，而弯道路段发生事故的风险较高。该路段位于 G228 大丰段中段，2019 年-2021 年在此路段发生了 4 起碰撞运动车辆事故（2 起发生在晚上），共造成 2 人死亡、5 人受伤。在此路段设置，提升夜间以及大雾等视线不良环境下行车安全性。

## 5.3 智能冰雪监测子系统

### 5.3.1 系统概述

冬季低温天气下，桥梁、陡坡等路段易因路面结冰引发车辆打滑、追尾等事故，严重影响公路通行安全。为保障 G228 江苏段示范通道重点路段在冬季的安全畅通，引入智能冰雪监测路面信息采集设备。通过在路侧安装传感器，对路面温度进行实时检测，同时通过视频监控系统，实时监控桥面坡路的下雪情况，可有效提升冬季道路养护效率，降低因路面湿滑引发的交通事故风险。另外考虑到本项目路段恶劣天气的监控，本项目在 G228 入海水道、灌溉总渠特大桥设置集成式交通气象监测仪，基于气象风险阈值，提供团雾预警、道路横风预警、低能见度预警、路面湿滑预警产品。以图层叠加的形式展示，主要对

12 级以上大风等恶劣天气进行预报和预警。

### 5.3.2 系统功能

路面信息采集子系统，可实时感知路面温度、结冰程度等关键信息，并通过视频清晰记录路面实况并校准数据，为消冰融雪工作提供决策依据；系统采用遥感技术，利用光谱或微波对道路表面进行近距离遥测，能够区分道路表面的水、冰、雪等引起的特定波长的反射，从而实时监测路面的干湿、潮湿及覆盖物状态。能够对监测数据进行质控、分析及应用。具体功能如下：

实时监测路面状态能够实时监测路面的温度、湿度、积水、结冰、积雪等状态，以及路面的平整度、摩擦力等多项数据，为交通管理部门提供及时、准确的路况信息。测量路面参数除了基本的路面状态检测外，还能测量多种路面参数，为道路维护和修复提供数据支持。

预警交通安全风险在恶劣天气条件下，如雨雪、结冰等，能够提前预警，提醒驾驶员注意安全，减少交通事故的发生。系统一旦检测到极端天气或路面异常，会及时向管理部门和驾驶员发送预警，提前采取限速、封闭路段等措施。优化交通管理提供的数据可以帮助交通管理部门制定更科学的交通管理方案，如调整交通流量、设置警示标志等，提升道路通行效率。可联动摄像头，对监测数据超标画面进行视频抓拍，为交通规划、交通监管合理布局提供依据。

### 5.3.3 系统方案

根据调研，本项目在冬季降雨和降雪期间，道路均会发生不同层次的结冰现象，桥梁因悬空结构导致热量散失快，桥面温度比普通路面低 2-3℃，在气温接近 0℃且湿度较高时，更容易形成难以察觉的薄冰层。桥梁结冰不仅会导致车辆打滑、刹车失灵，增加交通事故的风险，还可能对桥梁结构本身造成损害。冰层在桥梁表面累积，会增加桥梁的荷载，长期以往可能引发桥梁的疲劳损伤，甚至导致桥梁垮塌。因此，及时准确地监测桥梁结冰情况，对于保障交通安全和桥梁结构的耐久性至关重要。因此根据项目桥梁的情况，本路段共 4 座桥梁（除 G228 入海水道、灌溉总渠特大桥）设置路面信息采集设施；G228 入海水道、灌溉总渠特大桥设置气象监测仪，气象监测仪应能够测量以下气象要素：公路交通安

全敏感气象要素：能见度、路面状况（含湿滑系数）、路面温度；常规气象要素：气温、相对湿度、气压、风速、风向、降雨现象（至少可识别有/无降雨）。

表6-1 桥梁情况表

序号	名称	桥梁中心桩号	桥梁长度	检测点位数量	接入系统	备注
1	灌江口大桥	K2900+294	4366	4	接入桥梁健康监控，与桥梁监控摄像机共杆安装	路面状态检测器
2	中山河大桥	K3017+601	791.28	1	接入桥梁健康监控，与桥梁监控摄像机共杆安装	路面状态检测器
3	通港一级跨线桥	K3090+378	539.7	1	接入桥梁健康监控，与桥梁监控摄像机共杆安装	路面状态检测器
4	主线跨 S332 大桥	K3157+944	658.3	1	随本项目桥梁健康监测系统安装	路面状态检测器
5	入海水道、灌溉总渠特大桥	K3051+809	1422.12	1	接入桥梁健康监控，与桥梁监控摄像机共杆安装	集成式交通气象监测仪

本项目采用非接触式路面条件的检测器，分别识别水，冰，冰水混合物，黑冰，雪，冰雪，霜等，并测量湿滑程度等路面状况。平均无故障时间 100000 小时。外壳为铝合金材料，防护等级达到 IP68，以保证在任何恶劣的天气条件下都能提供精准的数据。

遥感道面检测器可以使用数字通讯接口、模拟量电流输出和继电器状态输出，可以连接到任何 PC 或计算机系统。通过提供路面条件信息，遥感道面状态/温度传感器为道路管理部门提供帮助，在道路安全出现险情之前，提前做出对应措施。在埋入式路面传感器不便安装或不能安装的情况下，遥感道面检测器是佳选择，无需封闭道路，无需切割路面，安装安全方便，维护量少。其工作原理如下：

- 1、数据采集：传感器通过内置的传感器元件，实时采集桥梁表面的温度、湿度等关键数据。
- 2、数据处理：采集到的数据被传输至数据处理单元，进行滤波、去噪等预处理，以提高数据的准确性和可靠性。
- 3、算法分析：利用先进的算法对处理后的数据进行分析，判断桥梁是否处于结冰和积

水状态，并预测结冰和积水的趋势和程度。

4、预警与报警：一旦检测到桥梁结冰或存在结冰风险，传感器会立即触发预警或报警机制，通知相关部门和人员采取应对措施。

集成式交通气象监测仪采用一个微控制单元，在底层电路板级将多种传感器和多种通讯手段集成一体，满足能见度、路面状况、路面温度等公路交通安全高敏感气象要素同步监测的同时兼具常规气温、相对湿度、风速、风向、降雨现象等常规要素的监测。

表6-2 桥梁传感器表

序号	要素名称	传感器类型
1	路面状况	光学遥感路面类型传感器
2	能见度	前向散射式能见度仪
3	路面温度	红外遥感类型传感器
4	气温	集成数字式温（湿）度传感器 或铂电阻温度传感器
5	相对湿度	集成数字式（温）湿度传感器 或湿敏电容湿度传感器
6	气压	集成数字式压力传感器 或压敏电阻压力传感器
7	风速	超声波风速传感器
8	风向	超声波风向传感器
9	降雨现象	压电雨强传感器

备注：  
 (1) 降雨现象观测主要指自动观测并判别：有/无降雨。  
 (2) 路面状况是一项综合检测项目，它包括路面呈现的干燥、潮湿、积水、雪、冰、冰水混合等状态并给出路面湿滑系数。

集成式交通气象监测仪的测量性能指标要求见下表：

表6-3 集成式交通气象监测仪测量性能要求

测量要素	范围	分辨力	准确度等级/最大允许误差
路面状况	准确区分干燥、潮湿、积水、霜\雪、冰、冰水混合等 6 种路面状况，可反演输出湿滑系数		>90%
能见度	10~5000m	1m	± 50m（能见度≤500m） ± 10%（500m<能见度≤1500m） ± 20%（能见度>1500m）
路面温度	- 40~+80℃	0.1℃	± 0.5℃ @（-5℃~+5℃） ± 2℃（其它范围）
湿滑系数	0.01~1.00	0.01	\

测量要素	范围	分辨力	准确度等级/最大允许误差
气温	-40℃~+55℃	0.1℃	±0.5℃
相对湿度	10%~100%RH	0.1%RH	± 3%RH（≤80%RH）
			± 5%RH（>80%RH）
气压	500~1100hPa	0.1hPa	±0.5hPa
风速	0~60m/s	0.1m/s	±（0.5+0.03V）m/s （V表示当前风速值）
风向	0~360°	1°	±5°
降雨现象	至少可识别有/无降雨		

## 5.4 智能融雪除冰无人机

### 5.4.1 系统概述

智能融雪除冰无人机系统依托于现代无人机飞行平台，以先进的航线规划、远程遥控、视频回传和数据分析能力为核心，形成一套集监测、作业和反馈为一体的应急处置模式。它不仅能够在气象预警发布后快速响应，分钟级完成任务调度和航线生成，还能够在桥面结冰区域实施精准喷洒和定点作业，实现“按需投放、定量控制”的作业模式，避免资源浪费并显著提高融雪除冰效率，提升道路安全保障。

### 5.4.2 系统功能

无人机除冰融雪处置系统的功能定位涵盖了“快速响应、精准作业、安全保障、数据留痕和拓展应用”五大方面，其核心在于实现传统作业模式的辅助与优化。

### 5.4.3 系统方案

无人机除冰融雪处置系统的部署方案遵循“仓库—车辆—起飞点—作业—反馈”的完整链路设计，强调高效、规范和可复制性。

在仓库环节，设备与药剂统一存放和管理，形成标准化的库存清单，并配合定期维护和状态检查，确保出动时能够快速启用。

在运输环节，由专用车辆负责无人机及药剂的运送，车辆内部配置有车载供电和药剂保温功能，能够满足长时间低温条件下的现场保障需求。

抵达现场后，在提前踏勘并备案的临时起飞点进行设备布设与安全警戒，起飞点选址

需满足开阔、平坦、无遮挡等基本条件，并遵循空域和道路交通的合规性要求。

作业过程中，采用短航线与多架次模式，根据桥梁长度和积雪厚度进行分段作业，提高覆盖率和安全性。同时，任务编排器能够根据实时反馈动态调整航线、喷量和时间窗口，确保作业效果达到预期。

作业完成后，系统自动生成效果评估报告，包括厚度回落率、温度回升、湿滑改善度和覆盖均匀性等指标，并将数据回传至监控平台，形成闭环反馈。通过这一部署方案，系统能够在保障安全和合规的前提下，实现快速出动、精准作业和高效反馈，真正做到可推广、可复制、可持续。

本项目在盐城市 G228 灌江口大桥主桥和引桥各部署 1 台智能融雪除冰无人机。

## 5.5 护栏碰撞监测预警系统

### 5.5.1 系统概述

随着公路设施服役年限的增加，道路交通安全设施，尤其是护栏的安全性面临着严峻挑战。在事故易发的城镇道路上，护栏遭受撞击损坏后，若未能得到及时妥善的清理和修复，将会形成新的安全隐患。受损护栏不仅丧失原有的防护功能，而且可能会诱使其他车辆、行人误判路况，进而引发一系列次生事故。

### 5.5.2 系统功能

- 1、实时监测：实时感知护栏的倾斜、移位和震动情况。
- 2、自动报警：当检测到异常情况时，自动发送报警信息至管理平台，并联动附近路网监测摄像机，调出异常点位监控画面。系统可以在几秒内完成信息传输，让相关人员迅速知晓事故的发生地点、时间和大致碰撞力度等信息，以便及时采取救援和交通疏导措施，极大地缩短了事故响应时间，降低了二次事故发生的风险。

- 3、数据汇集与分析：对采集的数据进行汇集、存储和实时分析。

（1）精准定位事故位置：通过先进的传感器技术和定位算法，智能终端可以准确地确定碰撞发生的具体位置，提高了救援效率。

（2）数据分析：智能护栏碰撞监测终端可以收集和记录大量的碰撞数据，包括碰撞的时间、位置、力度、车型等信息。这些数据经过分析后，可归纳事故的发生规律、高发路

段和时段等。

- 4、远程管理：通过管理平台进行远程监控和管理。

### 5.5.3 系统方案

本项目在以下路段布设护栏碰撞监测预警系统，每隔 20 米安装，当车辆与护栏发生碰撞，传感器会迅速完成碰撞定位。

表6-4 护栏碰撞检测系统点位表

序号	桩号	临水类型	备注
1	K3089+000-K3089+320	下行临水	设置护栏碰撞监测预警
2	K3099+120—K3099+190	两侧临水	设置护栏碰撞监测预警
3	K3130+080-K3130+200	下行临水	设置护栏碰撞监测预警
4	K3132+910-K3133+010	下行临水	设置护栏碰撞监测预警
5	K3225+720~K3225+800	上行临水	设置护栏碰撞监测预警

## 6 出入口协调控制系统

### 6.1 非信控交叉口预警子系统

#### 6.1.1 系统概述

当前 G228 江苏段示范通道沿线存在穿越城镇路段，且车流量大，部分无信号交叉口存在较高碰撞风险。为提升公路的安全水平，为提升普通国省干线公路交通安全水平，以《交通强国江苏方案》为指导，以“小成本解决大隐患”为基本理念，以“风险分级、分层施策”为实施原则，对照国际先进，选取 G228 盐城段部分路段，采用国家重点研发计划项目《道路交通安全主动防控技术及系统集成》最前沿研究成果——全域交通状态感知、交通安全主动防控等技术，通过全域感知、边缘计算、声光预警等前端闭环技术，实现主线全天候、实时交通运行状态全息感知，实现主路、支路交通风险及隐患预警；为国省干线公路的智慧化管控提供高精度的感知单元，以期促进被动安全向主动安全转变，通过在主路和支路上分别安装设备对车辆和行人进行精准检测，采用发光标志提示等多种声光提示方式对主、支路车辆和行人进行相互预警提醒，使车辆在通过交叉口时，能够提前减速避让行人和非机动车，避免碰撞事故发生。

### 6.1.2 系统功能

将主路预警提醒设备和支路预警提醒设备结合在一起，达到主路、支路双向预警效果，降低事故黑点区域的安全风险，实现全天候交通安全智能警示。

#### 1、支路预警提示

当支路有行人或者车辆即将汇入主路时，检测触发单元会将过路信息发送至主路 LED 屏幕和主动发光标志，此时主路 LED 屏幕会显示“行人汇入”红色文字，红色闪烁提醒，交叉口警告标志会由黄色闪烁变为红色闪烁提醒，智慧发光路砖会同步闪烁，三重预警使主路来车提前获知前方路口状态，提前减速避让。

当支路无行人车辆汇入时，主路 LED 屏幕（市电供电）显示绿色“减速慢行”字样，交叉口警告标志牌会呈黄闪。

#### 2、主路预警提示

当检测到主路来车时，支路设备最大优先级显示“主路来车、注意安全”字样，语音设备同步播报；

当主路设备未检测到车辆时，支路设备显示“注意安全”，语音设备同步播报（语音文字内容可自定义调整）；语音设备同步播报。

#### 3、其他辅助预警

支路口设有主动发光同步发光道口标，光感控制，可同步闪烁发光，提醒主路驾驶员交叉口的存在，起到进一步的提示预警作用。

支路口设有主动发光停车让行主动发光标志，根据照度开启切换工作模式，白天不发光（充电模式），夜晚光线不足时，发光标志牌开启闪烁发光模式，对支路通行者起到提示作用。

### 6.1.3 系统方案

根据 G228 盐城段非信号控制交叉口存在的问题特点，本次示范工程将非信控路口按照重要性分为三个等级，重点路口、次要路口和普通路口，同时对三种等级的路口提出针对性的预警方案，不同方案的设备组成如下：

#### 1、重点路口预警系统

重点路口主要是通过根据近 4 年的交通事故情况，梳理出发生过亡人交通事故的路口，包含无信控交叉口、人非通道和右进右出交叉口类型。对该类路口配置的预警系统设施包括主路车辆检测、主路 LED 屏告知设备、支路行人和非机动车检测提示、主路车辆测速提醒、交叉口警告主动发光标志、行人过街主动发光标志以及主动发光道口标，通过对主路和支路双向检测，及时发现潜在的危险，然后联动相关设施进行预警提示，减少交通事故的发生。

##### (1) 正常通行的 T 型、十字型非信号控制交叉口

通过布设在主路和支路上的广域雷达检测器，检测主路、支路的车辆和行人，并通过信息显示、标志牌闪烁、显示车速等方式实现实时协同、多域警示的安全预警体系。从“监测需求、明确危情，主动预警、及时避让”导向出发，保障交通参与者“知危险，会避险”，最大限度降低交通事故发生的概率。

##### (2) 存在逆行情况的 X 型非信号控制交叉口

由于部分 X 型交叉口行人过街需要逆行一段距离，在交叉口未采取改造措施的情况下，在主路和支路上布设广域雷达检测器，检测主路、支路的车辆和行人。主路上通过 LED 屏显示“前方路口”字样提示车辆前方有交叉口；支路上通过语音以及发光道口标柱对支路的行人或非机动车进行提醒，最大限度降低交通事故发生的概率。

#### 2、次要路口预警系统

次要路口主要是通过根据近 4 年的交通事故情况，梳理出发生过人伤及财产损失但没有人员死亡的交通事故路口，也包含无信控交叉口、人非通道和右进右出交叉口类型。对该类路口配置的预警系统设施包括主路车辆检测、支路行人和非机动车检测提示以及主动发光道口标，通过对主路车辆检测及时发现支路过街行人及非机动车潜在的危险，然后联动相关设施进行预警提示，减少交通事故的发生。

#### 3、普通路口预警系统

普通路口是指仅 4 年未发生任何事故的路口，这类路口的特点是人流量较少，住户不集中，因此该类路口主要从夜间提醒的角度考虑是指主动发光标志，包括主路的行人过街主动发光标志提示、支路的停车让行主动发光标志和主动发光道口标。

根据事故数据分析和现场勘察，本项目非信控交叉口预警系统设置分类详见下表：

**表7-1 非信控交叉路口预警系统设置分类一览表**

序号	路口桩号	交叉口类型	交叉口等级设置分类	设置原因
1	K2998+165	无信控交叉口	普通	
2	K3007+225	无信控交叉口	普通	
3	K3008+200	下行右进右出	普通	
4	K3012+475	无信控交叉口	普通	
5	K3016+208	无信控交叉口	普通	
6	K3021+650	上行右进右出	普通	
7	K3023+140	下行右进右出	普通	
8	K3024+680	上行右进右出	普通	
9	K3027+980	上行右进右出	普通	
10	K3031+550	上行右进右出	普通	
11	K3031+730	下行右进右出	普通	
12	K3035+280	上行右进右出	普通	
13	K3035+280	下行右进右出	普通	
14	K3041+020	下行右进右出	普通	
15	K3044+810	下行右进右出	普通	
16	K3050+413	无信控交叉口	普通	
17	K3052+763	无信控交叉口	重点	被交路沿线村庄较多，行人、非机动车过街需求大，发生过亡人事故，机动车无法及时观察到来自被交路的非机动车，发生碰撞事故风险高
18	K3052+800	交通事故	普通	
19	K3076+058	人非通道	次要	主路车辆通行速度较快，且交叉口开口较大，被交路沿线村庄较多，行人、非机动车过街需求大
20	K3080+530	下行右进右出	次要	支路被两侧绿化遮挡，不能看清主路来车，存在较大安全隐患，属于事故易发路段
21	K3082+450	上行右进右出	普通	
22	K3084+580	下行右进右出	普通	

序号	路口桩号	交叉口类型	交叉口等级设置分类	设置原因
23	K3091+500	人非通道	重点	被交路沿线村庄较多，行人、非机动车过街需求大，近年来连续发生多起伤亡事故，属于事故多发点段
24	K3092+400	无信控交叉口	重点	被交路沿线村庄较多，行人、非机动车过街需求大，发生过亡人事故
25	K3105+520	下行右进右出	普通	
26	K3106+110	下行右进右出	普通	
27	K3110+400	无信控交叉口	重点	被交路沿线村庄较多，行人、非机动车过街需求大，发生过亡人事故
28	K3111+400	无信控交叉口	重点	被交路沿线村庄较多，行人、非机动车过街需求大，发生过亡人事故
29	K3113+550	下行右进右出	普通	
30	K3115+590	无信控交叉口	次要	主路车辆通行速度较快，且交叉口开口较大，被交路沿线村庄较多，行人、非机动车过街需求大
31	K3116+240	人非通道	普通	
32	K3116+728	人非通道	普通	
33	K3117+988	无信控交叉口	普通	
34	K3119+698	无信控交叉口	普通	
35	K3121+673	人非通道	重点	被交路沿线村庄较多，行人、非机动车过街需求大，近年来连续发生多起伤亡事故，属于事故多发点段
36	K3122+413	无信控交叉口	普通	
37	K3131+550	上行右进右出	普通	
38	K3133+658	无信控交叉口	重点	被交路沿线村庄较多，行人、非机动车过街需求大，发生过亡人事故，机动车无法及时观察到来自被交路的非机动车，发生碰撞事故风险高
39	K3136+483	无信控交叉口	次要	主路车辆通行速度较快，且交叉口开口较大，被交路沿线村庄较多，行人、非机动车过街需求大
40	K3139+133	无信控交叉口	普通	
41	K3140+108	无信控交叉口	次要	支路被两侧绿化遮挡，不能看清主路来车，存在较大安全隐患，属于事故易发路段
42	K3143+640	无信控交叉口	普通	

序号	路口桩号	交叉口类型	交叉口等级设置分类	设置原因
43	K3144+760	人非通道	普通	
44	K3146+438	无信控交叉口	普通	
45	K3148+200	上行右进右出	普通	
46	K3149+988	无信控交叉口	普通	
47	K3155+660	下行右进右出	普通	
48	K3156+140	无信控交叉口	普通	
49	K3162+285	无信控交叉口	重点	被交路沿线村庄较多,行人、非机动车过街需求大,发生过亡人事故
50	K3166+350	人非通道	重点	行人、非机动车过街需求大,近年来连续发生多起伤亡事故,属于事故多发点段
51	K3168+243	无信控交叉口	次要	支路被两侧绿化遮挡,不能看清主路来车,存在较大安全隐患,属于事故易发路段
52	K3171+595	无信控交叉口	普通	
53	K3176+990	下行右进右出	普通	
54	K3178+640	无信控交叉口	重点	被交路沿线村庄较多,行人、非机动车过街需求大,发生过亡人事故,机动车无法及时观察到来自被交路非机动车,发生碰撞事故风险高
55	K3179+490	下行右进右出	普通	
56	K3180+760	无信控交叉口	次要	货车主要通道,重车比例高,刹车距离长,容易导致路口交通事故
57	K3181+733	人非通道	普通	
58	K3187+388	人非通道	次要	主路车辆通行速度较快,且交叉口开口较大,被交路沿线村庄较多,行人、非机动车过街需求大
59	K3188+490	下行右进右出	普通	
60	K3190+153	人非通道	普通	
61	K3190+780	上行右进右出	重点	被交路沿线村庄较多,行人、非机动车过街需求大,发生过亡人事故
62	K3198+983	无信控交叉口	普通	
63	K3199+463	人非通道	普通	
64	K3201+728	人非通道	普通	

序号	路口桩号	交叉口类型	交叉口等级设置分类	设置原因
65	K3206+115	无信控交叉口	普通	
66	K3208+083	无信控交叉口	普通	
67	K3209+163	无信控交叉口	重点	被交路沿线村庄较多,行人、非机动车过街需求大,发生过亡人事故,机动车无法及时观察到来自被交路非机动车,发生碰撞事故风险高
68	K3209+850	下行右进右出	次要	支路被两侧绿化遮挡,不能看清主路来车,存在较大安全隐患,属于事故易发路段
69	K3211+863	无信控交叉口	普通	
70	K3215+088	无信控交叉口	次要	主路车辆通行速度较快,且交叉口开口较大,被交路沿线村庄较多,行人、非机动车过街需求大
71	K3223+115	无信控交叉口	普通	
72	K3224+655	人非通道	重点	被交路沿线村庄较多,行人、非机动车过街需求大,发生过亡人事故,机动车无法及时观察到来自被交路非机动车,发生碰撞事故风险高
73	K3227+378	人非通道	普通	
74	K3227+638	人非通道	次要	主路车辆通行速度较快,且交叉口开口较大,被交路沿线村庄较多,行人、非机动车过街需求大
75	K3228+778	人非通道	重点	被交路沿线村庄较多,行人、非机动车过街需求大,发生过亡人事故
76	K3231+026	人非通道	重点	被交路沿线村庄较多,行人、非机动车过街需求大,发生过亡人事故
77	K3231+288	人非通道	普通	
78	K3232+415	无信控交叉口	普通	
79	K3232+628	人非通道	次要	主路车辆通行速度较快,且交叉口开口较大,被交路沿线村庄较多,行人、非机动车过街需求大
80	K3233+813	无信控交叉口	普通	
81	K3234+053	人非通道	重点	被交路沿线村庄较多,行人、非机动车过街需求大,发生过亡人事故
82	K3235+545	无信控交叉口	普通	

## 7 智慧服务区

在智慧公路迅速发展的大背景下，江苏公路立足人民群众出行需求，提出提升服务区的社会效益和经济效益的“双提升”发展理念，结合本次数字化转型升级中对服务区智能化改造要求，通过在沿线服务区开展运行监测、智慧停车引导、加油排队/充电桩占用监测、多模式信息发布等建设，面向公路中心行业主管部门以及社会公众提供管理及服务支撑，便于管理者实时掌握全网服务区资源和安全运营状态，实现对全网服务区的运营及安全监管，全面提升对外服务体验感。并通过实时掌握服务区内交通流量、车辆状态等信息，支撑路网交通运行态势监测与重点车辆安全跨部门协同监管。

江苏省智慧服务区管理已在盐城市公路中心上线了一套针对全市 27 个普通公路服务区的统一管理平台，包含综合监测、运营监测和公众服务三大模块，实现了对服务区的经营管理、停车引导、流量分析、能耗监测等功能。对外通过“苏路 e 站”小程序向公众提供普通公路服务设施充电桩运行状态的查询功能。

目前，该系统只服务于盐城市范围内，未能涵盖全省普通公路服务区的管理范畴。以此次基础设施数字化转型为契机，依托省级服务设施管理系统进行升级智慧服务区管理模块，实现对全省服务设施的统一管理。

围绕数字化转型建设要求，智慧服务区主要包含智慧服务区管理、交能融合管理、服务信息对接和面向公众的苏路 e 站小程序。通过数字化技术实现全省服务区基础信息、运行状态、停车数据的管理，打造一体化服务体系；对光伏发电设备、充电设备运行数据实时采集，监控运行指标，确保光储充设备稳定运行；通过标准化数据接口实现与部级平台的自动汇聚；为公众打造服务设施快速分类查看、充电设施快速扫码使用的移动小程序，同时也为省市管理人员提供移动管理助手。

### 7.1 服务区概况

本路段全线设置 8 处服务区，详细情况详见下表：

表8-1 各服务区详细情况一览表

序号	市别	所属县（区市）	服务设施名称	桩号	充电桩	充电车位	加油站（有无）	是否获评省工会的司机之家	是否有餐厅	是否有汽修站	大车位(个)	小车位(个) 不含充电车位	危险品停车位	年车流量	年人流量
1	盐城市	响水县	G228 响水服务区	K3005+350	7	7	无	是	是	是	60	53	15	87235	154030
2	盐城市	滨海县	G228 滨海服务区	K3032+700	9	9	无	是	是	是	71	39	15	33580	35770
3	盐城市	射阳县	G228 射阳临海服务区	K3066+400	8	8	有	否	是	是	40	45	2	25550	30820
4	盐城市	射阳县	G228 射阳海通服务区	K3091+600	4	5	无	是	否	否	47	56	5	33580	35770
5	盐城市	亭湖区	G228 黄尖服务区	K3113+200	10	11	有	是	是	是	64	194	10	109500	127750
6	盐城市	大丰市	G228 三龙服务区	K3132+300	4	4	有	是	是	是	21	24	4	44530	54750
7	盐城市	大丰市	G228 大丰服务区	K3183+300	7	7	无	是	是	是	56	28	11	109500	292000
8	盐城市	东台市	G228 条子泥服务区	K3220+600	18	18	无	是	否	否	80	182	16	23725	31025

## 7.2 服务区运行监测系统

### 7.2.1 系统概述

视频监控应实现全景观察服务设施服务运营情况及车辆进出情况。服务设施监控主要反映停车场、出入口、充电区域、加油区、综合服务楼广场等区域车辆、人员流动及运营服务整体状况。

本项目根据服务区现有监控设施布设情况，对照布设原则进行补充。使用期限较长的监控设施，可以进行升级改造。同时通过利用智能摄像机实现对重点区域入侵实时预警，且支持人体入侵实时检测，过滤非人体（树叶晃动、光线影印、猫狗等）入侵误报。实现对服务区重点区域安全监控，对入侵行为进行预警提醒。通过与报警求助系统对接，实现当有报警信息时实时采集报警求助信息，并推送到智慧服务区系统平台。推送报警求助信息包括：设备 ID、设备名称、报警设备位置、报警时间、报警类型、报警级别、报警介绍时间、图片信息。

### 7.2.2 系统方案

#### 7.2.2.1 监控补盲

利用智能摄像机实现对重点区域入侵实时预警，且支持人体入侵实时检测，过滤非人体（树叶晃动、光线影印、猫狗等）入侵误报。实现对服务区重点区域安全监控，对入侵行为进行预警提醒。通过与报警求助系统对接，实现当有报警信息时实时采集报警求助信息，并推送到智慧服务区系统平台。推送报警求助信息包括：设备 ID、设备名称、报警设备位置、报警时间、报警类型、报警级别、报警介绍时间、图片信息。详细点位详见设计图表。

#### 7.2.2.2 传输方案

本项目所有新增外场摄像机设置 1 台工业以太网交换机，利用现有设备的备用光纤以星型的方式传至服务区三层以太网交换机（视频）汇聚后，接入上行的防火墙，然后利用现有的租用网络传输至所属市县公路事业发展中心。

部分新增点位附近没有现状设备，可通过敷设光缆至就近的监控设备处，利用已有光缆进行数据传输；距离较近的多个设备通过交换机组链进行数据传输。

视频监控系统网络传输信息延迟时间、网络传输带宽、网络传输质量应满足《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）等相关标准规范要求。

#### 7.2.2.3 视频管理、存储

本项目在服务区机房设置 1 套 NVR，服务区各区域视频监控系统实时更新数据，永久存储汇总数据，明细数据存储周期不少于 90 天。按 4M 码流，视频存储时间不少于 45 天。

1、网络硬盘录像机存储配置容量=码流/8×视频路数×监控天数×24 小时×3600 秒/1024/1024/0.9(磁盘格式化损失 10% 空间)=4Mbps/8×视频路数×90×24×3600/1024/1024/0.9=4.11TB×视频路数。

视频监控管理利用现有设备处理，在现有视频监控工作站上，安装硬盘录像机管理监视软件。

#### 7.2.2.4 视频分析

优先考虑服务区场区已有监控摄像机设备利旧使用，根据实际情况新增监控摄像机。前端监控摄像机捕获到的车辆图像通过传输网络汇聚车流信息到服务区场区车辆监测子平台进行智能视频分析，实现对服务区场区内车辆的全面监管，提供危险品运输车辆驶入提醒、车辆违规停放预警、车辆驻留超时提醒、危险品运输车辆管理等功能。

## 7.3 智慧停车引导系统

### 7.3.1 系统概述

为更好的服务公路驾乘人员，提升服务区的管理水平和服务水平，本方案通过实时采集服务区剩余车位数据，在服务区前方设置诱导屏发布动态信息，引导驾驶人合理选择停靠站点。

根据要求，服务区需要对停车位的使用情况进行监控，同时要及时将停车位的空余情况发布到分级引导显示屏上进行显示，各服务区的停车位分布情况如下：

对各型车位进行分区，不同的分区由不同的入口驶入，在行车路径的关键位置设置导流提示版，并辅以箭头指示对应不同的停车区域。

### 7.3.2 系统功能

#### 1、实时车位监测

根据服务区停车位规划，将车位信息录入车位监测管理子平台，通过车位检测识别设备实时采集车位占用状态，实现车位状态的实时监测和可视化展示，可区分不同区域的停车位类型。

#### 2、车位数据分析

对车位监测数据进行统计分析，包括车位利用率、车辆类型分布、停车时长等，当车位余量超过阈值时，向管理人员发出告警。可根据不同类型停车位占用情况和停放时长分析停车位使用情况，辅助管理人员对不同类型的停车位数量做出合理分配，提高服务区停车位利用率。

#### 3、与服务区车流监测系统联动

将车位占用时间等数据传输至服务区车流监测系统，对超过阈值时间停放的车位发出预警信息，可联动附近监控摄像机进一步查看车辆信息，支撑管理人员及时对车辆驻留超时进行管理。

#### 4、与服务区停车诱导系统联动

将车位占用数据和可用车位数据传输至服务区停车诱导系统，实现服务区可用车位信息发布和引导。

#### 5、危化品车辆管理

##### （1）危化品运输车辆驶入提醒

采用视频监控和图像智能分析识别技术，实时监测并识别进入服务区的危化品运输车辆，并通过电脑端弹窗或手机 APP 消息推送等方式向相关人员发出提醒，系统可通过广播语音提醒危化品运输车辆驶入专用停车位或指定区域，同时系统能够自动记录危化品运输车辆的驶入时间、车辆号牌以及停放位置等信息。

##### （2）车辆驻留超时提醒

当车辆在服务区内停留时间超过预设的阈值时，系统会触发超时提醒功能，通过电脑端弹窗或手机 APP 消息推送等方式向服务区管理人员发出提醒，以便管理人员对超时驻留车辆及时干预。

##### （3）危化品运输车辆管理

结合服务区出入口车流监测车辆信息，形成含车辆牌号、车身图片、驶入时间、驶出

时间、驻留时长等信息的危化品运输车辆台账，系统可以对长时间停放的危化品运输车辆进行区分预警，提醒现场工作人员及时巡查、排查，确保服务区危化品运输车辆安全管理工作落到实处。

### 7.3.3 系统方案

#### 1、服务区入口处

服务区主动式停车诱导系统可为主线段车辆提供服务区车位预知、预测信息，为已进入服务区的待泊车辆提供车位分区与剩余车位指引信息，从而缓解服务区停车流量不均衡现象，减少车辆在服务区的驻留时间，提高服务区停车周转率。

服务区主线可变情报板为待进入服务区的不同车辆提供停车区域指引信息。可变情报板布设在进入服务区匝道入口前方，将服务区车位信息发布至该可变情报板上，供公路上的司乘人员参考。本项目在响水、黄尖、大丰服务区驶入服务区前方设置一套 3×4m 全彩可变情报板进行车位信息的发布。

#### 2、停车区

##### （1）停车位检测

##### 1) 充电桩占用监测

新能源车充电桩实时监测系统由高清车牌识别设备进行支撑，满足记录通行车辆通过的全景特征图片和号牌图片，全景图片包含机动车前部（或后部）全貌、号牌、颜色、车型等信息，支持车牌识别并抓拍，检测前进或后退的车辆，能自动对车辆牌照进行识别，可抓拍无车牌的车辆图片。

具体设置方案见 8.3 章节。

##### 2) 其他区域

除了新能源车位监测，其他客货车位及危化品车位也要全部监测，通过在室外停车场安装车位检测摄像机，对停车位占用/空余状态进行实时检测，并上传后端平台对停车位信息进行分类统计，将信息发布至可变情报板上，从而对停靠车辆进行指引。

车位监测相机采用新增多功能杆安装或者新增的 10m 监控杆件安装，多个车位监测相机可以共杆安装，确保场区所有停车位监测覆盖。

##### （2）车辆违停检测

服务区常出现旅客不在规定车位停车的情况，严重影响服务区交通秩序，造成安全隐患。通过场区视频实时检测非停车区停车行为后，自动产生告警提醒保安人员及时处置。

本次在服务区设置视频分析服务器，利用人工智能视频分析技术，实现视频事件实时分析，视频分析内容包括：停车位占用、违规停车、人流量检测、人流密度检测、危化品停车区检测。

视频分析服务器采集的各项数据和自动发现的各类事件，直接上传服务区管理平台，用于数据统计分析和事件的联动处置。

### 3、服务区出口处

在服务区出口处、入口处安装车型识别设备，对进入车辆进行轮廓扫描获得车型信息，同时高清卡口对进入服务区、停车区的车辆进行车牌抓拍，通过软件将车辆检测信息与车牌信息进行处理，以获得车辆的完整信息。同时通过软件将进入服务区、停车区时的车辆信息进行匹配，判断是否为同一车辆，进而判断服务区、停车区内大小车位的使用情况，并将信息实时发布在停车位显示屏上。

本项目沿线共设置 8 个服务区，根据现场调研，响水服务区、海通服务区和大丰服务区已经设置了进出口高清卡口设备，另外三龙服务区由于其开放式特点，服务区出口与地方道路长距离搭接，不具备设置卡口的条件，因此以上 4 个服务区不在本次卡口改造范围，剩余 4 个服务区新增进出口卡口设备。

### 4、应用软件

管理系统软件平台，是一个基于服务器、操作系统、依托于数据库、架构于网络的服务系统，是出入口控制系统产品的中央管理平台。主要具备以下功能：

- 管理人员可对出入服务区、停车区的车辆数据进行查询；
- 系统可显示剩余车位的信息；
- 人工核对及修改空余停车位数量的功能；
- 抓拍车辆图片显示；
- 进出车辆图片关联；
- 实时过车信息显示；
- 系统日志显示；
- 软件开关闸；
- 设备连接状态显示；
- 人工核对及修改空余停车位数量的功能。

## 7.4 充电桩占用状态监测系统

### 7.4.1 系统概述

通过服务区新能源车位识别设备建设，以及与新能源充电桩运营方对接充电桩状态数据形式，实现充电桩的智能化管理以及流量较大服务区的充电桩车位违规占用情况监测提醒，提高充电效率，保障设备安全运行，同时结合入口信息发布设备及公众号、小程序等，进行充电桩剩余提醒，提升用户的充电体验。

### 7.4.2 系统功能

#### 1、充电桩实时占用监测及异常预警

基于数据采集及 AI 视觉分析，对车辆进场、充电中、充电完成离场的全流程进行联动管理，实时智能监测充电桩的占用情况，并对新能源车车辆火情等异常情况进行报警。

#### 2、充电桩占用统计

统计分析充电桩设备总数、占用数、空闲量、异常数；实时分析展示充电桩充电信息、告警信息；实时分析展示充电监控视频。

### 7.4.3 系统方案

按照 2 个车位或 1 个车位部署一台监控摄像机。通过车牌识别进行车位统计。通过这些设备抓拍进出服务区车辆信息，统计出入服务区的车流量、车型、进入时间、离开时间等数据，同时能通过智能分析提取车辆有效信息，包括车牌号码、车身颜色、车型、车标、车辆品牌、是否为新能源车辆等，并通过软件判断不同时段各车型在服务区内的停留时间、服务区内停留车辆数量、服务区的占有率等，通过数据的长期统计，判断服务区的充电车位规模是否满足要求。充电桩监测系统由新能源车位监控摄像机及软件系统组成。

## 7.5 多模式信息发布系统

### 7.5.1 系统概述

通过建设多功能集约型灯杆，集成多种监测设备、信息发布设备与控制终端，为服务区人员、车辆提供智能照明、视频监控、信息发布、环境监测等功能，全面提升对外服务体验感。

### 7.5.2 系统功能

多功能灯杆设备，集成多种设备，实现远程实时调整、监控所需播放内容，通过多功

能杆可变情报板进行信息发布；对服务区现场高清图像实时浏览、记录，了解和掌握监控区域的治安动态；通过网络广播能够实现紧急信息、通知、新闻等信息的发布，让群众及时有效地收到相关消息；支持服务区旅客进行手机充电。

### 7.5.3 系统设计

本项目结合响水和滨海 2 个服务区设置多模式信息发布终端，将多种功能集成到一根杆上，不仅减少广场地面杆件的数量，同时节约了线缆布设成本。本次集约型灯杆的主要功能是集成各类智能化终端，实现服务区公共服务，具体如下：

- 1、智能灯控，根据时间、自然光强度等情况智能控制灯光亮度；
- 2、视频监控，实现服务区外场视频可视化；
- 3、信息发布，广告推送与公告信息发布。

## 7.6 网络传输系统

本项目将复用服务区现有数据通信传输网络，传输外场设施的各类数据和视频。

本项目新增外场设备数据传输、图像传输优先复用现有传输光缆，若现有不符合本项目需求，则新增光缆传输。

## 7.7 网络安全

根据《江苏省普通国省道智慧服务区建设指南》的联网与数据安全要求。系统安全保护等级应满足国家信息安全等级保护相关要求，根据系统的应用、数据、技术架构，将相同保护等级的信息系统适当集中，划分为不同的安全信息域，有区别地进行系统安全保护。

服务区信息汇聚点不低于网络安全等级二级要求进行安全防护，其中安全通信网络、安全计算环境、安全区域边界三项不低于网络安全等级保护二级要求，确保智慧服务区管理服务系统网络安全。

本项目在每个服务区设备网部署下一代防火墙，配置入侵防御和防病毒模块，具备防御攻击、病毒检测的功能效果。从业务、用户、应用和行为的角度出发，实现安全控制、流量分类、攻击防护和 QoS 等业务功能，并且应具备深度包检测功能，能够识别并过滤恶意数据包，有效阻止病毒、木马等网络威胁的入侵。

防火墙应支持静态路由、动态路由协议（如 OSPF、BGP 等），以及基于策略的路由，实现网络流量的高效调度与优化。通过 QoS 策略，合理分配网络带宽，确保关键业务的优先传输。同时，应能提供用户策略、应用策略和行为策略等智能控制手段，能够有效提升网络出口边界、跨网络数据局传输的安全性、稳定性、可溯性。

## 7.8 服务区外场设备供电、防雷接地方案

### 7.8.1 外场设备供电方案

外场设备采用低压电缆穿管敷设的供电方式。供电线路采用放射式及树干式相结合的供电方式，室外电力电缆采用 YJV-0.6/1.0kV 型。

### 7.8.2 外场监控设施防雷、接地方案

#### 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。

本监控系统中直击雷防护对象主要有可变信息标志、信息发布屏、外场摄像机等构筑物，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。

#### 配置方案：

（1）对于可变信息标志、信息发布屏等重要设施进行直击雷防护，可选用响应快、保护范围大、无需维护的专用避雷针（如预放电型避雷针）。

（2）对遥控摄像机等小范围的物体进行直击雷防护，可选用常规的富兰克林避雷针。

#### 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  $N_g$ （或年均雷暴日  $T_d$ ）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 40KA（8/20 波形）的三相多脉冲电源过电压保护器作为首级防护；选用最大放电电流为 20KA（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、UPS 进线出线、外场配电箱、外场监控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。

配置方案：

(1) 在变电站低压出线入总配电柜和上位机前每路安装复合型防雷器件组，作为首级防护；

(2) 在电源室出线、UPS 出线端（引至室外）每路加装具有两级保护的复合型防雷器件组，具体应根据实际情况进行配置；

(3) 按现场实际情况可在各场内或场外设备电源进线口加装具有两级保护的单相复合型防雷器件组。

3、信号防雷

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。

配置方案：

在监控外场设备的信号线两端安装网络信号过电压保护器。

4、接地方案

所有外场设备均做联合接地，其接地电阻  $\leq 1\Omega$ 。

其他要求按《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010），《民用建筑电气设计标准》（GB 51348-2019），《数据中心设计规范》（GB 50174-2017），《民用闭路监视电视系统工程技术规范》（GB 50198-2011），《高速公路机电系统防雷技术规范》（GB/T 37048-2018）等执行。

7.9 服务设施管理平台

公路服务设施子系统将通过统一门户及权限管理，实现对全省服务区、养护工区内服务设施的管理、状态查询、数据分析等数据查看，从管理上满足省级管理用户实

现对“省-市-路-服务区”多层视角及数据联动展示的需求。

7.9.1 总体设计

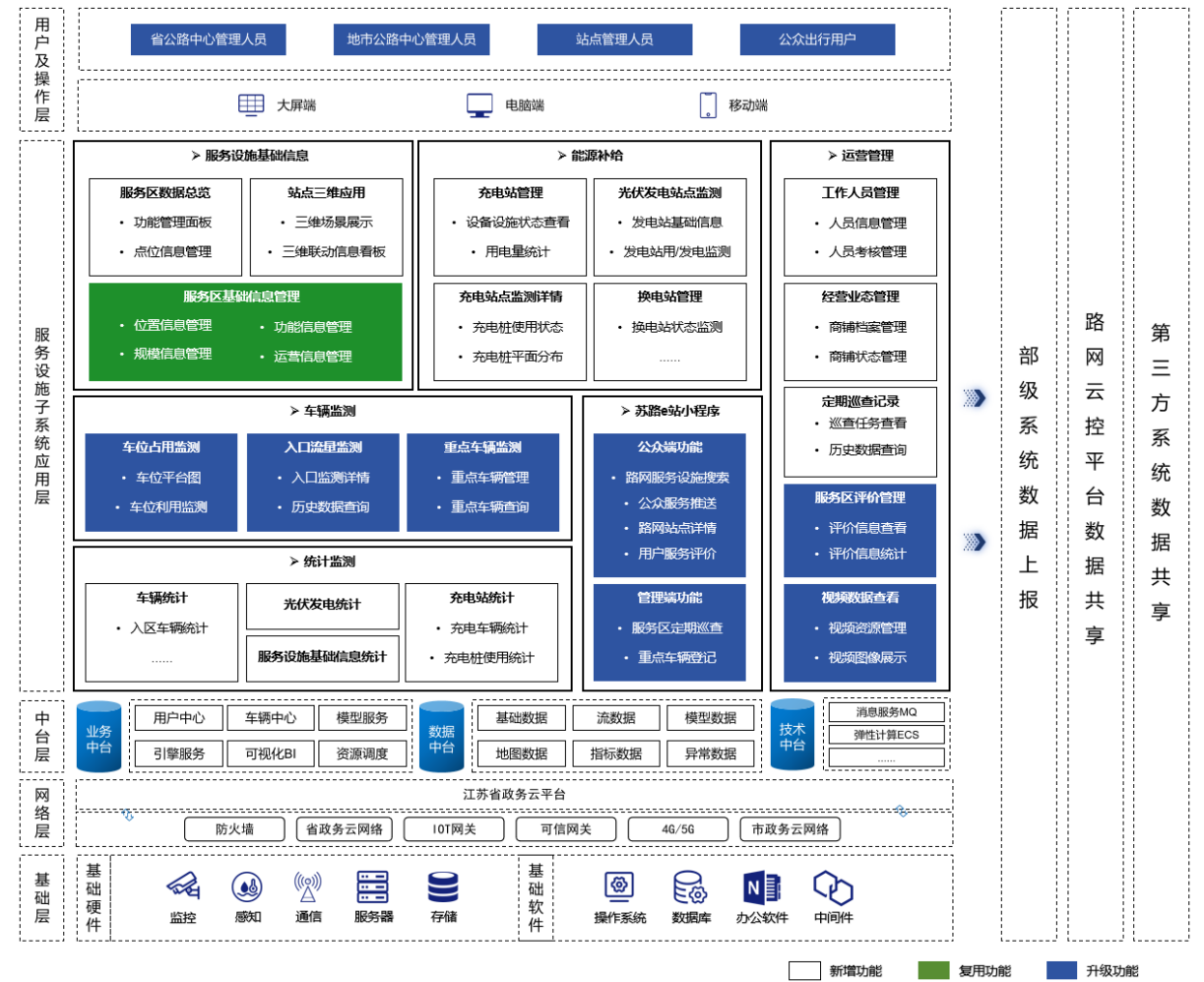


图8-1 服务设施管理平台逻辑架构图

平台按 5 层架构设计，基础层用于将采集的服务区、养护工区、停车区、收费站等场景数据和填报数据进行录入。

网络层基于省政务云平台政务网进行数据信息的传递，同时复用政务云平台网络安全设备，包括防火墙、网关等。外网数据通过无线传输渠道，经过省政务云外网网关进入内网存储。省市政务云平台通过政务网进行通信，所有安全控制都通过网络网关策略进行管控，并申请防火墙策略支撑。

中台层是对场景内的基础数据、业务数据进行计算、存储，通过技术中台对数据使用效率、数据安全性进行监管，保证数据流向正常。

应用层包含服务设施基础信息、车辆监测、能源补给、运营管理、统计监测、苏路 e 站小程序等功能模块应用，按权限提供用户交互使用。平台所有功能将部署在江苏省公路养护管理系统公路服务设施子系统现有环境中，及省政务云平台。苏路 e 站小程序将部署在省政务外网。

操作层提供大屏、电脑端、移动端使用环境，方便用户按需进行平台使用。

## 7.9.2 公路服务设施子系统功能设计

本项目将构建一个多层次、一体化的数字平台，为省级、地市、站点管理人员和公众等不同用户角色提供差异化的功能与价值。包含服务设施基础信息、车辆监测、能源补给、运营管理、统计监测、苏路 e 站小程序等六大功能模块。

服务设施基础信息功能模块由服务区数据总览、服务区基础信息管理、服务区三维应用等子模块组成。

车辆监测功能模块由入口流量监测、重点车辆监测、车位占用监测等子模块组成。

能源补给功能模块由充（换）电站管理、光伏发电站点监测、重卡换电站监测、充电站点监测详情等子模块组成。

运营管理功能模块由工作人员管理、经营业态管理、定期巡查记录、视频数据查看、服务区评价管理等子模块组成。

统计监测功能模块由车辆统计、充电站统计、光伏发电统计、服务设施基础信息统计等子模块组成。

苏路 e 站小程序公众端使用功能包括：路网服务设施搜索、公众服务推送、路网站点详情、出行路径规划、用户评价记录等子模块；管理端使用功能包括：服务区定期巡查、重点车辆登记等子模块。

### 7.9.2.1 服务设施基础信息

#### 1、服务区数据总览

##### （1）功能管理面板

###### 1) 功能概述：

用户进入平台首页后，通过功能面板进行所有业务功能的交互使用，可提供树形结构进行省、市、路段、站点地图视角的定位。

###### 2) 具体功能描述：

将服务设施基础信息、车辆监测、能源补给、运营管理、统计监测等功能模块及子功能统一归集在功能管理面板进行功能菜单的管理；

实现一个功能面板可进行与软件界面的交互操作，在功能面板中绑定全省、市、路段、站点所有信息节点信息树形结构名称，点击不同名称后，进行地图不同视角场景的切换，并关联数据可视化看板进行数据统计口径的变化；

提供可对更多功能菜单增加和配置的统一面板，优化界面整体布局；

功能管理面板还可提供返回系统首页视角、全屏展示等快捷功能按钮。

##### （2）点位信息管理

###### 1) 功能概述：

在地图上，可直观展示各站点分布情况，按权限控制用户只能查看管辖范围内站点定位信息。

###### 2) 具体功能描述：

根据功能面板中选择的省、市、路段展示视角，分别显示该视角下服务区点位分布情况，并根据司机之家、是否公路驿站进行不同点位图标展示；

用户可通过点击点位上的服务区名称后，进入该服务区视角，数据可视化看板显示内容调整展示为该服务区的统计信息。

##### （3）资源数据统计看板

###### 1) 功能概述：

通过可视化看板，按权限查看全省、各地市、路段、站点服务设施数据项汇总数据。

###### 2) 具体功能描述：

进入本平台后，默认展示全省地图视角，数据可视化看板默认展示全省服务区分类标准确定、数量统计计算分析与展示、近七日服务区流量变化趋势（支持按年、季、月、周、日、时）、近七日入区车型分类统计（小型客车、大型客车、普通货车、超长型货车、其他重点车辆）、全省服务区业态分类统计；

根据功能面板中树形结构点击其他地市名称或某个服务区，或点击地图上服务区点位名称后，进入地市/路段/服务区图层视角，可视化看板展示内容统计地市/路段/服务区的数据汇总，统计项与全省视角一致；

用户进入服务区视角后，可查看服务区详情信息，包括服务区基础信息详情（所属路段、占地面积等）、充电桩信息详情（快充、慢充数量、开关状态）、加油加气站详细信息（油品状态、能源价格、开关状态）、工作人员详情（姓名、照片、入职时间、联系方式、工作岗位等）、信息发布数据展示（发布设备名称、发布节目）、业态信息详情（业态名称、合同起止时间、经营范围、开关状态等）。

#### 2、站点三维应用

##### （1）三维场景展示

###### 1) 功能概述：

用户进入服务区视角后，默认加载具备三维模型的服务区模型，可通过勾选控制模型加载和隐藏。

###### 2) 具体功能描述：

用户可通过点击树形结构中服务区名称，或地图服务区定位点名称，进入服务区视角；根据该服务区支持三维模型，判断并加载三维模型，可进行基本的三维视角的地图交互操作（旋转、缩放等）；

点击树形结构中服务区名称详情按钮，联动展示服务区详情可视化看板。

##### （2）三维联动信息看板

## 1) 功能概述:

在三维模型上叠加显示服务区实时的车流、空闲停车位、在用充电桩、充电桩空闲数量等信息。

## 2) 具体功能描述:

在三维模型上展示服务区介绍信息（是否公路驿站、服务区等级）；

在三维模型上展示服务区流量统计数据（车流、客流），每 5 分钟刷新一次。

**(3) 三维场景视角配置**

## 1) 功能概述:

提供对三维视角的配置功能，对需要调整的三维视角提供快捷配置功能。

## 2) 具体功能描述:

按树形结构节点名称，支持对全省所有站点三维漫游视角进行配置（服务区、停车区）；

拖动地图视角至站点位置附近，点击获取视角参数按钮，自动获取该视角下经度、纬度、高度、偏航、俯仰、翻滚等参数；

提交视角参数数据后，点击树形结构该站点名称，地图自动漫游至该站点视角处。

**7.9.2.2 车辆监测****1、入口流量监测**

## (1) 入口监测详情

## 1) 功能概述:

显示当日入口抓拍车辆信息（车牌、车辆抓拍图片、入区时间），显示当日入口流量统计数据。

## 2) 具体功能描述:

默认展示最新入口抓拍车辆信息，显示车牌号、入区时间、抓拍图片；

对当日入口抓拍车辆数量进行统计，并按不同车型进行分类统计。

**(2) 历史数据查询**

## 1) 功能概述:

可对服务区进行卡口抓拍车辆信息的历史数据，按不同时间周期进行查询和导出，包

括车辆图片、车牌、入区时间。

## 2) 具体功能描述:

进入查询界面后，默认展示近 7 日内入口监测车辆详情列表，并支持对列表内抓拍车辆图片放大查看；

提供按照昨日、当月、上月、国庆期间、五一期间、春节期间等时段的统计按钮，快速查询统计。

**2、重点车辆监测**

## (1) 重点车辆管理

## 1) 功能概述:

对进入服务区的重点车辆信息进行管理，提供地市管理人员可查看入区重点车辆详情。

## 2) 具体功能描述:

为地市管理人员或服务区管理人员提供查看入区重点车辆信息列表，展示不同时段重点关注车辆信息详情；

提供提示管理人员或服务区管理人员对不同时段入区重点车辆统计，支持详情查看包括重点车辆图片、重点车辆类型、是否停靠超时等信息进行查看。

**(2) 重点车辆查询**

## 1) 功能概述:

提供对重点车辆信息查询，并支持对重点车辆按类型进行统计展示。

## 2) 具体功能描述:

为地市或服务区管理人员提供对查询时间内经常入区大客车、超长车辆等重点车辆，按类型进行分类统计，显示该时段内入区重点车辆总数。

按不同时段，对高频入区重点车辆进行统计。

**3、车位占用监测**

## (1) 车位平台图

## 1) 功能概述:

提供可直观查看服务区车位占用情况的窗口，按不同停车位类型进行分布展示。

## 2) 具体功能描述:

按照服务区基础信息停车位数量进行全省所有服务区进行外场停车位平台图绘制;

(2) 支持根据基础数据调整情况, 动态调整车位平面图。

## (2) 车位利用监测

## 1) 功能概述:

对服务区停车位停靠情况进行监测, 分析用户停靠习惯, 方便对停车高峰期进行停车引导。

## 2) 具体功能描述:

根据服务区智慧停车系统, 关联展示当前小车位、大车位停靠情况;

可根据停车位历史停靠数据, 形成每个停车位停靠热力图, 分析入区车辆停靠习惯, 为入区车辆停靠分散及安全管理提供数据支撑;

对外推送停车位数量、是否入区拥堵、充电桩推送。

**7.9.2.3 能源补给****1、充电站管理**

## (1) 设备设施状态查看

## 1) 功能概述:

监测充电桩设备设施运行状态, 支持对全省、各地市、路段进行设施使用情况的分级展示。

## 2) 具体功能描述:

点击树结构充(换)电站名称后, 地图漫游至该充(换)电站视角位置;

展示该站点充电设施使用情况进行统计, 包括启用设备、故障设备、充电用户、充电车辆等。

## (2) 用电量统计

## 1) 功能概述:

对充电桩用电情况进行统计, 方便服务区管理人员了解电价变化情况。

## 2) 具体功能描述:

按用户查询权限, 默认显示近一个月内充电桩用电量统计数据, 并支持点击详情后显示单个充电桩用电量统计;

可按照不同时段进行用电量数据的查询, 优化定价策略。

**2、换电站管理**

## (1) 换电站状态监测

## 1) 功能概述:

查看服务区内重卡、小型客车换电站状态, 对使用情况进行统计。

## 2) 具体功能描述:

点击树结构重卡换电站名称后, 地图漫游至该重卡换电站视角位置;

显示重卡换电仓换电方式、厂家信息、维修人员及联系方式、维修次数、当日/当月换电次数、完成换电量统计等;

通过切换展现内容, 显示其他换电站状态, 显示站点所有换电站当日/当月换电次数、换电量, 并支持对单个换电站统计数据展示。

**3、充电站点监测详情**

## (1) 充电桩使用状态

## 1) 功能概述:

查看站点充电桩详情统计指标, 充电桩总数/可用数、充电中数、预约数、故障数、空闲数。

## 2) 具体功能描述:

进入站点充电桩设备设施状态查看界面, 点击详情按钮, 进入充电桩状态详情查看。

每 5 分钟刷新出该站点充电服务设施的状态总览, 显示离网、空闲、占用(未充电)、占用(充电中)、占用(预约锁定)、故障充电桩的数量统计

## (2) 充电桩平面分布

## 1) 功能概述:

对站点充电桩分布情况进行展示, 并关联充电桩使用状态进行动态展示。

## 2) 具体功能描述:

展示充电桩分布情况，按颜色显示每个桩号设备状态，灰：离网、白：空闲、蓝：占用（未充电）、绿：占用（充电中）、黄：占用（预约锁定）、红：故障。

### （3）充电桩运行监测

#### 1) 功能概述：

对站点内单个充电桩的运行状态进行展示，及时了解单个充电桩的健康状态。

#### 2) 具体功能描述：

将充电桩按充电桩编号顺序进行展示，分别显示每个充电桩的状态（空闲中、充电中、故障中）；

显示当前充电中充电桩的当前充电时长，当日累积使用次数；

显示故障充电桩设备维修电话，进行及时维修。

## 4、光伏发电站点监测

### （1）发电站基础信息

#### 1) 功能概述：

对服务区、养护工区内光伏发电站发电量提供统计数据，并按权限进行查看。

#### 2) 具体功能描述：

点击树结构光伏站点名称后，地图漫游至该光伏站点视角位置；

统计并展示选中光伏发电站设备信息统计情况，光伏设施总装机容量、光伏设施安装区域、光伏设施储能规模。

### （2）发电站用/发电监测

统计并展示选中光伏发电站当月/当日发电量信息，包括：供服务区自用、供充电桩、换电站用电、上网电量。

## 7.9.2.4 运营管理

### 1、工作人员管理

#### （1）人员信息管理

##### 1) 功能概述：

对服务区保洁、安保人员信息进行管理和查看。

##### 2) 具体功能描述：

对服务区工作人员信息进行登记，记录员工信息，方便管理人员进行服务区人员信息统计和详情查看；

提供对登记信息的表格导出，管理人员按信息内容进行填写、勾选，对填写完成内容文件导入后，自动入库。

#### （2）人员考核管理

##### 1) 功能概述：

根据服务区管理要求，对人员考勤、工作任务完成情况进行考核，显示当日到岗人数、当日管理人员数量、当日保洁人员数量、当日安保人员数量、当前其他服务保障人员数量。

## 2、经营业态管理

### （1）商铺档案管理

#### 1) 功能概述：

对服务区业态基本信息进行管理、记录合同、商铺状态、业态人数等信息，方便向部级、省级平台进行汇总。

#### 2) 具体功能描述：

提供对全省每个服务区商铺基础信息，包括经营方式、商铺类型、法人名称、合同开始时间、合同结束时间等信息的登记，保证各地市服务区填报信息向省平台数据汇聚的口径一致；

提供对登记信息的表格导出，管理人员按信息内容进行填写、勾选，对填写完成内容文件导入后，自动入库。

### （2）商铺状态管理

#### 1) 功能概述：

提供服务区管理人员对服务区内商铺经营状态的调整，对经营状态调整为关闭的商铺，关联调整巡查任务停止派发该商铺日常巡查任务。

## 3、定期巡查记录

### （1）巡查任务查看

## 1) 功能概述:

对服务区值班人员日常管理工作进行电子化, 查看巡查任务和要求, 对任务执行情况进行查询和导出, 方便对未完成任务进行记录。

## 2) 具体功能描述:

按照普通国省道服务区管理标准规范, 按类型(餐饮安全、设施安全、管理安全)拆分每个服务区巡查任务并录入平台库作为基础任务项;

系统为服务区发布巡查任务, 并可查看任务完成详情;

根据服务区任务执行情况, 进行完成情况统计。

## (2) 历史数据查询

## 1) 功能概述:

提供对服务区历史考核得分及排名情况查看, 对任务完成情况查询、统计、导出。

## (3) 巡查任务管理

## 1) 功能概述:

提供对新增任务或需调整的巡查任务进行管理, 方便任务的统一派发。

## 2) 具体功能描述:

提供可灵活配置调整当前任务内容, 进行重新发布;

供按上级管理规范要求, 可对新增任务进行配置。

## 4、视频数据查看

## (1) 视频资源管理

## 1) 功能概述:

对服务区视频资源数据源进行管理, 方便点击视频列表中视频名称后, 进行视频数据展示。

## (2) 视频图像展示

## 1) 功能概述:

用户可按不同多种分屏展示方式, 进行视频界面的加载展示。

## 5、服务区评价管理

## (1) 评价信息查看

## 1) 功能概述:

对服务区评价信息进行查看, 显示评价内容、评价人信息, 可进行不同评价类型的信息查询。

## 2) 具体功能描述:

默认查看当日评价信息列表;

点击评价详情, 可查看记录的具体评价内容, 支持导出。

## (2) 评价信息统计

## 1) 功能概述:

按照评价信息类型进行统计, 形成分析报告, 提供服务区管理人员查看, 进行针对性的服务管理的调整。

## 2) 具体功能描述:

按用户评价等级进行评价信息统计汇总;

对用户评价星级较低的评价信息进行归类, 查看评价详情。

## 7.9.2.5 统计监测

## 1、车辆统计

## (1) 入区车辆统计

## 1) 功能概述:

对进入服务区的车辆按不同时段进行统计, 默认展示一周内每日入区小型客车、大型客车、普通货车、超长型货车、其他重点车辆和每日车辆汇总。

## 2) 具体功能描述:

用户进入统计功能界面, 选择入区车辆统计功能, 按权限默认展示近 7 日入区车辆;

通过列表形式, 按日期排序每日小型客车、大型客车、普通货车、超长型货车、其他重点车辆及汇总数据。

支持通过智能化报表, 进行统计时段内入区车辆的统计报告展示和导出, 统计车辆总数和各类型车辆汇总数据。

## 2、充电站统计

### （1）充电车辆统计

#### 1) 功能概述：

展示统计时间内充电车辆数量、充电车辆信息、起充时间、结束时间、充电时长，默认展示近 7 日数据，并支持按条件查询。

#### 2) 具体功能描述：

用户进入统计功能界面，选择入区充电统计功能，按权限默认展示近 7 日充电车辆统计数据；

显示统计时段内容充电车辆汇总数量和每日累积充电数量；

支持通过智能化报表，进行统计时段内充电车辆的统计报告展示和导出。

### （2）充电桩使用情况统计

#### 1) 功能概述：

对服务区、养护工区、停车区、收费站内所有充电设备充电桩使用情况提供统计数据，并按权限进行查看。

#### 2) 具体功能描述：

提供按不同时间维度快速进行统计，包括昨日、当月、上月、当年、国庆期间、春节期间；

查询界面默认展示近 7 日快充和慢充充电桩使用情况包括用电量，平均充电电量，支持按日/月进行查询统计；

通过充电桩使用情况统计数据，分析充电桩在建设完成后的使用率，对使用率较高的站点增设充电桩，对使用率较低的站点考虑如何提升用户使用率。

## 3、光伏发电统计

### （1）功能概述：

对服务区、养护工区内光伏电站发电量提供统计数据，并按权限进行查看。

### （2）具体功能描述：

1) 选择光伏发电量信息统计功能默认展示当月内服务区、养护工区发电量数据统计数

据；

2) 查询栏提供对地市名称、服务区名称、养护工区名称、设备名称、统计时间的查询搜索；

3) 展示界面按地市或服务区名称，提供用户展示权限内容月发电量、年累计发电量、自发自用电量和余电上网电量数据。

## 4、服务设施基础信息统计

### （1）功能概述：

对服务区、养护工区、停车区、收费站内所有充电服务设备基础信息提供统计，并按权限进行查看。

### （2）具体功能描述：

1) 选择服务设施基础信息统计功能，展示查询界面，提供条件筛选框，包括地市名称、位置信息、设备厂家、安装时间、维护人员等条件搜索；

2) 提供按不同安装位置的充电桩基础信息展示，包括维护人员、联系方式、累积损坏次数、累积检修次数；

3) 通过服务设施基础信息统计，方便站点管理人员快速对损坏的充电桩设备，联系相应的安装厂家维修人员，提升服务设施使用效率。

## 7.9.2.6 苏路 e 站小程序

### 1、公众端功能

#### （1）路网服务设施搜索

#### 1) 功能概述：

通过苏路 e 站小程序进行站点搜索，可查看附近站点位置信息。根据输入信息匹配用户想要搜索查询的充电站点名称。

#### 2) 具体功能描述：

1) 通过用户微信登录后，获取当前用户位置信息；

2) 显示小程序首页及功能，并加载小程序在线地图；

3) 点击搜索栏，进行地名信息搜索，通过模糊匹配，展示搜索结果；

4) 选中搜索结果，在地图上显示点位信息，并提供功能；

5) 提供用户常用站点搜索归集功能，包括距离最近、加油站、充电桩、司机之家、路线偏好（高速、普通公路）。

## （2）公众服务推送

### 1) 功能概述：

根据车流量分析未来可能出现排队等情况，为用户推荐附近普通国省道服务区/停车区可用充电设施，并提供路线规划提供参考。

### 2) 具体功能描述：

通过途径点选择途径充电桩服务设施位置；

系统每 5 分钟刷新充电桩使用情况；

对高频/排队使用充电桩服务区数据与用户途经点充电桩信息匹配；

提供导航路线上空闲率较高的服务区进行选择绕行；

分析是否绕行普通国省道更加高效，并通过语音提供信息播报；

将分析数据通过路网云控平台推送至第三方导航软件实时共享。

## （3）路网站点详情

### 1) 功能概述：

显示全省路网高速公路服务区、普通国省道服务区、停车区、养护工区等位置充电站点、加油站、加气站、其他可提供服务设施信息，支持点击导航前往。

## （4）出行路径规划

### 1) 功能概述：

根据起点和终点位置进行导航，显示沿路充电设施的情况，并提供沿线服务设施的位置作为途经点。

### 2) 具体功能描述：

输入地名可进行模糊匹配，确定出发位置和到达位置名称；

按可前往路线方式，在地图提供路线选择，显示行驶时间、到达时长；

支持在路线选择过程中增加途经点进行前往。

## （5）用户服务评价

### 1) 功能概述：

通过小程序首页图标，对公路服务设施使用满意度提出建议，方便管理人员通过热词搜索进行服务完善和优化。

### 2) 具体功能描述：

用户可在小程序首页，点击意见反馈功能，进行使用情况评价；

用户可根据选择的服务区进行星级打分，分为满意、一般、不满意。

## 2、管理端功能

### （1）服务区定期巡查

#### 1) 功能概述：

为保障服务区运营安全、食品安全、服务安全，对每日巡查任务自动生成，提供单日服务区值班员进行执行、监督完成情况，形成考核分数。

#### 2) 具体功能描述：

按各项检查标准和要求，在小程序端形成检查任务，显示每个任务名称和任务说明；

服务区值班员可一键领取当日任务；

任务执行过程中上传照片留证；

系统根据任务完成情况，显示未开始、进行中、已完成任务。

### （2）重点车辆登记

#### 1) 功能概述：

提供服务区管理人员对入区重点车辆信息查看，提供服务区安保人员对入区重点车辆补充登记，及时对超时停靠重点车辆进行驱离，保障服务区安全。

#### 2) 具体功能描述：

提供服务区安保人员对入区重点车辆补充登记，记录车牌、自动生成入区时间、上传车辆照片；

在小程序端显示当前停靠车辆信息，包括重点车辆类型、已停留时长、累积入区次数、超时驱离次数；

对停靠超时车辆推送保安管理端提醒，上传驱离图片；

地市或服务区管理人员可查看重点车辆历史记录，默认显示近 7 日内入区重点车辆信息，包括车牌、车辆类型、超时次数等。

### 7.9.3 数据库设计和信息资源规划

#### 7.9.3.1 数据库接口设计

按照平台建设功能要求，对平台功能数据接口进行设计定义，包括数据项字段定义字段说明数据来源更新频率，通过数据接口设计，保证数据传递过程中的规范性，并满足向部级系统需要的字段上传要求。

表8-2 数据库接口设计

序号	数据项	字段定义	字段说明	数据来源	更新频率
一	服务设施基础信息				
1	服务区 ID	service_area_id	服务设施唯一标识	省政务云平台公路服务设施子系统	静态/唯一
2	服务区名称	name	服务区标准全称	省政务云平台公路服务设施子系统	低频/按需
3	经纬度坐标	longitude,latitude	中心点坐标 (WGS84)	高德/百度地图 API	静态
4	所属路线	highway	所属国道编号	省政务云平台公路服务设施子系统	低频
5	设施类型	facility_type	服务区/停车区/观景台等	省政务云平台公路服务设施子系统	低频
6	三维模型 URL	model_url	轻量化三维模型文件地址	江苏省普通公路基础设施数字化底座	低频
7	设施状态	status	开放/关闭	人工录入	低频
二	车辆监测				
1	检测时间戳	timestamp	数据采集时间 (UTC+8)	入口摄像机	实时
2	入口车道编号	lane_id	车道唯一标识	省政务云平台公路服务设施子系统/系统生成	低频

序号	数据项	字段定义	字段说明	数据来源	更新频率
3	车辆类型	vehicle_type	小型客车/大型客车/普通货车/超长型货车/其他重点车辆	入口摄像机	实时
4	车牌号码	plate_number	车牌号	车牌识别系统	实时
5	车位占用状态	parking_status	空闲/占用/异常	视频检测	实时
6	车位区域编号	zone_id	小型客车/大型客车/普通货车/超长型货车/其他重点车辆车位	系统生成	低频/按需
三	能源补给				
1	充电桩 ID	charger_id	充电设施唯一标识	充电运营平台	唯一
2	当前功率	current_power	实时输出功率 (kW)	充电桩接口采集	高频
3	充电状态	charging_status	离网/空闲/占用 (未充电)/占用 (充电中)/占用 (预约锁定)/故障	充电桩接口采集	高频
4	光伏电站日发电量	daily_generation	当日累计发电量 (kWh)	光伏电站接口采集	每日
5	换电站库存电池数	battery_inventory	可用电池数量	换电站管理系统	实时
6	充电单价	unit_price	当前电价 (元/kWh)	运营配置	低频
四	运营管理				
1	巡查记录 ID	inspection_id	巡查任务唯一标识	系统生成	每日
2	巡查人员工号	staff_id	工作人员编号	人工录入	低频/按需
3	异常类型	anomaly_type	设施损坏/卫生问题/投诉等	巡查上报	实时
4	经营商户名称	merchant_name	商户注册名称	人工录入	低频
5	视频监控 URL	video_url	实时视频流地址	视频监控平台	实时
6	用户评分	user_rating	近期平均评分 (1~5分)	小程序评价系统	每日
五	统计监测				
1	日累计车流量	daily_traffic_flow	当日入口车辆总数	车辆监测模块	每日
2	充电桩利用率	charger_utilization	日均使用率 (%)	系统生成	每日

序号	数据项	字段定义	字段说明	数据来源	更新频率
3	光伏月度总发电量	generation	累计发电量（kWh）	系统生成	每日
4	服务设施使用率	coverage_rate	服务设施使用率（%）	系统生成	月度
5	重点车辆日均数量	hazardous_daily	当日入区重点车辆数	系统生成	每日
6	车位占用率	parking_turnover	日均车位使用次数	系统生成	每日
六	苏路 e 站小程序				
1	服务设施 ID	facility_id	服务区/停车区唯一标识	基础信息数据库	静态
2	设施名称	facility_name	服务设施标准名称	基础信息数据库	低频
3	实时车位状态	parking_availability	当前空闲车位数量	车辆监测模块	实时
4	充电桩可用数量	available_chargers	当前可用充电桩数量	能源补给模块	实时
5	服务推送内容	push_content	路况、促销等推送信息	运营管理系统	事件触发
6	用户评价内容	review_content	用户提交的评价文本	用户提交	实时
7	用户评分	user_rating	用户评分（1-5 星）	用户提交	实时
8	路径规划结果	route_result	规划路径的经纬度序列	地图服务 API	实时
9	预计行程时间	estimated_time	预计行驶时间（分钟）	地图服务 API	实时
10	服务设施详情	facility_detail	设施服务项目、营业时间等	基础信息数据库	低频
11	巡查任务 ID	inspection_id	巡查任务唯一标识	巡查管理系统	实时
12	巡查点位置	inspection_location	需要巡查的区域或设施	空间规划数据	低频
13	巡查状态	inspection_status	未开始/进行中/已完成	巡查人员上报	实时
14	异常记录描述	anomaly_description	巡查发现的异常情况描述	巡查人员上报	实时
15	异常图片 URL	anomaly_image	异常情况现场图片	巡查人员上传	实时
16	重点车牌号	hazardous_plate	重点车辆车牌号（加密）	管理人员录入	实时
17	入区时间	entry_time	重点车辆进入时间	管理人员录入	实时

序号	数据项	字段定义	字段说明	数据来源	更新频率
18	车辆所属单位	vehicle_company	重点车辆所属运输公司	管理人员录入	实时
19	检查结果	check_result	车辆安全检查结果	管理人员录入	实时
20	登记人员 ID	staff_id	执行登记操作的人员 ID	认证系统	实时

### 7.9.3.2 数据量估算

#### 1、数据量估算分析

根据江苏省普通公路服务区、停车区、养护工区、收费站等总数约为 300 个作为基值进行估算；智慧化改造后，平均每个大型服务区部署的物联网监测点（如车位、充电桩、摄像头等）估算为 50 个；公众移动端日活跃用户数保守估计为 1 万人。

#### 2、数据量的构成说明

高频时序数据：由物联网传感器产生的带时间戳的小数据包（如状态、读数），更新频率高（秒级/分钟级），是数据流的主要来源。

业务操作数据：由系统业务操作（如订单、工单、反馈）产生，频率较低但每条数据内容量大。

媒体与日志数据：图片、视频及系统日志，单个体积大，总存储量占比高。

表8-3 数据量估算表

数据类别	数据计算方式	日均数据增量	备注
IoT 时序数据	300 个站点*50 个监测点	≈2.16GB	每条数据约 0.5KB，每 5 分钟上报一次
业务数据	日常运营、用户交易	≈1.5GB	包括文本、数字和关系型数据，增长稳定
充电桩遥测数据	假设 300 个站点*10 个桩	≈0.65GB	每条数据约 1KB，每 1 分钟上报状态、功率、电量等
光伏电站数据	假设 100 个站点有光伏	≈0.11GB	每条数据约 1KB，每 5 分钟上报发电功率、设备状态等
API 请求日志	1 万 DAU*20 次请求/日	≈2.5GB	每次请求日志约 0.5KB，包括用户 ID、时间、接口、参数等
用户反馈/图片	1% 用户提交反馈*2 张图/人	≈5GB	假设每日 500 用户提交，每张图片压缩后 500KB
缓存数据	300 个站点的概要信息	≈0.01GB	JSON 格式，为应对高并发查询，在内存数据库（如 Redis）中缓存

### 7.9.3.3 硬件资源规划

为支撑江苏省普通公路服务设施数字化管理平台的稳定、高效、安全运行，并满足其数据处理、业务应用与未来扩展的需求，本项目需申请部署于江苏省政务云的云计算资源。

平台需全面适配国产化技术生态，各项资源均需采用国家认可的自主可控产品。平台需承载数据中台、业务中台、综合可视化及移动应用等多类服务，需保证在业务高峰时段仍能提供流畅的用户体验与高效的数据处理能力。

为确保系统的高可用性与容灾能力，生产环境资源均需采用集群式部署，并配备同城备份机制。

根据平台设计计算所得，本平台资源空间需求至少 8TB，所需的计算、存储及软件资源具体数量与配置如下表所示：

表8-4 硬件资源规划说明

序号	资源类别	具体配置要求	数量（台/套）	部署环境	备注
一	计算资源				
1	应用服务器	16vCPU、64GB 内存 /麒麟操作系统(高版本)	4	生产环境	用于部署业务应用、API 网关等服务，采用负载均衡集群部署
2	数据服务器	16vCPU、64GB 内存 /麒麟操作系统(高版本)	2	生产环境	用于部署达梦数据库，采用主备集群模式，保证数据库高可用
二	存储资源				
3	数据库存储	高性能块存储，SSD 云盘，容量≥3TB	1	生产环境	用于存放数据库文件，要求高 IOPS 和低延迟，保障数据库访问性能
4	应用及时序数据存储	标准块存储，高效云盘，容量≥5TB	1	生产环境	用于存放应用程序、日志文件及其他系统文件
三	软件资源				
5	操作系统	麒麟软件（银河麒麟或中标麒麟）服务器操作系统	1	生产及测试	与所有云服务器配套
6	数据库	达梦数据库（DM）	1	生产环境	核心国产关系型数

序号	资源类别	具体配置要求	数量（台/套）	部署环境	备注
		企业版			数据库，需包含主备集群许可
7	中间件	东方通（TongWeb）或其他国产中间件（如金蝶 Apusic）	1	生产环境	用于部署 Java 应用，提供高并发、高可用的 Web 运行环境
四	网络与安全				
8	负载均衡	国产硬件负载均衡设备或政务云 SLB 服务	1	生产环境	提供应用服务的流量分发，消除单点故障，提升服务能力
9	带宽	独享带宽≥100Mbps	1	生产环境	保障省级、市级用户及公众移动端同时访问的流畅性
10	防火墙策略	配置严格的网络安全组策略，开放必要的 HTTP/HTTPS 及特定管理端口。	1	生产环境	保障平台网络安全，遵循最小权限原则

### 7.9.4 网络安全方案设计

#### 7.9.4.1 技术安全设计

为确保平台全方位安全并满足信创要求，技术设计上将构建一个基于国产化技术栈的纵深防御体系。

##### 1、身份鉴别

平台采用基于国密算法的多因素融合身份鉴别机制。所有用户访问均需通过国产数字证书（基于 SM2 算法）或国密动态令牌（基于 SM1/SM4 算法）进行强身份认证，替代传统的 RSA 等国际算法。与管理端系统的交互强制要求“用户名+国密 SM3 哈希加密口令+动态验证码”三要素认证。与服务区现场设备的通信采用基于国产芯片的硬件级双向身份认证，确保登录行为和设备接入的不可否认性与安全性，完全符合信创对密码应用的要求。

##### 2、访问控制

平台采用国产操作系统和中间件上部署的基于角色（RBAC）的精细化访问控制模块。权限管理引擎优先选用国产化产品，确保从操作系统层到应用层的访问控制策略自主可控。系统根据用户的职务、所属部门动态分配权限，严格遵循“最小权限”原则。公众端与管理端之间采用国产硬件防火墙进行逻辑隔离，所有访问控制策略均由国产化设备执行，确

保核心访问逻辑不受制于国外技术。

### 3、安全审计

系统建立基于国产数据库和日志平台的统一全生命周期安全审计功能。审计日志数据存储于国产分布式数据库（如 TiDB、OceanBase 等）或符合信创要求的目录中。审计系统采用国产化日志分析工具，对平台上的所有重要操作进行完整记录和关联分析，确保日志的存储、分析和查询全过程自主可控，杜绝后门风险。

### 4、防范入侵

构建由国产化安全设备为核心的主动防御体系。在网络边界部署国产下一代防火墙（NGFW）和 Web 应用防火墙（WAF），其入侵防御特征库由国内安全团队持续更新，深度检测并拦截针对性的网络攻击。在平台内部核心网络部署国产入侵检测（IDS）和防御系统（IPS），实时监控内部网络流量。病毒防护采用国产防病毒软件，漏洞扫描和补丁管理优先对接国产化漏洞库，形成全栈国产化的入侵防范能力。

### 5、数据完整性

采用国密算法保障关键数据的完整性与真实性。对于平台内存储的重要业务数据，使用国密 SM3 哈希算法进行完整性校验。在数据传输过程中，全面采用支持国密 SM2/SM4 算法的 TLS 协议（如 GM/T0024SSLVPN 规范）进行加密传输，确保数据从终端到服务器、服务器与服务器之间传输的机密性和完整性完全基于国产密码技术实现。

### 6、数据备份及恢复

制定基于国产化技术和产品的数据备份与恢复计划。备份软件优先选用国产产品，备份数据存储于国产化存储设备或分布式存储系统中。核心数据的异地灾备中心同样采用国产化服务器和存储架构。定期组织的恢复演练需验证在纯国产化环境下的业务恢复能力，确保在极端情况下系统的韧性。

### 7、剩余信息保护

建立基于国产化指令集 CPU 和操作系统的数据库安全规范。对于动态分配的内存和存储空间，在释放前调用国产操作系统提供的安全擦除接口进行清零覆盖。对于报废的国产硬盘、服务器等存储介质，严格遵循国家保密局规定的物理销毁流程，或使用国产

安全擦除工具进行处理，确保信息不可恢复。

## 7.9.4.2 安全管理设计

技术手段需与管理制度相结合，才能构成符合信创要求的安全闭环。

### 1、安全建设管理

安全建设贯穿项目全生命周期，并强调供应链安全。在方案设计和采购阶段，优先选用纳入国家信创产品目录的硬件设备（如华为、曙光、飞腾服务器）、操作系统（麒麟、统信 UOS）、数据库（达梦、人大金仓、神州通用）和中间件。与供应商签订安全协议，明确其国产化成分和自主可控承诺，确保技术供应链安全。

### 2、等级保护

严格遵循国家网络安全等级保护制度 2.0 标准，并突出对“可信计算”和“安全可控”的要求。在技术测评中，重点验证系统在国产软硬件环境下的安全功能是否符合相应等级要求。选择具备信创测评经验的测评机构进行等级测评，确保测评结论能真实反映系统在自主可控环境下的安全状况。

### 3、开发工具与代码管理

构建自主可控的开发工具链。优先采用国产集成开发环境（IDE）、国产编译器等工具进行代码开发。建立软件成分分析（SCA）机制，严格筛查第三方开源和商业组件，禁止使用存在安全漏洞或被国外制裁的组件。代码管理在满足信创要求的国产代码托管平台（如 Gitee 企业版）上进行，并实施严格的分支管理和代码审核流程。

### 4、安全性测试

将安全测试左移并嵌入 DevOps 流程，测试工具优先国产化。在开发阶段采用国产静态应用程序安全测试（SAST）工具进行源代码安全缺陷扫描。在测试阶段采用国产动态应用程序安全测试（DAST）工具和渗透测试平台进行实战化漏洞挖掘。重点对系统在国产芯片、操作系统、数据库组合环境下的安全性、兼容性和性能进行测试与验证。

## 8 通信系统

本项目服务区场区内通过自建光传输网络传输至服务区机房，再通过服务区的 100M 互联网专线传输至盐城公路事业发展中心，其他外场设施推荐通信方案采用租用 50M 运营商数字链路方式。

## 9 网络安全系统

### 9.1 安全等级保护总体要求

本系统在信息安全上应满足国家信息安全等级保护二级要求。其区域安全划分、等级保护技术要求以及管理要求等设置应符合《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）中相关要求，根据软硬件设备的部署情况合理划分安全区域、确定安全边界，进行分区域防护，并制定与之相适应的安全管理策略和目标。

### 9.2 盐城市下辖市、县公路事业发展中心、服务区、道路设备安全与合规性分析

#### 9.2.1 网络安全方案

参考盐城市公路事业发展中心网络安全建设要求，不满足要求的进行整改建设。

盐城公路事业发展中心信息化网络涵盖盐城市下辖市、县公路事业发展中心、服务区、以及道路，隶属于一个系统网络区域。在中心部署堡垒机、防火墙、态势感知、日志审计、防病毒软件等安全设备及软件不仅要为中心进行安全策略部署与管理，还需要对下联网络及终端进行严格管控。

盐城市下辖市、县公路事业发展中心、服务区、以及道路的系统需配合并执行中心的安全方案部署，其具体设置如下：

- 1、主要网络设备开启 SNMP 协议功能，并根据中心网管系统配置相应管理内容。
- 2、主要网络设备、服务器、重要业务管理机等需开启 syslog 日志功能，并将日志发送至中心日志审计系统内。
- 3、统计设备资产、业务访问 IP、业务端口等信息给路段中心，中心需在防火墙、网闸以及堡垒机进行管控设置，限制网络访问、对终端登录人员账号进行合理化设置。
- 4、所有终端必须安装防病毒软件，并通过中心防病毒系统平台进行管理，定期轮询查杀，及时更新病毒库，并且同步防病毒策略给每台终端机器。
- 5、各终端需关闭非必要端口、高危端口，设置三权分级账号进行登录管理，并定期根

据漏扫报告，及时更新补丁、漏洞等，若不能更新需记录备案至盐城市公路事业发展中心，阐明详细情况。

6、各区县中心设置了出口防火墙，实现对所有流经防火墙的数据包按照严格的安全规则进行过滤，将所有不安全的或不符合安全规则的数据包屏蔽，杜绝越权访问，防止各类非法攻击行为。同时可以考虑和网络安全管理系统、网络入侵检测系统等进行安全联动，为网络创造全面纵深的安全防御体系，目前响水响水县公路事业发展中心视频上云的防火墙已过保，本项目进行更换，更换工程量详见视频上云网关扩容部分设计。

同时外场设施汇聚的入口缺少安全防护，本项目在响水县、滨海县、射阳县、大丰区、东台市、市公路中心运营商 OTN 出口侧各新增 1 台防火墙，同时将视频上云服务器（视频转码服务器）调整至内网后接入视频上云防火墙。另外市公路中心增加 1 套日志审计。

### 9.3 情报板安全防护设计

#### 9.3.1 情报板内容防护

##### 9.3.1.1 系统功能

###### 1、视频流获取与透传功能

为了实现显示终端防护功能，设备需要具备画面内容获取与透传功能。

针对可变情报板，设备能够解析标准视频接口协议，获取接口中传递的原始视频流，以图片的形式进行缓存，供不良内容算法分析监测。当视频流经分析，无不良内容的时候，内容安全防护系统设备能够透传视频流。内容安全防护系统设备透传发送视频流信号时，需进行信号恢复和信号加强设计，确保视频流信号质量不因内容安全防护系统设备介入受到影响。

针对 LED 文字屏，设备能够解析文字屏底层数据总线，能够当前显示画面，供不良内容算法分析监测。当视频内容经分析，无不良内容的时候，不影响播控器的正常播放。

###### 2、视频与图片内容监测功能

设备针对公共显示屏显示屏播放的广告、新闻等图片、视频信息，进行系统设备针对终端显示屏播放的画面内容行图像内容提取、分析和过滤。

系统设备从采集的视频内容中获取原始画面截图，按照终端显示版式截取其中的视频、

图片内容，然后针对视频、图片内容进行算法分析，分析判断视频画面中是否存在裸露、色情、反动等不良内容。当系统终端设备监测到不良内容时，会立即自动屏蔽显示终端的显示内容和切断视频当前播放的视频流。

设备针对视频、图片的内容分析，需考虑算法漏识别、误识别的概率，采用连续多次识别权重累计的机制避免对公共显示屏正常工作的影响。

### 3、文字内容监测功能

设备针对公共显示屏播放的通知、引导信息等文本类内容，进行文本内容防护。

设备能够从采集的视频流中获取原始画面截图，截取其中的文字图块，然后进行画面文字识别算法 OCR 分析，获取文字内容，对文字内容进行内容分析，当发现反动、暴力等非预期的不良内容时，能够立即屏蔽或切断正在播放的视频流，防止非法文本信息播放。

### 4、不良内容报警功能

当终端设备监测到不良内容时，会立即自动屏蔽或者切断当前播放的视频流，同时也会向服务器发出报警，提示工作人员进行操作处理。

### 5、设备监视功能

能够实时监视所有终端设备的运行状态，保存所有设备状态数据至少 30 天，便于历史记录查询。

### 6、智能运维管理功能

智能运维功能采用 B/S 结构（Browser/Server，浏览器/服务器模式）设计开发，B/S 结构是 WEB 兴起后的一种网络结构模式，WEB 浏览器是客户端最主要的应用软件。这种模式统一了客户端，将系统功能实现的核心部分集中到服务器上，简化了系统的开发、维护和使用。

智能运维平台软件部署在运维服务器，主要功能如下：

- （1）数据采集：采集全线所有终端设备上报的设备状态、报警事件、运行日志信息；
- （2）数据存储：采用数据库技术，存储全线所有终端设备的历史数据；
- （3）数据交互：接收智能运维客户端的 WEB 请求，以网页的形式向用户展示设备状态、报警事件、历史事件等信息；

- （4）管理配置：对所有设备节点进行管理，根据节点情报板参数，管理配置节点。

运维客户端为通用 WEB 浏览器，目前采用兼容性较强的 Chrome 浏览器作为默认客户端软件。

### 9.3.1.2 系统方案

盐城市公路事业发展中心核心交换机处已部署一套内容防护控制器，此设备为旁路部署，下联情报板设备前端串联部署防护控制前端，中心端与前端设备联动检测，进行内容全面防护。具体部署如下图所示：

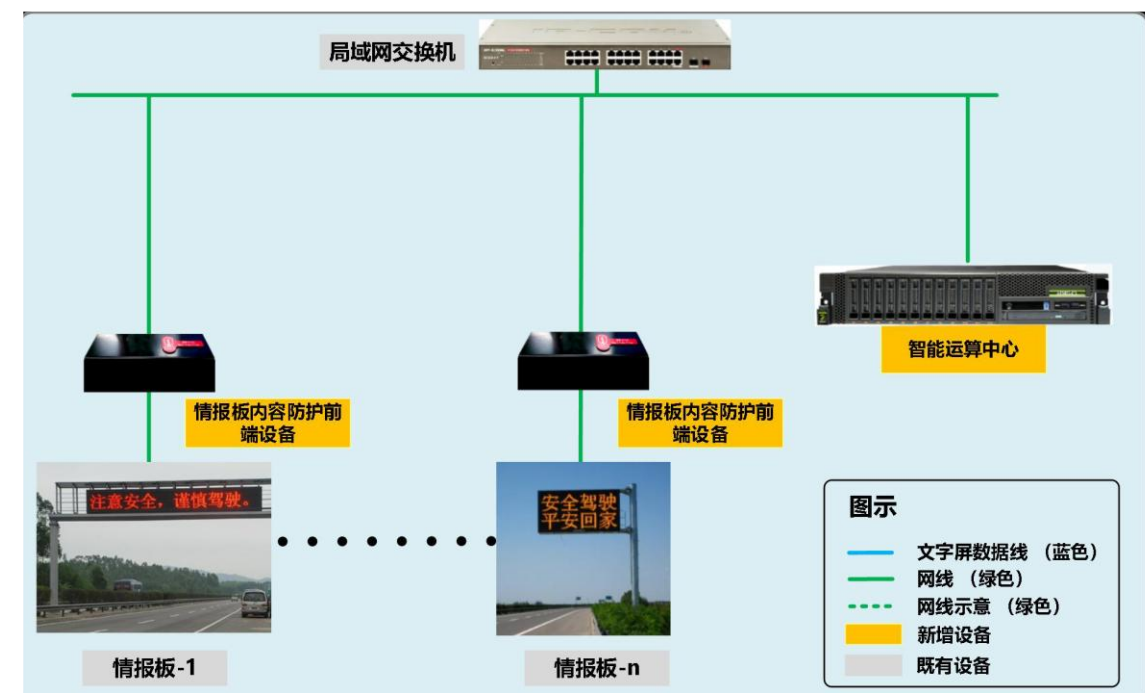


图11-1 情报板内容防护控制器部署示意图

#### 1、情报板内容防护前端设备

情报板内容防护前端设备集成信息安全和内容安全防护双重功能，信息安全功能提供访问控制和入侵防护功能，内容安全功能基于 AI 技术，对发布信息中的播放画面进行内容分析和不良内容识别。

设备安装在公路情报板的网络入口处，当发布平台向情报板播控器/播控卡发布信息内容时，由情报板内容防护前端设备对信息内容进行审核，确认无不良内容时，才能够下发至情报板的播控器/播控卡，实时检测“过滤”情报板文字屏的信息内容。

#### 2、主要设备技术指标

### （1）情报板内容防护前端设备

基于图像识别和深度机器学习的人工智能（AI）技术，针对播控系统分发的节目内容进行全自动智能分析，识别不良内容。

#### 1) 硬件要求

- 国产自研芯片和国产操作系统；
- CPU 核心数 $\geq 4$ 核，主频 $\geq 2.0\text{GHz}$ ，算力 $\geq 1\text{ Tops}$ ；
- 防护终端具有 2 个 100/1000Mbps 以太网接口。采用双网口设计。
- 工作温度范围： $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ 。
- 安装在公路情报板屏幕箱体内部。

#### 2) 防护要求

- 设备物理隔离显示屏终端设备与外部网络，提供网络访问控制和入侵防护的防火墙功能；可设置策略对外部流量进行过滤，防火墙策略可以基于流量的源目地址、端口号、协议等信息来定制，保证仅有合法的访问可以到达显示屏终端。

#### 3) 内容防护要求

- 设备集成边缘计算能力，能够解析显示屏发布系统与显示屏终端的通信数据，离线分析下发的信息文本、画面、视频等多媒体内容，具备检测违法违规图片、文字内容，非法内容包括网络信息图片中的涉黄画面内容，以及网络信息文字中的涉政违规、涉黄、涉毒、涉赌、涉暴恐和用户可定义的文字内容等功能。当检测出不良内容时，能够阻止该通信数据转发给显示屏终端，避免非法信息播放；

- 支持通信协议（TCP/UDP）、IP、PORT 白名单访问控制，支持 IP 地址和 MAC 地址绑定访问控制；

- 具备异常事件报警功能、播放内容回传功能、一键屏幕控制功能、模式设定功能、状态展示功能；

- 支持一键关屏功能，可远程下发关屏命令，控制关闭情报板。

### （2）情报板内容防护终端中心管理设备

#### 1) 硬件要求：

- 国产自研芯片和国产操作系统；
- 类型：机架式 2U 服务器，完成信创适配认证；
- CPU：C86 架构或同等算力的 ARM 架构， $\geq 32$ 核，主频 $\geq 2.0\text{GHz}$ ；
- 内存： $\geq 16\text{G}$ ；
- 硬盘： $\geq 2$ 块 480G SSD SATA+1 块 2T SAS 硬盘；
- Raid 支持：可选支持 Raid0、1、10、5、50、6、60 等；
- 网卡： $\geq 2$ \*GE 电口。

#### 2) 功能要求

- 综合展示终端设备运行状态：采用 GIS 地图，直观展示所接入的所有防护终端设备的位置、工作状态、报警，当设备节点出现任何问题时，通过地图上的设备示意，及时向用户发出报警。

- 详细展示终端设备状态信息：提供“设备运行状态”展示页面，在该页面下，用户可选中具体的终端设备，查看设备的详细信息，包括但不限于设备运行状态、文字检测状态、设备防护状态、屏幕连接状态等。

- 终端设备报警展示：当接入的防护终端设备监测到内容安全问题，或者监测到设备或者接口的故障时，将及时上报相关信息给上级系统，向用户发出报警，提供报警事件详情的展示页面。

- 终端设备管理控制：管理控制途径，用于设置防护终端的工作模式，包括过滤和透传模式等。

- 历史数据检索：存储所有防护终端设备的历史设备状态、历史事件信息，日志存储至少 12 个月，提供对应的筛选检索机制。支持将日志上传到日志审计系统。

- 用户角色与系统设备管理：初始提供超级用户，客户可登陆超级用户，进行设备初始化配置、创建下级用户、分配角色、创建组织架构。

- 支持接入现有的情报板内容防护前端设备；

- 管理能力：200 个情报板内容防护前端设备。

### 9.3.2 情报板安全加固

#### 9.3.2.1 系统方案

可变情报板前端配置安全防护设备，用于对情报板控制系统的身份认证、传输数据完整性校验与确认、告警、状态展示等，拒绝单机软件更新显示信息。

可变情报板控制系统与新建统一情报板发布系统进行加密通讯。

1、可变情报板控制系统与情报板发布平台中心通讯，必须在情报板发布平台中心取得通讯令牌。公路沿线的每一块情报板与情报板发布平台中心交互的指令，都必须带有有效的通讯令牌。当通讯令牌失效后，情报板控制系统要及时向情报板发布平台中心发起刷新指令，获取有效的通讯令牌。

2、采用对称密码体制算法加密。情报板控制系统要与情报板发布平台通讯的每条指令，都是经过对称密码体制算法加密过的指令，未经加密的指令不予处理。对称密码体制密钥由情报板发布平台中心统一管理，通讯时动态指定。

3、前端可变情报板和情报板发布平台只需要通过加密通讯协议就可以实现之间的通讯和发布，不需要在后台中心再新增加密机。

### 9.3.3 信息发布安全防护方案

基于“情报内容防护系统”与“情报板安全加固系统”方案，分别从内容防护与传输安全两个角度提出了具体解决方案。两套方案安全防御角度和抓手不同，“内容防护系统”作为信息发布前的最终审核与过滤环节，实现发布信息的可信、可控检查，“安全加固系统”则是从信息安全传输角度针对信息窃取、内容篡改等进行防范。

通过对比，两个方案起到互为补充的作用。一方面安全加固可实现信息在传输过程中的加密，能够满足信息非明文传输的要求，增加了信息窃取、篡改的难度，是信息安全的基础保障前提之一。但是仅实现安全加固，无法解决万一出现突发情况下的信息被篡改后的安全过滤问题，即安全加固在信息内容保护方面存在一定的局限性。因此需要配合内容审核、防护机制与方案的配合。即一方面利用安全加固保障信息的传输安全、发布方身份验证、预防窃听与泄露。另一方面，信息在发布前任需一道“托底”安全保障机制，从发布内容角度进行审核，过滤因发布方或传输过程中产生的不必要安全问题。

## 10 供电设施设计

供配电系统的主要作用是保证外场设备用电的稳定性与安全性。对供配电系统来说，要保证安全的原则，应从以下方面考虑：配电线路的设计应严格按照国家有关规范进行，并且根据实际情况适当调整；供配电线路施工材料是正规厂家的合格产品，施工工艺应符合国家施工规范章程。

供配电系统必须满足外场设备供电可靠性要求，供电可靠性是指供电电源、供电方式要满足符合等级要求，否则会造成不必要的损失。

供配电系统在供电可靠的基础上，还应考虑到电能质量。电能质量的两个衡量指标是电压和频率。电压的质量除了跟电源有关外，还与动力，线路的设计有很大关系。在设计线路时，低压线路供电的距离应满足电压损失要求，同时将动力和照明线路的变压器分别设置，以避免电压波动。供配电系统在满足上述原则的基础上，应当考虑节省有色金属的消耗、减少电能的消耗、降低运行费用等。

依据本项目设施对电力供应的要求，考虑公路供电系统，进行沿线电源系统设计。

### 10.1 设计原则

1、公路电力供电应根据负荷性质、用电容量和工程特点，正确选用可靠电源，统筹供电，以满足公路用电的需要。供电电源应优先采用地方可靠电源，进而形成公路的供电系统，以利于集中调度和指挥；

2、公路电力设计应做到保障人身安全、供电可靠、技术先进、经济合理和维修、施工方便及降损节能；

3、公路电力设计采用的设备和器材，应符合现行国家或行业的产品技术标准，并应优先选用技术先进、经济适用及节能的成套设备和定型产品，慎重地采用新技术、新工艺和新材料。

## 10.2 供电方案

### 10.2.1 电力电缆供电方案

本项目结合现场实际情况，原则上推荐采用低压电缆供电作为外场设备供电方式，但无法满足低压电缆供电的点位采用风光互补的供电方式。

### 10.2.2 主要材料和施工要求

#### 1、电缆

其他子系统（含通信、收费）的电缆要求均同本子目技术指标。

##### （1）总体要求

本工程中低压电力电缆包括由变电站低压侧配电柜至低压总配电箱和低压总配电箱至后端各级设备配电箱以及设备配电箱至现场设备所有的电力电缆敷设及电缆附件的采购、安装、电缆导管加工和敷设、电缆支架加工和敷设、电缆穿线槽的加工和敷设等工程。

低压电力电缆中间接头、终端头等电缆附件均包含在电缆工程中，本项目不单独计列。

电缆结构：电缆按规定为单芯或多芯组合。

导体（缆芯）：所有导体应按照 IEC-228 规定。铜导体用无氧退火圆铜线，性能符合 GB3953 的规定，采用紧压圆形结构，紧压系数不小于 92%。导体表面光洁、无油污、无损伤屏蔽及绝缘的毛刺、锐边、无凸起或断裂的单线。

绝缘：绝缘用低密度、可交联聚乙烯，绝缘厚度 1.2-2.2mm；绝缘平均厚度不小于标称值，最薄点厚度应不小于标称值 90%-0.1mm，任一断面的偏心率【（最大测量厚度-最小测量厚度）/最大测量厚度】应不大于 10%。

屏蔽：导体屏蔽为挤包的可交联半导体层，半导体层均匀地包覆在导体上，表面光滑。无明显绞线凸纹，无尖角、颗粒、烧焦或擦伤的痕迹。在剥离导体屏蔽时，半导体层无卡留在导体绞股之间的现象。

衬垫（内部覆盖和填充）：多芯电缆应有衬垫，衬垫适用于规定运行温度和绝缘材料。衬垫采用耐高温材料。

铠装：铠装电缆要求提供不渗透的，封闭接合镀锌钢带铠装。

外护套：所有电缆应提供阻燃和耐低酸、透气性能好的外护套。护套是适用于不良工作环境。

#### （2）低压电力电缆产品执行标准

本项目的塑料绝缘控制电缆(450/750V)应满足 GB/T 9330-2020《塑料绝缘控制电缆》相关规范要求的合格产品、挤包绝缘电力电缆（0.6/1 kV）应是满足 GB/T 12706.1-2020《额定电压 1 kV(Um=1.2 kV)到 35 kV(Um=40.5 kV)挤包绝缘电力电缆及附件 第 1 部分：额定电压 1 kV(Um=1.2 kV)和 3 kV(Um=3.6 kV)电缆》相关规范要求的合格产品。

其中阻燃电缆、耐火电缆除满足上述标准外还应相应满足下述标准：

➤GB/T 19666-2019《阻燃和耐火电线电缆或光缆通则》；

➤XF 306.1-2007《阻燃及耐火电缆塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求 第 1 部分：阻燃电缆》；

➤XF 306-2007《阻燃及耐火电缆塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求 第 2 部分：耐火电缆》；

➤XF 535-2005《阻燃及耐火电缆 阻燃橡皮绝缘电缆分级和要求》；

本项目的阻燃、耐火电力电缆应是按照国家相关标准生产的合格产品，实施中应附公安部消防产品合格评定中心或国家固定灭火系统和耐火构件质量监督检验中心或国家消防装备质量监督检验中心或国家防火建筑材料质量监督检验中心出具的形式检验报告，并应附检验报告和合格证书。

（3）电缆的进场、施工及验收均应满足《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》（GB 50168-2018）、《建筑电气工程施工质量验收规范》（GB 50303-2015）等规范要求。

#### （4）技术要求

##### 1) 控制电缆

● 控制电缆额定电压应为 0.45~0.75KV；

● 所有单独的芯线的绝缘应为相同颜色（黑色），表面按照 ICEA-NEMAWC7 或 ICEA-NEMA WC8 的方法 4 打上顺序号。线芯标号一定要清楚；

- 外护套为黑色；
- 交流额定电压：U<sub>0</sub>/U；450/750V 耐压试验 3000V，5 分钟完好；
- 工作温度：-15℃ ~ +105℃耐高温控制电缆 -40℃~ +200℃；
- 绝缘电阻：在 20℃下温度不低于 105MΩm；
- 导体线芯直流电阻（20℃）符合（GB/T 3956-2008）规定；
- 电缆铜丝编织屏蔽要求覆盖密度大于 90%，其编织线直径应大于 0.1mm；
- 对于所有具有屏蔽层的特种电缆，组屏蔽引流线直径应大于 0.4mm；总屏蔽引流线直径应大于 0.6mm；

● 无铠装电缆允许弯曲半径不小于电缆外径的 6 倍，铠装电缆允许弯曲半径不小于电缆外径的 12 倍；

- 所有控制电缆都应有屏蔽措施。

## 2) 电力电缆

- 电缆导体的长期最高额定温度不超过 90℃；
- 短路时（最长持续时间不超过 5s）电缆导体的最高温度 250℃；
- 额定电压 U<sub>0</sub>/U 为 0.6/1kV；

● 导体表面应光洁、无油污、无损伤屏蔽及绝缘的毛刺、锐边，无凸起或断裂的单线。导体应为圆形单线绞合紧压导线，紧压系数不小于 0.9。铜导体材料为符合 GB/T 3956 的第一种或第二种裸退火铜导体（铜的纯度  $\geq 99.9\%$ ），铜导体单线必须采用 TR 型软铜线，每一根导体 20℃时的直流电阻应不超过 GB/T 3956 规定的相应的最大值。导体截面与标称截面不得出现负偏差。

● 导体屏蔽、绝缘、绝缘屏蔽应采用三层共挤工艺，全封闭化学交联。应注明交联工艺全过程是否配置偏心度测量装置；

● 导体屏蔽由半导电带和挤包半导电层复合组成，先绕包半导电带，然后再挤入半导电层屏蔽。挤包半导电层应均匀地包覆在导体上，和绝缘紧密结合，表面光滑，无

明显绞线凸纹，不应有尖角、颗粒、烧焦或擦伤的痕迹。在剥离导体屏蔽时，半导电层不应有卡留在导体绞股之间的现象。导体屏蔽电阻率不超过 1000Ω·m，导体屏蔽标称厚度应为 0.8mm，最薄处厚度不小于 0.7mm。标称截面 500mm<sup>2</sup> 及以上电缆导体屏蔽应有半导电带和挤包半导电层复合组成；

- 1kV 电缆选用交联聚乙烯绝缘电缆，绝缘标称厚度按相关标准执行；
- 绝缘屏蔽为挤包的剥离半导电层，半导电层应均匀地包覆在绝缘上，表面应光滑，不应有尖角、颗粒、烧焦或擦伤的痕迹。绝缘屏蔽宜为可剥离型，绝缘半导电层的标称厚度 0.8mm，绝缘屏蔽电阻率不大于 500Ω·m；

● 电缆不圆度应不大于 15%，电缆不圆度=(电缆最大外径-电缆最小外径)/电缆最大外径×100%；

● 成品电缆的表面应有项目名称、制造厂名、产品型号及额定电压的连续标志，标志应字迹清楚，容易辨认，耐擦。成品电缆标志应符合 GB/T 6995.1~5 之规定。

## (5) 电缆的测试

所有电缆应进行型式测试、车间测试和现场测试，以保证所供应的电缆满足本规范和相关的中国标准所规定的性能要求，这些测试至少应包括以下内容，但不限于此：

所有电气工程应符合 GB50303-2015《建筑电气工程施工质量验收规范》和 GB50168-2018《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》。

## 2、混凝土

本项目混凝土均应采用商品混凝土，不得施工现场搅拌混凝土。

## 3、风光互补设备

### (1) 风力发电机

- 采用水平轴风机，风叶数量：5 确保转动时不影响摄像机效果；
- 风叶材料：碳纤维、EPP 聚丙烯；
- 发电机类型：永磁发电机；
- 额定功率：400W；
- 启动风速(m/s)：2.0m/s；

- 切入风速(m/s): 2.5m/s;
- 额定风速(m/s): 12m/s;
- 制动风速(m/s): 14m/s;
- 电机转速: 0~650rpm;
- 刹车系统: 机械式刹车或电磁制动;
- 产品寿命 $\geq 10$ 年;
- 质保期 $\geq 2$ 年;

#### (2) 光伏组件

- 光伏组件: 采用晶硅电池。
- 发电性能要求: 受恶劣天气（风沙、雨雪）的影响要小, 具备弱光发电的性能。
- 衰减率: 一年内不大于 5%, 以后基本保持稳定;
- 绝缘电阻: 50M $\Omega$ /2000V;
- 光伏组件功率不小于 800W;
- 绝缘强度: DC 3500V, 1min;
- 密封防水: 电池板故障或寿命期后有更换条件并且不影响设备结构;
- 寿命: 不少于 25 年;
- 电池板与线缆的连接采用接插件, 连接牢固、可靠, 并能防潮、防水和抗老化能力,

接插件使用寿命与电池主体相同。组件、插接件替换方便;

● 组件应具备一定的抗雷、雨、风、冰雹、防火和抗震等抗击自然灾害的能力。太阳能发电系统具有除雪功能。

#### (3) 充放电控制器

- 主要功能: LCD 显示, 标准串口;
- 额定电压 (VDC): 24V;
- 充放电回路压降: 不超过系统额定电压的 5%;
- 最大放电电流(A): 大于 30A;
- 允许太阳能最大开路电压 (V): 50V;

- 控制点设置: 自由设置系统运行的节点电压;
- 使用环境温度:  $-40^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ ;
- 控制点设置: 自由设置系统运行的节点电压;

● 通信功能: 配置标准通信接口, 能实现数据远传; 保护功能: 蓄电池过充、过放、输出过载、过压、温度过高等保护功能; 具有浮充电压的温度补偿功能; 具有快速充电功能。

#### (4) 蓄电池组

- 电池的类型: 密封阀控免维护胶体蓄电池;
- 单台蓄电池额定电压: 12V;
- 单台蓄电池额定容量: 200Ah;
- 蓄电池组额定电压: DC24V;
- 蓄电池低温工作性能:  $-20^{\circ}\text{C}$  条件下蓄电池充放电效率不低于 80%;
- 蓄电池高温工作性能:  $40^{\circ}\text{C}$  条件下蓄电池充放电效率不低于 90%;
- 蓄电池寿命要求:  $-20^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$  环境下免维护连续工作 3 年后蓄电池容量衰减不超过 30%。正常使用寿命 5 年, 免维护;
- 蓄电池组采用相互隔离输出方式工作, 可多组并联输出, 无电池环流。蓄电池组可以进行温度调节, 使其始终工作在最佳温度;
- 蓄电池采取恒温保温措施; 蓄电池的浮充设计寿命不小于 10 年;
- 蓄电池间接线板、终端接头选用导电性能优良的材料、并具有防腐蚀措施;
- 蓄电池容量不小于 600AH。

#### (5) 安装要求

● 太阳能光伏板安装在摄像机杆体上, 安装要牢固、美观, 能抵抗 54m/s 的风速; 充放电控制器、蓄电池等安装在杆体防盗设备箱内; 风光互补供电系统应合理配置防雷、接地, 并可与摄像机统一考虑;

● 光伏组件安装位置及范围: 光伏电池组件安装在摄像机立柱上。具体安装位置由施工阶段深化设计确认, 其安装方式满足抗风、抗震、美观等要求;

● 蓄电池、充放电控制器、保护单元: 安装在杆体底部防盗设备箱内, 要求设备箱防

护等级 $\geq$ IP65；

- 布置方式：光伏组件：组件布置方式在提供的范围内自行设计；蓄电池、控制器等的布置方式根据提供的设备箱尺寸设计；

- 外观要求：电池板应具有较好的外视效果，无划痕、无色差：在使用期限内不能因气候条件、紫外线、大气污染物或环境侵蚀造成老化、褪色或变色。

- 荷载要求：施工阶段，承包人应根据当地气候条件提供满足风、雨、雪等荷载的安装设计。

#### 4、配电箱

- 若无其它规定，低压配电箱应按 GB 7251 制造。含稳压电源、电表箱和用电接入调试费；建议供电开户由专业的供电公司进行接电，保证接电规范，须安装漏电保护器，保证安全；

- 备配电箱根据回路数定做，含空气开关等。配电箱的进线端应设置防浪涌保护器，形成过电压保护。配电箱应重复接地。

- 配电箱由自动空气开关、熔断器、防雷器、计量表、箱体等组成。箱体内应配备漏电开关。

- BC 级进户和出户电源防雷器的指标要求如下：单相复合型由 2 只开关型、2 只限压型防雷器、1 只带自动检测功能的智能自复位断路器组成；每一只开关型防雷器可以抵御和吸收 10/350 微秒的直击雷电流 35 kA；每一只限压型防雷器可以抵御和吸收 8/20 微秒的最大放电电流 40kA；防雷器可以抵御相线及中性线对地线排 70 kA 的直接雷电流（L-PE/35kA；N-PE/35kA）；具有能量配合型的防雷器，保护电平等于 1.0kV；具备故障指示及远程遥信功能；前端安装 32A 的带自动检测功能的智能自复位断路器在输入端地线上安装无源雷击计数器；防雷器为模块化设计；防雷模块与底座可实现带电拔插；

- 配电箱的箱体外壳采用不锈钢，壁厚大于 2mm；

- 门锁要满足防盗破坏的要求，具备防水功能；

- 箱体内为了便于走线和美观，需要采用线槽。线槽采用高性能的抗老化的工程塑料，

能够保证在高温条件下不变形、低温下不变脆，线槽尺寸根据线缆的情况具体确定；

- 箱体顶部不锈钢板需要卷曲至少 20mm；

- 门采用内扣式国际通用方式，且为右开方式。门的内衬条采用 2mm 的不锈钢板，增加其稳定性；

- 密封条必须有足够的弹力，能够起到密封的作用，而且密封条必须有足够的抗老化性能；

- 每一个空气开关在相应位置必须有明显、可替换的永久性标识，以防错误开关电源。

## 11 基础、杆件设计

### 11.1 设备基础

本项目设备基础主要为摄像机、多功能交通调查站。

施工要求如下：

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，基底应先先整平、夯实，控制好标高。设备基础与手孔之间的连接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。基础内预埋件均采用热浸锌防腐处理，其螺纹部分镀锌后应进行清理；

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。施工前必须依据施工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 100~150mm 内，外露螺纹应用油纸包裹并用水泥封死，露出基础的钢管应堵塞，以避免进水。在浇筑基础混凝土时，应分两次进行，第一次浇筑到锚板以上 20 厘米左右，待混凝土凝固后，去掉浮渣，对预埋螺栓进行精确校正后，再浇筑剩余部分的混凝土，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。基础表面低于道路基面 10cm，施工完成后基础表面恢复与周边环境协调；

4、基础设施中采用的钢筋均为普通碳素结构钢，钢筋  $D < 10\text{mm}$  时，采用 I 钢，钢筋  $D > 10\text{mm}$  时，采用 II 钢。最小屈服强度为 235MPa，最小抗拉强度为 370Mpa，钢筋保护层不小于 25mm，且钢筋型号、规格及材料性能应符合 GB1499 要求；

5、结构用钢材采用普通碳素结构钢，技术条件应符合《碳素结构钢技术条件》（GB/T700-2006）的规定；

6、地脚螺栓、法兰盘采用 Q345B（16Mn），底板、热轧钢采用 Q235；

7、所有钢材采用热镀锌处理，所用锌为《锌锭》（GB/T470-2008）规定的 0 号或 1 号

锌，镀锌量为  $600\text{g}/\text{m}^2$ 、（外露部分）、 $350\text{g}/\text{m}^2$ （外露部分）。

### 11.2 杆件设计

考虑到夜间等视线较差的时间段的行车安全，本次杆件设计在杆件下部粘贴反光膜，以作安全警示的作用，选用IV类反光膜，密封胶囊式玻璃珠型结构，黄黑横向条纹，纹间距 10cm，下沿高度距地面 0.5m~2m。

外场摄像机立柱中的钢结构均采用热浸镀锌后再涂/喷塑的防腐处理方式。

地脚螺栓、基础法兰、锚板、连接螺栓采用热浸镀锌防腐处理，镀锌量不小于  $350\text{g}/\text{m}^2$ ；其他所有钢构件在作热浸镀锌防腐处理后，再作涂/喷塑防腐处理，作涂/喷塑防腐处理的构件镀锌量不小于  $600\text{g}/\text{m}^2$ 。

钢构件作涂/喷塑防腐处理的材料采用聚酯涂料，为保证钢构件涂塑后的总体质量，涂/喷塑层满足《公路交通工程钢构件防腐技术条件》（GB/T18226-2015）。

## 12 防雷、接地及立柱等钢构件的防腐处理

### 12.1 防雷

#### 12.1.1 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摄像机、多功能交通量调查站设备、智慧服务区外场设备、桥梁监控设施等，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。

##### 12.1.1.1 配置方案

- 1、外场监控设备杆件顶部应安装避雷短针进行直击雷防护；
- 2、外场监控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；
- 3、外场监控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（镀锌扁钢-40×4mm）组成，工频接地电阻小于 1Ω
- 4、外场监控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。

#### 12.1.2 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 Imax 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 60KA（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 20KA（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、外场监控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。

##### 12.1.2.1 配置方案

- 1、在外电开户箱和智能机箱进线端每路加装具有两级保护的复合型防雷器件组，具体应根据实际情况进行配置；
- 2、按现场实际情况可在各场内或场外设备电源进线口加装具有两级保护的单相复合型防雷器件组。

#### 12.1.3 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。

##### 12.1.3.1 配置方案

在外场设备处安装网络信号过电压保护器。

### 12.2 接地

所有外场设备均做联合接地，其接地电阻 $\leq 1\Omega$ 。

其他要求按《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010），《民用建筑电气设计标准》（GB 51348-2019），《数据中心设计规范》（GB 50174-2017），《民用闭路监视电视系统工程技术规范》（GB 50198-2011），《高速公路机电系统防雷技术规范》（GB/T 37048-2018）等执行。

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），接地引线包括 50×5mm 的镀锌扁钢、50mm<sup>2</sup> 的绝缘铜导线。将接地极打入土层（最好是常年比较潮湿

的地方)，地线顶端埋深大于 0.7m，接地极与基础的距离 $>10\text{m}$ ，以品字形分布，接地极之间的距离 $>5\text{m}$ 。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联合接地方式，接地电阻小于  $1\Omega$ ，而且附近几个在道路同侧的设备采用共用同一个接地的方式。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《低压配电设计规范（GB 50054-2011）》、《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准（GB 50168-2018）》、《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（GB 50169-2016）》等国家标准和行业规范。

### 12.3 立柱等钢构件的防腐处理

外场摄像机立柱中的钢结构均采用热浸镀锌后再涂/喷塑的防腐处理方式。

地脚螺栓、基础法兰、锚板、连接螺栓采用热浸镀锌防腐处理，镀锌量不小于  $350\text{g}/\text{m}^2$ ；其他所有钢构件在作热浸镀锌防腐处理后，再作涂/喷塑防腐处理，作涂/喷塑防腐处理的构件镀锌量不小于  $600\text{g}/\text{m}^2$ 。

钢构件作涂/喷塑防腐处理的材料采用聚酯涂料，为保证钢构件涂塑后的总体质量，涂/喷塑层满足《公路交通工程钢构件防腐技术条件》（GB/T18226-2015）。