

G345 江苏段示范通道数字化转型升级项目(南通段)



# 详细设计

第一册 共一册

華設設計集團股份有限公司

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
1.1 项目背景.....	1
1.2 设计依据.....	1
1.3 设计过程.....	3
1.4 工程范围及设计内容.....	3
第 2 章 项目总体设计.....	4
2.1 工程界面.....	4
第 3 章 基础设施监测预警设计.....	5
3.1 道路智能巡查车服务.....	5
3.1.1 系统概述.....	5
3.1.2 系统功能.....	5
3.1.3 系统组成.....	5
3.1.4 服务内容.....	5
3.2 桥梁结构监测系统.....	6
3.2.1 系统概述.....	6
3.2.2 系统功能.....	6
3.2.3 设备组成.....	6
3.2.4 部署方案.....	6
3.3 智能电子围栏系统.....	7
3.3.1 系统概述.....	7
3.3.2 系统功能.....	7
3.3.3 设备组成.....	7
3.3.4 部署方案.....	7
第 4 章 路网运行监测预警设计.....	8
4.1 路侧视频监控.....	8

4.1.1 系统概述.....	8
4.1.2 系统功能.....	8
4.1.3 设备组成.....	8
4.1.4 部署方案.....	8
4.2 事件检测系统.....	9
4.2.1 系统概述.....	9
4.2.2 系统功能.....	9
4.2.3 设备组成.....	9
4.2.4 部署方案.....	9
4.3 多功能交调站.....	11
4.3.1 系统概述.....	11
4.3.2 系统功能.....	11
4.3.3 设备组成.....	12
4.3.4 部署方案.....	12
第 5 章 恶劣气象通行安全预警设计.....	14
5.1 行车诱导系统.....	14
5.1.1 系统概述.....	14
5.1.2 系统功能.....	14
5.1.3 设备组成.....	14
5.1.4 部署方案.....	14
第 6 章 出入口协调控制设计.....	15
6.1 无信号交叉口预警系统.....	15
6.1.1 系统概述.....	15
6.1.2 系统功能.....	15
6.1.3 设备组成.....	15
6.1.4 部署方案.....	15
第 7 章 “一张网”出行服务.....	17

7.1 可变情报板设备.....	17	9.2.1 扩容方案.....	22
7.1.1 系统概述.....	17	9.3 网络安全.....	24
7.1.2 系统功能.....	17	9.3.1 建设方案.....	24
7.1.3 设备组成.....	17	第 10 章 路侧系统施工要求.....	25
7.1.4 部署方案.....	17	10.1 传感器实施要求.....	25
第 8 章 通信、供电及防雷接地设计.....	18	10.2 杆件安装要求.....	26
8.1 供电设计.....	18	10.3 机箱安装要求.....	26
8.1.1 供电设计原则.....	18	10.4 外场设备钢结构防腐处理.....	26
8.1.2 供电点位设计.....	18	10.5 基础施工要求.....	27
8.2 通信设计.....	20	10.6 管道施工要求.....	27
8.3 防雷设计.....	20	10.7 管道材料.....	27
8.3.1 直击雷的防护.....	20	10.8 手孔井.....	28
8.3.2 电源防雷.....	20	第 11 章 施工组织.....	29
8.3.3 信号防雷.....	20	11.1 施工准备.....	29
8.4 接地设计.....	21	11.1.1 施工工艺.....	29
第 9 章 计算存储、网络安全与系统接入.....	22	11.1.2 安全文明施工.....	31
9.1 视频上云建设.....	22	11.2 施工环保措施.....	34
9.1.1 上云方案.....	22	11.2.1 环保组织.....	34
9.2 计算存储设施扩容.....	22	11.2.2 环保措施.....	34

## 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》（交办规划函〔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》（交办规划函〔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 G345 道路结合南通市实际路域情况及需求开展 G345 南通段深化设计编制。

### 1.2 设计依据

#### ■ 相关文件及规定

- （1） 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）；
- （2） 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（交办规划函〔2024〕28 号）；
- （3） 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（交办规划函〔2024〕1544 号）；
- （4） 《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》（交办规划函〔2024〕1892 号）；
- （5） 《公路网运行监测与服务暂行技术要求》（交通运输部）；
- （6） 《江苏省普通公路基础设施数字化转型升级项目建设方案》；
- （7） 《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）；
- （8） 《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）；
- （9） 《江苏省公路网视频上云应用建设方案》（苏交公路网〔2019〕81 号）；
- （10） 《江苏省普通公路视频监控系统建设技术要求（2024 年修订版）》（苏交公便信〔2024〕314 号）；
- （11） 《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）；
- （12） 《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）；
- （13） 《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）；
- （14） 《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）；
- （15） 《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）；
- （16） 《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）；
- （17） 《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）；
- （18） 《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);
- (19) 《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);
- (20) 《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);
- (21) 《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);
- (22) 《江苏省普通国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);
- (23) 《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)》;
- (24) 《全国公路边坡监测工作实施方案(2024 年-2030 年)》;
- (25) 《公路长大桥梁结构监测数据质量管理办法(试行)》;
- (26) 《省级公路长大桥梁结构健康监测平台建设技术指南》;
- (27) 《公路长大桥梁结构监测数据质量评价技术指南(试行)》;
- (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》(GB50168-2024);
- (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) 《道路交通信息发布规范》(GA/T 994-2017);
- (20) 《LED 道路交通诱导可变信息标志》(GA/T484-2018);
- (21) 《江苏省普通国省道智慧公路建设技术指南》(JSITS/T 0002-2020);
- (22) 《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);
- (23) 《桥梁轻量化监测系统建设规范》(DB32/T4987-2024);
- (24) 《公路桥梁结构监测技术规范》(JT/T1037-2022);
- (25) 《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);
- (26) 《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);
- (27) 《江苏省普通国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);
- (28) 《建筑与桥梁结构监测技术规范》(GB50982-2014);
- (29) 《公路桥涵养护规范》(JTG5120-2021);
- (30) 《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/TH21-2011);
- (31) 《系统接地的型式及安全技术要求》(GB14050-2008);

- (32) 《公路桥梁承载能力检测评定规程》(JTG/TJ21-2011);
- (33) 《公路桥涵设计通用规范》(JTGD60-2015);
- (34) 《桥梁轻量化监测系统建设规范》(DB32/T4987-2024);
- (35) 《公路桥梁结构监测技术规范》(JT/T1037-2022);
- (36) 其他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, 项目组与南通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, 省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, 与南通市公路事业发展中心进行多次沟通汇报;
- 2025 年 8 月上旬, 经过与南通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

本项目设计范围为圆陀角开发区-汇大线路口(K0.7-K22.136)、G345 海门东-老 G345 (K67.446-73.945)、叠港公路交叉口-S223 交界(K90.597-97.999)、X316 与通启运河大桥交叉口-邓九路口(K106.845-130.509)、如皋市九华镇-如皋市江安镇(K165.772-191.214), 全线总长约 84.443 km。

本项目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、出入口协调控制、“一张网”出行服务终端、通信供电及防雷接地、计算存储网络安全与系统接入共七部分, 各部分内容如下:

- (1) 基础设施监测预警: 包括智慧巡查系统、桥梁结构监测系统和智能电子围栏系统;
- (2) 路网运行监测预警: 包括路侧视频监控系统、事件检测系统及多功能交调站系统;

- (3) 恶劣气象通行安全预警: 包括行车诱导系统;
- (4) 出入口协调控制: 包括无信号交叉口预警系统;
- (5) “一张网”出行服务终端: 包括可变情报板系统;
- (6) 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;
- (7) 计算存储、网络安全与系统接入: 包括视频上云、存储扩容、网络安全及数据接入。

## 第 2 章 项目总体设计

### 2.1 工程界面

#### 1、与南通市公路事业发展中心的界面

本项目外场设施设备按需接入南通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。所有设备需接入现有南通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数据、多功能交调站设备、行车诱导、可变情报板设备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。除智能电子围栏系统设备外，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，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 道路智能巡查车载系统

#### 3.1.1 系统概述

面对日益增长的道路设施养护需求与精细化管理的挑战,道路智能巡查监测作为一种高效辅助手段,可有效弥补人工方式在覆盖广度与数据连续性上的局限。利用智能巡查车载系统,对项目路面基础设施、沿线附属设施和公路安全的巡查信息进行实时采集和分析,实现病害精准定位、自动化巡查、隐患及时发现及发展态势研判,显著提升南通市国省道巡检效率与智能化水平,为交通基础设施养护数字化管理提供有力支撑。

#### 3.1.2 系统功能

通过搭载智能摄像机,对路面及交安设施进行全方位图像采集,依托先进的病害检测分类算法,对采集数据进行智能分析,自动识别路面病害类型、位置等信息,并将病害信息(包括病害发现时间、精确经纬度坐标、病害类别及巡查车辆编号等)推送至服务商病害分析系统,由该系统定期生成路况分析报告提交用户,实现病害检测的自动化与标准化,全面提升巡查效率与覆盖范围。

**硬件设备:**智能摄像机可适应复杂光线环境,保障全天候作业能力,并满足防震、防尘、耐高温等工业级防护标准。车载边缘分析主机能够自动识别裂缝、坑槽、修补、标线缺损及标牌损坏等多种病害目标,并将识别结果(包括时间、经纬度坐标、病害类型与车辆编号)本地化储存。

**技术服务:**实现病害数据深度分析、多维可视化展示、巡查养护全流程数字化管理、巡查报告生成及上报,覆盖从数据采集、分析、展示到养护闭环的全链路应用。

#### 3.1.3 系统组成

**硬件设备主要包括智能摄像机、RTK 定位、车载边缘分析主机、显示单元等。**

在巡检车顶部安装智能摄像机、RTK 定位,智能摄像机用于 AI 机器视觉前端视像采集,进行路况实时检测;RTK 定位用于精准标定道路桩号位置以及车辆行进轨迹,确保道路巡检和后台监管达到准确、同步。

在巡检车内安装车载边缘分析主机,车载边缘分析主机利用边缘算力控制车载设备功能,边缘云计算和后台计算协同,提高车辆检测性能,实现病害或破损初步识别和标定。

视频图像与车载边缘分析主机之间通过 5G 通信模块进行数据传输,高带宽,低延时,

提高巡检的实时性与时效性,解决现有网络带宽不足导致的视频图像丢帧卡顿、网络延时高等通信问题。

技术服务依托 AI 算法对前端识别结果进行精准复核与量化分析,并基于第三方服务平台,通过电子地图与数据看板实现巡检成果的多维可视化动态展示;同时提供覆盖巡查计划、任务执行至维修闭环的全流程数字化管理;并定期自动生成符合省级标准的分析报告。

#### 3.1.4 服务内容

##### 1、租用智能巡查设备

通过租赁设备形式,对 G345 南通段现有智能巡查车载设备升级改造,集成利用现有工业相机、采集终端等辅助巡查,升级设备共 4 套,分别布设于**海门公路中心、通州公路中心、如皋公路中心及应急管理中心**,设备布设重点服务于 G345 南通段养护巡查,同步应用于路段、路网巡查。

服务单位应定期维护保养和校准测试,确保巡查设备性能满足要求,维护保养的频次应不低于每季度一次,校准测试的频次应不低于每半年一次。服务单位承担智能摄像机、RTK 定位、车载边缘分析主机、显示单元等硬件设施的购置、安装、故障维修、日常维护、升级换代等费用。服务期限内,如果用户车辆发生调整,服务单位需将巡查设备拆卸、安装并调试至新的车辆,承担相关费用。服务期限为项目交工验收后 3 年。

智能巡查设备主要采集数据包含以下三个方面:

(1)路面基础设施巡查方面,包括裂缝、坑槽、松散、路面修补、沉陷、车辙、波浪拥包、桥面护栏、防撞墙及防眩板缺失或损坏、桥梁锚固区混凝土与伸缩缝损坏、桥头与涵顶跳车以及路面污损等具体项目;

(2)沿线附属设施巡查方面,涉及标线污损、标志污损、绿化管护不善和轮廓标管护不善等问题;

(3)公路安全巡查方面,重点关注路面抛撒物、路侧护栏状况。

##### 2、采购数据分析技术服务

服务商需提供专业的病害分析系统,依托 AI 算法对前端识别结果进行精准复核与量化分析,并在此基础上实现巡查多维度综合管理功能。

**病害数据深度分析:**依托 AI 算法对裂缝、坑槽、标线缺损等路面与交安设施病害进行精准识别与量化分析,支持病害历史追踪与趋势研判;实现线路、路段两级 PCI 的自动化评定与多维度对比分析,为养护决策提供科学依据。

**结果可视化展示：**通过电子地图动态展示全域病害分布、巡查指数、维修指数等关键指标；支持在监控大屏实时查看巡查视频、车辆轨迹与定位信息；提供日历图、数据看板等可视化工具，宏观展示巡查计划完成情况、病害统计、覆盖率、里程及时长等业务数据。

**巡查全流程数字化管理：**提供从巡查计划制定、任务执行、病害识别、养护工单派发到维修反馈的全流程闭环管理模块；支持分析结果的任务调度与进度跟踪；具备完整的溯源能力，所有视频数据保留不少于 30 天。

**巡查报告生成及上报：**服务平台支持自动生成标准化巡查报表、病害统计、路况评定等业务报表；支持定制化报告输出，可定期生成符合省级标准的分析报告，并提交用户；提供数据导出与多维分析功能，为养护计划制定、资源调配与管理决策提供全面数据支撑。

## 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，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

全面提升 G345 南通段桥梁健康监测覆盖密度，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采用基于云边端架构的轻量化监测系统架构。按功能角色来看边缘计传感器子系统：包括桥梁结构传感器及多功能集成杆，实时采集桥梁的结构响应和环境数据。多功能集成杆配备高清摄像头、超声波风力风速仪及（可选）、数据综合采集模块。

数据采集与传输子系统：负责将传感器采集的数据进行初步处理，并通过有线或无线网络传输到数据管理平台。

数据管理与处理子系统：对采集到的数据进行存储、分析和处理，提取关键特征值，生

成监测报告。

结构健康评估子系统：基于数据分析结果，对桥梁的健康状况进行评估，预测潜在风险，提供维护建议。

用户界面与展示子系统：通过 Web 界面或移动应用展示监测数据和评估结果，支持用户进行数据查询、分析和预警设置。

本项目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开发的“江苏省普通国省道桥梁结构监测系统 2.0”，进行数据的统一管理及分析。

### 3.2.4 部署方案

为实现对 G345 南通段桥梁设施的全面感知与实施监测，本次依据既有桥梁结构监测成果、2025 年南通公路中心桥梁结构监测建设计划，并结合《2023-2024 年南通市普通国省道“三特”等重要桥梁、桥梁水下桩基及中小桥涵检查服务报告》等，系统推进该路段桥梁监测能力整体覆盖。建设内容包括沿线 10 座重点监测中桥新建结构监测系统，5 座一般监测小桥新建桥梁视频监控，构建完备的桥梁运行状态感知体系，全面提升桥梁管养的数字化与智能化水平。

表 3-1 G345 南通段桥梁结构监测实施列表

序号	桥梁名称	中心桩号	结构类型	桥梁类型	桥梁全长(m)	桥梁状况	通航等级	监测内容
1	白港河中桥	20.94	空心板梁	中桥	40.08	二类	不通航	主梁挠度、车辆撞击、视频抓拍
2	三合口竖河桥	108.165	空心板梁	中桥	26	二类	不通航	主梁挠度
3	三级横河桥	115.43	空心板梁	小桥	34.08	2类	不通航	视频监控
4	二号横河桥	117.737	空心板梁	小桥	28.08	2类	不通航	视频监控
5	六号横河桥	120.964	空心板梁	中桥	26	2类	不通航	主梁挠度、裂缝监测
6	顾家大桥	122.954	空心板梁	小桥	34.08	2类	不通航	视频监控
7	团结河桥	124.188	空心板梁	中桥	57.48	2类	不通航	主梁挠度、裂缝监测
8	新华桥	125.192	空心板梁	小桥	28.08	2类	不通航	视频监控
9	亭西横河桥	126.208	空心板梁	中桥	26	2类	不通航	主梁挠度、视频抓拍
10	龙凤桥	127.55	空心板梁	中桥	26.04	1类	不通航	主梁挠度
11	富民桥	129.544	空心板梁	小桥	33.04	1类	不通航	视频监控

12	引河中桥	177.75	空心板梁	中桥	94.13	二类	六级	主梁挠度、视频抓拍、船舶撞击
13	焦港桥	184.959	空心板梁	中桥	100.6	二类	不通航	主梁挠度
14	十号桥	185.557	空心板梁	中桥	30.09	二类	不通航	主梁挠度
15	如靖界河桥	189.891	空心板梁	中桥	48	二类	不通航	主梁挠度、视频抓拍

K117+140, 通吕运河大桥交 S335 的南北两侧), 按 50-70 米间距布设智能电子界桩, 共部署 12 个桩体, 用于监测环境温湿度及人车侵入行为。桩体视频接入电子界桩监测服务商云平台, 实现人车侵入报警提醒。服务商平台支持报警确认, 报送正确报警数据, 实现事件处置闭环。

### 3.3 智能电子围栏系统

#### 3.3.1 系统概述

智能电子围栏系统面向 G345 南通段通州区域部署, 以实现公路巡查车辆规范化监管与桥下空间安全智能防控为核心目标。系统综合利用电子界桩、车载定位等物联感知设备, 结合相应的监测服务平台, 实现对巡查车辆运行轨迹的全程可溯、定时打卡与智能监督, 并对桥下异常人车违规侵入进行实时识别与自动告警, 有效提升公路巡查监管效率与重点结构物的安全防护水平, 形成“人车—设备—平台”联动的智能监测与业务闭环管理体系。

#### 3.3.2 系统功能

**巡查车辆监管功能:** 在日常巡查过程中, 系统通过车载定位终端与预设电子围栏区域联动, 自动记录车辆经过电子界桩的时空信息, 生成完整巡查轨迹与打卡记录, 有效加强巡查工作的规范化管理与监督力度。

**桥下空间安全监测功能:** 电子界桩内置多类传感器, 可实时采集并上报经纬度、名称、桩号、温湿度等环境数据; 借助桩体摄像头智能识别周边人员、车辆违规侵入等行为, 及时发出报警, 全面提升桥下空间的安全监控能力。巡查人员至现场处置异常事件后, 可利用电子界桩进行定位打卡, 标记处置完成状态, 实现巡查与处置流程的可视化闭环管理。

#### 3.3.3 设备组成

智能电子围栏系统主要包括以下组成部分: 电子界桩(含传感与摄像模块)、电子界桩监测服务平台、车载定位终端、车载定位服务平台。

#### 3.3.4 部署方案

系统部署于 G345 通州段, 具体方案如下:

- 1、为通州分中心尚未安装定位设备的 **2 辆巡查车加装车载定位终端;**
- 2、在**通吕运河大桥沿线 10 公里范围 (K112-K122)** 内, 于车载终端服务商平台中设定**电子围栏管控区域;**
- 3、在**通吕运河大桥跨通吕运河北侧桥下空间 (K116+780-K116+900, K117+000-**

## 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、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。

##### 3、视频接入

现有平台增加卡口、视频监控接入，数量须满足南通市路网中心所有视频接入。

#### 4.1.3 设备组成

由 400W 双目相机、两枪一球一体摄像机、智能机箱、工业以太网交换机（外场接入）等组成。

#### 4.1.4 部署方案

经与相关科室沟通业务需求并现场踏勘后，在交通流量大、安全风险高、视频监控缺失

路段共计选取 21 个点位新建，共计 71 路，合现状路网监控 23 处，及桥梁新增视频 8 处，数字化转型后管养路段密度约达 1.60km/处。

路网视频 21 处拟建设点位如下：

表 4-1 路侧视频监测系统布设表

序号	区县	桩号	方向	选点说明	设备选型	视频路数
1	启东	K1+550	上行	事故路段补盲	三目 400 万相机、12 米立杆+3m 悬臂	3
2	启东	K4+550	断面	近 4A 级景区，距离与 G328 交叉口约 4 公里，新建多功能交调站，配套路网监测视频	双目 400 万级智能球机、建设于 6.5m 门架上	2
3	启东	K9+350	上行	监测长空白路段，补盲	三目 400 万相机、12 米立杆+3m 悬臂	3
4	启东	K12+000	下行	事故路段补盲	三目 400 万相机、12 米立杆+3m 悬臂	3
5	启东	K14+050	下行	近惠萍镇，通行量大，监测空白路段补盲	三目 400 万相机、12 米立杆+3m 悬臂	3
6	启东	K20+300	上行	大流量路段	三目 400 万相机、12m 立杆+3m 悬臂	3
7	启东	K22+000	上行	G40 沪陕高速启东收费站出入口连接段	三目 400 万相机、12 米立杆+3m 悬臂	3
8	海门	K67+720	上行	麒新村小桥旁，正麒线交叉口	三目 400 万相机、12m 立杆+3m 悬臂	3
9	海门	K69+220	上行	该点位位于大型弯道处	三目 400 万相机、12m 立杆+3m 悬臂	3
10	海门	K71+150	断面	G40 沪陕高速平行段，路网监测视频	三目 400 万相机、12m 立杆+3m 悬臂	3
11	海门	K73+180	下行	G228 与 G345 交叉口	三目 400 万相机、12m 立杆+3m 悬臂	3
12	通州	K106+900	中分带	通启运河大桥	2 套双目 400 万相机、2 套 12m 立杆+3m 悬臂	4
13	通州	K113+610	中分带	该点位上行为康富路交叉口，下行为东通线交叉口。	2 套双目 400 万相机、2 套 12m 立杆+3m 悬臂	4
14	通州	K114+610	中分带	该点位上行为人民东路交叉口。	2 套双目 400 万相机、2 套 12m 立杆+3m 悬臂	4
15	通州	K117+550	中分带	近钟秀东路交叉口、通吕运河大桥，路段货车占比高	2 套双目 400 万相机、2 套 12m 立杆	4

					+3m 悬臂	
16	通州	K121+480	中分带	该点位上行为六号横河桥、龙盛大道交叉口。	2套双目400万相机、2套12m立杆+3m悬臂	4
17	通州	K122+830	中分带	该点位处于大型弯道处，上行为长盛路交叉口。	2套双目400万相机、2套12m立杆+3m悬臂	4
18	通州	K126+000	中分带	该点位上行为跃进北路交叉口、跃进桥。	2套双目400万相机、2套12m立杆+3m悬臂	4
19	通州	K127+700	中分带	该点位上行为龙凤桥，下行为周家桥。	2套双目400万相机、2套12m立杆+3m悬臂	4
20	通州	K129+050	中分带	该点位上行为五总路交叉口，下行为龙坝桥。	2套双目400万相机、2套12m立杆+3m悬臂	4
21	如皋	K169+390	上行	X253 云长线交叉口	三目400万相机、12米立杆+3m悬臂	3
合计						71路

## 4.2 事件检测系统

### 4.2.1 系统概述

采用大小模型协同模式。通过小模型算法设定，基于连续视频流对路网监控视频源进行轮巡分析处理，结合前后帧信息进行时序分析，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。鉴于部分事件（如拥堵）需持续观测一定时间才能准确识别，该时序分析能力至关重要。

系统实现交通视频事件智能分析处理后，采用多模态大模型技术，对检测出的各类交通类、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。基于本项目部署的事件检测技术，其能力可延伸服务于南通市普通国省道的整体路网监测与管理需求。

### 4.2.2 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、车辆自燃、交通事故（3车以上多车追尾、事故造成交通阻断）、路面异常、桥梁

坍塌，共七类事件的检测，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。

### 4.2.3 设备组成

由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（含大小模型）和南通现有公路智监测视频设备组成，事件检测数据对接至交通事件智能巡查系统。

### 4.2.4 部署方案

#### 4.2.4.1 软件算法升级方案

交通事件智能巡查系统现拥有路面抛洒物、路面堆积物、交通拥堵等算法，后续升级将对已有算法进行升级，并增加算法类型，共**算法升级1类、新增4类**。

(1) 已有算法升级1类：优化提高算法的识别精度，降低误报率；同时**扩大路面堆积物算法的检测目标**，增加货物堆积、广告牌倒塌、树木倒伏、龙门架灯杆坍塌等事件的识别能力。此外，应用大模型技术对算法识别结果进行二次校验，进一步提高精度。

(2) 新增算法种类4类：在已有算法的基础上，结合公路日常事件现状，增加**车辆自燃、交通事故**（3车以上多车追尾、交通事故阻断）、**大型路面异常**（路面大面积积水、路面塌陷）、**桥梁坍塌**等事件的检测，**总事件种类增加到7种**，同时可对事件严重程度进行分级。

(3) 算法性能升级：对算法架构与推理过程进行全面优化，显著提升计算效率与处理速度，降低单帧解析耗时；同时增强系统高并发处理能力，支持更多视频流同时分析，并有效控制资源占用。通过模型轻量化、算子优化与内存调度策略改进，实现在同等硬件条件下更高的吞吐量与更低的响应延迟，进一步提升系统整体性能与可扩展性。

于市中心新增加的高性能 GPU 服务器部署多模态大模型服务，基于大小模型联动，初步增加以下功能：

(1) 采用多模态大模型技术，对小模型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；

(2) 基于多模态大模型的图像处理能力，对小模型识别到的事件图片等进行理解，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。

区分视频点位使用设备和上下行，一处点位至少接入一路视频。若有上行和下行，画面不重复则均接入事件检测；若点位使用三目 400w 相机，上下行枪机接入事件监测，球机不接入。

启东分中心已有 1 路视频接入事件检测系统，此外本项目将对接 G345 南通段沿线海门分中心视频 10 路，启东分中心视频 15 路，如皋分中心视频 13 路，以及通州分中心视频 58 路，共计 96 路视频监控。

表 4-2 事件检测系统接入新增视频列表

序号	监控名称	区县	桩号	视频路数	备注
1	G345 K1+550	启东	K1+550	2	新建路网视频接入
2	G345 K4+550	启东	K4+550	2	新建路网视频接入
3	G345 K9+350	启东	K9+350	2	新建路网视频接入
4	G345 K12+000	启东	K12+000	2	新建路网视频接入
5	G345 K14+050	启东	K14+050	2	新建路网视频接入
6	G345 K20+300	启东	K20+300	2	新建路网视频接入
7	G345 白港河中桥 视频监控	启东	K20+094	1	新建桥梁视频接入
8	G345 K22+000	启东	K22+000	2	新建路网视频接入
9	G345 K67+720	海门	K67+720	2	新建路网视频接入
10	G345 K69+220	海门	K69+220	2	新建路网视频接入
11	G345 K71+150	海门	K71+150	2	新建路网视频接入
12	G345 K73+180	海门	K73+180	2	新建路网视频接入
13	G345 启那线-海门河桥-K91+000	海门	K91+000	1	现状视频接入
14	G345 启那线-海门-K92+700 下行	海门	K92+700	1	现状视频接入
15	G345 启那线-治超站-K94+180	通州	K94+180	1	现状视频接入
16	G345 启那线-新江海河大桥-K96+000	通州	K96+000	1	现状视频接入

17	G345 启那线-路网监测-S510 交叉口-K97+250	通州	K97+300	1	现状视频接入
18	G345 启那线-通启大桥-K104+410	通州	K104+410	2	现状视频接入
19	G345 K106+900	通州	K106+900	4	新建路网视频接入
20	G345 启那线-望海台村-K108+100	通州	K108+100	2	现状视频接入
21	G345 三级横河桥 视频监控	通州	K115+430	1	新建桥梁视频接入
22	G345 启那线-世纪大道路口北-K110	通州	K110+000	2	现状视频接入
23	G345 二号横河桥 视频监控	通州	K117+737	1	新建桥梁视频接入
24	G345 K113+610	通州	K113+610	4	新建路网视频接入
25	G345 K114+610	通州	K114+610	4	新建路网视频接入
26	G345 启那线-通吕运河桥-K116+300	通州	K116+300	1	现状视频接入
27	G345 K117+550	通州	K117+550	4	新建路网视频接入
28	G345 顾家大桥视 频监测	通州	K122+954	1	新建桥梁视频接入
29	G345 启那线-通州-K119+900	通州	K119+900	2	现状视频接入
30	G345 新华桥 视频监控	通州	K120+964	1	新建桥梁视频接入
31	G345 K121+480	通州	K121+480	4	新建路网视频接入
32	G345 K122+830	通州	K122+830	4	新建路网视频接入
33	G345 亭西横河桥 视频监控	通州	K125+192	1	新建桥梁视频接入
34	G345 启那线-通州-K124+570	通州	K124+570	2	现状视频接入
35	G345 K126+000	通州	K126+000	4	新建路网视频接入
36	G345 富民桥 视频监控	通州	K129+544	1	新建桥梁视频接入
37	G345 K127+700	通州	K127+700	4	新建路网视频接入
38	G345 如靖界河桥 视频监控	如皋	K189+891	1	新建桥梁视频接入
39	G345 K129+050	通州	K129+050	4	新建路网视频接入
40	G345 启那线-南通通州-K130+100	通州	K130+100	2	现状视频接入
41	G345 启那线-路网监测-薛窑大桥东侧-K166+970	如皋	K166+970	1	现状视频接入
42	G345 K169+390	如皋	K169+390	2	新建路网视频接入
43	G345 启那线-路网监测-S603 路口-K177+050	如皋	K177+050	1	现状视频接入
44	G345 启那线-路网监测-引河中桥-K177+990	如皋	K177+990	1	现状视频接入
45	G345 启那线-路网监测-石庄汽车站-K180+080	如皋	K180+080	1	现状视频接入

46	G345 启那线-跨宁通高速桥下-K180+880	如皋	K180+880	1	现状视频接入
47	G345 启那线-路网监测-石庄立交桥南侧-K181+100	如皋	K181+100	1	现状视频接入
48	G345 启那线-焦港桥-K185+000	如皋	K185+000	1	现状视频接入
49	G345 启那线-十号桥-K185+450	如皋	K185+450	1	现状视频接入
50	G345 启那线-路网监测-加油站西-K186+950	如皋	K186+950	1	现状视频接入
51	G345 启那线-路网监测-泰州界-K189+800	如皋	K189+800	1	现状视频接入
合计					96 路

#### 4.2.4.2 硬件利旧及新增方案

本项目为覆盖南通 G345 全线视频，将未安装 GPU 服务器的分中心各部署一套 GPU 服务器，GPU 服务器嵌入升级后的事件检测算法，即保证各分中心拥有一台交通事件感知算法一体机。

通州分中心无服务器，本次新增一台交通事件感知算法一体机；如皋分中心现有 GPU 服务器利旧使用；市中心现有 GPU 服务器移至海门分中心，利旧使用；启东分中心现有服务器利旧使用。

市中心新增一台大模型分析处理一体机，用于大模型相关技术的应用。

表 4-3 G345 南通事件检测服务器配置方案

分中心	原有小模型 GPU 服务器数量	G345 下辖区原有服务器路数占用情况	G345 本项目新增路数	接入新增后总路数	本次新增服务器
启东	1	65	15	80	/
海门	1	47	11	58	/
通州	0	/	46	46	1 台交通事件感知算法一体机
如皋	1	81	15	96	/
市中心	/	/	/	/	1 台大模型分析处理一体机
合计		193	94	280	南通 G345 共新增：1 台交通事件感知算法一体机+1 台大模型分析处理一体机

### 4.3 多功能交调站

#### 4.3.1 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。

#### 4.3.2 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。

### 4.3.3 设备组成

由交通情况调查设备、400W 双目相机、900W 车牌识别设备、环保补光灯、融合终端服务器、交调站标识、智能机箱、工业以太网交换机（外场接入）等组成。

### 4.3.4 部署方案

#### 1、布设原则：

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) 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。

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，新建 4 处多功能交调站，配备 I 类交调设备、车牌识别等设备，提升路网监测能力。

#### 2、布设点位

G345 南通段主要与 G40 沪陕高速、S19 通锡高速、G15 沈海高速、S255 等国省道衔接，各衔接点间的交通流量变化相对较小。项目综合考虑交通特征、后期管养、资源利用等因素，按照国省道衔接点切割 G345 管养路段，同时充分考虑与公安卡口的车牌识别数据复用，最终确定在启东、海门、如皋新建设 4 个多功能交调站，按照行驶方向、分车道采集单个机动车车牌数据，最终形成全面覆盖、功能多样的交通调查布局。

本次数字化转型共建设 4 套多功能交调站，均为新建点位。

表 4-4 多功能交调站系统布设表

序号	区县	桩号	新建/升级	选点说明
1	启东	K4+550	新建	监测 G328-S225 路段流量, 近黄金海滩风景区 (4A 级景区), 且距离 G345 与 G328 交叉口约 4 公里。
2	海门	K91+150	新建	距离沪陕高速叠石桥收费站出入口约 3 公里, 重点监测沪陕高速、G228 分流流量。
3	如皋	K171+750	新建	距离沪陕高速如皋港收费站出入口约 6 公里, 距沪陕高速与云长线 X253 的交汇出入口 (在建) 约 2 公里, 重点监测沪陕高速如皋港出入口至沪陕高速与云长线 X253 在建出入口间的路段流量。
4	如皋	K183+060	新建	距离沪陕高速如皋收费站出入口连接路段约 4.5 公里, 重点监测 S603-X208 (南通-泰州市界) 路段流量。

## 第 5 章 恶劣气象通行安全预警设计

### 5.1 行车诱导系统

#### 5.1.1 系统概述

项目沿线部分桥梁及弯道路段存在视距受限问题。弯道因其道路走向变化、视线受阻(如桥墩、护栏、植被遮挡等),尤其在低能见度条件(如夜间、团雾、雨雪天)下,驾驶员难以准确判断前方路况和弯道半径,是侧滑、对向/同向碰撞的高风险区域。为有效应对弯道视距不足这核心风险源,本项目拟部署行车诱导系统。

#### 5.1.2 系统功能

##### 1、行车主动诱导模式

能见度较差时启动系统,黄色诱导灯按特定频率闪烁,提醒驾驶员注意道路状况。

##### 2、防止追尾警示模式

当有车辆经过诱导装置时,触发上游特定组诱导装置的黄色诱导灯关闭,红色预警灯开启,形成红色预警区间来提示后车前方车辆存在以及前后车辆安全间距。此时,其他诱导装置的黄色诱导灯保持同步闪烁,当车辆向前行驶经过下一组诱导装置时,红色预警区间与车辆动态同步前移。

#### 5.1.3 设备组成

由诱导装置、能见度检测仪、诱导装置控制器、控制基站、5G 路由器等共同组成。

#### 5.1.4 部署方案

石庄立交上跨 G40 沪陕高速,弯道距离较长,遇夜间、降雨、大雾等低能见度情况时,会车存在一定风险,安全隐患较大,选取该点位,约 620 米,部署于如皋段石庄立交全线两侧护栏,起始桩号 K181+800-K182+420, K182+420 上行位置安装诱导装置控制器及能见度检测仪。

## 第 6 章 出入口协调控制设计

### 6.1 无信号交叉口预警系统

#### 6.1.1 系统概述

行人过街预警系统通过在主路和辅路上分别安装设备对车辆和行人进行精准检测,采用 LED 屏文字提示及声光提醒方式对主、辅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。项目沿线部分村镇交叉口未设置信号控制灯,来往车辆速度较快,行人、非机动车穿过道路存在较大的安全隐患,因此为有效避免道路交通安全事故的发生,确保人民的生命财产安全,在存在行人过街需求的非信控交叉口设置行人过街风险感知系统非常有必要。

#### 6.1.2 系统功能

##### 1、车辆检测

在人行横道上游安装雷达,当车辆通过时,设备能够捕捉通过信号,并传递给下游接口;同时对监测数据进行加工处理,识别车辆车速、检测车流量,作为道路交通流分析的重要数据采集源,以便未来应用扩展。

##### 2、行人检测

雷视安装于人行横道两侧,集成于声光一体式警示柱上。当人行横道内以及两侧出现正在通行或等待的行人、非机动车时,检测设备捕捉信号并发送至系统进行下一步控制。

##### 3、联动警示

当支路有车辆及行人进入主路时,主路横杆上 LED 电子屏点亮,提醒主路行驶车辆,以“支路行人、减速慢行”等固定文字的形式发布提醒;当主路有车辆接近非信控交叉口时,支路通过声光一体式警示柱爆闪,警示支路行人、非机动车,以“主路来车、路口观察”等固定文字的形式发布提醒。

##### 4、标志自动调节亮度发光

LED 发光单元根据环境照度会自动调节亮度,确保标志既能被有效视认又不产生炫目。

##### 5、数据预处理及上传

实现对雷达检测流量、速度、预警次数等数据的预处理,并上传至公路中心进行数据应用。

#### 6.1.3 设备组成

标准化无信号交叉口预警系统由主路悬臂式 LED 屏、主路用雷达探测器、主动发光人行横道标志牌、主动发光停车让行标志牌、支路声光一体式警示柱、智能检测摄像机、控制柜、工业以太网交换机(外场接入)等组成。支路布设支路声光一体式警示柱、智能检测摄像机;主路布设主路悬臂式 LED 屏、主路雷达探测器、控制柜、工业以太网交换机(外场接入)等,同步更换人行横道主动发光标志牌,通过对主路和支路双向检测,联动相关设施对主路及支路分别进行预警提示。

简易化无信号交叉口预警系统由主动发光人行横道标志牌、主动发光停车让行标志牌组成。主路更换人行横道主动发光标志,支路更换停车让行主动发光标志。

#### 6.1.4 部署方案

根据 G345 事故分析、交叉口交通量、现场调研,常乐镇界牌河路路口发生 1 起死亡事故及 1 起伤人事故,未建设相关警示系统,将按照标准化警示方案布设,其余事故非信控路口按照简易方案布设。

另外,K2-K4、K11-K16、K68-K71、K94-K97、K113-K114、K166-K172、K176-K179 及 K186-K190 区间属于通行量大、事故高发无信控路段,以及 K185 居民密集,且为学校路段,纳入建设范围。上述范围内的其余非信控交叉口需选取简易化预警方案进行建设,共计建设 29 处,包括 1 处标准化警示路口及 28 处简易化警示路口。

表 6-1 G345 南通无信号交叉口预警部署点位表

序号	区县名称	交叉口名称	桩号	建设方案
<b>K2-K6</b>				
1	启东市	圆陀角中心路交叉口	K1+480	简易
2	启东市	林连路交叉口	K4+180	简易
3	启东市	江寅线交叉口	K6+750	简易
<b>K11-K16</b>				
4	启东市	启东市第四人民医院路口	K11+150	简易
5	启东市	惠萍镇东兴镇村中心路交叉路口	K13+700	简易
6	启东市	惠萍初级中学东路口	K15+600	简易
7	启东市	惠萍初级中学西路口	K15+900	简易
<b>K68-K71</b>				
8	海门区	常乐镇界牌河路路口	K68+550	标准
<b>K94-K97</b>				
9	海门区	兄弟村叠西路交叉口西 100 米路口	K94+000	简易
10	海门区	兄弟村十三组路口	K94+580	简易

11	通州区	通北十一组路口	K95+090	简易
12	通州区	张芝山镇培德村卫生室北路口	K95+950	简易
13	通州区	培德村三十二组南路口	K96+440	简易
14	通州区	培德村三十二组南路口	K96+480	简易
15	通州区	镇西路交叉口	K97+130	简易
<b>K113-K114</b>				
16	通州区	复康路交叉口南 200 米无信控路口	K113+600	简易
17	通州区	民平村十七组东路口	K114+200	简易
<b>K166-K172</b>				
18	如皋市	薛窑医院路口	K166+900	简易
19	如皋市	薛碾线交叉口	K168+350	简易
20	如皋市	170KM+540M“T”型路口	K170+540	简易
21	如皋市	长江镇镇南路交叉路口	K171+950	简易
<b>K176-K179</b>				
22	如皋市	长江镇通港路交叉路口	K175+700	简易
23	如皋市	178km+610m 处交叉路口	K178+600	简易
24	如皋市	石庄镇业探广场西侧无名路交叉路口	K179+800	简易
<b>K185-K190</b>				
25	如皋市	短圩墩儿西南路口	K184+100	简易
26	如皋市	张黄小学、张黄幼儿园路口	K185+430	简易
27	如皋市	十号桥公交站南侧路口	K186+800	简易
28	如皋市	186 公里十号桥路口	K186+900	简易
29	如皋市	江安镇新余线交叉路口	K187+680	简易

## 第 7 章 “一张网” 出行服务

一张网出行服务在接收各类交通事件/诱导信息基础上，通过 LED 动态显示屏、第三方导航平台、小程序等进行信息发布，实现向道路使用者动态发布实时路况、事故预警、施工提醒、速度提示及高速出入口指引等关键信息，提升行车安全与路网通行效率。

### 7.1 可变情报板设备

#### 7.1.1 系统概述

##### 1、出行信息发布

主要用于实现出行前、出行中、出行后的全出行链服务，提升公众获得感，主要设施包括可变信息标志和第三方信息发布系统。

##### 2、准全天候通行

保障车辆在恶劣天气、不良光线下以及复杂路段中的安全行驶，提升车辆行驶安全性。

##### 3、车道级服务

主要包含用于解决特殊时段主线和匝道拥堵严重、影响车辆正常行驶的问题，实现车辆运行效率的最大化，提高关键路段和节点的通行能力与安全性，主要设施包括可变信息标志。

#### 7.1.2 系统功能

通过发布道路路况、施工占道、交通管制、交通事件等信息，诱导道路使用者的出行行为，从而减少车辆在道路上的逗留时间，防止交通阻塞的发生，并且最终实现交通流在路网中各个路段上的合理分配，改善路面交通系统。可实现设备状态、在播内容查询；宣传标语、警示信息、天气信息、施工占道、交通管制等信息的编辑和发布；实现人工干预和系统自动发布发放相关的交通路况信息；遇有道路交通事故、临时交通管制等突发性紧急事件的诱导发布；另可实现诱导信息历史发布记录的查询，以及诱导发布预案的创建、编辑、发布等功能。具体功能如下：

通过省级统一的情报板内容管理平台，实现对全省公路沿线各类情报板（包括道路状况提示板、施工警示牌、气象预警屏等）的集中化管控，支持文字、图形、符号等多种信息形式的编辑、审核与定时/实时发布。系统内置信息分级分类管理机制，可根据道路等级、事件

严重性和区域特性自动匹配信息模板与发布策略，确保交通管制、事故预警、施工绕行等关键信息以标准化格式精准推送至对应区域的情报板设备。

同时，平台集成实时监测模块，动态追踪情报板在线状态、信息显示效果及内容更新时效，结合数据统计功能分析不同区域、时段的信息发布频次与公众关注热点，为优化信息发布策略提供数据支撑。通过建立历史信息追溯机制，实现情报板内容发布记录的全程可查，确保信息发布的合规性与可审计性，最终形成覆盖信息全生命周期的标准化管理体系，提升公众获取公路出行信息的准确性与及时性。

#### 7.1.3 设备组成

“一张网”出行服务终端由悬臂式可变情报板、可变情报板监控摄像机、情报板内容防护前端设备、智能机箱和工业以太网交换机组成。

#### 7.1.4 部署方案

G345 南通段在与 S15 洋通高速西亭收费站出入口上下行 150m 处设置悬臂式可变信息标志，向驾乘人员提供警示、诱导提示、交通控制、气象、交通状况、高速出入口开放状态等信息服务。

具体点位如下：

表 7-1 G345 南通可变情报板设置点位表

序号	桩号	方向	建设类型	取电点	建设类型	位置
1	K126+840	上行	悬臂式可变情报板	挂表取电	新建	S19 洋通高速入口
2	K127+380	下行	悬臂式可变情报板	挂表取电	新建	

## 第 8 章 通信、供电及防雷接地设计

### 8.1 供电设计

#### 8.1.1 供电设计原则

本次供电点选取，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，包括路灯箱变、信号控制机箱及公安监控所用的配电箱。

#### 8.1.2 供电点位设计

表 8-1 桥梁结构监测供电方式选取

序号	所属辖区	建设位置	设备	供电
1	启东	K20+094（白港河中桥）	数字图像位移传感器+智能振动传感器+高清摄像头	市电（新开户）
2	通州	K108+165（三合口竖河桥）	数字图像位移传感器	市电（新开户）
3	通州	K115+430（三级横河桥）	视频监控	市电（新开户）
4	通州	K117+737（二号横河桥）	视频监控	市电（新开户）
5	通州	K120+964（六号横河桥）	数字图像位移传感器+裂缝计	市电（新开户）
6	通州	K122+954（顾家大桥）	视频监控	市电（新开户）
7	通州	K124+188（团结河桥）	数字图像位移传感器	市电（新开户）
8	通州	K125+192（新华桥）	视频监控	市电（新开户）
9	通州	K126+208（亭西横河桥）	数字图像位移传感器+高清摄像头	市电（新开户）
10	通州	K127+550（龙凤桥）	数字图像位移传感器	市电（新开户）
11	通州	K129+544（富民桥）	视频监控	市电（新开户）

12	如皋	K177+750（引河中桥）	数字图像位移传感器+智能振动传感器+桥下视频监控	市电（新开户）
13	如皋	K184+959（焦港桥）	数字图像位移传感器+智能振动传感器	市电（新开户）
14	如皋	K185+557（十号桥）	数字图像位移传感器	市电（新开户）
15	如皋	K189+891（如靖界河桥）	数字图像位移传感器+高清摄像头	市电（新开户）

表 8-2 智能电子围栏系统供电方式选取

序号	所属辖区	布设桩号	杆件及设备	取电方式
1	通州	通吕运河大桥	智能电子界桩	就近市电取电

表 8-3 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	启东	K1+550	上行	12m 立杆+3m 悬臂	市电（新开户）
2	启东	K4+550	断面	建设于 6.5m 门架上	市电（多功能交调）
3	启东	K9+350	上行	12m 立杆+3m 悬臂	市电（新开户）
4	启东	K12+000	下行	12m 立杆+3m 悬臂	市电（新开户）
5	启东	K14+050	下行	12m 立杆+3m 悬臂	市电（新开户）
6	启东	K20+300	上行	12m 立杆+3m 悬臂	市电（新开户）
7	启东	K22+000	上行	12m 立杆+3m 悬臂	市电（新开户）
8	海门	K67+720	上行	12m 立杆+3m 悬臂	市电（新开户）
9	海门	K69+220	上行	12m 立杆+3m 悬臂	市电（新开户）
10	海门	K71+150	上行	12m 立杆+3m 悬臂	市电（新开户）
11	海门	K73+180	下行	12m 立杆+3m 悬臂	市电（新开户）
12	通州	K106+900	中分带	2 套 12m 立杆+3m 悬臂	市电（新开户）
13	通州	K113+610	中分带	2 套 12m 立杆+3m 悬臂	市电（新开户）

14	通州	K114+610	中分带	2套 12m 立杆+3m 悬臂	市电(新开户)
15	通州	K117+550	中分带	2套 12m 立杆+3m 悬臂	市电(新开户)
16	通州	K121+480	中分带	2套 12m 立杆+3m 悬臂	市电(新开户)
17	通州	K122+830	中分带	2套 12m 立杆+3m 悬臂	市电(新开户)
18	通州	K126+000	中分带	2套 12m 立杆+3m 悬臂	市电(新开户)
19	通州	K127+700	中分带	2套 12m 立杆+3m 悬臂	市电(新开户)
20	通州	K129+050	中分带	2套 12m 立杆+3m 悬臂	市电(新开户)
21	如皋	K169+390	上行	12m 立杆+3m 悬臂	市电(新开户)

表 8-4 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	启东	K4+550	断面	双立柱门架(宽度: 12m)	市电(新开户)
2	海门	K91+150	断面	三立柱门架(宽度: 26m)	市电(新开户)
3	如皋	K171+750	断面	双立柱门架(宽度: 12m)	市电(新开户)
4	如皋	K183+060	断面	双立柱门架(宽度: 12m)	市电(新开户)

表 8-5 行车诱导系统供电方式选取

序号	所属辖区	点位名称	布设范围	取电方式
1	如皋	石庄立交	K181+800~K182+420	市电(新开户)

表 8-6 无信号交叉口预警系统供电方式选取

序号	所属辖区	交叉口桩号	取电方式
行人过街预警			
1	海门	K68+550	市电(新开户)
主动发光标志牌			
1	启东	K1+480	太阳能
2	启东	K4+180	太阳能

3	启东	K6+750	太阳能
4	启东	K11+150	太阳能
5	启东	K13+700	太阳能
6	启东	K15+600	太阳能
7	启东	K15+900	太阳能
8	海门	K94+000	太阳能
9	海门	K94+580	太阳能
10	通州	K95+090	太阳能
11	通州	K95+950	太阳能
12	通州	K96+440	太阳能
13	通州	K96+480	太阳能
14	通州	K97+130	太阳能
15	通州	K113+600	太阳能
16	通州	K114+200	太阳能
17	如皋	K166+900	太阳能
18	如皋	K168+350	太阳能
19	如皋	K170+540	太阳能
20	如皋	K171+950	太阳能
21	如皋	K175+700	太阳能
22	如皋	K178+600	太阳能
23	如皋	K179+800	太阳能
24	如皋	K184+100	太阳能
25	如皋	K185+430	太阳能
26	如皋	K186+800	太阳能
27	如皋	K186+900	太阳能
28	如皋	K187+680	太阳能

表 8-7 “一张网” 出行服务系统供电方式选取

序号	所属辖区	布设桩号	方向	取电方式
1	通州	K126+840	上行	市电（新开户）
2	通州	K127+380	下行	市电（新开户）

## 8.2 通信设计

结合外场设备传输稳定性及运维难度等需求，桥梁结构监测、路侧视频监控、多功能交调站、无信号交叉口预警（标准）系统、“一张网”出行服务系统采用租用 20M/30M 专线方式；道路智能巡查系统、智能电子界桩、车载定位终端、行车诱导系统采用物联网卡，保障各点位的数据传输。

## 8.3 防雷设计

### 8.3.1 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球形摄像机、交通量调查设备、行人过街预警设备等，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。

#### 8.3.1.1 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（6mm<sup>2</sup>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。

### 8.3.2 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 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 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。

#### 8.3.2.1 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。

### 8.3.3 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。

#### 8.3.3.1 配置方案

在外场设备处安装网络信号过电压保护器。

## 8.4 接地设计

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6mm<sup>2</sup> 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50×5mm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4Ω，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 9 章 计算存储、网络安全与系统接入

### 9.1 视频上云建设

#### 9.1.1 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，本次设计在如皋分中心新增一套 200 路上云网关。

### 9.2 计算存储设施扩容

#### 9.2.1 扩容方案

根据本项目各路网分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。

对无信号交叉口预警等系统产生的结构化数据进行存储，存储周期按3年估算，存储容量约为10GB。

根据各分中心本项新增视频监控数量，计算出新增硬盘数量，并给出后期扩容要求。如下表所示。本次设计在通州分中心新增一台NVR，其余分中心按需增加8T存储硬盘接入现有NVR设备。

表 9-2 本项目 NVR 存储扩容工程量清单

序号	路网分中心	NVR (基本参数)	NVR (台)	现有盘位数 (盘)	已有硬盘数 (块)			已建视频 (路)	本期新增视频数量 (套)	本期新增视频路数 (路)	本期新增 8TB 硬盘数 (块)	本期新增 NVR	备注
					4TB	8TB	10TB						
1	通州	128 路, 16 盘位	2	48	11	18		90	24	42	17	1	
		32 路, 8 盘位	2		/	12							
2	如皋	128 路, 16 盘位	4	80	5	19		140	2	4	2	/	
		32 路, 8 盘位	2		8	6							
		64 路	1		/	8	16						
3	海门	128 路, 16 盘位	3	64	21	9		87	4	12	5	/	
		32 路, 8 盘位	2		/	12							
4	启东	128 路, 16 盘位	3	64	15	19		90	8	21	9	/	
		32 路, 8 盘位	2		/	14							
合计			21	256	60	117	16	407	38	79	33	1	

备注：采用监控级硬盘。存储容量按 1 路高清视频按 8Mb/S 码流，循环存储周期 30 天计算。硬盘有效容量系数取 0.8

## 9.3 网络安全

### 9.3.1 建设方案

#### 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，**新增智能机箱控制与管理系统软件 1 套及智能机箱控制与管理系统部署服务器 1 套。**

#### 2、视频流媒体服务器

该服务器将负责对前端摄像机采集的视频流进行接收、转码、分发与负载均衡，支持标准协议接入，有效规避前端设备单点故障对整体系统的影响。同时，为满足信创要求，服务器将采用国产化硬件平台与操作系统，确保视频业务在复杂网络环境下的高可用性、低延迟性，并为上级平台或其他应用系统提供稳定、高效的视频流服务。为满足新增多路视频监控设备接入、视频信令转发、流转发与存储服务，以及保障视频传输的稳定性和流畅性，**本项目新增 1 套视频流媒体服务器。**

#### 3、日志审计存储

随着新建外场设施的陆续接入，网络节点和日志量显著增加，现有日志审计系统的存储容量已逐渐无法满足长期存储与分析需求。为确保审计数据的完整性和可追溯性，**需新增 2 块硬盘以扩展存储空间。**

## 第 10 章 路侧系统施工要求

### 10.1 传感器实施要求

#### 1、传感器

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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°。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 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。

(8) 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。

(9) 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。

(10) 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。

(11) 传感器安装后应在 24 小时内完成初始数据的记录。

(12) 传感器系统施工全过程应保留完整的影像或图片资料。

#### 2、安装设施：

(1) 场端各个监测项目传感器的安装位置偏差应满足设计文件要求，如现场实际条件异常导致安装位置必须更改的，现场安装人员应遵循设计单位的书面同意。

(2) 应采用合适的施工方法保证传感器及其附属产品的安装对监测桥梁原有构件的正常工作无影响；禁止对监测桥梁原有构件进行损伤、拆除重建等严重影响结构安全的行

为；禁止在施工过程中采用可能引起混凝土崩裂的施工方式。

(3) 对施工过程中造成的桥梁微损区域应及时修复。

(4) 为保证传感器使用的耐久性要求，现场传感器安装应满足设计图纸和生产厂家提出的技术要求。

#### 3、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) 桥梁外的挂设线缆需有统一标识。

(6) 对施工工人要作一次详细交底，分清负责范围。

#### 4、设备调试：

(5) 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。

(6) 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。

(7) PVC 管要完善无损。

(8) 各电气部件要完好无损，内外清洁无灰尘、无腐蚀。

(9) 各部件连接调试应正常。

#### 5、防雷接地

根据桥梁结构监测系统的需求，按照以下原则进行防雷方案设计：

(1) 将绝大部分雷电流直接引入地下泄散；

(2) 阻塞沿电源线或数据、信号线引入的过电压波危害设备(内部保护及过电压保护)

(3) 限制被保护设备上浪涌过电压幅值(过电压保护)；

(4) 接地线的安装位置应合理，便于检查，不应妨碍设备检修和运行巡查；

(5) 接地线的连接应可靠，不应因加工造成接地线截面减小、强度减弱或锈蚀等；

(6) 各类设备接地线宜用多股绝缘铜线，截面积应符合要求；

(7) 设备的接地必须单独与接地母线或接地网相连接，不得在一条接地线中串接两个及两个以上需要接地的设备；

(8) 接地极和接地干线敷设完成后，在回填土前，应测试各独立接地网的接地电测试值应符合设计要求。

由于桥梁结构设计中已考虑主体结构防雷(直击雷保护)，在此基础上，结构监测系统防雷方案如下：

(1) 在所有动力配电箱内输出至电源前安装过电压保护器；每个数据采集站配电箱均安装一个。

(2) 在所有机柜内电源输出至桥面用电设备处，安装过电压保护器。

## 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；配以防刺网，防止私自开箱；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/m<sup>2</sup>。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

工程钢构件防腐技术条件》(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 $>0.076\text{mm}$ 。

(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  $24\pm 2^{\circ}\text{C}$  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  $47\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度在  $96\pm 2\%$  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  $-60\pm 5^{\circ}\text{C}$  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筑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/ m<sup>2</sup> 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

持在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 $\pm 1^\circ$ 。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)	$\pm 10$
模板内部尺寸 (mm)	$\pm 20$
相邻两板表面高低差 (mm)	$\leq 2$
表面平整度 (mm)	$\leq 5$
预埋件中心线位置 (mm)	$\pm 3$

(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)		$\pm 10$
钢筋骨架尺寸	长 (mm)	$\pm 10$
	宽、高 (mm)	$\pm 10$
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℃。

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 $>90^\circ$ 的弯管道(即“U”形弯)。弯曲管道示意图。

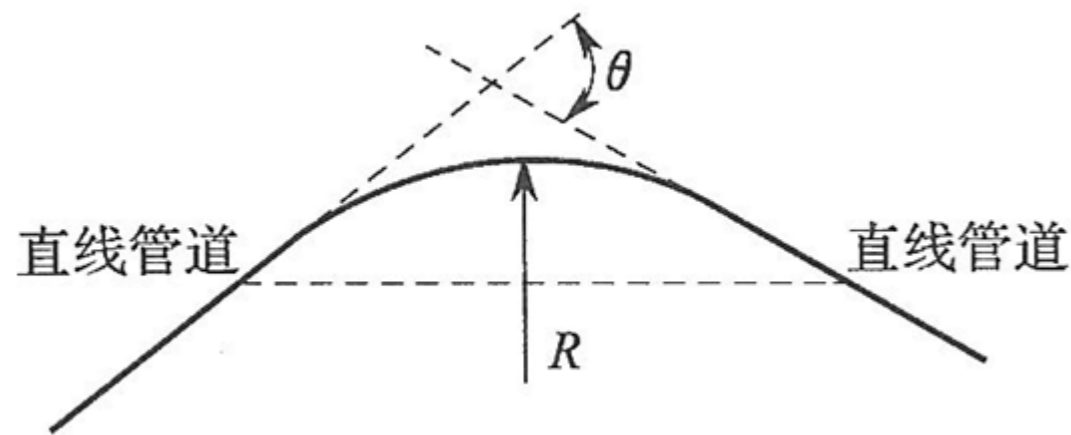


图 11-1 弯曲管道示意图

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、穿线、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，未经验收不得投入使用。

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。加强对施工道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。