

G312 江苏段示范通道数字化转型升级项目(无锡段)



# 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

G312 江苏段示范通道数字化转型升级项目(无锡段)



# 详细设计

第一册 共一册

项目负责人		技术负责人	
所长		副总裁	
主管副总工程师		总 裁	
编制单位	华 设 设 计 集 团 股 份 有 限 公 司		
证书编号	甲 级 A132003518		
编制日期	二〇二五年十一月		

## G312 江苏段示范通道数字化转型升级项目(无锡段)

# 详细设计

第一册 共一册

项目负责人		技术负责人	
所长		副总裁	
主管副总工程师		总 裁	
编制单位	南京智行信息科技有限公司		
证书编号			
编制日期	二〇二五年十一月		

## 目 录

第 1 章 项目概述.....	1	5.1.3 设备组成.....	10
1.1 项目背景.....	1	5.1.4 部署方案.....	10
1.2 设计依据.....	1	5.2 行车诱导系统.....	10
1.3 设计过程.....	3	5.2.1 系统概述.....	10
1.4 工程范围及设计内容.....	3	5.2.2 系统功能.....	10
第 2 章 项目总体设计.....	4	5.2.3 设备组成.....	10
2.1 工程界面.....	4	5.2.4 部署方案.....	10
第 3 章 基础设施监测预警设计.....	5	第 6 章 出入口协调控制设计.....	12
3.1 桥梁结构监测系统.....	5	6.1 匝道分合流预警系统.....	12
3.1.1 系统概述.....	5	6.1.1 系统概述.....	12
3.1.2 系统功能.....	5	6.1.2 系统功能.....	12
3.1.3 系统组成.....	5	6.1.3 设备组成.....	12
3.1.4 部署方案.....	5	6.1.4 部署方案.....	12
第 4 章 路网运行监测预警设计.....	8	第 7 章 通信、供电及防雷接地设计.....	13
4.1 路侧视频监控系统.....	8	7.1 供电设计.....	13
4.1.1 系统概述.....	8	7.1.1 供电设计原则.....	13
4.1.2 系统功能.....	8	7.1.2 供电点位设计.....	13
4.1.3 设备组成.....	8	7.2 通信设计.....	13
4.1.4 部署方案.....	8	7.2.1 建设方案.....	13
第 5 章 恶劣气象通行安全预警设计.....	10	7.3 防雷设计.....	13
5.1 智能冰雪监测系统.....	10	7.3.1 直击雷的防护.....	13
5.1.1 系统概述.....	10	7.3.2 电源防雷.....	13
5.1.2 系统功能.....	10	7.3.3 信号防雷.....	14
		7.4 接地设计.....	14

第 8 章 计算存储、网络安全与系统接入.....	15
8.1 视频上云建设.....	15
8.1.1 上云方案.....	15
8.2 存储设施扩容.....	15
8.2.1 扩容方案.....	15
8.3 网络安全.....	15
8.3.1 建设方案.....	15
第 9 章 路侧设施施工要求.....	16
9.1 传感器实施要求.....	16
9.2 地面诱导灯安装要求.....	16
9.3 杆件安装要求.....	16
9.4 机箱安装要求.....	17
9.5 外场设备钢结构防腐处理.....	17
9.6 基础施工要求.....	18
9.7 管道施工要求.....	18
9.8 管道材料.....	18
9.9 手孔井.....	18
第 10 章 施工组织.....	19
10.1 施工准备.....	19
10.1.1 施工工艺.....	19
10.1.2 安全文明施工.....	21
10.2 施工环保措施.....	24
10.2.1 环保组织.....	24
10.2.2 环保措施.....	24

## 第1章 项目概述

### 1.1 项目背景

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

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

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

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

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

表 1-1 任务场景布局一览表

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

### 1.2 设计依据

#### ■ 相关文件及规定

- 财政部、交通运输部关于《支持引导公路水路交通基础设施数字化转型升级》的通知（财建〔2024〕96号）；
- 交通运输部办公厅、财政部办公厅关于印发《公路水路交通基础设施数字化转型升级工作实施细则》的通知（交办规函〔2024〕28号）；
- 交通运输部办公厅关于《支持公路水路交通基础设施数字化转型升级示范区域（第一批）》的函（交办规函〔2024〕1544号）；
- 《交通运输部办公厅关于江苏省“一轴一网两融合”大流量交通基础设施数字化转型升级示范通道及网络实施方案的意见》（交办规函〔2024〕1892号）；
- 《交通运输部办公厅关于进一步加强监测预警提升公路防灾抗灾能力的通知》（交办公路〔2024〕1538号）；
- 《进一步推进公路桥梁隧道结构监测工作实施方案（2024年-2030年）》；
- 《全国公路边坡监测工作实施方案（2024年-2030年）》；
- 《公路长大桥梁结构监测数据质量管理办法（试行）》；
- 《公路长大桥梁结构监测数据质量评价技术指南（试行）》；
- 《省级公路长大桥梁结构健康监测平台建设技术指南》；
- 《公路网运行监测与服务暂行技术要求》（交通运输部）；

- (12) 《江苏省普通公路基础设施数字化转型升级项目建设方案》;
- (13) 《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);
- (14) 《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);
- (15) 《江苏省公路网视频上云应用建设方案》(苏交公路网〔2019〕81号);
- (16) 《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);
- (17) 《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);
- (18) 《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);
- (19) 《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);
- (20) 《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);
- (21) 《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);
- (22) 《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);
- (23) 《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);
- (24) 《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);
- (25) 《省交通运输厅公路事业发展中心关于开展江苏省公路网监测视频上云应用工作的通知》(江苏省交通运输厅);
- (26) 《关于加强公路交通情况调查设备技术管理的指导意见(试行)》(江苏省交通运输厅);
- (27) 《省交通运输厅公路事业发展中心关于印发2025年全省公路事业发展重点工作任务分解方案及专项工作要点的通知》(苏交公便办〔2025〕80号);
- (28) 《江苏省普通公路网络安全管理办法》(苏交公信〔2022〕235号);
- (29) 《江苏省普通公路专网网络安全基本技术要求(试行)》(苏交公便信〔2021〕12号);
- (30) 《江苏省普通公路外场感知设施运行环境监测技术要求(试行)》(苏交公信〔2018〕48号);

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

#### ■ 规范及标准

- (1) 《外壳防护等级(IP代码)》(GB/T 4208-2017);
- (2) 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》(GB/T 22239-2019);
- (3) 《信息安全技术 网络安全等级保护定级指南》(GB/T 22240-2020);
- (4) 《公路网图像信息管理系统平台互联技术规范》(GB/T 28059-2023);
- (5) 《公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》(GB/T 28181-2022);
- (6) 《公路交通气象监测设施技术要求》(GB/T 33697-2017);
- (7) 《公共安全视频监控联网信息安全技术要求》(GB 35114-2017);
- (8) 《供配电系统设计规范》(GB50052-2009);
- (9) 《低压配电设计规范》(GB50054-2011);
- (10) 《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010);
- (11) 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》(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) 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,项目组与无锡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拟定详细设计内容,与无锡市公路事业发展中心进行多次沟通汇报;
- 2025年8月中旬,经过与无锡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

本项目设计范围为无锡苏州界-锡沪路(桩号 K110+742-K128+525)、锡虞立交-凤翔路段(桩号 K133+358-K139+449),全长 23.874km。

本册设计内容包括基础设施监测预警、路网运行监测预警、恶劣气象通行安全预警、出入口协调控制、通信供电及防雷接地及计算存储网络安全与系统接入共六部分,各部分内容如下:

- (1) 基础设施监测预警:包括桥梁结构监测系统;

- (2) 路网运行监测预警:包括路侧视频监控系统;
- (3) 恶劣气象通行安全预警:包括智能冰雪监测系统、行车诱导系统;
- (4) 出入口协调控制:包括匝道分合流预警系统;
- (5) 通信供电及防雷接地:主要包括路侧相关设施供电通信以及防雷接地设计;
- (6) 计算存储网络安全与系统接入:主要包括路侧相关设施计算存储、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、与无锡市公路事业发展中心的界面

本项目新建路侧视频监控设备、行车诱导设备、匝道分合流预警设备数据接入无锡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、视频上传至市级管理平台、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。

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

同时按照江苏省交通运输厅公路事业发展中心关于业务系统集成和数据汇聚的管理要求，本次数字化转型升级项目中所有外场基础设施设备和业务数据需要同步到省级管理平台进行数据汇聚、统计与应用，**数据共享开放、数据采集、数据安全等应满足江苏交通运输厅相关数据标准要求**，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 桥梁结构监测系统

##### 3.1.1 系统概述

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

##### 3.1.2 系统功能

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

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

##### 3.1.3 系统组成

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

该系统整体涵盖四大子系统，分别是数据分析与预警评估子系统、数据存储与管理子系统、数据传输子系统以及数据采集子系统。

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

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

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

数据采集子系统：通过在桥梁上安装数字图像位移监测仪、智能振动传感器、应变计等

智能设备，搭配抓拍相机和监控球机，完成对桥梁状态的监测工作。

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

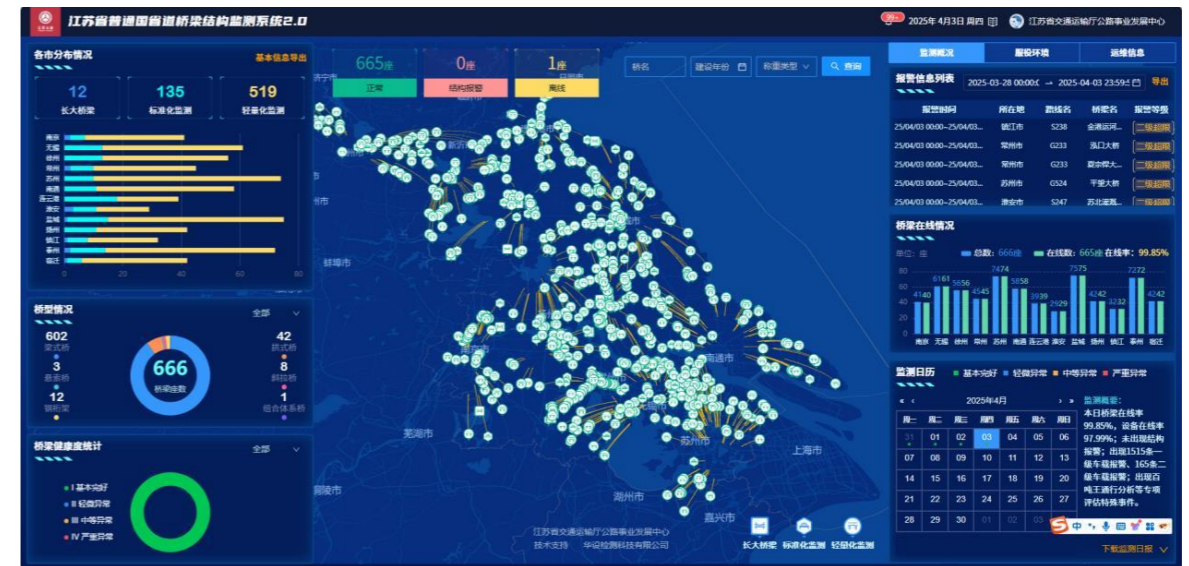


图 4-1 江苏省普通国省道桥梁结构监测系统 2.0

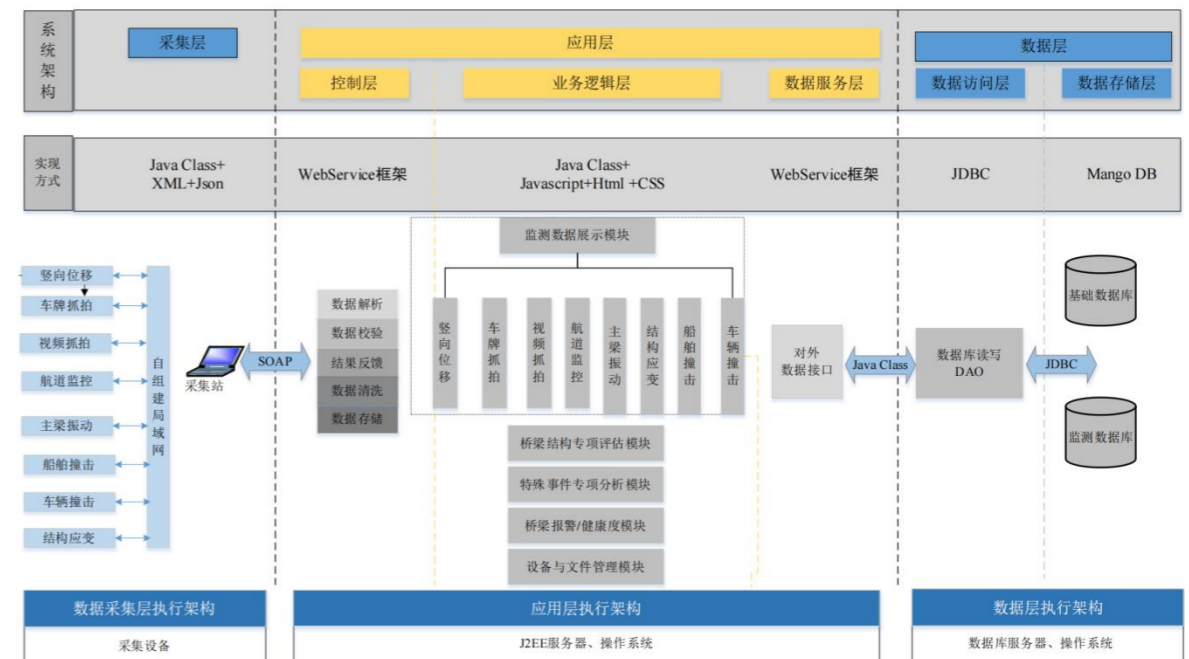


图 4-2 总体系统架构分析图

##### 3.1.4 部署方案

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

根据《江苏省普通国省道桥梁轻量化监测系统建设指南》(试行)、《公路桥梁群结构监测

系统试点建设技术指南》(交通运输部公路局, 2025.1), 本次监测桥梁主要场景为重点关注结构体系桥梁、重载交通桥梁、撞击高风险桥梁等。

表 4-1 轻量化监测场景

监测对象		监测项目	测点布设	技术要求
重点关注结构体系桥梁	拱桥	竖向动位移监测*	宜布置在跨中位置, 或根据主梁在交通荷载作用下的主梁挠度情况, 选择主梁挠度最大的截面位置布设测点	宜采用非接触式挠度测量技术
		裂缝监测	根据检查(测)、技术状况评定、养护维修结果确定测点位置	传感器量程应大于裂缝宽度的 5 倍, 测量最大允许误差不大于 0.02mm
		索力监测	根据索构件的布置形式、规格、型号、长短、索力和应力确定	索力监测宜采用间接测力或直接测力法
		振动监测	宜选择跨中、1/4 跨、3/4 跨	宜采用加速度监测方法
		拱脚位移监测	宜布设于拱脚承台处	宜设置桥梁永久观测点定期观测
	多片梁结构体系桥梁	竖向静位移监测*	布置在主梁跨中位置的多片相邻梁体	宜采用非接触式挠度测量技术
		桥墩倾斜监测*	桥墩墩台处	宜采用倾角传感器测量
		沉降监测*	桥墩墩台处	宜采用水准仪或静力水准系统测量
		裂缝监测	根据检查(测)、技术状况评定、养护维修结果确定测点位置	传感器量程应大于裂缝宽度的 5 倍, 测量最大允许误差不大于 0.02mm
	重载交通桥梁	规划大件运输通行	竖向动位移监测*	宜布置在跨中或跨中区域附近
视频抓拍监测*			宜布置在主梁竖向动位移监测测点附近, 能够清晰拍摄到桥面交通通行状况的位置	宜采用 IP 网络摄像机, 像素应大于等于 200 万
重载交通通行量大		车辆荷载监测	宜选择在路基或有稳定墩柱支撑的混凝土结构铺装层内	宜采用动态称重方法, 单轴监测量程不宜小于限载车辆轴重的 200%
		竖向动位移监测*	宜布置在跨中位置, 或根据主梁在交通荷载作用下的主梁挠度情况, 选择主梁挠度最大的截面位置布设测点	宜采用非接触式挠度测量技术
		裂缝监测	应根据检查(测)、技术状况评定、养护维修结果确定测点位置	传感器量程应大于裂缝宽度的 5 倍, 测量最大允许误差不大于 0.02mm
		应变监测	宜选择受力较大关键截面、部位	静应变监测可采用振弦式应变传感器, 动应变监测可采用电阻应变传感器
		振动监测	宜选择跨中、1/4 跨、3/4 跨	宜采用加速度监测方法

监测对象		监测项目	测点布设	技术要求
撞击高风险桥梁	存在撞击记录桥梁	振动监测*	宜布置在车道/航道附近易于感知撞击信号位置处	宜采用加速度监测方法
	净空尺度不满足航道规划尺度或抗撞性能不满足	视频抓拍监测*	宜布置在振动监测测点附近, 能够清晰拍摄到车辆/船舶撞击的位置	宜采用 IP 网络摄像机, 像素应大于等于 200 万
	存在非通航孔撞击风险	净空监测	宜布置在通航净空上方梁底的高程最低位置处	宜采用超声波水位传感器
	存在下穿通道桥梁	振动监测*	宜布置在车道/航道附近易于感知撞击信号位置处	宜采用加速度监测方法
	存在漂浮物撞击风险桥梁	振动监测*	宜布置在车道/航道附近易于感知撞击信号位置处	宜采用加速度监测方法
安全状况差、运营风险高的桥梁	整体技术状况或主要受力构件的技术状况评定等级为三类及以上	竖向位移监测*	宜布置在跨中位置, 或根据主梁在交通荷载作用下的竖向位移情况, 选择竖向位移最大的截面位置布置测点	宜采用非接触式挠度测量技术
		裂缝监测*	根据检查(测)、技术状况评定、养护维修结果确定测点位置	传感器量程应大于裂缝宽度的 5 倍, 测量最大允许误差不大于 0.02mm
		应变监测	宜选择受力较大关键截面、部位	静应变监测可采用振弦式应变传感器, 动应变监测可采用电阻式应变传感器

注: \*为应测项, 其余监测项目为宜测项目

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

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

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

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

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

根据前期调研需求，结合有限元分析呈现的桥梁结构响应特征，本次对 G312 无锡天一路高架互通 A 匝道桥、凤翔路延伸段高架桥、通江大道~惠山大道主线桥最大跨径的第 5 联钢混组合梁建设轻量化结构监测。通过对关键节点的实时监测，可有效评估高架结构的整体响应特性与安全状态，提升桥梁结构安全状态感知覆盖密度。

#### 1、天一路高架互通 A 匝道桥

根据现场踏勘结果，本桥第 1~2 跨为混凝土组合箱梁，所在位置附近无线信号较好，视频监控已覆盖，具备无线传输条件。本次拟开展竖向位移监测、倾角监测。

#### 2、凤翔路延伸段高架桥

根据现场踏勘结果，本桥第 1~2 跨为混凝土组合箱梁，所在位置附近无线信号较好，视频监控已覆盖，具备无线传输条件。本次拟开展竖向位移监测、裂缝监测、倾角监测。

#### 3、通江大道~惠山大道主线高架桥

根据现场踏勘结果，所在位置附近无线信号较好，具备无线传输条件，本桥为多片梁结构体系桥梁及重载交通大桥梁，拟开展位移监测、振动监测、应变监测及倾角监测。

## 第 4 章 路网运行监测预警设计

### 4.1 路侧视频监控系统

#### 4.1.1 系统概述

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

#### 4.1.2 系统功能

##### 1、交通状况监视功能

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

##### 2、视频录像功能

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

##### 3、资源共享功能

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

#### 4.1.3 设备组成

由两枪一球一体摄像机、智能机箱等组成。

#### 4.1.4 部署方案

##### 1、布设原则：

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

- 1) 省界、市界、各地市城区出入口。
- 2) 特大桥应在桥梁两端或桥上设置视频监测设施，确保覆盖全部桥面；通三级及以上

航道的桥梁宜在桥下设置视频监测设施。

- 3) 隧道的进出口；隧道内部，应按照 120m~150m 间距设置。
- 4) 易发生水毁、滑坡、塌方、落石等自然灾害或地质灾害路段和桥梁，易发生积水的国道、省道低洼路段或下穿公路、铁路易积水的低洼路段，应设置。
- 5) 恶劣气象条件频发的普通国、省道路段和桥梁，宜设置。
  - a) 年平均能见度小于 200m 的雾天数达到 8 天（含）以上的路段；
  - b) 年平均有 20 天（含）以上出现 8 级以上大风的路段；
  - c) 年平均有 7 天（含）以上出现严重路面结冰的路段；
  - d) 三年内因恶劣气象条件发生 2 起（含）以上重特大公路突发事件的路段；
  - e) 三年内因恶劣气象条件发生 2 起（含）以上公路基础设施严重水毁的路段。
- 6) 易拥堵、易发生重特大公路突发事件的普通国、省道路段，宜设置。
  - a) 年平均发生 3 起（含）以上造成拥堵排队长度超过 5km 且拥堵时间超过 2h 的路段；
  - b) 年平均发生 5 起（含）以上一般突发类公路交通阻断事件的路段；
  - c) 3 年内发生 2 起（含）以上重特大公路突发事件的路段；
  - d) 长下坡、高边坡、急弯、避险车道等危险路段。
- 7) 与高速公路连接路段，以及通往 4A 级及以上景区且交通量较大的重要旅游公路，应设置。
- 8) 易发生非法占路、损坏公路基础设施等案件，易发生小型客车、电动自行车、行人违反交通信号、行人违法占道等违法行为的交通环境复杂的普通国、省道路段，宜设置。
- 9) 交通量较大的普通国、省道（机动车当量数 $\geq 20000$  pcu/d）的交叉节点处，可在等级较高的公路上设置视频监测设施。
- 10) 省界收费站和地市入城收费站广场出入侧应分别设置视频监测设施；其他收费站广场宜根据大小设置 1~2 处视频监测设施。
- 11) 普通国省道服务区、停车区宜根据监测范围在出入口处设置 1~2 处视频监测设施。
- 12) 一类工区在出入口处设置 1~2 处视频监测设施。
- 13) 超限检测站点在出入口处设置 1~2 处视频监测设施。
- 14) 交通量较大的普通国省道（机动车当量数 $\geq 20000$  pcu/d）、沿江、沿海、主要纵横通道及快速路，可参照高速公路的布设标准（2km 一处）进行统一设置，在事故易发地点应考虑增加密度。
- 15) 互通立交处按监视范围和角度设置 1~2 处视频监测设施。

16) 在每一个交通量调查站I级设备布设的位置同步建设一套视频监测设施。

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

## 2、布设点位:

表5-1 布设点位表

序号	点位名称	设计桩号	方向	管理机构	设备类别	点位位置及说明	参考原则序号	安装方式
1	跨泰伯大道桥东	125.36	上行	市中心	两枪一球一体摄像机	重点路段加密,对跨泰伯大道桥进行监测	14)	利旧交安门架
2	跨泰伯大道桥西	126.02	下行	市中心	两枪一球一体摄像机	重点路段加密,对跨泰伯大道桥进行监测	14)	利旧交安门架

## 第 5 章 恶劣气象通行安全预警设计

### 5.1 智能冰雪监测系统

#### 5.1.1 系统概述

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

无锡 312 冬季低温潮湿，高架较多存在桥面结冰现象，道路摩擦系数降低，影响出行安全。因此通过布设遥感式传感器实现路面等异常状态的实时监测，及时上报预警并联动路侧发布设施发布安全信息，为管理人员后续选择合适的消冰融雪作业方式提供数据支撑，减少事故发生。

#### 5.1.2 系统功能

##### 1、桥面状况监测

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

##### 2、气象数据的本地预处理、存储、上传以及异常气象状态预警

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

##### 3、消冰除雪作业方式选择支持

发出异常状态警报后，供养护部门查看桥面状况及数据，为养护人员消冰除雪作业及提前采取封闭路段等措施提供支撑。

#### 5.1.3 设备组成

主要由路面状况检测器、控制器、智能机箱等组成。

#### 5.1.4 部署方案

##### 1、布设原则

桥梁路段：覆盖坡度明显的跨河大桥及跨线桥、存在弯道等不利因素的桥梁；

陡坡急弯路段：针对长下坡、急弯等事故易发区域部署；

背阴易冻路段：优先覆盖常年光照不足、通风条件差的路段，避免局部结冰隐患。

同时结合沿线桥梁结构监测中温度监测建设情况，如结构检测中已进行监测则不再重复考虑。

##### 2、布设方案

考虑薛典路-振发路之间存在连续弯道，结冰后摩擦系数降低，车辆转弯减速易打滑失控，事故风险偏高，需开展桥面结冰积雪实时监测，尽快开展融冰除雪处置。本次新建路面状态检测器 1 套。设备安装于现有门架上。

### 5.2 行车诱导系统

#### 5.2.1 系统概述

团雾具有范围小、能见度低、突发性高、局地性强、变化不连续等特点，暴雨使得出行者视线较差，这些恶劣气象都是公路安全行驶的重大隐患，极易引发交通事故，严重威胁人民群众生命财产安全。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。

#### 5.2.2 系统功能

##### 1、行车主动诱导模式

能见度较差、高强度降雨天气时启动系统，黄色诱导灯按特定频率闪烁，提醒驾驶员注意道路状况。

##### 2、撞击检测功能

诱导装置能够检测外力撞击事件，并上报给诱导系统控制软件。

#### 5.2.3 设备组成

由诱导装置、能见度检测器、诱导装置控制器、控制基站等共同组成。

#### 5.2.4 部署方案

##### 1、布设原则

桥梁路段：覆盖易出现团雾的跨河大桥或临河临湖桥梁、坡度明显易积雪的跨线桥、存在弯道等不利因素的桥梁；

易受团雾影响的急弯路段：针对急弯等事故易发区域部署。

## 2、布设方案

考虑薛典路-振发路之间存在连续弯道，线型复杂，当出现下雨、团雾等低能见度情况时，道路轮廓可视性降低，交通事故风险偏高，需开展低能见度下行车诱导及碰撞实时监测。本次于薛典路-振发路之间连续弯道位置双侧布设，桩号范围 K113.94-K116.3，诱导装置间距 20m 布设，安装于两侧护栏上，控制器及能见度检测仪安装于现有监控上。

## 第 6 章 出入口协调控制设计

### 6.1 匝道分合流预警系统

#### 6.1.1 系统概述

公路分合流区域是事故高发的区段,由于驾驶员视野受限、车辆加速减速变道复杂驾驶行为多、并道窗口期短等因素,公路出入口匝道的事故率是普通路段的 4~5 倍,属于事故多发路段,安全问题比较突出。为提升分合流区域的行车安全性,可设置匝道合流警示系统,基于多种物联网智联应用,通过诱导灯闪烁及声光提醒装置对驾驶员进行预警,减少事故发生概率,为交通出行者提供风险感知提示,能够有效提升公路的运行安全、通行效率与用户体验。

#### 6.1.2 系统功能

##### 1、分流预警

当能见度检测仪检测能见度较低时,导流线地面轮廓灯及两侧护栏诱导装置进行黄色同频率闪烁提醒,利用其灯光指示功能,实现道路轮廓强化指示功能,让通行车辆提前做好变道准备。

##### 2、合流预警

当能见度检测仪检测能见度较低时,导流线地面轮廓灯及两侧护栏诱导装置进行黄色同频率闪烁提醒,利用其灯光指示功能,实现道路轮廓强化指示功能,让通行车辆注意前方合流区域。

当雷视设备检测到匝道出现合流汇入车辆时,通过主路预警装置 LED 文字显示等通知主路驾乘人员谨慎驾驶注意来车,同时夜间再通过导流线地面轮廓灯红色闪烁变化,进行灯光预警,支路驾乘人员有效控制车速和汇入时刻,避免交通事故发生。

##### 3、管控策略发布

支持固定策略配置,可按照定好的策略自动开启、关闭系统。

#### 6.1.3 设备组成

由能见度检测器、路侧激光测距车检器、声光一体式警示柱、诱导装置、地面诱导灯、地面诱导灯控制器、诱导装置控制器等组成。

#### 6.1.4 部署方案

##### 1、布设原则

选取重要匝道分合流点区域进行布设。

##### 2、布设方案

考虑 G312 无锡新吴段、苏州相城段等均已完成快速化改造,道路通行条件较好,苏州、无锡锡山惠山区方向与无锡硕放机场来往商务出行及旅游出行等较多通过 G312 连接,经过雪梅路互通转向匝道分别连通无锡及苏州。因此于雪梅路互通两侧主线匝道分合流处设置,共 8 处。

## 第 7 章 通信、供电及防雷接地设计

### 7.1 供电设计

#### 7.1.1 供电设计原则

本次供电点选取，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。

#### 7.1.2 供电点位设计

表7-1 桥梁结构监测供电方式选取

序号	所属辖区	点位名称	布设桩号	取电方式
1	惠山	通江大道~惠山大道主线高架桥	K137+680	现有配电箱取电
2	惠山	天一路高架互通A匝道桥	K138+700	现有配电箱取电
3	惠山	凤翔路延伸段高架桥	K139+360	现有配电箱取电

表7-2 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	新吴	K125+360	上行	建设于现有门架上	现有配电箱取电
2	新吴	K126+020	下行	建设于现有门架上	现有配电箱取电

表7-3 智能冰雪监测系统供电方式选取

序号	所属辖区	布设桩号	方向	杆件类型	取电方式
1	新吴	K117+160	中分带	建设于现有门架上	现有配电箱取电

表7-4 行车诱导系统供电方式选取

序号	所属辖区	布设范围	取电方式
1	新吴	K113+940~K116+300 含上下匝道: K113+810~K114+310	现有配电箱取电

表7-5 匝道分合流预警系统供电方式选取

序号	所属辖区	布设范围	取电方式
1	新吴	K118+360~K119+020	现有配电箱取电
2	新吴	K120+000~K120+580	现有配电箱取电

### 7.2 通信设计

#### 7.2.1 建设方案

结合外场设备传输稳定性及运维难度等需求，路侧视频监控采用租用 30M 专线方式；桥梁结构监测、智能冰雪监测系统、行车诱导系统、匝道分合流预警系统采用物联网卡，保障各点位的数据传输。同时于市公路事业发展中心增设一台接入交换机。

### 7.3 防雷设计

#### 7.3.1 直击雷的防护

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

本项目中直击雷防护对象主要有球形摄像机、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。

##### 7.3.1.1 配置方案

1、外场设备利用金属立柱作为引下线时，配电线路和信号线路（金属导体）应采用带防雷金属屏蔽护套的线缆并穿金属管屏蔽，金属屏蔽护套和金属管两端均应可靠接地。信号线路与配电线路应分开敷设，条件所限确实无法分开时，应分别敷设于不同的金属管内。

2、外场设备接地系统利用基础及独立接地系统接地，接地系统由垂直接地极（镀锌角钢 L50×50×5×2500mm）、水平接地极（镀锌扁钢-50×5mm）和接地引上线（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。

#### 7.3.2 电源防雷

主要是防止雷电波通过电源线路对计算机及相关外场设备造成危害。为避免高电压

经过避雷器对地泄放后的残压过大或因更大的过电压在击毁避雷器后继续毁坏后续设备，以及防止线缆遭受二次感应，依照有关防雷工程的设计规范，应采取分级保护、逐级泄流的原则。

根据项目防护区域的雷暴强度  $N_g$ （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入户的情况下，设施极易遭受直击雷害，可选用最大放电电流为 100KA（8/20 波形）的三相电源过电压保护器作为首级防护；选用最大放电电流为40KA（8/20 波形）的电源过电压保护器作为次级和末级防护。

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

#### 7.3.2.1 配置方案

按现场实际情况可在各外场设备电源进线口加装 10~40KA 过电压保护器。

#### 7.3.3 信号防雷

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

对系统通信进行防雷保护，选取适当保护装置非常重要，应充分考虑防雷产品与通信设备匹配。根据被保护设备的工作电压、接口连接形式特性阻抗、信号传输速率或工作频率及传输介质等参数选用插入损耗低的过电压保护器。

#### 7.3.3.1 配置方案

在外场设备处安装网络信号过电压保护器。

#### 7.4 接地设计

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 50×5 mm 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 8 章 计算存储、网络安全与系统接入

### 8.1 视频上云建设

#### 8.1.1 上云方案

结合调研实际情况根据现有已上云视频及本期视频上云数量，本次**不新增上云网关**。

### 8.2 存储设施扩容

#### 8.2.1 扩容方案

##### 1、路侧视频监控存储量

根据本项目路网中心实施的视频监控上云路数，计算出相应的视频存储容量。

本期视频存储容量按照1路高清视频按8Mb/s码流，循环存储周期30天计算。

根据现有已接入视频及本期新增视频存储容量，**本次设计不新增NVR及硬盘。市中心机房新增1台视频流媒体服务器。**

##### 2、其余场景存储量

对智能冰雪监测系统、行车诱导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。

根据现场调研情况，无锡数据存储服务器剩余存储容量充足，**本次设计产生的结构化数据不再新增服务器存储。**

### 8.3 网络安全

#### 8.3.1 建设方案

##### 8.3.1.1 终端安全防护

##### 1、终端智能机箱防护

针对沿线机电设施，通过智能机箱实现 IP 设备离线故障监测、断网监测、网络端口监测等，同时对各类故障开展异常远程重启及故障原因等分析定位，确保设备处于正常运行状态。

考虑终端网络安全防护，本项目所有设备机箱均采用智能机箱，同时将沿线 4 处已有视频监控普通机箱或老化机箱更换为智能机箱。

表8-1 沿线已有设施需更换智能机箱列表

序号	点位名称	路线	桩号	有无智能机箱	智能机箱情况
1	无锡 G312 无锡东互通	G312	128.162	有	2019 年建设，机箱老化，功能基本丧失
2	无锡 G312 北兴塘大桥	G312	133.5	有	2019 年建设，机箱老化，功能基本丧失
3	无锡 G312 惠运大桥	G312	144	无	-
4	无锡 G312 洛新高架	G312	146.55	无	-

##### 8.3.1.2 中心网络安全防护

鉴于本项目新增了多路监控等设备，且现有的防火墙、日志升级及堡垒机资源无法满足日益增长的安全防护需求。因此，本次计划**新增两套符合信创标准的防火墙**，旨在识别并阻止来自内网及外网的攻击行为，确保设施网络安全；同时，还将升级配备一套日志审计系统及堡垒机。

## 第 9 章 路侧设施施工要求

### 9.1 传感器实施要求

#### 1、传感器

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

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

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

传感器和保护装置表面应光泽一致、无划伤、无刻痕、无剥落、无锈蚀。

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

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

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

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

通过附属设施安装的传感器，附属设施刚度应满足设计要求。

每个通道内各传感器中心波长应尽量分散，避免解调时相互干扰。

传感器安装后应在 24 小时内完成初始数据的记录。

传感器系统施工全过程应保留完整的影像或图片资料。

#### 2、电线敷设：

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

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

(3) 电缆应穿管保护，保护管规格为 PVC 管，特殊困难线段以不锈钢软管连接。顺桥部分沿线缆槽道路由敷设。

(4) 所有的保护管均应联入主桥的防雷接地体系。

(5) 对施工工人要作一次详细交底，分清负责范围。

#### 3、设备调试：

(1) 设备电源线和配线的导线要求清洁、无软化及绝缘破裂等现象。

(2) 接线处要求牢固，各处标记需醒目正确、不易褪色并与设计图一致。

(3) PVC 管要完善无损。

(4) 各电气部件要完好无损，内外清洁无灰尘、无腐蚀。

(5) 各部件连接调试应正常。

### 9.2 地面诱导灯安装要求

(1) 确定安装位置，并做好位置标记。

(2) 用开孔器在指定位置打孔，引出深度为 50mm、直径 150mm 的孔槽，用工具将底部凹凸不平处凿平。

(3) 用水清洗孔槽异物，然后使用风枪将孔槽内的水吹干。

(4) 按照道钉胶水使用说明的比例配比胶水并充分搅拌，使用刮刀将胶水均匀涂刷，保证孔槽内胶水全部覆盖，将道钉底座放入孔槽，使胶水能够均匀溢满整个孔槽，注意方向：底部两圆孔为行车方向。

(5) 待胶水凝固之后，将道钉安装入底座，使 LED 灯的一面朝向来车方向，将垫片、螺丝等放置，用螺丝刀固定。

### 9.3 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 钢材质，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 20~30 mm,再用 C30 细石砼把加强肋盖住,以防止积水。

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。

## 9.4 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,整体热镀锌喷塑,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、绕纤盘、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。

- 采用法兰焊接式安装,安装高度一般 2.5m 左右(杆件高度>5m 时),大小适中;防护等级不低于 IP55;内部电线排列整齐,分区合理。

- 安装位置要适合人体检修时的高度,要固定好,防止翻到砸伤路人;

- 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;

- 箱体要安装门锁,保护内置元器件免遭偷盗和破坏;

- 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‰。

## 9.5 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《公路工程钢结构防腐技术条件》(GB/T18226-2015)有关试验规定。

### (1) 涂塑层厚度

钢管、钢板及其它需要喷塑构件的涂塑层厚度应>0.076mm。

### (2) 涂塑层的均匀性

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

### (3) 涂塑层的附着性

涂塑层应附着良好,对于聚酯涂层,经划格试验后,刻痕光滑,涂塑层无剥离脱落。

### (4) 涂塑层抗弯曲性能

涂塑层经弯曲试验后,试样应无肉眼可见的裂缝或涂塑层脱落。

### (5) 涂塑层耐磨性

涂塑层经耐磨性试验后,每 1000 转测得的重量损失应不超过 100mg。

### (6) 涂塑层耐冲击性能

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

### (7) 涂塑层耐盐雾腐蚀性能

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

### (8) 涂塑层耐湿热性能

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

### (9) 涂塑层耐低温脆化性能

将试样在-60±5℃的调温箱中放置 168h 后,涂塑层性能无下降。

### (10) 涂塑层耐化学腐蚀性能

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

象。

#### (11) 涂塑层耐候性能

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

## 9.6 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。

## 9.7 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。

## 9.8 管道材料

### 1、聚乙烯管道 PE

供电管道在路上采用聚乙烯管道(以下简称 PE)铺设,管材规格为 PE50。要求管道外壁无破损、变形,管道内壁应光滑平整,无裂缝、无划痕,符合信息产业部《地下通信管道用塑料管道》(YD/T841-2008)中的各项技术指标的规定。

### 2、钢管

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

钢管及钢构件均做热浸镀锌防锈处理,热镀锌的镀锌量为 600g/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。

## 9.9 手孔井

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

**手孔施工应严格按设计图纸,统一尺寸,规范施工。**

## 第 10 章 施工组织

### 10.1 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。

### 10.1.1 施工工艺

#### 10.1.1.1 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

#### 10.1.1.2 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

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。

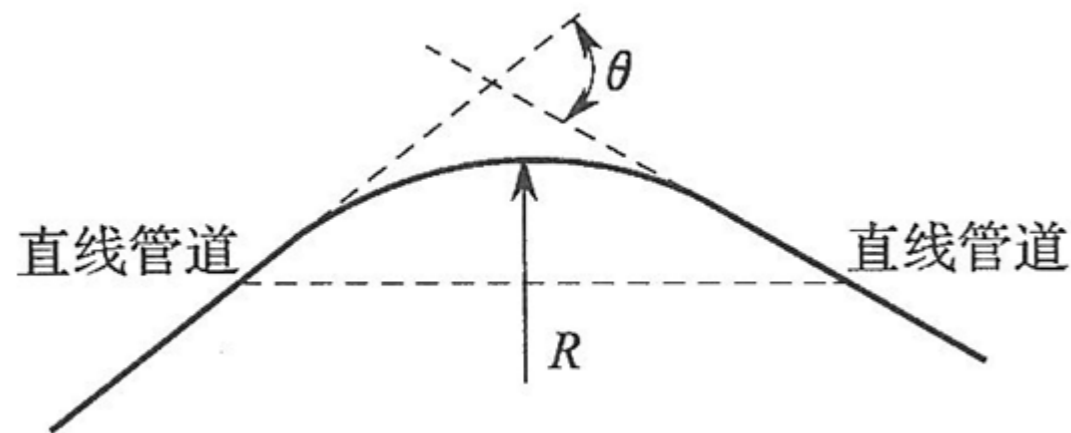
#### (2) 开凿路面及挖掘沟坑

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。



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，应将墙面清扫干净，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%。

#### 10.1.2 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。

## 10.2 施工环保措施

### 10.2.1 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。

### 10.2.2 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。