

G312 江苏段示范通道数字化转型升级项目(苏州段)



# 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	4.3 事件检测系统.....	10
1.1 项目背景.....	1	4.3.1 系统概述.....	10
1.2 设计依据.....	1	4.3.2 系统功能.....	10
1.3 设计过程.....	3	4.3.3 设备组成.....	10
1.4 工程范围及设计内容.....	3	4.3.4 部署方案.....	10
第 2 章 项目总体设计.....	4	4.4 多功能交调站.....	10
2.1 工程界面.....	4	4.4.1 系统概述.....	10
第 3 章 基础设施监测预警设计.....	5	4.4.2 系统功能.....	10
3.1 桥梁结构监测.....	5	4.4.3 设备组成.....	11
3.1.1 系统概述.....	5	4.4.4 部署方案.....	11
3.1.2 系统功能.....	5	第 5 章 出入口协调控制设计.....	13
3.1.3 设备组成.....	5	5.1 无信号交叉口预警.....	13
3.1.4 部署方案.....	5	5.1.1 系统概述.....	13
第 4 章 路网运行监测预警设计.....	8	5.1.2 系统功能.....	13
4.1 路侧视频监控.....	8	5.1.3 设备组成.....	13
4.1.1 系统概述.....	8	5.1.4 部署方案.....	13
4.1.2 系统功能.....	8	第 6 章 智慧服务区设计.....	15
4.1.3 设备组成.....	8	6.1 服务区出入口抓拍系统.....	15
4.1.4 部署方案.....	8	6.1.1 系统概述.....	15
4.2 全景（高点）视频监控.....	9	6.1.2 系统功能.....	15
4.2.1 系统概述.....	9	6.1.3 系统组成.....	15
4.2.2 系统功能.....	9	6.1.4 部署方案.....	15
4.2.3 设备组成.....	9	6.2 服务区停车位占用监测系统.....	15
4.2.4 部署方案.....	9	6.2.1 系统概述.....	15
		6.2.2 系统功能.....	15

6.2.3 系统组成.....	16
6.2.4 部署方案.....	16
6.3 充电桩占用监测系统.....	16
6.3.1 系统概述.....	16
6.3.2 系统功能.....	16
6.3.3 系统组成.....	16
6.3.4 部署方案.....	16
6.4 服务区视频监控系统.....	16
6.4.1 系统概述.....	16
6.4.2 系统功能.....	17
6.4.3 系统组成.....	17
6.4.4 部署方案.....	17
6.5 公众信息交互系统.....	18
6.5.1 系统概述.....	18
6.5.2 系统功能.....	18
6.5.3 系统组成.....	18
6.5.4 部署方案.....	18
6.6 能耗监测系统.....	18
6.6.1 系统概述.....	18
6.6.2 系统功能.....	18
6.6.3 系统组成.....	18
6.6.4 部署方案.....	18
6.7 智慧照明系统.....	18
6.7.1 系统概述.....	18
6.7.2 系统功能.....	18
6.7.3 系统组成.....	19
6.7.4 部署方案.....	19

第 7 章 一张网出行服务.....	15
7.1 移动式应急预警服务设备.....	20
7.1.1 系统概述.....	20
7.1.2 设备功能.....	20
7.1.3 设备组成.....	20
7.1.4 部署方案.....	20
第 8 章 通信及供电设计.....	21
8.1 供电设计.....	21
8.1.1 供电设计原则.....	21
8.1.2 供电点位设计.....	21
8.2 通信设计.....	22
8.2.1 建设方案.....	22
8.3 防雷设计.....	22
8.3.1 直击雷的防护.....	22
8.3.2 电源防雷.....	22
8.3.3 信号防雷.....	23
8.4 接地设计.....	23
8.5 服务区防雷接地设计.....	23
第 9 章 计算存储、网络安全与系统接入.....	24
9.1 视频上云建设.....	24
9.1.1 上云方案.....	24
9.2 计算存储设施扩容.....	24
9.2.1 扩容方案.....	24
9.3 网络安全.....	24
9.3.1 建设方案.....	24
第 10 章 江苏省公路养护管理系统桥梁结构监测子系统升级.....	25
10.1 总体架构.....	25

10.1.1 总体框架.....	25
10.1.2 系统关系.....	25
10.2 业务功能.....	26
10.2.1 架构.....	26
10.2.2 功能描述.....	26
第 11 章 路侧设施施工要求.....	29
11.1 传感器实施要求.....	29
11.2 杆件安装要求.....	30
11.3 机箱安装要求.....	30
11.4 外场设备钢结构防腐处理.....	30
11.5 基础施工要求.....	31
11.6 管道施工要求.....	31
11.7 管道材料.....	31
11.8 手孔井.....	32
第 12 章 施工组织.....	33
12.1 施工准备.....	33
12.1.1 施工工艺.....	33
12.1.2 安全文明施工.....	35
12.2 施工环保措施.....	38
12.2.1 环保组织.....	38
12.2.2 环保措施.....	38

## 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 道路结合苏州市实际路域情况及需求开展 G312 苏州段深化设计编制。

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苏州段涉及场景
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）		涉及
	3	智慧服务区（一体化）		涉及
安全增效	4	智慧隧道	G312 江苏段	涉及
	5	基础设施监测预警	G228 G312 G345 江苏段	涉及
	6	路网运行监测预警（一体化）		涉及
	7	恶劣气象通行安全预警		/

### 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) 《建筑与桥梁结构监测技术规范》(GB50982-2014);

- (26) 《公路桥涵养护规范》(JTG5120-2021);
- (27) 《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/TH21-2011);
- (28) 《系统接地的型式及安全技术要求》(GB14050-2008);
- (29) 《公路桥梁承载能力检测评定规程》(JTG/TJ21-2011);
- (30) 《公路桥涵设计通用规范》(JTGD60-2015);
- (31) 其他国家相关规范和标准。

- (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。

### 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，项目组与苏州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，江苏省交通运输厅公路事业发展中心组织召开《江苏省普通公路基础设施数字化转型升级项目建设方案》审查会；
- 2025 年 6 月-7 月，项目组根据建设方案，同时结合现场调研结果拟定详细设计内容，与苏州市公路事业发展中心进行多次沟通汇报；
- 2025 年 8 月下旬，经过与苏州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，并完成专家评审。

### 1.4 工程范围及设计内容

本项目设计范围为苏州上海交界-苏锡交界，桩号范围为昆山(K34+733-K70+523)、园区(K70+523-K79+585、K82+460-K85+521)、相城(K85+521-K110+742)，全长约 73.134km。

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、出入口协调控制、智慧服务区、一张网出行服务、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、全景（高点）视频监控系统、事件检测系统（含智慧隧道事件检测）、多功能交调站系统；
- (3) 出入口协调控制：包括无信号交叉口预警系统；
- (4) 智慧服务区：包括出入口抓拍系统、停车位占用系统、充电桩占用监测系统、视频监控系统、公众信息交互系统、能耗监测系统及智慧照明系统；
- (5) 一张网出行服务：包括移动式应急预警服务设备；

## 第 2 章 项目总体设计

### 2.1 工程界面

#### 1、与苏州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、全景（高点）视频监控设备、事件检测设备、行车诱导及防碰撞设备、匝道分合流预警设备、无信号交叉口预警设备数据、智慧服务区设备数据接入苏州市及各区县公路事业发展中心，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、多功能交调站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

#### 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，从而实现桥梁的集群式高效管理。

#### 3.1.2 系统功能

进一步提高 G312 苏州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 设备组成

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

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

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

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

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

**数据采集子系统：**通过在桥梁上安装光电挠度仪、智能振动传感器、应变计等智能设备，

搭配抓拍相机和监控球机，完成对桥梁状态的监测工作。

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

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

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

结合已建设桥梁结构监测情况、《2024 年苏州市普通国省道桥梁健康监测项目》, 本次对 G312 苏州段 32 座桥梁部署轻量化结构监测, 全面提升苏州段桥梁结构监测系统覆盖密度。

表 4-2 主要监测表

序号	桥梁名称	监测场景	监测项
1	徐公桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
2	夏泉泾桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
			视频监控
3	大瓦浦桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
4	鸡鸣塘桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
5	小瓦浦桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
6	蒋浦桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
7	车塘港桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
8	合丰河桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
			视频监控
9	小虞河桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
			视频监控
10	赶泾河桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
11	中心河桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
12	直塘河桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
			裂缝监测
13	东尤泾河桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
14	青澄河桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
			视频监控
15	跨深塘大桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
			视频监控
16	阳隧西一桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移

			视频监控
17	阳隧西二桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移 车辆撞击
18	阳隧西三桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
19	西挺河桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
20	肖泾荡桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
21	西塘河大桥	多片梁结构体系桥梁/车辆撞击风险 监测	竖向位移 车辆撞击
22	方桥浜桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
23	跨沪宁高速大桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移 车辆撞击 视频监控
24	浒东河桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
25	跨长旺路桥	多片梁结构体系桥梁/车辆撞击风险 监测	竖向位移 车辆撞击 视频监控
26	杨家湾桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移 视频监控
27	大寨河桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
28	野渡浜桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
29	跨聚民路桥	多片梁结构体系桥梁 /车辆撞击风险监测	竖向位移 车辆撞击
30	曹家里浜桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
31	跨绕城高速大桥	多片梁结构体系桥梁/车辆撞击风险 监测	竖向位移 车辆撞击 视频监控
32	观景河桥	多片梁结构体系桥梁	竖向位移

## 第 4 章 路网运行监测预警设计

### 4.1 路侧视频监控

#### 4.1.1 系统概述

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

#### 4.1.2 系统功能

##### 1、交通状况监视功能

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

##### 2、视频录像功能

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

##### 3、资源共享功能

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

#### 4.1.3 设备组成

由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控设施。

17) 已有公路部门或公安等其他部门的视频监控设施处,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 新建点位布设表

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	柏庐南路东	K54.85	上行	昆山	两枪一球一体摄像机	重点路段补盲	14)	7m立柱+悬臂 3m
2	柏庐南路东	K54.85	下行	昆山	两枪一球一体摄像机	重点路段补盲	14)	7m立柱+悬臂 3m
3	古城中路东	K60.9	上行	昆山	两枪一球一体摄像机	重点路段补盲	14)	7m立柱+悬臂 3m
4	强胜路东	K64	下行	昆山	两枪一球一体摄像机	重点路段补盲	14)	7m立柱+悬臂 3m

同时考虑沿线部分现状视频监控像素偏低或设站时间较早,对沿线 18 处视频监控进行替换升级为两枪一球一体摄像机。

表5-2 设备替换升级布设表

序号	桩号	名称	设站时间	设备类型	现状分辨率	管理单位
1	34.83	G312 昆山花桥	2009	枪机	200 万星光级	昆山
2	36.37	G312 苏沪交界车检	2019	球机	400 万星光级	昆山
3	38.92	G312 与双华路交叉(夏泉泾桥)	2019	球机	400 万星光级	昆山
4	40.97	G312 与光明路交叉(鸡鸣塘桥)	2019	球机	400 万星光级	昆山
5	43.15	G312 与集善路交叉	2019	球机	400 万星光级	昆山
6	45.11	G318 与 S256 交叉	2019	球机	400 万星光级	昆山
7	49.12	G312 合丰河桥(中环南线)	2019	球机	400 万星光级	昆山
8	51.6	G312 孔巷大桥东	2019	球机	400 万星光级	昆山
9	52.73	G312 孔巷大桥西	2019	球机	400 万星光级	昆山
10	55.95	G312 小虞河桥东(加油站)(7米)	2019	球机	400 万星光级	昆山
11	56.02	G312 与小瀛河路交叉(7米)	2019	球机	400 万星光级	昆山
12	58.7	G312 与南淞路交叉(直塘河桥)(7米)	2019	球机	400 万星光级	昆山
13	63.6	G312 沪宁跨线桥	2019	球机	400 万星光级	昆山
14	65.92	G312 十五甸互通(常嘉跨线桥)	2019	球机	400 万星光级	昆山
15	68.9	G312 阳澄湖东桥(环城西路)(25米)	2019	球机	400 万星光级	昆山
16	92.23	G312 相城高架段屏前摄像机 K92+230 下行	2019	球机	400 万星光级	相城
17	95.357	G312 高架 K95+357	2015	球机	400 万星光级	相城
18	97.401	G312 高架 K97+401	2015	球机	400 万星光级	相城

## 4.2 全景(高点)视频监控

### 4.2.1 系统概述

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

### 4.2.2 系统功能

#### 1、视频监控

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

#### 2、视频控制

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

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

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

#### 3、视频存储

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

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

### 4.2.3 设备组成

由全景摄像机、智能机箱等共同组成。

### 4.2.4 部署方案

#### 1、布设原则

选取交通情况复杂的重要互通枢纽开展布设。

#### 2、布设方案

于太阳路互通、高铁新城立交两处复杂互通枢纽位置布设全景视频监控。其中太阳路互通全景监控布设于市区黄埭长泾节点落地内爬单管塔铁塔(塔高约 50m),高铁新城立交全

景监控布设于市区太平花倪村节点落地外爬单管塔铁塔（塔高约 45m）。

## 4.3 事件检测系统

### 4.3.1 系统概述

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

### 4.3.2 系统功能

#### 1、路网事件检测

支持路面抛洒物、路面堆积物（货物堆积、广告牌倒伏、树木倒伏、龙门架灯杆倒塌等）、交通拥堵、涉路施工、交通事故（多车追尾（3 车以上）、事故造成交通阻断等）、路面异常（路面大面积积水、路面塌陷等）共六类事件的检测，对事件严重程度进行分级。

#### 2、异常事件大模型复核

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

#### 3、事件上报及回溯

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

### 4.3.3 设备组成

由交通事件感知算法一体机、大模型分析处理一体机等组成。

### 4.3.4 部署方案

接入原则：球机接入 1 路视频，三目相机接入 2 路枪机视频；

布设方案：G312 苏州段现状共有路侧 50 路、阳澄西湖隧道 77 路、草鞋山隧道 61 路总共 188 路视频。同时 25 年其他项目中规划建设视频共 42 路。本次数字化转型新建视频共 4

套三目视频将枪机接入事件检测 8 路。因此共包括 238 路视频进行事件检测，其中 312 沿线 19 路视频监控已开展事件检测分析，剩余 219 路视频需开展事件检测。

复用沿线监控像机，对沿线暂未接入视频共 219 路接入本次小模型交通事件感知算法一体机，同时将 G312 沿线所有视频分析识别结果均接入大模型分析处理一体机，保障大模型校核后精度超 90%。拟于苏州市公路事业发展中心机房布设 3 台小模型交通事件感知算法一体机，每台小模型并行 32 路视频进行检测，同时布设 1 台大模型分析处理一体机进行事件校核，校核后将隧道视频分析结果接入现有苏州公路隧道数字管养平台，其他视频分析结果接入现有苏州智慧分析平台。

## 4.4 多功能交调站

### 4.4.1 系统概述

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

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

### 4.4.2 系统功能

本项目多功能交调站功能满足交通运输部印发的相关文件要求，具备机动车车牌数据采集、自动汇总交通量、5 分钟数据传输 3 项必须具备的数据采集功能，机动车车型、地点车速、视频监控 3 项可选数据采集功能。

#### （1）机动车车牌数据采集

依据《机动车号牌自动识别系统》GB/T28649-2012，设备所采集的机动车车牌数据可分行驶方向、分车道采集单个机动车车牌数据。日间数据精度不小于 90%，夜间数据精度不小于 85%。

### (2) 机动车车型数据采集

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

### (3) 自动汇总交通量

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

### (4) 5 分钟数据传输

具备按 5 分钟周期自动汇总、实时回传功能，支持有线或无线方式传输。

### (5) 地点车速数据采集

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

### (6) 视频监控

多功能交调站配设视频监控，实现公路运行状况宏观监测。

## 4.4.3 设备组成

由交通情况调查设备以及 900W 车牌识别设备、环保补光灯、融合终端服务器等组成。

## 4.4.4 部署方案

### 1、布设原则

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。

### 2、布设方案

本项目选取 G312 西塘河交调站进行改造，增加车牌识别设备、融合终端服务器等升级为多功能交调站。同时于工业园区和昆山交界处新建一处多功能交调站。

其中一台 900W 车牌识别摄像机对应 3 个车道。

表5-3 布设点位表

序号	点位名称	设计桩号	方向	设备类别	点位位置及说明	安装方式	管理机构
1	G312 阳澄	K71.9	中	双激光交	该交调站主要承担苏州工业园	新建	市中心

	湖交调站		分带	调、车牌识别、视频	区与昆山区界交通流量动态变化特征的监测职能，新建多功能交调站	龙门架	
2	G312 西塘河交调站	K99.7	中分带	车牌识别	该交调站主要承担苏州相城区与高新区区界交通流量动态变化特征的监测职能，加设车牌识别设备，升级成多功能交调站	新建L型杆件	市中心

## 第 5 章 出入口协调控制设计

### 5.1 无信号交叉口预警

#### 5.1.1 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安全风险,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,在部分非信控交叉口设置无信号交叉口预警系统非常有必要。

#### 5.1.2 系统功能

##### 1、车辆检测

在主路上游安装雷达,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

雷视集成于声光一体式警示柱上,当支路出现正在通行或等待的行人、车辆时,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

当支路有车辆进入主路时,主路横杆上 LED 电子屏点亮,提醒主路行驶车辆;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、车辆。

##### 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。

#### 5.1.3 设备组成

无信号交叉口预警系统由主路悬臂式 LED 屏、主动发光标志、声光一体式警示柱、智能检测摄像机、主路用雷达探测器、控制柜等组成。

#### 5.1.4 部署方案

##### 1、布设原则

根据国务院安全生产委员会 2023 年发布的《公路交通事故多发点段及严重安全隐患排查工作规范》(试行)中对于事故多发点的定义,通过对近三年交通事故进行统计分析,对无信号交叉口按照重点交叉口(发生 1 起及以上死亡事故的或者发生 3 起及以上致人伤亡事故的交叉口)、次要交叉口(未发生过亡人事故,但发生过 3 起以下伤人事故或财产损失事故,且货车占比高、过街需求大的路口)、普通交叉口(其他发生过伤人事故或财产损失事故,或未发生事故但过街需求大的路口)进行分类,结合科技兴安建设的示范成效以及现有的信控、照明、警示等设施条件,对这三类非信控交叉口分别进行方案设计,主要分为标准方案、基础方案、简易方案三种类型,具体方案根据地市的实际情况及需求进一步调整。

##### (1) 标准方案

应用于重点交叉口。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,配置的设施主要为主路车辆检测、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、行人过街主动发光标志以及支路停车让行主动发光标志等。

##### (2) 基础方案

应用于次要交叉口。通过对主路车辆进行检测,联动相关设施及时对支路过街行人及非机动车进行预警提示,配置的设施主要为主路车辆检测、支路行人和非机动车检测提示等。

##### (3) 简易方案

应用于普通交叉口。通过增加标志牌或主动发光标志提高日常及夜间提醒效果,配置的设施主要为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等。

##### 2、布设方案

根据 G312 事故分析、交叉口交通量现场调研,光夏路、西湾泾路、圆山路交叉口均发生过 1 起伤人事故且交警未建设相关警示系统。经现场调研圆山路交叉口主路不具备设置太阳能主动发光标志条件且受高架桥墩遮挡出入口不明显,故考虑按照标准方案布设,光夏路、西湾泾路按照简易方案布设。

表 7-1 G312 苏州段非信控交叉口分布情况

序号	上下行	相交道路	类型	死亡事故数	伤人事故数	是否事故多发	是否通行需求较大	是否已有交警设施	选用方案
1	下行	陆丰东路	右进右出	0	0	否	否	否	
2	上行	夏桥路	右进右出	0	0	否	否	否	

3	下行	光夏路	右进右出	0	1	否	否	否	简易
4	下行	香花路	右进右出	0	0	否	否	否	
5	下行	西湾泾路	右进右出	0	1	否	是	否	简易
6	上下行	大虞河路	右进右出	0	0	否	否	否	
7	上行	圆山路	右进右出	0	1	否	是	否	标准
8	上行	大众路	右进右出	0	0	否	否	否	

## 第 6 章 智慧服务区设计

### 6.1 服务区出入口抓拍系统

#### 6.1.1 系统概述

服务区出入口抓拍系统,统计进出服务区的车辆数量、记录服务区车辆进出信息并能通过智能分析提取车辆有效信息,服务区进出口布设视频等设施设备,获取进入服务区内车辆信息,对服务区停车场出入口抓拍系统进行车辆信息的采集,包括车辆特征照片、车牌号码、车牌颜色等,数据实时上传,并根据管理要求提供统计报表。

#### 6.1.2 系统功能

1. 入区和出区车辆主动识别与监测,包含车型、车牌、颜色、时间等数据,车辆出、入流量统计和照片抓拍等数据,准确率 $\geq 96\%$ ,夜间及恶劣天气下准确率 $\geq 90\%$ ;
2. 两客一危车辆的识别与监测,包含车头-车身-车尾实景图片等数据进出车辆特征比对,入区提醒、超停提醒、车辆统计分析、异常情况主动预警等。
3. 进出车辆特征比对、重点车辆布控等,异常情况主动预警;
4. 监测和分析数据可存储于本地算法服务器,并实时上报至服务区管理平台,支撑公众信息交互系统,保障停车安全,提高车位使用效率,掌握区域实时的拥堵情况,为沿线服务区制定疏导策略,为旅客提供路径规划参考。

#### 6.1.3 系统组成

服务区出入口抓拍系统主要由车辆多维特征监测装置、卡口车辆管控服务器组成。

#### 6.1.4 部署方案

车辆特征信息采集设备不仅限于一体化设备,可由多个采集设备组成。以满足特征信息采集要求为准。

设备安装部署要求:

根据服务区出入口进行布置,每个车道布置一套,新设备安装时,在服务区出入口道路侧设置 L 型杆,并在悬臂上安装车辆多维特征检测装置、补光灯等设备,确保能抓拍到出入服务区的所有车辆并识别其特征信息,设备应接入机房网络,和智慧服务区业务融合边缘计算主机网络互通。

西塘河服务区:在入口布置 4 套车辆多维特征检测装置,出口布置 2 套车辆多维特征检测装置。

古南服务区:在出入口分别布置 2 套车辆多维特征检测装置。

### 6.2 服务区停车位占用监测系统

#### 6.2.1 系统概述

服务区停车位占用监测系统是指,利用人工智能、计算机视觉等技术分析服务区停车位占用和饱和度情况,为提高服务区停车管理效率、旅客出行泊车体验感、业务统计分析能力等方面提供数据支撑。

系统应对服务区的停车饱和度和车位占用情况进行分析和数据上报。一方面,对于旅客,业务平台能将上报数据通过情报板、小程序等公众信息交互系统进行发布,从而提供实时准确的泊车引导信息,方便旅客决策规划行程。另一方面,对于管理人员,系统提供实时的区域/整体停车饱和度情况或车位占用状态监测数据,不仅能够为本地停车引导、异常停车行为监管提供数据支撑,还能为服务区本地忙时增设车位、临时扩容提供位置和数量参考依据,辅助提升泊车管理效率。

#### 6.2.2 系统功能

1. 识别车辆目标,并结合车位信息评估区域占用情况,准确率 $\geq 95\%$ ,夜间及恶劣天气下准确率 $\geq 85\%$ ;
2. 周期性抓拍、保存、上传停车场占用情况的图片,用于停车场泊车情况回溯、展示以及相关算法的准确度评估;
3. 识别车辆混停行为,并告警提醒管理人员跟进处理,保证车位的使用效率,准确率 $\geq 90\%$ ,夜间及恶劣天气下准确率 $\geq 80\%$ ;
4. 利用车位占用状态等数据,动态评估服务区停车饱和度(百分比形式),支撑公众信息交互系统发布信息,准确率 $\geq 95\%$ ,夜间及恶劣天气下准确率 $\geq 85\%$ ;
5. 选取服务区主楼附近、充电桩停车区、服务区出入口等区域的停车位,采样进行车位级占用情况监测,用于评估整个服务区停车位占用情况,准确率 $\geq 95\%$ ,夜间及恶劣天气下准确率 $\geq 85\%$ ;
6. 监测和分析等数据应存储于本地算法服务器,存储时间宜不少于 1 年,快照等图片数据宜不少于 3 个月。数据实时上报至省级管理平台等,支撑公众信息交互系统,保障停车安全,提高车位使用效率,掌握区域实时的拥堵情况,为沿线服务区制定疏导策略,为旅客提供路径规划参考,接口查询响应时间宜在 5 秒以内。

### 6.2.3 系统组成

服务区停车位占用监测系统主要由车位占用检测摄像机和车位监测算法服务器组成。

### 6.2.4 部署方案

视频监控布设宜灯杆挂载，宜采用较少监控实现最大范围停车区域的覆盖。如：可布设少量监控对广场主通道大部分停车区域进行覆盖，作为停车饱和度的主要依据。其次，在综合楼后方/侧面等偏僻的停车区域布设少量补盲监控，作为饱和度分析的次要依据。

监控宜采用球机，便于安装完毕之后调节视角。监控相机应尽可能布设在高点以获得更好的视野，避免视线受阻。监控相机的视角，“正照”优于“斜照”优于“侧照”。

系统部署于服务区本地机房的算法服务器，与服务区内网相连，该服务器须由智慧服务区业务融合边缘计算主机管控，实时监测算法的运行情况，并支持远程升级算法。

服务器数量应根据接入的监控视频路数进行调整，其中用于饱和度分析接入的监控视频流宜不超过 10 路。接入路数较少时，可与其它算法共用 1 台服务器进行部署，服务器内存、算力等参数要求应随接入的监控路数和算法种类按需提高，须满足实时性需求。

西塘河服务区：室外大、小车停车区共计部署 6 套车位占用检测摄像机。

古南服务区：室外大车停车区共计部署 1 套车位占用检测摄像机。

## 6.3 充电桩占用监测系统

### 6.3.1 系统概述

服务区充电桩占用监测系统是基于人工智能、计算机视觉等技术，监测充电桩使用情况、排队拥堵/违规使用车位的情况，为提高服务区充电和管理效率、旅客充电体验感、业务统计分析能力等方面提供数据支撑。

系统应对服务区的充电桩使用、拥堵、温度异常等状态进行监测和数据上报。一方面，对于旅客，业务平台能将上报数据通过情报板、小程序等公众信息交互平台进行发布，从而提供实时准确的充电引导信息和排队信息，方便旅客决策规划行程。另一方面，对于管理人员，系统提供实时的余位统计，充电时长，或油车占用等异常行为、温度异常告警信息，可用于信息发布、数据可视化和异常充电跟进处理，不仅提高了对充电桩的管理效率，还有助于保障充电安全。

### 6.3.2 系统功能

识别充电车位上是否存有车辆停靠，能够清晰区分出空闲车位与被占用车位，准确率 $\geq 95\%$ ，夜间及恶劣天气下准确率 $\geq 85\%$ ；

对充电等候区域的拥堵情况进行明确的分级判定：拥堵/正常/空闲，分级准确率 $\geq 99\%$ ，夜间及恶劣天气下准确率 $\geq 90\%$ ；

监测摄像机对服务区充电桩的内外场环境进行监测，识别高温、明火、烟雾等异常现象，并在平台进行告警；

识别油车占用等充电车位违规行为，并进行告警提示，准确率 $\geq 90\%$ ，夜间及恶劣天气下准确率 $\geq 85\%$ ；

监测和分析数据应存储于本地算法服务器，存储时间宜不少于 1 年，快照等图片数据宜不少于 3 个月。数据实时上报至省级管理平台等，支撑公众信息交互系统，实现工单派发、拥堵/温度异常告警、提醒管理人员现场维护等功能，接口查询响应时间宜在 5 秒以内。

### 6.3.3 系统组成

服务区充电桩占用监测系统主要由车位占用检测摄像机、火点监测摄像机、充电桩占用监测算法、充电桩车位信息发布屏组成。

### 6.3.4 部署方案

车位区域视频监控，大部分车位状态数据可以直接通过对接充电桩系统获取，违规使用车位行为则可以采用高位视频一对多的方式进行统一监测。

双光谱相机应全覆盖充电桩区域，确保温度异常发生时，能被及时监测到。

系统部署于服务区本地机房的算法服务器，与服务区内网相连，该服务器须由智慧服务区业务融合边缘计算主机管控，实时监测算法的运行情况，并支持远程升级算法。

服务器数量应根据接入的监控视频路数进行调整，其中用于监测排队情况的监控视频流宜不超过 2 路，接入路数较少时，可与其它算法共用 1 台服务器进行部署，服务器内存、算力等参数要求应随接入的监控路数和算法种类按需提高，须满足实时性需求。

西塘河服务区：室外广场原监控杆件安装 1 套火点监测摄像机。

## 6.4 服务区视频监控系统

### 6.4.1 系统概述

构建服务区全域安防视频监控系统，新增前端设备进行补盲，并接入原有监控系统，在服务区设置全景监控，对整个服务区室外广场进行无死角监控，全景画面掌控全局、低点细节监控、智能预警联动、画中画显示、报警信息实时可视化，将服务区内外场视频全部上云，工作人员可以通过 APP 和 PC 查看服务区内外场各路视频，进行在线视频巡查及事件跟踪，对综合楼内客流数据统计与分析。

通过智能监测摄像机内嵌的深度学习算法，实现对客流统计、区域关注度、人员密度等功能的准确统计及火点热量监测、明火烟雾监测、抽/持烟、持/打电话等特殊区域的安全事件检测，对服务区的入区客流时间段进行分析，对客流的深度监管，不仅能够支撑服务区的安全管控，也能够通过对客流的聚集分布，合理调整商业布局，更好的支撑服务区各项营运监管工作的开展。

#### 6.4.2 系统功能

1. 高位全景监控覆盖，对整个服务区室外广场进行无死角监控，全景画面掌控全局。
2. 构建服务区全域安防视频监控系统，新增前端设备进行补盲，并接入原有监控系统，并对存储系统扩容。

#### 6.4.3 系统组成

视频摄像机、全景摄像机、视频管理服务器、传输系统及存储系统等组成安防监控系统，摄像机与拼接及存储系统之间通过标准的交换机进行连接，并由拼接及存储系统负责流对外的转发与服务。

#### 6.4.4 部署方案

视频摄像机主要包括上文所述出入口车辆特征信息采集设备、停车位占用监测摄像机：

其中，出入口车辆特征信息采集设备根据服务区出入口进行布置，每个车道布置一套，新设备安装时，在服务区出入口道路侧设置 L 型杆，并在悬臂上安装车辆多维特征检测装置、补光灯等设备，确保能抓拍到出入服务区的所有车辆并识别其特征信息，设备应接入机房网络，和智慧服务区业务融合边缘计算主机网络互通。通过传输网线接至室外抱杆箱，然后通过光纤上传至服务区综合楼二层的监控中心，而后上传至省级管理平台。视频存储设备部署于分中心。

停车位占用监测摄像机布设宜灯杆挂载，宜采用较少监控实现最大范围停车区域的覆盖。如：可布设少量监控对广场主通道大部分停车区域进行覆盖，作为停车饱和度的主要依据。其次，在综合楼后方/侧面等偏僻的停车区域布设少量补盲监控，作为饱和度分析的次要依据。监控宜采用球机，便于安装完毕之后调节视角。监控相机应尽可能布设在高点以获得更好的视野，避免视线受阻。监控相机的视角，“正照”优于“斜照”优于“侧照”。系统部署于服务区本地机房的算法服务器，与服务区内网相连，该服务器须由智慧服务区业务融合边缘计算主机管控，实时监测算法的运行情况，并支持远程升级算法。服务器数量

应根据接入的监控视频路数进行调整，其中用于饱和度分析接入的监控视频流宜不超过 10 路。接入路数较少时，可与其它算法共用 1 台服务器进行部署，服务器内存、算力等参数要求应随接入的监控路数和算法种类按需提高，须满足实时性需求。通过传输网线接至室外抱杆箱，然后通过光纤上传至服务区综合楼二层的监控中心，而后上传至省级管理平台。视频存储设备部署于分中心。

排队区视频监控宜采用高位布设方式，确保排队车辆在监测范围，但应注意监控的视角，避免侧照遮挡漏车辆，导致漏检车辆，影响分析效果。监控相机宜采用球机或云台相机，便于安装完毕之后调节视角。双光谱相机应全覆盖排队等候区，确保温度异常发生时，能被及时监测到。系统部署于服务区本地机房的算法服务器，与服务区内网相连。算法功能包括排队车辆监测，分级准确率 $\geq 99\%$ ；全量数据归集、上传与分析；与服务区停车位占用监测系统共用服务器。服务器数量应根据接入的监控视频路数进行调整，接入路数较少时，可与其它算法共用 1 台服务器进行部署，服务器内存、算力等参数要求应随接入的监控路数和算法种类按需提高，须满足实时性需求。通过传输网线接至室外抱杆箱，然后通过光纤上传至服务区综合楼二层的监控中心，而后上传至省级管理平台。视频存储设备部署于分中心。

全景摄像机应在服务区广场安装室外全景摄像机，安装高度不低于 15 米，根据实际情况安装可安装多个全景摄像机确保服务区广场的监控全覆盖，设备应接入机房网络，和智慧服务区业务融合边缘计算主机网络互通，做好与新系统设备对接、统一接入平台工作。视频存储设备部署于分中心。

本次项目视频存储扩容方案如下：

根据服务区管理要求及实际需求，视频存储周期为 90 天，每一路视频按照 4Mbps 码流设定，保障视频监控 24 小时不间断运行，1 路视频图像所需硬盘容量为：

$4\text{Mbps} \times 3600 \times 24 \times 90 \div 8 \div 1024 \div 1024 \div 0.8 = 4.64 \text{ TB}$ （考虑到格式化后硬盘损失容量）

西塘河服务区：

本次西塘河服务区设计总共 14 路视频监控，所需存储容量为：

$4.64 \text{ TB} \times 14 = 64.96 \text{ TB}$ （单块硬盘容量设计为 16TB）

所以，本次视频监控系统设计一套 NVR 网络硬盘录像机，总共 5 块硬盘。

古南服务区：

本次古南服务区设计总共 9 路视频监控，所需存储容量为：

$4.64 \text{ TB} \times 14 = 41.76 \text{ TB}$ （单块硬盘容量设计为 16TB）

所以，本次视频监控系统设计一套 NVR 网络硬盘录像机，总共 3 块硬盘。

## 6.5 公众信息交互系统

### 6.5.1 系统概述

公众信息交互系统作为一个与司乘互动的重要信息窗口，主要功能是将服务区充电桩使用情况、停车区拥挤程度、停车位使用等运营情况以及不同车型停车引导的信息通过不同的信息发布窗口传递给司乘人员。

通过公众信息交互系统发布车流引导、停车引导、充电桩排队、周边路况信息等信息精准有效得推送给司乘人员，提升公众服务满意度。

公众信息交互系统的主要媒介或者渠道为：服务区入口分流屏、服务区场区智慧合杆屏、服务区充电桩占用时长信息发布屏、服务区充电桩使用状态信息发布屏、服务区及路网重要信息信息发布屏等。

### 6.5.2 系统功能

服务区公众信息交互系统支持管理人员在平台上进行发布内容的管理，如各类基础服务信息、停车诱导、服务导航、促销信息发布等。通过服务区各类信息发布屏，配套搭建信息发布硬件终端结合信息发布远程控制软件实现情报板运行。其业务功能应包括但不限于内容发布及运行状态监测、自动巡检、定时发布、数据归集、上传与分析等。

### 6.5.3 系统组成

服务区公众信息交互系统主要由多功能集约型合杆组成。

### 6.5.4 部署方案

在服务区场区内设置多功能集约型合杆。

西塘河服务区：在场区内设置 1 套多功能集约型合杆。

古南服务区：在场区内设置 1 套多功能集约型合杆。

## 6.6 能耗监测系统

### 6.6.1 系统概述

能耗监测系统实现对末端使用单位的各类能耗分类计量：水量计量子系统，完成建筑各部分用水的计量和抄表；电量计量子系统，完成各区域用电量的计量和抄表。现场需计量的电表、水表及能量表具备远传通讯，通讯协议为 MODBUS RTU，通讯方式为 485 总线。

### 6.6.2 系统功能

能耗监测系统对服务区综合楼室内各出租商铺及自营区域的空调、照明、电力等特殊用电分项的配电箱内的远传电表总能耗进行计量，对综合楼内卫生间用水、生活用水、消防用水等配置的远传水表进行能耗计量，对大屏、监控等设备总配电箱内的电表总能耗进行计量。

### 6.6.3 系统组成

能耗监测系统主要包括智能电表、智能水表、网络控制器、控制箱、能耗监测管理软件。

### 6.6.4 部署方案

能耗监测能对各用能设备和系统实施信息采集、显示、分析、处理、维护及优化管理。

本系统由智能电表、智能水表、网络控制器、控制箱、能耗监测管理软件等组成,完成能源采集管理功能(水、电表点位部署等由房建机电相关专业根据业主单位项目需求设计提供点位,)

网络控制器电源就近接入附近的强电箱内,供电电源:AC220V。

网络控制器等设备每套需要预留 2 个 RJ45 网络信息接口,网络信息接口及管线敷设由弱电系统计算机网络及综合布线专业统一规划并预留。

西塘河服务区：在场区内设置 1 套智能电表。

古南服务区：在场区内设置 1 套智能电表，1 套智能水表。

## 6.7 智慧照明系统

### 6.7.1 系统概述

智能照明系统用于控制灯光，便于管理与节能。在照明箱中分散安装有智能照明控制模块用于控制灯光。控制模块采用 DIN 导轨安装，每个模块均为标准数字化模块。现场安装有各类面板，采用 86 盒安装方式。

### 6.7.2 系统功能

系统支持实时监测并显示各个控制模块的在线状态，系统支持由照明控制模块等现场设备实点反馈各个照明回路的开闭状态，系统支持控制模块离线报警、通讯网关设备的掉线报警、状态反馈与下发控制命令不一致时的报警功能。

系统应支持状态反馈与下发控制命令不一致时的报警功能(可通过智能照明系统主机对智能模块的巡检、状态逻辑比较来实现)。

### 6.7.3 系统组成

智能照明系统主要由智能照明控制系统、智能照明管理软件组成。

### 6.7.4 部署方案

西塘河服务区：在场区内设置 5 套智能照明控制系统（含 8 路智能控制模块、电源、网关、开关执行器、控制箱等）。

古南服务区：在场区内设置 2 套智能照明控制系统（含 8 路智能控制模块、电源、网关、开关执行器、控制箱等）。

## 第 7 章 一张网出行服务

### 7.1 移动式应急预警服务设备

#### 7.1.1 系统概述

G312 苏州段沿线快速化程度较高，存在连续高架段，且交通流量较大，出现事故等应急事件以及养护施工封闭车道时，车辆临时变道等存在交织安全风险，需结合分车道指示设施提前进行信息发布以保障施工及交通运行安全，缩短处置时间。同时通过车载北斗定位和 4G 通信模块将定位信息及分车道 LED 显示屏显示信息传输到路网云控平台，通过抓取车道封闭信息支撑整合路网资源、数据与服务，辅助实现“一张网”流量调控决策落地，保障路网流量的均衡分配，避免单一节点故障引发全网效率下降，形成跨区域/跨路段协同管理的智慧出行体系。

#### 7.1.2 设备功能

1、作为防撞缓冲车使用，车辆到达封道区域后，快速展开后方防撞缓冲装置

司机在驾驶室内操作即可完成尾部防撞垫展收作业及尾部显示屏灯牌，箭头牌点亮作业。

2、作为车道指示车辆使用，可指示三车道（含封闭车道），根据封闭车道位置选择左右展开方向并调整显示屏左右位置，高度不低于 5m，不影响下方车辆通行。展开后水平距离可跨三车道。尾部防撞缓冲垫展开，显示屏点亮提供警示和防护。

#### 7.1.3 设备组成

由移动式应急预警服务车组成。

#### 7.1.4 部署方案

采购 1 台移动式应急预警服务车，出现事故等应急事件以及养护施工封闭车道时，作为车道指示车辆，结合 LED 提醒提前进行信息发布。

## 第 8 章 通信及供电设计

### 8.1 供电设计

#### 8.1.1 供电设计原则

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

服务区管理服务设施供电主要包括 380/220V 低压配电系统、防雷接地系统。公众信息发布系统按三级负荷供电，就近取电。出入口抓拍系统等其余系统以及计算机网络系统按二级负荷供电，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，室内电力电缆采用 WDZ-YJY-0.6/1.0kV 型，室内支线采用 WDZ-BYJ-0.45/0.75kV 型。

#### 8.1.2 供电点位设计

表9-1 桥梁结构监测供电方式选取

序号	所属辖区	建设位置	供电
1	昆山	K37+575（徐公桥）	市电（设施取电）
2	昆山	K38+962（夏泉泾桥）	市电（设施取电）
3	昆山	K40+002（大瓦浦桥）	市电（设施取电）
4	昆山	K40+96（鸡鸣塘桥）	市电（设施取电）
5	昆山	K41+735（小瓦浦桥）	市电（设施取电）
6	昆山	K42+633（蒋浦桥）	市电（设施取电）
7	昆山	K47+359（车塘港桥）	市电（配电柜取电）
8	昆山	K49+038（合丰河桥）	市电（设施取电）
9	昆山	K56+084（小虞河桥）	市电（设施取电）
10	昆山	K57+177（赶泾河桥）	市电（设施取电）
11	昆山	K57+815（中心河桥）	市电（设施取电）
12	昆山	K58+671（直塘河桥）	市电（设施取电）
13	昆山	K59+653（东尤泾河桥）	市电（设施取电）
14	苏州	K82+82（青澄河桥）	市电（设施取电）
15	苏州	K83+025（跨深塘大桥）	市电（设施取电）
16	相城	K85+581（阳隧西一桥）	市电（门架取电）
17	相城	K86+223（阳隧西二桥）	市电（设施取电）
18	相城	K86+605（阳隧西三桥）	市电（设施取电）
19	相城	K98+667（西挺河桥）	市电（设施取电）

20	相城	K99+147（肖泾荡桥）	市电（站房取电）
21	相城	K100+828（西塘河大桥）	市电（设施取电）
22	相城	K101+614（方桥浜桥）	市电（配电柜取电）
23	相城	K102+666（跨沪宁高速大桥）	市电（设施取电）
24	相城	K103+235（浒东河桥）	市电（设施取电）
25	相城	K103+721（跨长旺路桥）	市电（设施取电）
26	相城	K104+263（杨家湾桥）	市电（设施取电）
27	相城	K104+419（大寨河桥）	市电（设施取电）
28	相城	K105+013（野渡浜桥）	市电（设施取电）
29	相城	K106+092（跨聚民路桥）	市电（设施取电）
30	相城	K106+278（曹家里浜桥）	市电（设施取电）
31	相城	K106+822（跨绕城高速大桥）	市电（设施取电）
32	相城	K109+149（观景河桥）	市电（配电房取电）

表9-2 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	昆山	K54+850	上行+下行路侧	7m 立柱+悬臂 3m*2	市电（公安设施取电）
2	昆山	K64+900	上行侧分带	7m 立柱+悬臂 3m	市电（新开户）
3	昆山	K64+000	下行侧分带	7m 立柱+悬臂 3m	市电（公安配电箱取电）
4	昆山	K71+900	断面	三立柱龙门架（24-28m）	市电（LED 情报板取电）
5	昆山	K34+830	/	/	利旧
6	昆山	K36+370	/	/	利旧
7	昆山	K38+920	/	/	利旧
8	昆山	K40+970	/	/	利旧
9	昆山	K43+150	/	/	利旧
10	昆山	K45+110	/	/	利旧
11	昆山	K49+120	/	/	利旧
12	昆山	K51+600	/	/	利旧
13	昆山	K52+730	/	/	利旧
14	昆山	K55+950	/	/	利旧
15	昆山	K56+020	/	/	利旧

16	昆山	K58+700	/	/	利旧
17	昆山	K63+600	/	/	利旧
18	昆山	K65+920	/	/	利旧
19	昆山	K68+900	/	/	利旧
20	相城	K92+230	/	/	利旧
21	相城	K95+357	/	/	利旧
22	相城	K97+401	/	/	利旧

表9-3 全景（高点）视频监控供电方式选取

序号	所属辖区	点位名称	布设桩号	方向	取电方式
1	相城	高铁新城立交	K89+300	铁塔	市电（铁塔取电）
2	相城	太阳路互通	K97+500	铁塔	市电（铁塔取电）

表9-4 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	苏州	K71+900	断面	三立柱龙门架（24-28m）	LED 情报板取电
2	苏州	K99+700	断面	上下行均新建 L 型杆件 7+14m	原交调设施取电/公安 设施取电

表9-5 无信号交叉口供电方式选取

序号	所属辖区	布设桩号	方向	杆件类型	取电方式
1	昆山	K46+000	下行	利旧原标志杆件	太阳能
2	昆山	K53+750	下行	利旧原标志杆件	太阳能
3	昆山	K58+150	上行	利旧原杆件或附着路灯，主 路预警杆件，辅道预警一体 桩	太阳能、市电（公安 设施取电）

表9-6 智慧服务区系统供电方式选取

序号	所属辖区	点位名称	取电方式
1	古南服务 区	古南服务区 室外控制箱	市电（就近低压电源点取电）

2	西塘河服 务区	西塘河服 务区室外控制 箱	市电（就近低压电源点取电）
---	------------	---------------------	---------------

## 8.2 通信设计

### 8.2.1 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、全景（高点）视频监控采用租用 50M 专线方式；多功能交调站采用租用 20M、50M 专线方式；无信号交叉口预警系统、桥梁结构监测系统采用物联网卡，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  $N_g$  (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 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 50×5 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。

### 8.5 服务区防雷接地设计

服务区按 B 级建筑物电子信息系统雷电防护等级设计, 采用浪涌保护。

室外杆件基础应预埋接地极, 整个杆件的防雷接地电阻应不大于 4Ω。接地装置采用 50\*50\*T5 热镀锌角钢制作, 长度为 75cm, 角钢一头用设备切尖角, 利于深埋地下。角钢另一端焊接宽度为 50mm 的热镀锌扁钢, 焊接宽度为扁钢宽度的 2 倍, 并在焊接位置做防腐处理。

在机房内设置等电位连接端子箱。机房内各种设备的金属外壳、金属管道、金属线槽、金属构件、防静电地板、安全保护接地、浪涌保护器接地端等均以最短的距离与等电位连接箱连接。等电位连接采用 M 型网格结构形式, 等电位连接线路由集成商在深化设计中确定, 施工方式按照国标《等电位联结安装》15D502 执行。

机房局部等电位接地端子箱应就近与大楼框架柱内的主筋焊接(土建施工时预留接地端子)或通过连接线 WDZ-BYJ-1x25mm<sup>2</sup>与所在楼层弱电间等电位连接端子箱连接。各弱电间之间设置 40x4 铜排接地干线, 使各楼层弱电间内的局部等电位端子连接箱与大楼的总等电位连接箱端子连接。等电位端子箱均嵌墙暗装, 下沿距地 0.3m。

进出机房的信号电缆的金属屏蔽层、金属保护管、金属线槽均应做等电位连接并接地。设备机房的信号线缆内芯线相应端口, 应按照 GB50343-2012 要求安装适配的信号线路浪涌保护器, 保护器的接地端及线缆内芯的空线对应接地。

金属信号线缆在进出机房的相应输入端口安装适配的信号 SPD, 配线架、分配线架、终端用户盒和大对数电缆的内芯空线对就近接地。非屏蔽双绞线路 SPD 的标称导通电压大于 1.2 倍的额定工作电压, 标称放电电流大于 1kA; 屏蔽双绞线路 SPD 的标称导通电压大于 1.2 倍的额定工作电压, 标称放电电流大于 0.5kA; 同轴电缆线路 SPD 的标称导通电压大于 1.2 倍的额定工作电压, 标称放电电流大于 3kA。

## 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

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，考虑苏州市相城区公路事业发展中心及昆山市公路事业发展中心原网关型号不满足通过软件将视频升级为高清（从 48Kbps 升级为 128Kbps 码率）的要求，本次设计新增 2 套 200 路上云网关。

### 9.2 计算存储设施扩容

#### 9.2.1 扩容方案

##### 1、路侧视频监控存储量

根据本项目各路网中心实施的视频监控上云路数，计算出相应的视频存储容量。

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

经现状调研，目前已有 NVR 和存储已无法满足此次项目所需，故本次于相城公路事业发展中心需新增 1 台网络硬盘录像机（NVR）、4 块 8T 硬盘；昆山公路事业发展中心需新增 5 块 8T 硬盘，同时考虑已有 NVR 老旧需新增 2 台；苏州公路事业发展中心需新增 4 块 8T 硬盘，同时增加 1 台视频流媒体服务器。

##### 2、服务区中心扩容

根据服务区管理要求及实际需求，视频存储周期为 90 天，每一路视频按照 4Mbps 码流设定，保障视频监控 24 小时不间断运行

西塘河服务区：

本次视频监控系统设计一套 NVR 网络硬盘录像机，总共 5 块硬盘。

古南服务区：

本次视频监控系统设计一套 NVR 网络硬盘录像机，总共 3 块硬盘。

智能化系统中心设备分别放置在西塘河服务区监控室和古南服务区监控室。于西塘河服务区监控室增设 1 台服务区 NVR 存储视频、2 台服务区管理工作站作为平台及应用软件展示端、1 台服务区管理服务器运行后台服务应用支撑端。于古南服务区监控室增设 1 台服务区 NVR 存储视频、2 台服务区管理工作站作为平台及应用软件展示端、1 台服务区管理服务器运行后台服务应用支撑端。

##### 3、其余场景存储量

对无信号交叉口预警系统产生的结构化数据进行存储，存储周期按 3 年估算，所需存储量约为 5GB，利旧原有存储服务器。

### 9.3 网络安全

#### 9.3.1 建设方案

##### 9.3.1.1 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。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。

###### 2、情报板终端网络安全防护

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

本项目对现状 1 处情报板外场增设相应情报板内容防护前端设备及相应防护软件，按照等保安全网络通信的要求对终端到中心的通信链路实施基于国密算法的安全保护机制，以防范基于发布内容篡改为目的的中间人攻击。

表 10-1 G312 苏州段情报板增设安全防护设备列表

序号	路线	桩号	名称	建设时间	管理单位
1	G312	92.5	G312 相城高架 K92+500	2020	苏州市公路事业发展中心

##### 9.3.1.2 中心网络安全防护

考虑现有市中心机房网络安全设备现状外网防火墙、备份一体机及日志审计设备已使用超过 8 年，设备老旧，本次进行设备更换为符合信创要求的设备。同时新增 2 套符合信创要求的物联网防火墙布设于相城及昆山公路中心机房以识别和阻止攻击行为，确保设施网络安全。

# 第 10 章 江苏省公路养护管理系统桥梁结构监测子系统升级

## 10.1 总体架构

### 10.1.1 总体框架

本项目的建设，在遵循“26+8”江苏省交通运输厅信息化总体框架规划部署的要求下，面向基础设施监测预警场景，以江苏省普通国省道桥梁结构监测系统为基础支撑系统升级。

系统采用分层的架构设计，涵盖从数据采集、传输、处理、存储到业务应用的全流程，以江苏省政务云为基础设施支撑，结合标准规范体系与安全保障体系，保障系统的规范性、安全性与高效性。



图10-1 数字化专项系统升级总体架构图

江苏省普通国省道桥梁结构监测系统自2017年正式上线运行，支持对桥梁在线监测、数据分析与评估、结构与重车报警、综合管理与决策支持、信息共享等功能；2022年进行了升级，重点提升了系统大数据的实时分析能力。

2024年以来，交通运输部在监测信息归集共享监测质量提升以及监测数据融合应用等方面提出了更高要求，为落实相关政策要求，本次桥梁结构监测系统需要进行配套升级。本次升级内容对应数字化转型中：基础设施监测预警建设任务。

本项目围绕江苏省普通国省道桥梁结构监测系统2.0和江苏省公路长大桥梁结构健康监测平台的数字化升级展开，在两座系统的基础上，通过业务拓展、功能升级等手段，完成新增业务模块建设和既有功能升级改造工作。具体为：在江苏省普通国省道桥梁结构监测系统2.0的基础上，新建边坡、隧道、桥梁群等监测模块，并建设公路基础设施结构监测综合查询

驾驶舱，作为江苏省公路交通监测设施的集中管理提供统一门户。

本方案为既有系统升级改造方案，一方面，充分利用系统微服务架构高扩展性、模块化复用的特点，根据新增业务需求，新建视频监控、现场应急阻拦设施等模块功能复制拓展；另一方面，按照行业相关规范指南要求，并结合江苏省地方特点和建设经验，进一步丰富系统功能，新建系统运行及数据质量管理模块，对报警模块进行升级优化。

### 10.1.2 系统关系

本次数字化转型，将江苏省普通国省道桥梁结构监测系统、江苏省公路长大桥梁结构健康监测平台融入桥梁结构监测子系统中使用，实现桥梁、边坡、隧道等公路交通基础设施监测数据的融合管理。此外，按照省厅对于数据应用的要求，将监测数据分发至各业务条线：

- (1) 通过标准化接口，接入路网监控视频，协助分析监测桥梁现场运行状态；
- (2) 全省建设的28座执法标准监测桥梁，“一点两传”至各市交通综合执法平台，同时服务于桥梁监测和交通执法工作。
- (3) 在所有动态称重系统建设中统筹考虑，建有数据共享机制，按照省轴载交调建设要求，将该部分数据传输至江苏省公路交通情况调查系统，丰富路网监控数据。
- (4) 为实现安全隐患实时监控，将车辆荷载二级报警及结构报警数据数据同步传输至江苏智慧路网云控平台数据，保障及时开展应急处置工作。

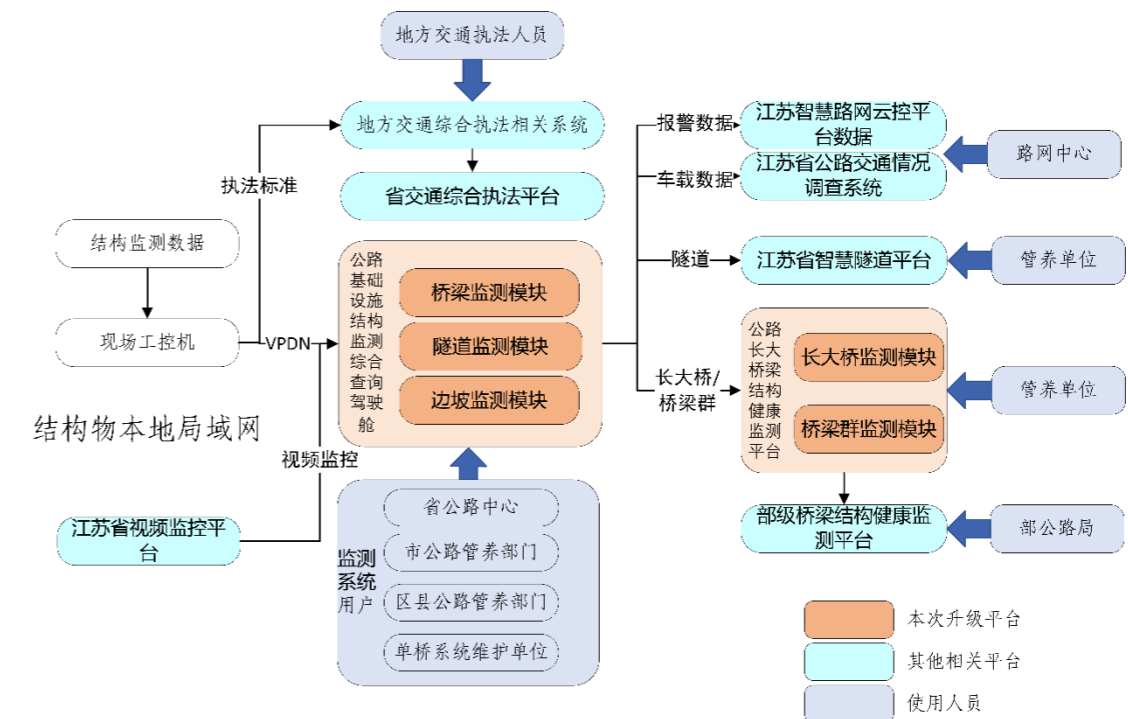


图10-2 与相关系统数据流向图

## 10.2 业务功能

### 10.2.1 架构

在江苏省普通国省道桥梁结构监测系统2.0和江苏省公路长大桥梁结构健康监测平台的基础上，新建边坡、隧道、桥梁群等监测模块，并建立公路基础设施结构监测综合查询驾驶舱，实现桥梁、边坡、隧道监测数据穿透和统一管理，纳入“省-市-县”三级管养体系，实现监测一张网。在此基础上，完成视频监控、告警设施等功能模块嵌入，并对质量管理和报警功能进行优化。

本系统共计9项建设内容，分别为公路基础设施结构监测综合查询新建、边坡结构监测模块新建、隧道结构监测模块新建、桥梁群结构监测模块新建、视频监控模块新建、现场应急阻拦模块新建、通用功能新建与升级、报警模块升级、质量管理模块升级。

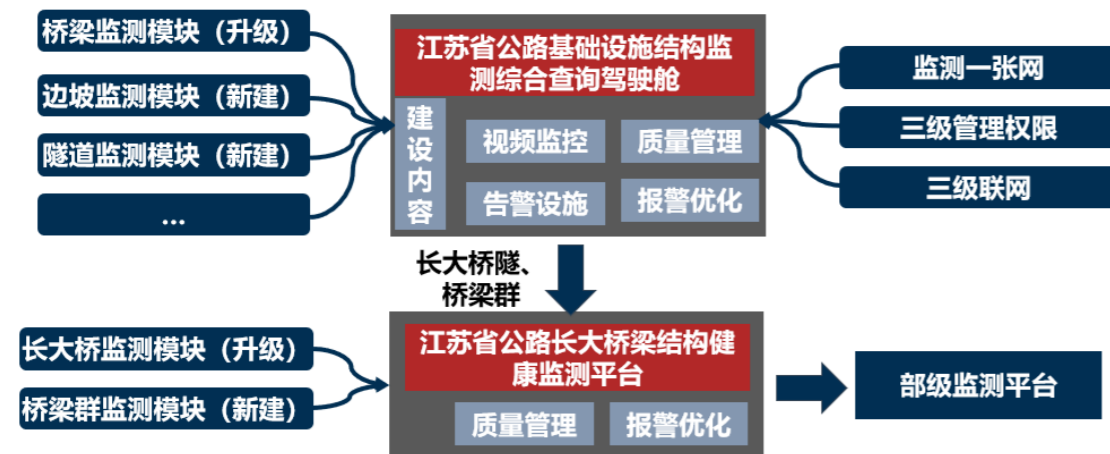


图10-3 桥梁结构监测子系统功能架构图

### 10.2.2 功能描述

#### 10.2.2.1 公路基础设施结构监测综合查询

- 桥隧坡结构监测总体信息统计、展示：集中展示公路交通监测设施在线运行状况；公路交通监测设施的基本信息与地理位置信息展示功能；根据管理要求对公路交通监测设施的报警信息等进行集中展示、报警提示及处理；对接接入台风、地震、气象等服役环境数据。
- 桥梁结构监测查询：融合台风、地震、气象等服役环境等数据，跟踪查询桥梁结构监测数据分析结果。
- 边坡结构监测查询：融合台风、地震、气象等服役环境等数据，跟踪查询边坡结构监测数据分析结果。

- 隧道结构监测查询：融合台风、地震、气象等服役环境等数据，跟踪查询隧道结构监测数据分析结果。

#### 10.2.2.2 边坡结构监测模块

- 省级边坡结构监测总体统计、快速查询：开展省级监测边坡基础信息、监测项、运行状况、报警信息的统计、快速查询。
- 单坡结构监测外场设备接入：按照部颁规范，形成省级边坡数据监测数据对接指南；提供边坡基本信息、监测信息等数据录入；提供基于二维平面图和全景图的监测测点配置、展示。
- 单坡结构监测数据分析、统计：按照部颁规范，对边坡沉降、倾斜等监测原始数据开展极值、均值等数理统计、特征值提取，以及存储和展示。

#### 10.2.2.3 隧道结构监测模块

- 省级隧道结构监测总体统计、快速查询：开展省级监测隧道基础信息、监测项、运行状况、报警信息的统计、快速查询。
- 单隧道结构监测外场设备接入：按照部颁规范，形成省级隧道数据监测数据对接指南；提供隧道基本信息、监测信息等数据录入；提供基于二维平面图和全景图的监测测点配置、展示。
- 单隧道结构监测数据分析、统计：按照部颁规范，对隧道衬砌应变、结构温度、接缝开合等监测原始数据开展极值均值等数理统计、特征值提取，以及存储和展示。

#### 10.2.2.4 视频监控模块

- 桥梁视频信息统计、查询、展示：视频基础信息调用、统计、展示，并提供快速查询。
- 视频预览及回放：对接省视频监控平台，对桥梁、边坡结构监控视频流进行预览、回放、云台控制。
- 桥梁抓拍照片收集、查询、展示：实现桥梁视频监控历史抓拍图片的收集、查询，供快速预览结构现场状况。
- 桥梁视频监控大屏 提供灵活的画面布局模式，可根据监测需求选择多种画面分割方式，同时显示不同区域的实时视频；为不同视频监控区域设置场景标签，用户可以通过点击标签快速切换至对应区域的视频画面，提高应用效率；提供轮播模式，根据辖区选择浏览视频范围，滚放查看监测桥梁视频监控。

- 桥梁AI视频场景识别：针对定期上传的桥梁现场抓拍照片，构建专项模型和识别，实现对桥梁倒塌、落梁等特殊场景变化的初步探索。

#### 10.2.2.5 现场应急阻拦模块

- 告警设施统计、查询、展示：告警设施信息搜集、调用、统计，最终展示告警阻拦设施的分布、总览、查询情况。
- 告警设施外场设备查看与控制：分别在桥梁、隧道、边坡监测系统开发告警设施控制组件，包括告警设施状态显示、控制按钮等功能。
- 与结构报警融合：现场应急阻拦设施控制功能分别嵌入在桥梁、隧道、边坡监测系统的报警模块，并与报警联动告警，根据报警级别、报警类别、风险等级不同，实现自动联动现场告警、人工确认联动现场告警、视频验证联动现场告警等多种控制方式。

#### 10.2.2.6 通用功能新建和升级

- 文件资料管理：实现桥隧坡监测系统建设、系统运维、应急预案等相关资料的上传、下载、查看、上报等功能。
- 设备维保管理：实现桥隧坡监测系统外场设备管理、运维和维保记录。
- 数据展示和下载：实现桥隧坡监测系统的实时数据、统计数据、报警等数据的展示和下载；
- 监测快报模块：实现监测平台总体运行概况分析报告（包含日报、周报、月报）的定期生成、下载，同时应根据桥隧坡的特点，分别生成。

#### 10.2.2.7 报警模块

- 单坡结构监测数据报警计算和识别 包括按照部颁规范，开展边坡稳定度、预警信息计算、告警设施管理、报警信息管理等功能。
- 单隧道结构监测数据报警计算和识别：包括按照部颁规范，开展隧道结构监测预警信息的计算、告警设施管理、报警信息管理等功能。
- 单桥结构监测数据报警计算和识别功能升级：将桥梁结构监测报警信息进行分级分类（突发结构、性能衰退、服役环境类别）和推送，升级结构监测预警信息的计算、告警设施管理、报警信息管理等功能。
- 新建单体结构报警信息的自动化确认模块：车载监测报警数据自动化核查功能，根据车轴、车重、轴距、车速等指标明显异常或逻辑问题，开发自动化核查模块；结

合结构响应、环境等数据特别，通过多测点联动核查、特征识别，开发自动化核查模块。

- 单体结构报警处置知识库和处置流程升级：结合养护基础理论和历史经验，针对各种报警类型，建立应急处置养护知识库；升级响应报警处置模块，在报警信息触发同时，生成应急处置养护建议。
- 报警信息推送方式升级：将桥隧坡报警信息通过平台系统、短信、智慧云控等进行推送升级；建立报警信息接口指南。

#### 10.2.2.8 系统运行及数据质量管理模块

- 监测设施运行状态评价：开发单体结构、地市结构群的系统运行状态评价模块，从系统在线率、故障处理及时性、故障发生频次、报警确认及时性、报告上传及时性等5个指标维度进行评价。
- 数据质量自动核查和评价模块：开发监测数据质量评价模块，对监测数据的完整性、准确性、时效性和真实性进行全面评价。
- 上线自动核查模块：建立自动核查和人工核查相结合的上线流程，系统自动核查内容包括资料上传的完整性、配置信息的合理性、数据总体在线情况和异常数据情况。

#### 10.2.2.9 桥梁群结构监测模块

- 省级桥梁群结构监测总体统计、快速查询：开展部级通知、省级监测桥梁群基础信息、监测项数据、运行状况、报警接收与上报、快速查询等；用户角色管理、权限控制、系统状态监控等功能。
- 与单桥梁群监测系统联网对接：按照桥梁群结构监测模块功能和数据需求，形成省级桥梁群监测数据对接指南，提供数据接口供单个桥梁群完成监测数据、报警信息、特殊事件的接入；提供桥梁群基本信息、监测信息等数据录入；根据桥梁群监测特点，定制测点分布情况录入、查询、交互功能。
- 与部级监测系统联网对接：按照部颁指南要求，开发数据接口，完成与部级系统的数据对接，包括基本注册信息、业务数据、视频监控、监测数据推送、平台下穿等；按照部级系统要求，建立省-部系统线上业务流转功能，包括监测原始数据抽取、系统运行状态或数据质量抽查、部级通知接收等；按部级系统要求，完成网络环境对接，实现“部-省-桥”三级系统联网运行。”
- 系统运行监测与数据监测：桥梁群结构监测系统运行状态监测，包括平台运行状态、

单桥群运行状态、传感设备运行状态等，并建立系统运行相关各项指标的计算、展示、查询等功能；监测数据分类统计、查询及可视化管理，数据质量评价功能嵌入；报警和特殊事件的接收、处置、上报功能。

## 第 11 章 路侧设施施工要求

### 11.1 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、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进行及时修复。

(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) 主电缆采用 YJY22-3\*4mm<sup>2</sup>，传感器设备电源线采用 RVV-3\*2.5mm<sup>2</sup>，传感器信号传输采用六类非屏蔽双绞线，防护管材采用硅芯管或钢管，卡口采用 304 不锈钢材质，防护级为 IP55。

(2) 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。

(3) 端接点之间不允许有缆接头，任何的无保护线缆的结构连接有足够保护措施。

(4) 全部线缆端接在相应的终端盒和终端设备；终端接头进行标记和识别，线缆的记号用来帮助正常接续；室内应配置先进的配线架。配线架的机械结构和工艺要求应符合国家规范要求。每个配线架的容量应足以在它的线路侧端接全部室外和室内线缆包括备用线对在设备侧端接的所有设备线缆，以满足监测系统的需；配线架和端子上均应有明显的标志。

(5) 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。

(6) 所有的保护管均应联入主桥的防雷接地体系。

(7) 对施工工人要作一次详细交底，分清负责范围。

#### 4、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。

#### 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。

## 11.2 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 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。基础的混凝土浇筑面平整度小于 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。

## 11.3 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‰。

## 11.4 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。

## 11.5 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。

## 11.6 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。

## 11.7 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/T 841-2008)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。

### 11.8 手孔井

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

手孔施工应严格按设计图纸，统一尺寸，规范施工。

## 第 12 章 施工组织

### 12.1 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。

#### 12.1.1 施工工艺

##### 12.1.1.1 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

##### 12.1.1.2 施工工艺要求

#### 1、定位放线

应根据施工平面图所示桩号找到相邻百米桩，进行初步定位，与公路中心线平行和垂直的方向各拉一条线作为定位线，基础一侧与中心线应保持平行，基础外侧距离路缘应保持40~70cm。门架式钢构件两个立柱中心之间的连线应与道路中心线垂直，允许偏差为 $\pm 1^\circ$ 。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 13-1 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 13-2 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》(JTGF80/1) 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。

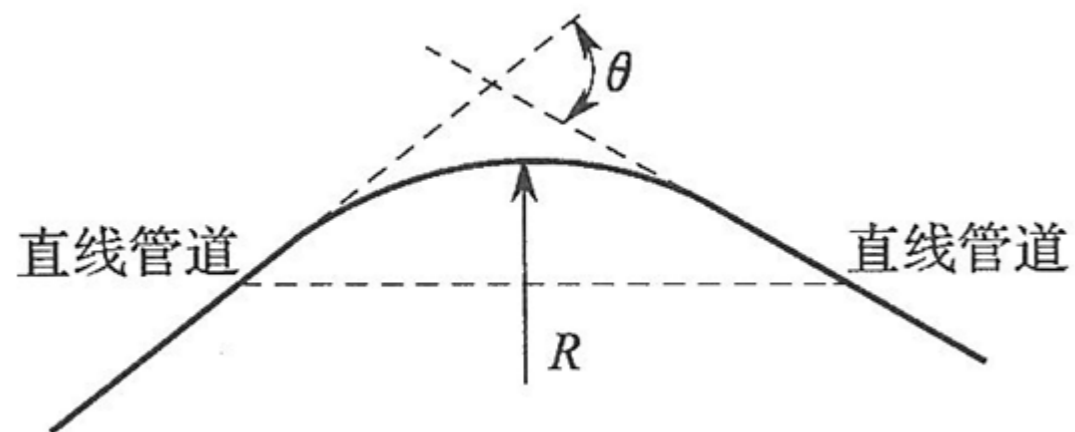
#### (2) 开凿路面及挖掘沟坑

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入(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 $-5^{\circ}\text{C}$ 。

弯曲管道的曲率半径不应小于 10m,弯管道的转向角度应尽量小,同一段管道不应有反向弯曲(即“S”形弯)或弯曲部分的转向角度 $>90^{\circ}$ 。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、布线、校线

(1)施工工具,电缆或光缆的接续工具:剥线器、光纤切断器、光纤熔接机、光纤磨

光机等必须进行检查,合格后方可在工程中使用。

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

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

(4)线缆间的最小净距应符合规范要求。

(5)线缆的弯曲半径应符合下列规定:

1)非屏蔽 4 对对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的 4 倍。

2)屏蔽 4 对对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的 10 倍。

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

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

#### 12.1.2 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防护用品,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。

## 12.2 施工环保措施

### 12.2.1 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。

### 12.2.2 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。