泗阳县城市生命线硬件设备布点及施工图设计

桥梁监测专题

北京市市政工程设计研究总院有限公司

二〇二五年八月

泗阳县城市生命线硬件设备布点及施工图设计

第 1 卷

第 1 册　　施工图设计

第 1 分册　　桥梁监测专题

法人代表	刘江涛	（教授级高级工程师）
总工程师	刘子健	（教授级高级工程师）
专业审定人	历　莉	（高级工程师）
专业审核人	李　辉	（高级工程师）
专业负责人	庄绪君	（中级工程师）
专业校核人	姚嘉墨	（高级工程师）
专业设计人	庄绪君	（中级工程师）
项目总负责人		
项目负责人	胡煜洲	（高级工程师）
副项目负责人		

目　录

1. 概述 1

2. 设计条件 3

3. 系统总体构成 5

4. 桥梁工程感知监测体系建设 7

5. 计算存储资源需求 21

6. 工程概算 21

7. 系统测试、验收方案 21

8. 管理与维护 22

泗阳县城市生命线硬件设备布点及施工图设计主要设备材料及概算清单 25

泗阳县城市生命线硬件设备布点及施工图设计设备布点汇总及部署一览表 31

泗阳县城市生命线硬件设备布点及施工图设计施工图 33

1. 概述

1.1 项目概述

泗阳县地处江苏北部腹地，介于东经 118°20′—118°45′，北纬 33°23′—33°58′之间，东界淮安市，南濒洪泽湖，西界宿迁市，北界沭阳县。县域总面积 1418 平方公里，是一个历史悠久、文化底蕴深厚的地区。根据最新的行政规划，泗阳县下辖 3 个街道、9 个镇、1 个乡。2023 年泗阳县常住人口数为 82.99 万人，常驻人口密度 601.57 人/平方公里，是全国县域综合竞争力百强县市。

图 1-1 泗阳县行政区划及航拍图

随着近年来泗阳县不断发展，城乡规模持续扩大，社会公众对泗阳县的城市基础设施的需求和依赖程度日益提高，对供水、供电、供气、交通等生命线系统的稳定性和可靠性提出了更高要求。经过多年的建设与发展，泗阳县的部分城市生命线基础设施逐渐老化，如供水管网、排水管网、燃气管网等存在不同程度的腐蚀、渗漏等问题，需要及时更新改造和实现在线监测，以保障其正常运行和安全性。同时，泗阳县也面临台风、暴雨等自然灾害的影响，会对城市生命线基础设施造成破坏。此外，一些安全事故也威胁着生命线系统的安全，如燃气泄漏爆炸、桥梁垮塌、暴雨内涝等，一旦发生，将给居民生命财产带来巨大损失。

城市生命线工程是指城市中那些对居民生活和城市正常运行至关重要的基础设施系统，包括燃气、供水、排水、桥梁、道路、电力、通信等。这些系统的安全稳定运行直接关系到城市的安全和居民的生活质量。城市生命线工程的建设和维护旨在通过数字化手段，实现对这些基础设施的全面感知、动态监测、预报预警和联动处置，从而提高城市安全风险防范治理能力。

1.2 宏观政策

2018 年起，中共中央办公厅与国务院办公厅联合印发了诸如《关于推进城市安全发展的意见》等一系列重要文件，这一系列举措彰显了国家对城市安全领域的高度重视与战略布局。至 2021 年，国务院进一步发布《推广城市生命线安全工程“合肥模式”经验》等相关文件，在宏观的国家层面全方位部署城市安全风险防范工作，为城市生命线建设精准锚定了前行的方向，并确立了科学严谨的标准体系。这一系列政策的相继出台与稳步推进，强有力地驱动了城市安全治理朝着现代化的宏伟目标大步迈进，对于全面提升城市安全保障能力、构建和谐稳定的城市环境具有不可估量的深远意义。

基于国家的宏观政策要求，江苏省也发布了一系列政策推进城市生命线工作的开展。《关于全面推进城市生命线安全工程建设的通知》确定了 2023 年-2025 年工作目标和重点任务，全面部署全省建设工作，推动城市生命线安全工程建设，建立健全工作机制。建立标准体系强化技术保障。印发《数据标准》《省市数据对接规范》，指导地方更高效地开展数据汇聚和脱密脱敏工作。印发各场景《风险评估技术指南》《智慧监测技术指南》和《报警预警指南》《系统运行管理办法》等技术文件，全流程指导各地完善风险评估、设备布设、数据汇聚、预警研判、分级处置、闭环管理等的城市生命线安全工程建设。

2024 年，江苏省住建厅发布《江苏省推进建筑和市政基础设施设备更新工作方案》，提出以城市生命线安全工程等为重点，分类推进建筑和市政基础设施设备更新，明确到

2027 年完成包括老旧住宅电梯更新、供水设施设备更新改造等多项任务，全面推进城市生命线安全工程建设，围绕**燃气、供水、排水、道路、桥梁、第三方施工、地下管线交互**等 7 个场景，结合各地个性化场景，建设省市县三级监管系统，有序推动地下管网、道路、桥梁、隧道、地下综合管廊、灯杆、窨井盖等完善配套物联智能感知设备建设，配套搭建监测物联网，实现对城市生命线工程运行数据的全面感知、自动采集、监测分析、预警上报。新建城市基础设施物联智能感知设备与主体设备同步设计、同步施工、同步验收、同步交付使用。老旧设施智能化改造和通信基础设施改造，可结合城市更新、老旧小区改造、城市燃气管道等老化更新改造工作同步推进。

本项目针对泗阳县对省定七大场景的专题建设，以及智慧井盖特色场景的建设，形成泗阳县城市生命线“7+1”的建设内容，开展城市生命线外场硬件安装部署的设计，旨在通过外场硬件系统的部署，提升扩大泗阳县城市生命线外场安全感知的范围和能力，构建外场安全感知体系，最终全面提升泗阳县城市安全保障能力。

1.3 设计依据

1.3.1 政策性文件

1. 《深入实施以人为本的新型城镇化战略五年行动计划》（国发[2024]17 号）；
2. 《住房城乡建设部关于印发推进建筑和市政基础设施设备更新工作实施方案的通知》（建城规[2024]2 号）；
3. 《城市生命线安全工程建设试点实施方案编制大纲》；
4. 《江苏省城市生命线安全建设一期工程技术指导书》；
5. 《关于全面推进城市生命线安全工程建设的通知》；
6. 《关于高质量做好城市生命线安全工程建设的提案》；
7. 《江苏省推进建筑和市政基础设施设备更新工作方案》；

1.3.2 标准规范

1. 《水位测量仪器 第 4 部分：超声波水位计》（GB/T 11828.4-2011）；
2. 《公共场所卫生检验方法 第 2 部分：化学污染物》（GB/T 18204.2-2014）；
3. 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239）；
4. 《信息安全技术 网络安全等级保护定级指南》（GB/T 22240）；
5. 《信息安全技术 网络安全等级保护实施指南》（GB/T 25058）；
6. 《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）；
7. 《信息安全技术 网络安全等级保护测评要求》（GB/T 28448）；
8. 《公共安全视频监控联网信息安全技术要求》（GB 35114-2017）；
9. 《公共安全视频监控数字视音频编解码技术测试规范》（GB/T 39274-2020）；
10. 《公共建筑节能设计标准》（GB50189）；
11. 《综合布线系统工程设计规范》（GB 50311）；
12. 《建筑与市政工程防水通用规范》（GB 55030）；
13. 《电容式静力水准仪》（DL/T 1020-2019）；
14. 《温湿度计》（JB/T 6862-2014）；
15. 《民用建筑绿色设计规范》（JGJ/T229-2010）；
16. 《城镇排水管网在线监测技术规程》（T/CECS 869-2021）；
17. 《城市生命线工程监测系统通用规范》（T/CIITA 602-2022）；
18. 《江苏省城市生命线安全工程燃气智慧监测技术指南（试行）》
19. 《江苏省城市生命线安全工程供水智慧监测技术指南（试行）》；
20. 《江苏省城市生命线安全工程排水防涝智慧监测技术指南（试行）》；
21. 《江苏省城市生命线安全工程桥梁智慧监测技术指南（试行）》；
22. 《江苏省城市道路塌陷监测预警指南（试行）》。

1.3.3 其他文件

1. 《泗阳县城区桥梁安全风险评估项目》；

2. 《泗阳县城区道路塌陷风险评估项目》；

3. 《泗阳县城市生命线安全工程建设一期项目——供水管道安全风险评估报告》；

4. 《泗阳县城市内涝安全风险评估》；

5. 《泗阳县城市生命线安全工程建设一期项目——燃气管道安全风险评估报告》；

6. 项目招投标文件及合同等。

1.4 设计范围与概要

本项目通过智能化、数字化技术的应用，实现泗阳县城市生命线涵盖燃气、桥梁、道路、供水管网、排水管网的安全监测，实现重点区域外场安全的在线监测、安全预警和管理，提高泗阳县的安全防护能力，支撑泗阳县城市生命线工程的建设。

泗阳县城市生命线工程范围涵盖主城区、经济开发区和南北片区，此次设计为泗阳县主城区的城市生命线设计，专题内容包括燃气工程、桥梁工程、道路工程、供水管网、排水管网、地下管线交互、第三方施工破坏、智慧井盖的外场感知设备布点方案。泗阳县城市生命线硬件设备布点方案及施工图设计共分为三期，其中一期以主城区为主，二期以经开区为主，三期以南北片区为主。

本方案为一期桥梁专题的硬件布点及施工图设计。

2. 设计条件

泗阳县建成区共有城市桥梁 82 座，其中 10 年以上桥梁有 33 座。桥梁结构主要为梁式桥，淮海路泗塘河桥和朝霞路桥为拱桥。从跨径上看，除小西湖公园桥和文城路生态公园桥为大桥，其余均为中小桥。桥梁类型以简支桥梁为主，同时有板拱桥、双曲拱桥、桁架拱桥等类型，其中大桥占比约 9.1%，中桥占比约 36.4%，小桥占比约 54.5%。

2.1 业务管理现状

泗阳县城市生命线安全工程由泗阳县住建局牵头负责。指导市政公用事业发展和市政基础设施建设、管理；拟订全县市政基础设施和市政公用事业发展规划、并指导实施；指导城市道路、桥梁等市政基础设施的建设和运行管理；指导城镇供水、城市节约用水、城镇排水、城镇生活污水处理和城镇燃气（天然气、液化石油气）等市政公用事业方面的管理工作；推进海绵城市、地下管网建设工作。

各专项行业单位均由县住建局负责监管，涉及县住建局内部不同科室，主体责任单位则分别由权属公司、建设单位、养护单位及相关单位负责。在本次建设的四个分区中，城东区（经济开发区）的部分业务由开发区管委会独立管理，其供水、排水、道路、桥梁由开发区负责建设、运维（国省道除外）。

2.2 信息系统现状

2.2.1 泗阳县行业信息化建设现状

政府信息化建设方面，围绕供排水、污水、河道等监管对象，已建立了相关的应用系统与监管系统。通过“泗阳县智慧排水管理系统”等智慧水务平台的进一步建设，提高全县水务信息化水平；建立排水防涝设施的动态运营管理工作平台，实现排水管网智能控制调度。但是智慧水务平台与气象、城管、水利应急等部门相关平台互相联动不足，智慧化手段有待提高。桥梁方面，依托江苏省城市桥梁系统、交通桥梁管理系统，已形成了较为完善的信息系统基础，支撑相关领域的运行、维护、监管工作；市政道路监管方面，目前缺少体系化的信息化系统支撑，日常巡检养护以人工方式为主。

企业信息化建设方面，泗阳荣浩天然气公司、江苏深水水务、北京环卫等企业已建立了较为完善的生产管理与运营管理信息化系统，在生产管理、管网调度、企业经营方面形成了初步的信息化与数字化管理模式。。

表 2-1 泗阳县行业信息化建设现状清单

专项应用	平台名称	平台级别	系统来源（所属单位）	网络环境
园林专项	园林绿化养护管理平台	县级	县住建局	政务外网
城管专项	智慧渣土（商砼）系统	县级	城管委办	互联网
	不见面审批系统	县级	城管委办	互联网
	公众参与平台	县级	城管委办	互联网
	智慧街区系统	县级	城管委办	互联网
	智慧执法管理平台	县级	城管委办	互联网

专项应用	平台名称	平台级别	系统来源（所属单位）	网络环境
建筑专项	智慧工地安全监管系统	县级	住建局	互联网
燃气专项	宿迁市智慧燃气平台	市级	省市场局	互联网
燃气专项	营收系统	企业	西安奥枫软件公司	公司内部局域网
燃气专项	GIS 系统	企业	河南汉威科技集团有限公司	云端部署
排水专项	智慧排水系统	县级	县住建局	互联网
给水专项	江苏深水智慧水务管理平台	企业	深水海纳	互联网

2.2.2 泗阳县城市生命线安全监管平台

近年来，宿迁市立足实际，按照“综合监管+智慧监测”思路，聚焦 7 个省定应用场景，新增水质监测、智慧井盖 2 个特色应用，构建了市级城市生命线安全工程建设“7+2”应用体系。

目前，宿迁市已搭建了统一的物联感知平台、视频中台，打造了国内领先的城市物联感知体系，实现监测数据的实时汇聚接入、智能处理分析。共完成 1.8 万公里基础管线汇聚治理，累计上报库表类监管数据 49 万余条，燃气、供水、排水、桥梁实时监测数据 8660 万条，同步完成 18 类约 40 万条市级数据共享。系统特色场景应用包括水源地、供水、排涝、污水、城市河道水位水质等城市水务全流程监管，实现燃气供应端、输配端、用户端风险隐患的常态化跟踪监管，赋能城市生命线安全治理。

泗阳县城市生命线安全监管平台建设在宿迁市城市生命线安全工程主城区的基础上，以“综合监管+智慧监测”的思路，构建泗阳县城市生命线安全监管体系，建立跨部门应急联动机制。

2.3 现状评估

根据现场勘查的情况，对泗阳县城市生命线工程的现状情况分析总结如下：

(1) 基础设施已投入使用多年

随着泗阳县城市基础设施的发展，现有的燃气管道、道路桥梁、供水管网、排水管网等城市基础设施建成和使用年限不一，很多设施建设时间较早，使用年限较早，存在一定的基础健康问题。

(2) 基础数据更新不及时

县级监管部门在辖区基础数据管理方面存在诸多短板，严重制约了基础业务的有效开展。对于辖区内的基础数据，不仅底数掌握得不够全面，而且已有的数据也无法做到及时更新，这使得统计数据与属性数据查询等基础业务难以获得有力的数据支撑。

(3) 城市生命线现有基础设施前端感知能力缺乏

在各场景的智慧监测中，燃气和供水的智慧化监测水平相对较高。燃气企业建有针对燃气管网及附属设施的监测系统，在流量、压力等多个维度都有具体的物联感知设备进行监测；供水企业建有常规水质、压力传感器，可满足基本的监测需求。

对于排水专项和道路桥梁专项，智慧监测设备均较缺乏，尤其是排水管网和河道的液位、流量监测，桥梁的裂缝、挠度等监测，均是目前监管业务需要掌握的关键数据。

(4) 第三方施工破坏问题突出

第三方施工对地下管线造成破坏的问题，在泗阳县均属于较突出的问题，主要集中在燃气、供水管线被施工破坏，不同施工项目之间（尤其是电力管线与其他管线之间）产生的冲突问题。问题产生的主要原因是县住建部门、城管部门、资规部门、管线权属单位之间数据共享机制尚未建立，县住建部门未掌握地下管线数据，无法有效对施工项目进行监管。

(5) 城市生命线基础设施安全防护能力缺乏数字化抓手

目前各个场景针对城市生命线管网及附属设施的监管机制以日常巡检、社区及市政重要管网巡检、重要用户巡检、国家规定的大检等多种检查方式为主。日常巡检以权属公司和养护公司为主，监管部门缺少对其过程的监管，也缺少事后监管。

2.4 需求分析

结合泗阳县城市生命线基础设施现状及监管需要，结合城市生命线的建设要求，以及行业数字化管理的需要，此次工程建设的需求如下：

(1) 实现泗阳县基础设施安全运行的自动监测

通过本项目的建设，实现泗阳县城市生命线基础设施重要安全要素的实时监测，包括管道压力、道路病害、积水、水质、桥梁健康等。同时能够实现远程的告警，提醒管理部门及时关注和处置风险。

(2) 实现泗阳县基础设施远程可视化管理

通过外场传感器和视频监控的部署与接入，实现远程对泗阳县城市生命线基础设施的监管，及时发现并处置问题。

(3) 实现与城市生命线应用融合对接

本项目建设的外场感知设备实现对泗阳县城市生命线基础设施智能化感知和识别，所感知的数据推送给泗阳县城市生命线安全监管平台，支撑全县城市生命线体系的建设。

3. 系统总体构成

3.1 总体设计原则

本次泗阳县城市生命线安全监测项目的设计原则如下：

（1）成熟性

以实用为原则，采用经过工程检验的成熟先进技术，以降低系统实施风险。

（2）先进性

设计应本着高定位、高起点地指导思想，采用国际或国内前沿的先进技术，适应今后航运业务发展需要。

（3）开放性

设计采用开放的技术标准，避免各子系统互联、扩展以及今后与外系统连通时产生障碍。

（4）标准化

系统应采用标准化的设计和标准化的产品，尤其在某些技术规范要求上要与国家标准相兼容，并符合上级交通主管部门制定的行业标准。

（5）可扩展性

设计中应考虑到管理业务的未来发展，在系统运算性能、数据存储、线路敷设等方面应留有冗余。

（6）安全可靠性

保证系统自身安全和信息传递的安全，以及运行的可靠性。

（7）综合集成性

充分考虑信息的共享、设备的联动和综合的管理。根据本项目特点，按照需要分层次实现集成，同时实现在控制域上设备的联动性和信息域上数据的充分传递和共享性。

（8）经济性

为确保项目投资的长期有效，在系统设计和设备选型中均应挑选能满足当前需求，并具有较高性能价格比的产品，同时应充分利用现有的各类基础设施、信息系统软硬件和数据资源，避免重复投入，提高信息化的规模效益。

（9）易用性

系统设计中考虑降低使用者的学习成本，应尽量做到操作方式易于上手，系统界面简单实用。

（10）节能环保

本项目应在整个设计过程中坚持贯彻绿色低碳的原则，在满足性能需求的前提下尽量选择低能耗的设备，践行“绿色生态”的发展理念。

3.2 主要建设内容

本项目建设主要内容包括基础设施感知监测体系建设、通电通网、软硬件支撑等内容。

3.3 主要性能指标

（1）稳定

为保障泗阳县城市生命线工程安全的全天候监测，要求系统平台能够 7×24 小时连续运行，系统可用性（A=MTBF（平均无故障工作时间）/MTBF+MTTR（平均维修时间））

至少为 99.9%。

（2）先进

系统的设计应具有技术先进性和应用服务模式的先进性，确保在系统通过研制验证的必要时间后同样具有良好的应用能力。交互类业务的平均响应时间在 1~3 秒，信息、报表等查询业务根据查询复杂程度响应时间在 1~4 秒。

（3）通用

项目开发的系统、平台、设备等，其整体架构、组成、接口及实现形式应满足通用化需求，以便形成后续产品在不同使用平台上的部署能力。同时需满足可在其他应用的需求，具有可推广性。

（4）扩展

由于信息技术及相关业务的不断增加，系统的处理、管理及通信能力的需求也将不断提升，因此，系统应具有良好的可扩展性，为后续系统功能的增加及性能的提升奠定基础。

（5）安全

根据安全等保相关规范要求，系统平台应满足二级等保要求。

3.4 系统工作模式

本项目建设的感知设施数据通过运营商专网传输至中心机房，中心端的网络安全防护基于现有的网络安全设备实现。

3.5 系统总体架构

本项目设计的总体架构如下图所示：

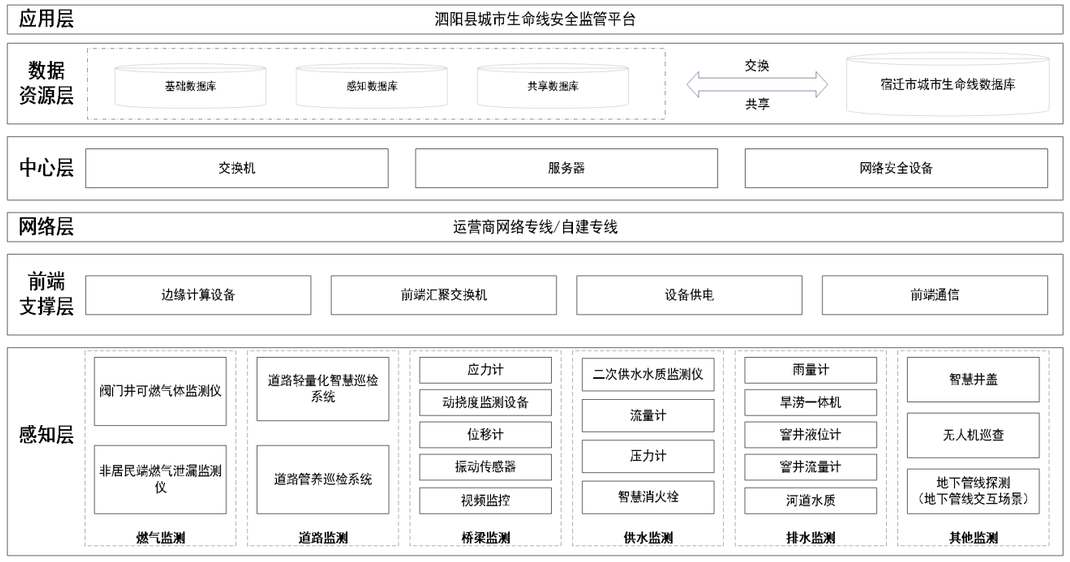

图 3-1 总体架构图

（1）感知层：包括燃气监测、道路监测、桥梁监测、供水监测、排水监测等监测场景的硬件安装和部署。

（2）前端支撑层：包括边缘计算设备、前端汇聚交换机、设备供电、前端通信等内容。

（3）网络层：通过运营商专线或自建专线实现数据的传输和接入。

（4）中心层：利用中心机房资源部署基本应用，包括交换机、服务器、网络安全设备等。

（5）数据资源层：建设包括基础数据库、感知数据库、共享数据库等，构建与宿迁市城市生命线数据库连接通道，实现数据交换共享。

（4）应用层：本项目所建设的数据资源支撑泗阳县城市生命线安全监管平台的建设。

3.6 工程边界

本项目建设范围为泗阳县城市生命线安全监测场景，涵盖外场硬件、网络通信等相关内容，本项目建设内容边界如下：

（1）各监测专题的边界

本项目建设涵盖泗阳县城市生命线的燃气、道路、桥梁、供水、排水五大场景，各场景的监测分别部署监测设备，实现对各场景的实时监测。

（2）与泗阳县城市生命线安全监管平台边界

本项目各场景外场感知采集的数据通过网络专线传输到数据中心，经过数据清洗、治理、管理后，支撑泗阳县城市生命线安全监管平台的建设。

4. 桥梁工程感知监测体系建设

4.1 建设内容

泗阳县共有城市桥梁 82 座，其中 10 年以上桥梁有 33 座。桥梁结构主要为梁式桥，淮海路泗塘河桥和朝霞路桥为拱桥。从跨径上看，除小西湖公园桥和文城路生态公园桥为大桥，其余均为中小桥。目前各分区桥梁中，只有中心城区的 45 座桥梁开展了定期常规检测，其余桥梁尚未开展检测工作。

图 4-1 泗阳县主城区桥梁风险评估范围

依据《江苏省城市桥梁安全风险评估指南（试行）》，对 45 座桥梁进行了安全风险评估，风险等级为 I 级的桥梁共 28 座，占比 62%；风险等级为 II 级的桥梁共 17 座，占比 38%；不存在风险等级为 III 级、IV 级的桥梁。

表 4-1 桥梁风险等级汇总表

风险等级	I（低）	II（一般）
桥梁数量	28	17

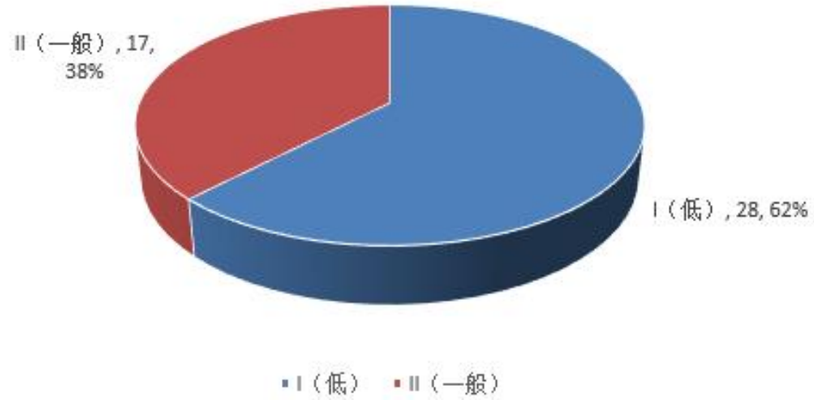

图 4-2 桥梁风险等级分类图

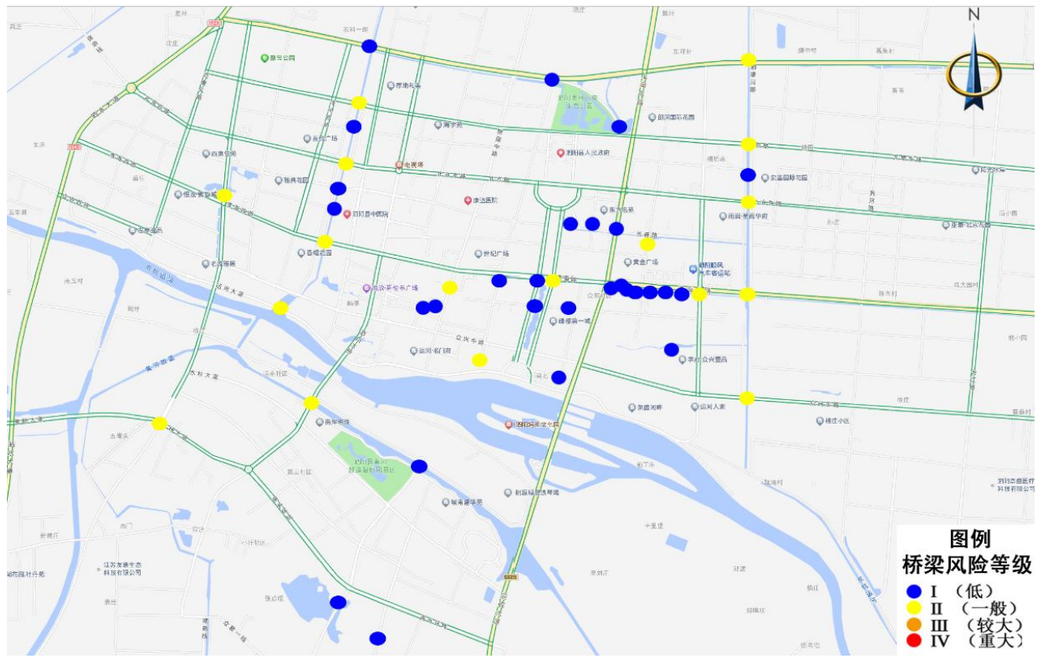

图 4-3 桥梁风险等级分布图

根据《江苏省城市桥梁安全风险评估指南》，桥梁的风险后果评估等级分为 5 级，；如下表所示：

表 4-2 后果评估等级表

后果得分	等级	说明
C＜2	1	后果严重程度极低
2≤C＜4	2	后果严重程度较低
4≤C＜6	3	后果严重程度一般
6≤C＜8	4	后果严重程度较高
C≥8	5	后果严重程度极高

根据桥梁的建设情况、风险等级，此次泗阳县城市生命线桥梁监测选择 37 座桥梁，桥梁分布如下图所示：

图 4-4 泗阳县城市生命线桥梁监测点位分布图

4.1.1 一期建设内容

泗阳县城市生命线一期的桥梁工程感知监测体系主要实现泗阳县桥梁外场前端感知设备的部署，建设桥梁结构健康在线监测系统。针对泗阳县主城区的 15 座桥梁开展桥梁结构健康在线监测的建设，桥梁的分布如下图所示。

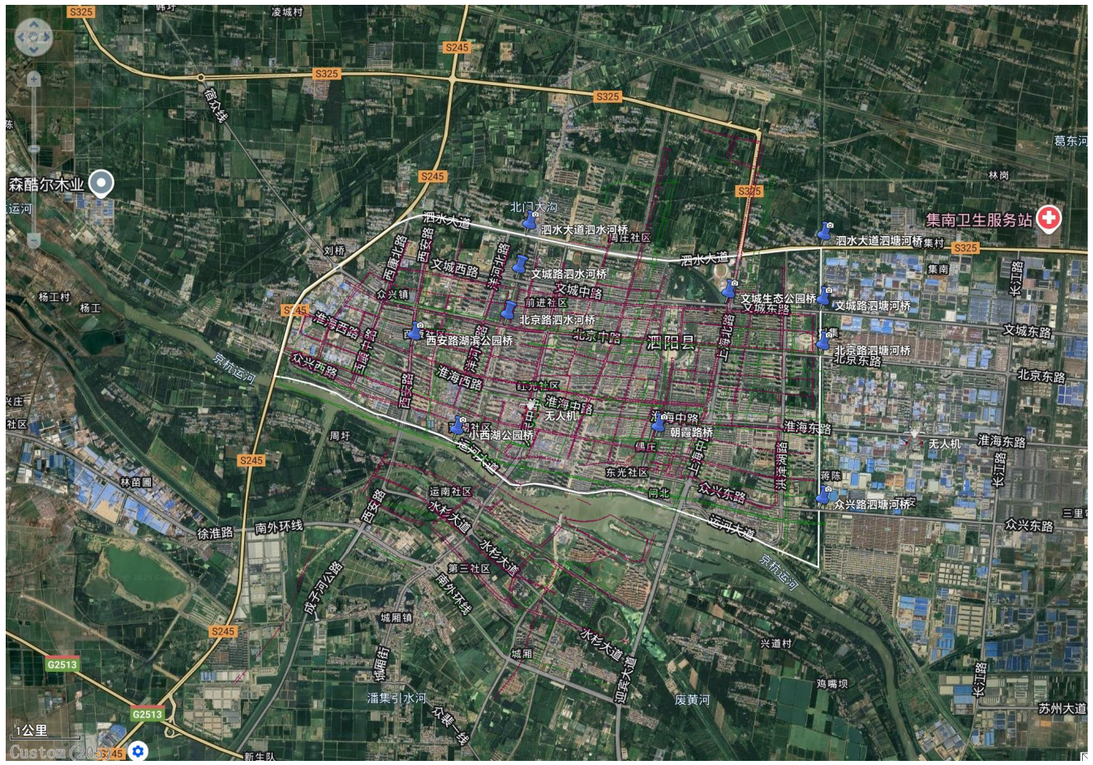

图 4-5 泗阳县（一期）桥梁监测点位分布图

桥梁的清单如下表所示：

表 4-3 泗阳县（一期）桥梁基本信息表

序号	桥名	地点
1	北京路泗塘河桥	北京路
2	北京路泗水河桥	北京路
3	朝霞路桥	朝霞路
4	泗水大道泗水河桥	泗水大道
5	泗水大道泗塘河桥	泗水大道
6	文城路生态公园桥	文城路
7	文城路泗水河桥	文城路
8	文城路泗塘河桥	文城路
9	西安路湖滨公园桥	西安路
10	小西湖公园桥	运河大道
11	众兴路泗塘河桥	众兴路

4.2 系统建设

4.2.1 总体架构

桥梁结构健康在线监测系统包括了高清球机、图像挠度仪、动态应变计、振动传感器和拉线式位移传感器等设备，总体架构如下图所示：

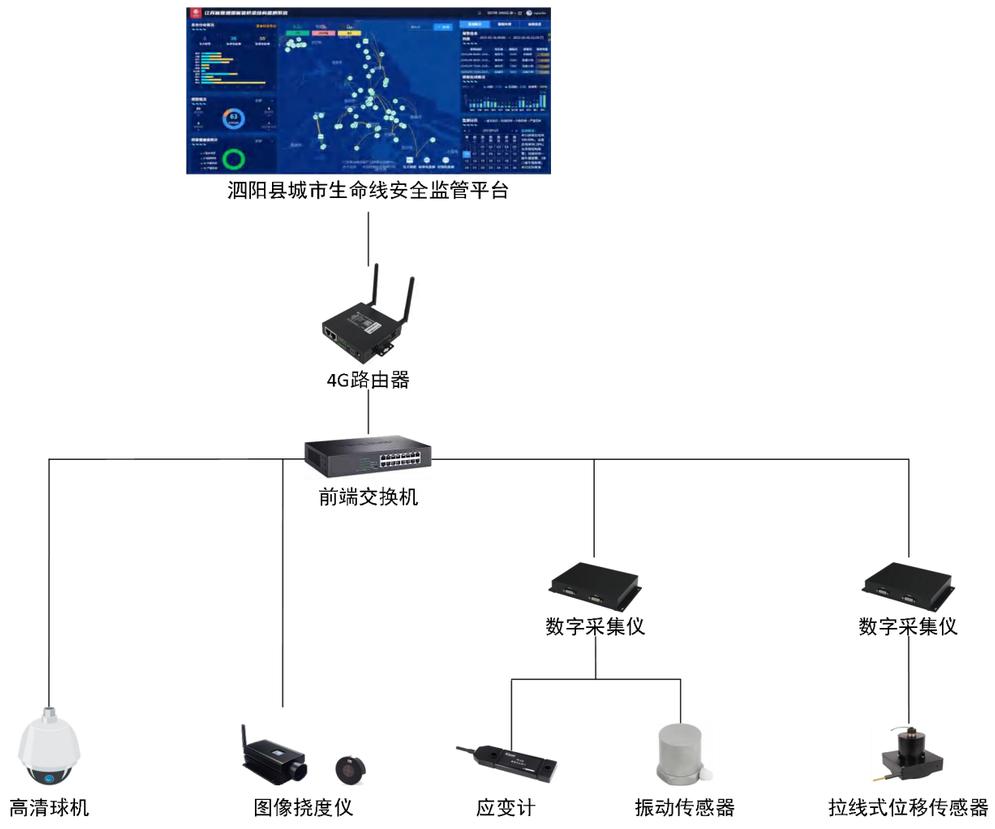

图 4-8 桥梁健康在线监测架构图

(1)应力监测

桥梁关键截面结构应力监测将通过动态应变计实时监测部署位置的结构应力的变化情况，分析桥梁在各种作用力下结构受力的变形、结构状态与耐久性提供依据。

(2)振动监测

桥梁振动监测通过振动传感器实时监测部署位置的振动情况，分析桥梁振动频率和变化，为桥梁结构动态振动、结构状态提供依据。

(3)位移监测

梁端位移监测将通过拉绳式位移计对桥梁两端伸缩缝进行实时监测，并根据伸缩缝变化的异常情况进行监测及预警，同时可根据数据进行分析，判断结构衰减情况。

(4)挠度监测

主梁挠度监测将通过挠度报警监测装置（动挠度传感器+目标靶）进行监测，装置能够准确检测桥梁线形变化，在桥梁挠度发生较大变化时第一时间及时通知管理部门，以便采取应急措施避免次生灾害的发生。

(5)视频监控

在桥梁路面建设视频监控，当发生桥梁健康状态的报警提醒时，能第一时间查看和保存视频图像。

(6)桥下空间监测

重要桥梁的下部安装视频监控，对桥下空间进行监测，并能识别桥下垃圾堆放、明火、烟雾等情况。

所有设备的安装方式如下表所示：

表 4-6 桥梁健康监测设备安装说明表

序号	设备	部署位置说明
1	表面动态应变计	安装在桥梁下部，桥梁受力形变最大处，中小桥默认在桥跨中间位置
2	振动传感器	安装在桥梁跨中位置
3	拉线式位移传感器	安装在桥梁下部，两侧梁端支架处
4	图像挠度仪	安装在桥梁下部，图像仪安装在桥墩的支柱上，标靶安装在跨中
5	视频监控	安装在桥梁上部，利用灯杆或立柱安装
6	桥下空间监测	安装在桥梁下部，支架安装

4.2.2 布点说明

此次泗阳县桥梁健康监测的 37 座桥梁，主要为简支梁桥和砖石拱桥，且桥梁为中小桥为主，本次桥梁监测布点原则参考依据《建筑与桥梁结构监测技术规范

GB50982-2014》《桥梁结构健康监测系统设计规范 DB32/T 3562-2019》《江苏省城市生命线安全工程桥梁智慧监测技术指南（试行）》，并参考《公路桥梁结构监测技术规范 JT/T 1037-2022》《江苏省普通干线公路桥梁监测系统建设指南》等相关要求，具体布点说明如下：

(1) 所有桥梁桥面部署视频监控，实现对桥梁运行的日常监测；

(2) 简支梁桥每跨的跨中安装部署振动传感器和表面动态应变计，实现对桥梁振动和应力应变的监测（加速度传感器的布点设置应依据桥梁结构动力计算结果，考虑振型的特点以及所需要监测的振型数量综合确定；测点传感器宜布设在所测结构振型振幅最大和较大的部位，并应避开节点位置；对于易遭受车、船等撞击的桥梁，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；对于其他轻量化监测场景，振动监测宜选择跨中、1/4 跨、3/4 跨）；

(3) 砖石拱桥的跨中安装部署振动传感器和表面动态应变计，实现对桥梁振动和应力应变的监测（加速度传感器的布点设置应依据桥梁结构动力计算结果，考虑振型的特点以及所需要监测的振型数量综合确定；测点传感器宜布设在所测结构振型振幅最大和较大的部位，并应避开节点位置；对于易遭受车、船等撞击的桥梁，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；对于其他轻量化监测场景，振动监测宜选择跨中、1/4 跨、3/4 跨）；

(4) 梁桥可根据情况选择支座位移的监测，本项目对长度较长的简支桥梁两侧梁端安装拉绳式位移传感器，实现梁端位移的监测（支座偏位监测应选择墩顶梁端支座处；支座位移、主梁梁端纵向位移测点宜布设在墩顶梁端支座处,宜根据不同支座的功能和类型选择支座位移测量方向）；

(5) 路面交通流量较大，且桥梁跨度较长的简支桥梁安装图像挠度仪，实现对桥梁挠度的动态监测（梁桥与拱桥的监测内容宜包括主梁挠度）；

(6) 小西湖公园桥跨度较长，桥下空间较大，安装桥下空间监控实现对桥下空间安全情况的监测。

4.2.3 系统建设

4.2.3.1 北京路泗塘河桥监测设备布点方案

(1) 桥梁现状

北京路泗塘河桥位于北京路，下通河道泗塘河，建成时间为 2004 年，本桥为 III 类养护的城市桥梁。

桥跨布置为：桥梁全长 54.6m，桥梁全宽 37.2m，全桥共计 3 跨，主线桥跨径组合为 3×12.0m，主线桥桥面横向布置为：0.5m（栏杆）+16.5m（行车道）+0.5m（栏杆）；左辅道桥跨径组合为 3×16.0m，左辅道桥桥面横向布置为：0.5m（栏杆)+1.0m（人行道)+8.0m（非机动车道）+0.5m（栏杆），右辅道桥跨径组合为 3×16.0m，右辅道桥桥面横向布置为：0.5m（栏杆）+8.0m（非机动车道）+1.0m（人行道）+0.5m（栏杆）。

上部结构：主线桥为空心板梁，共 3 跨，每跨 14 片空心板梁；左辅道桥为空心板梁，共 3 跨，每跨 9 片空心板梁；右辅道桥为空心板梁，共 3 跨，每跨 9 片空心板梁。

下部结构：主线桥重力式桥台，桩柱式桥墩；钻孔灌注桩基础；384 个板式橡胶支座。

桥面系：沥青混凝土铺装层。

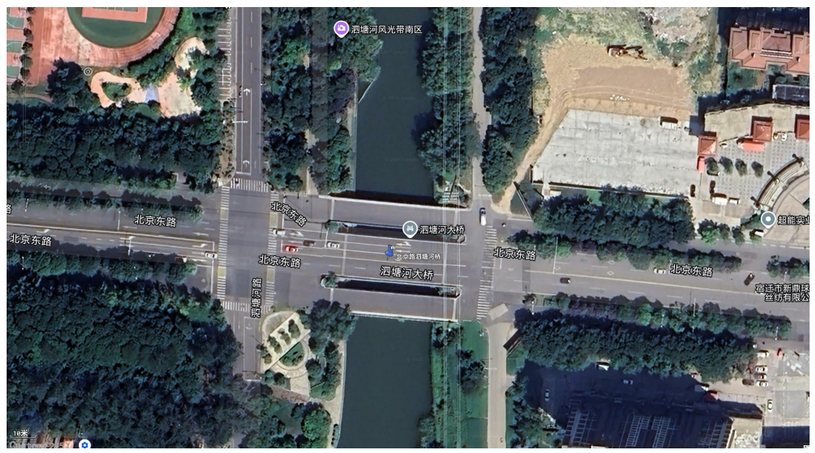

图 4-9 北京路泗塘河桥

(2) 风险评估结果

根据《江苏省城市桥梁安全风险评估指南》，北京路泗塘河桥后果评估结果 C=4.05，后果评估等级为 3 级，后果严重程度一般。

(3) 监测设备清单

表 4-7 北京路泗塘河桥监测设备清单

序号	监测项目	单位	监测设备数量
1	表面应变	套	12
2	振动	套	9
3	挠度	套	2
4	视频监控	套	1

设备安装部署详见施工图。

4.2.3.2 北京路泗水河桥监测设备布点方案

(1) 桥梁现状

北京路泗水河桥位于北京路，下通河道泗水河，建成时间为 2010 年，本桥为 III 类养护的城市桥梁。

桥跨布置为：桥梁全长 30.0m，全桥共计 2 跨，跨径组合为 2×10.0m；桥梁全宽 43.0m，主线桥桥面横向布置为：0.5m（中央分隔栏）+13.7m（机动车道）+0.5m（中央分隔栏），左拼宽桥桥面横向布置为：0.5m（栏杆）+13.65m（机动车道）+0.5m（中央分隔栏），右拼宽桥桥面横向布置为：0.5m（栏杆）+13.65m（机动车道）+0.5m（中央分隔栏）。

结构尺寸：主线桥矩形现浇梁底板宽度为 0.25m，矩形现浇梁腹板高度 0.57m，拼宽段板梁底板宽度为 1.25m，拼宽段板梁腹板高度为 0.30m，拼宽段板梁翼板宽度为 0.45m。

上部结构：主线桥为矩形现浇梁，共 2 跨，每跨 7 片矩形现浇梁，60 个桥面板，36 个横隔板；左拼宽桥为钢筋混凝土空心板梁，共 2 跨，每跨 11 片空心板梁，右拼宽桥为钢筋混凝土空心板梁，共 2 跨，每跨 11 片空心板梁，新老桥采用铰缝连接。

下部结构：重力式桥台；桩柱式桥墩，钻孔灌注桩基础；204 个板式橡胶支座。

桥面系：沥青混凝土铺装层。

图 4-10 北京路泗水河桥

(2) 风险评估结果

根据《江苏省城市桥梁安全风险评估指南》，北京路泗水河桥后果评估结果 C=5.20，后果评估等级为 3 级。

(3) 监测设备清单

表 4-8 北京路泗水河桥监测设备清单

序号	监测项目	单位	监测设备数量
1	表面应变	套	2
2	振动	套	2
3	视频监控	套	1

设备安装部署详见施工图。

4.2.3.3 朝霞路桥监测设备布点方案

(1) 桥梁现状

朝霞路桥位于朝霞路，下通河道，建成时间为 2011 年，本桥为 IV 类养护的城市桥梁。

本桥无桥梁图纸文件。

桥跨布置为：桥梁全长 75.0m，全桥共计 5 跨，跨径组合为：6.35m+10.0m+12.5m+10.0m+6.35m；桥梁全宽 20.8m，桥面横向布置为：0.6m（栏杆）+3.8m（人行道）+12.0m（机动车道）+3.8m（人行道）+0.6m（栏杆）。

结构尺寸为：板拱宽 20.8m，孔高分别为 2.3m、3.5m、5.0m、3.5m、2.3m。

上部结构：5 孔混凝土拱桥。

下部结构：重力式墩台。

桥面系：砌砖铺装层，大理石栏板式栏杆。

图 4-11 朝霞路桥

(2) 风险评估结果

根据《江苏省城市桥梁安全风险评估指南》，朝霞路桥后果评估结果 C=1.90，后果评估等级为 1 级。

(3) 监测设备清单

表 4-9 朝霞路桥监测设备清单

序号	监测项目	单位	监测设备数量
1	表面应变	套	2
2	振动	套	1
3	视频监控	套	1

设备安装部署详见施工图。

4.2.3.4 泗水大道泗水河桥监测设备布点方案

(1) 桥梁现状

泗水大道泗水河桥位于泗水大道。

桥跨布置为：桥梁全长 20.0m，桥梁全宽 49.1m，全桥共计 1 跨，跨径组合为 1×20.0m，该桥桥面横向布置为：0.5m（栏杆）+2.5m（人行道)+4.5m（非机动车道）+2.0m（隔离绿化带）+12.0m（机动车道）+6.1m（隔离绿化带）+12.0m（机动车道）+2.0m（隔离绿化带）+4.5m（非机动车道）+2.5m（人行道) +0.5m（栏杆）。

上部结构：该桥为空心板梁，共 1 跨，每跨 48 片空心板梁。

下部结构：该桥轻型桥台，板式橡胶支座。

桥面系：沥青混凝土铺装层。

图 4-12 泗水大道泗水河桥

(2) 风险评估结果

根据《江苏省城市桥梁安全风险评估指南》，泗水大道泗水河桥后果评估结果 C=2.30，后果评估等级为 2 级。

(3) 监测设备清单

表 4-10 泗水大道泗水河桥监测设备清单

序号	监测项目	单位	监测设备数量
1	表面应变	套	2
2	振动	套	2
3	视频监控	套	1

设备安装部署详见施工图。

4.2.3.5 泗水大道泗塘河桥监测设备布点方案

(1)桥梁现状

泗水大道泗塘河桥位于泗水大道，下通河道泗塘河，建成时间为 2006 年，本桥为 III 类养护的城市桥梁。

桥跨布置为：桥梁全长 46.0m，全桥共计 2 幅 3 跨，13.0m+20.0m+13.0m；桥梁全宽 25.0m，桥面横向布置为：0.5m（栏杆）+11.5m（行车道）+0.5m（栏杆）+1.0m（分隔带）+0.5m（栏杆）+11.5m（行车道）+0.5m（栏杆）。

上部结构：2 幅，每幅每跨 12 片混凝土空心板梁。结构尺寸为：空心板梁底板宽度为 1.0m，边跨腹板宽度为 0.4m，中跨腹板宽度为 0.7m，翼板宽度为 0.28m。

下部结构：桩柱式墩台；2 幅，288 个板式橡胶支座。

桥面系：沥青混凝土铺装层。

图 4-13 泗水大道泗塘河桥

(2)风险评估结果

根据《江苏省城市桥梁安全风险评估指南》，泗水大道泗塘河桥后果评估结果 C=3.05，后果评估等级为 2 级。

(3)监测设备清单

表 4-11 泗水大道泗塘河桥监测设备清单

序号	监测项目	单位	监测设备数量
1	表面应变	套	6
2	振动	套	6
3	视频监控	套	1

设备安装部署详见施工图。

4.2.3.6 文城路生态公园桥监测设备布点方案

(1) 桥梁现状

文城路生态公园桥位于文城路，下通公园湖，建成时间为 2010 年，本桥为 IV 类养护的城市桥梁。

桥跨布置为：桥梁全长 101.0m，全桥共计 6 跨，6×16.0m；桥梁全宽 17.0m，桥面横向布置为：0.5m（栏栏杆）+16.0m（行车道）+0.5m（栏杆）。

上部结构：6 跨，96 片混凝土空心板梁。结构尺寸为：空心板梁底板宽度为 1.0m，腹板宽度为 0.5m，翼板宽度为 0.5m。

下部结构：桩柱式墩台，钻孔灌注桩基础；384 个板式橡胶支座。

桥面系：沥青混凝土铺装层。

图 4-14 文城路生态公园桥

(2) 风险评估结果

根据《江苏省城市桥梁安全风险评估指南》，文城路生态公园桥后果评估结果 C=1.50，后果评估等级为 1 级。

(3) 监测设备清单

表 4-12 文城路生态公园桥监测设备清单

序号	监测项目	单位	监测设备数量
1	振动	套	6
2	挠度	套	6
3	梁端位移	套	4
4	视频监控	套	1

设备安装部署详见施工图。

4.2.3.7 文城路泗水河桥监测设备布点方案

(1) 桥梁现状

文城路泗水河桥位于文城路上，下通河道泗水河，建成时间为 2011 年，本桥为 III 类养护的城市桥梁。

桥跨布置为：桥梁全长 34.0m，全桥共计 3 跨，3×10.0m；桥梁全宽 35.2m，桥面横向布置为：0.5m(栏杆) +5.0m（人行道）+24.2m（行车道）+5.0m（人行道）+0.5m（栏杆）。

上部结构：3 跨，每跨 34 片混凝土空心板梁；结构尺寸为：空心板梁底板宽度为 1.0m，腹板宽度为 0.3m，翼板宽度为 0.5m。

下部结构：桩柱式墩台，钻孔灌注桩基础；408 个板式橡胶支座。

桥面系：沥青混凝土铺装层。

图 4-15 文城路泗水河桥

(2) 风险评估结果

根据《江苏省城市桥梁安全风险评估指南》，文城路泗水河桥后果评估结果 C=3.45，后果评估等级为 2 级。

(3) 监测设备清单

表 4-13 文城路泗水河桥监测设备清单

序号	监测项目	单位	监测设备数量
1	表面应变	套	3
2	振动	套	3
3	视频监控	套	1

设备安装部署详见施工图。

4.2.3.8 文城路泗塘河桥监测设备布点方案

(1) 桥梁现状

文城路泗塘河桥位于文城路，下通河道泗塘河，建成时间为 2009 年，本桥为 III 类养护的城市桥梁。

桥跨布置为：桥梁全长 52.0m，全桥共计 3 跨，跨径组合为 3×16.0m；桥梁全宽 35.2m，桥面横向布置为：0.5m（栏杆）+5.0m（人行道）+24.2m（机动车道）+5.0m（人行道）+0.5m（栏杆）。

上部结构：共 3 跨，每跨 34 片预应力混凝土空心板梁。结构尺寸：空心板梁底板宽度为 1.00m，腹板宽度为 0.50m，翼板宽度为 0.50m。

下部结构：桩柱式桥台；多柱墩，钻孔灌注桩基础；408 个板式橡胶支座。

桥面系：沥青混凝土铺装层。

图 4-16 文城路泗塘河桥

(2) 风险评估结果

根据《江苏省城市桥梁安全风险评估指南》，文城路泗塘河桥后果评估结果 C=3.05，后果评估等级为 2 级。

(3) 监测设备清单

表 4-14 文城路泗塘河桥监测设备清单

序号	监测项目	单位	监测设备数量
1	表面应变	套	3
2	振动	套	3
3	视频监控	套	1

设备安装部署详见施工图。

4.2.3.9 西安路湖滨公园桥监测设备布点方案

(1) 桥梁现状

西安路湖滨公园桥位于西安路，下通河道中包河，建成时间为 2009 年，本桥为 III 类养护的城市桥梁。

桥跨布置为：桥梁全长 62.0m，全桥共计 3 跨，跨径组合为 13.0m +20.0m+13.0m；桥梁全宽 53.0m，桥面横向布置为：0.5m（栏杆）+3.6m（人行道）+7.1m（非机动车道）+4.1m（绿化带）+22.4m（机动车道）+4.1m（绿化带）+7.1m（非机动车道）+3.6m（人行道）+0.5m（栏杆）。

上部结构：共 3 跨，每跨 52 片预应力混凝土空心板梁。结构尺寸：空心板梁底板宽度为 1.00m，腹板高度 0.30m，翼板宽度为 0.50m。

下部结构：桩柱式桥台；多柱墩，钻孔灌注桩基础；624 个板式橡胶支座。

桥面系：沥青混凝土铺装层。

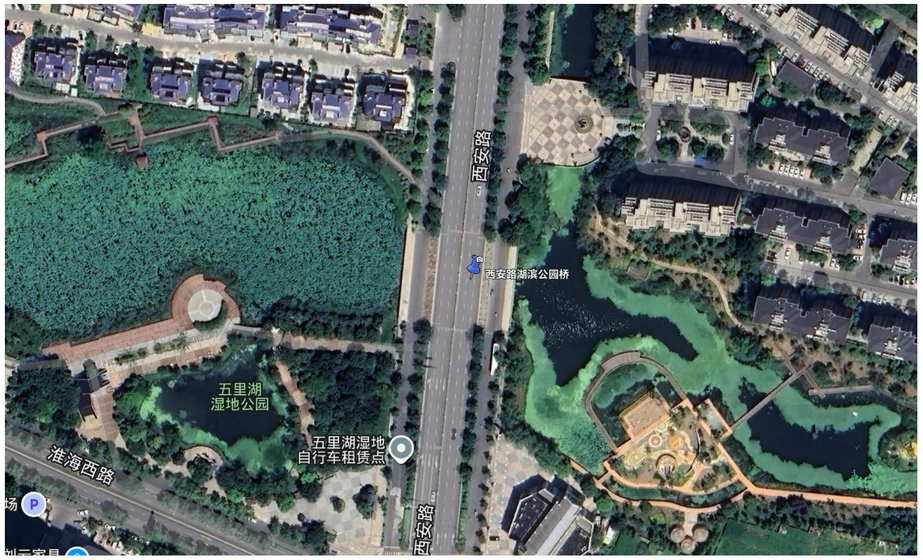

图 4-17 西安路湖滨公园桥

(2) 风险评估结果

根据《江苏省城市桥梁安全风险评估指南》，西安路湖滨公园桥后果评估结果 C=3.30，后果评估等级为 2 级。

(3) 监测设备清单

表 4-15 西安路湖滨公园桥监测设备清单

序号	监测项目	单位	监测设备数量
1	表面应变	套	3
2	振动	套	3
3	视频监控	套	1

设备安装部署详见施工图。

4.2.3.10小西湖公园桥监测设备布点方案

(1) 桥梁现状

小西湖公园桥位于运河大道，建成时间为 2010 年，本桥为 III 类养护的城市桥梁。

桥跨布置为：桥梁全长 165.0m，全桥共计 4 跨，37.0m+37.5m+37.5m+37.0m；桥梁全宽 13.0m，桥面横向布置为：0.5m(栏杆) +12.0m（行车道）+0.5m（栏杆）。

上部结构：4 跨，预应力混凝土连续箱梁。结构尺寸：连续箱梁底板宽度为 8.5m，腹板高度为 1.85m，翼板宽度为 2.2m。

下部结构：重力式桥台，双柱墩；10 个盆式支座。

桥面系：沥青混凝土铺装层。

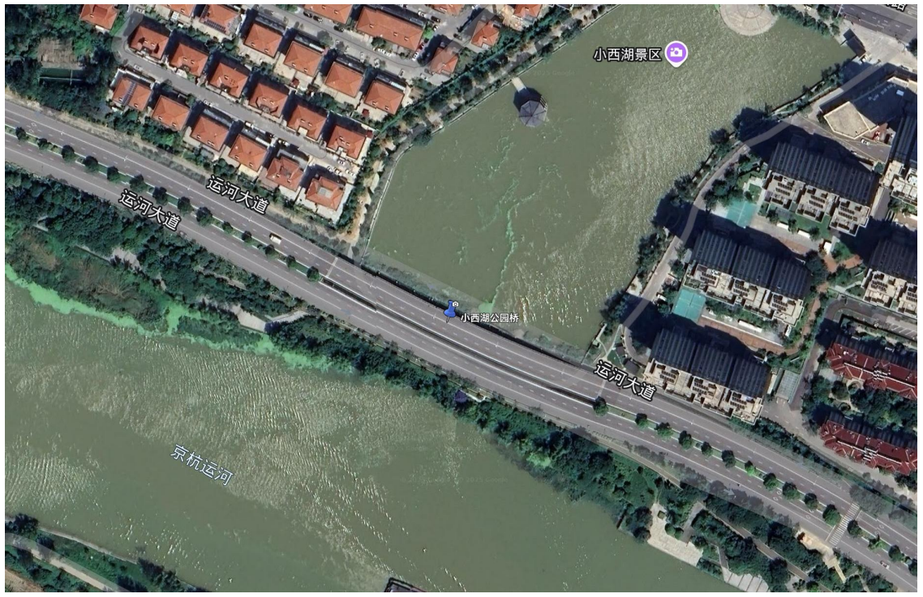

图 4-18 小西湖公园桥

(2) 风险评估结果

根据《江苏省城市桥梁安全风险评估指南》，小西湖公园桥后果评估结果 C=2.60，后果评估等级为 2 级。

(3) 监测设备清单

表 4-16 小西湖公园桥监测设备清单

序号	监测项目	单位	监测设备数量
1	表面应变	套	8
2	振动	套	8
3	挠度	套	4
4	梁端位移	套	4
5	视频监控	套	1

设备安装部署详见施工图。

4.2.3.11 众兴路泗塘河桥监测设备布点方案

(1) 桥梁现状

众兴路泗塘河桥位于众兴路，下通河道泗塘河，建成时间为 2007 年，本桥为 III 类养护的城市桥梁。

桥跨布置为：桥梁全长 53.0m，全桥共计 3 跨，3×16.0m；桥梁全宽 42.2m，左辅道；桥桥面横向布置为：0.5m（栏杆）+3.0m（人行道）+7.0m（非机动车道）+0.5m（栏杆）；主线桥桥面横向布置为：0.5m（栏杆）+16.2m（行车道）+0.5m（栏杆）；右辅道桥桥面横向布置为：0.5m（栏杆）+7.0m（非机动车道）+3.0m（人行道）+0.5m（栏杆）。

上部结构：右辅道桥共计 3 跨，每跨 11 片空心板梁，左辅道桥共计 3 跨，每跨 11 片空心板梁，主线桥共计 3 跨，每跨 17 片空心板梁。结构尺寸为：空心板梁底板宽度为 1.0m，腹板宽度为 0.8m。

下部结构：轻型桥台，桩柱式墩，钻孔灌注桩基础；468 个板式橡胶支座。

桥面系：沥青混凝土铺装层。

图 4-19 众兴路泗塘河桥

(2) 风险评估结果

根据《江苏省城市桥梁安全风险评估指南》，众兴路泗塘河桥后果评估结果 C=3.05，后果评估等级为 2 级。

(3) 监测设备清单

表 4-17 众兴路泗塘河桥监测设备清单

序号	监测项目	单位	监测设备数量
1	表面应变	套	3
2	振动	套	3
3	视频监控	套	1

设备安装部署详见施工图。

4.3 主要设备参数

详见工程量清单。

4.4 支撑硬件

4.4.1 感知设施通信传输

本项目外场通过运营商网络实现网络通信和数据传输。

4.4.2 感知设施供电

本项目优先考虑以低压线缆供电为主，从桥梁、村庄、铁塔利用线缆取电，对确实难以取电的点位，采用太阳能供电。太阳能供电蓄电池应能保证外场智能设施连续 10 个阴雨天供电需求。

4.4.3 感知设施防雷

立杆顶端应设置避雷针，避雷针长度应保证外场设备位于保护范围内，并不妨碍外场设备的日常转动。感知设施设备避雷针和立杆为一体化结构，且与设备之间绝缘。

所有外场设备均应做保护接地，保护接地小于 4 欧姆，立杆需做防雷接地，防雷接地电阻须小于 10 欧姆。当保护接地与防雷接地共享接地体时，接地电阻应小于 1 欧姆。另外在设备的电源进线端安装电源浪涌保护器；在信号进线端安装信号过电压保护器。露天放置的机箱内也应有防雷电及过电压装置以保护设备安全，雷电安全防护等级符合中华人民共和国公共安全行业标准 A 类。

4.4.4 户外机柜

尺寸：≥500*700*280

5. 计算存储资源需求

(1) 计算资源

本项目建设系统须在电子政务云申请相应计算和存储资源，资源需求如下表所示：

表 5-1 计算资源需求表

序号	工程名称	计算资源	资源形式
1	泗阳县城市生命线桥梁监测专题	(1)应用服务器：8 核 CPU，16GB 内存，200GB 硬盘 (2)数据库服务器：16 核 CPU，32GB 内存，500GB 硬盘	虚拟机

(2) 存储资源

本项目共新建视频监控 13 台，视频存储按 30 天估算（分辨率 720P），共需 4.42TB 视频存储资源，考虑到数据冗余，本项目需 6TB 存储资源。

6. 工程概算

本项目工程概算 3,125,800.00 元（详见附件工程量清单）。

7. 系统测试、验收方案

7.1 系统测试方案

从工程的角度可将设备安装部署工程的测试分为两类：验证测试和认证测试。验证测试一般是在施工的过程中由施工人员边施工边测试，以保证所完成的每一个连接的正确性；认证测试是指对布线系统依照标准进行逐项检测，以确定设备安装是否能达到设计要求；包括连接性能测试和电气性能测试。

7.1.1 外观鉴定

各设备包装完好齐全，封条完好，所附装箱单与设备一一对应无遗漏。各设备（如设备、防护罩、机箱等）的表面涂敷应均匀、光滑、满足防腐、防 锈的要求；所有喷漆（塑）零件的表面光滑平整、色泽一致、无划痕等脱离和 破损，电镀零件的表面应有金属光泽，无裂纹、斑点、毛刺和缺陷。

7.1.2 性能测试

根据产品说明书、设计文件中的性能指标进行性能测试，确认各项性能指标达到要求，并出具性能测试报告。

7.1.3 功能测试

包括但不限于：

（1）对实时视频监视图像的控制、切换和显示功能测试，权限控制及优 先级设置功能测试，录像及录像备份功能测试，字符叠加功能测试；

（2）外场摄像机图像传输的光电缆功能测试，摄像机的可视半径测试， 抓拍性能测试，各级管理机构图像切换时间测试。摄像机镜头的变焦时间、水平和垂直转动角度

及转动速度、雨刷的启动与回位测试，图像质量的主观评价测试，图像质量的客观评价测试，低照度下图像质量测试。

（3）各类感知设备数据采集性能测试。

7.2 验收方案

7.2.1 设备检验

系统、设备检测时，提前一周以上发出书面通知，有关在何处、何时进行 某系统、设备的何种检测。如经检验或测试不符合工程规定时，将依照建设方 的指示作无偿改善，并且由此引起的延误，不得作为延期的理由。当建设方对 设备的测试、检验感到满意时，用书面认可通知。如果测试、检验未能通过， 应组织在一个合适的时间重复试验。在测试、检验项目完成后的 7 日内，将测 试检验证书和报告提交建设方。

7.2.2 材料验收

按照施工设计材料，对使用主体材料、辅材、外观、防腐、脚手架、施工工艺等方面是否满足施工设计要求，并按照 施工要求规范出具相应的杆件验收测试报告。

7.2.3 系统初步验收

施工方在初步验收之前提供下列文档：各子系统的调试大纲、各子系统的中文版操作手册、各子系统的调试报告、完整的工程竣工表、完整的系统竣工 图（详细清楚的标明设备的安装位置、管线的实际走向、线槽的安装位置、系统的组成、系统的控制逻辑关系及原理图、安装设备数量明细等）；初步验收 应在整个子系统使用前进行，施工方于初步验收前一周通知建设方和监理方，建设方代表和监理方代表将对设备的安装、调试作检查，并于检查通过后签署“初步验收合格单”。当系统项目按照设计任务全部建成之后，经过运行达到 设计要求，施工方应根据设计任务的要求进行初验，并写出初验报告，然后将提请最终验收。

7.2.4 系统试运行和最终验收

在系统初步验收通过后，在建设方代表和监理方代表监督下进行整个系统联机运行。如果在运行过程中发现系统不能满足正常运行条件，施工方应进行无条件调整或者更换。试运行结束后，建设方签署“最终验收合格单”。

8. 管理与维护

8.1 硬件管理维护

硬件的日常管理维护采取自有专业力量为主，专业性技术服务主要依靠设备厂商的方式。实现对硬件系统指标进行自动检测、监测、报警，对网络状态实时监控、报警，及时更换系统设备的损坏备件和得到故障的解决办法等。

8.2 运行管理维护方式

免费维护期内，原厂维护与承建单位维护相结合，确保系统稳定、正常运行。按照惯例，拟在产品公开招标时，要求承建单位至少提供所有设备在竣工验收后的 3 年质保服务。维护期之后，拟通过公开招标采购维护维修服务。为保证业务系统正常运行，通过公开招标采购维护维修服务。

8.2.1 系统维护

要求维护服务商充分了解业务系统的结构及构架，包括硬件设备、系统软件及业务软件，能够对系统中出现的问题进行识别，并判断出故障原因。对于责任内的故障进行解决，责任外的故障依据所判断的故障原因进行协调处理，同时对处理过程提供专业的技术协助。

8.2.2 故障排除

当业务系统出现故障时要及时判断故障的原因，确定故障涉及的软、硬件范围，根据范围对故障进行定级并根据故障级别，在规定的时间内排除故障，恢复系统的正常运行。

8.2.3 备件服务

如果系统故障涉及硬件更换，维护服务商需要根据合同中规定的时间要求提供设备的零部件，并负责更换零部件，恢复系统的正常运行。

8.2.4 重要硬件设备的原厂商服务

系统包含的数据库服务器、应用服务器等需提供原厂商服务。

8.2.5 巡检工作

每日巡检要求按照应用系统所设计的软、硬件设备进行巡检，特别要求对系统的软件部分进行评估，要求维护服务商对系统进行定期的巡检，每月出具巡检报告。

8.2.6 系统优化

要求维护服务商对系统进行定期的优化评估，优化评估内容不但要求包含系统的软、硬件部分，还需要包括对应用系统的建议。

8.3 人员培训

8.3.1 培训对象

针对实际工作和业务需要，本次培训对象分为两类：

（1）系统管理员，采用系统管理员培训方式。

（2）操作使用人员，进行操作员集中培训。

本培训由本项目系统集成商免费为培训对象开展。

8.3.2 培训内容

本项目重点培训信息化软硬件日常维护等。另外，根据不同的培训对象，展开针对性的培训。

（1）系统管理员培训内容

系统管理员培训的对象是本系统日常维护管理人员，通过培训使得系统管理员掌握对系统的软、硬件配置及产品的安装、日常操作、管理维护、基本的故障诊断与排错，能够承担系统日常管理工作，能够独立解决运行维护过程中的日常问题。

（2）操作员培训内容

系统操作员培训指对业务单位的领导和一般工作人员进行系统操作培训，对不同的用户角色进行系统使用功能的侧重培训，使其熟悉职责范围内所应用系统的日常功能模块的使用。

8.3.3 培训时间

技术管理人员培训的时间初步定为 1 天，维护人员培训的时间一般为 1 天，具体可根据单位的人员总数情况再商定。

8.3.4 培训人数

本项目需对泗阳县住建局进行人员培训，培训人员名额暂定为 5 名。

8.3.5 培训要求

针对技术管理及维护人员，除需要针对应用系统的使用、技术架构、常见故障排除等内容进行培训外，还应重点进行数据库、中间件等支撑软件平台的运行维护培训。该类培训必须按照系统管理员级别进行特殊培训，务必使技术人员掌握系统所提供的各项管理维护工具，并尽量了解一些底层调试及操作知识。此外，所有系统维护人员均必须强制接受信息安全培训，熟悉安全管理方针、制度及预案。

针对系统用户，应用系统试运行的同时，对其进行以系统应用操作为主要内容的培训，并编写用户手册、制作培训多媒体课件，对没有参加现场培训的业务人员进行操作培训。

8.4 运维技术要求

8.4.1 故障处理要求

本项目要求 5 年运维服务，须制定明确的运维制度保障系统运行。运维制度中对于各级系统运行发生故障时的应急处置要求须提出规定，须根据故障影响程度和设备损坏程度，按照下表的应急处置要求，恢复系统运行。

表 8-1 故障处理要求表

故障分级	故障描述	应急处置要求	故障恢复时间要求
一级故障	上级前置机故障、供电系统故障、广域网络故障等外部环境引	及时通报受影响的业务部门，给出预计恢复时间，记录并联系相关部门修复设备，如无法在规定时间内修复，报领导同意后采用人工报送数据	不超过 3 小时

故障分级	故障描述	应急处置要求	故障恢复时间要求
	起的故障		
二级故障	本级存储设备、主机等设备故障	及时通报受影响的业务部门，给出预计恢复时间，记录并联系设备厂家修复设备或提供临时替换设备恢复系统运行，如无法在规定时间内修复，报领导同意后采用人工记录方式及前端设备本地记录，后期同步等方式采集故障阶段数据	不超过 3 小时
三级故障	操作系统应用系统、支撑软件故障	及时通报受影响的业务部门，给出预计恢复时间，记录并联系厂商修复系统。如无法在规定时间内修复，报领导同意后采用人工记录方式及前端设备本地记录，后期同步等方式采集故障阶段数据	不超过 1小时
四级故障	外场感知设备故障	及时通报受影响的业务部门，给出预计恢复时间，记录并联系厂商修复。如无法在规定时间内修复，报领导同意后进行人工采集故障阶段产生的数据	不超过 1小时

8.4.2 日常巡检要求

为了能提前发现系统运行的故障隐患，保证系统稳定可靠运行，运维机构须建立完善的日常巡检维护制度，做好巡检计划和巡检记录。至少须在每次统计数据和投资计划数据报送日期的前 3 天安排一次巡检。巡检内容至少应包括广域网络巡检、局域网络巡检、系统安全巡检、主机及存储巡检、应用系统巡检及数据存储备份巡检。巡检周期根据具体情况自行确定，巡检时发生的问题须及时协调有关单位予以解决。

8.5 运维费用组成

信息化运维内容分为如下七大类：备品备件采购类、硬件相关类、软件相关类、内容信息类、安全管理服务类、网络接入和通信类、综合事务类。

8.5.1 运维费用组成类别

免费运维期内，本次项目运维由城建单位负责运维，包括设备的免费换新、操作调试、保障服务等。具体如下表所示。

表 8-2 运维费用组成表

类别	说明
备品备件采购类	硬件、网络、通讯等设备备品备件的采购
硬件相关运维	为确保有形的信息化设备和物理环境（如服务器、硬盘等）在使用期内正常运行，所必需的维护、保养、更换部件等操作。外场设备设施的巡检等
配套软件相关运维	为确保现有的软件系统功能的正常运行，所必需的一系列操作（如软件系统的运行状态监控、性能监测和调优、参数配置、文档等）。
内容信息运维	外场感知据的维护管理
网络接入及通讯保障	网络接入类及通信类运维是指为保障外场感知设备通过网络正常与畅通传输数据所必需的运行维护操作
安全管理服务	安全管理服务运维是指在一定安全体系构架下，以保障安全为目的，进行有关系统安全工作的方针、决策、计划、组织、指挥、协调、控制等职能，合理有效地使用资源，为达到预定的安全防范目标而进行的活动。
综合事务类	指为保障运维工作的规范化、有序开展，所必需的一系列综合性的运维管理行为（如资产管理、流程管理、用户培训、知识管理、帮助台等）。

8.5.2 人工费用标准

由于不同的运维任务对运维工程师的要求不同，运维服务人工费用同具体任务一一对应，而且多数运维任务需要初中级人员完成，因此，年工资是主要的度量标准，以年工资为基准，根据工资转换系数，明确月工资和小时工资。按照运维总人工费用的计算方法，运维任务、运维对象、模块、大类逐级加总，最后得出运维总人工费用。

泗阳县城市生命线硬件设备布点及施工图设计

主要设备材料及概算清单

泗阳县城市生命线桥梁监测硬件布点设备及施工总清单

序号	工程名称	数量	单位	预算（元）	小计（元）
1	泗阳县城市生命线（一期）桥梁监测硬件设备布点及施工	1	项		
总计					

泗阳县城市生命线（一期）桥梁监测硬件设备布点设备及施工主要设备材料及概算清单

序号	项目	参数	数量	单位	单价	单位	小计
一、外场设备							
1	表面应变计	标距(mm)：≥78 量程(με)：±3000 灵敏度με/(mV/V)：500 桥路电阻(Ω)：350 非线性(%FS)：≤±2 供桥电压(V)：2.0 输出电压(mv)：±12 防护等级：IP67 使用温度范围(℃)：-20~+80 质量(g)：≤100	50	台		元/台	
2	振动传感器	量程：±2g 分辨率：0.1mg 精度：4mg 频率响应：0.12-100HZ	46	台		元/台	
3	图像挠度仪	测量点数：视场范围内任意点数 测量方向：同时测量目标物的二维位移（竖向位移和横向位移） 测量距离≤120 米 测量精度（50mm 镜头测量精度）：≤25 米（≤±0.1mm）；≤50 米（≤±0.2mm）；≤120 米（≤±1mm）； 测量频率：≥25Hz（最优精度下多个目标同时测量） 联动抓拍：支持（无需网关） RS485 采集仪功能：支持 网关功能：支持（本地数据存储、数据断网续传） 通讯协议：TCP、UDP、MQTT、modbus 支持私有协议定制 看门狗：同时支持软件看门狗和硬件看门狗 通信接口：4G、RJ45 以太网、RS485 可选 电源电压：DC12~36V 电源防反接保护：支持 功耗：≤6W 防护等级：IP65 工作温度：-40℃~+75℃	6	台		元/台	
4	标靶	光源：LED 光源 适用距离：≤400 米	24	台		元/台	

序号	项目	参数	数量	单位	单价	单位	小计
		备份灯珠功能：支持（工作灯珠损坏，备份灯珠自动点亮，增加靶标使用寿命） 反光靶标：支持（内置 3M 反光膜，支持无源反光靶标） 功耗：≤5W 输入电压：DC12V~24V 电源防反接保护：支持 工作环境温度：-40℃~+75℃ 防水等级：IP67					
5	拉绳式位移计	灵敏度（mV/V）：7.5 量程范围（mm）：3000 供电电源（V）：（2～24） 分辨率（mm）：0.5 幅值线性度（%）：0.5 幅值重复性（%）：0.5 输出方式：顶端四芯航插输出 回程误差（%）： 0.5 钢索拉断力（N）：50 频响范围（Hz）：0~15 往复速度（m/s）：小于 5 工作温度（℃）：（-10～80）	8	台		元/台	
6	视频监控	监控像素：400 万像素 传感器：1/2.8”CMOS 最大分辨率：2560×1440 23 倍光学变倍 最低照度：彩色：0.005Lux@（F1.6，AGCON）；黑白：0.001Lux@（F1.6，AGCON）； 设备内置 2 个扬声器可随球机视频图像及补光灯进行水平 0-360° 转动,在距离设备 100m 处警戒音不小于 60dB，播放内容可选。 设备可对 150m 处的人员进行报警提示，在夜晚无光照环境下，正向人员能看到报警灯闪烁	11	台		元/台	
7	桥下空间监控	分辨率：2560×1440 焦距：4.8mm～110 mm，23 倍光学变倍 最低照度：彩色：0.005Lux@（F1.6，AGCON）；黑白：0.001Lux@（F1.6，AGCON）；0 Lux with IR 支持对桥下垃圾、起火、烟雾等情况的智能识别	2	台		元/台	
8	数字采集仪（应变、振动）	通道数目：≥8 通道/台 采样速率（连续采样）：1、2、5、10、20、50、100、200、500、5k（Hz）/通道，最高	16	台		元/台	

序号	项目	参数	数量	单位	单价	单位	小计
		可调 20KHz 模数转换器：24 位 A/D 转换器 适用应变计电阻值：三线制 1/4 桥电阻范围：120Ω、350Ω可选；半桥、全桥电阻范围：60Ω~20000Ω任意设定 应变计灵敏度系数：1.0~3.0 自动修正 供桥电压（DC）：2V 应变测量：满度值±50000με；最小分辨率 0.5με 系统示值误差：不大于 0.5%±3με（预热半小时后测量） 非线性：0.05%FS（预热半小时后测量） 零漂：±1με/4h（输入短路，在最大增益和最大带宽时折算至输入端） 频响范围：DC~2000Hz 内置 Linux 操作系统，内置存储 16G 独立通道支持切换应变和振动监测模式数量：8 个通道 长导线电阻修正范围：0~100Ω 通讯方式：4G，以太网 电源：交流供电：AC220/50Hz ， 直流供电：9~36VDC					
9	数字采集仪（拉线式位移）	通道数目：≥8 通道/台； 采样频率：1，10HZ 可选； 量程范围：4-20MA； 供桥电压（DC）：正负 12V； 信号传输方式：TCP/IP 或 4G； 直流供电：9-36V； 接入方式：客户端。	2	台		元/台	
10	硬盘录像机	存储接口：≥3 个 SATA 接口，含 6T 硬盘 1 块。 视频接口：≥1×HDMI，1×VGA。 网络接口：≥2×RJ45 10/100/1000Mbps 自适应以太网口。 报警接口：≥4 路报警输入，1 路报警输出。 USB 接口：≥1×USB 2.0，1×USB 3.0。 支持切片回放，支持按月、日、小时维度进行切片展示，最大支持切片数：30 个切片（按月），24 个切片（按日），60 个切片（按日）	11	台		元/台	
11	工控机	CPU：6 核 内存：16G。 硬盘：1T。 网口：10/100/1000M。 工作温度：-20℃～+70℃。	11	台		元/台	

序号	项目	参数	数量	单位	单价	单位	小计
12	不锈钢安装支架	现场设备安装支架	147	个		元/个	
13	供电及数据传输线缆	桥梁现场设备的供电和通信线缆	11	项		元/项	
14	线缆桥架/管道防护	桥梁现场桥架、防护管道	11	项		元/项	
15	辅材	设备安装的辅材，如支架、固定件、插座、端子、防雷器等	11	项		元/项	
二、支撑设备							
1	户外机箱	机箱尺寸：≥500*700*280mm 设备箱配件： 配置挂墙挂片,63A2P 漏电保护空开，电源+网络二合一防雷器，6 位 5 孔排插，散热风扇*2，12V1A 电源适配器，4 位接地铜排，门板打印。	11	台		元/台	
2	工业交换机	接口数量：≥16 个千兆 POE 电口，≥1 个千兆光口 交换容量：256Gbps 包转发：51Mpps 环网自愈：任意两个端口可用于组成自愈环网，并支持多个独立的自愈环 网络安全：支持防 DDoS 攻击、TCP 的 SYN Flood 攻击、UDPFlood 攻击等，端口安全、端口隔离、IP+MAC+端口绑定、802.1x 认证、radius、BDTacacs+认证 保护协议：支持 STP、RSTP、MSTP，BPDU 保护、根保护、环路保护，EAPS/ERPS 以太网链路自动保护协议 冗余双直流输入电源供电（12～58VDC） 工作温度-40～75 度 防护等级：IP40 防碰撞等级：IK05	11	台		元/台	
三、其他							
1	监控立杆及基础	每座桥监控立杆和基础	11	座		元/座	
2	系统集成费	系统集成，按设备费 20%估算	1	项		元/项	
3	数据接口开发	数据对接接口开发	11	座		元/座	
4	通信网络	每座桥 3 年网络通信费计算	33	年·座		元/ 年·座	
5	电费	每座桥 3 年电费计算	33	年·座		元/ 年·座	
总计							

泗阳县城市生命线硬件设备布点及施工图设计

设备布点汇总及部署一览表

泗阳县城市生命线（一期）桥梁监测硬件设备布点清单

序号	桥名	地点	监测设备									
			表面动态应变计	振动传感器	图像挠度仪	拉绳式位移计	视频监控	桥下空间监控	数字采集仪（应变、振动）	数字采集仪（拉线式位移）	工控机	户外机箱（含交换机）
1	北京路泗塘河桥	北京路	12	9	2		1		3		1	1
2	北京路泗水河桥	北京路	2	2			1		1		1	1
3	朝霞路桥	朝霞路	2	1			1		1		1	1
4	泗水大道泗水河桥	泗水大道	2	2			1		1		1	1
5	泗水大道泗塘河桥	泗水大道	6	6			1		2		1	1
6	文城路生态公园桥	文城路	6	6		4	1		2	1	1	1
7	文城路泗水河桥	文城路	3	3			1		1		1	1
8	文城路泗塘河桥	文城路	3	3			1		1		1	1
9	西安路湖滨公园桥	西安路	3	3			1		1		1	1
10	小西湖公园桥	运河大道	8	8	4	4	1	2	2	1	1	1
11	众兴路泗塘河桥	众兴路	3	3			1		1		1	1
小计			50	46	6	8	11	2	16	2	11	11

泗阳县城市生命线硬件设备布点及施工图设计

施工图