

东源县顺天桥结构轻量化监测

用 户 需 求 书



第一章 供应商资格要求

1、供应商应具备《中华人民共和国政府采购法》第二十二条规定的条件，提供下列材料：

1)具有独立承担民事责任的能力：在中华人民共和国境内注册的法人或其他组织或自然人，投标（响应）时提交有效的营业执照（或事业法人登记证或身份证等相关证明）副本复印件。

2)有依法缴纳税收和社会保障资金的良好记录：提供投标截止日前6个月内任意1个月依法缴纳税收和社会保障资金的相关材料。如依法免税（或无欠税）或不需要缴纳社会保障资金的，提供相应证明材料。

3)具有良好的商业信誉和健全的财务会计制度：提供2024年度财务状况报表或基本开户行出具的资信证明。新成立公司提供成立至今的月或季度财务报表复印件或银行出具的资信证明。

4)履行合同所必需的设备和技术能力：提供具有履行合同所必需的设备和技术能力情况表或承诺函。

5)参加采购活动前3年内，在经营活动中没有重大违法记录：提供承诺函。重大违法记录，是指供应商因违法经营受到刑事处罚或者责令停产停业、吊销许可证或者执照、较大数额罚款等行政处罚（根据财库〔2022〕3号文，“较大数额罚款”认定为200万元以上的罚款，法律、行政法规以及国务院有关部门明确规定相关领域“较大数额罚款”标准高于200万元的，从其规定）。

2、落实政府采购政策需满足的资格要求：

本项目为专门面向中小企业采购。参与的供应商服务全部由符合政策要求的中小企业承接。监狱企业、残疾人福利单位视同小型、微型企业。投标人投标时提供《中小企业声明函》，所属行业：其他未列明行业。（注：中小企业以供应商填写的《中小企业声明函》（见投标格式）为判定标准，残疾人福利性单位以供应商填写的《残疾人福利性单位声明函》（见投标格式）为判定标准，监狱企业须供应商提供由省级以上监狱管理局、戒毒管理局（含新疆生产建设兵团）出具的属于监狱企业的证明文件。

3.本项目特定的资格要求:

- 1) 投标(响应)供应商未被列入“信用中国”网站(www.creditchina.gov.cn)“失信被执行人、重大税收违法失信主体或政府采购严重违法失信行为”记录名单;同时,不处于中国政府采购网(www.ccgp.gov.cn)“政府采购严重违法失信行为信息记录”中的禁止参加政府采购活动期间,(说明:以采购代理机构于投标截止时间在“信用中国”网站(www.creditchina.gov.cn)及中国政府采购网(www.ccgp.gov.cn)查询结果为准,同时对信用信息查询记录截图存档)。
- 2) 1. 单位负责人为同一人或者存在直接控股、管理关系的不同供应商,不得同时参加同一合同项下的项目投标,参提供承诺函或声明函; 2. 前期为本项目提供整体设计、规范编制或者项目管理、监理、检测等服务的供应商,不得再参加该采购项目的其它采购活动,提供承诺函或声明函。
- 3) 投标(响应)供应商必须具有交通运输部颁发的有效公路水运试验检测机构等级证书公路工程甲级或公路工程桥梁隧道工程专项资质。
- 4) 投标(响应)供应商必须具质量技术监督部门颁发的有效 CMA 计量认证合格证书。
- 5) 本项目不接受联合体投标。

第二章 项目概况

一) 项目说明及背景:

1.项目说明

(1) 本项目为: 东源县顺天桥结构轻量化监测

(2) 项目概算: 人民币元 33.8800元(最终采购预算价以第三方出具预算报告为准)。

注: 投标报价超出采购预算金额视为无效投标。

(3) 本项目要求的技术指标中, 凡标有“★”的地方均被视为关键的技术指标要求或性能要求, 投标供应商要特别加以注意, 必须对此作出实质性的响应。否则若有一项带“★”的指标未响应或不满足的, 将导致投标无效。带“▲”标注号为重要条款, 不满足将导致评审扣分。

(4) 预中标(成交) 供应商提供服务须与投标文件相符, 否则视为虚假应标, 取消中标资格, 投标供应商自行承担由此造成的损失。

(5) 投标供应商应对项目所有内容进行报价, 不允许只对其中部分内容进行报价, 否则其报价作为无效报价处理。

二) 工程概况

1.1 桥梁概况

顺天桥位于东源县顺天镇沙溪村省道 S253 线上, 跨越船塘河, 中心桩号 K75+414, 为一座 4 跨东西走向的圬工拱桥, 为正交桥, 桥梁全长 134.0m, 净跨径组合为 $4 \times 24.8\text{m}$ 该桥上部结构每跨均由 1 榀圬工实腹拱构成。下部结构桥台采用重力式桥台, 桥墩采用重力式桥墩, 基础采用扩大基础。该桥桥面总宽为 7.8m, 桥宽布置为: 0.4m 防撞护栏+7.0m 车行道+0.4m 防撞护栏。桥面对应墩台上方均采用型钢伸缩缝。桥面铺装采用钢筋混凝土铺装层。桥面两侧均采用高 1.0m, 底宽 0.4m 的防撞护栏。该桥修建年月不详, 设计荷载不详, 目前仅东端桥头设有总重 20t, 轴重 13t 限载标志牌。该桥目前由东源县公路事务中心管养。

1.2 项目建设目标

持续增强对桥梁的信息化管理, 通过专业的科技手段, 将顺天桥安全健康监测内容信息化、数字化; 通过轻量化监测手段, 对桥梁特定参数进行专项监测, 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, 服务公路桥梁的智慧化运维和科学化管养。

2. 编制依据

1) 相关政策

(1) 《交通运输部关于进一步加强公路桥梁养护管理的若干意见》(交公路发 2013 (321) 号)

(2) 《公路长大桥梁隧养护管理和安全运行若干规定》(交通运输部, 2018.3)

(3) 《进一步推进公路桥梁隧道结构监测工作实施方案》(交办公路 2024 (26) 号)

(4) 《公路长大桥梁结构监测时空大数据应用指引》(交通运输部办公厅, 2024.10)

(5) 《广东省交通运输厅关于进一步做好公路长大桥梁结构健康监测系统建设工作的通

知》(粤交基建字〔2023〕1号)

(6) 《广东省公路桥梁结构监测技术指南》(试行)(广东省交通运输厅, GDJT 002-09-2025)

(7) 《广东省交通运输厅关于印发〈广东省干线公路结构监测系统建设攻坚方案〉的通知》(粤交基〔2025〕47号)

(8) 河源市交通运输局《关于下达干线公路桥梁结构监测任务的通知》

2) 标准依据

(1) 《公路桥梁结构监测技术规范》(JT/T1037-2022)

(2) 《公路桥梁荷载试验规程》(JTG/T J21-01-2015)

(3) 《建筑与桥梁结构监测技术规程》(GB50982-2014)

(4) 《工程测量规范》(GB50026-2007)

(5) 《关于我国电子政务建设的指导意见》(中办发[2002]17号)

(6) 《通信电源设备安装工程设计规范》(YD/T5040-2005)

(7) 《信息系统安全等级保护基本要求》(GB/T22239-2008)

(8) 《信息分类和编码的基本原则与方法》(GB/T7027-2002)

(9) 《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》(GB/T22239)

(10) 《信息安全技术网络安全等级保护安全设计技术要求》(GB/T25070)

(11) 《公路网图像信息管理系统平台互联技术规范第2部分:视频格式与编码》

(GB/T28059.2)

(12) 《信息安全技术物联网数据传输安全技术要求》(GB/T37025)

(13) 《物联网感知控制设备接入第2部分:数据管理要求》(GB/T38637.2)

(14) 《2023年东源县公路事务中心公路桥梁定期检测报告》(顺天桥)

(15) 《城市桥梁养护技术标准》(CJJ99-2017)

(16) 《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/TH21-2011)

3. 需求分析及项目建设的必要性

3.1 轻量化监测需求分析

3.1.1 现状分析

随着社会快速发展，我国城市人口和机动车数量急速攀升，道路交通量大、交通管控压力大等问题接踵而至。作为道路交通的咽喉要道，桥梁安全运营事关经济及社会稳定发展，因而保障桥梁安全运营一直是桥梁管理部门最为关心的问题。

近年来我国桥梁安全事故屡见不鲜，如2014年江苏丹阳庭河桥倒塌；2015年6月19日广东省粤赣高速城南互通CK0+224.5匝道桥梁断裂坍塌；2015年12月26日黑龙江省位于嫩双公路塔哈河大桥发生桥梁坍塌事故；2019年10月1日台湾宜兰县南方澳跨海大桥倒塌事故；2019年10月10日江苏无锡312国道锡港路上跨桥发生桥面侧翻事故；2021年9月12日湖北鄂州沪渝高速匝道钢箱梁连续梁发生梁体侧翻事故；2022年1月18日重庆鹅公岩轨道大桥一根吊索叉耳螺杆发生断裂事故。塔哈河大桥桥梁坍塌事故台湾南方澳跨海大桥倒塌事故重庆鹅公岩轨道大桥吊索断裂事故沪渝高速匝道桥梁侧翻事故。目前，我国桥梁工程由“以建为主”进入了“建养并重”阶段，大量桥梁需要持续维护。然而，由于受到桥梁结构性能劣化、车辆超载、自然灾害频发等因素影响，近年来国内外桥梁垮塌事故频发，严重威胁人民生命财产安全。因此，采取有效的监测管理手段，动态捕捉桥梁运行状态，避免事故发生显得非常必要。以人工为主的定期检测是当前评估桥梁安全性能的主要手段之一，然而实施过程费时费力，且对于突发的状况具有滞后。结构健康监测技术提供了一套实时的监测和控制系统，其借助物联网和传感技术可及时的识别损坏、评估桥梁状况，为结构全寿命周期的管理提供了可能。然而，现有健康监测技术仍需进一步优化以向公路网上数量众多的常规桥梁进行广泛的推广。同时，各类型的传感设备难以互联互通，这又显著增加了监测系统的复杂程度。随着桥梁监测工作的深入进行，从不同来源获取的庞大且复杂的数据不断堆积，且难以被有效利用。这些海量监测数据不仅增加了数据传输的压力，还影响了监测系统的运行效率。轻量化监测概念应运而生。

三、项目采购内容、估算清单

类别	序号	项目	数量	单位	单价 (元)	总价 (元)	
硬件采购	一、竖向动位移监测						
	1	光电挠度仪	1	台	33,000	33000	
	2	电子靶标	5	个	2,800	14000	
	3	相机支架	1	个	1,200	1200	
	4	靶标支架	5	个	900	4500	
	5	智能电控箱	1	个	15,000	15000	
	6	辅材	1	项	5,000	5000	
	7	合计					72,700
	二、桥面视频监控						
	1	高清摄像机	4	个	5,500	22000	
	2	基础和立杆	2	项	11,000	22000	
	3	合计					44,000
	三、现场采集中心						
	1	微型机柜	1	个	1000	1000	
	2	电网架设	1	项	31,000	31000	
	3	合计					32,000
	硬件采购费用小计						148,700
	软件服务	四、单桥软件集成					
		1	数据接口适配与开发	1	套	5,000	5,000
2		数据存储架构设计	1	套	4,000	4,000	
3		数据对接	1	套	6,000	6,000	
4		运维费用	1	套	4,000	4,000	
		合计					19,000
软件服务费用小计						19,000	
施工与维护	五、安装施工						
	1	安装调试费	1	项	58,000	58,000	
	2	桥检车使用费	4	台班	8,000	32,000	
	3	车辆使用费	10	台班	550	5,500	
	4	交通维护费	10	台班	1200	12,000	
	5	其他线缆及辅材	1	项	6,000	6,000	
		合计					113,500
	六、系统维护费用						
	1	网络通讯费	2	年	800	1,600	
	2	全桥 2 年的维护费	2	年	12,000	24,000	
	3	监测报告编写	8	季度	4,000	32,000	
		合计					57,600
	安装与维护费用小计						171,100
总计 (元)						338,800	

四、商务、技术要求

标的提供的时间	合同签订后 30 日历天，完成系统软硬件的部署与实施工作，并接入广东省交通运输厅监测平台并实现数据互联互通； 软硬件保修期：系统建设完成并经验收合格 2 年；保修期满后，提供有偿维护服务。
标的提供的地点	采购人指定地点
付款方式	设备部署完成且数据流接入广东省交通运输厅桥梁监测平台完成试运营监测报告后，经采购人验收通过后，结算审核支付至结算价的 100%。(一次性付款)
验收要求	设备部分：1) 货物必须是厂商原装的、全新的、型号、性能及指标符合或优于国家及磋商文件提出的有关技术、质量、安全标准、要求的货物。2) 设备包装均应有良好的防湿、防锈、防潮、防雨、防腐及防碰撞的措施。凡由于包装不良造成的损失和由此产生的费用均由供应商承担。3) 设备外观清洁，标记编号以及盘面显示等字体清晰，明确。4) 所有设备提供出厂合格证等质量证明文件。 监测服务：1) 提供符合设计及相关技术标准、规范要求，达到与该工程有关的检测监测的质量标准的报告，并经业主验收确认。2) 成交供应商提供的检测监测成果质量不合格，应负责无偿给予重新检测或采取补救措施，以达到质量要求。因检测监测成果质量不符合合同约定的要求造成后果时，成交供应商应对因此造成的直接损失负赔偿责任，并承担相应的法律责任。3) 监测服务完成且经采购人验收合格后办理结算。
履约保证金	不收取
其他	

其他商务需求

参数性质	编号	内容明细	内容说明
	1	报价要求	<p>1.成交供应商的投标价，应是完成本项目中全部工作内容的投标价，并以成交供应商在报价清单中提出的单价或总价为根据。成交供应商所报的单价或总价应包括为实施和完成合同工程所需的人工费、材料费、机械使用费、间接费、利润、税金、规费、保险费等费用以及合同明示或暗示的所有责任、义务和一般风险。</p> <p>2.中国政府(广东省)根据现行税法和有关部门现行规定就本合同项下向成交供应商征收的所有税金及其他应交纳的所有费用均由成交供应商摊入各工程细目的单价中。</p> <p>3.成交供应商应按采购人要求及时将废弃材料等施工垃圾清理外运（抛弃点自行考虑并承担相关费用）、处理，成交供应商垃圾处理必须满足环保、国土等相关部门的规定。上述费用均含在相关的单价或总价内，采购人不再单独计列。</p> <p>4.成交供应商在施工过程中应在服从全局、保障施工期的基</p>

		<p>础上，遵循公安、交通、水利、环保等行政部门提出的相关要求，制定详细可行的交通组织方案及临时安全设施设置方案，并经采购人同意并办理相关的行政审批手续。成交供应商的投标报价中应充分考虑相关行政部门可能收取的各项费用、可能发生的全部现场工程措施费用、临时安全设施设置费用、协调工作费用和规费等，上述费用均含在相关的单价或总价内，采购人不再单独计列。</p> <p>5.本项目施工安全操作应符合国家及行业标准，用电安全、高空作业、施工作业面安全围护、劳动保护用具配置应落实到位，施工安装人员保险应投保到位。相关安全生产费用、人员保险等费用在投标报价中综合考虑，采购人不另计列。</p> <p>6.施工环保费：投标人在施工过程中应严格遵守《中华人民共和国大气污染防治法》、《广东省大气污染防治条例》及其他相关主管部门要求。成交供应商须负责施工区域的保洁</p>
--	--	--

			工作，相关施工环保费、扬尘污染防治费等费用在投标报价中综合考虑，采购人不另计列。
	2	运输及保管、 保险	<p>1) 成交供应商负责根据各品目不同的安装地点，将设备材料送到现场过程中的全部运输；包括装卸车、货物现场的搬运、设备的安装、调试等；</p> <p>2) 各种设备，必须提供装箱清单，按装箱清单验收货物；</p> <p>3) 货物在现场的保管由成交供应商负责，直至项目安装、验收完毕；</p> <p>4) 货物在安装调试验收合格前的保险由成交供应商负责，成交供应商负责其派出的现场服务人员人身意外保险。</p> <p>5) 设备、材料的拆箱、安装、通电、调试等工作由成交供应商负责，但必须在采购人指定人员的参与下进行。成交供应商在施工过程中必须采取足够的安全措施，并自行负责相关安全责任。</p>
	3	技术要求	<p>具体要求详见《广东省公路桥梁结构监测技术指南》（试行）（广东省交通运输厅，GDJT 002-09-2025）、《广东省交通运输厅关于印发〈广东省于</p>

			线公路结构监测系统建设攻坚方案》的通知》(粤交基(2025]47号)等要求,最终实施方案以河源市交通运输局审批的监测方案为准。
	4	安装调试	1) 安装:成交供应商负责到各品目不同的安装地点进行安装调试。成交供应商应提交详细安装进度表。成交供应商应设安装负责人,负责安装协调管理工作。安装所需工具设施物料由供应商自备、自费运到现场,完工后自费搬走。2) 成交供应商在施工过程中,如需对墙体和地面等作局部破损,必须在施工前取得采购人的书面同意,并负责恢复原状。3) 调试:按国家相关施工验收规范进行,分阶段进行调试。
	5	运行维护安全要求	1) 安全要求:成交供应商在项目建设阶段必须按照国家及行业相关安全法律法规组织施工,确保不发生安全事故。如发生安全事故,由成交供应商承担所有责任。2) 运行维护安全要求:成交供应商必须遵照国家及行业相关安全法律法规组织日常系统运行维护,确保不发生安全事故。如发生安全事故,由成交供应商承担所有责任。
	6	质量保证及售后服务	1) 保修期:按国家行业相关保修标准。按验收之日起计,若用户有特殊要求的,按用户要求执行。2) 保修期内,供应商负责对其提供的设备整体进行维修、系统维护和系统集成,不再收取任何费用,但人为因素、自然因素(如火灾、地震等)造成的故障除外。3)成交供应商须提供装备维修电

			话及联系人，接到维修通知后30分钟内给予答复，并派出维修人员在2小时内到达用户现场进行维修服务，并在24小时内解决问题。在24小时内不能解决问题的设备，应提供不低于故障产品档次的设备给用户临时使用，直至故障设备修复。4)所有设备保修服务方式均为成交供应商上门保修，即成交供应商派人员到设备使用现场维修，由此产生的一切费用均由成交供应商承担。5)保修期后，产品厂商须继续提供产品使用运行的技术支持，包括故障排除及零配件的供应等。
	7	采购人配合条件	供应商在响应文件中要列明在项目实施过程中要求采购人提供的配合条件（如有）。
说明	打“★”号条款为实质性条款，若有任何一条负偏离或不满足则导致投标（响应）无效。 打“▲”号条款为重要参数（如有），若有部分“▲”条款未响应或不满足，将根据评审要求影响其得分，但不作为无效投标（响应）条款。		

附表一：东源县顺天桥结构轻量化监测

参数性质	序号	具体技术(参数)要求
	1	<p>系统功能需求分析</p> <p>1 桥梁状态数据感知</p> <p>通过在具有代表性、控制性的关键截面和部位安装传感测试设备，“感知”环境、荷载和桥梁响应等参数的变化值，利用内置感应电路将这些参数值转换为电压、电流等模拟电量或数字量，然后通过采集传输线路送给外场的采集板卡或调理器进行模数转换，完成桥梁环境参数、车辆荷载参数及视频信息、结构响应的测量，便于真</p>

实地捕捉到反映桥梁结构健康状态的数据。

2 数据自动化采集与远程传输

通过采集设备或调理器将传感器端传过来的模拟量信号进行模拟-数字转换(A/D)，将采集到的电信号转换成计算机可识别的数字信号并通过有线或无线网络远程输送到监控中心。

3 数据处理与控制

基于数据中心计算机设备和相应的数据处理和控制软件，完成监测数据的接收、前处理、后处理、系统状态自诊断等功能，并通过网络设置控制桥梁现场的传感器及采集设备的工作。

4 海量数据有效管理

桥梁及通道健康监测将产生海量监测数据。因此，需基于数据中心计算机设备和相应的海量数据管理软件，搭建中央数据库，有效管理和储存桥梁群运行期海量监测数据。数据管理应保证数据的共享性、数据结构的整体性、有效性、安全性及后期查询快捷性。

5 数据分析与结构健康评价

通过数据中心计算机设备和相应的数据分析和健康评价软件，将现场监测数据、瞬时或长期获取的桥梁结构性能信息进行综合处理，实现数据的分析与处理、桥梁状态异常预警、桥梁健康状况评估等功能，为桥梁管理维护提供支持。鉴于桥梁性能与桥梁自身结构特点、使用状态、环境影响等诸多因素相关，决定了数据分析与健康评价需要大量数据支撑，并结合一定的经验综合判识。

6 用户界面综合显示

基于显示大屏、计算机、移动电脑、智能移动终端、平板终端等多种媒介，提供逻辑结构清晰的，集图形、表格、文字等多种形式于一体的数据信息展示方式，展示效果简明且直观，便于轻松实现整个系统和用户之间的信息数据交互。

7 信息共享与协同联动

依据桥梁所信息化建设统一规划，系统应设置或预留相应数据共享接口，整合数据资源，实现与广东省桥梁监控中心统一平台等系统的数据共享与交换，打破信息孤岛。

系统非功能需求分析

1 系统通用性

系统运营后，能够容易添加新的硬件设备和监测数据种类，能够满足管理单位进行桥梁集群监测管理要求。

2 系统稳定性

系统作为桥梁运营管理工作的重要工具，一旦实施，就需要 7*24 小时不间断运行。所以系统从底层数据库到功能层必须经过严格测试：数据库稳定、功能顺畅、适合大规模用户使用等，以保证日常管理工作的正常进行。

3 系统响应时间

根据工程心理学的相关理论，不同用户对系统响应时间的忍耐程度不同：涉及到辅助决策和统计分析类复杂事务的系统要求 3~5s 内输出结果并展示给用户；日常运行管理和信息管理一般业务系统要求 1~2s 内可输出结果并展示给用户。

4 系统安全性

在网络安全方面，应防止病毒、黑客等入侵和攻击，禁止未授权的用户访问系统。在数据方面，本项目涉及的数据为桥梁所桥梁监测管理中不宜公开的相关数据。因此，本系统应满足国家安全保密法律法规的规定和信息安全等级保护要求。

5 系统可扩展性

系统的建立后期可涉及到辖区内桥梁群，对每一座桥梁会有与之对应的监测子系统，众多子系统汇总而来的信息将统一编入中央数据库进行归纳整理，并进行大数据的综合评估。系统设计时应考虑到后期不间断接入桥梁监测网进行动态扩展的情况。

6 系统可维护性

系统可维护性对于延长软件的生存期具有决定的意义，要求通过建立明确的软件质量目标和优先级、使用提高软件质量的技术和工具进行明确的质量保证审查、改进程序的文档、开发软件时考虑到维护等多方面工作来提高系统的可维护性，即代码和模块的复用率高，允许修改已有代码和模块以及加入新增功能模块到本系统中且不影响正常运行。

7 硬件防护等级要求

本项目实施桥梁部分仪器设备暴露于外，受水汽侵蚀、烈日曝晒的影响，若无恰当的防护，仪器极易失效、损坏。因此所选用仪器应具备恰当的防护等级，线缆布设、仪器安装也应考虑恰当的防护，并接地处理。为保证设备能够在断电的情况下维持一段时间的继续运行时间，保证在维护人员赶到现场前继续正常运作，需要配置相应的 UPS 设备。

8 系统自诊断性及容错性

系统应具有自诊断能力，当自动发现系统软硬件的异常，并及时报警。在系统设计、建设和运维过程中，应充分考虑系统异常应急处置措施，通过系统自动处理或人员按应急预案及时处理，避免因系统故障影响系统应用。

制定统一的数据接入标准需求

长期以来，我国桥梁管理单位往往只针对某一座或几座桥梁搭建相对独立的健康监测系统，不便于对桥梁进行集中统一监测管理。根据统一规划，本系统不仅能接入既有监测系统，还具备纳入后期新建监测系统的功能，达到广东省各级桥梁管理单位桥梁健康监测数据融合管理的目的。因此，为实现各单位便捷、标准化地接入该系统，非常有必要制定统一的数据接入标准。

系统运营管理与维护需求

监测系统涉及桥梁结构、智能传感、通讯等多项技术，是多种软硬件集成的产物，尤其是涉及多种精密传感及采集设备，故系统不是建设移交完就完事，良好的管理维护模式是监测系统持续发挥作用的关键。因此，为实现系统软硬件设备的故障诊断与及时恢复，并挖掘监测数据背后潜在价值，真正确保监测系统持续发挥

作用，有必要持续开展此项工作。

轻量化监测的必要性

鉴于结构监测技术在桥梁运营管理中所发挥的作用，从以下几个方面阐述实施顺天桥轻量化监测的必要性：

国家政策的驱动

为保障公路公用设施运行安全，近年来国家陆续出台了相关政策文件，从制度层面对桥梁监测管理建设进行了推动：

- (1) 国家“十二五”规划纲要明确指出，将云计算服务平台列入重点培养发展的战略性新兴产业，并把加强云计算、大数据服务平台建设提升到构建新一代信息基础设施的重要举措的地位上。
- (2) 《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》中提到：我国“重大安全事故频发”，“面临诸多矛盾叠加、风险隐患增多的严峻挑战”，应提高“风险防控能力”，为监测技术领域发展指明了方向。
- (3) 国务院2015年40号文《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》将“互联网+便捷交通”列为重点行动，并指出利用物联网、移动互联网等技术，进一步加强对公路、铁路、民航、港口等交通运输网络关键设施运行状态与通行信息的采集，提高基础设施、运输工具、运行信息等要素资源的在线化水平，全面支撑故障报警、运行维护以及调度智能化。
- (4) 2024年4月，交通运输部发布《进一步推进公路桥梁隧道结构监测工作实施方案（2023-2030年）》，要求同步开展桥梁群轻量化结构监测系统试点建设，进一步提升公路桥梁隧道结构安全水平。
- (5) 按照《国务院关于印发推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案的通知》（国发〔2024〕7号）中明确指出：推动地下管网、桥梁隧道、窨井盖等城市生命线工程配套物联智能感知设备建设。
- (6) 《建筑与桥梁结构监测技术规范》（GB 50982-2014）、《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》（JT/T1037-2016）、《城市桥梁养护技术标准》（CJJ99-2017）等相关行业标准规范中具体提出了桥梁健康监测实施建议，以及桥梁健康监测实

施技术要点，使得系统建设标准化、规范化。

智慧化养护管理的新要求

桥梁作为重大工程结构之一，在环境侵蚀、材料老化等因素的作用下将出现结构损伤累积和抗力衰减，抵抗灾害甚至正常环境作用能力下降，在极端情况下容易引发灾难性的突发事故。通过建立桥梁轻量化监测系统，利用收集到的特定信息对桥梁状态进行评价，能科学地指导桥梁管理决策，实施有效的保养、维修与加固工作，节约大量的后期维护费用，实现智慧化管养。

维护民众根本利益的迫切需要

东源县作为全国县城新型城镇化建设示范县、国家县域商业行动示范县、广东省县级文明城市、省级全域旅游示范区，人口众多，顺天桥作为道路交通的咽喉要道，桥梁的正常运行一旦出现问题，就会给人民群众的生命财产造成巨大损失。近年来，国内外桥梁垮塌等恶性事件的发生给我们的工作敲响了警钟，对社会造成巨大的冲击。加强对桥梁相关灾害的预防和应对，已经成为桥梁现代化管理的重要内容。

提升城市形象的需要

东源县作为全国县城新型城镇化建设示范县、国家县域商业行动示范县、广东省县级文明城市、省级全域旅游示范区，地理位置极其重要，交通先行是经济社会可持续发展的保障条件。顺天桥作为城市道路的重要节点，桥梁安全与否直接影响到整个城市交通网的畅通。作为智慧化城市管理的重要组成部分，桥梁健康监测系统综合运用计算机技术、物联网技术、大数据技术等先进技术，其应用可提升桥梁信息化管理维护技术水平，促进桥梁管理维护模式及手段的转型升级，从而有助于提升城市整体形象。

项目建设内容及方法

项目总体设计原则

项目总体设计采用轻量化监测方式，宜具有“小成本、少指标、轻数据、低功耗、自组网、易安装、高集成、便维护、可拆卸”等主要特征。

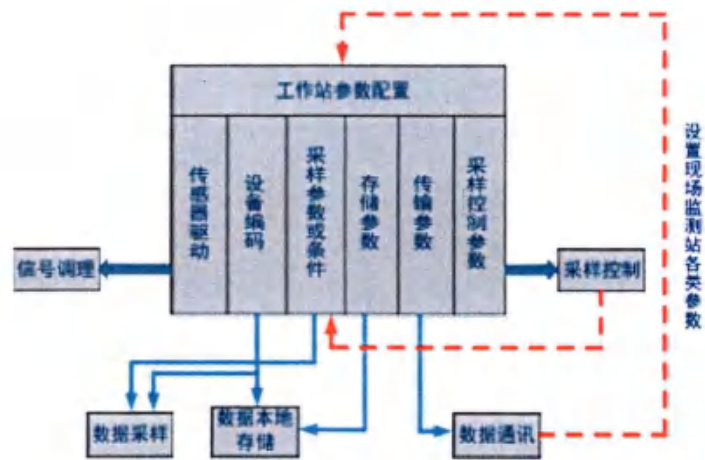
项目目标与内容

东源县东源县顺天桥结构轻量化监测系统建设旨在通过优化指标、精简测点、高效采集、降低功耗和轻量化维护的方式达到对桥梁运行重大安全风险的有效监测。本次监测拟选取全桥作为监测对象。

本项目拟通过近几年的桥梁健康监测系统软硬件建设，形成系统总体框架，能够利用采集到的监测数据对桥梁特定指标进行评价，为桥梁管理维护提供决策支持，具体如下：

- 1) 完成拟监测桥梁有限元分析与详细监测方案编制。通过该项工作，开展结构静力分析，获知桥梁结构受力特点、易损部位及危险点，从而根据分析结果并结合桥梁实际监测场景对桥梁初步监测方案进行优化、深化得到详细监测方案，指导下一步工作的高效实施；此外结构仿真分析结果还可同桥梁设计资料、施工资料、运维资料等一起作为桥梁性能分析、预警及评估的重要依据。
- 2) 完成健康监测软件平台的研发。将充分应用物联网、BIM、大数据、云计算等先进技术，研发集数据采集、数据传输、数据处理与控制、安全预警、健康状态评估、报表报告、用户界面展示、BIM可视化仿真、移动终端APP等功能模块于一体的、稳健的集群式桥梁健康监测配套软件，助力实现信息化、智慧化运维管理。
- 3) 完成系统数据接入标准设计及编制。通过该项工作，形成系统数据接口标准，使得系统不仅能接入既有监测系统，还具备持续、便捷纳入后期新建监测系统的能力。
- 4) 完成桥梁感知网的新建与接入工作。通过该项工作，搭建桥梁集群式健康监测软件平台，从而实时掌握桥梁运行状况，便于发生突发事件时能及时预警和快速反应。
- 5) 建立起持续的系统管理与维护机制。监测系统涉及桥梁结构、智能传感、通讯等多项技术，是多种软硬件集成的产物，尤其是涉及多种精密传感及采集设备，故系统不是建设移交完就完事，良好的运维模式是监测系统持续发挥作用的关键。拟建立起持续的系统管理与维护机制，实现系统软硬件设备的故障诊断与及时恢

复，深入挖掘监测数据背后潜在价值等目的，确保监测系统持续发挥作用。



现场监测站参数配置数据流程图

5 系统功能

东源县东源县顺天桥结构轻量化监测系统筹建完成后拟具备以下功能：

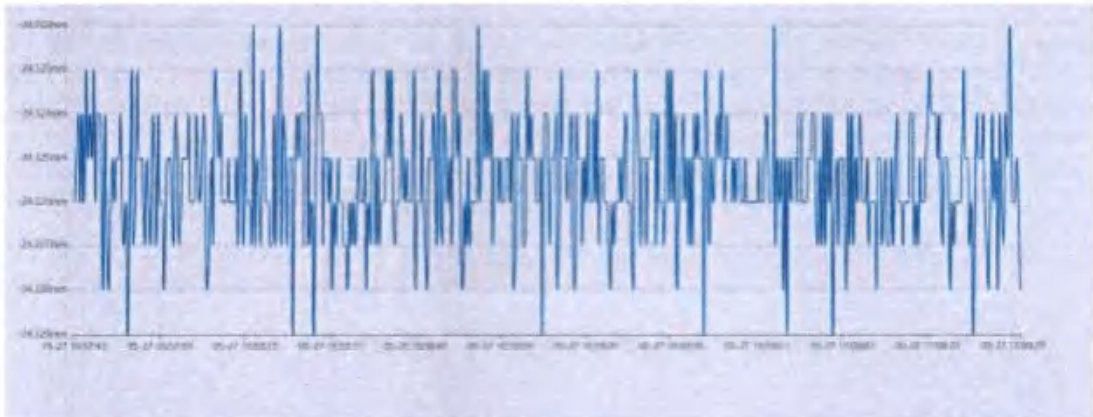
- 1) 对顺天桥特定指标进行24 小时在线安全监控；
- 2) 依靠监测系统数据，判断桥梁的健康状况，预测桥梁长期变化趋势，为桥梁维护、维修与管理决策提供依据和指导；
- 3) 根据桥梁状况，判断桥梁是否处于安全状态，及时激发报警系统，将信号传递给相关 管养部门；
- 4) 能够全面收集、存储和处理桥梁的各类监测数据资源，通过该系统在一定程度上提高 桥梁养护管理水平，协助桥梁养护单位对桥梁进行管控，对桥梁病害的发展趋势，受力历程等进行系统记录建档并永久保存，实现桥梁监测数据资料电子化档案存储，方便后期检索、调取、查阅。

全域感知平台

实时状态监测

能够将各种类型的传感器所采集到的桥梁相关数据，准确无误地接入系统。该

功能实现了对桥梁状态的全面监测，为后续的数据分析和故障诊断提供基础。具有高效性，可实时或定时获取数据，确保及时掌握桥梁状况。还具备稳定性，能可靠地传输数据，减少数据丢失或错误。并且具有扩展性，便于新增或更换传感器，适应不同监测需求。通过传感器数据接入，系统能全面了解桥梁的运行状态，及时发现潜在问题，保障桥梁的安全性和可靠性。如图是传感器接入到系统的示例页面：



数据采集与传输

(1) 数据采集(二级功能)

通过各类传感器，实时采集桥梁的关键参数，如变形、应力、振动等数据。具备高精度和高频率的特点，能全面反映桥梁的运行状态。数据采集具有自动化特性，可持续不间断进行，避免人为因素影响。还能根据需求灵活配置传感器，实现对不同部位的监测。采集到的数据为后续的分析、评估和预警提供基础，帮助及时发现桥梁的潜在问题。有助于制定科学的维护策略，保障桥梁的安全性和稳定性。如图为数据采集的示例页面：

The screenshot shows a software interface with a data table. The table has several columns, including 'ID', '名称', '类型', '状态', '创建时间', '更新时间', '备注', '操作', '删除', '修改', '查看', '打印', '导出', '导入', '刷新', '重置', '搜索', '排序', '分页'. A red box highlights a row with the following data: ID: 1, 名称: 1546, 类型: 1, 状态: 1, 创建时间: 2024-05-27 17:04:49, 更新时间: 2024-05-27 17:04:49, 备注: 1546, 操作: 1, 删除: 1, 修改: 1, 查看: 1, 打印: 1, 导出: 1, 导入: 1, 刷新: 1, 重置: 1, 搜索: 1, 排序: 1, 分页: 1.

(2) 数据传输(二级功能)

将采集到的监测数据安全、准确、及时地传输到指定的服务器或平台。它具有自动化特点，无需人工干预，确保数据的连续性和实时性。上传过程中能对数据进行加密处理，保护数据的安全性和完整性。还可根据网络情况进行自适应调整，保证传输的稳定性。通过数据上传，实现了远程监控和管理，方便专业人员随时随地查看桥梁的健康状况。及时发现潜在问题，并采取相应的维护措施。如图，为数据传输的示例页面：

```

2024-05-27 17:04:49.456 更新Chart 更新300行标志。得到返回值300,耗时0.0117179s,耗时0.0117185s,2024/5/27 17:04:28###2024/5/
2024-05-27 17:04:49.444 上传Chart 上传【数据】 接口返回{"status":200,"msg":"success","data":[]}
2024-05-27 17:04:49.067 上传Chart 数据转为json,开始上传。
2024-05-27 17:04:49.036 上传Chart 获取了300行要上传的数据
2024-05-27 17:04:48.998 上传Chart 开始获取要上传的数据
2024-05-27 17:04:47.996 上传Chart 获取了0行要上传的数据
2024-05-27 17:04:47.995 上传Chart 获取了0行要上传的数据
2024-05-27 17:04:47.992 上传Chart 开始获取要上传的数据
2024-05-27 17:04:46.988 更新Chart 更新450行标志。得到返回值450,耗时0.0116368s,耗时0.0116371s,2024/5/27 17:04:26###2024/5/
2024-05-27 17:04:46.976 上传Chart 上传【数据】 接口返回{"status":200,"msg":"success","data":[]}
2024-05-27 17:04:46.615 上传Chart 数据转为json,开始上传。
2024-05-27 17:04:46.572 上传Chart 获取了450行要上传的数据
2024-05-27 17:04:46.535 上传Chart 开始获取要上传的数据
2024-05-27 17:04:45.531 上传Chart 获取了0行要上传的数据
2024-05-27 17:04:45.531 上传Chart 获取了0行要上传的数据
2024-05-27 17:04:45.529 上传Chart 开始获取要上传的数据
2024-05-27 17:04:44.241 更新Chart 更新299行标志。得到返回值299,耗时0.0069103s,耗时0.0069106s,2024/5/27 17:04:23###2024/5/
2024-05-27 17:04:44.234 上传Chart 上传【数据】 接口返回{"status":200,"msg":"success","data":[]}

```

数据处理和分析

(1) 实时数据处理(二级功能)

能对采集到的大量数据进行筛选、整合和清洗，去除异常值和干扰因素。通过对数据进行实时分析，及时发现桥梁的异常情况和潜在风险。该功能还可将不同时间段的数据进行对比，揭示桥梁的变化趋势。数据处理有助于提取关键指标，为评估桥梁的健康状况提供依据。同时，能够将处理后的数据以直观的形式呈现，方便决策者进行判断和决策。其结果可指导后续的维护工作，提高工作效率和准确性，确保桥梁的安全运行。

桥梁名称	桥址	桥型	桥长	桥宽	桥高	备注
大桥1	某地-某地	梁桥	1000m	30m	20m	2024-01-01
大桥2	某地-某地	梁桥	1200m	35m	25m	2024-01-01
大桥3	某地-某地	梁桥	800m	25m	15m	2024-01-01
大桥4	某地-某地	梁桥	1500m	40m	30m	2024-01-01
大桥5	某地-某地	梁桥	900m	30m	20m	2024-01-01
大桥6	某地-某地	梁桥	1100m	35m	25m	2024-01-01
大桥7	某地-某地	梁桥	700m	20m	15m	2024-01-01
大桥8	某地-某地	梁桥	1300m	38m	28m	2024-01-01
大桥9	某地-某地	梁桥	1050m	32m	22m	2024-01-01
大桥10	某地-某地	梁桥	1400m	42m	32m	2024-01-01
大桥11	某地-某地	梁桥	600m	18m	12m	2024-01-01
大桥12	某地-某地	梁桥	1600m	45m	35m	2024-01-01
大桥13	某地-某地	梁桥	850m	28m	18m	2024-01-01
大桥14	某地-某地	梁桥	1250m	36m	26m	2024-01-01
大桥15	某地-某地	梁桥	950m	30m	20m	2024-01-01

(2) 历史数据处理(二级功能)

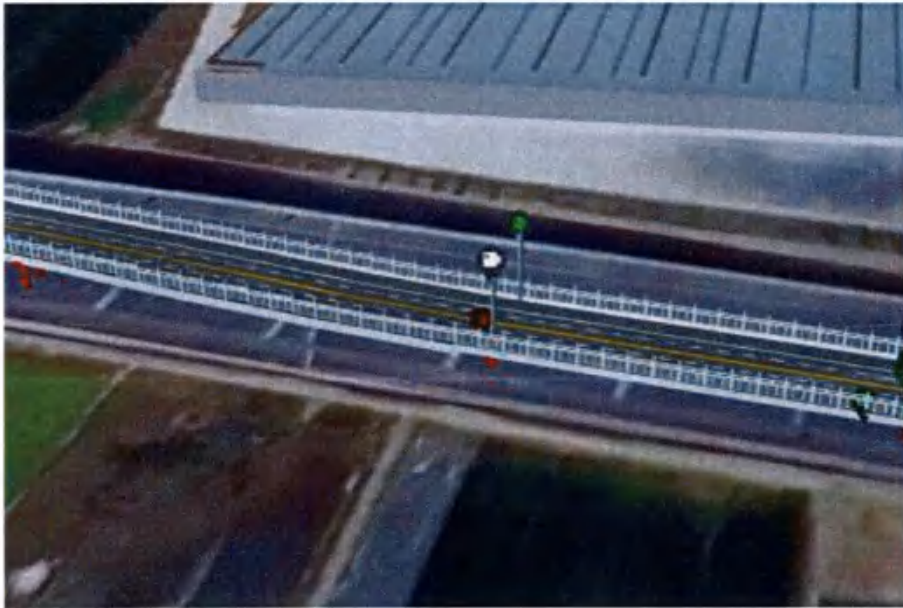
将实时数据，按照时间范围，每分钟计算一次一分钟内的特征值，每小时计算一次一小时内的特征值等方式，得到每分钟，每小时，每天，每月，每年的特征值统计数据，页面效果如图示：

序号	名称	单位	数值	报警值	报警类型	报警时间	报警位置
100	桥梁左幅沉降中点	mm	1200	1500	正常	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
101	桥梁左幅沉降中点	mm	1250	1500	正常	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
102	桥梁左幅沉降中点	mm	1300	1500	正常	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
103	桥梁左幅沉降中点	mm	1350	1500	正常	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
104	桥梁左幅沉降中点	mm	1400	1500	正常	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
105	桥梁左幅沉降中点	mm	1450	1500	正常	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
106	桥梁左幅沉降中点	mm	1500	1500	正常	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
107	桥梁左幅沉降中点	mm	1550	1500	预警	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
108	桥梁左幅沉降中点	mm	1600	1500	报警	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
109	桥梁左幅沉降中点	mm	1650	1500	报警	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
110	桥梁左幅沉降中点	mm	1700	1500	报警	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
111	桥梁左幅沉降中点	mm	1750	1500	报警	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
112	桥梁左幅沉降中点	mm	1800	1500	报警	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
113	桥梁左幅沉降中点	mm	1850	1500	报警	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
114	桥梁左幅沉降中点	mm	1900	1500	报警	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
115	桥梁左幅沉降中点	mm	1950	1500	报警	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
116	桥梁左幅沉降中点	mm	2000	1500	报警	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
117	桥梁左幅沉降中点	mm	2050	1500	报警	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
118	桥梁左幅沉降中点	mm	2100	1500	报警	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
119	桥梁左幅沉降中点	mm	2150	1500	报警	2023-10-27 10:00	100-01-01-01
120	桥梁左幅沉降中点	mm	2200	1500	报警	2023-10-27 10:00	100-01-01-01

预警和报警

(1) 异常检测(二级功能)

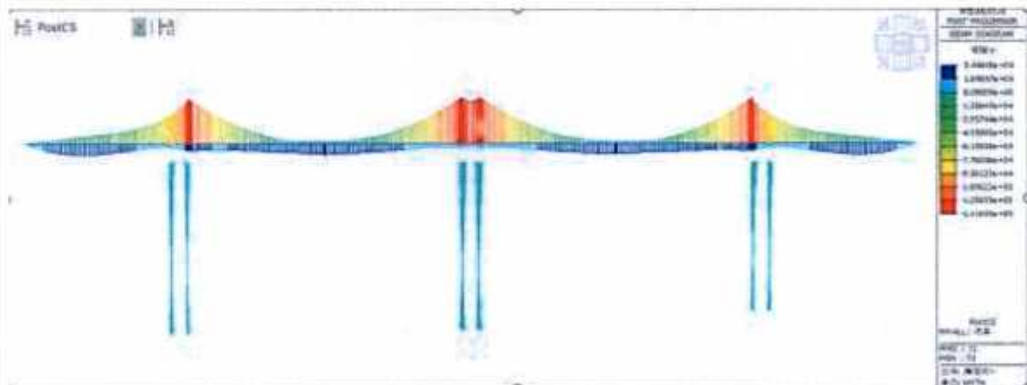
通过分析和监控各种数据源，及时识别和检测出潜在的异常情况和故障，从而提前发出预警或立即触发报警信号，确保系统能够迅速响应和处理问题，避免对业务和操作造成不利影响，提升系统的可靠性和安全性。主要功能如图所示，不同颜色代表不同预警程度：



(2) 报警设置(二级功能)

1) 报警值设置:通过模型，计算出每个传感器的一级，二级，三级预警值，并添加到系统里通过科学分析和计算，为桥梁设定合理的预警阈值。当监测数据超过

设定值时，系统能及时发出警报，提醒相关人员关注桥梁的异常情况。这样可以提前发现潜在的安全隐患，采取措施进行修复或维护，保障桥梁的安全性和稳定性。预警值设置还能根据桥梁的特点、使用情况和环境因素进行调整，提高监测的准确性和针对性。同时，为决策者提供关键数据支持，帮助制定合理的维护计划和管理策略，延长桥梁的使用寿命。



2) 报警人设置:对需要接收报警信息人员进行设置，如图所示:


编辑/修改报警联系人

联系人姓名	<input type="text"/>
单位	<input type="text" value="测试部"/>
预警级别	<input type="text" value="测试部"/>
预警类型	<input type="text" value="测试部"/>
手机	<input type="text"/>
邮箱	<input type="text"/>
微信	<input type="text"/>
备注	<input type="text"/>

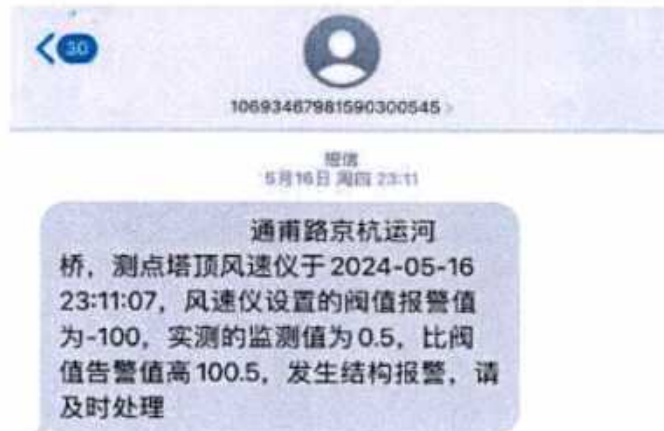
保存

(3) 报警通知(二级功能)

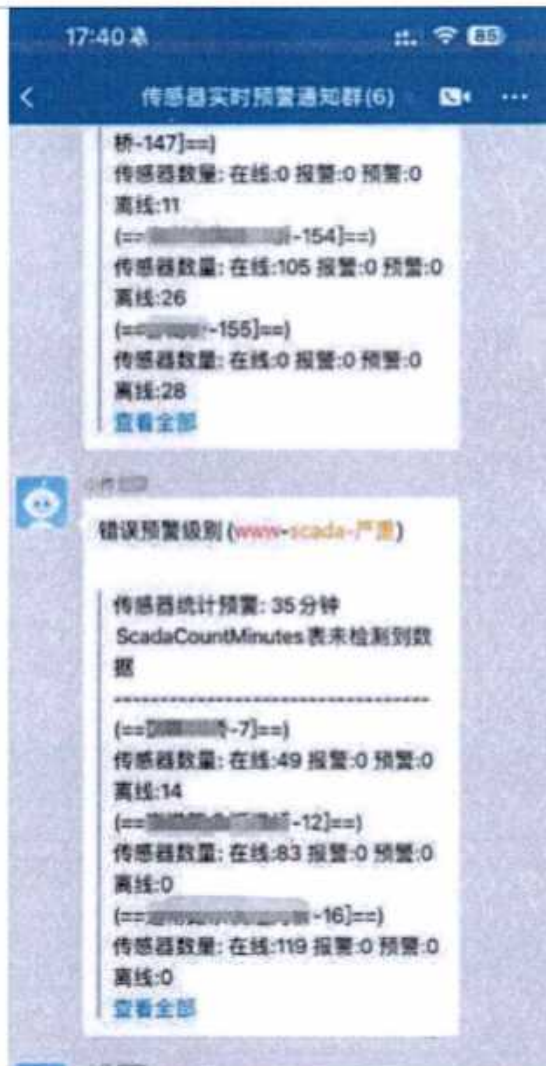
1) 邮件通知:以邮件形式推送给用户

	太湖市北中环路	14	192.168.0.13	应变-南幅-第4层1/2截面位移	0.1时	2024-05-27 23:58:57	正常
		14	192.168.0.11	位移-3#墩比例	0.1时	2024-05-27 00:00:56	正常
		14	192.168.0.11	位移-4#墩比例	0.1时	2024-05-27 00:00:56	正常
		14	192.168.0.11	位移-5#墩伸缩缝比例	0.1时	2024-05-27 00:00:56	正常
		14	192.168.0.11	位移-5#墩伸缩缝比例	0.1时	2024-05-27 00:00:56	正常
		15	192.168.0.14	位移-1#墩比例	0.1时	2024-05-27 00:00:52	正常
		15	192.168.0.14	位移-2#墩比例	0.1时	2024-05-27 00:00:52	正常
		15	192.168.0.14	位移-0#墩伸缩缝比例	0.1时	2024-05-27 00:00:52	正常
		15	192.168.0.14	位移-0#墩伸缩缝比例	0.1时	2024-05-27 00:00:52	正常
		15	127.0.0.1	应变-北幅-第1层1/2截面位移	0.1时	2024-05-27 00:00:56	正常
		15				2024-05-27	正

2) 短信通知:以短信形式推送用户



3) app 消息推送:以APP 消息推送形式推送用户



(4) 报警处理(二级功能)

结构工程师收到报警信息后，经过人工判断报警信息的真实性和可靠性，如果确实是因为 结构原因产生的报警，则将报警信息推送给对应的报警接收人，报警接收人收到消息后，可以 线下采集应急措施或者维修方案。页面展示效果如图：



可视化和用户界面

(1) 数据可视化(二级功能)

用户界面的可视化设计和信息可视化是现代设计领域的重要组成部分。好的可视化设计可以使用户更好地理解操作系统、应用程序或网站的功能，而信息可视化则为用户提供了一种更直观且易于理解的方式来分析和解释数据。通过合理运用布局设计、色彩和图形设计以及字体和排版设计等技术，我们可以创造出富有吸引力和易用性的用户界面。

测点布置图：CAD 模型创建：借助 CAD 二维模型创建，能更直观呈现桥梁结构，帮助准确了解各部件位置与关系。这有助于优化监测点布置，提高监测效率与精度。同时，模型可辅助分析桥梁状况，为后续修复和改进提供有力支持。

(2) 桥梁整体健康度(二级功能)

1) 健康度详细计算:桥梁健康度单个传感器计算。

ID	位置	内部结构名称	类型	测点数	最小值	最大值	报警上限	报警下限	报警等级	评价
1001	主梁	混凝土梁体(测点: 101+10.1-10.1)	应变	10	-15.50	100			正常	基本完好
1002	主梁	混凝土梁体(测点: 101+10.1-10.1)	应变	10	-16.20	100			正常	基本完好
1003	主梁	混凝土梁体(测点: 101+10.1-10.1)	应变	10	-15.80	100			正常	基本完好
1004	主梁	混凝土梁体(测点: 101+10.1-10.1)	应变	10	-16.10	100			正常	基本完好
1005	主梁	混凝土梁体(测点: 101+10.1-10.1)	应变	10	-15.90	100			正常	基本完好
1006	主梁	混凝土梁体(测点: 101+10.1-10.1)	应变	10	-16.30	100			正常	基本完好
1007	主梁	混凝土梁体(测点: 101+10.1-10.1)	应变	10	-15.70	100			正常	基本完好
1008	主梁	混凝土梁体(测点: 101+10.1-10.1)	应变	10	-16.00	100			正常	基本完好
1009	主梁	混凝土梁体(测点: 101+10.1-10.1)	应变	10	-15.60	100			正常	基本完好
1010	主梁	混凝土梁体(测点: 101+10.1-10.1)	应变	10	-16.40	100			正常	基本完好
1011	主梁	混凝土梁体(测点: 101+10.1-10.1)	应变	10	-15.40	100			正常	基本完好
1012	主梁	混凝土梁体(测点: 101+10.1-10.1)	应变	10	-16.60	100			正常	基本完好
1013	主梁	混凝土梁体(测点: 101+10.1-10.1)	应变	10	-15.30	100			正常	基本完好

2) 健康度总体计算:桥梁健康度总体状况计算。



(3) 历史数据回溯(二级功能)

1) 图表回溯: 通过图表形式, 回溯历史数据。



2) 表格回溯: 通过表格形式, 回溯历史数据。

A screenshot of a web-based data table interface. The table has two main columns: '时间' (Time) and '数值' (Value). The '时间' column contains a list of dates and times, and the '数值' column contains corresponding numerical values. The table is titled '历史数据回溯(二级功能)'. The interface includes a search bar and filter buttons at the top.

数据存储和管理

数据存储(二级功能)

1) 实时数据存储: 将实时数据, 存储到数据库中

2) 历史数据存储: 将历史数据分类存储到数据库

序号	名称	位置	状态	创建时间
1	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
2	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
3	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
4	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
5	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
6	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
7	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
8	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
9	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
10	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
11	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
12	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
13	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
14	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
15	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
16	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
17	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
18	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
19	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44
20	多座桥梁数据集成	多座桥梁数据集成	集成成功	2024-03-15 17:14:44

数据集成与互操作

(1) 多数据集成(二级功能)

多个系统集成:可将多个系统,多座桥梁数据,集成到一个系统中如图,分别是系统集成 和多桥梁集成示意图:

序号	系统名称	API	网址	创建时间	操作
1	系统名称		http://www.example.com	2024-03-15 17:14:44	

(2) 标准化接口(二级功能)

标准化接口:提供标准化接口,支持不同系统和设备的数据交互,如图为开放平台通用接口示意图:

健康监测平台开放接口

1. 开始必读

所有 API 接口 (除获取 token 之外) 都要提供访问令牌才能得到正确的响应,也就是在每次请求时都需要在请求参数里添加 token:accessToken; 请求与响应都采用 json 方式传输,即 Content-Type 为 application/json。

所有接口响应格式为:

```
{
  "status": 200,
  "msg": "",
  "data": {}
}
```

接口域名: IP:端口

维护和管理

(1) 维护日志 (二级功能)

1) 日志上传:将维护日志, 上传到系统中

编辑

桥梁名称	新江桥(新江桥)	桥梁设备	添加或删除设备
故障日期	2024-09-29	故障日期	在案件维护数据下修改
维护单位	路桥	维护状态	已修复
维护金额	2000	备注说明	
图片上传			

维护反馈

维护日期	2024-09-29	维护日期	添加或删除
维护人	王小明	图片	
费用详情	费用名称 维修费	费用金额	2000

2) 日志查询和管理:查询上传到系统中的维护日志, 可以对不同桥梁, 不同项目的维护信息进行分类查询, 可以对上传上来的日志进行分类管理, 如图示意:



(2) 资源管理(二级功能)

1) 桥梁信息维护:对桥梁的基本信息, 地理信息, 测点信息进行维护管理。

项目概况

详细配置 详细文档

项目名称	湖南湘江新区	系统名称	监控系统
建设单位	长沙	建设地点	长沙
项目负责人	张三		
系统配置信息			
系统架构	云	核心服务器配置	2台
前端设备接入	100	网络交换机	2台
数据库配置	MySQL	备份策略	每日凌晨备份
系统语言	中文	操作系统	Linux
开发语言	Java	数据库	MySQL
开发框架	Spring	中间件	Redis
性能指标			
处理能力	10000	存储容量	10TB
运行时间	24小时	维护周期	每月一次

2) 设备信息维护:对监测的设备,如采集仪,称台,相机,录像机等设备信息进行管理,如图示意:

设备编号	设备名称	设备类型	设备品牌	IP地址	端口号	操作人员	最后时间
427	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.1	8080		2023
428	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.2	8080		2023
429	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.3	8080		2023
430	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.4	8080		2023
431	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.5	8080		2023
432	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.6	8080		2023
433	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.7	8080		2023
434	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.8	8080		2023
435	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.9	8080		2023
436	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.10	8080		2023
437	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.11	8080		2023
438	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.12	8080		2023
439	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.13	8080		2023
440	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.14	8080		2023
441	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.15	8080		2023
442	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.16	8080		2023
443	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.17	8080		2023
444	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.18	8080		2023
445	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.19	8080		2023
446	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.20	8080		2023
447	湖南湘江新区	视频监控设备	海康威视	192.168.1.21	8080		2023

3) 传感器信息维护:对传感器信息进行管理,如图示意:

唯一编号	所属站名	传感器位置	传感器名称	传感器类型	首次安装时间	最近一次数据	单位	安装小数值数	最大值	一阶导数	二阶导数	三阶导数
1488	太原中北中桥	左幅	监测桥-左幅-1	温度	2024-09-27 21	39.7	℃					
1489	太原中北中桥	左幅	监测桥-左幅-2	温度	2024-09-27 21	39.2	℃					
1490	太原中北中桥	左幅	监测桥-左幅-3	温度	2024-09-27 21	34.3	℃					
1491	太原中北中桥	左幅	监测桥-左幅-4	温度	2024-09-27 21	38.8	℃					
1492	太原中北中桥	左幅	监测桥-左幅-5	温度	2024-09-27 21	37.4	℃					
1493	太原中北中桥	左幅	监测桥-左幅-6	温度	2024-09-27 21	38.4	℃	3	132.81		-84.684	-114.85-174.8
1494	太原中北中桥	左幅	监测桥-左幅-7	温度	2024-09-27 21	42.261	℃	-2	132.88		-84.684	-114.85-174.8
1495	太原中北中桥	左幅	监测桥-左幅-8	温度	2024-09-27 21	-11.894	℃	8	266.84		-84.684	-114.85-174.8
1496	太原中北中桥	左幅	监测桥-左幅-9	温度	2024-09-27 21	-18.292	℃	2	373.21		-84.684	-114.85-174.8
1497	太原中北中桥	左幅	监测桥-左幅-10	温度	2024-09-27 21	37.468	℃		-27.81	-190	-227	
1498	太原中北中桥	左幅	监测桥-左幅-11	温度	2024-09-27 21	40.881	℃		21.89	-190	-227	

报告系统

报告生成(二级功能)

可以对历史数据，实时数据，以及监测报表进行导出下载，如图示意：

唯一编号	所属站名	传感器位置	传感器名称	平均值	最小值	最大值	平均数1	最大数1	最小数1
1488	左幅	监测桥-左幅-1	温度	39.7	39.2	34.3	39.7	39.2	34.3
1489	左幅	监测桥-左幅-2	温度	39.2	34.3	38.8	39.2	34.3	38.8
1490	左幅	监测桥-左幅-3	温度	34.3	38.8	37.4	34.3	38.8	37.4
1491	左幅	监测桥-左幅-4	温度	38.8	37.4	38.4	38.8	37.4	38.4
1492	左幅	监测桥-左幅-5	温度	37.4	38.4	38.4	37.4	38.4	38.4
1493	左幅	监测桥-左幅-6	温度	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4
1494	左幅	监测桥-左幅-7	温度	42.261	38.4	38.4	42.261	38.4	38.4
1495	左幅	监测桥-左幅-8	温度	-11.894	38.4	38.4	-11.894	38.4	38.4
1496	左幅	监测桥-左幅-9	温度	-18.292	38.4	38.4	-18.292	38.4	38.4
1497	左幅	监测桥-左幅-10	温度	37.468	38.4	38.4	37.468	38.4	38.4
1498	左幅	监测桥-左幅-11	温度	40.881	38.4	38.4	40.881	38.4	38.4

数据治理平台

数据质量管理

(1) 数据清洗(二级功能)

在进行桥梁健康监测系统数据清洗时，可以综合运用多种方法。首先通过数据可视化，如绘制直方图、箱线图等，直观呈现数据分布以便发现异常；结合统计分析，

计算均值、标准差 等指标来识别不合理数据；依据桥梁领域的专业知识判断数据的正确性；利用数据过滤和筛选 规则，去除不符合要求的数据；还可以借助机器学习算法，如聚类算法来找出异常数据模式。比如当遇到明显偏离正常范围的数据，可结合多方面信息判断其是否为异常值，进而采取修正 或删除等恰当措施，确保数据的准确性和可用性。如图所示是其中一种过滤方法，可以通过过 滤不正常的数值，得到正确的波形值：



(2) 数据校验(二级功能)

数据校验通常会采用一系列严谨的方法。首先会运用数据一致性检查，确保不同来源的数据在逻辑和数值上相互匹配；然后通过合理性检查，依据桥梁的实际情况和专业知识，判断数据是否在合理的范围内；还会进行重复性检查，排除重复的数据以保证数据的唯一性；同时，会利用数据完整性检查，确认所有关键数据都完整无缺，没有缺失或遗漏的部分；并且会实施 准确性检查，通过与已知标准或参考数据进行对比，来验证数据的准确性；此外，时间序列检查也很重要，查看数据在时间顺序上是否符合正常规律和逻辑。这些方法相互配合，共同致力于保障桥梁健康监测系统数据的质量和可靠性，为后续的分析 and 决策提供坚实的基础。如图所示，通常会通过crc16 对数据完整性和可靠性进行校验。

六、通信协议

1. 所有通信过程都采用主/从方式，选择这种方式，数据可以在一个主站(如：PC)和多个子站之间传递，任何一次通信都从主站开始。
2. 消息传输方式为异步方式，字节格式为起始位1位，数据位8位，停止位1位，无校验。
3. 符合MODBUS RTU 协议标准。
4. 默认波特率为9600，地址为1。

主站地址

地址	功能码	数据起始地址高位	数据起始地址低位	数据个数高位	数据个数低位	CRC16 高位	CRC16 低位
0x03							

从站：

地址	功能码	字节长度	数据1高位	数据1低位	数据2高位	数据2低位	...	CRC16 高位	CRC16 低位
0x03									

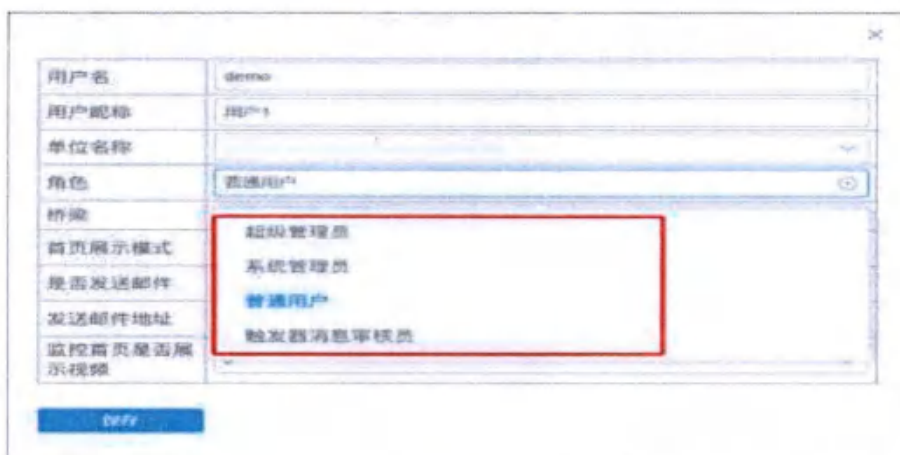
内部报文信息：

读状态寄存器 读取功能码 0x03 (0x04)				
数据起始地址	数据内容	字节数	单位	备注
0	温度值	2	0.1℃	数据为 0x0000 时为无模头错误
1	速度值	2	0.2km	
读位置寄存器 读取功能码 0x02 (0x04) 写功能码 0x05 (0x06)				
100	通讯地址	2		1~247
101	波特率	2		0~4 0:1200 1:2400 2:4800 3:9600 4:18200

数据安全和隐私

(1) 访问控制(二级功能)

主要通过多种手段来实现。采用身份验证机制，确保只有经过授权的人员能够访问系统，这可能包括密码、生物识别等方式；设置不同的权限级别，比如管理员拥有最高权限，可进行全面操作，而普通用户则只能进行特定的有限操作；利用访问列表来明确规定哪些用户或角色可以访问哪些数据或功能模块；还会实施时间限制，限定特定时间段内的访问权限；如图所示，是系统中对不同权限的控制，来达到访问控制目的：



(2) 数据加密(二级功能)

数据加密采用一系列有效的方法来确保数据的安全性。会运用对称加密算法，对大量数据 进行快速加密，保障数据在传输和存储过程中的不被轻易窃取或篡改；同时结合非对称加密算 法，用于密钥交换和数字签名等关键环节，增强加密的可靠性；还会采用哈希算法来生成数据 的唯一标识，便于验证数据的完整性；通过对数据进行分段加密，提高加密的灵活性和效率； 而且会定期更新加密密钥，以应对可能出现的安全风险；此外，在数据传输过程中，采用安全 的通信协议来强化数据加密的效果。这些方法相互协同，共同为桥梁健康监测系统的数据构建 起坚固的安全防护屏障，让数据始终处于高度保密的状态。如图示意， 协议文档为对传输过程 中数据加密。

(3) 审计日志(二级功能)

对用户登录退出日志的审计。

数据目录与元数据管理

(1) 数据目录(二级功能)

首先会对各类监测数据进行详细分类，比如按照传感器类型、监测时间、数据性质等进行 细致划分，形成清晰的目录结构；然后会为每个分类设定明确的标识和索引，以便快速准确地 定位和检索数据；在目录中还会包含数据的相关描述信息，如数据来源、采集方式、适用范围 等，帮助使用者更好地理解 and 运用数据；同时，会建立数据更新机制，确保目录中的信息实时 反映数据的最新状态；并且通过有效的存储管理，保证数据目录的稳定与安全；此外，还会定期对数据目录进行审查和优化，根据实际需求和 Usage 情况进行调整和完善，以适应不断变化的 监测工作要求和数据分析需要。通过这些方法的综合运用，使得桥梁健康监测系统的数据目录 科学、有序、高效，为数据的管理和利用提供有力的支撑。如图所示，为分类的部分功能：

设备名称	IP地址	位置	所属设备	设备类型	生产厂商
串口服务器-DAU2	192.168.0.11	桥口	数据采集	工业级	MAC
光电转换器-北碚2号墩位	441	SN:	2024-05-27 20:58:03		
光电转换器-北碚3号墩位					
光电转换器-北碚4号墩位					
光电转换器-北碚5号墩位					
串口服务器-DAU2	194	通信架-主路-墩位10数据	6DN-WSD-05-01	数据采集	4
无线采集仪-DAU2-1	195	通信架-主路-墩位12数据	6DN-WSD-05-02	数据采集	5
无线采集仪-DAU2-2	148	通信架-主路-墩位13数据	6DN-WSD-05-03	数据采集	4
无线采集仪-DAU2-3	147	通信架-主路-墩位14数据	6DN-WSD-05-01	采集	3
无线采集仪-DAU1-1	148	通信架-主路-墩位	6DN-WSD-05-01	采集	2

(2) 元数据管理(二级功能)

通过建立全面的元数据定义体系，明确各种数据元素的含义、属性和关系，为数据管理提供清晰的指导；采用集中式存储方式，将元数据统一存储和管理，便于查询和维护；利用版本控制手段，记录元数据的变更历史，确保可追溯性和稳定性；还会构建关联映射机制，将元数据与实际监测数据紧密关联，保证数据的一致性和准确性；同时，实施严格的权限管理，规定不同用户对元数据的操作权限，保障数据安全；定期对元数据进行审核和更新，以适应系统变化和业务发展需求；并且借助可视化工具，直观展示元数据的结构和关系，方便相关人员理解和使用。通过这些综合的方法，使得桥梁健康监测系统的元数据管理规范、高效，为整个系统的良好运行和数据分析提供坚实基础。

数据生命周期管理

(1) 数据存储管理(二级功能)

首先会根据数据的特点和重要性进行分类存储，比如将实时监测数据与历史数据分开存放；建立数据备份机制，定期对数据进行备份，防止数据丢失；运用数据压缩技术，减少存储空间占用同时不影响数据的可用性；构建数据索引，以便快速检索和访问所需数据；在数据存储过程中，严格保障数据的安全性和完整性，通过加密等手段防止数据被篡改或泄露。通过这些精心设计的方法，能够高效地管理桥梁健康监测系统在整个生命周期中的数据存储，为系统的稳定运行和数据分析提供可靠支持。

(2) 数据归档与删除(二级功能)

对于长期存储的数据，会采用归档策略，确保数据的可查询性和可恢复性；还会设置数据 存储的有效期和清理规则，及时清理过期或不再需要的数据以释放存储空间。

数据集成与互操作性

(1) 数据集成(二级功能)

建立统一的数据接口标准，确保不同数据源的数据能够顺畅接入系统；采用数据清洗技术， 去除数据中的杂质和错误，提高数据质量；通过数据映射机制，将不同来源的数据准确关联和 对应起来；运用数据同步技术，保持系统内数据的实时性和一致性；搭建数据融合平台，将多 源数据进行融合和综合分析；同时，建立数据验证机制，对集成后的数据进行验证和审核，确 保其准确性和可靠性；并且在数据集成过程中注重数据安全和隐私保护，防止数据泄露或被恶 意利用。通过这些全面且精细的方法，实现桥梁健康监测系统中数据的有效集成，为后续的深 入分析和决策提供坚实基础。

(2) 数据转换(二级功能)

据不同数据类型和格式的特点，制定针对性的转换规则和流程；利用专业的数据转换工具 或软件，确保转换的高效性和准确性；对原始数据进行预处理，比如清理无效数据或纠正错误 数据，为转换做好准备；采用映射技术，建立源数据与目标数据之间的对应关系，保证转换的 精确性；在转换过程中，实时监控和校验转换结果，一旦发现异常及时调整和修正；对于复杂 的数据结构，进行逐步拆 解和重组，以适应新的数据格式要求；同时，考虑数据的语义和上 下文，避免转换后数据意义的丢失或扭曲；还会对转换后的数据进行质量评估，确保其满足后 续使用的标准和要求。通过这些精心设计的方法，能够顺利地将桥梁健康监测系统中的 各种数 据进行有效转换，以更好地服务于数据分析和应用。

监测项目选取

本次监测，拟采用轻量化监测方式，根据顺天桥的实际情况，选取桥梁环境风险监测场景、结构风险监测场景，对桥梁长期服役性能进行监测，根据该桥实际情况，监测指标拟定为竖向动位移监测、桥下视频抓拍监测及桥面视频抓拍监测。

(1) 竖向动位移监测

桥梁结构基础的稳定，是确保桥梁安全运营的前提，桥梁的沉降会给桥梁结构造成多方面不利影响。过大沉降会引起桥梁结构产生过大的附加内力、桥梁线形的恶化以及桥梁附属设施（支座、伸缩缝、栏杆等）的损坏。桥梁恒载作用下桥梁线形是桥梁整体安全状态的重要标志。活载作用下，桥梁线性是评价桥梁使用功能和安全性的重要指标之一，是桥梁整体刚度的重要标志。通过对桥梁线形的监测，可以从整体上把握桥梁健康和安全状态。

(2) 桥下视频抓拍监测

顺天桥采用扩大基础，季节水位变化较大，存在较大冲刷风险，为了能够直观了解桥下水流情况，确保桥梁安全稳定运营，需要对桥下水流情况进行跟踪监测。

(3) 桥面视频抓拍监测

为了能够直观了解桥面通行情况，确保桥梁安全稳定运营，需要对桥面通行情况进行跟踪监测。

监测实施方案

拟选取顺天桥全桥作为监测对象。监测指标拟定为竖向动位移监测、桥下视频抓拍监测及桥面视频抓拍监测三个项目。

竖向动位移监测

竖向动位移监测采用光电挠度仪。拟选取各跨跨中断面布设关键监测断面，于每个监测截面一侧布设1个监测点，0#桥台布设1套光电挠度仪，4#桥台布设1个基准监测点；全桥共计5个测点（标靶），1套光电挠度仪。

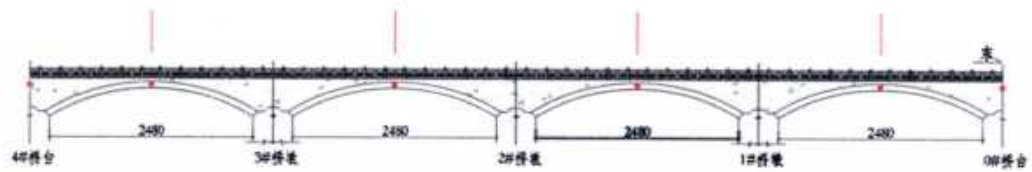


图 7.1.1 竖向动位移监测断面

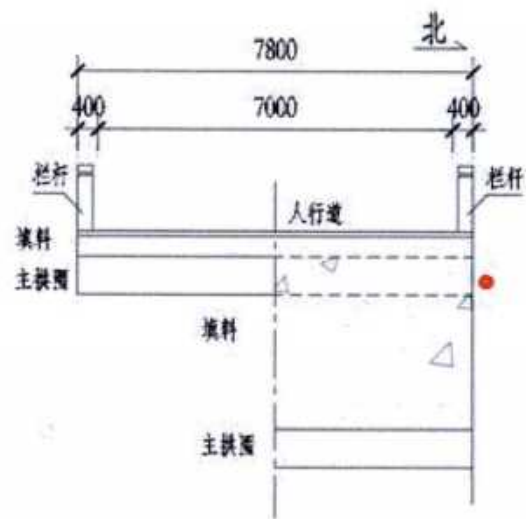


图 7.1.2 竖向动位移监测点布置图

本模块采用基于机器视觉图像原理的光电挠度仪，硬件部分主要包括目标靶（有源双面轴 对称光靶）、镜头、图像传感器、中央处理器以及通讯系统组成。目标靶目标通过图像监测传感器的长焦光学系统成像在摄像头的光敏面上，通过基于嵌入式处理平台的图像处理识别和高精度定位技术，确定像点的精确位置，最后由物像关系确定靶标的空间位置。通过对不同时刻靶标的空间位置比较分析，确定靶标的变形情况，进而获得被测结构的变形参数。另外，数字图像位移监测模块通过亚像素算法，使现场可靠精度能达到 0.5mm。

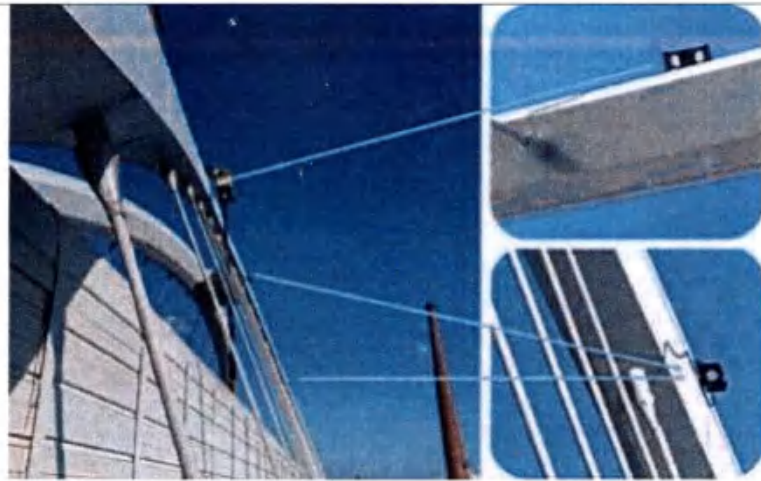


图7.1.3 光电挠度仪

光电挠度仪参数统计表

表 7.1.1

项目	参数
精度 (mm)	0.1mm/100m
测点间距	0.6~200m
监测频率	30Hz
工作温度	-10~60℃
设计寿命	10万小时
振动影响因子	瞬时同步监测状态
自动同步时差	≤1ms
曝光时间	≤1ms

桥下视频抓拍监测

为了能够直观了解桥下水流情况，确保桥梁安全稳定运营，布置视频监控如下：

在桥面东北角和西北角外侧各布置 1 台高清摄像机，1 个摄像机立杆设置，均朝向桥下，进行桥下水流情况监控，全桥共 2 台桥下抓拍高清摄像机，2 个摄像机立杆设置，如图 7.2.1~7.2.2 所示。

本模块所选高清摄像头可在恶劣环境下实时监控桥梁的交通状况，具有环境适应能力强，画质清晰，适用于长期监测的特点。高清摄像机见图7.2.3。

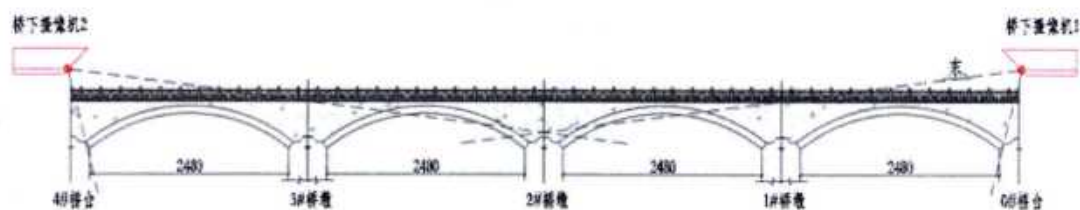


图 7.2.1 主桥梁端纵向位移测点立面布置图

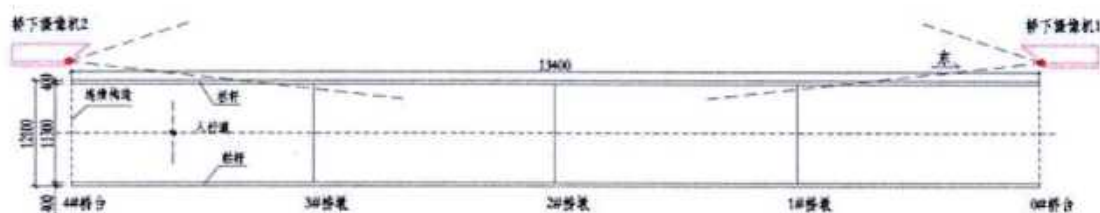


图 7.2.2 主桥梁端纵向位移测点平面布置图

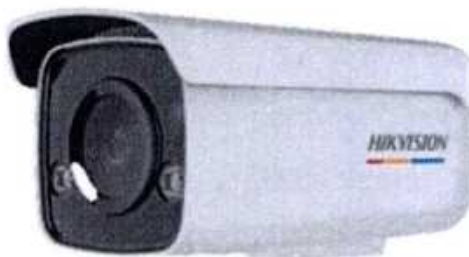


图 7.2.3 高清摄像机

7 桥面视频抓拍监测

为了能够直观了解桥面通行情况,确保桥梁安全稳定运营,布置视频监控如下:
在桥面东北角和西北角外侧各布置 1 台高清摄像机,均朝向桥面,进行桥面车

辆通行情况监控，全桥共 2 台桥面抓拍高清摄像机，结合现场情况，桥面抓拍摄像机与桥下抓拍摄像机同立杆安装，如图 7.3.1~7.3.2 所示。

本模块所选高清摄像头可在恶劣环境下实时监控桥梁的交通状况，具有环境适应能力强，画质清晰，适用于长期监测的特点。高清摄像机同图 7.2.3。



图 7.3.1 主桥梁端纵向位移测点立面布置图

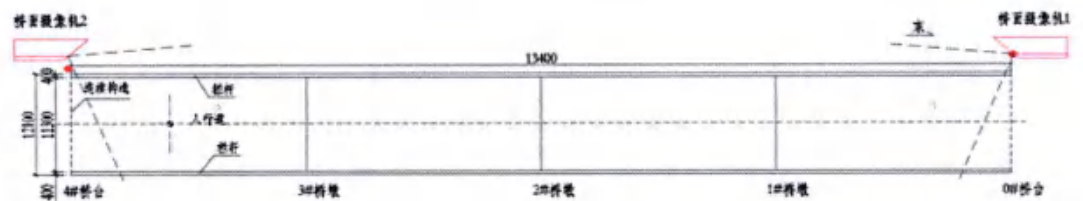


图 7.3.2 主桥梁端纵向位移测点平面布置图

进度计划与保障

施工进度计划

本项目施工工期计划为 30 日历天。项目实施过程中，需要参建各方互相协助，共同努力，方可实现预定的目标，现将总体进度计划列于下表。

施工进度计划表

阶段	主要工作内容	时间
准备阶段	办理占道申请、市电申请（暂定）与上桥、硬件采购	/
安装施工阶段	硬件安装与调试	25 天
	软件部署与调试	2 天
	系统联调联试	3 天

项目实施完成后，将进入为期三个月的试运行阶段，进行系统上线试运行调整与完善。

进度保证措施

为了保证本项目按进度计划竣工，进度计划要编排紧凑尽量满足要求，与软件人员、技术人员、现场人员相互配合，早日使本工程按期竣工。因此，采取以下措施：

(1) 具备科学的管理体系和管理方法；

(2) 安装施工期间，定期召开项目部内部协调会，就施工中的有关开发、技术、质量、安全及材料等各方面的问题进行协调；

(3) 及时妥善处理 and 监督项目实施过程中遇到的突发性事件，避免影响本项目正常进度；

(4) 定期向业主汇报施工进度。

质量保证措施

(1) 本项目严格执行国家技术规范、标准、规程和服务需求及技术要求，按合同规定提交质量合格的成果；

(2) 加强技术管理，认真贯彻各项技术管理制度，落实各级人员岗位责任制，做好技术交底。系统实施过程中要认真检查执行情况，开展全面质量管理活动。做好项目记录，认真进行工程质量检验和评定，做好技术档案管理工作；

(3) 做好培训工作，对各岗位上的各类人员、技术人员做好岗前培训，保证员工素质，从而保证工程质量；

(4) 成立项目监督组由专人监督系统实施的功能完成情况与完成质量。

说明 打“★”号条款为实质性条款，若有任何一条负偏离或不满足则导致投标无效。
打“▲”号条款为重要技术参数，若有部分“▲”条款未响应或不满足，将导致其响应性评审加重扣分，但不作为无效投标条款。