

项目合同编号：2023-5-3

密级：公开

河南省交通运输厅科技项目 合 同 书

项目名称：长大桥梁智能健康监测关键技术研究与应用

承担单位：河南交院工程技术集团有限公司

东北林业大学

河南省交通规划设计研究院股份有限公司

河南交通职业技术学院

项目负责人：刘旭玲

起止年限：2023 年 12 月至 2025 年 12 月

河南省交通运输厅制

一、项目主要研究内容

1、项目的主要目的

本项目针对长大桥梁传统健康监测方式外部荷载作用下的结构动态响应监测数据采集有延时，对数据不能有效分析处理的现状，契合交通基础设施智能化发展需求，结合 5G 网络和物联网技术，开展长大桥梁智能健康监测关键技术与应用研究，构建集传感网络、数据实时采集与分析、建模与结构损伤识别、安全预警、管养决策等为一体的智能化监测体系，开发长大桥梁智能健康监测系统，从而实现长大桥梁健康的实时智能化监测，为我省交通基础设施的运营提供安全保障。

2、主要研究内容

本项目针对长大桥梁传统健康监测方式外部荷载作用下的结构动态响应监测数据采集有延时，对数据不能有效分析处理的现状，契合交通基础设施智能化发展需求，结合 5G 网络和物联网技术，开展长大桥梁智能健康监测关键技术与应用研究，构建集传感网络、数据实时采集与分析、建模与结构损伤识别、安全预警、管养决策等为一体的智能化监测体系，开发长大桥梁智能健康监测系统，从而实现长大桥梁健康的实时智能化监测，为我省交通基础设施的运营提供安全保障。

(1) 基于环境耦合机理建立桥身受力力场耦合数学模型，进行

有限元数值计算并结合试验数据对建立的模型进行修正，采用归一化及矢量合成技术将波动分析的振幅、频率及相位等有量纲的矢量，基于人工智能、模板匹配和点云技术快速构建桥梁数字孪生几何模型，实现对仿真监测数据分析、对比。

(2) 针对挠性结构在外界扰动或激励下的动态响应监测难题，提出基于微波感知的非接触式振动测量技术与方法，建立微动目标定位与信息反演、杂波干扰抑制及多特征融合的机器学习模型构建等关键算法，得到基于微波监测大数据的时空性能演变模型，形成桥梁健康精准诊断能力。

(3) 采用 GNSS 和光电挠度仪采集动位移加速度和动态宏应变数据，并利用功率谱法、小波变换等技术对采集的原始数据进行降噪处理。通过频域峰值法和时域随机子空间法，得到桥梁模态参数，根据模态参数的变化，识别桥梁损伤。

(4) 开展长大桥梁结构（模型）在动载激励作用下的动态响应监测实验研究，并结合不同工况对结构的振动响应测量结果进行详细分析，实现对长大桥梁全寿命周期状态智能健康连续监测的目的。

(5) 针对试验检测数据的真实性、安全性、可溯源性和桥梁安全预警等问题，开发基于 5G 数据传输和物联网的长大桥梁安全监测平台。

3、项目研究创新点

(1) 针对挠性结构在外界扰动或激励下的动态响应监测难题，提出基于微波感知的非接触式振动测量技术与方法，实现模态分析到振动分析转变，解决长大桥梁负载情况下挠度监测难的问题。

(2) 针对桥梁微动监测过程弱信号的解析难题，建立微动目标定位与信息反演、杂波干扰抑制及多特征融合的机器学习模型构建等关键算法，以变革性思维解决桥梁微动监测的难题与挑战。

(3) 针对桥梁健康的精确诊断与预测难题，提出基于长标距应变计动态宏应变应变模态参数识别方法，对桥梁结构有限元模型关键参数进行修正，实现对长大桥梁损伤定位、损伤程度判别和健康程度评估。

4、项目研究的重点和难点问题

(1) 针对桥梁常态工况下的仿真模型搭建，包括温度、湿度、风力作用、降雨影响以及不同车辆行驶过程中带来的振动与噪声影响。

(2) 桥梁结构局部损伤识别的研究模型搭建，基于波动理论分析振动的频率、振幅及相位三瞬参数的变化来判断结构完整性。通过矢量合成技术把波动分析的振幅、频率及相位等有量纲的矢量转换为无量纲的振型，实现振动分析到模态分析的转变。

(3) 选择相应的传感器准确测量外部环境对桥梁的影响，并与仿真分析结果结合建立对应的分析系统与耦合模型。

5、本项目的依托工程应用情况

本课题研究成果依托于郑辉高速郑州至新乡段项目、安新高速鹤壁至新乡段项目、沿大别山高速公路明港至鸡公山段九里特大桥、八里营大桥。郑辉高速郑州至新乡段项目全线设特大桥 3 座，大中桥 58 座，互通立交 10 处，其中枢纽互通 3 处；安新高速鹤壁至新乡段项目，全线设特大桥 2 座，大中桥 54 座，枢纽互通 2 处，服务型互通 5 处；九里特大桥起讫桩号 K91+957.5-K93+965.5，全长 2.008Km，共 16 联（50×40m），桥梁宽度为 26m；八里营大桥桥梁位于新乡市卫滨区，为设计速度 60 公里/小时的一级公路，桥面总宽 14 米，桥面净宽 13 米，车行道宽(米)：10.00；双向两车道。本成果拟推广应用于桥梁损伤识别，桥梁结构安全开展验证监测，达到长大桥梁全寿命周期状态智能健康连续监测的目的，应用目的鲜明。

二、项目的考核指标

1、主要技术指标

- (1) 提交研究报告 1 份；
- (2) 公开发表学术论文 5 篇，其中 SCI 或 EI 检索论文不少于 2 篇；
- (3) 授权专利 5 项，其中发明专利不少于 3 项；
- (4) 登记软件著作权 4 项。

2、主要经济指标

(1) 市场规模

本项目技术难度大，高新技术集成多，对促进国家及地方的相关产业发展具有明显的效应，且课题研究技术符合国家相关行业规划和产业技术政策，技术含量高，应用场景明确，市场体量大。

(2) 经济效益

本项目研发的长大桥梁智能健康监测系统在河南省交通基建质量检测的应用能大幅度减少大量的劳务投入和管理费用，能实现检测过程全程在线检测和后期数据溯源，对比现有常规技术可降低成本近 60%，该项技术一经实施质量检测成本将至少降低 40%以上，相关技术成果将转化为产品投入市场，预计实现产值 4000 万元/年。同时由于检测时间大大缩短，不需要封道，产生的间接经济效益更大。

(3) 社会效益

长大桥梁智能健康监测成套技术，符合国家相关行业规划和产业技术政策，技术含量高，大幅提升了桥梁健康监测的实时性、准确性与连续性，为长大桥梁维养提供更加科学的数据支撑，对提升桥梁耐久性与使用寿命具有重要意义。而且，该项目的实施对桥梁等基础设施设施突发事件和自然灾害抢险有特殊意义，有利于保障人民群众的生命和财产安全，具有较好的应用前景、产生较好的应用及社会效益。

3、提交的成果及形式

(1) 提交研究报告 1 份；

(2) 公开发表学术论文 5 篇，其中 SCI 或 EI 检索论文不少于 2 篇；

(3) 授权专利 5 项，其中发明专利不少于 3 项；

(4) 登记软件著作权 4 项。

4、成果转化方案

本项目研究成果将形成一整套的桥梁监控数据采集、数据传输、数据分析与处理、桥梁监测与评估及成果发布的智能平台。包括基于波动理论的桥梁智能监控方法软件系统、基于波动理论的桥梁智能监控方法硬件系统、基于振动特性的桥梁监测评估系统、基于波动理论的桥梁智能监控方法分析平台系统及基于波动理论的桥梁智能监控方法实际分析、处理、数据存储云平台等完善的桥梁智能监控技术支持。

目前该系统在郑州已安装有传统健康监控系统的黄河特大桥上示范应用，应用效果良好。

本项目研究的微波微动智能感知与桥梁安全监测融合应用技术能更好的解决传统检测中存在的问题及不足，结合区块链等数字化技术，确保现场管理数据的真实性，有效落实主体责任，提升检测单位对道路作业过程的掌控能力。本项目的技术成果解决了现有高架道路及大跨度桥梁监测的稳定性和可靠性全天候无线安全监测问题，具有很高的推广价值。

5、其他考核指标（填写人员培养、宣传报导指标等）。

无。

三、项目的进度计划及季度目标

年度	项目的年度计划及季度目标
2023 年	进一步进行市场调研，完成总体方案初步设计工作。
2024 年	1 月~4 月，桥梁仿真初步设计、受力分析及结构优化；桥梁结构监测系统初步设计及理论与仿真分析；解决研制中的关键技术问题，组织专家评审。 5 月~8 月，根据专家意见完善仿真，同时对关键部件再次进行分析与仿真，并进行局部的模型验证；确定进度计划；遴选加工协作单位。 9 月~12 月，加工协作单位进行实体模型部分加工；研发人员进行不确定度分析与研究，申报发明专利 3 项，撰写研究论文，公开发表学术论文 5 篇，其中 SCI 或 EI 检索论文不少于 2 篇。
2025 年	1 月~3 月，将研究成果应用于依托工程，申报专利 2 项。 4 月~8 月，继续前期工作，完成技术报告撰写工作。 9 月~12 月，成果汇总，编制成果文件，项目结题。

四、本项目科技成果及其形成的知识产权的归属与保护

本项目科技成果及其形成的知识产权，其归属、管理和使用按照交通运输部《交通运输行业知识产权管理办法》（交科技发[2010]78号）的有关规定执行。

五、项目承担单位、主要研究人员

项目承担单位							
1、河南交院工程技术集团有限公司 2、东北林业大学 3、河南省交通规划设计研究院股份有限公司 4、河南交通职业技术学院							
	姓名	性别	出生年月	工作单位	职称/职务	专业	签名
负责人	刘旭玲	女	1981.12	河南交院工程技术集团有限公司	副教授	机械工程	刘旭玲
	赵永伟	男	1976.02	河南交投郑辉高速公路有限公司	正高级工程师	道路与桥梁工程	赵永伟
	魏宝军	男	1980.06	河南交投大别山明鸡高速公路有限公司	高级工程师	道路与桥梁工程	魏宝军
主要研究人员	华海涛	男	1974.04	新乡市公路事业发展中心	高级工程师	道路与桥梁工程	华海涛
	李骁驰	男	1991.01	河南交投郑辉高速公路有限公司	高级工程师	交通信息工程	李骁驰
	朱晶波	男	1974.02	河南交投大别山明鸡高速公路有限公司	高级工程师	道路与桥梁工程	朱晶波
	赵德强	男	1981.02	河南交投郑辉高速公路有限公司	高级工程师	道路与桥梁工程	赵德强
	张继承	男	1976.01	新乡市公路事业发展中心	正高级工程师	道路与桥梁工程	张继承
	严政	男	1974.04	河南省公路工程局集团有限公司	高级工程师	道路与桥梁工程	严政
	陈永亮	男	1986.12	河南交投郑辉高速公路有限公司	工程师	道路与桥梁工程	陈永亮
	李斐然	男	1983.03	河南省交通规划设计研究院股份有限公司	正高级工程师	桥梁与隧道工程	李斐然

	邵景干	男	1970.08	河南交院工程技术集团有限公司	教授级高级工程师	道路与铁道工程	邵景干
	胡超峰	男	1980.09	河南交投大别山明鸡高速公路有限公司	高级工程师	道路与桥梁工程	胡超峰
	孙全胜	男	1968.10	东北林业大学	教授	桥梁工程	孙全胜
	尚廷东	男	1965.07	郑州东辰科技有限公司	高级工程师	自动控制	尚廷东

注：负责人原则不超过 3 人；主要研究人员原则不超过 12 人。

六、项目经费

河南省交通运输厅科技计划项目预算表

金额单位：万元

科目	合计	厅补经费	自筹经费
一、经费来源	300	150	150
1. 厅补经费	150	150	/
2. 自筹经费	150	/	150
其中：其他财政拨款	0	/	
单位自筹	150	/	150
其他（注明来源）	0	/	0
二、经费支出	300	150	150
（一）直接费用	270	150	120
1. 设备费	30	20	10
2. 业务费	215	130	85
3. 劳务费	25	0	25
（二）间接费用	30	0	30
1. 管理费	10	0	10
2. 绩效支出	20	0	20

注：①本预算表不留空白，如无该部分费用，填入“0”；

②预算编制按照《关于进一步深化省级财政科研经费管理改革优化科研生态环境的若干意见》（豫财科〔2021〕57号）要求。

本项目总经费 300 万元，其中厅补经费 150 万元，自筹经费 150 万元。签订合同后拨付第一批厅补经费 45 万元，剩余厅补经费根据项目进展情况拨付。

七、签订各方意见

甲方：河南省交通运输厅

负责人：(签字) 陈东

联系人：(签字) 杜玉良

电 话： 0371-87166537



乙方 1：河南交院工程技术集团有限公司

单位负责人：(签字) 杨明

财务负责人：(签字) 程永

联系人：(签字) 孟莹莹

电 话： 0371-60868188



开户银行：建设银行郑州未来路支行

帐号：41001522909052500241

乙方 2：东北林业大学

单位负责人：(签字) 孙永

财务负责人：(签字) 孙永

联系人：(签字) 孙永

电 话：



开户银行：

帐号：

乙方3：河南省交通规划设计研究院股份有限公司

单位负责人：（签字）



2023年12月17日

财务负责人：（签字）

林明

（公章）

联系人：（签字）

袁波

电 话：

开户银行：

帐号：

乙方4：河南交通职业技术学院

单位负责人：（签字）



2023年12月18日

财务负责人：（签字）

赵青

联系人：（签字）

王占平



电 话：

开户银行：

帐号：

八、共同条款：

签约各方共同遵守河南省交通运输厅科技项目管理办法。

1. 项目执行过程中，乙方如需调整任务，应根据相关管理办法中有关规定，向甲方提出变更内容及说明的申请报告，经甲方审定批准后实施。未接到正式批准书以前，双方须按原合同履行，否则后果由自行调整的一方负责。

2. 乙方因某种原因（如：与合同约定研究内容有出入、挪用经费、技术措施或实施条件不落实等）致使项目无法执行而要求中止任务，甲方可根据调查结果中止研究任务，停止拨款并收回已拨付经费，对情节严重的项目负责人加罚3年不得承担研究项目的处分，或依法移交有关部门处理。

3. 甲方根据科技经费的财务管理制度规定，监督经费的使用情况。

4. 项目执行过程中，甲方提出变更合同有关内容时，要与乙方协商达成书面协议。

5. 合同签订各方均负有相应的责任。若有争议或纠纷时，按河南省交通运输厅科技项目有关管理办法有关条款处理。

6. 合同正式文本甲方和乙方各存一份，保证方存一份。

信 息 表

合同编号		2023-5-3									
项目名称		长大桥梁智能健康监测关键技术研究与应用									
密 级		(4) 1. 绝密 2. 机密 3. 参加单位总数 秘密 4. 公开							4 个		
第一 承担 单位	单位名称	河南交院工程技术集团有限公司									
	所在地	郑 州 市 (区)						代 码		410100	
	通讯地址	河南省郑州市郑东新区通惠路 259 号						邮 编		450000	
	单位性质	(3) 1. 大专院校 2. 科研院所 3. 企业 4. 其它						代 码			
	合同保证方		河南交通职业技术学院				代 码				
承担 单位	序号	单 位 名 称									
	1	河南交院工程技术集团有限公司									
	2	东北林业大学									
	3	河南省交通规划设计研究院股份有限公司									
	4	河南交通职业技术学院									
项目负责人		姓 名	刘旭玲		性 别 (2) 1. 男 2. 女		出生年份		1981 年		
		学 历	(1) 1. 研究生 2. 大学 3. 大专 4. 中专 5. 其它								
		职 称	(2) 1. 高级 2. 中级 3. 初级 4. 其它								
		联系电话	18738961577			电子邮箱		liuxuling@zzuli.edu.cn			
项目联系人		姓名	黄运军			性 别		男			
		联系电话	0371-60868177 15290848560			电子邮箱		123017660@qq.com			
项目组人数		15	高级	14	中级	1	初级	0	其它	0	
起始时间		2023 年 12 月				终止时间		2025 年 12 月			
项目活动类型		(2) 1. 基础研究 2. 应用研究 3. 研究与开发 4. 产业化开发 5. 其它									
项目技术来源		(3) 1. 国内技术 2. 国外技术 3. 本单位自主开发									
主要研究内容 (100 字以内)		围绕我省长大桥梁传统健康监测方式精度低、难实时的问题，结合交通基础设施智能化发展需求，开展基于数字孪生的车桥耦合模型构建、桥梁健康智能感知、桥梁损伤识别、桥梁结构安全预警技术与性能评估等技术研究，提升我省桥梁健康监测智能化水平，为我省长大桥梁运行提供安全保障。									
预期成果形式		(6、7) 1. 新技术 2. 新工艺 3. 新产品 (含计算机软件) 4. 新材料 5. 新装备 6. 论文论著 7. 研究 (咨询) 报告 8. 标准与规范 9. 其它									
预期取得专利		(2) 1. 国外发明专利 2. 国内发明专利 3. 其它									
经费投入		总经费			300 万元		拨 款		150 万元		

信息表填表说明

1. 带（ ）的条目，根据条目后所列选项，请在“（ ）”内填写相应的数字即可。

2. 第一承担单位：指项目合同乙方排名第一的单位。项目承担单位所在地：所在地只填到所在省辖市。

3. 第一承担单位性质，按所列数字选填。

4. 参加单位总数：包括第一承担单位、承担单位在内的单位总数。

5. 承担单位名称：按公章的详细名称填写。地址应详细到县（区）、街（路）、门牌号。

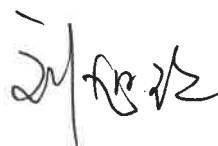
6. 项目负责人：按项目合同第一负责人填写。

7. 项目组人数：包括项目负责人在内的参加该项目研究工作的所有人员。

承诺书

我与课题组成员将恪守科学道德准则，遵守科研活动规范，践行科研诚信要求，按照科研项目合同书开展研究工作，不抄袭、剽窃他人科研成果或者伪造、篡改研究数据、研究结论，承诺项目经费全部用于与本项目研究工作相关的支出，不截留、挪用、侵占和虚假套取，不用于与研究无关的支出。如产生争议，将积极配合调查处理工作。

项目负责人：（签字）



2023年12月18日

我单位将严格遵守科研项目及经费管理等各项规定，切实保证工作时间，按计划及进度认真开展研究工作。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。

项目承担单位：（公章）



2023年12月18日