

项目合同编号：25-27K

陕西省交通运输厅 2025 年度交通科研项目

合 同 书

项目名称：桥梁病害智能快速检测关键技术及装备研究

承担单位：长安大学

项目负责人：曹学鹏

通讯邮编、地址：710064/陕西省西安市雁塔区南二环路中段

传真、电话：02982334487

起止年限：2026 年 3 月至 2028 年 3 月

陕西省交通运输厅制



一、项目主要研究内容

1. 主要研究内容

(1) 智能化车载桥梁病害检测移动平台开发。开发车载式智能化桥梁病害检测移动平台，实现恶劣环境和光照不良条件下高质量图像采集；提出桥梁底面连续不间断的稳定图像采集技术，保证高清相机对桥底全覆盖拍摄，实现桥梁底面图像的高效、稳定、全自动获取。

(2) 多尺度桥梁病害高精度快速检测关键技术研究。提出基于图像补偿预处理方法，研究桥梁病害识别的深度学习算法框架，实现桥梁多病害的高精度快速目标检测，研究基于桥梁局部场景构建的病害形态特征重构方法，探讨不同尺度病害的特征量化及参数提取方法。

(3) 桥梁病害智能检测集成系统开发。开发混凝土桥梁病害智能检测系统，进行智能检测系统的部署与优化，研究智能检测系统的云端和边缘计算部署方式，通过轻量化计算提高系统处理能力和数据管理效率，实现桥梁病害智能化快速检测，为工程应用提供强力支撑。

2. 技术关键

(1) 高清图像自动化采集技术。高清病害图像是病害识别和定位的前提和重要保障，而自动化采集测试保证桥梁检测效率的关键一环。鉴于桥底光线弱、病害区域背景复杂、相机搭载平台易受风载等的影响，如何通过对现有桥梁检测车的升级改造，搭载具备智能调节能力的车载检测平台，实现图像的高清自动化采集是智能化车载桥梁病害检测中的关键技术之一。

(2) 多尺度桥梁病害检测算法。桥底检测环境差，采集图像存在噪声；桥底背景复杂，病害特征不明显；环境光照不匀，图像明暗分布不均匀；梁病害特征尺度差异大。如何综合考虑以上不利因素影响，并通过图像补偿和预处理提高图像质量，实现桥梁多尺度、全类型病害的精确分类、识别、定位和特征重构，保证检测的有效性和准确性是桥梁病害智能检测的另一关键技术。

3. 依托工程（依托工作）

3.1 主要技术难点和问题

(1) 智能化车载桥梁病害检测平台开发中的难点包括：1) 桥梁底面存在多种不规则结构，导致车辆在移动过程中难以实现对整个底面的全面覆盖；2) 光照不良条件下如何保证亮度、光线均匀的图像质量，需研发智能光照调节系统。3) 在车载平台移动采集中，需解决精准路径规划和稳定移动控制的问题，确保图像采集的连续性和稳定性。



(2) 桥梁病害高精度快速检测中的技术难点包括：1) 不同病害的特征尺度差别大，检测技术流程复杂；2) 采集图像数据量大，数据传输及病害检测速度不匹配；3) 桥底面背景复杂，病害特征不明显；4) 采集平台运动不稳定，造成采集图像失焦或拖尾。

(3) 混凝土桥梁智能检测软硬件集成中的技术难点包括：1) 硬件平台与智能算法的高效集成；(2) 应对复杂环境下的大数据处理如何保证系统的响应速度和准确性；3) 解决多传感器的数据融合与实时控制，确保在动态检测过程中数据的稳定获取和处理。

3.2 依托工程

依托山阳互通主线特大桥为测试场地，在合作单位陕西高速公路工程试验检测有限公司协作下开展系统的现场综合测试，验证研究成果在实际工程环境中的适用性和可靠性。

K1527+260 山阳互通主线特大桥位于商漫高速，桥梁中心桩号为 K1527+260，建成通车时间为 2009 年，桥梁全长为 1000 米。上部结构采用 (4×20+4×20+4×20)m 预应力混凝土简支空心板+(2×30)m 预应力混凝土装配式小箱梁+(6×20)m 预应力混凝土简支空心板+(2×30)m 预应力混凝土装配式小箱梁+(4×20+4×20+4×20)m 预应力混凝土简支空心板+(2×30)m 预应力混凝土装配式小箱梁+(2×20+4×20+5×20)m 预应力混凝土简支空心板。

利用该桥 1000 米长的结构特点，测试移动平台在大跨度连续作业下的稳定性和可靠性。选择具有代表性的桥跨，在不同时段进行桥底图像采集测试，验证系统在不同光照条件下的适应性。通过与传统人工检测结果对比，分析智能检测系统在裂缝识别、病害定位方面的准确率和效率。



二、考核指标

1. 预期目标

(1) 开发一套车载式桥梁病害检测移动平台，为桥梁底面高清数字化图像的全自动化快速采集提供装备支撑，填补国内技术空白；

(2) 开发快速桥梁病害识别算法，实现对混凝土桥梁桥底裂缝等典型病害的高精度自动检测、分类、定位与特征提取，保证检测效率与精度；

(3) 搭建桥梁病害数智化检测系统，建立桥梁病害数据库，为桥梁健康评估和安全运维提供依据。

2. 主要技术经济指标（具体的技术经济参数）

(1)检测效率指标：比现有人工检测方式的速度提高 50%以上。

(2)识别精度指标：主要桥梁表观病害的识别准确率达 90%以上。

3. 经济和社会效益

本项目的研究和应用，将为桥梁病害的快速、高效检测提供一套科学、有效的技术方案，显著提升我省乃至全国范围内桥梁的日常检测和维护质量，降低维护成本，为桥梁的安全使用和通行能力提供技术支持。

智能化桥梁检测系统显著提高了检测的效率和精度，能够在短时间内完成大范围桥梁的病害检测，并及时发现潜在隐患。随着该技术的成熟和应用场景的增多，预计其市场需求将大幅增长，尤其是在桥梁密集的地区，如城市高架桥、公路桥和铁路桥等。这一技术将逐步取代传统的人工检测方法，成为桥梁健康监测的主流手段。此外项目的产业化可行性强。该系统所需的硬件设备如传感器、相机及移动平台等，已在市场上成熟应用，并且随着技术的不断进步，其成本将逐步降低。同时，智能算法和数据处理技术的快速发展，为系统的软件部分提供了有力的支持。随着物联网技术和 5G 网络的普及，系统的远程监控和数据实时传输功能将进一步增强，为大规模推广应用奠定基础。

4. 成果提供形式

(1) 研制车载式桥梁病害检测移动平台 1 套；

(2) 开发基于深度学习的桥梁病害识别算法，识别精度达到 90%以上；

(3) 开发智能化桥梁检测软件系统 1 套；

(4) 在国内外学术期刊公开发表高质量论文 3-5 篇；

(5) 申请国家专利 3-5 项、软件著作权 2-3 项；

(6) 形成项目科技报告报告 1 份并编制检测移动平台操作手册 1 份。



5. 其他考核指标

- (1) 开展媒体宣传报道不少于 3 次；
- (2) 开展技术交流不少于 1 次。



三、项目年度计划内容及考核目标

年度	计划内容及考核目标（每栏限 125 字）
2026.03-2026.06	1.智能化检测平台结构方案设计； 2.高清图像采集关键技术分析； 3.发表学术论文 1 篇，申请专利 1 项。
2026.07-2026.09	1.图像补偿的预处理方法； 2.发表学术论文 1 篇，申请软件著作权 1 项。
2026.10-2026.12	1.智能化检测平台制作； 2.桥梁病害信息采集； 3.发表学术论文 1 篇，申请专利 1 项。
2027.01-2027.03	1.基于深度学习的桥梁病害识别模型研究； 2.发表申请专利 1 项，软件著作权 1 项。
2027.01-2027.09	1.智能化检测平台试验验证； 2.发表学术论文 1 篇。
2027.01-2027.09	1.基于深度学习的桥梁病害识别与病害参数的提取； 2.发表学术论文 1 篇。
2027.10-2027.12	1.桥梁智能检测集成系统的开发； 4.申请专利 1 项，软件著作权 1 项。
2028.01-2027.03	1.整理项目研究报告，项目组研究讨论、定稿； 2.召开项目验收会议。



四、项目经费

项目总经费：	39.78	万元
交通运输厅补助：	19.78	万元
自筹资金：	0	万元
工程配套研究经费：	20	万元

经费支出预算表

科 目	总经费 (单位：万元)	厅补经费 (单位：万元)
(一) 直接费用	30.5	13.5
1.设备费	6	/
(1) 购置设备费	/	/
(2) 试制设备费	/	/
(3) 设备改造与租赁费	6	/
2.业务费	18	9
(4) 材料支出	3	3
(5) 测试化验实验加工支出	/	/
(6) 燃料及动力支出	/	/
(7) 差旅支出	4	1
(8) 会议支出	2	2
(9) 国际合作与交流支出	/	/
(10) 出版/文献/信息传播/知识产权事务/ 印刷支出	5.5	3
(11) 其他支出	3.5	/
3.劳务费	6.5	4.5
(12) 劳务性支出	6.5	4.5
(13) 咨询专家支出	/	/
(二) 间接费用	9.28	6.5
4.管理费	2.88	1.88
5.绩效支出	6.4	4.4
合 计	39.78	19.78

注：预算编制按照《陕西省人民政府办公厅关于改革完善省级财政科研经费管理的实施意见》（陕政办发〔2022〕3号）文件执行。项目验收将组织财务专项验收或审计。可参考《陕西省交通运输厅科研项目经费决算报告参考格式说明》



五、项目绩效目标

一级指标类别	二级指标类别	明细指标	指标值
产出类指标	知识产权	1.专利授权数（项）	4
		（1）授权发明专利	1
		（2）实用新型	3
		（3）外观设计	0
		2.软件著作权授权数（项）	3
		3.发表论文（篇）	4
		（1）其中 SCI 索引收录数	1
		（2）其中 EI 索引收录数	1
		（3）其他	2
		4.著作（部）	0
		5.制订标准数（项）	0
		（1）国际标准	0
		（2）国家标准	0
		（3）行业标准	0
		（4）地方标准	0
		（5）企业标准	0
		（6）科技报告	0
	其他成果	1.填补技术空白数	1
		（1）国际	0
		（2）国家	0
		（3）省级	1
		2.获奖项数	0
		（1）国家奖项	0
		（2）部、省奖项	0
		（3）地市级奖项	0
		3.其他科技成果产出	1
		（1）新工艺（或新方法模式）	0
		（2）新产品（含农业新品种）	0
		（3）新材料	0
		（4）新装备（装置）	1
		（5）平台/基地/示范点	0
		（6）中试线	0
		（7）生产线	0



一级指标类别	二级指标类别	明细指标	指标值
产出类指标	其他成果	4.研究开发情况	
		(1) 小试	否
		(2) 中试（样品样机）	否
		(3) 小批量	否
		(4) 规模化生产	否
	人才引育	1.引进高层次人才	
		(1) 博士、博士后	否
		(2) 硕士	否
		2.培养高层次人才	
		(1) 博士、博士后	1
		(2) 硕士	4
		3.培训从事技术创新服务人员（人次）	0
		4.是否设立科研助理岗位	否
	产业化情况	1.开放共享仪器设备数（台/套/只等）	0
		2.科研仪器设备利用率（%）	0
		3.孵化科技型企业（个）	0
		4.转化科技成果（个）	0
效果类指标	经济效益	1.新增产值（万元）	0
		2.新增销售（万元）	0
		3.新增出口创汇（万美元）	0
		4.新增利润（万元）	0
	社会效益	1.新增税收（万元）	0
		2.新增就业人数	0
		3.就业培训（人次）	0
		4.带动农民增收（万元）	0
		5.培训和指导科技服务（人次）	1
		6.新增产业带动情况	/
		7.技术集成示范（项）	0
		8.建立示范基地（亩数）	0
		9.节约资源能源	/
		10.环保效益	/
其他需要说明的情况	无		



六、承担单位或研究人员分工

本项目依托单位长安大学负责车载式混凝土桥梁底病害检测平台硬件开发、梁底病害快速检测关键技术和梁底智能检测集成系统的开发;合作单位陕西高速公路工程试验检测有限公司负责试验路现场管控和组织协调工作,辅助完成数据采集和试验验证工作。

(1) 项目负责人

曹学鹏, 1982 年 8 月生, 山西临县人, 长安大学教授, 博士生导师, 机电液一体化研究所所长。主要从事机电液一体化理论及应用、工程机械机电液融合系统及技术研究、环境适应性液压元件的分析与优化等研究。主持完成“十三五”装备预研项目、国家“863 计划”子课题、国家自然科学基金、陕西省交通厅科研项目等 10 多项纵向项目, 参与国家“863”计划、国家重点研发计划等项目和企业横向课题 20 多项。已发表学术论文 70 余篇, 其中 SCI/EI 检索 20 多篇, 已获国家专利 60 多项, 其中授权发明专利 17 项。本项目中负责项目总体和统筹。

(2) 参与单位负责人

任晓辉, 男, 中共党员, 硕士研究生学历, 桥梁工程专业高级工程师, 交通运输部注册桥梁隧道工程专业试验检测师, 陕西省公路水运资质评审专家, 现任陕西高速公路工程试验检测有限公司总经理助理、陕西高速星展科技有限公司董事长, 从事桥梁检测事业 18 年, 主持完成了省内外 1000 余座桥梁的荷载试验、交竣工验收检测工作, 完成每年度数千座桥梁的定期检查及技术状况评定工作, 近 5 年桥梁检测项目累计产值超过 1.3 亿元。另外, 为各建设、运营管养单位的桥梁工程师业务培训授课 30 余次, 参与科研项目 5 项, 参与完成地方标准 1 项, 在各类期刊公开发表论文 6 篇, 其中 1 篇被 EI 检索, 并获得 3 项发明专利。

(3) 团队人员

本项目团队由长安大学、陕西高速公路工程试验检测有限公司等 15 名专业技术人员组成, 汇聚了工程机械、机械电子工程、桥梁与隧道工程、公路工程等多个专业方向的科研与技术骨干, 其中包括正高级职称 3 人、副高级职称 3 人、中级职称 3 人、初级职称 1 人, 团队成员结构合理、专业互补、经验丰富。



七、项目参加人员表

项目承担单位：长安大学							
参与单位（排序）：陕西高速公路工程试验检测有限公司							
项目负责人							
序号	姓 名	出生年月	工作单位	职称/职务	专 业	在项目中担任具体工作	签名
1	曹学鹏	1982.08	长安大学	教授/所长	机械电子工程	项目负责人	曹学鹏
主要研究人员							
2	任晓辉	1984.4	陕西高速公路工程试验检测有限公司	高级工程师	桥梁与隧道工程	桥梁病害检测指导	任晓辉
3	曹蕾蕾	1983.02	长安大学	教授/副主任	机械设计及理论	桥梁病害检测算法	曹蕾蕾
4	叶敏	1978.05	长安大学	教授/院长	机械工程	项目筹划与指导	叶敏
5	赵睿英	1985.12	长安大学	副教授	机械电子工程	桥梁检测试验实施	赵睿英
6	王海英	1971.08	长安大学	副教授	机械设计及理论	病害检测系统构建	王海英
7	任江卓	1992.06	长安大学	讲师	机械工程	桥底补光系统设计	任江卓
8	朱文锋	1988.09	长安大学	讲师	机械电子工程	病害检测装置设计	朱文锋
9	刘卫刚	1991.08	陕西高速公路工程试验检测有限公司	工程师	公路工程	桥梁检测测试实施	刘卫刚
10	戚伟	1991.01	陕西高速公路工程试验检测有限公司	助理工程师	道路桥梁与渡河工程	桥梁检测现场协调	戚伟
11	禹帅	2001.09	长安大学	无	机械电子工程	病害检测算法设计	禹帅
12	葛天烨	2000.10	长安大学	无	机械电子工程	补光装置开发	葛天烨
13	龚博一	2001.10	长安大学	无	机械电子工程	无人机轨迹规划	龚博一
14	邓盛林	2001.12	长安大学	无	机械设计及理论	检测装置结构设计及分析	邓盛林
15	钟经莹	2003.04	长安大学	无	机械电子工程	病害检测算法设计	钟经莹



八、信息表

项目合同编号	25-27K	密级	C	A: 机密 B: 秘密 C: 内部						
项目名称	桥梁病害智能快速检测关键技术及装备研究									
项目实施所在地	陕西西安	起止年限	2026 年 3 月至 2028 年 3 月							
总 经 费	39.78 万元	厅 拨	19.78 万元							
第一承担单位	单位名称	长安大学								
	所在地	陕 西 省（区、市）						代码	10710	
	通讯地址	西安市南二环中段						邮编	710064	
	单位性质	(2) 1.大专院校 2.科研院所 3.企业 4.其他						代码		
参与单位	序号	单 位 名 称								
	1	长安大学								
	2	陕西高速公路工程试验检测有限公司								
项目负责人	姓 名	曹学鹏	性别 (1) 1.男 2.女			出生年份	1982			
	学 历	(1) 1.研究生 2.大学 3.大专 4.中专 5.其它								
	职 称	(1) 1.高级 2.中级 3.初级 4.其它								
	联系电话	15991942165 /02982334592			电子邮箱	caoxp2011@163.com				
项目联系人	姓名	曹蕾蕾			性别	女				
	联系电话	13909114589 /02982334592			电子邮箱	caoleilei@chd.edu.cn				
项目组人数	15	高级	6	中级	3	初级	1	其他	5	
主要研究内容 (100 字以内)	开展桥梁病害智能快速检测关键技术及装备研究, 研制智能化车载桥梁病害检测移动平台, 研究多尺度桥梁病害高精度快速检测关键技术, 开发桥梁病害智能检测集成系统, 实现桥梁病害智能快速检测, 为实际应用提供支撑。									
成果属性	A、F	A: 新技术 B: 新工艺 C: 新材料 D: 新产品 E: 软科学 F: 装备 G: 其他								
成果形式	A、B	A: 专著、论文 B: 样机、样品 C: 试验工程、产品 D: 示范工程 E: 产品 F: 其他								



九、共同条款

合同各方应共同遵守《陕西省交通运输厅科研项目管理办法》。

1.合同执行过程中，乙方如需修改合同某项条款，应向甲方提出变更内容及理由的申请报告，经甲方审核同意后实施。未接到正式批准以前，双方仍须按原合同条款履行，否则后果由自行修改条款的一方负责。

2.乙方因任何主观或客观原因（如：与大纲评审内容有出入，挪用经费、技术措施或某种条件不落实等）致使计划无法执行而要求解除合同的，需取得甲方书面同意且应视不同情况，部分或全部退还所拨经费；出现上述情况的，甲方有权单方解除本合同且视不同情况要求乙方部分或全部退还所拨经费。

3.乙方的厅补助经费及自筹经费应按国省有关科研经费使用范围开支。

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.项目完成后，乙方必须按要求向甲方提交一套真实、完整、详细的技术资料及样机，并提出项目验收申请报告，由甲方审查后组织验收。

6.合同正本一式八份，甲方单位伍份，承担单位三份。

7.本合同经双方签章后生效，规定内容执行完毕后自然失效。



十、合同签约各方

合同甲方：

负责人：（签字）

联系人：（签字）

电 话：029-88869067



合同乙方：

单位负责人：（签字）

项目负责人：（签字）

电 话：029-61105066



2026年 03月 24日

财务负责人：（签字） 师艺宸

账 户 名：长安大学

开户银行：中国银行西安翠华路支行

账 号：102007335073

长 安 大 学
102007335073
中国银行西安翠华路支行

