

陕西省科学技术奖提名公示

(2025年度)

一、项目基本情况

项目名称	公路低空快速自主巡检与路面病害三维精细化检测技术及应用
主要完成人	成高立，夏晓华，薛成，段建先，霍少波，王向前，王立路，马荣贵，张建利，赵阳
主要完成单位	陕西高速机械化工程有限公司，长安大学，中交第二公路工程局有限公司，中交二公局工程检测技术有限公司

二、提名意见（适用于部门、机构提名）

提 名 者	陕西省公路学会	提名等级	☐ 一等奖 ☒ 二等奖 ☐ 三等奖
提名意见： 项目面向国家交通强国建设、可持续发展与创新驱动发展战略需求，着力提升公路检测的经济性与智慧化水平，创新性开展了具有低空快速巡检与路面病害三维高精度建模功能的公路检测理论、工艺与技术研究，形成了具有自主知识产权的公路低空快速自主巡检与路面病害三维精细化检测技术体系，广泛应用于陕西等省份。项目成果显著提升了公路养护技术水平，有力支撑了国家交通强国建设以及交通领域可持续发展与创新驱动发展战略，为国家公路智慧化维养贡献了力量。 提名该项目为陕西省科学技术进步奖 二 等奖。			

三、项目简介

该项目属交通运输工程领域。

随着我国公路里程的持续增长和交通量的日益增加，公路养护面临着巨大挑战。传统公路巡检与养护技术存在巡检效率低下、定位精度不足、病害建模能力有限、数据可视化与决策支持薄弱等瓶颈。

为解决上述问题，“十三五”以来，项目组围绕公路低空快速自主巡检与路面病害三维精细化检测技术，开展了一系列关键技术研究，主要创新点包括：

（1）创建了北斗与机器视觉定位互补的无人机自主飞行控制方法，实现了公路低空快速自主巡检，提高了日常巡查效率；

（2）提出了 1 路线激光+3 路开窗面阵相机的路面三维病害采集方法，实现了路面病害三维精细化检测和建模识别，提升了路面病害检测精度；

（3）构建了路面多尺度检测+三维高精度模型的路面巡查检测体系，为精细化养护提供了基础数据和技术支撑。

项目技术体系在实际应用中展现显著效能：无人机巡检效率较人工提升 8-10 倍，厘米级定位与毫米级三维检测实现病害“精准感知”；三维建模与预测技术使养护决策从“被动响应”转向“主动预防”，提前干预病害扩展，养护资源利用率提升 30% 以上，大幅降低养护成本；为全国公路养护提供了“智能感知-精准施策”的可复制范式。

四、客观评价

1. 机构成果评价

(1) 2025 年 9 月, 陕西省公路学会在西安主持召开了“公路低空快速自主巡检与路面病害三维精细化检测技术及应用”成果评价会, 评审专家一致认为: 项目研究成果总体达到国际先进水平。

(2) 2023 年 9 月, 陕西省公路学会在西安主持召开了“基于路面三维的精细化养护评价与衰变模型研究与应用”成果评价会, 评审专家一致认为: 研究成果总体达到国际先进水平。

2. 国内外科技查新

科学技术部西南信息中心查新中心(一级科技查新咨询单位)对“公路低空快速自主巡检与病害三维精细化养护技术及应用”项目查新, 并与国内外同类技术比较。查新结果表明: 该项目所述公路低空快速自主巡检与病害三维精细化养护技术及应用, 包括: (1) 构建了路面多尺度检测+三维高精度建模+病害精细化处治的路面维养体系, 解决了路面快速巡检与精细化养护的矛盾; (2) 提出了 1 路线激光+3 路开窗面阵相机的路面三维病害采集方法, 解决了现有技术采集精度不满足精细化养护需求的问题; (3) 创建了北斗与机器视觉定位互补的无人机自主飞行控制方法, 避免了无人机飞行过程偏离道路产生的漏检问题; (4) 研发了路面精细化养护技术, 形成了路面精表处、坑槽维修、养护机械配置等技术规范体系和三维精细化养护施工工法; 在所检文献以及时限范围内, 除该项目委托单位相关文献外, 国内外未见相同文献报道。该项目具有新颖性。

3. 重要科研项目验收意见

(1) 2021 年 12 月, 陕西省科学技术厅组织专家对陕西省重点研发计划项目“道路巡检无人机及其路面病害自动定位与智能分析技术研究”(项目编号: 2019GY-116)进行验收, 经审查, 形成的关键技术的相关产业领域进行了应用验证, 完成了项目预期产业化目标, 通过验收。

(2) 2022 年 3 月, 陕西省交通运输厅在西安主持召开了“高速公路路面裂缝焊接技术应用研究”(项目编号: 17-10K)项目验收会, 验收委员会同意项目通过验收。

(3) 2023 年 8 月, 陕西省交通运输厅在西安主持召开了“基于路面三维的精细化养护评价与衰变模型研究与应用”(项目编号: 20-24K)项目验收会, 验收委员会同意项目通过验收。

(4) 2024 年 1 月, 陕西省交通运输厅在西安主持召开了“基于物联网+BIM 技术的高速公路路面病害处置信息化及应用研究”(项目编号: 20-25X)项目验收会, 经审查符合结题要求, 通过验收。

4. 行业影响

(1) 相关成果编制 5 部陕西省地方标准《沥青路面坑槽维修技术规范》(DB61/T1483—2021)、《公路沥青路面精表处施工技术规范》(DB61/T1934—2024)、《高速公路养护应急物资管理规范》(DB61/T1573—2022)、《公路改扩建沥青路面拼接施工技术规范》(DB61/T1490—2021)和《高速公路日常养护工程量清单计价规则》(DB61/T1690—2023)。

(2)相关成果纳入 1 部中国公路建设行业协会公路工程工法《基于路面三维精细化(预防性)养护施工工法》(GGG(陕)F8855-2024)。

五、应用情况

项目成果在陕西等省份的公路养护工程中进行了成功应用，提升了公路维养经济性与智能化水平，节约公路日常巡检与精细化检测成本 30%以上，病害处治时间提前至萌芽期，有效控制萌芽病害发展。

六、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种道路检测无人及其自动驾驶方法	中国	ZL201610648193.0	2018年10月30日	3130084	长安大学	夏晓华，陶波，颜伟，文庆良，李阳
2	发明专利	一种基于视频和GPS里程精密定位算法	中国	ZL202110963806.0	2024年08月13日	7286098	陕西高速公路机械化工程有限公司,陕西交通控股集团有限公司宝鸡分公司	成高立，王龙，王立路，张利，胡辰，赵阳，王朵，雷雪鹏，付兴勃，赵琦，梁红涛，乔华玺，杜娟，马俊芳，刘晗
3	发明专利	一种无人机视觉快速匹配与提取方法及装置	中国	ZL201910813450.5	2022年11月11日	5576076	长安大学	夏晓华，岳鹏举，胡永彪，邹易清，冯志杨，崔露航，吴宇航，孙乙丁
4	发明专利	一种单目视觉参数标定及方法	中国	ZL202010286455.X	2023年03月14日	5781985	长安大学	夏晓华，秦绪芳，杨殿斌，田明锐，刘晓辉，王朋辉，董畅，陈仕旗，岳鹏举，孙宏斐
5	发明专利	一种实景内物体辨识的方法、系统及机器人	中国	ZL202310727484.9	2021年11月23日	4807063	长安大学	夏晓华，秦绪芳，杨殿斌，胡永彪，邹易清，岳鹏举，田明锐，刘晓辉，王朋辉，陈仕旗
6	发明专利	一种基于深度图像数据的人机主导航及方法	中国	ZL201811107236.X	2021年07月06日	4528534	长安大学	夏晓华，武士达，李贺华，徐光辉，杨晶晶，王朋
7	发明专利	一种智慧公路	中国	ZL20241075461	2024年10	7465429	中交第二公路工程有限公司有	曹峰，薛成，李强，李涛涛，蔡

		用 路 侧 5G 天线 挂杆		9.5	月 22 日		限公司,中交 二公局第七工 程有限公司	国斌, 乔鹏飞, 霍少波, 徐剑, 严二虎, 乔志, 焦卫宁, 牛昌昌
8	地方 标准	沥 青 路 面 坑 槽 维 修 技 术规范	中国	DB61/T 1483 — 2021	2021 年 08 月 12 日	DB6 1/T1 483 — 2021	陕 西 高 速 机 械 化 工 程 有 限 公 司, 长 安 大 学, 陕 西 交 通 控 股 集 团 有 限 公 司 宝 鸡 分 公 司	成 高 立, 张 争 奇, 焦 力, 李 许 峰, 赵 阳, 张 建 利, 丛 涛, 方 滢, 杨 江 明, 乔 养 辉, 刘 高 阳, 白 鹏, 梁 红 涛, 汪 军 伟, 王 朵
9	地方 标准	高 速 公 路 日 常 养 护 工 程 量 清 单 计 价 规则	中国	DB61/T 1690 — 2023	2023 年 05 月 25 日	DB6 1/T1 690 — 2023	陕 西 交 通 控 股 集 团 有 限 公 司, 长 安 大 学, 陕 西 省 交 通 运 输 工 程 造 价 事 务 中 心	段 建 先, 史 小 丽, 杨 继 华, 褚 志 锋, 高 楠, 胡 雷, 李 玉 环, 成 高 立, 权 大 平, 张 家 丽, 雷 雪 芹, 李 万 军
10	学术 论文 (SCI 中科院一 区 Top 期刊 论文)	Real-tim e high-reso lution neural network with semantic guidance for crack segmenta tion	中国	Automat ion in Constru ction, 2023, 156: 105112	2023 年 12 月 出 版	Auto mati on in Con struc tion, 2023 , 156: 1051 12	长安大学, 陕 西 高 速 机 械 化 工 程 有 限 公 司	Yongshang Li, Ronggui Ma (马 荣贵), Han Liu, Gaoli Cheng (成 高立)

七、主要完成人情况表

姓 名	成高立	排 名	1
行政职务	省级企业技术中心副主任		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	陕西高速机械化工程有限公司		
完成单位	陕西高速机械化工程有限公司		
对该项目主要学术贡献： 1.项目总体负责。制定研究方案，编制研究大纲和实施细则；组织进行了各项室内外试验；撰写项目研究成果报告，参与项目鉴定验收工作。 2.组织定期召开项目工作会议，研究进展和实施深度。 3.对该项目关键内容和主要创新点 1、2、3 做出了创造性贡献。			

姓 名	夏晓华	排 名	2
行政职务	系主任		
技术职称	副教授		
工作单位	长安大学		
完成单位	长安大学		
对该项目主要学术贡献： 1. 该项目的技术负责人之一，负责项目准备及实施过程中的前期调研、技术方案拟定、试验开展及试验结果分析等工作。 2. 创建了北斗与机器视觉定位互补的无人机自主飞行控制方法，提出了解决路面快速巡检与精细化养护矛盾问题的方案。 3. 对该项目关键内容和创新点 1、3 做出了重要贡献。			

姓 名	薛成	排 名	3
行政职务	科数部副总经理		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	中交第二公路工程局有限公司		
完成单位	中交第二公路工程局有限公司		
对该项目主要学术贡献： 1、制定研究内容并参与现场检测，对一些关键指标进行研究。 2、参与撰写研究报告。 3、对该项目关键技术和创新点 3 做出了重要贡献。			

姓 名	段建先	排 名	4
行政职务	副总经理		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	陕西交控服务管理集团有限公司		
完成单位	陕西交控服务管理集团有限公司		
对该项目主要学术贡献： 1、制定研究内容，参与应用推广工程的前期方案编制与实施。 2、参与撰写课题报告。 3、对该项目关键技术和创新点 3 做出了贡献。			

姓 名	霍少波	排 名	5
行政职务	副总经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	中交二公局工程检测技术有限公司		
完成单位	中交二公局工程检测技术有限公司		
对该项目主要学术贡献： 1、制定研究内容并参与现场检测； 2、参与撰写研究报告； 3、对该项目关键技术和创新点 3 做出了贡献。			

姓 名	王向前	排 名	6
行政职务	董事长		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	陕西高速机械化工程有限公司		
完成单位	陕西高速机械化工程有限公司		
对该项目主要学术贡献： 1、参与该项目总体方案的研究。 2、参与撰写课题报告。 3、对该项目关键技术和创新点 3 做出了贡献。			

姓 名	王立路	排 名	7
行政职务	省级企业技术中心主任		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	陕西高速机械化工程有限公司		
完成单位	陕西高速机械化工程有限公司		
对该项目主要学术贡献： 1、参与该项目精细化检测技术研究。 2、撰写课题报告。 3、对创新点 2 做出了贡献。			

姓 名	马荣贵	排 名	8
行政职务	无		
技术职称	教授		
工作单位	长安大学		
完成单位	长安大学		
对该项目主要学术贡献： 1、参与路面病害精细化检测与三维建模技术研究。 2、对创新点 2 做出了贡献。			

姓 名	张建利	排 名	9
行政职务	总经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	陕西高速机械化工程有限公司		
完成单位	陕西高速机械化工程有限公司		
对该项目主要学术贡献： 1、参与该项目精细化检测技术研究。 2、对创新点 2 做出了贡献。			

姓 名	赵阳	排 名	10
行政职务	管理中心副主任		
技术职称	高级工程师		
工作单位	陕西交通控股集团有限公司宝鸡分公司		
完成单位	陕西交通控股集团有限公司宝鸡分公司		
对该项目主要学术贡献： 1、参与该项目整体方案研究； 2、对创新点 3 做出了贡献。			

八、主要完成单位情况表

单位名称	陕西高速机械化工程有限公司	排名	1
对该项目主要贡献： （1）负责制定研究大纲和总体研究方案； （2）负责国内外资料查阅及编写立项申请书； （3）负责推广工程的实施； （4）负责技术研究； （5）负责试验方案的制定与实施； （6）负责推广应用方案编制； （7）试验路总结、对比分析； （8）负责项目研究报告的撰写及项目验收。 （9）作为该项目研究的第一负责单位，在项目组织实施中，提出了优化管理的良好措施，为早期项目研究提供了良好的环境；在人员方面，联合科研单位分工协作、严格考核目标任务，确保了项目总体研究目标的实现。			

单位名称	长安大学	排名	2
对该项目主要贡献： （1）参与制定研究大纲和总体研究方案； （2）参与国内外资料查阅及编写立项申请书； （3）参与技术研究； （4）参与课题报告的撰写工作，为严格、规范、科学施工起到了积极的指导作用； （5）参与试验方案的制定与实施； （6）参与推广应用方案编制； （7）参与项目研究报告的撰写及项目验收； （8）积极组织协调相关技术专家现场指导，为项目的顺利开展起到了良好的沟通作用。			

单位名称	中交第二公路工程局有限公司	排名	3
对该项目主要贡献： （1）参与制定研究大纲和总体研究方案； （2）参与技术研究； （3）参与试验方案的制定与实施； （4）参与推广工程的实施； （5）试验路总结、对比分析； （6）积极组织协调相关技术专家现场指导。			

单位名称	中交二公局工程检测技术有限公司	排名	4
对该项目主要贡献： （1）参与制定研究大纲和总体研究方案； （2）参与检测技术研究； （3）参与试验方案的制定与实施； （4）参与推广工程的实施； （5）试验路总结、对比分析。			

九、完成人合作关系说明

完成人合作关系说明：

成高立/1，夏晓华/2，王向前/6，共同获奖，陕西省企业“三新三小”创新竞赛一等奖：无人机沿道路自主巡检及路面病害自动检测技术应用研究。

成高立/1，夏晓华/2，王向前/6，共同撰写论文《基于改进 YOLOv5 的路面裂缝检测方法》。

成高立/1，张建利/9，赵阳/10，共同参与制定标准规范：《沥青路面坑槽维修技术规范》（DB61/T1483—2021）。

成高立/1，王向前/6，王立路/7，共同参与制定标准规范：《公路沥青路面精表处施工技术规范》（DB61/T1934—2024）。

成高立/1，马荣贵/8，合著论文《Real-time high-resolution neural network with semantic guidance for crack segmentation》。

成高立/1，王立路/7，赵阳/10，共同完成发明专利《一种基于视频和 GPS 的里程桩精密定位算法》。

成高立/1，段建先/4，共同参与制定标准规范：《高速公路日常养护工程量清单计价规则》（DB61/T1690—2023）

成高立/1，薛成/3，共同参与制定标准规范：《公路改扩建沥青路面拼接施工技术规范》（DB61/T1490—2021）

薛成/3，霍少波/5，共同完成发明专利《一种智慧公路用路侧 5G 天线挂杆》。

具体合作情况见完成人合作关系情况表。

十、完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作成果	证明材料
1	共同获奖	成高立/1, 夏晓华/2, 王向前/6	获奖	无人机沿道路自主巡检及路面病害自动检测技术应用研究
2	合著论文	成高立/1, 夏晓华/2, 王向前/6	论文	基于改进 YOLOv5 的路面裂缝检测方法
3	共同参与制定标准规范	成高立/1, 张建利/9, 赵阳/10	地方标准	沥青路面坑槽维修技术规范
4	共同参与制定标准规范	成高立/1, 王向前/6, 王立路/7	地方标准	公路沥青路面精表处施工技术规范
5	合著论文	成高立/1, 马荣贵/8	论文	Real-time high-resolution neural network with semantic guidance for crack segmentation
6	共同知识产权	成高立/1, 王立路/7, 赵阳/10	发明专利	一种基于视频和 GPS 的里程桩精密定位算法
7	共同参与制定标准规范	成高立/1, 段建先/4	地方标准	高速公路日常养护工程量清单计价规则
8	共同参与制定标准规范	成高立/1, 薛成/3	地方标准	公路改扩建沥青路面拼接施工技术规范
9	共同知识产权	薛成/3, 霍少波/5	发明专利	一种智慧公路用路侧 5G 天线挂杆