**科技成果登记表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 成果名称 | | | 耐久性高速公路绿色智能建造关键技术 | | | | | | | | |
| 成果登记号 | | | 鲁交科评字[2024]71号 | | | | | 知识产权 | |  | |
| 完成单位 | | | | | | | | | | | |
| 序号 | 单位名称 | | | | | 通讯地址 | | | | | |
| 1 | 山东高速集团有限公司创新研究院 | | | | | 山东省济南市历下区龙鼎大道海尔绿城全运村中央广场A1座11层 | | | | | |
| 2 | 长沙理工大学 | | | | | 湖南省长沙市（天心区）万家丽南路二段960号 | | | | | |
| 3 | 山东大学 | | | | | 山东省济南市山大南路27号 | | | | | |
| 4 | 山东高速基础设施建设有限公司 | | | | | 山东省济南市历下区龙奥西路1号银丰财富广场D座15楼1510 | | | | | |
| 完成人 | | | | | | | | | | | |
| 序号 | 姓名 | | | 工作单位 | | | | | 对成果的贡献 | | |
| 1 | 郑健龙 | | | 长沙理工大学 | | | | | 项目总负责 | | |
| 2 | 申全军 | | | 山东高速集团有限公司创新研究院 | | | | | 技术负责 | | |
| 3 | 张军辉 | | | 长沙理工大学 | | | | | 项目技术方案 | | |
| 4 | 崔新壮 | | | 山东大学 | | | | | 项目技术方案 | | |
| 5 | 丁龙亭 | | | 山东高速集团有限公司创新研究院 | | | | | 方案设计及优化 | | |
| 6 | 黄 拓 | | | 长沙理工大学 | | | | | 项目工程组织 | | |
| 7 | 杨耀辉 | | | 山东高速集团有限公司创新研究院 | | | | | 方案优化 | | |
| 8 | 张小宁 | | | 重庆大学 | | | | | 项目工程组织 | | |
| 9 | 丛波日 | | | 山东高速集团有限公司创新研究院 | | | | | 总体协调 | | |
| 10 | 刘松涛 | | | 山东高速基础设施建设有限公司 | | | | | 项目工程组织 | | |
| 11 | 张 旭 | | | 山东大学 | | | | | 项目工程组织 | | |
| 12 | 商红发 | | | 山东高速集团有限公司创新研究院 | | | | | 现场试验 | | |
| 13 | 刘超超 | | | 长沙理工大学 | | | | | 项目工程组织 | | |
| 14 | 李 利 | | | 山东高速集团有限公司创新研究院 | | | | | 数据分析 | | |
| 15 | 韩柏林 | | | 山东大学 | | | | | 项目技术方案及实施 | | |
| 16 | 季晓歌 | | | 山东高速集团有限公司创新研究院 | | | | | 现场试验 | | |
| 17 | 王 超 | | | 长沙理工大学 | | | | | 项目技术方案及实施 | | |
| 18 | 张晓霞 | | | 济南市济阳区公路事业发展中心 | | | | | 项目技术方案及实施 | | |
| 19 | 房加祥 | | | 山东高速基础设施建设有限公司 | | | | | 项目技术方案及实施 | | |
| 20 | 肖向阳 | | | 山东高速基础设施建设有限公司 | | | | | 项目技术方案及实施 | | |
| 21 | 李宏斌 | | | 山东东方路桥建设有限公司 | | | | | 项目技术方案及实施 | | |
| 22 | 赵毅 | | | 山东东方路桥建设有限公司 | | | | | 项目技术方案及实施 | | |
| 23 | 侯克涛 | | | 山东东方路桥建设有限公司 | | | | | 项目技术方案及实施 | | |
| 24 | 周梦绮 | | | 长沙理工大学 | | | | | 项目技术方案及实施 | | |
| 25 | 孙 皓 | | | 山东大学 | | | | | 项目技术方案及实施 | | |
| 26 | 卢石宝 | | | 山东大学 | | | | | 项目技术方案及实施 | | |
| 27 | 莫娅婵 | | | 长沙理工大学 | | | | | 项目技术方案及实施 | | |
| 28 | 林博煌 | | | 长沙理工大学 | | | | | 项目技术方案及实施 | | |
| 29 | 覃馨漪 | | | 长沙理工大学 | | | | | 项目技术方案及实施 | | |
| 成果公报内容 | | | | | | | | | | | |
| 随着现代社会经济的快速发展和城市化进程的不断推进，高速公路已成为支撑国家经济建设的重要基础设施，但传统高速公路的设计、施工、运营和维护模式存在诸多问题，如资源消耗大、环境影响显著、使用寿命短以及管理手段落后等，严重制约了高速公路的可持续发展，且与日益增长的环保要求相悖。山东省的高速公路网络日益密集，路网承载的交通流量不断增大。然而，传统高速公路在使用过程中，常常受到交通流量大、极端气候条件以及地质环境复杂等多重因素的影响，易出现路基沉降、裂缝、翻浆、冻胀等病害。这不仅增加了养护和维修的难度，也导致通行效率和行车安全下降，增加了运营维护的经济成本。在“双碳”目标背景下，山东省对绿色低碳的基础设施建设提出了更高要求。交通基础设施的绿色化、低碳化转型迫在眉睫，这要求在高速公路的全生命周期内控制碳排放，减少资源消耗和环境污染。为了响应国家政策要求，山东省亟需探索绿色低碳的新材料、新技术和新工艺，以提高公路建设的环境友好性和可持续性。  围绕耐久性高速公路绿色智能建造关键技术，针对山东地区高速公路地基绿色处理、路基全寿命自动化监测、高速公路改扩建和路面力学行为四方面开展系统研究，研发了固废基胶凝材料、抗分散透水混凝土材料和智能土工格栅三类新材料，形成了涉及复合地基绿色韧性建造、路基路面高质量建造和道路长期服役性能智能监测预警的 6 项耐久性高速公路绿色智能建造关键技术：固废基胶凝材搅拌桩复合地基处理技术、绿色强化透水混凝土桩复合地基处理技术、路基全寿命自动化监测预警技术、老路基性能快速评价及改扩建松散台阶拼接处治技术、基于粒料补偿路基刚度补偿技术和复杂条件下沥青路面强度与模量计算方法。项目组依托沈海高速公路改扩建工程和济南-宁津高速公路工程成功开展了 5 处现场应用示范，其中，固废基胶凝材料搅拌桩地基处理效果优于传统水泥搅拌桩、抗分散透水混凝土地基处理效果优于传统 CFG 桩，且两项新技术成果成本均低于传统技术；路基全寿命自动化监测预警技术可实现路基内外变形全寿命周期、分布式实时监测；老路路基性能快速评价、补偿以及改扩建关键控制技术为改扩建高速公路耐久性建设提供了有效指导，项目技术整体应用效果良好，本项目不仅具有重要的理论创新价值和工程意义，而且研究成果、应用案例有着非常广阔的应用前景。 | | | | | | | | | | | |
| 验收（评价)专家名单 | | | | | | | | | | | |
| 序号 | | 姓名 | | | 单位 | | 专业领域 | | | | 职称 |
| 1 | | 艾贻忠 | | | 山东交通运输研究会 | | 道路工程 | | | | 研究员 |
| 2 | | 徐世法 | | | 北京建筑大学 | | 道路工程 | | | | 教 授 |
| 3 | | 张久鹏 | | | 长安大学 | | 道路工程 | | | | 教 授 |
| 4 | | 刘甲荣 | | | 山东高速股份有限公司 | | 道路工程 | | | | 研究员 |
| 5 | | 张思峰 | | | 山东建筑大学 | | 道路工程 | | | | 教 授 |
| 6 | | 尚勇 | | | 山东省交通科学研究院 | | 道路工程 | | | | 研究员 |
| 7 | | 曹晓满 | | | 山东电力工程咨询院有限公司 | | 电力工程技术 | | | | 正高级工程师 |
| 8 | | 杨书夏 | | | 山东天元同泰会计事务所 | | 财务审计 | | | | 注册会计师 |
| 9 | | 赵蓉 | | | 山东马龙高速公路有限公司 | | 财务 | | | | 高级会计师 |
| 组织验收、评价单位：山东省交通运输厅、山东公路学会 | | | | | | | | | | | |
| 验收意见 | | | | | | | | | | | |
| 2024年12月6日，山东省交通运输厅在济南组织了“耐久性高速公路绿色智能建造关键技术”项目验收工作。验收专家组（名单附后）听取了项目组的汇报，审阅了相关技术文件和财务报告，经质询和讨论，形成验收意见如下：  一、项目组提交的资料齐全，内容完整，符合验收要求。  二、项目通过理论分析、数值模拟、室内外试验和工程验证等手段，对耐久性高速公路绿色智能建造关键技术进行了深入研究，取得了如下主要创新成果：  1. 研发了固废基胶凝材料与水下抗分散透水混凝土材料，提出了固废基胶凝材料搅拌桩与绿色强化透水混凝土桩绿色复合地基技术；  2. 研制了柔性智能感知条带与智能土工格栅，建立了路基多元信息解译模型，提出了全寿命周期路基变形内外联动智能监测与预警技术；  3. 建立了老路基性能快速评价方法，提出了改扩建老路基松散台阶精细化处治和老路基刚度快速提升技术；  4. 建立了复杂应力状态下沥青混合料强度破坏准则，提出了室内外模量相关模型及统一表征方法。  三、项目获得授权发明专利25项，发表论文37篇，立项地方/团体标准5部。研究成果在济南-宁津高速公路、沈海高速改扩建等项目中成功大面积应用，经济、环保和社会效益显著，推广应用前景广阔。  四、根据项目财务报告列示情况，项目经费使用合理，预算执行情况良好。  验收专家组一致同意项目通过技术验收。 | | | | | | | | | | | |
| 评价意见 | | | | | | | | | | | |
| 2024年12月6日，山东公路学会在济南组织了“耐久性高速公路绿色智能建造关键技术”研究成果评价工作。评价委员会（名单附后）听取了项目组的汇报，审阅了相关技术文件，经质询和讨论，形成评价意见如下：  一、项目组提交的技术文件齐全，内容完整，数据翔实，符合评价要求。  二、项目通过理论分析、数值模拟、室内外试验和工程验证等手段，对耐久性高速公路绿色智能建造关键技术进行了深入研究，取得了如下主要创新成果：  1. 研发了固废基胶凝材料与水下抗分散透水混凝土材料，提出了固废基胶凝材料搅拌桩与绿色强化透水混凝土桩高速公路绿色复合地基处理技术；  2. 研制了柔性智能感知条带与智能土工格栅，建立了路基多元信息精准解译方法，提出了全寿命周期路基变形内外联动智能监测与预警技术；  3. 提出了新老路基差异沉降控制标准，建立了老路基性能快速评价方法，提出了改扩建老路基松散台阶处治和老路基刚度提升技术；  4. 建立了复杂应力状态下沥青混合料强度破坏准则，提出了室内外模量相关模型及统一表征方法，构建了考虑复杂服役环境的路面材料与结构设计准则。  三、项目编制了团体/地方标准5部，授权发明专利25项，发表论文37篇，在济南-宁津高速公路、沈海高速改扩建等项目进行了大面积应用，经济、环保和社会效益显著，研究成果对高速公路绿色智能建造具有重要指导意义，推广应用前景广阔。  综上所述，项目研究成果总体上达到国际领先水平。  建议进一步扩大工程推广应用。 | | | | | | | | | | | |