

山东省科学技术奖申报项目公示材料

(2024年度)

一、项目基本情况

项目名称	降水诱发山区公路灾害全寿命周期综合防控技术及应用
主要完成人	尹超、李家春、车法、叶万军、齐洪亮、贾致荣、尹超、胡指南、马保成、王延平
主要完成单位	山东理工大学、长安大学、淄博市交通建设发展中心、西安科技大学、石家庄铁道大学
申报等级	山东省科学技术进步奖二等奖
联系人及电话	尹超，13561619791

二、项目简介

降水诱发山区公路灾害具有时空预测和综合治理难度大、灾害损失和社会影响恶劣等特点。“5·1”梅大高速重大事故是由短历时强降雨和长历时降雨交织诱发的公路灾害，共造成 51 人死亡，经济损失 3.7 亿元。加强此类灾害综合防控已成为关系国计民生和重大基础设施安全的关键问题。原有灾害防控技术难以适应复杂孕灾环境，存在超前识别自动化程度和准确率低、风险评价和预警机制失效、治理措施针对性弱等不足，限制了公路网的“韧性”和防灾减灾能力。

本项目依托国家自然科学基金、国家重点研发计划子课题等，经过 10 年科研攻关创建了具有自主知识产权的降水诱发山区公路灾害全寿命周期综合防控技术体系，突破了灾害超前识别与诊断、风险评价与监测预警、综合治理等关键问题，支撑了高效科学的自然灾害防治体系和“交通强国”建设，创新点如下：

(1) 提出了降水诱发山区公路灾害超前识别与诊断技术。发明了小桥涵、急流槽、沿河路基水力特性和冲刷试验装置，提出了“路网→路线→路段”递进式公路水毁灾害识别技术，准确率提升 11.20%；创建了基于多源遥感数据的公路边坡灾害隐患点智能识别技术，准确率提升 5.73%；提出了基于改进点云比较法的公路边坡变形测量技术，误差由约 10mm 下降至低于 5mm。解决了灾害超前识别自动化程度和边坡变形测量精度低、灾害特征难以量化等问题。

(2) 创建了基于多模态大数据的降水诱发山区公路灾害风险评价与监测预警技术。融合多源遥感、LiDAR 和 TLS 发明了全空间、多尺度、多灾种风险评价与管理技术，解决了评价内容和空间尺度单一、风险管理方法落后等难题；基于北斗技术创建了公路边坡灾害多源立体监测参数、判据准则和预警信息系统，水平方向监测精度由约 5mm 提升至 2mm，解决了监测参数单一且精度低、实时化预警效果差等难题；提出了考虑易发性等级的区域性公路滑坡灾害降雨预警技术和台风诱发公路滑坡灾害实时预警技术，成功率分别提升 7.75%、6.81%。

(3) 发明了降水诱发山区公路灾害全寿命周期综合治理技术。提出了公路洪水灾害分区分类设防标准制定方法，为相关规范制修订提供了支撑；发明了组合式冲刷防护结构和纵向桥墩减冲新技术，攻克了冲刷防护范围、丁坝群布设、小桥涵选址、涵洞形式选择等难题，提升防护成功率 40% 以上；解析了土质边坡张拉-剪切耦合破坏的防控重点，发明了拉桩支护结构和桩板缓冲层组合式结构，提出了其承载能力计算方法、适用条件和设计要点，提升治理成功率 30% 以上。

已授权发明专利 27 项，制定标准 9 部，发表 SCI/EI 检索论文 135 篇，出版专著 6 部。被中铁十一局、中交一公局、中建八局、山东高速等单位推广，完成区域性灾害风险评价 151402km²，识别/详判灾害点 1055 个，设置监测预警系统 862 套，治理灾害点 1335 个，涉及总里程 23630km，2022 年和 2023 年取得经济效益 41.5477 亿元。山东省交通运输科技管理服务中心组织中国工程院王复明院士等对本项目进行评价，一致认为总体达到国际先进水平，其中风险评价技术达到国际领先水平。

三、应用情况

(1) 经济效益

本项目被中铁十一局、中交一公局、中建八局、山东高速、中交四航院、山东天为工程技术有限公司、榆林路桥勘察设计院推广，已完成区域性灾害风险评价 151402km²，识别/详判灾害点 1055 个，设置监测预警系统 862 套，治理灾害点 1335 个，共计 3252 个灾害点，涉及 23630km 各等级公路，带动新增就业 1030 人。2022 年、2023 年在 8 家单位共取得 41.5477 亿元经济效益，其中，新增销售额 19.7896 亿元，新增利润 2.4539 亿元，新增税收 6749 万元，减少灾害经济损失 18.6293 亿元，如表 4 所示。

近两年经济效益情况

年份	经济效益/万元				
	新增销售额	新增利润	新增税收	减少灾害经济损失	合计
2022 年	93011	11779	3172	77870	185832
2023 年	104885	12760	3577	108423	229645
合计	197896	24539	6749	186293	415477

所列经济效益有关说明和计算依据：

增值税=（新增销售额-生产成本）×增值税率；

产品销售税金及附加=增值税×销售税率；

利润总额=销售额-生产成本-增值税-产品销售税金及附加；

所得税=利润总额×所得税率；

新增税收=增值税+产品销售税金及附加+所得税（本项目综合税率为 3.41%）；

新增利润=利润总额-所得税（各单位利润率介于 11.18%-15.31%）；

减少灾害经济损失=上年度灾害经济损失-本年度灾害经济损失；

总经济效益=新增销售额+新增利润+新增税收+减少灾害经济损失。

(2) 社会效益

本项目构建了具有自主知识产权、部分指标达到国际领先水平的降水诱发山区公路灾害全寿命周期综合防控技术体系，在山东省、陕西省、辽宁省、广东省、海南省、重庆市等开展了推广应用，对山东省乃至全国公路防灾减灾技术进步起到了积极的推动作用。

建立了产学研用深度融合的公路防灾减灾高水平研发团队和具有国际先进水平的试验开发平台，成立了由山东理工大学牵头、多家单位联合组成的公路灾害综合防控创新联盟，形成了公路防灾减灾产业关键技术支撑及创新引领平台，产生了广泛的人才集聚效应，为山东省乃至全国公路防灾减灾新技术、新工法、新装备研发和工程应用提供了持续支持和强劲驱动力。

本项目的应用减轻了公路基础设施和路域生态环境破坏，在增加就业、减排废物、降低能耗等方面表现突出，符合“资源节约型、环境友好型”公路建设理念和“节能低碳”等环保政策要求，有力促进了公路防灾减灾行业大规模发展、高比例发展、绿色化发展、高质量发展，形成了山东省公路防灾减灾“生态圈”。

本项目的应用减轻了公路灾害造成的人员伤亡，提高了公路通行能力和人民群众

出行的便利性、安全性、获得感，降低了公路养护和灾害处治的社会成本，助力了“两个一百年”奋斗目标和中华民族伟大复兴中国梦的实现。

四、主要知识产权和标准规范等目录

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态	第一完成人是否为发明人（标准起草人）	第一完成单位是否为权利人（标准起草单位）
发明专利	一种区域级降雨滑坡概率性预测方法及预测终端	中国	CN 11615 1483 B	2023.07 .21	ZL 2023 1 0395180.7	山东理工大学	尹超、李仲波、谭子永	有效	是	是
发明专利	一种基于实时气象预报信息的台风诱发滑坡时空预测方法	中国	CN 11703 4021 B	2023.12 .12	ZL 2023 1 1303895.1	山东理工大学	尹超、陈洪凯、刘新良、李树枫、陈佳固、马雪冰、张溪轩	有效	是	是
发明专利	一种公路边坡灾害空间危险性区划方法及终端机	中国	CN 11527 1564 B	2022.12 .27	ZL 2022 1 1197636.0	淄博市交通建设发展中心、山东理工大学	高旭东、尹超、李建东、焦裕勇	有效	是	是
发明专利	土体拉伸试验装置及土体拉伸试验方法	中国	CN 11353 3034 B	2023.01 .17	ZL 2021 1 1004574.2	石家庄铁道大学	尹超、李舰、王帅伟、赵成刚、王伟	有效	否	否
发明专利	土体拉伸剪切耦合试验装置及土体拉伸剪切耦合试验方法	中国	CN 11368 6638 B	2023.07 .07	ZL 2021 1 1004578.0	石家庄铁道大学	尹超、李舰、王帅伟、赵成刚、王伟	有效	否	否
发明专利	土体拉伸压缩耦合试验装置及土体拉伸压缩耦合试验方法	中国	CN 11358 8423 B	2023.08 .15	ZL 2021 1 1006637.8	石家庄铁道大学	尹超、李舰、王帅伟、赵成刚、王伟	有效	否	否
发明专利	土质地层地应力测试探孔成孔装置及成孔方法与应用	中国	CN 10760 4888 B	2019.03 .29	ZL 2017 1 0895640.7	石家庄铁道大学	胡指南、任宇铮、党丁、宾胜林、王树永、马超超、冯怀平、杨万精、赵子锋、赵晓晓、黄继新、吴树清	有效	否	否
地方标准	公路上边坡崩塌滑坡灾害风险评估指南	中国	ICS 93.080 CCS P65	2022.04 .19	DB 61/1533-2 022	陕西省公路局、长安大学	朱钰、李家春、赵菲、田伟平、张杰、齐洪亮、刘凯涛、李朋丽、陈国龙、吴晓刚、赵鹏	有效	否	否
团体标准	公路泥石流防治工程设计规范	中国	ICS 93.080 CCS R00/09	2022.04 .20	T/CI 027-2022	枣庄学院、中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所、交通运输部科学研究院、中国人民武装警察部队研究院、重庆大学、四川省交通运输厅公路局、贵州省公路局、山东理工大学、驻马店市公路事业发展中心、深圳市深水兆业工程顾问有限公司、重庆交通大学、中交基础设施养护集团有限公司、西藏东南建设有限责任公司、重庆均福骐凯科技有限公司	陈洪凯、王全才、王先进、林雨、王圣娟、谢俊刚、雍黎明、秦明、贾致荣、崔志波、王春华、庄明、褚春超、王宝亮、刘丽、何晓英、陈思祺、王代兵、陈涛、廖学海、梁学战、焦朋朋、刘彬、罗爽、黄永发、王鑫、王立龙	有效	否	是

学术 专著	公路自然灾害风 险评价实例研究	中 国	(202 3)第 11084 7号	2023.08 .01	978-7-523 5-0375-1	山东理工大学	尹超、李仲波、李 树枫、张溪轩	有效	是	是
----------	--------------------	--------	----------------------------	----------------	-----------------------	--------	--------------------	----	---	---