

陕西省科学技术进步奖公示信息

(2025年度)

一、项目基本情况

项目名称	中亚多震山区公路高边坡灾害防控关键技术及工程应用
主要完成人	宋战平，赵亮，程昀，张美宁，李长伟，支彬，安鹏，吴导强， 刘涛，张洪军
主要完成单位	西安建筑科技大学，盐城工学院，中国路桥工程有限责任公司，中 铁二十局集团有限公司，中铁一局集团有限公司，中铁建城建交通 发展有限公司，中铁七局集团第三工程有限公司

二、提名意见（适用于单位提名）

提 名 者	陕西省教育厅	提名等级	<input type="checkbox"/> 一等奖 <input checked="" type="checkbox"/> 二等奖 <input type="checkbox"/> 三等奖
<p>提名意见：</p> <p>西安作为“一带一路”倡议中的重要节点城市，肩负着向世界输出中国先进工程技术的重要使命。作为连接中国与西亚、欧洲的枢纽地带，中亚地区是“丝绸之路经济带”建设核心区。然而，中亚地区地震频发，公路高边坡稳定性问题突出、灾害预警难度大。项目以安全防控和灾害预警为目标，依托中塔公路一期、二期，吉尔吉斯南北公路，格鲁吉亚 E60 道路等工程，历时近 10 年，系统研究了中亚多震山区公路高边坡灾害防控关键技术，研发了中亚多震山区公路边坡智能设计平台，提出了考虑岩层空间变异性的边坡稳定分析新方法；研发了绿色公路建设的生态边坡植物组合系统，构建了高烈度严寒山区公路路堑陡边坡生态防护方法，形成了高边坡综合生态协同防治技术；研发了高海拔严寒多震山区公路沿线水环境及边坡灾害监测系统，构建了基于 BIM+GIS 多元监测技术的高边坡地质灾害反馈时序预测方法，形成了高海拔严寒多震山区公路高边坡灾害智能预警技术。</p> <p>项目授权国家发明专利 15 件、实用新型专利 6 项、登记软件著作权 6 项，发表高水平论文 32 篇。研究成果整体达到国际先进水平，获“陕西高等学校科学技术研究优秀成果一等奖”。研究成果已在国内外企业中推广应用，产生了显著经济社会效益。该项目技术上有创新，实用性强，具有广阔的应用前景和推广价值，且提名材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术奖提名条件。</p> <p>提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。</p> <p>说明：省科学技术进步奖一、二、三等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名单者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖，“提名二等奖”的评审落选项目不再降格参评三等奖。项目组与提名单位沟通后，做出提名等级意见；提名项目正式提交后，提名等级建议不得变更。</p> <p>软科学标准计量科普类项目请勾选“二等奖”或者“三等奖”。</p>			

三、项目简介

本课题研究内容及成果属于土木工程技术领域。

1. 项目背景及意义

陕西是亚欧大陆桥的重要节点，是“一带一路”核心区。西安作为陕西的核心城市，是“一带一路”倡议中的重要节点城市，肩负着连接中国与中亚、欧洲的枢纽使命，为区域经济、文化、科技的深度融合贡献着核心力量。中亚作为连接中国与西亚、欧洲的枢纽地带，是“丝绸之路经济带”建设的核心区，其交通设施建设直接关系到区域经济发展与战略通道安全。习近平总书记在第四次“一带一路”建设工作座谈会上强调：坚定战略自信，勇于担当作为，全面推动共建“一带一路”高质量发展。然而，中亚地区高原山地占比高达 90%，地震频发，公路高边坡稳定性问题突出、灾害预警难度大。地震影响下公路高边坡灾害具有突发性强、破坏力大的工程特点，普遍存在的问题包括：1）地震频繁，高边坡稳定性控制难度大，修复困难；2）高海拔严寒地区季节性降雨集中，冬季漫长易积雪，造成高边坡季节冲刷和春季融雪溜塌灾害频发；3）高海拔多震山区地质复杂、环境恶劣，公路高边坡灾害频发，防护和预警困难。

针对中亚地区面临的公路高边坡灾害防治成本高、预警难度大的技术难题，项目组在 2 项“一带一路”科技攻关项目的重点支持下，以中塔公路一期、中塔公路二期、吉尔吉斯南北公路及格鲁吉亚 E60 道路等工程为依托，系统研究了中亚多震山区公路高边坡灾害防控关键技术，对于有效保障中亚地区的交通设施安全与区域可持续发展具有重要意义。项目立足陕西，以服务“一带一路”倡议为导向，着力提升中国公路工程技术的国际竞争力，为中亚地区重大工程领域的可持续发展提供技术支撑，具有重要的学术价值与实践意义。

2. 总体思路与创新成果

本项目以中塔公路一期、中塔公路二期、吉尔吉斯南北公路及格鲁吉亚 E60 道路等工程为依托，在 2 项“一带一路”科技攻关项目的重点资助下，联合科研、设计、施工等单位，围绕中亚多震山区公路高边坡稳定分析、灾害风险防控及灾害智能预警等核心问题，开展中亚多震山区公路高边坡灾害防控关键技术及工程应用研究，以适应“一带一路”倡议目标，推动中国先进工程技术、装备与国际标准的对接与融合，为增强我国在中亚地区重大工程防灾减灾领域的综合竞争力做出贡献。

主要创新成果包括：

（1）构建了多震山区高边坡岩体时效损伤累计分析模型，提出了考虑岩层空间变异性的边坡稳定分析新方法，研发了中亚多震山区公路边坡智能设计平台。

（2）研发了“深根固坡+浅根覆盖”的公路生态边坡植物组合协同体系，设计了融合冻胀适应型锚杆、石笼墙和生态袋的柔性防护结构，构建了高海拔严寒山区公路高边坡灾害风险韧性防范综合技术。

（3）构建了基于 BIM+GIS 多元技术的高边坡地质灾害反馈时序预测方法，研发了高海拔严寒多震山区公路沿线水环境及边坡灾害监测系统，形成了高海拔严寒多震山区公路高边坡灾害智能预警技术。

研究历时近 10 年，授权发明专利 15 件、实用新型专利 6 项，登记软件著作权 6 项，发表 SCI、EI 等高水平论文 32 篇；培养博士后 5 名、博士研究生 6 名、硕士研究生 20 名、工程技术人员 30 余名。研究成果荣获“陕西高等学校科学技术研究优秀成果”一等奖。

3. 社会经济效益

本项目的成功实施解决了依托工程建设过程中的关键技术难题，为确保工程安全、经济、高效地完成建设任务提供了有力支撑。项目成果的推广应用，特别是多震山区公路高边坡稳定性分析、智能设计平台、高边坡失稳灾害智能预警技术的成功应用，对推动中国先进工程技术、装备与国际标准的对接与融合，增强我国在中亚地区重大工程防灾减灾领域的综合竞争力做出了重要贡献。

研究成果在塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦和格鲁吉亚重大道路工程中的成功应用被《人民日报》、《光明日报》、新华网、塔吉克斯坦及格鲁吉亚新闻网等媒体多次重点报道。塔吉克斯坦总统拉赫莫诺夫指出“杜尚别-库里玛公路的建设对于推动国家经济高速发展将发挥重要作用”。塔吉克斯坦交通部长阿吉木指出“中塔公路二期项目对于促进该国经济发展做出巨大贡献”。格鲁吉亚总理伊拉克利·加里巴什维利指出“E60 道路项目实现了中国技术与国际标准的融合，促进了亚欧区域经济和社会的快速发展”。

四、客观评价

1. 科技查新

由教育部科技查新工作站西安建筑科技大学图书馆对“中亚多震山区公路高边坡灾害防控关键技术及工程应用”项目成果进行了科技查新，查新结果为“在国内公开发表的中外文文献中，除委托人课题组发表的文献外，未发现与本委托项目创新点完全相同的文献报道”。

2. 成果评价意见

陕西省土木建筑学会成立评价委员会对项目成果进行了评价。以全国勘察设计大师郑建国为主任委员的评价委员会认为“本项目成果应用前景广阔，总体达到国际先进水平”。

3. 应用评价

研究成果已在吉尔吉斯南北公路、格鲁吉亚 E60 道路、杜尚别—库里玛道路、中塔公路二期等“一带一路”公路项目和本溪—集安高速公路、国道 109 新线高速公路、银昆高速公路 LJ09—1 标段、眉太公路 MTTJ6 标段（宝鸡市）、桐梓—新蒲高速公路、武汉—大悟高速公路等 10 余项公路工程中成功应用，具有显著经济社会效益。

（1）吉尔吉斯南北公路应用了项目组提出的“考虑地震影响的道路边坡稳定性分析方法”，准确地判断了公路边坡灾害风险。应用单位认为“降低了灾害预防成本，保障了工程建设质量”。

（2）杜尚别—库里玛道路、中塔公路二期等项目应用了项目组提出的“基于模糊集理论的边坡动力稳定性评价方法”。应用单位认为“降低了路基工程造价、生态修复费用及失稳边坡加固费用”。

（3）格鲁吉亚 E60 道路应用了项目组提出的“基于模糊集理论的边坡动力稳定性评价方法”、“多震山区公路工程灾害预警技术”。应用单位认为“降低了边坡修复加固费用，为项目建设提供了安全保障”。

（4）本溪—集安高速公路应用了项目组提出的“边坡综合生态协同防治技术”。应用单位认为“解决了边坡水土流失、植被破坏问题”。

（5）国道 109 新线高速公路应用了项目组提出的“高边坡稳定性分析及智能设计平台”、“高边坡综合生态协同防治技术”。应用单位认为“为边坡设计提供了科学

依据”。

（6）银昆高速公路 LJ09-1 标段应用了项目组提出的“考虑岩层空间变异性的
高边坡稳定性分析方法”和“高边坡综合生态协同防治技术”。应用单位认为“提升
了边坡综合防护水平，缩短恢复周期”。

（7）眉太公路 MTTJ6 标段应用了项目组提出的“多元智能监测技术”、“高边
坡综合生态协同防治技术”。应用单位认为“更准确评估边坡稳定性，有效降低了边
坡失稳风险”。

（8）桐梓一新蒲高速公路应用了项目组提出的“路堑陡边坡生态防护系统及方
法”。应用单位认为“减少后期维护成本，助力项目高效推进”。

（9）武汉一大悟高速公路应用了项目组提出的“多元智能监测技术”、“高边坡
综合生态协同防治技术”。应用单位认为“优化了施工工艺、减少人工成本”。

（10）永柳高速应用了“基于模糊集理论的边坡动力稳定性评价方法”、“多震
山区公路边坡灾害智能预警技术”。应用单位认为“显著提升了项目安全性和施工效
率”。

（11）杭州地铁 3 号线小和山站项目应用了课题组提出的“高边坡灾害智能预
警技术”、“多元智能监测技术”。应用单位认为“显著提升了项目的安全性和施工效
率”。

（12）墨江—临沧高速应用了项目组提出的“高边坡综合生态协同防治技术”。
应用单位认为“失稳风险大幅降低，生态恢复周期缩短”。

（13）陇漳高速公路应用了项目组提出的“考虑岩层空间变异性的
高边坡稳定性分析方法”。应用单位认为“有效提升抗灾能力，显著降低失稳风险”。

4. 社会评价

项目成功实施解决了依托工程施工过程中出现的关键技术难题，为确保工程安
全、经济、高效地完成建设任务提供了有力支撑。项目成果的推广应用，特别是公
路高边坡稳定性分析及智能设计平台、高边坡失稳灾害智能预警技术的成功应用，
对于推动中国先进工程技术、装备与国际标准的对接与融合，增强我国在中亚地区
重大工程防灾减灾领域的综合竞争力做出了重要贡献。

五、应用情况

1. 应用情况（限 2 页）

研究成果已在吉尔吉斯南北公路、格鲁吉亚 E60 道路、杜尚别—库里玛道路、中塔公路二期等“一带一路”公路项目和本溪—集安高速公路、国道 109 新线高速公路、银昆高速公路 LJ09—1 标段、眉太公路 MTTJ6 标段（宝鸡市）、桐梓—新蒲高速公路、武汉—大悟高速公路等 10 余项公路工程中成功应用，成果整体应用已满 2 年。

序号	单位名称	起止时间	单位联系人
1	中国路桥工程有限责任公司	2016.08-2023.07	支彬
2	中铁二十局集团有限公司	2020.09-2023.07	吴导强
3	中铁一局集团有限公司	2020.04-2023.06	隋树波
4	中铁建城建交通发展有限公司	2017.07-2021.03	丁霄霄
5	中铁七局集团第三工程有限公司	2018.03-2023.07	刘涛
6	中铁二十五局集团第四工程有限公司	2020.08-2023.03	唐新华
7	中铁建大桥工程局集团第五工程有限公司	2018.09-2021.09	何十美

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	一种岩石损伤蠕变模型的建立方法	中国	ZL202410017268.X	2024.09.20	7384806	西安建筑科技大学；中铁北京工程局集团第一工程有限公司	宋战平；王博文；潘红伟；杨棚涛；成涛；张玉伟；田小旭；曹智淋；许王亮；徐磊磊
2	发明专利	一种基于模糊集理论的边坡动力稳定性评价方法	中国	ZL202210481781.5	2024.10.08	7427749	中国路桥工程有限责任公司；西安建筑科技大学	李长伟；支彬；王付华；丁立波；张远；李刚；王业涛；杨子凡；宋战平
3	发明专利	一种高烈度严寒山区公路路堑陡边坡生态防护系统及方法	中国	ZL201610770427.9	2018.02.16	2821991	中国路桥工程有限责任公司	田珣；李世豪；王慧；宋战平；张鑫；王鹏飞
4	发明专利	一种岩石单轴压缩全过程蠕变损伤模型的构建方法	中国	ZL201910877486.X	2021.10.22	4744609	西安建筑科技大学	王军保；张强；张玉伟；宋战平；刘新荣；裴子铭；肖珂辉
5	发明专利	基于支持向量回归的边坡爆破效果预测模型及其建立方法	中国	ZL202311818369.9	2024.10.08	7426261	中国路桥工程有限责任公司；西安建筑科技大学	周平；张杰峰；陈涛；陶华策；马瑞平；王浩宇；宋战平；李旭；李会兴；张敬
6	软著	考虑地震影响的道路边坡稳定性分析及智能设计平台	中国	2023SR0434045	2023.04.04	11021216	中国路桥工程有限责任公司；西安建筑科技大学	支彬；李长伟；王付华；丁立波
7	软著	岩土工程智能监测云信息系统	中国	2022SR0603585	2022.05.19	9557784	西安建筑科技大学	西安建筑科技大学
8	论文	Mesoscopic analysis of creep characteristics of hard tuff considering damage	其他	10.1007/S43452-024-00872-2	2024.03.260	Archives of Civil and Mechanical Engin	Xi'an University of Architecture and Technology; Northeastern University	Zhangping Song; Xu Li; Shengyuan Fan; Xiaole Shen; Kuisheng Wang;

						ceering		Meining Zhang; Jiangyong Pu
9	论文	Failure mechanism and infrared radiation characteristic of hard siltstone induced by stratification effect	中国	10.10 07/s1 1629- 023-8 444-4	2024. 05.31	Journ al of Moun tain Scien ce	Yancheng Institute of Technology; Xi'an University of Architecture and Technology; Shaanxi Key Laboratory of Geotechnical and Underground Space Engineering; China Railway Construction Bridge Engineering Bureau Group CO.,LTD	Yun Chen; Zhangping Song; Zhiwei Xu; Tengtian Yang; Xiaoxu Tian
10	论文	Deformation and mechanical characteristics of tunnel-slope systems with existing anti-slide piles under the replacement structure of pile-wall	其他	10.10 16/j.t ust.20 24.10 5995	2024. 08.11	Tunne ling and Under groun d Space Techn ology	Xi'an University of Architecture and Technology; Shaanxi Key Laboratory of Geotechnical and Underground Space Engineering; Yancheng Institute of Technology	Xiaoxu Tian; Zhangping Song; Kuisheng Wang; Yun Chen; Junbao Wang

七、主要完成人情况表

姓 名	宋战平	排 名	1
行政职务	主任		
技术职称	教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献：项目组织协调，对各创新点均有贡献。			

姓 名	赵亮	排 名	2
行政职务	副院长		
技术职称	教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献：项目主要参与人，对创新点 3 有贡献。			

姓 名	程昀	排 名	3
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	盐城工学院		
完成单位	盐城工学院		
对本项目技术创造性贡献：项目主要参与人，对创新点 1、2 均有贡献。			

姓 名	张美宁	排 名	4
行政职务	无		
技术职称	无		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献：项目参与人，对创新点 1 有贡献。			

姓 名	李长伟	排 名	5
行政职务	办事处总经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	中国路桥工程有限责任公司		
完成单位	中国路桥工程有限责任公司		
对本项目技术创造性贡献：项目参与人，对创新点 1、3 有贡献。			

姓 名	支彬	排 名	6
行政职务	办事处副总经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	中国路桥工程有限责任公司		
完成单位	中国路桥工程有限责任公司		
对本项目技术创造性贡献：项目参与人，对创新点 1、3 有贡献。			

姓 名	安鹏	排 名	7
行政职务	副总经理、总工程师		
技术职称	高级工程师		
工作单位	中铁建城建交通发展有限公司		
完成单位	中铁建城建交通发展有限公司		
对本项目技术创造性贡献：项目参与人，对创新点 1、3 有贡献。			

姓 名	吴导强	排 名	8
行政职务	经理		
技术职称	工程师		
工作单位	中铁二十局集团有限公司		
完成单位	中铁二十局集团有限公司		
对本项目技术创造性贡献：项目参与人，对创新点 2 有贡献。			

姓 名	刘涛	排 名	9
行政职务	项目经理		
技术职称	高级工程师		

工作单位	中铁七局集团第三工程有限公司
完成单位	中铁七局集团第三工程有限公司
对本项目技术创造性贡献：项目参与者，对创新点 2 有贡献。	

姓 名	张洪军	排 名	10
行政职务	项目经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	中铁一局集团有限公司		
完成单位	中铁一局集团有限公司		
对本项目技术创造性贡献：项目参与者，对创新点 2、3 有贡献。			

八、主要完成单位情况表

单位名称	西安建筑科技大学
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>本项目牵头单位和科研工作协调负责单位，制定项目总体研究思路，负责科研人员组织和科研计划安排，负责室内试验、理论研究、平台研发、成果评价、报告编制等。</p>	

单位名称	盐城工学院
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>本项目科研工作单位，负责科研人员组织和科研计划安排，负责室内试验、理论研究、平台研发、成果评价、报告编制等。</p>	

单位名称	中国路桥工程有限责任公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>本项目主要配合及参与单位，提供相关科研场地、研究经费和资料，参与科研任务和具体工作的分配与协调，参与组织科研人员进行现场试验、现场测试、成果评价、成果报告编制等。</p>	

单位名称	中铁二十局集团有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>本项目参与单位，参与组织科研人员进行现场监测、监测平台研发、成果评价、成果报告编制等。</p>	

单位名称	中铁一局集团有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>本项目参与单位，参与组织科研人员进行现场监测、监测平台研发、成果评价、成果报告编制等。</p>	

单位名称	中铁建城建交通发展有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>本项目参与单位，参与组织科研人员进行现场试验、现场测试、成果评价、成果报告编制等。</p>	

单位名称	中铁七局集团第三工程有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>本项目参与单位，参与组织科研人员进行现场监测、监测平台研发、成果评价、成果报告编制等。</p>	

完成人合作关系说明

第 1 完成人宋战平、第 2 完成人赵亮、第 3 完成人程昀、第 4 完成人张美宁、第 5 完成人李长伟、第 6 完成人支彬、第 7 完成人安鹏、第 8 完成人吴导强、第 9 完成人刘涛、第 10 完成人张洪军共同对“中亚多震山区公路高边坡灾害防控关键技术及工程应用”项目开展研究，并共同完成科技成果评价。

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	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	共同研发	宋战平/1 赵亮/2	2014.08.01	2024.10.31	共同软著 共同成果评价	软著证书 成果评价证书
2	共同研发	宋战平/1 程昀/3	2014.08.01	2024.10.31	共同论文 共同成果评价	论文 成果评价证书
3	共同研发	宋战平/1 张美宁/4	2022.09.01	2024.10.31	共同论文 共同成果评价	论文 成果评价证书
4	共同研发	宋战平/1 李长伟/5	2014.08.01	2024.10.31	共同专利 共同成果评价	专利证书 成果评价证书
5	共同研发	宋战平/1 支彬/6	2014.08.01	2024.10.31	共同专利 共同成果评价	专利证书 成果评价证书
6	共同研发	宋战平/1 安鹏/7	2014.08.01	2024.10.31	共同成果评价	成果评价证书
7	共同研发	宋战平/1 吴导强/8	2014.08.01	2024.10.31	共同成果评价	成果评价证书
8	共同研发	宋战平/1 刘涛/9	2014.08.01	2024.10.31	共同成果评价	成果评价证书
9	共同研发	宋战平/1 张洪军/10	2014.08.01	2024.10.31	共同成果评价	成果评价证书
10	共同研发	李长伟/5 支彬/6	2014.08.01	2024.10.31	共同专利 共同软著 共同成果评价	专利证书 软著证书 成果评价证书

陕西高等学校科学技术研究优秀成果 证书

成果名称：中亚“一带一路”严寒多震山区公路高
边坡智能监测与灾害预警

认定等级：一等

完成人：宋战平 赵亮 高永吉 孙引浩 程昀
王彤 范胜元 吕鹏涛 张玉伟 陈登峰
刘世鹏

完成单位：西安建筑科技大学
中铁建城建交通发展有限公司
中铁二十局集团有限公司

