

项目合同编号：25-83R

陕西省交通运输厅 2025 年度交通科研项目

合 同 书



项目名称：陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究

承担单位：陕西理工大学

项目负责人：郭瑞

通讯邮编、地址：陕西省汉中市汉台区东一环路 1 号

传真、电话：18220796221

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) 秦巴山区公路沿线滑坡灾害体易发性的影响因素分析；
- (2) 秦巴山区农村公路滑坡灾害主要影响因素及影响程度研究；
- (3) 秦巴山区农村公路滑坡灾害演变机理研究；
- (4) 适合于陕南秦巴山区内农村公路沿线滑坡灾害的防治措施研究。

2. 技术关键

本研究聚焦于陕南秦巴山区公路沿线的滑坡灾害，致力于分析其主要影响因素，主要包括自然环境背景、地形地貌条件及人类工程活动等。研究旨在明确导致该区域公路滑坡易发性的主导因素，滑坡风险影响因素分级分类体系，构建具有区域适应性的滑坡灾害防治措施。

3. 依托工程（依托工作）

本项目依托汉中市镇巴县 2026 年重要县乡公路改建工程，主要围绕镇巴县穿心店至杨家河三级公路改建工程路堤滑坡段开展相关工作。项目 K1+620 至 K1+665 段为临崖傍山路段，其中左侧为陡峭崖壁，右侧紧邻山体。目前该路段因左侧边坡发生滑塌导致交通中断，滑塌影响长度约 45.0 m。

二、考核指标

1. 预期目标

（1）结合依托工程实际情况，针对沿线典型滑坡灾害开展调查，系统分析滑坡灾害的诱发与形成机制，明确区域内滑坡发育的主要影响因素；

（2）揭示陕南秦巴山区农村公路沿线滑坡灾害的形成与演化机理，系统阐明其动态演变过程与内在驱动机制；

（3）面向陕南秦巴山区农村公路沿线滑坡灾害的发育特征与成灾规律，构建适应性滑坡灾害综合防治技术。

2. 主要技术经济指标

本项目将围绕陕南秦巴山区农村公路沿线滑坡灾害体的主要影响因素识别与不同因素影响程度等方面展开系统研究，所建立的公路滑坡灾害易发性评价体系，具备科学性高、适用性强、经济性好的特点。该技术的应用可显著提升区域公路边坡灾害识别与防控的精准度，有效降低因滑坡导致的养护成本与交通中断风险，为农村公路边坡治理的设计、施工与长期维护提供可靠技术支撑，预计可降低因滑坡灾害导致的追加投资比例 5%-8%。

3. 经济和社会效益

首先，通过探明滑坡灾害的主控因素与演变机理，项目成果将可用于指导农村公路的精准选线与合理避让，从源头上减少工程扰动引发的地质灾害，降低建设与改线成本。其次，针对已建成的公路，研究成果将能够为滑坡早期识别与分级防控提供科学依据，变被动抢修为主动预防，有效降低因交通阻断导致的物资运输停滞、农副产品滞销等间接经济损失，保障茶叶、药材等特色农业产业链的稳定运转。再者，由于山区路网密度低、替代线路少，防控对策的实施可避免因断道绕行产生的高昂物流成本，并延长公路使用寿命，显著降低全生命周期的养护与修复投入，实现资金效益最大化。

公路滑坡直接威胁人民生命财产安全，项目通过揭示灾害成灾规律与风险演化特征，将可为建立科学的监测预警体系提供理论支撑，最大程度避免“车毁人亡”的悲剧，增强山区群众的安全感。同时，保障公路畅通即保障了偏远村庄在汛期的应急救援、医疗救护与物资补给通道，防止村庄因灾沦为“孤岛”，

是维护社会公平与底线民生的重要举措。此外，研究成果中关于防灾减灾知识的科普化应用，以及“群测群防”体系的优化建议，将有助于提升基层干部与群众的防灾意识和自救互救能力，夯实乡村社会的韧性基础，为乡村振兴战略营造安全稳定的发展环境。通过建立科学的监测与防控对策，将高风险路段纳入重点监控范围，可有效降低滑坡致人死亡风险。项目实施后，力争实现公路滑坡次生人员伤亡事故零发生。

4. 成果提供形式

（1）形成《陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究》研究报告一份；

（2）发表高水平科技论文 1 篇。

5.其他考核指标

（1）项目开展过程中邀请课题研究方向相关国内外专家进行技术指导 1 次；

（2）项目实施过程中拟派课题组研究人员参加道路交通领域国内外相关学术会议 1 次，开展项目研究成果交流与宣传报道。

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
2026 年 03 月~2026 年 09 月	前期准备阶段：检索、收集国内外相关文献，开展前期研究调研，收集区域内公路边坡相关资料，撰写项目可行性研究报告，完成项目的立项工作，编写研究大纲和工作实施详细计划。
2026 年 10 月~2027 年 03 月	中期项目研究阶段：基于上述野外调研结果，分析陕南秦巴山区内农村公路沿线滑坡灾害体的类型、分布形态特征及诱发其致灾的主要影响因素，建立以主要影响因素为指标层、以滑坡易发性为目标层、以自然和人类活动因素等为准则层的陕南山区农村公路滑坡易发性评价指标体系，发表学术论文 1 篇。
2027 年 04 月~2027 年 09 月	中期跟踪观测阶段：建立适合于陕南秦巴山区的农村公路滑坡灾害易发性预测模型，提出适合于陕南秦巴山区农村公路的滑坡灾害体防控措施，为区域内农村公路防护措施的设计与施工等提供技术服务。
2027 年 10 月~2028 年 03 月	研究报告编写阶段：撰写研究报告，项目总结验收。

四、项目经费

项目总经费：19.93 万元
交通运输厅补助：19.93 万元
自筹资金：0.00 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	18.93	18.93
1.设备费	3.00	3.00
(1) 购置设备费	1.50	1.50
(2) 试制设备费	1.50	1.50
(3) 设备改造与租赁费	0.00	0.00
2.业务费	11.93	11.93
(4) 材料支出	5.00	5.00
(5) 测试化验实验加工支出	2.50	2.50
(6) 燃料及动力支出	0.00	1.00
(7) 差旅支出	1.00	1.00
(8) 会议支出	2.00	1.50
(9) 国际合作与交流支出	0.00	0.00
(10) 出版/文献/信息传播/知识产权事务/ 印刷支出	1.00	1.00
(11) 其他支出	0.43	0.43
3.劳务费	4.00	4.00
(12) 劳务性支出	3.50	3.00
(12) 咨询专家支出	0.50	1.00
(二) 间接费用	1.00	1.00
1.管理费	1.00	1.00
2.绩效支出	0.00	0.00
合 计	19.93	19.93

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）	
		（1）授权发明专利	
		（2）实用新型	
		（3）外观设计	
		2.软件著作权授权数（项）	1
		3.发表论文（篇）	1
		（1）其中 SCI 索引收录数	
		（2）其中 EI 索引收录数	
		（3）其他	1
		4.著作（部）	
		5.制订标准数（项）	
		（1）国际标准	
		（2）国家标准	
		（3）行业标准	
		（4）地方标准	
		（5）企业标准	
		（6）科技报告	
	其他成果	1.填补技术空白数	
		（1）国际	
		（2）国家	
		（3）省级	
		2.获奖项数	
		（1）国家奖项	
		（2）部、省奖项	
		（3）地市级奖项	
		3.其他科技成果产出	
		（1）新工艺（或新方法模式）	
		（2）新产品（含农业新品种）	
		（3）新材料	
		（4）新装备（装置）	

		(5) 平台/基地/示范点	
		(6) 中试线	
		(7) 生产线	
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	
		(2) 硕士	
		2. 培养高层次人才	
		(1) 博士、博士后	
		(2) 硕士	2
		3. 培训从事技术创新服务人员（人次）	2
		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）	
		2. 科研仪器设备利用率（%）	
		3. 孵化科技型企业（个）	
		4. 转化科技成果（个）	
效果类指标	经济效益	1. 新增产值（万元）	
		2. 新增销售（万元）	
		3. 新增出口创汇（万美元）	
		4. 新增利润（万元）	
	社会效益	1. 新增税收（万元）	
		2. 新增就业人数	
		3. 就业培训（人次）	
		4. 带动农民增收（万元）	
		5. 培训和指导科技服务（人次）	
		6. 新增产业带动情况	

		7. 技术集成示范（项）	
		8. 建立示范基地（亩数）	
		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

项目团队在人员构成、研究基础和技术力量等方面配置合理，具备顺利完成本项目的能力，预期能够按期完成各项研究任务，并取得具有重要意义研究成果。项目承担单位具体分工如下：

陕西理工大学：作为本项目的牵头单位，全面负责总体研究工作的规划、组织与协调。具体包括制定项目研究大纲与总体实施方案，明确技术路线、研究内容与进度安排；主导开展陕南秦巴山区公路滑坡灾害的成灾机理、演变过程研究，并在此基础上提出科学有效的防控对策。同时，负责统筹各参与单位的研究任务推进、阶段性成果汇总、学术交流与协作，并组织完成项目的总结、验收与成果鉴定工作，确保项目目标全面达成。

汉中市交通运输局：作为项目重要协作单位，主要负责配合项目组在汉中市域范围内开展公路滑坡灾害的现场调查与数据采集工作，协调相关县区交通部门及管养单位提供基础资料与调研便利。在研究成果转化阶段，负责组织区域内公路滑坡防治技术的推广与应用，推动示范工程的落地实施，并对接养护与工程部门开展技术指导。同时，积极参与项目的中期检查、成果评审与验收鉴定等相关工作，为项目实践应用提供行政支持与协调保障。

镇巴县交通运输局：结合本区域地质灾害特点，协助项目组深入调研境内公路滑坡分布状况、病害特征及发育规律，选择典型滑坡灾害点作为研究对象，配合开展现场勘查与取样测试等工作。在项目示范工程实施阶段，负责协调当地资源与施工条件，保障现场试验顺利

开展。同时，积极参与项目研究成果在本地区的宣传推广与技术培训，协助完成项目验收所需的现场核查与效果评估工作。

汉中交通投资集团有限公司：作为项目协作单位，充分发挥其在本地交通建设与运营方面的资源优势，为项目野外调研、数据采集等环节提供了必需的交通工具和后勤保障。在项目执行过程中，公司指派专业技术人员全程配合，协助联系相关站点与路段管理单位，协调解决野外工作中遇到的实际困难，为项目顺利推进提供了有力支持，充分体现了协作单位对科研项目的重视与投入。

汉中市公路局南郑公路段：结合辖区公路管养实际，积极配合项目牵头单位开展研究区域内公路滑坡灾害体的现场调查与病害记录工作，提供相关路段的历史灾害资料与养护记录。在项目研究过程中，协助研究人员进行现场勘查路径规划、安全保障及与当地群众的沟通协调。在项目验收阶段，根据实际管养经验为灾害防治效果评价提供实践依据，并派员参与项目鉴定与验收的相关配合工作。

汉中市公路局抢险救援中心：作为项目成果的直接应用与技术支撑单位，负责结合抢险救援实战经验，参与灾害风险评估与防控方案的现场验证，承担技术成果的试点应用与应急演练组织实施，推动研究成果向应急实战能力转化。

七、项目参加人员表

项目承担单位： 参与单位（排序）：陕西理工大学；汉中市交通运输局；镇巴县交通运输局；汉中交通投资集团有限公司；汉中市公路局南郑公路段；汉中市公路局抢险救援中心						
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	郭瑞	1982.11	陕西理工大学	副教授/系副主任	道路工程	郭瑞
主要研究人员（注：一般项目不超过15人）						
2	薛冰	1977.12	汉中市交通运输局	高级工程师	道路工程	薛冰
3	田荣生	1976.08	镇巴县交通运输局	正高级	道路工程	田荣生
4	张兴文	1993.05	汉中市交通运输局	工程师	道路工程	张兴文
5	程伟	1991.10	汉中交通投资集团有限公司	工程师	建设管理	程伟
6	张宇	1993.07	汉中市公路局南郑公路段	助力工程师	道路工程	张宇

7	王慧	1985.02	汉中市公路局抢险救援中心	工程师	道路与桥梁工程	项目参与人员	王慧
8	常舒杰	2002.08	陕西理工大学	技术员级	道路工程	项目参与人员	常舒杰
9	殷欣雨	2002.10	陕西理工大学	技术员级	道路工程	项目参与人员	殷欣雨
10	杨洋	2001.04	陕西理工大学	技术员级	道路工程	项目参与人员	杨洋

八、信息表

项目合同编号		25-83R		密级		/		A: 机密 B: 秘密 C: 内部		
项目名称		陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究								
项目实施所在地		汉中市		起止年限		2026 年 3 月 至 2028 年 3 月				
总 经 费		19.93 万元		厅 拨		19.93 万元				
第一承担单位	单位名称	陕西理工大学								
	所在地	陕西省汉中市汉台区 省（市、区）					代码	-		
	通讯地址	汉中市汉台区东一环路 1 号					邮编	723001		
	单位性质	(1) 1.大专院校 2.科研院所 3.企业 4.其它					代码	61050		
参与单位	序号	单 位 名 称								
	1	汉中市交通运输局								
	2	镇巴县交通运输局								
	3	汉中交通投资集团有限公司								
	4	汉中市公路局南郑公路段								
	5	汉中市公路局抢险救援中心								
项目负责人		姓 名	郭瑞		性 别（ 1） 1.男 2.女		出生年份	43		
		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	18220796221		电子邮箱		grlch2356@163.com			
项目联系人		姓名	郭瑞		性别		男			
		联系电话	18220796221		电子邮箱		grlch2356@163.com			
项目组人数		9	高级	3	中级	2	初级	1	其它	3
主要研究内容 (100 字以内)		(1)明确诱发山区农村公路沿线滑坡灾害体易发性的主要影响因素； (2)明确公路沿线滑坡灾害易发性主要影响因素与其易发行为间内在关系特征； (3)提出适合于陕南秦巴山区内农村公路沿线滑坡灾害的防控措施。								
成果属性		G	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、F	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. 乙方必须分年度向甲方提出上年年度计划执行情况报告。

2. 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。未经接到正式批准以前，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。

3. 乙方因任何主观或客观原因（如：与可行性研究内容有出入，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。

4. 乙方的厅补助经费应按国省有关科研经费使用范围开支。

5. 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。

6. 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。

7. 合同正本一式柒份，甲方单位伍份，承担单位贰份。

8. 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：陕西省交通运输厅

负责人：（签字）

联系人：（签字）

电 话：029-88869067



2026年3月27日

（公 章）

合同乙方：陕西理工大学

单位负责人：（签字）

项目负责人：（签字）

电 话：0916-2641617



财务负责人：（签字）

账 户 名：陕西理工大学

开户银行：农行陕西省汉中街心花园支行

帐 号：26650101040004573



陕西交通科技项目科研诚信

承 诺 书

本人承诺在科研项目实施过程中，遵守科学道德和科研诚信要求，严格执行《陕西省交通运输厅科研项目管理办法》的规定和科技项目合同书约定，保证所提交材料的真实性，确保专款专用。如违背以上承诺，愿意承担相关责任，并同意主管部门将相关失信信息记入公共信用信息系统。

承诺人： 

2026 年 3 月 20 日

项目编号：25-83R

2025年度陕西省交通运输厅科研项目 研究大纲

项目名称：陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理
与防治对策研究

申请单位：陕西理工大学（盖章）

联系人：郭瑞

电 话：18220796221

陕西省交通运输厅制

2025 年 12 月

目 录

一、项目研究的背景和必要性	1
二、前期科研及工作基础	2
2.1 国内外研究现状分析	2
2.2 项目前期科研与现有工作条件	9
三、项目实施方案	12
3.1 拟解决的关键问题	12
3.2 主要研究内容	12
3.3 研究方法与技术路线	13
3.4 技术经济指标	16
四、项目承担单位及参加单位概况	16
4.1 单位概况	16
4.2 技术力量及人员构成	20
4.3 各自承担的主要工作	21
4.4 项目主要负责人情况	22
五、项目依托工程情况及其他必要支撑条件	23
5.1 依托工程概况	23
5.2 工程进度与项目科研进度的配合	23
5.3 组织管理形式	24
六、项目经费估算及资金筹措情况	25
七、项目绩效指标	26
八、预期目标、成果提供形式及经济社会效益	28

8.1 预期目标	28
8.2 提交的研究成果及其形式	28
8.3 经济、社会、环境效益分析	29
九、其它需要说明的问题	29
十、申请单位意见	31

一、项目研究的背景和必要性

陕南秦巴山区位于陕西省南部，处于秦巴山系腹地，北依秦岭，南临巴山，属于国家集中连片脱贫地区与乡村振兴接续推进的关键区域。该区域 80%以上为山地丘陵地貌，平均海拔约 1400 米，地形复杂、气候多变，雨量充沛且集中，每年 7 月至 9 月雨季期间持续强降雨易诱发地质灾害。野外调查表明，区内岩体风化严重，地层节理裂隙发育，河谷深切、坡陡谷深，部分地段植被覆盖不足，边坡稳定性较差，坡体岩土破碎，加之部分地区堆积较厚人工弃土弃渣，在强降雨作用下极易形成滑坡、泥石流等灾害，严重威胁公路等交通设施及人民生命财产安全。近年来，伴随区域经济建设与工程活动增多，叠加极端降雨事件频发，地质灾害呈加剧态势，已成为制约当地经济社会发展的突出隐患。

陕南秦巴山区山高谷深、地质破碎，加之降雨丰沛，历来是滑坡、泥石流等地质灾害的高发区。穿行其间的农村公路，既是当地群众出行与物资运输的“生命线”，也是推动区域产业振兴与文旅融合的关键纽带。一方面，区域内农村公路建设对降低物流成本推动农业产业化与资源开发，串联景点带动全域旅游与文旅融合，完善公交与安全设施、保障民生福祉起到有力的保障和推动作用；另一方面，农村公路的建成极大地促进了城乡文化交流与人才回流，激发了乡村内生动力，实现了从破解“出行难”到支撑“百业兴”的跨越，成为巩固脱贫成果、推进乡村振兴的战略性基础设施。

然而，受地理环境影响，区域内农村公路多沿坡脚或河岸布线，

深挖高填路段多，工程扰动进一步加剧了岩土体的不稳定性。每逢汛期，滑坡地质灾害频发，直接冲毁路基、掩埋路面，造成交通中断甚至车毁人亡，其线性分布与突发成灾的特点更令防治极为困难。由于山区路网密度低、绕行替代线路少，一旦阻断往往导致偏远村庄沦为“孤岛”，严重影响应急救援与生产生活物资输送。这种“路通而业兴、路断则业滞”的脆弱平衡，使公路滑坡成为当前制约区域农村经济和社会可持续发展的突出短板。

基于上述背景，本项目通过对陕南秦巴山区农村公路沿线滑坡灾害的调研，综合运用实地考察、理论计算与数值模拟等手段，旨在探明控制该区域公路沿线滑坡灾害易发性的关键影响因素。在此基础上，结合区域地形地貌与环境特征，厘清不同诱发因素之间的主次关系与耦合作用机制，为山区公路的安全运营与乡村振兴提供科技支撑，提出针对区域农村公路滑坡灾害的防治措施和建议。研究成果可为山区农村公路及村镇道路的规划选线、建设施工、运营维护及灾害防治提供科学参考，有助于提升陕南秦巴山区农村公路的抗灾韧性与安全保障水平，对增强区域基础设施安全运营能力、维护生态安全、推动区域协调发展，以及落实国家乡村振兴与防灾减灾重大战略，具有显著的社会效益、经济效益与生态效益。

二、前期科研及工作基础

2.1 国内外研究现状分析

公路滑坡是指在公路沿线因地质条件、降雨、地震等因素引发的土壤或岩石大面积脱落、移动，导致公路或其周边区域发生的滑移现

象。其不仅可摧毁道路、桥梁及建筑物，造成交通中断和经济损失，且可致使人员伤亡，给当地居民生活带来巨大压力。

2.1.1 滑坡灾害体类型和成因

目前依据滑坡的多元特性对公路滑坡进行了详尽的分类，这些特性涵盖了滑坡的物质构成、基本性质、特征等要素。根据滑坡主要构成物质被划分为土质滑坡与岩质滑坡两大类。土质滑坡分为堆积土滑坡、膨胀土滑坡、黄土滑坡和填土滑坡。堆积土滑坡指的是在第四纪地层中，由非特殊土(如膨胀土、黄土、填土等)组成的土层中发生的滑坡现象，这类滑坡的形成往往与土层的堆积过程和性质密切相关^[1]。堆积土滑坡可根据土的性质和物质组成，分为黏质土滑坡、沙质土类滑坡、碎石土类滑坡和风化残积土滑坡。

膨胀土滑坡发生在含有膨胀土的地层中，滑动面多位于膨胀土活动区深度范围^[2-3]。我国是世界上膨胀土分布广泛的国家之一，每年因膨胀土滑坡灾害造成的损失超过 300 亿元，严重威胁着当地人民群众的安全和社会稳定，对铁路和公路等运营亦构成严重威胁。黄土滑坡是在高陡的黄土斜坡地区，由于自然环境变化或人类工程活动的干预，所触发的集滑坡与崩塌于一体的特殊地质灾害，具有滑坡和崩塌两种机制和先滑后塌的变形破坏过程^[4]。岩质滑坡分为破碎岩体滑坡、层状岩体滑坡和块状岩体滑坡。破碎岩体滑坡发生在构造破碎带或严重风化带的破碎岩体中^[5]。层状岩体滑坡发生在具层状结构的岩体中，滑动面位于层面或软弱结构面^[6]，块状岩体滑坡是指先后对完整的块状岩体沿构造节理或断层产生的组合式滑动。根据规模大小可划分为小型滑坡、中型滑坡、大型滑坡及巨型滑坡，根据滑动面埋藏深度分为浅层滑坡、中层滑坡和厚层滑坡。在动力学特征上，滑坡被划分为推移式、牵引式及复合式三种类型，根据发生时间可划分为新滑坡、老滑坡以及古滑坡。

综上所述，不同类型的滑坡具有不同的发生机制和风险特征，分类有助于滑坡进行有效的风险评估和防治措施制定，提升监测与预警能力，同时为工程设计优化和资源分配提供依据。

2.1.2 滑坡灾害体演变机理

滑坡灾害的演变机理揭示了滑坡从孕育、发展到成灾的全过程。引发滑坡的机制归因于内部和外部因素^[7]。恶劣的地质条件是导致滑坡发生的内部因素^[8]。降雨、地震，以及大量人类活动的影响等是滑坡产生的外部因素^[9]。通过深入研究滑坡发展的过程，不仅能够更加精准地预测滑坡灾害的发生时间与规模，还能为防灾减灾工作提供坚实的科学支撑与决策依据。

黄子帅等^[10]以贵州某推移式滑坡为例，研究发现滑坡区地形由后缘至前缘呈现出“陡-缓-陡”的变化趋势，这种地形特点不仅加剧了降雨时地表径流的汇集效应，也为滑坡的孕育与发展提供了有利条件。在降雨和人类工程活动的双重作用下滑坡体后缘及中上部土体重量增加，强度降低，出现向下滑动的趋势。变形过程可划分为挤压阶段、蠕滑阶段和变形破坏阶段。宋东日等^[11]研究发现公路路堑边坡的大规模开挖活动改变了原有的地形，形成了高陡的凌空面，为滑坡发生提供了地形条件。坡脚开挖导致阻滑关键块体缺失，引起应力集中和剪切应变软化，滑体前缘开始失稳。降雨加剧了滑坡的启动过程，地表水和地下水渗入坡体，提高了地下水位，增加了滑体重量，并软化了滑带土，进一步降低了滑体的抗滑能力，为滑坡体的进一步向后发展提供了条件。Li 等^[12]研究发现滑坡的动力变形可分为初始变形阶段、加速变形阶段和稳定阶段三个阶段。在初始变形阶段，滑坡位移较小，主要受到坡脚阻力损失和早期开挖扰动的驱动，处于相对稳定状态。在加速变形阶段，由于受到强降雨的影响，地表位移急剧增加，滑坡性质由牵引性滑坡转变为推移性滑坡。

综上所述可知，深入研究滑坡发展的过程和演变机理不仅能够更加精准地预测滑坡灾害形成过程、发生时间与规模，且能够为防灾减灾工作提供坚实的科学支撑与决策依据。

2.1.3 滑坡灾害体防治

滑坡监测的核心在于对地质体变形动态及运动过程的精密测量与深入分析，旨在揭示其变化机理与触发要素^[13]，进而科学评估滑坡灾害的风险等级，并前瞻性地预测其潜在发展趋势，有效减轻或避免灾害带来的损失。滑坡变形监测技术包括地表变形监测技术和深部变形监测技术两类^[14-15]。这些技术可以大范围、长时间地监测滑坡表面的变形，但大多数地表形变监测方法对来自天气条件、地形起伏、植被覆盖和人为影响的干扰敏感，时间分辨率低，数据分辨周期长，以及监测数据延迟，这些都会妨碍及时快速地获取滑坡形变信息，阻碍维持滑坡的短期预警^[16-17]。更为关键的是，地表变形监测不能感知滑坡内部的地质活动，也不能监测滑动面的形成发展和破坏过程^[26]。这些方法虽可以提供有关滑坡体变形的直接信息，尤其是在滑动面，这对早期预警非常重要。但现有设备的问题是成本高、范围有限或操作复杂，不适合中国大量的潜在滑坡，并且许多设备无法适应恶劣的室外环境，运行和维护成本高昂。因此亟须开发新技术，为滑坡监测提供廉价、高灵敏度和稳健的深部变形监测。

滑坡监测体系的完善是灾害早期预警的基石，及时的预警机制是减轻生命危害与经济损失的核心。若缺乏适宜且高效的预警模型，即便监测工程再庞大，也难以有效应对防灾减灾的现实挑战。鉴于此，滑坡预警研究需并行推进，一方面强化区域性气象预警系统的构建，

另一方面深入探索单体滑坡的精确预警技术，二者相辅相成，共同推动滑坡灾害预测与防范能力^[18]。区域性气象预警系统是根据降雨数据和历史滑坡情况建立临界降雨量模型，对区域滑坡灾害进行预警。但受限于气象预报精度，主要适用于大范围趋势性预警^[19]。而单体滑坡预警是通过分析滑坡体的变形趋势和突变特征，结合变形速率、加速度等数据，设置不同级别预警阈值的方法。滑坡监测数据的精准处理与分析对于实现有效预警具有不可估量的价值。然而，在实际操作中，监测数据的质量却呈现出显著的差异性，时常面临数据中断、异常波动等不稳定问题，给分析工作带来了挑战^[20]。

2.1.4 滑坡灾害体治理

目前，常用滑坡治理方法有削方减载法、综合治水法、坡面防护法等，其共同构成了应对滑坡灾害的多元化、综合性治理体系。

滑坡体的削方减载作业通常遵循自上而下的原则进行，通过挖除滑坡体上部推移段的土体，部分或全部移除这部分潜在的不稳定土体，可以有效减轻滑坡体上部的负载，进而降低因重力作用而产生的推移力^[21]。综合治水法通过精准截流、有效排水与科学疏导，合理管理地下与地表水资源，同时注重滑坡区域路基的改良换填，并巧妙运用支挡结构，全方位加固土壤，加速土体固结进程，显著提升其抗剪切能力，达到稳固边坡目的^[22]。坡面防护法分为生态恢复型与工程加固型两种类型，在削坡作业之后，及时采用浆砌片石护坡，不仅能够有效隔绝雨水侵蚀，还能显著增强坡面的耐久性与安全性^[23]。挡土墙防护法其核心在于在路堑边坡坡脚区域设计一道挡墙，以分散和吸收

滑坡体的下滑力量，为滑坡治理提供更为可靠和高效的解决方法^[24]。预应力锚索（杆）支护法作为一种高效且广泛应用的滑坡治理手段，适用于应对传统多级抗滑挡土墙难以遏制的、施工过程中易产生滑动的大型滑坡体，其不仅为桩顶提供了额外支承力，还显著增强了滑坡体的整体抗滑能力，确保了边坡的稳定与安全^[25~26]。锚杆（索）格梁防护法通过在预设位置安装锚块并张拉预应力锚索，构建起一个紧密相连的框架结构，紧紧锁住了滑坡体的潜在滑动面，同时结合滑坡体表面的挂网喷浆处理，实现了对土体的有效密封^[27]。

山区公路受地形地貌影响，需要对公路沿线边坡进行挖填处理，其导致公路沿线天然斜坡的内应力发生变化。在天然工况下，普通的支挡工程便可以让坡体进入新的平衡态，维持边坡的稳定，但在特殊工况下，诸如连续降雨、短时强降雨或者强地震等情况，坡体便可能发生失稳，形成滑坡灾害体。滑坡治理的复杂实践中，单纯依赖某一方法往往难以达到理想的防治效果，因此，综合运用多种技术手段成为公路滑坡灾害体治理一种必要的策略和方法。

参考文献：

- [1] 胡航. 暴雨诱发大型堆积土体滑坡致灾机理研究[D]. 北方工业大学, 2021.
- [2] 刘振北. 膨胀土滑坡基本特征分析及防治措施研究[J]. 江西建材, 2023, (02): 114-115+118.
- [3] 卢仁杰. 淠史杭灌区膨胀土滑坡形成机理及治理技术研究[D]. 安徽理工大学, 2019.
- [4] 苏生瑞, 彭建兵. 西北地区重大工程地质问题研究[J]. 工程地质学报, 2003, (01): 105-110.
- [5] 汪会帮. 破碎岩质滑坡防治对策[C]//中国地质学会工程地质专业委员会. 第

- 八届全国工程地质大会论文集. 浙江公路水运工程咨询公司, 2008: 5.
- [6] 范文, 俞茂宏, 李同录, 等. 层状岩体边坡变形破坏模式及滑坡稳定性数值分析[J]. 岩石力学与工程学报, 2000(z1): 4.
- [7] Yu H, Li C, Zhou J Q, et al. Recent rainfall-and excavation-induced bedding rockslide occurring on 22 October 2018 along the Jian-En expressway, Hubei, China[J]. Landslides, 2020, 17: 2619-2629.
- [8] Zhou J, Cui P, Hao M. Comprehensive analyses of the initiation and entrainment processes of the 2000 Yigong catastrophic landslide in Tibet, China[J]. Landslides, 2016, 13: 39-54.
- [9] 林世君. 公路滑坡形成的原因和防治措施分析[J]. 科技创新与应用, 2013, (09): 158.
- [10] 黄子帅, 张会仙. 贵州某推移式滑坡变形特征及形成机理研究[J]. 甘肃水利水电技术, 2024, 60(05): 39-44.
- [11] 宋东日, 任伟中, 沈波, 等. 牵引式滑坡的破坏机制及其加固措施探讨-以某高速公路牵引式滑坡为例[J]. 岩土力学, 2013, 34(12): 3587-3593.
- [12] Li C, Long J, Liu Y, et al. Mechanism analysis and partition characteristics of a recent highway landslide in Southwest China based on a 3D multi-point deformation monitoring system[J]. Landslides, 2021, 18(8): 2895-2906.
- [13] 汪华斌, 吴树仁. 滑坡灾害风险评价的关键理论与技术方法[J]. 地质通报, 2008, (11): 1764-1770.
- [14] Hilley G E, Burgmann R, Ferretti A, et al. Dynamics of slow-moving landslides from permanent scatterer analysis[J]. Science, 2004, 304(5679): 1952-1955.
- [15] Zeni L, Picarelli L, Avolio B, et al. Brillouin optical time-domain analysis for geotechnical monitoring[J]. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 2015, 7(4): 458-462.
- [16] Bardi F, Raspini F, Ciampalini A, et al. Space-borne and ground-based InSAR data integration: the Åknes test site[J]. Remote Sensing, 2016, 8(3): 237.
- [17] Pecoraro G, Calvello M, Piciullo L. Monitoring strategies for local landslide early warning systems[J]. Landslides, 2019, 16: 213-231.

- [18]许强.对滑坡监测预警相关问题的认识与思考[J]. 工程地质学报, 2020, 28(02): 360-374. DOI:10.13544/j.cnki.jeg.2020-025.
- [19] 张海艳, 简文星, 杨涛, 等. 降雨作用下三峡库区秭归谭家湾滑坡监测预警研究[J]. 安全与环境工程, 2022, 29(04): 129-138.
- [20] 邓李政, 袁宏永, 张鸣之, 等. 滑坡变形监测预警技术研究进展[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2023, 63(06): 849-864.
- [21]唐杨, 王国炜, 唐彬, 等. 公路滑坡治理及监测综述[J]. 广东交通职业技术学院学报, 2021, 20(03): 8-12.
- [22] 青光坤. 传统方法创新用-传统方法在降低山区公路滑坡治理造价中的应用[J]. 中国公路, 2014, (21): 108-111..
- [23]康斌, 刘强, 郭俊楠. 关于高边坡生态修复施工技术的探讨[J]. 陕西水利, 2019, (10): 143-145.
- [24] 谢飞鸿, 王锦山, 尹伯悦. 成南高速公路滑坡稳定性分析及治理[J]. 岩石力学与工程学报, 2005, (S2): 5795-5798.
- [25] 杨智. 预应力锚索抗滑桩在治理公路滑坡中的应用[D]. 中南大学, 2012.
- [26]中国路基工程学术研究综述 2021[J]. 中国公路学报, 2021, 34(03): 1-49.
- [27]李武. 基于边坡实测数据的岩土体参数反演研究及稳定性分析[D]. 重庆交通大学, 2024.

2.2 项目前期科研与现有工作条件

2.2.1 前期科研

项目申请者主要从事道路工程与地质灾害防治方面研究工作, 近年来主持与参与完成的省部级及以上自然科学基金项目 5 项, 长期参与陕西和甘肃地区公路与城市道路建设方面的科研项目工作。申请者所在单位位于秦巴腹地陕西汉中, 对秦巴山区内乡村公路与区域地理环境条件和交通荷载作用等有系统地认识, 并针对区域内在建和已建乡村和高速公路的路用性能开展了研究。

项目申请人为陕西理工大学土木工程与建筑学院硕士生导师, 长期致力于道路建筑材料、地质灾害防治等领域的教学与科研工作, 具

备扎实的理论基础和丰富的实践经验。在科研积累方面，申请人已在国内外重要学术期刊发表论文 30 余篇，其中多篇成果发表于《Construction and Building Materials》、《Case Studies in Construction Materials》、《工程科学与技术》等国内外核心期刊，并有 10 余篇被 SCI、EI 收录；已获授权国家发明专利 3 项，展现出较强的科研创新能力。

在科研奖励方面，申请人以第一完成人身份获得多项省校级科技奖励，包括陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖 2 项、陕西省土木建筑科技进步奖 1 项、陕西省建设工程科学技术奖 1 项，以及陕西理工大学科学技术研究优秀成果奖 4 项。这些成果不仅体现了申请人在相关领域的学术贡献，也为本项目的顺利开展提供了有力的前期支撑。

申请人尤其专注于公路边坡稳定及泥石流灾害防治研究，曾在《地质论评》、《工程地质学报》、《干旱区地理》等岩土工程与地质灾害防治领域权威期刊上，以第一作者发表“基于灰色关联法的泥石流灾害易发性影响因素分析”、“黄土高原区地质环境特征及灾害发育类型分析”、“基于主成份分析法的安康地区膨胀土膨胀变形影响指标分析”等具有理论与应用价值的学术论文，在该方向上的持续深耕与学术积累。

此外，申请人熟悉陕南地区气候与环境特征，已在本项目研究区内开展先期野外调查与资料收集工作，对区域地质灾害现状具有直接认识。综上，申请人在研究成果、理论储备、实践经验和区域认知等方面均具备良好基础，能够为项目的顺利实施提供坚实保障。

2.2.2 仪器装备条件

本项目研究使用的试验方法、测试手段（仪器设备）等课题组成

员在前期工作准备工程中已熟练掌握。项目依托单位的陕西省工业自动化重点实验室有一批较为先进的研究设施及仪器设备，如直剪仪、三轴仪、比重瓶、环刀等仪器设备，仪器种类齐全，设备精良，且项目组成员已掌握了相关试验仪器设备的操作。申请人所在单位土木工程与建筑学院购买有 Abaqus、Matlab 和 PFC 正版软件，可以保证本项目的编程和数值模拟需求。以上试验设施为本项目顺利开展提供了有力的支持与硬件设备保障。

2.2.3 人员配备条件

项目申请者长期从事道路建筑材料、地质灾害防治及岩土工程等领域的教学与科研工作，尤其在公路边坡稳定性评价与泥石流灾害防治方面积累了扎实的理论基础与丰富的实践经验。申请人长期扎根秦巴山区，围绕区域公路工程建设与地质灾害防治问题开展了系列科研项目，具备良好的探索精神、科研创新能力和工程实践组织能力，为该课题的顺利实施提供了重要支撑。

此外，为保障项目高质量完成，课题组在人员配置上注重学科交叉与产学研结合。研究团队核心成员包括具有工程模型设计、数值仿真分析、岩土试验与地质灾害评估等专业背景的中青年科研骨干，能够系统开展理论分析、模拟计算与实验验证工作。此外，课题组特别邀请汉中市交通运输局、中国建筑西南勘察设计研究院等单位岩土工程与地质灾害防治方面资深专家担任技术顾问，提供工程实践指导与政策规范咨询，确保研究成果兼具学术价值与工程适用性。

综上所述，从现有研究软硬件设备来看，本项目提出的研究目标和内容可以实现和完成，研究方案和技术路线是切实可行的，加之项目组成员在前期已开展了与本项目相关研究工作，故本项目研究的可行性能够得到保障。

三、项目实施方案

3.1 拟解决的关键问题

本项目旨在系统揭示陕南秦巴山区公路滑坡灾害的主要影响因素及不同因素对滑坡发育的贡献程度。通过整合现场调查、室内试验与分析等方法,研究该区域公路沿线滑坡灾害的易发性影响因素及其类型特征,拟解决以下关键问题:

(1)明确诱发陕南秦巴山区公路沿线滑坡灾害的关键影响因素。重点从自然环境条件(如降雨特征、植被覆盖)、地形地貌要素(如坡度、坡向、高程)以及滑坡体自身属性(如岩土结构、风化程度、堆积特征)等方面开展识别。

(2)针对陕南秦巴山区农村公路滑坡灾害的特点,系统识别控制滑坡发育的地质与水文环境、工程活动及植被覆盖等影响因素,明确主控要素,形成适用于山区农村公路滑坡风险影响因素分级分类标准。

(3)面向陕南秦巴山区农村公路沿线地质条件复杂性与灾害发育特征,揭示滑坡灾害的主控因子与成灾模式对应关系,进而构建融合工程措施与生态修复、具有区域适应性的滑坡灾害防治措施。

3.2 主要研究内容

专题一：陕南秦巴山区环境地质条件调查

调查研究区内公路沿线的自然因素(地质因素、地形地貌、气候因素、水文因素、植被因素等)和人类活动因素(工程建设、土地开垦、矿山开发等),探明研究区内的地貌现状和变迁特征,明确研究区内典型山区农村公路沿线边坡的岩土体性状,边坡岩体的褶皱、断裂及裂隙等发育状况;明确研究区内降雨发生的频率、规模及强度等;探明区域内植被覆盖和破坏状况,人类社会和经济活动对环境地质影

响程度。

专题二：山区农村公路滑坡灾害类型及成因分析

基于上述调查结果，归纳总结区域内滑坡灾害体主要类型、形成条件及诱发其致灾的主要影响因素，探明陕南秦巴山区农村公路沿线滑坡体分布形态和特征，并建立滑坡灾害易发性评价指标体系。基于室外调研结果，采用灰色理论等方法，揭示诱发陕南秦巴山区内农村公路沿线滑坡灾害易发性的主控因素及不同影响因素间主次关系，阐明不同主控因素对滑坡灾害易发性影响程度。

专题三：多因素影响山区农村公路滑坡易发性模拟分析

基于上述研究确定出的山区农村公路沿线滑坡灾害的主控影响因素，引入正交实验原理设计数值模拟方案。通过构建涵盖多因素工况条件的易发性模拟试验，系统探析不同工况条件下滑坡灾害的响应规律，揭示滑坡易发性随各主控因素的演化特征，厘清因素间复杂的互馈关系及其对公路安全的工程影响机制。

专题四：陕南秦巴山区农村公路滑坡灾害防治措施研究

调查区域内典型农村公路已采取的滑坡防治措施（如挡土墙、抗滑桩、截排水沟、坡面防护等）在不同地质条件下的适用性效果。研究适用于农村公路资金条件有限条件的石笼挡墙等支挡结构的适用性设计参数及复合防护形式；研究建立基于基层养护人员和村民参与的简易巡查与识别体系（如裂缝贴片、简易位移桩等），制定汛期滑坡灾害的应急处置预案。

3.3 研究方法与技术路线

本项目基于对陕南秦巴山区内公路沿线滑坡地质灾害状况的调研以及对收集到的国内外有关公路滑坡资料的归纳总结与分析，通过试验、理论计算及数值模拟等相结合方法，研究了陕南秦巴山区公路

沿线滑坡灾害易发性影响因素、类型、演变机理，项目研究拟采用的研究方案和技术路线如下图 1 所示。

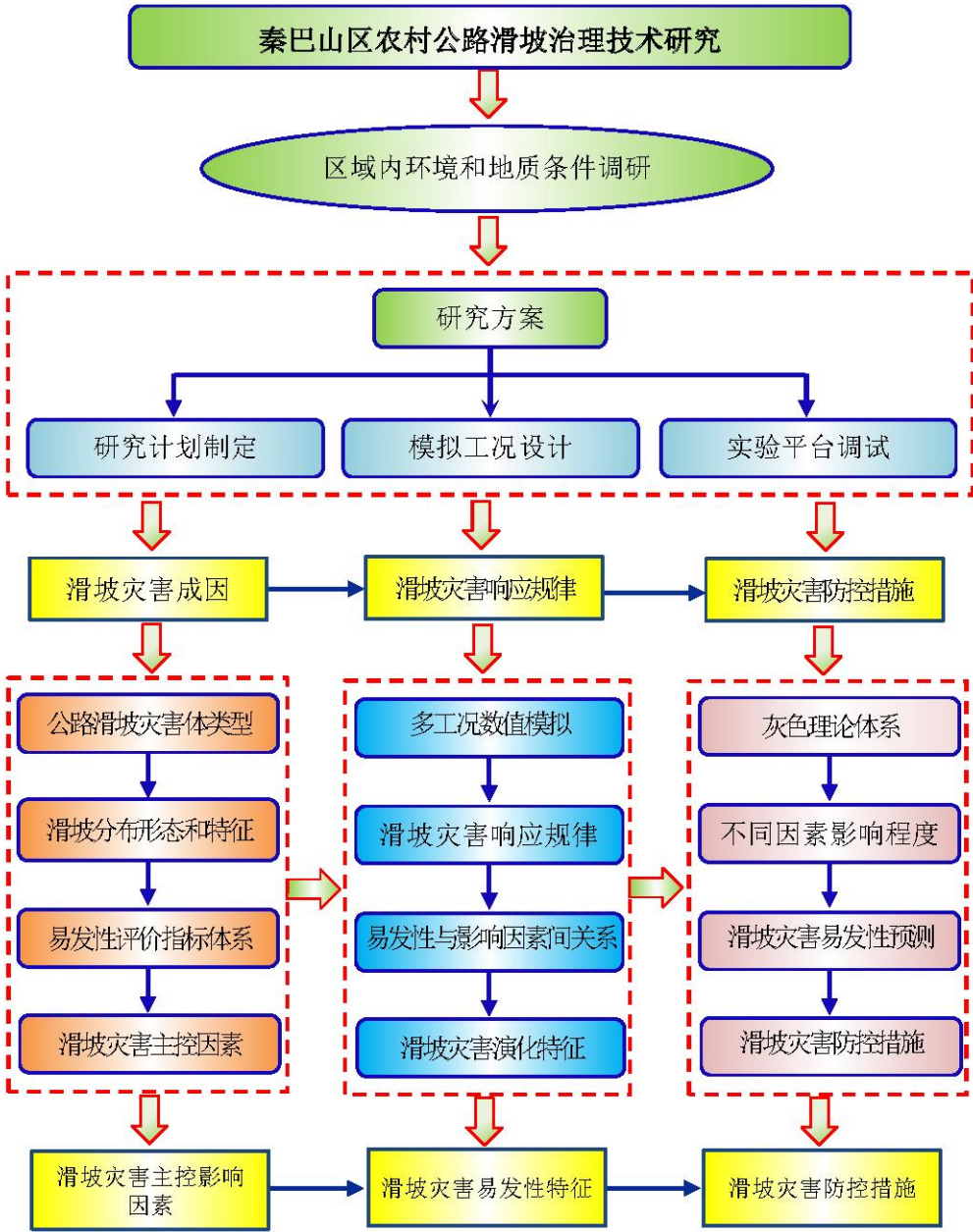


图 1 项目研究拟采取的技术路线

(1) 拟采用野外实地调研和资料收集相结合方法，收集、归纳整理研究区域内尤其是地质灾害易发典型路段沿线的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文气候环境、植被覆盖率等滑坡灾害的自然影响因素资料，调查研究区内降雨的发生频率、规模及强度等，探明区域内公路沿线边坡岩土体的褶皱、断裂及裂隙等发育状况。调查清楚研

究区内城镇、居民建房、道路修筑、交通和水利建设、矿山开发及土地开垦等人类工程活动情况。

(2) 根据上述野外实地调研结果和收集到的资料, 精确识别秦巴山区内农村公路沿线路基病害类型(滑坡、边坡失稳、坡面坍滑), 确定滑坡灾害的主要类型和分布特征, 明确诱发公路沿线滑坡灾害体形成的主要自然因素和人为因素, 建立以主要自然和人为行为影响因素为指标层, 以滑坡体易发性为目标层的公路沿线滑坡灾害易发性评价体系。结合室外滑坡灾害体的详细调研结果, 基于灰熵理论基本原理, 采用 Matlab 软件自主编写程序, 计算分析影响陕南秦巴山区公路沿线滑坡灾害体易发性的主控影响因素、不同影响因素间主次关系及其对滑坡易发性的影响程度。

(3) 首先, 针对秦巴山区农村公路沿线滑坡灾害特征, 基于正交试验原理设计不同地形因子(坡度、坡高)、斜坡自身特征(斜坡坡面形态、斜坡结构、斜坡堆积层厚度)、环境因子(降雨量、降雨强度)、地质条件及人类相关工程活动等模拟方案。其次, 依据研究区内典型地质剖面建立二维或三维几何模型, 采用 CPE4P 孔隙流体单元进行网格划分, 并设置底部全约束、两侧法向位移约束及初始孔压条件, 通过地应力平衡分析步还原真实地形应力状态。在模型本构选取上, 岩土体采用 Mohr-Coulomb 模型, 针对软弱夹层或节理裂隙则嵌入 Cohesive 单元模拟结构面力学行为。为量化不同影响因素的作用机制, 方案将外部触发因素、地形地貌要素及滑坡体自身属性转化为 Abaqus 可识别的参数化边界条件: 降雨特征通过模型表面施加流量边界实现, 并结合土水特征曲线模拟入渗导致的基质吸力变化; 植被覆盖以等效黏聚力增量或嵌入梁单元的形式表征根土复合体的加固效应; 坡度通过改变几何模型实现, 高程效应则依赖精准的地应

力平衡予以还原；岩土结构、风化程度及堆积特征则借助场变量控制材料参数的弱化关系，如将黏聚力和内摩擦角定义为风化程度的函数。最后，在此基础上，根据所设计的工况条件，依次开展地应力平衡、瞬态渗流及强度折减分析，系统记录各工况下的安全系数、塑性区贯通特征及特征点位移响应。通过对模拟结果的极差分析与方差分析，定量揭示各影响因素对滑坡稳定性的主次顺序及敏感性规律，厘清降雨-风化-地形之间的耦合效应，最终为山区农村公路的灾害防治及路线优化提供科学依据与技术参考。

（4）根据上述研究取得成果，基于灰色理论原理采用 Matlab 软件自主编写程序，建立以主控因素为参数的山区农村公路滑坡灾害易发性预测模型；结合对陕南秦巴山区内公路沿线滑坡灾害类型、成因及破坏特征等调研结果的归纳总结，结合上述研究成果，针对不同滑坡灾害体的类型制定相应地防治措施。

3.4 技术经济指标

本项目在对陕南秦巴山区公路沿线滑坡地质灾害现状调研、梳理分析国内外公路滑坡相关研究成果的基础上，综合采用模拟分析与计算相结合的方法，重点研究该区域公路滑坡灾害易发性的影响因素及其类型，总结出陕南秦巴山区内诱发公路滑坡灾害的关键影响因素及不同影响因素间主次关系。该研究成果能够有效提升区域内公路的防灾抗灾能力与长期安全运营水平，预计可降低因滑坡灾害导致的追加投资比例 5%-8%。

四、项目承担单位及参加单位概况

4.1 单位概况

陕西理工大学

陕西理工大学拥有生物学、机械工程、材料科学与工程、中国语言文学等 9 个一级学科硕士学位授权点，教育、会计、生物与医药等 11 个硕士专业学位授权点，1 个省级一流学科，5 个省级一流培育学科。学校建有秦巴生物资源与生态环境省部共建类国家重点实验室（培育）、矿渣综合利用环保技术国家地方联合工程实验室、全国人文社会科学普及基地等 35 个国家级、省部级研究中心和服务平台。现有专任教师 1260 余人，其中具有博士学位 350 余人，高级专业技术职务 500 余人，二、三级教授 18 人。建有 1 个省级博士后创新基地、1 个省级院士专家工作站。柔性引进院士 5 人（双聘院士 3 人）、长江学者特聘教授 4 人、国家“杰青”1 人、国家“优青”1 人，入选陕西省省级人才项目 20 余人。现有国务院特殊津贴获得者、全国优秀教师、曾宪梓教育基金、宝钢优秀教师奖获得者，陕西省先进工作者、优秀教师、教学名师、师德标兵等荣誉称号获得者 40 余人。

汉中市交通运输局

汉中市交通运输局主要负责拟订全市交通运输发展政策措施；推进全市综合交通运输体系建设，做好全市公路、水路规划，衔接协调铁路、民航及邮政行业发展规划，促进与综合交通运输体系相适应的制度体制机制建立；负责实施全市交通运输行业体制改革及行业信用体系建设，在职责权限范围内承担有关地方性法规、政府规章草案起草工作。拟定全市公路、水路固定资产投资规模 and 方向、市级财政性资金安排意见，负责交通基本建设项目绩效和系统国有资产的监督管

理工作，负责行业内部审计工作，指导交通建设筹融资工作并监督使用。承担全市公路、水路建设市场监管责任。贯彻执行国家有关公路、水路工程建设相关政策、制度和技术标准，负责全市重点公路、水路建设和工程质量、安全生产监督管理工作，指导全市农村公路建设、养护工作，负责全市公路、水路交通运输设施的管理和维护等。

镇巴县交通运输局

镇巴县交通运输局是地方政府的重要组成部分，负责全县公路、水路等交通运输行业的规划、建设、管理和监督。主要职责包括贯彻执行上级政策法规，拟定并组织实施交通发展规划；负责县域内道路、桥梁等交通基础设施的建设与养护管理；监管道路客货运输、站场运营、维修驾培等市场秩序；实施路政执法与超限治理，保障公路安全畅通；承担水上交通安全监管和交通战备工作；指导行业安全生产、应急处置及节能减排等工作。

汉中交通投资集团有限公司

汉中交通投资集团有限公司是汉中市人民政府批准设立的市属国有独资企业，作为全市交通基础设施的核心投融资与建设运营平台。公司以“投、融、建、管、营”一体化模式运作，主要承担重大公路、铁路、枢纽场站等项目的投资建设，负责已建成交通资产的经营管理，并延伸发展物流、能源、土地开发等相关产业。其核心职能是破解重大项目的资金瓶颈，提升资产运营效率，服务于汉中市综合立体交通网建设战略，是推动当地经济社会发展的重要国有资本投资

运营主体。

汉中市公路局南郑公路段

汉中市公路局南郑公路段是隶属于汉中市公路局的正科级事业单位，主要负责南郑区内国省干线公路的养护、管理与服务工作。其核心职责包括所辖路段的日常养护与小修保养、路产路权保护、应急抢险保通，并为公众出行提供基础服务。管辖范围涵盖南郑全境，涉及 G244、S211 等多条重要干线公路，管养里程超过百公里。由于南郑区地形复杂，北部为平原微丘、南部属巴山山岭，该段尤其面临着山区公路地质灾害易发、防汛防滑任务艰巨等挑战，是保障区域交通“生命线”全年畅通的关键力量。通过下设多个道班与职能部门，该段扎实履行基层公路养护管理职责，对服务南郑区经济社会发展、促进旅游繁荣和保障民生出行具有不可或缺的重要作用。

汉中市公路局抢险救援中心

汉中市公路局抢险救援中心是隶属于汉中市公路局的专业应急机构，主要负责辖区内国省干线及重要农村公路的应急抢险与保通保畅工作。该中心在暴雨、洪水、冰雪、滑坡等自然灾害导致交通中断时，承担快速抢通和恢复通行的核心任务，同时负责清理路面障碍、参与交通事故救援联动，并开展公路隐患的日常巡查与预防性维护。通过管理专业抢险设备和物资储备，中心确保能全天候响应突发事件，是保障汉中地区公路交通安全、服务地方经济社会发展和民生需求的重要力量。

4.2 技术力量及人员构成

本课题组成员学历层次整体较高，年龄梯度合理，学科背景分布科学，具有扎实的理论分析研究能力和丰富的工程实践经验，既包含道路工程、桥梁工程、施工管理等专业，还包含完全财务管理领域，知识结构合理，可满足本课题室内、外研究工作的需要。具体项目人员见表 1。

表 1 项目参与人员组成

姓 名	单 位	性别	年龄	技术 职称	专业	在项目中担任 具体工作
郭瑞	陕西理工大学	男	43	副教授	道路工程	项目负责人
薛冰	汉中市交通运输 局	男	46	高级工 程师	道路工程	项目参与人员
田荣生	镇巴县交通运 输局	男	49	正高级	道路工程	项目参与人员
张兴文	汉中市交通运 输局	男	32	工程师	道路工程	项目参与人员
程伟	汉中交通投资 集团有限公司	男	34	工程师	建设管理	项目参与人员
张宇	汉中市公路局 南郑公路段	男	32	助力工 程师	道路工程	项目参与人员
王慧	汉中市公路局 抢险救援中心	女	40	工程师	道路与桥梁工 程	项目参与人员
常舒杰	陕西理工大学	男	22	研究生	道路建筑材料	项目参与人员
殷欣雨	陕西理工大学	女	21	研究生	道路建筑材料	项目参与人员
杨洋	陕西理工大学	女	22	研究生	道路建筑材料	项目参与人员

4.3 各自承担的主要工作

陕西理工大学：作为本项目的牵头单位，全面负责总体研究工作的规划、组织与协调。具体包括制定项目研究大纲与总体实施方案，明确技术路线、研究内容与进度安排；主导开展陕南秦巴山区公路滑坡灾害的成灾机理、演变过程研究，并在此基础上提出科学有效的防治对策。同时，负责统筹各参与单位的研究任务推进、阶段性成果汇总、学术交流与协作，并组织完成项目的总结、验收与成果鉴定工作，确保项目目标全面达成。

汉中市交通运输局：作为项目重要协作单位，主要负责配合项目组在汉中市域范围内开展公路滑坡灾害的现场调查与数据采集工作，协调相关县区交通部门及管养单位提供基础资料与调研便利。在研究成果转化阶段，负责组织区域内公路滑坡防治技术的推广与应用，推动示范工程的落地实施，并对接养护与工程部门开展技术指导。同时，积极参与项目的中期检查、成果评审与验收鉴定等相关工作，为项目实践应用提供行政支持与协调保障。

镇巴县交通运输局：结合本区域地质灾害特点，协助项目组深入调研境内公路滑坡分布状况、病害特征及发育规律，选择典型滑坡灾害点作为研究对象，配合开展现场勘查与取样测试等工作。在项目示范工程实施阶段，负责协调当地资源与施工条件，保障现场试验顺利开展。同时，积极参与项目研究成果在本地区的宣传推广与技术培训，协助完成项目验收所需的现场核查与效果评估工作。

汉中交通投资集团有限公司：作为项目协作单位，充分发挥其在

本地交通建设与运营方面的资源优势，为项目野外调研、数据采集等环节提供了必需的交通工具和后勤保障。在项目执行过程中，公司指派专业技术人员全程配合，协助联系相关站点与路段管理单位，协调解决野外工作中遇到的实际困难，为项目顺利推进提供了有力支持，充分体现了协作单位对科研项目的重视与投入。

汉中市公路局南郑公路段：结合辖区公路管养实际，积极配合项目牵头单位开展研究区域内公路滑坡灾害体的现场调查与病害记录工作，提供相关路段的历史灾害资料与养护记录。在项目研究过程中，协助研究人员进行现场勘查路径规划、安全保障及与当地群众的沟通协调。在项目验收阶段，根据实际管养经验为灾害防治效果评价提供实践依据，并派员参与项目鉴定与验收的相关配合工作。

汉中市公路局抢险救援中心：作为项目成果的直接应用与技术支持单位，负责结合抢险救援实战经验，参与灾害风险评估与防治方案的现场验证，承担技术成果的试点应用与应急演练组织实施，推动研究成果向应急实战能力转化。

综上所述，项目团队在人员构成、研究基础和技术力量等方面配置合理，具备顺利完成本项目的能力，预期能够按期完成各项研究任务，并取得具有重要意义的研究成果。

4.4 项目主要负责人情况

项目申请人郭瑞，硕士研究生导师，长期从事沥青及沥青混合料路用性能方面研究工作，近年来主持与参与完成的省部级及以上自然科学基金项目 5 项，长期参与陕西和甘肃地区公路与城市道路建设方

面的科研项目工作。申请者所在单位位于秦巴腹地陕西汉中，对秦巴山区内乡村公路与区域地理环境条件和交通荷载作用等有系统地认识，并针对区域内在建和已建乡村和高速公路的路用性能开展了研究。项目申请者是陕西理工大学土木工程与建筑学院道桥学科带头人，硕士生导师，主要从事道路建筑材料、路基路面及地质灾害防治等方面科研工作。在国内外行业核心期刊上发表学术论文 30 余篇，其中 SCI（或 EI）收录 10 余篇，获授权国家发明专利 3 项。申请人以第一完成人身份获得多项省校级科技奖励，包括陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖 2 项、陕西省土木建筑科技进步奖 1 项、陕西省建设工程科学技术奖 1 项，以及陕西理工大学科学技术研究优秀成果奖 4 项。这些成果为本项目的研究奠定了良好的基础。

五、项目依托工程情况及其他必要支撑条件

5.1 依托工程概况

项目依托汉中市镇巴县 2026 年重要县乡公路改建工程，主要围绕镇巴县穿心店至杨家河三级公路改建工程路堤滑坡段开展相关工作。项目 K1+620 至 K1+665 段为临崖傍山路段，其中左侧为陡峭崖壁，右侧紧邻山体。目前该路段因左侧边坡发生滑塌导致交通中断，滑塌影响长度约 45.0 m。滑塌坡体以粘性土为主，坡脚处为自然冲沟，滑坡体已堆积于沟谷区域，对道路通行及边坡稳定构成严重影响。

5.2 工程进度与项目科研进度的配合

本项目研究总体上分为四个阶段：

第一阶段：2026 年 03 月～2026 年 09 月

选取研究区内农村公路路段典型滑坡地质灾害，组织项目组成员

进行实地调研和分析，确定诱发秦巴山区内农村公路滑坡灾害的自然和人类活动因素；收集和整理国内外相关研究成果，制定实验计划和方案，为拟开展研究工作做好准备。

第二阶段：2026 年 10 月～2027 年 03 月

基于上述野外调研结果，统计分析陕南秦巴山区内农村公路沿线滑坡灾害体的类型、分布形态特征及诱发其致灾的主要影响因素，建立以主要影响因素为指标层、以滑坡易发性为目标层、以自然和人类活动因素等为准则层的陕南山区农村公路滑坡易发性评价指标体系。

第三阶段：2027 年 04 月～2027 年 09 月

基于上述研究确定出的滑坡灾害的主控影响因素，开展不同工况条件下滑坡灾害体易发性模拟实验，揭示公路滑坡灾害易发性随不同影响因素的变化规律，探明陕南秦巴山区农村公路沿线滑坡灾害的演变和致灾机理，发表阶段性论文 1 篇。

第四阶段：2027 年 10 月～2028 年 03 月

对研究项目的试验资料与研究成果进行整理与总结，撰写规范，并完成本项目的结题工作，形成研究报告 1 份。

5.3 组织管理形式

项目团队共计 9 人，设项目负责人 1 名、成员 8 名，组织结构清晰，人员配置充足，专业梯队完整。项目负责人具备副高级职称及 8 年以上相关工作经验，负责全面统筹与技术协调；团队成员中包括正高级职称 1 人、副高级职称 2 人、中级职称 3 人、硕士研究生 3 人，形成了高、中、初级相结合的技术人才体系，整体实力突出，业绩丰富。

在管理机制上，项目实行负责人负责制，下设技术组与执行组，

明确职责分工，建立定期例会与阶段汇报制度，确保信息通畅、进度可控。团队依托已有的扎实研究成果和丰富工程经验，包括多项土建类科研课题、工程监测与材料试验项目，以及多篇学术论文与发明专利，为项目实施提供了坚实的技术支撑与理论保障。同时，实验室条件完备，研究方法与技术路线成熟可行，能够有效保障项目按计划推进并达成预期目标。

六、项目经费估算及资金筹措情况

经费投入（万元）		经费支出（万元）			
科 目	估算数	科 目	总经费	厅补经费	其他经费
省交通运输厅补助		合 计	19.93	19.93	
工程配套研究经费		（一）直接费	18.93	18.93	
单位自筹		1.设备费	3.00	3.00	
其他经费		（1）购置设备费	1.50	1.50	
		（2）试制设备费	1.50	1.50	
		2.业务费	11.93	11.93	
		（1）材料费	5.00	5.00	
		（2）测试化验实验加工费	2.50	2.50	
		（3）燃料动力费	0.00	0.00	
		（4）差旅费/会议费/国际合作与交流费	3.00	3.00	
		（5）出版/文献/信息传播/知识产权事费	1.00	1.00	
		（6）其他费用	0.43	0.43	
		3.劳务费	4.00	4.00	

		(1) 专家咨询费	0.50	0.50	
		(2) 聘用人员劳务费	3.00	3.00	
		(3) 其他劳务费	0.50	0.50	
		(二) 间接费用	1.00	1.00	
		4.管理费	1.00	1.00	
		5.绩效支出	0.00	0.00	

七、项目绩效指标

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）	
		（1）授权发明专利	
		（2）实用新型	
		（3）外观设计	
		2.软件著作权授权数（项）	1
		3.发表论文（篇）	1
		（1）其中 SCI 索引收录数	
		（2）其中 EI 索引收录数	
		（3）其他	1
		4.著作（部）	
		5.制订标准数（项）	
		（1）国际标准	
		（2）国家标准	
		（3）行业标准	
		（4）地方标准	
		（5）企业标准	
		（6）科技报告	
	其他成果	1.填补技术空白数	
		（1）国际	
		（2）国家	
		（3）省级	
		2.获奖项数	

		(1) 国家奖项	
		(2) 部、省奖项	
		(3) 地市级奖项	
		3.其他科技成果产出	
		(1) 新工艺（或新方法模式）	
		(2) 新产品（含农业新品种）	
		(3) 新材料	
		(4) 新装备（装置）	
		(5) 平台/基地/示范点	
		(6) 中试线	
		(7) 生产线	
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	
		(2) 硕士	
		2.培养高层次人才	
		(1) 博士、博士后	
		(2) 硕士	2
		3.培训从事技术创新服务人员（人次）	2
		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）	
		2.科研仪器设备利用率（%）	
		3.孵化科技型企业（个）	
		4.转化科技成果（个）	
效果类指标	经济效益	1.新增产值（万元）	
		2.新增销售（万元）	
		3.新增出口创汇（万美元）	

	社会效益	4.新增利润（万元）	
		1.新增税收（万元）	
		2.新增就业人数	
		3.就业培训（人次）	
		4.带动农民增收（万元）	
		5.培训和指导科技服务（人次）	
		6.新增产业带动情况	
		7.技术集成示范（项）	
		8.建立示范基地（亩数）	
		9.节约资源能源	
		10.环保效益	
其他需要说明的情况	无		

八、预期目标、成果提供形式及经济社会效益

8.1 预期目标

（1）结合依托工程实际情况，针对沿线典型滑坡灾害开展调查，系统分析滑坡灾害的诱发与形成机制，明确区域内滑坡发育的主要影响因素；

（2）揭示陕南秦巴山区农村公路沿线滑坡灾害的形成与演化机理，系统阐明其动态演变过程与内在驱动机制；

（3）面向陕南秦巴山区农村公路沿线滑坡灾害的发育特征与成灾规律，构建集工程治理、生态修复与主动预防于一体的多层次、适应性滑坡灾害综合防治技术。

8.2 提交的研究成果及其形式

（1）形成《陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防治对策研究》研究报告一份；

(2) 发表高水平科技论文 1 篇。

8.3 经济、社会、环境效益分析

8.3.1 经济效益

首先，通过探明滑坡灾害的主控因素与演变机理，项目成果将可用于指导农村公路的精准选线与合理避让，从源头上减少工程扰动引发的地质灾害，降低建设与改线成本。其次，针对已建成的公路，研究成果将能够为滑坡早期识别与分级防治提供科学依据，变被动抢修为主动预防，有效降低因交通阻断导致的物资运输停滞、农副产品滞销等间接经济损失，保障茶叶、药材等特色农业产业链的稳定运转。再者，由于山区路网密度低、替代线路少，防治对策的实施可避免因断道绕行产生的高昂物流成本，并延长公路使用寿命，显著降低全生命周期的养护与修复投入，实现资金效益最大化。通过前期精准避让与针对性设防，预计可降低因滑坡灾害导致的追加投资比例 5%-8%。

8.3.2 社会效益

公路滑坡直接威胁人民生命财产安全，项目通过揭示灾害成灾规律与风险演化特征，将可为建立科学的监测预警体系提供理论支撑，最大程度避免“车毁人亡”的悲剧，增强山区群众的安全感。同时，保障公路畅通即保障了偏远村庄在汛期的应急救援、医疗救护与物资补给通道，防止村庄因灾沦为“孤岛”，是维护社会公平与底线民生的重要举措。此外，研究成果中关于防灾减灾知识的科普化应用，以及“群测群防”体系的优化建议，将有助于提升基层干部与群众的防灾意识和自救互救能力，夯实乡村社会的韧性基础，为乡村振兴战略

营造安全稳定的发展环境。通过建立科学的监测与防治对策，将高风险路段纳入重点监控范围，可有效降低滑坡致人死亡风险。项目实施后，力争实现公路滑坡次生人员伤亡事故零发生。

8.3.3 环境效益

本项目研究立足于山区复杂环境，其效益体现在减少工程扰动、维护生态平衡以及适应气候变化等方面。传统的灾害治理往往采用“大挖大填”或高耗能的刚性防护措施，易造成二次生态破坏。项目通过深入分析地形地貌、水文地质与人类工程活动的间关系，致力于推动防治对策从“刚性处治”向“生态防护”转变。研究成果将可引导采用植被护坡、柔性支挡等与自然相协调的防治技术，既能稳固坡体，又能恢复和改善公路沿线的生态系统服务功能。此外，通过厘清降雨等气候因子在滑坡演变中的主次作用，将有助于在气候变化背景下制定更具韧性的适应性策略，减少灾害治理对区域生态本底的扰动，对维护秦巴山区生物多样性保护与水源涵养功能具有积极的生态意义。本项目推广“工程骨架+生态修复”复合防护技术后，可将生态破坏面积减少 40%以上，通过采用本地适生植物进行生态护坡，年固碳能力约 2~3 吨/公里，优化截排水系统与植被护坡，可减少公路边坡水土流失量约 30%~50%。

九、其它需要说明的问题

无

十、申请单位意见

本项目依托工程已落实，项目实施所需条件已到位，其预期目标明确，研究方案可行，申报资料真实可靠，能够达到预期成果。



陕西理工大学（公章）

单位负责人：（签字）

年 月 日

毛磊

陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究

大纲评审意见

2026年3月16日，陕西公路局受陕西省交通运输厅委托在西安主持召开“陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究”（项目编号：25-83R）项目大纲评审会。与会专家（名单附后）听取了项目组的汇报，审阅了项目研究大纲，经质询讨论，形成如下评审意见。

一、项目研究内容比较全面，研究目标较为明确，技术路线可行。

二、项目研究人员组成合理，前期研究基础比较扎实，试验设备齐全，依托工程落实，经费预算符合规定，具备开展研究工作的条件。

三、预期成果基本覆盖研究目标，与研究内容的逻辑框架基本契合。

与会专家一致同意该项目研究大纲通过评审。

建议：1. 科学界定研究范围，合理把握研究对象与重点内容；

2. 进一步明晰研究预期目标和成果。

主任委员：



2026年3月16日

专家审查意见表

项目名称	陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究（25-83R）				
专家姓名	曹可勇	职务/职称	正 高	专 业	道路工程
专家单位	原陕西交控科技发展集团股份有限公司			联系电话	13809198825

评 审 意 见

项目针对秦巴山区滑坡灾害易发、经常危及公路运营安全状况，开展陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究，对于提升陕南秦巴山区公路抗灾能力，保障基础设施安全运营和人民群众出行安全具有现实意义，立项必要。

建议：

- 1. 在拟解决的关键问题和预期目标中补充防控对策内容；
- 2. 主要研究内容中的“公路”应与项目名称相一致，不限于“山区农村公路”；
- 3. 加强防控对策研究，量化相关技术经济指标。

评审专家（签字）



2026 年 3 月 16 日

专家审查意见表

项目名称	陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究（25-83R）				
专家姓名	王建子	职务/职称	教授	专 业	交通工程
专家单位	长安大学			联系电话	13709252206
评 审 意 见 1.进一步明确技术指标； 2.加强对策研究，宜包括工程、交通影响、预警、应急等内容； 3.结合研究内容进一步完善预期目标； 4.绩效指标进一步优化； 5.进一步明确研究对象。 评审专家（签字）：王建子 2026 年 3 月 16 日					

专家审查意见表

项目名称	陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究				
专家姓名	杨云峰	职务/职称	书记（原）/教授（三级）	专 业	交通运输规划
专家单位	陕西交通职业技术学院			联系电话	13709210365

评 审 意 见

陕南地处秦巴山腹地，地形复杂、气候多变，持续强降雨易诱发公路滑坡灾害，往往直接损毁路基路面、阻断交通并危及行车安全。加强该类灾害机理研究，有效防范其频繁发生，较少灾害损失，是必要的。

本课题拟研究探明陕南公路滑坡灾害易发的关键影响因素；分析滑坡灾害类型及成因；解析滑坡灾害演变机理；提出公路滑坡灾害防治措施。对提升公路抗灾能力，增强其安全运营水平，具有重要的经济、社会和环境效益。

课题拟定的研究内容较为充实，研究思路清晰、方法可行；课题承担单位实力较为雄厚，课题组成员结构合理，具备较好的研究基础。原则同意立项。

建议：1. 明确界定研究的相关对象究竟是山区公路还是农村公路？（公路分类应科学严谨）；

2. 强化防滑坡灾害措施的技术经济性、适用性分析研究。

评审专家（签字）：

2026 年 3 月 16 日

（本意见入档，应填写工整，纸面不敷，可另加纸）

专家审查意见表

项目名称	陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究				
专家姓名	卞雪航	职务/职称	副研究员	专 业	交通科技、交通经济
专家单位	交通运输部科学研究院			联系电话	18610600670

评 审 意 见

总体意见：项目研究具有重要现实意义和价值，整体研究目标明确、研究思路清晰、进度计划合理，同意通过大纲评审。

具体意见建议：

一是拟解决的重点关键问题，可进一步考虑公路沿线滑坡灾害风险因素辨识分级分类问题，而不是简单的划分主次要因素，按照分级分类展开相关研究分析；

二是防治措施也应该从面对分级分类风险角度开展分级分类的预案以及应对措施，实现精准化识别与防控。

卞雪航

评审专家（签字）：

2026 年 3 月 16 日

（本意见入档，应填写工整，纸面不敷，可另加纸）

陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究

评审会参会人员签到表

姓 名	职称/职务	工作单位	联系电话
杨雪峰	正高工 教授(原)	陕西交通职业技术学院	1370920365
王向军	正高	陕西交通控股集团	13809198825
王建宇	教授	长安大学	13709252206
齐娟	正高	省公路局	13991366181
王海磊	正工	..	1360919857

年 月 日

专家审查意见表

项目名称	陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究				
专家姓名	虞明远	职务/职称	原主任/研究员	专 业	交通经济
专家单位	交通运输部公路科学研究院			联系电话	13801350160

评 审 意 见

总体上，课题组研究基础扎实，提交的研究内容全面、技术路线合理、方法科学、研究重点突出、研究目标明确、依托工程落实、研究人员构成合理，同意通过研究大纲评审。

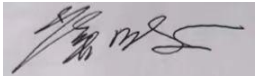
建议：

1、进一步强化对公路滑坡防控对策的研究；

2、进一步聚焦秦巴山区低等级公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究；

3、进一步强化研究成果的针对性、可操作性。

评审专家（签字）：



2026 年 3 月 16 日

（本意见入档，应填写工整，纸面不敷，可另加纸）

陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究 (项目编号：25-83R)

大纲评审专家委员会名单

序号	评审会职务	姓 名	工作单位	所学专业	从事专业	职称/职务	签 名
1	主任委员	杨云峰	陕西交通职业技术学院	交通运输 规划与管理	交通运输 规划与管理	正高工	
2	委员	曹可勇	陕西交控科技发展集团 股份有限公司	道路与铁路 工程	道路工程	正高工	
3	委员	王建军	长安大学	交通运输 工程	交通运输 工程	教授	王建军
4	委员	卞雪航	交通运输部科学院	交通规划与 管理	交通规划与 管理	副研究员	网上评审
5	委员	虞明远	交通运输部公路院	交通规划与 管理	交通规划与 管理	研究员	网上评审

专 家 意 见 处 理 表

项目名称：陕南秦巴山区公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究

（项目编号： 25-83R ）

序号	姓名	建议内容	处理意见 (逐条回应，详细说明修改情况)
1	杨云峰	明确界定研究的相关对象是山区公路还是农村公路？	已在项目研究大纲的“一、项目研究的背景和必要性”中对本项目的研究对象重新进行了梳理，并进行了明确界定。
2	杨云峰	强化防滑坡灾害措施的经济性、适用性分析研究。	已在项目研究大纲的“8.3 经济、社会、环境效益分析”中对该部分内容重新进行了梳理和编写。
3	曹可勇	在拟解决的关键问题和预期目标中补充防控对策内容。	已在项目研究大纲的“3.1 拟解决的关键问题和 8.1 预期目标”中增添了该部分内容。
4	曹可勇	主要研究内容中的“公路”应用与项目名称相一致，不限于“山区农村公路”。	本项目紧密结合依托工程——“镇巴县穿心店至杨家河三级公路改建工程路堤滑坡段”开展研究。该路段属于典型的陕南秦巴山区农村公路（三级公路标准），是连接镇巴县境内穿心店与杨家河的重要通道，沿线地质条件复杂，滑坡灾害频发，极具代表性。因此，本项目的研究对象严格限定于“山区农村公路”。
5	曹可勇	加强防控对策研究，量化相关技术经济指标	已在项目研究大纲的“3.2 主要研究内容和 8.3 经济、社会、环境效益分析”与“3.4 技术经济指标”部分增加了相关内容。

6	王建军	进一步明确技术经济指标。	已在项目研究大纲的“8.3 经济、社会、环境效益分析”与“3.4 技术经济指标”部分增加了相关内容。
7	王建军	加强对策研究，宜包括工程、交通影响、预警、应急等内容。	已在项目研究大纲的“3.2 主要研究内容”中专题四部分增加了相应内容。
8	王建军	结合研究内容进一步完善预期目标。	已对“8.1 预期目标”进行了完善。
9	王建军	绩效指标进一步优化。	已对项目绩效指标部分内容进行了优化。
10	王建军	进一步明晰研究对象。	已在项目研究大纲的“一、项目研究的背景和必要性”中对项目研究对象进行了明确。
11	卞雪航	拟解决的重点关键问题，可进一步考虑公路沿线滑坡灾害风险因素辨识分级分类问题，而不是简答的划分主次因素，按照分级分类开展相关研究分析。	已在拟解决关键问题部分增加了相关研究内容。
12	卞雪航	防治措施也应该从面对分级分类风险角度开展分级分类的预案以及应对措施，实现精准化识别与防控。	根据对滑坡灾害风险因素分级分类，在项目主要研究内容部分增加了不同防治措施研究内容。
13	虞明远	进一步强化对公路滑坡防控对策的研究。	已在项目研究大纲“三、项目实施方案”部分中增加了有关公路滑坡防控对策方面研究内容。

14	虞明远	进一步聚焦秦巴山区低等级公路滑坡灾害演变机理与防控对策研究。	已在项目研究大纲的“一、项目研究的背景和必要性”中对本项目的研究对象进一步进行了聚焦和明确。
15	虞明远	进一步强化研究成果的针对性、可操作性。	为强化研究成果的针对性与可操作性，本项目将紧扣依托工程“镇巴县穿心店至杨家河公路”典型滑坡路段开展精细化解剖，分区分段明确主控致灾因子与防治对策，避免结论泛化；重点研发微型桩、石笼挡墙等低成本轻型支挡技术及本地植物生态护坡方案，配套建立基于简易监测设备与群测群防的巡查预警体系，并在依托工程中选择典型工点开展示范验证与效果跟踪，最终形成针对不同用户群体（决策层、技术人员、管养人员）分类输出的成果包，确保研究成果既源于工程实际、又能直接服务于山区农村公路的防灾实践。

大纲评审委员会专家（签字）：

项目负责人（签字）：