

# 探究地质安全风险防控对生态环境保护的作用

郭岭

安徽尚原空间科技有限公司

DOI:10.32629/eep.v9i2.3088

**[摘要]** 随着我国生态文明建设与地质灾害防治工作进入协同推进的关键期,地质灾害风险以及生态系统退化成了影响区域可持续发展的主要因素。为了厘清地质灾害风险防控对于生态环境保护的作用机理,本文构建地质安全和生态保护双向耦合理论框架,剖析二者内在联动逻辑;结合安徽省包淦河治理工程展开实证分析,检验协同防控的生态效益,给出二者协同推进的实践方向。研究成果能够给区域地质灾害防治和生态安全屏障建设的协同治理提供理论依据与实践参照。

**[关键词]** 地质灾害风险防控; 生态环境保护; 协同治理; 生态安全屏障; 地质工程

中图分类号: P5 文献标识码: A

## Exploring the role of geological safety risk prevention and control in ecological environment protection

Ling Guo

Anhui Shangyuan Space Technology Co., Ltd.

**[Abstract]** As China's ecological civilization construction and geological disaster prevention work enter a critical period of coordinated promotion, geological disaster risks and ecosystem degradation have become the main factors affecting regional sustainable development. In order to clarify the mechanism of geological hazard risk prevention and control for ecological environment protection, this article constructs a theoretical framework of bidirectional coupling between geological safety and ecological protection, and analyzes the inherent linkage logic between the two; Conduct empirical analysis based on the Baohui River treatment project in Anhui Province, test the ecological benefits of collaborative prevention and control, and provide practical directions for the coordinated promotion of the two. The research results can provide theoretical basis and practical reference for the coordinated governance of regional geological hazard prevention and ecological security barrier construction.

**[Key words]** Geological hazard risk prevention and control; Ecological environment protection; Collaborative governance; Ecological security barrier; Geological Engineering

### 引言

目前我国正处在生态文明建设的深入发展阶段,地质灾害频发、生态系统不断退化给区域可持续发展带来很大的影响。现有实践与研究大多将地质安全防控和生态环境保护视作两个独立的领域来推进,二者协同联动作用机制及实践还没有形成完整的认知。文章根据地质安全和生态保护的内在关联,分析地质安全风险防控对生态环境保护的影响,为二者协同治理提供理论支撑与实践参考。

#### 1 地质安全风险与生态环境保护的内在耦合关系

##### 1.1 地质安全是生态系统稳定的本底支撑

稳定的地质环境是生态系统形成、存续与稳定演化的根本依托,其涵盖的地形地貌、岩土体构造、水文地质循环等要素,

直接决定植被立地条件、动物栖息环境与水土循环路径,是生态系统功能发挥的核心前提。地质安全风险的本质是地质环境要素稳定性被破坏,会对生态环境造成根本性损害。滑坡、崩塌等突发性地质灾害,短时间内就会掩埋植被、破坏土壤结构、损毁动植物栖息地,严重时可造成区域生态系统局部崩溃。没有稳定的地质安全本底,生态保护与系统稳定就无从谈起,任何生态修复都难以实现长效效果。

##### 1.2 生态系统退化是地质安全风险加剧的重要诱因

植被遭人为破坏或者自然退化之后,岩土体的抗侵蚀能力与稳定性便会显著下降,坡面水土流失速率急剧上升,为滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害创造了条件。根据监测结果可知,植被覆盖率降低10%,坡面侵蚀模数就会增加25%以上,滑坡灾害发生概

率则提升18%以上。二者形成的“地质风险发生-生态系统退化-地质风险加剧”恶性循环,是当前我国部分区域生态环境与地质安全双下滑的核心原因,具体见下图。

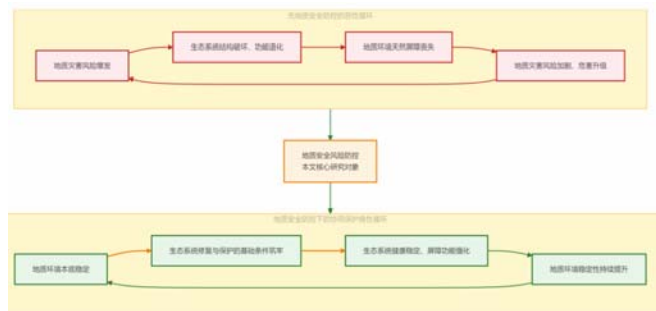


图1 地质安全-生态系统恶性循环与协同治理转化路径

## 2 地质安全风险防控对生态环境保护的作用路径与实践验证

### 2.1 河岸崩塌灾害防控: 稳固流域生态系统的水文载体基底

河岸崩塌属于平原流域河道生态系统最典型的突发性地质灾害。包泅河流域位于淮北冲积平原,河道凹岸受河水长期冲刷,堤岸下部粉土、粉质粘土被掏空,形成高陡边坡,土体崩塌,崩塌方量250~750m<sup>3</sup>。该类崩塌虽然规模小,但是逐年扩大,破坏堤防防洪功能,损毁岸线植被、破坏土壤结构、加剧水土流失,打破水陆物质交换平衡,威胁岸线动植物栖息地。河岸崩塌防控的核心就是稳定岸坡岩土体结构,消除突发性破坏风险,保护岸线生态基底,为河道生态系统物质循环、生物栖息提供稳定的载体,是平原流域河道生态保护的核前工程。

包泅河治理工程严格按照地质灾害危险性评估规范(GB/T40112-2021)、堤防工程设计规范(GB50286-2013)执行,采取工程防护和生态适配的分级防控措施。迎流顶冲段32处护岸工程总长11.85km,王井段1:1.1陡峻边坡用M10浆砌石重力式挡墙刚性防护,控制开挖范围减少生态扰动;其余坡度≥1:3的边坡先用生态型防护,铺设0.12m厚C20砼预制块并设0.1m反滤层,保留水土交换通道;河道疏浚沿老河槽中心线进行,保留≥30m边滩,防止过度开挖破坏原生生态。

工程实施后,河道岸坡崩塌发生概率下降90%以上,32处护岸段没有出现新的崩塌,累计减少土壤流失1.2万m<sup>3</sup>。天然边滩和生态护岸保持了水陆自然交换,岸线原生湿生植被覆盖度提高35%以上,鸟类种类增加16种,鱼虾洄游通道更加畅通,区域生物多样性明显提高。

### 2.2 采空塌陷灾害防控: 修复流域生态系统的土地利用基底

包泅河流域是安徽省重要的煤炭产区,沿线分布着祁东、祁南等多座大型煤矿,长期地下采煤形成大面积的采空区,造成地面塌陷,最大深度5.0m,部分区域形成积水区,累计塌陷影响面积超过1687hm<sup>2</sup>。采空塌陷造成土地损毁、地形地貌改变,破坏区域地下水循环系统,导致土壤肥力下降,植被因根系受损、水分失衡大量死亡;塌陷积水区改变流域原有水文格局,影响周边农田、湿地的生态水文条件,是流域生态系统退化的重要诱因。

采空塌陷灾害防控的核心,就是消除塌陷地质隐患,修复损毁的土地和水文地质条件,恢复土地利用功能和生态承载力,破除流域生态修复的核心地质障碍,为流域生态修复筑牢稳定基底,是煤矿分布区区域生态保护的根本保障。

包泅河治理工程对采空塌陷的防控,严格依照《矿山地质环境保护与恢复治理规范》(GB/T39494-2020)以及水利工程建设的相关要求,创建起“源头管控+工程防护+动态监测”全链条防控体系,达成地质安全防控和流域生态保护的深度融合。源头管控上,建设单位联合当地政府、煤矿企业,要求沿线煤矿预留河道保安煤柱,严控采空区向河道范围延伸,从源头降低采煤活动的地质环境影响,完善管理制度、规范开采行为,严控新增塌陷隐患。工程防护方面,对河道穿越的HK55+559~HK57+153、HK66+165~HK69+158中等风险段,对河道堤防、防汛道路采用抗变形结构设计,提高工程抗地表残余变形能力,防止次生生态灾害;对塌陷积水区修整地形、建立排水系统,恢复区域正常的水文状况,减少积水对土壤、植被的不良影响。动态监测建立采空塌陷长期监测网络,对地面沉降、地下水水位、土体变形等指标进行实时监测,及时掌握地质环境动态,提前预警,避免隐患扩大引发生态损害。

工程同步推进地质修复和生态恢复,对塌陷深度小、地形平缓的区域,采用土方回填、土壤改良恢复土地平整度和肥力,复垦为农田或生态绿地;对塌陷积水区,结合流域防洪除涝需求,改造为人工湿地、调蓄水库,配套生态护岸和水生植被种植,打造防洪调蓄、生态净化、生物栖息一体的生态水体,实现损毁土地生态化利用。工程实施之后,流域采空塌陷区地质稳定性明显提高,河道穿越段未出现塌陷造成的工程损毁和生态破坏,累计修复复垦损毁土地超过850hm<sup>2</sup>,改造人工湿地230hm<sup>2</sup>;修复后土地植被覆盖度由治理前不足20%提高到75%以上,人工湿地成为鱼虾、水鸟的新栖息地,新增鸟类栖息点12处,区域生物多样性得到恢复;塌陷区水文循环修复,保障了周边农田灌溉和湿地生态用水,流域生态系统稳定性明显提高,地质隐患消除和生态基底修复的双重目标得到实现。

本案例形成的“源头管控、工程防护、动态监测、生态修复”防控体系,主要适用于煤炭产区平原流域,尤其适合于河道穿越煤矿采空区、塌陷和生态退化叠加的地区,其地质、水利和生态保护融合的实施逻辑,可以推广到华北、华东同类流域治理。应用时要注意生产煤矿要把塌陷防控纳入日常生产管理,形成地质安全和生态保护协同管控机制;历史遗留无主塌陷区由政府主导修复,结合区域生态规划开展生态化利用,避免单一工程修复造成资源浪费;塌陷深度大、无法复垦的区域,优先改造为生态水体,兼顾生态和防洪调蓄功能。

### 2.3 膨胀土变形灾害防控: 保障流域生态系统的人工设施生态适配性

包泅河流域河间平地第四系上更新统茆塘组粉质粘土,自由膨胀率40~60%,具有弱膨胀潜势。膨胀土遇水膨胀、释水收缩的特性,容易造成堤防、防汛道路等水利工程变形损毁,既影

响防洪除涝功能,又因为反复修复开挖扰动周边土体和植被,破坏生态环境,干扰流域水土资源调配,削弱生态系统稳定性。其防控核心就是抑制胀缩变形,保证工程稳定运行,减少生态扰动,提高人工设施与地质环境、生态系统的适配性,实现工程安全和生态保护的协同发展。

包淦河治理工程严格按照《膨胀土地区建筑技术规范》(GB50112-2013)进行勘察、工程适配、生态防护综合防控,采用详勘阶段查明膨胀土分布、厚度、物理力学性质,精准划定影响区域,工程设计上基础砌置深度大于大气影响急剧层深度1.47m,采用桩基础或筏板基础,河道边坡放缓至1:2.5-1:3,做好过水段防渗处理,生态防护上膨胀土边坡采用本土草本植草护坡,施工遵循快速开挖、及时覆盖原则,工程周边搭配本土乔灌木构建植被群落。

工程实施之后,膨胀土区域水利工程没有出现变形损毁情况,累计减少生态扰动面积超过320亩,边坡水土流失量减少88%。生态防护措施使植被覆盖度提高40%以上,形成绿色生态廊道,改善了流域生态连通性;稳定运行的水利工程保证了水土资源科学调配,农田生产力提高15%以上,湿地水文条件明显改善,实现了多赢目标。

本案例适合于膨胀土分布的平原流域,尤其适合水利工程和膨胀土风险叠加的地区。中强膨胀土区要重视工程改良措施,自然保护区内优先采用原生植被固土的纯生态措施。

2.4复合型地质灾害协同防控:构建流域生态系统的综合安全屏障

包淦河流域地质灾害以崩塌、采空塌陷、膨胀土变形叠加的复合型灾害为主,各种灾害互相影响,对生态系统造成全方位破坏。复合型地质灾害协同防控的核心就是整合各种防控措施,构建全域统筹、分级防控、协同推进的地质安全体系,整体消除风险、修复受损地质环境与生态系统,筑牢综合安全屏障,保障流域生态系统稳定演化,是平原流域协同治理的核心模式。

包淦河治理工程以地质灾害危险性评估为基础,将208.92 km<sup>2</sup>评估区划分为中等、低风险区两类,分区施策,中等风险区以

采空塌陷、崩塌防控为主,配套膨胀土变形防控和生态修复;低风险区优先采用生态型措施,减少工程扰动。全域层面,把地质灾害防控同河道疏浚、堤防加固等水利工程深度整合起来,达成一项工程、多重效益。建立协同监测体系,将地质环境和生态环境核心指标联动起来,实时掌握动态变化并调整防控措施。

工程实施后,复合型地质灾害发生概率降低95%以上,地质环境稳定性明显提高;流域生态系统结构和功能得到修复,植被覆盖度整体提高38%以上,土壤流失量减少85%,生物多样性稳步提升,河道行洪能力达到5年一遇除涝、20-40年一遇防洪标准,构建起地质、工程、生态三位一体的综合安全屏障,为平原流域复合型灾害防控和生态保护协同治理提供了一个典型的范例。

### 3 结语

本文经过验证,得出地质安全风险防控是生态环境保护的重要前置支撑与核心保障。地质安全风险防控可以消除生态系统破坏的突发性和持续性诱因,更能够为生态系统修复和稳定提供长期可靠的保障。未来还要完善二者协同治理的技术体系和管理机制,把生态保护目标全面融入到地质安全风险防控全过程,促进地质安全防控由单方面的灾害治理向“安全-生态”协同治理转变,为我国生态安全屏障建设提供更坚实的支撑。

### [参考文献]

- [1]裴向军.青藏高原重大工程地质环境扰损机制及生态修复技术体系[J].工程地质学报,2024,32(5):1737-1758.
- [2]谭小波.山区翻坝公路临时便道施工期地质灾害安全管理[J].科技创新与应用,2026,16(01):135-138.
- [3]司宇琛.活性土壤生态修复技术在废弃矿山复绿中的应用分析[J].世界有色金属,2024(17):100-102.
- [4]徐源懋.基于InSAR与机器学习的兰州市地面沉降监测与建筑物风险隐患评估[D].中国地震局兰州地震研究所,2023.

### 作者简介:

郭岭(1982-),男,汉族,安徽省亳州市人,硕士研究生,高级工程师,研究方向或从事工作:地质工程、地质灾害、国土空间规划。