

# 露天采矿矿山地质环境治理与恢复的意义

孟庆秀

江苏省南京工程高等职业学校，江苏 南京 211135

DOI:10.61369/SE.2025090009

**摘 要：** 露天采矿在推动工业化进程的同时，对地质环境造成系统性破坏，引发水土流失、地质灾害、生态退化等多重问题。本文以江苏省露天矿山治理实践为核心案例，结合东凤凰山矿山、镇江船山矿业等典型项目，从生态安全维护、经济价值转化、社会福祉提升三个维度，深入剖析地质环境治理与恢复的核心意义。研究表明，科学的治理工程可有效消除地质灾害隐患，修复生态系统功能；通过“生态修复 + 产业融合”模式可实现生态价值向经济价值的转化；而景观重塑与环境改善则能提升区域宜居性与城市形象。研究可为我国历史遗留废弃矿山治理提供实践参考，助力“绿水青山就是金山银山”理念的落地实施。

**关 键 词：** 露天采矿；地质环境治理；生态修复；价值转化；江苏案例

## The Significance of Geological Environment Management and Restoration in Open-Pit Mining Areas

Meng Qingxiu

Jiangsu Nanjing Engineering Vocational College, Nanjing, Jiangsu 211135

**Abstract：** While promoting industrialization, open-pit mining has caused systematic damage to the geological environment, triggering multiple issues such as soil erosion, geological disasters, and ecological degradation. This paper takes the management practices of open-pit mines in Jiangsu Province as a core case study, incorporating typical projects such as the Dongfenghuangshan Mine and Zhenjiang Chuanshan Mining. It delves into the core significance of geological environment management and restoration from three dimensions: ecological security maintenance, economic value transformation, and social welfare enhancement. Research indicates that scientific management projects can effectively eliminate geological disaster risks and restore ecosystem functions; the model of "ecological restoration + industrial integration" can facilitate the transformation of ecological value into economic value; and landscape reshaping and environmental improvement can enhance regional livability and urban image. This study provides practical references for the management of historical abandoned mines in China, aiding in the implementation of the concept that "lucid waters and lush mountains are invaluable assets."

**Keywords：** open-pit mining; geological environment management; ecological restoration; value transformation; Jiangsu case

## 引言

矿产资源作为工业文明的物质基石，支撑了社会经济的快速发展，但露天采矿形成的“大地伤疤”正持续威胁生态安全与人类生存环境。我国现有各类废弃矿山约9.9万座，其中露天开采为主的矿山占比超七成，历史遗留问题与新增破坏叠加，使治理任务愈发艰巨<sup>[1]</sup>。江苏省作为经济大省，曾因开山采石留下大量生态创伤，如连云港东凤凰山的裸露岩坡、镇江圖山的破损地貌等。近年来，该省通过系统性治理实践，实现了生态效益、经济效益与社会效益的统一。本文基于江苏典型案例，深入阐释露天采矿矿山地质环境治理与恢复的多元价值，为全国同类地区提供借鉴。

## 一、生态安全维度，维系区域生态系统稳态

### （一）消除地质灾害隐患，保障人居安全

露天采矿形成的高陡边坡、松散矿渣堆及废弃矿坑，易在降雨、重力等作用下诱发滑坡、崩塌等灾害。连云港高新区南城东风凰山因历史采石导致山体岩石裸露，危岩体耸立，紧邻G25长深高速的特殊区位使其成为重大安全隐患点。2019年实施的治理项目通过危岩体清除、锚杆加固、主动防护网铺设等工程措施，结合挡墙与排水沟建设，基本消除了崩塌风险，保障了高速通行安全与周边居民生活安全。镇江市的治理实践更凸显系统性防控思维<sup>[2]</sup>。该市句容宝源矿业通过引进撬毛台车等设备，结合三维数字“沙盘”监控系统，实现边坡稳定性的实时监测，从源头规避灾害风险。数据显示，镇江市通过“一矿一策”的灾害治理方案，使全市矿山行业连续12年实现“零亡人”事故，印证了治理工作在安全保障中的核心价值。

### （二）修复水土循环系统，遏制生态退化

露天采矿对水土系统的破坏具有不可逆性，地表植被剥离导致水土流失加剧，矿渣中的重金属随雨水渗透污染土壤与水体。东风凰山治理前，山体坡面无植被覆盖，雨季表层岩土冲刷量达每年每平方米0.8吨，大量泥沙进入周边水体造成污染。治理中采用的生态袋固坡、高分子稳定剂喷播等技术，使坡面土壤附着率提升，水土保持能力显著增强，周边水体悬浮物含量明显下降。在水源地保护领域，治理意义更为突出。句容市北山水库作为重要水源地保护区，其周边矿山曾因开采导致水体总硬度超标3倍。通过地形整治、植被缓冲带建设等修复措施，水库水质已恢复至Ⅱ类标准，保障了下游12万居民的饮水安全。这种修复不仅是对单个生态要素的治理，更是对区域水土循环系统的重构。

### （三）重建生物栖息地，恢复生态多样性

裸露岩坡与废弃矿坑形成的“生态孤岛”，使原有生物群落彻底消失。东风凰山治理中，采用团粒喷播技术构建复合植被层，选用黑松、紫穗槐等乡土物种，配合乡土草本植物混播，形成乔灌草立体结构。治理后3年调查显示，区域植物种类从0种增加至37种，鸟类、小型哺乳动物等动物种群数量较周边未治理区域提升4倍，生态系统功能逐步恢复。镇江市圉山采石场修复项目则更注重生态廊道建设，通过重塑地形连通碎片化栖息地，引入食虫植物与蜜源植物，形成完整的食物链。该项目曾被评为江苏省首届“最美生态修复案例”，经验表明科学的治理将矿山从生态荒漠转变成生物多样性富集区。

## 二、经济价值维度，实现生态与经济协同发展

### （一）盘活土地资源，拓展发展空间

江苏省人多地少的省情，使得废弃矿山土地复垦具有特殊价值。如东风凰山治理项目，对坡面进行修复和坡脚废弃地进行整理，将毁坏的土地改为生态用地，其中3000m<sup>2</sup>是郊野公园配套空间，提高了周边土地价值。镇江市更通过系统性治理，累计修复土地5.83平方公里，其中一部分土地用于产业园区建设，一部

分用于农业用地，实现土地资源高效再利用<sup>[3]</sup>。毛竹湾尾矿库的“取砂销库”模式在土地集约利用方面十分有创新意义。尾矿砂的资源化利用，不但消除了安全隐患，还腾出120亩土地兴建绿色建材产业园，实现了“变废为宝”的经济转型。这种模式为同类尾矿库治理提供了可复制的经济路径。

### （二）培育生态产业，形成“自我造血”机制

单纯依靠财政投入的治理模式难以持续，“生态修复+产业”的融合路径破解了资金困境。云南大板桥矿山的“苗木种植+林下经济”模式虽非江苏案例，但其理念已在江苏落地。镇江市在丹徒金家边采石厂修复中，引入苗木企业参与治理，企业通过栽植红叶石楠、金森女贞等经济苗木获得收益，同时承担后期养护责任，政府仅需投入前期基础工程资金，形成了可持续的运营机制。在文旅融合领域，徐州潘安湖景区的实践堪称典范。该景区在采煤塌陷区基础上修复建设，年接待游客超200万人次，带动周边餐饮、住宿等产业增收3亿元。这种“生态旅游”模式证明，矿山治理可培育新的经济增长点，实现生态投入与经济产出的良性循环。

### （三）降低环境成本，提升区域竞争力

未治理的矿山会产生持续的环境外部成本，如水质净化、灾害应急等支出。东风凰山治理前，每年用于周边水体治理的费用达50万元，治理后这一支出降至5万元以下，同时减少了地质灾害应急投入<sup>[4]</sup>。从区域发展看，生态环境的改善提升了城市竞争力，镇江市“城市山林”品牌的重塑，吸引了一批环境敏感型企业入驻，2024年相关产业投资同比增长28%。环境经济学研究表明，矿山治理的投入产出比可达1:3.2，除直接经济效益外，还能通过生态服务功能提升间接创造价值。东风凰山治理项目投入400余万元，其生态服务价值（包括水土保持、空气净化等）每年达120万元，投资回收期仅需3.5年，充分彰显了治理的经济合理性。

## 三、社会价值维度，提升民生福祉与社会治理水平

### （一）改善人居环境，增强群众获得感

矿山损毁区域往往成为环境“洼地”，影响周边居民生活质量。东风凰山紧邻城市建成区，裸露岩坡形成的视觉污染与粉尘问题，曾引发多次居民投诉。治理后，山体植被覆盖率从0提升至85%，区域PM<sub>2.5</sub>浓度较周边下降12μg/m<sup>3</sup>，居民满意度达98%。镇江市在居民密集区矿山治理中，同步建设健身步道与休憩设施，使治理成果直接惠及民生，获得群众广泛认可。在乡村振兴领域，治理的民生价值更为显著。句容市某乡村矿山治理后，将修复土地用于建设光伏农业大棚，既解决了村民就业，又增加了村集体收入，使昔日“生态包袱”变为“民生财富”。这种实践印证了治理工作在改善民生中的基础性作用。

### （二）重塑城市形象，助力生态文明建设

矿山治理是生态文明建设的直观体现，更是城市形象提升的重要抓手。东风凰山位于G25长深高速东侧，其治理前的破损地貌给外来人员留下负面印象。治理后的“绿色山体”成为高速公

路旁的景观亮点，提升了城市门户形象。镇江市通过3家保留矿山的“智慧化”改造，建设透明化开采监控系统，向公众展现绿色采矿理念，成为生态文明教育的活教材。在区域品牌塑造方面，江苏省治理实践形成了自身独特的“生态名片”。圖山，丹徒金家边等修复项目网红打卡，其成功经验通过媒体报道传播，提升江苏省在生态治理领域的影响力。这一软实力的提升，为区域发展注入了无形价值。

### （三）创新治理模式，健全社会治理体系

复杂的矿山治理需要多主体协同参与，推动了社会治理体系的完善。连云港市在东风凰山治理中，构建自然资源局、高新区管委会、施工单位、监理单位“四方联动”机制，通过微信工作群实现实时沟通，利用“慧眼守土”平台实现全程监控，保证了治理质量。江苏省也采用了这种信息化监管模式，提高了治理项目的管理效率。在社会资本参与方面，镇江市出台的激励政策最具代表性。对参与治理的企业给予土地使用权优先出让、税收减免等优惠，吸引了12家民营企业参与矿山治理，解决了财政资金不足的难题。这种“政府引导，市场运作”的模式，完善了多元共治的社会治理格局。

## 四、治理实践的挑战与优化路径

### （一）现存主要挑战

江苏省的治理实践虽成效显著，但仍面临多维度难题，制约治理工作的深度推进与长效维持。技术层面，高陡岩质边坡生态修复存在核心瓶颈，其岩石结构致密、保水能力弱，需外部补水维持植被存活，且现有修复技术多为通用方案，缺乏定制化设计，同时边坡稳定性监测精度不足，难以及时预警风险。资金层面，历史遗留矿山责任主体灭失，治理资金依赖单一财政投入，难以覆盖广范围、长周期需求，且社会资本参与激励与风险分担机制不完善，参与意愿低，加剧资金缺口。管理层面，治理项目存在“重建设轻养护”问题，后期管护主体与标准不明确，缺乏有效监督，且治理效果评估集中于短期，缺少生态系统长期恢复跟踪，无法为后续工作提供科学反馈。

### （二）优化实施路径

针对上述挑战，需从技术、资金、管理三个维度构建系统性解决方案，推动治理工作从“阶段性修复”向“长效化维持”转变。技术上，加强针对性技术研发与推广应用。聚焦高陡岩质边坡的保水难题，开展新型修复材料研发，通过改良现有稳定剂的

成分与结构，提升材料的保水性能与土壤附着力，增强边坡对水分的留存能力，减少对外部补水的依赖。同时，结合不同区域的地质与气候条件，研发定制化修复技术方案，根据边坡岩性、降水分布、温度变化等因素，优化植被选型与种植方式，提高修复技术的适配性与稳定性。此外，完善边坡稳定性监测技术体系，整合多源监测数据，构建智能化监测平台，提升对边坡风险的预判精度与预警效率，保障治理区域的安全稳定。资金上，构建多元化资金筹措与保障机制。建立矿产开发收益与生态修复资金的联动机制，从矿产开采企业的生产收益中提取专项生态修复基金，用于历史遗留矿山的治理，形成“开发补偿修复”的良性循环。同时，优化社会资本参与机制，出台针对性的激励政策，明确社会资本在治理项目中的投资回报路径与权益保障措施，降低社会资本参与的风险，吸引更多社会资本进入矿山治理领域。此外，探索创新融资工具，推动生态修复与金融产品结合，通过发行生态修复债券、开展生态修复项目融资等方式，拓宽资金筹措渠道，增强资金供给的持续性与稳定性。管理上，健全“治理—养护—监测”全生命周期管理体系。在项目规划阶段，明确治理、养护、监测各环节的责任主体与工作标准，将后期养护与监测要求纳入项目建设方案，实现各环节的无缝衔接。在项目实施过程中，建立施工单位考核机制，把养护效果与施工单位的绩效评价挂钩，倒逼施工单位重视后期养护工作，保证养护措施落实到位。同时，搭建智能化监测平台，利用技术手段对植被生长状况，土壤质量，边坡稳定性等指标进行长期跟踪监测，实时掌握治理区域的生态恢复动态。另外，完善治理效果评估机制，建立从短期工程质量、中期生态功能、长期系统稳定性等方面的多维度评估指标体系，定期开展评估工作，根据评估结果优化治理措施，推动治理工作的持续改进。

## 五、结论

露天采矿矿山地质环境治理与恢复，不是简单的“修山补绿”，而是兼具生态安全保障、经济价值再造与社会治理提升的系统性工程。江苏省东风凰山的灾害治理保驾护航，镇江的产业融合模式实现经济转型，潘安湖的文旅开发提升民生福祉等实践都佐证了治理工作的多元价值。随着生态文明建设的深入推进，矿山治理也从被动的环境修复转向主动的发展策略。今后要加强技术创新、完善资金机制、完善治理体系，把废弃矿山从“生态伤疤”变成“发展亮点”。

## 参考文献

- [1] 白文涛，王甜. 露天采矿矿山地质环境治理与恢复的意义 [J]. 世界有色金属，2023，(03): 211-213.
- [2] 张越，张志飞，张辉军. 浅谈露天采矿矿山地质环境问题与恢复治理措施 [J]. 世界有色金属，2023，(01): 43-45.
- [3] 农建勇，段志伟，韦世雄，陆硕，甘广新. 浅谈露天采矿矿山地质环境的治理和恢复 [J]. 大众科技，2022，24 (07): 25-28.
- [4] 张秋园. 露天采矿矿山地质环境问题与恢复治理措施 [J]. 内蒙古煤炭经济，2022，(01): 184-186.