

矿区生态环境调研评估与修复方案研究

文 / 杨 鑫 湖北省地质局水文地质工程地质大队

摘要：针对某矿矿区生态环境，调研评估其现状并制定修复方案。在研究方法上，运用 RTK 测量技术结合人工拉尺复核采坑等情况，综合考量区域多维度因素确定评估范围与等级。研究发现，矿区存在 14 处采坑、55 处渣堆、219 条探槽及 106 个钻井平台等，历经长期开采，采坑渣堆地质环境破坏严重，地形地貌受损，自然资源和植被遭毁坏，生态环境恶化且地质灾害危险性高，被判定为一级影响区域。针对这些问题，提出采坑探槽回填、渣堆平整、拦渣及绿化围栏等工程方案。

关键词：矿区生态环境；调研评估；修复方案

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.07.118

引言

在全球生态保护备受关注的当下，矿区生态环境因其特殊的生产活动与复杂的地质条件，成为生态研究的关键领域。长期的矿产勘探与开采在为经济发展提供资源支撑的同时，也引发了一系列严峻的生态问题，如地质灾害频发、地形地貌损毁、植被退化及水土污染等，这些问题严重威胁着当地生态平衡与居民生活。

本研究旨在深入剖析矿区生态环境，精准评估其现状并构建切实可行的修复方案。徐家杰等通过收集地质资料与实地调查，明确了鹤壁煤田矿区地质灾害等多类环境问题，并实施系列治理措施有效改善环境^[1]；李华雄聚焦锰矿修复，鉴于传统遥感指数缺陷构建新指数，精准监测生态质量变化，有力推动矿区生态改善^[2]；赵怀涛等针对煤矿生态监测短板，运用主成分分析法优化评估流程，显著提升评估准确率^[3]。

本研究意义深远，一方面，科学的调研评估与修复方案有助于恢复矿区生态系统功能，如植被恢复可稳固土壤、减少水土流失，改善土壤肥力与水文循环；另一方面，能降低地质灾害风险，保障周边居民生命财产安全，促进矿区经济与生态协调可持续发展，为全球矿区生态修复提供宝贵的实践范例与技术借鉴，助力生态保护事业迈向新高度。

一、研究区域概况

某矿集中开采区处于松滋与宜都交界地带，松滋位处湖北西南部归荆州管辖，宜都位于鄂西南长江中游南岸由宜昌代管。此地处于巫山山系荆门分支余脉、武陵山系石门分支余脉向江汉平原延伸的过渡区域，属低山丘陵地貌。区内矿产资源涵盖泥炭矿、煤矿、石灰石矿及铁矿等。但因过度开采，致使地下水水位降低，地质灾害频发，生态环境脆弱。研究区域概况如图 1 所示。

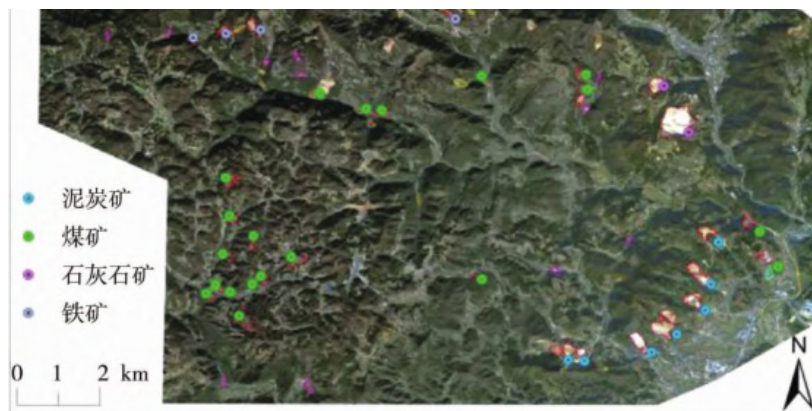


图 1 研究区域概况

二、矿区环境调研

在采坑方面，通过采用 RTK 测量技术结合人工拉尺进行复核的方式确认，目前该区域内存在 14 处不同规模的采坑。这些采坑深度从 1m 至 14m，平面形状大多呈现为椭圆形。根据统计，所有采坑加起来的总占地面积达到了 31,129m²，而累积体积则高达 124,686m³。由于部分采坑较深且边缘陡峭，加之周围环境复杂多变，这给当地居民、家畜以及野生动物带来了潜在安全风险。特别是在雨季期间，当降水量增加导致积水形成时，这种风险会进一步加剧^[5]。

此外，历史上非法开采致矿采区采坑问题严重，沟道长 68.8km，采坑占地面积 2.2km²，体积 317.5×104m³，对地貌景观、生态系统破坏极大，泥石流隐患突出，草地沙漠化与水土流失严重。渣堆情况为 55 处渣堆（文中数据 145 处疑似有误），占地面积 517749m²、体积 9840698m³，因开采时环保措施缺失，弃渣随意堆放，阻碍河道排水，引发土壤侵蚀等次生灾害，破坏地形地貌。矿区还有 219 条探槽，总面积 19353m²、容积 32570m³，以及 106 个钻井平台，总面

积 2975m²，虽其对地质灾害危害小，但加重土壤侵蚀、损害地形地貌^[6]。

三、矿山地质环境影响评估

(一) 评估范围定义

在评估范围方面，聚焦于矿区工业园区、主采区及其周边关联区域，确保涵盖所有可能受矿山开采活动干扰的地域，从而系统地考察矿山开采对地质环境的综合影响。针对评估级别的确定，首先考量区域重要程度，综合区域内重要工程设施数量、自然保护区布局、居民分布格局、土地类型构成以及重要水源地数量等多维度因素，将其划分为相对重要、相对较重要、相对一般三个层级，此矿区因周围均为自然保护区，依实际重要性被判定为“相对重要”级别^[7]。复杂程度评估则重点关注工程、水文、环境地质、地形地貌、地质构造等关键要素，依据矿山开采引发的地质环境变化的复杂程度，划分为复杂、中等、简单等类别。鉴于此矿区问题繁多、危害显著，地质环境呈现出较高的复杂性。综合重要程度与复杂程度，并结合环境条件、建设水平等其他因素，最终将该矿区的矿山地质环境影响评估等级确定为一级。

(二) 矿山环境影响现状评估

矿区以露天开采为主，经调查，其存在诸多环境问题。在采坑渣堆地质环境方面，历经数十年探采，沟道及山坡形成众多采坑与渣堆，虽部分已回填整平，但仍残留明显采坑 10 处、渣堆 145 处（不含砂金矿采区）。因开采中缺乏环保措施，弃渣随意堆放，致采矿区高低不平，固体松散堆积物阻碍排水，引发水土流失等次生地质灾害，对地形地貌及自然景观破坏严重，采坑威胁人畜与野生动物安全，渣堆加剧水土流失，地质灾害危险性大，现状地质灾害危险性高，环境影响程度严重。

从地形地貌现状看，大规模探采使原始地貌受损，弃渣堆、探槽、采坑与矿山道路致地形起伏，迳流体系紊乱，与周边草场反差强烈，地形裸露面积大增，成风沙源，加剧自身及周边土地荒漠化，生态与人居环境恶化。开采中环保措施缺失，弃渣随意、采坑未及时回填等致高低不平与固体松散堆积物，引发水土流失等灾害，探矿、采矿活动对地形地貌的破坏程度严重。

四、环境恢复方案设计

(一) 采坑、探槽回填工程方案设计

针对矿区及其他矿区采坑、探槽的现状，制定如下回填工程方案。矿区采坑面积约 2,212,900m²，需回填体积 3,174,500m³；其他矿区存在 10 处明显的采坑，占地面积总计 4,848m²，须回填土方量 24,536m³，这些采坑深度在 2 至 12m 之间不等，多呈椭圆形状。此外，还有 219 条探槽需要处理，其深度介于 1 到 2m 之间，长度范围从 20m 至 120m 不等，宽度则在 1 至 3m 之间变化，以长条形为主，预计需回填面积达到 19,040m²。

根据“废物回置”与“就近处理”的原则，本次回填工作将与弃渣堆整治同步进行。具体措施包括利用采坑周

边产生的废弃材料或通过削坡方式获取的土壤来进行回填作业，以此减少额外的土方开挖和运输量，并有助于恢复原有的地质结构。在实施过程中应遵循由下至上逐渐变细的原则，即首先使用较大颗粒度的碎石填充底部区域，随后在其上方覆盖一层含有较多细小颗粒物质如泥土等材料。

(二) 渣堆平整工程方案设计

本次渣堆平整工程，首先针对矿渣堆实施顶部削坡整治，消除潜在滑坡风险，同时填平低洼区域，着重推平弃渣高陡坡，以此实现矿渣堆积区的地形平整，恢复地貌稳定性与排水功能。施工以机械作业为主导，依据土方调配运距制定差异化方案，运距小于 50m 时，运用推土机推土平整，确保高效快捷；运距超 50m 则采用铲运机铲运，保障长距离土方调配的经济性与高效性。

经勘查，矿区内现存明显渣堆 147 处，其高度介于 5 ~ 100m，长度多在 30 ~ 200m，最长可达 500m，宽度为 20 ~ 100m，形态多样且分布杂乱，总计占地面积 515149m²，体积达 9678238m³。此外，矿区内废弃道路长 52220m，宽 2 ~ 4m，需回填恢复，总方量约 156660m³。

(三) 拦渣工程方案设计

矿区拦渣工程主要包括拦渣墙、格宾石笼拦渣墙及拦渣坝等构筑物。其中，拦渣坝设有 3 座，直立式浆砌石结构的拦渣墙总长度达 4710m，顶宽 100cm，底宽 170cm，顶部以 10cmC20 混凝土压顶，并设置一排泄水孔，每隔 15m 设伸缩缝，其基本结构如图 2 所示。格宾石笼拦渣墙总长度 2500m，石块于就地沟道选取，要求容重大、坚固且不易风化。石笼单元规格为 100cm×100cm×100cm，采用防锈铁丝制作，石笼间设 60cm 长的 20 竖向筋，间距 1m，各单元角点以绑扎丝或金属环扣连接。

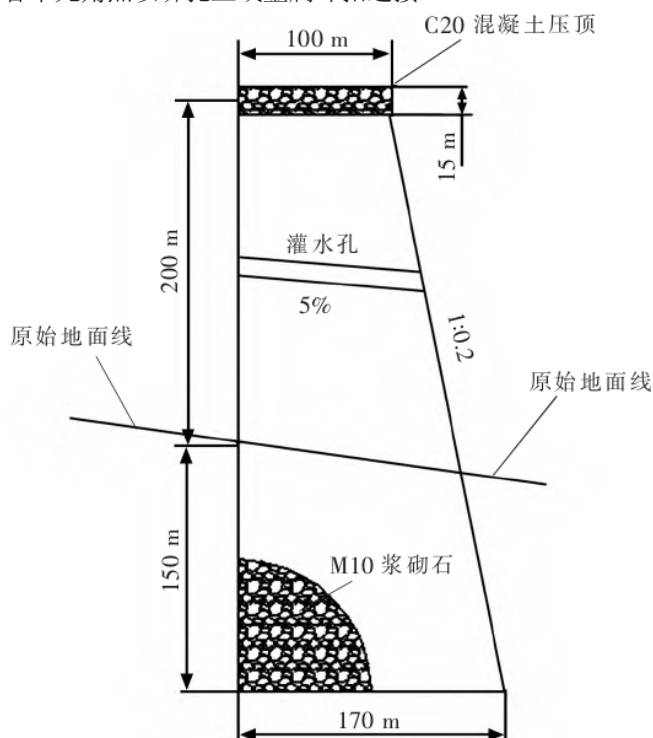


图 2 直立式浆砌石结构

与以往多为浆砌石或混凝土结构的拦渣墙相比，本次采用的格宾石笼拦渣墙优势显著，其结构如图3所示。一方面，部分拦渣墙处于渣土回填地基，虽经处理但仍存在较大不均匀沉降，混凝土或浆砌石结构易断裂失强，而石笼拦墙能有效应对此问题；另一方面，工程地处深山，水泥等原材料运输不便、成本高，石笼拦渣墙可就地取材，降低成本；此外，还可通过草皮、覆土植草等手段对石笼拦渣墙表面进行绿化，促进植被恢复，在拦渣的同时兼顾生态修复，有助于矿区生态环境的整体改善与稳定。

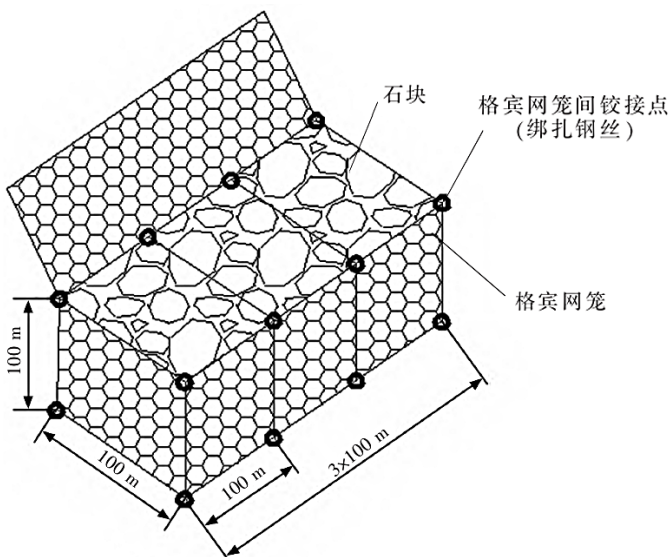


图3 格宾石笼拦渣墙结构

(四) 绿化围栏工程方案设计

矿区植被恢复绿化工程位于渣堆平整和采坑探槽回填区，总面积达到770,745m³。为了确保植被能够良好生长，项目采用了10cm厚的覆土层，总体积为353,593m³。草种的选择上，结合了当地气候条件及土壤特性，最终确定使用75%的披碱草与25%的羊茅进行混合撒播，这种配比既有利于快速覆盖地表减少水土流失，又能促进植物多样性的发展。

在此基础上，考虑到采坑、渣堆等区域在初期阶段较为脆弱，容易受到行人及牲畜活动的影响而遭到破坏，因此在这些关键部位设置了围栏防护措施。整个围栏系统全长7,170m，采用高度为1.2m的带刺铁丝网构建而成，其中铁丝之间的间距设定为20cm，这样的设计可以有效阻止未经允许的人员或动物进入保护区内。同时，为了保证结构的稳定性，每隔大约10m的距离就设置一根由C15混凝土浇筑而成的立柱作为支撑点，每根立柱截面尺寸为0.1×0.1m，并且被埋入地下至少0.5m深的位置，以此确保带刺铁丝网与立柱之间形成牢固连接。

五、恢复方案应用效果

矿区因多年采矿活动致使植被大面积损毁、废渣随意堆积，自然景观与生态环境遭受重创，且地质灾害频发，对当地居民的生命财产安全构成严重威胁。在此背景下，

绿化围栏工程对于矿区的生态修复与综合整治具有关键作用。

绿化围栏工程旨在构建起一道兼具防护与生态恢复功能的屏障。在围栏的选材上，选用坚固耐用且耐腐蚀的材质，确保其能够有效阻挡外部因素对矿区修复区域的干扰，同时具备一定的使用年限。围栏的设计高度与结构需综合考虑周边地形与地质条件，保证其稳定性与安全性，防止因地质灾害或其他外力作用而倒塌。

在绿化方面，结合矿区的土壤特性与气候条件，选择适应性强、生长迅速且具有固土护坡、净化空气等生态功能的植物品种。沿围栏周边进行带状种植，形成绿色防护带，既美化环境，又能起到防风固沙、减少水土流失的作用。同时，在矿区内部的适宜区域，进行大规模的植被恢复种植，通过合理的植物配置，逐步恢复矿区的生态多样性，促进生态系统的良性循环。

结语

本研究通过对廖家田矿区的生态环境进行全面调研评估，系统分析了矿山开采活动对地质环境、地形地貌、自然资源和植被等方面的影响，并在此基础上提出了相应的修复方案。综合研究成果，得出以下结论：

1. 矿山开采活动对廖家田矿区的生态环境造成了严重影响，主要表现为采坑渣堆地质环境破坏、地形地貌改变、自然资源和植被退化等方面。
2. 针对矿区生态环境问题，本研究提出了回填工程、渣堆平整工程、拦渣工程和绿化围栏工程等修复方案。
3. 修复方案的实施将有助于改善矿区的环境质量，降低地质灾害风险，保障周边居民的生命财产安全。同时，随着生态环境的逐步改善，矿区有望成为推动地区经济发展的重要力量，为当地居民提供更多的就业机会和经济收入。

参考文献

[1] 徐家杰, 蔡小虎, 肖家乐, 等. 鹤煤九矿矿山地质环境特征及治理研究 [J]. 能源与环保, 2023, 45 (12): 211-215+223.

[2] 李华雄. 南方丘陵矿区生态修复环境质量动态监测和分析 [J]. 测绘技术装备, 2023, 25 (04): 12-18.

[3] 赵怀涛, 常浩, 王鹏. 基于主成分分析法的矿区生态环境脆弱性评估方法 [J]. 煤化工, 2023, 51 (05): 125-128.

[4] 余青. 矿区水工环地质条件及灾害治理研究 [J]. 世界有色金属, 2023, (12): 179-181.

[5] 梁媛媛. 矿山地质环境保护与土地复垦方案编制的水文地质工作要点 [J]. 世界有色金属, 2023, (17): 121-123.

[6] 安梦鱼. 矿山地质环境保护与恢复治理 [J]. 能源与节能, 2023, (07): 173 ~ 176.

[7] 尘福艳, 王亚红, 杜玉娥, 等. 青海省矿山地质环境恢复治理成效评估方法研究: 以青海省某矿区为例 [J]. 中国矿业, 2023, 32 (11): 62-69.