

采矿项目生命周期的环境影响评估

梁大山

浙江秦核环境建设有限公司 广西 来宾 546200

摘要：本文聚焦于采矿项目生命周期的环境影响评估，深入剖析采矿项目从勘探、建设、运营到闭矿各阶段对环境产生的多方面影响。通过详细阐述各阶段的环境影响特征、主要影响因素以及评估方法，强调环境影响评估在采矿项目决策、规划与管理中的重要性。旨在为采矿行业的绿色转型与可持续发展提供理论支持与实践指导。

关键词：采矿项目；生命周期；环境影响评估；可持续发展

1 引言

采矿行业是国民经济重要支柱，为社会经济发展提供大量矿产资源。但采矿活动带来经济效益的同时，也严重破坏环境。当下，社会环保意识增强，可持续发展理念深入人心。在此背景下，对采矿项目开展全面环境影响评估十分关键。它能系统识别、预测和评价项目生命周期内的环境影响，为项目决策、规划和管理提供科学依据，助力采矿行业可持续发展。

2 采矿项目生命周期各阶段的环境影响特征

2.1 勘探阶段

勘探阶段是采矿项目的起始阶段，主要目的是确定矿产资源的储量、品位和分布情况。虽然该阶段的环境影响相对较小，但仍不可忽视。主要环境影响包括：

- （1）土地占用与破坏：勘探活动需要在一定区域内进行地质调查、钻探等工作，会占用一定面积的土地，导致地表植被破坏、土壤结构改变，影响土地的生态功能。
- （2）噪声与振动影响：钻探设备、运输车辆等在运行过程中会产生噪声和振动，对周边居民的生活和野生动物的栖息环境造成干扰。
- （3）地质灾害隐患：不合理的勘探活动可能会破坏地质结构的稳定性，增加山体滑坡、泥石流等地质灾害的发生风险。

2.2 建设阶段

建设阶段是采矿项目的基础设施建设时期，包括矿区道路修建、采矿场建设、选矿厂建设等。该阶段的环境影响较为显著，主要体现在以下几个方面：（1）土地大规模占用与生态破坏：大量的土地被用于建设各种设施，导致大面积的植被被清除，生态系统遭到严重破坏，生物多样性降低。（2）水土流失加剧：建设过程中的土方开挖、填方等活动破坏了地表植被和土壤结构，降低了土壤的抗侵蚀能力，在降雨等自然因素作用下，容易引发水土流失，导致土壤肥力下降、河道淤积等问题。（3）水资源污染与破坏：建设过程中产生的废水、

废渣等若处理不当，可能会渗入地下或排入地表水体，污染水资源。同时，大规模的工程建设可能会改变地下水的径流条件，影响地下水的补给和排泄，导致地下水位下降、水质恶化。（4）大气污染：施工机械排放的尾气、建筑材料运输和堆放过程中产生的扬尘等，会对周边大气环境造成污染，影响空气质量。

2.3 运营阶段

运营阶段是采矿项目的核心阶段，也是环境影响最为集中和严重的阶段。主要环境影响包括：（1）土地资源持续破坏：采矿活动会导致采矿场土地的永久性破坏，形成采空区、塌陷区等，使土地失去原有的使用功能。同时，尾矿库、废石场等也会占用大量土地，且存在潜在的环境风险。（2）水资源污染与短缺：采矿过程中产生的废水含有大量的重金属、悬浮物、化学药剂等污染物，若未经有效处理直接排放，会对地表水和地下水造成严重污染^[1]。此外，采矿活动需要消耗大量的水资源，可能导致区域水资源短缺，影响周边居民的饮水和农业灌溉。（3）大气污染：采矿、选矿过程中产生的粉尘、废气是大气污染的主要来源。例如，矿石破碎、筛分、运输等环节会产生大量粉尘，选矿过程中使用的化学药剂挥发会产生有害气体，这些污染物会对周边大气环境造成污染，危害人体健康。（4）噪声污染：采矿设备、运输车辆等在运行过程中产生的噪声会对周边居民的生活和工作造成干扰，长期暴露在高噪声环境中还可能对人体健康产生不良影响。（5）生态破坏与生物多样性降低：采矿活动破坏了原有的生态系统，导致野生动植物的栖息地丧失，生物多样性降低。同时，采矿过程中产生的污染物可能会通过食物链传递，对生态系统中的生物造成毒害，进一步影响生态平衡。

2.4 闭矿阶段

闭矿阶段是采矿项目的结束阶段，虽然采矿活动停止，但遗留的环境问题仍然存在，需要进行长期的治理

和恢复。主要环境影响包括：（1）土地复垦与生态恢复难度大：采矿活动对土地造成了严重的破坏，闭矿后需要进行土地复垦和生态恢复工作。然而，由于土壤结构破坏、养分流失等问题，土地复垦和生态恢复的难度较大，需要投入大量的资金和时间。（2）地质灾害隐患持续存在：采矿形成的采空区、塌陷区等在闭矿后仍然存在地质灾害隐患，如山体滑坡、泥石流等，可能对周边居民的生命财产安全造成威胁。（3）环境污染治理任务艰巨：闭矿后，尾矿库、废石场等遗留的污染物可能会继续对环境造成污染，需要进行长期的监测和治理。同时，采矿过程中对地下水、地表水造成的污染也需要采取相应的措施进行修复。

3 采矿项目生命周期环境影响评估的主要影响因素

3.1 矿产资源特征

不同类型、不同品位的矿产资源在开采过程中对环境的影响程度存在差异。例如，开采高硫煤矿容易产生酸性废水，对水体和土壤造成严重污染；而开采金属矿则可能产生大量的重金属污染物，对生态环境和人体健康构成威胁。此外，矿产资源的埋藏深度、赋存状态等也会影响采矿方法和工艺的选择，进而影响环境影响的大小。

3.2 采矿技术与工艺

先进的采矿技术和工艺能够提高资源回收率，减少废石和尾矿的产生量，降低对环境的影响。例如，采用充填采矿法可以减少采空区的形成，降低地面塌陷的风险；采用高效的选矿工艺可以提高矿石的选别效率，减少化学药剂的使用量，降低废水污染^[2]。相反，落后的采矿技术和工艺往往会导致资源浪费严重，环境污染加剧。

3.3 矿区地理位置与生态环境

矿区所处的地理位置和生态环境状况对环境影响评估具有重要影响。如果矿区位于生态敏感区，如自然保护区、风景名胜区、水源保护区等，采矿活动对环境的影响将更加显著，需要采取更加严格的环保措施。此外，矿区周边的地形地貌、气候条件等也会影响污染物的扩散和迁移，进而影响环境影响的范围和程度。

3.4 企业管理水平与环境意识

企业的管理水平和环境意识直接关系到采矿项目的环境影响程度。管理水平高、环境意识强的企业会更加注重环境保护，积极采用先进的环保技术和设备，加强环境管理，减少污染物排放。相反，管理水平低、环境意识淡薄的企业可能会忽视环境保护，违规排放污染物，对环境造成严重破坏。

4 采矿项目生命周期环境影响评估的方法

4.1 清单分析法

清单分析法是对采矿项目生命周期各阶段环境影响因素进行全面清单编制与分析的方法，具体步骤如下：

全面调查与统计：在勘探、建设、开采、选矿、冶炼、闭矿等阶段，详细调查资源消耗与污染物排放情况。勘探阶段统计勘探设备燃油、电力消耗及土地占用面积；开采阶段记录开采设备能源（柴油、电力）消耗，以及矿石、水资源消耗量。污染物排放涵盖废气（粉尘、二氧化硫等排放量）、废水（矿井涌水、选矿废水排放量及污染物浓度）、废渣（废石、尾矿产生量）。

建立环境影响清单：整理调查统计数据，按资源消耗和污染物排放等类别建立清单，明确各项因素名称、数量、产生阶段。如能源消耗清单列出各阶段柴油、电力消耗量，污染物排放清单列出废气污染物排放量、废水污染物浓度。

分类、量化与分析：对清单因素分类，如按资源类型（能源、水资源等）、污染物类型（废气、废水等）。采用量化指标（能源消耗强度、污染物排放系数）进行量化分析，评估环境影响程度。通过对比不同阶段量化指标，找出资源消耗和污染物排放的重点阶段与关键因素，为环境影响评估及环保措施制定提供依据^[3]。该方法系统全面，能为评估提供详细准确数据，助力了解项目全生命周期环境影响。

4.2 矩阵分析法

矩阵分析法通过将采矿项目活动与环境要素矩阵排列，分析元素间关系以评估项目对环境的影响，具体操作如下：

确定活动与环境要素：明确采矿项目活动，如勘探（地质调查、钻探）、开采（露天或地下作业）、选矿（破碎、磨矿、选别）、冶炼（矿石冶炼加工）等；同时确定环境要素，包括大气环境（空气质量、气象条件）、水环境（地表水、地下水水质水量）、土壤环境（肥力、污染）、生物环境（植被、野生动物）等。

构建矩阵：以采矿项目活动为行，环境要素为列构建矩阵表格。在各单元格描述活动对相应环境要素的影响，包括影响性质（正面或负面）、程度（轻微、中等、严重）。例如，露天开采与大气环境单元格中，描述露天开采粉尘对大气环境的负面影响，并评估影响程度为严重。

分析矩阵关系：通过分析矩阵元素关系，直观呈现项目活动与环境要素的联系，识别主要环境影响因素和关键环节。如发现冶炼活动对大气中二氧化硫排放影响大且程度严重，则冶炼活动是主要影响因素，需重点关注。该方法便于制定针对性环保措施，降低项目对环境

的影响。

4.3 网络分析法

网络分析法借助网络模型，以网络图呈现采矿项目各阶段、活动及环境要素关系，通过分析路径与节点，评估环境影响传播与累积效应，实施过程如下：

构建网络模型：以采矿项目各阶段（勘探、建设、开采等）为节点，以阶段间活动（设备运输、人员流动等）及活动与环境要素的相互作用为路径构建模型。如勘探与建设阶段间有设备运输活动，可能破坏沿途植被、惊扰野生动物，将此活动设为路径连接两节点，并标注对生态环境的影响。

分析网络路径和节点：详细剖析路径上环境影响传播过程，如开采废水排入河流，污染物随水流影响下游水环境，此废水排放路径即为影响传播路径。同时分析节点处环境影响累积效应，如多个开采区域废水排放至同一水环境节点，可能加剧水质恶化。

评估环境影响：依据对路径和节点的分析，评估项目环境影响传播与累积效应。考虑环境影响的复杂动态性，不同阶段活动可能相互影响，导致环境影响叠加或抵消；环境要素间也存在相互作用，如大气污染可能影响水环境质量^[4]。该方法能更精准评估项目环境影响，为制定科学环保策略提供依据。

4.4 生命周期评价法（LCA）

生命周期评价法能全面评估产品或项目全生命周期环境影响，在采矿项目中有广泛应用价值，其评估流程与要点如下：

目标与范围定义：明确采矿项目LCA目标，如评估整体环境绩效、识别关键环境影响因素、为项目优化提供依据等。同时确定评价范围，涵盖采矿项目生命周期各阶段（原材料获取、采矿、选矿、冶炼、产品使用及废弃物处理），明确环境影响类别（能源消耗、温室气体排放等）及系统边界（纳入与排除的活动和环境要素）。

清单分析：类似清单分析法，对采矿项目各阶段资源消耗与污染物排放详细调查统计，但LCA更注重数据

准确完整，需收集大量基础数据，包括能源、原材料消耗及污染物排放数据等，并考虑数据来源与质量，确保可靠性。

影响评价：依据清单分析数据，采用环境影响评价模型和方法，将资源消耗与污染物排放转化为环境影响指标，如全球变暖潜值、酸化潜值等，计算各项指标评估项目对不同环境类别的影响程度，如计算温室气体排放量并转化为全球变暖潜值评估对气候变化的影响。

结果解释：解释分析影响评价结果，识别主要环境影响因素和关键环节，比较不同阶段、活动对环境影响的贡献，考虑结果不确定性，分析数据来源、模型假设等因素的影响。据此为项目优化改进提供科学依据，如提出节能减排、优化工艺、加强废弃物管理等措施，降低环境影响，提高环境绩效，助力项目可持续发展。

结语

采矿项目生命周期环境影响评估对行业可持续发展意义重大。深入分析各阶段环境影响，能清晰认知采矿活动对环境的多元影响。在项目决策、规划与管理中，需重视环境因素，运用科学评估方法，制定针对性缓解措施。同时强化环境管理，推进绿色矿山建设，实现行业与生态协调发展。如此既能满足社会对矿产资源的需求，又能达成环保与可持续发展目标。未来，随着科技发展和环保要求提升，评估将不断完善，助力采矿行业绿色转型。

参考文献

- [1]李朝阳,张玄,董玉翠.采矿活动对矿山地质环境影响评价及治理研究[J].世界有色金属,2024,(19):103-105.
- [2]韩璐璐.矿山采矿环境影响评价应重点关注的问题研究[J].世界有色金属,2024,(14):77-79.
- [3]陈荣斌,刘征宇.论采矿活动对矿山地质环境影响评价及防治对策——以黔南州杨柳街河流域矿山为例[J].石材,2025,(05):4-6+18.
- [4]杨旭,李氮,马静.采矿活动对矿山地质环境影响评价及其治理措施[J].能源与环保,2023,45(04):279-285+294.