

# Environmental risk assessment and sustainable development strategy in geological exploration

Lipeng He

Lanshan District Natural Resources Bureau of Lanshan District, Linyi, Shandong, 276000, China

## Abstract

Under the background of the rapid development of global economy, the demand for mineral resources continues to rise, geological exploration, as a key way to obtain resource information, is of great significance to economic development, but also brings many effects to the natural environment, such as land destruction, water pollution, ecosystem imbalance and increased risk of geological disasters. These environmental problems not only threaten the stability and sustainability of the local ecological environment, but also have a negative impact on the quality of life and economic and social development of the surrounding residents. Explore geological exploration environment risk assessment method and sustainable development strategy, help to enrich academic research in geological exploration in China, and provide theoretical support for related policy formulation, to promote the green transformation of geological exploration industry, maintain ecological environment security and realize sustainable economic and social development has practical significance.

## Keywords

geological exploration; environmental risk assessment; sustainable development

# 地质勘查中的环境风险评估与可持续发展策略

何立鹏

山东省临沂市兰山区自然资源局, 中国·山东 临沂 276000

## 摘要

在全球经济迅猛发展的背景下, 矿产资源需求持续攀升, 地质勘查作为获取资源信息的关键途径, 对经济发展意义重大, 但也给自然环境带来诸多影响, 诸如土地破坏、水资源污染、生态系统失衡以及地质灾害风险增加等。这些环境问题在威胁当地生态环境稳定与可持续性的同时, 也给周边居民生活质量及经济社会发展造成负面影响。深入探究地质勘查环境风险评估方法与可持续发展策略, 有助于丰富我国地质勘查领域学术研究成果, 并为相关政策制定提供理论支撑, 对推动我国地质勘查行业绿色转型、维护生态环境安全以及实现经济社会可持续发展具有现实意义。

## 关键词

地质勘查; 环境风险评估; 可持续发展

## 1 地质勘查中的环境风险评估

### 1.1 地质因素

地质因素是诱发地质勘查环境风险的关键内在因素, 主要体现为地层结构与地质构造稳定性的改变。地质勘查中地层结构的变化会引发一系列连锁反应。例如, 不合理的钻探、挖掘等操作会打破地层原有的应力平衡, 致使地层坍塌。尤其在井下矿产开采区, 随着矿体的开采, 井下空洞形成, 若不及时采取有效支护措施, 上覆地层极易因失去依托而坍塌, 这不仅会对地表建筑物、道路及其他基础设施造成毁灭性破坏, 还会改变当地地形地貌, 影响生态系统稳定。

地质构造活动存在不容忽视的潜在危险, 位于板块交

界地带或靠近断裂带的找矿区域, 地震活动较为频繁。地壳运动产生的剧烈振动会瞬间释放巨大能量, 诱发山体崩塌与滑坡, 掩埋周边植被, 堵塞河流, 给生态环境带来灾难性打击。据统计, 在部分地震频发山区开展地质勘查工作时, 地震诱发山体滑坡的发生率显著高于非勘查区域, 对当地生态系统及居民生命财产安全构成巨大威胁。

### 1.2 生态因素

地质勘查活动干扰生态系统通常从植被破坏开始, 继而引起一系列连锁反应严重损害了生物多样性, 在野外勘查过程中, 不管是开临时道路, 搭营区还是钻探, 采样等作业, 不可避免地要直接将大面积的植被根除或者压坏。这些原生植被流失不仅会弱化生态系统初级生产力、降低氧气释放和二氧化碳吸收, 而且会影响地区气候调节功能, 大量野生动植物栖息地也遭到破坏, 很多珍稀物种由于栖息地碎片化或者丢失而陷入生存绝境, 数量急剧下降。

【作者简介】何立鹏(1971-), 男, 中国山东临沂人, 工程师, 从事地质调查与资源勘查研究。

当植被受到破坏后,土壤失去了其根系的固定功能,在雨水的冲刷作用下,水土流失的问题变得越来越严重。相关的研究数据显示,当植被覆盖率下降30%时,土壤侵蚀的速度可能会增加50%-80%。水土流失不但使土壤肥力下降,周围土地农业生产潜力受到影响,而且使大量泥沙进入河流抬高河床使河道淤塞、洪水泛滥和其他次生灾害进一步危害沿岸生态系统的稳定。

## 2 地质勘查对环境的影响

### 2.1 土地资源破坏

地质勘查活动,尤其是大规模矿产勘查与开发,必然占用大量土地,从搭建临时营地、堆放材料的场地,到修建公路、钻探井场、尾矿库及其他永久性设施等,这些占地行为直接改变了土地原有的用途。据统计,一座规模适中的金属矿山在勘探与开采过程中,各类设施占地面积可达数千平方米,使原本用于农业、林业或自然生态的土地功能丧失殆尽。

地质勘查对土壤质量也产生了明显的不利影响,首先表现为土壤结构遭到破坏,钻探、挖掘及其他工程活动破坏了土壤中原有的团聚体,使土壤颗粒疏松,更易遭受侵蚀。在风力和水力作用下,土壤侵蚀加剧,大量肥沃表土流失,土壤肥力锐减。研究发现,经历高强度地质勘查的地区,土壤侵蚀模数可能是未受扰动区域的数倍甚至数十倍,导致土壤中的有机物、氮、磷、钾等营养成分大量流失,严重影响土地生产力。

### 2.2 水资源污染

地质勘查过程中,废水排放是导致地表水受污染的重要因素之一,矿产开采环节会产生大量矿坑涌水,其中常含有铅、汞、镉等重金属离子,以及悬浮物和酸性物质。未经处理直接排放会使地表水水质急剧恶化,改变水体酸碱度,破坏水生生态系统平衡。例如广西大新县铅锌矿,建于50年代,当时开采主要集中于铅和锌的回收,其他共生金属被丢弃在尾矿中,致使尾矿中镉等重金属含量远超矿石原始品质。矿区生产区排污沟内污水直接排入尾砂库,且库水出现多方位侧漏,甚至流入村民灌溉农田的水渠,导致重金属在农田中积累。尽管该矿在2001年因资源耗尽破产,但直至2014年,矿洞地下水仍未断流,附近农田严重污染,稻谷中镉含量超标11.3倍,村民还出现骨痛现象。

对于地下水而言,钻井液是地质勘查(尤其是油气勘查)过程中地下水污染的重要来源。钻井时钻井液用量大,若出现漏失或废弃钻井液处理不当,其中含有的机添加剂、重金属及其他污染物会通过井壁附近地层孔隙向地下水含水层渗透。这些污染物会改变地下水的物理和化学性质,提高地下水硬度和矿化度,甚至带入有毒有害物质,使地下水无法饮用。

采出水不当回注同样可能造成地下水污染。在油气田

开采过程中,产出水往往富含溶解性固体、石油类物质和微生物等成分。若未经充分处理回注地下,可能冲破隔水层束缚,将污染物带入浅层地下水中,导致地下水水质变差。部分油气开采区因采出水回注管理混乱,周边地下水中石油类物质超标,地下水散发刺鼻气味,附近居民水井废弃,不得不另寻水源。

### 2.3 生物多样性受损

地质勘查活动对植被的破坏是引发生物多样性受损的关键起始因素,野外作业时,开路、筑营、钻探、取样等作业都会直接清除大面积原生植被。这些植被在生态系统中扮演生产者角色,为众多生物提供食物来源,其物理结构也为动物创造了栖息和繁殖环境。大量植被被清除后,依赖其生存的昆虫、鸟类和小型哺乳动物等生物的食物来源骤减,迫使它们寻找新的食物和栖息地,从而打破原有的生态平衡。

地质勘查中动物栖息地破坏呈现多维度特征,给野生动物生存带来严峻挑战,随着勘查区域不断扩大,大量土地被侵占,森林、草原和湿地等原始自然生境被不断分割破碎,野生动物活动空间大幅缩减。许多动物对领地有特定需求,栖息地碎片化导致它们难以获取充足食物、水源,寻找合适配偶困难,繁殖成功率降低。

公路、铁路等大规模基础设施建设对该地区动物迁徙路线形成物理屏障,对于候鸟、羚羊等季节性迁移生物,这些障碍可能使其无法及时抵达繁殖地或越冬地,丧失最佳生存机会,甚至在迁徙途中因体力耗尽或迷失方向而死亡。勘查作业中的噪音、强光和人员频繁活动等因素干扰了动物正常的行为模式。许多夜行性动物因噪音干扰无法正常觅食,繁殖期动物受惊吓可能弃巢,导致幼崽成活率下降,种群数量逐渐减少,生物多样性受到严重威胁。

## 3 地质勘查中的可持续发展策略

### 3.1 绿色勘查技术创新

无损勘查技术作为地质勘查领域的新兴技术手段,具有非侵入性和高效性等显著优势,正逐步成为推动我国地质勘查行业发展的重要力量。例如遥感技术,以电磁波理论为基础,借助卫星和飞机等高空平台携带的传感器,对地球表面反射或辐射的电磁波信息进行远距离采集,从而精准探测地质构造、地层分布和矿产资源。以矿产勘查为例,高光谱遥感技术能够敏锐捕捉各种矿物质独特的光谱特征,如同为每种矿物赋予专属“指纹”,通过大范围扫描成像,可迅速圈定成矿有利区域,大幅提高勘查效率。与传统实地钻探和采样勘查手段相比,遥感技术无需直接接触地面,有效避免了对地表植被和土壤的物理破坏,最大程度维护了生态环境原始风貌。

物探技术还在无损勘查领域中发挥着重要作用,涉及到重力勘探,磁力勘探以及电法勘探多种勘探方法,其中重力勘探是根据不同地质体因质量分布不同而引起重力场的

变化来推测地下地质结构的一种勘探方法,可以应用于深部大型矿体以及地质构造的勘探。磁力勘探是利用岩石与矿物在磁性上的差异来监测地磁场的变化来准确定位磁铁矿等磁性矿体,而电法勘探则是借助于岩石导电性的不同来进行,通过外加人工电场和观测电场的分布来揭示地下地质状况对发现金属硫化物矿床有明显的效果。这些物探方法野外作业只需要布置少量的探测仪器而不需要进行大范围的挖掘与钻探,不仅减少对土地的占用与扰动,而且勘查成本较低,还可以获得海量的地质信息,并且不会破坏地质体的完整性,对后续的精查及开发起到了强有力的支撑作用,有效地推动了地质勘查及生态保护工作的协同开展。

清洁生产技术作为地质勘查废水,废气以及废渣治理中的重点突破,为勘查活动绿色化以及可持续发展提供了强有力的保障,废水处理中,根据矿坑涌水、钻井废水等不同种类研制出系列高效处理工艺。以生物处理技术为例,通过微生物代谢作用使污水中有机污染物被分解成无害二氧化碳与水,在脱除矿井水中溶解性有机物方面具有显著效果;化学沉淀法能够对污水中重金属离子进行有针对性地处理,并通过添加适量沉淀剂将重金属离子产生难溶性沉淀物与水分离,从而保证污水符合排放标准或者回用标准。针对高矿化度矿井水的膜分离技术有其独特的优点,利用膜法工艺如反渗透,超滤,可以有效地除去水中的盐分及微小杂质,使所处理的用水达到工业用水甚至生活饮用水的标准,从而达到水资源循环利用和缓解矿区水资源短缺困境。

### 3.2 环境管理体系建设

环境影响评价制度作为地质勘查活动中预防环境风险和实现可持续发展,项目启动之前对环境影响评价进行全面而深入的基石,可以为勘查决策的制定提供科学的依据,保证项目在规划阶段对环境因素的充分考虑。评价范围涉及地质勘查项目执行过程中的每个环节,既有钻探,挖掘,矿石运输及加工等可能对环境产生影响的活动,也有项目所处区域周围生态系统,水资源及土地利用现状等环境要素。

构建完善的环境监测体系,是地质勘查工作中实时监控环境动态、及时发现和处理环境问题的重要保障。监测指标依据地质勘查活动可能影响的环境因素全面设定,针对大气环境,重点监测粉尘和废气排放浓度,包括钻探、矿石破碎等过程产生的颗粒物以及燃油设备排放的二氧化硫、氮氧化物等有害气体;水环境方面,监测地表水的酸碱平衡、重

金属浓度、化学需氧量等水质参数,以及地下水的水位、水温、溶解性固体等变量,实时追踪矿坑涌水、废水排放导致的水体污染情况;土壤环境监测主要研究土壤结构变化、肥力指标以及重金属和有机物等污染物的累积,评估土地扰动和废弃物堆放等因素对土壤质量的影响;生态监测重点关注植被覆盖度、生物多样性指数以及珍稀物种的数量和分布情况,以反映勘查活动对生态系统的扰动程度。

该监测体系综合运用先进技术手段,现场监测采用高精度传感器,如水质监测中的多参数水质分析仪,可实时测定水体酸碱度、溶解氧、电导率等指标;大气采样器采集空气样本并分析粉尘和有害气体含量。遥感技术则从更宏观层面,利用卫星和航空遥感图像,周期性监测勘查区及其周边土地使用变化、植被覆盖变化和地域分布模式,为大规模长期监测提供有力支撑。监测频次依据勘查活动强度和环境影响性等多因素科学确定,在施工高峰时段和关键作业环节,如每天或每周对主要污染源和敏感环境区域进行检查;非施工期间适当减少频次,定期巡检以确保及时掌握环境变化信息,为环境管理和风险预警提供可靠数据支持。

## 4 结语

地质勘查作为经济发展中的一项基础工作,对于资源保障起着至关重要的作用,但是它给环境带来的危害也不可忽视,实现可持续发展成为了这一产业发展的必然选择,通过对环境风险进行系统的评价,准确辨识出地质,生态,水文以及大气等诸多风险因素,从而为之后的防治工作打下坚实的基础。地质勘查给土地,水资源以及生物多样性带来广泛且深远的破坏,针对这一问题提出一系列可持续发展战略。绿色勘查技术创新涉及无损勘查,清洁生产以及生态修复技术,有效减少环境影响,有助于生态重建,而环境管理体系构建则是从环境影响评价入手、监测到制度健全,从各方面确保勘查工作规范环保,资源循环利用,使水资源,矿产资源及废弃物资源化利用,提高资源利用效率减少浪费。

### 参考文献

- [1] 杨江利. 矿山水文地质环境勘查与治理方法研究[J]. 科技创新与应用, 2024, 14(29): 114-117.
- [2] 尹力. 基于地质勘查技术的矿山环境地质灾害预防探析[J]. 中国金属通报, 2024, (09): 151-153.
- [3] 张熙滨. 环境保护下矿山水工环地质勘查工作研究[J]. 世界有色金属, 2024, (03): 136-138.