

金属矿山绿色开采技术与环境影响评价研究

邓晓宁

内蒙古第八地质矿产勘查开发有限责任公司 内蒙古 乌海 016000

摘要：本文聚焦金属矿山绿色开采技术与环境影响评价展开研究。首先分析了金属矿山传统开采带来的环境问题，强调绿色开采的必要性；接着详细阐述了金属矿山绿色开采的关键技术，包括充填采矿技术、保水开采技术等；然后深入探讨了金属矿山环境影响评价的体系构建与指标选取；最后通过实际案例分析，验证绿色开采技术的有效性与环境影响评价的实用性，旨在为金属矿山的可持续发展提供理论支持与实践指导。

关键词：金属矿山；绿色开采技术；环境影响评价；可持续发展

引言

金属矿山作为重要的资源供应基地，在经济发展中占据关键地位。然而，传统开采方式在获取金属资源的同时，对周边环境造成了严重破坏，如土地塌陷、水资源污染、地质灾害频发等。随着社会对环境保护意识的增强以及可持续发展理念的深入人心，金属矿山绿色开采成为必然趋势。绿色开采技术旨在减少开采过程中的环境负面影响，实现资源开发与环境保护的协调共进。同时，科学合理的环境影响评价能够准确评估开采活动对环境的潜在影响，为绿色开采技术的选择与应用提供依据。因此，深入研究金属矿山绿色开采技术与环境影响评价具有重要的现实意义。

1 金属矿山传统开采的环境问题

传统金属矿山开采过程中，由于技术和管理等方面的局限，引发了诸多环境问题。在土地资源方面，露天开采导致大面积地表植被破坏，剥离的土石方随意堆放，占用大量土地，且易引发水土流失和土地沙化；地下开采则可能引发地面塌陷，破坏地表建筑和农田，使土地失去原有的使用功能。水资源方面，矿山开采过程中产生的废水，含有大量的重金属离子、酸碱物质和悬浮物等，未经有效处理直接排放，会污染地表水和地下水，影响周边居民的用水安全和生态系统的平衡。此外，开采活动还会产生大量的废石和尾矿，这些固体废弃物不仅占用土地，其中的有害物质在雨水冲刷下会渗入土壤和水体，造成二次污染。同时，矿山开采过程中的爆破、挖掘等作业会产生噪声和粉尘，对周边空气质量与居民生活环境造成不良影响。

2 金属矿山绿色开采关键技术

2.1 充填采矿技术

充填采矿技术作为绿色开采的关键手段之一，在金属矿山开采中发挥着至关重要的作用。该技术的核心原

理是通过向采空区充填采矿过程中产生的废石、尾矿等物料，构建一个类似人工支撑的结构体系。在实际应用中，它能够有效控制地压。随着开采的进行，地下采空区不断形成，地压逐渐增大，如果不及时控制，会引发严重的地质灾害。而充填体的存在可以分担部分地压，使地压分布更加均匀，减少地压的集中释放，从而降低地表塌陷的发生概率。同时，充填体能够紧密贴合围岩，为围岩提供额外的支撑力，增强围岩的稳定性，防止围岩垮落。这不仅提高了矿石回采率，使得原本难以开采的残矿能够被有效回收，降低了资源损失，还减少了因围岩垮落而产生的安全隐患^[1]。在充填材料的选择上，充分考虑了矿山的实际情况和资源利用效率。全尾砂胶结充填是一种创新且环保的方式，它巧妙地利用了尾矿作为充填骨料。尾矿是矿山开采过程中产生的废弃物，大量堆积不仅占用土地，还存在安全隐患。将其加工成充填骨料后，既减少了尾矿的堆存，降低了尾矿库的建设和管理成本，又降低了尾矿库溃坝等安全事故的风险。同时，通过与水泥等胶结材料混合，使充填体具有一定的强度和稳定性，能够满足采空区充填的要求。废石胶结充填则实现了废弃物的资源化利用，将开采过程中产生的废石进行合理利用，减少了废石的排放和占用土地。通过科学的配比和加工，使废石成为有价值的充填材料，既解决了废石处理难题，又节约了充填成本。随着科技的不断进步，高浓度充填、膏体充填等新型充填技术应运而生。高浓度充填技术通过提高充填材料的浓度，减少了充填过程中的水分含量，使得充填体更加密实，强度更高，能够更好地承受地压。膏体充填技术则将充填材料制备成类似牙膏状的膏体，具有良好的流动性和可塑性，能够充分填充采空区的各个角落，提高充填质量。这些新型充填技术的应用，进一步提高了充填效果和资源利用率，为金属矿山的绿色开采提供

了有力支持。

2.2 保水开采技术

保水开采技术的核心目标是在开采过程中最大限度地保护地下水资源，减少对含水层的破坏，维护生态系统的平衡。对于地下矿山而言，隔水关键层保护技术是关键。通过详细分析矿区的水文地质条件，运用先进的地质勘探和数据分析技术，准确确定隔水关键层的位置和厚度。隔水关键层就像一层天然的保护屏障，能够阻止地下水向下渗透和涌入矿井。在开采过程中，采取一系列针对性措施来保护这层关键层，如合理规划开采顺序和开采方法，避免对隔水关键层造成破坏。同时，加强对隔水关键层的监测，及时发现和处理可能出现的问题，确保其完整性和隔水性能。注浆堵水技术则是另一种有效的保水手段。在矿井周围，由于地质构造的原因，可能存在许多裂隙和通道，这些裂隙和通道会成为地下水涌入矿井的途径。通过注浆堵水技术，将特制的浆液注入这些裂隙中，浆液在裂隙中凝固后形成一道坚固的屏障，有效封堵了地下水的通道，减少了矿井涌水量^[2]。这不仅保护了地下水资源，还降低了矿井排水成本，提高了矿山开采的安全性和经济性。对于露天矿山，保水开采需要从开采规划和排水系统设置两方面入手。合理规划开采境界和开采顺序是关键，要根据矿区的地形、地质和水文条件，科学确定开采的范围和深度，避免过度开采破坏地下水位。同时，合理安排开采顺序，减少对地下水的扰动。在开采过程中，设置完善的排水系统至关重要。通过修建排水沟、集水井等设施，将雨水及时排出矿区，防止雨水积聚对周边水体造成影响。同时，对排水进行合理处理和回用，提高水资源的利用效率。

2.3 共伴生资源综合回收技术

金属矿山中通常共伴生着多种有价元素，传统开采方式往往只注重主要金属的回收，而忽视了共伴生资源的利用，造成了巨大的资源浪费。共伴生资源综合回收技术通过采用先进的选矿工艺和设备，实现了对矿石中多种有价元素的同时回收。例如，浮选、磁选、重选等联合工艺的运用，充分发挥了各种选矿方法的优势。浮选工艺能够根据矿物表面物理化学性质的差异，将铜、铅、锌等金属矿物从矿石中分离出来；磁选工艺则利用矿物的磁性差异，回收铁等磁性金属；重选工艺根据矿物密度的不同，对矿物进行分选^[3]。通过这三种工艺的联合使用，可以实现铜、铅、锌、银等多种金属的综合回收，大大提高了资源的利用率。同时，对于矿山废石和尾矿中的有用成分，也可以通过二次选矿等技术进行回

收利用。随着选矿技术的不断进步，许多原本被认为没有利用价值的废石和尾矿中，实际上还含有一定量的有价元素。通过采用先进的二次选矿技术，如化学选矿、生物选矿等，可以将这些有用成分提取出来，进一步提高了资源的综合利用率。这不仅减少了废弃物的排放，降低了对环境的压力，还为企业创造了额外的经济效益，实现了资源的高效利用和循环发展。

3 金属矿山环境影响评价体系构建

3.1 评价原则

金属矿山环境影响评价必须遵循科学性、客观性、全面性和实用性的原则，以确保评价结果的准确性和可靠性，为矿山企业的环境管理和决策提供科学依据。科学性是评价的基础。要求评价方法必须科学合理，符合环境科学和矿山工程学的原理。评价数据的采集要准确可靠，采用先进的监测设备和技术，确保数据的真实性和代表性。同时，运用科学的分析方法和模型对数据进行处理和分析，得出客观准确的评价结论。客观性强调评价过程不受主观因素的干扰。评价人员要保持中立态度，严格按照评价标准和程序进行评价，避免因个人偏见或利益关系影响评价结果。在评价过程中，要充分考虑各种实际因素，如实反映开采活动对环境的影响，不夸大也不缩小问题的严重性。全面性要求评价内容涵盖矿山开采的各个环节和各个方面。不仅要关注大气、水、土壤等自然环境要素的影响，还要考虑对生态环境和社会环境的影响。例如，要评估开采活动对生物多样性的影响、对居民生活质量的影响以及对社区发展的影响等。只有全面考虑各种因素，才能准确评估矿山开采对环境的综合影响。实用性是评价的最终目标。评价结果要能够为矿山企业的环境管理和决策提供有效指导。评价报告要具有可操作性和针对性，提出切实可行的环境保护措施和建议，帮助企业改进生产工艺，减少环境污染，实现可持续发展。

3.2 评价指标选取

评价指标的选取是环境影响评价的关键环节，直接关系到评价结果的准确性和科学性。应从自然环境、生态环境和社会环境三个方面选取具有代表性的指标。自然环境指标是反映矿山开采对大气、水、土壤等自然要素影响的直接指标。大气环境质量指标包括二氧化硫、氮氧化物、粉尘等污染物的浓度，这些指标能够直观反映矿山开采过程中产生的废气对大气环境的污染程度。水环境质量指标涵盖酸碱度、重金属含量、悬浮物浓度等，通过监测这些指标可以了解矿山废水对地表水和地下水的污染情况。土壤环境质量指标包括土壤酸碱度、

重金属含量、有机质含量等，能够反映矿山开采对土壤结构和肥力的影响。生态环境指标主要关注矿山开采对生态系统的破坏和影响。植被覆盖率是衡量生态系统稳定性的重要指标之一，矿山开采导致的植被破坏会直接降低植被覆盖率。生物多样性指标反映了矿山开采对生物种类和数量的影响，包括物种丰富度、均匀度等。土地利用变化指标则体现了矿山开采对土地功能和用途的改变，如从农业用地转变为工业用地或废弃地等。社会环境指标考虑了矿山开采对人类社会的影响。居民生活质量指标包括居民的收入水平、健康状况、居住环境等，矿山开采可能通过影响环境质量间接影响居民的生活质量^[4]。就业情况指标反映了矿山开采对当地就业市场的带动作用，包括就业人数、就业结构等。社区发展指标则关注矿山开采对社区基础设施、公共服务、文化教育等方面的影响，评估矿山开采与社区发展的协调性。同时，根据不同矿山的特点和开采方式，对评价指标进行适当调整和补充。例如，对于位于生态敏感区的矿山，应增加对生态系统服务功能影响的评价指标；对于采用特殊开采工艺的矿山，应考虑该工艺对环境的特殊影响，增加相应的评价指标，确保评价指标的科学性和针对性。

3.3 评价方法选择

常用的环境影响评价方法有层次分析法、模糊综合评价法、灰色关联分析法等，每种方法都有其独特的优势和适用范围。层次分析法是一种将复杂问题分解为多个层次进行分析的方法。它通过建立层次结构模型，将评价目标分解为多个子目标和指标，然后通过两两比较确定各层次指标的权重，最后对环境影响进行综合评价。这种方法能够将复杂的评价问题简化，使评价过程更加清晰明了，适用于多目标、多层次的评价问题。模糊综合评价法利用模糊数学理论，处理评价过程中的模糊性问题。在环境影响评价中，许多指标的描述和评价具有模糊性，难以用精确的数值来表示。模糊综合评价法通过建立模糊评价矩阵，运用模糊运算规则，将模糊

的评价信息转化为具体的评价结果，能够更准确地反映环境影响的程度，适用于评价因素较多且具有模糊性的问题。灰色关联分析法通过分析各指标之间的关联程度，确定主要影响因素。在矿山环境影响评价中，存在许多不确定因素和不完全信息，灰色关联分析法能够处理这种灰色系统问题。它通过计算各指标与参考序列的关联度，找出对环境影响最大的因素，为环境管理和决策提供依据，适用于数据量较少且存在不确定性的评价问题。在实际评价中，可根据具体情况选择合适的评价方法或综合运用多种评价方法。例如，可以先采用层次分析法确定各指标的权重，再运用模糊综合评价法进行综合评价，充分发挥各种方法的优势，提高评价结果的准确性和可靠性。

结束语

未来，随着科技的不断进步和环保要求的日益提高，金属矿山绿色开采技术将不断创新和完善。例如，智能化开采技术将与绿色开采技术深度融合，实现开采过程的精准控制和环境影响的实时监测；新型充填材料和保水材料的研发将进一步提高绿色开采的效果。同时，环境影响评价方法也将不断优化，更加注重生态系统的整体性和长期性评价。相信在绿色开采技术和环境影响评价的共同推动下，金属矿山将实现更加可持续的发展，为经济社会发展和环境保护做出更大贡献。

参考文献

- [1]李国书,李志国,黄诗杰,等.协同开采理念发展与技术应用现状[J].武汉工程大学学报,2021(1):91-95.
- [2]高玉倩,胡亚军,赵淑芳.采空区不同充填接顶率的充填体稳定性研究[J].矿业研究与开发,2020,(3):140-144.
- [3]赵国彦,邱菊,赵源,等.金属矿绿色开采评价方法探讨[J].黄金科学技术,2020(2):169-175.
- [4]全海伟.采矿工程中绿色开采技术的相关运用研究[J].中国金属通报,2020, No.1014(02):234+236.