

# 水工环地质勘察技术在矿山环境评估中的应用研究

王丽清

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：**本文聚焦于水工环地质勘察技术在矿山环境评估中的应用。阐述水工环地质勘察技术内涵，分析矿山环境现状及评估需求，深入探讨该技术在矿山地质条件、水文环境、工程地质及环境地质问题评估中的具体应用，并通过案例分析验证其有效性，旨在为矿山环境评估提供科学依据，促进矿山可持续发展。

**关键词：**水工环地质勘察技术；矿山环境评估；地质条件；水文环境

## 引言

矿山开发在推动经济发展的同时，也引发了一系列环境问题，如地质灾害频发、水资源污染与短缺、土壤退化等，对区域生态环境和人类生活造成严重影响。准确评估矿山环境状况，采取有效治理措施，已成为当前亟待解决的问题。水工环地质勘察技术作为地质领域的重要手段，能够全面获取矿山地区的水文、工程与环境地质信息，为矿山环境评估提供关键数据支持。深入研究该技术在矿山环境评估中的应用，对于科学评估矿山环境、制定合理治理方案具有重要意义。

## 1 矿山环境现状及评估需求

### 1.1 矿山环境现状

矿山开发作为推动工业发展的重要活动，在带来巨大经济效益的同时，也对周边环境造成了多方面的严重破坏，打破了原有的地质结构和生态平衡。在地质层面，大规模的地下采掘形成了大面积的采空区。这些采空区犹如隐藏在地下的“定时炸弹”，由于失去了上方岩土体的支撑，极易引发地面塌陷和地裂缝等地质灾害。地面塌陷不仅会使地表建筑物出现裂缝、倾斜甚至倒塌，还会破坏道路、桥梁等基础设施，严重威胁周边居民的生命财产安全。例如，某些煤矿采空区引发的地面塌陷，导致村庄房屋损毁，村民被迫迁移。露天开采则改变了山体的自然坡度，破坏了原有的应力平衡，导致边坡失稳。在降雨、地震等外部因素的作用下，极易造成滑坡和泥石流等灾害。滑坡会掩埋农田、村庄和道路，而泥石流则具有强大的冲击力和破坏力，能够冲毁沿途的一切建筑物和设施，造成巨大的人员伤亡和财产损失。水文环境方面，矿山排水是导致地下水位下降的主要原因。矿山为了满足开采作业的需求，大量抽取地下水，使得地下水位持续降低，形成了降落漏斗。这不仅影响了周边居民的用水安全，还导致一些依赖地下水的生态系统遭到破坏，如湿地萎缩、植被枯萎等。同

时，矿坑水和选矿废水等含有大量重金属（如铅、汞、镉等）和有害物质（如氰化物、硫化物等）。这些废水未经有效处理直接排放到地表水体中，会导致地表水质恶化，影响水生生物的生存和繁殖。一些河流因矿山废水排放，鱼类等水生生物大量死亡，水生态系统遭到严重破坏。此外，废水渗入地下还会污染地下水，使地下水水质超标，进一步加剧了水资源短缺问题<sup>[1]</sup>。矿山废弃物的堆放也是矿山环境问题的重要方面。大量的废石、尾矿等废弃物随意堆放在矿山周边，不仅占用了大量土地资源，还对土壤环境造成了严重污染。废弃物中的有害物质随雨水淋滤渗入土壤，改变了土壤的化学性质和物理结构，导致土壤肥力下降、土壤退化。受污染的土壤会影响农作物的生长和发育，降低农作物的产量和品质，甚至通过食物链传递危害人体健康。

### 1.2 评估需求

面对日益严峻的矿山环境问题，开展全面、准确的矿山环境评估迫在眉睫。评估的主要目的在于深入了解矿山环境的现状和变化趋势，精准识别主要环境问题和潜在风险，为矿山环境治理和生态修复提供科学、可靠的依据。评估内容涵盖了多个关键方面。首先是矿山地质条件稳定性评估，这关系到矿山开采的安全性和可持续性。通过评估，可以确定矿山地区的地质结构是否稳定，是否存在断层破碎带、软弱夹层等地质灾害隐患，为矿山开采设计和安全防范措施的制定提供重要参考。其次是矿山水文环境质量评估，包括地下水和地表水的水质、水量以及水资源利用状况等。准确评估水文环境质量，有助于制定合理的水资源保护和污染治理措施，保障水资源的可持续利用。再者是矿山工程地质适宜性评估，主要关注矿山工程建设场地的地质条件是否满足工程建设的要求。评估结果可以为矿山井巷工程、边坡防护工程等的设计和施工提供参数，确保工程的安全性和稳定性。最后是环境地质问题危害程度评估，对地面

塌陷、滑坡、泥石流、土壤污染等环境地质问题的发生可能性、影响范围和危害程度进行评估，为灾害预警和防治以及土壤修复方案的制定提供依据。

## 2 水工环地质勘察技术在矿山环境评估中的具体应用

### 2.1 矿山地质条件评估

在矿山地质条件评估中，水工环地质勘察技术发挥着不可或缺的作用，为全面、准确地了解矿山地质状况提供了有力支持。地质测绘是地质条件评估的基础工作。通过实地调查和测量，详细了解矿山地区的地层岩性、地质构造、岩土体工程性质等基本情况。测绘人员会绘制出精确的地质图件，如地质平面图、地质剖面图等，这些图件能够直观地展示矿山地区的地质特征和分布规律，为后续的勘察工作提供重要的基础资料。例如，通过地质测绘可以清晰地了解到矿山地区不同地层的岩性特征，判断其稳定性和承载能力，为矿山开采设计提供参考。钻探技术是获取地下岩土体信息的重要手段。它能够直接获取地下不同深度的岩土体实物样本，通过对这些样本进行室内试验分析，可以准确测定其物理力学性质，如密度、孔隙率、抗压强度、抗剪强度等<sup>[2]</sup>。这些物理力学性质参数是评估岩土体稳定性和承载能力的关键指标。例如，在评估矿山边坡稳定性时，通过钻探获取边坡岩土体的样本，分析其物理力学性质，结合边坡的几何形状和地质构造，可以建立边坡稳定性模型，预测边坡可能发生的失稳模式和规模，为边坡防护工程设计提供科学依据。物探方法则利用地下介质的物理性质差异，如电性、磁性、弹性等，通过测量和分析物理场的变化，推断地下地质结构和异常体的分布。与钻探技术相比，物探方法具有效率高、成本低、探测范围大等优点，能够为地质条件评估提供补充信息。例如，利用电阻率法物探可以探测地下含水层的位置和富水性，为矿山水文地质条件评估提供帮助；利用地震勘探方法可以探测地下断层、褶皱等地质构造，识别潜在的地质灾害隐患，如断层破碎带、软弱夹层等。综合运用地质测绘、钻探和物探等技术手段，可以全面、准确地评估矿山地质条件的稳定性，为矿山开采设计和安全防范提供重要依据。

### 2.2 矿山水文环境评估

矿山水文环境评估是矿山环境评估的重要组成部分，水工环地质勘察技术能够全面、深入地调查矿山地区的水文地质条件，为水资源保护和污染治理提供科学依据。水文地质钻探是获取地下水信息的关键方法。通过在矿山地区合理布置钻探孔，可以获取不同深度地下水的样品，分析其水质成分。检测项目包括重金属（如

铁、锰、铜、锌等）、有害物质（如氰化物、酚类、硫化物等）以及常规水质指标（如酸碱度、硬度、溶解氧等）。通过分析水质成分，可以准确评估地下水污染程度和污染范围。例如，在某些金属矿山附近，通过水文地质钻探发现地下水中重金属含量严重超标，污染范围较大，为后续的地下水污染治理提供了重要依据。同时，水文地质钻探还可以了解含水层的分布、厚度、富水性等情况，为地下水资源评价和合理开发利用提供基础数据。水文试验是测定含水层水文地质参数的重要手段。常见的水文试验包括抽水试验、注水试验、渗水试验等。抽水试验是通过在钻孔中抽取地下水，观测水位变化和出水量，测定含水层的渗透系数、导水系数等参数；注水试验则是向钻孔中注入一定量的水，观测水位上升情况和注入水量，同样可以测定含水层的相关参数。这些参数是评价地下水资源和进行地下水污染扩散模拟的重要依据。例如，在评估矿山排水对地下水的影响时，通过抽水试验获取含水层的渗透系数等参数，结合矿山排水量和排水时间，可以模拟地下水的流动和污染扩散情况，评估水资源短缺和水污染问题的严重程度。遥感技术在水文环境评估中也发挥着重要作用。利用卫星遥感影像可以监测矿山地区地表水的分布和变化情况，如河流、湖泊、水库等的水域面积、水位变化等。结合地面水文观测资料，如水位观测站、雨量站等的数据，可以分析矿山开发对地表水和地下水的影响。例如，通过遥感影像可以观察到矿山开采导致河流改道、湖泊萎缩等现象，结合地面水文观测资料可以进一步分析其形成原因和影响程度，为制定水资源保护和污染治理措施提供科学依据。

### 2.3 矿山工程地质评估

矿山工程地质评估主要关注矿山工程建设场地的适宜性和稳定性，水工环地质勘察技术通过对岩土体的工程性质进行详细研究，为工程建设提供可靠的地质依据。在矿山开采过程中，边坡的稳定性直接关系到矿山生产安全。利用地质勘察技术，可以对边坡的地质结构、岩土体性质、水文地质条件等因素进行综合分析。通过地质测绘和钻探，了解边坡的地层岩性、地质构造和岩土体的物理力学性质；通过水文地质勘察，掌握边坡地区的水文地质条件，如地下水位、含水层分布等。基于这些信息，建立边坡稳定性模型，采用极限平衡法、有限元法等数值分析方法，预测边坡可能发生的失稳模式和规模。例如，对于某露天矿山边坡，通过地质勘察发现边坡存在软弱夹层，且地下水位较高，在降雨等外部因素作用下，边坡可能发生滑动破坏。根据评估

结果,为边坡防护工程设计提供了合理的参数,如支护结构的类型、尺寸和布置方式等,确保了边坡的稳定性。对于矿山井巷工程,地质勘察技术同样至关重要。通过勘察地下岩层的产状、节理裂隙发育情况、岩石的完整性和强度等,评估井巷围岩的稳定性。节理裂隙的发育程度会影响围岩的破碎程度和稳定性,岩石的强度则决定了围岩的承载能力。根据勘察结果,确定合理的支护方式和支护参数。例如,对于节理裂隙发育、岩石破碎的井巷围岩,需要采用锚杆支护、喷混凝土支护或锚喷联合支护等方式,增强围岩的稳定性;对于岩石强度较高、完整性较好的围岩,可以适当减少支护强度。通过科学合理的支护设计和施工,确保井巷施工和运营安全<sup>[3]</sup>。

#### 2.4 矿山环境地质问题评估

矿山开发引发的环境地质问题多种多样,水工环地质勘察技术能够对这些环境地质问题进行全面、深入的评估,为灾害预警和防治以及土壤修复提供科学依据。对于地面塌陷问题,通过地质勘察和地球物理勘探相结合的方法,可以准确确定采空区的位置、范围和埋深。地质勘察包括地质测绘、钻探等,通过实地调查和钻探取样,了解采空区的地质结构和岩土体性质;地球物理勘探则利用地下介质的物理性质差异,如电阻率、磁性等,探测采空区的空间分布。分析地面塌陷的形成机制和发展趋势,评估其对周边建筑物和基础设施的危害程度。例如,在某煤矿采空区,通过地质勘察和地球物理勘探发现采空区规模较大,且上方存在多层建筑物。根据评估结果,制定了相应的治理措施,如对建筑物进行加固处理、对采空区进行充填等,有效避免了地面塌陷造成的灾害损失。对于滑坡和泥石流问题,利用地质测绘和遥感技术进行详细调查。地质测绘可以准确测定滑坡体的形态、规模、物质组成以及滑坡的边界条件等;遥感技术则可以快速获取大范围的地理信息,监测滑坡和泥石流的形成区、流通区和堆积区特征。结合水文气象资料,如降雨量、降雨强度等,评估滑坡和泥石流的发生频率和危害范围。例如,在某山区矿山,通过地质

测绘和遥感监测发现,该地区地形陡峭,岩石破碎,且存在大量的松散堆积物,在暴雨天气条件下容易引发滑坡和泥石流。根据评估结果,建立了滑坡和泥石流预警系统,设置了监测站点,实时监测地质灾害隐患点的变化情况,为灾害预警和防治提供了依据。在土壤污染评估方面,通过采集土壤样品进行实验室分析,检测土壤中重金属和有害物质的含量。采样点应根据矿山废弃物的堆放情况、地形地貌等因素合理布置,确保能够准确反映土壤污染状况。结合土壤类型、土地利用方式等因素,评估土壤污染程度和对生态环境及人体健康的风险。例如,在某金属矿山周边土壤中检测出重金属含量严重超标,根据土壤类型和土地利用方式,评估发现该污染对农作物生长和人体健康存在较大风险。根据评估结果,制定了相应的土壤修复方案,如采用物理修复、化学修复或生物修复等方法,降低土壤中重金属和有害物质的含量,恢复土壤的生态功能。

#### 结束语

在实际应用中,应根据矿山的具体情况和评估需求,合理选择和组合勘察技术,提高评估结果的准确性和可靠性。同时,加强水工环地质勘察技术与遥感、地理信息系统等新技术的融合应用,不断提升矿山环境评估的水平和效率。通过科学准确的矿山环境评估,能够为矿山环境治理和生态修复提供有力支持,促进矿山可持续发展,实现经济效益、社会效益和环境效益的统一。未来,随着技术的不断进步和创新,水工环地质勘察技术将在矿山环境评估中发挥更加重要的作用,为解决矿山环境问题提供更加有效的技术手段。

#### 参考文献

- [1]周鑫,王文静,李杨,等.微动探测技术在地质灾害勘察中的应用研究[J].中国海洋大学学报(自然科学版),2021,51(8):58-64.
- [2]肖述文.三维“大场景”遥感技术在西康高铁地质勘察中的应用[J].铁道标准设计,2019,63(5):60-65.
- [3]钟立.研究在地质勘查中遥感技术及地理信息系统的应用[J].西部探矿工程,2022,34(7):165-167,170.