

地质调查与矿产勘察技术在资源评估中的应用与创新

邓 皓 严登贞

中陕核工业集团二一一大队有限公司 陕西 西安 710005

摘 要：地质调查与矿产勘察技术在资源评估中发挥着关键作用，通过地质填图、地球物理与地球化学勘探及钻探等手段，精确确定矿床规模、质量及资源量。智能化、信息化技术的融合应用显著提升了勘查效率与数据精度，而新型勘探技术的研发则进一步增强了复杂地质条件下找矿能力。同时，注重环境保护与生态修复，确保资源开发的可持续性。本文探讨了这些技术在资源评估中的应用及创新，为矿产资源管理提供了科学依据。

关键词：地质调查；矿产勘察技术；资源评估；应用与创新

引言

随着全球对矿产资源需求的不断增长，地质调查与矿产勘察技术的创新与发展显得尤为重要。作为资源开发的前提和基础，地质调查旨在全面揭示矿区的地质特征与资源潜力，而矿产勘察技术则通过先进的物理、化学及钻探方法，精准定位矿体，评估其经济价值。近年来，随着科技的飞速进步，智能化、信息化技术的融入，以及新型勘探技术的不断涌现，为地质调查与矿产勘察带来了革命性的变革，极大地提升了资源评估的准确性和效率。

1 地质调查与矿产勘察技术在资源评估中的应用

1.1 地质调查

地质调查作为矿产资源勘探与开发的首要环节，其重要性不言而喻，它不仅是揭示地球内部奥秘的钥匙，更是指导矿产资源合理开发利用的科学基石。在资源评估的广阔舞台上，地质调查扮演着至关重要的角色，它系统地探索并确定矿床的潜在规模、矿石质量、资源储量等关键参数，为矿山企业的战略规划与投资决策提供了坚实的数据支撑。具体而言，地质调查的任务繁重而精细，它要求调查人员深入矿区腹地，通过地质填图这一基础性工作，构建起矿区的三维地质结构框架，直观展示地层、构造、岩浆岩等地质要素的空间分布与相互关系。同时，结合地质测量技术，利用先进的测量仪器与手段，精确测定矿体的空间位置、产状及规模大小，为矿体形态的三维建模提供精确数据。

岩石工程勘探则是地质调查中的另一项核心技术，它涵盖了钻探、坑探、槽探等多种手段，旨在直接揭露矿体及其围岩，获取第一手的地质资料。通过这一过程，不仅能进一步验证地质填图与测量的成果，还能深入了解矿体的内部结构、矿石的矿物组成与品位变化，为后续的矿石加工技术性能研究奠定基础。此外，样品采集与测试是地质调查中不可或缺的一环。通过科学合

理地采集具有代表性的矿石样品，并送至专业实验室进行化学成分分析、物理性能测试等，可以准确评估矿石的品位、回收率、选矿比等经济指标，进而对矿床的工业利用价值进行全面而客观的评价。

1.2 矿产勘察技术

1.2.1 地球物理勘探

地球物理勘探，作为矿产勘察的“眼睛”，通过测量和解析地球物理场的异常变化，来揭示地下矿体的存在及其特性。这一领域涵盖了多种技术手段，每种方法都有其独特的适用范围和优势。利用岩石和矿石间的磁性差异，通过测量地磁场的变化来探测地下矿体。这种方法对于寻找磁性矿物尤为有效，能够初步圈定矿体的位置和形态，为后续的详细勘探提供线索。基于岩石和矿石电性参数的差异，通过测量电流场或电磁场在地下分布规律来推断矿体的存在。电法勘探技术多样，包括电阻率法、激发极化法、瞬变电磁法等，它们在探测不同深度、不同类型的矿产时展现出各自的优越性。利用岩石和矿石的密度差异引起的重力场变化来寻找矿产。虽然重力勘探的分辨率相对较低，但它能揭示较大范围的密度异常，对于区域地质构造和深部矿产资源的探测具有重要意义。通过人工激发地震波并观测其在地下传播过程中的反射、折射等现象，来推断地下岩层的结构和矿体的存在。地震勘探在油气勘探中应用广泛，同时在金属矿产和地下水资源的勘探中也显示出巨大潜力。

1.2.2 地球化学勘探

地球化学勘探，作为矿产勘察的“嗅探器”，通过分析地表或近地表介质中化学元素和化合物的含量及分布规律，来发现与矿产资源相关的元素异常。这种方法能够捕捉到矿产形成过程中元素迁移、富集的微弱信号，从而指示矿产的存在。直接对岩石样品进行化学分析，寻找与成矿作用有关的元素异常^[1]。这种方法在基岩

出露区尤为有效,能够揭示矿化的直接证据。通过分析覆盖在基岩之上的土壤样品中的化学元素含量,来发现与深部矿体有关的元素异常。土壤地球化学测量具有成本低、效率高、覆盖范围广等优点,是矿产普查阶段常用的方法。通过分析河流、溪流等水体中沉积物的化学元素含量,来追踪上游地区可能存在的矿产。这种方法适用于植被覆盖茂密、基岩难以直接暴露的地区。

1.2.3 钻探勘查

钻探勘查,作为矿产勘察的“金钥匙”,是获取地下岩层和矿石样品最直接、最有效的方法。通过钻探,我们可以直接观察到矿体的形态、产状、规模以及矿石的品位和类型,为资源评估提供最为可靠的数据。钻探技术包括金刚石钻探、冲击回转钻探、反循环钻探等多种类型,每种技术都有其特定的适用范围和优势。例如,金刚石钻探适用于坚硬岩层的钻进,能够获得高质量的岩芯样品;而反循环钻探则能够在钻进过程中实时获取岩屑样品,提高勘探效率。钻探获取的样品需经过详细的岩石学和矿物学分析,包括矿物组成、化学成分、结构构造等方面的研究。这些分析数据不仅有助于准确判断矿产的类型和品位,还能为后续的选矿试验和矿山开发提供科学依据。

1.3 资源评估

在资源评估的广泛实践中,地质调查与矿产勘察技术发挥着至关重要的作用。资源量估算作为首要环节,依托于详尽的地质勘查资料,如钻孔数据、地质剖面图及三维地质建模等,采用科学的估算方法如体积法精确计算矿体体积,结合矿石密度估算出资源总量;类比法则通过相似矿床的比较来推断资源潜力;而统计法则运用统计学原理处理大量勘查数据,提高估算的准确性与可靠性。资源品质评价方面,通过系统的化学分析揭示矿石中有益组分的含量与分布,结合工艺试验模拟选矿过程,评估矿石的加工性能与回收率。同时,岩矿鉴定技术深入解析矿石矿物组成、结构特征,为品质评价提供坚实的地质基础。这些评价不仅关乎矿石的直接经济价值,还影响其后续加工利用的技术路线与经济效益。经济评价阶段,综合考虑市场需求动态、开采技术条件、环境保护要求及预期销售价格等多维度因素,构建经济效益评估模型。通过敏感性分析、风险评估等手段,全面评估矿产资源的开发潜力与经济可行性,为投资决策提供科学依据。这一过程不仅关乎资源的高效利用,更关乎经济社会可持续发展的长远考量。

2 地质调查与矿产勘察技术的创新

2.1 智能化技术应用

智能化技术的崛起,为地质调查和矿产勘察带来了革命性的变化。这些技术通过集成人工智能、大数据、云计算等先进手段,极大地提升了勘探作业的效率、精度和安全性,引领着行业向智能化、自动化方向迈进。无人机作为智能化技术的代表之一,在地质勘查中展现出巨大潜力。其高机动性、低成本和灵活的操作方式,使得无人机能够轻松穿越复杂地形,进行高分辨率的空中拍摄和三维建模^[2]。通过搭载多光谱、热红外等传感器,无人机能够获取地表植被覆盖、土壤类型、岩石构造等多维度信息,为地质构造解析、矿产潜力评估提供宝贵数据。此外,无人机还可在矿山环境监测中发挥作用,实时监测矿区生态变化、地质灾害风险,为安全生产提供有力支持。无人驾驶车辆在地质调查中的应用正处于快速发展阶段。这些车辆具备自主导航、环境感知、决策执行等能力,能够在极端或危险环境中执行勘探任务,如穿越无人区、进入危险矿洞等。通过集成高精度地图、激光雷达、惯性导航系统等先进传感器,无人驾驶车辆能够实时构建周围环境的三维模型,实现精准定位和路径规划。智能传感器是地质勘查智能化不可或缺的一环。这些传感器具备高精度、高灵敏度、低功耗等特点,能够实时监测地质参数如温度、压力、湿度、震动等。通过物联网技术将传感器网络与云端平台相连,实现数据的远程传输、实时分析和智能预警。智能传感器的应用不仅提高了数据采集的效率和准确性,还为地质灾害预警、矿山安全监测提供了有力保障。

2.2 信息化与数据融合

信息化技术的引入,为地质调查和矿产勘察带来了前所未有的数据处理和分析能力。通过地理信息系统、遥感技术、全球定位系统等信息化手段的综合应用,实现了地质数据的全面采集、高效处理和智能分析。GIS作为空间信息技术的核心,在地质调查和矿产勘察中发挥着重要作用。GIS能够集成多源地质数据,构建三维地质模型,实现地质结构的可视化展示和分析。通过空间分析功能,GIS能够评估矿产资源的空间分布、储量预测、开采条件等关键指标,为资源评价和开发决策提供科学依据。遥感技术以其大范围、快速、无损的优势,在地质勘查中发挥着越来越重要的作用。高分辨率卫星遥感、无人机遥感、地面雷达等技术的应用,极大地扩展了数据获取的渠道和范围。通过遥感影像的解译和分析,可以揭示地表覆盖类型、地质构造、矿产分布等关键信息。此外,遥感技术还可用于矿山环境监测和生态评估,为环境保护和生态修复提供重要依据。数据融合技术是实现多源数据综合分析和处理的关键。通过将地

质、地球物理、地球化学等多源数据进行有机融合和交叉验证,可以提高资源评估的准确性和可靠性。例如,通过融合地质勘探数据、地球物理探测数据和遥感影像数据,可以构建更加精细的地质模型和矿产分布图;通过融合环境监测数据和生态评估数据,可以制定更加科学合理的环境保护和生态修复方案。

2.3 新型勘探技术的研发

人工智能技术的发展为资源评价带来了新的思路和方法。通过构建基于人工智能的资源评价模型,可以实现对海量地质数据的深度学习和智能分析。这些模型能够自动识别和提取地质特征、预测矿产分布、评估资源潜力等关键信息。基于人工智能的资源评价模型不仅提高了评价的准确性和效率,还降低了人为因素带来的误差和不确定性。地质统计学作为矿产勘查中的重要工具,其模型的优化对于提高资源评价的准确性至关重要。科研人员通过引入先进的统计方法和算法,对地质统计学模型进行持续优化和改进。这些优化后的模型能够更好地处理复杂地质条件下的不确定性,提高矿产资源的预测精度和置信度。同时,结合GIS和遥感技术,地质统计学模型能够在三维空间内进行矿产资源的立体评估和预测,为深部找矿提供有力支持。随着矿产资源浅层储量的日益枯竭,深部探测技术成为地质勘查的重要方向。科研人员正在积极探索和研发适用于深部探测的新技术、新方法,如大地电磁测深、音频大地电磁测深、瞬变电磁法等。这些技术能够穿透厚覆盖层,获取深部地质结构和矿产分布信息,为深部找矿提供重要依据。此外,结合钻探技术,如定向钻探、液动锤钻探等,可以实现深部矿体的精确控制和高效开采^[3]。

2.4 环境保护与生态修复

在地质调查和矿产勘察过程中,环境保护和生态修

复的重要性日益凸显。随着社会对可持续发展和生态文明建设的要求不断提高,绿色勘查已成为行业共识和必然趋势。遥感技术以其快速、准确、全面的特点,在矿山环境监测中发挥着重要作用。通过高分辨率卫星遥感、无人机遥感等手段,可以实时监测矿山周边生态环境的变化情况,如植被覆盖、水土流失、地质灾害等。这些监测数据为环境保护和生态修复提供了科学依据,有助于及时发现和解决问题。针对矿山开采对生态环境造成的破坏,科研人员正在积极研发和应用生态修复技术。这些技术包括土壤改良、植被恢复、水土保持等多个方面。通过科学合理的修复方案和技术手段,可以逐步恢复矿山区域的生态环境功能,实现矿产开发与环境保护的和谐共生。同时,结合生态旅游、生态农业等产业发展模式,可以进一步促进矿山区域的可持续发展。

结束语

综上所述,地质调查与矿产勘察技术在资源评估中的应用与创新,不仅推动了矿产资源开发的科学化、精细化进程,也为环境保护与生态修复提供了有力支持。随着技术的不断进步和应用的深化,地质调查与矿产勘察将在资源评估中发挥更加重要的作用,为经济社会可持续发展贡献更大力量。同时,我们也应持续关注新技术、新方法的发展动态,积极应对复杂地质条件下的勘查挑战,为实现矿产资源的高效、绿色开发提供坚实保障。

参考文献

- [1]李伟.地球物理勘探技术在矿产资源勘查中的应用研究[J].矿产勘查,2020,38(4):45-50.
- [2]王丽.遥感技术在矿产资源开发中的应用进展[J].地质科技,2021,29(6):78-83.
- [3]陈明.地质勘探技术在矿产资源评估中的应用研究[J].地质与资源,2020,29(2):147-152.