

大数据在地质矿产中的应用探究

李树兵

内蒙古能源集团蒙能煤业有限公司，内蒙古呼和浩特市，010010；

摘要：大数据是互联网时代大量信息数据产生和集聚的表现，其具有数据量大、数据多样、数据产生快和价值的密度低等特征，通过大数据技术的运用，能够对这些大数据的价值实现有效挖掘与发挥，为诸多工作的开展提供便利。目前大数据技术在诸多领域都已经得到运用，并受到了人们的广泛关注，其中地质矿产领域中也初步实现了大数据技术的使用，通过大数据技术为地质找矿、矿产资源规划、矿产储量评审等方面提供了技术支持，而大数据在地质矿产中如何得到进一步的应用，继续为地质矿产领域的发展提供助力。

关键词：大数据；地质矿产；技术应用；开发利用

DOI：10.69979/3029-2727.25.06.044

在国家经济发展中，地质矿产占据重要的地位，做好对地质矿产资源的合理开发与利用，对促进社会生产以及经济发展意义重大。但随着矿产资源的持续开发，矿产资源的规模在不断减少，矿产开发工作的难度也在不断加大，这都对地质矿产领域的发展产生了限制。而大数据技术具有显著的特点与优势，其在地质矿产中的应用促进了地质矿产产业的现代化发展。

1 大数据在地质矿产中的优势分析

1.1 多源数据整合能力

大数据技术通过统一标准与平台化工具（如 MapGIS、地质云平台），高效整合地质调查、地球物理探测、遥感影像、地球化学等多源异构数据，解决了传统数据分散存储、格式不统一的难题。例如，金矿项目通过三维建模与多源数据融合，精准圈定深部靶区，验证矿体累计真厚度达 40~51 米。这种集成化处理能力显著提升了数据利用率，突破了单一数据类型的局限性。

1.2 勘探预测精度提升

机器学习与深度学习算法可挖掘海量数据中的隐含规律，优化矿体定位与资源量估算。例如：矿体边界识别：AI 算法替代人工判读岩芯数据，减少主观误差，矿体边界预测准确率提升 20% 以上；深部资源预测：基于三维地质模型的时间序列分析，结合成矿规律库，有效预测深部矿床分布，支撑突破传统勘查深度限制。

1.3 全流程效率优化

大数据技术贯穿矿产勘探开发全周期：数据预处理：自动化清洗与标准化流程缩短数据处理周期 50% 以上；勘探决策：智能平台（如 LIMS 系统）实时监控钻探进度与合规性，降低人为操作风险；成果输出：高光谱遥

感结合近红外光谱库实现矿物成分快速填图，生成可视化报告效率提升 30%。

1.4 风险管理与成本控制

风险预警：通过历史地质灾害数据与实时监测结合，构建矿区塌方、涌水等风险的动态预警模型；资源优化：大数据分析优化勘探路径规划，减少无效钻探量，单项目成本降低 15%~25%；环境扰动控制：绿色勘查技术结合生态数据，精准规划开采区域，减少环境破坏面积。

1.5 跨学科协同与知识复用

知识库构建：地质知识库与机器学习模型结合，推动经验驱动的传统模式向数据驱动的智能转型；协作平台支持：基于云计算与区块链的分布式数据管理架构，实现跨机构、跨区域协作，加速科研成果转化。

2 大数据在地质矿产中的应用现状

2.1 数据整合与三维建模

当前，地质矿产领域已广泛采用大数据技术整合地质、地球物理、遥感等多源数据，构建高精度三维地质模型，支撑深部资源预测。例如金矿项目通过机器学习算法分析多源数据，成功圈定深部靶区并验证矿体累计真厚度达 40~51 米，显著提升找矿效率。此类技术突破了传统二维分析的局限，实现了对复杂地质结构的动态模拟与可视化呈现。

2.2 多源数据融合与智能决策

地质勘探中，多模态数据（如地球化学、高光谱遥感、地质录井）的融合成为核心方向。陕西工程勘察研究院通过专利技术实现目标区域数据预处理与模型训练优化，结合地质录井反馈筛选地热资源靶区。近红外

光谱技术则通过高光谱数据库构建,快速识别矿物成分并生成高精度填图,为勘探决策提供实时支持。

2.3 AI 驱动的勘探策略优化

机器学习与深度学习逐步替代传统人工判读,应用于岩芯分析、矿体边界识别等场景。中国地质科学院将 AI 技术与地质知识库结合,激活了矿产资源勘查效能,支撑新一轮找矿突破战略。例如,时间序列分析和空间统计模型可预测矿区环境变化与矿床分布规律,缩短勘探周期达 30% 以上。

2.4 实时监测与风险管理

基于大数据的管理系统(如 LIMS)实现矿山全流程智能管控。系统通过自动化采集样品数据、实时监控项目进度与合规性,显著降低人为误差与操作风险。同时,数据挖掘技术结合地质灾害历史数据,构建风险预警模型,提升矿区应急响应能力。

2.5 数据治理与平台建设

针对地质数据分散、异构的特点,数字孪生平台通过物联网与云计算技术整合多源数据,形成统一治理框架。中地数码开发的 MapGIS 平台覆盖数据感知、分析建模到三维可视化的全流程,支撑矿产资源开发、地质灾害防治等多元化场景。此类平台打破了传统“数据孤岛”,推动地质信息化向“全业务生态闭环”升级。技术挑战与局限性。数据复杂性:地质数据的多尺度、非结构化特征需开发专用清洗与标准化流程,尤其在跨区域数据整合中矛盾突出。算法可解释性:AI 模型在靶区优选等关键环节的决策逻辑仍缺乏透明度,制约其在高风险场景的应用。跨学科协同:当前应用多聚焦单一领域(如矿产预测),需深化与生态保护、智慧城市等领域的融合创新。当前,大数据技术正推动地质矿产行业从经验驱动转向数据驱动,但其全面落地仍需攻克数据治理、算法可信度及跨领域协作等瓶颈。

3 大数据技术在地质矿产行业的普及情况

大数据技术在地质矿产领域的应用已进入规模化实践阶段,逐步从技术试点转向全产业链渗透,形成多维度的技术融合生态。以下从技术应用、行业覆盖、挑战与趋势三方面分析其普及现状:

3.1 技术应用深度与行业覆盖

三维建模与深部资源预测,大数据技术通过与地球物理、遥感等数据的整合,构建高精度三维地质模型,显著提升深部资源定位能力。例如,金矿通过三维建模与机器学习算法圈定深部靶区,钻孔验证矿体累计真厚

度达 40~51 米,成为技术落地的典型案例。类似技术已在多个矿山项目中推广,支撑深部找矿突破战略。多源数据融合与智能决策系统。地球化学、高光谱遥感、地质录井等异构数据的融合分析成为主流。工程勘察研究院通过专利技术实现目标区域数据预处理与模型训练优化,结合地质录井反馈筛选地热资源靶区。MapGIS 矿产资源勘查数字化平台则集成多源数据,实现找矿全流程智能化管理,覆盖数据采集、建模到预测的全周期。AI 驱动的勘探效率提升。机器学习算法在岩芯分析、矿体边界识别等场景替代传统人工判读,缩短勘探周期 30% 以上。中国地质科学院将 AI 技术与地质知识库结合,激活了矿产资源勘查效能,支撑新一轮找矿突破战略。

3.2 技术普及的驱动因素

平台化工具推广:如 MapGIS 平台通过“数据+知识驱动”的多尺度三维建模,降低技术应用门槛,推动中小型矿山企业加速数字化升级。政策支持与行业需求:新一轮找矿突破战略行动对高效勘探技术的需求,倒逼企业引入大数据与 AI 技术以提高资源发现率。跨领域技术融合:云计算、区块链等技术逐步与地质大数据结合,构建更安全的分布式数据管理架构,提升行业协作效率。

3.3 普及中的核心挑战

数据治理难题,地质数据的多尺度、非结构化特征导致清洗与标准化成本高,跨区域数据整合矛盾突出。算法可解释性不足。AI 模型在靶区优选等高风险场景的决策逻辑缺乏透明度,制约其在关键环节的规模化应用。技术与人才壁垒。中小型企业受限于算力资源与复合型人才短缺,技术落地仍集中于头部企业与科研机构。

3.4 未来发展趋势

技术赋能全球化:AI 找矿技术通过整合全球地质数据与成矿模型,推动中国参与国际矿业治理并制定行业标准。全流程智能化:从数据采集到环境监测的矿山全生命周期将进一步实现自动化管控,降低人为误差与安全风险。绿色勘查深化:大数据技术结合生态保护需求,优化勘探路径规划,减少环境扰动。

4 大数据在地质矿产中的具体应用

4.1 深部资源预测与三维建模

金矿深部靶区定位,通过整合地球物理、遥感等多源数据构建三维地质模型,结合机器学习算法精准圈定深部矿体,钻孔验证矿体累计真厚度达 40~51 米,显著提升深部资源预测能力。铜矿资源量跃升。利用 AI

技术对地层、构造等数据建模分析,发现深部斑岩成矿系统,使铜资源量从 1000 万吨增至 2588 万吨,找矿成功率提升 5 倍。探矿者软件三维可视化资源管理。对地质勘探数据实现数字化管理与三维可视化建模,辅助矿床资源储量计算及勘探设计优化,提升开采决策科学性。

4.2 智能找矿与靶区优选

成矿带勘探,基于大数据与 AI 算法分析多宝山—黑河成矿带的地层断裂带、岩体边界等关键线索,推动靶区快速筛选与定位。地质知识库与 AI 融合应用。中国地质科学院将机器学习模型与地质知识库结合,激活勘查效能,支撑新一轮找矿突破战略。

4.3 实时监测与风险预警

石油钻井井涌动态监测,采用大数据分析录井参数,通过降噪处理和异常变化捕捉,实现溢流早期预警,降低钻井安全风险。地质灾害风险预警模型。结合历史灾害数据与实时监测,构建矿区塌方、涌水等风险的动态预警系统,提升应急响应能力。

4.4 数据整合与全流程优化

多源异构数据融合分析,MapGIS 平台集成地质调查、地球化学等数据,实现找矿全流程智能化管理,缩短数据处理周期 50%以上。绿色勘查路径规划。通过生态数据与开采方案融合,精准控制环境扰动范围,平衡资源开发与生态保护需求。

4.5 全球化资源协作与标准制定

全球地质数据整合,构建分布式数据管理架构,整合全球成矿模型,助力中国参与国际矿业标准制定,提升资源话语权。大数据技术通过三维建模、智能算法与多源数据协同,已在地质矿产领域实现从勘探到管理的全链条革新,推动行业向高效、精准、绿色方向转型。

5 大数据与地质矿产的未来发展趋势

5.1 智能化勘探与全流程自动化

AI 驱动精准预测,机器学习算法将进一步优化矿体边界识别与资源量预测,结合三维地质模型动态更新技术,实现矿床分布的高精度模拟与深部资源潜力评估,突破传统勘探深度限制。无人化作业普及。无人机遥感、智能传感器与物联网技术深度融合,完成矿区地形测绘、实时环境监测等高风险任务,降低人工干预需求,提升勘查效率与安全性。跨学科模型融合。地质数据与气候、生态等多领域数据的交叉分析,推动“地质+双碳”“地质+智慧城市”等复合场景应用,拓展矿产开发的社会

价值边界。

5.2 数据治理与平台化协同

地质大数据中心建设,通过统一标准与分布式存储技术,整合历史数据与实时采集信息,构建动态更新的数据中心,打破“数据孤岛”并提升共享效率。全生命周期管理。从数据采集、清洗到模型构建与成果输出,全流程实现自动化与智能化管控,勘探数据处理周期缩短 50%以上,决策响应速度显著提升。区块链技术赋能可信协作。基于区块链的分布式数据管理架构,确保勘探数据在跨机构、跨国协作中的透明性与安全性,推动全球矿业标准共建。

5.3 绿色勘查与可持续发展

生态扰动精准控制,大数据分析结合环境承载力评估模型,优化开采路径规划,减少植被破坏与水土污染,实现矿区开发与生态保护的动态平衡。新能源矿产优先开发。地球化学与物探数据融合分析支撑锂、钴等战略新兴矿产的靶区优选,加速新能源产业链的资源保障能力建设。循环经济数据链构建。矿区废弃物成分分析与资源化路径建模,推动矿产开发向“勘探—开采—再生”闭环模式转型。

5.4 全球化资源协作与技术输出

全球成矿模型整合,通过分布式数据库整合全球地质数据与成矿规律,提升跨国资源勘探效率,助力中国企业参与国际矿业竞争。技术标准输出。中国在地质大数据平台(如 MapGIS)、智能化勘探装备等领域的技术积累,将成为国际矿业合作的核心竞争力。技术挑战与突破方向。尽管前景广阔,地质大数据应用仍面临算法可解释性不足、中小矿山技术渗透率低、数据共享机制不完善等挑战。

总之,地质矿产领域关系到国家及社会的持续发展,为了确保地质矿产领域能够健康发展,诸多先进技术在其领域内得到了运用,其中大数据技术为地质矿产领域提供了有力的支持,目前地质矿产大数据已经取得了一定的成果,且在地质找矿、矿产资源规划、矿产储量的大数据评审等方面得到了应用,想要更好促进地质矿产大数据应用及发展,还需要业内人员继续加强技术研发和技术优化,这对地质矿产领域的现代化发展意义重大。

参考文献

- [1] 赵安建,大数据在地质矿产中的应用分析. 2023.
- [2] 张宏宇. 大数据背景下地质矿产深度勘查技术分析. 2023.