地质矿产资源保护中大数据与人工智能的融合研究

金海超

丹东市自然资源事务服务中心 辽宁 丹东 118000

摘要：随着社会经济的快速发展，对地质矿产资源的需求日益增长，资源保护与合理开发利用成为重要课题。大数据与人工智能作为新兴技术，在地质矿产资源保护领域展现出巨大潜力。本文深入探讨大数据与人工智能在地质矿产资源保护中融合的必要性、应用现状、面临的挑战以及对策，旨在为推动地质矿产资源保护工作的智能化、科学化提供理论参考与实践指导。

关键词：地质矿产资源保护；大数据；人工智能；融合研究

1 引言

地质矿产资源作为国家经济发展的重要物质基础，其合理开发与有效保护关系到国家能源安全、生态环境可持续发展以及社会经济的稳定增长。然而，长期以来，由于过度开采、不合理利用以及保护措施不完善等原因，我国地质矿产资源面临着资源短缺、生态环境破坏等诸多问题。在信息化时代背景下，大数据与人工智能技术的飞速发展对地质矿产资源保护带来了新的机遇。大数据技术能够实现海量地质矿产数据的采集、存储、管理和分析，挖掘数据背后的潜在价值；人工智能技术则凭借其强大的学习、推理和决策能力，为地质矿产资源保护提供智能化的解决方案。将大数据与人工智能深度融合应用于地质矿产资源保护领域，有助于提高资源勘查的精准度、优化开采方案、加强环境监测与保护，实现地质矿产资源的可持续利用。

2 大数据与人工智能在地质矿产资源保护中的应用现状

2.1 大数据在地质矿产资源保护中的应用

2.1.1 数据采集与整合

目前，地质矿产领域已经积累了大量的数据，包括地质调查数据、矿产勘查数据、矿山生产数据等。通过建立统一的数据标准和规范，利用先进的数据采集技术，如卫星遥感、无人机航拍、地面传感器等，实现对地质矿产相关数据的全面采集。同时，借助大数据存储和管理技术，如分布式文件系统、数据库管理系统等，将这些分散的数据进行整合，构建大型的地质矿产数据仓库，为后续的数据分析和应用提供基础。

2.1.2 数据挖掘与分析

大数据分析技术在地质矿产资源保护中发挥着重要作用。通过数据挖掘算法，如关联规则挖掘、聚类分析、分类算法等，从海量地质数据中发现隐藏的规律和

模式^[1]。例如，通过分析地质构造与矿产分布之间的关联关系，可以预测新的成矿区域；通过分析矿石品位与开采参数之间的关系，优化开采工艺，提高资源回收率。

2.1.3 数据可视化

为了更直观地展示地质矿产数据和分析结果，数据可视化技术得到了广泛应用。利用地理信息系统（GIS）、三维建模等技术，将地质数据以地图、图表、三维模型等形式呈现出来，使地质矿产资源保护工作者能够更清晰地了解资源的空间分布、地质构造特征等信息，为决策提供直观的依据。

2.2 人工智能在地质矿产资源保护中的应用

2.2.1 智能勘查技术

人工智能在地质矿产勘查中的应用日益广泛。深度学习算法可以通过对大量已知矿床的地质、地球物理、地球化学等数据的学习，自动提取特征，建立成矿预测模型。这些模型能够快速准确地对未知区域进行成矿潜力评价，提高找矿的效率和准确性。此外，智能机器人技术也开始应用于地质勘查工作中，如地下勘探机器人、无人机勘查系统等，能够在复杂危险的环境中代替人工进行数据采集，提高勘查工作的安全性和效率。

2.2.2 智能开采技术

在矿山开采过程中，人工智能技术为实现智能化开采提供了有力支持。通过在矿山设备上安装传感器，实时采集设备的运行状态、位置信息、能耗等数据，利用机器学习算法对这些数据进行分析，实现设备的故障预测与健康监测，提高设备的可靠性和使用寿命。同时，基于人工智能的自动控制系统能够根据矿石品位、开采进度等信息，自动调整开采设备的运行参数，实现开采过程的自动化和智能化，提高开采效率和资源回收率。

2.2.3 环境智能监测与预警

人工智能技术在地质矿产资源开发过程中的环境监

测与预警方面发挥着重要作用。利用深度学习算法对环境监测数据进行实时分析,能够快速准确地识别环境异常情况,如水质污染、土壤重金属超标等^[2]。同时,结合历史数据和气象、地质等因素,利用时间序列分析、神经网络等算法建立环境预测模型,对环境变化趋势进行预测,提前发出预警信号,为及时采取环境保护措施提供依据。

2.2.4 资源管理决策支持

人工智能为地质矿产资源管理提供了智能化的决策支持。通过构建基于人工智能的决策支持系统,整合资源、经济、环境等多方面的数据,利用智能算法对不同的管理方案进行模拟和评估,为资源规划、政策制定提供科学合理的建议。例如,利用强化学习算法可以根据不同的资源开发目标和约束条件,自动生成最优的资源分配方案,实现资源的高效利用和可持续发展。

2.3 应用案例——以西藏巨龙铜矿深部斑岩成矿系统发现为例

中国科学院地质与地球物理研究所联合团队在西藏巨龙铜矿勘探中,融合大数据与人工智能技术,整合TB级卫星遥感、航磁、地球化学及钻孔数据,构建三维地质模型,并开发基于深度学习的成矿预测模型。该模型结合多重分形算法与卷积神经网络,精准解析成矿规律,实现亚米级构造识别与铜元素富集预测。同时,部署边缘计算节点,建立实时动态预测系统,包含智能填图、异常预警及三维可视化模块,使地质图生成效率提升80%,异常误报率低于3%。最终,项目成功发现深部隐伏斑岩成矿系统,新增铜资源量1588万吨,潜在经济价值超2000亿元,并构建了青藏高原专用成矿预测AI模型库,形成可复制的技术范式,已在多地推广应用,累计新增矿产资源量超5000万吨,验证了大数据与AI融合在地质矿产资源保护中的革命性价值。

3 大数据与人工智能在地质矿产资源保护中融合面临的挑战

3.1 数据质量问题

地质矿产数据来源广泛,包括野外实地测量、实验室分析、遥感解译等多种方式,不同来源的数据在测量方法、精度等方面存在差异,可能导致数据准确性参差不齐。此外,数据采集过程中可能受到人为因素、设备误差等影响,进一步降低了数据的准确性。不准确的数据会影响大数据分析和人工智能模型的训练效果,导致预测结果不可靠。由于地质矿产资源分布广泛、地质条件复杂,数据采集工作难以做到全面覆盖。部分地区可能存在数据缺失的情况,导致数据不完整。数据缺失会

影响大数据分析的全面性和准确性,人工智能模型在训练过程中可能无法充分学习到所有地质特征和规律,从而降低模型的泛化能力。地质矿产领域涉及多个学科和部门,不同学科和部门在数据定义、格式、标准等方面存在差异,导致数据一致性较差。例如,地质年代、岩石类型等术语在不同单位可能有不同的表述方式,这给数据的整合和分析带来了困难。不一致的数据在融合过程中需要进行大量的数据清洗和转换工作,增加了数据处理的复杂性和成本。

3.2 技术融合难度大

大数据和人工智能领域拥有众多不同的算法,如何选择合适的算法并将其有效融合应用于地质矿产资源保护是一个难题。地质矿产数据具有高维度、非线性、不确定性等特点,传统的大数据分析和人工智能算法可能无法直接满足需求。需要针对地质矿产领域的特殊性,对算法进行改进和优化,提高算法的适配性和性能。大数据与人工智能技术在地质矿产资源保护中的应用需要构建复杂的系统平台,涉及数据采集、存储、管理、分析、可视化等多个环节^[3]。不同环节的技术和系统可能来自不同的供应商,存在接口不兼容、数据格式不一致等问题,导致系统集成难度大。如何实现各系统之间的无缝对接和高效协同工作,是推动大数据与人工智能融合应用的关键。

3.3 安全与隐私问题

地质矿产数据涉及国家资源战略安全,包含大量的敏感信息,如矿产储量、分布位置等。在大数据环境下,数据集中存储和共享,面临着数据泄露、篡改、恶意攻击等安全风险。一旦数据安全受到威胁,不仅会给企业带来经济损失,还可能影响国家资源安全和社会稳定。在地质矿产资源保护过程中,可能会涉及到一些个人隐私信息,如地质勘查人员的个人信息、矿山周边居民的生活数据等。在数据采集、存储和使用过程中,如何保护这些个人隐私信息不被泄露和滥用,是一个亟待解决的问题。

3.4 法律法规与标准不完善

目前,我国在大数据与人工智能应用于地质矿产资源保护领域的法律法规尚不完善。对于数据所有权、使用权、数据交易、数据安全等方面的规定不够明确,导致在实际应用中存在法律空白和争议。例如,在数据共享过程中,如何界定数据提供方和使用方的权利和义务,缺乏相应的法律依据。大数据与人工智能在地质矿产资源保护中的应用缺乏统一的标准体系。在数据格式、数据质量、算法评估、系统接口等方面没有明确的

标准规范,导致不同系统之间的数据交换和共享困难,影响了技术的推广和应用效果。

4 应对挑战的策略与建议

4.1 加强数据质量管理

制定科学合理的数据质量评估指标和方法,对地质矿产数据的准确性、完整性、一致性等方面进行全面评估。在数据采集、录入、存储等环节设置数据质量检查机制,及时发现和纠正数据质量问题。针对数据中的缺失值、异常值、重复值等问题,采用合适的数据清洗和预处理方法进行处理。例如,利用插值法填补缺失值,通过统计分析方法识别和剔除异常值,对重复数据进行合并去重等,提高数据质量。加强地质矿产领域的数据标准化工作,制定统一的数据定义、格式、编码等标准规范。推动不同学科和部门之间的数据共享与交换,提高数据的一致性和互操作性。

4.2 促进技术融合创新

鼓励科研机构和企业加大对地质矿产领域大数据分析和人工智能算法的研究投入,针对地质矿产数据的特点,开发具有针对性的算法。例如,研究适用于高维度地质数据的降维算法、处理非线性关系的深度学习模型等,提高算法的准确性和效率。以项目为依托,整合各方资源,构建集数据采集、存储、管理、分析、可视化等功能于一体的统一系统平台^[4]。采用标准化接口和协议,实现不同系统和设备之间的互联互通和数据共享,提高系统的集成度和协同工作能力。

4.3 强化安全与隐私保护

加大对数据安全技术的研发投入,采用加密技术、访问控制技术、入侵检测技术等手段,保障地质矿产数据在存储、传输和使用过程中的安全性。建立数据安全应急响应机制,及时应对数据安全事件,降低安全风险。制定严格的隐私保护政策和制度,明确个人隐私信息的收集、使用、存储和共享规则。加强对数据采集和使用过程的监管,确保个人隐私信息得到妥善保护。采用匿名化处理、数据脱敏等技术手段,在保证数据可用性的前提下,保护个人隐私。

4.4 完善法律法规与标准体系

政府相关部门应加快制定和完善大数据与人工智能在地质矿产资源保护领域应用的法律法规,明确数据所有权、使用权、数据交易、数据安全等方面的法律责任和义务。加强对数据市场的监管,规范数据交易行为,保障数据安全和各方合法权益。组织行业专家和企业代表,共同制定大数据与人工智能在地质矿产资源保护领域的标准体系。涵盖数据标准、算法标准、系统接口标准、服务质量标准等方面,为技术的应用和推广提供规范指导,促进产业的健康发展。

结语

大数据与人工智能的融合为地质矿产资源保护带来了前所未有的机遇,在提升资源勘查效率与精度、优化资源开采方案、加强环境监测与保护以及促进资源管理科学化与智能化等方面发挥着重要作用。然而,在融合应用过程中也面临着数据质量、技术融合、安全隐私以及法律法规标准等方面的挑战。通过加强数据质量管理、促进技术融合创新、强化安全与隐私保护以及完善法律法规与标准体系等策略,可以有效应对这些挑战。展望未来,大数据与人工智能在地质矿产资源保护领域将朝着多学科深度融合、边缘计算与云计算协同发展、智能化矿山建设全面推进、区块链技术应用拓展以及国际合作与交流加强等方向发展,为实现地质矿产资源的可持续利用和生态环境保护提供强有力的技术支撑。

参考文献

- [1]胡苏李扬,王明果.云技术及大数据背景下地质项目管理新模式探索[J].云南地质,2024,43(S1):226-229.
- [2]罗建铭,朱海波.人工智能辅助的地质矿产资源评价系统设计与实现[J].世界有色金属,2024,(22):90-92.
- [3]黄雪霜,王慧娟.数说趋势图表真相:大数据助力智慧矿业——记中国地质科学院矿产资源研究所博士生导师赵汀[J].科学中国人,2024,(05):84-85.
- [4]孟明.地质矿产资源勘察现状及其优化对策[J].新疆有色金属,2021,44(05):72-73.