

数字化技术在矿产资源勘查开发管理中的应用前景

李志强¹ 管祥波²

1. 兰陵县自然资源和规划局 山东 临沂 277700

2. 平邑县自然资源和规划局 山东 临沂 273300

摘要:在大数据、人工智能、云计算以及5G等数字化技术蓬勃发展的当下,矿产资源勘查开发管理领域正经历着深刻且意义深远的变革。本文深入且详尽地阐述了数字化技术在矿产资源勘查开发管理中的应用现状,全面剖析其在提升勘查效率、优化开发流程、增强管理决策精准性等方面展现出的广阔应用前景,并对应用过程中遭遇的挑战及应对策略展开探讨,旨在为推动矿产资源行业的数字化转型与可持续发展提供极具价值的参考。

关键词:数字化技术;矿产资源勘查;开发管理;应用前景

前言

矿产资源作为国民经济稳健发展的关键物质基础,其勘查开发管理的科学性与高效性至关重要。随着地质条件日益复杂、资源需求持续攀升以及环保要求愈发严格,传统的矿产资源勘查开发管理模式逐渐暴露出效率低下、信息整合难度大、决策缺乏精准性等诸多弊端。而数字化技术的兴起,宛如为解决这些难题开启了一扇全新的大门。将数字化技术深度融入矿产资源勘查开发管理的各个环节,有望实现勘查数据的精确采集与深入分析、开发过程的智能管控与优化、管理决策的科学制定与高效执行,进而全方位提升矿产资源行业的竞争力,有力推动资源的可持续开发利用。

1 数字化技术在矿产资源勘查中的应用前景

1.1 提升勘查数据采集的精准度与效率

在数字化时代,数字地质调查系统(DGSS)是矿产资源勘查的关键工具。它集成GPS、数字化罗盘、RS、GIS等先进技术,为地质工作者打造了功能强大的野外数据采集装备。GPS助力地质工作者在复杂野外环境中实现高精度定位,精确至米级甚至更小尺度,大幅提升地质点位确定的准确性。数字化罗盘克服传统罗盘易受干扰、精度欠佳的弊端,可自动精准测量地质体产状要素,如岩层走向、倾向与倾角,显著降低人为操作误差。在区域地质调查和战略性矿产远景调查等大型项目里,DGSS展现出卓越的实时多源数据采集能力。地质数据方面,借助高分辨率图像采集设备与专业软件,能快速、准确识别分析岩石类型、结构、构造及矿物组成。物探利用重力仪、磁力仪等获取地下地质体物理场信息,为推断地质构造和矿体分布提供关键指示。化探通过专业化学分析仪器测定样品元素含量,圈定地球化学异常区域。RS技术借助卫星、飞机平台获取地表影像,

快速识别地质构造、地层分布等与矿产勘查相关特征,为实地勘查提供宏观指引。采集完多源数据后,DGSS利用GIS强大功能,将各类数据统一到同一地理坐标系统,构建全面地质数据库。通过先进算法和模型深入分析,能精准掌握地质构造形态、规模、展布方向及地层分布规律。比如,联合分析物探和化探数据可识别地下隐伏断裂构造,结合地质和遥感数据能准确划分地层单元,确定找矿潜力区域,为后续勘查提供可靠依据,让勘查工作更具针对性与有效性^[1]。

1.2 增强矿产预测的准确性

大数据与人工智能技术为矿产勘查带来了革命性变化,极大提升了矿产预测的准确性。以往,地质数据处理主要依靠人工经验和简单统计方法,面对海量复杂且不确定性高的地质数据,难以挖掘深层规律,致使矿产预测精度欠佳。如今,大数据技术构建起大规模地质数据库,整合全球不同时期、类型的地质勘查数据,涵盖地质图、钻孔数据、地球物理及化学数据等,为后续分析建模提供丰富素材。人工智能中的机器学习算法成为数据挖掘与分析的核心。地质学家收集大量已知矿床的地质特征、成矿条件等数据,运用机器学习算法构建成矿与找矿模型。像基于决策树算法的成矿模式,能依据地质构造、岩石类型、地球化学异常等因素,逐步判断成矿可能性,确定最易成矿的地质条件组合;找矿模型则通过学习已知矿床与周边地质环境的关系,建立地质数据与潜在矿产的数学联系。将待勘查区域数据输入训练好的模型,即可快速预测矿产位置、规模和类型。周琦团队针对南华纪“大塘坡式”锰矿开展的研究便是范例。团队收集该地区大量地质、物探、化探数据,利用深度学习算法构建专属成矿与找矿模型。经不断优化验证,成功发现并提交找矿靶区。后续勘查验证显示,基

于大数据模型的找矿成功率远超传统方法,大幅降低了勘查成本,充分彰显了大数据和人工智能技术在提升矿产预测准确性方面的巨大潜力与实用价值^[2]。

1.3 实现勘查过程的智能化与可视化

VR 和 AR 技术为矿产资源勘查带来了全新的智能化、可视化体验。传统勘查主要依靠实地观察、地质图及有限物探、化探数据,面对复杂地质区域,勘查人员难以直观、全面掌握地下地质信息,影响勘查方案制定与效率。借助 VR 技术,勘查人员可构建逼真的虚拟地质环境。通过头戴显示设备与手柄,如同身处地下深处,能直观观察分析地质构造与矿体形态。在三维虚拟地质模型中,可穿梭于不同地层,从多角度查看断层、褶皱等构造的形态及空间关系,清晰了解矿体赋存状态。这种沉浸式体验有助于勘查人员深入理解地质结构,提前察觉潜在问题,制定更科学合理的勘查方案。AR 技术进一步强化了勘查过程的可视化与实时交互性。野外勘查时,勘查人员佩戴 AR 眼镜,能将虚拟地质信息叠加到现实环境。比如观察岩石露头,AR 眼镜可实时显示岩石名称、成分、形成年代等信息,还能呈现地下地质构造的三维模型,让勘查人员直观把握岩石露头与地下结构的联系。在勘查路线规划上,AR 技术依据地质模型与勘查目标,为勘查人员在现实场景中实时规划最优路线,并通过导航引导其准确抵达目标地点。在地质条件复杂的矿山勘查项目,如高山峡谷地区或有大量隐伏矿体的矿山,VR 和 AR 技术优势显著。能帮助勘查人员更好理解地下地质结构,避免勘查失误。像在复杂断层破碎带,借助这两项技术可看清晰层走向、倾角及对矿体的破坏情况,合理调整勘查方案,提升勘查安全性与效率。此外,通过构建三维地质模型实时展示勘查进度与成果,便于现场与后方人员及时了解情况,做出决策,保障勘查项目顺利推进。

2 数字化技术在矿产资源开发中的应用前景

2.1 优化矿山开采流程

工业物联网技术宛如一座桥梁,搭建起了矿山设备之间互联互通的网络,实现了智能化控制的全新局面。在矿山开采的各类设备,如钻机、破碎机、运输车辆等上面,均安装有高精度的传感器。这些传感器犹如敏锐的触角,能够实时且精准地采集设备运行过程中的各类数据,包括设备的运转速度、温度、压力、振动频率等关键参数。借助先进的数据分析技术,对这些海量且复杂的设备运行数据进行深度挖掘与分析。通过构建专门的设备状态监测模型,能够实时评估设备的运行状态,准确判断设备是否处于正常工作范围。例如,利用机器

学习算法对设备的振动数据进行分析,一旦发现振动频率出现异常波动,系统便能及时发出预警信号,提示可能存在的设备故障隐患。基于此,矿山运维人员可以提前规划维护保养工作,在设备尚未出现严重故障之前,就对其进行针对性的检修与维护,有效避免设备因突发故障而导致的停机停产,极大地提升了矿山开采的整体效率。不仅如此,自动化控制技术在矿山开采领域发挥着举足轻重的作用。通过构建自动化控制系统,矿山开采过程中的诸多环节,如钻孔、爆破、铲装、运输等,均可实现远程操作与无人化作业。在地下矿山,操作人员可以在远离危险区域的控制室内,通过操控电脑终端,远程控制钻机进行精准钻孔作业,避免了人员在井下恶劣环境中作业的风险。在大型露天矿山,无人驾驶矿车的应用更是成为一道亮丽的风景线。这些矿车配备了先进的导航系统与智能控制算法,能够依据预设的路线自动行驶,准确地将矿石运输至指定地点。自动化开采设备,如智能铲装机,能够根据矿石的堆积情况和开采需求,自动调整铲装动作,实现高效、精准的开采作业。这一系列自动化技术的应用,不仅大幅降低了人力成本,减少了人为操作失误,还显著提高了生产安全性,让矿山开采作业得以高效、稳定地运行,为矿山企业带来了更高的经济效益与社会效益。

2.2 提高矿产资源利用率

数字化技术宛如一双敏锐的“眼睛”,紧密聚焦矿山开采全程。在开采进程中,借助高精度传感器与智能监测系统,能够对矿石品位、储量等关键信息进行实时且精准的监测。通过构建复杂的数据分析模型,深入剖析矿石质量的动态变化。一旦发现矿石品位出现波动,系统立即依据预设算法,迅速为矿山开采团队提供科学建议,以便及时调整开采方案。例如,当遇到高品位矿石区域时,适当增加开采强度;而在低品位矿石地段,则调整开采工艺,合理搭配富矿与贫矿,确保每一块矿石都能得到妥善利用,避免资源浪费,极大提升了矿产资源的开采利用率。对于尾矿资源,数字化管理也大显身手。通过建立详细的尾矿数据库,对尾矿的成分、数量、分布等信息进行全面数字化记录。在此基础上,运用先进的选矿技术,如新型浮选工艺、高效磁选技术等,对尾矿展开再选作业。精准提取尾矿中残留的铜、金、银等有用成分,真正做到物尽其用,减少资源白白流失,实现了矿产资源的全方位综合利用,为矿山的可持续发展奠定坚实基础。

2.3 强化矿山安全管理

在矿山安全管理领域,5G 技术与智能监控系统携手

构建起一张严密的安全防护网,对矿山生产环境展开全方位、无死角的实时监测,成为保障矿山安全运营的坚固堡垒。5G 技术凭借其高速率、低时延、大连接的特性,为智能监控系统的数据传输提供了强大支撑。在矿山的各个关键位置,如井口、井下巷道、采场、选矿车间等,部署了大量先进的传感器与监控设备。这些设备如同忠诚的卫士,24 小时不间断地收集矿山生产环境的各类信息。例如,针对矿山井下空气质量,安装了高精度的气体传感器,能够实时监测一氧化碳、瓦斯、粉尘等有害气体及颗粒物的浓度。一旦有害气体浓度超过安全阈值,系统将立即捕捉到异常数据,并通过 5G 网络迅速传输至监控中心。地压监测同样至关重要。通过在巷道围岩、采场顶板等关键部位安装应力传感器,实时感知地压变化情况。利用数据分析模型,对收集到的地压数据进行深度挖掘与分析。当发现地压出现异常升高趋势,可能引发顶板坍塌等安全事故时,系统会迅速发出预警信号,提醒矿山工作人员及时撤离危险区域,并为技术人员制定针对性的支护加固方案提供数据依据。水位监测方面,在井下涌水点、排水系统等位置布置液位传感器,实时掌握水位动态。一旦水位超过警戒线,预示着可能发生透水事故,智能监控系统会立即启动预警机制,同时自动开启备用排水设备,加大排水力度,确保矿山井下作业环境的安全。除了实时监测与预警,智能监控系统还具备联动控制功能。当预警信号发出后,系统能够自动触发相应的防范措施。例如,在检测到瓦斯浓度超标时,自动切断相关区域的电源,防止因电气火花引发瓦斯爆炸;启动通风设备,加大通风量,降低瓦斯浓度。同时,通过矿山内部通信系统,向所有作业人员发送紧急通知,告知安全隐患位置及应对措施,引导人员有序疏散。借助 5G 技术和智能监控系统,矿山安全管理实现了从被动应对到主动预防的转变。全方位的实时监测、精准的安全事故预测以及迅速有效的预警防范措施,切实保障了矿山工作人员的生命安全,有力维护了矿山生产的正常秩序,为矿山的可持续发展提供了坚实的安全保障。

3 数字化技术在矿产资源管理中的应用前景

3.1 实现资源信息的集中管理与共享

构建矿产资源数字化管理平台,将地质勘查数据、

矿山开发数据、资源储量数据等进行集中存储与管理,实现数据的实时更新与共享。不同部门和企业可通过该平台快速获取所需信息,避免信息孤岛现象,提高管理效率。政府部门可通过平台实时掌握区域内矿产资源的分布、开发利用状况,为资源规划和政策制定提供有力的数据支持^[1]。

3.2 提升管理决策的科学性与精准性

借助大数据分析和决策支持系统,对矿产资源开发过程中的各类数据进行综合分析,为管理决策提供科学依据。通过对资源储量、市场需求、环境影响等因素的模拟与预测,制定合理的资源开发计划和环保措施。在矿山企业的生产决策中,利用数据分析模型可优化生产计划,提高经济效益,同时满足环保要求。

3.3 促进矿产资源行业的可持续发展

数字化技术的应用有助于加强对矿产资源开发过程的环境监测与评估,实现资源开发与环境保护的协同共进。通过对矿山生态环境数据的实时监测与分析,及时发现并解决环境问题,推动矿山企业采用绿色开采技术和环保措施,实现矿产资源行业的可持续发展。

4 结束语

数字化技术在矿产资源勘查开发管理中的应用前景极为广阔,将为行业带来诸多深刻变革与显著提升。然而,在实际应用过程中,也面临着数据安全、技术标准不统一、专业人才短缺等挑战。为充分发挥数字化技术的优势,政府、企业和科研机构需协同合作,加强数据安全保护,制定统一的技术标准,加大专业人才培养力度,推动数字化技术与矿产资源行业的深度融合,实现矿产资源勘查开发管理的现代化与可持续发展。

参考文献

- [1]岳俊.基于GIS的三维透明瓦斯地质软件开发与应用[J].中国矿业.2022,31(10).DOI:10.12075/j.issn.1004-4051.2022.10.019.
- [2]汪旻昊.地质矿山工作中勘查与找矿技术应用研究[J].世界有色金属.2022,(16).DOI:10.3969/j.issn.1002-5065.2022.16.068.
- [3]钱静.地理信息系统在矿产资源勘查领域中的应用[J].有色金属设计.2019,(4).DOI:10.3969/j.issn.1004-2660.2019.04.021.