

找矿工作中多源信息融合技术的应用

邹少辉

新疆维吾尔自治区地质勘查管理中心, 新疆 乌鲁木齐 830001

[摘要]找矿工作中的多源信息融合技术有重要意义。该技术可以将地质、地球物理、地球化学等各方面信息综合起来使用, 提高找矿效率和准确性。通过数据采集、处理和分析可以得到一些可能的成矿信息。多源信息融合技术依靠先进的算法, 把不同的数据加以整合, 给找矿决策赋予科学的支撑。它在找矿工作中可以降低找矿成本、提高资源勘探成功率, 促进找矿行业的发展。

[关键词]找矿工作;多源信息融合技术;数据整合;找矿效率

DOI: 10.64635/ja.2026.1271

中图分类号: P624

文献标识码: A

Application of Multi-Source Information Fusion Technology in Mineral Prospecting

Zou Shaohui

Xinjiang Uygur Autonomous Region Geological Exploration Management Center, Urumqi, Xinjiang 830001, China

Abstract: Multi-source information fusion technology is of great significance in mineral prospecting. This technology can integrate and utilize information from geology, geophysics, geochemistry, and other fields, thereby improving the efficiency and accuracy of prospecting. Through data collection, processing, and analysis, potential mineralization information can be obtained. Based on advanced algorithms, multi-source information fusion technology integrates different types of data and provides scientific support for prospecting decision-making. In mineral prospecting, it can reduce prospecting costs, improve the success rate of resource exploration, and promote the development of the prospecting industry.

Keywords: mineral prospecting; multi-source information fusion technology; data integration; prospecting efficiency

引言

找矿工作对于保障国家资源安全和经济发展至关重要。传统的找矿方法存在一定的局限性, 不能对成矿信息做出全面准确的获取。多源信息融合技术出现以后, 给找矿工作带来新的机会。它能综合利用各种数据, 从中找出隐藏的地质信息, 给找矿工作提供更加精确的指导。随着科技的不断发展, 多源信息融合技术在找矿领域中的应用前景越来越广阔, 对它的应用进行深入研究有重要的现实意义。

1 多源信息融合技术概述

1.1 技术定义

多源信息融合技术属于地质找矿领域的一类综合性数据分析手段, 它主要用来整合各种不同的地质勘探信息。该技术可以将各种来源、各个方面的勘探资料进行整合、筛选, 克服单一勘探信息的片面性, 改变传统的单一研判方式。从数据里找出隐藏的成矿规律和地质线索, 创建起全方位、精确化的勘探研判体系, 给矿产勘查、靶区圈定

以及资源评价赋予科学的技术支撑和决策依据。

1.2 技术原理

多源信息融合技术以信息互补、关联分析、综合研判为基本原理开展找矿分析工作, 各种勘探信息具有独立的勘探维度和信息优势, 但是也存在着各自探测的不足和认识上的局限性。技术运行时对各类勘探信息进行关联性校验、互补叠加和矛盾剔除, 使得单一信息的优势得到互补, 缺陷被弥补, 从而消除由于单一勘探手段产生的偶然误差和认识偏差。经由创建统一的信息剖析逻辑体系, 对各种原始勘探信息展开深入挖掘、规律提炼和特征匹配, 整理出地层构造、物化特征和矿产赋存之间的内在联系, 还原出区域地质成矿的全貌, 达成从零散信息到系统性成矿认识的转变, 加强找矿研判的科学性和完整性。

1.3 技术发展历程

多源信息融合技术随着地质找矿行业技术革新不断得到发展和完善, 早期的找矿工作主要依靠单一地质实地勘查, 信息来源单一、分析方法粗放, 只能依靠地表地质

现象进行浅层找矿研判,勘探精度和资源发掘效率都比较低。随着地球物理、地球化学等勘探技术的发展,勘探信息种类越来越多,行业也开始初步进行多类信息的简单比较和结合分析^[1]。信息化技术以及智能分析算法的广泛应用,使得多源信息融合由原来的依靠人工经验来整合,转变为依靠系统化、智能化、专业化的方法进行融合分析,逐渐形成了标准化的融合流程和技术体系,已经成为现代精细化找矿、深部找矿和隐伏矿找矿的主要技术手段。

2 找矿工作中的多源信息类型

2.1 地质信息

地质信息是找矿工作中的基础性、根本性的本源信息,是开展多源信息融合分析的基础,包括区域地层、地质构造、岩石性质、地质演化、矿化线索等各方面地质勘探资料。这类信息主要是依靠野外实地地质填图、地层剖面观察、构造解析、矿点踏勘等方式获得的,可以直观反映区域地质背景及基础成矿条件。地质信息可以清楚地反映出地层分布规律、断裂构造发育特点、岩浆活动路线和变质作用范围,是判断矿产赋存的地质环境、整理成矿地质条件的主要依据,也是其他勘探信息解读和校验的基础地质支持,是多源信息融合体系中不可缺少的基础信息资源。

2.2 地球物理信息

地球物理信息是利用地球物理勘探手段获得的地下地质体物性特征数据,可以有效地弥补地表勘查的不足,是发现深部构造和隐伏矿产的主要依据。可以直观反映地下岩体物性差异、破碎带分布和异常地质体发育情况,利用矿产与围岩的物性差异来识别出专属异常特征,准确找到地下地质异常范围,给深部找矿、隐伏矿体圈定提供重要的支持,拓宽勘探深度^[2]。

2.3 地球化学信息

地球化学信息是指通过系统采样测试得到的区域元素分布、组分含量、化学迁移富集规律等勘探信息,是寻找矿化异常、确定找矿靶区的准确线索信息。该类信息依靠水系沉积物测量、土壤测量、岩石测量等地化勘探手段来获得,可以清楚地显示出区域各种成矿元素和伴生元素的分布富集情况。矿产资源在成矿和风化过程中会引起周围介质的元素异常富集,形成特有的地球化学异常晕,通过对元素异常分布、叠加组合及迁移规律进行分析,可以准确地判定矿化异常范围,推断矿体的赋存位置和延伸范围,从而有效地筛选出有利的成矿区域,是精细化缩小找矿范围、提高找矿靶向性的重要信息。

3 多源信息融合技术在找矿中的应用方法

3.1 数据采集方法

多源信息融合前期的核心就是开展标准化、全方位的多类型勘探数据采集,依靠多元地质勘探手段系统获取区域基础信息,保证数据的完整真实。根据区域成矿条件统筹进行野外调查、物化探探测和取样工作,收集实地采集的数据以及历史勘查资料,从而达到多方面信息的整合。全程严格按照行业规范、统一作业标准,避免人为误差,给后续信息融合分析提供规范可靠的原始数据支持。

3.2 数据处理技术

多源勘探数据存在来源不同、维度不一、格式繁杂、噪声干扰较多等状况,要依靠专业化的数据处理技术来开展预处理改善,从而为信息融合营造起根基。数据处理阶段主要是对勘探过程中产生的无效数据、干扰数据和错误数据进行清洗、格式统一、误差校正、异常剔除、标准化转换等一系列的工作,剔除勘探过程中产生的无效数据、干扰数据和错误数据,修正设备误差、环境干扰引起的误差。根据地质、物化探等不同的异构数据,统一数据统计标准和分析维度,使各种数据可以规范地适应。并完成数据的分类归档、关联匹配、维度整合,整理出各种数据之间的对应关系和空间联系,打破各个来源之间数据壁垒,为之后融合分析打下良好的基础^[3]。

3.3 信息融合算法

信息融合算法属于多源信息融合技术的核心支撑,是达成多类勘探数据深入整合并开展规律探寻的关键途径,它可将基础数据转变成成矿认识。常用的融合算法可以完成多源数据的权重分配、相关性分析、叠加运算、综合评价,利用算法模型对地质成矿条件、物化探异常特征、元素富集规律等各方面的信息进行综合判断,准确找到各种信息之间的耦合联系。算法可以自动筛选出有利的成矿信息、排除虚假的异常、叠加有效的找矿线索,建立综合成矿评价模型,准确圈定找矿有利靶区。依靠智能算法可以克服人工经验判断的主观性,提高多源信息融合的准确性、客观性和智能化程度。

4 多源信息融合技术应用效果

4.1 提高找矿准确性

多源信息融合技术从根本上克服了传统单一信息找矿的片面性,用多维度勘探信息相互补充、综合校验的方法大大提高矿产勘探的准确性、指向性。单一的勘探手段很容易受到地质环境、外界干扰和自身局限的影响而出现虚假异常、漏判矿化信息等状况,不能准确地区分出有效

的成矿异常和非矿异常。多源信息融合依靠地质条件约束、物化探信息互证、化探异常校验等综合手段,可以精准鉴别各种异常信息的真伪,剔除无效干扰信息,精准找到与成矿密切相关的有利区位,有效降低漏矿、误判等现象,显著提高找矿靶区圈定精度和矿产资源探明准确率。

4.2 降低找矿成本

传统的找矿工作依靠大规模的野外踏勘、大面积的勘探和反复的钻探验证,人力、物力、财力投入巨大,无效勘探作业比例高,勘探成本居高不下。多源信息融合技术可以依靠前期的多方面信息综合分析来准确地挑选出高潜力成矿区,从而缩减勘探靶区的范围,削减大范围盲目勘探和无效钻探的工作量。该技术依靠现有多源数据开展综合研判,很好地发挥了历史勘探的资源潜力,不再需要重复开展勘探工作,大大减少了野外钻探验证的次数。精准找到勘探重点区域,改善勘探作业布局,科学分配勘探资源,大幅削减全域矿产勘查的总经济支出。

4.3 缩短找矿周期

传统的矿产勘查过程繁杂、勘探环节多,单一的信息分析方式很难做出快速的判断,工作时间过长。多源信息融合技术依靠系统化数据处理和智能算法分析,可以迅速整合大量的勘探数据、分析数据并加以研判,快速找到有开采价值的有利成矿区位。简化了传统人工逐个对比、依靠经验判断的繁琐过程,实现了多类信息同步分析、综合研判,大大缩短了前期勘查分析的时间。同时准确的靶区定位减少了反复勘探验证的过程,大大缩短了从区域普查到矿体探明的整体工作时间,提高了矿产勘查的工作效率。

5 多源信息融合技术应用的挑战与对策

5.1 数据质量问题

目前多源信息融合技术在应用过程中存在着勘探数据质量高低不同的现象,从而使得融合分析的结果不够准确、不可靠。不同时期、不同单位进行勘探工作时,作业标准、采集精度、测试工艺等各方面存在着不同的地方,从而造成各种原始数据之间存在格式不统一、精度不一样、完整性不够等情况。部分老旧勘探数据存在信息缺失、记录不清、误差大等问题,新增勘探数据容易受到野外环境、设备精度、操作规范等因素的影响而产生偏差,各种异构数据的质量不同会直接影响到融合分析的结果,造成成矿研判的偏差,影响找矿靶区的确定,限制技术应用效果的最大发挥。

5.2 算法复杂度问题

多源找矿信息具有维度多、体量大、关联性强、异构

化严重等特点,给融合算法的运算能力和适应性提出了很高的要求,算法应用存在着明显的复杂度难题。不同种类的勘探信息逻辑关联隐蔽、数据特征差别大,常规融合算法很难准确找到多源数据之间的耦合成矿规律,对于一些复杂的成矿区域,多源信息叠加的关系比较复杂,很容易造成算法拟合偏差、信息挖掘不足等问题。现有的融合算法通用性强、针对性差,不能适应不同的地区、不同的矿种的成矿特点,算法更新速度跟不上勘探需求,容易造成信息冗余、有效特征丢失等现象,限制了融合分析的深入程度和准确性^[4]。

5.3 人才短缺问题

多源信息融合找矿属于跨学科复合型技术领域,需要从业人员具备地质成矿理论、物化探勘探知识、数据处理技术和智能算法应用能力,行业复合型专业人才短缺比较明显。传统的地质勘探人员大多具有野外勘查和地质判断的能力,但是缺少系统的数据处理、算法分析和智能建模的能力,信息技术人才对于地质成矿规律、勘探业务的认识不够,不能达到技术与业务深度融合的目的。专业人才队伍建设滞后造成多源信息融合技术落地应用不充分,技术创新和优化迭代缓慢,不能充分发挥智能化融合找矿的技术优势,限制行业整体勘探技术的发展^[5]。

5.4 对应优化对策

根据目前技术应用存在的各种问题,需要从数据管控、算法优化、人才培养三个方面来建立完善的优化体系,从而全面提高多源信息融合找矿技术的应用效果。创建区域地质勘探数据统一标准,建立勘探数据共享平台,对旧数据进行校正修补,对新数据做质量检查,保证各类型数据的准确和规范。根据不同的矿种、不同的区域成矿特征来有针对性地优化融合算法模型,开发出适合于不同找矿工作的专业化、定制化的找矿融合算法,提高数据挖掘和规律分析的精度。健全复合型人才培育体系,推进地质专业同信息技术交叉教学、岗位实训同行业交流,培育出既有地质业务能力又有数据智能分析能力的复合型人才,促进技术常态化、精准化应用。

6 结语

多源信息融合技术在找矿工作中具有很大的应用前景。它给找矿工作提供更全面、准确的信息,提高了找矿效率和成功率。但是其在应用中也存在着一些问题,需要不断改进技术并培养专业人才。随着技术的发展和不断完善,多源信息融合技术在找矿方面的作用将会越来越大,对资源勘探事业起到重要的作用。

[参考文献]

- [1]洪国敏,闫国英,周兆巍.多源信息融合架构下煤-煤系战略性金属矿产协同勘查模型研究[C]//中国地球物理学会金属矿勘查专业委员会.第三届全国矿产勘查大会论文集.[出版者不详],2025:533-537.
- [2]严闯,翟涵,杜胜,等.多源信息融合在地矿勘查中的应用[N].山西科技报,2024-10-22(B03).
- [3]陈敬东.多源地质信息融合技术在深部找矿中的应用研究[J].世界有色金属,2024,(19):70-72.
- [4]李永成.地质矿产勘查中多源遥感数据融合技术的应用研究[J].中国金属通报,2024,(6):93-95.
- [5]郑凯.大数据框架下的多源矿井瓦斯地质信息融合及应用:以登封某矿为例[D].中国矿业大学,2019.

作者简介:邹少辉(1991.02—),男,汉族,陕西宝鸡人,本科学历,工程师,研究方向为水文地质、工程地质、环境地质。