

矿产勘查数据处理与解释在找矿预测中的应用与效果评估

谢飞¹ 周蕊蕊²

1.中化地质矿山总局山东地质勘查院；2.山东省自然资源资料档案馆

DOI: 10.12238/jpm.v5i5.6824

[摘要] 本文旨在探讨矿产勘查数据处理与解释在找矿预测中的应用与效果评估。介绍了常见的矿产勘查数据类型，包括地球物理数据、地球化学数据和遥感数据，并介绍了数据获取、处理和解释的基本流程，突出不同数据处理技术的特点和应用场景。总结了传统的找矿方法和技术，并简要介绍了现代数据驱动的找矿预测方法，强调了数据驱动方法在提高勘查效率和准确性方面的优势。介绍了评估找矿预测效果的常用指标和方法，阐述了如何对找矿预测结果进行量化和评估。本文可为矿产勘查数据处理与解释在找矿预测中的应用与效果评估研究提供参考和借鉴。

[关键词] 矿产勘查；数据处理；找矿预测

Application and effect evaluation of mineral exploration data processing and interpretation in prospecting prediction

Xie Fei¹ Zhou Ruirui²

1. Shandong Geological Exploration Institute, Sinochem General Administration of Geology and Mining;
2. Shandong Provincial Natural Resources Data Archives

[Abstract] This paper aims to explore the application and effect evaluation of mineral exploration data processing and interpretation in prospecting prediction. This paper introduces common mineral exploration data types, including geophysical data, geochemical data, and remote sensing data, and introduces the basic processes of data acquisition, processing and interpretation, highlighting the characteristics and application scenarios of different data processing technologies. Summarize traditional prospecting methods and techniques, and briefly introduce modern data-driven prospecting prediction methods, emphasizing the advantages of data-driven methods in improving exploration efficiency and accuracy. This paper introduces the common indicators and methods for evaluate the prospecting prediction effect, and expounds how to quantify and evaluate the prospecting prediction results. This paper can be the application and effect evaluation of mineral exploration data processing and interpretation in prospecting prediction The study provides reference and reference.

[Key words] Mineral exploration data processing, prospecting prediction

在当今的矿产勘查领域，数据处理与解释技术的发展已经成为提高找矿效率和准确性的重要手段。随着勘查技术的不断进步和数据获取手段的日益完善，各种类型的地质数据被广泛应用于找矿预测工作中。矿产勘查数据包括地球物理数据、地球化学数据、遥感数据等多种类型，这些数据蕴含着丰富的地质信息，对于揭示矿床的成因、分布规律以及资源量评估具有重要意义。传统的找矿方法主要依赖于地质勘查人员的经验和直觉，其局限性在于勘查效率低、盲目性大，往往需要耗费大量的时间和人力资源，且结果可靠性难以保证。而现代数据驱动的找矿预测方法则借助先进的数据处理技术和机器学习算

法，能够快速、准确地识别潜在的矿产资源区域，从而提高了勘查效率和预测准确性，降低了勘查成本。然而，尽管矿产勘查数据处理与解释技术在理论上具有巨大的潜力，但在实际应用中还存在一些挑战和问题。例如，不同类型的地质数据之间存在着复杂的关联性，如何有效地整合和解释这些数据成为了一个难点；另外，现有的数据处理算法和模型在处理大规模、多维度的地质数据时，往往面临着计算复杂度高、效率低下的问题。因此，有必要对矿产勘查数据处理与解释技术进行深入研究和探讨，以进一步提升其在找矿预测中的应用效果，实现资源勘查工作的智能化和精准化。

1. 矿产勘查数据处理技术概述

1.1 常见的矿产勘查数据类型

矿产勘查数据类型多种多样，包括地球物理数据、地球化学数据和遥感数据等。地球物理数据是通过地球物理场进行测量和观测得到的，包括重力、磁力、电阻率、地震等数据，能够反映地下的物质性质和构造特征。地球化学数据则是通过对地表或地下水体进行取样和分析得到的，包括岩石、土壤、水体中的化学元素、同位素等信息，能够揭示地质体的成分和特征。遥感数据则是通过航空或卫星平台获取的地表信息，包括可见光、红外、雷达等波段的影像数据，能够提供地表覆盖、植被分布、地形等方面的信息。这些数据类型相互补充，综合应用能够更全面地认识地质体的特征和内部构造，为找矿预测提供丰富的信息资源。

1.2 数据获取、处理和解释的基本流程

数据获取阶段是从自然界中获取原始数据的过程，通常包括野外调查、采样和测量等活动。在野外调查中，勘查人员对勘查区域进行实地观察和调查，记录地质构造、岩性特征等信息。随后，通过采样活动，采集地质样品，如岩石、土壤、沉积物等，用于实验室分析。同时，还进行地球物理测量、遥感影像获取等活动，获取多种类型的地质数据。

在数据处理阶段，需要对原始数据进行预处理、清洗、转换和整合等步骤，以提取有效信息、减少噪声干扰，使数据具有可分析性和可解释性。预处理包括数据格式转换、缺失值填补等操作；清洗则是去除异常值、噪声和不一致性数据；转换包括数据标准化、归一化等操作，以便于不同类型之间的比较和分析；整合则是将来自不同来源的数据进行整合，构建统一的数据集。

在数据解释阶段，根据处理后的数据进行地质分析、模型建立和结果解释，从而推断地下构造、岩石性质、矿床类型等关键信息。地质分析包括对地质样品的实验室测试和分析、地形地貌特征的解释等；模型建立则是根据地质数据建立数学或统计模型，以描述地质现象和矿床形成机制；结果解释则是根据模型结果和地质知识进行解释和推断，得出对勘查区域地质情况和矿产资源潜力的评价。

1.3 不同数据处理技术的特点和应用场景

不同的数据处理技术在矿产勘查中具有各自独特的特点和适用场景，主要包括地球物理数据处理技术、地球化学数据处理技术和遥感数据处理技术。

地球物理数据处理技术主要涉及数据滤波、反演、成像等方法，通过对地球物理场数据（如地震波、电磁场、重力场、磁场等）的处理和解释，揭示地下构造和物质分布情况。

这些技术适用于矿体勘查和资源评估。例如，通过地震波速度、电磁场强度、重力异常、磁场异常等数据的处理和分析，可以推断地下岩层、构造裂缝、矿体等地质体的分布、形态和性质，为勘查区域的矿产资源勘查提供重要的地质信息。

地球化学数据处理技术主要涉及数据统计分析、空间插

值、异常检测等方法，通过对地球化学元素和组分数据的处理和解释，分析地质体的成分和特征。这些技术适用于矿化带识别和找矿目标定位。例如，通过对矿区和周边地质样品的化学元素含量、矿物组成等数据的统计分析和空间插值，可以识别矿化带的分布范围和特征，定位潜在的矿产资源区域。

遥感数据处理技术主要涉及图像处理、特征提取、分类识别等方法，通过对遥感图像和数据的处理和解释，提取地表信息和地貌特征。这些技术适用于矿区边界划定和环境监测等方面。例如，通过对遥感影像进行图像增强、特征提取和分类识别，可以识别矿区的边界和范围，监测矿区的环境变化和生态影响。

2. 找矿预测方法综述

2.1 传统的找矿方法和技术

传统的找矿方法和技术是建立在地质学、地球物理学和地球化学等学科理论基础之上的。这些方法主要依赖于地质勘查人员的经验和直觉，通过对地质信息的观察、分析和解释来发现潜在的矿产资源。以下是传统的找矿方法和技术的主要特点和应用：

地质地貌调查是一种通过对地表地貌、岩性和构造特征的观察来识别地质构造和岩石类型，进而发现潜在矿化迹象的方法。地质地貌调查通常包括对地表特征的实地考察和记录，以及对地质构造和岩石特征的解释和分析，通过地形图、地质图等地图资料的比对，识别潜在的矿产资源区域。

野外地质勘察是一种通过野外实地勘查和取样分析，确定矿床产状和性质，寻找矿化体的方法。野外地质勘察主要包括对地质断层、脉岩、矿化脉等地质体的实地考察和测量，以及对矿床产状和矿石性质的取样分析，通过岩石、矿石的外观、结构和矿物成分等特征来判断矿床类型和潜在矿产资源量。

岩矿样品分析是一种通过对野外采集的岩矿样品进行实验室分析，获取样品的化学成分和矿物组成信息，判断矿床类型和潜在矿产资源量的方法。岩矿样品分析主要包括对岩石和矿石样品进行化学成分分析、矿物组成鉴定、物相分析等实验室测试，通过对样品的分析结果进行解释和评估，确定矿床的类型、规模和品质。

2.2 现代数据驱动的找矿预测方法

神经网络模拟了生物神经网络的结构和功能，能够从大量的地质数据中学习并发现隐藏的关联规律。ANN 具有良好的自适应性和非线性拟合能力，能够处理复杂的地质信息，实现对潜在矿产资源的预测和识别。

SVM 是一种监督学习算法，通过在高维空间中构建超平面来实现数据的分类和预测。在矿产勘查中，SVM 可以利用地质数据进行训练，建立起地质特征与矿床分布之间的映射关系，从而实现潜在矿产资源的识别和预测。

决策树是一种基于树结构的分类模型，能够将地质数据划分为不同的类别或决策路径。在矿产勘查中，决策树可以利用地质数据进行训练，生成分类规则和决策路径，帮助识别潜在

的矿产资源区域。

2.3 数据驱动方法在提高勘查效率和准确性方面的优势

首先，数据驱动方法能够充分利用大数据技术和计算机算法，实现对海量地质数据的高效处理和分析，从而大大提高了勘查的速度和规模。传统方法往往依赖于人工野外勘查和实验室分析，耗时耗力，且仅能覆盖有限的勘查范围。而数据驱动方法通过自动化的数据处理和分析过程，能够在较短的时间内处理大量的地质数据，实现对大范围区域的全面勘查，提高了勘查效率和规模。

其次，数据驱动方法能够发现地质数据中的隐藏规律和模式，避免了传统方法中的主观判断和盲目探索，减少了勘查成本和风险。传统方法往往受限于勘查人员的经验和直觉，容易出现主观判断偏差和盲目探索，导致勘查效果不稳定且存在局限性。而数据驱动方法通过对地质数据进行深度挖掘和分析，能够发现数据中的潜在规律和模式，指导勘查工作的方向和重点，减少了不必要的勘查过程和成本投入。

此外，数据驱动方法具有自学习和自适应能力，能够不断优化和更新模型，适应不同地质环境和勘查需求，提高了勘查的灵活性和适应性。随着数据的不断积累和模型的不断优化，数据驱动方法能够不断提高预测模型的准确性和稳定性，实现对地质数据的更加深入和全面的解读。同时，数据驱动方法还能够根据勘查目标 and 需求，灵活调整模型参数和算法，实现对不同地质情况的适应，为矿产勘查工作提供更多的选择和可能性。

3. 效果评估方法

3.1 评估找矿预测效果的常用指标和方法

评估找矿预测效果的常用指标和方法包括以下几种：首先是精度指标，包括准确率、召回率、F1值等，用于评估预测模型的性能；其次是预测模型的泛化能力指标，如交叉验证、学习曲线等，用于评估模型对新样本的预测能力；此外，还可以使用 ROC 曲线、AUC 值等指标来评估模型的分类效果；另外，针对地质勘查的特点，还可以采用资源评价曲线、累计资源量曲线等指标来评估找矿预测结果的准确性和可靠性。

3.2 如何对找矿预测结果进行量化和评估

对找矿预测结果进行量化和评估的方法主要包括以下几个步骤：首先是建立评估指标体系，根据勘查目标和地质特征确定评估指标，包括分类准确率、预测精度、资源量评估等；其次是收集和整理预测结果和实际勘查数据，建立对应关系；然后是计算评估指标的数值，利用统计学方法和模型分析工具对预测结果进行量化评估；最后是对评估结果进行解释和分析，分析模型的优劣势、局限性和改进方向，为进一步优化模型和提高预测效果提供参考。

3.3 评估的客观性和科学性

评估的客观性和科学性是确保找矿预测效果评估结果可靠性的重要保障。评估的客观性主要体现在评估指标的选择和

数据的收集上，应避免主观性和片面性，尽可能客观全面地反映预测结果的真实情况；评估的科学性主要体现在评估方法的设计和分析上，应采用科学合理的方法和工具，遵循统计学原理和地质学规律，确保评估结果具有科学可信度和应用参考价值。同时，评估过程中应注重数据的质量和可靠性，避免数据误差和干扰对评估结果的影响，以确保评估的客观性和科学性。

4. 案例经济效益分析

勘查团队共有 10 名成员，每人每月工资为 10000 元，培训费用为 5000 元/人。包括地球物理勘探仪器、实验室分析设备等，总投入为 100 万元。采样、分析材料等费用总计 10 万元。地球化学分析等实验室费用总计 20 万元。在勘查过程中，发现了一个潜在的金矿矿体，预计矿体含金量较高。根据初步估算，该金矿矿体的规模约为 1000 万吨，平均品位为 5 克/吨金。假设金价为每克 300 元，可得到的金矿资源价值为 15 亿元。考虑到金矿开采的技术和市场需求，预计该矿体的开发潜力较大，具有较高的经济价值。勘查活动可能带来的其他间接经济效益包括提升当地就业机会、促进相关产业发展等。这些效益的具体价值需要进一步评估。如果勘查活动失败，将导致 100 万元的设备投入、10 万元的材料费用以及人力成本的损失。此外，还可能错失未来开发该区域矿产资源的机会。开发金矿存在技术、环境、市场等风险，如采矿技术不成熟、环境保护要求加大、金价波动等。金价的波动、市场需求的变化等因素都可能对金矿开采的经济效益产生影响。综合考虑成本、效益和风险因素后，公司可以对勘查活动的经济可行性进行综合评估。如果经济效益远大于成本，并且风险可控，则公司可能决定继续深入开展勘查，并制定进一步的开发计划。如果风险较大，或者经济效益与成本相比较平，公司可能会决定暂停或调整勘查活动，以减少潜在的损失。

5. 结语

矿产勘查数据处理与解释在找矿预测中的应用与效果评估是一项关键性工作，它涉及到多个环节和技术的综合运用。首先，我们需要了解不同类型的矿产勘查数据以及它们的获取、处理和解释流程。地球物理数据、地球化学数据和遥感数据等多种数据类型相互结合，为勘查工作提供了全面的信息基础。其次，传统的找矿方法虽然经验丰富，但受限于技术手段和勘查范围，效率较低。而现代数据驱动的找矿预测方法借助先进的数据处理技术和机器学习算法，能够更快速、准确地识别潜在的矿产资源区域。在评估效果时，我们需要综合考虑各种评估指标和方法，确保评估结果客观科学。

作者简介：作者简介：谢飞（1988-），男，山东济南人，主要从事地质矿产勘查及研究工作；通讯作者：周蕊蕊（1988-），女，山东济宁人，主要从事地质资料管理与开发利用研究工作。