

新时期非金属地质矿产勘查工作手段和方法研究

严翔, 李潇, 王海军, 妥天恩, 庞建宏
青海煤炭地质一〇五勘探队, 青海 西宁 810007

摘要: 本文聚焦新时期非金属地质矿产勘查工作, 深入剖析其面临的挑战, 系统阐述地质填图、地球物理勘查、地球化学勘查、遥感技术以及钻探与坑探等工作手段和方法, 分析各方法的原理、应用场景及发展趋势, 旨在为提升非金属地质矿产勘查效率与精度, 保障资源合理开发利用提供科学依据与技术支撑。

关键词: 非金属地质矿产; 勘查手段; 勘查方法; 新时期

Research on Means and Methods of Non-metallic Geological and Mineral Exploration in the New Era

Yan Xiang, Li Xiao, Wang Haijun, Tuo Tian'en, Pang Jianhong
Qinghai Coal Geology 105 Exploration Team, Xining, Qinghai 810007

Abstract: This article focuses on non-metallic geological and mineral exploration in the new era, deeply analyzes the challenges it faces, and systematically elaborates on the working means and methods of geological mapping, geophysical exploration, geochemical exploration, remote sensing technology, drilling and pit exploration. It analyzes the principles, application scenarios, and development trends of each method, aiming to provide scientific basis and technical support for improving the efficiency and accuracy of non-metallic geological and mineral exploration, and ensuring the rational development and utilization of resources.

Keywords: non-metallic geological minerals; exploration methods; exploration techniques; new era

非金属地质矿产在现代工业、农业、建筑、环保等诸多领域具有广泛应用, 是国民经济发展的重要物质基础。随着社会经济的快速发展, 对非金属地质矿产的需求持续增长, 加之可持续发展理念的深入贯彻, 新时期对非金属地质矿产勘查工作提出了更高要求。传统勘查手段和方法在应对复杂地质条件、满足高精度勘查需求等方面逐渐显现出局限性, 因此, 研究和创新非金属地质矿产勘查工作手段和方法具有重要的现实意义。

一、新时期非金属地质矿产勘查面临的挑战

(一) 勘查目标的多元化与复杂化

新时期, 非金属地质矿产的应用领域不断拓展, 对矿产质量、性能等方面的要求愈发多样化。除传统的建筑材料用非金属矿产外, 电子、新能源、环保等新兴产业对具有特殊物理化学性质的非金属矿产需求大增, 如高纯石英用于半导体产业, 石墨用于锂电池制造等。这使得勘查目标不仅局限于矿体规模和品位, 还涉及矿产的纯度、粒度、晶体结构等多种因素, 勘查目标呈现多元化与复杂化特征。以高纯石英为例, 其纯度要求极高, 杂质含量需控制在 ppm 级甚至更低, 这就要求勘查过程中精准检测矿石中的微量元素, 评估其对石英纯度的影响。同时, 对于石墨用于锂电池负极材料, 其晶体结构和粒度分布直接影响电池性能, 勘查时需运用专业技术手段对这些特性进行勘查分析。^[1]

(二) 地质条件的复杂性增加

多数非金属矿产赋存于复杂地质构造区域, 地层褶皱、断裂发育, 岩石蚀变强烈。例如, 一些非金属矿与岩浆岩侵入体密切

相关, 其成矿过程受多种地质因素制约。在山区等地形复杂区域, 交通不便, 工作条件艰苦, 进一步增加了勘查难度。传统勘查方法在应对此类复杂地质条件时, 难以准确获取深部地质信息, 勘查效率和精度受到影响。

(三) 勘查精度与环保要求的提升

随着科技进步和资源开发利用的精细化, 对非金属地质矿产勘查精度的要求日益提高。精准确定矿体边界、品位变化以及深部延伸情况, 对于合理规划开采方案、提高资源利用率至关重要。同时, 环保意识的增强使得勘查工作必须遵循严格的生态环境保护法规, 尽量减少对环境的扰动和破坏, 这对勘查手段和方法的选择与实施提出了新挑战。^[2]

二、非金属地质矿产勘查工作手段和方法

(一) 地质填图

1. 传统地质填图方法

传统地质填图是通过野外实地观察, 详细记录地层、岩石、

构造等地质信息，绘制地质图件。地质人员在野外沿一定路线进行观测，测量地层产状，描述岩石特征，识别构造形迹，如褶皱、断层等。通过对不同地质单元的划分和连接，构建区域地质框架。这种方法是勘查工作的基础，能够直观反映地表地质现象，为后续勘查工作提供宏观地质背景资料。例如，在沉积岩分布区，通过地质填图可确定不同地层的岩性组合和沉积相特征，分析其与非金属矿产形成的关系。

2. 数字化地质填图技术

随着信息技术的发展，数字化地质填图技术逐渐取代传统手工填图。该技术利用全球定位系统（GPS）确定观测点位置，通过手持数据采集终端记录地质信息，如岩石类型、产状、构造等，并实时上传至数据库。利用地理信息系统（GIS）软件对采集的数据进行处理、分析和可视化表达，生成高精度的地质图件。数字化地质填图提高了数据采集的准确性和效率，便于数据管理和共享，同时能够利用GIS的空间分析功能，深入研究地质体之间的空间关系，为矿产勘查提供更丰富的信息。^[3]

（二）地球物理勘查

1. 重力勘查

重力勘查基于不同岩石和矿体具有不同密度，从而引起重力场变化的原理。通过测量地面上各点的重力值，分析重力异常，推断地下地质构造和矿体分布。在非金属矿产勘查中，如盐类矿产，其密度与围岩差异明显，可利用重力勘查圈定盐体分布范围。在勘查过程中，使用高精度重力仪进行测量，对获取的重力数据进行地形校正、正常场校正等处理，突出与矿体相关的重力异常。通过反演计算，可进一步推测矿体的形态、深度和规模。^[4]

2. 磁力勘查

磁力勘查利用岩石和矿石的磁性差异，通过测量地磁场强度的变化来寻找磁性矿体或推断地质构造。许多非金属矿产，如石墨矿、石棉矿等，其围岩或矿体本身具有一定磁性。在磁力勘查中，使用磁力仪在地面、航空或海洋进行测量，获取磁力数据。对数据进行处理和分析，绘制磁力异常图，根据异常特征判断磁性地质体的分布。例如，在寻找石墨矿时，石墨化程度较高的岩石会产生明显的磁力异常，通过分析异常形态和强度，可确定石墨矿的潜在分布区域。

3. 电法勘查

电法勘查基于岩石和矿石电学性质的差异，通过向地下施加电场或磁场，测量电场或磁场的分布和变化，来探测地下地质体。常见的电法勘查方法有电阻率法、激发极化法等。电阻率法利用不同岩石和矿体电阻率的差异，通过测量地下电阻率分布，识别低阻或高阻异常区，推断矿体位置。激发极化法用于寻找具有激发极化效应的矿体，如金属硫化物矿化的非金属矿。在非金属矿产勘查中，电法勘查可有效探测地下隐伏矿体、断裂构造以及岩溶洞穴等地质现象，为勘查工作提供重要信息。^[5]

（三）地球化学勘查

1. 土壤地球化学测量

土壤地球化学测量是在地表土壤中采集样品，分析其中化学元素的含量和分布特征。不同的非金属矿产在风化过程中会向周

围土壤中释放特征元素，形成异常富集区。通过对土壤样品中元素的分析，绘制地球化学图，圈定异常区域，进而寻找与之相关的非金属矿体。在勘查过程中，按照一定的网格间距采集土壤样品，一般采样深度为0.5-1.0米，以避免地表污染层。对样品进行加工处理后，采用原子吸收光谱、电感耦合等离子体质谱等分析方法测定元素含量。土壤地球化学测量具有成本低、效率高的特点，适用于大面积普查阶段，能够快速圈定找矿靶区。

2. 水系沉积物地球化学测量

水系沉积物地球化学测量是采集水系中的沉积物样品，分析其中元素含量。由于水系具有汇水作用，能够将上游流域内的元素携带并沉积在水系沉积物中。通过分析水系沉积物中的元素异常，可追溯到上游的矿化源。在非金属矿勘查中，该方法可用于大面积区域的勘查，特别是在地形复杂、交通不便的山区，具有明显优势。采样时，一般在河流、溪流的交汇点、河漫滩等位置采集沉积物样品，分析方法与土壤地球化学测量类似。水系沉积物地球化学测量能够有效发现远距离的矿化信息，为确定找矿方向提供依据。^[7]

3. 气体地球化学测量

气体地球化学测量主要检测土壤、大气中与非金属矿产相关的气体成分和含量。一些非金属矿产，如天然气水合物、盐类矿床等，会释放特殊气体，如甲烷、硫化氢等。通过检测这些气体的异常，可推测地下矿体的存在。在勘查过程中，使用气体检测仪器在地面采集土壤气或大气样品，分析其中目标气体的浓度和同位素组成。气体地球化学测量具有快速、灵敏的特点，能够在早期发现潜在的非金属矿化信息，尤其适用于寻找深部隐伏矿体和覆盖区下的矿体。

（四）遥感技术应用

1. 可见光 - 近红外遥感

可见光 - 近红外遥感利用不同岩石、矿物在可见光和近红外波段的反射光谱特征差异，识别和分析地质体。许多非金属矿物具有独特的光谱吸收特征，通过对遥感影像的光谱分析，可提取矿物信息，绘制矿物分布图。例如，在寻找高岭土矿时，高岭土在近红外波段具有明显的光谱吸收谷，利用这一特征可在遥感影像上识别高岭土矿化区域。在实际应用中，使用高分辨率遥感卫星或航空遥感平台获取影像数据，运用光谱解混、图像分类等技术对影像进行处理和分析，提高矿物识别的准确性和精度。^[8]

2. 热红外遥感

热红外遥感通过测量地球表面物体的热辐射特征，获取地质信息。不同岩石和矿物的热导率、比热容等热物理性质不同，在热红外波段表现出不同的辐射温度。在非金属矿勘查中，热红外遥感可用于探测地热资源相关的非金属矿产，如温泉附近的硅质岩、硫磺矿等。同时，通过分析热红外影像上的热异常，可推断地下地质构造和隐伏矿体。在勘查过程中，利用热红外传感器获取地面热辐射信息，经过辐射校正、温度反演等处理，生成热红外图像，对图像进行分析和解释，提取与非金属矿勘查相关的信息。

（五）钻探与坑探

1. 钻探技术

钻探是获取地下岩芯样品，直接了解地下地质结构和矿体特征的重要手段。在非金属地质矿产勘查中，根据勘查目的和地质条件选择合适的钻探设备和工艺。对于浅部矿体勘查，可采用轻便型钻机，如背包钻机，其具有机动性强、成本低的特点。对于深部矿体勘查，则需使用大型深部钻探设备，如千米以上的深孔钻机。在钻探过程中，采用岩芯钻探技术，获取完整的岩芯样品，通过对岩芯的观察、分析，确定岩石类型、矿体厚度、品位变化等信息。同时，可在钻孔中进行地球物理测井，获取更多的地下地质参数，如电阻率、自然电位等，进一步了解矿体和围岩的特征。^[9]

2. 坑探技术

坑探包括探槽、浅井、平硐等工程手段，适用于地表或近地表地质勘查。探槽主要用于揭露地表地质现象，在矿体露头附近挖掘槽沟，观察槽壁地质情况，采集样品进行分析。浅井一般用于深度较浅的矿体勘查，可直接进入井内观察和采样。平硐则适用于地形较陡、矿体呈水平或缓倾斜状的区域，通过在山体中挖掘平硐，直接揭露矿体，便于详细研究矿体的产状、矿石质量等。坑探工程能够提供直观的地质信息，为准确评估矿体规模和质量提供可靠依据，但成本较高，施工难度较大，一般在勘查后期阶段使用。

三、非金属地质矿产勘查技术的发展趋势

（一）多技术融合与综合勘查

随着勘查工作的深入，单一勘查技术难以满足复杂地质条件和多元化勘查目标的需求。未来，非金属地质矿产勘查将更加注重多技术融合，综合运用地质填图、地球物理、地球化学、遥感以及钻探坑探等多种技术手段，实现优势互补。通过多源数据的融合与分析，构建全面、准确的地质模型，提高勘查效率和精度。例如，将地球物理异常与地球化学异常相结合，结合地质背景分析，可更准确地确定矿体位置和规模。^[10]

（二）智能化与自动化勘查技术发展

随着人工智能、大数据、物联网等技术的发展，非金属地质矿产勘查将向智能化、自动化方向迈进。智能化勘查设备能够自动采集、处理和分析勘查数据，快速识别异常信息，优化勘查方案。例如，利用无人机搭载地球物理和地球化学探测设备，实现大面积、高效率的勘查数据采集，并通过人工智能算法对数据进行实时分析，快速圈定找矿靶区。自动化钻探设备能够根据预设参数自动调整钻进参数，提高钻探效率和岩芯采取率。智能化与自动化勘查技术的应用将大大降低劳动强度，提高勘查工作的质量和效率。

（三）绿色环保勘查技术创新

在环保要求日益严格的背景下，绿色环保勘查技术将成为未来发展的重要方向。研发对环境影响小的勘查方法和设备，减少勘查过程中的废弃物排放和生态破坏。例如，采用生物地球化学

勘查技术，利用植物对土壤中元素的吸收和富集特性，间接获取地下地质信息，减少传统地球化学勘查中的样品采集量和化学试剂使用量。同时，在勘查工程施工中，采用环保型泥浆、粉尘控制技术，降低对周边环境的污染，实现非金属地质矿产勘查与生态环境保护的协调发展。

四、结论

新时期非金属地质矿产勘查工作面临着勘查目标多元化与复杂化、地质条件复杂以及勘查精度与环保要求提升等诸多挑战。通过综合运用地质填图、地球物理勘查、地球化学勘查、遥感技术以及钻探与坑探等多种工作手段和方法，并不断推动技术创新与发展，如多技术融合、智能化与自动化以及绿色环保勘查技术的应用，能够有效应对这些挑战，提高非金属地质矿产勘查的效率与精度，为非金属地质矿产资源的合理开发利用提供坚实保障。未来，随着科技的不断进步，非金属地质矿产勘查技术将持续创新，在保障资源供给、促进经济社会可持续发展方面发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1] 旷爱华. 新时期金属非金属地质矿产勘查工作手段和方法 [J]. 世界有色金属, 2022, (18): 97-99.
- [2] 樊建伟, 黎海军. 新时期金属和非金属矿产地质勘查工作手段和方法 [J]. 世界有色金属, 2020, (15): 110-111.
- [3] 孙超, 郭鹏. 浅析新时期非金属地质矿产勘查工作手段和方法 [J]. 华北自然资源, 2022(01): 89-91.
- [4] 王佟, 孙杰, 江涛, 林中月, 张博, 赵欣, 谢志清. 煤炭生态地质勘查基本构架与科学问题 [J]. 煤炭学报, 2020, 45(01): 276-284.
- [5] 代长江, 吴均华. 探究新时期地质矿产勘查工作手段及方法 [J]. 世界有色金属, 2018(22): 124+126.
- [6] 赵玮森, 杨家豪, 张苏苏. 新时期地质矿产勘查工作手段及方法浅析 [J]. 中国金属通报, 2019(12): 267-268.
- [7] 周辉. 非金属地质矿产勘查手段与方法研究 [J]. 冶金管理, 2020(23): 84+92.
- [8] 杨楠. 非金属矿产地质勘查与开发利用探讨 [J]. 科技经济导刊, 2020, 28(11): 69-70.
- [9] 王强, 左海洋, 王彦新, 吕龙祥, 杨光. 新时期地质矿产勘查工作手段及方法浅析 [J]. 冶金管理, 2020(03): 151-152.
- [10] 郭家能. 金属非金属地下开采矿山存在的主要安全技术问题及对策建议 [J]. 世界有色金属, 2020(14): 47-48.