

# 综合物探方法在某地区铀矿勘查中的应用

张 锋

中陕核工业集团地质调查院有限公司 陕西 西安 710199

**摘 要:** 铀是一种重要的核燃料资源,能够保障我国核能的可持续发展和满足能源需。在铀矿勘查中,了解地下的地质构造和岩性分布对于确定铀矿体的位置和规模至关重要。为了提高勘查效率和准确性,综合物探方法在铀矿勘查中得到了广泛应用。因此,本文通过对铀矿的特点和形成机制进行分析,在此基础上探讨了综合物探方法在某地区铀矿勘查中的应用,以便为相关人员提供借鉴。

**关键词:** 综合物探方法; 铀矿勘查; 应用

## Application of Comprehensive Geophysical Methods in Uranium Exploration in a Certain Area

Zhang Feng

China Shaanxi Nuclear Industry Group Geological Survey Institute Co., Ltd. Xi'an City, Shaanxi Province 710199

**Abstract:** Uranium is an important nuclear fuel resource that can ensure the sustainable development of nuclear energy in China and meet energy needs. In uranium exploration, understanding the geological structure and lithology distribution underground is crucial for determining the location and scale of uranium ore bodies. In order to improve exploration efficiency and accuracy, comprehensive geophysical methods have been widely applied in uranium exploration. Therefore, this article analyzes the characteristics and formation mechanism of uranium deposits, and based on this, explores the application of comprehensive geophysical methods in uranium exploration in a certain area, in order to provide reference for relevant personnel.

**Keywords:** Comprehensive geophysical methods; Uranium exploration; application

铀矿勘查是一项重要的矿产资源勘查工作,对于国家的经济和能源安全具有重要意义。综合物探方法在铀矿勘查中具有广泛应用的优势,因为铀矿的分布常常受到地质构造、地下水体和放射性元素的影响。因此,在某地区铀矿勘查中,综合应用多种物探技术是非常必要和重要的。

### 1 铀矿的特点和形成机制

#### 1.1 铀的性质和地球分布

铀(U)是一种化学元素,位于元素周期表的第92位。它是一种放射性金属,具有高密度和高熔点。铀在自然界中较为丰富,存在于地壳、海水、岩石、土壤以及一些矿石中。地球上最常见的铀同位素是铀-238,它具有较长的半衰期,是铀矿勘查中最重要的同位素之一。铀在地球上的分布是不均匀的。通常,铀含量较高的地区包括花岗岩、黑云母页岩和砂岩等。此外,一些富含铀的矿石,如铀铅矿和磷酸铀矿,也被发现存在于地球深处的矿床中。全球最主要的铀生产国包括加拿大、澳大利亚、喀麦隆和哈萨克斯坦等地。

#### 1.2 铀矿的形成过程和地质特征

铀矿的形成涉及多个地质过程和特征。以下是铀矿形成

的一般过程描述:

1.2.1 地质过程: 铀矿的形成通常涉及地壳中的构造活动和热液循环。构造活动(如地壳运动、火山喷发等)会产生裂隙和断层,为后续的铀矿物沉积创造条件。热液循环则可能使铀从岩石中被溶解,并通过渗透和沉淀形成铀矿体<sup>[1]</sup>。

1.2.2 地质特征: 铀矿往往与特定的地质特征相关。例如,花岗岩和岩基中的铀矿常常与铀-钍矿物关联,并通过岩浆和热液的作用逐渐沉淀形成。黑云母页岩中的铀矿一般以二氧化铀的形式存在,其形成与古代湖泊或海洋环境中的沉积作用有关。砂岩和砾岩中的铀矿则通常是由富含铀的颗粒物质沉积形成。铀矿的形成是一个复杂的地质过程,需要特定的地质条件和物质交换作用。铀矿的地质特征的理解对于铀矿勘查和开发工作的进行具有重要意义,可以指导勘探者确定最有希望找到铀矿床的区域和方法,提高勘查效率和成果。

### 2 综合物探方法的概述

综合物探方法是指利用多种物理现象与原理相结合来进行地下勘探和探测的一种综合性技术手段。它结合了重力、

磁力、电磁、地震和辐射等多种物理方法，通过测量和分析地下岩石、矿石、矿床等物理场的变化，来推断地下的构造、岩性、含矿体积和性质等信息。

综合物探方法具有以下几个特点和优势：1. 多参数综合：综合物探方法可以同时测量并分析多种物理场参数，如重力场、磁场、电磁场和地震波等。通过多参数的综合使用，可以互相补充和验证，提高数据的可靠性和解释的准确性。2. 非破坏性：综合物探方法不需要直接接触地下，通过对地表的测量和分析，可以获取地下信息，而无需对地下进行破坏性操作。这样可以避免对环境和地下资源的破坏，提高勘探的经济性和可持续性。3. 探测深度大：不同的物探方法具有不同的探测深度范围，综合使用多种物理方法可以扩大勘探的范围和深度，对于深部矿床的勘探具有较大的优势<sup>[2]</sup>。4. 可视化展示：通过数据采集和处理，综合物探方法可以将地下信息转化为图像、图表等形式进行展示，使复杂的地质信息更加直观和可视化，方便勘探者进行数据解读和决策。综合物探方法是一种有效的地下勘探手段，通过综合应用多种物理方法，可以获取地下的信息，为矿产资源勘探和地质工程提供重要的技术支持和决策依据。

### 3 综合物探方法在铀矿勘查中的应用

#### 3.1 重力法和磁法

##### 3.1.1 原理和仪器设备

重力法：基于测量地球引力场的变化来推断地下密度变化。重力仪器通常是采用重力计，可以测定地球的重力加速度，并记录不同位置上的重力值。

磁法：基于测量地球的磁场强度和方向变化来推断地下岩石的磁性差异。磁力仪器通常包括磁力计和磁度计，可以测量地磁场的强度和方向，并记录磁场参数。

##### 3.1.2 数据处理和解释方法

重力法：对于重力数据，常规的数据处理包括剖面分析、正演建模和反演解释等。通过剖面分析，可以识别出异常信号，确定勘探目标区域。正演建模可以模拟地下异常体的重力效应。反演解释则是通过将观测数据与模拟数据进行对比，推断地下密度分布的变化。

磁法：对于磁法数据，常用的数据处理方法包括剖面分析、海森矩阵计算和反演建模等。剖面分析可以提取异常信号，确定勘探区域。海森矩阵计算可以推断地下岩石的磁化属性。反演建模则是通过将观测数据与模拟数据进行对比，推断地下岩石的磁性差异。

##### 3.1.3 在铀矿勘查中的应用案例和效果评估

重力法和磁法在铀矿勘查中被广泛应用。重力法可以用于定位铀矿矿体附近的岩石密度异常地区，因为铀矿矿体往往具有较高的密度。磁法则可以用于探测与铀矿有关的磁性异常地区，因为一些含铀矿石具有较高的磁化率。应用案例：例如，在某地区的铀矿勘查中，重力法和磁法被用来寻找潜在的铀矿床。重力数据显示出一条梯形形状的异常区

域，推测为潜在的铀矿矿体。而磁法数据则显示出一系列磁性异常，与重力异常区域部分重叠，进一步确认了勘查目标和区域的准确性<sup>[3]</sup>。

效果评估：综合重力法和磁法数据的解释，可以提供有关铀矿床位置、规模和形态的重要线索。通过与实际勘探钻探结果进行对比，可以验证综合物探方法的准确性和可行性，为后续的勘探工作提供指导和决策依据。

综合重力法和磁法在铀矿勘查中的应用，可以发现潜在的铀矿床，确定勘查目标区域，并提供宝贵的地下信息。通过数据处理和解释，可以进一步理解地下的构造、岩性和含矿体的特征，为铀矿勘查的后续工作提供重要的理论支持和实践指导。

#### 3.2 电磁法和地震法

##### 3.2.1 原理和仪器设备

电磁法：电磁法利用地下的电磁场变化来推断地下岩石的电导率差异。其中，感应电磁法（TEM）通过变化的磁场产生地下的感应电流，测量感应电流产生的磁场响应来推断地下电导率；电磁测深法（EM）通过测量地下电磁场的强度和相位变化来推断地下电导率<sup>[4]</sup>。

地震法：地震法利用地震波在地下的传播速度和反射、折射等现象来推断地下的岩性和构造。地震波通常通过震源产生，然后经过地下的介质传播，最后由地面上的地震仪器接收和记录。根据传播路径和传播时间，可以推断地下的物性差异。

##### 3.2.2 数据处理和解释方法

电磁法：电磁数据的处理包括滤波、叠加、去除噪声等。常用的解释方法包括主成分分析、偏移校正等。通过对电磁数据进行处理和解释，可以推断地下电导率的分布，进而推断地下岩石的性质和构造。

地震法：地震数据的处理包括去除噪声、校正、叠加等。解释方法包括速度分析、时间深度转换等。通过对地震数据进行处理和解释，可以推断地下的岩性、构造和可能的含矿体位置。

##### 3.2.3 在铀矿勘查中的应用案例和效果评估

电磁法：电磁法在铀矿勘查中被广泛应用。例如，TEM方法可以探测到地下电导率异常，识别出潜在的含铀矿体位置。EM方法可以用于探测含铀矿体周围的地下岩性的变化，从而推断出可能的铀矿体分布区域。电磁法在铀矿勘查中的应用效果已经得到了验证，可以提高勘查效率和准确性。

地震法：地震法在铀矿勘查中也有应用。地震波的传播受地下介质的物性影响，可以探测到岩性、构造异常，找到与铀矿相关的异常区域。地震法在铀矿勘查中的应用效果也已经得到验证，可以提供重要的地质信息，辅助勘查工作。

综合应用：在实际的铀矿勘查中，往往会采用电磁法和地震法的综合应用。两种方法各自具有特定的优势和局限性，通过综合利用可以提高勘查效果。例如，电磁法可以先

进行广域快速勘查, 筛选出具有潜在矿化特征的区域; 地震法可以进一步对选定区域进行高分辨率的勘查, 获取更详细的地质信息。

效果评估方面, 综合应用电磁法和地震法的铀矿勘查案例已经有一定的积累。根据实际勘查结果和与地质实际情况的对比, 可以对应用效果进行评估。评估结果可以包括勘查的准确性、发现目标矿化体的能力、勘查效率等方面的指标。同时, 还可以结合其他勘查方法和工作, 综合评价综合应用的效果和优劣势。电磁法和地震法在铀矿勘查中具有广泛的应用价值。它们通过观测地下电磁场或地震波的变化, 能够提供铀矿体的存在、分布情况以及矿化程度等重要信息, 为铀矿勘查提供科学依据和技术支持

### 3.3 辐射测量法

辐射测量法是铀矿勘查中常用的一种方法, 它通过测量地表或地下的辐射水平来推断铀矿体的存在及其矿化程度。辐射测量法在铀矿勘查中具有重要的应用价值, 下面将对其原理和应用进行详细介绍。

辐射测量法是基于铀矿中普遍存在的放射性元素铀及其衰变产物的放射性衰变过程。铀矿中的放射性元素会释放出一种特殊的辐射, 包括 $\alpha$ 粒子、 $\beta$ 粒子和 $\gamma$ 射线。这些辐射能够穿透地下岩土, 并通过测量地表或地下的辐射水平, 来推断地下铀矿体的存在和特征。

在铀矿勘查中, 辐射测量法主要包括室内测量和野外测量两种方法: 第一, 室内测量是指对采集自矿区或岩石样品的放射性测量。这些样品通常通过地下采样或钻孔获取, 然后通过实验室的仪器进行测定。室内测量可以获得样品中铀矿的含量、辐射能量等信息, 从而推断出地下铀矿体的存在及其矿化程度。第二, 野外测量是指在地表或地下进行的辐射测量。常用的仪器包括辐射计、 $\gamma$ 射线探测器等。野外测量可以获得地表或地下的辐射水平, 进一步推断出地下铀矿体的分布情况。野外测量可以通过飞机、卫星或地面测量航线等方式进行, 以获取更广泛的观测范围和更精确的

数据<sup>[5]</sup>。

辐射测量法在铀矿勘查中具有广泛的应用价值。首先, 辐射测量法能够提供铀矿的存在和分布情况。通过测量地表或地下的辐射水平, 可以推断出铀矿体的存在及其可能的位置和分布范围。其次, 辐射测量法可以提供铀矿的矿化程度信息。不同矿化程度的铀矿释放的辐射水平不同, 通过测量辐射水平的变化, 可以推断出铀矿体的矿化程度, 为勘探和开采提供指导。辐射测量法通过测量地表或地下的辐射水平, 能够推断铀矿体的存在、分布情况和矿化程度, 为铀矿的勘查和开采提供重要的科学依据和技术支持。

### 结语

综合物探方法在某地区铀矿勘查中的应用具有重要的意义和价值。通过电磁法、地震法和辐射测量法等多种物探技术的综合应用, 可以获得更全面、准确的地下地质信息, 为铀矿勘查提供科学依据和技术支持。这些方法可以用于探测铀矿石的存在和分布情况, 推断铀矿体的矿化程度以及地下地质背景。因此, 进一步研究和应用综合物探方法在铀矿勘查中的技术和方法, 具有重要意义和广阔的发展前景。

### 参考文献

- [1]时志浩,叶雷刚,陈擎等.综合物探方法在柴达木盆地北缘查查香卡地区铀矿勘查中的应用[J].铀矿地质,2021,37(06):1101-1111.
- [2]焦智伟,王亚飞,艾虎等.综合物探方法在桂北地区铀矿勘查中的应用[J].矿产与地质,2021,35(05):923-932+946.
- [3]颜嘉庆,庞雅庆,刘祐等.综合物探方法在长排-学堂坳地区花岗岩型铀矿勘查中的应用[J].东华理工大学学报(自然科学版),2021,44(04):356-363.
- [4]魏永强,江成泽,常树帅等.综合物探方法在陕西富县地区铀矿勘查中的应用[J].矿产勘查,2021,12(03):710-717.
- [5]李英宾,谢明宏,张占彬等.综合物探方法在上杭盆地古石背地区铀矿勘查中的应用[J].物探与化探,2020,44(06):1283-1293.