

# 磁法勘探在矿产资源评估中的精确度分析

郭慧芬<sup>1,2</sup> 冯磊<sup>1,2</sup> 何长勋<sup>1,2</sup> 梅昌旺<sup>1,2</sup>

1. 河南省地质局矿产资源勘查中心 河南 郑州 450000

2. 河南省自然资源科技创新中心(地球物理深部探测研究) 河南 郑州 450000

**摘要:** 本文旨在深入探讨磁法勘探在矿产资源评估中的精确度问题,从磁法勘探的基本原理出发,分析其影响因素,并讨论提高精确度的方法和策略。通过理论分析与文献综述,本文旨在为磁法勘探在矿产资源评估中的实际应用提供理论支持和指导。

**关键词:** 磁法勘探; 矿产资源评估; 精确度; 地球物理勘探

## 引言

磁法勘探作为一种地球物理勘探方法,在矿产资源评估中发挥着重要作用。通过观测和分析由地下介质磁性差异引起的磁场变化,磁法勘探能够揭示地下矿体的存在、分布和性质。然而,在实际应用中,磁法勘探的精确度受到多种因素的影响。因此,本文将从多个方面分析磁法勘探在矿产资源评估中的精确度问题,并提出相应的解决策略。

## 1 磁法勘探的基本原理

### 1.1 磁法勘探的定义与分类

磁法勘探是通过观测和分析由地下介质磁性差异引起的磁场变化,来研究地质构造和矿产资源分布规律的一种地球物理方法。这种方法基于岩石、矿石等地质体因含有不同磁性矿物而具有不同的磁性特征,当它们处于地球磁场中时,会产生局部磁场异常,这些异常可以通过专门的仪器进行观测和测量。根据观测方式的不同,磁法勘探可分为多种类型。①地面磁法:是在地表或接近地表的位置进行磁测,通过布置测网和测量磁异常,来推断地下磁性体的分布和性质。这种方法具有操作简便、成本相对较低的优点,广泛应用于矿产资源普查、地质构造研究等领域。②航空磁法:是利用飞机搭载磁力仪在空中进行磁测,具有测量速度快、覆盖面积广的特点。它适用于大范围的区域地质调查和矿产资源勘探,特别是在地形复杂、交通不便的地区,航空磁法具有独特的优势。③海洋磁法:是在海洋环境中进行的磁测,主要用于海洋地质调查和海底矿产资源勘探。通过测量海面 and 海底的磁场变化,可以揭示海底的地质构造

和磁性体的分布。④井中磁法:是在钻孔或井中进行磁测,用于研究井下地质体的磁性特征和分布情况。这种方法在油气田勘探、地热资源勘探等领域具有重要应用价值。磁法勘探的各种方法都有其独特的应用场景和优势,可以根据具体的勘探需求和地质条件选择合适的方法<sup>[1]</sup>。通过综合应用不同类型的磁法勘探技术,可以更加全面、准确地了解地下地质构造和矿产资源分布规律。

### 1.2 磁异常的产生与解释

磁异常是磁法勘探中观测到的地球磁场局部变化现象,主要由磁性岩(矿)石在地球磁场磁化作用下产生。地球本身具有一个稳定的磁场,称为地磁场,而地下岩石和矿石由于含有不同种类和数量的磁性矿物,会在地磁场的作用下被磁化,从而产生附加的磁场。当这些附加磁场叠加在地磁场上时,就会在地表或空中形成可观的磁异常。磁异常的产生不仅与磁性岩(矿)石的磁性特征有关,还受到其分布、形态、埋深以及地磁场的方向和强度等多种因素的影响。因此,通过观测和分析磁异常,可以推断地下矿体的存在、分布和性质,如矿体的形状、大小、埋深、磁性强度等。然而,磁异常的解释并不是简单的过程。由于磁异常是地下多种磁性体综合作用的结果,因此解释时需要结合地质、物性及其他物化探资料进行综合分析和判断。地质资料可以提供关于地层结构、岩性分布和地质历史等方面的信息,有助于理解磁异常的成因和背景。物性资料则包括岩石和矿石的磁性参数,如磁化率、剩余磁性等,这些参数对于解释磁异常的强度和分布具有重要意义。通过综合分析和解释,可以建立地下磁性体的模型,进一步推断矿产资源的分布和潜力。因此,磁异常的解释是一个复杂而综合的过程,需要充分利用多种资料和方法,结合地质和物性特征进行综合分析,以准确揭示地下矿体的真实情况。

**作者简介:** 郭慧芬(1978-),女,本科学历,毕业于吉林大学,工程师,主要从事地球物理勘探。

**通讯作者:** 冯磊(1977-),男,本科学历,毕业于郑州大学,高级工程师,主要从事地球物理勘探。

## 2 磁法勘探在矿产资源评估中的应用

### 2.1 磁铁矿床的评估

磁法勘探在磁铁矿床的评估中具有无可替代的重要作用。磁铁矿由于其强磁性特征，在地球磁场中会产生显著的磁异常，这为磁法勘探提供了有力的探测依据。通过地面磁法、航空磁法或井中磁法等技术手段，可以精确地观测到由磁铁矿引起的磁异常，进而确定磁铁矿的平面分布范围。在确定了磁铁矿的平面分布后，通过进一步的数据处理和分析，如磁异常的反演计算、三维建模等，可以推断出矿体的埋深、形态以及磁性强度等关键参数。这些信息对于后续的矿产资源开发和利用至关重要，可以帮助矿业公司制定合理的开采计划，提高资源回收率，降低开采成本。

### 2.2 金属矿床的评估

磁法勘探不仅限于磁铁矿床的评估，还广泛应用于寻找与磁性矿物共生的金属矿床。许多金属矿床，如铁矿、铬铁矿、镍矿等，都与磁性矿物有密切的共生关系。这些金属矿床在形成过程中，往往会伴随着磁性矿物的沉淀和富集，从而形成可探测的磁异常。通过磁法勘探，可以观测到由金属矿床及其共生矿物引起的磁异常，进而推断金属矿床的存在和分布范围。这种推断不仅有助于发现新的金属矿床，还可以为已有的矿床提供更深入的了解，如矿体的延伸情况、厚度变化等。这些信息对于矿产资源的评估和开采规划具有重要意义。此外，磁法勘探还可以与其他地球物理勘探方法（如重力勘探、电法勘探等）和地质学方法相结合，形成综合勘探体系<sup>[2]</sup>。通过多方法、多角度的数据融合和分析，可以提高矿产资源评估的准确性和可靠性，降低勘探风险，为矿业公司的决策提供有力支持。磁法勘探在矿产资源评估中发挥着重要作用，不仅适用于磁铁矿床的评估，也广泛应用于寻找与磁性矿物共生的金属矿床。随着技术的不断进步和方法的创新，磁法勘探在矿产资源评估中的应用前景将更加广阔。

## 3 影响磁法勘探精确度的因素

### 3.1 地质因素

地质构造、岩性组合和矿化类型等地质因素对磁法勘探的精确度具有至关重要的影响。地质构造的复杂性，如断裂、褶皱和岩浆活动等，可能导致磁异常的复杂性和多样性，使得磁异常的解释变得更为困难。不同的岩性组合，特别是那些含有磁性矿物的岩石，会对地球磁场产生不同的响应，从而干扰磁异常的准确识别。此外，矿化类型的差异也会影响磁异常的强度和分布特征，进一步增加了解释的难度。例如，在地质构造复杂

的区域，磁异常可能由多个不同来源的磁性体叠加产生，导致磁异常形态复杂，难以准确区分各个磁性体的贡献。而在岩性组合多变的地区，不同岩性的磁性差异可能导致磁异常的解释存在多解性，需要综合考虑多种可能性。

### 3.2 仪器精度与测网布置

仪器精度和测网布置是影响磁法勘探精确度的另两个关键因素。高精度磁法勘探要求使用高精度的磁测仪器，这些仪器需要具备高灵敏度、高稳定性和高分辨率等特点，以确保能够准确测量微弱的磁场变化。同时，仪器的性能还需要定期校准和检验，以确保其长期稳定运行。测网布置的合理性也是提高磁法勘探精确度的关键。测网的布置应根据勘探目标、地质条件和仪器性能等因素综合考虑，确保测线距离和测点密度满足勘探要求。过密的测网可能导致数据冗余和解释困难，而过疏的测网则可能遗漏重要的磁异常信息。因此，在实际勘探中，需要根据具体情况灵活调整测网布置方案，以达到最佳的勘探效果。此外，测网布置还应考虑地形、地貌和人文干扰等因素。在复杂地形或城市区域进行磁法勘探时，需要采取特殊措施来减少地形起伏、建筑物和人工磁场等干扰因素对磁测数据的影响<sup>[3]</sup>。例如，可以使用地形校正方法来消除地形起伏对磁测数据的影响，或者选择适当的时间段进行测量以避免人工磁场的高峰期。地质因素、仪器精度和测网布置是影响磁法勘探精确度的三个主要因素。在实际勘探中，需要综合考虑这些因素，并采取适当的措施来提高勘探的精确度。

### 3.3 数据处理与解释

数据处理与解释在磁法勘探中扮演着至关重要的角色，它们直接影响勘探结果的准确性和可靠性。这一环节不仅是技术层面的挑战，更是对勘探人员专业素质和经验的考验。在数据处理阶段，面对海量的原始数据，如何有效地提取出有用的磁异常信息是关键。这要求勘探人员掌握先进的数据处理技术，如数据清洗、滤波、反演等。数据清洗可以去除噪声和干扰，确保数据的真实性和准确性；滤波技术则可以帮助我们提取出特定频率段的信号，增强目标磁性体的响应；而反演技术则是根据观测数据推断地下磁性体的分布和特征，是数据处理中的核心环节。这些处理方法的正确应用，能够显著提高磁法勘探的精确度。然而，数据处理只是第一步，如何正确解释这些数据同样重要。在数据解释阶段，勘探人员需要将处理后的数据转化为地质信息，以揭示地下磁性体的分布和特征。这要求解释人员不仅具备扎实的地质知识，还需要结合实际情况，综合考虑地质背

景、物性参数等多种因素。同时,解释过程还应注意多解性的问题,即不同的解释方法或参数选择可能导致不同的解释结果。因此,解释人员需要谨慎选择解释策略,结合多种方法进行综合分析,以确保解释结果的合理性和可靠性。

#### 4 提高磁法勘探精确度的策略

##### 4.1 选用高精度磁测仪器

选用高精度磁测仪器是提高磁法勘探精确度的基石。随着科技的进步,现代磁测仪器如质子旋进磁力仪、磁通门磁力仪、光泵磁力仪等,已经具备了高精度、高灵敏度、高稳定性和高分辨率等优异性能。这些仪器能够精确地测量微弱的磁场变化,捕捉到地下磁性体的微小信号,从而满足高精度磁法勘探的需求。在实际应用中,选择适合的磁测仪器至关重要。不同的仪器有不同的适用场景和性能特点,因此需要根据勘探目的、地质条件、环境干扰等因素进行综合考虑。同时,仪器的定期校准和维护也是确保测量精度的关键,可以有效减少仪器误差和漂移对勘探结果的影响。

##### 4.2 合理布置测网

合理布置测网是提高磁法勘探精确度的另一个关键因素。测网的布置应充分考虑勘探目的、地质条件、地形地貌以及仪器性能等多方面因素。在测网布置过程中,首先要确定测线的方向和间距。测线的方向应垂直于地下磁性体的主要走向,以便更好地捕捉磁场变化。测线的间距则应根据地质条件的复杂程度和仪器的测量精度来确定,确保测网能够覆盖整个勘探区域,并准确反映地下介质磁性差异引起的磁场变化。其次,测点的密度也是测网布置中需要考虑的重要因素。在地质条件复杂或磁性体分布不均匀的区域,应适当增加测点密度,以提高勘探的分辨率和准确性。而在地质条件相对简单或磁性体分布均匀的区域,则可以适当减少测点密度,以节省勘探成本和时间。

##### 4.3 优化数据处理与解释方法

优化数据处理与解释方法是提升磁法勘探精确度的关键步骤。在数据处理阶段,应用先进的滤波、平滑和插值等技术,可以有效减少数据中的噪声和误差,提高数据的真实性和可靠性。例如,采用自适应滤波技术可以根据数据的特性自动调整滤波参数,从而更好地保留有用信号并抑制噪声。同时,利用插值技术可以填补数

据中的空缺部分,使得数据集更加完整和连续。在数据解释阶段,应结合地质、物性及其他物化探资料进行综合分析及解释。这包括了解地质背景和磁性体的分布规律,考虑地形、高度、仪器误差等因素对数据的影响,以及利用其他物化探资料(如重力、电法等)进行联合解释。

##### 4.4 加强质量控制与监督

加强质量控制与监督是确保磁法勘探精确度的有力保障。在勘探过程中,应建立严格的质量控制体系,对仪器设备、测网布置、数据采集和处理等环节进行全过程监控和管理。这包括定期对仪器进行校准和维护,确保仪器的性能和精度;对测网布置进行合理规划,确保测网覆盖整个勘探区域并能够准确反映地下介质磁性差异引起的磁场变化;对数据采集过程进行严格控制,确保数据的真实性和完整性;对数据处理过程进行规范操作,确保处理结果的准确性和可靠性。同时,还应加强质量监督工作,定期对勘探工作进行检查和评估,及时发现和纠正存在的问题。通过加强质量控制与监督,可以确保勘探工作的规范性和有效性,提高磁法勘探的精确度。优化数据处理与解释方法以及加强质量控制与监督是提高磁法勘探精确度的有效策略。这些策略的实施需要勘探人员具备扎实的专业知识和丰富的实践经验,并结合实际情况进行灵活调整和优化,以确保勘探结果的准确性和可靠性。

#### 结束语

磁法勘探在矿产资源评估中发挥着重要作用,但其精确度受到多种因素的影响。通过选用高精度磁测仪器、合理布置测网、优化数据处理与解释方法以及加强质量控制与监督等措施,可以显著提高磁法勘探的精确度,为矿产资源评估提供更加可靠的数据支持。未来,随着科学技术的不断进步和勘探技术的不断发展,磁法勘探在矿产资源评估中的应用前景将更加广阔。

#### 参考文献

- [1]赵记同.磁法勘探在多金属矿普查中的应用初探[J].世界有色金属,2020,(10):134-135.
- [2]李剑琦.磁法勘探在实例找矿中的应用[J].世界有色金属,2017,(20):92-93.
- [3]郑有斌,马小东,王镕基.磁法勘探在固体矿产勘查中的应用[J].世界有色金属,2017,(15):75-76.