

地球物理勘查技术在金矿勘探中的应用

苏 飞 卢克鹏

中化地质矿山总局吉林地质勘查院 吉林 长春 130000

摘 要: 地球物理勘查技术在金矿勘探中发挥着关键作用。该技术利用地下岩石和矿物的物理性质差异,通过测量和分析地表或地下空间中的物理场变化,揭示地质构造和矿产资源分布规律。本文综述重力勘探、磁法勘探、电法勘探、地震勘探和放射性勘探等地球物理勘查技术在金矿勘探中的应用原理、方法和效果,并探讨其发展趋势。这些技术为金矿勘探提供高效、准确的手段,有助于实现金矿资源的可持续开发和利用。

关键词: 地球物理勘查技术; 金矿勘探; 地球物理特性; 勘查方法

引言: 金矿勘探是地质勘查领域的重要任务之一,对于保障国家经济安全和推动矿业发展具有重要意义。地球物理勘查技术作为金矿勘探的重要手段,具有探测范围广、分辨率高、非破坏性等优点。本文旨在探讨地球物理勘查技术在金矿勘探中的应用,以期为金矿资源的勘探和开发提供科学依据和技术支持。

1 金矿勘探基础理论

1.1 金矿成因与成矿规律

金矿的形成是一个复杂的地质过程,通常涉及多种地质因素。金矿的成因主要可以分为几种类型:(1)与中酸性侵入岩有关的金矿床。这类金矿通常与花岗岩浆派生含金热液有关,形成的含金石英脉和含金破碎蚀变岩。(2)与火山-次火山岩有关的金矿床。这类金矿包括浅成低温热液型、斑岩型、爆破角砾岩型和热泉型等。它们在地质历史中,由于火山活动或岩浆活动而形成的。(3)沉积岩(微细浸染)型金矿床。这类金矿主要分布在滇黔桂、陕甘川等地区,是沉积作用过程中金元素逐渐富集而形成的。(4)与变质岩有关的金矿床。这类金矿包括变质火山岩中的绿岩型金矿床和变质沉积岩中的金矿床。它们是在地质历史中,由于变质作用而形成的。(5)金矿的成矿规律主要受到地质构造、岩浆活动、沉积作用和变质作用等多种因素的影响。在成矿过程中,金元素通常会在特定的地质条件下富集,形成具有经济价值的金矿床。这些条件包括有利的地层、岩浆活动、化学元素组合和地质构造等。

1.2 金矿地质特征

金矿的地质特征主要包括几个方面;第一、地层特征:金矿通常赋存于特定的地层中,这些地层通常具有特殊的岩石组合和构造特征。例如,绿岩带型金矿通常赋存于变中基性火山岩系和部分沉积岩系中^[1]。第二、岩浆活动:岩浆活动是金矿形成的重要因素之一。岩浆中

的热量和化学元素可以促进金元素的聚集和富集。金矿通常与岩浆岩有关,特别是与中酸性侵入岩和火山-次火山岩有关。第三、化学元素组合:金矿的形成通常涉及多种化学元素的组合。除了金元素外,还包括碲、银、铜、铅、锌等元素。这些元素在地质过程中与金元素一起富集,形成具有经济价值的金矿床。第四、地质构造:地质构造对金矿的形成和分布具有重要影响。断裂带、褶皱带和岩浆侵入体等构造特征通常与金矿的形成密切相关。这些构造特征为金元素的富集提供了有利的地质条件。

2 地球物理勘查技术在金矿勘探中的适用性

2.1 金矿的地质特征与地球物理响应

金矿的地质特征复杂多样,但其特定的地质构造和岩石组合为地球物理勘查技术提供了应用的基础。金矿通常出现在地壳与地幔中富含金矿成矿物质的区域,这些区域的地质构造往往复杂,包括断裂带、褶皱带和火山喷发带等。这些地质构造为金矿的形成提供了有利的环境。在岩浆的构造作用下,金属硫化物富集,形成金矿脉。金矿脉一般呈带状或条形,具有一定的走向和倾向,宽度和延伸程度各异。这些特征使得地球物理勘查技术能够利用不同物理性质的差异来探测金矿。地球物理勘查技术中,如地面高精度磁测和二维激电测深等方法,对金矿的地质特征具有良好的响应。金矿脉中的硫化物通常具有较强的导电性和磁性,这使得电磁法和磁法勘查技术能够探测到金矿脉的存在,金矿脉附近的岩石由于热液交代和变质作用,其物理性质也会发生变化,如电阻率、极化率和密度的变化,这些变化可以通过相应的地球物理勘查技术来识别。

2.2 不同勘查技术在金矿勘探中的适用性评估

在金矿勘探中,不同的地球物理勘查技术具有各自的优点和适用性。地面高精度磁测技术是一种常用的勘

查方法,它能够测量地下岩石的磁性变化,从而推断地质构造和矿产资源的分布。在金矿勘探中,地面高精度磁测技术能够识别金矿脉中的磁性硫化物,为金矿勘探提供重要的线索。二维激电测深技术则是通过测量地下岩石的极化率变化来推断地质结构和矿产资源的分布。金矿脉中的硫化物通常具有较高的极化率,这使得二维激电测深技术能够准确地探测到金矿脉的存在。大地电磁测深、瞬变电磁法、地震层析成像和可控源音频大地电磁法等地球物理勘查技术也在金矿勘探中得到了广泛应用。这些技术能够深入到地下深处,对地质结构和矿产资源进行详细的探测和分析。

3 地球物理勘查技术在金矿勘探中的应用

3.1 重力勘探在金矿勘探中的应用

重力勘探是地球物理勘查技术中的一种重要方法,它基于牛顿万有引力定律,通过测量地表或地下物质密度分布不均引起的重力场变化来探测地质构造和矿产资源。在金矿勘探中,重力勘探的应用尤为关键。金矿的形成通常与地壳中富含成矿物质的区域有关,这些区域的地质构造复杂,密度分布不均。重力勘探正是利用了这一特性,通过测量重力异常来推断地下地质体的形态、规模和深度。在金矿勘探中,重力勘探技术能够识别出与金矿化作用相关的地质构造,如断裂带、岩浆岩体和含金热液运移通道等。这些地质构造往往是金矿赋存的重要条件。重力勘探在金矿勘探中的应用还体现在对金矿体的直接探测上^[2]。由于金矿体通常具有较高的密度,因此在重力场上会表现出明显的异常。通过重力勘探,可以准确圈定金矿体的位置和形态,为后续的钻探和开采工作提供重要依据。重力勘探在金矿勘探中也存在一定的局限性。由于地表重力异常受到多种因素的干扰,如地形起伏、地表覆盖层厚度和密度变化等,因此需要结合其他勘查方法进行综合分析,重力勘探对深部金矿体的探测能力有限,需要借助其他高分辨率勘查技术来提高探测精度。

3.2 磁法勘探在金矿勘探中的应用

磁法勘探是另一种重要的地球物理勘查技术,它利用地下物质磁性差异引起的磁场变化来探测地质构造和矿产资源。金矿的形成往往与岩浆活动和热液作用密切相关,这些过程会形成具有磁性的岩石和矿物。磁法勘探正是通过测量这些磁性异常来推断地下地质体的存在和性质。在金矿勘探中,磁法勘探技术能够识别出与金矿化作用相关的岩浆岩体、热液蚀变带和含金断裂带等地质构造。磁法勘探在金矿勘探中的应用还体现在对金矿体的间接探测上,虽然金矿体本身通常不具有磁性,

但金矿体周围的岩石和矿物往往具有磁性。通过测量这些岩石和矿物的磁性异常,可以间接推断出金矿体的位置和形态。磁法勘探还可以结合其他勘查方法,如重力勘探和电法勘探,进行综合分析和解释,提高金矿勘探的准确性和可靠性。磁法勘探在金矿勘探中也存在一些限制。由于地表磁场受到多种因素的干扰,如地表磁性物质、电磁干扰和地形起伏等,因此需要采取一系列措施来消除或减弱这些干扰。

3.3 电法勘探在金矿勘探中的应用

电法勘探是利用地下物质导电性、极化性等电性差异引起的电场或电磁场变化来探测地质构造和矿产资源的地球物理勘查技术。金矿体通常具有较高的导电性和极化性,这使得电法勘探能够直接探测到金矿体的存在。通过测量地下岩石和矿物的电阻率、极化率等电性参数,可以推断出金矿体的位置、形态和规模。在金矿勘探中,常用的电法勘探方法包括电阻率法、激发极化法和电磁法等。电阻率法是通过测量地下岩石的电阻率变化来推断地质构造和矿产资源的分布。在金矿勘探中,电阻率法能够识别出与金矿化作用相关的断裂带、岩浆岩体和热液蚀变带等地质构造。激发极化法则是通过测量地下岩石的极化率变化来探测金矿体。由于金矿体通常具有较高的极化率,因此激发极化法能够直接探测到金矿体的位置和形态。电磁法则是利用电磁场的变化来探测地下地质体和矿产资源的分布。在金矿勘探中,电磁法能够识别出与金矿化作用相关的地质构造和含金断裂带等。电法勘探在金矿勘探中的应用具有显著优势,如探测精度高、探测深度大、受地形和地表条件影响小等。电法勘探也存在一些局限性,如受地下水和导电性岩石的干扰、对深部金矿体的探测能力有限等,在实际应用中需要结合其他勘查方法进行综合分析,以提高金矿勘探的准确性和可靠性。

3.4 地震勘探在金矿勘探中的应用

地震勘探是利用地下介质弹性差异引起的地震波传播特性变化来探测地质构造和矿产资源的地球物理勘查技术。金矿的形成往往与地壳中复杂的地质构造有关,这些地质构造对地震波的传播特性具有显著影响。通过测量和分析地震波在地下的传播速度和衰减特性等参数,可以推断出地下地质体的形态、规模和性质。在金矿勘探中,地震勘探技术能够识别出与金矿化作用相关的断裂带、褶皱带和岩浆岩体等地质构造^[3]。地震勘探在金矿勘探中的应用还体现在对金矿体的直接探测上,由于金矿体通常与周围岩石存在弹性差异,因此地震波在传播过程中会发生反射、折射和散射等现象。通过测量

和分析这些地震波信号,可以推断出金矿体的位置和形态,地震勘探还可以结合其他勘查方法,如重力勘探和电法勘探,进行综合分析和解释,提高金矿勘探的准确性和可靠性。地震勘探在金矿勘探中也存在一些挑战,由于地震波的传播特性受到多种因素的影响,如地下介质的不均匀性、地表条件和噪声干扰等,因此需要采取一系列措施来提高地震勘探的分辨率和信噪比。此外地震勘探对深部金矿体的探测能力也有限,需要结合其他高分辨率勘查技术来提高探测效果。

3.5 放射性勘探在金矿勘探中的应用

放射性勘探是利用地下放射性元素衰变产生的辐射能来探测地质构造和矿产资源的地球物理勘查技术。虽然放射性勘探在金矿勘探中的应用相对较少,但在某些特定条件下仍具有一定的价值。金矿的形成过程中,可能会伴随有放射性元素的富集。这些放射性元素在衰变过程中会释放出辐射能,通过测量这些辐射能的变化可以推断出地下地质体的存在和性质。在金矿勘探中,放射性勘探技术能够识别出与金矿化作用相关的放射性异常区域,为金矿勘探提供线索。放射性勘探在金矿勘探中的应用也存在一些限制。由于放射性元素的分布和含量受到多种因素的影响,如地质构造、岩浆活动和地下水等,因此放射性勘探的准确性和可靠性相对较低。放射性勘探对环境 and 人员的安全也存在一定的风险,需要采取严格的防护措施和操作规程。

4 地球物理勘查技术在金矿勘探中的发展趋势

地球物理勘查技术在金矿勘探中的发展趋势展现出多元化、智能化和高效化的特点。在金矿勘探中,地球物理勘查技术的发展趋势之一是向多参数、多尺度综合勘探方向发展。传统的单一参数测量方法在某些复杂地质条件下可能存在局限性,而多参数综合勘探可以通过结合不同物理参数的信息,更全面地揭示地下地质结构和矿产资源的分布规律。多尺度观测技术的应用也使得

勘探能够深入到更深的地下,揭示深部金矿体的特征和规模^[4]。智能化和自动化技术的应用也是地球物理勘查技术在金矿勘探中的重要发展趋势,通过引入传感器技术、数据处理技术和人工智能等先进技术,可以实现勘探数据的自动化采集、处理和分析,大大提高勘探的效率和准确性。新型仪器设备的研发和应用也是推动地球物理勘查技术发展的重要因素。高精度、高灵敏度的仪器设备使得勘探能够更精细地探测地下地质结构和矿产资源的分布,为金矿勘探提供更可靠的技术支持。同时这些新型仪器设备也具备更强的适应性和灵活性,能够在不同地质条件下进行勘探作业。

结束语

地球物理勘查技术在金矿勘探中的应用,不仅极大地提高勘探的效率和准确性,还为金矿资源的可持续开发和利用提供有力支持。随着技术的不断进步和创新,地球物理勘查技术将在金矿勘探领域发挥更加重要的作用。未来,应继续加强技术研发和应用,推动地球物理勘查技术与金矿勘探的深度融合,为金矿资源的勘探和开发贡献更多智慧和力量。

参考文献

- [1]陈振,薛江涛,丁旭森.地球物理勘查技术在金矿勘探中的应用[J].中国金属通报,2024(10):140-142. DOI:10.3969/j.issn.1672-1667.2024.10.047.
- [2]左倬宁.浅谈地球物理勘查技术在金矿勘探中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2021(18):195-196. DOI:10.3969/j.issn.1008-0155.2021.18.092.
- [3]邹占春.金矿勘查中地球物理勘探方法的应用分析[J].世界有色金属.2019,(17). DOI:10.3969/j.issn.1002-5065.2019.17.083.
- [4]张松海.地球物理勘探方法在地质找矿勘查中的应用[J].建筑工程技术与设计,2019(31):3534. DOI:10.12159/j.issn.2095-6630.2019.31.3407.