

Research on the Deep Prospecting Methods of Geological and Mineral Exploration

Zhongkui Hu

Hubei Coal Geology 182 Team, Huangshi, Hubei, 435000, China

Abstract

In recent years, the research on deep prospecting methods has made remarkable progress, but deep prospecting still faces many technical and environmental challenges. For example, the deep underground environment is very complex, which will greatly increase the difficulty of exploration, but also increase the cost of exploration. And deep exploration activities may have an impact on the underground environment, so how to balance the development and utilization of resources and the protection of the environment has become a very critical issue. This paper summarizes the current situation of geological and mineral exploration and its challenges, especially the necessity and urgency of deep prospecting under the dual pressure of resource depletion and environmental protection.

Keywords

geological and mineral exploration; deep prospecting; geophysical exploration; geochemistry

地质矿产勘查深部找矿方法研究

胡中奎

湖北煤炭地质一八二队, 中国·湖北 黄石 435000

摘要

近些年来深部找矿方法的研究取得了非常显著的进步,但是深部找矿还是面临着很多技术和环境方面的挑战。比如说是深部地下环境非常复杂,这样会大幅度地提高勘察的难度,同时也会增加勘探的成本。还有深部勘探活动可能会对地下的环境产生影响,所以如何才能平衡资源的开发和利用以及环境的保护成了一个非常关键的问题。论文概述了地质矿产勘查的现状及其面临的挑战,特别是在资源枯竭和环境保护的双重压力下,深部找矿的必要性和紧迫性。

关键词

地质矿产勘查; 深部找矿; 地球物理勘查; 地球化学

1 引言

随着矿产资源的日益枯竭,传统的浅表层矿产勘查方法已不能满足当前矿业的需求。因此,深部找矿方法的研究显得尤为重要。通过深入的研究深部找矿的方法,论文旨在为地质矿产勘察提供新的理论性的支持,希望能够为可持续发展的矿业发展贡献出应有的力量。

2 深部找矿的理论基础

2.1 地质学基础与深部矿体成因

地质学的基础理论认为要理解深部矿体成因的关键在于理论的正确性,深部矿体通常是指地下深处的矿产资源。它形成的过程非常复杂,与地壳运动、岩浆活动、热液循环等,多种地质作用密切相关。这些活动的过程在地壳深部产生了矿化流体,随后沿着裂痕上升形成矿床,除了热液作用,

地壳变形、区域变质作用也是形成深部矿体的重要经过,理解这些地质过程对于预测和勘查深部矿体至关重要。

2.2 深部找矿的技术难点与挑战

深部找矿的难点在于对深部地质环境的理解和勘察技术的限制,比如说深部地质环境的复杂性会导致勘察过程的不确定性。深部地层的高温高压环境、岩石的变质作用以及复杂的裂隙系统,都增加了勘查的难度。其次,现有的勘查技术在深部地质环境中的应用效果有限。传统的地球物理勘查方法,如地震、电磁、重力勘查,在深部地层的分辨率和精确度上存在局限。此外,深部钻探技术成本高昂,且在执行过程中面临的技术难题众多,如钻头的耐高温性、钻孔稳定性和数据采集的准确性等。

2.3 深部地球物理学的发展与应用

深部地球物理学的发展,对于克服深部找矿中的种种挑战具有决定性的重要性。随着科技的进步,地球物理学在深部探测技术方面已取得了显著的进展,极大地提高了对深部地层结构识别和矿体定位的能力。高分辨率地震波探测技

【作者简介】胡中奎(1982-),男,中国湖北大冶人,硕士,工程师,从事资源勘查设计施工研究。

术是近年来地球物理学领域的一大突破。这一技术通过提高地震波的频率,增强了波在深部地层中的穿透能力和反射信号的清晰度,使得深层地下结构的成像更加精准。这对于识别深埋的矿体、断层和岩浆活动区域尤为重要。此外,三维地震成像技术的应用,能够提供更为立体和详细的地下图像,为深部矿产资源的勘探提供了强有力的工具。电磁法探测技术在深部勘查中同样发挥着重要作用。这一技术利用不同频率的电磁波来探测地下结构,不同频率的电磁波具有不同的穿透深度和分辨率,能够探测到不同深度的地层结构。高频电磁波适用于浅层地质结构的勘探,而低频电磁波则能够深入到更深的地层。这种方法特别适用于探测深埋的金属矿床,因为金属矿物通常具有较高的电导率。除了地震波法和电磁法,重力勘查也是深部地球物理学的一个重要分支。重力勘查通过测量地球重力场的微小变化来推断地下结构,尤其适用于探测大型矿床和深部地质结构。随着重力测量技术的提高,重力数据的精度和分辨率已大大提高,为深部找矿提供了更加准确的信息。深部地球物理学还涉及对深部岩石物理性质的研究。通过对深部岩石的密度、磁性、电性等物理特性的研究,科学家们可以更好地理解深部矿体的形成条件和分布规律。例如,通过分析深部岩石的电阻率和磁化率,可以推测岩石类型和可能的矿化过程,这对于指导深部勘查活动具有重要意义^[1]。

3 深部找矿方法的技术进展

3.1 地球物理勘查方法

地球物理勘查方法是深部找矿的关键技术之一,主要包括电磁法、地震波法和重力法。电磁法是利用地下岩石和矿石对电磁波的响应特性进行勘查。近年来,时域电磁法(TEM)和频率域电磁法(FEM)的应用越来越广泛。这些方法通过测量地下不同深度岩石的电磁响应,帮助识别矿体的位置和形状。此外,控源音频大地电磁测量(CSAMT)技术在深部找矿中也显示出其独特优势,特别是在探测深埋矿体和复杂地质结构方面。地震波法是通过分析地震波在地下传播的特性来探测地下结构。反射地震法是其中最常用的一种,它通过分析地震波在不同地层之间的反射特性,来确定地层的分布和结构特征。随着技术的发展,三维地震勘测技术已成为深部矿产勘查的重要工具,提供了更加精确和立体的地下图像。重力法是基于地球重力场的局部变化来探测地下结构。在深部找矿中,重力勘查能够揭示地下密度异常区域,这通常与矿体分布有关。近年来,卫星重力测量技术的应用为深部找矿提供了新的视角,使得在更大范围和更深层次上探测矿体成为可能。

3.2 地球化学勘查方法

地球化学勘查是深部找矿中一个至关重要的方法。它主要通过分析岩石、土壤、水体等样品中的化学成分,来寻找矿产资源。这一方法的核心在于识别和分析那些可能指示

矿物沉积的化学元素和同位素。岩石地球化学分析是地球化学勘查的一个关键环节。通过测定岩石样品中的元素含量和同位素组成,科学家们能够判断出岩石形成过程中的矿化作用类型和程度。这种分析对于理解矿体的成因和分布具有极高的价值。为了实现这一目的,采用了一系列先进的技术,其中最重要的包括高精度质谱技术和微量元素分析技术。激光剥蚀归纳耦合等离子体质谱(LA-ICP-MS)技术是一种先进的分析方法,它能够精确测定岩石样品中的微量元素。这一技术的优势在于其能够在不破坏样品的前提下,对元素进行高灵敏度和高精度的分析。LA-ICP-MS技术在识别那些富含价值矿物的岩石中尤为有效,如富含金、银、铜等金属的岩石。矿物化学指标分析也是地球化学勘查中的一个重要方面。通过分析矿物中的化学成分,可以推断出岩石的成因和矿化过程。例如,矿物中的稀土元素含量和比例可以反映岩浆作用的深度和温度,从而为识别矿化作用提供了重要线索。稀土元素分析对于理解岩石的成因特别重要,因为它们在不同的地质环境中有着不同的分布和富集模式。地球化学勘查不仅限于岩石分析。土壤和水体的化学成分也能提供寻找矿产资源的线索。土壤中的微量元素异常通常表明了下伏岩层中潜在的矿化作用。同样,水体中溶解的元素和其化学性质的变化也可以指示周围岩石中矿物的存在。

3.3 深层钻探技术与样品分析

深层钻探技术作为探测地球深部结构的重要手段,其在现代地质勘探中扮演着不可或缺的角色。随着钻探技术的不断发展和进步,现代深钻设备已能够达到数千米甚至更深的地层,直接获取深部岩石和矿石样品,这对于深入理解地球内部的复杂过程具有重大意义。深层钻探技术的核心在于其能够直接穿透地层,接触到地球深部的物质。这一过程不仅可以揭示地下深处的岩石类型,还能直接获取有关地球早期历史和地质演变的重要信息。例如,通过钻探可以获得深部地壳和地幔的岩石样本,这对于理解地壳的组成、地幔的动力学过程以及地球深部物质循环都有重要贡献。样品的分析工作是深层钻探技术的重要组成部分。通过岩石学分析,可以揭示岩石的成分、结构和形成环境,这对于理解地球内部的地质过程至关重要^[2]。矿物学分析则提供了关于矿物的成分、晶体结构以及矿物形成的条件和过程的信息,这对于矿物资源的勘探和开发具有直接的应用价值。而地球化学分析则涉及岩石和矿物的化学成分,尤其是稀有元素和同位素的分布,这对于解析地球深部过程和矿体成因机制有着重要意义。近年来,深层钻探技术在提高钻探效率和减少环境影响方面也取得了显著进步。高效率、低影响的钻探技术如无声钻探(无震动钻探)和水平定向钻探等,不仅能够减少对地面环境的破坏,还能提高钻探的准确性和效率。此外,随着深海钻探技术的发展,我们能够更深入地探索海底的地质结构和资源,这对于理解地球深海环境和开发深海资源具有重要的意义。

4 深部找矿案例分析

4.1 国内深部找矿成功案例

中国在深部找矿方面取得了显著成果。例如，某大型铜矿的深部勘查就是一个成功案例。在这个项目中，通过综合运用地震波法和电磁法等地球物理勘查技术，成功地在原有矿体下方发现了新的大型铜矿体。地震波法在此案例中主要用于探测深部地层结构，而电磁法则用于精确定位矿体。此外，通过深层钻探取得的样品进行的地球化学分析也为确证矿体的性质和规模提供了重要依据。这个案例不仅提高了矿产资源的利用率，也为深部找矿技术的应用提供了宝贵经验。

4.2 国际深部找矿技术应用实例

在国际上，深部找矿技术的应用同样取得了显著成效。例如，在南非的某金矿项目中，采用了先进的三维地震勘查技术，成功地映射了深达数千米的地下矿体。这一技术的应用不仅大大提高了勘查的准确性，还节约了大量的时间和成本。此外，澳大利亚在深部铁矿的勘查中也展示了先进的地球物理和地球化学分析技术的应用，这些技术帮助科学家们更准确地理解了矿体的分布和成因。这些国际案例展示了深部找矿技术的全球应用前景和潜力。

4.3 案例分析与总结

通过对国内外深部找矿的成功案例进行分析，我们可以总结出几个关键点。首先，深部找矿需要综合多种地球物理和地球化学方法。不同的勘查方法有其各自的优势和局限，因此在实际应用中需要根据具体的地质条件和勘查目标灵活选择和综合运用。其次，高精度的数据采集和分析是深部找矿成功的关键。随着科技的发展，勘查设备和分析技术的精度不断提高，这直接提升了勘查的成功率和效率^[1]。最后，深部找矿技术的不断进步对于矿产资源的可持续开发具有重要意义。随着地表矿产资源的逐渐枯竭，深部找矿技术的应用将成为未来矿产资源开发的重要方向。

5 深部找矿面临的挑战与对策

5.1 技术难题与解决方案

深部找矿面临的主要技术难题包括地下深层探测的准确性、数据处理的复杂性和钻探技术的局限性。为了解决这些问题，需要不断创新和改进现有技术。在提高地下深层探测的准确性方面，可以采用多种地球物理方法的组合探测，如结合地震波法、电磁法和重力法等。这种多方法组合能够提供更全面的地下信息，提高找矿的准确率。在数据处理方面，采用先进的计算技术和人工智能算法可以大大提高数据

处理的效率和准确性。机器学习技术可以用于分析和解释复杂的地球物理数据，从而提高找矿的成功率。最后，钻探技术的局限性可以通过采用新材料和新技术来克服。例如，使用高性能钻头和自动化钻探系统可以提高钻探的效率和安全性。

5.2 成本与经济性分析

深部找矿的成本通常远高于传统的浅层勘查，这主要是由于深部勘查需要更高成本的技术和设备。为了提高经济性，可以从以下几个方面入手：首先，提高勘查技术的效率可以显著降低成本。例如，通过提高数据采集和处理的效率，可以减少勘查所需的时间和资源。其次，精确的目标定位可以减少无效勘探，从而降低成本。最后，合理的项目规划和管理也是控制成本的关键。通过详细的预勘探分析和精确的项目规划，可以有效地分配资源，避免浪费^[4]。

5.3 环境保护与可持续发展策略

深部找矿活动可能对环境造成影响，因此采取相应的环保和可持续发展策略至关重要。在勘探活动中采用环境友好的技术和方法是基本原则。例如，减少地面破坏、使用无害化学物质和采用封闭循环系统等都是减少环境影响的有效方法。深部勘探项目应进行全面的环境影响评估，并制定相应的环保措施。这包括对勘探活动可能产生的废水、废气和固体废物进行妥善处理，以及对生态系统的保护措施。推动绿色矿业和可持续发展是长远之计。这包括在勘探、开采、加工和尾矿处理等环节采用环保和节能技术，以及对废弃矿区进行生态恢复和再利用。

6 结语

综上所述，深部找矿方法的研究不仅对于满足当前矿产资源的需求具有重要意义，而且对于推动地球科学的深入研究和可持续矿业的发展具有长远影响。期待着通过不断的技术创新和科学研究，为地质矿产勘查领域带来更多的突破和发展。

参考文献

- [1] 翟俊豪.地质矿产勘查深部找矿的方法研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2021(5):2.
- [2] 和延.地质矿产勘查深部找矿方法的研究[J].中国金属通报,2023(11):47-49.
- [3] 王吉涛.关于地质矿产勘查深部找矿方法的探讨[J].世界有色金属,2017(5):2.
- [4] 田威武.关于地质矿产勘查深部找矿方法的探讨[J].中国战略新兴产业,2021(15):121-122.