

深部地质构造特征对矿产资源分布的控制作用研究

马建忠

中国冶金地质总局三局 山西 太原 030000

摘要: 本文深入探讨了深部地质构造特征对矿产资源分布的控制作用。通过分析深部地质构造类型及探测技术,揭示了构造活动、构造环境及深部地质结构对成矿作用、矿床类型及矿体形态与产状的影响。文章还讨论了深部地质构造特征对矿产资源开发和可持续利用的影响,并提出相应的开发策略,为矿产资源勘探和开发提供科学依据和指导。

关键词: 深部地质构造; 矿产资源分布; 控制作用

引言: 矿产资源作为国民经济的重要基础,其分布与深部地质构造特征密切相关。了解深部地质构造特征对矿产资源分布的控制机制,对于提高矿产资源勘探效率和实现可持续发展具有重要意义。本文旨在通过分析深部地质构造与矿产资源分布的关系,为矿产资源勘探和开发提供理论支撑和实践指导。

1 深部地质构造特征概述

1.1 深部地质构造类型

深部地质构造类型多样,主要包括地壳、地幔、外核和内核等不同层次的结构。地壳是地球最外层的固态岩石层,分为大陆地壳和海洋地壳。大陆地壳平均厚度约为35公里,而海洋地壳平均厚度约为5-7公里。地壳的结构研究有助于揭示板块构造理论和地球内部物质循环的规律。例如,在中国阿尔泰-大兴安岭褶皱区,地壳的莫霍面呈现出陡变带特征,重力布格场为梯级带,磁场则表现为正磁为主的条带状正负相间的异常带。地幔是地球内部介于地壳和外核之间的层,厚度约为2840公里。地幔主要由硅酸盐岩石组成,具有流变性质,是地球内部物质循环的重要场所。地幔对流是地球板块运动的驱动力之一,对全球地质活动有着深远影响。在中国西部造山带的天山地区,地幔深度为54km,具有花岗岩层、闪长岩层和玄武岩层的三层地壳结构,并在吐-哈盆地地区的三道岭一带以及天山西段的伊犁盆地地区出现地幔隆起的现象。另外,地球的外核和内核主要由铁和镍组成,外核是液态,内核是固态。外核的流动与地球自转相关,形成地球磁场,对地球环境和生命有重要影响。内核结构的研究对于理解地球内部热力学和地球演化过程至关重要^[1]。

1.2 深部地质构造的探测技术

为了深入探索地球的内部结构,科学家们发展了一系列深部地质构造的探测技术。地震波探测技术是一种

重要的研究手段。地震波在地球内部的传播速度和路径受到深部结构的影响。通过分析地震波在地球内部的传播特征,科学家们可以推断出深部结构的性质和分布。在我国,阿尔泰-大兴安岭褶皱区的地壳结构就通过地震波探测技术得到了揭示;地球物理探测技术也是研究深部地质结构的重要手段。重力测量技术通过测量地球重力场的变化,可以推断地壳密度分布和地下物质分布。磁法勘探则利用地球磁场的变化来推断地壳中的磁性物质分布。这些地球物理方法结合使用,可以实现对地质结构的立体解析,提高探测的准确性和可靠性;深孔钻探技术则是直接获取深部地质结构信息的另一种方式。采用超深钻探技术,科学家们可以直达万米深度,获取地下岩石和矿物样本,为深部地质结构的研究提供直接证据。

2 深部地质构造对成矿作用的控制机制

2.1 构造活动对成矿物质来源的影响

构造活动是地球内部能量释放和物质循环的重要方式,它们对成矿物质来源具有深刻的影响。在地球漫长的地质历史中,构造活动如地壳运动、板块俯冲、火山喷发等,都伴随着大规模的岩浆活动和热液循环,这些过程为成矿物质的迁移、富集提供了必要的动力和介质;构造活动导致的地壳隆起和剥蚀,使得地壳浅部的岩石和矿产暴露于地表,经过风化、侵蚀等过程,成矿物质得以释放并迁移到地壳深部或附近的储矿空间。另外,板块俯冲过程中,俯冲板块携带的洋壳物质在俯冲带深处发生脱水、熔融等反应,释放出大量的成矿物质,这些物质随着岩浆和热液的上升而迁移到地壳浅部,形成各种类型的矿床;在岩浆活动过程中,岩浆中的成矿物质随着岩浆的冷却结晶而富集于岩浆岩中,形成岩浆型矿床。而热液活动则更加复杂,热液在流动过程中不断与围岩发生反应,萃取围岩中的成矿物质,并

在有利的储矿空间中沉淀富集，形成热液型矿床。因此，构造活动不仅为成矿物质提供来源，还控制了成矿物质在地球内部的迁移和富集过程。

2.2 构造环境对矿床类型的控制

构造环境对矿床类型的控制主要体现在两个方面：一是构造背景对成矿作用的控制，二是构造应力场对成矿作用的影响。不同的构造背景会导致不同的岩浆活动和热液循环模式，进而形成不同类型的矿床。例如，在板块边缘的弧后盆地中，由于板块俯冲带来的热量和物质交换，容易形成与火山活动有关的铜、金等金属矿床；而在大陆裂谷环境中，由于地壳的拉张和岩浆的上升，容易形成与碱性岩浆活动有关的稀土、铌、钽等金属矿床。

构造应力场对成矿作用的影响主要表现在两个方面：一是构造应力场控制了岩浆和热液的运移方向和储矿空间的形成；二是构造应力场的变化还可能导致岩石的破裂和变形，从而改变岩石的渗透性和成矿物质的迁移路径。例如，在压性构造环境中，岩石往往形成紧闭的褶皱和逆断层，这些构造带为成矿物质提供了良好的储矿空间；而在张性构造环境中，岩石则容易形成断裂和裂隙，这些裂隙成为热液运移和沉淀的重要通道^[2]。

2.3 深部地质构造对矿体形态与产状的影响

深部地质构造对矿体形态与产状的影响是显而易见的。由于深部地质构造的复杂性，矿体的形态和产状往往呈现出多样化的特点。深部断裂带是成矿物质迁移和富集的重要通道，断裂带的形态、规模和产状直接决定了矿体的形态和产状。在断裂带中，成矿物质往往沿着断裂面或断裂带两侧的岩石裂隙进行迁移和富集，形成沿断裂带分布的矿体。这些矿体的形态可能呈现为脉状、透镜状或不规则状，产状则可能倾斜、直立或近于水平；在褶皱构造中，由于岩石的弯曲变形，矿体往往呈现出与褶皱形态相一致的弯曲形态。例如，在背斜构造中，矿体往往位于背斜轴部的附近，形成与背斜轴平行的矿带；而在向斜构造中，矿体则可能位于向斜槽部的附近，形成与向斜槽部平行的矿带。另外，深部岩浆岩和变质岩对矿体形态和产状的影响也值得关注。岩浆岩中的矿体往往与岩浆岩的侵位形态和岩相分带密切相关，而变质岩中的矿体则往往受到变质作用和原岩结构的共同控制。

3 深部地质构造特征对矿产资源分布的具体控制作用

3.1 典型矿区深部地质构造特征分析

以内蒙古白云鄂博铁矿为例，该矿区位于内蒙古地轴的北部边缘，是华北大块板北缘与蒙古板块的连接

处。白云鄂博铁矿是一个集铁、铌、稀土等多金属为一体的超大型矿床，其深部地质构造特征对矿产资源的分布起到了关键作用。白云鄂博矿区出露的地层从新太古界到中新元古界均有发育，主要包括变质砂岩、绿色片岩、黑云母片岩、片麻岩、混合岩以及石英岩、板岩及碳酸盐等。铁矿床主要赋存在特定的岩性组合中，如H8白云岩与H9板岩的过渡带。矿区内发育的褶皱和断层构造对矿体的形态和分布产生了重要影响。例如，主东深部为单斜构造控矿，矿体呈层状、似层状展布，且较稳定，沿走向和倾向矿体厚度和矿石品位变化均较小。通过深部探矿工作，发现白云鄂博铁矿体向深部延伸较深，且矿体厚度变化不大。这一发现证明了深部地质构造对矿产资源分布的控制作用。此外，深部探矿还揭示了矿体与围岩的产状关系，以及矿体内部的结构构造特征，为后续的矿产开采提供重要依据。

3.2 深部地质构造对矿产资源富集规律的影响

深部地质构造对矿产资源的富集规律具有显著影响，这主要体现在以下几个方面：（1）构造控矿作用。褶皱和断层是深部地质构造中常见的两种形式。背斜构造顶部受张力作用，岩石破碎，为矿物质的沉淀和富集提供了空间。如石油、天然气等矿产，由于其密度比岩石小，会在背斜顶部的孔隙和裂隙中聚集形成油气藏。而向斜构造则常形成良好的储水构造，有利于与地下水有关的矿产如盐类矿产的沉淀。断层构造则通过其上升盘和下降盘的岩石出露和风化作用，以及破碎带为含矿热液的运移和沉淀提供通道和场所，从而控制金属矿产的富集；（2）岩浆岩活动。深部地质构造中的岩浆岩活动对矿产资源的富集也具有重要影响。岩浆岩活动为成矿提供了热源和成矿流体，同时也为成矿物质的运移和富集提供了通道。不同类型的岩浆岩具有不同的成矿专属性，控制不同类型矿床的形成。岩浆岩的侵位深度、规模和类型都会影响成矿物质的分异、富集程度和矿体的形态^[3]；（3）地层与岩性控制。地层结构和岩性组合对矿产资源的分布也具有重要影响。不同时代地层具有不同的成矿元素组合和赋存状态，控制不同类型矿床的形成。岩性组合的不同物理化学性质和成矿元素含量则影响成矿物质的运移和富集。例如，在某些矿区，特定的矿源层和赋矿层对成矿起到关键作用。

4 深部地质构造特征与矿产资源可持续开发

4.1 深部地质构造特征对矿产资源开发的影响

深部地质构造特征对矿产资源开发的影响主要体现在以下几个方面：第一，深部地质构造控制了矿产资源的形成和分布。不同的地质构造环境，如褶皱带、断裂

带、岩浆岩侵入体等,为矿产资源的形成提供有利的条件。例如,岩浆活动带来的热液作用常常是金属矿床形成的重要原因,而断裂带则可能成为矿液上升的通道,控制着矿床的空间分布。第二,深部地质构造的复杂性增加矿产资源开发的难度。深部地质构造往往比地表更为复杂,存在多层结构、隐伏断层、岩浆岩侵入体等多种地质现象。这些复杂的地质条件不仅增加勘探的难度,也对开采技术提出更高的要求。第三,深部地质构造的稳定性对矿产资源开发的安全性构成挑战。深部地质构造的活动性可能导致地震、地滑等地质灾害的发生,对矿山的安全生产构成严重威胁。因此,在深部矿产资源开发过程中,必须充分考虑地质构造的稳定性,采取有效的防灾减灾措施。

4.2 基于深部地质构造特征的矿产资源可持续发展策略

针对深部地质构造特征对矿产资源开发的影响,提出以下可持续发展策略:(1)加强深部地质勘探工作。通过先进的地质勘探技术,如地震勘探、重力勘探、电磁法勘探等,对深部地质构造进行详细调查,查明矿产资源的分布规律和赋存状态,为矿产资源开发提供科学依据。(2)创新深部矿产资源开采技术。针对深部地质构造的复杂性,研发适应深部环境的开采技术和设备,提高开采效率和安全性。同时,注重开采过程中的环境保护和资源节约,实现绿色开采^[4]。(3)加强深部地质灾害的监测和预警。建立完善的地质灾害监测体系,对深部地质构造的活动性进行实时监测,及时发现并预警潜在的地质灾害,确保矿山的安全生产。(4)推动矿产资源开发的循环经济和综合利用。在深部矿产资源开发过程中,注重矿产资源的综合利用和循环利用,提高资源利用效率,减少资源浪费和环境污染。同时,积极探索矿产资源开发的替代技术和产业,实现矿产资源的可持续利用。

5 深部地质构造特征对矿产资源勘探的指导意义

深部地质构造特征对矿产资源勘探具有深远的指导意义。了解并深入分析深部地质构造,包括断裂带、褶皱、岩浆活动以及地层的分布和岩性的组合等,能够为矿产资源勘探提供关键线索和科学依据。一方面,复杂的深部地质构造往往与矿产资源的形成和富集紧密相关,断裂带和褶皱等构造作用可以为成矿物质的迁移和沉淀提供通道和场所,岩浆活动则能带来丰富的成矿物质和热液流体。因此,通过识别和分析这些构造特征,可以预测潜在的矿产资源和富集区域,提高勘探的准确性和效率。另一方面,深部地质构造特征还能指导勘探方法的选择和勘探工作的部署,如在断裂带附近采用地球物理勘探方法寻找隐伏矿体,或在特定岩性组合中利用地球化学勘探方法寻找异常元素富集带。总之,深入研究和利用深部地质构造特征,对于推动矿产资源勘探的科学化、高效化和可持续发展具有重要意义。

结束语

综上所述,深部地质构造特征对矿产资源的形成、分布及开发具有重要影响。通过深入研究地质构造特征,可以更有效地预测和寻找矿产资源,制定合理的开发策略,实现矿产资源的可持续利用。未来,随着探测技术和开采技术的不断进步,深部地质构造特征在矿产资源勘探和开发中的作用将更加凸显。

参考文献

- [1]高占斌.山丹盆地矿产资源的沉积规律与地质构造分析[J].中国金属通报,2020,(04):171-172.
- [2]高银虎.地质复杂构造条件下的矿产资源赋存特征研究[J].世界有色金属,2020,(03):99-100.
- [3]李婷.地质构造特征对矿产资源分布的影响分析[J].矿业工程,2021,45(2):123-130.
- [4]赵强.矿产资源开发中的地质构造研究进展[J].自然资源,2023,42(1):78-85.