

Isotopic Composition and Geological Significance of the Huanglonggou Deposit in Heilongjiang Province

Liqin Bai Xiong Gao

Heilongjiang Nonferrous Geological and Mining (Group) Comprehensive Survey Co., Ltd., Harbin, Heilongjiang, 010010, China

Abstract

As a crucial tool for studying geological processes and ore deposit formation, isotope geology provides vital information on mineral formation timing, source regions, and evolutionary processes. This study focuses on the Huanglonggou deposit in Heilongjiang Province, analyzing its isotopic composition and geological significance. Through the measurement of major element isotopes in the deposit, the research explores its formation process, source rock types, mineralization mechanisms, and their relationship with regional tectonic evolution. The findings indicate that the deposit's isotopic characteristics reflect typical deep crustal material circulation processes, offering new evidence for understanding the genesis of ore deposits in the Huangcaowa area of Heilongjiang Province. The research results provide significant guidance for mineral resource exploration and development in the region.

Keywords

Heilongjiang Province; deposit; isotope composition; geological significance; mineralization

黑龙江省黄龙沟矿床的同位素组成及其地质意义

白丽琴 高雄

黑龙江省有色地质矿业(集团)综合普查有限责任公司, 中国·黑龙江 哈尔滨 010010

摘要

同位素地质学作为研究地质过程和矿床形成的重要工具, 能够提供矿物形成的时间、源区及其演化过程的重要信息。本文以黑龙江省黄龙沟矿床为研究对象, 分析了该矿床的同位素组成及其地质意义。通过对矿床中的主要元素同位素的测定, 探讨了矿床的形成过程、源岩类型、矿化作用及其与区域构造演化的关系。研究表明, 该矿床的同位素特征反映了典型的地壳深部物质循环过程, 并为进一步理解黑龙江省黄草洼地区矿床的成因提供了新的证据。本文的研究结果对该地区矿产资源的勘查与开发具有重要的指导意义。

关键词

黑龙江省; 矿床; 同位素组成; 地质意义; 矿化作用

1 引言

黑龙江省地处中国东北部, 地质条件复杂, 矿产资源丰富, 尤其是矿床的分布与构造演化密切相关。矿床的形成过程受地质构造、岩浆活动、沉积环境等多重因素的影响。近年来, 同位素地质学在矿床研究中的应用日益广泛, 通过对矿床中同位素的分析, 能够揭示矿床的成因、演化历史及其与区域构造的关系。因此, 基于同位素分析的矿床研究为我们提供了深入了解矿产资源形成的重要手段。

本文选取了黑龙江省黄龙沟矿床为研究对象, 采用同位素分析技术, 分析了矿床中的多种元素同位素组成, 并结合区域地质背景, 探讨了矿床的成因和地质意义。通过研究

该矿床的同位素组成及其变化规律, 本文旨在揭示矿床的成矿机制、源岩类型以及矿化过程, 为黑龙江省地区的矿产勘查和资源开发提供科学依据。

2 黑龙江省黄龙沟矿床概况与研究背景

2.1 矿床概况

黑龙江省黄龙沟矿床位于黑龙江省西南部, 地处典型的构造带区域。该地区是我国重要的矿产资源分布区之一, 具有丰富的金属矿产资源, 尤其是铅锌矿、铜矿、金矿等。该矿床的主要矿物为硫化矿和氧化矿, 矿体呈层状或脉状分布, 矿石品位较高, 具备较大的开采潜力。矿床的地质构造复杂, 受多期地壳运动的影响, 矿化作用极为强烈。矿体主要分布于变质岩和火成岩的接触带, 矿物的分布和结构与区域构造密切相关。

矿床成因的研究长期以来是地质学界的热点问题, 传统的研究方法主要依赖于矿物学、岩石学和地球化学等分析

【作者简介】白丽琴(1983-), 女, 中国内蒙古人, 本科, 高级工程师, 从事测绘工程与地质勘查研究。

手段,通过矿物的成分、矿石的矿化特征及伴生元素等信息来推测矿床的成因。随着研究手段的发展,同位素地质学逐渐成为矿床成因研究的重要工具。通过同位素分析,可以更精确地推测矿床的成矿时代、源区物质的来源以及矿化作用的演化过程,从而为矿床的成因研究提供了更加直观和可靠的证据。

2.2 地质背景与研究意义

黑龙江省地区的地质构造复杂,经历了多次地壳演化,特别是区域内的造山作用和岩浆活动对矿床的形成起到了重要的作用。该地区的矿床常常与特定的构造带和岩浆活动密切相关,矿体的分布和矿化作用强度与这些构造活动的时空分布直接相关。地质研究表明,该地区的矿床通常形成于区域构造演化的不同阶段,且不同的地质背景下形成的矿床具有不同的物质来源和矿化特征。

同位素组成是研究矿床成因的重要工具。通过对矿床样品中各种同位素的分析,可以揭示矿床的成矿时代、源区物质的来源以及矿化作用的时空分布。尤其是通过对铅同位素、氯同位素、碳氧同位素等的分析,可以推断矿床的形成过程,并揭示矿床与区域构造演化的关系。例如,通过铅同位素的研究,能够确定矿床的成矿时代,帮助确定矿床的源区;而通过碳氧同位素分析,则可以进一步了解矿床成因与成矿流体的关系。

研究该矿床的同位素组成及其地质意义,不仅能够揭示该矿床的形成过程,还能够为其他类似矿床的勘探和开发提供理论支持。通过同位素分析,能够为矿床的勘探方向提供科学依据,指导勘探工作从源区物质、矿化作用的时空分布等方面进行细化分析,进而优化矿床的开采方案,提高资源的利用效率。此外,同位素地质学在矿床成因研究中的应用,为进一步揭示复杂地质背景下矿床的形成机制提供了新的研究视角,有助于推动矿产资源勘探与开发技术的进步。

3 研究方法与分析

3.1 样品采集与准备

本研究选取了黑龙江省黄龙沟矿床的多个代表性岩石和矿物样品进行分析。为确保研究结果的广泛性和代表性,样品采集过程中特别关注矿床中不同矿化带的分布,尤其是硫化矿、氧化矿及其围岩。硫化矿和氧化矿是矿床中重要的矿物类型,它们的矿化特征直接反映了矿床的成矿过程和矿化源区的特征。为了获取全面的数据,采样点选择了不同的矿化带和矿体,确保样品能够全面反映矿床的整体特征。这些矿物样品的采集不仅考虑到矿床的地质特征,还根据不同深度和矿体分布的变化进行样品选择。

样品采集后,为了保证其均匀性和分析的准确性,进行了严格的预处理。采集到的矿物样品首先进行破碎,确保样品在粒度上符合分析要求。然后,通过研磨和筛分操作,将样品细化到特定粒度范围,以便进行后续的同位素分析。

这些预处理步骤旨在确保样品在分析过程中的一致性和代表性,从而避免因样品不均匀或处理不当引发的误差。处理后的样品被送至专业的同位素分析实验室进行进一步的测试和分析。

3.2 同位素分析方法

本研究采用了多种同位素分析方法,以期从不同角度全面了解矿床的成因和矿化特征。具体来说,本研究重点使用了氧同位素、硫同位素和碳同位素分析方法。

氧同位素分析能够提供矿床的温度历史和流体来源的重要信息。在矿床成因研究中,氧同位素的比例变化通常与矿床中流体的温度和来源密切相关。通过测定矿物中氧同位素的比值(如 $\delta^{18}\text{O}$ 和 $\delta^{16}\text{O}$),可以推测矿化流体的形成温度和成矿过程中的热力学条件。

硫同位素分析则主要用于揭示矿床的矿化作用和源区的特征。硫同位素的分析能够帮助研究者了解矿床形成时所涉及的硫源、硫化过程以及与矿化流体的关系。特别是硫同位素的不同值,可以揭示矿床是否存在多阶段的矿化作用,甚至可以追溯矿化流体的来源和演化过程。

碳同位素分析主要用于为矿床的有机物来源提供线索。碳同位素(如 $\delta^{13}\text{C}$)的变化能够反映矿床中有机物的形成环境以及矿化流体的成分。例如,碳同位素的变化可以帮助研究者推测矿化过程中有机质的参与程度,从而进一步理解矿床形成的环境背景。

所有的同位素分析均采用高精度的质谱仪进行测量,确保测量结果的准确性和重复性。质谱分析能够高效且精确地测量样品中的同位素比值,确保获得高质量的实验数据。在数据处理过程中,采用标准样品对比法进行校准,以消除可能的实验误差和系统偏差,进一步提高数据的可靠性和准确性。

3.3 数据处理与解释

在实验完成后,所有同位素数据均采用标准化方法进行处理,并与区域内其他矿床的同位素数据进行比较分析。这一过程是确保研究结论具有广泛适用性的重要步骤。通过与已知标准样品的比对,能够对实验数据进行校准,确保其准确性。同时,结合矿床的地质背景、矿床类型以及相关地质信息,对同位素数据进行深入分析和解释。

通过与区域内其他矿床的同位素数据对比,可以揭示该矿床与周边矿床的成因差异及其在区域构造中的位置关系。通过综合考虑地质背景、矿床类型和同位素数据的对比分析,能够推测矿床的成因过程、矿化作用的时空分布及物质来源。例如,硫同位素和氧同位素的联合分析能够帮助研究者推测矿化流体的温度、成分和演化过程,为矿床的成因提供更为直观和可靠的证据。

尤其是硫同位素和氧同位素联合分析时,通过不同同位素对矿床的矿化过程进行推测,可以更详细地描述矿化流体的特性。氧同位素能够揭示矿床成矿的温度条件,而硫同

位素则能提供关于矿化源区的信息,两者结合可以帮助深入理解矿床成因的时空分布和矿化流体的变化。这为矿床成因研究和矿产资源勘探提供了科学依据。

通过数据处理和解释,不仅能够揭示矿床的基本成因特征,还能为类似矿床的勘探提供理论支持。最终,基于同位素数据的研究成果,将为区域矿床勘探提供更加精准的判断和指导,从而为矿产资源的可持续开发与利用提供技术支持和理论依据。

4 同位素组成分析与矿床成因探讨

4.1 氧同位素组成分析

氧同位素分析主要用于研究矿床中矿物的成分和形成温度。通过测定矿床中主要矿物的氧同位素组成,能够反映矿床的成矿温度以及矿化流体的来源。研究表明,该矿床中氧同位素的 $\delta^{18}\text{O}$ 值表现出一定的变化,表明矿床形成过程中存在不同温度区间的矿化作用。通过与区域背景的对比,推测该矿床的氧同位素值反映了矿化流体在较低温度下的形成过程,符合该地区构造演化的特点。

4.2 硫同位素组成分析

硫同位素是研究矿床矿化来源和矿化过程的重要工具。硫同位素的 $\delta^{34}\text{S}$ 值可以揭示矿床中硫源的特征及矿化作用的演化。该矿床中硫同位素的分析结果表明,矿床的硫源主要来自地壳深部的挥发物质,同时也受到了表层沉积物的影响。硫同位素的变化反映了矿床形成过程中多期次的矿化作用以及不同源区的混合效应。

4.3 碳同位素组成分析

碳同位素分析主要用于研究矿床中有机物的来源及矿化过程中有机物的参与情况。通过碳同位素的测定,能够揭示矿床中有机碳的变化及其在矿床形成过程中的作用。研究表明,该矿床的碳同位素组成显示出明显的变化,反映了矿化流体与周围有机物质的相互作用。此外,碳同位素的变化还揭示了该矿床在成矿过程中受到了生物和化学因素的双重影响。

5 矿床成因与地质意义

5.1 矿床的成因分析

通过对同位素组成的综合分析,结合矿床的地质背景,可以得出该矿床的成因特点。该矿床的成因主要受到区域构造运动、岩浆活动及地壳物质循环等因素的共同作用。矿床

中的硫、氧、碳等同位素的变化揭示了矿床的矿化过程经历了多个阶段,并且矿化流体的来源及其演化过程较为复杂。该矿床的成因分析表明,其主要矿化作用发生在深部地壳,并受到表层沉积物的影响,具有典型的构造-岩浆型矿床特点。

5.2 矿床的物质来源

矿床的物质来源主要通过同位素组成进行追溯。通过对硫同位素和氧同位素的分析,研究发现该矿床的矿化流体来自深部地壳,同时也受到表层沉积物的影响。矿床中的硫同位素数据显示,矿床的硫源不仅来自地壳深部,还与沉积环境中的有机物质存在一定的关联,这为矿床的物质来源提供了新的线索。

5.3 矿床的区域构造意义

该矿床的同位素特征与区域构造背景密切相关。矿床形成的过程与该地区的构造演化过程相符,矿化作用发生在地壳深部,并受到了区域构造运动的强烈影响。矿床中的同位素特征进一步验证了该地区在构造演化过程中存在的深部物质循环现象,揭示了矿床与区域构造的相互作用。

6 结语

通过对黑龙江省黄龙沟矿床的同位素组成分析及其地质意义的探讨,本文揭示了该矿床的形成过程、矿化作用及物质来源。研究表明,矿床的成因与区域构造、岩浆活动及深部物质循环等因素密切相关,矿床的同位素特征为矿床成因提供了有力证据。同时,本文也为类似矿床的勘探与开发提供了理论支持。未来的研究可以进一步加强同位素分析与矿床地质背景的结合,为矿产资源的开发和利用提供更加深入的科学依据。

参考文献

- [1] 赵天宇,赵海滨,孙丰月,刘俊来.黑龙江三道湾金矿床同位素年龄对成矿时代的约束[D].中国地质,2013第40卷第4期.
- [2] 马芳芳,孙丰月,李碧乐,等.黑龙江东安金矿床锆石U-Pb年龄及其地质意义[J].地质与资源,2012,21(3):277-281.
- [3] 王永斌,刘建明,孙守格,等.黑龙江省乌拉嘎金矿赋矿花岗岩闪长斑岩锆石U-Pb年龄、岩石成因及其地质意义[J].岩石学报,2012,28(2):557-570.
- [4] 马宇鹏,任云生,郝宇杰,等.黑龙江省羊鼻山铁钨矿床中钨矿成因及物质来源[J].吉林大学学报(地球科学版),2018,48(1):105-117.