

# Controlling factors and prospecting prediction of Tongduo metal mine in Huto Mountain, Ejina Banner, Inner Mongolia

Hongyan Bao

Inner Mongolia Nonferrous Geological Mining (Group) Comprehensive Survey Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010010, China

## Abstract

The Hutoushan North Copper Polymetallic Deposit in Ejina Banner, Alxa League, Inner Mongolia, is a mining area with significant exploration potential. This study investigates the formation mechanism of copper and gold ore bodies and their exploration prediction by conducting detailed geological surveys, geophysical and geochemical exploration, and ore body analysis, in combination with the regional metallogenic background and controlling factors. The exploration work included 1:10,000 geological mapping, induced polarization geophysical surveys, comprehensive profile measurements, drilling, and trenching, which delineated several copper and gold ore bodies and estimated the resource quantity. The results indicate that the ore bodies are mainly hosted in the tuff conglomerate of the Silurian Gongpaoquan Formation and Shuitou Mountain Formation, as well as the Cretaceous granite porphyry. The ore bodies are vein-shaped, and the metallogenic type is volcanic-subvolcanic hydrothermal vein and porphyry type. Through the comprehensive analysis of controlling factors, this study provides scientific basis for further exploration, indicating that the area has significant mineral resource potential for future exploration.

## Keywords

Hutoushan North mining area; copper polymetallic deposit; controlling factors; exploration prediction; geological survey

# 内蒙古额济纳旗虎头山北铜多金属矿控矿因素与找矿预测

包红艳

内蒙古有色地质矿业(集团)综合普查有限责任公司, 中国·内蒙古·呼和浩特 010010

## 摘要

内蒙古额济纳旗虎头山北铜多金属矿区位于内蒙古自治区阿拉善盟额济纳旗赛汉陶来苏木, 是一处具有较大勘查潜力的矿区。本研究通过详细的地质勘查、物化探和矿体分析, 结合区域成矿背景与矿区控矿因素, 探讨了矿区铜、金矿体的形成机制及其找矿预测。勘查工作包括1:10000地质草测、激电中梯测量、综合剖面测量、钻探和槽探等, 圈定了多个铜、金矿体, 进行了资源量估算。研究表明, 矿体主要赋存于志留系公婆泉组和碎石山组的凝灰角砾岩及白垩系花岗岩岩中, 矿体呈脉状产出, 成矿类型为火山-次火山热液充填脉型和斑岩型。通过对控矿因素的综合分析, 为进一步找矿工作提供了科学依据, 预示着该区在未来的勘查中有较大的矿产资源潜力。

## 关键词

虎头山北矿区; 铜多金属矿; 控矿因素; 找矿预测; 地质勘查

## 1 引言

内蒙古额济纳旗虎头山北铜多金属矿区地处内蒙古自治区阿拉善盟的西北部, 位于巴丹吉林沙漠的西缘, 地质背景复杂, 且矿产资源潜力巨大。该区域的地质构造及成矿条件为铜、金等矿体的形成提供了有利条件。近年来, 随着地质勘查工作的推进, 矿区内铜矿和金矿的矿体得到了初步的圈定, 并完成了资源量的估算。矿区内的控矿因素主要与区域的构造特征、岩浆岩的侵入、变质作用及地球化学特征密切相关。通过综合应用物化探技术、地质调查以及遥感解译

等手段, 本研究旨在揭示矿区的成矿规律及其控矿因素, 并对找矿靶区进行预测, 为后续勘查工作提供依据。

## 2 内蒙古额济纳旗虎头山北铜多金属矿区概况

### 2.1 地理位置与交通条件

内蒙古额济纳旗虎头山北铜多金属矿区位于内蒙古自治区阿拉善盟额济纳旗赛汉陶来苏木, 地理坐标为东经 $99^{\circ}48'35''$ - $99^{\circ}51'05''$ , 北纬 $41^{\circ}20'02''$ - $41^{\circ}22'31''$ , 中心点坐标为 $4580009.32$ (东经)和 $17569161.16$ (北纬)。矿区面积为 $16.01$ 平方千米, 处于巴丹吉林沙漠的西北缘。该区交通较为不便, 距预查区北西约 $10$ 公里的地方有酒泉市至额济纳旗的S214省道, 公路南西向酒泉市约 $260$ 公里, 北东向额济纳旗约 $120$ 公里。预查区内无公路, 便道较少, 交通

【作者简介】包红艳(1990-), 女, 中国内蒙古巴彦淖尔人, 本科, 工程师, 从事地质矿产研究。

条件较为艰难。

## 2.2 自然地理及气候特点

该矿区位于巴丹吉林沙漠的西北缘，地势起伏不大，属于低山丘陵区和剥蚀荒漠戈壁地貌。区内海拔变化不大，最高海拔 1113 米，最低海拔 1054 米，海拔范围一般在 1060 米至 1110 米之间，相对高差为 5 至 30 米。气候上，该地区属于典型的大陆性干旱气候，年降水量仅 18.2 毫米，年蒸发量超过 3000 毫米。夏季气温较高，年最高气温为 40.7℃，冬季寒冷，最低气温可达到 -26.9℃。区内的风力较强，常常出现扬沙或沙尘暴天气，尤其是 10 月至次年 5 月，最大风速可达 34 米每秒。

## 3 矿区成矿地质背景

### 3.1 区域地质背景

内蒙古额济纳旗虎头山北矿区地处内蒙古自治区的西北部，地质构造复杂。该区域主要由志留系公婆泉组、碎石山组的凝灰角砾岩及白垩系花岗斑岩组成。矿区内的成矿作用主要与火山-次火山活动相关，成矿矿体多呈脉状。根据过去的地质勘查资料，矿区内的构造演化影响了矿体的形成和分布，尤其是与区域内的火山岩活动和地壳运动密切相关。区域内的矿产资源潜力大，主要集中在铜、金等有色金属矿的勘查和开发。

### 3.2 地层与岩性特征

矿区的地层以志留系公婆泉组和碎石山组的凝灰角砾岩为主，这些岩层的物理风化作用较强，形成了较为典型的残积和坡积物堆积。地层间存在着明显的侵入岩接触关系，形成了矿化带。岩性上，公婆泉组和碎石山组的岩石中富含金属矿物，尤其是铜矿和金矿矿化表现明显。岩石的风化程度较高，矿化体与岩层的产状、厚度以及变化特征对矿石分布有着重要的控制作用。

## 4 矿区控矿因素分析

### 4.1 地质构造对矿体的控制作用

地质构造对矿体的分布和形态有着显著的控制作用。虎头山北铜多金属矿区的矿体主要分布在断裂带和构造带内，特别是北西向、近东西向的断裂构造带对矿体的控制作用尤为突出。例如，Cu1-1 矿体便位于一条北西向断裂带的影响范围内。矿体沿着断裂带延伸，产状明显受到构造力的影响，矿体厚度和品位在不同的构造环境中呈现出变化。具体而言，Cu1-1 矿体的矿石储量为  $19.0 \times 10^4 \text{t}$ ，平均品位为 1.18%，其分布与构造带呈密切的空间关系。此外，矿区内的褶皱构造也对矿体的展布产生了影响，特别是在矿体的倾角和走向上，褶皱对矿体的控制作用不容忽视。矿区的勘探结果表明，矿体的分布和成矿规律与构造带的分布紧密相连，构造变形区往往是矿体的富集区域。

### 4.2 岩浆岩与矿化作用的关系

岩浆岩在矿化作用中起着重要作用，尤其是花岗斑岩、

闪长岩等岩浆岩体与矿化带的关系密切。虎头山北矿区的矿体多与岩浆侵入岩相伴随，特别是在公婆泉组和碎石山组的交界带内，矿体与岩浆岩体的接触带及破碎带形成了良好的矿化环境。例如，Cu1-1 矿体与花岗斑岩接触带的关系非常紧密，矿石品位较高的区域正是岩浆岩体与围岩接触的部位。矿区内的岩浆岩呈现出不同的侵入方式，有的为岩床状侵入，有的为岩脉状侵入，这些岩浆岩的分布直接影响矿体的形态和金属矿物的富集程度。矿区的闪长岩、花岗斑岩和英安岩体的存在，为矿化作用提供了充足的物质来源，矿体的矿石品位和矿化强度也在这些岩浆岩的影响下表现出明显的差异。

### 4.3 变质作用与围岩蚀变的影响

变质作用和围岩蚀变在矿体的形成和分布中起到了至关重要的作用。虎头山北矿区的矿体大多数位于变质岩中，特别是志留系公婆泉组和碎石山组中的变质程度较高的岩石，成为矿体形成的主要场所。矿区内的围岩蚀变现象尤为显著，硅化、碳酸盐化、褐铁矿化、孔雀石化等蚀变类型在矿体及其围岩中广泛分布。Cu1-1 矿体所在的区域，围岩表现出明显的硅化和碳酸盐化特征，这种蚀变现象促进了矿体的形成和金属矿物的富集。例如，Cu1-1 矿体的矿石矿物主要为孔雀石、黄铜矿和褐铁矿，均为与硅化和碳酸盐化相关的矿物。变质作用增强了岩石的流动性和化学反应性，为矿化物质的迁移和沉积提供了良好的条件，进一步影响矿体的金属含量和分布范围。

### 4.4 地球物理与地球化学特征对控矿的作用

地球物理和地球化学特征在矿区的控矿作用中发挥着重要作用。通过地球物理方法，特别是高精度磁法和激电中梯测量，可以有效识别矿体的分布和深度。虎头山北矿区的勘探过程中，通过磁法和激电法测量发现，矿体的高值区通常与地球物理异常区相吻合。例如，Cu1-1 矿体的分布区域便与高磁异常带相重叠，显示出明显的地球物理异常特征。此外，地球化学图的分析也为矿体的找矿提供了重要线索。铜、金、砷等元素的分布特征与矿体的分布呈现出高度的空间相关性。例如，Cu1-1 矿体区域的铜元素高值区与地球化学异常区的铜含量线高度一致，这表明该矿区的地球化学异常特征对矿体的形成和分布具有重要的指导作用。地球物理和地球化学的联合分析方法，为矿区的深部资源勘探和矿体圈定提供了科学依据。

## 5 矿区找矿预测方法与技术

### 5.1 物化探技术应用与数据分析

物化探技术通过对土壤、岩石和地下水等介质的化学成分分析，能有效揭示矿化带的位置和成矿潜力。虎头山北矿区的勘探过程中，物化探技术发挥了重要作用，特别是在 AP5 综合异常区的勘探中，利用化学元素的空间分布特征，成功确定了铜、金矿体的潜在位置。通过分析铜、砷、铅、

锌等元素的含量变化,发现矿化带的分布规律,进一步验证了矿体的存在。例如,在AP5异常区内,铜的异常值在多个勘探点呈现出高浓度特征,与已知的铜矿体位置高度重合。此外,结合土壤和岩石的地球化学数据,采用地质剖面法进行数据分析,为矿体的深部预测提供了数据支持。通过物化探数据的综合分析,可以有效评估矿区的勘探前景,为后续的探矿工作提供科学依据。

## 5.2 成矿预测模型的构建

成矿预测模型通过对矿区地质、地球化学、地球物理等多种数据的整合,能够预测矿体的空间分布和成矿潜力。虎头山北矿区的成矿预测模型是基于矿区已有的勘探数据构建的,主要包括地层、构造、岩浆岩分布、地球化学异常等因素。在模型构建过程中,采用了多种统计方法,如回归分析、空间插值等,结合地质图件和化学分析数据,建立了矿体的空间分布模型。例如,通过对铜、金、砷、锌等元素分布的回归分析,建立了矿体富集区的预测模型,成功预测了AP5异常区的铜矿体位置。该模型为后续的找矿工作提供了方向,特别是在深部勘探和矿体延伸的预测中起到了关键作用。

## 5.3 找矿靶区的识别与评估

找矿靶区的识别与评估是矿区勘探中的关键步骤。通过对地质、地球化学、地球物理数据的综合分析,可以识别出具有潜力的找矿靶区。在虎头山北矿区,结合化学异常带和地质构造特征,成功识别出多个找矿靶区,其中AP5号综合异常区被评估为具有高找矿潜力的靶区。该靶区内铜、金、砷、锌等元素的异常强度较高,且异常带与矿体的分布一致,具备了进一步勘探的基础。通过对靶区的详细评估,结合地质剖面和探槽揭露数据,已成功确定了多个铜、金矿化体的深部延伸区域,为后续的找矿工作奠定了基础。找矿靶区的识别和评估能够帮助勘探人员集中资源进行高效勘探,提高矿体发现的成功率。

# 6 矿石质量特征与资源量估算

## 6.1 铜矿石与金矿石的质量特征

在虎头山北铜多金属矿区,铜矿石和金矿石的质量特征表现出一定的差异性。铜矿石主要为氧化矿,矿石品位大多处于0.2%至1.18%之间,矿石的品位受矿体的深度和位置影响较大。特别是Cu1-1铜矿体的平均品位为1.18%,而Cu1-2铜矿体的品位为0.65%。金矿石主要分布在公婆泉组和碎石山组,Au矿体的品位范围一般在0.5g/t至1.0g/t之间,Au2-1金矿体的平均品位为0.6g/t。铜矿石中的主要矿物为黄铜矿、孔雀石,金矿石则主要以金矿物与硫化矿物共生。矿石的矿物组合较为复杂,但整体矿石质量呈现良好的矿化

带特点,为后续的资源量估算提供了重要依据。

## 6.2 矿石品位与资源量估算方法

矿石品位的确定基于矿体的厚度、矿石的金属含量以及勘探过程中获得的数据。在本次资源量估算中,铜矿体的品位采用了边界品位0.2%和最低工业品位0.4%作为参考标准。金矿体的品位则根据边界品位0.5g/t和最低工业品位1g/t进行确定。通过采用地质块段法,结合实际的勘探数据、槽探、钻探和斜井工程控制结果,对矿体进行了分段估算。根据矿体的长度、厚度、品位等参数,计算得出每个矿体的矿石量与金属量。矿体的资源量估算还结合了矿石的体积、密度、矿石的化学成分等因素,确保了估算结果的可靠性和科学性。

## 6.3 资源量估算结果与可靠性分析

根据矿区的资源量估算结果,截至2024年4月30日,虎头山北铜多金属矿区的铜矿石量为37.5万吨,铜金属量为4355吨,平均品位为0.48%;金矿石量为7.7万吨,金金属量为48kg,平均品位为0.6g/t。通过对矿体的深部勘探及矿化蚀变带的查证,估算结果表明矿区具备较好的勘探潜力,尤其是Cu1-1、Cu1-2等矿体的矿石量较大,金属含量较高,符合进一步开采的条件。尽管资源量估算结果为推断资源量,但由于勘探工作已达到预查阶段的控制标准,所估算的资源量具有较高的可靠性。为提高估算的精确度,下一步工作需进一步开展普查,系统控制矿体走向及深部延伸,验证资源量的可持续性和稳定性。

# 7 结语

通过对虎头山北铜多金属矿区的深入勘探与分析,本文系统地探讨了矿区的控矿因素、找矿预测方法以及技术的应用。在地质构造、岩浆岩、变质作用和地球物理等多方面的综合作用下,矿体的分布和成矿规律得到了清晰的揭示。矿区的勘探数据为后续的资源评估和矿体预测提供了坚实基础,尤其是在物化探技术和成矿预测模型的结合应用下,矿区潜力得到了进一步的确认。通过精确的找矿靶区识别与评估,为未来的矿产资源开发指明了方向。尽管目前的勘探工作取得了一定的进展,但仍有部分矿体的深部延伸和品位变化未完全明晰,后续的普查工作将进一步巩固矿区的资源基础,为实现矿区的可持续开采提供有力保障。

## 参考文献

- [1] 赵新胤,王长全,汤琳,廖静,李表鹏.惠东县石珠嶂钨铜多金属矿地质特征及控矿因素[J].云南地质,2024,43(04):525-529.
- [2] 岳想平,韩松,车子强.CSAMT勘查对铜多金属矿控矿地质因素的分析[J].江西科学,2024,42(03):557-560+573.
- [3] 张荣,周文博,苏连驰,阳正勇,刘彤,张旭康.内蒙古水泉沟铜多金属矿控矿构造特征研究[J].矿产勘查,2020,11(11):2354-2359.