

# 岩浆热液型铜矿成矿规律与找矿方向

李美娇

中化地质矿山总局吉林地质勘查院

DOI: 10.12238/jpm.v6i4.7937

**[摘要]** 本文探讨了岩浆热液型铜矿的成矿规律与找矿方向。通过分析岩浆作用、构造背景及热液演化对铜矿成矿的控制作用,揭示了斑岩型、矽卡岩型和热液脉型矿床的成矿模式及其地质特征。结合地球物理、地球化学和遥感技术,提出了有效的找矿方法与勘探方向,重点关注深部矿体及覆盖区的勘探潜力。研究为铜矿勘探提供了理论依据和实践指导,推动了资源勘探的科技进步。

**[关键词]** 岩浆热液型铜矿; 成矿规律; 控矿因素; 找矿技术

## Mineralization regularity and prospecting direction of magmatic hydrothermal type copper ore

Li Meijiao

Jilin Geological Exploration Institute of Sinochem Geological and Mining General Administration

**[Abstract]** This paper discusses the metallogenic regularity and prospecting direction of magmatic hydrothermal copper ore. By analyzing the control effect of magmatism, structural background and hydrothermal evolution, the metallogenic pattern and geological characteristics of porphyry, skarn and hydrothermal vein deposits are revealed. Combined with geophysical, geochemical and remote sensing technologies, an effective prospecting method and exploration direction are proposed, focusing on the exploration potential of deep ore bodies and covered areas. The research provides the theoretical basis and practical guidance for copper exploration, and promotes the scientific and technological progress of resource exploration.

**[Key words]** magmatic hydrothermal copper ore, metallogenic regularity, ore control factors, prospecting technology

## 1 引言

岩浆热液铜矿是地球上最重要的铜矿之一,具有复杂的成矿过程和很高的经济价值。随着世界矿产资源紧张局势的加剧,岩浆热液铜矿的勘探和研究日益受到关注。岩浆热液矿床主要通过岩浆侵入体产生的热液与周围岩石的相互作用沉淀出铜等金属矿物,成矿作用通常发生在构造活动频繁的地区,矿床分布与岩浆作用、热液演化、构造背景密切相关<sup>[1]</sup>。

近年来,地质勘探技术的发展,特别是地球化学、地球物理和遥感技术的应用,大大提高了岩浆热液铜矿勘探的效率和

精度。然而,尽管研究取得了进展,岩浆热液铜矿的成矿规律和找矿策略仍有待进一步探索。本文旨在分析岩浆热液型铜矿的成矿机制、控矿因素、找矿方法,并为铜矿的勘探提供理论依据和技术支持。

## 2 岩浆热液型铜矿的成矿规律

### 2.1 岩浆热液成矿作用概述

岩浆热液成矿作用是指岩浆活动过程中产生的热液流体与围岩发生作用,导致矿物沉淀并形成矿床的过程。该过程通常包括岩浆的上升、冷却、分异及热液的形成与流动。热液流

体来源于岩浆中的水分、气体及矿物质，随着岩浆冷却过程中的压力降低，热液上升并渗透到周围的岩层中，导致矿物的沉淀和浓缩<sup>[2]</sup>。

热液流体的温度、化学成分、酸碱度对矿物的形成起着决定性作用。矿床的矿化带通常与热液的演化密切相关。最初，热液富含铜、金和银等金属离子。随着温度和压力的变化，矿物逐渐沉淀形成矿体。

岩浆热液成矿作用通常与侵入岩体、构造带和热液流体的活动有关，矿床常伴有显著的蚀变现象，如钾硅化、绿帘石化、绢云母化等。这一过程在斑岩铜矿、矽卡岩铜矿等矿床中表现尤为明显。

## 2.2 典型岩浆热液型铜矿的地质特征

典型的岩浆热液型铜矿床通常与侵入岩体、构造带和热液流体活动密切相关。地质特征主要表现为矿体沿断裂带、接触带或岩浆侵入体的外围分布，且矿床的规模与岩浆侵位的规模密切相关。矿化常发生在岩浆侵入体与围岩的接触带，形成显著的蚀变矿化带<sup>[3]</sup>。

矿床的蚀变类型多样，包括钾硅化、绿帘石化、绢云母化等，反映了热液流体在不同温度和压力条件下的演化过程。矿体常伴有硫化物矿物，如黄铜矿、辉铜矿、闪锌矿等。铜矿床的矿石中常见铜、金、银等元素的共生。此外，矿床的分布通常与区域构造背景密切相关，尤其是与活动构造相关的地质环境最为有利。这些地质特征为矿床的勘探提供了重要的指示意义。

## 2.3 控矿因素分析

岩浆热液型铜矿的成矿受多种因素的控制，主要包括岩浆作用、构造背景和热液演化过程。

岩浆是成矿的基础，岩浆侵入体提供成矿元素和热能。不同类型的岩浆，如斑岩和花岗闪长岩，在成矿过程中发挥着不同的作用，并决定着矿床的规模和金属成分。岩浆演化过程中温度、压力和流体的变化会影响矿化和矿体的分布。

构造背景决定了矿体的赋存环境。区域性构造，如板块碰撞、拉张带和局部构造为岩浆和热液的上升提供了通道，且矿体常沿断裂带、接触带分布。

热液演化影响矿床的矿物组合和成矿过程。成矿流体在上升过程中经历降温、降压及水岩反应，导致矿物的沉淀和矿体的分带。早期热液富集 Cu、Au 等金属，晚期则可能沉淀碳酸盐矿物。综合分析这些控矿因素，有助于矿床的勘探与开发。

## 2.4 成矿模式与演化过程

岩浆热液型铜矿的成矿模式通常经历岩浆演化、热液活动、矿质沉淀与改造等阶段。首先，在地壳变形的影响下，岩浆侵入地壳浅部，提供成矿物质和热能，释放出高温、高压、富含矿物的热液。岩浆冷却后，富含矿物质的流体沿断裂和构造运动上升和扩散，与周围岩石发生水岩反应，导致矿物质富集和沉淀。

成矿演化一般分为三个阶段：早期高温阶段，热液以钾硅化、绿帘石化等蚀变为主，并伴随初始金属硫化物沉淀；中期中温阶段，热液活动增强，硫化物如黄铜矿、辉铜矿大量沉淀，形成主要矿体；晚期低温阶段，流体进一步冷却，伴随碳酸盐化、粘土化蚀变，可能形成次生富集带。

## 3 岩浆热液型铜矿的找矿方向

### 3.1 找矿标志与地球化学异常特征

岩浆热液铜矿的指标主要包括地质、地球物理和地球化学特征。从地质学角度看，这些矿床通常与斑岩和花岗闪长岩等侵入岩有关，周围的岩石明显发生蚀变，常见的有钾硅化、绿泥石、绢云母和碳酸盐。矿体以断裂构造为主，矿化带沿构造带呈线性扩展。

地球化学异常是找矿的重要依据，Cu、Mo、Au、Ag 等元素在矿区及其外围常形成晕环。初级晕表现为 Cu-Mo-W-Sn 的高温元素组合，而次生晕表现为 Fe、Pb、Zn 的低温组合。此外，硫同位素 ( $\delta^{34}\text{S}$ ) 及铅同位素 ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ) 比值可指示成矿流体来源。

地球物理特征上，岩浆热液型铜矿常表现为低磁异常（蚀变作用导致磁铁矿蚀变）和高极化异常（硫化物矿体导电性强）。综合运用地质、地球化学及地球物理方法，可有效圈定找矿靶区，提高勘探效率。

### 3.2 典型找矿模型及其应用

岩浆热液型铜矿的找矿模型主要包括斑岩型找矿模型、矽

卡岩型找矿模型和热液脉型找矿模型，这些模型广泛应用于矿产勘查。

#### (1) 斑岩型找矿模型

该模型以大规模侵入岩体为中心，矿体呈环带状分布。找矿标志包括岩浆侵入中心、蚀变分带（钾硅化→绢云母化→绿帘石化→碳酸盐化）、元素分带（Cu-Mo→Pb-Zn→Au-Ag），以及地球物理上的低磁-高极化异常。应用该模型，可圈定矿化蚀变带，如我国西南地区的斑岩铜矿勘查。

#### (2) 矽卡岩型找矿模型

矿体赋存在碳酸盐岩和侵入岩接触带，找矿标志包括矽卡岩蚀变带、Cu-Fe-Mo 地球化学异常、低磁-高密度特征。该模型广泛应用于华南、东天山等地区的矽卡岩铜矿勘探。

#### (3) 热液脉型找矿模型

矿体沿断裂带呈脉状分布，找矿标志包括断裂构造、硅化带、Au-Ag-Cu 元素异常。该模型在金沙江带等铜矿勘查中应用广泛。

通过综合分析地质、地球化学、地球物理特征，这些找矿模型可有效指导找矿工作，提高勘探成功率。

### 3.3 地球物理、地球化学与遥感技术在找矿中的应用

地球物理方法在岩浆热液铜矿勘探中发挥着重要作用。激电方法可以确定硫化物矿体中的超极化异常，磁力方法可以探测蚀变引起的弱磁异常，重力方法可以确定高密度矿化带。不同地球物理方法的结合可有效提高矿产勘探的准确性。

地球化学方法通过元素异常分析确定找矿靶区。原生晕法揭示 Cu、Mo、Au、Ag 等成矿元素分布规律，次生晕法可在覆盖区预测深部矿化。结合同位素（S、Pb、O）研究，可追踪成矿流体来源和演化过程。

遥感技术可在大范围内快速识别找矿标志，多光谱和高光谱技术可识别蚀变矿物，如绢云母、绿泥石，并圈定蚀变带，雷达数据可解析断裂构造特征。多技术协同应用可提高找矿效率，为铜矿勘查提供科学依据。

### 3.4 重点找矿靶区与勘探方向分析

在岩浆热液型铜矿的勘探中，确定重点找矿靶区至关重要。通过综合地质、地球化学、地球物理和遥感数据，可以筛

选出具有较高潜力的矿区。

重点找矿靶区通常位于岩浆侵入体和构造活动频繁的地区，如岛弧、活动陆缘和大陆内部深部。这些地区常表现为高热液流体活动和显著的成矿物质富集带。斑岩、矽卡岩及热液脉型矿床常见于这些区域，特别是与破碎带、断裂带交汇的区域。重点靶区还包括围岩发生强烈蚀变的地方，如钾硅化、绿帘石化、硅化等。

在勘探方向上，未来勘探的重点应放在深部矿化带的勘探上，尤其是那些隐藏在目标区域下方的矿体。现代勘探工具的使用，如深层地震勘测、重力和磁力共用以及地球化学异常的扩展，可以有效地确定潜在的深层成矿带。此外，随着遥感技术的进步，加上高光谱遥感技术和人工智能数据处理，勘探将在大规模、高精度领域勘探方面实现突破，提高勘探效率和精度。

## 4 结论

岩浆热液型铜矿的成矿作用受岩浆活动、构造背景及热液演化等多因素控制，形成了典型的斑岩型、矽卡岩型和热液脉型矿床。通过分析成矿模式和控矿因素，可以明确矿床的分布规律及勘探重点。地球化学、地球物理和遥感技术的综合应用，为找矿提供了有效工具，尤其是在深部和覆盖区的勘探中，展现出巨大的潜力。

随着勘探技术的不断进步，尤其是深部勘探和数据处理技术的提升，岩浆热液型铜矿的勘探将更加精准高效。未来应进一步结合多学科方法，如人工智能、大数据分析等，优化勘探策略，为铜矿资源的可持续开发提供科学支持。

## [参考文献]

- [1]李世森, 谢登科, 钟小琴, 等. 哈密市大红山铜矿床地质特征与找矿标志研究[J]. 新疆有色金属, 2025, 48(01): 26-28.
- [2]佟卉, 李雪娇, 李玉玺. 内蒙古自治区铜矿床成矿规律概述[J]. 西部资源, 2024, (02): 1-6.
- [3]姜大伟, 胡格吉乐吐, 李泊洋, 等. 内蒙古阿鲁科尔沁旗上打井斑岩型铜钼多金属矿床地质特征及区域找矿意义[J]. 甘肃冶金, 2019, 41(05): 50-54.