

小寺沟斑岩钼铜矿床流体包裹体研究

北京大学地质系 欧阳建平 艾永富 臧启家

小寺沟斑岩钼铜矿床赋存于小寺沟上杖子岩体北东接触带内。该岩体具有侧向分带,与矿化有关的是黑云母花岗斑岩和花岗闪长斑岩。在北东接触带内,从岩体向围岩(雾迷山组白云岩)方向,热液蚀变可分为:钾长石—(黑云母)蚀变带;石英—绢云母蚀变带;粘土化带和蛇纹石蚀变带。钼矿主要产在石英—绢云母化带,铜矿主要产在蛇纹石蚀变带内。在蚀变矿化地段生成的大量流体包裹体,是研究热液性质、成矿条件的证据。通过对与蚀变、矿化有成因联系的各种矿脉中流体包裹体的研究,可以阐明成矿热液的变化特征。

矿脉类型及其相互关系和 流体包裹体类型

在岩体蚀变范围内,分布有多种类型的矿脉。根据矿脉的穿插、切割关系(图1、图2),从早到晚其生成顺序为:黑云母脉、钾长石—石英脉→石英—绢云母—黄铁矿脉→无矿石英脉→辉钼矿—石英脉→辉钼矿细脉→黄铜矿—黄铁矿—石英脉→碳酸盐脉。其中辉钼矿—石英脉和辉钼矿细脉,是主要含钼矿脉;黄铜矿—黄铁矿—石英脉是主要含铜矿脉。这些矿脉从早到晚其矿物组

合与蚀变带的矿物组合是一致的。它们在成因上有联系,仅交代蚀变方式不同。

这些矿脉含有大量流体包裹体,最大 $45\mu\text{m}$,一般 $2\sim 5\mu\text{m}$ 。根据包裹体内所含相数及气液之比,可分为三种类型(图3)。

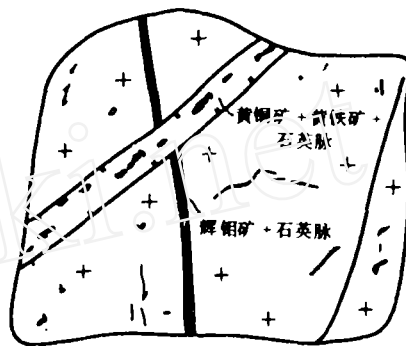


图2 矿脉关系手标本素描图

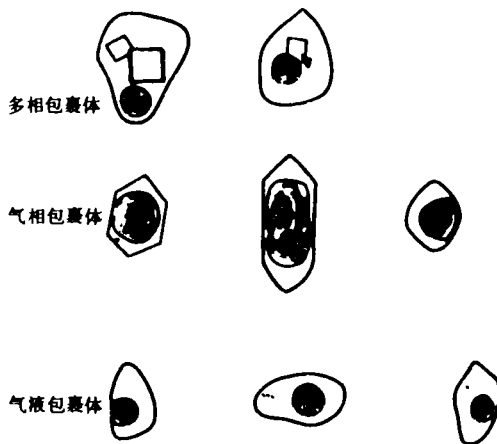


图3 流体包裹体类型

1. 多相包裹体: 包裹体中有气相、液相和子晶矿物。气相多小于35%,子晶矿物常呈立方体的NaCl或KCl,也见暗色矿物。

2. 气体包裹体: 由气、液两相组成,气、液比大于50%,常见负晶形态,密度低,气体包裹体约占45%,加热后均一为气相。

3. 气液包裹体: 气、液比小于50%,形态多

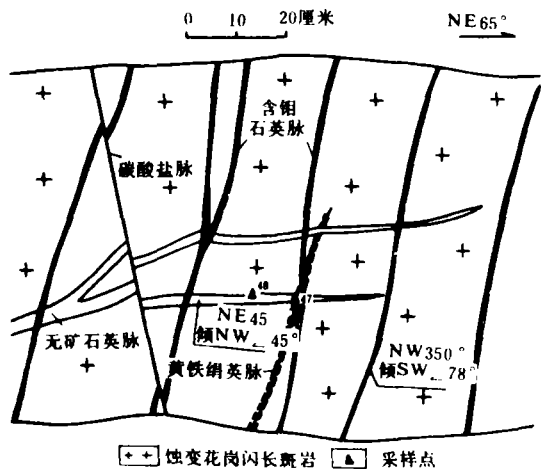


图1 734中段061穿矿脉关系素描图

不规则, 也可见负晶形态, 加热后均为液相。

较早形成的矿脉, 1、2类包裹体较多, 含钼石英脉中多相包裹体更加集中; 较晚形成的包裹体中, 气液包裹体增多, 碳酸盐脉中只见气液包裹体。对于1、2类包裹体, 在一个显微视域中就常能见到, 有时还有气液包裹体共存。因此, 本区多种包裹体共存, 气体包裹体占较大比例,

包裹体盐度高, 以及镜下见到包裹体内有小气泡不停跳动等特征, 不妨认为包裹体是在沸腾条件下形成的, 因此不须进行压力校正。

含矿溶液的盐度

本区高盐度地段与矿化地段相吻合, 说明含矿溶液的盐度对矿质的搬运、沉淀有影响。多相包裹体中盐类子晶的鉴定结果见下表。NaCl 和

多相包裹体盐类子晶特征

表1

矿脉	包裹体大小 (μm)	子晶比例 (%)	气相比例 (%)	子晶形态	子晶消失温度 ($^{\circ}\text{C}$)	子晶鉴定	用体积法近似 计算的盐度
辉钼矿— 石英脉	10	25	30	立方, 透明	50, 230	KCl 5%, NaCl 20%	NaCl 35.8% KCl 9.6%
	15	20	30	"	199	NaCl	H_2O 54.6%
	5	15	30	立方, 棱角差	55	KCl	采用 $d_{\text{NaCl}} = 2:2$ $d_{\text{KCl}} = 2.0$, 25°C 时 KCl + NaCl + H_2O 饱和溶液 $d = 1.27^{(1)}$
钾长石— 石英脉	30	15	30	近形, 透明	250	NaCl	

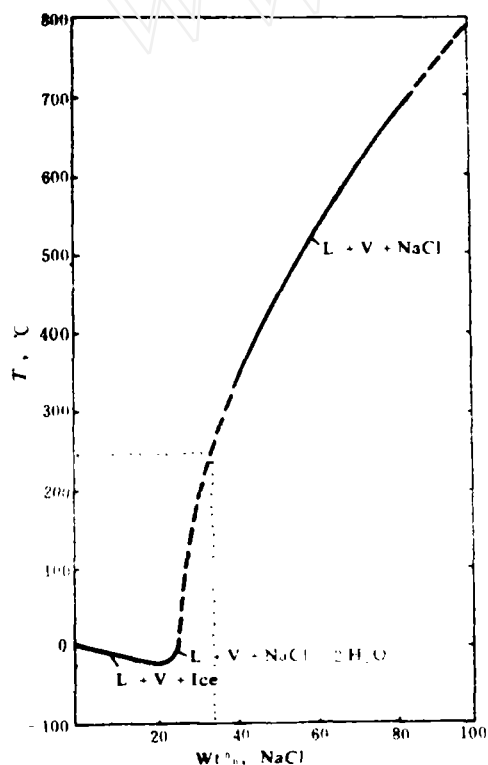


图4 NaCl— H_2O 体系T—X溶解曲线

(据Sourirajan和Kennedy, 1962;

Roedder, 1971)

KCl是包裹体中的主要盐类物质, 其溶解度与温度、压力有一定关系。根据S. Sourirajan和G. C. Kennedy (1962) 及Roedder (1971) 等给出的 H_2O —NaCl体系饱和浓度与温度的关系曲线(图4), 在 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ 时, NaCl溶液的饱和浓度为 $32\sim 34\text{ wt}\%$, 这与我们估算的NaCl浓度一致。总起来看, 含矿溶液的总盐度可达 $40\sim 50\%$ 。就整个蚀变地段而言, 含盐度又是不均匀的, 随着热液向外迁移, 由矿化沉淀到热液晚期, 盐度是逐渐下降的。

热液阶段的温度和压力

温度和压力的变化对蚀变矿化影响极大。经均一测温结果统计, 作出了均一温度统计分布图(图5)。从总体情况看, 均一温度相对集中在 $320\sim 360^{\circ}\text{C}$ 的范围, 反映了在这个范围内热液活动最强烈。钾长石—石英脉的测温结果比较分散, 这与脉的形成较早、后期热液叠加有关, 但多在 $340\sim 400^{\circ}\text{C}$, 说明钾质交代不会低于 400°C ; 黄铁绢英岩脉均一温度在 $330\sim 370^{\circ}\text{C}$, 无矿石英脉在 $330\sim 370^{\circ}\text{C}$, 辉钼矿—石英脉 $320\sim 350^{\circ}\text{C}$, 这三期矿脉形成的温度并无大的差别, 这个温度确定了辉钼矿的主要形成范围; 黄铜矿—黄铁矿—石

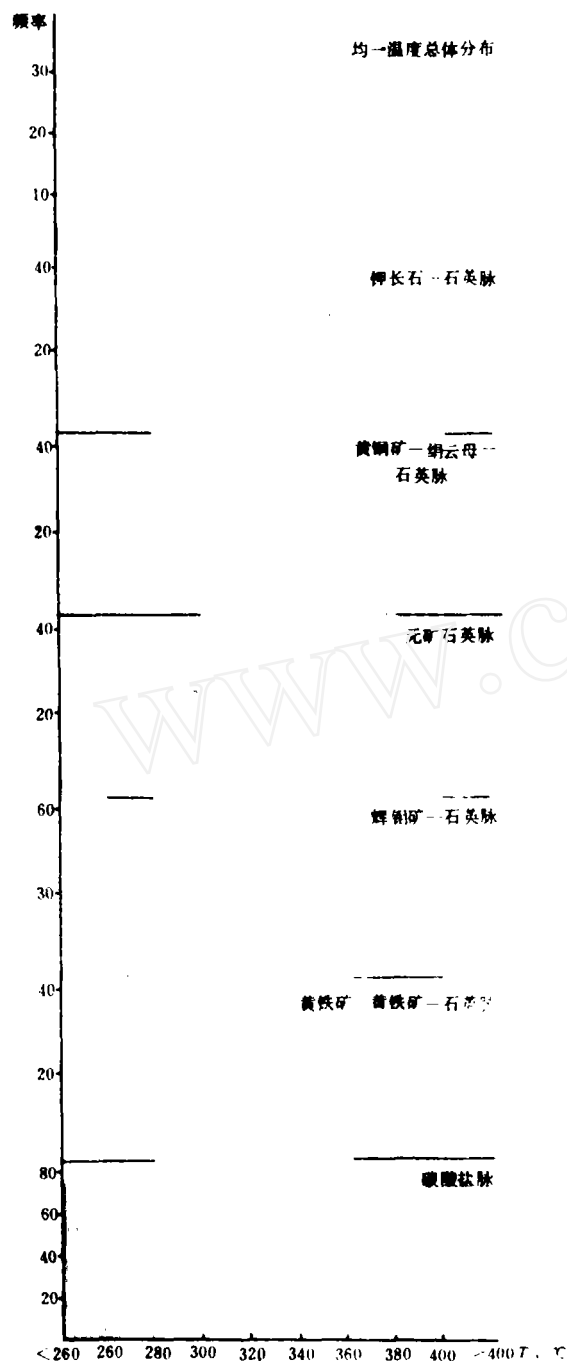


图5 各类矿脉包裹体均一测温分布图

英脉的均一温度为280~320℃,它代表了铜的主要成矿温度;碳酸盐脉的形成温度低于260℃,实测结果160~200℃。根据Sourirajan等(1962) NaCl—H₂O体系的P—T—X相图,在本区盐度、温度条件下,成矿流体的压力为300~500巴。

矿床的热液作用与成矿条件

上杖子岩体广泛的热液蚀变,是热水溶液对围岩作用的结果。蚀变岩石的类型和强度又是由参与作用的物质组分的介质条件、物化条件所决定的。本区测得的流体包裹体盐度,说明热液早期碱金属离子的浓度比较高,在岩浆期后早期阶段,这种偏碱性的热流体对岩石就发生碱质交代作用。对中酸性、酸性岩石来说,往往首先发生钾长石化、黑云母化,通过这些矿物对斜长石、角闪石的交代,使大量Na、Ca元素转移到溶液中,这种交代作用是在一定的温度条件下进行的。本区钾质交代在400℃左右交代最强烈,随着交代作用的进行,热液组分发生变化,偏碱性介质得到中和,温度条件也发生变化,石英—绢云母化蚀变取代了钾长石、黑云母化。这种变化使热液性状发生了很大的变化,从而影响到一些成矿物质的稳定性。本区石英—绢云母化主要发生在370~320℃,大多数包裹体形成在这个期间。

沸腾作用是本区热液活动的一个重要特征,在岩浆条件下,热液组分是以均一流体形式分散在岩浆物质中。随着岩浆结晶,挥发组分不断析出,并伴随了温度下降和构造活动,热液组分很容易从超临界状态进入沸腾状态。结果气、液两相分离,并且发生一些物质组分的分馏作用。由于沸腾作用,发生了盐类物质在液相的集中,因而出现低密度、低盐度的气体包裹体和高密度、高盐度的多相包裹体。成矿物质除一部分通过钾质交代而转入热液中外,大部分也是在沸腾状态下,从岩浆中转移到热液,从而造成成矿物质的富集趋势,形成含矿溶液。成矿物质的稳定性受外界条件的影响,稳定性大小与存在形式有关,从成矿物质与高盐度地段相吻合来看,挥发组分Cl对铜、钼的搬运和沉淀起重要作用。Cl是本区一个重要的矿化剂。由包裹体测温表明,早期形成的钼矿其形成温度稍高于晚期的铜矿,前者成矿温度为350~320℃,后者320~280℃。这个温度范围与石英—绢云母蚀变的温度范围相符合。

由此看来,小寺沟斑岩铜钼矿床是在广泛热液活动,沸腾作用条件下,在高盐度、中高温条件下形成的。