

# 新疆白干湖钨锡矿流体包裹体特征及意义

曹勇华, 赖健清

(中南大学地质与环境工程学院 教育部“有色金属成矿预测”重点实验室, 湖南 长沙 410083)

白干湖钨锡矿床大地构造位置位于塔里木-华北板块南部,柴达木微陆块南缘的祁漫塔格加里东褶皱带北西向东北方向的转折部位,属秦祁昆成矿带的西延部分。区域各时代地层出露较全,主要为长城系金水口群及志留系白干湖组。金水口群主要为二云石英片岩、大理岩、石英岩、石英透闪岩等,为一套碎屑岩—碳酸盐岩建造,并局部伴有火山活动,变质强烈。矿区地质构造复杂,贯穿全区的白干湖断裂带为该区的主要构造,属于阿尔金断裂的次一级断裂,为后期的成矿提供了有利空间。本区岩浆活动强烈,以加里东期岩浆活动为主,具多期次侵入,同源演化之特点,其岩石系列为石英闪长岩-英云闪长岩-中粗粒、中细粒二长花岗岩-似斑状二长花岗岩-中粗粒钾长花岗岩。

矿体赋存于金水口群绢云石英片岩、二云石英片岩、透闪石化大理岩和花岗闪长岩中,矿带呈北东向不规则带状展布,长15 km,宽2~4 km。为一个多型共生的钨、锡矿床,以石英脉型与似矽卡岩白钨矿两种类型钨、锡矿体为主,独立锡矿体少量,石英脉型品位较高,似矽卡岩型范围较广。

## 1 流体包裹体特征及测温结果

### 1.1 包裹体岩相学特征及类型

本次用于包裹体研究的样品取自白干湖矿区的含黑钨矿石英脉。室温下观察到石英中含有丰富的原生流体包裹体。包裹体主要以气液两相水溶液包体(I)和水溶液-CO<sub>2</sub>三相包体(II)为主。I型气液包体气液比一般20%~40%,大小一般为6~15 μm,形态以椭圆形、不规则、近圆形、长条形等为主。II型包裹体在室温下呈水溶液相、气相及液相CO<sub>2</sub>三相产出,依CO<sub>2</sub>相所占比例,该类包裹体可进一步划分为II a和II b两类。前者CO<sub>2</sub>所占比例<50%,气相CO<sub>2</sub>占CO<sub>2</sub>相的20%~60%,多为25%~50%;后者CO<sub>2</sub>所占比例>50%,气相CO<sub>2</sub>占CO<sub>2</sub>相的5%~33%,多集中在5%~20%之间。该类包裹体形态以椭圆、四边形、长条状为主,大小5~15 μm左右。

### 1.2 测温结果

包裹体测温采用Linkam THMS-600型冷热台,温度范围在-196~600℃之间,在0~600℃精度为±1℃,在-196~0℃时,精度为±0.1℃,测试前用人工合成25%的CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O及纯H<sub>2</sub>O包体(国际标样)对仪器进行了系统校正。

I型气液包体以均一至液相为主,均一温度变化范围为161~>310℃,温度峰值主要集中于120~180℃、200~260℃等区间内。根据冰的最终融化温度计算的水溶液盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为4.23%~15.57%,盐度众值集中于6%~12%区间内。II型包体CO<sub>2</sub>相融化温度为-56.9~-58.7℃,低于CO<sub>2</sub>标样标准值-56.6℃,反映了主要成分CO<sub>2</sub>不纯,其内可能含有少量CH<sub>4</sub>等气体成分。CO<sub>2</sub>相部分均一以均一至液相为主,少数均一至气相,温度为18.3~30.1℃。完全均一温度多在260~320℃之间且均一成气相、液相不等。根据CO<sub>2</sub>笼合物分解温度计算水溶液盐度值 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为2.8%~9.4%之间。

## 2 讨论与结论

白干湖钨锡矿床中的流体包裹体特征反映了成矿流体可能为后期岩浆热液流体, 矿区矿化石英脉中同时存在 I、II 等原生流体包裹体, 且成群共生产出于同一石英颗粒中, 表明其捕获时成矿流体处于多相不混溶状态。排除了不同期次包裹体叠加发育及颈缩渗漏等后期变化因素, 我们认为产生这种现象的原因可能是原始均匀的 NaCl-H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub> 高温流体相分离作用所引起的。相分离造成原始的 NaCl-H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub> 超临界流体分离为含中低盐度的水溶液-CO<sub>2</sub> 流体和中高盐度的水溶液流体 ( $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$  为 2.8%~9.4%), 大部分盐类将进入富水溶液 (盐度  $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$  可达 15.57%) 相中。

水溶液-CO<sub>2</sub> 包裹体的均一温度落在很窄的范围内, 具有均一捕获的特征, 平均值为 283.5℃, 可能反映仍处于分离两相平衡状态下的富 CO<sub>2</sub> 流体中石英的形成温度。考虑到黑钨矿石英脉对称带状构造所反映的矿物生成顺序, 说明黑钨矿的形成早于石英, 其形成温度应大于 300℃, 即属于高温的范畴。根据富 CO<sub>2</sub> 包裹体计算的压力值介于 1114~3138 bar, 大小相差近 3 倍, 可能反映从静水压力到静岩压力的变化, 由此估算其形成深度为 11 000 m 左右。水溶液包裹体端元中虽未见明显的 CO<sub>2</sub> 成分, 但可以推断其中仍含有少量的 CO<sub>2</sub>。其均一温度变化范围较大 (160~>310℃), 但包裹体未见沸腾特征, 因此除了少量可能存在两种流体不均一捕获现象外, 多数则代表后期独立的水溶液相的长期演化特征。这种特征的唯一合理的解释是水溶液-CO<sub>2</sub> 相得以向上迁移并与水溶液相完全分离, 其条件是构造的开放性足够大, 成矿压力由静岩压力降低至接近静水压力。由于成矿深度没有明显的变化, 以 1 100 bar 作为水溶液包裹体的捕获压力, 校正其捕获温度应为 367.8~410℃, 属于高温范畴。从包裹体盐度较宽的变化范围来看, 尚不能排除有外来水体的混入, 很可能是地下水热液。

从上述研究的流体包裹体特征还可以推断, 本区钨锡成矿物质是由水溶液-CO<sub>2</sub> 高温流体携带和搬运的。钨锡矿物的沉淀有可能与流体分离有密切的关系。流体相分离的过程中, 成矿物质更趋向于富集在较高含盐度的水溶液相中, 而随着 CO<sub>2</sub> 的分离, 水溶液的 pH 值升高, 有利于黑钨矿和锡石的沉淀。

综上所述, 该区成矿流体为处于中深环境、高温、中等盐度的 NaCl-H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub> 体系。随着温度的降低, 流体发生相分离成为中高盐度的水溶液流体和中低盐度的水溶液-CO<sub>2</sub> 流体, 钨锡成矿物质趋向于富集在中高盐度水溶液相中, 并导致钨锡矿的成矿作用。钨锡矿的成矿作用发生于高温条件下, 但成矿作用经历了更漫长的时间, 直至石英脉完全形成, 温度降至中低温。