

豫西上宫金矿床矿化特征及成矿时代

任志媛¹, 李建威^{1,2}

(1 中国地质大学资源学院, 湖北 武汉 430074; 2 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 湖北 武汉 430074)

上宫金矿位于华北克拉通南缘熊耳山地区西北部, 属于典型的构造蚀变岩型金矿床。熊耳山地区出露的主要岩石地层单元为太古界太华群和古元古界熊耳群。太华群是以片麻岩为主的中深变质岩系, 熊耳群为中基性—中酸性火山熔岩组成的双峰式火山岩, 局部可见火山碎屑岩及沉积岩夹层。熊耳山地区局部出露中元古界官道口群, 断陷盆地中发育第四纪沉积物。该区各种不同时期、性质、方向与规模的断裂构造极其发育。其中, 马超营断裂走向近东西, 倾向北, 倾角 $50\sim 80^\circ$, 是熊耳山地区最主要的区域断裂, 对于该区中生代岩浆活动和成矿作用都有十分重要的意义 (Han et al., 2009)。由马超营断裂派生的一系列 NE 向次级断裂是熊耳山地区重要的控矿断裂, 如康山-上宫断裂就控制了上宫金矿的产出。在燕山期强烈的伸展体制下, 熊耳山地区发育了大量的拆离滑脱构造 (王志光, 2000), 并伴有大规模的以酸性岩浆为主的壳幔同熔成因岩浆活动, 形成花山、五丈山和合峪等侵入体等, 其中五丈山岩体侵位于晚侏罗世 (156.8 ± 1.2) Ma, 而花山和合峪岩体侵位时代为早白垩世 (分别为 132.0 ± 1.6) Ma 和 (127.2 ± 1.4) Ma, Mao et al., 2010)。

上宫金矿矿区出露的地层主要为熊耳群许山组, 主要岩石类型为杏仁状安山岩、杏仁斑状安山岩。岩石具有斑状结构和杏仁状构造, 斑晶多为斜长石, 杏仁体多为石英、绿泥石、绿帘石等。斑晶常不同程度地被绢云母、斜黝帘石及零星的绿帘石、水云母、绿泥石、铁白云石、次闪石、石英、钠长石等微晶交代。矿区构造以一系列东北向马尾状断裂为主, 矿体严格受断裂构造控制, 形态多呈豆荚状、透镜体和脉状。控矿断裂长 2.7 km, 倾向北西, 倾角 $50\sim 70^\circ$ 。花山二长花岗岩在矿区北东方向 5 km 处出露。

岩相学研究表明, 上宫金矿主要的金属矿物有黄铁矿、方铅矿、黄铜矿、闪锌矿、硫锑铜矿、碲化物、白钨矿等; 非金属矿物有石英、钾长石、绿泥石、碳酸盐、云母等。黄铁矿是上宫金矿的主要的载金矿物, 黄铁矿具有明显的 As 振荡环带, As 和 Cu+Pb+Zn 与 Au、Ag 具有很好的正相关性, 这与金-多金属硫化物阶段为主成矿阶段较一致, 也表明 As 对 Au 的富集有重要意义。金成矿作用可划分为三个成矿阶段: 石英-黄铁矿阶段、金-多金属硫化物阶段、石英-碳酸盐阶段, 其中金-多金属硫化物阶段为主成矿阶段。上宫金矿围岩蚀变非常发育, 主要蚀变类型有硅化、黄铁绢英岩化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化、萤石化等。其中, 黄铁绢英岩化是与主成矿阶段金矿化密切共生的蚀变类型。

脉石矿物石英和碳酸盐中发育有大量流体包裹体, 主要为富液两相包裹体, 纯液相包裹体和含子矿物三相包裹体次之。对各成矿阶段中气液两相包裹体进行测温结果表明, 均一温度集中分布在三个区间: $420\sim 500^\circ\text{C}$ 、 $300\sim 380^\circ\text{C}$ 、 $120\sim 280^\circ\text{C}$, 盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 也集中分布在 3 个区间: $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 $10\%\sim 11\%$ 、 $14\%\sim 15\%$ 和 $19\%\sim 21\%$ 。激光拉曼光谱分析结果表明流体包裹体的气相以 H_2O 、 CO_2 为主, 含少量 CH_4 ; 液相以 H_2O 为主, 含有少量 CO_2 和 CH_4 ; 子矿物以 CaCO_3 为主。

选取主成矿阶段与金矿化密切相关的蚀变绢云母进行激光阶段加热 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 同位素分析, 获得一个阶梯状上升的年龄谱。年龄谱在高温阶段达到稳定, 其中 5 个连续加热阶段 (释放的 ^{39}Ar 占总量的 20% 左右) 的表观年龄在误差范围内完全吻合, 获得似坪年龄为 (236.4 ± 2.5) Ma。这一年龄可以代表该样品中绢云

母的冷却年龄。由于上宫金矿主成矿阶段的成矿温度比绢云母中氩同位素的封闭温度（300~350℃；McDougall et al., 1988）要高，因此上述似坪年龄可以解释为上宫金矿的成矿年龄。由于低温阶段的表观年龄很低，随着温度的上升表观年龄逐渐增大，并在高温阶段趋于稳定，这说明上述样品自形成后受到了后期热事件的干扰，导致绢云母中的氩同位素发生部分丢失。表明上宫金矿床发生强烈黄铁绢英岩化矿石中的绢云母发生了不同程度的放射性成因⁴⁰Ar丢失。该样品的总气体年龄（相当于全熔年龄）为（205.3 ± 1.9）Ma，比似坪年龄偏低约 30 Ma，进一步支持上宫金矿成矿后受到后期热事件的干扰，造成蚀变绢云母边部热稳定性较差的部位发生放射性成因⁴⁰Ar的丢失。

前人对上宫金矿的成矿年代学工作开展过大量研究。黎世美（1993）等通过对蚀变绢云母中的流体包裹体进行 Rb-Sr 法定年，获得较好的等时线年龄为（242 ± 11）Ma，认为上宫金矿的成矿时代为印支期。任富根等（2001）利用⁴⁰Ar-³⁹Ar对石英中的包裹体进行年代学测定，获得坪年龄为（245.8 ± 3.3）Ma。本文对黄铁绢英岩化矿石中的绢云母进行激光阶段加热⁴⁰Ar-³⁹Ar同位素年龄测定，获得似坪年龄为（236.4 ± 2.5）Ma，与前人获得的印支期成矿年龄近乎一致，说明熊耳山地区可能存在印支期的金成矿作用。但另一方面，张振海等（1994）通过对4件绢英岩和石英样品进行 Rb-Sr 定年，获得等时线年龄为（165 ± 7）Ma；对矿化晚期蚀变岩的绢云母、石英、方解石等6个样品进行 Rb-Sr 法测定，获得等时线年龄为（113 ± 6）Ma。这些明显偏年轻的年龄究竟反映了后期热事件对印支期成矿作用的改造还是说明上宫金矿同时发生了印支期和燕山期两次成矿作用还需要进一步研究。结合区内其他金矿床的成矿年代学研究工作，不难发现熊耳山地区大规模的金成矿作用集中在早白垩世，如祁雨沟金矿的辉钼矿 Re-Os 年龄为（135.6 ± 5.6）Ma（姚军明等，2009）、公峪金矿含矿石英脉的⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄为（122.6 ± 0.6）Ma（齐金忠等，2005）、前河金矿蚀变绢云母的⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄为（126.9 ± 1.5）Ma（唐克非等，2009）。这些年龄与华北克拉通岩石圈减薄的峰期时间一致（Wu et al., 2005），表明熊耳山地区早白垩世大规模金成矿作用与华北克拉通的岩石圈减薄有直接的成因联系。综上所述认为，上宫金矿主要形成于印支期，与华北和扬子板块陆陆碰撞作用有关，但在早白垩世时期受到了华北克拉通岩石圈减薄及有关成矿作用的叠加。