

。 国外贵金属地质。

文章编号: 1002-4182 (1999) 04-0251-02

以侵入岩体为中心的热液系统的演化: 菲律宾 Lepanto 远东南的斑岩型与浅成低温热液型 Cu-Au 矿床

Jeffrey W. Hederquist, Antonio Arribas Jr.

(Mineral Resources Department, Geological Survey of Japan)

T. James Reynolds

(FLUID INC., USA)

有许多斑岩型与浅成低温热液型矿床具有空间联系。其中有些被认为有成因联系,另一些则有争议。在菲律宾吕宋岛北部的 Mankagan 地区,可见较好的空间关系。此处, Lepanto 高硫型浅成低温热液 Cu-Au 矿床紧挨着远东南的斑岩 Cu-Au 矿体。二者共有铜储量大于 3.8 Mt, 金储量超过 550 t。

石英闪长斑岩脉在 300 m 标高处侵入于中新世变质火山岩和火山碎屑岩基底岩石中。这些侵入体的形成晚于多数浅成低温热液型矿床的围岩——上新世火山角砾岩和英安斑岩。由黑云母、磁铁矿和少量钾长石构成的钾硅酸盐蚀变作用分布在石英闪长斑岩脉体的中心。黑云母的 K-Ar 年龄为 1.4 ± 0.05 Ma ($n=6$)。玻璃状他形石英脉体与这种早期蚀变伴生,其内含有富气高盐度流体包裹体,其最高均一化温度可达 $450 \sim 550^\circ\text{C}$ (盐度 3% ~ 5% NaCl 当量),根据静岩压力估计古地表在 1500 m 标高以上。由石英-明矾石构成的形成于斑岩体顶部的高级泥化蚀变,年龄确定为 1.42 ± 0.08 Ma ($n=5$),与钾硅酸盐蚀变同期。石英-明矾石蚀变的底界在大约 600 m 标高。类似的蚀变作用及一个淋滤的硅化蚀变核,沿着由 Lepanto 断裂界定的基底与英安岩接触线向北西延伸达 4 km 以上。在走向上明矾石的化学成分和硫同位素分带特征显示,远离斑岩体,温度由 350°C 到 200°C 逐渐降低。钾硅酸盐蚀变被由绿泥石、赤铁矿和(或)绢云母-伊利石构成的蚀变作用叠加改造,伴以含叶腊石的边缘蚀变带和绿磐岩化的外带。绿泥石-绢云母化蚀变被

自形石英穿切,后者局部充填于重新张开的他形石英脉中。自形石英脉含有硬石膏-白云母-黄铁矿±黄铜矿±斑铜矿,并具有绢云母晕带。从这些晕带中分离出来的伊利石年龄为 1.30 ± 0.07 Ma ($n=10$)。流体包裹体可提供此次断裂事件初始时沸腾作用的证据 ($T_h=350^\circ\text{C}$, 盐度 3% NaCl 当量),并指示了其深度在古潜水面下 1500~2000 m 处。这一脆性断裂导致热液流体的冷却和稀释作用。

随着与斑岩体距离的增加,基底岩系与英安质角砾岩间的不整合面的标高从 700 m 升到 1200 m,硫砷铜矿-Au 浅成低温热液金矿体及其富硅化蚀变围岩之标高亦升高。已发表的硫砷铜矿中流体包裹体的数据 ($T_h=295 \sim 200^\circ\text{C}$, 盐度 4% ~ 2% NaCl) 表明了随着距斑岩体距离的增加,均一温度和流体盐度均降低。低温热液矿石由第 1 阶段的自形黄铁矿-硫砷铜矿-块硫砷铜矿组成,而其后的第 2 阶段金伴生有黝铜矿-黄铜矿-闪锌矿及碲化物和硒化物矿物。硬石膏和重晶石脉石矿物之后是晚期晶洞充填石英和高岭石矿物。石英-明矾石蚀变晕向外变成高岭石(高岭石-珍珠陶土-地开石)蚀变,然后根据不同围岩,变为绿泥石(基岩)或蒙脱石(英安岩)。

对已确定年龄的矿物还进行了 W^8O 和 W^{D} 成分测试及相关热液水值计算。黑云母稳定水的 W^8O 和 W^{D} 平均值分别为 +6.3‰ 和 -45‰,具典型的长英质岩浆分异之高盐度流体特征。当岩浆(分异)蒸汽(+7‰ W^8O , -25‰ W^{D}) 以 9:1 的比例被大气水(-10‰ W^8O , -70‰ W^{D}) 吸收时,产生明矾石沉淀的酸性水就形成了。北西向的侧向流动和地下水的不断混入,稀释了岩浆水,在距斑岩体 4 km 处,二者比例达到 1:

1. 在斑岩型矿床深部中心部位, 晚期绢云母稳定水溶液主要为岩浆成因 ($+ 5.7\% \text{ W}^{18}\text{O}$, $- 43\% \text{ WD}$). 边缘绢云母化蚀变 ($+ 1.5\% \text{ W}^{18}\text{O}_k$, $- 51\% \text{ WD}_k$) 显示了最高达 $20\% \sim 30\%$ 的大气水成分, 斑岩型和浅成低温热液型矿床中的叶腊石, 形成于与形成绢云母化蚀变相似同位素组成的水溶液中. 晚期的自形石英成脉作用和绢云母化蚀变作用与大量 Cu-Au 的沉淀作用有关. 另外, 矿物学、共生关系、同位素和流体包裹体的证据显示, 这种流体在浅成低温热液矿床内沉淀了硫砷铜矿和 Au.

研究成果对此类矿床的勘查更具指导性. Lepanto 远东南地区发生的高级泥化 (石英-明矾石) 和钾硅酸盐化蚀变作用具有成因联系, 起因于 (岩浆) 蒸汽和高盐度流体分离作用. 所以, 应该通过认真研究高级泥化蚀变暴露区的地质、地貌和时代特征及蚀变成因来制定地下斑岩型矿床的勘查计划. 在 Lepanto 远东南地区, 绢云母化蚀变与斑岩型 Cu 和 Au 矿伴生, 代表了浅成低温热液矿床主成矿阶段 Cu-Au 矿化的根部. 矿化周围的硅化和石英-明矾石化的底界靠近

斑岩型 Cu-Au 矿的顶部. 在某些情形下, 斑岩体系与绢云母化的叠加, 特别是在与 Cu-Au 富集相关处, 可能指示着附近有潜在的浅成低温热液矿化作用存在. 与此相似, 分布在深成高级泥化 (石英-明矾石) 蚀变带之下或叠加其上, 绢云母或叶腊石的出现也指示了成矿流体可能已经上升至浅成热液的深度. Lepanto 远东南之浅成低温热液矿床反映了以侧向流体流动占优势的古水文状况. 这种侧向流体流动明显受控于 Lepanto 断裂与岩性不整合面的交汇部位. 对流体侧向流动的鉴别是必要的, 因为在许多高硫浅成低温热液矿床中, 古水文状态控制着蚀变和成矿作用的分布.

摘译自 Evolution of an intrusion-centered hydrothermal system: Far Southeast-Lepanto porphyry and epithermal Cu-Au deposit, Philippines. *Economic Geology*, 1998, 93(4): 373~404.

译 者 苑丽华 (沈阳地质矿产研究所)

校 者 李兰英