

西藏班公湖带多龙超大型富金斑岩铜矿床的岩浆-热液演化: U-Pb 和 Ar-Ar 年代学的证据*

李金祥¹, 秦克章¹, 李光明¹, 张天平², 肖波¹, 赵俊兴¹, 陈雷¹

(1 中国科学院地质与地球物理研究所中国科学院矿产资源重点实验室, 北京 100029; 2 西藏地质矿产开发局第五地质大队, 青海 格尔木 816000)

多龙(多不杂-波龙, 多不杂为多龙矿区的北东矿段, 波龙为南西矿段)富金斑岩铜矿床是西藏地勘局地质五队于近年发现的具有超大型规模前景的矿床(Cu 资源远景可能达 400~500 万吨, 金 80~100 吨), 由于此矿床的发现, 使班公湖-怒江构造带成为继玉龙、冈底斯之后的西藏第三条斑岩铜矿带。但对该成矿带的研究处于初步阶段, 仅对多龙富金斑岩铜矿床年代学(曲晓明等, 2006; 李金祥等, 2008a; 余宏全等, 2009)、流体包裹体(余宏全等, 2006; 李光明等, 2006; 2007)、矿物学(李金祥等, 2008b)和岩石地球化学特征(李金祥等, 2008; 辛洪波等, 2009)进行了初步研究。本文基于对矿区详细的野外观察, 对矿区成矿斑岩、火山岩进行了系统的采样, 通过精确的锆石 SHRIMP 和 LA-ICP-MS U-Pb 年代学限定它们成岩的年代, 及对热液蚀变矿物钾长石、黑云母和绢云母进行精确的 Ar-Ar 年代学研究, 以期探讨多龙富金斑岩铜矿床的岩浆-热液演化时限以及对成矿构造背景的指示。

1 矿床地质

多龙富金斑岩型铜矿床位于西藏改则县北西约 100 km 处, 班公湖-怒江缝合带北缘中生代铁格隆构造岩浆弧中。矿区出露地层主要为中侏罗统雁石坪群、下白垩统美日切组(K_1m)、第三系康托组(N_1k)棕红色粘土及砂砾层和第四系。中侏罗统雁石坪群为一套滨海相碎屑岩夹火山岩建造, 主要岩性为长石石英砂岩、粉砂岩夹硅质岩、灰绿色玄武岩、基性火山熔岩、英安岩等。下白垩统美日切组(K_1m)为一套玄武安山岩、安山岩、英安岩及火山碎屑岩夹安山玢岩。位于多龙矿区的石英闪长玢岩和花岗闪长斑岩, 主要呈岩株产出, 蚀变强烈, 是主要的含矿斑岩体; 出露于矿区北东部和南西部, 与围岩呈侵入接触关系。另外, 矿区还发育玄武岩、玄武安山岩、多斑安山岩等。成矿斑岩和火山岩的地球化学特征显示其为高钾钙碱性系列, 亏损高场强元素(如 Nb、Ta、Zr、Hf 等), 富集大离子亲石元素(如 Rb、Ba 等), 显示岛弧岩浆的特征(李金祥等, 2008; 辛洪波等, 2009; 余宏全等, 2009)。

矿区范围内发育广泛的热液蚀变, 主要有钠长石化、黑云母化、钾长石化、硅化、绿泥石化、绢云母化、伊利石-水白云母化、高龄土化等。由含矿斑岩中心向外和从深部到浅部可划分出钾硅化带、中级泥化带、青磐岩化带; 而绢英岩化带不发育, 只在局部地段见绢云母-石英细脉, 这与典型富金斑岩铜矿的蚀变模式相一致(Sillitoe, 2000)。相应地发育一系列的细脉及细网脉, 如黑云母脉(EB 型脉; Gustafson et al., 1995)、石英-黄铜矿-磁铁矿脉(A 型脉; Gustafson et al., 1975)、中级泥化带中发育脉中心具黄铜矿线的石英-黄铜矿脉(B 型脉; Gustafson et al., 1975)、丝状黄铜矿脉、石膏脉(G 型脉; 李光明等, 2007)、钾长石细脉、碳酸盐脉、石英-磁铁矿脉等。总之, 在该矿区范围内, 各种脉系极其发育。

目前, 多龙北东矿段已控制矿体宽度(南北)约 100~400 m, 长度(东西)约 1 400 m, 向 200°方向陡倾, 倾角 65~80°; 已控制铜资源量 270 万吨、0.94%Cu 和 13 吨 Au、0.21g/t Au。矿体产于花岗闪长斑岩和石英闪长玢岩体内及其接触带中, 主要产于钾硅化带、中级泥化带及青磐岩化带内。矿化在垂向上显示一定的变化规律, 上部为细脉浸染状矿石; 向深部逐渐过渡为稀疏浸染状矿石, 铜含量相应降低。初步分析结果显示 Au 和 Cu 之间具有正相关关系。波龙矿段控制矿体长 900 m, 宽 1 000 m, 矿体产状为向南东方向侧伏, 估算铜金属资源量(333+334)为 268.9 万吨, 伴生金资源量(333)为 98.1 吨。矿石金属矿物主要以黄铜矿、磁铁矿为主, 总体上为黄铜矿>斑铜矿, 黄铜矿>>黄铁矿。仅见到少许辉钼矿-石英脉。矿区范围内发育丰富的热液磁铁矿, 磁铁矿包含黄铜矿或者与之共生, 显示铜、金沉淀与热液磁铁矿的形成关系密切, 这与典型富金斑岩

*本文得到国家自然科学基金(40902027, 40672068)、中国博士后基金(20090450567)和全国危机矿山接替资源找矿项目(20089932)资助
第一作者简介 李金祥, 博士后, 矿床学专业。Email: ljx@mail.iggcas.ac.cn

铜矿矿化特征一致 (Sillitoe, 2000)。另外, 多龙矿区还发育次生氧化富集带, 厚度 70~100 m, 铜平均品位大于 1.17%, 金平均品位 0.28g/t; 主要由铁锰矿、孔雀石、蓝铜矿、褐铁矿、辉铜矿、自然铜、赤铜矿等组成。初步勘查结果显示多龙矿床可达超大型规模 (Cu 远景资源量达 400~500 万吨, 金 80~100 吨)。

2 岩浆-热液演化时限

多龙矿区东段的成矿花岗闪长斑岩 DbzJ2-1 形成年龄 (李金祥等, 2008a) 与矿区西矿段的成矿花岗闪长斑岩 Dw2-8 的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄基本一致, 都为 121Ma 左右 (表 1), 表明它们是同时形成的; 并暗示它们可能来源于下部同一岩浆房不同侵入体, 显示矿区存在两个斑岩成矿中心。而它们也与而含矿、弱蚀变的花岗闪长斑岩 Dbz- $\gamma\delta\pi$ 的锆石 U-Pb 年龄 (120.7 $\pm$ 1.9) Ma 基本一致 (表 1)。强蚀变斑岩 (DbzTC6) 年龄为 (116.4 $\pm$ 2.5) Ma, 其可能代表另一期岩浆活动, 说明多龙矿区成矿斑岩体可能有两期, 这与斑岩铜矿普遍具有多期斑岩体一致 (Sillitoe, 2000)。

东段矿区的未蚀变的玄武安山岩 Dbz-183 的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄 (105.7 $\pm$ 1.7) Ma, 明显晚于成矿斑岩的形成年龄和辉钼矿的 Re-Os 年龄为 (118.0 $\pm$ 2.0) Ma (余宏全等, 2009), 表明其为成矿后的火山岩, 但其核部年龄 (121.5 $\pm$ 2.4) Ma 与多龙成矿斑岩年龄一致, 暗示其可能在岩浆房与成矿残余岩浆混合。而波龙矿段 (DW2-1) 的玄武安山岩的锆石 U-Pb 年龄 (106.4 $\pm$ 1.4) Ma, 和多龙中部安山岩 DM-1 的锆石 U-Pb 年龄为 (111.9 $\pm$ 1.9) Ma, 同样表明它们是成矿后的火山岩。矿区西部 Nd-1 玄武安山岩的锆石 U-Pb 年龄约为 118 Ma (表 1), 可以确定其为与矿化同期的火山岩。该火山岩普遍明矾石化-粘土化, 从约 3 kg 的样品中挑出大约 43 粒自然金; 且已在其附近发现与多龙矿床伴生的那顿高硫型浅成低温硫化物矿床。综上所述, 多龙富金斑岩铜矿岩浆演化大致如下: 成矿的含矿斑岩和不含矿花岗闪长斑岩 $\rightarrow$ 玄武安山岩 $\rightarrow$ 安山岩 $\rightarrow$ 玄武安山岩。

蚀变次生黑云母的 Ar-Ar 年龄为 (119.2 $\pm$ 1.1) Ma (表 1), 与辉钼矿 Re-Os 的年龄相一致, 表明矿化是在钾化阶段形成的。而中低温阶段形成的蚀变绢云母 Ar-Ar 年龄 (115.8 $\pm$ 1.4) Ma 代表了矿化晚期的年龄, 表明矿化主要在约 4 Ma 时间内完成的。结合成矿斑岩的形成年龄, 整个岩浆-热液演化时限大约 6 Ma, 由于缺少低温阶段的年龄, 其真正岩浆-热液演化时间更长。可能如此长的成矿时限才导致了多龙超大型富金斑岩铜矿的形成。另外, 钾化带钾长石的年龄 (115.2 $\pm$ 1.1) Ma, 与成矿晚期绢云母的 Ar-Ar 相一致, 可能是另一期的与 116 Ma 左右斑岩侵入有关的钾长石化, 这与斑岩铜矿热液活动一般都是多期次的一致 (Maksaev et al., 2005; Deckart et al., 2005; 李金祥等, 2006)。

表 1 多龙富金斑岩铜矿床的年龄表

样品号	岩性	测年矿物	测年方法		
			SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄/Ma	LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄/Ma	Ar-Ar 坪年龄 /Ma
DbzJ2-1	成矿花岗闪长斑岩	锆石	121.6 $\pm$ 1.9		
Dbz183	玄武安山岩	锆石	捕获 121.5 $\pm$ 2.4 105.7 $\pm$ 1.7		
Dw2-8	成矿花岗闪长斑岩	锆石	121.1 $\pm$ 1.8		
DbzTC6	强蚀变斑岩	锆石		116.4 $\pm$ 2.5	
Nd-1	玄武安山岩	锆石	117.9 $\pm$ 1.5	118.1 $\pm$ 1.6	
DW2-1	玄武安山岩	锆石		106.4 $\pm$ 1.4	
DM-1	安山岩	锆石		111.9 $\pm$ 1.9	
Dbz- $\gamma\delta\pi$	不含矿花岗闪长斑岩	锆石		120.7 $\pm$ 1.9	
ZK001-78	蚀变花岗闪长斑岩	黑云母			119.2 $\pm$ 1.1
ZK001-140	绢云母化花岗闪长斑岩	绢云母			115.8 $\pm$ 1.4
ZK001-91	钾化的花岗闪长斑岩	钾长石			115.2 $\pm$ 1.1

3 成矿构造背景

班公湖-怒江缝合带是青藏高原北部一条重要的板块边界, 其所代表的新特提斯洋的闭合时代普遍认为是早白垩世 (黄汲清等, 1993; 肖序常等, 2000; Yin et al., 2000; Kapp et al., 2003)。然而, 多龙富金斑岩铜矿火山岩、闪长岩的微量地球化学特征和其构造图解 (李金祥等, 2008) 限定其形成于大陆边缘岛弧环境。且多龙富金斑岩铜矿区火山岩、斑岩的锆石 U-Pb 年龄为 105~121Ma 左右; 多龙富金斑岩铜矿发育在班公湖-怒江缝合带的北侧, 表明新特提斯洋至少在早白垩纪存在向北俯冲, 新特提斯洋的闭合时间应晚于 105Ma。另外, 对班公湖-怒江缝合带 (BNS), 既有认为它是向北俯冲的 (Murphy et al., 1997; Kapp et al., 2003; Ding et al., 2003; Zhang et al., 2004), 也有认为其俯冲极性是向南的 (潘桂棠等, 1997; 2004; 莫宣学等, 2005)。本文研究表明至少在 121~105 Ma 期间班公-怒江洋盆正在向北俯冲。

参 考 文 献 (略)