

西藏尼木县白容斑岩型铜钼矿床特征及成矿期次

周维德¹, 张正伟², 袁盛朝³, 吴承泉^{2,4}, 李玉娇^{2,4}

1. 四川省冶金地质勘查院, 成都 610051; 2. 中国科学院地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002; 3. 拉萨天利矿业有限公司, 拉萨 840000; 4. 中国科学院大学, 北京 100049

摘要: 西藏尼木县白容铜矿产于冈底斯山喜山期斑岩带中部, 矿化主要赋存于黑云二长花岗斑岩和英安斑岩中, 为近年来发现并勘探的中型铜矿床。通过矿区含矿岩体的岩相学和矿床特征研究, 划分出不同岩相的岩体侵入顺序为黑云二长花岗斑岩→英安斑岩→花岗斑岩, 为多期形成的复式岩体。成矿期次可划分出岩浆期、热液期、表生期。矿石中黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 的平均值为 0.15‰, 非常接近于零, 具有幔源硫的特点。矿床成因类型属于碰撞造山晚期形成的斑岩型铜钼矿床。矿床特征的描述以及成矿期次的划分, 对进一步找矿和勘查设计有指导意义。

关键词: 白容铜矿; 斑岩型铜钼矿; 成矿期次; 冈底斯斑岩成矿带; 西藏

中图分类号: P618.41; P618.65 文献标志码: A 文章编号: 1007-2802(2014)02-0177-08 doi: 10.3969/j.issn.1007-2802.2014.02.004

Characteristics and Mineralization Epoches of the Bairong Porphyry Copper Molybdenum Deposit in the Nyemo County, Tibet

ZHOU Wei-de¹, ZHANG Zheng-wei², YUAN Sheng-chao³,
WU Cheng-quan^{2,4}, LI Yu-jiao^{2,4}

1. Sichuan Institute of Metallurgical Geology and Exploration, Chengdu 610051, China; 2. State Key Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China;
3. Lhasa Tianli Mining Company, Lhasa 840000, China; 4. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: The Bairong copper molybdenum deposit, occurring in the middle of the Gangdise Mountains, is a middle size deposit in the Nyemo County of Tibet. The Bairong copper molybdenum deposit is hosted by biotite adamellite porphyry and dacite porphyry, which intruded in the Himalayan period. Ore-bearing rock body is a complex massif and the invasion sequence can be divided into biotite adamellite porphyry→dacite porphyry→granite porphyry according to petrography and characteristics of the deposit. The mineralization epoches can be divided into magmatic period, hydrothermal period and supergene period. The average value of $\delta^{34}\text{S}$ of pyrite in the ore is 0.15‰, very close to zero indicating that S was from the mantle. The Bairong deposit is a post collision porphyry copper molybdenum deposit. This geological characteristics and mineralization epoches study has guiding significance for prospecting.

Key words: Bairong copper deposit; porphyry copper molybdenum deposit; mineralization epochs; Gangdise porphyry metallogenic belt; Tibet

白容铜矿区位于西藏尼木县麻江乡, 大地构造位于青藏高原冈底斯斑岩铜矿带中部, 已有许多学者对区域成矿问题进行了研究和报道^[1-6], 并认为

冈底斯斑岩成矿带构造背景不同于岛弧和大陆边缘, 而是形成于碰撞造山晚期。尼木地区产出的厅宫、岗讲、冲江 3 个大型斑岩铜矿床已有研究和报

收稿日期: 2013-03-11 收到, 05-23 改回

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41173064); 矿床地球化学国家重点实验室“十二五”项目群项目(SKLOD-G-ZY125-08)

第一作者简介: 周维德(1961-), 男, 高级工程师, 研究方向: 矿产地质与勘查。E-mail: zhouweide313@126.com

通讯作者: 张正伟(1959-), 男, 博士, 研究员。E-mail: zhangzhengw@hotmail.com.

道^[7~13],但与其相邻的白容铜矿研究程度较低,是否与区域上的其他斑岩铜矿具有相同性,能否具有找到大型铜矿的潜力,都需要进一步研究。近年来,拉萨天利矿业公司委托四川省冶金地质勘查院对白容矿区开展了大量的地质和钻探工作,作者根据野外地质成果,结合室内研究,对白容斑岩型铜钼矿床的地质特征和成矿期次进行了研究。

1 地质背景

白容铜矿区以大面积出露喜马拉雅期酸性浅成—超浅成侵入岩和多期次脉岩穿插为特征,是青藏高原碰撞造山带在新近纪岩浆—变形等事件的产物。构造背景以新特提斯洋关闭后产生大规模逆冲推覆构造(30~24 Ma)为特征^[14],冈底斯岩基快速抬升

剥露(21~18 Ma)^[15,16],随后发生东西向伸展(18 Ma)^[17],形成南北向裂谷(14~13.5 Ma)^[18],有钾质—超钾质火山—岩浆(25~10 Ma)^[19~21]活动。伴随上述地质事件形成一套浅成斑岩系统,形成年龄介于19.7~12.2 Ma之间^[22~24]。与成矿有关的岩浆热液活动大多集中在碰撞造山晚期^[2]。

白容铜矿床位于冈底斯斑岩铜矿带中段的尼木县西北部(图1A),出露地层包括前震旦系、古生界、中生界和新生界。区域性主干断裂为冲江—白容张性正断层。侵入岩主要有燕山期花岗岩和喜山期花岗岩。铜矿床主要产于喜山期花岗岩内(图1B)。侵入岩体岩石类型复杂,主要有(角闪)黑云二长花岗岩、黑云花岗斑岩、石英二长岩、石英二长闪长岩、花岗闪长岩、英云闪长岩等^[11]。

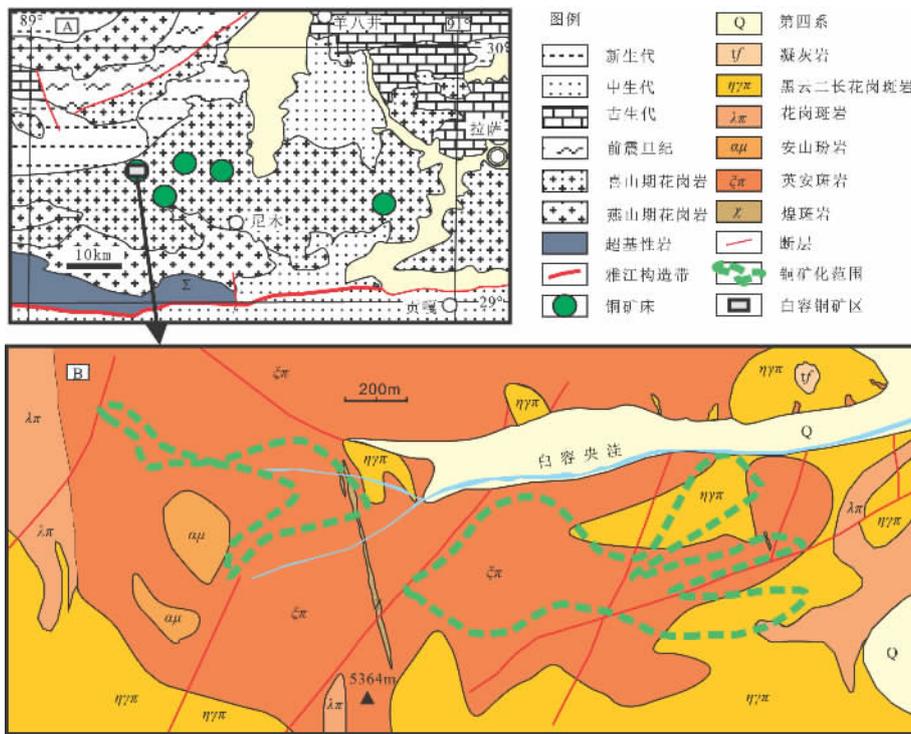


图1 西藏尼木白容矿区主矿化部位地质简图(据拉萨天利矿业公司、四川冶金地质勘查院修编)

Fig. 1 Geological map of mineralized areas of the Bairong deposit, Tibet (modified from Lhasa Tianli mining company and Sichuan institute of metallurgical geology and exploration)

2 矿区地质

2.1 地层

白容铜矿区的出露地层主要为古近系古新统典中组(E1d)和第四系(Q)。典中组(E1d):分布于矿区北部。岩性组合以黑云母安山岩、玄武质凝灰岩为主,夹有火山集块岩,凝灰岩上部出现流纹质英安岩,厚度达1162 m。第四系:仅独立分出了冰碛物,其他未分。冰碛物(Qg1)主要分布于矿区南部,主

要为花岗闪长岩巨砾和砂土,上覆高原草甸。冲洪积物主要在沟谷地带,岩性主要为松散黏土、砂砾、淤泥、砂土等,局部底层为泥质粉砂岩固结层,与下伏地层、火成岩体不整合接触。

2.2 构造

矿区构造主要为断层和节理裂隙构造。断裂主要有近南北向(晚)和近东西向(早)2组,次为派生的北西向和部分北东向断裂。近东西向断裂为区域性的冲江—麻达拉断层,具体在矿区分支为3条近

于平行的断层,其中最长的约 5 km,产状为 20°∠60°,呈舒缓波状,并发育角砾岩带。角砾岩带宽度大于 50 m,由次棱角状孔雀石化二长花岗斑岩和破裂英安斑岩组成,断裂性质属压扭性,并有多期活动,早期以张性活动为主,后期转化为压扭性。总体上看,近东西向断裂早于近南北向断裂,这 2 组主干断裂派生出北东向和北西向断裂。

矿区节理裂隙发育,主要为构造节理,原生节理次之。构造节理分布较广,在白容央洼及主矿化部位较为发育。节理力学性质以剪性为主,常发育成共轭 X 节理,节理面平直,延伸远,产状较陡。节理裂隙率一般为 8~12 条/m,局部密集可达 30 条/m,

填充物主要为石英-硫化物脉、石英-方解石脉、孔雀石薄膜。节理是本区铜钼矿改造富集阶段的主要控矿构造。

矿区岩体被后期构造破坏,目前发现的主矿化部位是断层的上推部位,地势相对较高,剥蚀程度也较大。

2.3 岩浆岩

新生代岩浆岩在矿区大面积分布,构成复式岩体。主要岩性为含矿二长花岗斑岩、含巨斑角闪黑云二长花岗岩、花岗闪长斑岩,次为流纹斑岩、英云闪长玢岩、英安斑岩,及少量安山玢岩、煌斑岩(表 1)。

表 1 白容铜钼矿床容矿岩石特征

Table 1 Characteristics of host rocks in the Bairong copper molybdenum deposit

岩石类型	颜色	结构	构造	粒度/mm	
				斑晶	基质
闪长玢岩	灰白色-浅灰色	斑状结构	块状构造	中粗粒,含量 10%~30%	0.05~0.2
花岗闪长斑岩	灰白色浅灰色	斑状结构、偶见似斑状结构、中粗粒结构	块状构造,偶见晶洞构造	中粒,偶粗粒,含量 10%~40%	0.03~0.3
安山玢岩	(浅)灰色	斑状结构,基质具交织结构	块状构造	1~3 mm,含量 5%~20%	微粒
黑云二长花岗斑岩	灰色浅肉红色	斑状结构,似斑状结构	块状构造,基质具束状构造	中细粒,含量 20%	0.2~0.3

黑云二长花岗斑岩呈似斑状结构,局部呈斑状结构。斑晶主要为肉红色钾长石,其含量 10%左右,一般大小 5×10 mm²,时见聚斑结构;白色斜长石斑晶较少,约为 5%,大小 5×7 mm²。基质主要为钾长石(约 30%),酸性斜长石(25%~30%),石英(20%~25%)及黑云母和少量角闪石(5%~10%),其颗粒大小 1~5 mm。斑岩的 SiO₂ 为 65.48%~69.31%,CaO 为 0.970%~1.04%,K₂O 为 2.14%~4.32%,Na₂O 为 4.29%~6.84%,里特曼指数(σ)为 2.8~3.6,为酸性钙碱性至碱性岩石。

李金祥等^[25]测得似斑状二长花岗岩中角闪石的 K-Ar 年龄为 16.9±2.4 Ma;石英闪长玢岩中黑云母的 K-Ar 年龄为 12.3±0.2 Ma,⁴⁰Ar/³⁹Ar 坪年龄为 12.5±0.2 Ma;花岗闪长斑岩中黑云母 K-Ar 年龄为 11.5±0.2 Ma,⁴⁰Ar/³⁹Ar 坪年龄为 12.4±0.2 Ma;冷成彪等^[8]利用二次离子探针质谱(SIMS)对相邻的岗讲铜矿区含矿岩体进行了锆石 U-Pb 定年研究,测定黑云石英二长岩结晶年龄(14.73±0.13 Ma)和英安斑岩(12.01±0.29 Ma)。根据矿区岩体侵入关系及前人研究结果,复式岩体不同岩相的岩体侵入顺序为黑云二长花岗斑岩→英安斑岩→花岗斑岩。后期侵入的英安斑岩对先期黑

云二长花岗斑岩进行强烈的钾化和黄铁绢英岩化(图 2A),是铜矿体形成的主要部位。

3 矿床特征

3.1 铜钼矿化特征

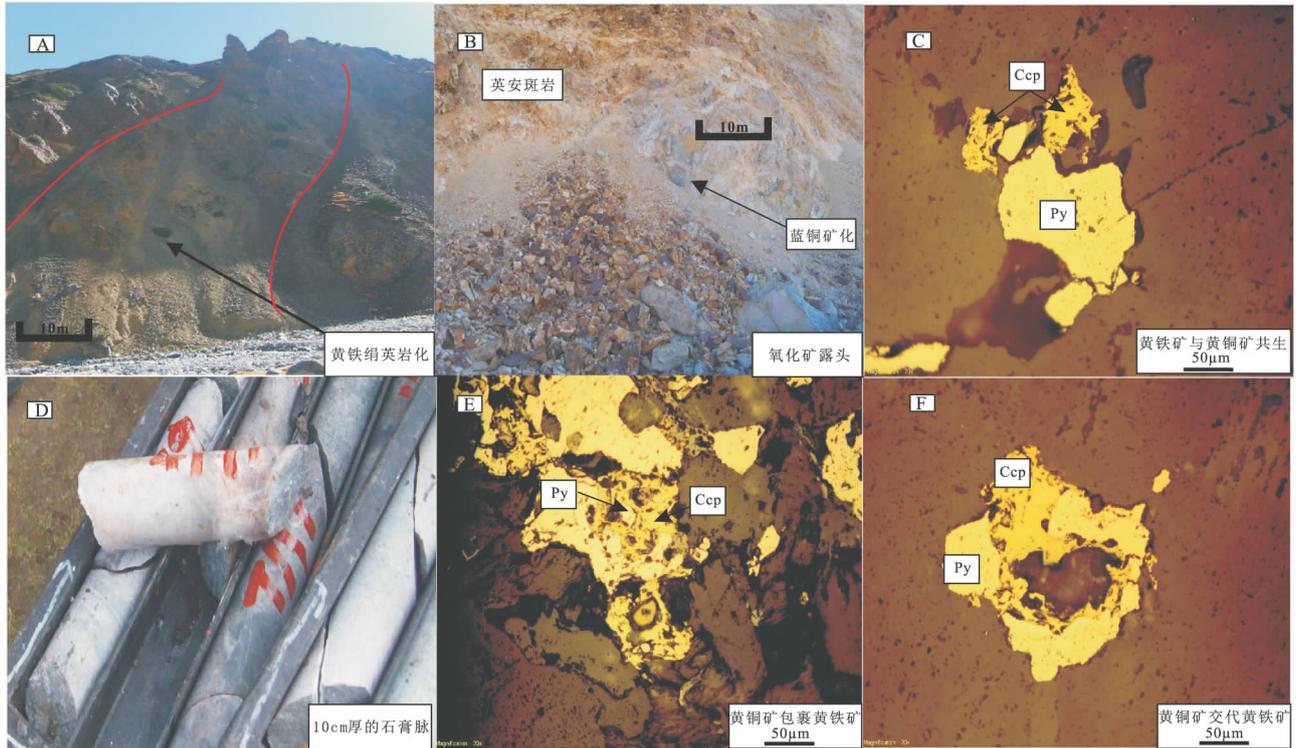
白容矿床铜钼矿化东西向长 2700 m,南北向宽 900 m,平面投影总体呈近东西向展布的“椭圆”形,西侧矿化相对集中。主矿化呈不规则“哑铃”状产出,以氧化矿为主,整体工程控制程度低。矿化主要赋存在黑云二长花岗斑岩和英安斑岩中。矿化强度钼为 0.01%,铜为 0.2%~1.55%,最高为 3.15%。

矿区目前工程控制的铜矿(化)体为氧化矿(图 2B),矿体氧化深度 60~100 m,在断裂带及其旁侧、裂隙发育部位氧化深度较大,局部可达 180 m,地表多有 0~5 m 的淋滤带,构成矿体之盖层。

3.2 矿物组成及结构构造

矿石矿物有:孔雀石、蓝铜矿、黄铜矿(图 2C)、辉钼矿、黄铁矿等,次有黝铜矿、闪锌矿、钛铁矿、磁铁矿等。脉石矿物有:石英、长石、绢云母、石膏(图 2D)、方解石、绿泥石等(表 2)。容矿岩石副矿物主要以磷灰石、锆石、磁铁矿、白钛矿和金红石为主(表 3)。

矿石主要结构有:自形粒状、自形-他形粒状、包裹状、交代残余(图 2E)、交代熔蚀(图 2F)等。构造



A-约 40 m 厚的黄铁绢英岩化带; B-铜矿体地表氧化带露头,以蓝铜矿为主; C-黄铁矿与黄铜矿共生; D-钻孔岩心见有石膏脉,显示硫酸盐活动; E-黄铜矿包裹黄铁矿; F-黄铜矿交代黄铁矿

图 2 白容矿区野外矿体及矿石显微照片

Fig. 2 Pictures of orebody and ore in the Bairong deposit

表 2 白容铜钼矿床矿物组成(%)及蚀变

Table 2 Minerals contents(%) and alteration of the Bairong copper molybdenum deposit

岩石类型	正长石含量	更、中长石含量	蚀变	石英含量	黑云母含量	蚀变	角闪石含量	橄榄石含量	蚀变
闪长玢岩	局部	85~90	绢云母化、泥化	≤3(个别8)	4	多析出钛铁矿物,蚀变为绢云母或绿泥石化	局部		
花岗闪长斑岩	12~18	45~55	多绢云母化	20~30	1~4	多析出钛铁矿物,蚀变为绢云母化			
安山玢岩		≥80		少量	少量				
黑云二长花岗斑岩	67			6	18			6	绿泥石化

表 3 白容铜钼矿床容矿岩石副矿物组成及蚀变

Table 3 Accessory minerals and alteration of host rocks in the Bairong copper molybdenum deposit

岩石类型	副矿物组成						主要岩石蚀变
	磷灰石	锆石	磁铁矿	榍石	白钛石	金红石	
闪长玢岩	✓		✓		✓		碳酸盐化、硅化
花岗闪长斑岩	✓	✓	✓	✓	✓	✓	硅化、零星绿泥石化、碳酸盐化、钾化
安山玢岩			✓				绢云母化、绿泥石化
黑云二长花岗斑岩	✓		✓		✓		

为薄膜状、浸染状、脉状、浸染-细脉状、网脉状等。

3.3 围岩蚀变

矿区主要围岩蚀变类型有钾化、硅化、泥化、黄铁绢英岩化(图 2A)、青磐岩化等,各种蚀变相互叠加,自内(斑岩体中心)而外依次为钾化带、黄铁绢英

岩化(硅化)带、泥化带(局部和断层叠加)、青磐岩化带。铜钼矿化主要赋存在黄铁绢英岩化带中。

3.4 成矿期次

根据野外地质成果,结合室内研究,对该矿床的成矿期次特征初步进行了研究总结。矿区最早的矿

化很弱或者无矿化的二长花岗斑岩侵入时期, 年龄 40~60 Ma, 即区域上的续迈单元 (E2Xm)。除此外认为勘查区主要成矿主要有 3 个时期:

第 1 期是年龄 14.73 Ma^[8] 左右的二长花岗斑岩侵入。本期矿化多形成稀疏浸染状矿化体, 矿化规模大, 但强度不高, 一般品位 Cu 为 0.05%~0.15%, Mo 为 0.001%。相邻的岗讲矿区在二长花岗斑岩外接触带, 成矿前的中粗粒巨斑黑云角闪二长花岗斑岩中见小透镜状、团块状弱铜钼矿化, 说明本期二长花岗斑岩侵入体对围岩是开放的, 岩浆结晶产生的流体可以自由的逃逸到围岩中。本期二长花岗斑岩普遍具不同程度的蚀变。

第 2 期是时间在 12 Ma^[8] 左右的热液期。第 1 期的含矿岩浆冷却, 在断裂构造和第 2 期热液作用下, 大量的后期脉岩上侵入, 以及地表水的下渗, 对先期矿体产生破坏作用的同时, 也使含矿岩体中的成矿物质活化迁移, 从而使铜钼 2 次富集。英云闪长玢岩中锆石 U-Pb 同位素年龄 12.01±0.24 Ma^[8], 可以推断该期岩脉贯入时间约 12 Ma。整个过程使得铜、钼第 2 次富集, 矿化强度与岩石裂隙发育程度正相关, 即裂隙越发育, 矿化越强。该期是矿区原生矿石的主要形成期, 原生矿石的铜一般为 0.2%~0.4%, 钼为 0.01%~0.1%。此期主要以钙质脉和石膏的出现为特征。

本期绢云母和石英交代长石类矿物, 直至交代绿泥石并交代彻底时, 本期铜矿化基本结束^[26]。矿区在本期次由于板块碰撞抬升, 剥蚀速率比邻近矿床大。矿区目前控制的矿化部位见较多的石膏脉 (图 2D)、方解石脉以及绿泥石, 说明本期矿化较弱、后期近于缺失, 即终止在绿泥石化阶段^[26]。

第 3 期是表生成矿期, 是矿区主要的成矿期。主要是断层构造作用下, 经长期的物理化学作用, 导致矿化岩石的次生氧化—淋滤富集。富集形式主要有 2 种, 一种是近原地 (垂向) 的富集, 另一种是异地 (侧向) 富集。该期成矿作用在矿区形成近地表约 60 m 的氧化带, 铜品位大于 0.5%。本期以褐铁矿和原生硫化物的氧化和淋滤在岩石节理裂隙中的孔雀石、蓝铜矿为特征。

主要矿石矿物生成顺序见表 4。

4 问题讨论

4.1 成矿物质来源

对硫同位素组成的研究有助于成矿物质来源的定性判断^[27]。关于矿床中硫源的讨论, 必须以硫化

表 4 白容铜钼矿床主要矿石矿物生成顺序

Table 4 Sequence of major ore minerals in the Bairong copper molybdenum deposit

成矿阶段矿物	岩浆期	热液期	表生期
黄铁矿	—————		
黄铜矿		—————	
辉钼矿		—————	
针铁矿		—————	
褐铁矿			—————
蓝铜矿			—————
孔雀石			—————

物形成期间热液的总硫同位素组成为依据。白容矿床的矿物组合简单, 因而硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 平均值可大致代表热液的总硫同位素组成^[28]。在矿石样品中挑选黄铁矿进行硫同位素分析, 测试实验在中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室完成, 分析数据以 VCDT 为标准, 结果见表 5。

—结果显示 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化范围非常窄 (-0.21‰~0.40‰), 极差为 0.61‰, 平均值为 0.15‰, 非常接近于零。曲晓明^[29]对冈底斯斑岩铜矿带的研究表明, 整个成矿带 6 个矿区 (甲马、拉抗俄、南木、厅宫、冲江、洞嘎) 硫同位素组成非常均一, 变化范围小, $\delta^{34}\text{S}$ 在 -3.8‰~2.4‰ 范围内。其中含矿斑岩的 $\delta^{34}\text{S}$ 为 -3.8‰~1.3‰, 平均 -0.75‰; 矿石中硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 为 -2.7‰~2.4‰, 平均 -0.08‰。雄村斑岩型铜金矿的含矿斑岩、赋矿凝灰岩和主要硫化物矿物也具有较为一致的硫同位素组成, $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围为 -3.5‰~2.7‰, 平均 -1.07‰^[30]。驱龙斑岩铜矿的硫同位素组成特征也相似, 含矿斑岩的为 -2.1‰~-1.1‰, 黄铜矿为 -6.3‰~-1.0‰, 平均 -2.76‰^[31]。冈底斯铜矿带 S 同位素具有明显的塔式效应, 峰值在 -3.0‰~1.0‰ 之间, 具有岩浆硫组成特点。白容矿床的硫同位素特征与冈底斯斑岩铜矿带上的其他矿床相似, 但分布更为集中, 且都非常接近零, 表明硫化物的硫主要来自深部岩浆。

冈底斯铜矿带上的含矿斑岩和硫化物也具有一致的铅同位素特征, 甲马、拉抗俄、南木、厅宫、冲江、洞嘎的含矿斑岩和硫化物的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值分别为 18.106~18.752、15.501~15.638、37.394~39.058^[29]; 驱龙矿床的含矿斑岩和黄铜矿的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值分别为 18.4426~18.6083、15.5762~15.7329、38.5569~39.1531^[31]。具有造山带铅同

表5 冈底斯铜矿带含矿斑岩和矿石硫化物的S同位素组成

Table 5 S isotopic compositions of ore-bearing porphyries and sulfides in the Gangdise copper belt

矿床	样品编号	样品名称	测试矿物	$\delta^{34}\text{S}(\text{‰})$	资料来源
白容	BR-01	钾化二长花岗岩	黄铁矿	0.2	本文
	BR-02	硅化绿泥石化二长花岗斑岩	黄铁矿	-0.2	
	BR-03		黄铁矿	0.4	
	BR-04	黑云二长花岗斑岩	黄铁矿	0.1	
	BR-05		黄铁矿	0.2	
甲马	JM-16	二长花岗斑岩	二长花岗斑岩	-0.6	
	JMY-03		黄铜矿	-0.9	
	JMY-03		方铅矿	-2.7	
	JMY-17		黄铜矿	-1.0	
	JMY-17		方铅矿	-2.4	
拉抗俄	DZL-05	花岗闪长斑岩	花岗闪长斑岩	-1.9	
	DZL-06		花岗闪长斑岩	-3.8	
	DZL-07		花岗闪长斑岩	1.1	
南木	NMY-01	花岗闪长斑岩	花岗闪长斑岩	-0.4	
	PF-18		花岗闪长斑岩	0.8	
	PI-28		花岗闪长斑岩	-0.6	
	NMY-02		黄铁矿	-0.8	
	NMY-05		黄铁矿	-1.4	
	NMY-07		辉钼矿	0.9	
	NMY-10		辉钼矿	1.2	
	NMY-11		黄铁矿	0.0	
厅官	NT-03	花岗闪长斑岩	花岗闪长斑岩	-0.5	文献[29]
	NT-08		花岗闪长斑岩	-0.9	
冲江	CJ-02	花岗闪长斑岩	花岗闪长斑岩	-3.8	
	CJ-09		花岗闪长斑岩	-0.6	
	CJ-20		花岗闪长斑岩	-0.4	
	CJ-22		花岗闪长斑岩	-1.9	
	CJ-03		黄铁矿	0.9	
	CJ-11		黄铁矿	-1.6	
	CJ-23		黄铁矿	-1.9	
洞嘎	CJ-15	闪长玢岩	闪长玢岩	1.0	
	CJ-21		闪长玢岩	1.3	
	CJ-04		黄铁矿	0.7	
	CJ-05		黄铁矿	2.0	
	CJ-10		黄铁矿	1.9	
	CJ-17		黄铁矿	2.4	
	CJ-19		黄铁矿	1.4	
雄村	X5024-3	角闪石英闪长玢岩	闪锌矿	-1.3	文献[31]
	X5056-7		闪锌矿	-3.5	
	X6187-7		闪锌矿	-2.4	
	X6164-11-1		磁黄铁矿	-1.5	
	X6164-11-2		黄铁矿	-1.5	
	X5024-6		磁黄铁矿	-3.1	
	X5011--2-1		黄铁矿	-2.7	
	X5011-2-2		黄铜矿	1.1	
	X5015-1-1		黄铁矿	-2.4	
	X5015-1-2		黄铜矿	-1.7	
	X6152-1		黄铁矿	-1.5	
	ZK5G-1	凝灰岩	凝灰岩	-0.4	
X6164-8		凝灰岩	-0.6		
X5015-3	角闪石英闪长玢岩	角闪石英闪长玢岩	-1.7		
ZK5021-3		角闪石英闪长玢岩	-0.4		
驱龙	QK02	二长花岗斑岩	二长花岗斑岩	-1.1	文献[31]
	QK12		二长花岗斑岩	-1.6	
	QK19		二长花岗斑岩	-2.1	
	QK24		黄铜矿	-1.5	
	QK31		黄铜矿	-2.7	
	QK38		黄铜矿	-1.0	
	QK39		黄铜矿	-2.3	
	QK49		黄铜矿	-6.3	

位素组成特点,揭示冈底斯铜矿带含矿斑岩具有幔源成分和地壳成分的混合特征。

S、Pb 同位素特征显示冈底斯铜矿带含矿斑岩来源于青藏高原加厚下地壳的部分熔融,同时有部分地幔物质的加入。这也得到铜矿带含矿斑岩的岩石化学数据和 Sr、Nd 同位素数据的支持^[22]。白容斑岩型铜钼矿床与区域上的斑岩型铜矿床有相似的矿床地质特征和 S 同位素特征,据此推断,白容矿床的含矿斑岩和成矿物质主要来源于熔融的下地壳,并有幔源物质的加入。

4.2 成矿动力学背景

青藏高原碰撞造山的喜马拉雅运动控制着西藏斑岩铜矿的形成。喜马拉雅运动有 3 幕^[23]:①大约 40~35 Ma,玉龙含矿斑岩侵入;②大约 18~12 Ma,冈底斯含矿斑岩侵入;③大约 3.6 Ma,此时期为西藏大多数的热田活动。新特提斯洋关闭后产生大规模逆冲推覆构造(30~24 Ma)^[14],使冈底斯岩基快速抬升剥露(21~18Ma)^[15,16],随后发生EW向伸

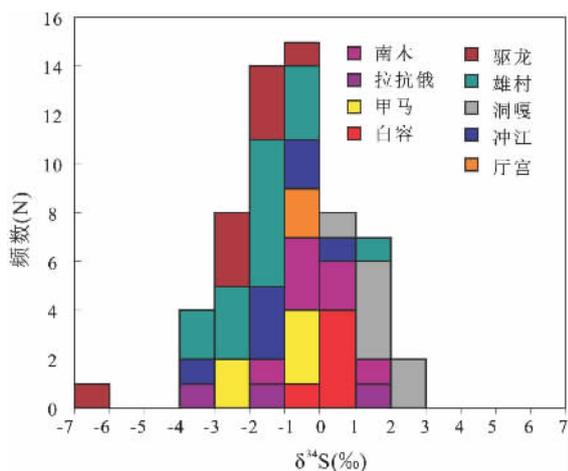


图3 冈底斯铜矿带含矿斑岩和矿石硫化物的 S 同位素直方图

Fig. 3 S isotopic histogram of ore-bearing porphyries and sulfides in the Gangdise copper belt

展(18 Ma)^[17],形成南北向裂谷(14~13.5 Ma)^[18],发育钾质—超钾质火山—岩浆(25~10 Ma)^[19~21]活动。伴随上述地质事件形成一套浅成斑岩系统,形成年龄介于 19.7~12.2 Ma 之间^[22~24]。与成矿有关的岩浆热液活动大多集中在碰撞造山晚期^[2]。

李金祥等^[25]测得白容矿床似斑状二长花岗岩中角闪石的 K-Ar 年龄为 16.9±2.4 Ma;石英闪长玢岩中黑云母的 K-Ar 年龄 12.3±0.2 Ma, ⁴⁰Ar/³⁹Ar 坪年龄为 12.5±0.2 Ma;花岗闪长斑岩中黑云母 K-Ar 年龄 11.5±0.2 Ma, ⁴⁰Ar/³⁹Ar 坪年龄为 12.4±0.2 Ma;蚀变矿化二长花岗斑岩的蚀

变绢云母的 K-Ar 年龄 11.8±0.2 Ma, ⁴⁰Ar/³⁹Ar 坪年龄为 12.0±0.1 Ma,代表中低温蚀变和矿化晚期的年龄。据此确定白容矿床岩浆—热液活动时限为 0.5~5 Ma。冷成彪等^[8]利用二次离子探针质谱(SIMS)对相邻的岗讲铜矿区含矿岩体进行了锆石 U-Pb 定年研究,测定黑云石英二长岩结晶年龄(14.73±0.13 Ma)和英安斑岩(12.01±0.29 Ma)。这与区域上同类型的厅官、冲江、驱龙矿床的成矿年龄一致。表明白容矿床是形成于碰撞造山晚期伸展阶段的斑岩型铜钼矿床。

5 结 论

白容矿区岩体为多期形成的复式岩体,根据岩体穿插关系划分出不同岩相的岩体侵入顺序为黑云二长花岗斑岩→英安斑岩→花岗斑岩。后期侵入的英安斑岩对先期黑云二长花岗斑岩进行强烈的钾化和黄铁绢英岩化,是铜矿体形成的主要部位。

矿床铜钼矿化东西向长 2700 m,南北向宽 900 m,以氧化矿为主,主要赋存在黑云二长花岗斑岩和英安斑岩中。矿化强度钼一般为 0.01%,铜为 0.2%~1.55%。矿区断层和节理构造控制矿化的产出位置。矿石矿物组合以细脉浸染状及网脉状黄铜矿、辉钼矿、黄铁矿为特征,浅表次生矿物有孔雀石、蓝铜矿、辉铜矿及铜蓝等。矿区主要围岩蚀变类型有钾化、硅化、泥化、黄铁绢英岩化、青磐岩化等。

成矿期次至少 3 期,即含矿斑岩侵入期、热液改造期和表生富集期。矿区目前控制的矿化范围以表生富集期形成的矿体为主。热液改造期形成的原生矿体的分布范围尚不明确,建议加强对其勘查力度,有望获得找矿突破。

矿石中黄铁矿的 δ³⁴S 值变化范围非常窄(-0.21‰~0.40‰),极差为 0.61‰,平均值为 0.15‰,非常接近于零,具有幔源硫的特点。白容矿床的含矿斑岩和成矿物质主要来源于熔融的下地壳,并有幔源物质的加入。矿床属碰撞造山晚期形成的斑岩型铜钼矿床,成矿年龄与区域上同类型矿床的一致。

致 谢:本文在撰写中得到四川省冶金地质勘查院张庆松、郑立波、曾令刚等的帮助指导,在此致以衷心的感谢。

参考文献 (References):

[1] 李光明,刘波,屈文俊,林方成,余宏全,丰成友. 西藏冈底斯成矿带的斑岩—矽卡岩成矿系统:来自斑岩矿床和矽卡岩型

- 铜多金属矿床的 Re-Os 同位素年龄证据[J]. 大地构造与成矿学, 2005, 29(004): 482-490.
- [2] 李光明, 潘桂荣, 王高明, 黄志英, 高大发. 西藏冈底斯成矿带矿产资源远景评价与展望[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2004, 31(1): 22-27.
- [3] 侯增谦, 高永丰, 孟祥金, 曲晓明, 黄卫. 西藏冈底斯中新世斑岩铜矿带: 埃达克质斑岩成因与构造控制[J]. 岩石学报, 2004, 20(2): 239-248.
- [4] 侯增谦, 曲晓明, 王淑贤, 高永丰, 杜安道, 黄卫. 西藏高原冈底斯斑岩铜矿带辉钼矿 Re-Os 年龄: 成矿作用时限与动力学背景应用[J]. 中国科学(D辑), 2003, 33(7): 609-618.
- [5] 黄志英, 李光明. 西藏雅鲁藏布江成矿区斑岩型铜矿基本特征与找矿潜力[J]. 地质与勘探, 2004, 40(1): 1-6.
- [6] 郑有业, 王保生. 西藏冈底斯东段构造演化及铜金多金属成矿潜力分析[J]. 地质科技情报, 2002, 21(2): 55-60.
- [7] 杜等虎, 杨志明, 李秋耘, 刘云飞, 王海勇. 西藏厅官矿区始新世斑岩的厘定及其地质意义[J]. 矿床地质, 2012, 31(4): 745-757.
- [8] 冷成彪, 张兴春, 周维德. 西藏尼木地区岗讲斑岩铜-铅矿床地质特征及锆石 U-Pb 年龄[J]. 地学前缘, 2010, 17(2): 185-197.
- [9] 林武, 梁华英, 张玉泉, 谢应雯. 冈底斯铜矿带冲江含矿斑岩的岩石化学及锆石 SHRIMP 年龄特征[J]. 地球化学, 2005, 33(6): 585-592.
- [10] 莫济海, 梁华英, 喻亨祥, 谢应雯, 张玉泉. 冈底斯斑岩铜矿带冲江及驱龙含矿斑岩体锆石 ELA-ICP-MS 及 SHRIMP 定年对比研究[J]. 大地构造与成矿学, 2007, 30(4): 504-509.
- [11] 王小春, 晏子贵, 周维德, 贾向勤, 李作华, 文军, 徐德章, 袁剑飞. 初论西藏冈底斯带中段尼木西北部斑岩铜矿地质特征[J]. 地质与勘探, 2002, 38(1): 5-8.
- [12] 徐德章. 西藏尼木县厅官, 白容铜矿区矿床地质的几个问题[J]. 地质找矿论丛, 2006, 21(增刊): 15-19.
- [13] 杨志明, 谢玉玲, 李光明, 徐九华. 西藏冈底斯斑岩铜矿带驱龙铜矿成矿流体特征及其演化[J]. 地质与勘探, 2005, 41(2): 21-26.
- [14] Yin A, Harrison T M. Geologic evolution of the Hi Malayan-Tibetan orogen[J]. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 2000, 28(1): 211-280.
- [15] Copeland P, Mark H T, Kidd W S F, Xu R G, Zhang Y Q. Rapid early Miocene acceleration of uplift in the Gangdese Belt, Xizang (southern Tibet), and its bearing on accommodation mechanisms of the India-Asia collision[J]. Earth and Planetary Science Letters, 1987, 86: 240-252.
- [16] Harrison T M, Copeland P, Kidd W S F. Raising Tibet[J]. Science, 1992, 255: 1663-1670.
- [17] Williams H, Turner S, Kelley S, Harris N L. Age and composition of dikes in Southern Tibet: New constraints on the timing of east-west extension and its relationship to postcollisional volcanism[J]. Geology, 2001, 29(4): 339-342.
- [18] Cole Man M, Hodges Kip. Evidence for Tibetan plateau uplift before 14Myr ago from a new minimum age for east-west extension[J]. Nature, 1995, 374: 49-52.
- [19] Coulon C, Maluski H, Bolinger C, Wang S. Mesozoic and cenozoic volcanic rocks from central and southern Tibet: $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ dating, petrological characteristics and geodynamical significance[J]. Earth and Planetary Science Letters, 1986, 79(3): 281-302.
- [20] Miller C H, Schuster R, Klotzli U, Frank W, Purtscheller F. Post-collisional potassic and ultrapotassic Mag Matism in SW Tibet: Geochemical and Sr-Nd-Pb-O isotopic constraints for Mantle source characteristics and petrogenesis[J]. Journal of Petrology, 1999, 40(9): 1399-1424.
- [21] Simon T, Hawkesworth C, Liu J I, Rorers N, Kelley S, Van C P. Timing of Tibetan uplift constrained by analysis of volcanic rocks [J]. Nature, 1993, 364: 50-54.
- [22] Hou Z Q, Gao Y F, Qu X M, Rui Z Y, Mo X X. Origin of adakitic intrusives generated during mid-Miocene east-west extension in southern Tibet[J]. Earth Planet. Sci. Lett., 2004, 220: 139-155.
- [23] 芮宗瑶, 李光明, 张立生, 王龙生. 西藏斑岩铜矿对重大地质事件的响应[J]. 地学前缘, 2004, 11(1): 145-152.
- [24] 芮宗瑶, 秦克章, 张力生. 国内外斑岩型铜矿研究进展[M]. 北京: 中国地质调查局, 2002.
- [25] 李金祥, 秦克章, 李光明, 杨列坤. 冈底斯中段尼木斑岩铜矿田的 K-Ar, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄: 对岩浆-热液系统演化和成矿构造背景的制约[J]. 岩石学报, 2007, 23(5): 953-966.
- [26] 张树业. 成矿岩矿迹象[J]. 东华理工学院学报(自然科学版), 1980, 2: 29-42.
- [27] Ohmoto H. Systematics of sulfur and carbon isotopes in hydrothermal ore deposits[J]. Economic Geology, 1972, 67(5): 551-578.
- [28] Ohmoto H, Ro Rye. Isotopes of sulfur and carbon[A]. Bernes H L ed. Geochemistry of hydrothermal ore deposits [C]. 2nd Edition. New York: John Wiley and Sons, 1979: 509-611.
- [29] 曲晓明, 侯增谦, 李佑国. S、Pb 同位素对冈底斯斑岩铜矿带成矿物质来源和造山带物质循环的指示[J]. 地质通报, 2002, 21(11): 768-776.
- [30] 郎兴海, 唐菊兴, 李志军, 黄勇, 丁枫, 王成辉, 张丽, 周云. 西藏雄村斑岩型铜金矿集区 I 号矿体的硫、铅同位素特征及其对成矿物质来源的指示[J]. 地球学报, 2012, 33(4): 459-470.
- [31] 孟祥金, 侯增谦, 李振清. 西藏驱龙斑岩铜矿 S、Pb 同位素组成: 对含矿斑岩与成矿物质来源的指示[J]. 地质学报, 2006, 80(4): 554-560.
- [32] 姜子琦, 王强, 唐功建, 贾小辉, 杨岳衡, 喻亨祥. 西藏冈底斯南缘冲木达约 30 Ma 埃达克质侵入岩的成因: 向北俯冲的印度陆壳的熔融?[J]. 地球化学, 2011, 40(2): 126-146.
- [33] 杨世义, 刘娟群. 铜(铅)矿化-蚀变中酸性岩体的原岩恢复[J]. 地质与勘探, 1989, 25(4): 29-34.