

西藏冲江大型斑岩铜(钼金)矿床的发现及意义

郑有业^{1,2}, 高顺宝², 程力军¹, 李国梁¹, 冯南平¹, 樊子琿¹, 张华平¹,
郭建慈¹, 张刚阳²

1. 西藏地勘局, 西藏拉萨 850000

2. 中国地质大学资源学院, 湖北武汉 430074

摘要: 冲江斑岩铜(金钼)矿床是近年来在冈底斯造山带中寻找斑岩铜矿最先取得突破的一个大型矿床。矿化、蚀变具中心式、面型分布特点, 其中钾硅化带大体上与强铜矿化带相对应。根据 ICPMS 测试、辉钼矿 Re-Os 及 SHRIMP 锆石 U-Pb 测年结果, 含矿斑岩高钾富碱过铝, 强烈富集轻稀土(LREE/HREE 为 8.56~23.1), 无 Eu 异常(平均 1.001), 具有微弱的负 Ce 异常(平均 0.84), 微量元素显示 I 型和 A 型花岗岩的过渡特征, 反映斑岩岩浆作用与拆沉作用及其伴生的软流圈物质上涌有关。矿床形成于中新世(14~16 Ma)陆内造山体制向伸展走滑体制转换的过渡时期。

关键词: 冲江; 大型斑岩铜矿床; 新进展。

中图分类号: P618.4

文章编号: 1000-2383(2004)03-0333-07

收稿日期: 2004-03-15

Finding and Significances of Chongjiang Porphyry Copper (Molybdenum, Aurum) Deposit, Tibet

ZHENG You-ye^{1,2}, GAO Shun-bao², CHENG Li-jun¹, LI Guo-liang¹, FENG Nan-ping¹,
FAN Zi-hui¹, ZHANG Hua-ping¹, GUO Jian-ci¹, ZHANG Gang-yang²

1. Tibet Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lhasa 850000, China

2. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

Abstract: The Chongjiang copper deposit is a large porphyry copper (molybdenum, aurum) deposit found in Tibet in recent years. It is also the first one that has made great breakthrough during the process of looking for porphyry copper deposit in Gangdise orogenic belt. The deposit has the characters of circular and surfacing model in mineralization and alteration belt. Cu mineralization is according to K-Si alteration belt approximately. Methods such as ICPMS on the rocks with mineralization, Re-Os dating on molybdenite and U-Pb dating on zircon, were used in this research. The results show that the mineralizing porphyry enriches in K, Na, Al and light rare earth element (LREE) with high LREE/HREE (8.56—23.1). The porphyry is normal in Eu ($\delta\text{Eu}=1.001$), but weak negative abnormal in Ce ($\delta\text{Ce}=0.84$), and shows the characteristics of the transitional granite between type I and type A. The characteristics reflect the magmatism related to asthenospheric upwelling. The Chongjiang porphyry copper (molybdenum, aurum) deposit formed in 14—16 Ma, the transitional period of extrusion and extension in orogenic belt.

Key words: Chongjiang; large-scale porphyry copper deposit; new progress.

冈底斯东段斑岩铜矿带位于西藏中部, 东至工布江达县, 西至谢通门县, 东西长约 500 km, 南北宽近 50 km。区域内成矿条件优越, 是我国进行“西部

大开发战略”中矿产勘查的重要地区。近年来, 在中国地调局及西藏地勘局的大力支持下, 笔者在冈底斯东段地区的找矿工作取得了重大突破, 先后发现

了冲江、驱龙、吉如、朱诺、得明顶、吹败子、旁堆等一批大型—超大型斑岩铜矿床或重要找矿线索，自此拉开了冈底斯东段斑岩铜矿勘查的序幕。

1 区域成矿地质背景

冈底斯东段陆缘火山—岩浆弧盆系，是东特提斯构造域中生代以来具有独特演化历程的一个多岛弧碰撞造山带。该岩浆弧盆系的形成与新特提斯洋壳俯冲→弧—陆碰撞→伸展走滑作用密切相关。侵入岩在燕山晚期以酸性岩为主，岩石类型有闪长岩、花岗闪长岩等；喜山期则以酸性岩为主，由二长花岗岩、花岗岩及花岗斑岩等组成。火山岩以喜山期为主，燕山晚期火山岩主要为一套中酸性的火山熔岩及火山碎屑岩，具活动大陆边缘火山岩特征，并有新生代碰撞期后与高原伸展剥离作用有关的大量次火山岩（斑岩）、非造山 A 型花岗岩等侵入，形成在青藏高原地区最为醒目的冈底斯火山—岩浆杂岩带。该带地层以三叠系—白垩系为主，而矿区内出露地层单一，主要为上白垩系设兴组（K₂s），由火山碎屑岩、熔岩和陆源碎屑岩组成，与岩体接触面呈舒缓波状。区内构造线总体呈近 EW 向，以线性复式褶皱、压扭性逆冲推覆构造为主；NE 向及近 SN 向构造形成较晚，以发育张性构造为主要特征。喜山期区域内发生明显碰撞造山及伸展作用，冈底斯一带中酸性浅成侵入岩大规模就位，形成一系列浅成、超浅成斑岩体及斑岩铜矿床。成矿总体显示出同源多位、同位多期、深源浅成、多因复成的特点（Zheng *et al.*, 2003）。

2 矿床地质特征

2.1 含矿斑岩体特征

冲江铜矿的赋矿围岩比较单一，主要为含巨斑的黑云母二长花岗斑岩，呈岩基产出，同时可见石英闪长玢岩、闪长细晶岩等以岩脉的形式产于其中。含矿斑岩与围岩岩性相同，界线不清，只是在蚀变强度上稍有差别（图 1）。岩石具斑状结构，斑晶可分为两期：早期为巨斑透长石（2%~3%），自形、粒度达 1~3 cm，可见浅色反应边；晚期斑晶主要为钾长石（5%~15%）、斜长石（20%±）、石英（5%~10%）及黑云母（1%~3%）等。基质具细粒—显微花岗结构，

主要成分含量与斑晶相反，钾长石（20%~30%）与石英（15%~20%）含量明显大于斜长石（10%±）。反映岩浆房在深部结晶（一期巨晶透长石）—浅部结晶（二期 Q、Pl、Or、Bi 斑晶）—上侵近地表形成微晶基质。同时矿物次生加大、熔蚀现象普遍。副矿物为锆石、磷灰石、金红石、磁铁矿等，颗粒细小，含量占全岩的 1% 左右。

2.2 蚀变及矿化特征

铜矿化主要分布于江古曲两侧，总体呈北东—南西向展布，形态呈椭圆形，北东—南西长约 2.5 km，南西宽约 1.8 km。

根据铜矿工业指标，共圈定 5 个矿体，其中以 Cu₂ 和 Cu₃ 矿体最大，研究程度最高。Cu₂ 矿体：位于江古曲南西岸，矿体形态呈透镜状，北东—南西向展布，长约 560 m，宽约 250 m；Cu₃ 矿体：位于江古曲北东侧，矿体形态呈透镜状，长 775 m，宽 325 m。矿石按氧化程度大致分为氧化矿石、混合矿石、硫化矿石 3 种类型。地表及浅部主要由氧化矿石组成，厚一般小于 50 m，占总储量的 10% 左右，以孔雀石为主，蓝铜矿、黑铜矿、辉铜矿次之，呈网脉状、薄膜状、皮壳状、浸染状分布于岩石裂隙面或呈浸染状分布于岩石中。深部为硫化矿，厚 >400 m，矿石矿物主要

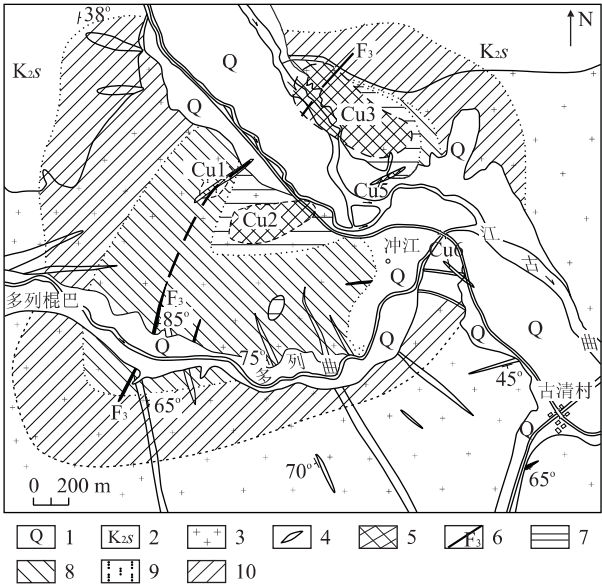


图 1 西藏自治区尼木县冲江铜矿区地质简图

Fig. 1 Geological sketch map of Chongjiang copper deposit, Tibet

1. 第四系; 2. 设兴组凝灰岩; 3. 含巨斑二长花岗斑岩; 4. 石英闪长玢岩; 5. 铜矿体及编号; 6. 断层及编号; 7. 钾硅化; 8. 黄铁绢英岩化; 9. 泥化; 10. 青盘岩化

为黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿、黝铜矿、斑铜矿,此外还发育方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、磷灰石、电气石等。多以浸染状、团斑状为主、细(微)脉浸染状次之;黄铜矿多呈不规则粒状和粒状集合体,粒径 $0.25\sim 2\text{ mm}$,偶见 5 mm 的半自形晶体,一般呈星散状—稀疏浸染状分布于岩石中,部分呈微—细脉浸染状分布,脉宽约 $0.1\sim 1\text{ mm}$,多与黄铁矿、石英或玉髓构成细脉,也有单独成细脉或网脉;黄铁矿多为半自形—自形晶,以细—中粒散布于岩石中,黄铁矿中常见有圆粒状黄铜矿;辉钼矿多以片状、鳞片状集合体呈脉状分布于岩石或晚期石英脉中,部分呈星散状独立或与黄铁矿共生;斑铜矿、闪锌矿、方铅矿、磁铁矿呈不规则粒状、团块状独立出现或分布在黄铜矿、黄铁矿周围或交代黄铜矿,空间上与黄铜矿密切共生;同时矿体中 Au、Ag 和 Mo 等含量较高,可综合利用。根据矿物共生组合及相互交代关系,矿物生成顺序为:磁铁矿→黄铁矿→黄铜矿→辉钼矿→黝铜矿→斑铜矿→闪锌矿→方铅矿。

矿区蚀变具中心式面型分布特征,由里向外依次为钾硅化带(局部强硅化、强钾化)—黄铁绢英岩化带(泥化带)—青磐岩化带。但蚀变分带不明显,各种蚀变相互叠加。蚀变类型有钾长石化、硅化、黑云母化、绢云母化、粘土化、电气石化及青盘岩化。矿化与广泛发育的钾硅化关系密切。其中钾硅化带大体上与强铜矿化带相对应,分布于矿区中部,包含了 Cu1、Cu2、Cu3、Cu5 矿体;粘土化带发育于钾硅化带北、北西侧岩体与围岩(凝灰岩)接触带附近,与钾硅化带、绢英岩化带无明显界线,相互有叠加现象;绢英岩化带分布于钾硅化带外缘,两者无明显界线;青磐岩化带位于最外圈,主要分布于矿区北东侧凝灰岩、蚀变安山岩及南东部不含矿的含巨斑二长花岗岩中。根据测年结果,含矿斑岩 K—Ar 法成岩年龄为 $(16.02\pm 0.23)\text{ Ma}$,SHRIMP 锆石 U—Pb 年龄为 $(16.8\pm 0.8)\text{ Ma}$,斑岩铜矿中的辉钼矿 Re—Os 模式年龄为 $(14.80\pm 0.34)\text{ Ma}$ 。可见冲江斑岩铜矿床的成矿年龄应在 $16\sim 14\text{ Ma}$ 左右。这一时间与冈底斯造山带乃至拉萨地体由陆内汇聚体制向伸展走滑体制转换的时间大致相当。冈底斯造山带的裂变径迹研究结果也证实了这一结论(袁万明等,2001),即构造活动经历早期明显的差异隆升($37.2\sim 18.5\text{ Ma}$)和晚期快速抬升($18.5\sim 8\text{ Ma}$)阶段。

3 含矿斑岩的地球化学特征

3.1 含矿斑岩的岩石化学特征

含矿斑岩体的岩石化学分析结果表明(表1),含巨斑的黑云母二长花岗斑岩的 SiO_2 含量为 $65.42\%\sim 71.17\%$,平均为 67.17% ; $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 的含量为 $6.35\%\sim 9.06\%$,平均为 7.97% ; δ 为 $1.97\sim 3.3$,平均为 2.65 ,为钙碱性; A/NKC 值为 $1.32\sim 1.51$,显示铝过饱和。 K_2O 含量及 $w(\text{K}_2\text{O})/w(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ 比值均大于世界平均值,反映出冲江铜矿含矿斑岩体相对富钾,说明钾质在成矿过程中对矿质的搬运沉淀起重要作用。在 $w(\text{K}_2\text{O})-w(\text{SiO}_2)$ 图解(图2a)和 $w(\text{K}_2\text{O})-w(\text{Na}_2\text{O})$ 图解(图2b)上,含矿斑岩属钾玄岩系列到高钾钙碱性系列的岩石,总体具有高钾富碱过铝的特征。

3.2 含矿斑岩的稀土元素与微量元素特征

冲江含矿斑岩的稀土元素测试结果表明(表2),含巨斑的黑云母二长花岗斑岩的稀土总含量为 $(94.07\sim 135.977)\times 10^{-6}$,平均 119.23×10^{-6} ; δEu 为 $0.75\sim 1.36$,平均 1.001 ,显示基本没有 Eu 异常; δCe 为 $0.82\sim 0.877$,平均 0.84 ,显示较弱的 Ce 异常; $w(\text{LREE})/w(\text{HREE})$ 为 $8.56\sim 23.1$,平均 16.5 ,显示强烈的轻稀土富集,配分曲线呈现右倾(图2d)。含矿斑岩的稀土总量较低,与 S 型(地壳重熔型)花岗岩的较高稀土含量明显不同,其强烈富集轻稀土、无 Eu 异常和微弱 Ce 异常的特征,暗示了其成因应该是深部来源(赵振华,1997)。

含矿斑岩的微量元素分析结果表明(表2),其与世界酸性岩平均值相比,冲江含矿斑岩相对亏损 Cr、Zn、Zr 等,明显富集 Cu(最高富集达 51 倍)以及 Rb、K、Sr、Th、U、Pb 等大离子亲石元素,这与火山弧花岗岩一同碰撞花岗岩的特征很相似(赵振华,1997)。

另外,在 $w(\text{Na}_2\text{O})-w(\text{K}_2\text{O})$ 图解中(图2c),冲江含矿斑岩除少数落在了 I 型花岗岩区,其他全落在了 A 型花岗岩区;在 Rb—(Y+Nb)图解中(图3),冲江含矿斑岩落在了同碰撞花岗岩和火山弧花岗岩的交界处。结合地质时代特征,本区含矿斑岩形成于碰撞造山向伸展走滑的转换环境。

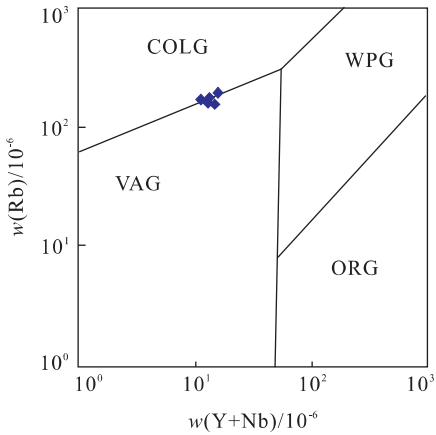


图 3 不同环境构造含矿斑岩 $w(\text{Rb})-w(\text{Y+Nb})$ 图解
Fig. 3 $w(\text{Rb})-w(\text{Y+Nb})$ diagram of mineralizing porphyry with different origins
VAG. 火山弧花岗岩; ORG. 洋脊花岗岩; WPG. 板内花岗岩; COLG. 同碰撞花岗岩

4 勘查新进展

4.1 勘查历史回顾

1988—1990 年,江西物化探大队开展日喀则幅 1/50 万区域化探扫面工作时,对所圈定的 HS—36L 异常进行Ⅲ级查证,发现了冲江铜矿点。1990 年 11 月,西藏地质二队在该异常区进行踏勘检查,大致圈定了 3 个矿化体,提交了矿点踏勘简报。1991—1992 年 6 月,西藏地质二队开展了以找铜为主的矿点检查工作,初步认为该矿床成因类型为斑岩型,并提交了《西藏尼木县冲江铜矿点检查报告》,认为该矿点有进一步工作的价值;同年西藏物探队在该区开展了化探异常二级查证工作。由于认识等多方面的原因,该矿点的勘查工作暂告一段落。

1999 年底,笔者在研究冈底斯矿带的资料时发现冲江铜矿点有较好的找矿潜力并建议开展普查,受到当时西藏地矿厅副总工程师肖润同志的大力支持。2000—2001 年西藏地质二队对该矿点进行普查,初步查明了矿体的蚀变、矿化特征及空间展布。2002 年开展的新一轮国土资源大调查项目《雅江成矿区东段铜多金属矿勘查》,继续对该矿床进行普查,找矿取得较大进展。

4.2 勘查新进展及资源潜力评估

经过 ZK051、ZK141、TC092 等地表及深部工程控制,全矿区矿体氧化矿平均品位 0.71%,单样最高品位达 4.82%。其中 Cu2 矿体氧化矿铜品位较高,单样铜品位 1%~2.5% 占样品总数的 60%,通

过刻槽取样,发现存在宽 20~50 m 铜品位连续达 1% 以上的富矿段。通过对 Cu1、Cu2、Cu3 矿体的深部勘查,取得了较好的找矿效果。如在 Cu2 矿体施工的 ZK051 孔,孔深 475.4 m,见矿厚度 206 m(未打穿矿体),原生矿 Cu 平均品位 0.4×10^{-2} ,最高品位 1.38×10^{-2} 。同时伴生元素钼、金、银均可综合利用(其中金、银较稳定),平均品位 Mo 0.024%、Au 0.26×10^{-6} 、Ag 2.8×10^{-6} 。根据地调局 2002 年底下发的有关资源量计算规范,已控制 333+334₁ 资源量:铜 182×10^4 t;钼 2.7×10^4 t;金 36 t;银 814 t。

根据本矿床中部施工的 ZK051、ZK011、ZK041 钻孔均未穿过矿体,其中 ZK051、ZK011 孔中矿石主要为团块状,且 450 m 后黄铁矿化突然增加等现象,矿体向深部应有一定延伸;同时到目前为止,矿区没有一个工程揭露到矿体边界,说明矿化范围还会扩大。另据冲江矿区 2002 年所做的 1/5 万水系沉积物测量及 1/1 万土壤测量,获得以 Cu、Mo 为主,伴有 Au、W、Pb、Zn、Ag、Cd、Bi、Sb、As、Hg 等的元素异常,发现矿区向北东方向及南西方向还有较好的找矿前景,且矿区南部子东曲国 15 km² 的三级浓度带内寻找斑岩铜矿的可能性极大,总体显示出冲江铜矿区还有较大的找矿潜力。

5 结论

(1)含矿斑岩高钾富碱过铝,强烈富集轻稀土,无 Eu 异常,具有微弱的负 Ce 异常,微量元素显示 I 型向 A 型花岗岩过渡的特征,其成因应该是深部来源,主要通过壳—幔混合作用形成。反映斑岩岩浆作用与拆沉作用及其伴生的软流圈物质上涌有关(Kay and Kay, 1994)。因此拆沉作用无疑是冲江斑岩铜矿床形成的一种重要机制。且含矿斑岩具有很高的 Cu 背景含量,能够为斑岩型铜矿的形成提供充足的物质基础。

(2)根据测年结果,含巨斑的二长花岗斑岩 K—Ar 法成岩年龄为 (16.02 ± 0.23) Ma, SHRIMP 锆石 U—Pb 年龄为 (16.8 ± 0.8) Ma,斑岩铜矿中的辉钼矿 Re—Os 模式年龄为 (14.80 ± 0.34) Ma。可见冲江斑岩铜矿床的成矿年龄应在 16~14 Ma 左右。这一时间与冈底斯造山带陆内汇聚体制向伸展走滑体制转换的时间大致相当。冈底斯造山带的裂变径迹研究结果也证实了这一结论(袁万明等, 2001),即构造活动经历早期明显的差异隆升(37.2~18.5 Ma)

阶段和晚期快速抬升(18.5~8 Ma)阶段.

(3)斑岩铜矿一般形成于岛弧或活动大陆边缘环境,而冲江铜矿是在冈底斯陆内造山带中寻找斑岩铜矿最早取得突破的大型矿床,这为笔者后来一系列认识的提出奠定了良好的基础,自此拉开了冈底斯东段斑岩铜矿勘查的序幕.它在坚定人们在该带的找矿信心、新认识的提出、指导外围勘查以及促进西藏经济跨越式发展等方面具有非常重要的现实意义.

(4)值得注意的是:冲江含矿斑岩与围岩岩性相同、界线不清,铜矿化与钾硅化强烈相关,其有别于典型的斑岩铜矿床的原因?另外含矿斑岩具高钾特征,属于高钾—钾玄岩系列或埃达克岩(Defant and Drummond, 1990).但含矿斑岩体钾硅酸盐交代强烈,黑云母及钾长石化十分发育,因而富钾是很自然的.那么斑岩中高钾是否代表原岩成分(郑有业等, 2004),以及富钾流体的来源问题,都是值得进一步研究的课题.

References

Defant, M. J. , Drummond, M. S. , 1990. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subduction lithosphere. *Nature*, 662—665.
Kay, R. W. , Kay, S. M. , 1994. Delamination and delamination

magmatism. *Tectonophysics*, 219:177—189.
Yuan, W. M. , Wang, S. C. , Li, S. R. , et al. , 2001. The fission track evidence of conformation activity in Gangdise belt, Tibet. *Chinese Science Bulletin*, 46(20): 1739—1742 (in Chinese).
Zhao, Z. H. , 1997. The geochemistry theory of trace elements. Science Press, Beijing (in Chinese).
Zheng, Y. Y. , Xue, Y. X. , Cheng, L. J. , et al. , 2004. Finding, characteristics and significances of Chongjiang super-large porphyry copper (molybdenum) deposit, Tibet. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 29(1): 103—108 (in Chinese with English abstract).
Zheng, Y. Y. , Xue, Y. X. , Gao, S. B. , 2003. Copper, polymetal metallogenic series and prospecting perspective of eastern section of Gangdise. *Journal of China University of Geosciences*, 14(4): 349—355.

附中文参考文献

袁万明, 王世成, 李胜荣, 等, 2001. 西藏冈底斯带构造活动的裂变径迹证据. *科学通报*, 46(20): 1739—1742.
赵振华, 1997. 微量元素地球化学原理. 北京: 科学出版社.
郑有业, 薛迎喜, 程力军, 等, 2004. 西藏驱龙超大型斑岩铜(钼)矿床: 发现、特征及意义. *地球科学——中国地质大学学报*, 29(1): 103—108.