文章编号: 0254- 5357(2009) 03- 0215- 04

西藏玉龙斑岩铜钼矿辉钼矿铼–锇同位素定年及其成矿学意义

唐菊兴[1], 王成辉[1], 屈文俊[2], 杜安道[2], 应立娟[1], 高 一鸣[1]
(1. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2. 国家地质实验测试中心, 北京 100037)

摘要: 玉龙铜钼矿床是金沙江—红河斑岩铜矿带北部的一个超大型铜钼矿, 也是我国目前最大的几个铜矿之一。玉龙铜矿曾经作为我国新生代最典型的斑岩铜矿, 在西南三江及冈底斯斑岩铜矿带的地质找矿工作中起到了典型示范作用; 但与其成矿作用有关的科学问题还尚待进行深入研究, 精确的成矿时代及其成矿演化历史就是其中主要课题之一。文章对采自矿区钻孔的 5件辉钼矿样品进行铼–锇同位素定年, 得到的等时线年龄为 (41. 6 ±1. 4) Ma。5件样品的模式年龄表明, 玉龙超大型铜钼矿床成矿作用的时间跨度约为 1. 5 Ma, 说明成矿作用是在较短时期内完成, 反映了独特的成矿背景和成矿机制; 成矿时代也表明玉龙铜钼矿形成于早喜马拉雅阶段变形变质造山高峰期与中喜马拉雅阶段变形变质造山高峰期之间, 反映了独特的成矿背景和成矿机制。

关键词: 斑岩; 玉龙铜钼矿; 铼–锇同位素定年; 成矿时限; 成矿背景
中图分类号: P597. 3 文献标识码: A

Re-Os Isotopic Dating of Molybdenite from the Yulong Porphyry Copper-Molybdenum Deposit in Tibet and Its Metallogenic Significance

TANG Ju-xing[1], *WANG Cheng-hui*[1], *QU Wen-jun*[2], *DU An-dao*[2], *YING Li-juan*[1], *GAO Yi-ming*[1]
(1. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;
2. National Research Center for Geoanalysis, Beijing 100037, China)

Abstract: Located in the north of the Jinshajiang-Honghe porphyry copper metallogenic belt, the Yulong deposit is a giant porphyry copper-molybdenum deposit. This study provides the high-precision Re-Os dating of the mineralization age. The Re-Os model ages for 5 molybdenite samples are from 39. 29 Ma to 41. 29 Ma. According to the best-fit calculation for 5 samples, the Yulong deposit yield an isochron age of (41. 6 ±1. 4) Ma. These data indicate that the mineralization occurred in a very short period with mineralization age span of about 1. 5 Ma. And it also implies the special metallogenic environment and metallogenic mechanism of the Yulong porphyry copper-molybdenum deposit.

Key words: porphyry; the Yulong copper-molybdenum deposit; Re-Os isotopic dating; metallogenic age; metallogenic environment

收稿日期: 2009-02-10; 修订日期: 2009-03-16
基金项目: 玉龙铜矿地区勘探——玉龙铜矿Ⅰ、Ⅱ、Ⅴ号矿体地质特征及其外围成矿规律和成矿预测研究项目资助; 国土资源地质大调查项目资助 (1212010633903); 中国成矿体系综合研究项目资助 (1212010634002); 我国西部重要成矿区带矿产资源潜力评估项目资助 (1212010535804)
作者简介: 唐菊兴 (1964-), 男, 浙江嘉兴人, 教授, 主要从事找矿勘探学研究工作。E-mail: tangjuxing@ 126. com。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

玉龙铜钼矿位是金沙江—红河斑岩铜矿带北部的一个超大型矿床。在 2005以前, 由于地处高原、偏僻等客观经济地理条件的因素, 该矿一直未得到开发利用。 2005年, 西藏玉龙铜业股份有限公司成立, 从此拉开了该矿开发和二次勘探的序幕。本文在“玉龙铜矿Ⅰ、Ⅱ、Ⅴ号矿体地质特征及其外围成矿规律和成矿预测研究”、“中国成矿体系综合研究”、“全国重要矿产和区域成矿规律研究”等项目实施的过程中, 对采自玉龙 ZK1205–B27等钻孔的 5件辉钼矿样品进行了 Re–Os同位素年代学工作, 精确厘定矿床的成矿时代; 同时就矿床的成矿时代对矿床的成矿时限和成矿背景进行简要的探讨。

1　地质概况

玉龙斑岩铜 (钼)矿床位于玉龙斑岩铜矿带的北亚带, 从北至南依次为夏日多矿点 (找矿潜力大, 正在勘查)、恒星错矿点 (找矿潜力大)、玉龙超大型斑岩铜矿、扎那尕中型斑岩铜矿、莽总中型斑岩铜矿、多霞松多大型斑岩铜矿、马拉松多大型斑岩铜矿等, 其中玉龙斑岩铜矿侵位于甘龙拉背斜的核部倾伏端, 受构造圈闭控制, 矿床的形成与良好的背斜圈闭构造有关[1]。玉龙斑岩体侵位于甘龙拉背斜的南端倾伏端, 其直接围岩为上三叠统甲丕拉组 (T_3j)砂岩、泥岩, 波里拉组 (T_3b)碳酸盐岩、碎屑岩。含矿斑岩为二长花岗斑岩, 地表出露面积 0. 64 km^2, 岩体平面上呈梨形, 岩体向深部陡倾。

岩体蚀变强烈, 主要呈面形蚀变; 岩体中发育钾硅化、硅化、绢英岩化、黏土化, 在 ZK109、ZK105与 ZK106钻孔之间硅化最强, 岩体接触带和近矿围岩中发育黏土化、矽卡岩化、硅化、青磐岩化、角岩化。玉龙斑岩体的成矿元素也存在着以岩体为核心的水平分带, 这种分带和岩石的蚀变带基本吻合, 即在岩体内部的钾化带、钾硅化带中为细脉浸染状 Cu、Mo矿化; 接触带附近的硅化、角岩化带中为角砾状、细脉浸染状、块状 Cu(Mo)矿化; 外接触带的硅化、矽卡岩带、青磐岩化带中为 Cu(Fe、Co、Ag、Au)矿化; 上三叠统矽卡岩化灰岩中为脉状 Pb、Zn、Ag、W矿化。在Ⅱ号似层状矿体中部和斑岩接触带中发现有隐爆角砾岩型的矿体 (该类角砾岩的角砾主要由蚀变矿化斑岩和硅质、硫化物组成)。

矿区内出露的岩体围岩主要为上三叠统, 包括甲丕拉组、波里拉组、阿都拉组 (见图 1)。甲丕拉组构成甘龙拉背斜的核部; 波里拉组构成背斜的两翼, 发育比较广泛, 出露齐全, 硅化、矽卡岩化、大理岩化强烈, 是矽卡岩型、矽卡岩–次生氧化富集型矿体的直接围岩; 阿都拉组主要分布在甘龙拉背斜的转折端, 其碳泥质岩是良好的流体隔挡层, 形成了背斜倾伏端和地层共同组成的一个双重圈闭构造。

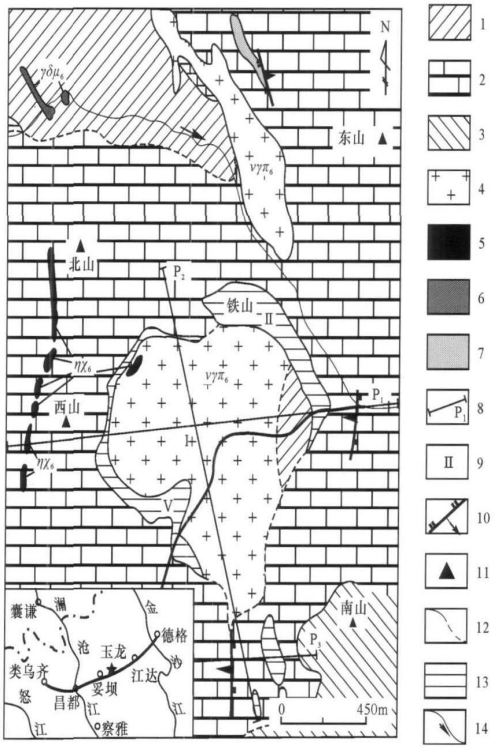

图 1　玉龙斑岩铜钼矿矿区地质简图

Fig 1　Simple geological map of the Yulong porphyry copper-molybdenum deposit district

1—上三叠统甲丕拉组碎屑岩; 2—上三叠统波里拉组灰岩、大理岩; 3—上三叠统阿堵拉组粉砂岩、泥岩; 4—二长花岗斑岩; 5—钠长斑岩; 6—花岗闪长玢岩; 7—石英二长斑岩; 8—剖面及其编号; 9—矿体编号; 10—逆断层; 11—山峰; 12—溪沟及流向; 13—铁帽; 14—推测地质界线。

玉龙铜钼矿床可以划分出 5种主要矿体类型: 斑岩型 (Ⅰ号矿体)、矽卡岩型 (Ⅱ、Ⅴ号似层状矿体、Ⅴ号矿体上层矿体)、矽卡岩–次生富集型 (Ⅱ、Ⅴ号似层状氧化矿体)、角岩型 (接触带角岩中的硫化物矿体)和隐爆角砾岩型。从成矿元素的组合特征来看, 斑岩型、角岩型、隐爆角砾岩型、矽卡岩型矿体属 Cu(Mo)建造型矿体; 矽卡岩–次生氧化富集型矿体中, Ⅱ号矿体属 Cu–Ag–Co–Au建造, Ⅴ号矿体属 Cu–Co–W–Ag–Au建造。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2　辉钼矿铼 – 锇同位素测定

本次工作采集玉龙铜钼矿主矿区 5件辉钼矿样品, 编号分别为 ZK 1205 – B27、ZK 0908 – B26、ZK 1007– B171、ZK 1007– B169、ZK 1007 – B13。5件样品岩性均为黑云母二长花岗斑岩, 辉钼矿均呈星散浸染状分布于其中。在室内无污染环境下, 挑选达到测试标准的辉钼矿粉, 由国家地质实验测试中心 Re– Os同位素实验室进行同位素测定。样品的化学处理流程和质谱测定技术见相关文献[2– 4]。

3　结果与讨论

3 1　玉龙铜钼矿的成矿时代

辉钼矿是斑岩型铜钼矿中的主要金属矿物, Re– Os同位素定年可以精确地测定辉钼矿的形成时代, 因此辉钼矿 Re– Os年龄可以较为客观地反映斑岩型铜钼矿的形成时代。

玉龙斑岩铜钼矿辉钼矿 Re– Os同位素测试结果见表 1和图 2, 5件辉钼矿样品的模式年龄分别为 40 91 Ma、41. 29 Ma、40 65 Ma、40 08 Ma和 39. 69 Ma。5个点所拟合的等时线年龄为 (41. 6 ±1. 4) Ma。唐仁鲤等[5]测定马拉松多辉钼矿的模式年龄为 36 2 Ma、35 9 Ma和 35. 4 Ma, 晚于玉龙辉钼矿约 5 Ma。

表 1　玉龙斑岩铜钼矿辉钼矿 Re– Os同位素测定

Table 1　Re-Os isotopic data of the molybdenite from the Yulong porphyry copper-molybdenum deposit

样品编号	样品质量	w_B/(ng• g^{-1})				模式年龄/Ma	
	m/g	Re	普 Os	^{187}Re	^{187}Os	测定值	不确定度
ZK 1205-B27	0. 00273	195899	0 000 6	123127	83. 95	40 91	0 56
ZK 0908-B26	0. 00246	352212	0 000 1	221372	152 32	41. 29	0 58
ZK 1007-B171	0. 00266	66910	0 000 0	42055	28 49	40 65	0 57
ZK 1007-B169	0. 00317	133219	0 013 7	83731	55. 93	40 08	0 63
ZK 1007-B13	0. 00318	117769	0 013 7	74020	48. 97	39. 69	0 57

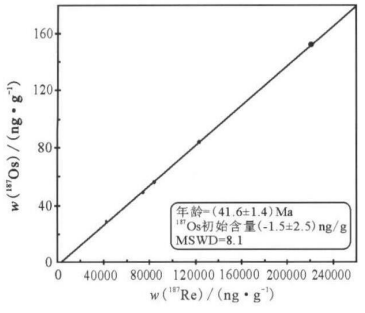

图 2　玉龙斑岩铜钼矿辉钼矿 Re– Os等时线年龄

Fig 2　Re-Os isochron age of molybdenite from the Yulong porphyry copper-molybdenum deposit

3 2　玉龙铜钼矿的成矿强度

大型斑岩铜矿的成矿系统一般较为复杂, 其岩浆 – 热液活动可能维系 5~ 10 Ma, 但成矿事件却往往在"瞬间"发生[6]。研究表明, 玉龙存在多次的岩浆侵入, 含矿斑岩浅成侵位活动延续长达 10 ~ 18 Ma[6], 此间出现 3个侵位高峰, 对应年龄分别为 (52 ±2 8) Ma、(40 ±2 3) Ma和 (33 ±3. 3) Ma[7]。此次辉钼矿的精确定年表明, 虽然存在多次岩浆侵入活动, 但成矿时间集中在 41 Ma左右, 根据 5件辉钼矿的模式年龄, 可以推断玉龙超大型铜钼矿床的成矿作用时限为 1. 5 Ma。这说明玉龙地区构造 – 岩浆活动所经历的时间较长, 但成矿作用可能是在一个较短的时间内快速完成的。1981年西藏地质局批准确认玉龙的铜金属储量 662万吨[8], 其成矿强度相当于 4 40 Mt/Ma, 远远高于始新世内生铜矿的平均成矿强度 (1. 10Mt/Ma)[9]。

3 3　玉龙铜钼矿的成矿构造背景

区域地球物理、区域地球化学、构造地层学、古地貌学、岩石化学研究成果表明[1, 10], 早、中喜马拉雅期陆内对冲褶皱推覆造山过程形成成矿空间, 略晚于早期造山的碱性、偏碱性岩浆大规模侵位, 玉龙铜钼矿在两次造山高峰期之间的间造山期成岩成矿。区域内地壳厚度较大 (50~ 80 km), 具有南薄北厚特点; 深部存在厚 20 km深度 (60~ 80 km) 壳慢混合体 (壳慢过渡带), 软流圈厚度大 (100~ 200 km), 存在软流圈上涌体, 10~ 100 km深度的持续的低速特征, 反映存在软流圈的上涌和强烈的底侵作用[10]。同时, Cu、Ag、Au、Pb、Zn等主要成矿元素区域地球化学特征、层析分析等均印证了深部存在的北东向构造及其活跃的岩浆 – 流体活动, 而在造山作用下, 这些北东向构造处于引张状态, 使得岩浆易于沿此构造带上侵, 形成一系列成带的侵入岩带。

本次辉钼矿 Re– Os测年的等时线年龄为 (41. 6 ±1. 4) Ma, 这表明玉龙铜钼矿的成矿时代处于早喜马拉雅阶段变形变质造山高峰期 (43. 04 Ma) 与中喜马拉雅阶段变形变质造山高峰期 (28 44 Ma)之间, 即早、中喜马拉雅期陆内对冲褶皱推覆造山的间隙期, 大规模岩浆侵入略滞后于早期造山, 发生在两次造山高峰期之间的间造山期, 相对平静的构造环境以及长时期的壳幔岩浆演化为大规模成矿提供了有利条件。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

4 结语

辉钼矿 Re-Os同位素测年表明,玉龙斑岩铜钼矿的成矿等时线年龄为(41.6±1.4) Ma,5件样品的模式年龄表明,玉龙超大型铜钼矿床成矿作用的时间跨度约为 1.5 Ma,说明成矿作用是较短时期内完成,但其成矿强度却达到 4.40 Mt/Ma,相当于始新世同类矿床成矿强度的 4倍。同时,成矿时代也表明玉龙铜钼矿形成于早喜马拉雅阶段变形变质造山高峰期与中喜马拉雅阶段变形变质造山高峰期之间,反映了独特的成矿背景和成矿机制。

5 参考文献

[1] 唐菊兴,张丽,李志军,陈建平,黄卫,王乾. 西藏玉龙铜矿床——鼻状构造圈闭控制的特大型矿床[J]. 矿床地质, 2006, 25(6): 654-662.

[2] Du A, Wu S, Sun D, Wang S, Qu W, Markey R, Stain H, Morgan J, Malinovskiy D. Preparation and certification of Re-Os dating reference materials: Molybdenite HLP and JDC[J]. *Geostandard and Geoanalytical Research*, 2004, 28(1): 41-52.

[3] 杜安道,赵敦敏,王淑贤,孙德忠,刘敦一. Carius管溶样和负离子热表面电离质谱准确测定辉钼矿铼-锇同位素地质年龄[J]. 岩矿测试, 2001, 20(4): 247-252.

[4] 杜安道,何红蓼,殷宁万,邹晓秋,孙亚莉,孙德忠,陈少珍,屈文俊. 辉钼矿的铼-锇同位素地质年龄测定方法研究[J]. 地质学报, 1994, 68(4): 339-347.

[5] 唐仁鲤,罗怀松. 西藏玉龙斑岩铜(钼)矿带地质[M]. 北京:地质出版社, 1995: 1-320.

[6] 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.

[7] 马鸿文. 藏东玉龙斑岩铜矿带花岗岩类与成矿[M]. 北京:中国地质大学出版社, 1990: 157.

[8] 中国矿床发现史西藏卷编委会. 中国矿床发现史·西藏卷[M]. 北京:地质出版社, 1996: 1-64.

[9] 王登红,陈毓川,杨建民,徐珏,薛春纪,闫升好. 试论成矿强度与喜马拉雅期成矿大爆发[M]// 陈毓川,王登红. 喜马拉雅期内生成矿作用研究. 北京:地震出版社, 2001: 4-29.

[10] 唐菊兴. 西藏玉龙斑岩铜钼矿成矿作用与矿床定位预测研究[D]. 四川:成都理工大学, 2003: 123-152.

中国地质学会 2008年度十大地质科技成果 (排名不分先后)

柴达木盆地发现罕见鱼化石

项目的主要完成单位是中国科学院古脊椎动物与古人类研究所。

主要完成人是中国科学院古脊椎动研究所张弥曼院士,合作者是美国洛杉矶自然历史博物馆王晓鸣、中国科学院武汉水生生物研究所刘焕章、美国堪萨斯大学苗德岁等。

我国学者提出龟类起源的新证据

项目的主要完成单位是中国科学院古脊椎动物与古人类研究所。

主要完成人是李淳,合作者是加拿大自然博物馆吴肖春、美国菲尔德博物馆 OLIVIER RIEPPEL、贵州省地调院王立亭、浙江自然博物馆赵丽君等。

云南昆明发现反映动物集体行为特征的节肢动物化石

项目的主要完成单位是云南大学云南省古生物研究重点实验室。主要完成人是侯先光等。

石炭系维宪阶和寒武系古丈阶全球界线层型剖面和点位在我国建立

石炭系维宪阶"金钉子"的主要完成单位是中国地质科学院地质研究所。主要完成人是侯鸿飞。

寒武系古丈阶"金钉子"的主要完成单位是中国科学院南京地质古生物研究所。主要完成人是彭尚池。

天然后尖晶石超高压矿物的发现

项目主要完成单位是中国科学院广州地球化学研究所,合作研究单位是美国卡内基地球物理实验室。

主要完成人是陈鸣、束今赋、毛河光、谢先德和 R. J. Hemley。

铁、铜、锌等非传统稳定同位素地球化学研究取得突破性进展

项目的主要完成单位是中国地质科学院地质研究所。

主要完成人是朱祥坤等。

青藏高原新构造及晚新生代古大湖研究

项目主要完成单位是中国地质科学院地质力学研究所。

主要完成人是赵越、邵兆刚、黎敦朋、刘健等。

全国主要城市环境地质调查评价取得重大进展

项目的主要完成单位是中国地质科学院水文地质环境地质研究所,四川、甘肃、湖南等地质调查队伍承担了部分工作。

主要完成人是刘长礼、董华、侯宏冰、王秀艳等。

危机矿山深部预测盲矿的新突破——构造叠加晕找矿法

项目由中国冶金地质总局地球物理勘查院承担,协作矿山有陕西太白金矿、河南秦岭金矿、山东金洲矿业集团等。

主要完成人是李惠、禹斌、李德亮、张国义、骆华宝等。

中、俄、哈、蒙、韩合作编制的 1∶250万"亚洲中部及邻区地质图系"

项目主要完成单位是中国地质科学院、中国地质科学院地质研究所。

主要参加人员有张彦英(前期)、董树文、李廷栋、耿树方、范本贤等 20余人。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net