

内蒙古乌奴格吐山斑岩铜钼矿床辉钼矿铼-钨同位素定年及其地质意义*

谭 钢¹, 常国雄², 余宏全¹, 李进文¹, 张德全¹, 杨郅城¹,
张 斌¹, 向安平¹, 董英君¹

(1 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2 内蒙古地质勘查有限责任公司, 内蒙古 呼和浩特 010020)

内蒙古乌奴格吐山斑岩铜钼矿床(以下简称乌山矿床)位于中、蒙、俄三国交界的满洲里—新巴尔虎右旗一带。该矿床是1979年由黑龙江冶金地勘706队发现的,截止到2006年,已探明铜金属量185.1万吨,钼金属量40.4万吨,属于大型铜钼矿床。本文对矿区露天采坑内不同期次石英脉中的辉钼矿进行了精确的Re-Os同位素测年,获得了精确的成矿年龄,并对成矿物质的来源进行了初步探讨。

1 地质概况

乌山矿床位于得尔布干区域性深断裂北西侧,其次级构造主要为NW和NW向张性和张剪性断裂,并控制着本区岩浆岩和热液矿床(点)的分布。矿区外围大面积出露晚中生代中基性、中酸性火山岩及火山碎屑岩类(陈志广等,2006)。

乌山矿床主要产于中酸性火山-次火山杂岩体构成的火山机构内。这些杂岩体主要由两期岩浆活动形成,早期岩浆活动形成二长花岗斑岩、流纹斑岩和流纹质晶屑凝灰岩;晚期岩浆活动形成英安质角砾熔岩以及一些中酸性岩脉,分布在矿区的东南部,就位于热液成矿期后,对矿体起破坏作用。这些火山杂岩体以火山通道的形式侵入于外围的黑云母花岗岩中。

成矿斑岩为二长花岗斑岩,岩石蚀变后呈灰白色,主要由斜长石、石英和钾长石等矿物组成,岩石地球化学研究表明,成矿斑岩为过铝质钙碱性花岗岩,具有低Sr-Yb的I型花岗岩特征,岩浆可能来源于加厚的下地壳深部(陈志广等,2008)。

热液蚀变以二长花岗斑岩为中心呈环形蚀变分带,自内向外依次划分为石英-钾化带、石英-绢云母化带和水白云母-伊利石化带。矿体主要产于斑岩体内部及接触带,铜矿化偏外,钼矿化偏内。矿石呈细脉浸染状,以铜钼矿化为主,外围伴生弱的铅锌矿化。

2 辉钼矿 Re-Os 同位素测年

2.1 样品制备及分析方法

本次研究所用样品均取自露天采坑内不同期次的石英+辉钼矿±黄铁矿±黄铜矿脉中,样品经粉碎、粗选、细选,在双目镜下手工挑选出辉钼矿单矿物,辉钼矿质纯、无氧化,纯度达95%以上。Re-Os同位素分析在国家地质测试中心Re-Os同位素实验室完成。样品的化学处理流程及质谱测定方法步骤详见文献

*本文得到科技部“十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAB01A10)资助

第一作者简介 谭 钢,男,1985年生,硕士研究生,矿物、岩石、矿床学专业。Email:tangang1745@163.com

通讯作者 余宏全,男,1965年生,研究员,从事地质找矿和矿床学研究。Email:hongquanshe@sohu.com

(杜安道等, 1994; 2001)。

2.2 分析结果

所选 6 件辉钼矿样品的 Re-Os 同位素分析结果列于表 1 中。6 件辉钼矿样品获得的 Re-Os 同位素模式年龄值介于 (176.8±2.5) ~ (179.8±2.4) Ma, 变化范围较小, 加权平均年龄为 (178±1) Ma, MSWD=0.96; 等时线年龄为 (177.4±2.4) Ma, MSWD = 1.7 (图 1)。两者在误差范围内完全一致, 可以代表矿床的成矿年龄。

3 讨 论

3.1 成岩成矿时代

前人对乌山矿床的成岩成矿年代学做过一些同位素测试。测试结果 (表 2) 表明, 成矿年龄误差较大; 成岩成矿年龄相差超过 10 Ma。最近, 陈志广 (2010, 私人通讯) 运用 SIMS 锆石 U-Pb 精确测年法获得二长花岗斑岩结晶形成年龄为 (179±2) Ma, 与本次研究所得的辉钼矿 Re-Os 等时线年龄吻合, 成岩成矿年龄相差小于 5 Ma, 成矿年龄略小, 从而确定本矿床成矿斑岩成岩作用及热液铜钼矿化作用发生早—中侏罗世, 属于燕山早期成矿。

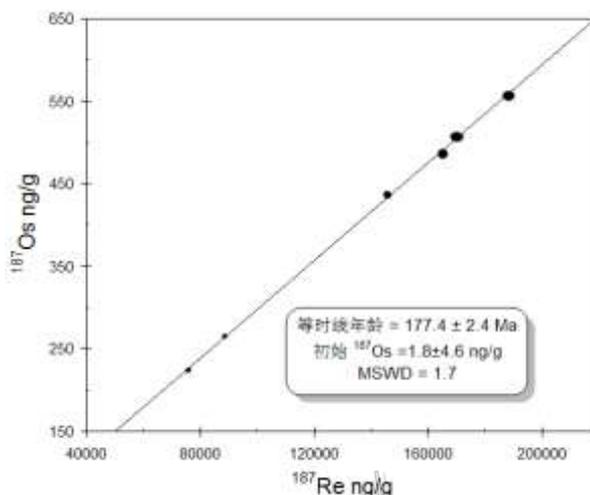


图 1 乌奴格吐山斑岩铜钼矿床辉钼矿 Re-Os 等时线年龄图

表 1 乌奴格吐山斑岩铜钼矿床辉钼矿 Re-Os 同位素分析结果

样品号	样重/g	w(Re)/10 ⁻⁶	w(¹⁸⁷ Re)/10 ⁻⁶	w(¹⁸⁷ Os)/10 ⁻⁶	模式年龄/Ma
WLS-2-1	0.00305	270.5±2.6	170.0±1.7	506.7±4.1	178.7±2.7
WLS-2-1	0.00224	262.6±2.0	165.1±1.3	486.8±4.2	176.8±2.5
WLS-2-2	0.00202	299.4±2.5	188.2±1.6	556.8±4.5	177.3±2.5
WLS-2-3	0.00244	141.0±1.0	88.6±0.65	265.8±2.1	179.8±2.4
WLS-2-4	0.00231	120.5±1.0	75.8±0.63	224.6±1.9	177.7±2.6
WLS-2-5	0.00222	231.9±1.8	145.7±1.1	436.5±3.7	179.5±2.5

注: Re、Os 含量的不确定度包括样品和稀释剂的称量误差、稀释剂的标定误差、质谱测量的分馏校正误差、待分析样品同位素比值测量误差等。置信水平 95%。模式年龄的不确定度还包括衰变常数的不确定度 1.02%。Re-Os 模式年龄按下式计算: $t = [\ln(1 + ^{187}\text{Os}/^{187}\text{Re})] / \lambda$, $\lambda(^{187}\text{Re} \text{ 衰变常数}) = 1.666 \times 10^{-11} / \text{a}$ 。

表 2 乌奴格吐山斑岩铜钼矿床成岩-成矿同位素年龄

测试对象	同位素方法	t/Ma	资料来源
二长花岗斑岩	单颗粒锆石 U-Pb 法	188.3±0.6	秦克章等, 1999
二长花岗斑岩	全岩 Rb-Sr 等时线	183.9±1.0	秦克章等, 1999
二长花岗斑岩	全岩 Rb-Sr 等时线	178.2±9.2	陈志广等, 2008
辉钼矿矿石	Re-Os 模式年龄	155±17	赵一鸣等, 1997
辉钼矿矿石	Re-Os 等时线年龄	178±10	李诺等, 2007

3.2 成矿物质来源

Mao 等 (1999) 在综合分析对比了中国不同类型钼矿床中辉钼矿的 Re 含量后, 提出从地幔到壳幔混源再到地壳, 辉钼矿 Re 含量各递降一个数量级, w(Re)从 $n \times 10^{-4} \rightarrow n \times 10^{-5} \rightarrow n \times 10^{-6}$ 。本次研究获得的乌山矿床中辉钼矿 w(Re)为 $1.2 \times 10^{-4} \sim 3.0 \times 10^{-4}$, 表明其成矿物质以幔源为主, 可能有少量下地壳物质的参与。

同位素方面, 杨竞红 (1991) 测得的矿区内矿石矿物 $\delta^{34}\text{S}$ 值介于 -0.20‰ ~ 3.50‰, 与幔源硫 $\delta^{34}\text{S}$ 值

($0 \pm 3\%$) 非常吻合, 表明成矿物质主要来源于深部岩浆, 部分硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值稍稍大于 3‰, 可能是由于少量地壳硫混入导致的。陈志广等 (2008) 测得二长花岗斑岩全岩 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值为 0.7064 ± 0.0018 , 从而也印证了成矿物质的深部来源。

4 结 语

(1) 乌山矿床 6 件辉钼矿样品 Re-Os 同位素测年结果表明, 矿床的精确成矿年龄为 (177.4 ± 2.4) Ma, 成矿时代为早一中侏罗世, 属于燕山早期成矿。

(2) 结合前人研究, 认为乌山矿床成矿斑岩岩浆来源于岩石圈地幔物质参与并热诱导下的下地壳物质的部分熔融, 同时, 成矿物质也直接来源于深部岩浆。

参 考 文 献

- 陈志广, 张连昌, 周新华, 等. 2006. 满洲里新右旗火山岩剖面年代学和地球化学特征[J]. 岩石学报, 22 (12): 2971-2986.
- 陈志广, 张连昌, 万 博, 等. 2008. 内蒙古乌奴格吐山斑岩铜钼矿床低Sr-Yb型成矿斑岩地球化学特征及地质意义[J]. 岩石学报, 24 (1): 115-128.
- 杜安道, 何红蓼, 殷宁万, 等. 1994. 辉钼矿的铼-钨同位素地质年龄测定方法研究[J]. 地质学报, 68 (4): 339-347.
- 杜安道, 赵敦敏, 王淑贤, 孙德忠, 刘敦一. 2001. Carius 管溶样和负离子热表面电离质谱准确测定辉钼矿铼-钨同位素地质年龄[J]. 岩矿测试, 20 (4): 247-252.
- 李 诺, 孙亚莉, 李 晶, 李文博. 2007. 内蒙古乌奴格吐山斑岩铜钼矿床辉钼矿铼钨等时线年龄及其成矿地球动力学背景[J]. 岩石学报, 23 (11): 2881-2888.
- 秦克章, 李惠民, 李伟实, Shunso Ishihara. 1999. 内蒙古乌奴格吐山斑岩铜钼矿床的成岩成矿时代[J]. 地质评论, 45 (2): 180-185.
- 杨竟红. 1991. 内蒙额尔古纳-呼伦多金属成矿带的稳定同位素研究[J]. 矿产与勘查, 3: 50-56.
- 赵一鸣, 张德全, 等. 1997. 大兴安岭及其邻区铜多金属矿床成矿规律与远景评价[M]. 北京: 地震出版社. 318.
- Mao J W, Zhang Z C and Zhang Z H. 1999. Re-Os isotopic dating of molybdenites in the Xiaoliugou W (Mo) deposit in the Northern Qilian Mountains and its geological significance[J]. Geochim. Cosmochim. Acta. 63 (11-12): 1815-1818.