我国主要钼(铜)成矿带的铼-锇年龄及成矿时、空演化

黄典豪*
(中国地质科学院矿床地质研究所，北京)

提 要：本文将我国钼和铜-钼矿床归属于 7 个主要成矿带，并据其中典型矿床的辉钼矿 Re-Os 年龄，阐明所述矿带和矿床的时、空演化特征：东部隶属太平洋构造域的燕辽、东秦岭、长江中下游、赣东北和湘南成矿带的成矿高峰期为燕山期（$189\times10^6\sim106\times10^6$ a）；古亚洲构造域的多宝山矿带成矿时代为加里东期（$512\times10^6\sim409\times10^6$ a）。西部金沙江-红河成矿带主要是喜山期（36×10^6 a 左右）成矿。燕辽和东秦岭两个钼矿带的成矿作用分别有从燕山早期（$189\times10^6\sim177\times10^6$ a）到中晚期（$148\times10^6\sim134\times10^6$ a）和从 $148\times10^6\sim138\times10^6$ a 的自东向西迁徙趋势；长江中下游铜-钼矿带的成矿作用自西北→东南呈燕山中晚期（141×10^6 a）→晚期（106×10^6 a）的趋势。这同 3 个成矿带内与成矿有关花岗岩类侵位的相应先后次序大体相吻合。

关键词：钼和铜-钼成矿带 Re-Os 年龄 成矿时、空演化 中国

1 辉钼矿 Re-Os 年龄对厘定钼(铜)矿床成矿年龄的意义

众所周知，在 Re-Os 同位素定年法未问世之前，国内外对热液成因的钼、铜-钼等（多）金属矿床的成矿年龄，都是采用常规的 Rb-Sr、K-Ar 或 U-Pb 法来测定与成矿有关岩体、蚀变围岩或矿脉中含钾矿物等的年龄，间接推断有关矿床的成矿年龄。现有大量研究结果表明，与侵入岩体有关的热液成因金属矿床常晚于岩体形成，同时这些岩体往往遭受热液蚀变的影响，难以满足 Rb-Sr、K-Ar 等定年方法所要求的封闭系统条件，故所测定的年龄既不能代表成岩的真实年龄，也不能表征有关矿床的成矿年龄。例如，对河南南泥湖复式岩体中深部黑云母花岗闪长岩和主体斑状花岗岩所报道的 K-Ar 年龄为 $225\times10^6\sim104.3\times10^6$ a，斑状花岗岩的 Rb-Sr 等时线年龄为（142 ± 15）$\times10^6$ a[1]。对辽宁兰家沟赋矿细粒似斑状花岗岩的 Rb-Sr 等时线年龄为 154×10^6 a[2]，伴有钼矿化的云英岩（化）白云母 K-Ar 年龄却为 188.8×10^6 a[3]。江西铜厂花岗闪长斑岩的 Rb-Sr 等时线年龄为 172×10^6 a，岩体内石英-绢云母化带中绢云母、水白云母 K-Ar 年龄为 112×10^6 a[4]。江西城门山复式岩体中，早期花岗闪长斑岩的 K-Ar 年龄为 $155\times10^6\sim142\times10^6$ a，晚期石英斑岩全岩 K-Ar 年龄 120×10^6 a、全岩 Rb-Sr 年龄 $110\times10^6\sim103\times10^6$ a[5]。上述年龄中哪个代表相应矿床的成矿年龄，难以定论。

随着研究者们对 Re、Os 地球化学行为和 Re-Os 同位素体系的认识，以及质谱仪技术的日益精良和化学分离技术的进步，使得 Re-Os 法成为一种强有力的定年新方法。80 年代以

* 黄典豪，男，1937 年生，研究员．长期从事矿床地质和地球化学研究。邮政编码：100037

http://www.kcdz.ac.cn/

来，用 Re-Os 法测定有关矿床成矿年龄，在国外得到较广泛的应用，研究成果不断面世。辉钼矿是钼或铜-钼矿床中最主要的含 Re 矿物，其普通 Os 含量甚微，所含^{187}Os是由^{187}Re衰变而来，故放射性成因^{187}Os的积累是矿床年龄及 Re 含量的函数。近几年来，国内已报道的有关矿床的 Re-Os 年龄表明，Re-Os 法乃是当今直接测定钼或含钼硫化物矿床成矿年龄行之有效的方法。这为成矿年代学、成矿作用时间演化和区域成矿规律的研究，提供了新的可靠资料。

2 我国主要钼和铜-钼成矿带简要特征及辉钼矿 Re-Os 年龄

我国东部（龙门山—贺兰山一线以东）地区在中生代因太平洋板块向亚洲东部陆块消减作用的影响，卷入太平洋构造域，显示出强烈的活动性，尤以燕山期为甚，形成隶属于环太平洋成矿带的燕山期构造-岩浆带，正是这些不同方向展布的构造-岩浆带控制着钼和铜-钼矿床的形成与分布。须指出的是，位于大兴安岭地槽褶皱系的黑龙江多宝山地区，与花岗岩类有关铜-钼矿床受控于古亚洲构造域的构造-岩浆带。而我国西部地区新生代以来，因印度洋扩张导致印度次大陆与亚洲大陆碰撞，形成喜山期构造-岩浆带，三江—红河地区北北西向展布的构造-岩浆带和所控制的相应铜-钼矿带属其成员。基于上述构造-岩浆带的地质特征和其中钼和铜-钼等矿床成带分布状况，可以划分出多宝山铜（钼）矿带、燕辽钼矿带、东秦岭钼矿带、长江中下游铜（钼）矿带、赣东北铜（钼）矿带、湘南钨（-锡-铋-钼）矿带和金沙江-红河铜（钼）矿带。因暂无浙-闽-粤沿海钼（铜）矿带的 Re-Os 年龄数据，故本文未涉及。

现将有关钼或铜（钼）矿带的特征及其中典型矿床的辉钼矿 Re-Os 年龄归纳于表 1。

3 对钼和铜-钼矿床分布及成矿时、空演化的认识

尽管在表 1 所划分的 7 个成矿带中，测定 Re-Os 年龄的矿床数量不一，部分矿带只有一、两个矿床的年龄数据，但从中可以得出以下认识：①我国主要钼矿床集中分布于华北地台北、南两缘的燕辽和东秦岭钼矿带内。铜-钼矿床除个别与钼矿床同分布于这两个矿带外，主要分布在长江中下游、赣东北、金沙江-红河和多宝山等矿带中；② 在成矿时代上，东部地区虽然有山西台隆内形成于古元古代早期（铜矿峪铜-钼矿床，Re-Os 等时线年龄$(2108\pm32)\times10^6$ a)和古元古代晚期(篦子沟铜-钼矿床,$(1919\pm37)\times10^6\sim(1980\pm22)\times10^6$ a)[2]的钼矿化，代表我国最老的钼矿化时代，但其钼矿规模和工业意义远比燕山期矿床逊色。另外，所研究的钼和铜-钼矿床中，除多宝山（512×10^6 a)、铜山（490×10^6 a）铜-钼矿床为加里东期和黄龙铺钼-铅矿床（221×10^6 a）为印支期成矿外，其余 14 个矿床均为燕山期($189\times10^6\sim106\times10^6$ a）成矿，这充分证明我国东部钼和铜-钼矿床的形成以燕山期为高峰期。西部金沙江-红河铜-钼矿带主要是喜山期（36×10^6 a 左右）成矿。这是这些矿床受控于东部的燕山期和西部的喜山期构造-岩浆作用的必然结果；③ 对燕辽钼矿带来说，从东→西(即从兰家沟（186×10^6 a）→寿王坟（148×10^6 a）→大庄科（146×10^6 a）→大湾（144×10^6 a))成矿时代呈现从燕山早期到燕山中晚期的迁徙趋势。东秦岭钼矿带从东→西，即从南

表1 我国主要钼和铜(钼)矿带的简要特征及有关矿床的 Re-Os 年龄

成矿带	主要地质特征	矿床的 Re-Os 年龄/(10^6 a)	围岩或与成矿有关岩体的年龄/(10^6 a)
燕辽钼矿带	属燕山台褶带，受控于东西-北东向构造岩浆带，带内东西和北东-北北东向断裂联合制约与成矿有关的燕山期花岗岩类小侵入体和矿床的分布	兰家沟斑岩型钼矿床，Re-Os 等时线年龄 186.5±7[2]	赋矿细粒似斑状花岗岩的 Rb-Sr 等时线年龄 154[2]，伴有辉钼矿的云英岩化白云母 K-Ar 年龄 188.8[3]
		杨家仗子夕卡岩型钼矿床，187～191(平均为 189.3)[2]	粗粒花岗岩中云英岩的白云母 K-Ar 年龄 188.8[3]，钙夕卡岩中金云母(脉)K-Ar 年龄 221[3]
		肖家营子夕卡岩型钼矿床，177±5[2]	辉长辉绿岩和细粒似斑状闪长岩的 K-Ar 年龄分别为 177 和 113[6]
		小寺沟斑岩-夕卡岩型铜-钼矿床，134±3[2]	花岗闪长斑岩的 K-Ar 年龄 129[2]
		寿王坟斑岩-夕卡岩型铜-钼矿床，148±4[2]	花岗闪长岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄 130[7]
		大庄科爆破角砾岩筒型钼矿床，147.1～144.7(平均为 146.1)[2]	石英二长岩 K-Ar 年龄 126[2]
		涞源大湾斑岩-夕卡岩型钼矿床，144.4±7.4[2]	
东秦岭钼矿带	属豫陕断隆区，受控于北西西向构造-岩浆带，北西西和北东向断裂控制印支-燕山期岩浆侵位。除燕山期花岗斑岩与钼矿床有关外，中生代碳酸岩脉也与个别钼矿床有关	南泥湖-三道庄斑岩-夕卡岩型钼-钨矿床，Re-Os 等时线年龄 148.5±3.9[6]	南泥湖斑状花岗岩的 Rb-Sr 等时线年龄 142±15[1]
		金堆城斑岩型钼矿床，129～139(平均 133)[8]或平均为 138[9]	金堆城花岗斑岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄 132[10]
		石家湾斑岩钼矿床，138±8[8]	石家湾花岗斑岩 K-Ar 年龄 124[8]
		黄龙铺碳酸岩脉型钼(铅)矿床，Re-Os 等时线年龄 221.7±7.4[8]，钼精矿(7 个样)平均为 221.5[9]	与含钼(铅)石英-方解石碳酸岩脉伴生的铅铀钛铁矿 U-Pb 年龄 206[11]
长江中下游铜(钼)矿带	属下扬子台褶带，北西、北东和近东西向断裂控制着与成矿有关的燕山期花岗闪长斑岩和矿床的分布	城门山斑岩-夕卡岩型铜-钼矿床：石英斑岩内早期浸染状钼矿化，Re-Os 等时线年龄 141±3，晚期细脉状石英-辉钼矿化 Re-Os 等时线年龄 137±3[5]	城门山复式岩体中，早期花岗闪长斑岩 K-Ar 年龄 142～155[4]，晚期石英斑岩全岩 K-Ar 年龄 120，全岩 Rb-Sr 年龄 103～110[5]
		安基山斑岩-夕卡岩型铜-钼矿床，108±2[12]	花岗闪长斑岩-石英闪长玢岩 K-Ar 年龄 123[12]
		铜山夕卡岩型铜-钼矿床，106±3[12]	石英闪长玢岩 K-Ar 年龄 117.0[12]
赣东北铜(钼)矿带	属江南台隆东段南缘，受控于北东向燕山期构造-岩浆带	1. 铜厂斑岩型铜-钼矿床，190±9～176±8(平均为 173)①	铜厂花岗闪长斑岩 172(Rb-Sr 等时线)、168(全岩 K-Ar)、石英-绢云母化带绢云母 112(K-Ar)[4]
湖南钨(-锡-铋-钼)矿带	属华南加里东褶皱系湘南凹陷槽，与成矿有关的为燕山期花岗岩类侵入体	柿竹园云英岩-夕卡岩型钨-锡-铋-钼矿床，Re-Os 等时线年龄 151.0±3.5[13]	千里山复式岩体中第一期花岗岩 Rb-Sr 等时线年龄 152[13]

http://www.kcdz.ac.cn/

续表 1

成矿带	主要地质特征	矿床的 Re-Os 年龄/(10^6 a)	围岩或与成矿有关岩体的年龄/(10^6 a)
多宝山铜-钼矿带	属大兴安岭地槽褶皱系北东段罕达气优地槽褶皱带，北东和北西向断裂交汇部位控制与成矿有关的花岗闪长(斑)岩产出	多宝山斑岩型铜-钼矿床，507±3～521±20(平均为 512.3)[14] 铜山斑岩型铜-钼矿床，476±14～505±14(平均为 490.5)[14]	矿区出露地层主要为中奥陶统海相中性火山-沉积岩类。复式岩体(花岗闪长岩、花岗闪长斑岩和英云闪长岩)年龄 311～283[14]
金沙江-红河铜(钼)矿带	属三江印支褶皱系的金沙江优地槽褶皱带和哀牢山褶皱带。北北向断裂控制与成矿有关的二长花岗斑和矿床的分布	1. 马拉松多斑岩型铜-钼矿床，35.4±1.3～36.2±1.1(平均为 35.8)[9]	昂克弄二长花岗斑岩的锆石 U-Pb 年龄 40.9，钾长石 K-Ar 年龄 32.0～49.2[9]

① 吴澄宇、黄典豪、杜安道等，1997，铼-锇同位素体系地球化学及金属矿床定年方法研究报告

泥湖-三道庄(148×10^6 a)→石家湾和金堆城（138×10^6 a），虽然属燕山中晚期成矿，但前一地区的钼矿化比后一地区的早 1000 万年左右。长江中下游铜-钼矿带的成矿作用则有从西北→东南呈现从燕山中晚期（141×10^6 a）到燕山晚期（106×10^6 a）的变年青趋势。这同这三个成矿带中与成矿有关的花岗岩类侵入体的相应先后侵位次序大体相吻合。

参 考 文 献

1 胡受奚，林潜龙等. 华北与华南古板块拼合带地质和找矿. 南京：南京大学出版社，1988，258～259.
2 黄典豪，杜安道，吴澄宇等. 华北地台钼（铜）矿床成矿年代学研究——辉钼矿铼-锇年龄及其地质意义. 矿床地质，1996，15 (4)：365～372.
3 赵一鸣，林文蔚等. 中国夕卡岩矿床. 北京：地质出版社，1990，292～293.
4 朱训，黄崇轲，芮宗瑶等. 德兴斑岩铜矿. 北京：地质出版社，1983，90～91.
5 吴良士，邹晓秋. 江西城门山铜矿铼-锇同位素年龄研究. 矿床地质，1997，16 (4)：376～380.
6 黄典豪，董群英，甘志贤. 中国钼矿床. 见：宋叔和主编. 中国矿床，上册，第八章. 北京：地质出版社，1989，493～536.
7 张德全，孙桂英. 中国东部花岗岩. 武汉：中国地质大学出版社，1988，15.
8 黄典豪，吴澄宇等. 东秦岭地区钼矿床的铼-锇同位素年龄及其意义. 矿床地质，1994，13 (3)：221～230.
9 唐仁鲤，罗怀松等. 西藏玉龙斑岩铜（钼）矿带地质. 北京：地质出版社，1995.
10 尚瑞钧，严阵等. 秦巴花岗岩. 武汉：中国地质大学出版社，1988.
11 黄典豪，王义昌等. 陕西黄龙铺钼（铅）矿床类型，成因及铼分布特点的研究. 矿床地质研究所所刊. 总第 16 号，北京：地质出版社，1986.
12 王立本，季克俭等. 安基山和铜山铜（钼）矿床中辉钼矿的铼-锇同位素年龄及其意义. 岩石矿物学杂志，1997，16 (2)：154～158.
13 李红艳，毛景文，孙亚利等. 柿竹园钨多金属矿床铼-锇同位素等时线年龄研究. 地质论评，1996，42 (3)：262～267.
14 赵一鸣，毕承思，邹晓秋等. 黑龙江多宝山，铜山大型斑岩铜（钼）矿床中辉钼矿的铼-锇同位素年龄. 地球学报，1997，18 (1)：61～67.
15 Stein H J, Markey R J, Morgan J W, et al. Highly precise and accurate Re-Os ages for molybdenite from the East Qinling molybdenum belt, Shaanxi province, China. Econ. Geol., 1997, 92 (7～8)：827～835.