

# 东秦岭金堆城钼矿集区花岗斑岩岩石地球化学特征及地质意义\*

李洪英, 毛景文, 叶会寿, 王晓霞

(中国地质科学院矿产资源研究所国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京 100037)

金堆城钼矿床和八里坡钼矿床是金堆城钼矿集区两个典型的斑岩型矿床, 矿体均分布于花岗斑岩及安山岩中, 钼矿化均发育于斑岩中及其外接触带的安山岩内。金堆城钼矿床已开展了矿床地质、成矿流体、成矿物质、成矿时代和矿床成因、含矿岩体及含矿裂隙性质与分布规律等方面的研究, 研究程度相对较高。但在成矿物质来源和成矿动力学背景等方面认识还不统一, 仍然存在一些问题和不足之处。八里坡钼矿床的研究较少, 仅开展了成矿物质来源、成矿流体及成岩、成矿年龄的初步研究。

## 1 区域地质背景

金堆城钼矿集区位于陕西省东南部, 地处华北板块南缘洛南—栾川台缘褶皱带西段。矿区分布有金堆城斑岩钼矿床、八里坡斑岩钼矿床、石家湾和黄龙铺两个大型钼矿床, 以及文公岭钼矿点、宋家沟钼矿点、桃园钼矿点、双庙钼矿点、东西沟钼矿点等(图1)。出露地层为太华岩群片麻岩、熊耳群火山岩、高山河组石英砂岩和板岩。矿集区内褶皱构造主要为黄龙铺背斜, 断裂构造主要为近东西向和北西向两组, 近东西向断裂和北西向断裂交汇部控制花岗斑岩和钼矿床的分布。矿集区内岩浆岩出露广泛, 元古代花岗岩和花岗伟晶岩出露于矿集区的东北部, 印支期辉绿岩、正长斑岩主要分布在东坪—黄龙铺—太子坪一带。燕山期花岗岩呈两种形态产出, 老牛山花岗岩体呈岩基大面积分布于矿集区的西北部, 金堆城、石家湾、八里坡等呈小斑岩体产出, 与钼矿化关系密切。

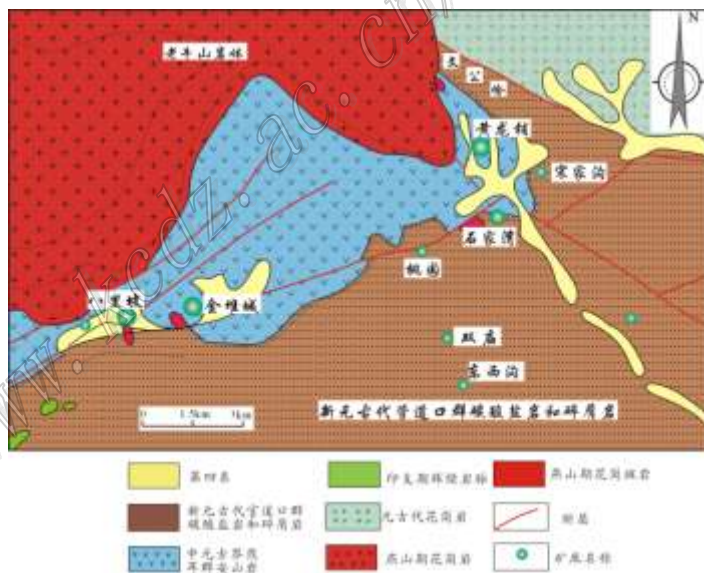


图1 金堆城钼矿集区区域地质略图

## 2 金堆城钼矿集区斑岩钼矿床地质特征

金堆城斑岩钼矿床位于华北地台南缘(图1), 是东秦岭超大型钼矿带内最重要钼矿床之一。矿区出露地层有太华群片麻岩、长城系上熊耳群古火山岩和蓟县系高山河组石英岩。矿区内东西向和北北东—北东向构造形迹广泛分布。矿区侵入岩发育, 其中与矿化有关的岩体主要是金堆城花岗斑岩, 出露于矿区中部, 侵位于下中元古界熊耳群火山岩中, 岩体边缘有较多伟晶花岗岩脉、石英脉、长英质脉和细粒花岗岩脉等。岩石蚀变强烈, 主要为钾长石化、黑云母化、青盘岩化、硅化、绢云母化、黄铁绢英岩化。

八里坡钼矿床大地构造位置隶属于华北地台南缘豫西褶皱带太华隆起(图1), 区域地层主要有铁沟组变质碎屑岩、

\*本文得到全国危机矿山项目(20089949), 国土资源部公益性行业科研专项项目(200911007)和中央级公益性科研院所基本科研业务费资助项目(K1019)的资助

第一作者简介 李洪英, 1979年生, 博士, 矿产普查与勘探专业。

熊耳群火山岩、高山河组浅变质陆源碎屑—碳酸盐岩。熊耳群是区域钼矿的主要含矿层。八里坡花岗岩体呈北东-南西向延伸,地表形似“葫芦”状,主要由(黑云母)二长花岗斑岩组成。八里坡钼矿床产于花岗斑岩体内部及外接触带附近。矿床的围岩蚀变由中心向边缘大致可分为硅化-钾长石化带与硅化-绢云母化带。

### 3 岩石化学成分特征

金堆城岩体的 $\text{SiO}_2$ 含量(72.89%~74.06%)总体上大于八里坡岩体的 $\text{SiO}_2$ 含量(69.87%~70.80%),属硅过饱和,与张正伟等(2001)所统计的东秦岭钼矿带斑岩型钼矿成矿母岩为花岗斑岩的全岩 $\text{SiO}_2$ 含量相一致;而八里坡岩体的 $\text{SiO}_2$ 含量变化范围与张正伟等(2001)统计的东秦岭钼矿带中斑岩型多金属矿床成矿母岩为二长花岗斑岩、钾长花岗斑岩和石英正长斑岩—闪长斑岩的全岩的 $\text{SiO}_2$ 相一致;金堆城岩体比八里坡岩体富碱,其中金堆城岩体的碱值为8.46%~10.41%,八里坡岩体的碱值为8.02%~8.56%;金堆城岩体的A/CNK值为1.23~1.01之间,八里坡岩体A/CNK值介于1.12~1.23之间,均为过铝质;金堆城岩体 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 为0.05~0.17,八里坡岩体 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 为0.97~1.13;在 $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 图解上,金堆城岩体基本上都落在钾玄岩系列区域中,八里坡岩体基本落在高钾钙碱性系列区域内。

### 4 稀土元素和微量元素地球化学特征

金堆城岩体稀土元素总量( $43.29 \times 10^{-6} \sim 93.94 \times 10^{-6}$ )较八里坡岩体稀土总量( $125.23 \times 10^{-6} \sim 139.63 \times 10^{-6}$ )低,且都低于国内S型( $173.14 \times 10^{-6}$ )花岗岩的稀土总量。金堆城岩体LREE/HREE值为6.72~9.21,八里坡岩体轻重稀土元素分馏程度范围为15.9~19.78,均属轻稀土元素富集型。金堆城岩体Eu( $\delta\text{Eu}=0.43 \sim 0.78$ )和Ce均为负异常( $\delta\text{Ce}=0.74 \sim 0.86$ ),钕负异常明显,可能是源区部分熔融出现基性长石的大量残留,导致岩浆Eu的贫乏。而八里坡岩体Eu为微弱的正异常( $\delta\text{Eu}$ 为0.98~1.04),说明在斑岩形成中,没有或很少发生过斜长石的分离结晶作用;Ce为微弱的负异常。以上分析说明金堆城钼矿和八里坡钼矿的成矿物质来源有所不同。

从原始地幔标准化不相容元素配分图(图略)中可知,金堆城岩体均不同程度富集大离子亲石元素K、Rb、Sr、U、Th、Ce,而亏损Zr、Sm、P、Ti;八里坡岩体富集大离子亲石元素Ba、U、K、Nd、Sm,亏损P、Ta、Ti等大离子亲石元素,表明金红石矿物相在源区稳定残留。

### 5 探讨与结论

在华北克拉通及其邻区(包括长江中下游地区),中生代金属矿床大规模成矿作用出现在200~160 Ma、140 Ma左右及130~110 Ma三个时期(毛景文等,2003)。金堆城斑岩体和八里坡斑岩体锆石LA-ICP-MS U-Pb年龄分别为(140.95±0.45) Ma(朱赖民等,2009)和(155.9±2.3) Ma(焦建刚等,2009),显示了成矿时代为燕山晚期。

与典型的埃达克岩相比,金堆城岩体具有埃达克岩某些地球化学特征,如 $w(\text{SiO}_2)$ 均大于56%, $w(\text{MgO}) < 3\%$ , $w(\text{Y}) \leq 17.9 \times 10^{-6}$ , $w(\text{Yb}) \leq 1.96 \times 10^{-6}$ ;八里坡岩体具有埃达克岩的特性,如 $w(\text{SiO}_2) > 56\%$ , $w(\text{Na}_2\text{O}) \geq 3.3\%$ , $w(\text{MgO}) < 3.5\%$ , $w(\text{Y}) \leq 11.3 \times 10^{-6}$ , $w(\text{Yb}) \leq 1.06 \times 10^{-6}$ ,不明显的Eu负异常, $w(\text{Sr}) > 420 \times 10^{-6}$ ,Sr/Y(>60)较高等。在Sr/Y-Y图及 $\text{La}_N-(\text{La}/\text{Yb})_N$ 图中,金堆城岩体有的落在埃达克岩和经典岛弧岩石的过渡区域,有的则落入经典岛弧岩石中。而八里坡岩体均落入到埃达克岩岩石区域中,八里坡岩体La/Yb=21.05~34.12,大于典型埃达克岩(La/Yb<sub>平均值</sub>=14,Defant et al.,1990),暗示部分熔融时在残留矿物相中有石榴石存在;八里坡岩体Sr含量也较高( $w(\text{Sr})=679.80 \times 10^{-6} \sim 741.80 \times 10^{-6}$ ),表明斜长石已经进入熔体。

在La/Sm-La及La/Yb-La图中,金堆城岩体和八里坡岩体的成分点呈斜线排列,显示部分熔融成因。花岗岩 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ 可作为源区部分熔融温度指示(Sylvesler,1998),若 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2 < 100$ (金堆城岩体 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2=93.71 \sim 79.94$ ,八里坡岩体 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2=97.06 \sim 68.27$ ),部分熔融温度可达875℃。在Hf-Th-Ta图解中,金堆城—八里坡钼矿区的花岗斑岩成分点的集中分布,表明它们不可能由AFC过程形成(邓晋福等,2004)。

罗铭玖通过对国内外数个含矿斑岩体研究发现,一般含矿斑岩的 $w(\text{SiO}_2)$ 为62.7%~64.1%, $w(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 为4.69%~9.21%, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 为0.92~1.12,A/CNK<1.3,而研究区内 $w(\text{SiO}_2)$ 为69.87%~74.06%, $w(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ 为8.02%~10.41%, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 为0.88~1.17,A/CNK为1.01~1.23,小于1.3。因此,从岩石化学角度,该区含矿斑岩与国内外其他地区含矿斑岩对比,有很大的相似性。

参考文献(略)