

河南秋树湾铜(钼)矿床成因探讨^①

伏 雄

(河南省有色金属地质矿产局第三地质大队, 河南 镇平 474250)

摘 要:通过对秋树湾铜(钼)矿床地质特征的详细研究,着重对其成因进行相关研究和对比。结果表明,秋树湾铜钼矿化与花岗闪长斑岩在矿化蚀变分带特征、稳定同位素特征、稀土元素分布模式等方面具有成因联系,并符合斑岩型铜矿床的一系列特征。认为该矿床是复合斑岩型铜(钼)矿床,指出矿床及其外围具有大型规模找矿潜力。

关键词:矿床学;复合斑岩型;铜(钼)矿床;找矿潜力;河南秋树湾

中图分类号:P618.41 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-5663(2003)02-0233-05

秋树湾铜(钼)矿区地处河南省镇平县北部,大地构造位置属秦岭造山带北秦岭构造亚带的东段。区域上出露的地层为秦岭岩群雁岭沟组和郭庄组,因受断裂及花岗岩的影响,使其出露很不完整。矿区北侧是巨大的加里东期五朵山花岗岩基,南侧为商南—丹凤深断裂及朱阳关—夏馆断裂相交处,研究表明商丹断裂是华北板块与扬子板块的主缝合带,沿断裂有大件营—柳泉铺基性和超基性岩分布。整个矿床由两部分组成,其一为产于矿区南部秋树湾花岗闪长斑岩体内外接触带中的钼矿,其二为产于矿区北部爆发角砾岩筒中的铜矿。前者规模较小,后者规模较大,为一初步探明的中型规模的铜矿。

1 矿区地质特征

1.1 地层特征

矿区出露的地层为早元古代秦岭岩群雁岭沟组和郭庄组,岩性主要有大理岩、黑云母片岩、砂线石片岩、含砂卡岩矿物长石石英片岩及花岗片麻岩等(图1)。地层走向与区域构造线基本一致,倾向170°~220°,倾角北陡南缓,北部为60°~70°,南部为50°±。

1.2 构造特征

矿区位于四棵树背斜的南翼,属南缓北陡的单斜构造。因受区域构造的影响,区内断裂构造发育,主要有NW向、NE向及近EW向三组。前二者为该区的主体构造,与成矿关系密切,并直接控制着矿体的产出。

1.3 岩浆岩特征

矿区岩浆活动强烈,出露有燕山期花岗闪长斑岩、爆发角砾岩、黑云母花岗斑岩等。前者是秋树湾岩体的主要组成部分,爆发角砾岩呈筒状产出,二者均和成矿关系密切,其特征描述如下:

1.3.1 秋树湾花岗闪长斑岩

岩体东西长约300m,南北宽约200m,面积为0.06km²。地

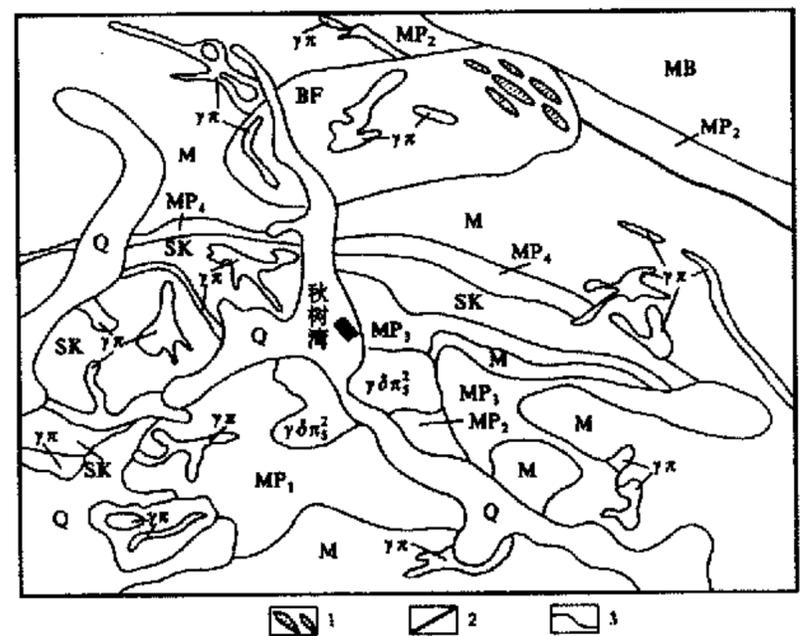


图1 秋树湾矿区地质略图

Fig.1 Geological sketch of Qiushuwan ore district

Q—第四系 MP₁—黑云母片岩 MP₂—石英云母片岩 MP₃—砂线石片岩 MP₄—含砂卡岩矿物长石石英片岩 MB—花岗片麻岩 M—大理岩 SK—砂卡岩 BF—爆发角砾岩 $\gamma\pi$ —黑云母花岗斑岩 $\gamma\delta\pi_2^2$ —花岗闪长斑岩 1—地表铜矿体 2—断层 3—地质界线

表呈一向东倾倒的梯形,剖面上呈一不整合的蘑菇状,边部有众多岩枝穿入其中,具被动侵位特征。岩体SW往NW侵入于黑云母片岩、大理岩之中,上部往NE有一数十米厚的舌状边。岩性为黑云母花岗闪长斑岩,斑状结构明显,基质为微-细粒结构。除主岩体外,尚有多种中酸性-酸性的岩脉。据研究,岩浆演化序列为石英闪长玢岩—花岗闪长斑岩—花岗斑岩—石英斑岩—伟晶岩,属正向演化。但只见花岗闪长斑岩成矿,其余均不成矿。岩体同位素年龄为145Ma(黑云母,K-Ar法,

① 收稿日期:2002-05-11 作者简介:伏雄(1965-),男,甘肃秦安县人,地质工程师,从事地质勘查工作。

卢欣祥,1978)、 ^{142}Ma ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法,任启江,1995),与东秦岭大多数斑岩体的生成时代一致,属燕山期的产物。

1.3.2 爆发角砾岩筒

岩体北侧有一爆发角砾岩筒(即北山角砾岩),地表出露长约800m,宽约400m,面积为 0.3km^2 。平面为一椭圆形,剖面为一向南西倾斜的筒状。角砾大小悬殊,分布杂乱,成分极为复杂,且成分随围岩成分变化而变化,角砾大的可达1~2m,小的仅为几厘米,甚至几毫米,大砾石棱角不明显。块状岩石的砾石圆化程度较高,片状岩石及小砾岩圆化程度较低,胶结物在岩筒上部以碳酸盐岩及岩屑、岩粉为主,岩筒下部则以晶屑及岩浆物质为主。其中岩浆岩脉亦具矿化。部分角砾岩则由黄铜矿、黄铁矿等硫化物胶结。砾石成分具有明显的分带性,下部砾石成分复杂,各类岩石混杂,岩浆岩居多,向上则大理岩增多,地表变为几乎完全单一的钙质胶结的大理岩角砾。岩筒边部及顶部角砾位移不大,具有可拼性,属震碎角砾岩。

表1 秋树湾花岗闪长斑岩化学成分表($w_B/\%$)

Table 1 Chemical composition of Qiushuwan granodiorite porphyry($w_B/\%$)

位置	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	备注
地表	71.05	0.25	13.97	1.71	0.91	1.64	0.67	0.03	4.56	3.16	0.10	三个样
深部	68.00	0.30	14.48	1.36	2.11	2.17	0.74	0.06	4.78	3.44	0.22	两个样
平均	69.53	0.28	14.23	1.54	1.51	1.91	0.71	0.05	4.67	3.30	0.19	五个样

注:据罗欣祥(1980)。

②其他岩石化学参数(摩尔比): $n(\text{Al}_2\text{O}_3)/n(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO}) = 1.01$, $n(\text{C})/n(\text{ACF}) = 0.32$, $n(\text{K})/n(\text{K} + \text{Na}) = 0.48$, $n(\text{Fe}^{3+})/n(\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+}) = 0.48$,与I型花岗岩的主要岩石化学参数一致,组合指数 σ 和P值(里特曼,1962)分别等于2.39和58.55,属钙碱性岩浆系列。

③在ACF图解中(A.R.怀特和B.W.查佩尔,1968)投影点落在I型花岗岩区(图2)。据研究,I型花岗岩是秦岭造山结束后,华北和扬子两大板块拼贴焊合成统一的地块之后的陆内环境下生成的,是由地壳不同圈层发生拆离滑脱,逆冲推覆,分别使上部及下部地壳发生熔融而形成的。I型小岩体来自下部地壳的部分熔融(卢欣祥,1980,1988),与成矿关系密切。

2 矿床地质特征

2.1 铜矿体特征

铜矿体赋存于爆破角砾岩筒中,已圈出铜矿体多达76个,成群产出,带状分布。其中26个矿体地表出露长大于130m,最长为610m,倾向延深最大为380m,一般为150~250m,平均224m。矿体厚度一般为3~10m,最薄为1~2m,最大可达27.02m。矿体间距一般为5~10m,最小为1m,最大为40m。矿体呈层状、似层状具分枝、复合、膨缩现象。矿体产状平缓~中等,倾角 $30^\circ \sim 40^\circ$ 。倾向SW。

2.2 矿石物质成分、结构构造

2.2.1 矿物成分

矿石的物质成分较为简单,矿石矿物主要有黄铜矿、辉钼矿、黄铁矿及闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿等。在钼矿体中主要为辉钼矿、黄铁矿及磁黄铁矿、黄铜矿等。铜矿体中主要为黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿及辉铜矿、闪锌矿、方铅矿等。脉石矿物主要有石英、重晶石及少量的冰长石、石膏等。矿石中主要有用组分为Cu、Pb、Zn等。 $\text{Cu}/\text{Mo} = 46.67$, $\text{F}/\text{Cl} = 16.65$,表明矿床以

另外,岩筒中常见有“角砾的角砾”,即先期形成的角砾岩,受后期的爆发作用,又一次破碎成角砾,这表明,爆发作用不止一次。

1.3.3 岩石化学成分

①秋树湾岩体的岩石化学特征

从表1中可以看出, $w(\text{SiO}_2) = 69.53\%$, $w(\text{K}_2\text{O}) = 4.67\%$, $w(\text{Na}_2\text{O}) = 3.30\%$, $w(\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}) = 1.42$ 。岩石的酸度偏低,钾大于钠。但深部和浅部的岩石化学成分差别明显,自深部向地表, $w(\text{SiO}_2)$ 从68%增高至71.05%,逐步从中酸性向酸性演化,同前述岩浆演化方向完全一致。 TiO_2 、 Al_2O_3 、 FeO 、 MgO 、 CaO 、 MnO 、 Na_2O 等均明显减少,其中 FeO 、 MnO 等减少半数以上。只有 Fe_2O_3 相反,是增加的,所以,岩石的氧化系数($\text{Fe}_2\text{O}_3/(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$)从0.39增至0.65,反映岩浆最后定位时已是浅成环境。

铜为主,且挥发组分较多。

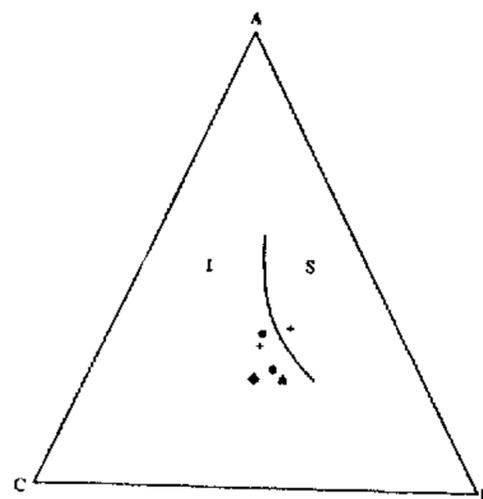


图2 秋树湾岩体ACF图(据卢欣祥,1984)

Fig. 2 ACF Triangular diagram of the Qiushuwan rock body

A = $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$ C = CaO

F = $\text{FeO} + \text{MgO}$ (均以克分子含量计算)

I—I型花岗岩 S—S型花岗岩

●—秋树湾花岗闪长斑岩 ◆—南泥湖斑状黑云二长花岗岩

▲—德兴花岗闪长斑岩 ■—钟腾次火山花岗岩

+—澳大利亚科修斯花岗岩类

2.2.2 化学成分

矿区中铜品位一般为0.5%~1%,全矿区平均品位为0.718%,26个主要铜矿体平均0.8%,最高11.72%。铜矿中钼含量一般为0.01%~0.018%。另外,还伴生有可供综合利用的硒、碲、铼、银等有益组分。铼富集于辉钼矿中,含量为0.118%~0.443%,平均为0.233%。硒与黄铁矿和磁黄铁矿有关,碲与黄铁矿成正消长关系,银富集于黄铜矿中,黄铜矿中银一般可达 $205 \times 10^{-6} \sim 480 \times 10^{-6}$,平均 271×10^{-6} 。

2.2.3 结构构造

矿石具不等粒结构、构造,主要为典型的细脉浸染状、浸染状构造,其次为块状构造。

矿床氧化深度较浅,地表氧化率为 37.3%,地表以下 30m,氧化率为 6.06%。铜矿属中型矿床,伴生钼矿。

3 矿化蚀变特征及分带规律

由于花岗闪长斑岩和爆破角砾岩筒中的矿化都是同一岩浆作用的结果,属同一成矿系列,所以,矿化以岩体为中心而发生有规律的变化,构成一个清晰而又典型的同心环状的水平分带模型(图 3)。根据矿物组合,自内向外依次为:Mo(Cu)矿化带—Cu、Mo 矿化带—Cu 矿化带—Pb、Zn、Ag 矿化带。岩体及外接触带为钼矿化,并构成一个小型钼矿,形成钼核。钼矿化带之外为钼和铜矿化带之间的过渡带。角砾岩筒内则主要为铜矿化,并构成一个中型铜矿。铅、锌、银矿化带在上述各矿化带之外,连续性较差,钻孔中见有矿化、地表可见铅、锌矿化,铁帽及 Pb、Zn、Ag 的化探异常。

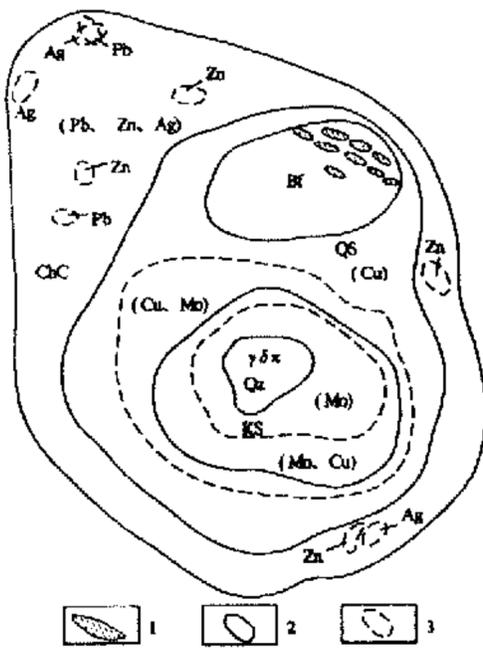


图 3 秋树湾矿区蚀变与矿化水平分带图
(据卢欣祥,1980)

Fig. 3 Horizontal zonation of alteration and mineralization of Qiushuwan ore field

γδx—花岗闪长斑岩 BI—爆发角砾岩 Qz—石英核 K、Si—钾、硅化带 QS—石英绢云母化带 ChC—青磐岩化带 Mo—钼矿化 Mo、Cu—钼、铜矿化 Cu、Mo—铜、钼矿化 Cu—铜矿化 Pb、Zn、Ag—铅、锌、银矿化及异常 1—地表铜矿体 2—围岩蚀变界线 3—矿化界线

铜矿体多产于角砾岩筒上部北侧,在角砾岩筒的下部偏南侧可出现钼矿体,表明矿化在垂直方向上亦有分带现象。

整个矿区的热液蚀变很强烈,基本上是常见的模式(J·D·劳埃尔,1968)。但秋树湾岩体内部发育了石英核及强烈的石英-钾长石化。铜矿化地段尚有矽卡岩化,热液蚀变同矿化一样,亦具有明显的水平分带现象,并且同矿化关系密切。从岩体中心向外依次为:石英核—石英钾长石化—石英绢云母化、矽卡岩化—青磐岩化。石英钾长石化带是钼矿化的部位,石英绢云母化及矽卡岩化则和铜矿化有关,青磐岩化地段则有 Pb、Zn、Ag 的矿化和化探异常。据爆裂法包裹体测温,成矿温度为 200℃,加之有重晶石、冰长石、石膏等矿物出现,表明铜矿化主要是在中温或中—低温条件下形成的。

4 成矿物理化学条件

4.1 稳定同位素特征

①硫同位素特征:δ³⁴S=2.1‰, ³²S/³⁴S=22.173(卢欣祥,1980),属高硫低氧和高氧低硫的过渡环境,但更接近高硫低氧环境(桂林冶金研究所,1976),有利于亲硫元素——铜的富集。因此,铜矿化比钼矿化强。岩石中 Cu/Mo=46.67,亦说明了这一点。杨荣勇等(1991)资料表明,硫同位素值比较集中,离散度不大,其值为±3.1‰,反映出成矿物质具深源特征。

②氧同位素特征:岩体中黑云母的 δ¹⁸O 值为 6.6‰~7.1‰(卢欣祥,1980),杨荣勇(1993)测定的成矿期 δ¹⁸O 为 9.5‰~10.8‰,平均为 10.2‰,计算出的 δ¹⁸O_{H₂O} 为 0.6‰~5.3‰,这些表明岩体的岩浆成因,另一方面亦表明了物质来源较深及成矿中天水不起主要作用。秋树湾岩体的氧同位素组成与典型的 I 型花岗岩及同熔型花岗岩表现出完全一致性(图 4)

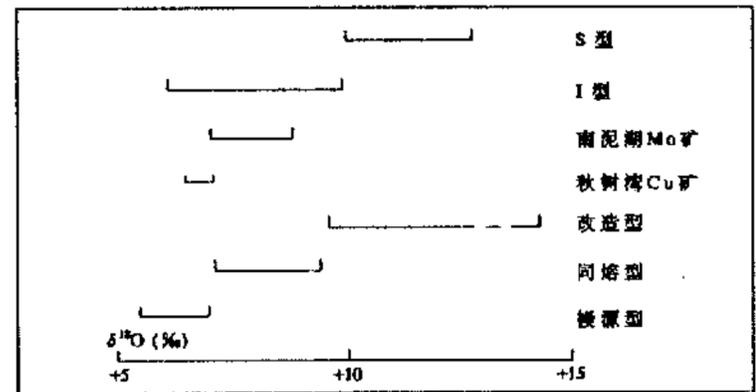


图 4 不同成因类型花岗岩氧同位素组成对比图
Fig. 4 Comparison of oxygen isotope composition of granite of various genesis

4.2 成矿温度

矿床中石英包裹体的均一测温结果为 133~424℃(据罗铭玖等,1999),峰值为 275~350℃,据对黄铁矿-黄铜矿矿物对计算的同位素平衡温度为 242~356℃,说明秋树湾铜矿的成矿温度较高,与同位素揭示的岩浆热液成因相一致。

4.3 稀土元素的分布模式

从所作的与球粒陨石标准化(赫尔曼,1997)图解中(图 5)

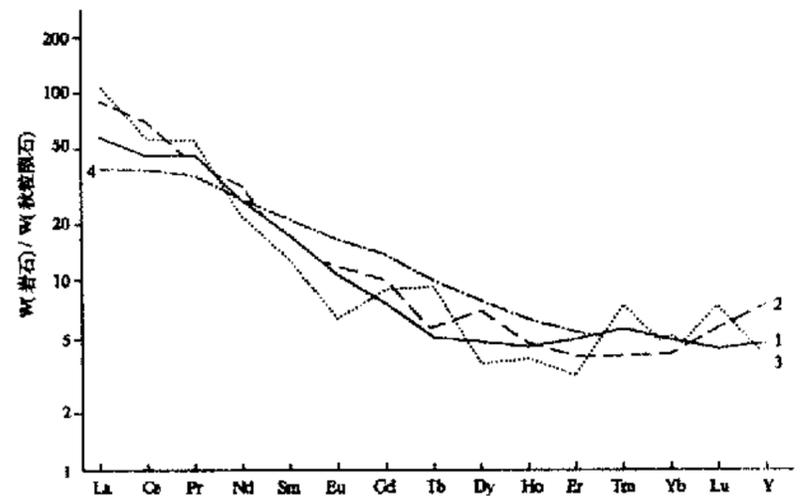


图 5 秋树湾岩体与国内外同类型花岗岩稀土模式图(据卢欣祥,1980)

Fig. 5 Chondrite-normalized REE patterns of Qiushuwan rock body and the same granite on the world

1—秋树湾花岗闪长斑岩 2—德兴铜厂花岗闪长斑岩
3—南泥湖斑状花岗岩 4—智利 Salnaton 岩体

可以看出,秋树湾岩体的稀土分布模式是向右倾斜的一条平滑曲线。 $\Sigma\text{REE}=101.49\times 10^{-6}$, $\text{LREE}=85.06\times 10^{-6}$, $\text{HREE}=16.44\times 10^{-6}$, $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}=5.35$, $\delta\text{Eu}=0.79\sim 0.97$,平均0.88,基本没有亏损。但自深部向浅部随着岩浆向酸性演化, δEu 从0.97变化到0.79,表现出一定的Eu亏损。

从图5中还可以看出,秋树湾花岗闪长斑岩虽与一些典型的斑岩钼矿的模式略有差别,后者都具有一定的Eu亏损,如南泥湖、上房、金堆成斑岩钼矿等。但与著名的德兴铜矿的模式非常近似,变异曲线右倾,Eu基本没有亏损。

根据特雷依尔等利用配分系数原理作出的La/Sm对La的图解(图7),秋树湾岩体的投影点恰好落在部分熔融作用线(斜线)附近,并且靠得非常近。显示出岩石不是结晶分异的产物而是部分熔融条件下形成的。

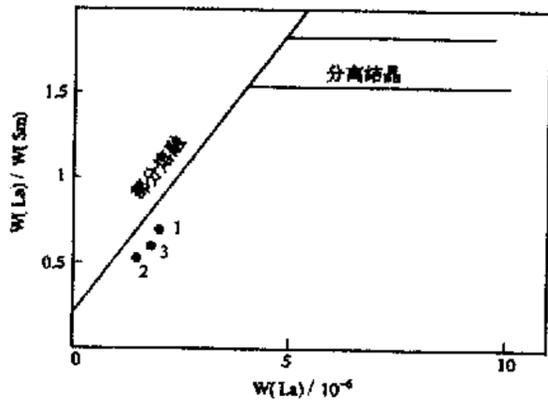


图6 秋树湾岩体La/Sm对La图解
(据特雷依尔,1975)

Fig. 6 Diagram of La/Sm to La in
Qiushuwan rock body
1—地表岩体 2—深部岩体 3—岩体平均

5 矿床成因探讨

综上所述,秋树湾铜(钼)矿床的成因为以斑岩型为主,并伴生有矽卡岩型,即为复合斑岩型铜(钼)矿床,而并非前人所认为的热液型矿床,证据如下:

①矿区发育有典型的次火山岩花岗闪长斑岩(秋树湾岩体)和典型的爆破角砾岩筒,且在空间上,该区已发现的钼、铜矿体分别产于二者之中,此为重要的斑岩型矿床的标志。

②赋矿斑岩体的面积为 0.06km^2 ,小于 1km^2 ,这一特征与典型的斑岩型铜矿床的成矿母岩——斑岩体类似。据统计,我国34个斑岩铜矿床及矿化点,岩体出露面积小于 1km^2 的就多达25个,占73%。

③斑岩体岩石化学特征反映出岩浆最后定位已是浅成环境;其他岩石化学参数表明其岩石类型属钙碱性岩浆系列。这些与典型斑岩型矿床斑岩体的形成环境、岩石类型特征完全相同。

④ACF图解、La/Sm对La的图解、S、O同位素组成特征和成矿温度分别显示出:斑岩体属I型花岗岩(同熔型花岗岩),斑岩体和成矿物质的来源具有深源特征,分别来自地壳下部分熔融所形成的岩浆和含矿热液,与一些典型的斑岩型矿床的特征相似。

⑤斑岩体稀土元素的分布模式与著名的德兴斑岩型铜矿的模式十分近似。

⑥自岩体中心向外,热液蚀变和矿化均呈现出明显的水平分带现象,分带规律与斑岩铜矿基本相同;岩体中有明显的石英核存在,此类岩体仅在典型斑岩钼矿有关岩体中才有发现。

⑦矿体成群产出,仅铜矿体已圈出76个,铜矿储量十余万吨,矿床规模较大,矿床规模类似于斑岩型矿床。

⑧因斑岩体受区域性商南—丹凤深大断裂的控制,矿床呈带状分布。该特征与斑岩铜矿相似。

⑨矿石品位较低,全矿区平均仅为0.718%,但矿化比较均匀;矿石组分简单;矿石构造以细脉浸染状为主。这些特征均与斑岩铜矿完全一致。

⑩可供综合利用的矿产多,除铜、铅、锌外,尚可综合利用硒、碲、铼、银等,此特征也相似于斑岩铜矿。另外,矿区内虽有少量的矽卡岩分布,但据统计只有13.9%的铜产于其中,而77.8%的铜与角砾岩有关,且一些主要的工业铜矿体的围岩并非矽卡岩,矽卡岩型的铜矿仅仅是该矿床很有限的一部分。

6 找矿潜力分析

根据以上特征,作者认为秋树湾铜(钼)矿床不是前人提出的小型热液矿床,而是具大型矿床特征的“斑岩型铜(钼)矿床。以现代斑岩型成矿理论为指导,建立成矿母岩斑岩体—爆发角砾岩岩筒控矿和以铜为主、铜钼综合评价的新思路,在重新开发研究以往勘查成果资料的基础上,按现工业指标重新圈定矿体后发现,铜钼矿体特别是铜矿体的规模成倍扩大,科研预测储量已具大型规模。根据成矿地质条件和已有的找矿信息分析,矿区内尤其是矿体的深部以及勘查程度较低的北山西部—雁麦岭东南坡一带尚有巨大的找矿潜力。矿区外围Cu、Mo、Pb、Zn、Ag等异常发育地段亦呈现出良好的找矿前景。总之,秋树湾铜(钼)矿床及其外围应是大型铜钼等多金属矿的成矿远景区。

参考文献:

- [1] 卢欣祥. 一个典型的同熔花岗岩型矿床[J]. 矿物与岩石, 1984(4): 33-42.
- [2] 卢欣祥, 等. 河南省秦岭—大别山地区中酸性小岩体的基本特征及成作用[J]. 中国区域地质, 1985(13).
- [3] 罗铭久, 董群英, 等. 河南栾川南泥湖—三道庄钼钨矿床地质特征及矿床类型[J]. 河南地质, 1985, 增刊: 237-246.

GENESIS OF QIUSHUWAN COPPER (MOLYBDENUM) DEPOSIT OF HENAN PROVINCE

FU Xiong

(No. 3 Geological Team of Henan of Henan Geological Exploration Bureau for Nonferrous Metals, Zhengping Henan 474250 China)

Abstract: Qiushuwan copper (molybdenum) deposit is confirmed to be the complex porphyry type copper (molybdenum) deposit through close study on its geological characters. It is concluded that the Qiushuwan copper-molybdenum mineralization has genetic association with granodiorite porphyry in terms of the characteristics of mineralization-alteration zonation, stable isotopes, REE distribution pattern, etc. It has been pointed out that there is a potential for finding large scale ores inside and outside of the deposit

Key Words: complex porphyry type; copper (molybdenum) deposit; Prospecting potential; Qiushuwan Henan