

南泥湖钼矿田成矿物质组成研究

瓮纪昌^{1,2}, 付治国¹, 黄超勇¹, 潘军占³

(1 河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院 许昌 461000;

2 河南省地质调查院, 郑州 450007; 3 许昌市建筑勘察设计院, 许昌 461000)

摘要:河南省栾川县南泥湖钼矿田是居世界前列的超大型钼矿田之一,通过对矿田内三个超大型矿床的成矿物质及其分布规律的分析研究,揭示出矿田内钼的成矿物质来源和成矿机理,从而为进一步寻找同类型的钼矿资源提供了一系列实物资料。河南栾川南泥湖钼矿田属东秦岭—大别山钼成矿带的重要组成部分,矿田内砂卡岩—斑岩型钼矿床的成矿物质赋存状态具有区域代表性。

关键词:钼矿田;超大型钼矿床;成矿物质;赋存状态;南泥湖

中图分类号: P618.65

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2008)02-0097-10

南泥湖矿田内含三个超大型和一个大型钼矿床。它们分别是南泥湖、三道庄、上房沟和鱼库(大型)钼矿床,总资源量约300万吨。矿田位于华北板块和扬子板块的接合部位—秦岭褶皱系东段,钼成矿分带属于东秦岭—大别山钼成矿带^[1]。该成矿带内深大断裂发育,岩浆岩广布^[2],变质作用复杂,多金属成矿丰富多彩,金银、铅、锌、钼等资源量在国内均名列前茅。

在该成矿带内众多的岩浆岩中,与钼成矿关系密切的属燕山期规模宏大的花岗岩酸性侵入体。该期花岗岩浆均沿深大断裂上侵,岩体出露面积均在500~1 000 km²,最大者如汝阳太山庙花岗岩出露面积达2 200 km²。正是由于本期花岗岩的侵入活动,给该成矿区带来了丰富的钼源。在侵入体向前寒武纪围岩进行大规模的侵入接触交代的同时,将本身携带的大量钼质冷却留在了接触带内而成矿,南泥湖矿田的钼成矿活动,正是在这一大的地质背景下形成的。

1 矿田地质

1.1 矿田所处的区域构造位置

矿田位于中朝准地台南缘的豫西断隆三川—栾川陷褶断带中,受庄科—青和堂背斜西北倾伏端的次级构造南庄口—三道庄岭箱状背斜马包头寨—

南泥湖向斜所控制。区域断裂以北西西—北西向一组最为发育,北东向一组次之。各组断裂规模大小不等。但普遍具成群成带分布特征。

矿田出露地层主要为新元古界栾川群,自下而上分为三川、南泥湖、煤窑沟三组。三川组为浅海相碎屑岩及碳酸盐岩;南泥湖组为碎屑岩夹火山碎屑岩及碳酸盐岩;煤窑沟组富含生物礁及有机质海陆交互相的碎屑岩及碳酸盐岩。各组整合接触。矿区东北部还有中元古界官道口群巡检司组的硅质条带白云质大理岩和杜关组透辉石角闪岩出露。栾川群白木沟组仅在三道庄矿区的深部及马圈一带有所分布。整个栾川群因受燕山期中酸性岩浆侵入的影响,形成范围广泛的各种角岩和砂卡岩(图1)。

1.2 成矿母岩

岩浆岩主要为加里东构造岩浆旋回^[4]的变辉长岩、正长斑岩和燕山构造岩浆旋回的中酸性岩类—斑状二长花岗岩与斑状黑云花岗岩闪长岩(南泥湖岩体),其中,后者为整个矿田的成矿母岩。

南泥湖岩体为斑状二长花岗岩与斑状黑云花岗岩闪长岩组成的复式岩体,呈不规则的椭圆形小岩株产出,地表出露长约450 m,短轴约300 m,面积0.12 km²。向深部逐渐扩大,垂深600 m(标高700 m)处面积为1.2 km²。整个岩体向290°方向延深,与区域构造线方向基本一致。岩体产状两边不

收稿日期: 2008-02-11

责任编辑: 林晓辉

基金项目: 中国地质调查局项目: 河南省栾川县赤土店地区多金属调查(199910200227)

作者简介: 瓮纪昌(1968-),男,河南尉氏人,高级工程师,硕士,1992年毕业于成都地质学院矿产系地质矿产勘查专业,从事地质矿产勘查工作。电话: 13782313075, E-mail: wengjichang@sina.com。

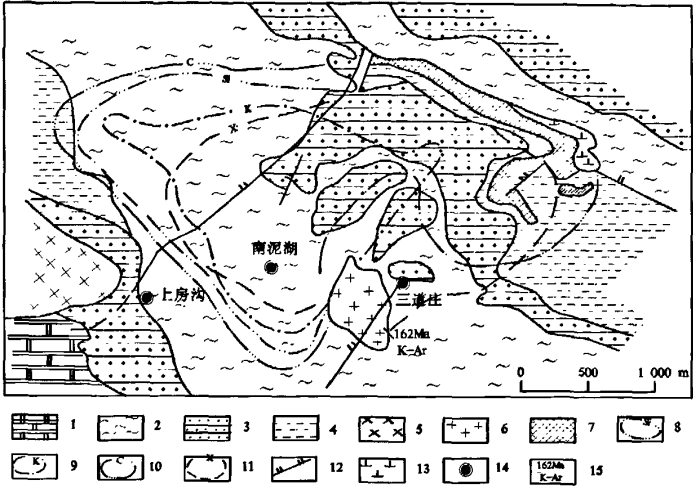


图 1 南泥湖钼矿田地地质略图(据李兴福,1985,略修改^①)

Fig.1 Schematic geological map of Nannihu molybdenum mine field

1.煤窑沟组下中段;2.南泥湖组中段;3.南泥湖组下段;4.三川组下中段;5. μ_2 变辉长岩;6. $\pi \gamma_2$ 斑状花岗岩;7.砂卡岩;8.钾化带;9.硅化带;10.沸石-碳酸盐化带;11.阳起、绿泥、绿帘石化带;12.断裂;13.正长斑岩;14.矿床;15.岩体年龄及测试方法

对称,南西、北西边缓($20 \sim 40^\circ$),南东、北东边坡($50 \sim 80^\circ$),呈北西向侧伏。与成矿有成因关系者为斑状二长花岗岩。

斑状二长花岗岩的岩石化学成分特征,据 29 个岩石化学样全分析结果: SiO_2 变化范围 $70.08\% \sim 76.06\%$,平均值 74.49% ; $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ 变化于 $6.99\% \sim 10.00\%$,平均值 8.87% ; $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 变化于 $1.21 \sim 11.26$,平均值 2.31 ; $\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ 变化于 $0.065 \sim 0.107$,平均值 0.084 ;组合指数(δ) $1.48 \sim 3.40^{[1]}$,平均值 2.58 。上述结果表明岩体的岩石化学成分具超酸富碱高钾的特点。

岩体的成岩时代:据 K-Ar 法测定结果,斑状二长花岗岩同位素年龄(130.9 ± 4.5) Ma;斑状黑云

花岗闪长岩为(136.5 ± 3.7) Ma,属燕山中期岩浆活动的产物^②。

钼、钨在岩体中的丰度普遍较高,高于维诺格拉多夫值几十至百倍(表 1)。

钼、钨丰度随着岩浆酸度值增高而大幅度增长;氟和氯在岩体中的丰度亦较高,显示岩浆岩富含矿化剂。氟在钼、钨矿化期与钙结合形成萤石,氯以液态包体赋存于矿物之中。这从矿区钼、钨矿石中萤石平均含量高达 2.8% 与辉钼矿相伴生的石英包体中氯含量高达 37.5×10^{-6} 得到证实。电子探针测定,岩体中主要造岩矿物斜长石和黑云母普遍含钼(表 2),表明是赋钼矿物。

岩体石英包体的均一温度大于 920°C ,多在

表 1 南泥湖岩体几种主要元素丰度表

Table 1 Abundance composition of the major element in Nannihu rock mass ($\omega\text{B}/\times 10^{-6}$)

岩体名称	成矿元素								矿化剂
	Mo	W	Sn	Cu	Pb	Zn	Ag	F	Cl
斑状二长花岗岩	100	70	1.5	24	4	13.5	0.5	1001	283
斑状黑云花岗闪长岩	40	46	1.5	24	4	62.0	0.58	2623	
花岗岩平均值	1	1.5	3.0	20	20	60.0	0.05	800	240

Mo、W 为化学分析,其他为直读光谱分析,测试单位为河南省地矿局第一地质调查队

①李兴福,高莱德.河南省栾川县南泥湖钼(钨)矿区详查地质报告[R].河南省地矿局第一地质调查队,1985.

②河南省地矿局第一地质调查队.河南省栾川县南泥湖钼矿(钨)矿区详细普查地质报告.1993.

940 ~ 960 ℃之间,说明岩浆成岩时温度较高。

矿区内共采各类岩石、矿物稀土分析样 5 个,其变化情况(图 2)表明稀土总量偏低,ΣREE132.20 × 10⁻⁶ ~ 244.05 × 10⁻⁶,轻稀土相对较为富集,斑状二长花岗岩与斑状黑云花岗闪长岩比较 Eu 的亏损明显。

1.3 围岩及围岩蚀变

矿化围岩主要有碳酸盐岩和硅铝质岩类两种,钼矿化对围岩的岩性无明显的选择作用。不同时代、不同岩性的围岩,只要构造及岩浆岩条件具备,均可成矿,但其矿化强度、矿化类型及矿石的结构构造有明显差异。一般情况是碳酸盐类岩石形成浸染状矽卡岩型钼钨矿石,矿化强,品位富;而硅铝质岩石则形成细脉(网脉)状角岩型矿石,矿化弱,品位较贫。

围岩蚀变发育,种类繁多,主要有矽卡岩化、钾化、硅化三种,与蚀变作用相应的成矿作用是:与钼矽卡岩有关的钼钨成矿作用;与镁矽卡岩有关的磁铁矿成矿作用;与钾、硅质交代有关的斑岩型钼成矿作用。

各类蚀变、矿化类型随岩体、围岩特征不同有显著的差别,形成明显的蚀变、矿化分带。自岩体向围岩大体可分为:早期钾化-绢云母化带;晚期钾化-硅化带,碳酸盐-阳起石-绿帘石-绿泥石化

带。前者主要分布于岩体内,后两种分布于围岩中,围绕着南泥湖岩体北西、北东部位呈扇形分布^[9](图 3),表现出明显的面型蚀变特征^[9]。

2 矿体地质

2.1 南泥湖-三道庄钼钨矿床

钼、钨矿体除小部分赋存于岩体外,绝大部分赋存于外接触带北面、北东方向的矽卡岩、钙硅酸角岩及黑云母长英角岩中。南泥湖矿区钼矿体主要赋存于南泥湖组下段的黑云母长英角岩中。三道庄矿区钼钨矿体主要赋存于三川组上段矽卡岩与钙硅酸角岩中,矿体形态简单,呈层状或似层状产出,在其顶底部位有零星小矿体及分枝复合现象,此种现象在矿体边部及南泥湖矿区表现更为明显。

矿体走向 280 ~ 310°,倾向南西,倾角平缓,在背斜轴部倾角 5 ~ 10°左右,两翼局部地段因受褶皱、断裂构造影响产状变陡(40 ~ 90°)。主矿体沿走向最大长度达 2 400 m,宽 2 000 m,厚度一般 80 ~ 150 m,最大厚度可达 420 余米,平均厚度 144.13 m。

钼钨矿体的空间分布与构造、岩性及热液交代作用强度有关。钼矿体赋存于三川组上段矽卡岩、钙硅酸角岩及其顶、底板长英角岩中;钨矿体则主

表 2 南泥湖岩体主要造岩矿物含钼量
Table 2 Molybdenum content of the major rock-forming minerals in Nannihu (ωB/×10⁻⁶)

钼含量	斜长石			钾长石		石英		黑云母	
	An	斑晶	基质	斑晶	基质	斑晶	基质	斑晶	基质
斑状黑云母花岗闪长岩	24	280	0	448	215	0	229		715
斑状含黑云二长花岗岩	19	4845	2542	312	41	0	199		911

测试单位:河南省地矿局第一地质调查队



图 2 南泥湖岩体花岗岩类及 REE 分布模式
Fig.2 Granitoid and REE distribute mode of Nannihu rock mass
1.斑状黑云母花岗闪长岩;2.斑状黑云二长花岗岩

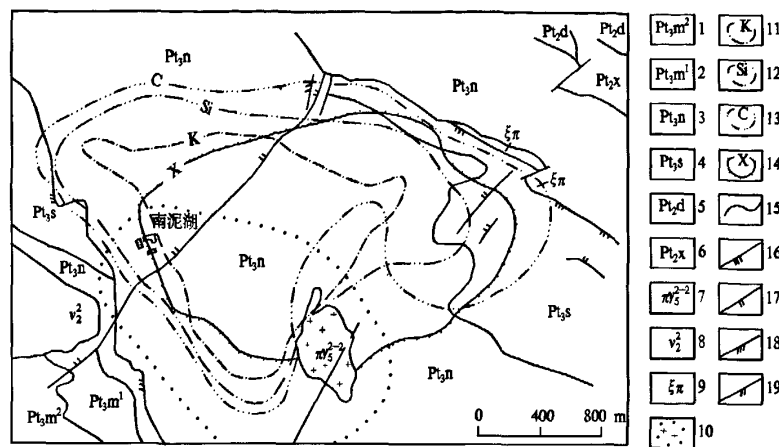


图 3 栾川南泥湖矿田围岩蚀变水平分布示意图
Fig.3 Sketch map of wall rock alteration distribution in Luanchuan Nannihu mine field

1.煤窑沟组白云石大理岩;2.煤窑沟组云母石英片岩、石英岩;3.南泥湖组长英角岩类;4.三川组长英角岩砂卡岩类;5.杜关组透辉石角岩;6.巡检司组硅质条带白云石英大理岩;7.斑状花岗岩;8.变辉长岩;9.黑云正长斑岩;10.地下 600 m 处岩体界线;11.钾化带;12.硅化带;13.沸石-碳酸盐化带;14.阳起-绿帘-绿泥石化带分布内界线;15.地质界线;16.压性断层;17.张性断层;18.压扭性断层;19.张扭性断层

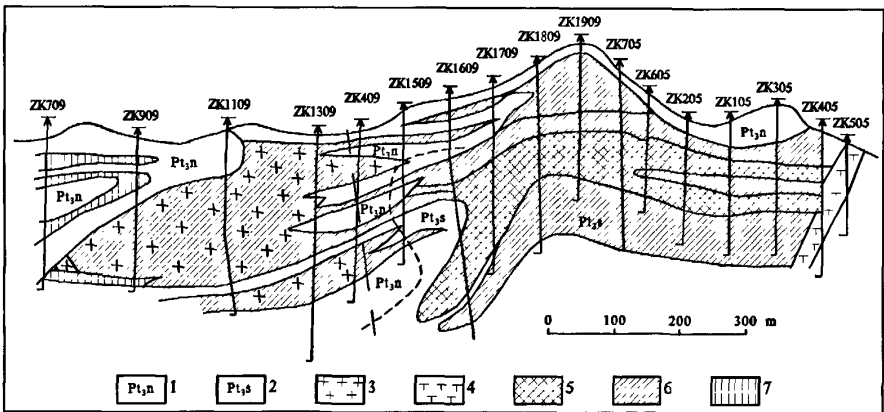


图 4 南泥湖-三道庄钼钨矿 9 横勘探线矿体形态简图
Fig.4 Sketch showing the ore body shape of No. 9 horizontal exploration line in Nannihu-Shangdao Zhuang molybdenum tungsten ore deposit

1.南泥湖组;2.三川组;3.斑状黑云二长花岗岩;4.细晶正长岩;5.钼钨矿体;6.钼工业矿;7.钼边界矿

要分布于钼矿体内的砂卡岩及钙硅酸角岩中,钼矿体大于钨矿体(图 4)。

钼的矿化强度沿走向表现为东强西弱,沿倾向北强南弱;在垂直方向上,下部略高于上部。按矿石自然类型而言,矿化强度由砂卡岩型-石榴石硅灰石角岩型-透辉石斜长石角岩型矿石依次递减。钨矿化强度在水平与垂直方向上的变化表现为北强南弱,西强东弱,上贫下富。

2.2 上房沟钼(铁)矿床

矿床以钼为主,伴有铁、硫、钨可供综合回收利用的矿床。赋存于上房花岗岩斑岩体内、外接触带的花岗斑岩、砂卡岩及蚀变白云石大理岩内。矿区北部靠近岩体的变辉长岩也往往矿化而构成矿体的一部分。

钼矿体平面形态为-围绕着花岗斑岩体呈北西-南东东方向延伸不对称的空心椭圆形环状体(图 5),横剖面图上呈倒空心杯状,两边厚度不等,西南薄,北东厚;纵剖面图上东西两侧相差

大, 整个矿体为 - 向西南侧伏的筒状体, 侧伏角 60° 左右(图 6)。

矿体北侧大致在 1 150 m 标高以上为蚀变辉长岩, 其下为长英岩; 其它为蚀变白云石大理岩

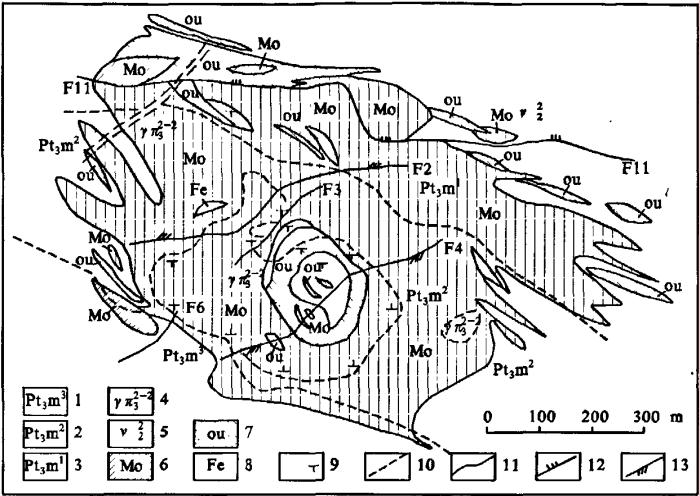


图 5 上房沟钼矿床 1 132 m 标高水平断面图

Fig.5 1 132 meter elevation horizontal section in Shangfanggou molybdenum ore deposit

1.煤窑沟组上段白云石大理岩为主;2.煤窑沟组中段白云石大理岩;3.煤窑沟组下段二云石英片岩;4.碱长花岗斑岩;5.变辉长岩;6.钼工业矿体;7.钼边界矿体;8.铁工业矿体;9.夹石;10.地质界线;11.矿体界线;12.压性断层;13.压扭性断层

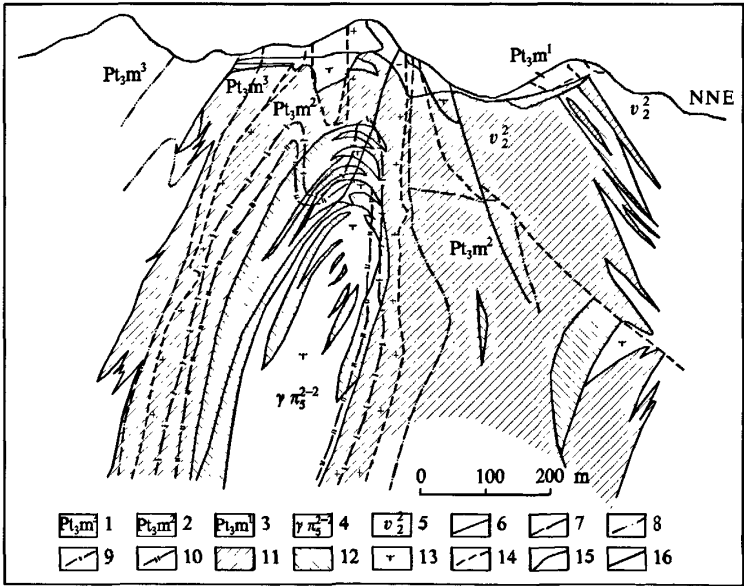


图 6 上房沟钼矿床 4 横线矿化蚀变分带图

Fig.6 Mineralization and alteration zoning map of exploration line No.4 in Shangfanggou molybdenum ore deposit

1. 煤窑沟组上段白云石大理岩;2.煤窑沟组中段白云石大理岩;3.煤窑沟组下段二云石英片岩;4.碱长花岗斑岩;5.变辉长岩;6.金云母阳起石化带;7.透闪石 - 阳起石化带;8.蛇纹石化带;9.强硅化带;10.钾长石化带;11.钼工业矿体;12.钼边界矿体;13.夹石;14.地质界线;15.矿体界线;16.断层

①李兴福,高莱德.河南省栾川县南泥湖钼(钨)矿区详查地质报告.河南省地矿局第一地质调查队,1985.

及花岗斑岩。矿体边界不规则,东西两侧矿体分枝较多。主矿体向深部延伸 1 000 余米未探明其底,说明矿化深度很大。

矿体产状与地层大体一致,南部矿体走向 290°,倾向南西,倾角 60°左右;北部矿体深部边界倾角大于地层倾角,有 20 ~ 30°夹角。

主矿体规模:沿走向最长可达 1 120 m,一般 800 ~ 900 m;沿倾向最大延伸 740 m,一般 400 ~ 700 m;矿化深度在 1 000 m 以上。

2.3 南泥湖—三道庄矿床矿石组构特征

2.3.1 矿石结构构造与矿石类型

矿石结构主要为片状、束状、放射状结构,自形—半自形粒状结构,镶嵌结构;次为包体结构、交代残余结构、充填结构、矿石构造主要为稀疏浸染状构造、细脉状构造。前者多分布于矽卡岩中,后者多分布角岩中。另有角砾状构造仅在断层带附近产出。

矿石类型主要为矽卡岩型(占全区金属储量 44%)、长英角岩型(占 38%),次为透辉石斜长石角岩型(占 10%)、花岗斑岩型(占 8%)等四种。另在三道庄矿区北界 F1 断层带内有很少量的正长斑岩型矿石。

2.3.2 矿石矿物成分

矿石矿物成分相当复杂,种类繁多,在不同的矿石类型中,其矿物种属和含量变化较大。

矽卡岩型矿石:脉石矿物主要为钙铁榴石、钙铝榴石、钙铁辉石、透辉石,次为石英、硅灰石,少量萤石、方解石、斜长石、钾长石、符山石、普通辉石、角闪石、沸石、方柱石等,微量磷灰石、榍石、锆石等;矿石矿物有黄铁矿、磁黄铁矿、辉钼矿、白钨矿、磁铁矿、黄铜矿、闪锌矿、斑铜矿、钛铁矿、赤铁矿等。

长英角岩型矿石:脉石矿物主要为石英、斜长石、钾长石,次为黑云母、透辉石、阳起石等,微量电气石、磷灰石、锆石、金红石;矿石矿物为黄铁矿、辉钼矿、磁铁矿。

透辉石斜长石角岩型矿石:脉石矿物主要为斜长石、透辉石、绿泥石、绢云母等,微量榍石、金红石、磷灰石、锆石;矿石矿物为黄铁矿、磁黄铁矿、辉

钼矿、白钨矿、黄铜矿、钛铁矿、方铅矿。

斑状花岗岩型矿石:脉石矿物主要为钾长石、斜长石、石英,次为黑云母,微量磷灰石、锆石、独居石、金红石、石榴石、榍石等;矿石矿物为黄铁矿、辉钼矿、白钨矿、磁铁矿等。

2.3.3 矿石化学成分

据大量各种测试结果,查明矿石含有 38 种元素:铅、锌、铜、钨、钼、锡、铬、钴、镍、镓、锗、铟、铍、锂、锶、钡、钛、钒、锰、锆、铌、钽、铪、铯、钡、铷、钠、钾、磷、硫、铁、铝、硅、钙、镁、铕等,其中主要有益组分为钼、钨,此外还有硫、铕可综合回收。

钼的含量变化:在矽卡岩中品位较富,多在 0.060% ~ 0.200%之间,最高可达 2.63%,平均 0.135%;上部透辉石斜长石角岩平均为 0.100%;硅灰石角岩平均为 0.106%;下部透辉石斜长石角岩平均为 0.107%;底部长英角岩多在 0.070%左右。

钨含量变化多在 0.040% ~ 0.15%之间,最高可达 1.077%,平均品位 0.101%(南泥湖矿区) ~ 0.117%(三道庄矿区)。其含量变化与原岩物质成分及接触交代作用强度有关^①。

2.3.4 钼的赋存状态

钼在各类矿石中含量不一,但矿物组成一致,主要为辉钼矿(85% ~ 90%),少量氧化物—钼钨矿、铁钼华,微量钼以类质同象存在于白钨矿中^②。辉钼矿多呈叶片状晶体,完整时呈六方板状。一般在 $0.02 \times 0.1 \sim 0.1 \times 0.4 \text{ mm}^2$ 左右,常聚集成束状、放射状、团块状,呈浸染状和细脉状不均匀分布于矿石中,与石榴石、透辉石、石英关系密切。在石榴石硅灰石角岩、斜长石角岩中分别与石榴石脉、透辉石条带共生,与其它各种矿物也均有连生关系,呈镶嵌充填、包裹等结构,尤与灰色白钨矿密切。呈细脉状的辉钼矿有单一脉充填在岩石裂隙中呈薄膜状或附着于其它细脉脉壁,宽度小于 1 ~ 3 mm,有的则分散在其它矿物间隙中。

2.3.5 共生矿产白钨矿的富集规律与赋存状态

(1) 白钨矿的富集规律

围岩性质对白钨矿的形成十分重要,若岩体、构造条件具备,而围岩岩性不利,不能形成规模巨

^①李兴福,高莱德.河南省栾川县南泥湖钼(钨)矿区详查地质报告.河南省地矿局第一地质调查队,1985.

^②吕伟庆,付治国,蒋德明,等.河南省汝阳县东沟矿区钼矿勘探报告.河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院,2004.

大的钨矿床。如上房沟矿区钼矿属巨大型,围岩为白云石大理岩,经热液交代作用后形成镁质矽卡岩,不利于钨的沉淀析出,矿床规模甚小。三道庄矿区围岩为方解石大理岩,经热液交代作用后形成钙质矽卡岩,利于白钨矿的沉淀,形成特大型钼、钨矿床。由此可以看出:形成矽卡岩型白钨矿床的围岩是富含钙质的岩石,这是由于白钨矿的形成需要钙,就导致钙质围岩对白钨矿床的形成起了决定性作用。三道庄钼、钨矿床的白钨矿主要产于三川组上段的碳酸盐地层中,此层岩石由于原岩物质成分的差异及后期接触变质和热液交代作用程度的不同,而形成钙硅酸角岩和矽卡岩。依其岩性不同,自上而下可分为透辉石斜长石角岩、上层矽卡岩。依其岩性不同,自上而下可分为透辉石斜长石角岩、上层矽卡岩、石榴石、硅灰石角岩,下层矽卡岩,底部透辉石斜长石角岩五层,钨的矿化强度以矽卡岩最高,石榴石硅灰石角岩、透辉石斜长石角岩次之,大理岩最贫。这说明钨矿化强度不但与热交代作用的程度有关,而且与原岩物质成分有关。

钨矿体主要分布于钼矿体之内的钙硅酸角岩及矽卡岩中。钨的矿化强度在水平方向上表现为北强南弱,但接近南泥湖岩体处于增强的趋势;在垂直方向上表现为上贫下富。顶部透辉石斜长石角岩(0.045%)低于底部透辉石斜长石角岩(0.085%),上层矽卡岩(0.102%)低于下层矽卡岩(0.158%),中间石榴石硅灰石角岩亦低(0.066%)。钼、钨两元素的

关系略呈正相关关系,具钼高、钨高的特点。

(2)钨的赋存状态

钨的含量比钼低,且各类型矿石中矿化程度不一。矽卡岩中高,角岩中低,但三种类型矿石中所见矿物一样,均为白钨矿。由于含钼量不同颜色有异,可分为无色白钨矿和灰色白钨矿两种,后者占多数。二者在薄片中共不易鉴别,唯后者含包体较多。

白钨矿:均呈自形-半自形四方双锥之晶粒,灰色的有时半自形程度表现得更为明显。粒度多数在 0.1 ~ 0.3 mm 左右,最大 1.4 mm,少数小至 0.04 mm 左右。一般是矽卡岩中较大,而角岩中较小,呈浸染状和细脉状分布。

浸染状无色白钨矿和灰色白钨矿多数单个存在,少数 2 ~ 3 个以上聚集,分布不均匀,与石榴石、透辉石、石英、辉钼矿镶嵌的较常见,有交代石榴石、透辉石现象,并有多脉石矿物及辉钼矿的包体。

呈细脉状存在的以灰色白钨矿为主,呈自形-半自形粒状断续分布在各种细脉中,共生矿物有石英、钾长石、方解石、萤石、黄铁矿、辉钼矿、磁黄铁矿、辉沸石、石榴石、透辉石等。经常与辉钼矿呈镶嵌、穿插和包裹状,在细脉中间部位分布较多。

灰色白钨矿中包体很多,经常能多至 20 粒以上,例如一颗 0.2 mm 的白钨矿中能含 50 粒以上的包体。其粒度多在 0.06 ~ 0.02 mm 左右。包体成分复杂,有辉钼矿、透辉石、石榴石、磷灰石、绿泥石、

表 3 两种白钨矿光性 / 物性测定结果表
Table 3 Determination results of two type scheelite optical orientation / physical property

矿物	颜色	含MoO ₃ (%)	萤光灯下发光色	比重	反光率	折射率	其它
无色白钨矿	无色	0.24 ~ 0.52	浅蓝色	5.96			包体少
灰色白钨矿	浅灰—灰色	1.53 ~ 6.74	浅黄-黄色	5.78	10.1	Ng '1.92 Np '1.91	包体多

测试单位:河南省地矿局第一地质调查队

表 4 矽卡岩型矿石中单矿物化学分析结果表
Table 4 Chemical analysis results of the single mineral in skarn ore

项目含量 (%) 矿物	WO ₃	CaO	MoO ₃	总量
无白色钨矿	79.13	20.14	0.24 ~ 0.52	99.50
浅灰色白钨矿	78.82	19.43	1.53	99.78
灰色白钨矿	74.26	19.24	5.54 ~ 6.74	100.24

测试单位:河南省地矿局第一地质调查队

铁质等,但以辉钼矿最多、最常见。

白钨矿的光性、物性测定结果(表 3),化学分析结果(表 4)。

灰白色钨通过 X- 射线粉末、电子探针红外分光光度计等鉴定均定为白钨矿,电子探针能谱谱线、电子探针扫描证明 Mo 是以类质同像均匀分布于白钨矿中。

2.4 上房沟矿床矿石结构

2.4.1 矿石结构与矿石类型

矿石结构以自形 - 半自形晶粒状 - 它形晶粒结构为主,交代残余结构次之,包含结构、交代假象结构少见。

矿石构造以细脉 - 网脉状构造为主,浸染状构造次之,皱纹、条带、块状构造少见。

根据矿物组合与原岩成分不同,矿石自然类型可分为矽卡岩(含弱蚀变大理岩)型(60%)、角岩型(13%)、花岗斑岩型(20%)、变辉长岩型(7%)4 种。

矿石的工业类型,按矿石加工技术性能不同,又可分为单钼型矿石、钼铁矿石、单铁型矿石和氧化矿石 4 种。

2.4.2 矿石的矿物成分

矿床的矿石矿物组成相当复杂,已知的矿物有 40 种左右。它们在不同类型矿石中含量不同(表 5),尤以矽卡岩型及弱蚀变大理岩型矿石中矿物种类繁多,含量变化亦大。

2.4.3 矿石的化学成分

不同类型矿石中主要常量元素有:硅、铝、钛、锰、铁、钙、镁、钾、钠、磷、硫等 11 种,微量元素有:

表 5 不同类型矿石中矿物组成表
Table 5 Mineral component in different type of the ore

矿石类型	金属矿物			非金属矿物		
	主要(1%~5%)	主要 (<1%)	微量	主要(1%~5%)	主要 (<1%)	微量
矽卡岩型及弱蚀变大理岩型	磁铁矿 黄铁矿	辉钼矿 白钨矿-钼钨矿 系列矿物 黄铜矿	方铅矿 赤铁矿 褐铁矿 锡石	透辉石(低铁) 透闪石 白云石	金云母 蛇纹石 阳起石 斜(粒)硅镁石 镁橄榄石 富铁金云母 石英 绿泥石 方解石 滑石 石榴子石	黑云母 符山石 萤石 沸石 石膏
花岗斑岩型	黄铁矿	辉钼矿	黄铜矿 磁铁矿 方铅矿 褐铁矿	钾长石 石英	钠长石 更长石	黑云母 萤石 磷灰石 榍石 锆石
角岩型	黄铁矿	辉钼矿 闪锌矿 磁铁矿	黄铜矿 白钨矿-钼钨矿 系列矿物	钾长石 斜长石 石英	黑云母 透辉石 阳起石 绿帘石	萤石 方解石
变辉长岩型	白钛石 钛铁矿 黄铁矿	辉钼矿	赤铁矿 黄铜矿 磁铁矿 白钨矿	角闪石 斜长石	透辉石 绢云母 绿帘石 钾长石 黑云母	方解石 磷灰石

测试单位:河南省地矿局第一地质调查队

钼、钨、铜、铝、锌、镍、铼等。可回收利用的有钼、铁、钨、硫等。

全矿区钼含量变化范围从0.030%~0.490%,一般为0.085%~0.147%,最高达10.240%,平均品位0.135%。不同类型矿石的含量差异亦大,矽卡岩型平均品位为0.147%,花岗岩型为0.149%,变辉长岩型为0.094%,角岩型为0.085%。富矿地段多分布在岩体上盘内接触带和花岗斑岩的强硅化带及岩体分枝处、外接触带、标志层上下等部位。

共生铁矿石常构成钼矿石中的夹石,一般品位在20%~30%之间,个别地段可达35%~40%,全区铁的平均品位为30.14%,属中低品位矿石;伴生铁矿仅赋存于矽卡岩型矿石中,块段平均品位最低为10.29%,最高为23.08%,平均为13.05%。

含钨矿物除少量白钨矿外大都是钼白钨矿和钨钼钙矿,量小且分布零星,其品位变化在0.05%~0.4%之间,多数品位低于0.1%,局部可达0.15%左右。

含硫矿物主要为黄铁矿,平均品位为1.49%,其中变辉长岩平均品位为2.36%,矽卡岩为1.36%,花岗斑岩为1.38%。

2.4.4 钼及共生有益组分的赋存状态

矿石中含钼矿物主要为辉钼矿、铁钼华、钼白钨矿、钨钼钙矿^①。辉钼矿是矿石中主要含钼有用矿物,分布于各种类型矿石中,主要形成于石英-硫化物阶段。多呈细脉-网脉状、薄膜状产出,少数呈星散状分布于脉的边部,可与石英、黄铁矿组成辉钼矿石英细脉和黄铁矿辉钼矿石英细脉,少数辉钼矿沿裂隙呈薄膜状分布,形成纯辉钼矿细脉。脉宽一般为1.5~15 mm,最宽可达50 mm,最窄0.2 mm。辉钼矿粒度细小,断面一般为0.015×0.05 mm²,粒度小于0.074 mm者占80%左右,主要为自形-半自形板状、薄板状。

磁铁矿:多呈细小半自形,平均粒径0.108毫米,个别达1毫米左右。在镁质矽卡岩内,磁铁矿有两种组合:一是斜(粒)硅镁石+金云母+磁铁矿;另一种是透闪石+透辉石+磁铁矿。前者磁铁矿具浸染状-密集浸染状构造;后者磁铁矿与透闪石、透辉石相间呈条纹状,形成条纹状磁铁矿透闪岩或条纹状透闪石磁铁矿。条纹具明显的揉皱构造。条

纹宽窄不一,细条纹往往不足1毫米。此外,还有少量磁铁矿呈尘状-微粒状分布于蛇纹石网脉内,是蛇纹石化的析出产物,还有少量磁铁矿是交代金云母、阳起石生成的。

白钨矿:经电子探针分析含钨矿物主要为钼钨矿系列的钼白钨矿和钨钼钙矿,其次为白钨矿。钼白钨矿和钨钼钙矿几乎全呈浸染状分布于镁质矽卡岩中,形成较早。而白钨矿主要与石英、黄铁矿、萤石等组成不同成分的细脉,出现在其它岩石中,形成较晚。

白钨矿发浅天蓝色萤光,呈它形粒状,其粒径两极值最大为5毫米,绝大部分小于0.15毫米,常与石英连生,部分与黄铁矿、萤石、辉钼矿相嵌;钼白钨矿和钨钼钙矿发黄色萤光,呈它形粒状,粒径一般0.04~0.2 mm,呈星散状分布于镁质矽卡岩中。

黄铁矿:是一种多世代矿物,可分布于各类型矿石和岩石中,主要形成于石英硫化物阶段,多呈浸染状和细脉状产出。细脉状黄铁矿从早到晚主要有:黄铁矿辉钼矿细脉、黄铁矿石英细脉、黄铁矿辉钼矿石英(钾长石)细脉、黄铁矿细脉,脉宽一般1~5 mm,少数12 mm,粒度多在1~5 mm之间。

3 结论

通过对河南栾川南泥湖钼矿田内三个超大型钼矿床的矿床成矿物质及其赋存状态进行总结分析,可以看出:①矿床的主要控矿条件为燕山期花岗岩体^②;②不同的岩体形成的矿种组合有一定区别,南泥湖-三道庄斑状二长花岗岩及斑状黑云花岗闪长岩形成钼钨组合矿床,而上房沟花岗斑岩岩体则形成钼铁组合矿床;③矿石自然类型:主要以细脉及网脉状构造为主^③,说明含矿热液是以贯入方式成矿,在与围岩接触时则很少有交代现象发生;④成矿物质赋存状态:主成矿元素钼以类质同象赋存于白钨矿中;钨以极小细粒的包体穿插分散于辉钼矿、透辉石、石榴石等金属、非金属矿物颗粒中。

参考文献:

- [1]游振东,邱家骧,周旬若,等.岩浆岩石学[M].北京:地质出版社,1980,140-151.

^①乔怀栋,许永仁,董有,等.洛南-豫西地区燕山期中酸性小岩体与钼矿成矿关系的研究.河南省地质科学研究所,1985.

- [2] 卢欣祥,尉向东,董有,等.小秦岭-熊耳山地区金矿特征与地幔流体[M].北京:地质出版社,2004,21-27.
- [3] 燕长海.东秦岭铅锌银成矿系统内部结构[M].北京:地质出版社,2004,44-45.
- [4] 曾绍金,张鹏远,潘毅昌,等.河南地质矿产志(下册)[M].郑州:中国展望出版社,1992,764-784.
- [5] 付治国,吕伟庆.河南汝阳东沟钼矿矿床地质特征及找矿因素研究[J].中国钼业,2005(2):15-21.
- [6] 付治国,宋要武,鲁玉红,等.东沟钼矿控矿地质条件及综合找矿信息[J].地质与勘探,2006(2):171-177.
- [7] 罗铭玖,张辅民,董群英,等.中国钼矿床[M].郑州:河南科学技术出版社,1991,119-131.

Study on the Ore-forming Substance Component in Nanihu Molybdenum Mine Field

WENG Ji-chang^{1,2}, FU Zhi-guo¹, HUANG Chao-yong¹, PAN Jun-zhan³

(1. No.2 Geoexploration Party of Henan Bureau of Geoexploration and Mineral Development, Xuchang 461000, China;

2. Henan Geological Survey, Zhengzhou 450007, China;

3. Xiuchang Building Exploration Design Institute, Xuchang 461000, China)

Abstract: Nannihu molybdenum ore field in Luanchuan County, Henan Province is one of huge size molybdenum ore fields in the world. Through the analysis and research of the ore-forming substance and distribute pattern of three huge deposits in the mine field, we reveal the molybdenum ore-forming material origin and ore-forming mechanism of the mine field, and provide a series of material object information for further prospecting the identical type molybdenum deposit. Nannihu molybdenum mine field is the important component part of the East Qinling-Dabie mountain ore-forming belt, in which the ore-forming material occurrence state of skarns-porphyry molybdenum deposit is the representative in regional district.

Key word: molybdenum mine field; Huge molybdenum ore deposit; ore-forming material; occurrence state; Nannihu