

河南某矽卡岩型高泥质难选钨钼矿工艺矿物学

蒋英, 李波, 王洪岭, 李美荣, 吴迪, 张莉莉

(广东省科学院资源利用与稀土开发研究所, 稀有金属分离与综合利用国家重点实验室,
广东省矿产资源开发和综合利用重点实验室, 广东 广州 510650)

摘要: 这是一篇工艺矿物学领域的论文。陕西某矽卡岩型钨钼矿矿石类型多样、钨钼品位变化大, 精矿品位与回收率较难提高。本文通过显微镜观察、X 射线衍射仪、扫描电镜能谱仪及矿物自动检测仪等分析技术, 对该矿的物质组成、目的矿物嵌布特征、有价元素赋存状态等工艺矿物学参数进行了系统的研究, 探索优化了选矿工艺方案。研究表明, 该矿石中有价元素为钨和钼, 目的矿物主要为白钨矿和辉钼矿, 以皂石和蒙脱石为主的黏土矿物等含量较高, 是影响钨钼浮选回收的主要有害矿物。白钨矿以粗~中粒嵌布为主, 辉钼矿属于中~细粒不均匀嵌布类型, -0.02 mm 难选粒级占有率高达 31%, 需要细磨才能单体解离。采用浮选分别回收矿石的辉钼矿和白钨矿, 预计钼、钨精矿的理论品位分别为 58% 和 67%, 理论回收率分别为 76% 和 92% 左右。选矿工艺通过调整药剂制度, 加强了对皂石、蒙脱石等易浮易泥化黏土矿物的分散与抑制, 减少了其对钨、钼回收的影响。

关键词: 高泥质难选钨钼矿; 嵌布粒度; 赋存状态; 工艺矿物学

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2023.03.032

中图分类号: TD982 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2023) 03-0192-07

钨、钼是非常重要的战略性稀有金属, 被广泛应用于钢铁、化工、电气、电子技术、医药和农业、航天航空等领域^[1-2]。我国钨、钼资源相对丰富, 规模以大型、中型为主, 但随着钨、钼资源的不断开采消耗, 易采、易选的钨、钼矿资源量逐年减少, 如何实现低品位、组成复杂的难选钨、钼资源高效开发利用显得越来越重要^[3]。

河南某斑岩-矽卡岩型钨钼矿位于世界最大钼成矿带——东秦岭多金属成矿带上一个特大级钨钼多金属矿床^[4-5]。目前普遍认为该矿床为岩浆-热液成因, 成矿物质来源于燕山期南泥湖斑岩体, 岩体内外接触带经热变质和接触交代作用发生矿化蚀变, 钨钼矿矿石类型主要为角岩型、矽卡岩型和斑岩型^[6-7]。该矿床矿物组成复杂, 矿物之间嵌布关系多样, 在不同矿石类型中, 矿物种属和含量变化较大。矿石主要有用金属矿物有辉钼矿、白钨矿、钼钙矿等, 其他金属矿物有黄铁矿、磁黄

铁矿、钛铁矿等^[4]。但是随着该矿不断开采, 矿石性质发生变化, 矿泥含量较高, 造成选矿难度较大, 严重影响了钼、钨的回收。为了查清矿石中钨、钼的赋存状态, 以提高钨、钼的选矿回收率, 本文详细研究了该钨钼矿的工艺矿物学性质, 为选矿工艺的设计提供了理论依据。

1 实验方法

本次研究的样品取自该高泥质难选钨钼矿, 从矿样中选择具有代表性块状矿石样制成光片, 显微镜下观测目的矿物的嵌布特征与粒度, 其余样品经破碎、混匀、筛分(筛孔尺寸为 2 mm)后, 再混匀缩分制成实验样品备用。多元素化学分析样品研磨至 -0.074 mm , MLA 矿物自动检测样分为四级后制成树脂光片, 单矿物分析在 $-43\text{ }\mu\text{m}$ 完成最后提纯。单矿物挑选主要通过控制场强对各矿物进行磁选分离, 磁选分离得到的粗选单矿

收稿日期: 2021-09-14; 修回日期: 2021-10-15

基金项目: 广东省科学院专项资金项目(2022GDASZH-2022010104, 2023GDASZH-2023010104)

作者简介: 蒋英(1987-), 女, 工程师, 博士, 研究方向为工艺矿物学。

通信作者: 王洪岭(1985-), 男, 高级工程师, 研究方向为矿物加工工程。

物经淘洗、双目镜下挑选得到最终单矿物。嵌布粒度通过显微镜下测定矿石光片中目的矿物的工艺粒度。用于XRD分析的黏土矿物制备采用沉降法^[8]，通过计算得到20℃条件下10 μm颗粒沉降所需要的时间，待静置完成抽取上层悬浮液用于分析检测。

样品多元素化学分析采用火焰原子吸收分光光度计，矿物组成定量分析、矿物嵌布状态及矿

物能谱分析采用矿物自动分析仪 MLA 650 系统，该系统联合 FEI Quanta 650 扫描电镜、Bruker XFlash5010 能谱仪以及 MLA 软件 3.1 版本进行分析。XRD 实验采用 Empyrean 锐影 X 射线衍射仪。

2 分析结果与讨论

2.1 原矿物质组成

原矿化学成分分析结果见表1。

表1 原矿化学成分分析结果/%
Table 1 Chemical composition of raw ore

WO ₃	Mo	CaF ₂	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	S	Cu	Zn
0.105	0.067	2.03	47.58	17.48	19.59	5.09	2.07	1.18	0.55	0.44	0.27	0.21	1.70	0.02	0.01

原矿 X 射线衍射结果表明，该矿石主要矿物为钙铁榴石和石英，其次为黏土矿物，包括皂石和蒙脱石。

原矿的全矿物定量检测结果见表2。从表2结果可以看出，原矿主要由钨矿物、钼矿物、铁氧化物、金属硫化物及脉石矿物组成。钨矿物为白

钨矿；钼矿物以辉钼矿为主，微量钼钙矿；铁氧化物主要为磁铁矿；金属硫化物以黄铁矿为主。脉石矿物以石榴石、石英为主，其次为长石、辉石、黏土矿物和碳酸盐矿物等。其中磁性脉石矿物合约53%，非磁性脉石矿物合约40%。黏土矿物含量较高，约为8%，以皂石和蒙脱石为主。

表2 原矿矿物组成及含量/%
Table 2 Mineral composition of raw ore

白钨矿	钼钙矿	辉钼矿	黄铁矿	磁黄铁矿	黄铜矿	斑铜矿	辉铜矿	闪锌矿
0.151	0.003	0.088	2.531	0.165	0.032	0.005	0.008	0.010
方铅矿	磁铁矿	褐铁矿	石英	长石	云母	辉石	石榴石	角闪石
0.002	1.065	0.299	17.891	6.229	1.276	6.618	44.599	0.900
阳起石	绿帘石	绿泥石	滑石	皂石	蒙脱石	伊利石	高岭石	沸石
0.347	0.659	0.960	0.401	4.709	1.840	0.186	0.326	0.634
葡萄石	萤石	方解石	白云石	菱铁矿	榍石	磷灰石	其他	合计
0.105	1.047	5.363	0.107	0.130	0.351	0.447	0.516	100.000

2.2 矿石结构构造与主要矿物嵌布特征

该矿矿化蚀变作用十分强烈，以长英角岩、矽卡岩、透辉石斜长石角岩、硅灰石石榴子石角岩为主。在不同矿石类型中，钨钼矿石主要结构为自形-半自形粒状结构、交代-交代残余结构、包含结构、充填结构。①自形-半自形粒状结构：自形-半自形粒状白钨矿、黄铁矿等分布在脉石中；辉钼矿多呈自形-半自形晶，少数呈他形晶，以鳞片状、片状，部分以多个晶体聚集成束状、放射状。②交代-交代残余结构：钼钙矿交代辉钼矿，辉钼矿呈残余状分布在钼钙矿中；黄铁矿被褐铁矿交代，呈交代残余；斑铜矿交代黄铁矿，边部再被褐铁矿交代，构成不规则交代残余结构。③包含结构：部分黄铁矿、磁黄铁矿中包裹有细

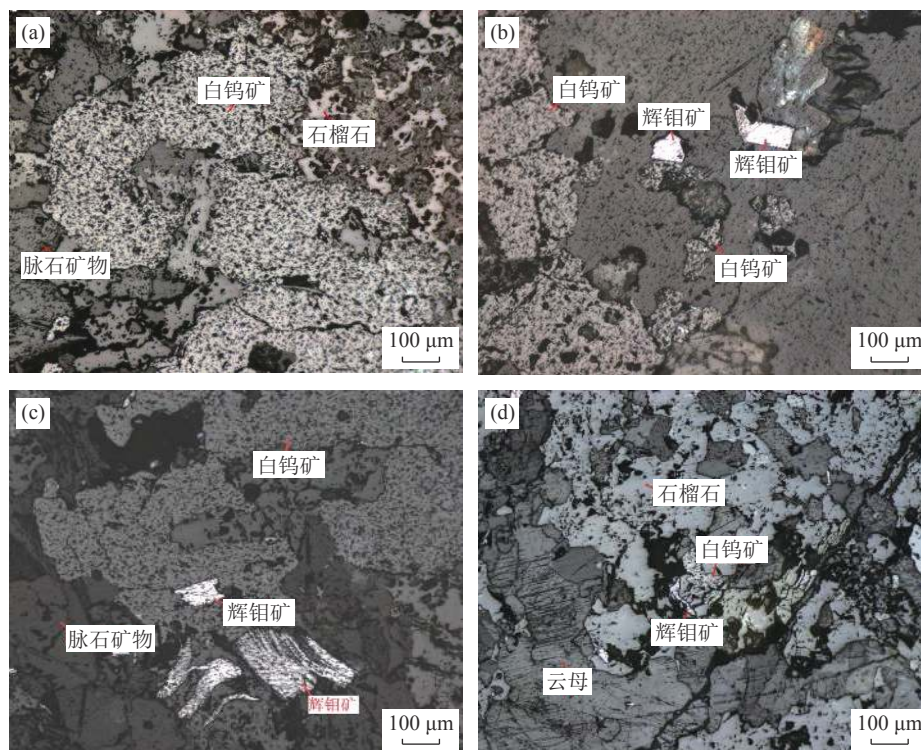
粒的黄铜矿；部分白钨矿中包含辉钼矿。④充填结构：黄铁矿充填于辉钼矿间隙中。

矿石构造主要为细脉状构造、浸染状构造、细脉浸染状构造、块状构造等。①细脉状构造：辉钼矿与石英、钾长石及方解石、沸石等构成辉钼矿石英脉；白钨矿、黄铁矿与钾长石、萤石、方解石、石英等以不同的组合构成细脉。②细脉浸染状构造：零星辉钼矿呈断续脉状、细脉状产出，呈浸染状分布于脉石矿物中；黄铁矿等金属矿物沿裂隙呈细脉状分布于脉石中。③浸染状构造：白钨矿与黄铁矿、辉钼矿呈星散状分布于脉石矿物中。④块状构造：黄铁矿等硫化物较均匀地分布在矿石中呈块状构造。

(1) 白钨矿 CaWO₄

白钨矿为矿石中最主要的钨矿物。矿石中白钨矿具有较完整的晶体形状，呈四方双锥状或等轴粒状，以浸染状和细脉状分布。显微镜下白钨矿主要呈较粗大的自形-半自形晶分散嵌布于石榴

石、石英等脉石矿物中，常与辉钼矿关系密切，彼此镶嵌、穿插、包裹连生（图 1）；部分白钨矿呈较小的不规则状嵌布于钙铁榴石、石英、透辉石等脉石矿物中（图 1）。



(a) 白钨矿呈粗粒半自形粒状嵌布于石榴石等脉石矿物中；(b) 较粗粒自形片状辉钼矿与半自形粒状白钨矿连生，呈浸染状嵌布于脉石矿物中；(c) 自形片状辉钼矿聚集成束状，与半自形粒状白钨矿连生，嵌布于脉石矿物中；(d) 他形粒状白钨矿与片状辉钼矿呈浸染状嵌布于石榴石与云母中，嵌布粒度微细。

图 1 主要矿物显微镜下嵌布特征

Fig.1 Microscopic disseminated characteristics of the main minerals

白钨矿化学成分能谱检测结果显示其平均含 WO_3 为 67.95%，CaO 为 20.81%，普遍含钼，平均含 Mo 为 7.42%，含少量铁，平均 FeO 为 0.12%。钼以类质同象进入白钨矿晶格。白钨矿单矿物化验结果平均含 WO_3 为 67.31%，Mo 7.14%。

(2) 辉钼矿 MoS_2

辉钼矿是该矿石中最主要的钼矿物，多呈浸染状或细脉充填分布。粒度大小不均，主要呈自形叶片状或挠曲叶片状聚集成束状、放射状、团块状或呈浸染状和细脉存在，嵌布于石榴石、石英、云母等脉石矿物中，常与白钨矿连生（图 1）。

辉钼矿化学成分能谱检测结果显示其平均含 Mo 59.66%，S 39.83%，含有少量的铁、铝、硅、钙、镁等杂质。辉钼矿单矿物化验结果平均含 Mo 58.47%。

(3) 钼钙矿 CaMoO_4

钼钙矿为辉钼矿氧化蚀变形成的次生产物，钼钙矿由外向内交代辉钼矿，交代完全的仅保留其形态，不完全的呈残余结构。矿石中钼钙矿含量极少。钼钙矿化学成分能谱检测结果显示其平均含 Mo 43.38%， WO_3 5.82%，普遍含少量铁、铝、硅。

2.3 目的矿物的嵌布粒度

矿石中主要目的矿物白钨矿与辉钼矿的嵌布粒度测定结果见图 2。原矿中白钨矿嵌布粒度较粗，以粗~中粒嵌布为主，绝大部分嵌布粒度范围介于 1.28~0.04 mm 之间，+0.02 mm 适宜浮选粒级占有率约为 99%。

辉钼矿属于中~细粒不均匀嵌布，嵌布粒度主要分布于 -0.16 mm 的粒级范围内，-0.01 mm 难选粒级占有率较高，约占 31%，需要细磨才能单体解离，但细磨易造成泥化，且矿石中皂石、蒙

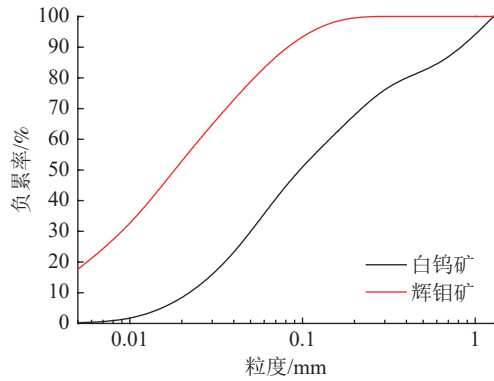


图2 目的矿物的粒度分布
Fig.2 Size distribution of the aimed minerals

脱石等黏土矿物含量较高，这将给矿石的分选带来一定困难。

2.4 原矿筛分实验

缩取原矿-2 mm 代表性样品进行筛分实验，得到原矿中钼、钨的金属分布，结果见表3。可以看出，原矿中0.2~1.5 mm 粗粒级和-0.045 mm 细粒级产率较高，钼、钨金属品位整体具有向细粒级中逐渐升高的特征，二者在各粒级中分布基本同步，呈现不均匀分布的特征，但均在-0.045 mm 细粒级分布率最高。以上特征表明该矿石易泥化，部分钼、钨金属易富集于细粒级产品中从而影响其回收率。

表3 原矿筛分实验结果 Table 3 Screening test results of raw ore					
粒级/mm	产率/%	品位/%		分布率/%	
		Mo	WO ₃	Mo	WO ₃
+1.5	7.28	0.041	0.110	4.53	7.30
-1.5+1.0	27.59	0.042	0.080	17.57	20.12
-1.0+0.6	15.55	0.042	0.093	9.90	13.18
-0.6+0.2	16.76	0.057	0.094	14.49	14.36
-0.2+0.1	3.36	0.094	0.110	4.78	3.36
-0.1+0.075	3.54	0.138	0.150	7.41	4.84
-0.075+0.045	7.69	0.136	0.170	15.87	11.92
-0.045	18.24	0.092	0.150	25.45	24.93
合计	100.00	0.066	0.110	100.00	100.00

2.5 目的矿物的解离度

对原矿开展了磨矿细度实验，目的矿物辉钼矿和白钨矿的解离度测定结果见表4。结果表明，在原矿磨矿细度-0.075 mm 62.44% 时，辉钼矿与白钨矿的解离度较高，分别为93.76%和95.05%，说明在该磨矿细度下能够较好的回收钨和钼。

2.6 主要元素在矿石中的赋存状态

为确定矿石中有价金属钼、钨的理论品位和

表4 辉钼矿和白钨矿的解离度测定结果 Table 4 Liberation degree of scheelite and molybdenite							
粒级/mm	产率/%	品位/%		回收率/%		解离度/%	
		Mo	WO ₃	Mo	WO ₃	辉钼矿	白钨矿
+0.2	2.01	0.060	0.042	1.74	0.80	92.98	37.24
-0.2+0.1	21.20	0.110	0.034	33.67	6.79	88.44	85.09
-0.1+0.075	14.36	0.056	0.089	11.61	12.04	93.07	89.41
-0.075+0.045	17.58	0.058	0.110	14.73	18.23	95.00	94.85
-0.045+0.02	25.28	0.060	0.190	21.90	45.27	97.38	97.39
-0.02+0.01	8.07	0.059	0.099	6.88	7.53	99.15	99.58
-0.01	11.51	0.057	0.086	9.47	9.33	99.41	99.87
合计	100.00	0.069	0.106	100.00	100.00	93.76	95.05

表5 钼、钨在各矿物中的分布 Table 5 Distribution of molybdenum and tungsten in minerals					
矿物	矿物含量/%	元素含量/%		分布率/%	
		Mo	WO ₃	Mo	WO ₃
辉钼矿	0.088	58.47	/	76.82	/
钼钙矿	0.003	43.42	5.82	1.94	0.16
白钨矿	0.151	6.74	67.31	15.19	92.19
磁性脉石	53.651	0.0038	0.0081	3.04	3.94
非磁性脉石	33.313	0.0022	0.0023	1.09	0.70
黏土矿物	8.507	0.015	0.039	1.91	3.01
其他	4.287	/	/	/	/
合计	100.000	0.067	0.110	100.00	100.00

理论回收率，对有价值元素钼、钨的赋存状态进行研究，钼、钨在各矿物中的分布结果见表5。

从表5可知，矿石中钼主要赋存于辉钼矿和白钨矿中。辉钼矿中钼占原矿总钼76.82%，赋存于白钨矿中的钼占原矿总钼15.19%，钼钙矿中的钼占1.94%，分散于磁性脉石、黏土矿物和非磁性脉石脉石矿物中钼分别占原矿总钼3.04%、1.91%和1.09%。因此，原矿中硫化钼的理论品位为58%，理论回收率约76%；氧化钼的理论品位为7.45%，理论回收率约17.13%。

矿石中钨主要以白钨矿矿物形式存在，其钨占原矿总钨92.19%，钼钙矿中钨仅占原矿总钨0.16%，分散于磁性脉石、黏土矿物和非磁性脉石脉石矿物中钨分别占原矿总钨3.94%、3.01%和0.7%。因此，从原矿中分选白钨矿，钨精矿的理论品位为67%，理论回收率约92%。

2.7 影响选矿的矿物学因素分析

(1) 辉钼矿的影响

辉钼矿作为矿石中最主要的钼矿物，嵌布粒度主要分布于-0.16 mm 的粒级范围内，-0.01 mm 难选粒级占有率较高，约占31%，需要细磨才能单体解离。但细磨易造成泥化，且矿石中辉钼矿

与脉石矿物紧密共生，这将给矿石的分选带来一定困难。因此在选矿过程中，细粒级辉钼矿易随泥质进入尾矿，进而影响钼的回收率。

(2) 脉石矿物的影响

矿石中黏土矿物含量较高，约为 8%，以皂石和蒙脱石为主，这类矿物在选矿过程中易浮，在磨矿过程中易泥化，是影响钼浮选回收的主要有害矿物，因此该矿属于高泥难选钼钨矿。在选矿过程中需加强对这些易浮易泥化脉石矿物的分散与抑制，进而减少其对钼、钨回收的影响。此外，由于该矿的脉石矿物中钨、钼理论分布率合计分别占 7% 和 6%，这部分的钨、钼将损失在尾矿中，影响钨、钼回收率。

(3) 白钨矿的影响

矿石中白钨矿含钼，钼含量平均为 6.74%，这部分钼主要以类质同象替换形式存在于白钨矿晶格中。钼的平衡分布结果显示钼主要赋存于辉钼矿中，但仍有约 15% 的钼赋存于白钨矿中。这部分白钨矿中赋存的氧化钼将进入浮钼尾矿中，从而导致硫化钼的回收率降低。

2.8 选矿探索实验

基于以上工艺矿物学研究结果，选矿实验采用了“先浮钼再浮钨”的工艺流程。针对该矿石的高泥质性质，主要针对钼钨进行了较为详细的探索实验研究，包括药剂制度实验和闭路实验，实验的原则流程见图 3，浮选闭路实验指标见表 6。

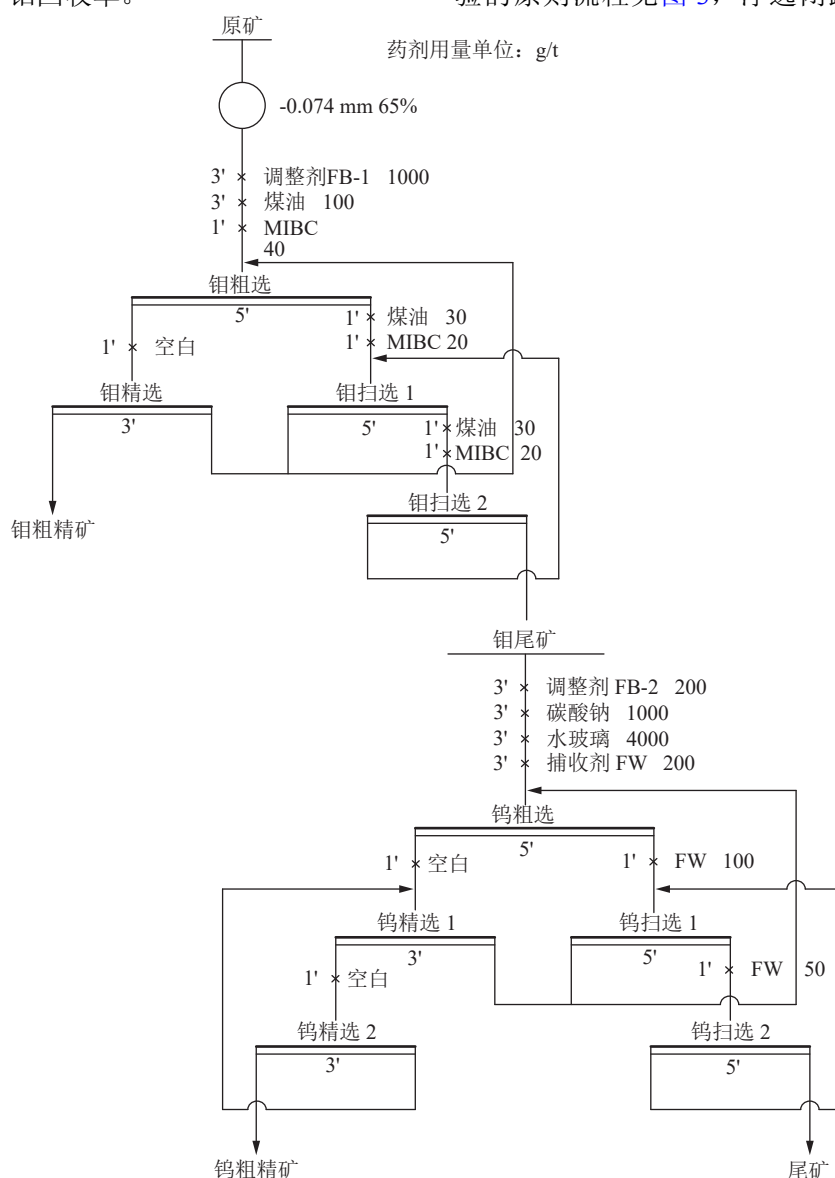


图 3 钼钨浮选实验原则流程

Fig.3 Principle flowsheet of molybdenum and tungsten flotation

对含 Mo 品位 0.067%、WO₃ 品位 0.105% 的原矿，闭路实验获得的钼粗精矿含 Mo 品位 8% 以上、钼回收率 73.27%，获得钨粗精矿含 WO₃ 品位 3.35%，钨的回收率为 82.31%，实现了该高泥质难选钨钼矿有效综合回收。

表6 钼钨浮选闭路实验指标
Table 6 Closed circuit indexes of molybdenum and tungsten flotation exploration test

产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
		Mo	WO ₃	Mo	WO ₃
钼粗精矿	0.59	8.32	0.193	73.27	1.09
钨粗精矿	2.58	0.338	3.35	13.00	82.31
尾矿	96.83	0.0095	0.018	13.73	16.60
原矿	100.00	0.067	0.105	100.00	100.00

3 结 论

(1) 该矿为赋存于矽卡岩中的钨钼矿床，矿石中目的矿物主要为白钨矿和辉钼矿，主要金属硫化物为黄铁矿，脉石矿物主要为石榴石、石英等，以皂石和蒙脱石为主的黏土矿物是影响钨钼浮选回收的主要有害矿物，因此该矿属于高泥难选钨钼矿。

(2) 白钨矿以粗~中粒嵌布为主，+0.02 mm 适宜浮选粒级占有率约为 99%；辉钼矿属于中~细粒不均匀嵌布类型，主要分布于-0.16 mm 的粒级范围内，-0.01 mm 难选粒级占有率高达 31%，需要细磨才能单体解离，但细磨易造成泥化，给矿石的分选带来一定困难。

(3) 矿石中钨主要以白钨矿矿物形式存在，从原矿中分选白钨矿，钨精矿的理论品位为 67%，理论回收率约 92%；矿石中钼主要赋存于辉钼矿中，从原矿中分选辉钼矿，钼精矿的理论品位为 58%，理论回收率约 76%，白钨矿中赋存的约 15% 氧化钼将进入浮钼尾矿。

(4) 矿石中皂石、蒙脱石等黏土矿物含量较高，这类矿物在选矿过程中易浮，在磨矿过程中易泥化，因此在选矿过程中需通过药剂制度加强对这些易浮易泥化脉石矿物的分散与抑制，进而减少其对钨、钼回收的影响。

参考文献：

[1] 蒋英, 梁冬云, 李波. 湖南某低品位钨矿工艺矿物学研

究[J]. 中国钨业, 2019, 34(4):20-25.

JIANG Y, LIANG D Y, LI B. Progress mineralogy study on a low grade tungsten ore deposit in Hunan[J]. China Tungsten Industry, 2019, 34(4):20-25.

[2] 张兴旺, 孙志勇. 陕西某钼矿工艺矿物学研究[J]. 矿产综合利用, 2021(5):186-192.

ZHANG X W, SUN Z Y. Study on process mineralogy of a molybdenum ore in Shaanxi Province[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2021(5):186-192.

[3] 彭如清. 中国钨钼资源现状与对外贸易态势[J]. 中国钨业, 2002, 26(4):3-7.

PENG R Q. The situation of China tungsten- molybdenum resources and trade[J]. China Molybdenum Industry, 2002, 26(4):3-7.

[4] 崔延遂, 卞孝东, 郭俊刚, 等. 河南栾川三道庄钼矿工艺矿物学研究[J]. 矿产保护与利用, 2011(1):36-39.

CUI Y S, BIAN X D, GUO J G, et al. A study on the process mineralogy of Sandaozhuang molybdenum ore from Luanchuan in Henan Province[J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2011(1):36-39.

[5] 向君峰, 毛景文, 裴荣富, 等. 南泥湖—三道庄钼(钨)矿的成岩成矿年龄新数据及其地质意义[J]. 中国地质, 2012, 39(2):458-473.

XIANG J F, MAO J W, PEI R F, et al. New geochronological data of granites and ores from the NannihuSandaozhuang Mo(W) deposit[J]. Geology in China, 2012, 39(2):458-473.

[6] 韩江伟, 云辉, 胡红雷, 等. 河南栾川矿集区深部钨钼矿体特征及资源预测[J]. 金属矿山, 2020(11):141-151.

HAN J W, YUN H, HU H L, et al. Deep ore characteristics of Luanchuan ore concentration area and resource prediction in Henan Province[J]. Metal Mine, 2020(11):141-151.

[7] 何亚清, 张衡, 曹渊, 等. 河南省栾川县三道庄钼矿深部找矿前景浅析[J]. 中国钨业, 2020, 44(3):9-13.

HE Y Q, ZHANG H, CAO Y, et al. Prospect for deep prospecting of Sandaozhuang molybdenum mine in Luanchuan County[J]. China Molybdenum Industry, 2020, 44(3):9-13.

[8] 赵德博, 万世明, 沈兴艳, 等. 海洋沉积物中黏土矿物的两种提取方法的对比[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2015, 35(5):173-181.

ZHAO D B, WANG S M, SHEN X Y, et al. A disscussion on methology to extract clay minerals from marine sediments[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2015, 35(5):173-181.

Process Mineralogy Study on a Skarn Type High Argillaceous Refractory Tungsten-Molybdenum Ore Deposit in Henan

Jiang Ying, Li Bo, Wang Hongling, Li Meirong, Wu Di, Zhang Lili

(Institute of Resources Utilization and Rare Earth Development, Guangdong Academy of Sciences, State Key Laboratory of Rare Metals Separation and Comprehensive Utilization, Guangdong Provincial Key Laboratory of Development & Comprehensive Utilization of Mineral Resources, Guangzhou, Guangdong, China)

Abstract: This is a paper in the field of process mineralogy. A silica-type tungsten and molybdenum mine in Shaanxi has diverse ore types and large variations in tungsten and molybdenum grades, and it is difficult to improve the concentrate grade and recovery. Multiple technics including microscopic observation, X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscope energy dispersive spectrometer(SEM-EDS) and mineral liberation analyser (MLA) were adopted to study the mineral compositions, dissemination characteristics of target minerals and the distributions of valuable elements of the ore, and the beneficiation process scheme was explored and optimized. The results show that the valuable elements are tungsten and molybdenum, and the main target minerals are scheelite and molybdenite. The content of clay minerals such as soapstone and montmorillonite is high, which are the main harmful minerals affecting the flotation recovery of tungsten and molybdenum. Scheelite is mainly coarse- to medium-grained, and molybdenite is medium- to fine-grained. The proportion of -0.02 mm refractory particle size of molybdenite is up to 31%, which requires fine grinding to be liberated. The theoretical grade of molybdenum and tungsten concentrate by flotation of molybdenite and scheelite is expected to be 58% and 67%, and the theoretical recovery is about 76% and 92%, respectively. By adjusting the reagent system, the dispersion and inhibition of clay minerals such as saponite and montmorillonite, which are easy to float and slime, was strengthened in the beneficiation process, reducing the influence on the recovery of tungsten and molybdenum.

Keywords: High argillaceous refractory tungsten-molybdenum ore deposit; Disseminated grain size; Occurrence state; Process mineralogy