

非洲某风化伟晶岩型钽铌矿石工艺矿物学及可选性研究

李美荣, 李波, 梁冬云, 孟庆波, 洪秋阳

(广东省资源综合利用研究所, 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: 采用矿物自动定量分析系统 (MLA) 与传统工艺矿物学研究手段相结合的方法对非洲某风化伟晶岩型钽铌矿石进行全面详细的工艺矿物学研究。结果表明, 该矿石为钽铌稀有金属矿石, 钽铌主要赋存于钽铌锰矿和细晶石中, 矿物中钽和铌的分布率分别为 84.90% 和 76.30%, 伴生元素锂主要赋存于云母中, 矿物中锂的分布率为 74.34%。根据该矿石部分泥化、钽铌矿物嵌布粒度粗、矿物密度差异明显等特点, 制定了预先洗矿 - 分级螺旋粗选 - 再磨摇床精选 - 云母浮选的选矿原则流程, 实现了资源的综合利用。

关键词: 钽铌矿石; 工艺矿物学; 可选性研究

doi: 10.3969/j.issn.1000-6532.2020.06.023

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2020) 06-0135-07

稀有金属钽和铌作为高新技术产业的关键元素, 是现代尖端电子、航空航天、医疗和军事装备等工业中不可或缺的重要金属原料, 很多钽铌产品均没有可替代品^[1]。在我国, 钽铌资源较为短缺, 具有矿石品位低、嵌布粒度细而分散、多金属伴生、钽铌矿床区域分布集中等突出特点, 导致我国钽铌的对外依存度超过 80%^[2]。为避免国内钽铌资源开发带来的矿山环境污染和市场竞争风险, 应限制开采国内相对品位较低的钽铌矿, 着眼于全球钽铌资源的开发利用, 借助“一带一路”倡议, 鼓励国内企业不断开拓国外市场, 积极主导或参与国外大型矿山的勘查开发, 这对于调节国内钽和铌的生产和供应具有重要意义^[1]。目前研究涉及的国外钽铌资源主要为澳大利亚富含锂钼钽铌伟晶岩矿床、巴西和加拿大碱性岩 - 碳酸岩型特大型铌矿床以及刚果(金) 风化残积型花岗伟晶岩矿床。

本文采用矿物自动定量分析系统 (MLA) 与

传统工艺矿物学研究手段相结合的方法对非洲某风化伟晶岩型钽铌矿石进行全面详细的工艺矿物学研究。传统的工艺矿物学研究主要包括偏反光显微镜观察鉴定、X- 射线荧光光谱元素分析和化学多元素分析、X- 射线衍射光谱物相分析、重砂分析以及单矿物分选等手段。

单矿物分选是指利用人工重砂、磁选、浮选、化学溶解和镜下精拣等方法进行目的矿物的提纯分离, 是研究稀有金属矿的重要手段, 特别对于分散的稀有金属元素赋存状态的查定尤其重要。利用提取分离单矿物来查明有用有害元素在矿石中的赋存状态, 一方面可有效避免能谱化学成分分析过程中对于轻元素矿物 (如锂铍矿物) 和含水或结合水矿物 (如云母) 的检测盲区, 弥补微区分析代表性不足的缺陷, 另一方面, 单矿物分选过程实质上是选矿分离的极限状态, 对于选矿的指导作用更能贴合实际、明确合理。

收稿日期: 2019-07-01

基金项目: 难处理稀有、稀有金属矿产资源高效利用与产业化; 广东省科学院实施创新驱动发展能力建设专项资金项目 (2017GDASCX-0301) 资助

作者简介: 李美荣 (1990-), 女, 硕士, 主要从事工艺矿物学研究工作。

1 试 验

矿样取自非洲某地区, 是各矿层多个样品组合而成的综合矿样, 矿样经晾晒、捡块、破碎、混匀、缩分得到试验所需样品, 并保留备样。试验采用切片机、单盘磨片机、自动电子液压镶嵌机、研磨抛光给液系统、三头研磨机进行制样; 采用矿物自动定量分析系统、扫描电子显微镜、X-射线衍射仪、X-射线荧光光谱仪、电感耦合等离子光谱仪、原子吸收分光光度计结合化学分析手段进行化学成分和矿物组成分析; 采用偏光显微镜、

体视显微镜、电磁分选机结合单矿物分离手段进行矿物嵌布特征、元素赋存状态以及矿石可选性研究^[6-7]。

2 结果与讨论

2.1 矿石矿物学特性

2.1.1 矿石化学成分

采用 X-射线荧光光谱仪、原子吸收分光光度计、电感耦合等离子质谱仪结合化学溶解滴定的方法得到原矿多元素分析结果见表 1。

表 1 原矿样品多元素化学分析结果 / %
Table 1 Multi-element chemical analysis results of the ore

Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	Li ₂ O	Rb ₂ O	Cs ₂ O	BeO	Sn	P ₂ O ₅	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	FeO
0.028	0.010	0.30	0.12	0.036	0.030	0.013	0.32	0.04	0.05	19.16	76.86	0.09	1.29	1.18

可以看出, 该矿石为钽、铌稀有金属矿石, 并伴生有锂、铍、铷和锡等多种稀有金属。

结合偏反光显微镜鉴定、X-射线衍射物相分析和 MLA 矿物定量检测得到原矿矿物组成结果见表 2。

2.1.2 矿石矿物组成

表 2 原矿矿物组成及含量
Table 2 Mineralogical composition results of the ore

矿物	钽铌锰矿	细晶石	锡锰钽矿	锡石	磷锂铝石	锂绿泥石	白云母	锂云母
含量 / %	0.0288	0.0105	0.0001	0.0132	0.4865	0.4728	4.1923	4.3778
矿物	绿柱石	石英	高岭土	长石	电气石	褐铁矿	硫化物	其他
含量 / %	0.2812	54.9916	32.3936	1.2762	0.4980	0.1701	0.0109	0.7964

可以看出, 矿石中钽铌矿物以钽铌锰矿和细晶石为主, 少量锡锰钽矿; 锂矿物含量较少, 包括磷锂铝石和锂绿泥石, 以及含锂矿物锂云母和白云母; 少量铍矿物, 以绿柱石为主; 脉石矿物以石英和高岭土为主, 少量长石、电气石等。

2.1.3 主要矿物嵌布特征

(1) 钽铌锰矿

该矿石中的钽铌锰矿属于富锰系列的钽锰矿-铌锰矿, 其嵌布粒度一般为 0.02 ~ 0.32 mm (见表 3)。

表 3 主要有用矿物的嵌布粒度结果
Table 3 Disseminated size results of major valuable minerals

粒级 / mm	钽铌锰矿		细晶石		磷锂铝石		锂绿泥石	
	含量 / %	累积 / %	含量 / %	累积 / %	含量 / %	累积 / %	含量 / %	累积 / %
-0.64+0.32	/	/	22.21	22.21	/	/	/	/
-0.32+0.16	15.25	15.25	32.08	54.29	2.50	2.50	1.32	1.32
-0.16+0.08	31.54	46.79	21.28	75.57	28.68	31.18	14.50	15.81
-0.08+0.04	29.89	76.68	14.04	89.61	21.31	52.48	16.81	32.63
-0.04+0.02	14.84	91.52	6.79	96.40	13.55	66.04	18.51	51.13
-0.02+0.01	6.33	97.85	2.31	98.71	16.15	82.19	15.15	66.28
-0.01	2.15	100.00	1.29	100.00	17.81	100.00	33.72	100.00
合计	100.00	/	100.00	/	100.00	/	100.00	/

能谱分析矿物中含 Ta_2O_5 30.89% ~ 69.68%, Nb_2O_5 13.73%~50.03%, MnO 10.92% ~ 16.55%, FeO 0.77% ~ 4.64%, 并含有少量锡和钛等杂质; 矿物呈暗黑红至黄棕色, 金刚光泽至半金属光泽, 透明至不透明, 颗粒多见呈板状、块状或不规则粒状。矿石中常见钽锰矿与铌锰矿交代连生形成钽铌锰矿共生体, 大部分钽铌锰矿嵌布于石英、云母和高岭土矿物内部裂隙或者粒间, 少数呈短柱状或微细粒包裹体嵌布于云母和石英等脉石矿物中 (图 1)。

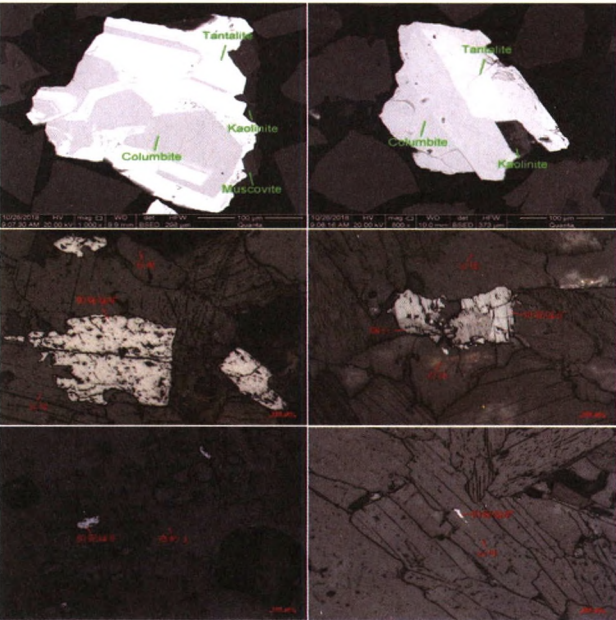


图 1 矿石中钽铌锰矿的嵌布状态
Fig. 1 Disseminated state of magnanotantalite and manganocolumbite

(2) 细晶石

该矿石中的细晶石为钽的主要矿物之一, 其嵌布粒度一般为 0.04 ~ 0.64 mm (见表 3), 能谱分析矿物中含 Ta_2O_5 71.71 ~ 76.91%, Nb_2O_5 3.58% ~ 8.56%; 矿物呈黄褐色, 玻璃光泽, 半透明, 颗粒多见呈不规则粒状, 碎裂结构。矿石中常见细晶石呈不规则粒状嵌布于石英和云母颗粒间隙, 局部可见细晶石与钽铌锰矿交代连生, 少数呈细粒嵌布于脉石中 (图 2)。

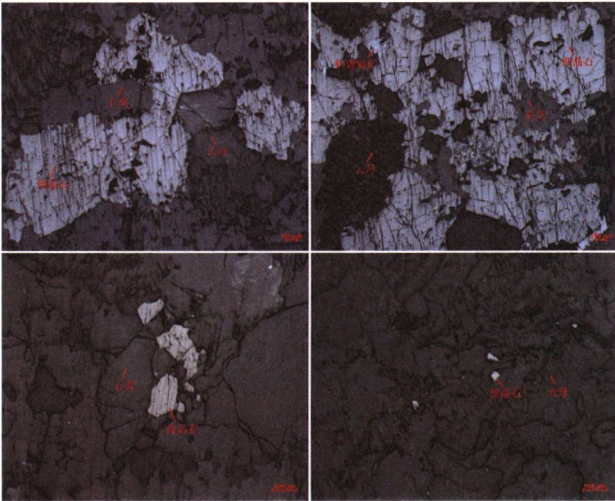


图 2 矿石中细晶石的嵌布状态
Fig. 2 Disseminated state of microcline

(3) 磷锂铝石

该矿石中的磷锂铝石是锂的赋存矿物之一, 其嵌布粒度一般为 -0.16 mm (见表 3); 矿物颜色呈微带黄色的灰白色或粉红色, 玻璃光泽或油脂光泽; 颗粒常呈板状或粒状, 可见与纤磷钙铝石共生, 偶尔与云母、高岭土等连生 (图 3)。

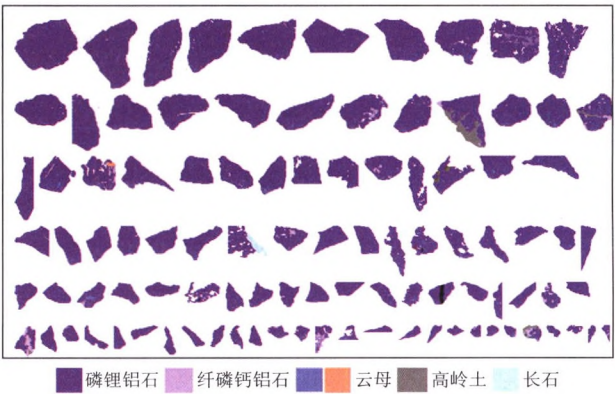


图 3 矿石中磷锂铝石的嵌布状态
Fig. 3 Disseminated state of amblygonite

(4) 锂绿泥石

该矿石中的锂绿泥石是锂的赋存矿物之一, 其嵌布粒度一般为 -0.16 mm (见表 3); 矿物颜色呈白色或黄绿色, 珍珠光泽或油脂光泽; 颗粒常呈鳞片状集合体, 与云母、石英和高岭土等连生 (图 4)。

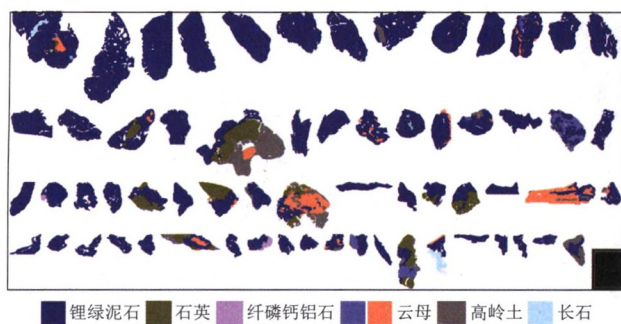


图 4 矿石中锂绿泥石的嵌布状态

Fig.4 Disseminated state of cookeite

(5) 云母

该矿石中的云母是锂和铷的主要赋存矿物，以锂云母和白云母为主，能谱分析白云母平均含 Rb_2O 0.60%， Cs_2O 0.08%，锂云母平均含 Rb_2O 2.38%， Cs_2O 1.01%，单矿物分析云母平均含 Li_2O 2.74%， Ta_2O_5 0.016%， Nb_2O_5 0.012%。白云母呈灰白色，锂云母呈淡紫色，玻璃光泽；矿石中云母呈片状或叶片状，集合体呈叠片状或鳞片状，可见与石英、高岭土连生或沿矿石孔隙充填（图 5）。

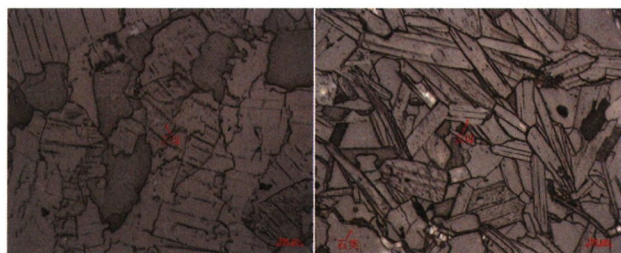


图 5 矿石中云母的嵌布状态

Fig.5 Disseminated state of mica

(6) 绿柱石

绿柱石为常见的铍矿物，也是本矿石中主要的铍矿物，能谱分析矿物中有少量碱金属铯、钠代替铍，平均含 BeO 11.06%。绿柱石常呈自形 - 半自形晶粒状，嵌布于石英、高岭土和云母等颗粒间隙（图 6）。

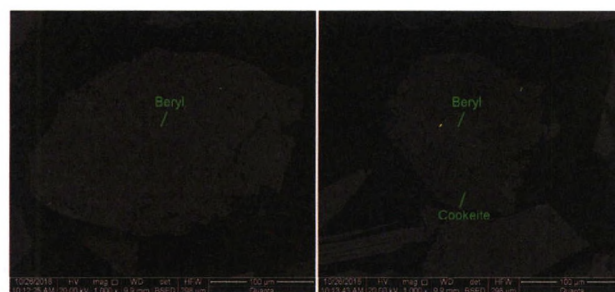


图 6 矿石中绿柱石的嵌布状态

Fig.6 Disseminated state of beryl

2.1.4 有价元素的赋存状态

有价元素钽、铌和锂在矿石中的平衡分配结果见图 7。

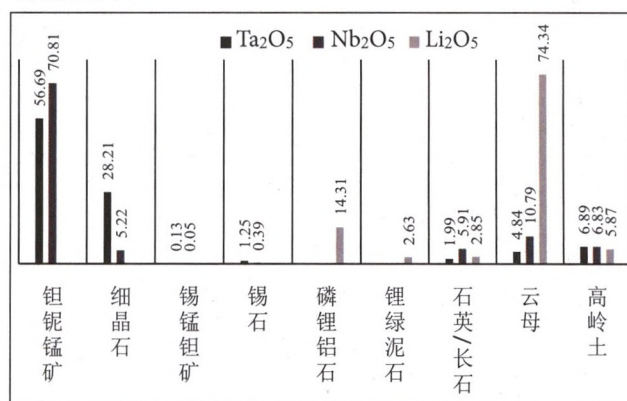


图 7 矿石中有价元素的赋存状态

Fig.7 Occurrence state of valued elements

可以看出，赋存于钽铌锰矿、细晶石中的钽和铌分别为 56.69% 和 70.81%、28.21% 和 5.22%，以微细钽铌矿物包裹体分散于脉石中的钽和铌分别为 13.72% 和 23.53%，从原矿中分离钽铌矿物，钽和铌的理论回收率为 84.90% 和 76.30%。赋存于云母、磷锂铝石和锂绿泥石中的锂分别为 74.34%、14.31% 和 2.63%，分散于脉石中的锂为 8.72%，从原矿中分离云母，锂的理论回收率为 74.34%。

2.2 矿石可选性研究

2.2.1 主要矿物物理性质

矿石中主要矿物的物理性质见表 4。

可以看出, 钽铌锰矿和细晶石的密度远远大于云母、石英/长石和高岭土的密度, 以钽铌矿物代表重矿物的密度 δ_2 为5.2, 脉石矿物代表轻矿物的密度 δ_1 为2.6, 可算得钽铌矿物重选难易度 $E=(\delta_2-1)/(\delta_1-1)=2.63$, 矿物粒度基本处于+0.02 mm粒级范围内, 属于矿物重选极易选范围^[8]。因此可以采取重选工艺将绝大部分脉石矿物抛除。

表4 主要矿物物性参数
Table 4 Physical parameters of main minerals

矿物	密度 /(g·cm ⁻³)	比磁化系数 /(×10 ⁻⁶ cm ³ ·g ⁻¹)	介电 常数	莫氏 硬度
钽铌 锰矿	5.15~8.20	37.2~22.1	26.6~40	4.3~7.2
细晶石	4.2~6.4	8.84~2.01	4.46~5.72	5~6
绿柱石	2.63~2.80	7.14~4.29	3.9~7.7	7.5~8
云母	2.7~2.9	2.24~0.82 (锂云母)	6.2~8	2.5~3
石英/ 长石	2.5~2.65	-0.25~-1.03	4.5~6.8	6~7
高岭土	2.1~2.6	/	28.29~49.14	1~3

2.2.2 原矿粒度筛分分析

为查明钽铌在各粒级中的分布情况, 对原矿进行粒度筛分分析, 结果见表5。

表5 原矿粒度筛析结果
Table 5 Sieve results of the ore

粒级/mm	产率 /%	品位/%		Ta ₂ O ₅		Nb ₂ O ₅	
		Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	分布率 /%	累积 /%	分布率 /%	累积 /%
+1.0	16.73	0.026	0.009	15.33	15.33	14.95	14.95
-1.0+0.85	7.85	0.025	0.009	6.92	22.25	7.01	21.97
-0.85+0.5	12.98	0.022	0.008	10.07	32.32	10.31	32.28
-0.5+0.2	16.33	0.029	0.010	16.68	49.00	16.21	48.49
-0.2+0.1	11.46	0.053	0.019	21.40	70.40	21.62	70.11
-0.1+0.074	4.56	0.046	0.016	7.40	77.80	7.24	77.35
-0.074+0.045	4.96	0.042	0.015	7.33	85.13	7.39	84.74
-0.045+0.02	6.78	0.04	0.014	9.56	94.69	9.42	94.17
-0.02+0.01	7.35	0.013	0.005	3.37	98.06	3.65	97.82
-0.01	11.00	0.005	0.002	1.94	100.00	2.18	100.00
合计	100.00	0.028	0.010	100.00	/	100.00	/

可以看出, 钽和铌主要分布于+0.045 mm粒度范围内, 粒级分布率分别为85.13%和84.74%, 而-0.02 mm粒级钽和铌的分布率仅为5.31%和5.83%, 粒级产率为18.35%, 因此可考虑重选工艺预先脱泥。

2.2.3 原矿重液分析

为了考察重选分离钽铌矿物的效果, 对原矿不同筛分粒级产品进行重液分离试验, 并对各产品中钽的分布进行分析, 结果见表6。

表6 原矿重液分析试验结果
Table 6 Results of the heavy liquid test

粒级/mm	产率 /%	品位 /%	轻产品		重产品		重产品 回收率 /%
			产率 /%	品位 /%	产率 /%	品位 /%	
+1	16.72	0.032	98.05	0.0018	1.95	1.548	94.48
-1+0.85	7.85	0.035	94.67	0.0014	5.33	0.632	96.21
-0.85+0.5	12.98	0.022	96.10	0.0015	3.90	0.528	93.45
-0.5+0.2	16.33	0.028	93.80	0.0013	6.20	0.432	95.65
-0.2+0.1	11.46	0.057	92.38	0.0013	7.62	0.732	97.89
-0.1+0.074	4.56	0.051	96.35	0.0005	3.65	1.383	99.06
-0.074+0.045	4.96	0.045	98.57	0.0002	1.43	3.120	99.56
-0.045+0.02	6.78	0.050	/	/	/	/	/
-0.02+0.01	7.35	0.013					
-0.01	11.00	0.005					
合计	100.00	0.032	/	/	/	/	/

*注: 该试验重介质为三溴甲烷, 密度为2.89 g/cm³; -0.045 mm粒级产品由于粒度微细无法进行重液分离, 均作为重液轻产品列出。

可以看出, 在+0.045 mm粒级范围内, 重液分离效果明显, 钽铌矿物基本富集于重产品中, 重产品中钽的回收率均在90%以上; -0.045 mm粒级产品由于粒度微细, 重液分离效果较差。

2.4 原矿磁性分析

为了进一步探索磁选对于钽铌、锂矿物的富集效果, 缩取-0.1+0.074 mm粒级代表性矿样进行磁性分析, 结果见表7。

表7 原矿磁性分析试验结果
Table 7 Magnetic analysis results of the ore

磁级 /mT	产率 /%	品位/%		回收率/%		主要矿物组成
		Li ₂ O	Ta ₂ O ₅	Li ₂ O	Ta ₂ O ₅	
600	2.23	0.13	1.32	1.44	58.29	钽铌锰矿、电气石和少量锂云母
880	1.33	0.19	0.041	1.24	1.08	主要为云母和铁染高岭土
1350	1.97	0.87	0.035	8.49	1.37	主要为云母和铁染高岭土
非磁	94.47	0.19	0.021	88.83	39.27	以石英为主, 其次为高岭土, 少量白云母、磷锂铝石、细晶石等
合计	100.00	0.20	0.051	100.00	100.00	/

可以看出, 钽在 600 mT 磁性产品中有明显富集, 该磁级钽的回收率为 58.29%, 其中损失于非磁产品中的钽为 39.27% (主要以细晶石形式存在); 锂在 880 ~ 1350 mT 磁性产品略有富集, 磁性产品中的锂主要赋存于锂云母中, 非磁产品中的锂主要赋存于磷锂铝石和白云母中, 锂的回收率分别为 11.18% 和 88.83%。另外, 铁染高岭土的存在严重影响了磁选分离的效果。

2.2.5 选矿原则流程的确定

(1) 采用重选为主的钽铌回收方案

该矿石为钽铌稀有金属矿石, 钽铌矿物以钽铌锰矿和细晶石为主, 对于这一类型的矿石, 生产实践中一般采用重选或重磁联合工艺进行钽铌的回收。该矿石中钽铌矿物嵌布粒度较粗, 钽铌锰矿和细晶石矿物颗粒 +0.02 mm 粒级分布率分别为 91.52% 和 96.40%; 钽铌矿物与主要脉石矿物密度差异明显, 其重选难易度 $E=2.63$, 处于重选极易选范围; 细晶石属于非磁性矿物, 磁选过程中在非磁产品中富集, 该部分钽无法进行磁选回收。因此, 可确定采用重选作为回收钽铌的原则方案。

另外, 原矿中粘土矿物高岭土的含量较高 (32.39%), 赋存于高岭土中的钽和铌仅为 6.89% 和 6.83%, 而且原矿 -0.02 mm 细泥产品产率较高 (18.35%), 其中钽和铌的分布率仅为 5.31% 和 5.83%, 因此可考虑预先洗矿, 避免细泥对于重选分离效果的影响。

(2) 伴生金属的综合回收

该矿石中的伴生金属主要为锂、铷和铍, 锂矿物以含锂云母、磷锂铝石和锂绿泥石为主, 铍矿物以绿柱石为主。磷锂铝石、锂绿泥石和绿柱石含量较少, 且与脉石矿物呈复杂嵌布, 难以通过选矿方法进行有效回收; 而云母是锂和铷的主要赋存矿物, 赋存于云母中的锂为 74.34%, 可通过浮选回收重选尾矿中的云母实现锂和铷的富集。具体的选矿原则流程见图 8。

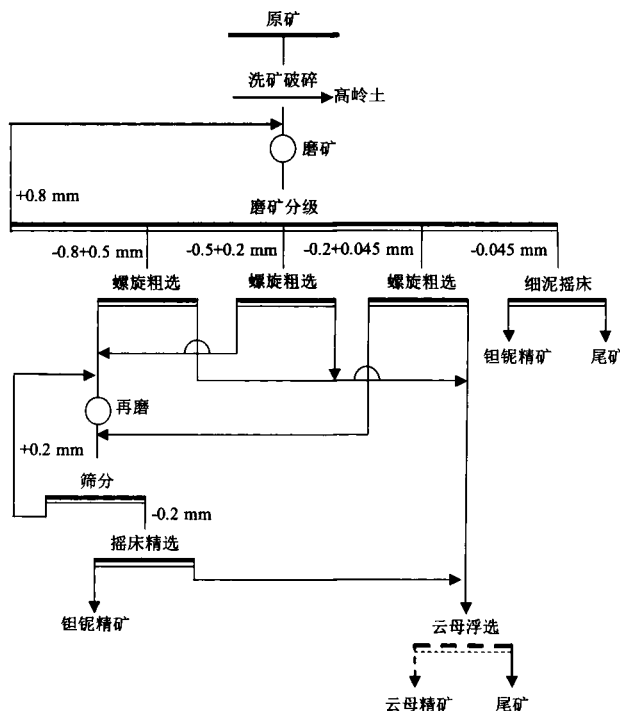


图 8 原矿选矿原则流程

Fig. 8 Principle flowsheet of beneficiation

3 结 论

(1) 非洲某风化伟晶岩型钽铌矿石中有价元素主要为钽、铌, 并伴生锂、铷、铍和锡等稀有金属。钽铌矿物以钽铌锰矿和细晶石为主, 锂矿物以磷锂铝石、锂绿泥石和含锂云母为主, 脉石矿物主要为石英 / 长石和高岭土。

(2) 该矿石中的钽铌锰矿属于富锰系列的钽铌锰矿 - 铌锰矿, 其嵌布粒度一般为 0.02 ~ 0.32 mm, 细晶石为钽的主要矿物之一, 其嵌布粒度一般为 0.04 ~ 0.64 mm。矿物颗粒多见呈板状、块状或不规则粒状, 大部分嵌布于石英、云母和高岭土矿物内部裂隙或者粒间, 少数呈微细粒包裹体嵌布于云母和石英等脉石矿物中。

(3) 赋存于钽铌锰矿、细晶石中的钽和铌分别为 56.69% 和 70.81%、28.21% 和 5.22%, 以微细钽铌矿物包裹体分散于脉石中的钽和铌分别为 13.72% 和 23.53%, 从原矿中分离钽铌矿物, 钽和铌的理论回收率为 84.90% 和 76.30%。赋存于云母、磷锂铝石和锂绿泥石中的锂分别为 74.34%、14.31% 和 2.63%, 分散于脉石中的锂为 8.72%, 从

原矿中分离云母, 锂的理论回收率为 74.34%。

(4) 根据矿石泥化、钽铌矿物嵌布粒度粗、矿物密度差异明显等特点, 制定了预先洗矿 - 分级螺旋粗选 - 再磨摇床精选 - 云母浮选的选矿原则流程。为该钽铌矿石的开发提供了全面的工艺矿物学支撑和选矿工艺指导, 实现了资源的综合利用。

参考文献:

- [1] 曹飞, 杨卉芃, 张亮, 等. 全球钽铌矿产资源开发利用现状及趋势 [J/OL]. 矿产保护与利用. <https://doi.org/10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2018.06.041>.
- Cao F, Yang H P, Zhang L, et al. Development and utilization status and Trend of tantalum and niobium mineral resources [J/OL]. Protection and Utilization of Mineral Resources. <https://doi.org/10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2018.06.041>.
- [2] 李美荣, 邱显扬, 梁冬云, 等. 广东某低品位钽铌铷钹多金属矿石工艺矿物学研究 [J]. 矿产保护与利用, 2019, 39(2): 47-35.
- Li M R, Qiu X Y, Liang D Y, et al. Process mineralogy of a low grade tantalum and niobium rubidium beryllium polymetallic ore in guangdong province [J]. Mineral Protection and Utilization, 2019, 39 (2) : 47-35.
- [3] 胡海祥, 李广. MLA 在广东斑岩型锡石矿嵌布特征及赋存状态研究中的应用 [J/OL]. 过程工程学报. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4541.TQ.20190225.1531.004.html>.
- Hu H X, Li G. Application of MLA in the study on the

characteristics and occurrence of porphyry tin deposits in Guangdong [J/OL]. Journal of Process Engineering. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4541.TQ.20190225.1531.004.html>.

- [4] 梁冬云, 邹霓, 李波. MLA 自动检测技术在低品位钽铌矿石工艺矿物学研究中的应用 [J]. 中国钼业, 2010, 34(1): 32-34.
- Liang D Y, Zou N, Li B. Application of MLA automatic detection technology in the study of low-grade molybdenum ore process mineralogy [J]. China Molybdenum Industry, 2010, 34 (1) : 32-34.
- [5] 贾木欣. 国外工艺矿物学进展及发展趋势 [J]. 矿冶, 2007, 16(2): 95-99.
- Jia M X. Progress and development trend of foreign process mineralogy [J]. Mining & Metallurgy, 2007, 16 (2) : 95-99.
- [6] 张成强, 张红新, 李洪潮, 等. 非洲某钽铌砂矿矿石性质及预选工艺研究 [J]. 金属矿山, 2015 (2): 63-67.
- Zhang C Q, Zhang H X, Li H C, et al. Study on ore properties and preparation process of tantalum-niobium placer in Africa [J]. Metal Mine, 2015 (2) : 63-67.
- [7] 卢烁十, 陈经华. 细晶石为主的钽铌矿石工艺矿物学及可选性研究 [J]. 有色金属: 选矿部分, 2016 (5): 1-6, 12.
- Lu S S, Chen J H. Study on process mineralogy and selectivity of tantalum-niobium ore based on fine SPAR [J]. Nonferrous Metals: Mineral processing, 2016 (5) : 1-6, 12.
- [8] 梁冬云, 李波. 稀有金属矿工艺矿物学 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2015.
- Liang D Y, Li B. Rare metal ore process mineralogy [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2015.

Study on Process Mineralogy and Separability of a Weathered Pegmatite Type Tantalum-niobium Ore from Africa

Li Meirong, Li Bo, Liang Dongyun, Meng Qingbo, Hong Qiuyang

(Guangdong Institute of Resources Comprehensive Utilization, State Key Laboratory of Rare Metal Separation and Comprehensive Utilization, Guangdong Provincial Key Laboratory of Development & Comprehensive Utilization of Mineral Resources, Guangzhou, Guangdong, China.)

Abstract: Comprehensive researches on process mineralogy of a weathered pegmatite type tantalum-niobium ore from Africa were carried out, by combining internationally advanced method of mineral liberation analysis with the traditional process mineralogy study. As a result, the ore is a kind of tantalum-niobium rare metal one. The tantalum and niobium existed as magnanotantalite-mangancolumbite and microlite accounting for 84.90% and 76.30%, respectively, while the lithium occurred in mica accounting for 74.34%. According to ore characteristics of partly sliming, coarser mineral grains and apparent density difference of minerals, the principle flowsheet “pre-washing, grading roughing by spiral chute, regrinding concentration used shaking table and mica flotation” was worked out, thus realizing the resource comprehensive utilization.

Keywords: Tantalum-niobium ore; Process mineralogy; Separability research