

江西松树岗、福建南平和四川甲基卡钽铌矿分选行为的工艺矿物学因素分析

徐健^{1,2,3}, 刘长森^{1,2,3*}, 程宏伟^{1,2,3}

1. 中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所, 河南 郑州 450006;
2. 国家非金属矿资源综合利用工程技术研究中心, 河南 郑州 450006;
3. 自然资源部多金属矿综合利用评价重点实验室, 河南 郑州 450006

中图分类号: TD91; TD955 文献标识码: A 文章编号: 1001-0076(2021)05-0001-06
DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2021.07.011

摘要 我国钽铌矿具有品位低、嵌布粒度细、矿物组成复杂等特点,需采用重选、磁选和浮选等方法组成联合分选流程进行综合利用。使用对比分析的方法,以江西松树岗花岗岩型钽铌矿、福建南平花岗伟晶岩型钽铌矿、钽铌为伴生元素的四川甲基卡伟晶岩型锂多金属矿为研究对象,分析影响花岗岩型和花岗伟晶岩型钽铌矿分选行为的工艺矿物学因素。分析结果表明:在花岗岩型与花岗伟晶岩型钽铌矿重选过程中,钽铌矿物的嵌布特征是影响钽铌矿分选行为和指标的主要因素;矿石中硫化矿物和强磁性矿物含量是影响钽铌矿精选流程设计的重要因素;当钽铌为伴生元素时,钽铌矿物与主要矿物之间存在嵌布特征差异,会降低钽铌精矿产品指标。

关键词 钽铌矿;工艺矿物学;花岗岩;花岗伟晶岩;分选行为;江西松树岗;福建南平;四川甲基卡

引言

钽铌金属具有耐腐蚀、耐高温、熔点高、密度大、超导电性和冷加工性能好等优点,广泛应用于电子、冶金、医疗、超导材料、航空航天和原子能等诸多领域^[1]。我国是全球钽矿和铌矿资源较丰富的国家之一,探明资源分布于15个省(区)的265个矿区。其中,钽矿主要分布在江西、内蒙古和广东三地,铌矿主要分布在内蒙古和湖北两地。但与国外钽铌矿床相比,我国钽铌矿床总体规模较小,矿石品位较低,大部分钽铌矿品位低于0.02%,并且矿物的嵌布粒度细而分散,常与Li、Be、Rb等稀有金属伴生,导致出现难采、难选和回收率低等问题^[2]。目前,我国钽铌产量远远不能满足国内市场需求,高度依赖国外进口。探究钽铌矿工艺矿物学特征,优化其分选工艺流程,是提高钽铌资源利用率的重要途径。

花岗岩型和花岗伟晶岩型钽铌矿是我国重要的钽

铌资源,两者在资源储量、矿物粒度和元素品位上差别较大,影响钽铌矿分选流程的设计,当钽铌作为伴生元素时,在综合回收过程中容易出现分选指标降低的现象。江西松树岗钽铌矿属钠长石化花岗岩型,该矿床已探明Ta₂O₅和Nb₂O₅资源储量分别为1361 t和22701 t,规模达特大型,矿体形态简单,矿化连续,有用组分分布均匀,矿石中钽铌矿物主要为钽铌铁矿和细晶石^[3]。福建南平钽铌矿是国内大型花岗伟晶岩型钽铌矿床,该矿床已探明Ta₂O₅和Nb₂O₅资源储量分别为1647 t和1902 t,与同类型矿床相比具有Ta₂O₅含量高的特点,矿石中钽铌矿物主要为钽铌铁矿、重钽铁矿、锡锰钽矿、细晶石、褐钇铌矿和铌铁金红石^[4]。甲基卡矿床位于四川西部康定、雅江和道孚三县交界处,是中国最大的伟晶岩型锂多金属矿床,目前已发现含Li、Be、Ta、Nb伟晶岩矿脉114条,其中已探明Ta₂O₅和Nb₂O₅资源储量分别为3723 t和8687 t,矿石中主要矿物为锂辉石,钽铌矿物为钽铌铁矿^[5]。通过对江

收稿日期:2021-08-17

基金项目:国家自然科学基金(91962223);国家重点研发计划固废专项课题(2018YFC1901501)

作者简介:徐健(1996-),男,黑龙江齐齐哈尔人,在读硕士研究生,主要从事工艺矿物学研究。

通信作者:刘长森(1981-),男,河南南阳人,研究员,主要从事矿产综合利用技术研究与管理工

西松树岗花岗岩型钽铌矿、福建南平花岗伟晶岩型钽铌矿、以钽铌为伴生元素的四川甲基卡伟晶岩型锂多金属矿进行对比分析,讨论影响花岗岩型和花岗伟晶岩型钽铌矿分选行为的工艺矿物学因素,旨在指导分选工艺设计提高钽铌矿资源综合利用率。

表1 三矿床主要化学成分对比分析

Table 1 The comparative analysis of main chemical composition

矿源	各成分含量/%												
	Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	TFe	Li ₂ O	BeO	Rb	Sn	WO ₃	MnO ₂
松树岗	0.014	0.023	71.38	15.93	3.99	5.20	1.01	0.21	/	0.16	0.024	0.004	/
南平	0.035	0.015	71.5	17.10	2.50	4.50	0.55	0.08	0.017	0.14	0.054	0.026	0.052
甲基卡	0.004	0.012	70.5	14.46	2.16	3.74	0.56	1.50	0.041	0.10	0.026	/	0.188

注:数据来源[6-8]。

表2 钽铌矿物物相对比分析

Table 2 Tantalum - niobium minerals phase contrast analysis

矿源	钽铌矿物	锡石	其他矿物	合计	
松树岗	Ta ₂ O ₅	68.85	13.25	17.90	100.00
	Nb ₂ O ₅	83.48	1.75	14.77	100.00
南平	Ta ₂ O ₅	87.73	1.68	10.59	100.00
	Nb ₂ O ₅	84.88	1.09	14.03	100.00
甲基卡	Ta ₂ O ₅	37.28	58.66	4.06	100.00
	Nb ₂ O ₅	57.74	34.39	7.87	100.00

注:数据来源[6,7,10]。

晶岩型钽铌矿和四川甲基卡伟晶岩型锂多金属矿的主要化学成分对比分析结果汇总于表1,钽铌矿物相分析对比结果列于表2。

由表1可知,花岗伟晶岩型钽铌矿品位高于花岗岩型钽铌矿品位;松树岗和南平两地钽铌矿中钽铌品位高于最低工业利用品位(Ta, Nb)₂O₅ ≥ 0.022%;甲基卡主要以锂元素为目的元素,钽铌作为伴生元素品位已达到其伴生元素回收工业指标(Ta, Nb)₂O₅ ≥ 0.007%;钽铌矿中伴生的Li、Be等稀有元素具有回收利用价值。

从表2钽铌矿物物相对比数据来看,钽铌元素主要以独立矿物的形式赋存,主要为钽铌铁矿、钽铌铁矿和细晶石等矿物^[3-5];一部分以类质同象的形式混入锡石等其他矿物中,这部分回收较困难,在一定程度上影响钽铌的回收率。

1.2 主要矿物相对含量对比分析

江西松树岗、福建南平、四川甲基卡三地钽铌矿的主要矿物相对含量对比分析列于表3。

由表3可知,花岗岩型与花岗伟晶岩型钽铌矿石中主要有用矿物为钽铌矿物,结合化学成分分析结果,锂、铍、铷等稀有元素的赋存矿物也可作为有用矿物。整体来看,有用矿物含量普遍偏低,脉石矿物含量较

1 钽铌矿工艺矿物学特征

1.1 主要化学成分及钽铌物相对比分析

将江西松树岗花岗岩型钽铌矿、福建南平花岗伟

晶岩型钽铌矿以外,其他两矿脉石矿物占比达90%以上。另外,三地矿石中还含有少量铁矿物和硫化矿,这两部分杂质会影响钽铌最终精矿品位,所以在选矿流程设计上,应合理加入磁选和浮选环节将其去除。

表3 矿石中主要矿物含量对比分析

Table 3 The comparative analysis of main mineralogical composition in the ore

矿源	各成分含量							
	钽铌矿物	锡石	锂辉石	石英	长石	云母	磁铁矿	黄铁矿
松树岗	0.038	0.031	/	19.21	70.53	6.81	<0.001	0.068
南平	0.056	0.058	0.136	28.76	38.29	26.47	0.0013	0.0218
甲基卡	0.02	0.008	20.01	30.01	39.62	6.91	/	0.004

注:数据来源[6-8]。

1.3 钽铌矿物粒度分布特征对比分析

江西松树岗、福建南平、四川甲基卡三地钽铌矿物的粒度分布对比分析见表4。

表4 钽铌矿物粒度分布对比

Table 4 Comparison of particle size distribution of tantalum - niobium minerals

矿源	粒度/mm		
	最大	最小	一般
松树岗	0.5	0.01	0.04~0.3
南平	5.0	0.08	0.08~0.3
甲基卡	/	/	0.05~0.2

注:数据来源[6,7,9]。

由表4可知,花岗岩型与花岗伟晶岩型钽铌矿物嵌布粒度较细,花岗伟晶岩型钽铌矿的嵌布粒度大于

花岗岩型钽铌矿的嵌布粒度,并且粒度跨度更大。以钽铌为伴生元素的甲基卡锂多金属矿中钽铌矿物嵌布粒度较细,主要分布在0.05~0.2 mm,而主要矿物锂辉石的嵌布粒度在0.05~40 mm,有用矿物之间粒度相差较大。

总之,钽铌矿物单体解离存在一定难度,需要较小的磨矿细度,再加上钽铌矿物性脆易碎,容易造成泥化,在矿石预处理过程中应合理使用分级设备,防止有用矿物出现过泥化现象。钽铌矿物作为次要矿物时与主要矿物嵌布粒度差异较大,在分选主要矿物时容易造成钽铌矿物的夹带。

1.4 主要矿物嵌布特征对比分析

1.4.1 江西松树岗钽铌矿主要矿物嵌布特征

矿石中钽铌主要赋存矿物为钽铌铁矿(Fe, Mn)

(Nb, Ta)₂O₆和细晶石(Ca, Na)₂(Ta, Nb)₂O₆(O, OH, F)。钽铌铁矿单矿物分析结果为:Nb₂O₅ 57.08%, Ta₂O₅ 16.41%, Fe₂O₃ 15.74%, MnO 3.83%。钽铌铁矿有两种嵌布形式,其中粒间分布占73.92%,主要呈板状嵌布于铁锂云母中(图1a),或嵌布于石英、正长石和斜长石等矿物间隙中(图1b)。另外,呈包裹体分布占26.08%,这部分主要分布在铁锂云母、石英、正长石、斜长石和锡石中,极少部分被包裹在绢云母和绿泥石中。矿石中钽铌铁矿常与锡石、锆石连生(图1c),其集合体主要嵌布在斜长石和铁锂云母粒间。细晶石嵌布粒度比钽铌铁矿细,主要在0.05~0.15 mm,多嵌布于石英、铁锂云母等矿物中,或嵌布于黄玉与斜长石之间(图1d)。

1.4.2 福建南平钽铌矿主要矿物嵌布特征

矿石中钽铌主要赋存矿物为钽铌铁矿族、重钽铁



a - 柱状钽铌铁矿被包裹在铁锂云母中,横穿与铁锂云母解理缝垂直 b - 钽铌铁矿分布在斜长石与石英粒间 c - 柱状钽铌铁矿(暗色)与锡石连生(棕色),分布在斜长石粒间 d - 细晶石分布在斜长石与黄玉粒间(放大倍数160 偏光)

图1 钽铌矿物图像

Fig. 1 Images of tantalum - niobium minerals

矿和锡锰钽矿等矿物,还有极少部分以类质同象的形式赋存在锡石中。钽铌矿物单矿物分析结果为:Ta₂O₅ 54.67%, Nb₂O₅ 22.51%, Sn 1.35%。矿石中钽铌铁矿族占有钽铌矿物总量的90%以上,呈半自形~他形晶,粒状,硬度为6~6.5,常与钠长石共生或嵌布于白云母中。矿石中锡石呈半自形晶,粒状,常常与钽铌矿物密切伴生,且晶体较粗大^[11]。

1.4.3 四川甲基卡锂多金属矿主要矿物嵌布特征

锂辉石为本矿石主要回收利用矿物,主要与石英、长石和云母毗邻相嵌,局部似被交代蚀变,部分蚀变强烈,使锂辉石呈残余状,亦可见锂辉石解理、裂隙为暗褐色铁镁质覆盖充填^[8]。矿石中锂辉石粒度相差较大,粗粒在40 mm左右,细粒不足0.05 mm。矿石中钽铌主要赋存矿物为钽铌铁矿,其单矿物分析结果为:

Nb_2O_5 54.63%, Ta_2O_5 25.31%, MnO 10.42%, FeO 9.83%, TiO_2 0.28%。钽铌铁矿粒度较细,多以微细板状晶嵌布于锂辉石、绿柱石、石英和长石等矿物中。

综上所述:三地钽铌矿物常嵌布于石英、长石和云母等脉石矿物中;松树岗和南平两地钽铌矿物常与锡石伴生;松树岗地区的钽铌铁矿主要呈板状嵌布,在磨矿过程中容易细化,导致磨矿后钽铌铁矿粒度微细;在钽铌为伴生元素的四川甲基卡锂多金属矿,由于钽铌矿物嵌布粒度较细,常见钽铌矿物嵌布于锂辉石中,导致这部分钽铌矿物回收较困难,需要对锂辉石精矿再磨再选,限制了钽铌产品的经济技术指标。

1.5 主要矿物物理性能对比分析

江西松树岗、福建南平和四川甲基卡三地主要矿

表5 主要矿物物理性能对比分析

Table 5 Comparative analysis of physical properties of main minerals

名称	矿物	密度/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	比磁化系数/($10^{-9} \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$)	介电常数	可浮性
松树岗	钽铌铁矿	5.15~8.2	37.38	26.6~40	钽铌铁矿可浮性强于锡石,与细晶石可浮性接近
	细晶石	5.9~6.4	5.43	4.46~5.72	
	锡石	6.0~7.0	0.83	21	
	磁铁矿	5.16	92.000	33.7~81	
南平	钽铌铁矿	5.15~8.2	37.38	26.6~40	钽铌铁矿可浮性强于锡石
	锡石	6.0~7.0	0.83	21	
甲基卡	锂辉石	3.13	1.21	8.4	锂辉石可浮性较好并强于钽铌铁矿
	钽铌铁矿	5.15~8.2	37.38	26.6~40	
三地主要脉石矿物	石英	2.44	0.5	4.2~5	可浮性较差
	长石	2.65	0.33	4.5~6.2	
	云母	2.79	2.93	6.2~8	

2 选矿工艺流程及分选指标

根据矿物化学成分、矿物组成、矿石元素赋存状态、矿物嵌布特征、矿物物理性能差异等工艺矿物学特

物的密度、比磁化系数、介电常数和可浮性,数据统计结果见表5。由表5可知,钽铌铁矿和细晶石等钽铌矿物密度远大于石英等脉石矿物,钽铌铁矿密度随钽含量增加而增加,一般为 $5.15 \sim 8.2 \text{ g/cm}^3$ 。若以钽铌铁矿密度代表重矿物的密度($\delta_2 = 6.68 \text{ g/cm}^3$),长石密度代表轻矿物的密度($\delta_1 = 2.65 \text{ g/cm}^3$),可算出钽铌铁矿重选分离难易度 $E = (\delta_2 - 1) / (\delta_1 - 1) = 3.44$,属极易选范围,适合重选进行预先富集。在磁性方面,钽铌铁矿磁性较弱,随钽和铁含量增加而增大,一般在 $400 \sim 1300 \text{ mT}$ 场强进入磁性产品。细晶石、锡石、锂辉石、石英、长石和云母属非磁性矿物,磁铁矿是典型的强磁性矿物,在钽铌矿石中与其他矿物存在明显的磁性差异。另外,表中矿物之间的电性质和可浮性存在一定差异,可使用电选和浮选进行分离。

征可设计相应的分选流程。表6汇总了前人对江西松树岗、福建南平和四川甲基卡三地钽铌矿物选矿工艺流程研究及其分选指标^[6-7,12]。

从表6可知:重选、磁选和浮选组成的联合分选流

表6 选矿工艺流程及分选指标

Table 6 Beneficiation process flow and separating index

矿源	工艺流程	分选指标
松树岗 (花岗岩型)	粗选采用二段阶段磨矿重选 粗精矿采用“重选—浮选—磁选”联合精选流程 钽铌尾矿分别“浮选”回收云母、长石和石英	钽铌精矿($\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_5$ 的品位和回收率分别为62.11%和62.89%
	三段一闭路破碎流程 两段磨矿两段重选 “弱磁—强磁”精选 磁选尾矿“重选—浮选”回收锡精矿 重选尾矿“磁选—浮选”回收云母和长石	钽铌精矿($\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_5$ 的品位和回收率分别为45%和63% 锡精矿品位和回收率分别为60%和52%
南平 (花岗伟晶岩型)	“重选—弱磁—强磁”分选钽铌铁矿、锡石 粗粒抛尾后的产品经“磨矿—脱泥—浮选—磁选”回收锂辉石 浮选尾矿分别“浮选”回收云母、长石和石英	锂精矿品位和回收率分别为6.37%和82.73% 钽铌精矿品位为 Ta_2O_5 3.01%和 Nb_2O_5 9%,回收率为 Ta_2O_5 39.83%和 Nb_2O_5 53% 锡精矿品位和回收率分别为4.41%和51.77%
甲基卡 (钽铌为伴生元素)		

程是钽铌矿综合利用的基本方法,其中重选是钽铌矿粗选的首选方法,磁选和浮选是钽铌矿精选的重要方法,浮选是钽铌尾矿综合利用的主要方法。从分选指标来看,江西松树岗和福建南平两地的钽铌指标较稳定,前者钽铌精矿达到一级品4类质量标准,后者钽铌精矿达到三级品质量标准;由于四川甲基卡锂多金属矿的钽铌矿物嵌布粒度较细,粗磨后未单体解离,导致钽铌精矿品位和回收率较低。

3 影响花岗岩型与伟晶岩型钽铌矿分选行为的工艺矿物学因素

将不同类型钽铌矿的工艺矿物学特征与分选试验结果结合加以分析,可知二者之间存在着内在的联系。如表7所示,重选过程中,钽铌元素的赋存状态对花岗岩型与花岗伟晶岩型钽铌矿分选行为影响较小,钽铌主要以独立矿物形式赋存,结合表5、表6分析结果可

知钽铌矿物与脉石矿物存在明显的物理性质差异,而不同的钽铌矿物对重选粗精矿产品回收率影响不大,少数钽铌以类质同象形式赋存在锡石等其他矿物中,这部分通过物理选矿方法回收较困难,会降低钽铌精矿产品回收率;钽铌矿物的嵌布特征是影响钽铌矿分选行为和指标的主要因素,主要包括其形状、嵌布粒度以及与其他矿物的结合关系,这些因素影响矿石预处理流程和分选流程细节的设定,最终影响钽铌精矿的品位和回收率;矿石中硫化矿和强磁性矿物含量是影响钽铌矿精选流程设计的重要因素,特别注意当矿石中锡石含量较高时,精选加入强磁选作业可有效提高钽铌精矿品位;当钽铌为伴生元素时,由于存在粒度差异和嵌布特征的影响,在回收主要矿物时容易夹带钽铌矿物进入主要产品中,造成钽铌精矿分选指标的降低。

表7 影响钽铌矿分选行为的工艺矿物学因素

Table 7 Process mineralogical factors affecting the separating behavior of tantalum - niobium ores

类型	工艺矿物学因素			对钽铌矿分选行为和指标的影响
	赋存状态	嵌布特征	硫化矿和强磁性矿物的含量	
松树岗 (花岗岩型)	独立矿物(钽铌铁矿、细晶石)	粒间分布为主,呈板状嵌布于石英等脉石矿物中;常与锡石和锆石连生嵌布于脉石矿物粒间;细粒型(0.5~0.01 mm)	含有闪锌矿、方铅矿、黄铁矿和黄铜矿等硫化矿,与钽铌矿物相比含量较大;含有少量磁铁矿	钽铌矿物呈板状嵌布且粒度较细,应遵循早分离,早回收的原则,采用粗磨粗选,中矿再磨再选的多段选别作业;磁选前应先进行硫化矿浮选,防止硫化矿进入磁选产品
南平 (花岗伟晶岩型)	独立矿物(钽铌铁矿、重钽铁矿、锡钼铌矿等)	呈半自形~他形晶,不规则粒状;常嵌布于钠长石和白云母之间;粗粒型(5~0.08 mm)	含有少量的黄铁矿、黄铜矿和方铅矿;含有较高的磁铁矿和磁黄铁矿	钽铌矿物呈不规则粒状嵌布且粒度粗细不均,宜采用阶段磨矿分级选别;粗精矿中铁杂质含量较高,使用弱磁选去除提高精矿品位
甲基卡 (钽铌为伴生元素)	独立矿物(钽铌铁矿)、类质同象(锡石)	呈微细板状嵌布于锂辉石、绿柱石、石英和长石等矿物中,粒度一般在0.05~0.2 mm	含有微量的黄铁矿和闪锌矿	粒度上与锂辉石差异较大,受嵌布特征的影响,粗选后的钽铌矿物未充分单体解离,导致钽铌精矿的分选指标降低

4 结论

(1)花岗岩型与花岗伟晶岩型钽铌矿中除Ta、Nb以外,还会伴有Li、Be、Rb等稀有元素,并且都已达到或接近其伴生元素工业利用指标,具有较高的回收利用价值。石英、长石和云母等脉石矿物在钽铌矿中占比较大,其含量总和占矿石总量的90%以上,是钽铌尾矿综合利用的重点。

(2)花岗岩型与花岗伟晶岩型钽铌矿中钽铌元素主要以独立矿物形式赋存,包括钽铌铁矿、钽铌铁矿和细晶石等钽铌矿物,少数以类质同象的形式赋存于锡石、石英、长石和云母等矿物。钽铌矿物一般呈板状嵌布在石英和长石等脉石矿物中,并且嵌布粒度跨度较

大,粗细不均。花岗伟晶岩型钽铌矿与花岗岩型钽铌矿相比,前者钽铌品位高于后者,嵌布粒度更大。

(3)钽铌元素的赋存状态对花岗岩型和花岗伟晶岩型钽铌矿重选分选行为影响较小,钽铌矿物的嵌布特征是影响钽铌矿分选行为和指标的主要因素,矿石中硫化矿和强磁性矿物含量是影响钽铌矿精选流程设计的重要因素。当钽铌为伴生元素时,钽铌矿物与主要矿物之间存在嵌布特征差异,降低钽铌精矿产品指标。

(4)在花岗岩型与花岗伟晶岩型钽铌矿分选流程设计上,重选、磁选和浮选组成的联合分选流程是钽铌矿综合利用的基本方法。其中,重选是钽铌矿粗选的首选方法,磁选和浮选是钽铌矿精选的重要方法,浮选

是钽铌尾矿综合利用的主要方法。

参考文献:

- [1] 曹飞,杨卉,张亮,等. 全球钽铌矿产资源开发利用现状及趋势[J]. 矿产保护与利用,2019,39(5):56-67+89.
- [2] 邓攀,陈玉明,叶锦华,等. 全球钽铌资源分布概况及产业发展形势分析[J]. 中国矿业,2019,28(4):63-68.
- [3] 俞寒飞,朱志成. 江西松树岗稀有金属矿床钽铌赋存状态[J]. 西部探矿工程,2018,30(12):105-108.
- [4] 陈国建. 福建南平花岗岩伟晶岩型钽铌矿床地质特征与成因[J]. 地质通报,2014,33(10):1550-1561.
- [5] 王登红,李建康,付小方. 四川甲基卡伟晶岩型稀有金属矿床的成矿时代及其意义[J]. 地球化学,2005(6):3-9.
- [6] 江西省横峰县葛源钽铌矿弱钠化花岗岩矿石选矿试验研究报告

- [R]. 郑州:中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所,2008.
- [7] 卢道刚. 南平钽铌矿选矿工艺流程设计研究[J]. 有色金属(选矿部分),2001(4):14-17+25.
- [8] 赵开乐,王昌良,邓伟,等. 四川某锂多金属矿工艺矿物学特性研究[J]. 矿物岩石,2014,34(1):10-15.
- [9] 徐莺,余旭辉,周雄. 川西可尔因地区业隆沟伟晶岩型稀有金属矿的工艺矿物学研究[J]. 中国矿业,2019,28(9):129-135.
- [10] 潘蒙,付小方,梁斌,等. 甲基卡新三号脉稀有元素富集规律及赋存状态[J]. 四川地质学报,2017,37(3):425-432.
- [11] 郑文怡. 福建南平西坑钽铌稀有金属资源的综合利用分析[J]. 桂林理工大学学报,2016,36(1):107-112.
- [12] 汤小军,李辉,邓星星,等. 四川某难选多金属锂辉石矿选矿工艺试验研究[J]. 四川有色金属,2012(3):19-22.

Analysis of Process Mineralogical Factors in the Separation Behaviour of Tantalum – Niobium Ores from Songshugang, Jiangxi, Nanping, Fujian and Jiajika, Sichuan

XU Jian^{1,2,3}, LIU Changmiao^{1,2,3*}, CHENG Hongwei^{1,2,3}

1. Zhengzhou Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Zhengzhou 450006, China;
2. China National Engineering Research Center for Utilization of Industrial Minerals, Zhengzhou 450006, China;
3. Key Laboratory for Polymetallic Ores & Evaluation and Utilization, MNR, Zhengzhou 450006, China

Abstract: China's tantalum and niobium ore is characterized by low grade, fine disseminated particle size, complex mineral composition, etc. It is necessary to select heavy separation, magnetic separation and flotation units to form a joint separating process for comprehensive utilization. Using the method of comparative analysis, the process mineralogical factors affecting the separating behavior of granite-type and granitic pegmatite-type tantalum-niobium ores were analyzed using Jiangxi Songshugang granite-type tantalum-niobium ore, Fujian Nanping granitic pegmatite-type tantalum-niobium ore, and Sichuan Jiajika pegmatite-type lithium polymetallic ore in which tantalum-niobium is an associated element. The analysis results show that in granitic and granitic pegmatitic tantalum-niobium ores gravity concentration process, the state of occurrence of the tantalum-niobium elements has little influence on the separation behaviour of tantalum-niobium ores. The embedded characteristics of tantalum-niobium minerals are the main factors influencing the separation behaviour and index of tantalum-niobium ores. The sulphide minerals and strong magnetic mineral content of the ore is an important factor in the design of the tantalum-niobium ore cleaning process. When tantalum-niobium is an associated element, differences in embedded characteristics between the tantalum-niobium minerals and the main minerals can reduce the tantalum-niobium concentrate product specification.

Key words: tantalum-niobium ore; process mineralogy; granite; granitic pegmatite; separation behaviour; Jiangxi Songshugang; Fujian Nanping; Sichuan Jiajika

引用格式:徐健,刘长淼,程宏伟. 江西松树岗、福建南平和四川甲基卡钽铌矿分选行为的工艺矿物学因素分析[J]. 矿产保护与利用, 2021, 41(5): 1-6.

XU Jian, LIU Changmiao, CHENG Hongwei. Analysis of process mineralogical factors in the separation behaviour of tantalum-niobium ores from Songshugang, Jiangxi, Nanping, Fujian and Jiajika, Sichuan [J]. Conservation and utilization of mineral resources, 2021, 41(5): 1-6.