国家自然科学基金

EDTA 在铌铁矿和石英浮选分离中的选择性抑制作用 机理

李侠1,张倩1,陈世岭1,蒋海明2

内蒙古科技大学 矿业与煤炭学院,内蒙古 包头 014010;
 内蒙古科技大学 生命科学与技术学院,内蒙古 包头 014010

中图分类号:TD923*.14; TD955 文献标识码:A 文章编号:1001-0076(2023)01-0037-07 DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2023.01.004

摘要由于石英容易被金属阳离子活化,导致羟肟酸捕收剂浮选体系下铌矿物和脉石矿物石英的可浮性差异减小,增加了有用矿物和石英之间的分选难度。采用 EDTA 作为铌铁矿浮选中的石英抑制剂,通过单矿物试验、人工混合矿浮选试验、Zeta 电位测试、接触角测试以及 X 射线光电子能谱仪检测等研究了铌铁矿以及石英的浮选行为和表面性质。当使用辛基羟肟酸 (OHA)作为浮选捕收剂时,EDTA 对活化后石英有较强的选择性抑制作用,因为 EDTA 对石英表面金属离子的络合溶解作用 减少了 OHA 在石英表面的吸附,从而实现了铌铁矿和石英的有效分选。浮选试验结果表明,针对铌铁矿和石英质量比为 1:1的人工混合矿,在 FeCl₃·6H₂O 浓度为 20 mg/L、EDTA 用量为 0.2 mmol/L、矿浆 pH 值为 9.0、OHA 浓度为 0.05 mmol/L 的 条件下,可较好地实现铌铁矿和石英的浮选分离,铌铁矿精矿中 Nb₂O₅ 的品位为 56.84%, Nb₂O₅ 的回收率为 72.54%, 石英的品位为 13.17%, 石英的回收率为 12.83%。

关键词 铌铁矿;石英;EDTA;浮选分离;抑制剂;抑制机理

引言

银因其具有高熔点、高沸点、冷加工性与高延展 性的特性,已成为当今许多产业发展的关键性金属资 源10。我国铌资源储量居世界第二位,主要分布在包 头白云鄂博、湖北、福建等地11-3。分布于白云鄂博矿 的铌矿占中国铌矿总量的90%的,从含铌较多的白云 鄂博矿石中开展回收铌的研究意义重大。白云鄂博 各矿段铌的最大特点是主要含铌矿物——铌铁矿的 嵌布粒度细,且铌铁矿广泛分散于硅酸盐矿物(石英 等)、铁矿物之中,因此铌分选难度较大。由于石英容 易被金属阳离子活化,导致脂肪酸类捕收剂浮选体系 下铌铁矿和脉石矿物石英的可浮性差异的减小,增加 了有用矿物和石英之间的分选难度。在铌铁矿和脉 石矿物浮选过程中,许多研究者对浮选捕收剂优化改 良,逐渐使用捕收能力强的羟肟酸类捕收剂代替捕收 能力较弱的脂肪酸类捕收剂,但因羟肟酸类捕收剂选 择性较差⁽⁴⁾,所以抑制剂的选择成为铌铁矿和脉石矿 物有效分离的关键环节。常用的石英抑制剂有柠檬 酸、EDTA、水玻璃等^[50]。吴卫国等^[5]考察了有机螯合 剂对被活化的石英的抑制作用机理,结果表明 EDTA 对抑制石英有明显效果。因有机螯合剂能够与石英 表面特性吸附的金属离子螯合生成水溶性螯合物,使 石英表面失去吸附捕收剂的活性点。王介良等^[7]研究 了氟碳铈矿浮选中 EDTA 的选择性抑制机理,结果表 明 EDTA 可以选择性地抑制萤石,而对氟碳铈矿几乎 没有抑制作用。在氟碳铈矿与萤石的浮选分离中,可 以有效将两者分离。因此本文研究了铌铁矿与石英 浮选分离中 EDTA 对石英的选择性抑制作用及作用 机理。

1 试验原料及试验方法

1.1 矿样与试剂

试验所需的铌铁矿取自江西九江,石英取自包头 白云鄂博矿,矿样经手选、磁选、破碎、磨矿及筛分, 得到-0.038 mm 粒级产品。试验以 NaOH、HCl 作为 pH 值调整剂, EDTA 作为抑制剂, OHA 作为捕收剂,

收稿日期:2022-06-26

基金项目:国家自然科学基金项目(51864037);内蒙古自然科学基金项目(2021MS05066)

作者简介:李侠(1979一),女,辽宁锦州人,副教授,主要从事金属矿选矿及矿产资源综合利用研究, E-mail: lixia2002hn@163.com。

六水氯化铁(FeCl₃·6H₂O)为活化剂,以上试剂均为分 析纯,试验用水为去离子水。两种纯矿物的 XRD 图 谱如图 1 所示,化学多元素分析结果见表 1,铌铁矿和



图 1 铌铁矿、石英 XRD 图谱 Fig. 1 XRD patterns of niobite and quartz

表 1 单矿物化学成分分析结果 /% Table 1 Chemical analysis of nure minerals

1 abit 1	Chemical analysis of pure minerals					
矿物	Nb_2O_5	TFe	SiO_2	MgO	CaO	纯度
铌铁矿	75.65	16.38	3.21	-	-	95.91
石英	-	-	99.05	0.15	0.05	99.05

1.2 浮选试验

铌铁矿与石英单矿物采用充气挂槽浮选机进行 浮选试验,使用电子天平称取矿样2g,放入40 mL浮 选槽中,在浮选槽中加入30 mL去离子水作为浮选介 质。在浮选机中充分搅拌,pH值的调节使用 HCl和 NaOH,搅拌3 min;加入六水氯化铁搅拌3 min,加入 EDTA搅拌3 min,再加入OHA搅拌3 min;进行浮选 手动刮泡3 min。浮选铌铁矿试验流程见图2。试验 完成后烘干各个产物并称重。

1.3 Zeta 电位检测

Zeta 电位使用布鲁克海文 ZetaPlus 测试。将矿物 研磨至 5 μm 以下,取 0.03 g样品置于烧杯中,采用 KCl 溶液作为背景电解质,调节 pH 值并按照浮选试



图 2 浮选试验流程 Fig. 2 Flow chart of flotation experiment

石英所用矿物的纯度均高于 95%, 符合单矿物浮选试验的要求。



验流程依次加入药剂,每一种药剂加入后磁力搅拌 3 min;取得上层上清液放入样品槽中测试,每组检测 循环 3 次,最终取平均值。

1.4 接触角测试

矿物接触角采用 ES-103HA 进行测试。将一定量 的矿物置于烧杯中,加入去离子水。将试验药剂依次 加入烧杯中并充分搅拌,然后将样品过滤,过滤后的 样品需经去离子水多次冲洗。最终放入干燥箱进行 烘干,用压片机加压至 40 MPa,制成压片。放置仪器 上测量,在不同位置分别测量 3 次,取平均值。

1.5 X射线光电子能谱(XPS)分析

矿样 XPS 测试采用 Thermo Scientific ESCALAB 250Xi 型 X 射线光电子能谱仪进行。测试射线光源为 单色化 Al Kα, hv 为 1 486.6 eV, C1s 矫正值为 284.8 eV, 光斑直径为 500 μm, N1s 通过能为 30 eV。称取 1 g 矿 物置于烧杯中,调节矿浆 pH 值为 9.0 左右,依次按照 浮选试验流程添加药剂的顺序加入药剂并搅拌 3 min。 过滤好的样品放入干燥箱烘干,最后使用 X 射线光电 子能谱仪测试样品。

2 试验结果与讨论

2.1 铌铁矿与石英单矿物浮选试验

FeCl₃·6H₂O用量为20 mg/L, 矿浆 pH值为9.0, 考察OHA用量对铌铁矿和石英单矿物浮选的影响, 试验结果如图3所示。从图3可知, OHA浓度从0.05 mmol/L逐渐增加到0.2 mmol/L时, 石英的回收率从62.6%快速增加到90.1%, 而铌铁矿回收率则从92.9%缓慢增加到95.8%。当OHA浓度高于0.2 mmol/L时 铌铁矿和石英的回收率均缓慢下降。为了使铌铁矿



图 3 OHA 浓度对铌铁矿和石英浮选的影响 Fig. 3 Effect of OHA concentration on Flotation of niobite and quartz

与石英有效分离,选择 OHA 浓度为 0.05 mmol/L。

固定 OHA 浓度为 0.05 mmol/L, 考察了 pH 值对 铌铁矿和石英浮选的影响, 结果如图 4 所示。由图 4 可知, 对于铌铁矿, 随着矿浆 pH 值从 3.0 提高到 9.0, 浮选回收率从 61.8% 增加到 92.8%, 当矿浆 pH 值大 于 9.0 时, 浮选回收率呈下降趋势; 对于石英, 随着矿 浆 pH 值从 3.0 提高 9.0, 浮选回收率从 35.9% 增加到 62.9%, 当矿浆 pH 值大于 9.0 时, 浮选回收率也呈下降 趋势。因此确定浮选矿浆最佳 pH 值为 9.0。由图 3 和图 4 可以看出, OHA 对铌铁矿和石英的选择性较差。 不添加抑制剂, 单纯通过改变捕收剂浓度、矿浆 pH 无 法实现铌铁矿和石英的有效分离。

在 OHA 浓度为 0.05 mmol/L、六水氯化铁浓度为 20 mg/L、矿浆 pH 约为 9.0 时,加入抑制剂 EDTA,考 察 EDTA 对铌铁矿和活化石英浮选分离的影响,试验 结果如图 5 所示。当 EDTA 浓度从 0 增加到 0.2 mmol/L, 铌铁矿回收率从 93.2%缓慢下降到 78.1%;石英的回收率则急速下降,从 63.1%下降到 5.0%。当 EDTA 浓度从 0.2 mmol/L 增加到 0.4 mmol/L, 铌铁矿和石英的回收率降低趋势趋于减小。由此可见 EDTA 对于铌铁矿可浮性影响相对较小, EDTA 对石英的可浮性影



图 4 pH 对铌铁矿和石英浮选的影响 Fig. 4 Effect of pH on Flotation of niobite and quartz



图 5 EDTA 浓度对铌铁矿和石英浮选的影响 Fig. 5 Effect of citric acid concentration on Flotation of niobite and quartz

响更大,确定 EDTA 最佳浓度为 0.2 mmol/L。

当 OHA 浓度为 0.05 mmol/L、EDTA 浓度为 0.2 mmol/L、六水氯化铁浓度为 20 mg/L 时,考察 pH 值对 铌铁矿和石英的浮选分离的影响,试验结果如图 6 所示。由图 6 可知,对于铌铁矿,在矿浆 pH 值为 3.0~9.0 时,浮选回收率从 43.8% 增加到 78.3%,当矿浆 pH 值大于 9.0 时,浮选回收率呈下降趋势,当 pH 为 11.0 左右时,铌铁矿浮选回收率下降到 70.1%;对于石英, 在矿浆 pH 值为 3.0~9.0 时,浮选回收率从 1.1% 增加 到 3.2%,当矿浆 pH 值大于 9.0 时,浮选回收率军降到 2.7%。



图 6 pH 值对铌铁矿和石英浮选的影响 Fig. 6 Effect of pH on Flotation of niobite and quartz

2.2 人工混合矿浮选分离

当捕收剂 OHA 用量为 0.05 mmol/L、六水氯化铁 浓度为 20 mg/L、pH 值为 9.0 时,考察 EDTA 对铌铁矿 和石英质量比为 1:1的人工混合矿(Nb₂O₅ 品位 37.83%, SiO₂ 品位 49.53%)浮选分离效果的影响,试验 结果如图 7 所示。当 EDTA 用量为 0.2 mmol/L 时, EDTA 对石英具有良好的选择性抑制,可以有效实现 铌铁矿和石英的分离; 铌铁矿精矿中 Nb₂O₅ 的回收率



图 7 EDTA 用量对人工混合矿浮选精矿指标的影响 Fig. 7 Effect of EDTA concentration on flotation concentrate of artificial mixed ore

为 72.54%, Nb₂O₅ 的品位为 56.84%, 石英的回收率为 12.83%, 石英的品位为 13.17%。

2.3 接触角测试

对 EDTA 和 OHA 单独作用及共同作用于铌铁矿的接触角进行测试分析,测试结果见图 8。铌铁矿纯矿物的表面接触角为 32.93°, OHA 在铌铁矿表面作用后接触角上升到 50.34°,说明 OHA 作用后铌铁矿可浮性显著增加。EDTA 单独作用在铌铁矿后接触角为18.39°, EDTA 和 OHA 共同作用下,铌铁矿表面接触角为43.73°,与单独加入捕收剂相比,其可浮性稍有下降。



图 8 EDTA 为抑制剂时铌铁矿表面的接触角 Fig. 8 Contact angle of niobite surface using EDTA as inhibitor

EDTA和OHA单独作用及共同作用于石英的接触角测试分析,测试结果见图9。石英纯矿物的表面接触角为21.62°,OHA在石英表面作用后接触角上升到41.42°;EDTA作用于石英后接触角为14.29°,EDTA和OHA共同作用下,石英表面接触角为26.59°,石英可浮性明显下降,说明EDTA的作用增强了石英表面的亲水性。和相同条件下EDTA和OHA共同作用下的铌铁矿相比,石英接触角要小于铌铁矿,铌铁矿的可浮性明显高于石英,这也与浮选试验中EDTA对石英的抑制效果要强于铌铁矿的试验结果相一致。



图 9 EDTA 为抑制剂时石英表面的接触角 Fig. 9 Contact angle of quartz surface using EDTA as inhibitor

2.4 Zeta 电位测试

铌铁矿表面 Zeta 电位随矿浆 pH 变化情况如图 10 所示。无药剂添加时, 铌铁矿等电点的 pH 值为 3.5 左 右, OHA 作用后铌铁矿 Zeta 电位整体负移。在 pH 为 9时,其电位向下移动到-51.02 mV,比无药剂添加时 铌铁矿的表面电位降低了11.01 mV, 主要归结于羟肟 酸离子带有负电,羟肟酸离子在铌铁矿表面的吸附增 强了铌铁矿表面的负电性,或吸附的羟肟酸分子屏蔽 了铌铁矿表面带有的正电荷从而造成铌铁矿表面动 电位的降低。铌铁矿与 EDTA 作用后, Zeta 电位产生 负移,在pH为9.0时,其向下移动到-54.45mV,且负 移程度大于 OHA 对铌铁矿的作用。这主要是因为在 浮选矿浆 pH 为 9.0 的条件下, EDTA 的主要存在形式 是H₃Y⁻、H₂Y²⁻、HY³⁻和Y^{4-[8]}。铌铁矿电位的负移主要 是因为H₃Y⁻、H₂Y²⁻、HY³⁻和Y⁴⁻等负离子在铌铁矿表 面的吸附。当 EDTA 与 OHA 共同作用于铌铁矿相较 于 EDTA 单独作用, 铌铁矿 Zeta 电位继续负移, 说明 EDTA 对 OHA 在铌铁矿表面的络合溶解清洗作用较



图 10 不同药剂作用下铌铁矿表面 Zeta 电位随矿浆 pH 值 变化曲线

Fig. 10 Variation curve of zeta potential on niobite surface with pulp pH value under the action of different agents

小,EDTA 在铌铁矿表面产生络合溶解后,OHA 在铌铁矿表面仍可继续吸附。

活化后石英表面 Zeta 电位随矿浆 pH 变化情况 如图 11 所示。石英在 OHA 作用后,其 Zeta 电位产生 负移,在 pH 为 9.0 时,电位向下移动到-38.8 mV;石英 与 EDTA 作用后,石英 Zeta 电位同样产生大幅度负移, pH 为 9.0 时,电位向下移动到-49.81 mV, EDTA 作用 后石英表面动电位负移程度高于 OHA 作用后石英表 面动电位负移程度。EDTA 与 OHA 共同作用下,石英 表面电位同样发生负移,且在 pH 为 9.0 时,电位较 EDTA 单独作用于石英的电位低 0.66 mV,说明 EDTA 在石英表面的络合溶解作用降低了 OHA 在石英表面 的吸附。这与浮选试验结果保持一致。



图 11 不同药剂作用下石英表面 Zeta 电位随矿浆 pH 值变 化曲线

Fig. 11 Variation curve of Zeta potential on quartz surface with pulp pH value under the action of different agents

2.5 XPS 分析

2.5.1 铌元素 XPS 分析

铌铁矿与 OHA 或 EDTA 单独作用前后及与 OHA、EDTA 共同作用后的 Nb 3d XPS 窄谱检测结果 见图 12。铌铁矿表面 Nb 3d 轨道的电子结合能在 206.48 eV 和 209.7 eV 处出现双峰,其电子结合能 206.48 eV 与 209.7 eV 属于 Nb⁵⁺,且此处双峰分别归属 Nb 3d 5/2 和 Nb 3d 3/2 的峰^[9]。铌铁矿与 OHA 作用后 的 Nb 3d 3/2 和 Nb 3d 5/2 的峰结合能分别发生 0.02 eV、 0.51 eV 的偏移,表明 OHA 在浓度为 0.05 mmol/L 时、 pH 值为 9.0 的条件下在铌铁矿表面发生化学吸附反 应。铌铁矿与 EDTA 及 OHA 共同作用后 Nb 3d 3/2 和 Nb 3d 5/2 的峰较铌铁矿与 EDTA 作用时分别发生 0.1 eV、0.2 eV 的偏移,表明 EDTA 作用后铌铁矿表面 还能和 OHA 继续发生化学吸附,EDTA 对 OHA 在铌 铁矿表面的吸附影响较小。

2.5.2 铁元素的 XPS 分析

铌铁矿与 OHA 或 EDTA 单独作用前后及与



(a) 铌铁矿; (b) 铌铁矿+EDTA; (c) 铌铁矿+OHA; (d) 铌铁矿+EDTA+OHA

图 12 OHA、EDTA 单独及共同作用后的铌铁矿 Nb 3d XPS 窄谱

Fig. 12 XPS spectra of Nb 3d on niobite surface treated with OHA and EDTA respectively and together

OHA、EDTA 共同作用后的 Fe 2p XPS 窄谱检测结果 见图 13。铌铁矿表面 Fe 2p 轨道的电子结合能在 711 eV 和 724 eV 处出现双峰。而 724.50 eV 和 710.52 eV 的拟合峰属于 Fe³⁺, 713.27 eV 的拟合峰属于 Fe³⁺, 且此



(a) 铌铁矿; (b) 铌铁矿+EDTA; (c) 铌铁矿+OHA; (d) 铌铁矿+EDTA+ OHA

图 13 OHA、EDTA 单独及共同作用后的铌铁矿 Fe 2p XPS 窄谱

Fig. 13 XPS spectra of Fe 2p on niobite surface treated with OHA and EDTA respectively and together

处双峰分别归属 Fe 2p 3/2 和 Fe 2p 1/2 的峰^[10]。铌铁 矿与 OHA 作用后铌铁矿表面 Fe²⁺峰位置为 724.32 eV 和 710.38 eV,与纯铌铁矿相比较,发生 0.18 eV、0.14 eV 的偏移,经分峰拟合后的 Fe³⁺峰位置为 713 eV,与 纯铌铁矿相比较,发生 0.27 eV 的偏移,表明 OHA 在 pH 值为 9 的条件下在铌铁矿表面发生化学吸附反应。 铌铁矿与 EDTA 及 OHA 共同作用后 Fe²⁺峰的位置为 724.43 eV 和 710.50 eV, Fe³⁺峰的位置为 713.22 eV,较 只加入 OHA 的铌铁矿相比较,发生 0.22 eV 偏移。表 明 OHA 在 EDTA 作用后的铌铁矿表面仍可继续发生 化学吸附。

3 结论

(1)辛基羟肟酸为捕收剂时, EDTA 对活化后石 英具有较强的抑制作用。人工混合矿浮选分离试验 表明:辛基羟肟酸浓度为 0.05 mmol/L、六水氯化铁浓 度为 20 mg/L、EDTA 用量为 0.2 mmol/L、矿浆 pH 值 为 9.0 时,可以高效实现铌铁矿和石英的浮选分离,并 获得了 Nb₂O₅ 品位为 56.84%, Nb₂O₅ 回收率为 72.54% 的浮选精矿。

(2)EDTA 对石英的选择性抑制作用机制为: EDTA 能够与石英表面金属离子 Fe*产生化学吸附作 用,从而消除了石英表面活性位点,而 EDTA 对铌铁 矿表面吸附的 OHA 影响较小,从而在铌铁矿和石英 浮选分离中起到了对石英的选择性抑制效果。

参考文献:

 [1] 黎洁,谢贤,吕晋芳,等. 铌矿资源概述及选矿技术研究进展[J]. 金 属矿山, 2021(2): 120-126.

LI J, XIE X, LV J F, et al. Overview of niobium resources and research progress of beneficiation technology[J]. Metal Mine, 2021(2): 120–126.

[2] 苏立. 白云鄂博西矿铌富集机制及成矿相关性研究[D]. 北京: 中

国矿业大学(北京), 2018.

SU L. Study on niobium enrichment mechanism and metallogenic correlation of Bayan obo xi ore deposit [D]. Beijing: China University of mining and Technology (Beijing), 2018.

- [3] 郑文怡. 福建南平西坑钽铌矿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.
 ZHENG W Y. Comprehensive utilization analysis of rare metal resources in Xikeng tantalum niobium mine in Nanping of Fujian[J]. Journal of Guilin University of technology, 2016, 36(1): 107-112.
- [4] 王鑫,何东升,刘爽,等. 铌钽矿选矿研究进展[J]. 现代矿业, 2020, 36(4): 98-101.
 WANG X, HE D S, LIU S, et al. Research progress of niobium tantalum

ore dressing [J]. Modern Mining, 2020, 36(4): 98–101.

- [5] 吴卫国,孙传尧,朱永楷. 有机螯合剂对活化石英的抑制及其作用 机理[J]. 金属矿山, 2007(2): 33-37.
 WU W G, SUN C Y, ZHU Y K. Inhibition of organic chelating agents on activated quartz and its mechanism[J]. Metal Mine, 2007(2): 33-37.
- [6] 牛艳萍, 李亚, 许洪峰, 等. 油酸钠浮选体系中硅线石与石英的分离机理[J]. 有色金属(选矿部分), 2021(1): 122-127.
 NIU Y P, LI Y, XU H F, et al. Separation mechanism of sillimanite and quartz in sodium oleate flotation system[J]. Mineral Processing Section, 2021(1): 122-127.
- [7] 王介良,曹钊,王建英,等.辛基羟肟酸在氟碳铈矿表面的吸附机 理[J].中南大学学报(自然科学版), 2019, 50(4): 762-770.
 WANG J L, CAO Z, WANG J Y, et al. Adsorption mechanism of octylhydroxamic acid on bastnaesite[J]. Science and Technology, 2019, 50(4): 762-770.
- [8] TIAN J, XU L H, SUN W, et al. The selective flotation separation of celestite from fluorite and calcite using a novel depressant EDTA[J]. Powder Technology, 2019, 352: 62–71.
- [9] LIU M X, LI H, JIANG T, et al. Flotation of coarse and fine pyrochlore using octyl hydroxamic acid and sodium oleate [J]. Minerals Engineering, 2019, 132: 191–201.
- [10] Y. MAKIMIZU, J. YOO, M. POORNAJAR, et al. Effects of low oxygen annealing on the photoelectrochemical water splitting properties of α-Fe₂O₃[J]. Journal of Materials Chemistry A: 2020, 8(3): 1315-1325.

Mechanism of Inhibitor EDTA in Flotation Separation of Niobite and Quartz

LI Xia¹, ZHANG Qian¹, CHEN Shiling¹, JIANG Haiming²

1. School of Mining and Coal, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, China;

2. School of Life Science and Technology, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, China

Abstract: As quartz is easily activated by metal cations, the floatability difference between niobium mineral and gangue mineral quartz decreases under hydroxamic acid collector flotation system, which increases the difficulty of separation between useful minerals and quartz. In this paper, EDTA was used as an inhibitor in the separation of niobium mineral from activated quartz. The flotation behavior and surface properties of niobite and quartz exposed to EDTA were studied by single mineral experiments, artificial mineral flotation experiments, Zeta potential tests, contact Angle tests and XPS photoelectron spectroscopy. When octyl hydroxamic acid (OHA) was used as flotation collector, EDTA as an inhibitor had a strong selective inhibition on activated quartz, because the complexation dissolution of EDTA on quartz surface reduced the adsorption of OHA on quartz surface. Flotation experiments results showed that the flotation separation of niobite from quartz was achieved at pH 9.0, FeCl₃·6H₂O dosage of 0.2 mmol/L, EDTA dosage of 0.2 mmol/L , and OHA dosage of 0.05 mmol/L. The recovery of Nb₂O₅ in niobite concentrate was 72.54%, and the grade of Nb₂O₅ was 56.84%. The recovery of SiO₂ in niobite concentrate was 12.83%, and the grade of SiO₂ was 13.17%.

Keywords: niobite; quartz; EDTA; flotation separation; inhibitor; inhibition mechanism

引用格式:李侠,张倩,陈世岭,蒋海明. EDTA 在铌铁矿和石英浮选分离中的选择性抑制作用机理[J]. 矿产保护与利用, 2023, 43(1): 37-43. LI Xia, ZHANG Qian, CHEN Shiling, JIANG Haiming. Mechanism of inhibitor EDTA in flotation separation of niobite and quartz[J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2023, 43(1): 37-43.

投稿网址: http://hcbh.cbpt.cnki.net

E-mail: kcbh@chinajoumal.net.cn