

新疆某铜镍矿浮选回水回用试验研究

Experimental Study on the Reuse of Flotation Return Water from a
Copper-Nickel Ore in Xinjiang

王亚运(中国恩菲工程技术有限公司,北京 100038)

摘要:以新疆某铜镍矿为研究对象,针对铜镍矿浮选回水直接回用严重影响铜镍有效回收的问题,本文研究了调整剂对消除浮选回水对铜镍有效回收的影响。在100%回水条件下,采用两粗-三扫-三精的混合浮选工艺得到铜镍混合精矿,混合精矿以活性炭和石灰为调整剂,采用一粗-两精-两扫的铜镍分离流程可获得镍品位为9.78%、回收率为74.23%的镍精矿,铜品位为21.09%、铜回收率为78.64%的铜精矿。本研究可以较好地解决浮选回水恶化铜镍有效回收的问题,提高铜镍回收率,该为同类型铜镍矿浮选回水回用提供重要技术支撑。

关键词:铜镍矿;浮选;回水;回用

中图分类号:TD971 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-609X(2025)02-0063-05

Abstract: Taking a copper-nickel ore in Xinjiang as a research object, in response to the serious impact of direct reuse of flotation return water from copper nickel ore on the effective recovery of copper and nickel, this article investigates the effect of adjusters on the effective recovery of copper and nickel by eliminating flotation return water. Under 100% return water conditions, adopting the bulk flotation process of two roughing-three scavenging-three cleaning to obtain copper nickel mixed concentrate, the mixed concentrate uses activated carbon and lime as adjusters. Adopting a copper nickel separation process of one roughing-two scavenging-two cleaning, a nickel concentrate with nickel grade of 9.78% and recovery rate of 74.23%, a copper concentrate with copper grade of 21.09% and recovery rate of 78.64%, can be obtained. This study can better solve the problem of deteriorating effectively recovering copper and nickel in flotation return water reuse, improve the recovery rate of copper and nickel, and provide important technical support for the reuse of flotation return water in similar copper and nickel mines.

Key words: copper-nickel ore; flotation; return water; reuse

1 前言

金属镍具有良好的可塑性、耐腐蚀性和磁性等性能,广泛应用于电池、镍基合金、钢铁、电镀等领域,是一种重要的战略资源。目前,全球镍资源开发利用以硫化铜镍矿石为主,针对硫化铜镍矿石,选矿的主要回收方法是浮选。在浮选过程需要使用大量的水资源,一般浮选1 t矿石需3.5~4 t新鲜水,浮选过程中产生的浮选废水若不回用,则造成水资源的巨大浪费,同时也可能会对生态环境产生不利影响。对于某些水资源贫乏地区的选矿厂,可能会限制其生产规模,也会增加其生产成本。就这部分水而言,最好的处理方法是将其循环利用^[1-3]。

返回浮选的回水中常含有金属离子、各种浮选

药剂等^[4-7],直接回用有可能会对浮选指标产生不可避免的影响,如影响到精矿品位和回收率,甚至需增加药剂用量或引入新的药剂才能获得相应的指标。回水的使用也是多金属硫化矿有效分离的限制因素之一^[8-10]。因此,如何在不影响选别指标的前提下,实现浮选回水回用是一些选矿厂面临的重要问题。

本文以某铜镍矿为研究对象,首先考察清水和回水对铜镍浮选回收的差异,然后在回水条件下研究抑制剂和活化剂对镍回收的影响。

2 矿石性质

铜镍矿化学多元素分析结果见表1,铜物相分析结果见表2,镍物相分析结果见表3。

由表1可知,样品中主要目的元素为铜和镍,含量分别为0.22%和0.37%,其他有价金属元素因含量较低,综合利用的价值不大。杂质组分主要为SiO₂和MgO。由表2可知,铜元素主要以原生硫化铜和次生硫化物的形式存在,二者合计分布率达

[作者简介] 王亚运(1990—),男,山东菏泽人,博士研究生,从事有色金属选矿技术研究工作。

[引用格式] 王亚运. 新疆某铜镍矿浮选回水回用试验研究[J]. 中国矿山工程,2025,54(2):63-67.

表1 铜镍矿化学多元素结果

元素	Ni	Cu	S	Cr	Sr	Zn	Fe	SiO ₂	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	Mn
含量/%	0.37	0.22	2.26	0.19	0.016	0.018	10.28	40.95	26.12	4.13	5.21	0.14

表2 铜镍矿中铜的化学物相分析结果

铜相	原生硫化	次生硫化	自由氧化	结合氧化	合计
	铜中 Cu	铜中 Cu	铜中 Cu	铜中 Cu	
含量/%	0.14	0.067	0.007	0.006	0.22
分布率	63.64	30.45	3.18	2.73	100.00

表3 铜镍矿中镍的化学物相分析结果

镍相	硫化镍中 Ni	硫酸镍中 Ni	硅酸盐中 Ni	合计
含量/%	0.33	0.003	0.037	0.37
分布率	89.19	0.81	10.00	100.00

94.09%,氧化铜含量较低。由表3可知,镍元素主要以硫化镍的形式存在,占比为89.19%,其次分布在硅酸盐中,占比为10.00%,硫酸盐中镍含量较低。

矿石的矿物组成及相对含量见表4。

表4 矿石的矿物组成及相对含量

矿物名称	含量/%	矿物名称	含量/%
镍黄铁矿	0.68	辉石 闪石	34.01
黄铜矿	0.61	滑石 蛇纹石	21.88
磁黄铁矿	4.55	镁橄榄石	19.67
墨铜矿	0.12	长石	9.56
磁(赤)铁矿	1.76	云母	2.44
方解石 白云石	0.61	绿泥石	1.82
石英	0.57	其他矿物	1.72

由表4可知,矿石中铜矿物主要为黄铜矿,少量墨铜矿;镍矿物为镍黄铁矿;其他金属硫化物以磁黄铁矿为主;铁矿物主要为磁铁矿和赤铁矿。脉石矿物主要为镁橄榄石、辉石、闪石、蛇纹石、滑石和长石,少量云母、绿泥石、方解石、白云石、石英等。

主要矿物的特征及赋存状态如图1和图2所示。黄铜矿为主要的铜矿物,也是选矿富集回收铜的主要目的矿物。主要呈浸染状的形式分布,往往与磁黄铁矿、镍黄铁矿等硫化物共同富集在部分矿块中。镁橄榄石主要呈自形粒状,被晚期蛇纹石沿边缘交代;蛇纹石和滑石集合体呈不规则团块状,沿橄榄石和辉石、闪石等矿物粒间充填。

3 试验结果与讨论

3.1 清水条件试验

采用-0.074 mm占80%的磨矿细度,以碳酸钠、水玻璃和CMC为调整剂,以戊黄和丁铵黑药为

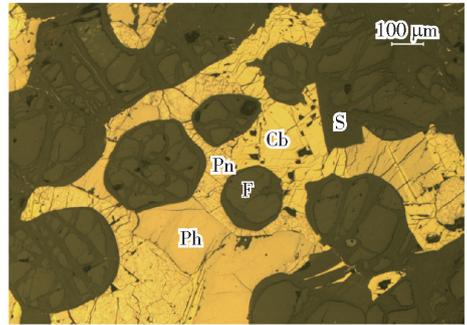


图1 不规则状方黄铜矿(Cb)与镍黄铁矿(Pn)、磁黄铁矿(Ph)沿橄榄石和蛇纹石(S)粒间充填

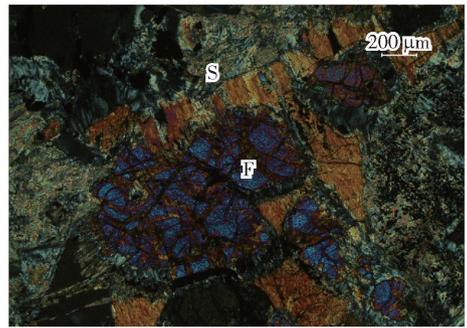


图2 镁橄榄石(F)被蛇纹石(S)沿边缘及裂隙充填交代

浮选捕收剂,开展清水条件下试验。试验流程如图3所示,结果见表5。

试验结果表明,在清水条件下,混合精矿中镍的回收率为54.87%、铜的回收率为73.65%。

3.2 浮选回水条件试验

考察浮选回水对镍铜回收的影响,试验采用100%回水进行磨矿,采用-0.074 mm占80%的磨矿细度,以碳酸钠、水玻璃和CMC为调整剂,以戊黄和丁铵黑药为浮选捕收剂,进行回水试验。试验流程如图4所示,结果见表6。

试验结果表明,在100%回水条件下,混合精矿中铜镍的回收率均下降,尾矿中铜镍的损失率增加。浮选回水的回用导致铜镍不能得到有效回收。因此,为了实现铜和镍的有效回收,需要添加适宜的药剂。

3.3 调整剂EF1301对铜镍回收的影响

用100%回水进行磨矿,采用-0.074 mm占80%的磨矿细度,以碳酸钠、水玻璃和CMC为调整

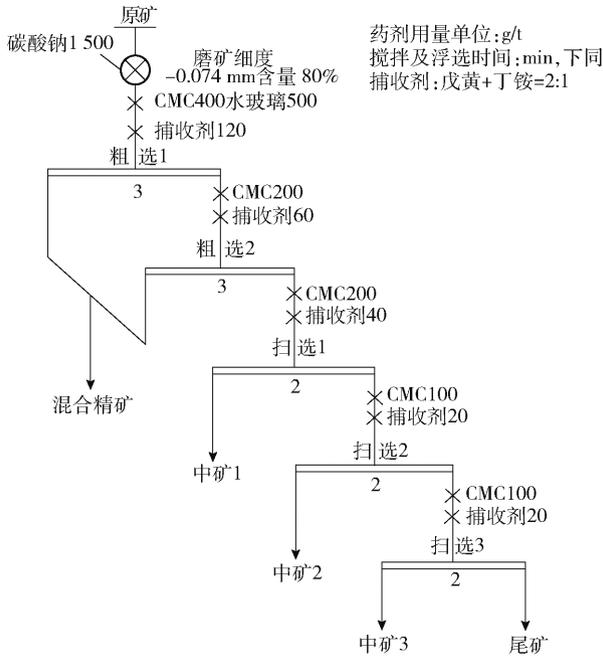


图3 清水条件试验流程

表5 清水条件试验结果

产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
		Ni	Cu	Ni	Cu
混合精矿	9.15	2.23	1.69	54.87	73.65
中矿1	5.20	1.03	0.29	14.42	7.19
中矿2	3.73	0.60	0.18	6.02	3.20
中矿3	3.45	0.41	0.13	3.80	2.14
尾矿	78.47	0.099	0.037	21.36	13.97
原矿	100.00	0.37	0.21	100.00	100.00

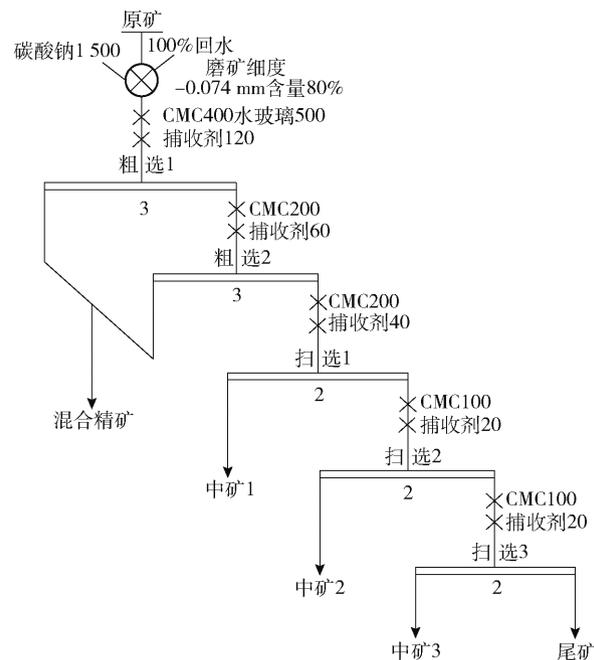


图4 回水条件试验流程

表6 回水条件试验结果

产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
		Ni	Cu	Ni	Cu
混合精矿	8.67	2.05	1.57	48.66	64.54
中矿1	5.12	1.01	0.26	14.16	6.31
中矿2	3.44	0.57	0.17	5.37	2.77
中矿3	3.29	0.39	0.12	3.52	1.87
尾矿	79.48	0.13	0.065	28.29	24.50
原矿	100.00	0.37	0.21	100.00	100.00

剂,以戊黄和丁铵黑药为浮选捕收剂,考察调整剂EF1301在100%浮选回水条件下对铜镍回收的影响。试验流程如图5所示,结果如图6所示。

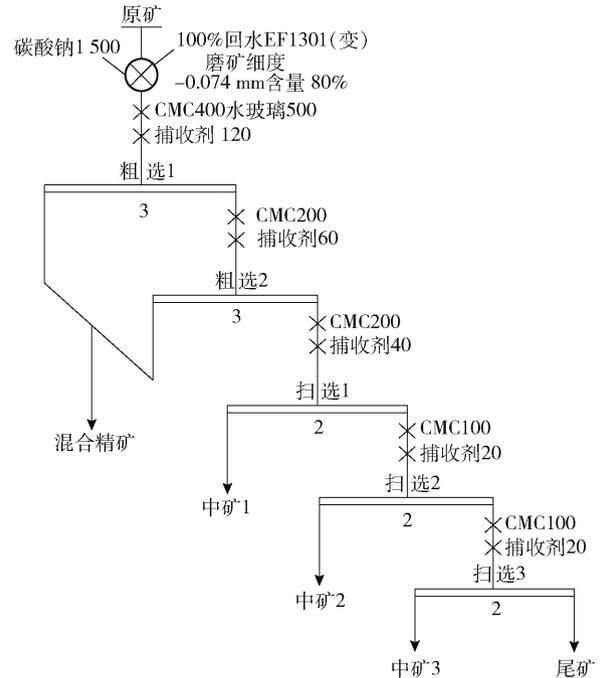


图5 回水条件下抑制剂EF1301用量试验流程

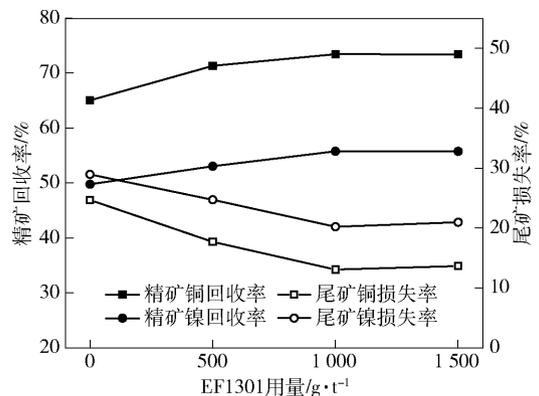


图6 回水条件下抑制剂EF1301用量试验结果

结果表明,在100%回水条件下,抑制剂EF1301有助于提高精矿中铜镍的回收。随着抑制剂EF1301的用量由0 g/t增加至1 000 g/t时,铜精矿中铜回收率由65.07%增加至73.49%,镍回收率由48.66%增加至55.80%;尾矿中的铜镍损失率分别由24.50%和28.29%降至13.07%和20.23%。综合考虑,EF1301用量为1 000 g/t。试验结果表明EF1301可以消除浮选回水对选别指标的影响。

3.4 调整剂EF1212对铜镍回收的影响

用100%回水进行磨矿,采用-0.074 mm占80%的磨矿细度,以碳酸钠、水玻璃和CMC为调整剂,以戊黄和丁铵黑药为浮选捕收剂,以EF1301为调整剂,考察调整剂EF1312对于提高铜镍选别指标的影响,试验流程如图7所示,试验结果如图8所示。

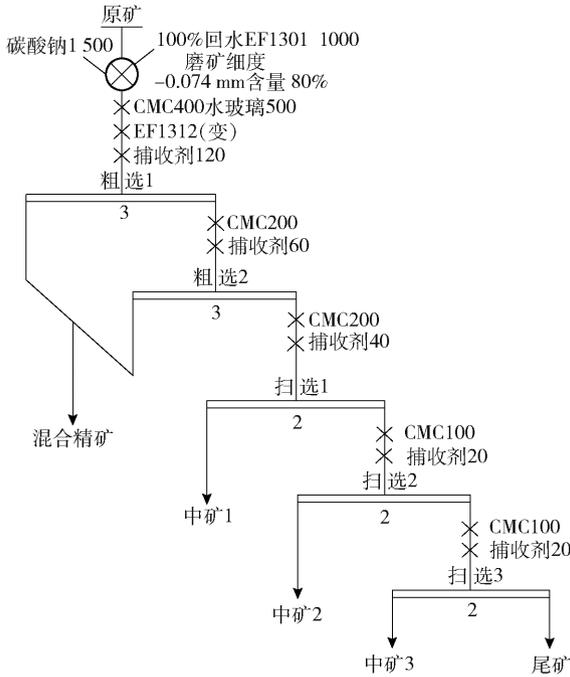


图7 回水条件下调整剂EF1312用量试验流程

试验结果表明,添加调整剂EF1312有利于提高铜镍回收率,随着调整剂EF1312的用量由0 g/t增加至1 000 g/t时,铜精矿中铜镍回收率分别由73.49%增加至76.83%,镍回收率由55.80%增加至59.16%;尾矿中的铜镍损失率分别由13.07%和20.23%降至10.11%和17.81%。综合考虑,EF1312的用量为1 000 g/t。试验结果表明EF1312可以提高铜镍的回收率。

3.5 全流程闭路试验

为考该硫化铜镍矿在全流程闭路条件下各精矿

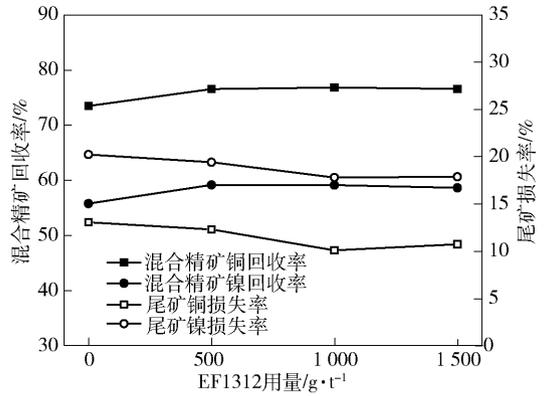


图8 回水条件下调整剂EF1312用量试验结果

的品质状态,开展全流程闭路试验,铜镍混合浮选-铜镍分离全流程闭路试验流程如图9所示,试验结果见表7。

表7 闭路试验结果

产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
		Ni	Cu	Ni	Cu
镍精矿	2.78	9.78	0.49	74.23	6.27
铜精矿	0.81	0.82	21.09	1.81	78.64
尾矿	96.41	0.091	0.034	23.95	15.02
原矿	100.00	0.37	0.22	100.00	100.00

闭路试验结果表明,采用图9流程,可获得镍品位为9.78%、回收率为74.23%的镍精矿,铜品位为21.09%、铜回收率为78.64%的铜精矿。

4 结论

(1) 铜镍矿中铜品位为0.22%,镍品位为0.37%;原矿中铜矿物主要为黄铜矿,镍矿物主要为镍黄铁矿,其他金属硫化物以磁黄铁矿为主,脉石矿物主要为辉石、闪石、滑石、蛇纹石和镁橄榄石等。

(2) 浮选回水回用会严重恶化铜镍选别指标,抑制剂EF1301可以消除浮选回水对铜镍不利浮选影响;调整剂EF1312可以有效提高铜镍浮选回收率。

(3) 在100%回水条件下,采用两粗-三扫-三精的混合浮选工艺得到铜镍混合精矿,混合精矿以活性炭和石灰为调整剂,采用一粗-两精-两扫的铜镍分离流程可获得镍品位为9.78%、回收率为74.23%的镍精矿,铜品位为21.09%、铜回收率为78.64%的铜精矿。

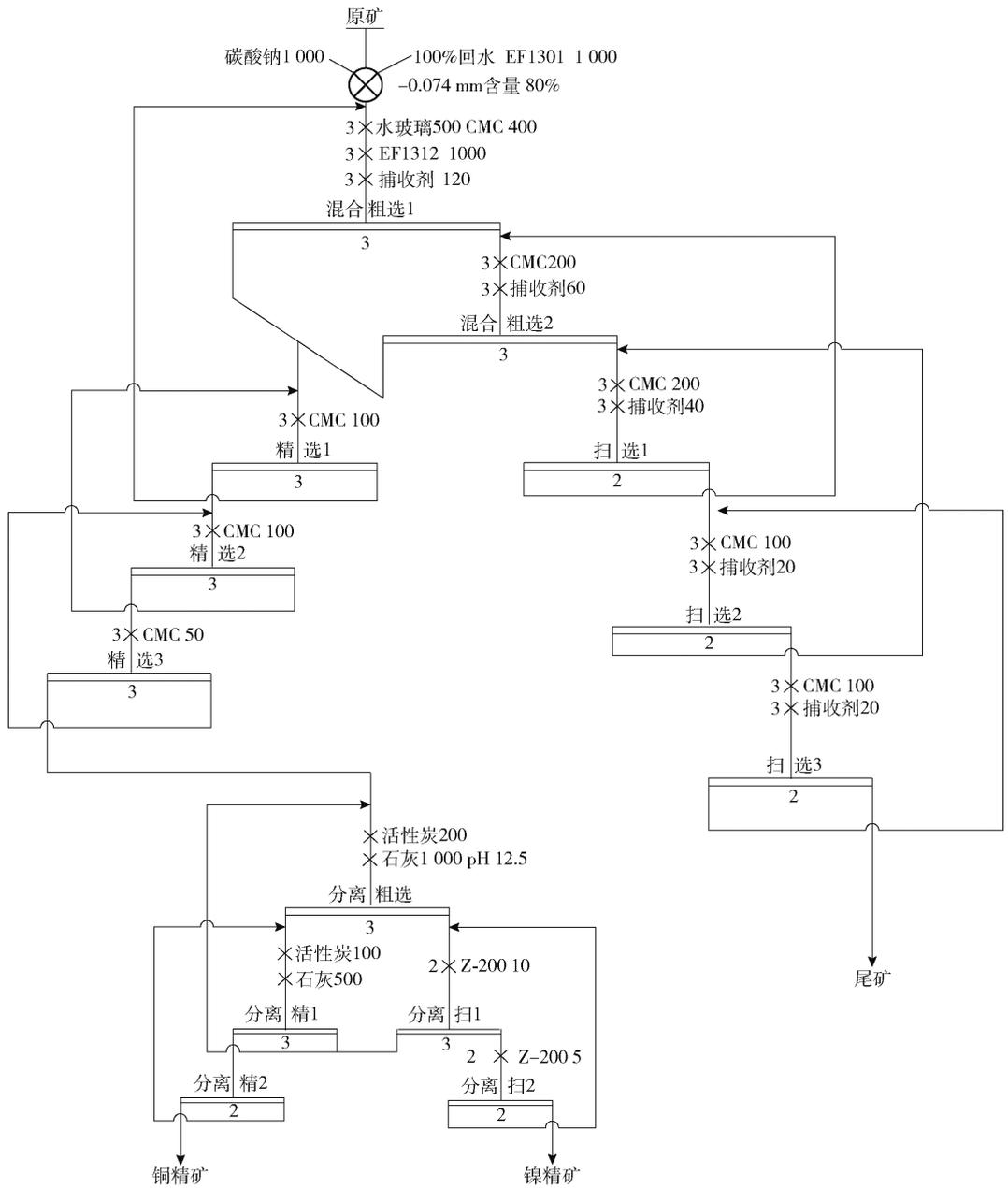


图9 闭路试验流程

[参考文献]

[1] 段胜红, 庄世明, 张铭, 等. 云南某含金铜硫矿浮选回水对选别指标影响的试验研究[J]. 黄金, 2018(8):62-66.

[2] 李九洲, 王永超. 回水对金堆城钼矿选矿过程的影响[J]. 中国矿山工程, 2011(3):61-63.

[3] 李倩, 于萍, 罗运柏. 中水回用于工业循环水存在问题探讨[J]. 工业用水与废水, 2012(2):12-14.

[4] 陈顺俊, 郭修旺, 严育红. 选矿回水对某铝土矿浮选指标影响试验[J]. 现代矿业, 2019(2):125-127.

[5] 何平波, 刘晗, 陈兴华. 铝土矿脱硅浮选尾矿回水对浮选行为的影响[J]. 有色金属(选矿部分), 2011

(3):30-33.

[6] 刘文宝, 张尧, 刘文刚, 等. 选矿回水对西藏某铜钼混合精矿浮选分离影响研究[J]. 矿产保护与利用, 2017(4):64-68.

[7] 吕晓兵, 张家会. 回水对选矿过程影响的研究[J]. 江西冶金, 2001(2):40-42.

[8] 王闻单. 选矿回水对铜钼分离的影响及机理研究[D]. 沈阳:东北大学, 2014.

[9] 胡立嵩, 罗廉明. 选矿废水中悬浮物对磨矿和浮选影响的研究[J]. 云南冶金, 2005(3):18-20.

[10] 常自勇, 冯其明, 欧乐明. 回水中絮凝剂对铝土矿浮选影响的研究[J]. 有色金属:选矿部分, 2014(6):88-91.