

某铅锌矿选铅尾矿絮凝沉降及溢流水回用于浮选 评价试验研究^①

缪亚兵, 薛珂, 赵文坡, 李文凤, 方程

(长沙矿冶研究院有限责任公司, 湖南长沙 410012)

摘要: 对某铅锌矿选铅尾矿开展絮凝沉降实验室试验研究, 进行了絮凝剂选型、絮凝剂用量和给料浓度试验, 并将筛选的絮凝剂以药剂添加的方式给入浮选系统进行铅锌硫浮选评价试验。结果表明, 阴离子型 PAM 絮凝剂 AX868 沉降效果较好, 添加絮凝剂后的浮选体系所得浮选指标与使用清水所得浮选指标相当, AX868 用量 20 g/t 即可满足工业生产中直径 36 m 浓密机沉降要求。

关键词: 絮凝剂; 铅锌矿; 浮选; 絮凝沉降; 回水利用

中图分类号: TD97

文献标识码: A

doi:10.3969/j.issn.0253-6099.2023.05.019

文章编号: 0253-6099(2023)05-0080-05

Experimental Study on Flocculation Sedimentation of Lead Tailings from a Pb-Zn Mine and Evaluation of Flotation with Recirculated Overflow

MIAO Yabing, XUE Ke, ZHAO Wenpo, LI Wenfeng, FANG Cheng

(Changsha Research Institute of Mining and Metallurgy Co Ltd, Changsha 410012, Hunan, China)

Abstract: Experimental study on flocculation sedimentation was carried out in a laboratory for the lead processing tailings from a lead-zinc mine, and the flocculant type, flocculant dosage and feed concentration were all investigated. Then, the selected flocculant was applied into a lead-zinc-sulfur flotation. The results show that the anionic PAM flocculant AX868 presents a better sedimentation effect, and its addition into the flotation system leads to the obtained flotation indicators equivalent to those by using clear water. It is found that an addition of 20 g/t AX868 into the thickener with a diameter of 36 m can meet the sedimentation requirements in industrial production.

Key words: flocculant; lead-zinc ore; flotation; flocculation sedimentation; backwater utilization

絮凝沉降技术广泛用于水处理及尾矿处理。矿浆体系中添加絮凝剂有利于细粒聚集成较大聚团从而促进沉降^[1-8]。目前有机高分子絮凝剂应用广泛, 根据其官能团类型以及官能团在水中离解后所带电荷的性质, 可将其分成阴离子型、阳离子型、非离子型和两性有机高分子絮凝剂^[1]。

湖南某铅锌选矿厂采用优先浮选工艺流程, 根据生产实际需要, 现场选铅尾矿需浓缩至矿浆浓度 45% 进入后续选锌系统, 溢流水进入生产回水系统。在选厂改扩建工程中, 受场地限制, 拟采用直径 36 m 浓密机对选铅尾矿进行浓缩。根据该浓密机浓缩效率测算后发现, 溢流水浊度超标, 无法满足生产需求。本文对该选铅尾矿开展絮凝沉降试验研究, 提高矿浆沉降速率以满足目前的沉降需求, 同时进行浮选评价试验, 考察添加

絮凝剂后的溢流水回用于浮选体系对浮选指标的影响。

1 试验矿样

试验矿样包括用于沉降试验的选铅尾矿样和用于浮选评价试验的浮选给矿样。选铅尾矿样取自选矿厂生产系统铅浮选尾矿矿浆, 矿浆浓度约 36%。浮选给矿样取自选矿厂二段磨矿分级溢流, 其主要有价元素分析结果为: Pb 3.27%, Zn 3.69%, Au 2.44 g/t, Ag 92.73 g/t, S 6.91%, 主要金属矿物为方铅矿、闪锌矿、硫铁矿等, 脉石矿物主要为石英、玉髓、方解石等。

2 试验仪器及试剂

2.1 试验仪器

试验仪器包括量筒、沉降瓶、移液管、玻璃棒、滤纸、

① 收稿日期: 2023-04-23

作者简介: 缪亚兵(1989—), 男, 江苏南通人, 工程师, 主要从事选矿工艺技术及矿用药剂研究。

通信作者: 薛珂(1991—), 女, 湖南益阳人, 工程师, 主要从事环保、药剂及选矿方面的研究。

虹吸管、加药管、电子天平、秒表、XFD-1.0L 挂槽浮选机、DL-5C 型盘式真空过滤机、电热恒温鼓风干燥箱等。

2.2 试验试剂

试验用絮凝剂 615s、665s、63026、FLZ1、6000S、6000V、6003S 均为市售有机高分子絮凝剂产品;AX868、CSP-12 为自主研发的絮凝剂,其中 CSP-12 为阳离子型絮凝剂,AX868 为阴离子型 PAM 絮凝剂。

浮选药剂 HQ77、D52、D82、硫酸铜、Z200 和丁基黄药为生产现场提供的浮选药剂,均为工业品。

3 结果与讨论

3.1 沉降试验

将絮凝剂配成 1% 浓度溶液。准确量取 250 mL 选铅尾矿矿浆置于 250 mL 沉降瓶中,记录矿浆质量,然后加入一定量的絮凝剂,塞紧瓶塞,上下颠倒 10 次摇匀。将沉降瓶静置于桌面,观测并记录不同时间沉降界面的高度,沉降 120 min 后,抽取上层 30 mL 澄清液进行浊度测试。

3.1.1 絮凝剂种类对比试验

试验选用阴离子絮凝剂 615s、665s、AX868、63026,阳离子絮凝剂 CSP-12 和非离子类絮凝剂 FLZ1、6000S、6000V、6003S 等进行对比试验,用量均为 20 g/t,结果如图 1~2 所示。

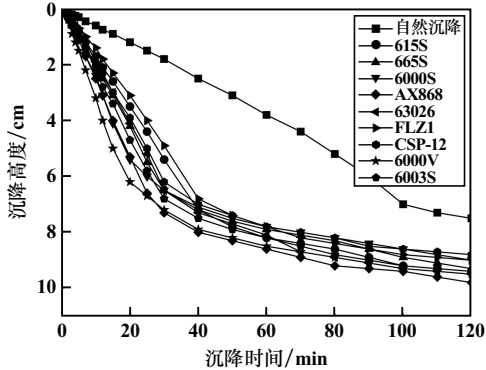


图 1 絮凝剂种类对沉降高度的影响

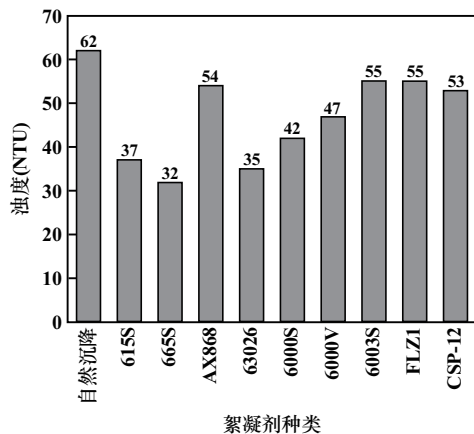


图 2 絮凝剂种类对沉降上层澄清液浊度的影响

由图 1 和图 2 可知,相较于自然沉降,添加絮凝剂后矿浆沉降速率显著提升,其中阴离子絮凝剂 AX868 和非离子絮凝剂 6000V 沉降速度较其他药剂更快,阳离子絮凝剂 CSP-12 沉降速度略差;添加絮凝剂后沉降上层澄清液浊度均有不同程度下降。

3.1.2 药剂用量对比试验

沉降试验初步筛选出絮凝剂 6000V、AX868 和 CSP-12,分别进行了药剂用量沉降试验,结果分别见图 3、图 4 和图 5。

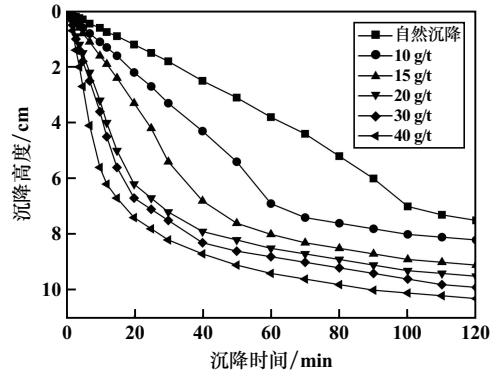


图 3 絮凝剂 6000V 用量对沉降高度的影响

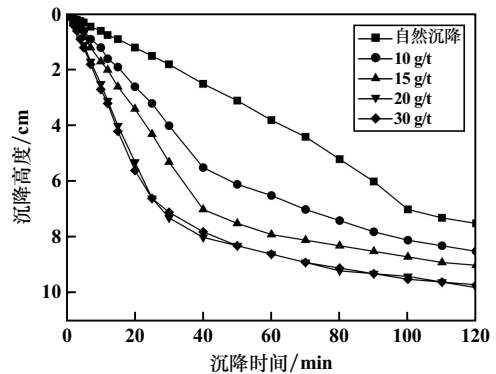


图 4 絮凝剂 AX868 用量对沉降高度的影响

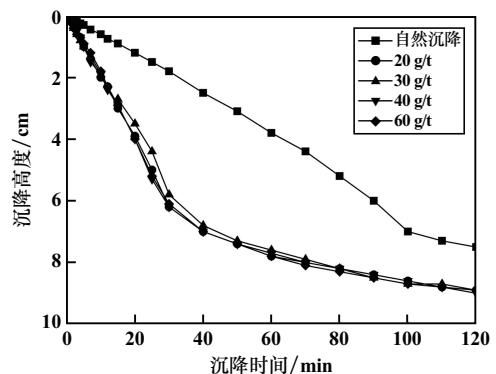


图 5 絮凝剂 CSP-12 用量对沉降高度的影响

由图 3~5 可知,随着絮凝剂 6000V 用量增加,矿浆沉降速度逐渐增加;随着絮凝剂 AX868 用量增加,

矿浆沉降速度先增加后趋于稳定;随着絮凝剂 CSP-12 用量增加,矿浆沉降速度基本不变。

3.1.3 给料浓度对比试验

给料浓度对比试验在 1 000 mL 沉降瓶中进行,选用絮凝剂 AX868 和 CSP-12,用量均为 20 g/t,考察沉降速度与底流浓度变化情况,结果如图 6~7 所示。

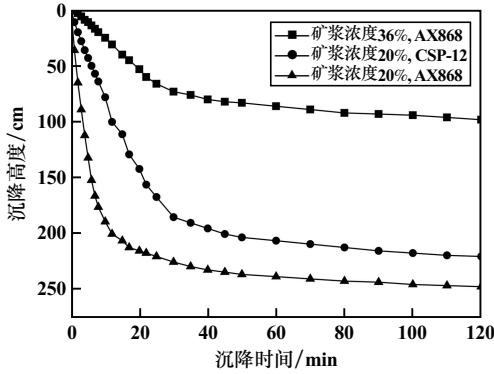


图6 静态沉降试验 H-T 关系曲线

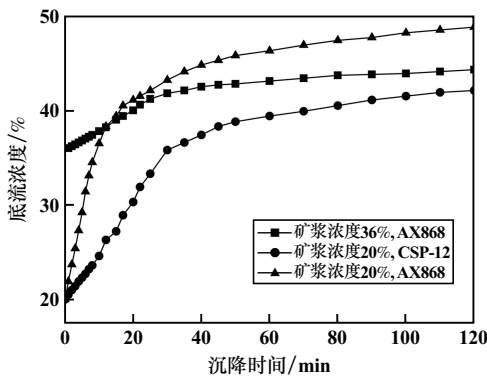


图7 静态沉降试验 H-C 关系曲线

试验结果表明,降低给料浓度可以显著提升矿浆沉降速率,同时底流浓度提升速度更快,因此稀释浓密机给料矿浆浓度是提升矿浆沉降速率的有效手段之一。同时对比了絮凝剂 AX868 和絮凝剂 CSP-12 絮凝沉降效果,前者沉降速度显著优于后者。

3.2 浮选影响评价试验

为进一步考察絮凝剂对浮选系统的影响,将絮凝剂以药剂添加的方式给入浮选系统进行浮选评价试验,以自来水作为对比水样,浮选试验流程及药剂制度参照生产现场,试验流程见图 8。因所取浮选给矿矿浆已添加铅捕收剂 HQ77,铅粗选不再添加捕收剂。

3.2.1 絮凝剂对比试验

在铅粗选段分别添加絮凝剂 AX868、6000V 和 CSP-12,用量均为 20 g/t,考察 Pb、Zn、S 浮选精矿指标,结果见图 9。从图 9 可以看出,在浮选体系中添加絮凝剂 AX868 和 CSP-12,获得的浮选指标与清水基本

相当;添加絮凝剂 6000V,选铅段和选硫段指标与清水基本相当,但选锌段获得的精矿品位下降了 2.36 个百分点、回收率下降了 2.05 个百分点。结合絮凝沉降试验情况,确定采用絮凝剂 AX868 进行后续的浮选评价。

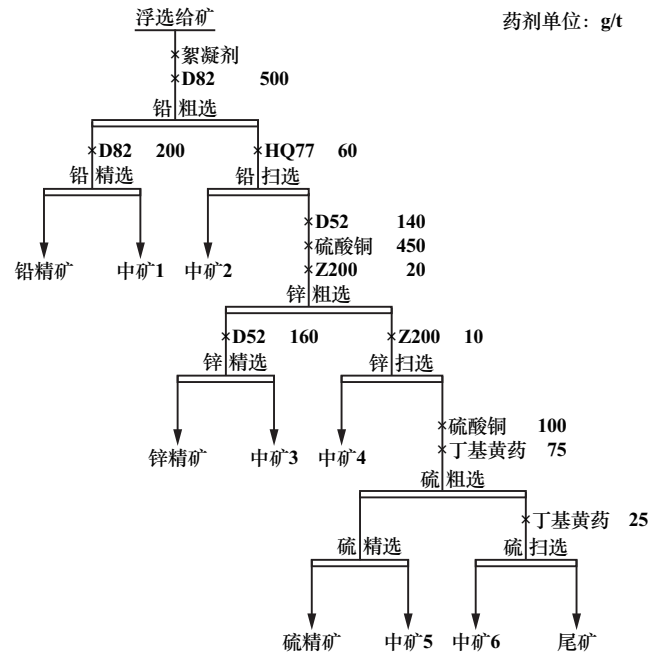
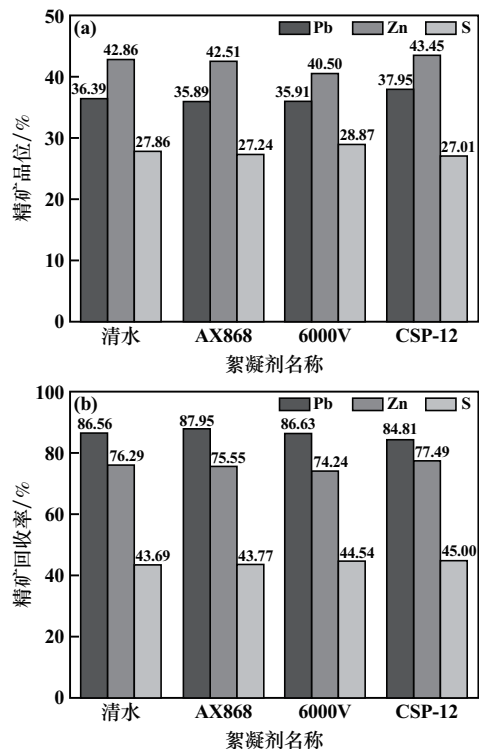


图8 浮选评价试验流程



(a) 品位; (b) 回收率

图9 絮凝剂对浮选指标的影响

3.2.2 絮凝剂 AX868 用量试验

采用 AX868 进行絮凝剂用量浮选评价试验,考察

Pb、Zn、S 浮选精矿指标情况, 结果见图 10。结果表明, 添加 AX868 后获得的浮选指标与清水基本相当, 表明絮凝剂 AX868 用量不超过 60 g/t 时, 对铅、锌、硫浮选指标几乎不产生影响。

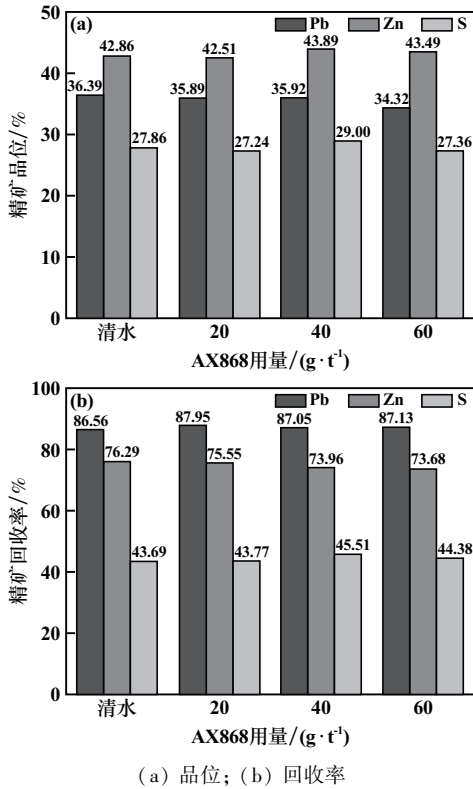


图 10 AX868 用量对浮选指标的影响

3.2.3 全开路对比试验

为进一步考察絮凝剂对铅、锌、硫浮选指标的影响情况, 在铅粗选段添加 10 g/t 絮凝剂 AX868, 锌粗选段分别添加 20 g/t 和 40 g/t 絮凝剂 AX868, 进行全开路浮选试验, 试验流程见图 11, 结果见图 12。

由图 12 可以看出, 在选铅段添加 10 g/t、选锌段添加 20 g/t 或 40 g/t 絮凝剂 AX868 条件下, 获得的铅、锌、硫浮选精矿品位和回收率指标与清水基本相当, 表明采用 AX868 为絮凝剂, 在综合用量不超过 50 g/t 条件下, 对铅、锌、硫浮选指标几乎不产生影响。

3.3 浓密机选型计算

该选厂改扩建后浓密机处理量以干矿量计约为 98 t/h, 给料浓度 36%, 要求底流浓度 45%。以絮凝剂 AX868 用量 20 g/t、沉降 40 min 后尾矿颗粒开始进入压缩区, 此时底流浓度已达到 42.5%, 考虑工业应用浓密机底流压缩效果明显优于量筒试验, 可以判断此条件下沉降 40 min 底流浓度可达 45%, 据此计算静态沉降试验尾矿固体通量为 0.117 t/(m²·h), 选型浓密机直径为 35.8 m; 浓密机给料井内发生絮凝沉降, 给料井

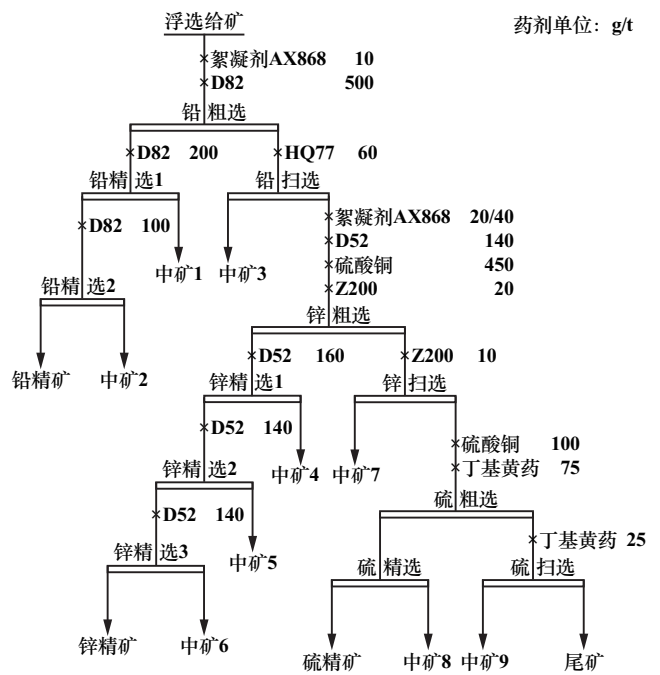


图 11 全开路浮选评价试验流程

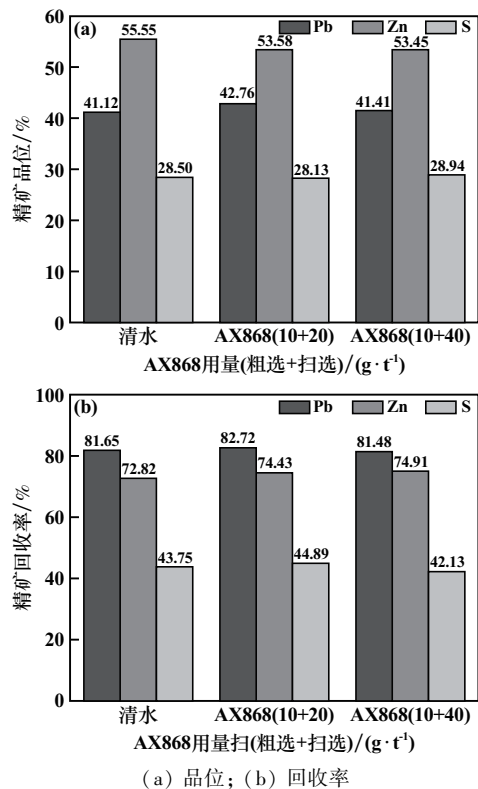


图 12 全开路试验 AX868 对浮选指标的影响

外清水层可稀释给料, 稀释浓度至 20%, 絮凝剂 AX868 用量 20 g/t、沉降 25 min 后尾矿底流浓度已达到 42.1%, 此条件下计算静态沉降试验尾矿固体通量为 0.121 t/(m²·h), 选型浓密机直径为 35.2 m。两种方式均可满足现场直径 36 m 浓密机沉降要求。

4 结 论

1) 通过沉降试验和浮选评价试验,筛选出絮凝剂 AX868 作为该选铅尾矿的絮凝剂,可显著提升矿浆沉降速率、降低溢流水浊度,对浮选指标影响较小。

2) 在 AX868 用量 20 g/t 情况下,矿浆的沉降效果可满足现场 36 m 浓密机的选型要求,该用量条件下所得溢流水回用于铅锌硫浮选系统,所得浮选指标与使用清水时指标相当。

参考文献:

- [1] 张去非. 絮凝剂的种类及其在尾矿沉降中的应用[J]. 金属矿山, 2008(6):69-72.
[2] 董艳红,陈代雄,周玉才,等. 复合絮凝剂在氧化铜矿选矿废水回

(上接第 76 页)

是具有回收价值的主要元素,有害元素 Fe、P 含量较高,对提高锰精矿产品质量有较大影响。原矿-0.019 mm 粒级含量超过了 50%,有效回收该粒级锰矿物是分选的关键。

2) SLon-500 立环脉动高梯度磁选机半工业试验结果表明,采用“一粗一扫、扫选精矿一次精选”的磁选流程,可以获得 TMn 品位 16.77%、回收率 87.61% 的综合锰精矿。高梯度磁选具有成本低、无污染等优势,是有效利用该锰矿石的适宜方法。

参考文献:

- [1] 王 彦,李艳军. 某菱锰矿石工艺矿物学研究[J]. 金属矿山, 2019(2):188-191.

(上接第 79 页)

2) 采用脱磁-预先筛分分级-粗粒级再磨-磁选-细粒级磁选的分磨分选工艺,可使精矿 TFe 品位提高 3.19 个百分点、 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$ 含量降低 3.91 个百分点。

3) 钛铁矿(客晶)及镁铝尖晶石(客晶)以格片状、细脉状、条带状、网格状及针状镶嵌于钛磁铁矿基底,形成钛磁铁矿特有结构,造成了矿样中 TiO_2 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 难以深度脱除。

参考文献:

- [1] 黑色金属矿产资源强国战略研究专题组. 黑色金属矿产资源强国战略研究[M]. 北京:科学出版社, 2019.
[2] 《现代铁矿石选矿》编委会. 现代铁矿石选矿(上册)[M]. 北京:中国科学技术大学出版社, 2009.
[3] 陈福林,杨晓军,杨道广,等. 甘肃某低品位钒钛磁铁矿工艺矿物学研究[J]. 矿产综合利用, 2020(6):64-68.

用中的应用[J]. 矿产综合利用, 2017(1):85-88.

- [3] 韩 瑞,吕宪俊,李 琳,等. 非离子絮凝剂对微细粒尾矿絮凝沉降的影响[J]. 中国矿业, 2016,25(5):97-101.
[4] 李巧双,程国柱,周明华,等. 某铜铁矿尾矿絮凝剂沉降试验研究及应用[J]. 铜业工程, 2022(2):39-41.
[5] 孙 浩,李茂林,崔 瑞,等. 无机-有机复合絮凝剂对某铅锌尾矿沉降效果的影响[J]. 矿冶工程, 2021,41(5):41-44.
[6] 党建东,陈 刚,阚忠辉,等. 沙溪铜矿全尾砂沉降性能及絮凝剂选型试验研究[J]. 中国矿业, 2021,30(S2):271-275.
[7] 陈建平,白 杨,张铁英,等. 加絮凝剂循环水对选矿指标影响试验研究[J]. 硅酸盐通报, 2014,33(4):806-810.
[8] 梁 效,王勇海,吴天骄,等. 无机和有机絮凝剂复配对铁尾矿沉降特性研究[J]. 金属矿山, 2020(11):129-133.

引用本文: 缪亚兵,薛 珂,赵文坡,等. 某铅锌矿选铅尾矿絮凝沉降及溢流水回用于浮选评价试验研究[J]. 矿冶工程, 2023,43(5):80-84.

- [2] 杨永斌,吕 鹏,李 骞,等. 某高铁菱锰矿选矿试验研究[J]. 矿冶工程, 2017,37(2):68-70.
[3] 罗 娜,张国范,冯其明,等. 菱锰矿与方解石浮选行为及其机理研究[J]. 有色金属(选矿部分), 2013(4):41-45.
[4] 杨 创,张 覃,李龙江,等. 贵州某低品位碳酸锰矿选矿提锰研究[J]. 有色金属(选矿部分), 2020(3):58-66.
[5] 王 杨,伍成波,岳 林,等. 高磷菱锰矿焙烧-氨浸实验研究[J]. 矿冶工程, 2020,40(5):100-103.
[6] 汤振宏,阚绍娟. 广西某高硫低品位碳酸锰矿选矿试验研究[J]. 有色金属(选矿部分), 2017(5):51-54.
[7] 陈文祥,邓 强,张周位,等. 贵州菱锰矿高梯度磁选过程中矿物结构及其磁性变化[J]. 矿冶工程, 2018,38(4):57-60.

引用本文: 谢美芳,熊 涛,黄会春,等. 云南盈江某低品位菱锰矿选矿工艺研究[J]. 矿冶工程, 2023,43(5):74-76.

- [4] 陈福林,杨晓军,蔡先炎,等. 攀西地区白马辉长岩型超低品位钒钛磁铁矿选铁试验研究[J]. 矿产综合利用, 2020(6):26-30.
[5] 朱骏士. 钒钛磁铁矿选矿及综合利用[J]. 金属矿山, 2000(1):1-11.
[6] 陈 超,张裕书,张少祥,等. 攀枝花铁精矿特性及提铁降杂试验研究[J]. 矿产综合利用, 2018(3):57-60.
[7] 周 政,赵华伦,李兵荣,等. 红格某钒钛磁铁矿选矿试验研究[J]. 矿产综合利用, 2018(1):32-35.
[8] 杜鹤桂. 高炉冶炼钒钛磁铁矿原理[M]. 北京:科学出版社, 1996.
[9] 马家源,孙希文,盛世雄. 钒钛磁铁矿高炉冶炼的强化[J]. 钢铁钒钛, 2000,35(1):1-12.
[10] 吕亚男. 钒钛磁铁矿固态还原剂高效利用研究[D]. 长沙:中南大学, 2009.

引用本文: 陈福林,文永才,王志杰,等. 攀西某钒钛铁精矿提质技术研究[J]. 矿冶工程, 2023,43(5):77-79.