

广西某含镉铅锌尾矿综合回收利用研究

陈燕清, 雷满奇, 廖幸锦

(广西壮族自治区地质矿产测试研究中心, 广西 南宁 530015)

摘要: 这是一篇矿物加工工程领域的论文。本研究选取了广西某含镉铅锌尾矿作为研究对象, 在原生电位的条件下进行了含镉铅矿物及锌矿物的回收利用实验。研究结果表明, 采用 S19 捕收剂可以对铅矿物进行较好的回收, CZ008 新型选锌捕收剂可对活化后的含锌矿物进行高效回收, 浮选尾矿经过摇床重选脱硫后可作为水泥用硅酸盐辅料。实验生产的废水无需处理即可循环利用, 且不会对回收指标造成影响。

关键词: 矿物加工工程; 含镉尾矿; 原生电位; 综合回收; 无尾化

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2024.04.016

中图分类号: TD952;TD989 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2024) 04-0111-07

引用格式: 陈燕清, 雷满奇, 廖幸锦. 广西某含镉铅锌尾矿综合回收利用研究[J]. 矿产综合利用, 2024, 45(4): 111-117.

CHEN Yanqing, LEI Manqi, LIAO Xingjin. Comprehensive recovery and utilization of a lead-zinc tailing containing cadmium in guangxi[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2024, 45(4): 111-117.

2015-2017 年本研究团队根据广西的优势及特色矿种, 对广西河池市进行了调查研究。依照国土部门提供的相关资料, 查明河池地区共有 86 座尾矿库, 其中以铅锌为主的有 51 座、金矿 2 座、铁矿 5 座、锰矿 3 座, 钛矿 25 座, 主要分布在金城江区、宜州市、南丹县、罗城县、环江县、巴马县、凤山县等县境内。以铅锌为主的有色金属尾矿量约为 3 848.08 万 m³, 金矿尾矿量约为 40 万 m³, 黑色金属尾矿量约为 122.12 万 m³。对 51 座铅锌尾矿库进行采样及化学多元素分析后统计检测结果得出, 部分尾矿中铅锌等有价元素含量较高, 具有二次利用的潜力。受先前选矿技术的限制大部分矿山在回收铅锌矿物时, 为对含 S、As、Cd 等半生矿物进行综合回收, 因此该地区尾矿中 S、As、Cd 含量较高。

吕晶晶等^[1]对广西某含镉铅锌矿区的植物、岩溶水、土壤等取样检测, 发现该区域尾矿库的渗滤液中 Pb、Zn、Cd 的浓度含量超过Ⅲ类地下水水质标准数倍以上, 其中 Pb 和 Cd 分别超 63 和 25 倍^[2]。由于所在地雨季较长且降雨量大, 常年

的雨季污水漫流该区域土地也受到了严重污染, Cd 超标 6~26 倍, Zn 超标 100 倍, Cu 超标 20~70 倍, Hg 超标 3~10 倍, As 超标 14~30 倍^[3]。由此可见, 该尾矿已对周边环境造成了较严重的污染, 亟需进行处置和治理。

金属尾矿资源治理和综合利用是涉及开采、选矿、环境、岩土、化学、材料等众多学科的系统工程^[4-5], 本次研究以广西某含镉铅锌尾矿作为对象, 采用最新的选矿药剂及技术成果对该尾矿进行综合利用研究。

1 矿样及实验方法

1.1 矿样

实验用尾矿来自广西某含镉铅锌尾矿库, 在尾矿库中心位置以 50 m 为间隔采用挖掘机挖掘五个探槽, 槽深 4 m、宽 2 m。在探槽中采样后对相关样品进行多元素分析, 最终配置具有代表性的综合样品用于实验研究。实验样 X 衍射图谱见图 1, 多元素化学分析结果见表 1, 铅锌矿物物相分析见表 2, 矿样筛分分析结果见表 3。

收稿日期: 2022-09-23

基金项目: 广西重点研发计划 (桂科 AB18126104; 桂科 AB2018AB36031)

作者简介: 陈燕清 (1985-), 女, 硕士, 高级工程师, 从事选矿实验研究。

通信作者: 廖幸锦 (1983-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事选矿技术研究及新型高效选矿药剂研发。

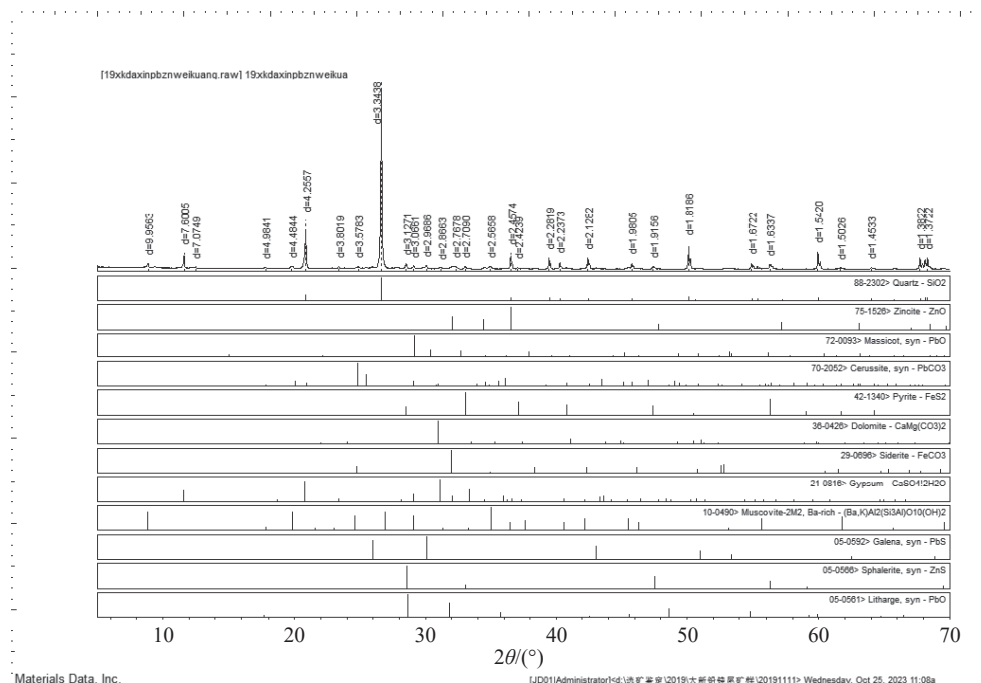


图 1 实验样 XRD

Fig.1 XRD pattern of test samples

表 1 试样主要化学成分分析/%

Table 1 Chemical composition of the test samples

Pb	Zn	S	CaF ₂	Cd	As	Cu	Ge*	Se*	Mo*
1.02	2.46	5.76	0.10	0.02	0.01	0.01	4.15	2.58	11.2
Sn*	Te*	WO ₃ *	Bi*	Ga*	Tl*	Hg*	Ag*	Au*	In*
66.2	0.04	2.26	0.35	15.0	1.26	6.0	12.4	0.02	1.69

*单位为g/t。

表 2 铅矿物物相分析结果/%

Table 2 Phase analysis of lead minerals

铅矾中Pb	白铅矿中Pb	方铅矿中Pb	磷氯铅矿中Pb	铁铅矿物及其他形态中Pb
0.18	0.24	0.15	0.02	0.44

表 3 锌矿物物相分析结果/%

Table 3 Phase analysis of lead minerals

ZnSO ₄ 中Zn	ZnS中Zn	锌的总氧化合物中Zn	其他形态锌矿物中的Zn
0.07	1.34	0.92	0.09

根据 X 衍射图谱显示,样品中的主量矿物是石英,还有少量绢云母、石膏,很少量高岭石、黄铁矿、闪锌矿、沸石、白云石、菱铁矿,微量红锌矿、方铅矿、白铅矿及铅矾等。

由表 1 可知,试样中 Pb、Zn、S 含量较高。同时,Ag、Cd 及 As 重金属元素含量相对较高。

由表 2、3 可知,矿样中方铅矿含量较低为 14.51%,主要的含铅矿物为铁铅矿物和白铅矿矿

物。ZnS 矿物中 Zn 分布律 55.33%,其他锌氧化物中的 Zn 含量较高。

由表 4 可知,+0.074 mm 粒级的产率较大,但该粒级铅、锌品位较低,在-0.045 mm 粒级的铅锌品位较高。铅、锌金属分布主要在+0.045 mm,该矿石的有用矿物主要赋存于中等粒级,磨矿时若过细会导致细粒级中的有用矿物泥化而降低有用矿物的回收率。

1.2 实验方法

小型实验用 XMQ 型球磨机磨矿,在 XFD 型 1.5 L 单槽浮选机中进行粗、扫选,在 1 L 和 0.5 L 单槽浮选机中进行精选。实验采用的试剂丁基黄药、丁铵黑药、乙硫氮、2#油、属于工业产品,新型捕收剂 S19、CZ008 为实验室合成新药剂,石灰、硫酸铜、硅酸钠、硫酸锌、亚硫酸钠等试剂属于分析纯产品,采用一次一因素法进行浮选实验研究。

表 4 试样矿样筛分分析
Table 4 Screening analysis of the test ore samples

粒级/mm	产率/%		品位/%		金属分布率/%		累计分布率/%	
	粒级	累计	Pb	Zn	Pb	Zn	Pb	Zn
+0.25	14.13	14.13	1.38	1.46	20.05	8.31	20.05	8.31
-0.25+0.15	19.51	33.64	0.35	1.09	7.02	8.57	27.07	16.88
-0.15+0.074	43.83	77.47	0.65	2.21	29.29	39.04	56.36	55.92
-0.074+0.053	5.80	83.27	1.20	3.15	7.15	7.36	63.52	63.28
-0.053+0.045	3.23	86.50	1.89	3.25	6.27	4.23	69.79	67.51
-0.045+0.037	2.07	88.57	2.15	3.36	4.58	2.81	74.37	70.31
-0037	11.44	100.00	2.18	6.44	25.63	29.68	100.00	100.00
合计	100.00		0.97	2.48	100.00	100.00		

2 实验结果与讨论

目前铅锌浮选工艺基本在高碱条件下添加无机或者有机抑制剂抑锌浮铅，然后再次提高碱度活化闪锌矿抑硫浮锌^[6-7]。由表 2 可知本次实验综合样中，锌矿物氧化率较高，所以尝试采用原生电位及无抑制剂工艺对尾砂中的含铅矿物进行浮选回收。同时，锌将采用 CZ008 作为捕收剂进行无石灰工艺浮选回收。

浮选实验流程见图 2，扫选药剂用量为粗选药剂用量的一半。

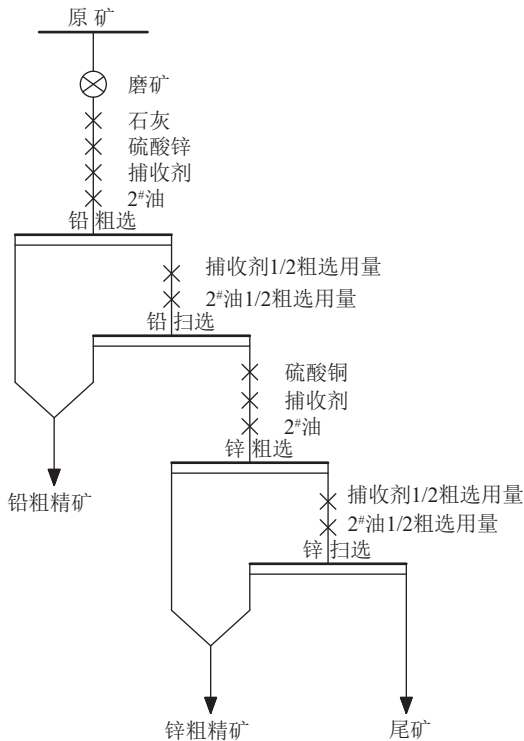


图 2 浮选条件实验流程
Fig.2 Flow chart of flotation test process

2.1 磨矿细度实验

由于本次研究对象为尾矿，同时方铅矿在磨

矿过程中易过磨，结合样品的筛分分析结果，磨矿细度不应过细。磨矿细度条件实验在铅粗选硫酸锌用量 250 g/t、乙硫氮 40 g/t、2#油 30 g/t 的条件下进行实验，考虑到尾矿处理属于环境治理项目，故 pH 值控制在 8 左右，实验结果见图 3。

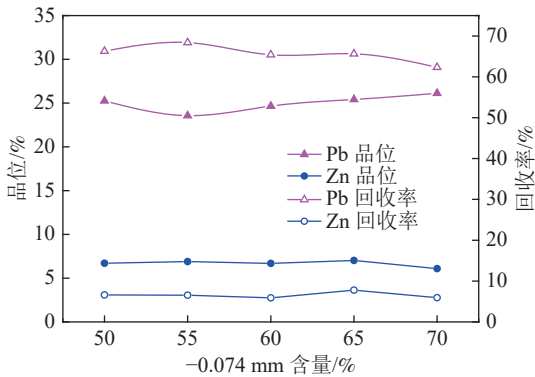


图 3 磨矿细度对铅粗精矿指标的影响
Fig.3 Effect of grinding fineness on the index of lead rough concentrate

由图 3 可知，当细度变化时，铅精矿品位和回收率有一定的波动，总体而言 Pb 回收率在 -0.074 mm 50%~65% 时变化不大，同时 Zn 在铅粗精矿中含量变化也比较小。综合考虑技术经济指标，确定较佳磨矿细度为 -0.074 mm 55%。

2.2 铅浮选实验

以氧化钙为 pH 值调整剂，硫酸锌为含锌矿物抑制剂，铅矿物捕收剂乙硫氮、S19、乙黄药、丁铵黑药，2#油为起泡剂进行铅粗选实验。

2.2.1 选铅捕收剂类型选择实验

铅锌矿石浮选的捕收剂主要有黄药类、黑药类和硫氢酯类。其中黄药类捕收性能强，但选择性较差；黑药类捕收剂捕收性能较弱，但选择性较强；硫氢酯类如乙硫氮应用最为广泛。药剂种类选择实验，在粗选硫酸锌 250 g/t、粗选捕收剂

用量 40 g/t、扫选捕收剂 20 g/t、2[#]油 30 g/t、pH 值为 8 的条件下进行, 实验结果结果见表 5。

表 5 捕收剂种类对铅粗精矿指标的影响

Table 5 Effect of collector's type on the index of lead rough concentrate

捕收剂	产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
			Pb	Zn	Pb	Zn
丁铵黑药	铅粗精矿	7.02	3.91	6.97	28.52	19.66
乙基黄药	铅粗精矿	1.62	4.46	6.34	7.47	4.12
乙硫氮	铅粗精矿	2.28	26.66	6.69	62.74	5.90
S19	铅粗精矿	1.52	42.53	5.29	65.85	5.51

由表 5 可知, 在相同捕收剂用量情况下, 采用 S19 获得的选铅指标较佳, Pb 回收率为 65.58%、品位 42.53%。同时, 该精矿中 Zn 含量最低。综上所述, 拟采用 S19 作为该尾矿的捕收剂进行进一步实验研究。

2.2.2 选铅捕收剂用量条件实验

在石灰调节矿浆至 pH 值为 8 时, 依次加入硫酸锌 250 g/t、S19 变量、2[#]油 30 g/t, 扫选时捕收剂和起泡剂为粗选用量的 1/2, 实验结果见图 4。

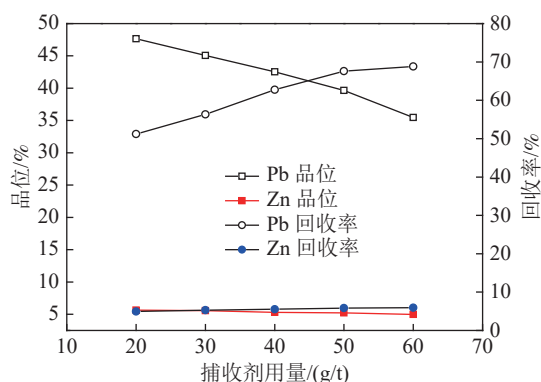


图 4 S19 用量对铅粗精矿指标的影响

Fig.4 Effect of collector's dosage on the index of lead rough concentrate

图 4 显示了选铅捕收 S19 用量对铅浮选的影响, Pb 回收率随药剂用量在 20~60 g/t 用量范围内增加而提高, 铅精矿矿中的 Zn 回收率及品位变化较小。由此可见 S19 对该矿样中的含铅矿物具有较好的捕收性能和选择性。根据实验结果, 确定该捕收剂的较佳用量值为 50 g/t。

2.2.3 选铅 pH 值条件实验

在硫化矿浮选过程中, 矿浆 pH 值对药剂性能具有较大的影响^[8-9]。特别是捕收剂和抑制剂在不同的 pH 值环境中性能可能会有所改变, 选别也

可能产生较大差异。为了考查 pH 值对 S19 选铅的影响, 进行了 pH 值料件实验。该实验中硫酸锌 250 g/t、S19 为 50 g/t、2[#]油 30 g/t, 扫选时捕收剂和起泡剂为粗选用量的 1/2, 实验结果见图 5。

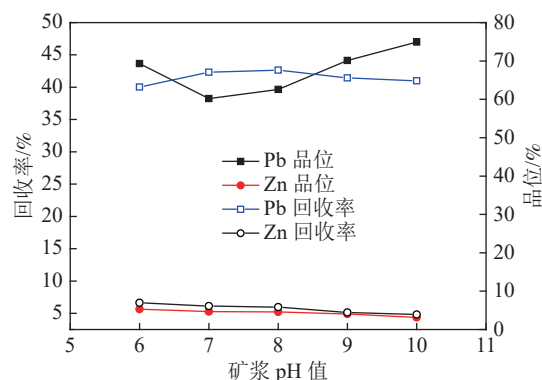


图 5 pH 值对铅粗精矿指标的影响

Fig.5 Effect of pH value on the index of lead rough concentrate

由图 5 可知, pH 值的变化对该样品中的含铅矿物浮选有一定的影响。pH 值在 6~8 的范围中变化, 铅精矿中 Pb 的品位先由 43.65% 降至 38.23% 后逐渐提高到 46.98%; Pb 的回收率变化不大。当 pH 值为 6 时, Pb 回收率为 63.21% 最低; 当 pH 值为 8 时, Pb 回收率为 67.59% 仅比不添加石灰的 pH 值为 7 时高 0.51%。因此, 决定在后续选铅作业中不添加石灰。

2.2.4 选铅作业锌矿物抑制剂用量条件实验

目前在抑锌选铅作业中, 常用的抑制剂有个硫酸锌、亚硫酸钠及一些新型抑制剂, 抑制剂的选择及添加对铅精矿矿中的 Pb 含量及有价伴生元素具有较大影响^[10-11]。在采用常规选铅捕收剂时, 需要在高碱度矿浆中添加硫酸锌、亚硫酸钠等才能有效的选择锌抑制闪锌矿。而本次研究, 采用了 S19 新型捕收剂在低碱度条件下进行含铅矿物的回收, 含锌矿物的抑制剂仅添加硫酸锌, 且上述实验中获得粗铅精矿中 Zn 含量较低。故, 在本文中仅研究了抑制硫酸锌对选铅指标的影响。

图 6 显示了硫酸锌用量对铅浮选指标的影响, 铅精矿中 Zn 回收率及品位随药剂用量在 0~1 000 g/t 用量范围内增加而降低, Pb 品位随药剂的用量增加而增加, 但 Pb 回收率与药剂用量成反比。根据实验结果, 确定抑制剂硫酸锌的较佳用量值为 250 g/t。

2.3 锌粗选实验

诸多研究工作者发现, 闪锌矿晶格中经常发

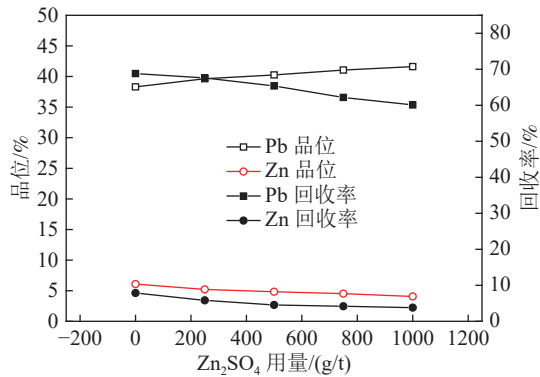


图6 硫酸锌用量对铅粗精矿指标的影响

Fig.6 Effect of zinc sulfate dosage on the index of lead rough concentrate

生类质同象、机械夹带以及混合性参杂，从而影响其电子态密度、能带结构等，进一步影响了闪锌矿表面的可浮性^[12]，因此不同产地的闪锌矿其可浮性存在较大差异^[13]。工业应用最广的闪锌矿活化剂为硫酸铜，然而矿浆 pH 值、铜离子浓度、闪锌矿晶格杂质元素种类等，对活化效果存在一定的影响。本次选锌实验研究进行尾砂的中锌矿物捕收剂类型选择、捕收剂用量、活化剂硫酸铜用量等实验。考虑到选铅时为原生电位浮选和选矿废水循环利用，因此本次选锌实验不进行 pH 值条件实验。

2.3.1 选锌活化剂用量条件实验

由于先前选铅未添加石灰，因此在锌矿物活化剂用量条件实验中也尝试在原生矿浆 pH 值环境中进行。该条件实验是在捕收剂 CZ008 粗选用量 60 g/t、起泡剂为 2[#]油 30 g/t 的条件下进行，结果见图 7。

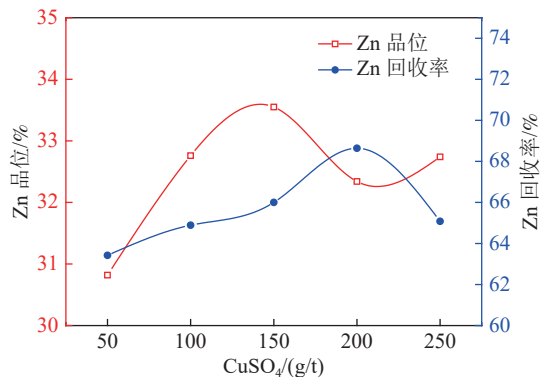


图7 硫酸铜用量对锌粗精矿指标的影响

Fig.7 Effect of copper sulfate dosage on the index of zinc rough concentrate

由图 7 可以看出：锌粗精矿中 Zn 回收率受硫酸铜用量的改变影响较大，在 50~250 g/t 的用量

范围中 Zn 回收率先增后减；Zn 品位在硫酸铜用量范围较大值为 33.55%，较小值 30.82%。综上所述，该矿样的锌粗选活化剂用量为 200 g/t。

2.3.2 锌粗选捕收剂类型选择实验

在较佳活化剂用量及未添加石灰的条件下，进行捕收剂类型选择实验，捕收剂粗选用量为 60 g/t。实验结果见表 6。

表6 捕收剂种类对锌粗精矿指标的影响

Table 6 Effect of collector's type on the index of zinc rough concentrate

捕收剂名称	产品名称	产率/%	品位/%	回收率/%
			Zn	Zn
丁铵黑药	锌粗精矿	6.10	29.26	59.98
丁基黄药	锌粗精矿	5.08	35.98	58.19
丁黄+丁黑 (2:1)	锌粗精矿	6.06	25.63	63.04
CZ008	锌粗精矿	5.63	32.34	68.64

由表 6 可知，采用 CZ008 可以在较低的 pH 值条件下获得的 Zn 回收率最高，其 Zn 品位仅低于单用丁基黄药作为锌矿物捕收剂的指标。说明 CZ008 捕收剂对该矿样中的含锌矿物，进行选择性的捕收。

2.3.3 锌粗选捕收剂用量实验

由图 8 可以看出，该矿样的锌粗精矿中 Zn 品位及回收率受捕收剂用量的改变影响较大，Zn 回收率随着捕收剂用量的增加有所提升，但 Zn 品位会随着捕收剂用量的增加而迅速下降。综合考虑选矿指标，该矿样的选锌捕收剂用量为 90 g/t。

2.4 实验室流程实验

在单因素条件实验的基础上，进行了实验室流程实验。实验用水采用先前实验过程中的尾矿水，未增加其他用水。除了浮选实验外，尾矿采用摇床重选的方式进行了黄铁矿即硫的回收。由于本研究是针对含镉铅锌尾矿的综合回收和治理，若黄铁矿采用在酸性 pH 值条件下在进行浮选回收，会导致选矿废水回用方面的问题，因此最终确定采用重选的方式进行了回收，而黄铁矿的回收方案研究在此不做过多的阐述。实验流程见图 9，实验结果见表 7、8。

由表 7 可知，在原生矿浆电位的条件采用 S19 作为含镉尾矿的铅矿物捕收剂，获得的铅精矿 Pb 品位及回收率分别为 54.91% 和 71.91%；采用 CZ008 作为锌矿物捕收剂，获得锌精矿 Zn 品位及回收率分别为 51.67% 和 74.63%。同时，该工艺流程产生的选矿废水不经处理即可回用，且对选别指标产生的影响较小。

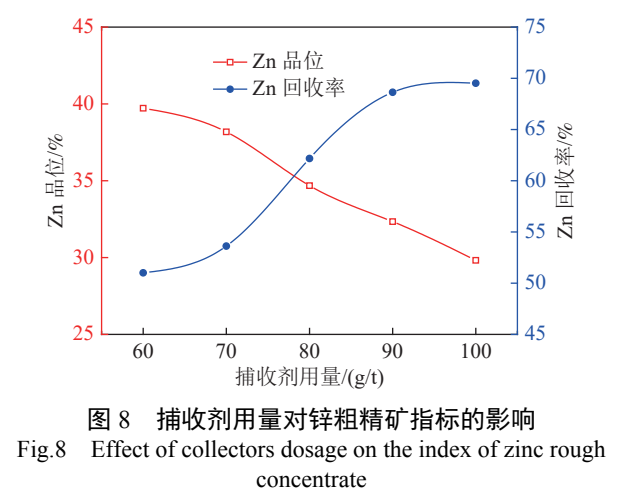


表 8 最终尾矿的毒性浸出结果表明, 实验流程所产生的尾矿不会对环境造成污染, 可直接堆放在尾矿库中或者进行无尾化处理。

3 结 论

(1) 广西某含镉铅锌尾矿在原生矿浆电位条件下, 采用 S19 作为含铅矿物的捕收剂以及采用 CZ008 作为含锌矿物的捕收剂, 可以对尾矿中的有用矿物进行较好的回收。并且有害元素 Cd 能够

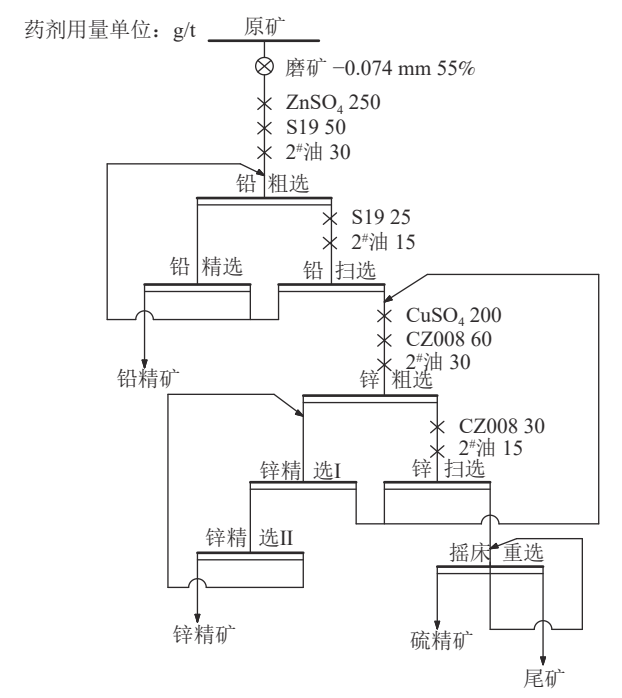


图 9 工艺实验流程

Fig.9 Laboratory test process

很好的富集在锌精矿及铅精矿中, 起到了对含镉铅锌尾矿降镉的效果。

表 7 实验室流程实验结果									
Table 7 Results of laboratory process test									
名称	产率/%	品位/%				回收率/%			
		Pb	Zn	S	Cd	Pb	Zn	S	Cd
铅精矿	1.19	54.91	5.44	11.88	0.131	71.91	2.57	2.66	8.66
锌精矿	3.64	1.03	51.67	27.58	0.357	4.12	74.63	18.87	72.19
硫精矿	10.13	0.41	1.73	38.52	0.009	4.56	6.95	73.34	5.07
尾矿	85.04	0.21	0.47	0.32	0.003	19.41	15.84	5.13	14.17
原尾矿	100.00	0.91	2.52	5.32	0.018	100.00	100.00	100.00	100.00

表 8 最终尾矿毒性浸出浸出结果/(mg/L)														
Table 8 Toxic leaching results of final tailing														
Fe	Cr	Mn	Cu	Zn	As	Cr ⁶⁺	Cd	Sb	Pb	Hg	Ag	Ni	pH值	
0.03	0.000 6	0.28	0.002	0.44	0.001	0.002	0.031 8	0.002	0.28	0.00	0.000 1	0.013 9	7.02	

(2) 实验室获得工艺流程处理广西某含镉铅锌尾矿, 尾矿水澄清后不需要进一步处理即可进行回用。同时, 尾矿水回用对有用矿物铅锌及有害元素 Cd 的选别指标影响较小。其实际使用的可靠性、稳定性, 还需要进一步的扩大或半工业实验验证。

(3) 通过实验室流程实验处理后的最终尾矿中 Cd 含量为 0.003%, 脱除率达到了 94.87%。最终尾矿的毒性浸出结果表明该尾矿经处理后对环

境的污染潜在危害得到了有效的降低, 可直接堆放在尾矿库中或者用于水泥用硅酸盐辅料。

参考文献:

[1] 吕晶晶, 张新英, 吴玉峰, 等. 广西大新县铅锌矿区某屯耕地土壤重金属污染特征及评价[J]. 广西师范学院学报(自然科学版), 2013(4): 51-54.

LYU J J, ZHANG X Y, WU Y F, et al. Characteristics and assessment of heavy metal pollution in the arable soil from the village of Daxin lead zinc mining area[J]. Journal of Guangxi

Teachers Education University : Natural Science Edition. 2013(4): 51-54.

[2] 谢金亮, 赵庆圆. 广西某铅锌矿区土壤重金属污染状况分析与评价[J]. 有色冶金节能, 2019(2): 41-46.

XIE J L, ZHAO Q Y. Analysis and evaluation of heavy metal pollution in soil of lead-zinc mining area in Guangxi[J]. Energy Saving of Nonferrous metallurgy[J]. 2019(2): 41-46.

[3] 张之才, 农泽喜, 唐茜, 等. 广西某铅锌矿区农田土壤重金属污染调查与防控策略[J]. 广州化工, 2021(10): 114-117.

ZHANG Z C, NONG Z X, TANG X, et al. Investigation and control strategy of heavy metal pollution in farmland soil of a lead-zinc mining area in Guangxi[J]. Guangzhou Chemical Industry. 2021(10): 114-117.

[4] 陈杜娟, 王志丰, 王婷霞. 某尾矿综合回收选矿实验研究[J]. 矿产综合利用, 2021(1):104-108.

CHEN D J, WANG Z F, WANG T X. Experimental study on comprehensive recovery and beneficiation of tailings[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2021(1):104-108.

[5] 赵瑜, 谢贤, 童雄. 基于工艺矿物学的某铅锌尾矿中资源综合回收可行性研究[J]. 矿产综合利用, 2021(4):154-158.

ZHAO Y, XIE X, TONG X. Feasibility study on comprehensive recovery of resource in lead and zinc tailing based on process mineralogy[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2021(4):154-158.

[6] 温凯, 陈建华. 某含银复杂铜铅锌多金属硫化矿浮选实验[J]. 矿产综合利用, 2019(6):28-32.

WEN K, CHEN J H. Experimental study on flotation of copper, lead and zinc polymetallic sulfide ore containing silver[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2019(6):28-32.

[7] 王晨晨, 黄朝德, 付金涛, 等. 青海某铅锌矿磨矿动力学实验研究[J]. 矿产综合利用, 2020(1):59-61.

WANG C C, HUANG C D, FU J T, et al. Experimental research on grinding kinetics for a lead-zinc ore in Qinghai[J].

Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2020(1):59-61.

[8] 刘承鑫, 付金涛, 云霞. 矿浆 pH 值对硫化铅锌矿浮选的影响[J]. 现代矿业, 2017(11):105-107+116.

LIU C X, FU J T, YUN X. Effect of slurry pH on flotation of lead-zinc sulfide ore[J]. Modern Mining, 2017(11):105-107+116.

[9] 刘滔, 黄和平, 李小生. 石灰和氢氧化钠对闪锌矿抑制机理研究[J]. 矿产综合利用, 2020(2):188-193.

LIU T, HUANG H P, LI X S. Study on the inhibition mechanism of lime and sodium hydroxide on sphalerite[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2020(2):188-193.

[10] 祝杰, 刘应冬, 邓杰, 等. 西藏某含硫铅锌矿选矿实验研究[J]. 矿产综合利用, 2021(6):190-194.

ZHU J, LIU Y D, DENG J, et al. Research of CSAMT on plateau-permafrost conditions in geothermal exploration[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2021(6):190-194.

[11] 傅勇, 廖幸锦. 贵港市不同脉型含银铅锌矿可浮性差异研究[J]. 矿产综合利用, 2021(6):127-133.

FU Y, LIAO X J. Study on the floatability of different ore veins containing silver, lead and zinc in Guigang[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2021(6):127-133.

[12] 陈晔, 陈建华, 李玉琼, 等. 空间结构对硫化矿物表面能带结构和电子性质的影响[J]. 中国有色金属学报, 2016(11):2403-2411.

CHEN Y, CHEN J H, LI Y Q, et al. Effect of spatial structure on band structure and electronic properties of sulphide minerals[J]. Nonferrous Metals Society of China, 2016(11):2403-2411.

[13] Chen J. The interaction of flotation reagents with metal ions in mineral surfaces: a perspective from coordination chemistry[J]. Minerals Engineering, 2021, 171:107067.

Comprehensive Recovery and Utilization of a Lead-zinc Tailing Containing Cadmium in Guangxi

CHEN Yanqing, LEI Manqi, LIAO Xingjin

(Geology and Mineral Testing Research Center of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530015, Guangxi, China)

Abstract: This is an article in the field of mineral processing engineering. In this article, the recovery and utilization under the condition of origin potential of galena and sphalerite from a lead-zinc tailings containing cadmium in Guangxi was studied. Research indicates S19 exhibits satisfactory recovery for galena, while CZ008 as a novel collector for zinc flotation can effectively recover activated-sphalerite. Flotation tailings may serve as a silicate excipient for cement after gravity concentration in cleaning table and desulfurization. The wastewater produced by the process can be recycled without treatment and will not affect the recovery index.

Keywords: Mineral processing engineering; Cadmium-containing tailings; Origin potential; Comprehensive recycling; Non-tailings