

利用碱性尾矿中和某加压氧化厂酸性废液

蔡创开, 许晓阳, 卢松, 熊明, 丁文涛

(紫金矿业集团股份有限公司, 低品位难处理黄金资源综合利用国家重点实验室,
福建 上杭 364200)

摘要: 对某加压氧化厂的酸性废水进行尾矿中和的试验研究, 结果表明, 该尾矿含有 30%~40% 的碳酸盐, 可以替代原有两段中和的石灰石, 从而降低中和成本。生产技改应用后, 浮选尾矿以 1200kg/t 的量加入一段中和, 二段仍用石灰乳, 不影响原有的除杂效果和工艺流程, 但整体中和成本降低了 57.5 元/t 金精矿, 年节支 700 多万元, 使矿山的废矿资源得到了有效利用。

关键词: 尾矿; 综合利用; 酸性废水; 两段中和

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2018.05.029

中图分类号: TD989 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2018) 05-0131-04

尾矿是工业固废的主要组成部分, 一般含有硅酸盐、碳酸盐等成分, 具有量大、粒度细、危害环境等特点。据统计, 我国每年尾矿排放量达 6 亿 t, 而尾矿的综合利用率却不足 10%^[1-3], 尾矿堆存占用大量土地, 且每年需要花费大量资金用于尾矿处理和尾矿库维护, 提高其综合利用率已经成为矿山资源综合利用和环境保护的重要课题^[4-5]。

目前, 国内外对尾矿的开发利用主要有二次回收有价值组分, 深加工成砖、玻璃制品、水泥等建筑材料, 或是用于井下充填、植被复垦等方式。国外对土地复垦十分重视, 德国、美国、加拿大等国家的矿山土地复垦率已达 80%^[6-7]。我国因矿山资源成分复杂、再利用成本高、政策支持力度不足等多因素影响, 导致利用率较低, 仍需要加大研究和投入力度, 以缓解尾矿堆存产生的生态环境问题。

矿山酸性废水是矿山企业中普遍存在的污染物, 目前的处理方法主要有中和法和微生物法两种, 其中中和法是最常用也是最简单的方法^[8]。某难处理金矿加压氧化厂日处理 500 t 浮选金精

矿, 每天产生约 3000 方的酸性废水, 目前使用的是石灰石和石灰两段中和工艺, 矿山浮选尾矿含有大量的碳酸盐, 本文研究了利用尾矿中和酸性废液的工艺, 并将之应用于生产, 获得良好成效, 是一种尾矿综合利用的有效方式。

1 某加压氧化厂酸性废液性质

某难处理金矿加压氧化处理 (500 t/d 金精矿) 的工艺流程见图 1。该金矿石含碱性脉石较高, 经浮选后金精矿预先用酸液处理脱除碳酸盐, 然后进行加压氧化-氰化提金, 矿浆酸处理后的溶液为酸性废液, 需要开路中和处理, 酸性废液的典型成分含量见表 1, 该溶液 pH 值 ~1.5, 密度 1.061, 产量为 6.2 t/t 金精矿, 需要中和沉淀的主要杂质为硫酸、铁、砷。原来采用的工艺为石灰石+石灰两段中和工艺, 一段中和至 pH 值 3.5~4, 二段中和 pH 值至 8.5~9, 每段中和时间各 2 h, 砷、铁沉淀率 99.9% 以上, 中和药剂消耗为石灰石 190~220 kg/t, 石灰 80~100 kg/t 金精矿, 药剂成本约 100 元/t 金精矿。按每天 500 t 金精矿处理量、年工作日 330d 计算, 每年的中和成本需 1600

收稿日期: 2017-03-17

作者简介: 蔡创开 (1981-), 男, 冶金工程师, 主要从事湿法冶金工艺研究工作。

多万元,且该矿山地处西南内陆,道路运输困难,中和药剂供应紧张。鉴于该矿石含碱性脉石较高,浮选尾矿中含有 30%~40% 的碳酸盐(以碳酸钙计),如果能将之利用于废液中和,则可缓解矿山的药剂采购问题,并将尾矿“变废为宝”,降低中和成本,提高企业效益。

2 试验方法及主要试剂

2.1 试验方法

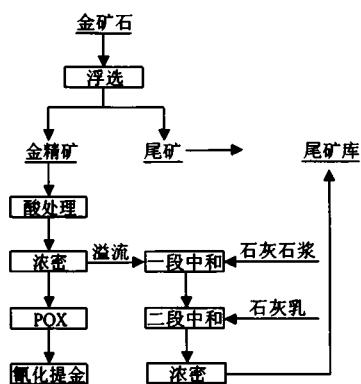


图1 某加压氧化厂工艺流程
Fig.1 Flowsheet of POX plant

表1 酸性废液杂质元素分析结果 / (mg·L⁻¹)

Table 1 Chemical Compositions of impurity elements in acid wastewater

H ₂ SO ₄	Fe ²⁺	Fe ³⁺	As
4.67	9.48	7.65	1.33

(1) 取现场生产的酸性废水为试验对象,每次 500 mL,水浴加热至 50~60℃,保温;

(2) 一段中和用 30% 的石灰石乳(或 30% 的尾矿浆),中和至渣浆 pH 值 3.5~4,中和时间 2 h;

(3) 二段中和用 20% 的石灰乳,继续中和至渣浆 pH 值 8.5~9,中和时间 2 h;

(4) 反应结束后矿浆过滤,渣样烘干,水样送检,计算药剂耗量及除杂效果。

2.2 试验主要试剂

主要试剂有工业石灰石、石灰、现场尾矿(以碳酸钙计),其纯度分别为 97.0、80.0 和 35.8。

3 结果与讨论

3.1 尾矿用量的影响

添加不同用量的尾矿替代石灰石进行两段中和的试验结果见图 2,随着尾矿加入量从 600 kg/t 增加到 1600 kg/t,二段消耗的石灰用量从 160 kg/t 逐渐降低到 90 kg/t,中和成本也从 80 元/t 降低至 45 元/t。可见,采用尾矿替代石灰石进行中和的方案是可行的,可以有效降低中和成本。根据药剂用量返算尾矿中碳酸盐利用率,从图 2 看出,尾矿碳酸盐利用率在 30%~40% 之间,尾矿用量为 1200 kg/t 时利用率最高,为 38.4%,此时石灰用量 98 kg/t,与原石灰石+石灰的两段中和工艺耗量 85 kg/t 略高,但有效地替代了石灰石,中和成本降低了 48.8%,并相对减少了中和渣浆的矿浆浓度,综合考虑现场中和浓密机的处理能力,选择尾矿用量为 1200 kg/t。

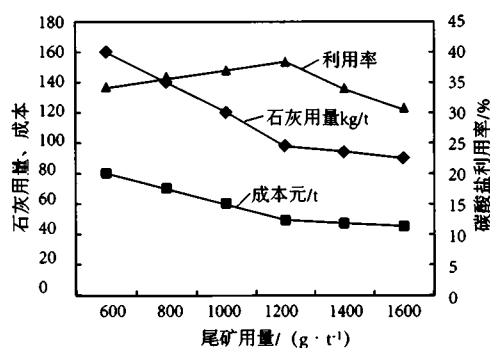


图2 尾矿用量条件试验结果

Fig.2 Test results of different tailings dosages

尾矿初始细度 -0.046 mm 80%, 分别再磨至 -0.046 mm 85%、90%, 进行不同细度的尾矿中和试验。试验时按 1200 kg/t 的用量加入酸性废液中,并监控渣浆 pH 值的变化,见图 3。从图中看出,不同细度的尾矿中和时渣浆 pH 值的上升趋势较为一致, -0.046 mm 80%、85%、90% 的尾矿一段中和的终点 pH 值分别达到 4.42、4.75、5.13,粒度越细的 pH 值曲线处于越靠上,说明粒度细的尾矿其碳酸盐利用率更高。从表 2 对比可知,细度对整体的中和成本影响较小,虽然再磨后尾矿的碳酸盐利用率有所提高,但会增加投入和运行成本,因此尾矿选择不再磨。

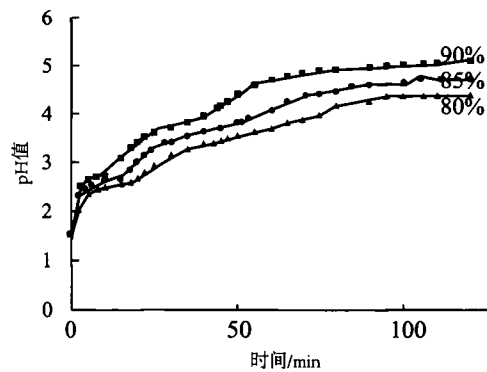


图3 不同细度尾矿中和pH随时间变化曲线
Fig.3 Test results of different tailings fineness

表2 不同细度尾矿中和效果对比
Table 2 Comparison of neutralization effects of tailings with different fineness

-0.046 mm /%	石灰用量 / (kg·t ⁻¹)	成本 / (元·t ⁻¹)	尾矿碳酸盐利用率 /%
80	98	49.0	38.4
85	97	48.5	38.8
90	95	47.5	39.4

3.3 技术经济指标对比

根据实验室研究结果，确定一段中和改用尾矿替代石灰石，用量为1200 kg/t金精矿，中和时间2 h，终点pH值为4~5，二段中和仍用石灰，控制终点pH值为8.5~9，中和2 h，实验室新旧工艺技术经济指标对比见表3。

表3 技术经济指标对比
Table 3 Comparison of technical and economic

工艺	尾矿用量 / (kg·t ⁻¹)	石灰石成本 / (元·t ⁻¹)	石灰成本 / (元·t ⁻¹)	总成本 / (元·t ⁻¹)	总渣量* / (kg·t ⁻¹)	絮凝剂用* / (g·t ⁻¹)	2h沉降底流浓度 /%	砷、铁沉淀率 /%
工艺	0	53.2	42.5	95.7	1850	40	42.3	> 99.9
新工艺	1200	0	49.0	49.0	1620	45	44.1	> 99.9

* 总渣量为1200 kg/t的尾矿与中和渣合并产生的总渣量；** 用与现场同种絮凝剂

从表3看出，利用尾矿替代石灰石，节约了石灰石的药剂成本，中和总成本降低了48.8%，中和后渣浆絮凝沉降效果与原工艺相当，不影响后续的液固分离。引入尾矿中和后中和渣的总产量有所减少，原工艺中和渣产量为650 kg/t，加上原需要排放到尾矿库的1200 kg/t尾矿，总渣量为1850 kg/t；新工艺添加1200 kg/t的尾矿后，产出的总渣量为1620 kg/t，减少了230 kg/t，相当于渣量降低了约12%，有利于减轻矿山的尾矿库压力。渣量减少的具体原因有待下一步研究考察。

3.4 现场应用情况

在实验室参数确定后，现场开始技改应用，将原有的石灰石乳制备槽作为尾矿浆储槽，作为一段中和的“药剂”，二段中和用原有的石灰乳制备系统添加。具体的工艺参数见表4。

表4 现场应用参数
Table 4 Application parameters

项目	参数
废液流量 / (m ³ ·h ⁻¹)	120
废液含 H ₂ SO ₄ / (g·L ⁻¹)	4~5
废液含 TFe / (g·L ⁻¹)	15~18
废液含 As / (g·L ⁻¹)	1.2~1.4
尾矿浆浓度 /%	25~30
尾矿浆流量 / (m ³ ·h ⁻¹)	80~90
石灰乳浓度 /%	20
石灰乳流量 / (m ³ ·h ⁻¹)	10~12
终点 pH 值	8.5~9

现场技改在1月份完成，调试半个月后系统趋于稳定，2月份生产指标见表5。现场生产改用尾矿替代石灰石后，中和除杂效果良好，砷、铁沉淀率均大于99.9%，中和浓密机运行状态良好，尽管石灰用量较技改前稍有增加，但整体中和成本降低了46.9元/t，顺利运行后每年可节支700多万元。

表 5 生产数据对比
Table 5 Comparison of production indicators

项目	技改前	技改后 (2 月份)
石灰石用量 / ($\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$)	205	0
石灰用量 / ($\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$)	94	115
砷沉淀率 / %	> 99.9	> 99.9
铁沉淀率 / %	> 99.9	> 99.9
中和液含砷 / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	< 0.5	< 0.5
石灰石成本 / ($\text{元} \cdot \text{t}^{-1}$)	57.4	0
石灰成本 / ($\text{元} \cdot \text{t}^{-1}$)	47.0	57.5
吨矿成本 / 元	104.4	57.5
终点 pH 值	8.5 ~ 9	

4 结 论

某难处理金矿加压氧化厂的酸性废液可以利用废尾矿资源替代石灰石进行两段中和, 尾矿用量为 1200 kg/t 金精矿, 浮选尾矿浆不再磨直接替代原工艺的石灰石浆进入中和系统, 其它工艺流程不变, 工业应用简便, 省去了石灰石添加成本, 吨矿中和成本从原来的 104.4 元降低至 57.5 元, 年节支 700 多万元, 既增加了企业效益, 减

轻西南地区矿山的物流运输压力, 又使矿山的废矿资源得到综合利用, 适合有该类型资源和处理要求的矿山使用。

参考文献:

- [1] 常前发. 我国矿山尾矿综合利用和减排的新进展 [J]. 金属矿山, 2010(3):1-5.
- [2] 张海波, 吕朝霞. 矿山尾矿综合利用的研究进展 [J]. 化学工程师, 2012(5):40-42.
- [3] 赵瑞敏. 我国铁尾矿综合利用 [J]. 金属矿山, 2009(7):158-163.
- [4] 张云国. 尾矿综合利用研究 [J]. 有色金属: 矿山部分, 2010, 62(5):48-52.
- [5] 金英豪, 邢万芳, 姚香. 黄金尾矿综合利用技术 [J]. 有色冶金, 2006, 22(5):16-62.
- [6] 胡月, 丁凤, 刘韬, 等. 黄金矿山尾矿综合利用技术研究与应用新进展 [J]. 黄金, 2013, 34(8):75-78.
- [7] 程琳琳, 朱申红. 国内外尾矿综合利用浅析 [J]. 中国资源综合利用, 2005(11):30-32.
- [8] 李学金, 钱显文, 郑乐平, 等. 某铁矿尾矿库酸性废水处理试验研究 [J]. 金属矿山, 2006(9):73-77.

Use alkaline tailings to neutralize acid waste liquid of a POX plant

Cai Chuangkai, Xu Xiaoyang, Lu song, Xiong ming, Ding Wentao

(State Key Labortory of Comprehensive Utilization of Low-Grade Refractory Gold Ores, Zijin Mining Group Co.,Ltd,Shanghang ,Fujian,China.)

Abstract: The experimental study on tailings neutralization of acid wastewater from a pressurized oxidation plant shows that the tailings contain 30 ~ 40% carbonate, which can replace the limestone of the original two-staged neutralized process, thus reducing the cost of neutralization. After the application of technical transformation, the flotation tailings is added to a neutralization at a rate of 1200kg/t, and the second section still use milk of lime, which does not affect the original impurity removal effect and process, but the overall neutralization reduced by 57.5yuan/tons of gold concentrates,, the annual savings of more than 7 million yuan, so that waste ore resources of the mine have been effectively utilized.

Keywords: Tailings; Comprehensive utilization; Acid wastewater; Two-stage neutralization