

臭氧氧化法处理凡口铅锌矿选矿废水的试验研究^①

刘润清, 孙 伟, 董 栋, 欧阳魁

(中南大学 资源加工与生物工程学院, 湖南 长沙 410083)

摘 要: 研究了臭氧氧化工艺在不同氧化时间、pH 值条件下对 4 种常见硫化矿浮选药剂丁黄药、乙硫氮、腐殖酸钠和二号油的去除率的影响。试验结果表明, 当氧化时间为 15 min 时, 臭氧对水中的丁黄药、乙硫氮、腐殖酸钠和二号油均能有效去除, 去除率从高到低为乙硫氮 > 丁黄药 > 二号油 > 腐殖酸钠, 当氧化时间为 6 min 时, 臭氧去除水中黄药受 pH 值的影响最小, 在各种 pH 值条件下丁黄药的去除率均接近 100%, 其它 3 种药剂在 pH = 8 ~ 10 范围内均能获得较高的去除率。在此基础上采用臭氧氧化工艺, 开展了对凡口铅锌矿选矿废水去除废水的 COD 试验研究, 试验结果表明, 臭氧法能有效去除废水中的 COD。废水回用试验结果表明, 凡口铅锌矿选矿废水经臭氧氧化处理后回用不会影响铅、锌浮选指标。

关键词: 臭氧氧化; 选矿废水; COD

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 0253-6099(2012)08-0409-03

凡口铅锌矿选矿厂日处理能力为 4 500 t, 每年产生约 1 000 万立方米的选矿废水。这些选矿废水碱度高, 含有多种选矿药剂和重金属离子。对这些选矿废水进行回用, 不但可以为企业带来显著的经济效益, 还可以实现清洁生产, 保护环境。选矿废水中含有多种选矿药剂和重金属离子, 如果直接回用会对选矿指标产生不利影响, 因此必须事先对选矿废水进行处理。选矿废水处理的核心问题是残留的选矿药剂, 目前国内外处理选矿废水的方法大致可分为自然降解法^[1-3]、酸碱中和法^[4]、混凝沉淀法^[5-8]、吸附法^[9-11]、和化学氧化法^[12-14]。其中, 吸附法和氧化法对废水中的选矿药剂去除效果较好。严群等^[9]采用混凝沉淀-活性炭吸附法处理会理锌矿选矿废水, 有效地脱除了废水中的 COD 并降低了废水的起泡性。吉鸿安^[15]针对选矿废水中超标的浮选药剂黄药和二号油, 开展了利用臭氧氧化去除黄药和二号油的试验研究, 结果表明, 选矿药剂黄药和二号油能被臭氧有效分解, 处理时间短, 效果显著。臭氧氧化法在工业废水的处理中应用比较普遍, 常见的有对印染废水及含油废水等有毒害废水的处理, 但对处理铅锌选矿废水还没有应用。本文拟采用臭氧氧化法处理凡口铅锌矿选矿废水, 研究实验室条件下臭氧法对铅锌矿选矿废水处理的有效性和可行性。

1 试验水样、药剂及设备

1.1 试 样

试验用选矿废水样取自凡口铅锌矿选矿综合废水,

该废水 pH = 11.72, COD 为 544.3 mg/L。试验用人工废水由丁黄药、乙硫氮、腐殖酸钠和二号油与蒸馏水配制而成, 丁黄药废水浓度为 100 ppm, 乙硫氮废水浓度为 1 000 ppm, 腐殖酸钠废水浓度为 50 ppm, 二号油废水浓度为 25 ppm。试验用矿样取自凡口铅锌矿, 矿样元素含量为 Pb 4.52%, Zn 9.62%, Fe 23.06%, S 27.34%。

1.2 试验设备与试剂

试验主要设备包括 PHS-3 型 pH 计, 紫外分光光度计, 氧化试验装置等。

氧化试验装置如图 1 所示。试验时, 氧气由氧气瓶输出至臭氧发生器, 臭氧发生器制备出的臭氧气体通过胶管与浮选机的吸气口相连接。浮选机开启后, 臭氧气体被浮选机吸气装置吸入浮选槽, 经浮选机搅拌装置搅拌, 与废水充分混合。进行氧化试验研究。

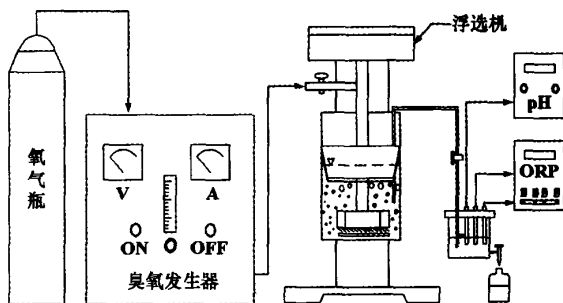


图 1 氧化试验装置结构

试验试剂有丁黄药(工业级), 乙硫氮(工业级), 腐殖酸钠(分析纯), 二号油(工业级), 硫酸(分析

① 收稿日期: 2012-06-29

作者简介: 刘润清(1979-), 女, 山西长治人, 博士, 讲师, 主要研究方向为硫化矿浮选分离及药剂。

通讯作者: 孙 伟(1973-), 男, 河北邯郸人, 教授, 博导, 主要研究方向为浮选药剂的设计与研发。

纯),氢氧化钠(分析纯)等。

1.3 试验方法

1.3.1 臭氧氧化方法 取 800 mL 试验水样倒入 1 L 浮选槽内,调节水样 pH 值,依次打开氧气阀、冷却水

和浮选机开关进行氧化试验,试验完后取水样检测。

2 试验结果与讨论

2.1 臭氧氧化人工废水试验

采用臭氧氧化法处理铅锌硫化矿浮选常用的 4 种选矿药剂(丁黄药、乙硫氮、腐殖酸钠和二号油)配制的人工废水,分别进行氧化时间和 pH 值条件试验,研究臭氧氧化法对这 4 种选矿药剂的去除效果。

2.1.1 氧化时间条件试验 在废水的自然 pH 值条件下进行臭氧对人工配置的 4 种废水的氧化时间试验,试验结果见图 2。

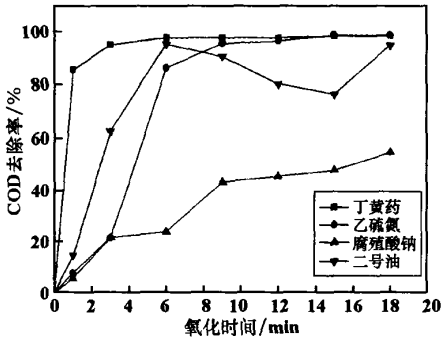


图 2 臭氧氧化时间对人工废水中 COD 去除率的影响

由图 2 可知,臭氧法对 4 种人工废水去除效果明显,当氧化时间达到 15 min 时,4 种人工废水中的选矿药剂去除率均较高,其中丁黄药和乙硫氮的去除率接近 100%,臭氧法对这 4 种药剂的去除率从高到低为乙硫氮 > 丁黄药 > 二号油 > 腐殖酸钠。

2.1.2 pH 值条件试验 当臭氧氧化时间为 6 min 时,使用 1% NaOH 或 1% H₂SO₄ 调节水样 pH 值,进行 pH 条件试验,试验结果见图 3。

由图 3 可知,在碱性条件下,臭氧对 4 种人工废水的去除效果比在酸性条件下效果好。pH 值对丁黄药去除率影响不大,在各种 pH 值条件下黄药的去除率均接近 100%。对其他 3 种人工废水而言,当 pH < 8 时,药剂的去除率随着 pH 值的增大而增大,当 pH 值介于 8 ~ 10 之间时,它们的去除率达到最高,而 pH > 11 后去除率开始呈下降趋势。因此,臭氧氧化法去除 4 种人工废水中的选矿药剂的最佳 pH 值区间均为 8 ~ 10。

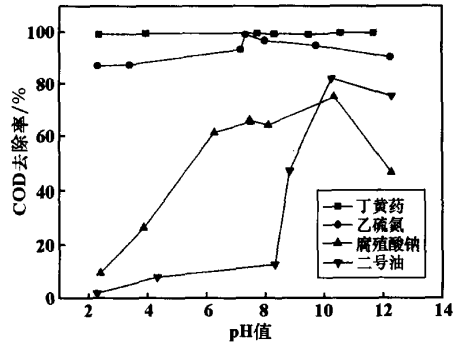


图 3 pH 值对人工废水中 COD 的影响

2.2 臭氧氧化实际废水试验

臭氧氧化法处理人工废水试验结果表明臭氧法能有效去除人工废水中的选矿药剂,在此基础上进行臭氧氧化法处理凡口铅锌矿选矿综合废水氧化时间试验,研究臭氧法对实际废水中 COD 的影响。试验 pH 值为废水自然 pH 值(11.72),试验结果如图 4 所示。

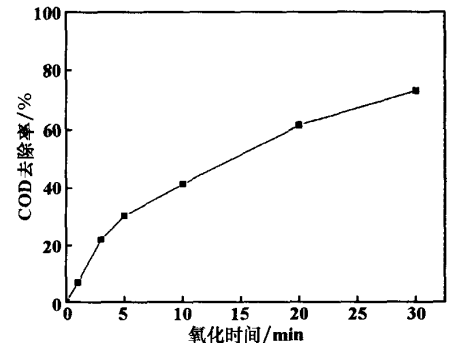


图 4 臭氧氧化时间对实际废水中 COD 去除率的影响

从图 4 可知,随着氧化时间的延长,选矿废水的 COD 去除率不断上升,0 ~ 5 min 内,COD 去除率急剧上升,说明臭氧与选矿废水某些成分的作用非常迅速。继续延长氧化时间,COD 去除率曲线趋于平缓,当氧化时间达到 30 min 时,去除率接近 80%,可见臭氧法是去除凡口铅锌矿选矿废水中 COD 的有效方法。

2.3 废水回用试验

臭氧氧化法处理人工废水和实际废水试验结果表明,臭氧法能有效去除废水中的选矿药剂,在此基础上进行了废水回用试验,检验臭氧法处理后废水的回用效果。试验选用清水和臭氧处理过的选矿废水进行铅锌浮选对比,试验流程见图 5,试验结果见表 1。

由表 1 可知,采用经臭氧处理过的废水进行选矿试验,铅粗精中的铅含量,锌粗精中的锌含量与采用清水时的相差不大,并且铅粗精中的锌品位和锌粗精中

臭氧氧化法处理凡口铅锌矿选矿废水的试验研究

作者: [刘润清](#), [孙伟](#), [董栋](#), [欧阳魁](#)

作者单位: [中南大学资源加工与生物工程学院, 湖南长沙 410083](#)

引用本文格式: [刘润清](#). [孙伟](#). [董栋](#). [欧阳魁](#). [臭氧氧化法处理凡口铅锌矿选矿废水的试验研究](#)[会议论文] 2012