

文章编号: 1672-4461(2015)02-0004-04

西藏某铜钼矿选矿废水净化处理与回用研究

达娃卓玛, 孙春宝, 李国栋

(北京科技大学土木与环境工程学院, 北京 100083)

摘 要: 西藏某铜钼矿, 由于矿石中存在大量易泥化的脉石矿物, 在碎磨过程中产生大量的次生矿泥, 导致选矿废水存在难以沉淀的微细粒级矿物颗粒, 且残存大量的浮选药剂, 导致在铜钼混合浮选阶段混合精选效率较低、现场不易操作等不利影响。通过使用絮凝剂来沉淀微细粒级矿物颗粒, 利用高原特有的强烈的紫外线暴晒条件降低 COD。经过处理后的废水回用于铜钼混合浮选试验, 闭路试验结果表明经处理后的废水净化效果较好, 回用对浮选指标的影响较小。

关键词: 铜钼矿; 废水回用; 絮凝沉淀; 紫外线降解

中图分类号: TD926.5

文献标识码: A

DOI:10.16042/j.cnki.cn62-1053/tf.2015.02.002

Study on the Purification and Recycling of Dressing Wastewater from A Tibet Cu-Mo Mine

DAWA Zhuo-ma, SUN Chun-bao, LI Guo-dong

(University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

Abstract: A Tibet Cu-Mo mine hosts a large number of easy prone-argillation gangue minerals, produces large amounts of secondary crushing sludge in the grinding process, leading to the micro-fine particles of mineral grains from dressing wastewater hard to precipitate. And the remnants of flotation reagents result in the low efficiency of hybrid selection and difficulty to operate the flotation. By using flocculants to precipitate the micro-fine particles and using UV irradiation to reduce COD. The treated wastewater reused for the flotation closed-circuit test shows that the effect of the wastewater purification is good. The recycling of the treated wastewater has small impact on flotation index.

Key Words: Cu-Mo mine; wastewater reuse; flocculation; UV degradation

1 引言

西藏某铜钼矿地处青藏高原, 现有选矿厂日处理量为 6000 t, 选厂铜钼混合浮选流程为两次粗选、三次精选及两次扫选。由于处理的矿石存在大量脉石细泥与微细粒次生铜, 在碎磨过程中易产生大量的次生矿泥, 导致在回用的废水中存在大量的微细粒级矿物颗粒, 且在铜钼混合浮选过程中添加大量的浮选药剂丁胺黑药和松醇油, 亦大量残存于废水中。如果废水不经过处理, 大量矿泥颗粒物在流程中的恶性循环以及残余的浮选药剂, 将导致浮选过程泡沫发粘, 易发生跑槽现象, 浮选工人难以操作, 且铜钼混合精选效率较低。本研究主要针对该铜钼混合浮选废水的特点, 一方面, 利用自然沉淀及

添加絮凝剂的方式来降低废水中的固体悬浮物, 另一方面, 利用高原特有的强烈紫外线暴晒条件降低 COD, 从而降低废水回用对浮选指标以及现场操作的不利影响。

2 水样、药剂及仪器设备

2.1 水样

现场铜钼混合浮选废水主要来自铜钼混浮选阶段尾矿的浓密机溢流水, 该部分废水水量为 2 834 m³/d。选矿废水含有多种无机及有机药剂, 残余药剂浓度高, 含重金属离子和化合物、悬浮物等, pH 值高, 该浓密机溢流水特性如表 1 所示。本研究试验用水均采用现场尾矿沉降 15 min 后上层澄清部分。



表 1 废水特性

样品名称	pH	COD /(mg/L)	SS /(mg/L)	NH ₃ -N	Cu ²⁺ /(mg/L)	Pb ²⁺ /(mg/L)	Zn ²⁺ /(mg/L)
60 m 浓密机溢流	7	101	190	1.3	—	0.1818	0.0633

注: COD 为快速消解分光光度法测定化学耗氧量。

由表 1 数据可知, 现场尾矿浓密机溢流水 SS 及 COD 较高, 说明该尾矿回水固体悬浮物含量较高, 回用于混合浮选, 固体悬浮物将包裹在矿物表面, 使得矿物对药剂的吸附量发生变化, 将提高或降低精矿的品位和回收率, 若其中含有胶体物质, 可能会使矿浆黏度变大, 影响浮选效果; 而残余药剂量大可能会使浮选效率降低^[1]。

2.2 仪器和设备

PHS-3C pH 计, XJT 多功能搅拌器, DR2700 分光光度计, XFD 系列浮选机, 锥形球磨机(XMQ-240 * 90), ACS-6 电子称, YP102N 电子天平。

3 废水净化试验结果与讨论

3.1 自然净化试验

选矿废水暴露于自然环境中时, 其中的浮选药剂(COD) 和微细矿物颗粒(SS) 会不同程度的降解^[2], 因此应该首先考虑废水的自然净化。取 1000 mL 废水置于烧杯中, 暴露于空气中且置于室内, 每隔不同的时间段, 取少量上清液进行分析, 试验结果见图 1 所示。

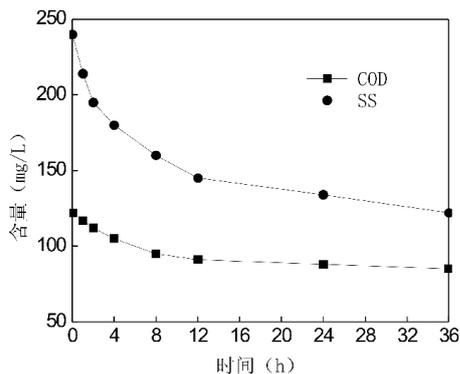


图 1 自然条件下废水自净试验结果

由图 1 结果可知, 经过 36 h 的沉降后 SS 的去除率不到 50%, COD 去除率为 30.3%。通过试验现象可知自然条件下废水很难自然澄清, 废水沉降性能较差, 因此考虑添加絮凝剂来加速 SS 的去除。

3.2 絮凝剂选择及用量试验

(1) 絮凝剂种类试验。考察不同絮凝剂对尾矿沉降效果的影响, 分别取 1000 mL 水样于烧杯中, 分别添加石灰、可溶性淀粉、聚丙烯酰胺及羧甲基纤维素钠各 20 mg/L, 然后定量加入凝聚剂, 同时用搅拌器在一定转速下搅拌一定时间, 搅拌完后水样沉淀 15 min, 利用虹吸法每隔不同的时间取少量上层清液,

测其 SS 含量。试验结果如图 2 所示。

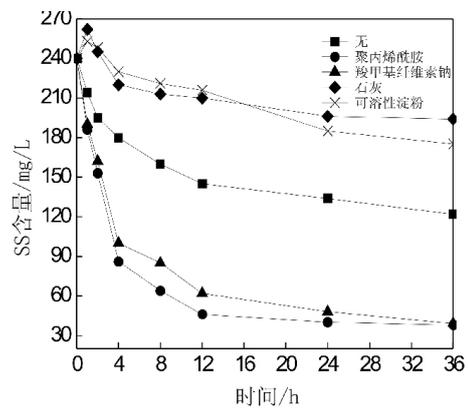


图 2 絮凝剂种类对净化效果的影响

由图 2 可知, 石灰和可溶性淀粉均对尾矿废水的沉降起抑制作用, 而聚丙烯酰胺和羧甲基纤维素钠对尾矿废水沉降显现出了明显的促进作用。聚丙烯酰胺的效果优于羧甲基纤维素钠, 因此需确定聚丙烯酰胺的最佳用量。

(2) 聚丙烯酰胺用量试验。考察不同聚丙烯酰胺用量对尾矿沉降效果的影响, 分别取 1000 mL 水样于烧杯中, 分别添加聚丙烯酰胺各 10 mg/L、20 mg/L、30 mg/L、40 mg/L, 用搅拌器在一定转速下搅拌一定时间, 搅拌完后水样沉淀 15 min, 利用虹吸法每隔不同的时间取少量上层清液, 测其 SS 含量, 试验结果如图 3 所示。

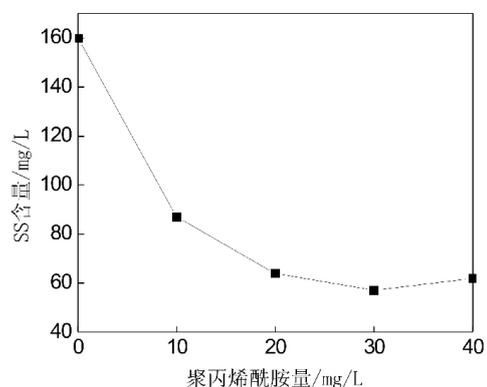


图 3 聚丙烯酰胺用量对净化效果的影响

由图 3 可知 8 h 后尾矿废水的上清液 SS 含量, 随着聚丙烯酰胺的用量增加而逐渐减少, 而当聚丙烯酰胺用量为 30 mg/L 时 SS 含量最低为 57 mg/L。

3.3 pH 对净化效果的影响

用 10 mol/L 的 H₂SO₄ 以及 8 mol/L 的 NaOH 调节已添加聚丙烯酰胺 30 mg/L 水样的 pH 值, 考察

不同 pH 值对铜钼混合浮选废水沉降效果的影响, 试验结果如图 4 所示。试验数值为沉降 8 h 后上清液 SS 含量。

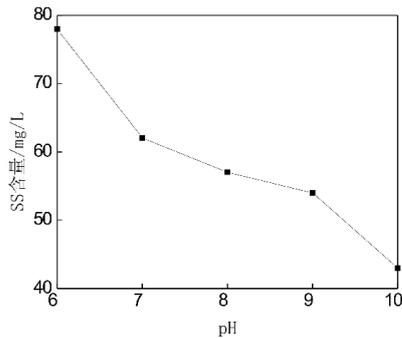


图 4 pH 对混凝效果影响结果

由图 4 可知, 矿浆 pH 值为 10 最好, 考虑到浮选产生的尾矿浆 pH 为 7~8, 为不影响浮选, 因此对此废水的 pH 不进行调整。

3.4 沉淀时间对净化效果的影响

在添加絮凝剂聚丙烯酰胺 30 mg/L, 且 pH 在 7~8 之间, 对该废水进行沉降试验(图 5)。

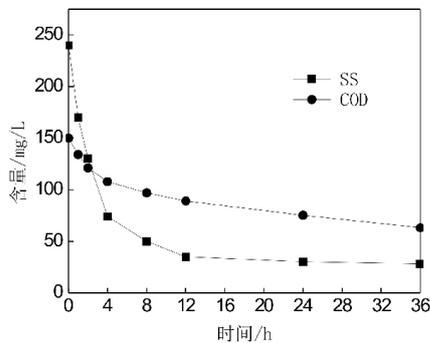


图 5 沉淀时间对净化效果的影响

由图 5 可知, 在此条件下 SS 的去除效果较明显, 而对 COD 的去除效果不明显, 因此利用高原特有的强烈紫外线照射来加强 COD 的降解效率。

3.5 暴晒时间对净化效果的影响

废水中固含量在自降的情况下, 36 h 去除率只能达到 50%, 通过添加聚丙烯酰胺 30 g/t, 8 h 去除率即可达到 50%。而 COD 在自然条件下仅可去除 20%, 因此考虑通过高原紫外线暴晒降低 COD 含量。由某文献可知, 在其他条件相同的情况下, 受紫外线照射者比受可见光照射者的黄药降解要快。由现场流程可知^[3], 该废水中残留的药剂为丁基黄药、丁胺黑药以及松醇油。

在废水中添加聚丙烯酰胺 30 mg/L, 用搅拌器在一定转速下搅拌一定时间, 并且调整 pH 值于 7~8, 搅拌完后水样沉淀 15 min, 置于阳光下暴晒, 利用虹吸法每隔不同的时间段取少量上层清液, COD 及 SS 变化如图 6 所示。

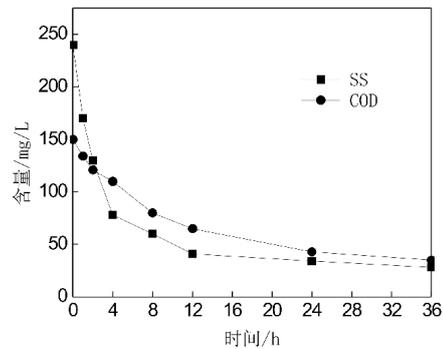


图 6 暴晒时间对 CODCR 去除效果的影响

可知经过阳光暴晒 12 h 后 COD 去除率达到 50%, 24 h COD 去除率达 63%, 36 h 去除率达 78.6%。考虑现场日照最长为每天 11 h, 因此确定最佳暴晒时间为 8~12 h。

4 废水回用试验

将以上最佳条件处理的废水、未处理的回水以及清水回用于如图 7 的闭路流程, 试验原矿多元素分析如表 2 所示, 试验结果如表 3 所示。

表 2 闭路试验样多元素分析

元素	Cu	Pb	Zn	Au*	Ag*	Mo
含量/%	0.98	0.66	0.26	0.32	30.71	0.028

注: * 单位为 g/t。

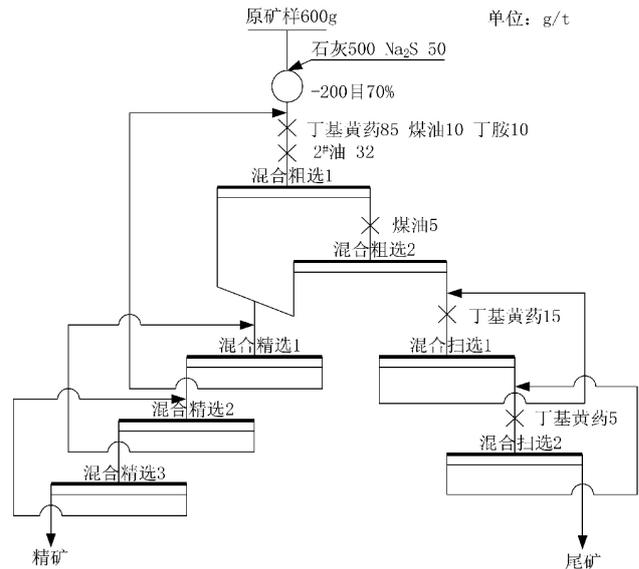


图 7 闭路试验流程

由表 3 数据可知, 在 pH 为 7~8 的情况下, 在尾矿废水中添加聚丙烯酰胺 30 mg/L 并且置于自然光下沉降暴晒 12 h 后回用于闭路浮选流程, 得到的精矿较之于清水闭路流程在保证 Cu 回收率的前提下提高了 Mo 的回收率; 而较之于未净化废水的闭路流程, 在保证 Cu、Mo 回收率的前提下, 可以提高混合精矿中 Cu、Mo 的品位。说明该废水处理净化效果较好, 有利于现场浮选。

表 3 不同条件下废水回用闭路试验结果

编号	产物名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
			Cu	Mo	Cu	Mo
未净化废水	混合精矿	4.36	21.52	0.60	94.24	87.25
	尾矿	95.64	0.06	0.004	5.76	12.75
	原矿	100.00	0.99	0.03	100.00	100.00
清水	混合精矿	3.35	27.88	0.85	94.15	87.10
	尾矿	96.65	0.06	0.002	5.85	12.90
	原矿	100.00	0.99	0.03	100.00	100.00
净化废水	混合精矿	3.72	25.21	0.7	94.20	87.11
	尾矿	96.28	0.06	0.004	5.80	12.89
	原矿	100.00	1.00	0.03	100.00	100.00

5 结语

(1)现场废水固体悬浮物含量(SS)以及药剂残余量(COD)较高,回用于铜钼混合浮选易产生泡沫发粘,现场不易操作的现状。

(2)采用向尾矿废水中添加絮凝剂降低固体悬浮物含量,同时利用高原阳光具有强烈紫外线的条件,通过暴晒降低药剂残余量的方法处理尾矿废水,可以将尾矿废水的SS由190 mg/L降低到40 mg/L, COD由101 mg/L降低到55 mg/L。

(3)通过将未处理废水、清水以及处理后的废水回用于铜钼混合浮选闭路流程,处理后的废水浮选

可在不降低Cu、Mo回收率的前提下,提高混合精矿中Cu、Mo品位。利用处理后的废水浮选可降低现场新水补加量,减少了高原缺水的压力。

参考文献:

- [1] 李洪帅,刘殿文,宋凯伟,等.选矿废水对浮选的影响[J].2012,21(2):94-96.
- [2] 胡波.复杂多金属硫化矿选矿废水处理与回用工艺研究[D].2012.
- [3] 翁建浩,王睿,黄道玉.选矿废水中残余黄药降解规律的试验研究[J].化工矿物与加工,2001(5):18-21.

收稿日期:2014-11-23

作者简介:达娃卓玛(1990-),女,北京科技大学在读硕士研究生。

(上接第3页)

(3)底板充填体厚度及配筋计算。

为确定充填体厚度,将 $X = \xi \times h_0$ 代入M式得:

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{f_{cm} \cdot b \cdot \xi (1 - 0.5\xi)}}$$

$$\text{则: } x = \frac{A_s \cdot f_y}{b \cdot f_{cm}}$$

$$\xi = \frac{A_s \cdot f_y}{f_{cm} \cdot h_0 \cdot b} = \rho \frac{f_y}{f_{cm}} = 0.175$$

代入得: $h_0 = 0.833 \text{ m}$

$$h = h_0 + a_s = 0.833 \text{ m}$$

取高强度充填体厚度为0.9 m,则受拉钢筋截面积:

$$A_s = x \cdot b \cdot \frac{f_{cm}}{f_y} = \left[h_0 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M}{f_{cm} \cdot b \cdot h_0}} \right) \right] \cdot b \cdot \frac{f_{cm}}{f_y} = 1140$$

根据 A_s ,即可选用钢筋。

7 结语

钢筋布置方向根据受力情况,遵循以下原则:在上下分层回采进路平行时,上分层铺设的受力筋应沿进路跨度方向布置,构造筋沿进路方向布置,当上下分层回采进路立交时,上分层铺设的受力筋应沿

上分层进路方向布置,构造筋沿跨度方向布置,根据所得受拉钢筋截面面积和参照类似矿山经验,最终确定进路假底布置,设计高强度大于2.5 MPa的充填体,高度为1.0 m。

通过对中段衔接部位的分析研究,虽然目前八中段以上已经进行了第一分层的回采,但是小铁山铅锌矿目前设计十三个中段,在十三中段以下仍然有一定的远景储量。因此,中段衔接部位的分析研究对以后的生产具有一定的指导意义。

参考文献:

- [1] 刘可任.充填理论基础[M].北京:冶金工业出版社[M].1988.10.
- [2] 刘北辰,陆鸿森.弹性力学[M].北京:冶金工业出版社[M].1989.4.
- [3] 北京矿冶研究总院,白银公司小铁山铅锌矿.机械化难采矿体上向巷道式尾砂胶结充填法试验研究报告[R].1993.10.
- [4] 北京矿冶研究总院.小铁山铅锌矿巷道式充填法试验回采设计[R].1987.

收稿日期:2014-10-27

作者简介:王永智(1969-),男,教授级高级工程师,毕业于昆明理工大学。研究方向:计算机在采矿中的应用。

