

用聚铝处理酸性矿山废水^①

尹爱君 刘肇华 蒋汉瀛 任凤莲

(中南工业大学冶金物理化学与化学新材料研究所, 长沙 410083)

摘 要 采用石灰中和-絮凝沉淀法处理了黄铁矿酸性废水, 研究了pH值、混凝剂聚合硫酸铝(PAS)用量等因素对废水中有害金属离子的去除效果。在pH为7.8~8.5时, PAS用量为 $25 \times 10^{-4}\%$ ~ $40 \times 10^{-4}\%$ 时, 出水达到国家排放标准。结果表明, PAS可明显改善渣的沉降性能和过滤性能, 并对有害重金属离子具有吸附共沉淀作用。

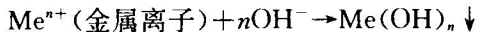
关键词 废水处理 聚合硫酸铝 矿山废水

黄铁矿矿山采场的废石含有较高的硫, 在自然条件下, 发生风化、溶浸、氧化等物理化学作用而形成了pH2~3的酸性水, 且含有大量的金属及非金属离子, 严重地污染环境。目前, 酸性废水处理主要用碱中和^[1-6], 常用中和剂有石灰、烧碱等, 工业废渣及废碱等, 其中最常用的是石灰。采用石灰中和法的优点是工艺流程简单, 操作方便。但主要缺点是渣量大、沉降分离难: 当废水中金属及非金属离子含量高时, 使得沉渣处理负荷增大; 大多数有害重金属离子需在较高pH值下才能沉淀完全, 从而使出水pH值达不到标准。

本文采用石灰乳中和-絮凝共沉淀法对某钢铁公司矿山采场废石产生的酸性废水进行处理, 以期改善渣的沉渣性能和降低pH值。

1 基本原理

(1) 废水中金属离子含量与pH关系



由 $[\text{Me}^{n+}][\text{OH}^-]^n = K_{sp}$ 得:

$$\text{pH} = (\lg K_{sp} - \lg [\text{Me}^{n+}]) / n + 14 \quad (1)$$

(2) 废水中非金属离子(SO_4^{2-} 、 F^- 及 SiO_2 等)与石灰反应可生成钙盐沉淀物。

(3) 混凝剂的作用机理

聚合硫酸铝(PAS)是一种新型无机高分子混凝剂, 在水中可发生水解和聚合, 生成各种形态的离子, 对胶体、悬浮物等具有脱稳、吸附、架桥等作用, 促使细微颗粒凝聚, 形成致密而粗大的絮凝体, 加快沉降速度, 提高处理效果^[7]。

2 实验

2.1 酸水测定

酸水取自某矿山公司铁矿采场, 主要化学成分见表1。其特点是: pH低, 金属及非金属离子含量高。

表1 酸水测定结果(mg/L)

成份	SS	Cu	Pb	Zn	T_{Fe}
含量	1 005	59.8	0.208	15.45	231.9
成份	Mn	Al_2O_3	SO_4^{2-}	F^-	SiO_2
含量	386.4	1 930	1 179	67.1	22 400

注: pH=2.8; SS表示悬浮物含量; T_{Fe} 表示总铁含量。

2.2 实验

针对此酸水特点, 在探索性实验基础上, 选用石灰中和-絮凝沉淀法。基本工艺流程见图1。

通过对出水水质、泥渣沉降性能和过滤性

① 收稿日期: 1994-01-31; 修回日期: 1994-05-14

能等指标检测, 确定中和剂用量、混凝剂用量, 反应时间等工艺技术条件。实验在玻璃烧杯中进行, 采用电动搅拌, 处理量 1000 mL。

3 结果及讨论

3.1 反应时间的确定

中和反应时间是影响反应程度的因素之一。实验测定了溶液 pH 值随反应时间的变化, 结果见表 2。由表可知, 反应时间大于 15 min 后, 溶液 pH 基本趋于稳定。

表 2 中和反应时间与 pH 变化

时间/min	1	2	4	6	8
pH	6.8	7.15	7.45	7.75	7.9
时间/min	10	15	20	25	
pH	8.05	8.20	8.22	8.25	

3.2 pH 值与出水水质的关系

用石灰乳调整溶液 pH 值, 检测相应 pH 条件下出水中 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mn^{2+} 的含量。以金属离子浓度对 pH 作图, 如图 2~4 所示。图中理论值为按(1)式计算的结果。由图可以看出: 各金属离子在相应浓度下, 实际 pH 值比理论值低。这表明在实际沉淀过程中, 这些金属离子除了以氢氧化物形态沉淀外, 有相当一部分是以共沉淀的方式被除去。起共沉淀作用的物

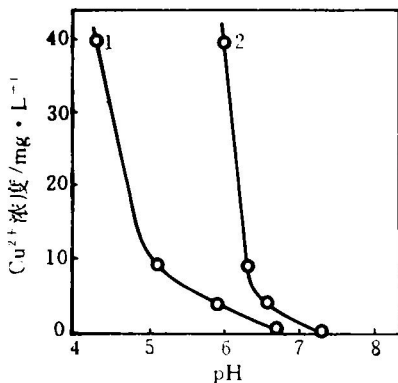


图 2 Cu^{2+} 浓度与 pH 关系

1—实测值; 2—计算值

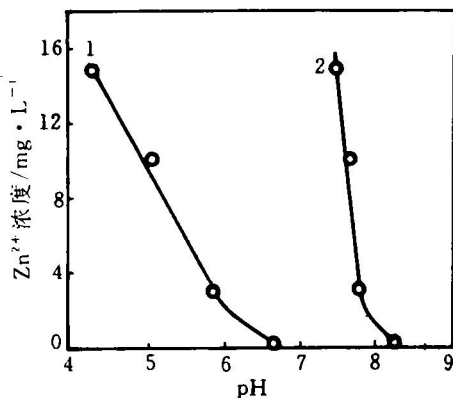


图 3 Zn^{2+} 浓度与 pH 关系

1—实测值; 2—计算值

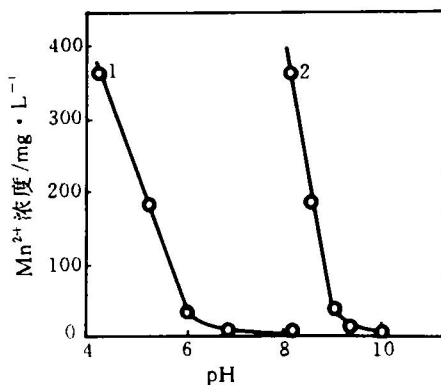


图 4 Mn^{2+} 浓度与 pH 关系

1—实测值; 2—计算值

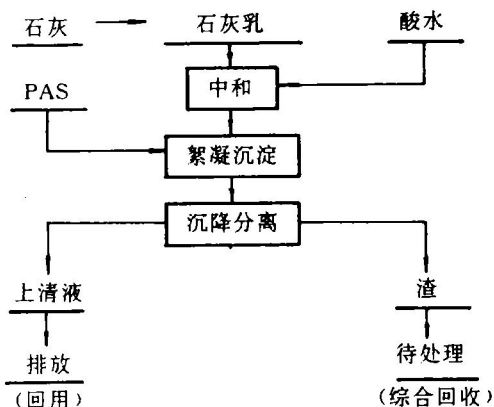


图 1 碱中和-絮凝沉淀法
基本工艺流程

质有两种：(1) 由原水中 Al^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 等产生的胶态絮状物质；(2) 添加的混凝剂 PAS。共沉淀的机理可能是 PAS 水解产生的高电荷离子及胶体物对金属离子的吸附。

3.3 PAS 用量对处理效果的影响

实验研究了 PAS 用量对出水水质、渣的沉降性能及过滤性能等的影响，结果见表 3。

表 3 PAS 用量对处理效果的影响

序号	PAS 用量 10 ⁴ %	15 min 上清 高度/mm	渣的过滤性能	
			差	好
1	0	250	差	
2	25	500	好	
3	50	550	好	
4	100	530	好	
5	200	480	好	
6	300	400	好	

序号	pH	出水水质/mg · L ⁻¹		
		Cu ²⁺	Zn ²⁺	Mn ²⁺
1	8.3	<0.1	<0.1	>10
2	8.2	<0.1	<0.1	0.4
3	8.2	<0.1	<0.1	0.6
4	7.9	<0.1	<0.1	0.8
5	7.8	<0.1	<0.1	1.0
6	7.7	<0.1	<0.1	1.4

实验结果表明：PAS 的最佳用量为 $25 \times 10^{-4}\%$ ~ $50 \times 10^{-4}\%$ 。添加 PAS 后，渣的沉降速度明显加快，且出水中重金属离子能在更低 pH 值上达标。由此进一步证实了 PAS 的絮凝作用及对重金属离子的吸附共沉淀作用。

3.4 渣的沉降及过滤性能

沉降试验在 1000 mL 量筒中进行，渣的沉降性能结果见表 4，与简单石灰中和法进行了对比。

表 4 渣的沉降性能

沉降性能	絮凝沉淀	石灰中和
沉清时间/min	15	>45
沉渣自然沉速/mm · min ⁻¹	55	13.3
清水层体积(vol.-%)	82.5	60.0
泥浆层体积(vol.-%)	17.5	40.0
泥浆层固体物浓度(wt.-%)	22.2	11.1
泥浆层含水率(%)	77.8	89.9
清水回收率(%)	82.5	60.0

将自然沉降后的泥浆进行真空过滤，过滤性能见表 5。

表 5 沉渣的过滤性能

过滤性能	絮凝沉淀	石灰中和
过滤时间/min	2	10
滤饼厚度/mm	40	61
滤饼湿重/g	120	179
滤饼干重/g	45	52.5
滤饼含水率(%)	62.5	70.7
清水总回收率(%)	88.0	82.3

4 结论

实验室小试结果表明，采用石灰中和-絮凝沉淀法处理矿山酸水具有以下优点：

(1) 加入混凝剂 PAS 后，可在更低的 pH 值下使出水水质达到排放标准；可减少石灰用量，降低处理成本。

(2) 加入 PAS 后，渣的沉降和过滤性能有明显改善，可缩短处理周期，提高处理能力。

(3) PAS 是一种高效的水处理剂，对水中的悬浮物等具有强大的吸附活性，可促使细微颗粒的聚集长大，加快沉降速度，改善渣的过滤性能。此外，PAS 对废水中的重金属离子具有一定的吸附共沉淀作用。

参考文献

1 北京环保所. 水污染防治手册. 上海：上海科技出版社，1989.

2 马荣骏. 工业废水的治理. 长沙：中南工业大学出版社，1991.

3 胡大镛. 废水处理及回用工艺流程实用图例. 北京：水利电力出版社，1992.

4 Bosman D J. Water Sci Technol, 1983, 15(2): 71—84.

5 周良才. 化工矿山技术, 1983, (6): 30—31.

6 杜军. 工业水处理, 1987, 7(4): 23.

7 李润生. 水处理新药剂——碱式氯化铝. 北京：中国建筑工业出版社，1981.