

某钼选厂尾矿沉降试验研究

常学勇<sup>1,2</sup>, 张艳娇<sup>1,2</sup>, 赵平<sup>1,2</sup>, 刘广学<sup>1,2</sup>, 邵伟华<sup>1,2</sup>

(1. 中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所, 郑州, 450006; 2. 国家非金属矿资源综合利用工程技术研究中心, 郑州, 450006)

摘要: 以某钼选厂尾矿为原料进行沉降试验研究, 结果表明, 以一定量的石灰乳为絮凝剂对该尾矿的沉降效果较好, 所得回水经试验验证可以作为选矿生产用水。

关键词: 尾矿; 沉降; 絮凝; 回水; 石灰乳

中图分类号: X703 文献标识码: B 文章编号: 1001-0076(2011)02-0055-04

Study on the Sedimentation of Molybdenum Tailings

CHANG Xue-yong, ZHANG Yan-jiao, ZHAO Ping, et al.

(Zhengzhou Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Zhengzhou 450006, China)

Abstract: This paper introduced a method to decontaminate wastewater of a molybdenum tailings. The results showed that the sedimentation effect was good when using milk of lime as flocculant for the sedimentation of molybdenum tailings, and reclaimed wastewater could be recycled.

Key words: tailings; sedimentation; flocculation; reclaimed wastewater; milk of lime

1 前言

有色金属钼选矿厂处理规模较大, 耗水量较多, 由于浮选过程加有水玻璃, 致使尾矿沉降速度极慢, 不仅占用大量的尾矿库库容, 同时又导致尾矿库水体浊度较高。这种尾水如果直接返回再用, 会严重恶化浮选过程; 如果直接外排, 又对周边环境造成不良影响<sup>[1]</sup>。因此, 如何提高尾矿沉降速度, 增加选厂回水利用率, 对保护环境, 节约水资源, 提高选厂经济效益至关重要。随着絮凝技术的发展, 对选厂尾矿添加絮凝剂进行治理已经成为一种趋势<sup>[2]</sup>。

我们正是在此前提下对我国某钼选矿厂的尾矿进行沉降试验研究, 以期达到提高水资源利用率的目的。

2 试验样品与试验方法

尾矿试验样品采自某钼选厂, 生产中添加石灰调节 pH 值, 水玻璃作为矿泥分散剂和抑制剂, 选别流程为常用的粗磨粗选、粗精矿再磨精选。总尾矿由粗选尾矿同精选尾矿两部分组成, 经测定矿浆 pH 为 8.3, 尾矿浓度 34.31%, 尾矿粒度组成见表 1。

表 1 尾矿粒度分析结果

| 粒级/mm          | 产率/%  | 粒级/mm          | 产率/%   |
|----------------|-------|----------------|--------|
| +0.14          | 16.33 | -0.043 + 0.031 | 6.95   |
| -0.14 + 0.074  | 29.51 | -0.031 + 0.015 | 16.30  |
| -0.074 + 0.043 | 18.49 | -0.015         | 12.42  |
|                |       | 合计             | 100.00 |

• 收稿日期: 2010-01-09; 修回日期: 2011-04-11

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(编号: 2008BAB32B11)

作者简介: 常学勇(1982-), 男, 吉林白山人, 助理工程师, 大学本科, 主要从事矿物加工研究。

试验方法:沉降试验在1 000 ml 量筒中进行,通过测定一定浓度矿浆在不同条件下的沉降速度并观察测试上清液浊度,来判断尾矿沉降效果。

每次取1 000 ml 矿浆加入量筒中,高度标尺的0 刻度对准矿浆液面,不加入或者加入絮凝剂后用玻璃棒搅拌均匀,静置10 s 后,秒表开始计时,观察并记录澄清层高度及对应时间。每个试验重复三次,取平均值,并绘制沉降曲线,计算尾矿沉降速度。

3 沉降试验

3.1 自然沉降

首先对浓度为34.31%的尾矿原浆进行不加絮凝剂自然沉降试验。沉降速度为0.084 m/h,经过24 h 沉降,压缩层浓度52.68%,目测澄清层水质较浑浊。

将原始的高浓度尾矿加入自来水稀释成浓度为23.34%的矿浆,进行沉降试验,沉降速度0.131 m/h,低浓度尾矿经24 h 沉降,压缩层浓度49.48%,目测澄清层水质较浑浊。

低浓度尾矿的沉降速度虽然大于高浓度尾矿,由于在沉降试验中稀释尾矿加入的是新鲜水,因此尾矿处理不可能采取该方案。浮选尾矿采用自然沉降方案不可取。

3.2 絮凝沉降

絮凝剂就是促进浆体中细粒聚集变成较大团粒的药剂。通过絮凝沉降进行固液分离是目前水处理及尾矿处理技术中的重要方法之一,可以强化选矿厂矿浆的浓缩与水的澄清,提高尾矿的水力输送浓度和回水利用率<sup>[3]</sup>。试验分别选用阴离子型聚丙烯酰胺、FeSO<sub>4</sub>、Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>、石灰乳、聚丙烯酰胺与石灰乳的组合等作为絮凝剂对此尾矿进行沉降试验,试验结果分别见表2~6。

表2 聚丙烯酰胺不同用量沉降试验结果

| 聚丙烯酰胺用量/g·t <sup>-1</sup> | 5     | 10    |
|---------------------------|-------|-------|
| 沉降速度/m·h <sup>-1</sup>    | 0.061 | 0.130 |

由表2可知,加入5 g/t 聚丙烯酰胺,沉降速度反而比不加还小,可见低用量的聚丙烯酰胺对尾矿沉降没有任何好处。加入10 g/t 聚丙烯酰胺,沉降速度明显提高,达0.130 m/h。尾矿经过24 h 沉降,压缩层浓度53.75%,目测澄清层水质浊度较小。

表3 FeSO<sub>4</sub>不同用量沉降试验结果

| FeSO <sub>4</sub> 用量/g·t <sup>-1</sup> | 1 000 | 2 000 | 3 000 | 4 000 | 5 000 |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 沉降速度/m·h <sup>-1</sup>                 | 0.056 | 0.064 | 0.065 | 0.072 | 0.074 |

表4 Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>不同用量沉降试验结果

| Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 用量/g·t <sup>-1</sup> | 1 000 | 2 000 | 3 000 | 4 000 | 5 000 |
|----------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 沉降速度/m·h <sup>-1</sup>                                               | 0.054 | 0.057 | 0.056 | 0.066 | 0.064 |

由表3、表4可知,无论FeSO<sub>4</sub>与Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>加入多少均不能达到提高沉降速度的目的。

表5 石灰乳不同用量沉降试验结果

| 石灰用量/g·t <sup>-1</sup> | 225   | 450   | 675   | 900   |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 矿浆 pH                  | 8.5   | 9.5   | 10.0  | 10.5  |
| 沉降速度/m·h <sup>-1</sup> | 0.058 | 0.066 | 0.125 | 0.141 |

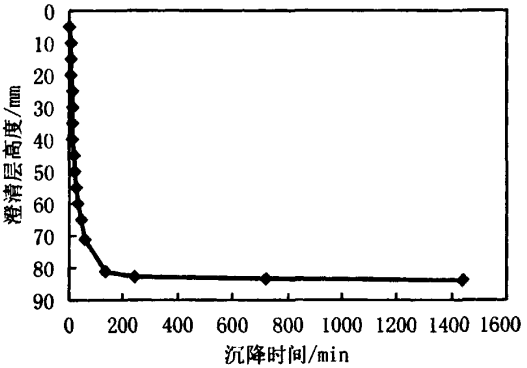


图1 石灰乳用量900 g/t 时尾矿沉降曲线

加入石灰乳沉降试验结果见表5。结果表明:当石灰用量小于450 g/t 时,沉降速度比自然沉降更慢。当石灰乳用量超过675 g/t,尾矿沉降速度开始超过自然沉降速度,当石灰乳用量达900 g/t 时沉降速度为0.141 m/h,沉降曲线见图1,尾矿经过24 h 沉降,压缩层浓度49.33%,上清液经检测浊度只有2.2°。

表6 絮凝剂组合不同用量沉降试验结果

| 聚丙烯酰胺 /g·t <sup>-1</sup> | 石灰乳 /g·t <sup>-1</sup> | pH   | 沉降速度 /m·h <sup>-1</sup> |
|--------------------------|------------------------|------|-------------------------|
| 5                        | 450                    | 9.5  | 0.095                   |
| 5                        | 675                    | 10.0 | 0.161                   |

低用量的聚丙烯酰胺与石灰乳都会使沉降速度变慢,但当二者联合使用,却会使沉降速度加快,试验结果见表6。使用丙酰胺5 g/t、石灰乳675 g/t

组合处理尾矿,沉降速度达到0.161 m/h,沉降曲线见图2,尾矿经过24 h 沉降,压缩层浓度52.48%,澄清层水质清澈,浊度3.5°。从试验结果来看,使用900 g/t 石灰乳以及5 g/t 聚丙烯酰胺和675 g/t 石灰乳组合都能使沉降速度明显加快,而且使用后者沉降速度比前者大,压缩层浓度也比前者高。但鉴于尾矿回水中的残余药剂对浮选过程会产生影响,因此又模拟现场流程进行了这两种方案所得回水的浮选试验。

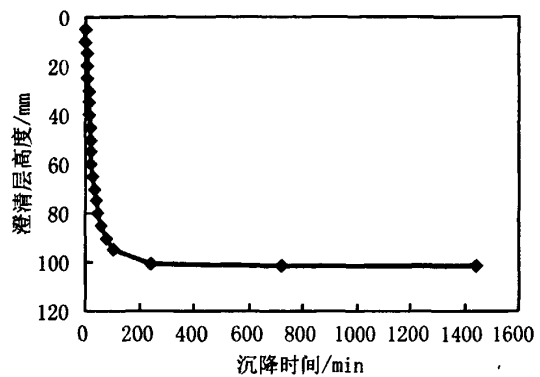


图2 聚丙烯酰胺5 g/t、石灰乳675 g/t组合尾矿沉降曲线

4 回水浮选试验

回水浮选试验流程见图3,试验结果见表7。

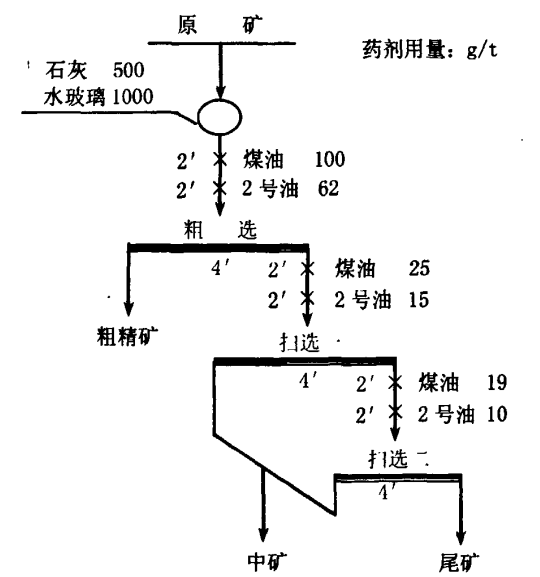


图3 选矿回水试验流程

表7 选矿回水试验结果

| 水质                             | 产品  | 产率/%   | 钼品位/% | 钼回收率/% |
|--------------------------------|-----|--------|-------|--------|
| 自来水                            | 粗精矿 | 2.03   | 2.63  | 78.73  |
|                                | 中矿  | 2.72   | 0.18  | 7.22   |
|                                | 尾矿  | 95.25  | 0.01  | 14.05  |
|                                | 原矿  | 100.00 | 0.068 | 100.00 |
| 900 g/t 石灰乳尾矿沉降上清水             | 粗精矿 | 6.46   | 0.81  | 72.70  |
|                                | 中矿  | 5.69   | 0.16  | 12.65  |
|                                | 尾矿  | 87.85  | 0.012 | 14.65  |
|                                | 原矿  | 100.00 | 0.072 | 100.00 |
| 5 g/t 聚丙烯酰胺、675 g/t 石灰乳尾矿沉降上清水 | 粗精矿 | 2.79   | 1.62  | 67.07  |
|                                | 中矿  | 3.00   | 0.30  | 13.36  |
|                                | 尾矿  | 94.21  | 0.014 | 19.57  |
|                                | 原矿  | 100.00 | 0.067 | 100.00 |

表7 试验结果表明:无论使用何种回水,都会导致辉钼矿的浮游速度变慢,粗精矿品位降低。使用石灰乳处理过的回水,钼金属回收率与用自来水相当,尽管粗精矿产率偏大,品位偏低,可以调整加入磨机的石灰用量加以改善。使用聚丙烯酰胺与石灰乳组合处理过的尾矿回水,尾矿回收率比用自来水高5.52%。

5 尾矿回水水质检测

对尾矿加入石灰乳900 g/t 处理,经4 h 沉降后,所得尾矿回水进行水质检测,杂质含量均符合国家综合污水排放标准,添加硫酸降低pH后即可。

表8 尾矿回水水质分析结果

| 分析项目 | 分析结果 /mg · L <sup>-1</sup> | 国家标准 /mg · L <sup>-1</sup> | 分析项目             | 分析结果 /mg · L <sup>-1</sup> | 国家标准 /mg · L <sup>-1</sup> |
|------|----------------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|
| 浊度   | 2.2°                       | <10°                       | COD              | 51.77                      | 200.00                     |
| Pb   | <0.01                      | 1.0                        | F <sup>-</sup>   | 6.18                       | 15                         |
| Cd   | <0.005                     | 0.1                        | Cr <sup>6+</sup> | 0.01                       | 0.5                        |
| Hg   | <0.000062                  | 0.05                       | Cu               | <0.05                      | 1.0                        |
| As   | 0.0020                     | 0.5                        | Zn               | <0.05                      | 5.0                        |

注:浊度标准为生活杂用水标准(<10°)。

6 结语

- (1)该尾矿自然沉降速度较慢,采用尾矿自然沉降法不利于尾矿回水的利用。
- (2)采用硫酸亚铁、硫酸铝、少量的聚丙烯酰胺和石灰,尾矿沉降效果较差。
- (3)加入聚丙烯酰胺、石灰乳组合絮凝剂尽管

沉降速度最快,但尾矿回水对浮选回收率有较大的不良影响。

(4)单独采用石灰乳处理尾矿,可以有效提高尾矿沉降速度,尾矿回水能够用于选矿生产,回水水质也符合国家外排标准。

#### 参考文献:

- [1] 倪健.高浊度尾矿水处理的探讨[J].有色矿山,1998(4):48-50.
- [2] 常青.水处理絮凝学[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [3] 张去非.絮凝剂的种类及其在尾矿沉降中的应用[J].金属矿山,2008(6):69-72.

## 江陵凹陷含钾卤水综合利用技术取得突破

近日,中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所在江陵凹陷地下卤水综合利用技术研究上取得了新突破,针对卤水中含钾、钠、钙、锂、硼、碘、溴等多种成分的特点,实验室研究采用分阶段、多种方法相结合的提取技术,工艺流程各环节相辅相成,大大提高了卤水中有益组分的回收率,这为卤水工业化开发利用打下了坚实基础,对缓解当前我国钾、锂、碘、溴等资源紧缺局面起到了积极的推动作用。

江陵凹陷位于湖北省中南部,是江汉盆地的一个次级凹陷;在凹陷地层深部蕴藏有富钾卤水,是我国第三个深部地层蕴藏有富钾卤水的盆地之一,初步预测卤水钾盐资源量为852万吨,金属锂30 200 t,钾30 720 t,溴123 360 t,碘17 280 t,总潜在经济价值巨大。大力勘查江陵凹陷地下卤水,努力提高卤水综合利用水平,不仅符合当前可持续发展的需要,而且能取得明显的经济效益和社会效益。

由于该地下卤水成分复杂,钠、钙等杂质含量高,给钾、锂等元素的提取带来了极大的困难。鉴于此,中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所盐湖专题组对该地区卤水资源进行了全面、系统研究。经过一年多的艰苦攻关,专题组采用分阶段、多种方法相结合的技术,取得了理想的分离提取效果。采用的工艺流程如下:蒸发冷却提钠、钾—空气吹出

法提碘—离子交换法提硼—空气吹出法提溴—除杂—蒸发冷却提钠、钾—直接沉淀法提锂,最终钾收率达85%,硼吸附解吸总回收率近99%,碘、溴回收率均在80%左右,锂收率约80%,获得的钾、钠、锂、碘、溴等产品均符合国家或行业标准。全流程很少有废渣废液排出,符合环保要求,而且多产品制备也大幅提高了卤水的经济效益。

经过几十年的开采利用,我国地下卤水资源已呈逐渐枯竭趋势,节约和综合利用好这一资源,已经迫在眉睫。地下卤水中所含化学成分有80多种,其中有开采价值的除盐、溴外,还有钙、镁、钾等多种成分,它们是发展轻工、化工、军工、核工及宇航等工业的重要原料,有较高的综合开发利用价值。卤水高效利用是盐业走向市场的基础,推广卤水高效利用技术势在必行。利用高新技术嫁接改造传统工艺,实现资源综合利用,是盐业转方式调结构应当坚持的方向。

此前,地下卤水的开发利用存在综合利用程度不高,资源浪费等现象,此项新技术的成功研发将为我国新增可利用钾盐720万吨,金属锂2.4万吨,溴8.6万吨,碘1.2万吨,将能在一定程度上缓解当前我国钾、锂、碘、溴等资源紧缺的局面。

谭秀民 供稿