

## 河南某铝土矿浮选尾矿脱水试验研究

张宁宁<sup>1</sup>, 周长春<sup>1</sup>, 欧阳长恒<sup>1</sup>, 韩 瑞<sup>2</sup>

(1. 中国矿业大学 化工学院, 江苏 徐州 221116; 2. 青岛科技大学 高密校区, 山东 潍坊 261500)

**摘要:**针对河南某铝土矿浮选尾矿脱水效果差的问题,以改性聚丙烯酰胺 AS3318 为絮凝剂、以表面活性剂 TLT8840 为助滤剂,对该尾矿浆进行脱水试验研究。试验结果表明:当 AS3318 用量为 240 g/t 时,可以获得与现场 PAM 相当的尾矿浆沉降效果;在过滤时间缩短 20% 的前提下,为了使滤饼水分下降 1.5 个百分点,现场 PAM 沉降体系下的浓缩矿浆需添加 160 g/t 的助滤剂,而在 AS3318 沉降体系下的浓缩矿浆只需添加 80 g/t 的助滤剂。所以在沉降阶段选用 AS3318 作为絮凝剂更为有利。

**关键词:**铝土矿;浮选尾矿;沉降;过滤;脱水

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2016.02.022

中图分类号:TD926 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2016)02-0093-04

我国铝土矿资源多为中低品位一水硬铝石型铝土矿,为了提高矿石质量,需要进行浮选脱硅作业<sup>[1-4]</sup>。铝土矿浮选脱硅的磨矿细度一般要求-0.074 mm 粒级含量大于 80%,在浮选过程中又添加了碳酸钠和六偏磷酸钠强化分散,这使得铝土矿浮选尾矿矿浆的脱水比较困难<sup>[5-6]</sup>。若不进行有效处理而将大量尾矿浆直接外排,一方面不能使浮选尾矿回水得到循环利用而浪费大量的清水,增加选厂成本,另一方面不利于尾矿渣的集中堆存和综合利用<sup>[7]</sup>。所以对铝土矿浮选尾矿的脱水研究具有十分重要的意义。

河南某选厂的铝土矿浮选尾矿的脱水效果较差,主要表现在压滤阶段上料时间长、滤饼水分较高。为了改善尾矿脱水性能,现要求将尾矿的压滤时间降低 20%,滤饼水分降低 1.5 个百分点。为此,在实验室试验中选用新型改性聚丙烯酰胺 AS3318 和表面活性剂型助滤剂 TLT8840 进行沉降、过滤脱水试验,并与现场所用的聚丙烯酰胺(以下简称“现场 PAM”)的沉降脱水效果进行对比,为改

善铝土矿浮选尾矿的工业脱水效果提供合理依据。

### 1 铝土矿正浮选尾矿性质

#### 1.1 矿浆基本性质及粒度分析

试验所用矿样取自现场生产流程,矿浆质量浓度为 11.2%,体积浓度为 120 g/L,固体真密度为 2.45 g/cm<sup>3</sup>,矿浆 pH 值为 8.8。

用 Microtrac S3500 激光粒度分析仪对浮选尾矿矿浆中的固体颗粒粒度分布进行测试,测试结果表明,固体颗粒平均粒径在 6.8 μm 左右,-5 μm 粒级含量接近 45%,属微细粒尾矿范畴<sup>[8]</sup>,固体颗粒质量小、比表面积大、表面能高,沉降脱水困难。

#### 1.2 工艺矿物学分析

射线荧光光谱(XRF)对浮选尾矿矿样的化学组成分析结果见表 1;X 射线衍射(XRD)对矿样的物相分析结果见图 1。由表 1 和图 1 结果可知,该样品的铝硅比为 1.14,该样品的主要矿物组成为绿泥石、一水硬铝石、伊利石、石英和云母等;主要化学组成为 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub> 和 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等。

收稿日期:22015-09-29

基金项目:国家自然科学基金项目(51174205);教育部新世纪优秀人才支持计划资助项目(NCET-12-0962);江苏省高校优势学科建设工程资助

作者简介:张宁宁(1990-),男,博士研究生,主要从事铝土矿选矿工艺、设备等方面的研究。

通讯作者:周长春(1972-),男,教授,博士生导师,主要从事煤、矿物分选理论及设备等方面的研究。

表 1 铝土矿尾矿的化学成分分析结果/%

Table 1 Chemical analysis results of bauxite tailiings

| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O | TiO <sub>2</sub> | CaO   | MgO   | Na <sub>2</sub> O |
|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|-------|-------|-------------------|
| 41.74                          | 36.71            | 7.066                          | 3.962            | 2.35             | 0.909 | 0.615 | 0.501             |
| S                              | P                | Sr                             | V                | Cr               | Mn    | Ba    |                   |
| 0.077                          | 0.071            | 0.034                          | 0.033            | 0.018            | 0.014 | 0.01  |                   |

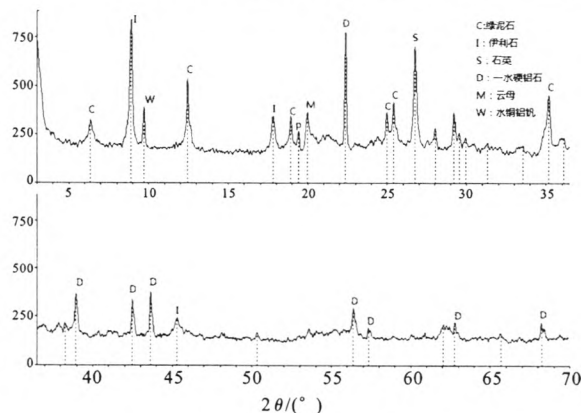


图 1 尾矿样品的 X 射线衍射图谱

Fig. 1 X-ray diffraction patterns of samples

## 2 沉降试验

### 2.1 试验方法

沉降试验在 500 mL 具塞量筒中进行,添加药剂后,上下均匀摇动 10 次后静置开始读数,在一定的时间内读取上层澄清层界面的高度。用前 10 min 的平均沉降速率及 30 min 时的上清液的浊度来表征沉降效果。

### 2.2 自然沉降试验

颗粒自由沉降的斯托克斯公式 (Stokes)<sup>[9]</sup> 如下:

$$V = \frac{g(\rho_s - \rho) d^2}{18\eta} \quad (1)$$

式中:  $V$ —颗粒沉降速率, cm/s;

$g$ —重力加速度, cm/s<sup>2</sup>;

$\rho_s, \rho$ —粒子密度与介质密度, g/cm<sup>3</sup>;

$d$ —颗粒直径, cm;

$\eta$ —介质粘度系数, g/cm · s。

尾矿浆自然沉降曲线见图 2。由图 2 可以看出,该尾矿浆矿物粒度极难沉降,2 h 仅沉降了 3 cm。这是因为铝土矿正浮选尾矿中含有大量极细的粘土矿物颗粒,由式(1)知,悬浮粒子的自由沉降

速率正比于粒子直径的平方,尾矿浆中的细泥含量多,则固体颗粒的自由沉降速率极慢。为了加速其沉降,就要设法破坏粒子在悬浮液中的稳定性,促使其碰撞、凝聚,使粒子增大。因此,需要添加一定的化学药剂对矿浆进行处理,使矿物颗粒相互聚团以增大表观粒径,增强其沉降性能。

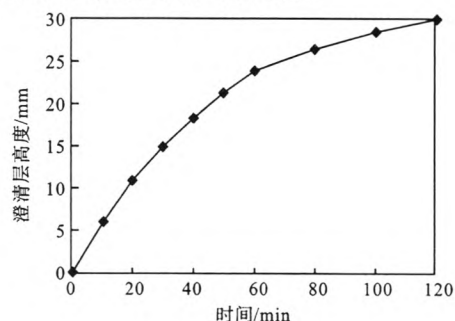


图 2 自然沉降曲线

Fig. 2 Natural subsidence curves

### 2.3 絮凝沉降试验

#### 2.3.1 现场 PAM 对尾矿沉降效果的影响

为了对比新药剂与现场 PAM 的应用效果,首先进行了现场 PAM 不同用量时尾矿矿浆的沉降试验。沉降曲线见图 3,沉降速度及浊度与药剂用量的关系曲线见图 4。

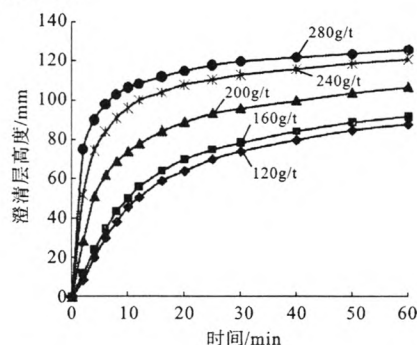


图 3 用现场 PAM 时的沉降曲线

Fig. 3 Settlement curves of using the processing plant PAM

由图 3、4 可知,当现场 PAM 用量为 240 g/t (对干尾矿,下同)时,矿浆的沉降速度最快,前 10 min 平均沉降速度为 10.65 mm/min,此时上清液的浊度也最低,为 415 NUT。故现场 PAM 的用量在 240 g/t 时可以得到较好的尾矿沉降效果。

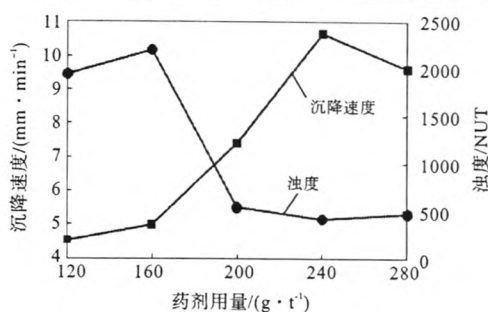


图4 矿浆平均沉降速度及上清液浊度与现场PAM用量的关系曲线

Fig. 4 Relation curves of the average settling velocity and turbidity with the dosage of processing plant PAM

### 2.3.2 AS3318对尾矿沉降效果的影响

AS3318为一种经过改性的新型阴离子聚丙烯酰胺,分子量为1000万左右。为了考察其对铝土矿尾矿浆沉降效果的影响,进行了不同用量下的沉降试验。根据试验结果绘制的沉降曲线见图5,沉降速度及浊度与药剂用量的关系曲线见图6。

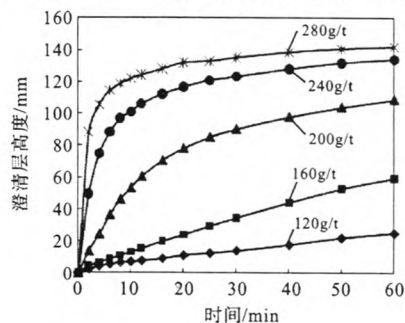


图5 用AS3318时的沉降曲线

Fig. 5 Settlement curves of using AS3318

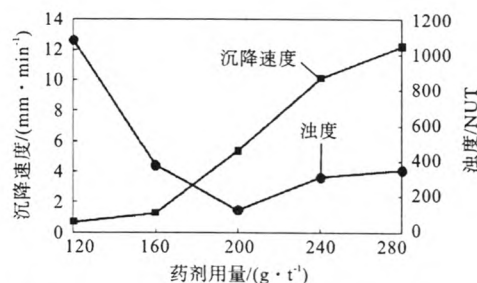


图6 矿浆平均沉降速度及上清液浊度与AS3318用量的关系曲线

Fig. 6 Relation curves of the average settling velocity and turbidity with the dosage of AS3318

由图5、6可知,当AS3318用量为200 g/t时,上

清液的浊度最低,只有125 NUT,此时平均沉降速度只有5.34 mm/min,远低于用现场PAM得到的沉降速度;当AS3318用量为240 g/t时,矿浆在前10min的平均沉降速度为10.12 mm/min,与现场PAM用量为240 g/t时的沉降速度(10.65 mm/min)接近,此时上清液的浊度为310 NUT,低于用现场PAM得到的上清液浊度(415 NUT)。所以用240 g/t AS3318时得到的尾矿沉降效果与用现场PAM时的最佳沉降效果相当。即仅比较沉降效果的情况下,沉降阶段选用AS3318或现场PAM的差别不大。

## 3 过滤试验

### 3.1 试验方法

在装有500 mL尾矿矿浆的具塞量筒中加240 g/t絮凝剂进行絮凝沉降,当压缩区体积小于250 mL时,用虹吸管吸出250 mL上清液,剩余250 mL矿浆用来进行过滤试验,其浓度在21%左右。过滤试验在DL-5C型盘式真空过滤机上进行,滤盘直径为25.5 cm,过滤真空度为10~12 KPa。过滤试验所用助滤剂为表面活性剂型助滤剂TLT8840。

### 3.2 助滤剂用量对滤饼水分的影响

使用240 g/t现场PAM完成沉降后,在不添加助滤剂而直接对沉降浓缩矿浆进行过滤时,成饼时间(衡量标准为滤盘中过滤物上部无可流动水分,即尾矿成型的最短过滤时间)为16 min,滤饼水分46.71%。为了达到成饼时间降低20%以上的目标,过滤时间最长为12.8 min。取每次的过滤时间均为12.5 min,考察助滤剂用量与滤饼水分的关系,并用该滤饼水分与不加助滤剂时的滤饼水分(46.71%)进行比较,试验结果见表2。

由表2中数据可以看出,现场PAM沉降体系下的浓缩矿浆,其在助滤剂用量为160 g/t时的滤饼水分较不加助滤剂时降低1.5个百分点以上;而AS3318沉降体系下的浓缩矿浆,其在助滤剂用量为80 g/t时的滤饼水分即可降低1.5个百分点以上。由此得出,助滤剂TLT8840与絮凝剂AS3318的耦合效果更好。所以,在对比过滤效果的情况下,沉降阶段选用AS3318作为絮凝剂更为有利。

表 2 不同助滤剂用量下的滤饼水分及其降低量  
Table 2 Filter results at different dosage of TL78840

| 沉降加药<br>絮凝剂 | 用量/<br>(g · t <sup>-1</sup> ) | 过滤加药<br>助滤剂 | 用量/<br>(g · t <sup>-1</sup> ) | 滤饼水分<br>/ % | 滤饼水分<br>降低绝对<br>量/ % |
|-------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|----------------------|
| 现场 PAM      | 240                           | TL78840     | 40                            | 49.00       | -1.79                |
|             |                               |             | 60                            | 48.69       | -1.98                |
|             |                               |             | 80                            | 48.05       | -1.34                |
|             |                               |             | 100                           | 47.47       | -0.76                |
|             |                               |             | 120                           | 46.93       | -0.22                |
|             |                               |             | 140                           | 46.19       | 0.52                 |
|             |                               |             | 160                           | 45.05       | 1.65                 |
|             |                               |             | 180                           | 44.26       | 2.45                 |
| AS3318      | 240                           | TL78840     | 200                           | 43.68       | 3.02                 |
|             |                               |             | 0                             | 46.84       | -0.14                |
|             |                               |             | 20                            | 46.18       | 0.52                 |
|             |                               |             | 40                            | 45.56       | 1.55                 |
|             |                               |             | 60                            | 45.34       | 1.37                 |
|             |                               |             | 80                            | 45.03       | 1.67                 |
|             |                               |             | 100                           | 44.62       | 2.09                 |
|             |                               |             | 120                           | 44.39       | 2.32                 |
|             |                               |             | 140                           | 43.98       | 2.72                 |
|             |                               |             | 160                           | 43.70       | 3.00                 |
|             |                               |             | 180                           | 43.55       | 3.16                 |
|             |                               |             | 200                           | 43.40       | 3.31                 |

注:滤饼水分降低绝对量中的负值表示滤饼水分增大。

## 4 结 论

(1)尾矿颗粒的平均粒径在 6.8 μm 左右, -5 μm 含量接近 45%, 属微细粒尾矿范畴, 自然沉降速度极慢, 需要添加沉降助剂加快其沉降。

(2)现场 PAM 用量为 240 g/t 时的尾矿浆沉降

效果最好, 前 10 min 平均沉降速度为 10.65 mm/min, 上清液的浊度为 415 NUT; 用 240 g/t 的 AS3318 可以获得前 10 min 平均沉降速度为 10.12 mm/min、上清液的浊度为 310 NUT 的沉降效果, 与用现场 PAM 得到的最佳沉降效果相当。

(3)在过滤时间缩短 20% 的前提下, 为了使滤饼水分下降 1.5 个百分点, 现场 PAM 沉降体系下的浓缩矿浆需添加 160 g/t 的助滤剂; 而在 AS3318 沉降体系下的浓缩矿浆只需添加 40 g/t 的助滤剂。所以在沉降阶段选用 AS3318 作为絮凝剂更为有利。

## 参考文献:

- [1]张国范. 铝土矿浮选脱硅基础理论及工艺研究[D]. 长沙:中南大学, 2001.
- [2]顾松青. 我国的铝土矿资源和高效低耗的氧化铝生产技术[J]. 中国有色金属学报, 2004, 14(5): 91-97.
- [3]胡岳华, 王毓华, 王淀佐. 铝硅矿物浮选化学与铝土矿脱硅[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [4]冯其明, 卢毅屏, 欧乐明, 等. 铝土矿的选矿实践[J]. 金属矿山, 2008(10): 1-4.
- [5]陈志友, 陈湘清, 陈兴华, 等. 铝土矿选矿尾矿性质与沉降性能研究[J]. 轻金属, 2007(2): 7-10.
- [6]徐会华, 冯其明, 欧乐明, 等. 铝土矿浮选尾矿强化沉降试验研究[J]. 有色金属: 选矿部分, 2014(4): 57-63.
- [7]吕宪俊, 连民杰. 金属矿山尾矿处理技术进展[J]. 金属矿山, 2005(8): 1-4.
- [8]蔡清, 程江涛, 于沉香. 细粒尾矿的定义及分类方法探讨[J]. 土工基础, 2014, 28(1): 91-93.
- [9]单忠建. 煤炭洗选环境工程[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1986. 242-243.

## Experimental Study on Dewatering of the Flotation Tailings of Bauxite in Henan

Zhang Ningning<sup>1</sup>, Zhou Changchun<sup>1</sup>, OuYang Changheng<sup>1</sup>, Han Rui<sup>2</sup>

(1. School of Chemical Engineering and Technology, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu, China;

2. Qingdao University of Science and Technology (Gaomi Campus), Weifang, Shandong, China

**Abstract:** In order to solve the problem of poor dewatering of flotation tailings, with AS3318 as flocculant and TL78840 as filter aid, the flotation tailings of bauxite from Henan was studied in this paper. The results showed that when the dosage of AS3318 is 240 g/t, a good settling effect of tailings slurry can be obtained, which is not very different from that of using the PAM of processing plant. In order to make the cake moisture fell 1.5 percentage points under the premise of filtration time shortened by 20%, 160 g/t of filter aid should be added into the concentrated pulp under the settlement system of the PAM of processing plant, while the dosage under the settlement system of AS3318 is only 80 g/t, so it is more favorable to choose AS3318 as the flocculant in the settlement stage.

**Keywords:** Bauxite; Flotation tailings; Settlement; Filtration; Dewatering