

# 选钼尾矿高效絮凝沉降行为研究

刘杰<sup>1</sup>, 王小岗<sup>2</sup>

(1. 中铁资源集团有限公司, 北京 100039; 2. 伊春鹿鸣矿业有限公司, 黑龙江 伊春 152500)

**摘要:** 根据鹿鸣钼矿尾矿矿浆的物理化学性质, 通过研究各种不同性质絮凝剂对尾矿矿浆的沉降影响, 并且对絮凝沉降回水对选矿主流程的指标影响进行了试验研究, 从众多的絮凝剂品种中筛选出了适合于鹿鸣钼矿尾矿浓密的药剂种类。研究表明, 综合比较各项指标, 使用 1 400 万分子量的 AZ9200 阴离子聚丙烯酰胺絮凝剂作为选钼尾矿絮凝剂, 在絮凝效果及回水对选矿主流程指标的影响上都是较为优越的。

**关键词:** 尾矿; 沉降试验; 絮凝剂; 钼矿

**中图分类号:** TD952

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1672-9102(2015)04-0043-05

## The sedimentation test of molybdenum tailings

LIU Jie<sup>1</sup>, WANG Xiaogang<sup>2</sup>

(1. China Railway Resources Group Company, Beijing 100039, China; 2. Yichun Luming Mining Industry Co., Ltd., Yichun 152500, China)

**Abstract:** According to the physical and chemical properties of the Luming molybdenum tailings, this paper studies the settlement influence of various flocculants over the tailing pulp, and the influence of backwater over beneficiation index, and chooses the reagents suitable for the concentration of Luming molybdenum tailings. The research shows that the use of AZ9200 anionic polyacrylamide flocculant as a selection of molybdenum tailings flocculant is relatively superior to the flocculation effect as well as to the impact of the backwater on the mineral processing index.

**Key words:** tailings; settlement test; flocculation; molybdenite

随着现代化采矿工业的不断发展, 大型现代化选矿厂如雨后春笋般地在国内相继建设起来。基于环保的要求, 大量的选矿尾矿均需经过浓缩后才能排放至尾矿库, 尽可能减少在选矿排尾过程中对环境的污染, 同时通过浓缩增加选矿回水率减少新水消耗。常规的自然浓缩方式的浓密机不仅需要占用很多宝贵的工业用地, 同时会产生巨大的能源消耗, 最为关键的是对于一部分经磨矿后粒度已经很小, 很大一部分已经泥化的尾矿矿浆, 要通过常规浓缩在工艺上是十分困难的、在经济上是不合理的。通过在矿浆中添加絮凝剂可以用有限的处理空间中实现大规模的尾矿浓缩。矿浆沉降试验是矿物加工作中物料处理的基础试验之一, 其目的在于测试一定浓度的矿浆固体物料群的沉降速度<sup>[1]</sup>。鹿鸣钼矿选矿厂是年处理  $1\,500 \times 10^4$  t 矿石的特大型现代化选矿厂, 处理规模大, 耗水量多。由于矿石品位仅为 0.088%, 每年产生的尾矿量约在  $1\,497 \times 10^4$  t 左右, 为了选择合适的絮凝剂, 从而实现高效浓密有效回水, 针对对综合尾矿进行了沉降试验研究。

## 1 絮凝机理

现有工业应用的絮凝剂按照其化学组成进行分类一般可分为无机絮凝剂和有机絮凝剂 2 种。无机絮凝剂又可分为凝聚剂和无机高分子絮凝剂, 而有机絮凝剂主要是含有大量活性基团的高分子有机聚

合物<sup>[2]</sup>.

### 1.1 絮凝沉降目的及影响因素

絮凝沉降的目的是为了缩短尾矿的沉降时间,减少浓密机的工作面积,为实现高效浓密创造条件<sup>[3]</sup>. 影响尾矿浆絮凝沉降速度的主要因素有:尾矿浆的物理化学性质(如浆体浓度、颗粒粒度、矿物成分、颗粒表面电荷等)、絮凝剂种类和添加量、温度、粘度、pH 值等介质条件和流速、浆体紊动强度等动力条件<sup>[4]</sup>.

### 1.2 电性中和作用

胶体颗粒的表面电荷会吸引溶液中与表面电荷相反的离子,同时排斥与表面电荷相同的离子,这样会造成颗粒物表面附近溶液中反离子过剩,胶体表面的电荷与溶液中的反电荷构成所谓的“双电层”,这种双电层构造形成 Zeta 电位,是衡量胶体颗粒带电大小的主要依据,

在矿浆中加入无机絮凝剂,将使扩散层中的反离子浓度增大,部分反离子会被挤入 Stern 层,双电层电位由此而迅速降低,从而引起  $\zeta$  电位下降和扩散层厚度被压缩. 这种压缩作用将改变在矿物附近的双电层斥力分布,并且随着无机絮凝剂电解质浓度增加,矿物微粒表面电势减小是使矿物微粒间范德华引力的作用大于其相互间的静电斥力,促使颗粒聚集<sup>[2]</sup>.

### 1.3 吸附架桥作用

絮凝剂是一种分子量很大的有机高分子聚合物,在分散体系中,高分子絮凝剂能像桥梁一样,搭在 2 个或多个矿物微粒上,并以自己的活性基团与矿物微粒表面起作用,从而将矿物微粒连接形成絮凝团,这种作用成为吸附架桥作用.

长碳链上的一些活性官能团可以吸附多个微粒,微粒之间相互联系形成架桥作用,将许多微粒聚集在一起形成一个絮团,使微粒脱稳,该絮团在絮凝剂连续作用下不断增长形成较大的絮团,从而加快微粒的沉降速度<sup>[5]</sup>.

吸附架桥作用主要是只链状高分子聚合物在静电引力,范德华力和氢键力等作用下在颗粒之间起到了一种“桥”的作用,通过活性部位与微细矿物颗粒发生吸附桥连的过程<sup>[2]</sup>.

## 2 试验材料及试验步骤

### 2.1 试样准备

尾矿矿样取自鹿鸣钼矿选矿厂,选矿入厂原矿石属于二长花岗,脉石矿物组成主要为石英、长石、云母、方解石等,详见图 1 矿石的 X-射线衍射图,多元素分析显示尾矿中主要元素组成为 Mo 0.009%, Cu 0.012%, S 0.806%, K<sub>2</sub>O 4.67%, Na<sub>2</sub>O 2.42%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 14.04%, SiO<sub>2</sub> 69.20%. 现场磨矿细度为 -0.074 mm 占 60% 左右. 矿石经磨矿以后形成了大量细泥,矿泥中细颗粒受布朗运动作用不能在短时间内沉降,很难形成澄清回水<sup>[6]</sup>. 首先利用湿式筛分法对尾矿试样进行粒度筛析,结果见表 1. 检测矿浆酸碱度为 7.5.

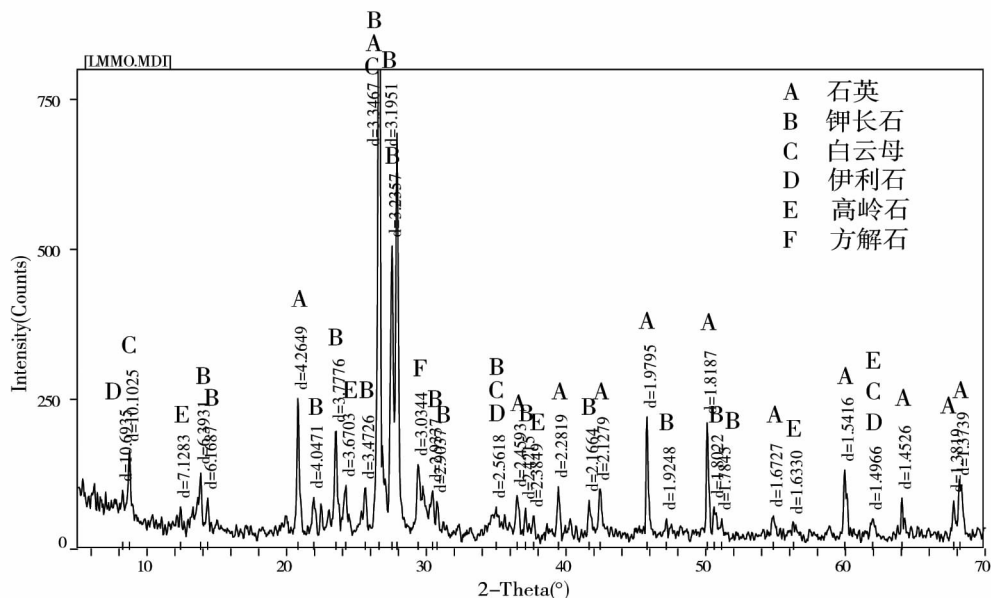


图 1 矿石的 X-射线衍射图

2.2 试验准备

试验器材:500 ml 量筒若干、500 ml 烧杯、50 ml 量杯若干、坐标纸若干、电子天平、电热鼓风干燥箱、玻璃棒、秒表、pH 试纸、套筛等.

试验药剂:见表 2.

表 1 尾矿粒级分析			表 2 絮凝剂种类			
粒级/mm	产率/%	累计产率/%	药剂名称	成分	分子量/万	离子度/%
+0.074	55.45	55.45	AZ9200	阴离子聚丙烯酰胺	1 400	--
-0.074+0.045	18.45	73.9	FZ3802	两性产品	1 500	--
-0.045+0.023	10.63	84.53	AZ3318	聚丙烯酸钠	800~900	--
-0.023	15.47	100.00	X	阳离子聚丙烯酰胺	--	30~40
			AZ5005	非离子	1 000	--

药剂配置:将不同种类絮凝剂按照相同浓度进行溶解后使用,本次试验要求药剂浓度为 0.1% .

2.3 试验步骤

取 500 ml 容量的玻璃量筒数支,清洗干净后在量筒外壁粘贴 2 cm 宽度、长度与量筒 500 ml 刻度相当的坐标纸,在 500 ml 处标注为零刻度,向下依次标注,直至量筒底部.

将取回的尾矿样品在量杯里进行搅拌混合 3~5 min 后注入 500 ml 量筒中,根据试验要求向量筒中加入絮凝剂,接着用手将量筒顶部封住,上下来回翻转 5 次,使矿浆与絮凝剂充分混合均匀.迅速将混合均匀的量筒放置在试验平台上,静止 5 s 后开始用秒表记录尾矿沉降时间,同时记录澄清高度,并观察澄清液透明度.根据实际情况设计记录时长,直至设定的最终试验时间为止.每组试验重复 3 次,最终取平均值后绘制曲线进行试验数据分析.

3 试验结果与讨论

3.1 静态自然沉降试验

将矿浆浓度配置为 27% ,进行不加絮凝剂的自然沉降试验.共进行了 3 次平行试验,取平均值进行数据分析,试验结果见图 2.

从图 2 分析可知,该矿浆在沉降 15 min 时,沉降速度明显下降,之后澄清高度呈现缓慢增加的趋势到一小时到两个小时时基本观测不到变化,澄清高度定格在 185 mm.将矿浆静止 48 h 候再观测,澄清高度没有变化,但澄清液含固量明显降低.

3.2 静态絮凝沉降试验

3.2.1 絮凝剂种类试验

在矿浆浓度为 27% 的条件下,比较了阴离子聚丙烯酰胺、阳离子聚丙烯酰胺、两性聚丙烯酰胺产品及聚丙烯酸钠 4 种絮凝剂对尾矿的絮凝沉降效果.用常规用量 10 g/t 进行对比试验,试验结果见图 3.

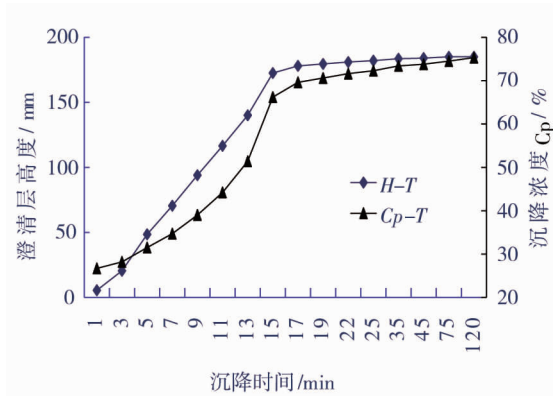


图 2 自然沉降  $H-T/C_p-T$  试验结果

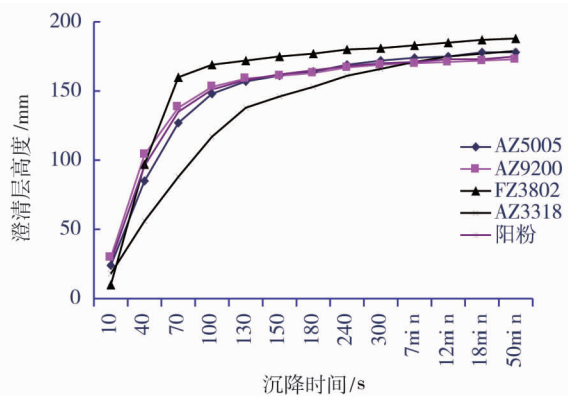


图 3 絮凝剂种类  $H-T$  试验结果

从图 3 可以看出 AZ3318 沉降速度较为缓慢,FZ3802 沉降速度较之其他 3 种絮凝剂要快,但是上清液

最为浑浊,要在静置 24 h 后上清液方可实现澄清.

图 4 为  $C_p - T$  曲线. 从图 4 可知, FZ3802 的极限浓度最高, 可以达到 70% 以上, AZ9200 的极限浓度仅为 58%. 达到底流浓度为 45% 的时间 FZ3802 最短, AZ3318 最长. 综合比较, 1 400 万分子量的 AZ9200 阴离子聚丙烯酰胺絮凝剂的絮凝效果较其他几种性质的絮凝剂的絮凝效果要好.

### 3.2.2 絮凝剂用量试验

在浓度为 27% 的条件下, 分别对 AZ9200 进行了药剂用量试验, 用量调节数为 5, 15, 20 g/t. 试验结果见图 5.

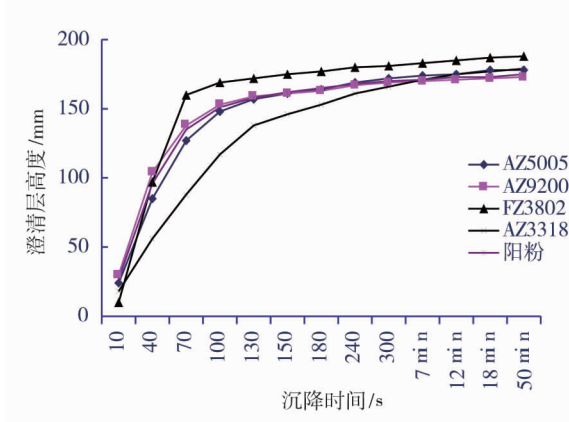


图 4 絮凝剂种类  $C_p - T$  试验结果

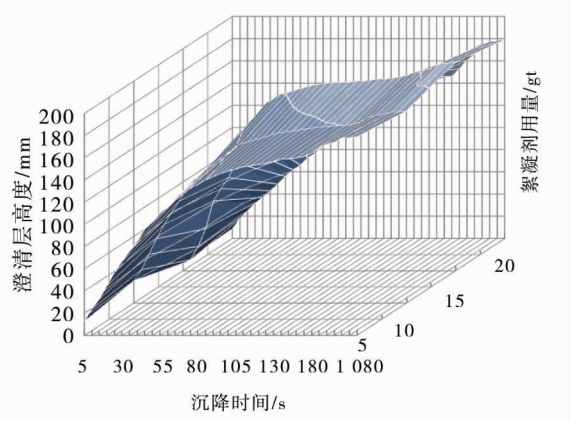


图 5 絮凝沉降絮凝剂用量试验结果

取适量尾矿浆体加入 AZ9200 聚丙烯酰胺溶液, 轻轻搅动至混合均匀后, 静置沉降, 絮凝剂用量分别为 5, 10, 15, 20 g/t. 根据实验所得的数据, 绘制沉降曲线如图 5 所示. 从实验结果可以看出, AZ9200 聚丙烯酰胺用量在一定范围内时可加速尾矿浆体沉降, 砂浆浓度迅速接近自然沉降的极限浓度, 聚丙烯酰胺用量在 15 g/t 时效果最好.

### 3.3 絮凝回水选矿试验

为了验证加入絮凝剂后厂前回水对选钼主流程的指标影响, 进行了极限回水选矿试验, 使用的矿石为高氧化率(25%)低品位(0.046%)的钼矿石, 进一步验证当入选矿石为高氧化率(泥化程度高)低品位的情况下, 絮凝回水对选矿过程的影响. 回水率控制在 50%, 除用水外的其他试验条件一致, 选矿试验流程见图 6, 试验结果见图 7.

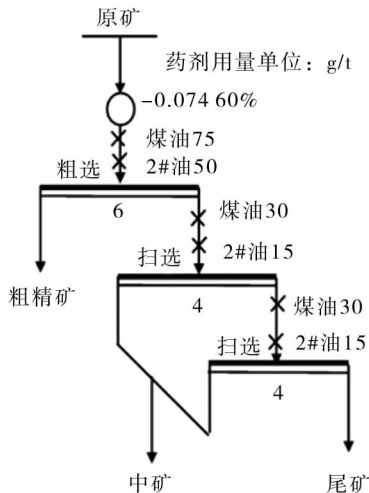


图 6 选矿回水试验流程图

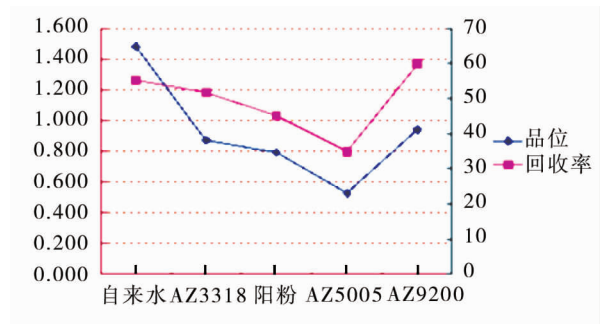


图 7 选矿回水试验结果(粗精矿指标)

试验结果显示, 从回水试验结果可以看出, 添加絮凝剂的回水均会对选矿过程产生一定的影响, 比较而言, AZ9200(阴离子)的影响相对较小.

## 4 结论

1)尾矿矿浆中含有大量细粒泥化矿物造成了尾矿矿浆自然沉降困难,采用自然沉降法无法有效实现尾矿的有效浓缩实现尾矿回水利用.

2)综合比较各项指标,使用1 400 万分子量的AZ9200 阴离子聚丙烯酰胺絮凝剂作为选钼尾矿絮凝剂,在絮凝效果及回水对选矿主流程指标的影响上都是较为优越的.推荐使用量为15 g/t.

3)添加PAM后虽然可以解决浓密机沉降面积不足的缺陷,但是由于PAM是尾矿中粗细颗粒联结成较紧密的絮团,输送到尾矿库后不易分散,粗细颗粒同步沉降,难以形成堆积沉积干滩,因而会对尾矿坝的稳定性产生不利影响.在今后的生产实践中要注意经常观察尾矿排放情况,及时调整絮凝剂的使用.

4)静态沉降试验虽然在一定程度上能反映尾矿矿浆的沉降特性,但并不能精确指导现场的实际生产,关键数据需要用动态沉降试验及现场生产实际来校验.

### 参考文献:

- [1] 周兴龙,张文彬,王文潜.量筒内进行矿浆沉降试验的方法[J].有色金属(选矿部分),2005,(5):30-32.
- [2] 王华,李宋江,李国民,等.矿浆絮凝沉降影响因数研究[J].湖南有色金属,2013,29(2):12.
- [3] 姚亚萍,梁朝杰,许继斌.马钢某矿山综合尾矿沉降试验研究[J].金属矿山,2010(2):175-178.
- [4] 王洪武,吴爱祥,刘超,等.五道岭钼矿全尾砂絮凝沉降试验研究[J].昆明理工大学学报(理工版),2010,35(2):1-4.
- [5] 周兴龙.遵义铁合金厂锰精矿沉降试验研究[J].昆明工学院学报,1994,19(3):90-93.
- [6] 刘广学,赵平,马娇.高浊度钼矿选矿尾矿沉降试验研究[J].矿产保护与利用,2006(4):37-39.
- [7] 严群,邓建红,罗仙平.提高某铅锌矿尾矿浆浓缩脱水效果的研究[J].金属矿山,2006(8):72-75.