

# 聚硫酸铝实现工业化生产的研究

李 凯<sup>1</sup>, 张红春<sup>2</sup>, 李润生<sup>1</sup>

(1. 深圳中润水工业技术发展有限公司, 广东 深圳 518057; 2 昆山市自来水集团有限公司, 江苏 昆山 215300)

中图分类号: TU991.22 文献标识码: D 文章编号: 1000-4602(2009)20-0106-03

## Research on Industrialized Production of Polyaluminum Sulfate

LI Kai<sup>1</sup>, ZHANG Hong-chun<sup>2</sup>, LI Run-sheng<sup>1</sup>

(1. Shenzhen Zhongrun Water Industry Technology Development Co. Ltd., Shenzhen 518057, China; 2 Kunshan Water Supply Group Co. Ltd., Kunshan 215300, China)

聚硫酸铝 (PAS)与聚氯化铝几乎是国际上同时进行开发研究的新一代无机高分子水处理混凝剂<sup>[1]</sup>,研究成果<sup>[2-4]</sup>虽然不少,但一直未能有效地投入大规模工业化生产和应用。其原因有:①生产工艺繁琐。②生产成本低,性价比低于硫酸铝和其他铝盐产品。③产品稳定性差。虽然对大量稳定剂进行了研究,但稳定性仍不佳,并且加大了成本和有机污染。④产品混凝性能受自然条件的影响大。⑤产品的有效成分低,一般  $Al_2O_3$  含量  $< 10\%$ ,不利于运输贮存。

深圳中润公司自 20 世纪 80 年代即致力于聚硫酸铝工业化技术的开发,目前已克服聚硫酸铝生产工艺与产品存在的主要技术问题,为工业化生产和应用开辟了广阔的前景。

### 1 聚硫酸铝的性质

聚硫酸铝是在铝盐水解聚合和混凝机理的研究基础上发展起来的一代新型水处理混凝剂,其混凝性能与聚氯化铝相似。

深圳中润公司研发的工业化聚硫酸铝液体产品的有效成分(氧化铝)含量为  $10\% \sim 14\%$ ,盐基度为  $0 \sim 70\%$ ,液体产品稳定期可达 3 年。PAS 液体外观为无色至淡黄褐色透明液体,固体外观为白色颗粒或粉末。

PAS 的技术指标见表 1。

表 1 PAS 的技术指标

Tab 1 PAS technical index

项 目	液 体	固 体
$Al_2O_3$ /%	$\geq 10$	27~30
盐基度 /%	20~70	45~70
密度 (20℃) / ( $g \cdot cm^{-3}$ )	$\geq 1.200$	
不溶物 /%	$\leq 0.2$	$\leq 0.6$
pH(原液)	$\geq 2.50$	
砷 (As) /%	$\leq 0.0002$	$\leq 0.0006$
铅 (Pb) /%	$\leq 0.0005$	0.0015
镉 (Cd) /%	$\leq 0.0001$	0.0003
汞 (Hg) /%	$\leq 0.00001$	$\leq 0.00003$
$Cr^{6+}$ /%	$\leq 0.0005$	$\leq 0.0015$

PAS 使用稀释浓度: 液体  $Al_2O_3 \geq 5\%$ , 固体  $Al_2O_3 \geq 10\%$ , 不可与其他混凝剂混合使用。

### 2 PAS 的混凝效果

#### 2.1 PAS 不同盐基度的混凝效果

PAS 不同盐基度的混凝效果比较见图 1。

图 1 表明,在以苏州太湖水为原水、PAS 投加量为  $1.8 mg/L$  以及以太仓浏河长江水为原水、PAS 投加量为  $2.8 mg/L$  两种情况下,混凝效果均随盐基度的升高而提高,60% 的盐基度为最佳。对于地表原水,盐基度为 70% 的 PAS 的混凝效果低于盐基度为 60% 的 PAS。

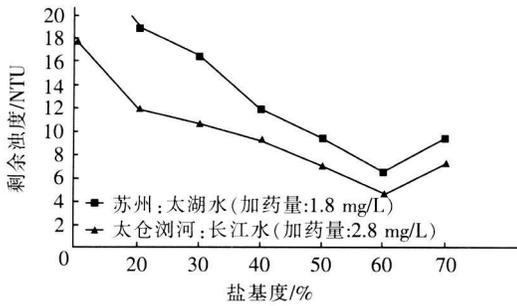


图 1 PAS不同盐基度的混凝效果比较

Fig 1 Comparison of coagulation effect by PAS with different base saturability

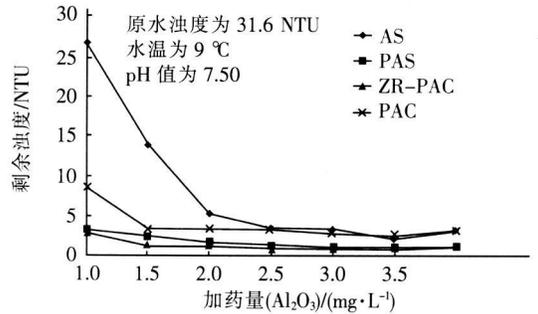


图 4 以苏州太湖水为原水的混凝效果比较

Fig 4 Comparison of coagulation effect of Suzhou Taihu Lake water

### 2.2 不同水温下的混凝效果比较

不同水温下 AS、PAS、ZR-PAC、PAC 对东江水的混凝试验结果表明,在水温为 18 °C 时 PAS 的混凝效果优于硫酸铝,在加药量 < 2 mg/L 时,低于 PAC 和 ZR-PAC,在加药量 > 2 mg/L 时,混凝效果优于 PAC,与 ZR-PAC 的接近。当原水温度为 25 °C 时, PAS 混凝效果低于硫酸铝、PAC 和 ZR-PAC。

### 2.3 不同原水混凝效果比较

以浏河水、张家桥段长江水、苏州太湖水为原水的混凝试验结果分别见图 2~ 4

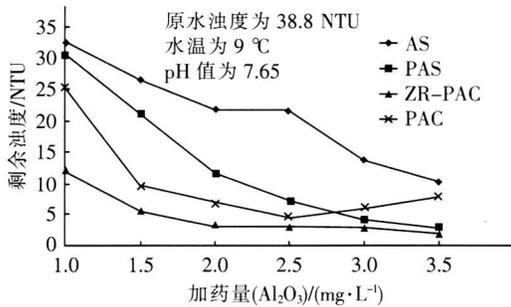


图 2 以浏河长江水为原水的混凝效果比较

Fig 2 Comparison of coagulation effect of Liuhe Changjiang water

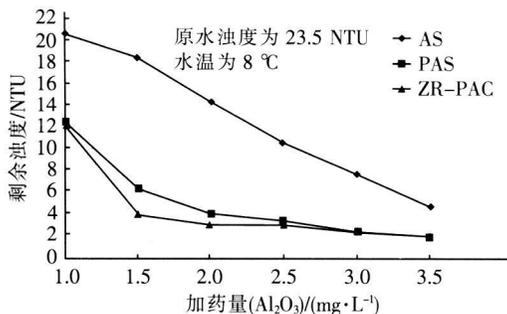


图 3 以张家桥长江水为原水的混凝效果比较

Fig 3 Comparison of coagulation effect of Changjiang water at Zhangjiqiao

由图 2~ 4 可见,对于不同原水, PAS 混凝效果优于硫酸铝,与 PAC 相接近,比 ZR-PAC 略差。

### 2.4 污水处理混凝效果比较

原水(东莞运河水)浊度为 22.8 NTU、水温为 12 °C、pH 值为 7.68 的试验结果见图 5。

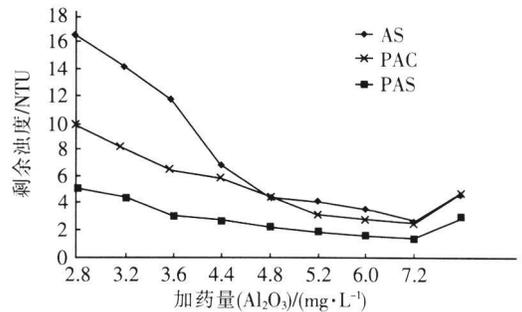


图 5 东莞运河污水的混凝效果比较

Fig 5 Comparison of coagulation effect of Dongguan canal water

由图 5 可见,对于东莞运河污水, PAS 混凝效果优于硫酸铝和 PAC。

### 2.5 四种混凝剂与日本进口 PAC 的比较

原水(昆山傀儡湖水)浊度为 12.4 NTU、水温为 16 °C、pH 值为 7.7 的试验结果见图 6。

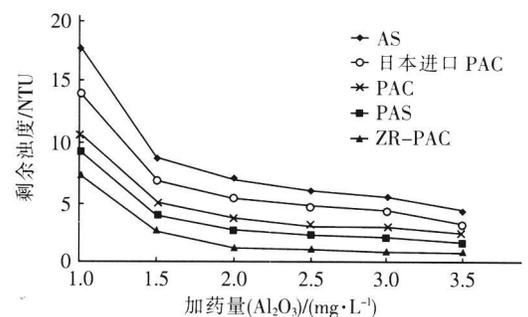


图 6 昆山傀儡湖水的混凝效果比较

Fig 6 Comparison of coagulation effect of Kunshan傀儡湖水

由图 6 可见, PAS 混凝效果优于日本进口 PAC。

### 3 经济分析

以江苏太仓和广东东莞两地混凝剂生产成本为例,对几种混凝剂进行经济比较。

东莞 AS(7.8%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 售价为 400 元/t, 利润按 80 元/t 计, PAS(10%) 售价按 650 元/t 计, 利润约为 240 元/t, 东莞污水处理 PAC(10%) 售价 750 元/t, 药剂成本(按等效加药量单耗折算)见表 2。

表 2 水处理药剂费用比较

Tab 2 Comparison of chemicals cost for water treatment

项 目		AS	PAS	PAC	ZR-PAC
东莞污水处理	单耗 / ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ )	60.60	29.70	46.30	—
	药剂费 / ( $\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$ )	0.024	0.019	0.034	—
苏州自来净化	单耗 / ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ )	40.10	11.70	32.50	10.00
	药剂费 / ( $\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$ )	0.014	0.007	0.021	0.008

### 4 结语

① PAS 的盐基度为 60% 时混凝效果最佳。

② 水温对 PAS 的混凝效果有较大影响, 对于东江水, 当水温为 18℃ 时优于硫酸铝, 当水温为 25℃ 时低于硫酸铝。

③ 对于所试验的原水(长江水、太湖水、东江水和东莞运河污水), PAS 混凝效果均优于 AS 普通

PAC, 而稍逊于 ZR-PAC。

④ PAS 与国外混凝剂混凝性能比较, 效果不低与国外 PAC。

⑤ 生产 PAS 的利润高于 AS、PAC 和 ZR-PAC。PAS 处理各种原水的药剂费用最低。

⑥ PAS 目前尚存在以下缺点: 稀释浓度一般不宜低于 5% ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ); 水温较高时混凝效果尚不理想; 固体产品溶解和稳定性较差; 浓度高于 10% 以上的液体产品稍有结晶析出。

### 参考文献:

- [1] 李润生. 水处理新药剂碱式氯化铝[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1981.
- [2] 贾能铀, 陆柱, 项茜. 水处理絮凝剂聚合硫酸铝的合成及性能评定[J]. 华东化工学院学报, 1993, 19(5): 633-637.
- [3] 周勤, 肖锦, 吴有明. PASS42 在微污染饮用水原水处理中的应用研究[J]. 环境科学与技术, 2001, 24(1): 16-18.
- [4] 谢少雄, 黄功浩, 林文惠. 聚合硫酸铝的合成新工艺及性能研究[J]. 大连铁道学院学报, 1998, 19(2): 92-93.

E-mail office@zwwater.com

收稿日期: 2009-07-31

### • 企业动态 •

## 旭化成在中国开展的水处理事业

日本旭化成化学株式会社的 MF/UF 膜和膜生物反应器(MBR)已经被中国 70 多个工程项目采用(包括在建项目), 处理水量超过  $100 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。除此之外, 旭化成还开展了膜组件生产和废水循环再生服务业务。

#### ① 膜组件业务

a 2006 年成立旭化成分离膜装置(杭州)有限公司, 正式开展膜组件的组装生产和市场营销活动。2008 年成立技术服务中心, 加强了技术支持及售后体系。

b 积极推进大型自来水净水厂采用膜法工艺。

c 正式将膜生物反应器(MBR)技术推广应用到大型市政污水处理厂和大型石化废水处理设施。

2006 年北京怀柔污水处理厂 ( $3.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ )、海南岛石化废水 ( $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ )、大亚湾 ( $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ) 等项目中标。2007 年北京平谷污水处理厂 ( $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ )、温榆河 ( $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ) 等项目中标。2008 年大连金州区污水处理厂 ( $0.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ) 等项目中标。

#### ② 开拓废水循环再生服务新业务

2009 年 2 月, 旭化成首个废水循环再生服务项目在苏州开始商业运作(BOO 模式)。2008 年在旭化成分离膜装置(杭州)有限公司内设置“水再生部”, 成立“苏州分公司”。2009 年 2 月开始向索尼凯美高电子(苏州)有限公司提供废水循环再生服务。

(旭化成化学株式会社 供稿)