

新型聚铝硅絮凝剂用于微污染原水的直接过滤研究

赵奎霞¹, 潘东升², 刘俊良³, 韩建宏⁴

(1. 广东水利电力职业技术学院 水利工程系, 广东 广州 510653; 2. 哈尔滨供排水集团, 黑龙江 哈尔滨 150010; 3. 河北农业大学 城乡建设学院, 河北 保定 071001; 4. 邢台市污水处理厂, 河北 邢台 054001)

摘要: 以 TEOS 为硅源制备了新型聚铝硅絮凝剂 (TEOS - PAC), 并将其应用于处理微污染原水的直接过滤工艺, 研究了滤前水中絮体的粒径分布以及絮凝时间、投药量对处理效果的影响, 分析了滤床各层的截污情况, 并与硫酸铝、聚合氯化铝、聚硅酸铝等絮凝剂作了比较。结果表明: TEOS - PAC 具有形成絮体快、絮体小且密实、投药量少、过滤周期长、所需床层浅、处理效果好等优点, 是采用直接过滤工艺处理该类原水的适宜絮凝剂。

关键词: 微污染原水; 微絮凝; 直接过滤; 聚铝硅

中图分类号: TU991 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000 - 4602(2008)15 - 0069 - 03

Application of New Polyaluminum Silicate Chloride Flocculant to Direct Filtration of Micro-polluted Raw Water

ZHAO Kui-xia¹, PAN Dong-sheng², LU Jun-liang³, HAN Jian-hong⁴

(1. Department of Hydraulic Engineering, Guangdong Technical College of Water Resources and Electric Engineering, Guangzhou 510653, China; 2. Harbin City Water Supply and Drainage Group, Harbin 150010, China; 3. College of Urban and Rural Construction, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China; 4. Xingtai Wastewater Treatment Plant, Xingtai 054001, China)

Abstract: The new polyaluminum silicate chloride flocculant was prepared using tetraethylorthosilicate (TEOS) as silicon source and applied to direct filtration of micro-polluted water. The influence of size distribution of flocs in water before filtration, flocculation time and chemicals dosage on treatment effect was investigated. The pollutant interception in different layers of filter bed was analyzed, and a comparison was made with other flocculants such as aluminum sulfate, polyaluminum chloride and polyaluminum silicate. The results show that the new polyaluminum silicate chloride flocculant has advantages such as quick floc formation, small and compact flocs, small dosage, long filtration cycle, shallow filtration bed and good treatment effect. It is suitable for direct filtration of micro-polluted water.

Key words: micro-polluted raw water; micro-flocculation; direct filtration; polyaluminum silicate chloride

铝硅复合无机絮凝剂具有混凝效果好、价格便宜、出水残留铝量低等优点^[1], 但不同铝盐的反应过程存在着差异^[2]。目前低温低浊水的直接过滤工艺已日渐成熟, 但不同絮凝剂的絮凝特性不同, 将影响滤床的截污能力及过滤周期, 因此选择合适的

絮凝剂非常关键。

笔者以 TEOS 为硅源合成了新型聚铝硅絮凝剂, 采用其直接过滤处理大浪淀水库原水, 考察了絮凝时间、投药量对处理效果的影响, 并与硫酸铝、聚合氯化铝、聚硅酸铝作了比较。

1 试验材料与方法

1.1 药剂与仪器

聚合氯化铝 (PAC), Al_2O_3 含量为 16.75%, 碱化度为 52, 使用前稀释 10 倍; 聚硅酸铝 (PASC), 自制, Al_2O_3 含量为 10.7%, 水玻璃含量为 9%, 硫酸含量为 1.2%; 硫酸铝, 自制, 固体 Al_2O_3 的含量为 10.6%; 新型聚铝硅 (TEOS - PAC), 自制, 方法见文献 [3]。

粒度仪, HACH 2100N 浊度计。

1.2 试验方法

原水从某水厂的配水井经管道引入, 最大流量为 $2\text{ m}^3/\text{h}$, 由流量计控制进水流速。有机玻璃滤柱的高度为 280 cm, 内径为 20 cm, 滤料为无烟煤, 粒径为 (1.5~2.0)、(2.5~3.1) mm, 填充高度为 150 cm。

2 结果与分析

2.1 微絮凝时间对处理效果的影响

微絮凝时间对直接过滤的水头损失及过滤周期的影响较大。在直接过滤工艺中, 要尽量避免絮体颗粒在滤前增长过大, 否则进入滤床后大的絮体颗粒会沉积在滤料表层, 使水头损失迅速增大, 明显缩短过滤周期。因此, 滤前停留时间 (即微絮凝时间) 须根据絮凝剂的种类进行适当调整。国外在采用硫酸铝、氯化铁等絮凝剂时, 滤前停留时间一般控制在 3~5 min。试验中设定微絮凝时间分别为 40、80、120 s, 对滤前水中的絮体进行粒度分析, 结果见图 1。

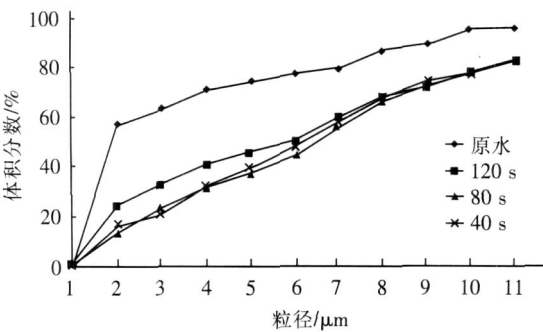


图 1 微絮凝时间对絮体粒度分布的影响

Fig 1 Effect of micro-flocculation time on floc size distribution

由图 1 可知, 原水经 TEOS - PAC 絮凝处理后, 小颗粒所占比例明显下降, 大颗粒所占比例明显上升, 表明大量的微絮体已形成, 为后续的接触过滤形成了合适的粒度分布。微絮凝时间不同则颗粒物的粒度分布也不同, 微絮凝时间为 40 s 和 80 s 时, 其

粒度分布基本一致, 微絮凝时间增加到 120 s 时, 水中小颗粒所占比例反而增加。因此, 滤前反应时间最好为 40~80 s。有研究表明, PAC 经 60 s 的反应后即可形成一定粒度的微絮体。所以, TEOS - PAC 的微絮凝时间与 PAC 的相近。

2.2 絮凝剂对滤前粒度分布的影响

分别采用硫酸铝、PAC、聚铝硅、聚硅酸铝进行试验, 控制微絮凝时间均为 60 s, 测定滤前水中颗粒的粒径分布, 结果如表 1 所示。

表 1 经不同絮凝剂处理后水中颗粒的粒径分布

Tab 1 Floc size distribution after treatment with four

		floculants				%
项	目	原水	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	PAC	TEOS - PAC	PASC
粒 径 / μm	<2	90.98	89.94	87.64	84.96	85.91
	2~3	6.18	6.68	6.92	7.45	7.38
	3~4	1.58	1.79	3.28	4.76	4.26
	4~6	0.92	1.12	1.63	1.74	1.65
	6~10	0.30	0.42	0.45	0.81	0.64
	>10	0.04	0.05	0.08	0.18	0.16

由表 1 可知, 投加四种絮凝剂所产生的微絮体尺寸分布不同: 硫酸铝使原水中的小颗粒减少比例最小, 这与其脱稳能力差、产生絮体慢等有关; 而 TEOS - PAC 对增加大颗粒比例和减小小颗粒比例的效果最为明显, 说明 TEOS - PAC 脱稳迅速、形成絮体快; 其他絮凝剂也都有一定的絮凝效果, 作用程度介于硫酸铝和聚铝硅之间。显然, TEOS - PAC 最适宜用作直接过滤的絮凝剂。

2.3 最佳投药量

在微絮凝直接过滤工艺中, 投药量是决定直接过滤效果的关键因素之一。在投药量分别为 0.3、0.4、0.5、0.6、0.8 mg/L (以 Al_2O_3 计) 时, 絮体粒径分布、除浊效果及水头损失的变化如图 2~4 所示。

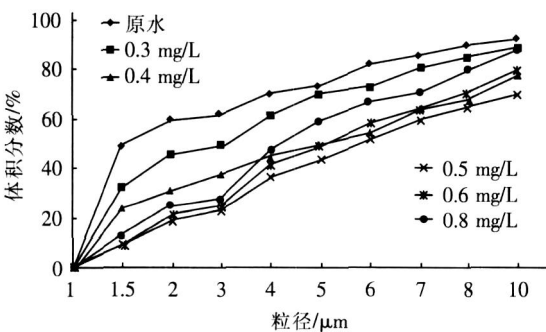


图 2 投药量对粒径分布的影响

Fig 2 Effect of flocculant dosage on floc size distribution

由图 2 可见, 随着投药量的增加, 大絮体颗粒所

占比例升高,而小絮体颗粒所占比例降低。但当投药量 $>0.5 \text{ mg/L}$ 时,小絮体颗粒所占比例又有所回升,这是由于投药过量引起胶体颗粒发生了再稳所致,故最佳投药量为 0.5 mg/L 。同时,投药量过大也会使水头损失增长过快,增加滤床内的水力剪切力,进而加快絮体的脱落,最终导致出水水质恶化。

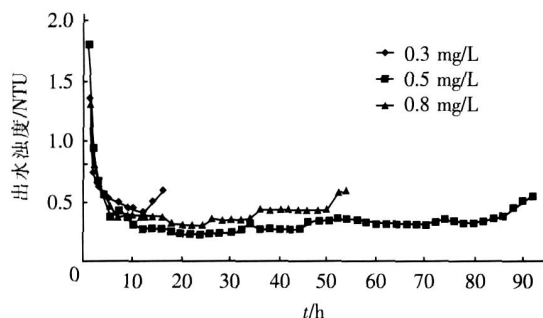


图 3 不同投药量下的出水浊度

Fig 3 Changes of treated water turbidity with flocculant dosages

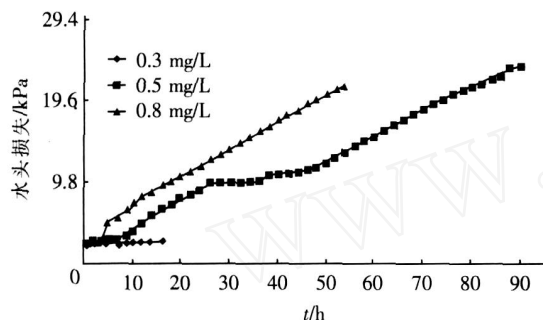


图 4 不同投药量下水头损失的变化

Fig 4 Changes of water head loss with flocculant dosages

由图 3 可见,投药量为 0.3 mg/L 时出水水质最差;投药量为 0.5 mg/L 时出水浊度可降到 0.3 NTU 以下,过滤周期 $>85 \text{ h}$,可认为是最佳投药量。当投药量为 0.8 mg/L 时出水水质变差,且穿透时间缩短为 50 h 左右,过滤效能大大降低。此外,当采用 PAC 时其最佳投药量为 0.8 mg/L 。因此,采用聚铝硅作絮凝剂可大大减少投药量,降低运行费用。

2.4 聚铝硅和 PAC 的处理效果比较

以 TEOS - PAC 和 PAC 作絮凝剂的过滤效果比较见表 2,滤床的截污情况见图 5。

由表 2 可知,以 TEOS - PAC 作絮凝剂时投药量小、出水浊度低、产水率高。这是因为 TEOS - PAC 中存在多羟基聚合物,其吸附性能较强,吸附在颗粒表面后可增加颗粒的碰撞几率,促使絮体迅速长大,

有利于对浊度的去除。

表 2 聚铝硅和 PAC 的处理效果比较

Tab 2 Comparison of treatment effect between TEOS - PAC and PAC

絮凝剂	投量 / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	浊度 $<0.5 \text{ NTU}$ 所需时间 /min	周期产水率 / ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$)
PAC	0.8	35	1 050
TEOS - PAC	0.5	18	1 296

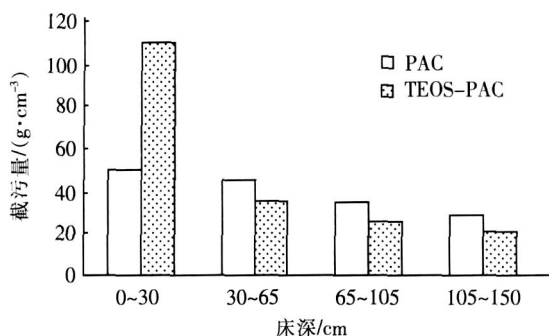


图 5 以 TEOS - PAC 和 PAC 作絮凝剂时各层的截污量对比

Fig 5 Comparison of pollutant interception in different bed layers

由图 5 可知,投加 TEOS - PAC 时滤床的截污主要发生在中上层,说明采用较浅的床层就可取得较好的过滤效果,这是由于 TEOS - PAC 形成絮体较快所致。同时,TEOS - PAC 形成的絮体小而密实,不会导致水头损失增长过快。

3 结论

在采用微絮凝直接过滤法处理微污染大波浪水库原水时,选用聚铝硅作絮凝剂是可行的,其具有形成絮体快、过滤周期长、投药量少、出水水质好、可降低滤床深度等优点。

参考文献:

- [1] 高宝玉,岳钦艳,张玲,等. 新型复合无机高分子混凝剂——聚硅氯化铝 (PASC) 的净水效果研究 [J]. 环境科学学报, 2002, 22 (6): 706 - 710.
- [2] 汤鸿霄. 无机高分子絮凝剂的研究趋向 [J]. 中国给水排水, 1999, 15 (2): 1 - 4.
- [3] 赵奎霞,李中和,赵华章,等. 新型铝硅复合絮凝剂的制备及其絮凝性能研究 [J]. 化工环保, 2004, 24 (1): 15 - 17.

E - mail: zqx73@sohu. com

收稿日期: 2008 - 03 - 20