

天然高分子改性絮凝剂的性能及与磁场协同混凝效能研究*

马 伟 郭丽燕 萧 锦 孙 伟

(华南理工大学环境工程教研室, 广州 510641)

摘要 介绍以纤维素为主的植物高分子硅酸改性新型絮凝剂的结构、粘度等性能, 以给水水源为研究对象, 在磁场的协同作用下强化混凝处理, 通过浊度、残铝量、耗氧量等指标反应了在常规给水处理工艺的基础上进行有效深度处理的可能性。结果表明, 本工作条件下可以将絮凝后出水的铝含量降至 0.05mg/L 以下, 耗氧量也有降低。磁场作用与水体的性质有关, pH 值为 $6\sim 6.7$ 左右时磁场有利于絮凝降铝。机理分析认为磁场促进了吸附过程和高分子絮凝剂的搭桥作用, 使得水体中的微颗粒净化效果得以改善。

关键词 天然高分子, 磁场效应, 混凝, 水处理。

Properties of the Modified Natural Plant Polymer Flocculant and Effects on the Coagulation in Cooperation with the Magnetic Field*

Ma Wei Guo Liyan Xiao Jin Sun Wei

(Dept. of Environ. Eng. South China Univ. of Tech., Gungzhou 510641)

Abstract A new type of natural plant polymer mainly made of cellulose which was modified with silicon was studied. The properties such as the structure and viscosity were tested and the effects on the coagulation in cooperation with magnetic field were experimentally researched. The targets of turbidity, aluminum remains and oxygen consumption reflected the possibilities of the deeply effective treatment on the basis of the routine feed water treatment technique. The results showed that the aluminum content could be reduced below 0.05mg/L after the flocculation and the oxygen consumption was also decreased. Furthermore, the magnetic effects bear relationship with the nature of the water system. When the pH value of water is $6\sim 6.7$, the magnetic field is benefit to the sedimentation of aluminum. The magnetic field was considered to promote the adsorption and the bridge formation of the polymer flocculant so that the tiny particles in the water were removed more completely.

Keywords natural polymer, magnetic field effects, coagulation, water treatment.

前期研究中发现水厂出水的铝含量达不到 2000 年的水质要求, 特别是致癌、致畸和致突等有机物残留于水中^[1,2]。据有关研究报道, 利用活性硅酸絮凝剂不仅能降低水体中的铝含量, 而且在酸性天然水中有可溶性的硅酸存在时, 铝盐对鱼的急性毒性可以消失^[3]。天然高分子改性水处理剂对水库水中的藻类等大分子有机物的去除有明显的提高^[4]。前苏联学者对磁场强化絮凝进行了一些有益的研究^[5], 但与高分子絮凝剂协同强化混凝的研究尚未见文献报

道。本研究采用植物纤维素与硅酸聚合的无毒高分子絮凝剂在磁场强化下进行混凝实验。

1 实验试剂、仪器与过程

(1) 植物高分子来源与成分 利用华南地

* 国家自然科学基金资助项目 (Project Supported by National Natural Science Foundation of China): 29777011, 国家博士后基金和广东省博士后基金资助项目
马伟: 男, 32 岁, 博士后
收稿日期: 1998-05-09

区盛产的乔木粉, 粒度 < 80 目、相对分子质量 为 3×10^5 , 主要化学成分见表 1.

表 1 植物高分子的化学成分/%

成分	木质素	综纤维素	半纤维素	纤维素	丹宁	灰份	其它(果胶、多聚糖)
含量	19.08	68.79	20.67	48.12	6.38	2.10	3.65

(2) 实验试剂 8%的液体聚合氯化铝 (PAC), 佛山电化总厂; 硅酸钠(AR); NaOH (AR); HCl(AR); 乙醇(AR).

(3) 实验仪器 752 型紫外光栅分光光度计(上海第三分析仪器厂), GDS-3 光电式浊度仪(上海自来水公司), 9401A 电位 pH 计(广州时达科学仪器厂), 可调式磁处理装置(自制), DBJ-621 型定时搅拌机(解放军 4306 厂), Analect RFX-65 红外光谱仪.

(4) 药剂的制备 在制备 CGA 的基础上^[5], 采用乙醇作溶剂的两段加碱法, 其中以硅酸钠制备 pH 为 12、浓度为 0.5mol/L 的活性硅酸代替部分氢氧化钠, 再用盐酸中和配制 pH 为 7 的溶液.

(5) 实验过程 以珠江水为原水, 采用不同的磁处理方式和有无磁场作用下进行由快到慢

搅拌 10min、静置 30min 的絮凝对比实验, 残余铝用原子吸收测定, 取 5 组数据的平均值.

2 实验结果和讨论

(1) 药剂的性能 药剂为棕黄色液体, 平均相对分子质量大于 9×10^5 . 根据高分子絮凝剂实验评价及使用方法^[6], 配制成 0.02% 的溶液, 测定不同时间后的粘度系数(见表 2), 植物粉聚合前后的红外光谱见图 1.

表 2 粘度系数随时间的变化(25)

时间/d	2	10	20	30	45	60	120	180	240
粘度系数	2.44	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.44	2.06

从表 2 中可以看出, 在半年内药剂稳定性良好, 但因是液体状态, 半年后会影响药剂的性能.

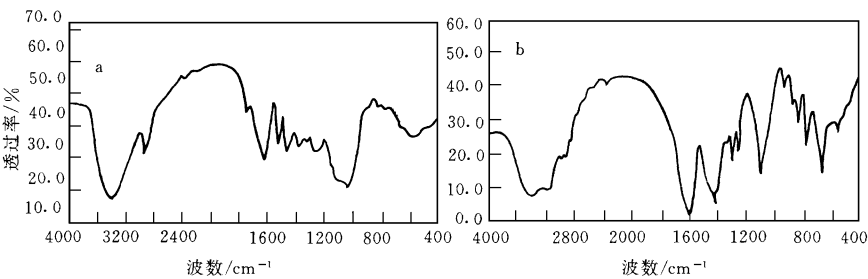


图 1 植物粉聚合前后的红外光谱图

a. 植物粉的光谱 b. 硅酸聚全后的光谱

图 1a 是植物粉的光谱图, 反映了植物中有各种极性和非极性官能团, 含量最多的是羟基 (1336—1635, 3488), 此外还有羰基(1039) 等; 图 1b 与图 1a 相比除增加了羟基外在 1000—1100 处有 Si-O 的基团伸展振动波. 这些大分子的有反应活性的基因, 在混凝过程中易形成化学键, 能促进溶解状有机物吸附和胶体、县浮颗粒的网捕方面起着重要的作用.

(2) 磁场作用方式 利用浊度为 7.20mg/L 的珠江原水, 采用加入碱和铝盐后再置于

0.5T 磁场中进行混凝实验, 和流动水以流速 60ml/min 流经 0.5T 磁场 3 次后加入铝混凝实验进行比较, 室温 15°C , 0.5% PAC 加入 $0.3\text{ml}/100\text{ml}$ 溶液, 结果见表 3.

表 3 磁场作用混凝结果

项 目	无磁场	磁场作用 (先加药)	磁场作用 (后加药)
浊度/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	1.10	1.50	0.50
pH 值	7.03	7.40	6.85
残铝/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	1.26	1.42	1.04

磁场作用的方式不同得到了相反的结果, 磁场作用效果与水体的酸碱度有很大关系. 采用先加药方式, 实验结果与前期磁场阻垢-除垢的结果相同, 表明在一定的条件下磁场对铝盐的溶解度的增大有促进作用, 有利于磁场的阻垢和除垢. 后加药方式磁场对天然水体中的 H^+ 的电离有促进作用, 提高了水体的酸度值.

(3) 加入量对水体降铝效果的影响 利用高分子絮凝剂强化絮凝的结果见表 4.

表 4 PAC 与自制高分子絮凝剂不同加入量的净化结果¹⁾

项 目	PAC 加高分子絮凝剂/ $ml \cdot (100ml)^{-1}$			
	0	0.05	0.125	0.25
浊度/ $mg \cdot L^{-1}$	1.10	0.20	0.4	1.0
残铝/ $mg \cdot L^{-1}$	1.26	0.59	1.10	1.34

¹⁾15 条件下.

分子絮凝剂 0.05—0.125ml/100ml 之间较好, 加入量过多效果反而变差. 高分子的絮凝过程主要是高分子末端固定在固体颗粒表面, 其次是伸入溶液中的链节吸附在相邻颗粒的空白部位上. 加入过量会使颗粒表面被聚合物分子过饱和, 导致絮凝的恶化.

(4) 磁场与高分子絮凝剂协同强化絮凝的效果 将水源以 60ml/min 流速流经 0.5T 的磁场, 依次加入聚合氯化铝(PAC), 高分子絮凝剂与上述相同的温度和搅拌, 静置条件下进行实验, 结果见表 5.

表 5 磁场(M)与 PAC 和高分子协同絮凝效果

项 目	高分子絮凝剂/ml			
	0	0.05	0.125	0.25
浊度/ $mg \cdot L^{-1}$	0.2	0.11	0.09	0.5
pH 值	6.62	6.40	6.40	6.45
残铝/ $mg \cdot L^{-1}$	1.05	0.079	0.038	1.02
去除率/%	13.20	32.00	40.00	5.33

磁场作用在酸性条件下对絮凝净化降铝具有较为明显的效果. 铝盐在溶液中具有单核和多核的铝羟基络合物^[7,8], 主要为 Al^{3+} , $Al(OH)^{2+}$, $Al(OH)_2^+$, $Al(OH)_3$, AlO_2^- , $Al_2(OH)_2^{4+}$, $Al_6(OH)_3^{15+}$, $Al_7(OH)_4^{17+}$,

$Al_8(OH)_4^{20+}$ 及 $Al_{13}(OH)_3^{34+}$.

要使残余铝的含量不超过 0.05mg/L, 可计算出 pH 值必须在 5.8—6.9 之间, 在 6.3 左右是最低值. 这一结果与实验的结论基本相符, 磁场主要影响水和铝盐的平衡状态, 使得铝的残余量降低.

加入絮凝剂 0.125ml/100ml 时耗氧量去除率达到 40%, 而加入 0.25ml/100ml 时去除率降低, 因是植物高分子, 加入量过多会形成胶体而造成絮凝恶化, 同时也有部分高分子滞留于水体后使有机物的含量增高. 磁场对高分子的吸附和搭桥作用也有所促进, 利用高倍动态观察仪和电子扫描电镜对絮体形状观察分析, 发现絮体具有分形和自相似特征(机理另文叙述).

3 结论

天然植物高分子硅酸改性絮凝剂具有良好的稳定性和吸附搭桥作用, 磁场对絮凝的作用与水质、加入药剂的量和性质有关. 在酸性条件下磁场与铝盐混凝剂的作用有利于强化净化效果, 铝的残留量低于 0.05mg/L, 耗氧量的去除效果也得到改善.

参 考 文 献

1 岳舜琳. 我国生活饮用水水质卫生标准及水质目标. 净水技术, 1995, (1): 33

2 Richard E H and James K E. Removing Trihalomethane Precursors by Coagulation. Journal AWWA, 1987, 6: 98

3 国家基金委员会. 自然科学学科发展战略研究报告: 无机化学. 北京: 科学出版社, 1992. 36

4 萧锦等. 中国专利(ZL89 1 03028. x), 1989

5 巴宾科夫(苏)著, 郭连起译. 论水的混凝. 北京: 中国建筑工业出版社, 1986. 275

6 黄家董. 高分子絮凝剂的实验室的测试与评价. 工业水处理, 1985, 5(1): 34

7 Benefield L D et al. Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment. New York: Prentice Hall Inc, 1982. 198

8 Steven K D and James M G. Mechanisms of Coagulation with Aluminum Salts. Journal AWWA, 1988, 8: 187