

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2011.03.014

复合絮凝剂去除册田水库污染物实验

贾大伟^{1,2},张国珍¹,田秉晖²

(1.兰州交通大学市政与环境工程学院,甘肃 兰州 730070;2.中国科学院生态环境研究中心,北京 100085)

摘要 :以“ PAC + PDADMAC ”复合、“ PAC + PAM ”复合、PDADMAC 为絮凝剂,用于册田水库污染物强化混凝处理。通过混凝烧杯实验,以 TOC、色度、浊度、Zeta 电位为考察指标,研究“ PAC + PDADMAC ”复合投加对册田水库水中污染物的去除,并对其絮凝作用机理进行了探讨。结果表明:“ PAC + PDADMAC ”复合投加对册田水库水中的浊度、色度、TOC 具有更好的去除效果,去除率分别高达 93%、90%和 71%。

关键词 :有机污染物;强化絮凝;聚二甲基二烯丙基氯化铵;PAC;PAM

中图分类号 :TU991.22 **文献标识码** :B **文章编号** :1004-6933(2011)03-0058-03

Study on composite flocculation of water pollutants in Cetian reservoir

JIA Da-wei^{1,2}, ZHANG Guo-zhen¹, TIAN Bing-hui²

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China; 2. Research Center for Eco-environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

Abstract :The enhanced flocculation treatment by different composite flocculants, such as PAC + PDADMAC, PAC + PAM, PDADMAC in the Cetian reservoir was studied. The experiments were carried out with dosing PAC + PDADMAC as the composite flocculants. TOC, color, turbidity and Zeta electric potential were used as inspecting indexes to investigate the pollutant removal in Cetian Reservoir. The results showed that the composite flocculants PAC + PDADMAC had better removal effect than others. Removal rates of turbidity, color and TOC were high up to 93%, 90% and 71%, respectively.

Key words :organic pollutants; enhanced flocculation; PDADMAC; poly aluminium chloride; polyacryamide

册田水库位于桑干河下游的大同市,是山西省第二大水库,总库容 5.8 亿 m³,是一座适于城市用水、防洪、灌溉及淡水养殖综合利用的大(Ⅱ)型水库^[1]。册田水库不仅是山西大同市的水源地,同时还是北京官厅水库的重要水源之一。因此,保证该地区的饮用水水源地水质达到标准已经迫在眉睫。

目前强化絮凝技术已经逐渐成为研究热点。强化絮凝一般是指在传统絮凝技术的基础上,针对目前安全饮水净化过程中微污染有机物和水质回用处理过程中难降解有机污染物去除难的问题而发展起来的高效水处理单元技术^[2]。聚二甲基二烯丙基氯化铵(PDADMAC)是近年来快速发展起来的一种具

有特殊功能的水溶性阳离子型有机高分子絮凝剂。PDADMAC 高效、安全无毒,已成为国内外第一个可安全用于饮用水净化处理的有机高分子絮凝剂^[2,3]。本实验主要针对分别采用 PDADMAC、聚合氯化铝(PAC)、“PAC + PAM”和“PAC + PDADMAC”为絮凝剂进行絮凝实验。主要控制指标 TOC、SS、色度、Zeta 电位。

1 实验材料与方法

1.1 实验材料

试剂与原料 :实验试剂用水为超纯离子交换水(电阻率为 18 MΩ/cm),PDADMAC 是质量分数为

基金项目 :国家高技术研究发展计划(2008AA06Z301)、国家水体污染控制与治理科技重大专项(2008ZX07314-001-09、2008ZX07209-010)

作者简介 :贾大伟(1983—)男,河南开封人,硕士研究生,研究方向为水处理。E-mail: jdwgyh@126.com

40%的水溶液,经超滤提纯后冻干,超滤截留分子量是 10^5 、PAM,氯铂酸钾、氯化钴、PAC等所用化学试剂均为分析纯,氮气为普通氮气。实验所用水样为来自山西大同册田水库,原水水质 $\rho(\text{TOC})=29.4972\text{ mg/L}$ 、SS为52 NTU、色度为45度。

1.2 混凝试验

在烧杯絮凝试验中,混凝搅拌条件为:快搅转速为300 r/min,时间2 min。首先投加PAC,在快搅1 min后,投加PDADMAC或者PAM。慢搅转速为40 r/min,时间10 min。沉降30 min。混凝温度为25℃。取沉降30 min后的溶液上清液,用 $0.45\text{ }\mu\text{m}$ 滤膜过滤到50 mL离心管中(开始时的2~3 mL弃去)。残余浊度(RT)和Zeta电位分别用浊度计(HACH 2100N Turbidimeter, HACH, Loveland, Co.)和Zeta电位仪(zetasizer 2000, Malvern, Co., UK)测定。总有机碳用总有机碳分析仪(Phoenix, 8000, Tekmar-Dovmann, Co., USA)测定。色度采用铂钴比色法。

1.3 TOC 分析方法

TOC测定:静沉后,取样用 $0.45\text{ }\mu\text{m}$ 的微孔滤膜过滤,用Phoenix 8000 TOC分析仪分析总有机碳浓度,所测定值为水中残余溶解性有机物TOC。将所得溶液用TOC仪测定其总有机碳含量。通过比较混凝前后混凝溶液中的总有机碳的含量来确定复合混凝对TOC的去除效果。

2 结果与讨论

2.1 实验结果

2.1.1 PAC的絮凝试验

PAC絮凝试验:投加 $\rho(\text{PAC})$ 分别为30 mg/L、60 mg/L、90 mg/L、120 mg/L、150 mg/L、180 mg/L,通过试验,找到最佳投药量为90 mg/L,此时对水样TOC、浊度和色度去除效果最好。目前认为,铝盐是以其水解产物对水中颗粒或胶体污染物进行电中和脱稳、吸附架桥或粘附卷扫而生成粗粒絮凝体再加以分离去除^[8]。当投加物的浓度超过一定限度时,会产生“胶体保护”作用使胶体颗粒重新悬浮,使脱稳胶体电荷变号或使胶粒被包卷而重新稳定。

2.1.2 “PAC + PAM”的絮凝试验

水样中先投加絮凝剂PAC进行快搅, $\rho(\text{PAC})=90\text{ mg/L}$,快搅结束后投加助凝剂PAM, PAM质量浓度分别为0.2 mg/L、0.5 g/L、1 g/L、2 mg/L、3 mg/L、5 mg/L。通过实验分析,发现对原水的总有机碳、浊度、色度都有很好的去除效果,如图1、2、3所示。在整个反应过程中随着PAM的浓度增加,对原水的去除效果逐渐变好,当达到 $\rho=3\text{ mg/L}$ 时对原水处理效果已经达到稳定。

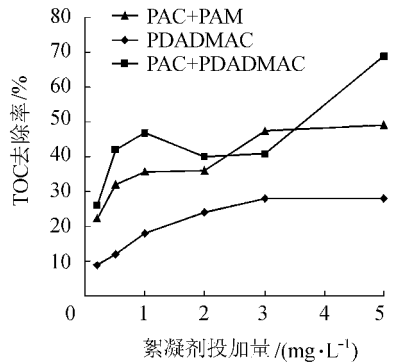


图1 TOC去除率

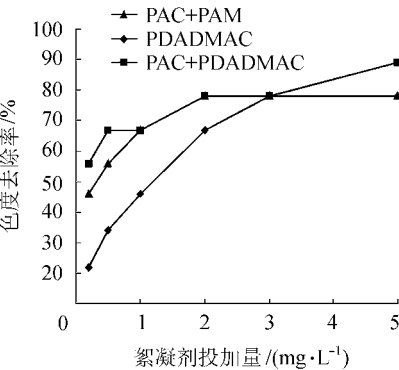


图2 色度去除率

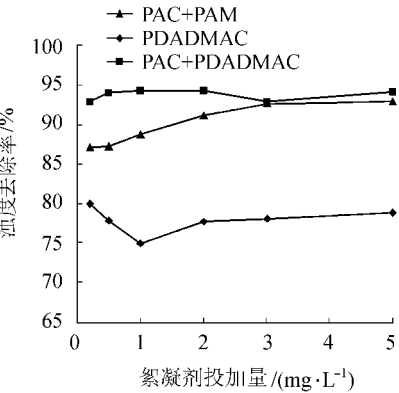


图3 浊度去除率

2.1.3 “PAC + PDADMAC”的絮凝试验

水样中先投加絮凝剂PAC进行快搅,快搅结束后投加助凝剂PDADMAC,投加PAC的质量浓度为90 mg/L,投加PDADMAC质量浓度分别为0.2 mg/L、0.5 g/L、1 g/L、2 mg/L、3 mg/L、5 mg/L。单独投加PDADMAC絮凝试验发现,当 $\rho=3\text{ mg/L}$ 时对原水的处理效果达到基本平衡,如图1、2、3所示,但是对原水的总有机碳去除效果仅仅达到30%;这与文献[4]报道PDADMAC单独使用时效果不佳的结论相吻合。但是通过“PAC + PDADMAC”的复合投加能够使原水的总有机碳的去除率达到71%。同时对浊度、色度的去除效果都要高于单独投加PDADMAC和“PAC + PAM”复合投加方式。

2.2 讨论

2.2.1 混凝剂投加浓度对水中污染物的影响

混凝剂的投放浓度直接影响强化混凝处理效果。许多研究表明,随着浓度的增加,水的混凝处理效果不断提高^[5-6]。从图 1~3 中可以看出,随着药剂投加量的增加,TOC、SS、色度不断降低。同时从图 1~3 可以发现,在低加药量区域,TOC、色度、浊度降低较为明显,当 TOC、色度、浊度降到一定值后,要想再降低剩余色度、浊度则较困难。从图 4 可知,Zeta 电位随着投加量的增加,电位值由小逐渐变大,后来趋于稳定。这是因为在药剂用量达到一定量时,水中的悬浮胶体已能充分脱稳,再增加用量,效果不大。

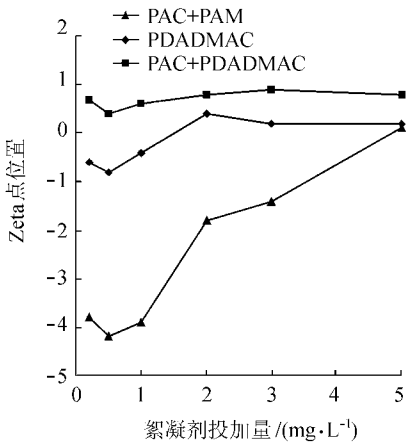


图 4 Zeta 电位图

2.2.2 各种絮凝剂对水中污染物去除效果的比较

如图 1 所示:无论是单独投加 PDADMAC 还是“PAC + PAM”的投加,整体效果都不如“PAC + PDADMAC”复合絮凝剂对水中的 TOC 去除率效果好。PDADMAC 阳性絮凝剂具有“吸附电中和”和强烈的“吸附架桥”作用,强烈的“吸附架桥”作用是其高效絮凝的主要作用机理。“PAC + PDADMAC”复合絮凝剂去除溶解性有机物的絮凝机理主要表现为:专属吸附作用,即在无机高分子絮凝剂 PAC 水解絮凝的过程中,高正电性的 PDADMAC 可以通过吸附在 PAC 水解产物或颗粒物的表面^[7],增强了其“吸附电中和”和专属吸附作用,从而提高了对溶解性有机物的去除率。

从图 2、3 可以看出,PDADMAC 对色度和浊度的去除效果要好于 TOC。色度方面主要原因是溶解在水中的发色基团多是大分子的带电基团,PDADMAC 对其去除率大大高于其他基团。浊度方面主要原因是 PDADMAC 阳性絮凝剂通过“吸附电中和”和“吸附架桥”作用,使水中的悬浮颗粒物形成大的胶团,在重力作用下沉降下来。

2.2.3 PDM 强化混凝效果分析

在混凝过程中,无机混凝剂一般是通过水解聚

合反应产生多核羟基络合物,通过高正电荷离子压缩双电层,多核羟基络合物在粒间架桥,以及形成的氢氧化物胶体的卷扫作用,使胶体粒子脱稳,发生絮凝沉淀^[8]。无机高分子絮凝剂本身存在多核羟基络合物,它在水处理过程中能直接提供大量的多核羟基络合物,吸附胶体微粒,通过粘附、架桥和交联作用,促使胶体脱稳并絮凝。也就是说,无机聚合物既有吸附脱稳作用,又可发挥粘附、桥联以及卷扫絮凝作用^[9]。在“PAC + PDADMAC”复合投加中,两者可能发生了一定的相互作用,PDADMAC 对 PAC 中铝的各种水解聚合形态的分布产生了一定影响,有可能提高了 PAC 中最有效的聚合体成分 Al₁₃ 的含量^[10],使混凝效果变得更强。同时在混凝过程中,PDADMAC 能发挥其良好的吸附架桥作用,促使絮团增粗长大,更利于沉淀。

3 结论

a. “PAC + PDADMAC”复合絮凝剂对册田水库水体中的浊度、色度、TOC 具有更好的去除效果,去除率分别高达 93%、90%和 71%。

b. “PAC + PDADMAC”复合絮凝剂对色度、浊度的去除效果好于对 TOC 的去除效果。

参考文献:

[1] 徐文霞. 册田水库水质变化趋势及治理措施[J]. 环境科学导刊, 2008, 27(1): 50-51.

[2] 田秉晖, 葛小鹏, 潘纲, 等. PDADMAC 强化絮凝去除腐殖质类天然有机污染物的研究[J]. 环境科学, 2007, 28(1): 92-97.

[3] 田秉晖, 吴晓清, 栾兆坤, 等. 原子力显微镜分析聚二甲基二烯丙基铵盐的吸附和絮凝行为: 反离子的影响[J]. 环境科学, 2006, 27(4): 709-714.

[4] 张跃军, 赵晓蕾, 李潇潇, 等. PDM 复合混凝剂用于低温低浊水源水处理研究: 低浊度宁波姚江水处理[J]. 精细化工, 2007, 24(7): 696-700.

[5] KRASNER S W, AMY G. Jar test evaluations of enhanced coagulation[J]. J AWWA, 1995, 87(10): 93-107.

[6] GIL C, PATRICK W, MATTHEW M. Enhanced coagulation: its effect on NOM removal and chemical costs[J]. J AWWA, 1995, 87(1): 78-89.

[7] BOLTO B A. Soluble polymers in water purification[J]. Prog Polym Sci, 1995, 20: 987-1041.

[8] 汤鸿霄. 无机高分子絮凝剂的基础研究[J]. 环境化学, 1990, 9(3): 1-12.

[9] 汤鸿霄. 无机高分子复合絮凝剂的研制趋向[J]. 中国给水排水, 1999, 15(2): 1-4.

[10] 高宝玉, 王燕, 岳钦艳, 等. PAC 与 PDM 复合絮凝剂中铝的形态分布[J]. 中国环境科学, 2002, 22(5): 472-476.

(收稿日期: 2010-04-01 编辑: 高渭文)