

水体 pH 对化学混凝除 COD 的影响研究

周斌, 王桂玉, 赵志萍, 李光辉* (常州友邦净水材料有限公司, 江苏常州 213164)

摘要 [目的]研究水体 pH 对化学混凝除 COD 的影响。[方法]以新配制的 COD 标准溶液为研究对象, 选取 PAC、PAFC、PAFS 和 PFS 4 种絮凝剂, 考察 pH 对化学混凝除 COD 的影响。[结果]PAC、PAFC、PAFS 的最佳絮凝 pH 为 6, COD 的去除率分别达到 28.8%、28.8% 和 27.3%; PFS 的最佳絮凝 pH 为 9, COD 去除率达到 40.7%。[结论]该研究可为水体 COD 的化学混凝去除提供参考。

关键词 pH; COD; 化学混凝; 絮凝剂

中图分类号 S271 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)27-11109-01

Study on Influence of pH in Water on COD Removal by Chemical Coagulation

ZHOU Bin et al (Changzhou Youbang Water-purging Material Co. Ltd., Changzhou, Jiangsu 213164)

Abstract [Objective] The research aimed to study influence of pH in water on COD removal by chemical coagulation. [Method] The newly prepared COD standard solution as research object, four kinds of flocculants (PAC, PAFC, PAFS and PFS) were selected to inspect influence of pH on COD removal by chemical coagulation. [Result] The optimum flocculation pH of PAC, PAFC and PAFS was 6, and removal rates of COD respectively reached 28.8%, 28.8% and 27.3%. The optimum flocculation pH of PFS was 9, and removal rate of COD reached 40.7%. [Conclusion] The research could provide reference for COD removal in water by chemical coagulation.

Key words pH; COD; Chemical coagulation; Flocculants

所谓化学需氧量(COD), 是在一定的条件下采用一定的强氧化剂处理水样时所消耗的氧化剂量, 表示水中还原性物质多少的一个指标。COD 高意味着水中含有大量还原性物质, 其中主要是有机污染物。COD 越高, 就表示江水的有机物污染越严重, 这些有机物污染的来源可能是农药、化工厂、有机肥料等^[1-2]。如果不进行处理, 许多有机污染物可在江底被底泥吸附而沉积下来, 在今后若干年内对水生生物造成持久的毒害作用。

目前国内外的无机高分子絮凝剂产品基本以铝和铁离子为基础与各种阴离子组合而成的盐类或复合盐类为主^[3], 主要有聚合氯化铝(PAC)、聚合氯化铝铁(PAFC)、聚合硫酸铝铁(PAFS)、聚合硫酸铁(PFS)和三氯化铁等。但是不同试剂的适用 pH 范围是不一样的, 每种试剂都有其最适 pH。因此, 不同试剂在不同 pH 条件下的 COD 去除效果影响研究是十分必要的。化学混凝的影响因素主要有絮凝剂种类、药剂投加量、搅拌强度、搅拌时间和 pH 等。笔者选用 PAC、PAFC、PAFS 和 PFS 4 种絮凝剂, 重点考察 pH 对不同试剂 COD 去除效果的影响, 以期对水体 COD 的化学混凝去除提供参考。

1 材料与方法

1.1 仪器与试剂 仪器: PHS-3C pH 计; 79-1 磁力加热搅拌器; 6B-12 型 COD 快速消解仪; 722 分光光度计。试剂: 10% NaOH; (1+2)H₂SO₄; 絮凝剂(友邦牌 PAC、友邦牌 PAFC、友邦牌 PAFS、友邦牌 PFS)。

1.2 试验方法 用邻苯二甲酸氢钾配制 500 mg/L 的 COD 标准溶液, 试验过程中 4 种试剂的投加量固定在 1.0‰(试验前将 4 种试剂均稀释到 10%), 采用 H₂SO₄ 和 NaOH 调节原

水 pH 至 5、6、7、8 和 9, 搅拌强度和搅拌时间保持一致。混凝试验在 79-1 磁力加热搅拌器上进行, 静沉 120 min 后, 取上清液测定剩余 COD 含量, 重点考察 COD 的去除效果, 着重分析 4 种试剂的最适 pH。

2 结果与分析

在絮凝过程中, 废水的 pH 是影响絮凝效果的一个重要因素, 它对胶体表面电荷的 Zeta 电位、絮凝剂的性质和作用等都有很大的影响。

2.1 pH 对 PAC 混凝除 COD 效果的影响 在 PAC 投加水平为 1.0‰, COD 初始质量浓度为 507.3 mg/L 的条件下, 考察了 pH 对 PAC 除 COD 效果的影响情况, 结果见表 1。由表 1、图 1 可知, COD 去除率先增大后降低, 在 pH 为 6 时, COD 去除率达到最高, 为 28.8%, 对应的出水 COD 为 361.1 mg/L。这是由于在低 pH 时, PAC 的水解形态为单体形式, 无明显凝集作用; 高 pH 时为 Al(OH)₃、Al(OH)₄⁻ 等低电荷氢氧化物凝胶, 混凝作用降低; 在中性范围内为多核水解产物 Al₇(OH)₁₇⁴⁺、Al₆(OH)₁₅³⁺, 能吸附微粒以压缩双电层使微粒脱稳, 从而达到良好的絮凝效果^[4]。从试验来看, 确定 PAC 的最佳絮凝 pH 为 6。

表 1 pH 对 PAC 除 COD 效果的影响

pH	出水 COD//mg/L	COD 去除率//%
5	416.9	17.8
6	361.1	28.8
7	385.2	24.1
8	456.0	10.1
9	471.1	7.1

2.2 pH 对 PAFC 混凝除 COD 效果的影响 在 PAFC 投加水平为 1.0‰, COD 初始质量浓度为 507.3 mg/L 的条件下, 考察了 pH 对 PAFC 除 COD 效果的影响情况, 结果见表 2。由表 2、图 1 可知, COD 去除率先增大后降低, 在 pH 为 6 时,

(下转第 11116 页)

作者简介 周斌(1990-), 男, 江苏常州人, 助理工程师, 从事工业水处理技术方面的研究, E-mail: 632642542@qq.com。* 通讯作者, 工程师, 硕士, 从事工业水处理技术方面的研究, E-mail: wancql@163.com。

收稿日期 2013-08-13

17349 - 17353.

- [2] 敖建瑜,胡万鹏.一种从地沟油提取工业废油脂的生产系统:中国,CN 102604746A[P].2013-05-01.
 [3] 中国石化集团上海工程有限公司.化工工艺设计手册(上)[K].北京:

化学工业出版社,2009.

- [4] 关正军,李文哲.牛粪螺旋压榨固液分离工艺参数优化[J].农业工程学报,2010,26(12):276-279.

(上接第 11109 页)

COD 去除率达到最高,为 28.8%,对应的出水 COD 为 361.1 mg/L。这是由于在低 pH 时,铝在溶液中以 $Al(OH)_6^{3-}$ 的形式存在,而铁又不易发生水解,所以絮凝效果较差;在中性偏碱性的条件下,PAFC 水解生成多种多核羟基络离子,被吸附的带正电的多核羟基络离子能够压缩双电层,降低动电位,同时进行着架桥作用,使分散的胶体颗粒聚集成大而密实的矾花沉降下来;高 pH 时,铝盐、铁盐多为低电荷的氢氧化物凝胶,混凝效果降低。确定 PAFC 的最佳絮凝 pH 为 6。

表 2 pH 对 PAFC 除 COD 效果的影响

pH	出水 COD//mg/L	COD 去除率//%
5	471.1	7.1
6	361.1	28.8
7	370.1	27.0
8	395.8	22.0
9	466.6	8.0

2.3 pH 对 PAFS 混凝除 COD 效果的影响 在 PAFS 投加水平为 1.0‰,COD 初始质量浓度为 507.3 mg/L 的条件下,考察了 pH 对 PAFS 除 COD 效果的影响情况,结果见表 3。由表 3、图 1 可知,COD 去除率先增大后降低,在 pH 为 6 时,COD 去除率达到最高,为 27.3%,对应的出水 COD 为 368.6 mg/L。PAFC 和 PAFS 类似,都是铝铁复合试剂,在低 pH 时,铁不易发生水解而导致絮凝效果差;在高 pH 时,铝盐、铁盐基本以低电荷的氢氧化物凝胶存在,所以絮凝效果也比较差;在 pH 为中性偏酸性的条件下,絮凝效果最佳,出水 COD 最低。这是由于多核水解产物能吸附微粒以压缩双电层使微粒脱稳,伴随着吸附架桥作用,使微粒以矾花的形式沉降下来。确定 PAFS 的最佳絮凝 pH 为 6。

表 3 pH 对 PAFS 除 COD 效果的影响

pH	出水 COD//mg/L	COD 去除率//%
5	416.9	17.8
6	368.6	27.3
7	451.5	11.0
8	460.5	9.2
9	472.6	6.8

2.4 pH 对 PFS 混凝除 COD 效果的影响 在 PFS 投加水平为 1.0‰,COD 初始质量浓度为 507.3 mg/L 的条件下,考察了 pH 对 PFS 除 COD 效果的影响情况,结果见表 4。由表 4、图 1 可知,COD 去除率呈上升趋势,在 pH 为 9 时,COD 的去除率达到最高,为 40.7%,对应的出水 COD 为 300.8 mg/L。这是由于随着 pH 升高, Fe^{3+} 越易发生水解,水解产

生的 $[Fe(OH)(H_2O)_5]^{2+}$ 、 $[Fe_2(OH)_3(H_2O)_7]^{3+}$ 、 $[Fe_3(OH)_4(H_2O)_5]^{5+}$ 和 $[Fe_3(OH)_3(H_2O)_6]^{6+}$ 等一系列多核高价络合阳离子能够中和水中的悬浮颗粒表面电荷,增大颗粒的不稳定倾向。当胶体粒子相互运动碰撞时,聚集起来迅速沉降,形成矾花状沉淀。同时它还具有架桥联结作用,一个高分子絮凝剂的许多链节分别吸附在不同颗粒表面上产生架桥联结,生成粗大的絮凝体而沉淀下来。确定 PFS 的最佳絮凝 pH 为 9。

表 4 pH 对 PFS 除 COD 效果的影响

pH	出水 COD//mg/L	COD 去除率//%
5	478.6	5.6
6	447.0	11.9
7	422.9	16.6
8	353.6	30.3
9	300.8	40.7

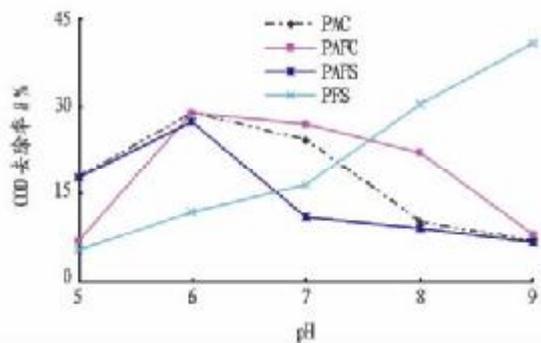


图 1 pH 对 4 种混凝剂的 COD 去除效果的影响

3 结论

PAC,PAFC 与 PAFS 除 COD 的最佳 pH 为 6,COD 去除率分别达到 28.8%、28.8% 和 27.3%;PFS 除 COD 的最佳 pH 为 9,COD 去除率达到 40.7%。

参考文献

- [1] ZHENG L,ZHANG W M. Comparison of catalysts used to determine COD_{Cr} of severe domestic sewage [J]. Meteorological and Environmental Research,2012,3(6):30-32,40.
 [2] ZHANG H C,WANG Q L,HU E M,et al. Study on the impact factors of COD throughput in corn cob extract [J]. Meteorological and Environmental Research,2012,3(8):32-35.
 [3] 汤伟真,李凤亭,王家雷,等.污水处理厂出水的聚硅硫酸铝铁混凝除磷研究[J].水处理技术,2011,37(4):72-75.
 [4] 汪辉,马伟芳,曾凡刚,韩冬梅,等. pH 和 COD 对化学混凝除磷的影响研究[J].工业水处理,2012(6):50-52.
 [5] ZHANG H G,CHEN D Y,CAI S L,et al. Research on Treating Thallium by Enhanced Coagulation Oxidation Process [J]. Agricultural Science & Technology,2013,14(9):1322-1324.
 [6] 朱笛.滇池局部水体混凝净化试验研究[J].安徽农业科学,2012,40(20):10563-10565,10616.