造纸综合废水的混凝处理研究

邹东雷 宋宝华 徐立群 谭 明 张文静
(吉林大学环境与资源学院环境工程系, 吉林 长春, 130026)

【摘要】选用硫酸铝、聚丙烯酰胺 (PAM) 分别作为混凝剂和助凝剂联合作用, 处理造纸厂综合废水。经研究分析确定了其最佳投药量以及 PH 值等影响因素。并在中试实验中取得满意的处理效果。投加硫酸铝 1 800mg/L、PAM 2mg/L 时, COD_{Cr} 去除率为 68.9%, 浊度 (NTU) 去除率为 98.69%, SS 去除率为 97.44%。处理后出水无色透明, BOD/COD 值由 0.21 增到 0.64, 可生化处理。

【关键词】混凝; 混凝剂; 造纸综合废水
中图分类号: X793 文献标识码: A 文章编号: 1003-2347 (2005) 01-0003-03

造纸废水因造纸工艺的不同, 水质有较大差别, 但大多具有成分复杂、色度大、悬浮物浓度高且可生化性差的特点, 我国目前多采用活性污泥法和混凝沉淀法对它进行处理[1~3]。本研究主要根据造纸综合废水的特点, 本着低能耗、高效率、见效快的原则, 采用混凝技术处理造纸厂综合废水。

1 实验部分

1.1 水质概况

造纸综合废水呈棕红色, pH 值在 7.5~9 之间, BOD/COD 值为 0.21。同时, 因为造纸生产过程的开停车以及生产能力的调整, 导致产生各种废水的量不同, 综合废水的 NTU、SS 和 COD_{Cr} 分别在 416~747、2 832~3 942mg/L、3 144.6~4 301.44mg/L 之间波动, 给污水处理带来一定的困难。

1.2 实验方法

取 1L 综合废水水样放置于烧杯中, 按要求调节 pH 值, 快速搅拌并投加混凝剂, 搅拌 1min 后, 投加助凝剂, 逐渐减低搅拌速度, 控制混合反应时间在 3min 以内, 然后静止沉淀, 取上清液检测 NTU、SS、COD_{Cr} 等指标。

1.3 药剂与仪器

浓度为 20% 的活化硅酸, 复合铝铁、聚合氯化铝 (PAC)、硫酸铝、聚丙烯酰胺 (PAM) 均为工业制品。SC556 实验搅拌器, PHS-2C 型精密酸度计 (上海雷磁仪器厂), TG-328A 分析天平, WGZ-200 浊度仪。

类信息资源, 对各级环境管理部门的管理者和决策者提供有效信息资源, 建立可伸缩的知识分类引擎、实现智能的知识发现功能。以实现环境信息资源共享为出发点, 提高环境信息资源开发利用水平、为环境信息管理与决策提供支持和服务。数据挖掘是一个活跃的研究领域, 也是人工智能、计算机科学与技术、网络技术的发展和普及所提出的迫切需要解决的重要课题。作为一项新技术, 大力开发使用数据挖掘技术, 实现全省环境信息的统一收集、存储、加工与发布。采取多种措施, 有效利用环境信息资源, 提高环境信息的资源价值, 开发和利用水平, 保证最大限度地为环境管理与决策提供环境信息支持和服务。

参 考 文 献

1 Jiawei Han. 数据挖掘-- 概念与技术〔M〕. 北京: 机械工业出版社, 2001.
2 Fayyad U, Piatetsky. The KDD Process for Extracting Useful Knowledge from Volumes of Data Communications of the ACM, 1996, (11): 27~35.
3 吉根林, 孙志挥. 数据挖掘技术〔J〕. 中国图形图像学报, 2001, (6): 715~721.
4 糜元振. 数据挖掘方法的综述〔J〕. 南京化工大学学报, 2001, (5): 195~110.
5 朱延劭, 王 军. 数据挖掘应用〔P〕. 计算机世界日报, 1998-03-16 (技术专题版).
6 佚 名. SAS-- 数据挖掘的集成软件工具〔P〕. 计算机世界日报, 1998-09-14 (技术专题版).

作者简介: 田阳光 (1976-), 女, 毕业于吉林大学计算机应用专业, 学士学位, 助理工程师, 现在吉林省环境信息中心从事数据库开发及网络信息管理工作。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2　混凝剂的确定

在造纸厂废水中，洗草水、白水与碱性废液的水量约占 90% 左右，这些水中胶体带负电荷的情况较多。这些带负电荷的粒子吸引水中的阳离子，排斥阴离子，这也是胶体粒子得到稳定分散的原因。投入混凝剂能提供大量正的反离子，胶体离子的电荷被中和，电位降低，粒子间的斥力作用也随之消失，失去了稳定性，便可凝聚形成大颗粒絮体而沉降。

分别使用 PAC、硫酸铝、复合铝铁三种混凝剂对废水进行混凝沉淀处理，结果如图 1 所示，随着投药量的增加，沉淀水的 NTU 减小，当投药量 ≤1200mg/L 时，复合铝铁的混凝效果最好，PAC 次之，硫酸铝最差；当投药量> 1400mg/L 时，硫酸铝的效果最好。当 PAC 和复合铝铁投加过量时，由于高聚物和胶粒之间的强烈吸附作用，过多的高聚物可能会迅即对胶粒形成包卷作用，使胶粒失去表面吸附活性，而使水中胶粒重新获得稳定，因此出水效果变差。三种混凝剂单独作用时，PAC 的最佳投药量为 1000mg/L，复合铝铁为 1200 mg/L，硫酸铝为 1600mg/L，浊度去除率分别为 93.06%、94.76% 和 96.3%。投加硫酸铝不但处理效果较好，而且吨水处理成本较另外两种混凝剂更经济，因此选用硫酸铝作为混凝剂处理综合废水。当投药量为 1400mg/L 时，浊度去除率为 94.3%，与最佳投药量时浊度去除率相差不大。为节省药剂成本，确定投药量为 1400mg/L。

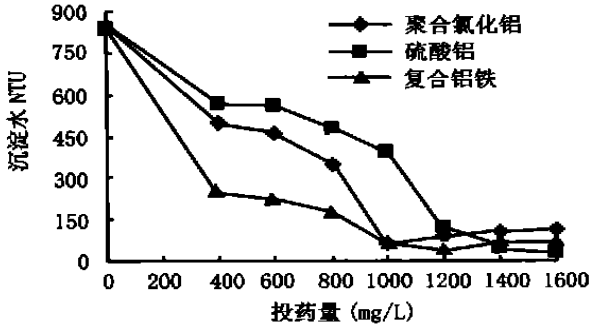

图 1　三种混凝剂混凝效果对比曲线

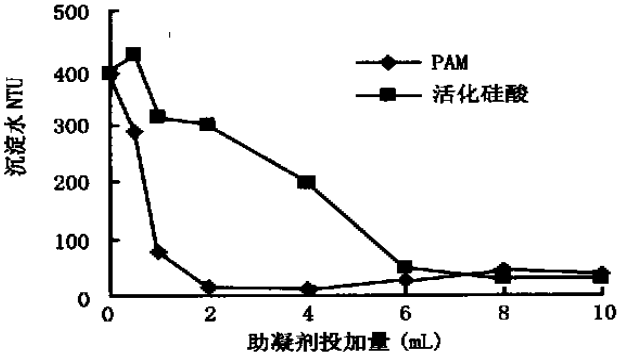

图 2　PAM 与活化硅酸的助凝效果对比

3　助凝剂的确定

使用混凝剂产生的部分絮凝体细小而松散，悬浮在水体中不易沉淀。添加高分子絮凝剂为助凝剂，利用长链高分子的吸附和凝聚作用，使细小松散的絮凝体变得粗大而紧密，从而提高絮凝效果。选择配合铝盐或铁盐使用效果较好、应用较多[5]的 PAM（浓度 0.1%）和活化硅酸（浓度 10%）为助凝剂。在硫酸铝加药量为 1000mg/L 时，考察两种助凝剂的助凝效果及最佳投药量。由图 2 可知，随着投药量的增加，沉淀水的 NTU 随之降低，投加少量活化硅酸时，会使胶体颗粒处于再稳定状态，沉淀水的 NTU 有所升高，而 PAM 没有这种情况；PAM 和活化硅酸分别在 4mL 和 8mL 时达到最佳效果，浊度去除率分别为 97.52% 和 92.84%；进一步增加投药量时，去除效果有所下降。对比发现，在达到相同的处理效果时，所需 PAM 的量小于活化硅酸。因此选用 PAM 为助凝剂处理综合废水。

4　pH 值影响分析

水的 pH 值直接影响 Al^{3+} 的水解聚合反应，影响铝盐水解产物存在形态。实验发现当 pH 值为 6.5~ 7 时，混凝效果最佳，此时絮凝作用主要是氢氧化铝聚合物的吸附架桥和羟基配合物的电中和作用。调节原水 pH 值在 6.5~ 7 之间，投加硫酸铝联合 PAM 混凝处理废水，考察 pH 值对各方面的影响。如图 3、图 4 所示，pH 值对絮凝处理效果影响较大，调节 pH 到 7 时，沉淀效果明显变好。随着混凝剂和助凝剂的增加，pH 值对混凝效果的影响减小。达到相同的处理效果时，调节 pH 值的要比未调节 pH 值的节约更多的混凝剂和助凝剂。pH 值的调节可以采用投加一定量的碱剂实现。

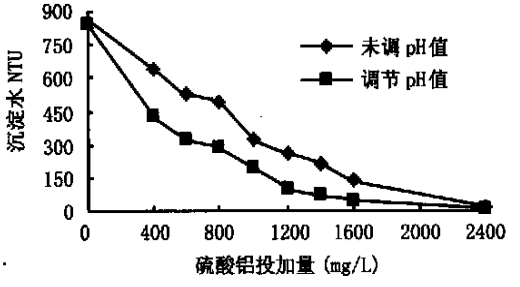

图 3　pH 值对混凝剂处理效果的影响对比

5　沉降速度分析

由图 7 可以看出，与硫酸铝单独作用相比，添加助凝剂后，絮体的沉降速度提高 50% 左右，沉降絮体所占体积减小 30%~ 50%；且硫酸铝+ PAM 联合作用下的絮体沉降速度更快，同时沉降絮体更为密实。在中试实验中，沉淀池停留时间初定为 30min。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

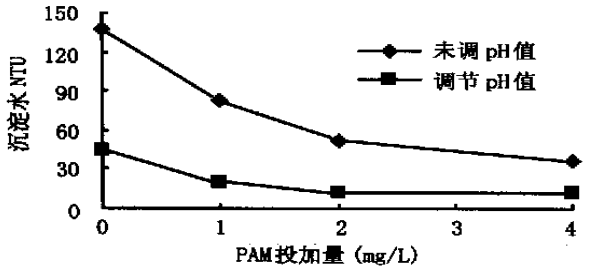

图 4 pH 值对复合处理效果的影响对比

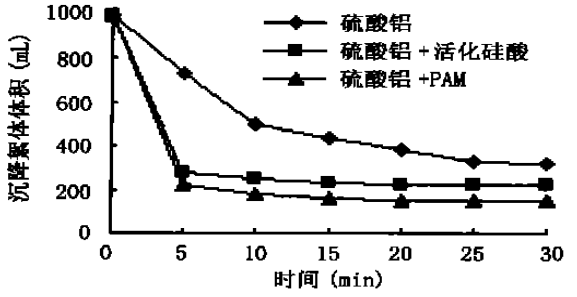

图 5 沉降速度图

6 中试实验

在前述小试基础上, 对纸厂综合废水开展了中试试验。中试设备采用的 "湍流凝聚—接触絮凝沉淀" 技术, 是在流体动力学的基础上, 分别强化凝聚过程中的混合、絮凝、沉淀过程, 处理效率高, 效果好。试验时硫酸铝投药量范围为 1 000~ 1 800mg/ L、PAM 的投药量为 2~ 4mg/ L。如图 8、9、10 所示, 各种指标的去除趋势大致相同, 均随着投药量的增加而增大; 流量为 $1m^3/h$ 时各项指标的去除率略高于流量为

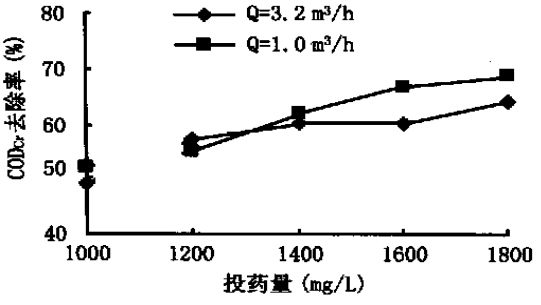

图 6 不同流速下 COD_{Cr} 的去除对比

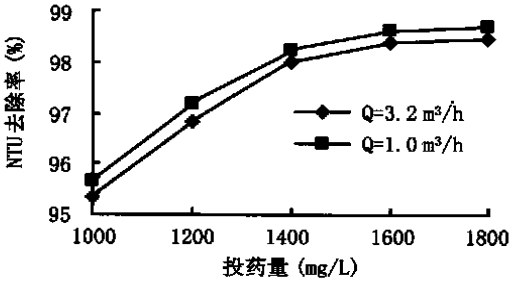

图 7 不同流速下 NTU 的去除对比

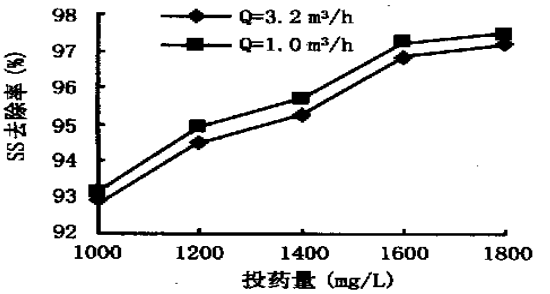

图 8 不同流速下 SS 的去除对比

$3.2m^3/h$ 时的去除率, 这是因为其流量小, 混凝效果较好, 反应停留时间长, 因此处理效果好; 当硫酸铝投药量为 1 800mg/ L、PAM 投药量为 2~ 4mg/ L 时, 各污染物的去除率最高, 即 COD_{Cr} 去除率为 68. 9%, NTU 去除率为 98. 69%, SS 去除率为 97. 44%。处理前废水 BOD/ COD 值为 0. 21, 可生化性差, 处理后 BOD/ COD 值为 0. 64, 可回流到中段水处理单元—卡鲁塞尔氧化沟进行生化处理。

7 结论

试验研究结果表明: (1) 三种混凝剂单独作用时的最佳投药量分别为: PAC1000mg/ L, 复合铝铁 1200 mg/L, 硫酸铝 1600mg/ L, 浊度去除率分别为 93. 06%、94. 76%和 96. 29%。(2) 硫酸铝与 PAM 联合作用, 投药量分别为 1000 mg/ L 和 2~ 4mg/ L 时, 沉淀后出水无色透明, 浊度去除率为 97. 52%。此时絮体的沉降速度提高 50% 左右, 沉降絮体所占体积减小 30 ~ 50%。(3) pH 值是影响处理效果的重要因素。当 pH 值为 6. 5~ 7 时, 混凝效果最佳, 可投加一定量的碱剂调节原水。(4) 中试实验采用二级混合反应, COD_{Cr} 去除率为 68. 9%, NTU 去除率为 98. 69%, SS 去除率为 97. 44%。废水可生化性由 0. 21 增加到 0. 64, 可进入氧化沟进行生化处理。

参 考 文 献

1 康思琦, 马晓鸥等. 预氧化法处理废纸造纸废水中 COD 的研究〔J〕. 给水排水, 2000, 26 (4): 28~ 30.

2 范懋功. 活性污泥法处理造纸废水〔J〕. 给水排水, 1996, 22 (12): 29~ 31.

3 陈元彩, 肖锦, 詹怀宇. 两种铝盐处理纸浆 CEH 漂白废水的混凝特征的研究〔J〕. 水处理技术, 2000, 26 (3): 165~ 168.

4 景锋, 王耀新, 宋文菊. 聚合氯化铝与 PAM 处理造纸废水中白水的机理和效果〔J〕. 黑龙江环境通报, 2002, 26 (2): 30~ 31.

5 周建红, 刘存海. 絮凝法处理造纸废水〔J〕. 西南造纸, 2002, 1: 22~ 23.

作者简介: 邹东雷 (1964. 3-), 男, 吉林大学环境与资源学院环境工程系副教授, 从事环境污染控制与治理工作。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net