

# SBR 法处理亚胺法造纸废水研究

吕玉珍, 王玉军\* (山东农业大学资源与环境学院, 山东泰安 271018)

**摘要** [目的] 为亚胺法造纸废水的处理提供科学依据。[方法] 通过自行培养活性污泥, 结合试验条件, 确定控制工艺参数, 研究 SBR 法(间歇式活性污泥法)处理亚胺法造纸废水的效果。[结果] 在温度 20~25℃, 污泥龄 18~23 d, 进水 0.5 h, 曝气 8 h, 沉降 1 h, 排水 0.5 h, 闲置 8 h, 1 个周期共 18 h 前提下, 经 8 h 限制性曝气, SBR 法对亚胺法造纸废水中 COD<sub>Cr</sub> 的去除率达 80%~90%, 色度降低了 1 000 度左右, pH 值更趋向中性, SV 值在 60~100 L/ng 之间。与其他处理方法(延时曝气、混凝法)相比, SBR 法对废水中 COD<sub>Cr</sub>、TKN、氨氮和总磷的去除率均在 80% 左右, 对 COD 的去除率也较好。[结论] SBR 法是一种较理想的废水处理工艺。

**关键词** 亚胺法造纸废水; SBR 法; 混凝法; 去除率

中图分类号 X703 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)16-06932-03

## Study on SBR Treatment of Wastewater from Paper-making by Imide Method

LV Yu-zhen et al (College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018)

**Abstract** [Objective] The aim was to provide scientific basis for the treatment of wastewater from paper-making by imide method. [Method] The parameters of control technology were ascertained through culturing active sludge by oneself and combining with experiment condition so as to study the treatment effect of SBR (sequencing batch reactor) on wastewater from paper-making by imide method. [Result] Under the precondition with temperature at 20-25℃, sludge age at 18-23 d, water intake for 0.5 h, aeration for 8 h, sedimentation for 1 h, draining for 0.5 h and idleness for 8 h and a whole cycle of 18 h, through limited aeration for 8 h, the removal rate of SBR on COD<sub>Cr</sub> in wastewater from paper-making by imide method reached 80%-90%. Its chroma reduced about 1 000 degrees, with pH value approaching neutral further and SV value in 60-100 L/ng. Compared with the other treatments (extended aeration and coagulation method), the removal rates of SBR on COD<sub>Cr</sub>, TKN, ammonia nitrogen and total phosphorous in wastewater were all about 80%, with better removal rate on COD. [Conclusion] SBR was a relatively perfect treating technology of wastewater.

**Key words** Wastewater from paper-making by imide method; SBR; Coagulation method; Removal rate

SBR 法(间歇式活性污泥法)是 20 世纪 70 年代初,由美国人 R.L.Irvine 等<sup>[1]</sup>研究并向世界介绍的。而直到 20 世纪 80 年代, SBR 法才引起其他国家的重视。特别是在计算机和生物量化技术的支持下, 该法才真正的显示出优势, 并陆续得到开发和应用<sup>[2]</sup>, 从低浓度的生活污水到高浓度的工业废水, 都有研究报告<sup>[3]</sup>。随着科学技术的发展和人们对于水质要求的提高, 国内外学者先后研发出了一系列的 SBR 衍生工艺, 国外所采用的 SBR 衍生工艺已由 ICEAS 法(间歇式循环延时曝气活性污泥法)发展到 DAT-IAT 法(需氧池和间歇曝气池组成)。近几年, 有关厌氧 SBR 和多级 SBR 的研究不断深入, 取得了良好的效果<sup>[4]</sup>。SBR 法具有工艺流程简单、运行维护量小、处理能力强、运行稳定、操作灵活、投资少、占地少、脱氮除磷效果好<sup>[5]</sup>、耐冲击负荷、不易发生污泥膨胀<sup>[6]</sup>等优点, 是处理中小水量, 特别是间歇排放废水的理想工艺<sup>[7]</sup>。

亚胺法造纸具有得纸浆率高、纸浆漂洗时间短、黑液易提取的优点, 它针对碱法造纸的缺点改用亚硫酸铵作为蒸煮药剂, 排放的废水接近中性、对环境的危害较碱法小。由于该废水中造纸黑液含有大量的木质素、有机酸和聚糖类物质等表面活性组分, 成分复杂<sup>[8]</sup>, 直接排放对环境的污染相当严重。为此, 笔者采用 SBR 法处理亚胺法造纸废水, 旨在为亚胺法造纸废水的处理提供科学依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 实验装置** 间歇反应器是 2 个完全相同的有机玻璃圆柱体, 有效体积为 10 L, 上设有 1 个排水口, 一次可排掉 50% 的上清液, 下设有 1 个排泥口。每个反应器用 2 个加氧泵供氧, 既可以使曝气充足, 又可以省去搅拌器的搅拌, 节省能源。整个反应在室温下进行。实验装置示意图见图 1。

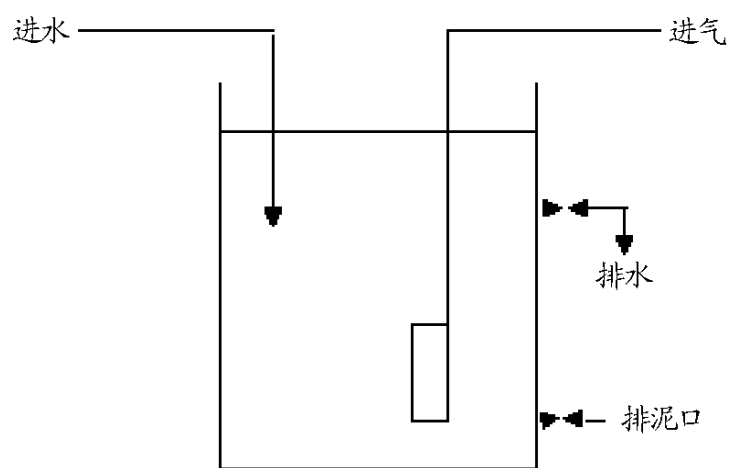


图 1 实验装置示意图

## Fig.1 Schematic diagram of experimental device

**1.2 材料** 供试废水取自泰安市造纸厂污水处理前的造纸废水, 成分复杂, 含有 COD、BOD、SS、木质素、氯化物、硫化物、氮、磷、挥发酚等多种成分。废水呈淡黄色, 并有许多絮状漂浮物, 浊度很高, 有臭鸡蛋气味和发霉的麦草味, pH 值 7.5~8.5, COD 浓度在 3 000 ng/L 左右。

## 1.3 方法

**1.3.1 活性污泥的培养与驯化。** 用泰安市污水处理厂的生活污水进行接种驯化。为了保证在较短的时间内培养出最好的活性污泥, 取 2 L 泰安市污水处理厂回流段的污泥置于反应器中, 再加入 8 L 生活污水进行曝气培养。以后每天定时弃去 3 L 上清液, 加入 3 L 生活污水。经 5 d 培养后, 污泥呈黄褐色, 且絮凝状况良好。之后进入驯化阶段, 即每天弃去 3 L 上清液, 加入 3 L 造纸废水; 10 d 后增加废水量, 每天弃去 4 L 上清液, 加入 4 L 造纸废水; 至 13 d 时, 每天弃去 5 L 上清液, 加入 5 L 造纸废水, 并开始检测活性污泥性能, 发现污泥沉降性能良好, 沉降速度快, 污泥体积大约增加了 15%~20% 左右。经 12 h 曝气, 测得进水的 COD 浓度从 1 548 ng/L 降至出水的 334 ng/L, 去除率为 78.4%。至此可视为培养与驯化结束。

## 1.3.2 工艺参数的设定。

作者简介 吕玉珍(1983-), 女, 山东章丘人, 硕士研究生, 研究方向: 环境监测与评价。\* 通讯作者。

收稿日期 2008-03-28

**1.3.2.1 温度。**温度影响微生物的生理活动,对硝化和脱氮都有较大的影响。张可方等研究表明,当温度低于15℃时硝化速度急剧下降,温度在12℃左右持续4 d,硝化作用几乎全部停止<sup>[9]</sup>。因此,该试验在温度约20~25℃左右进行。

**1.3.2.2 污泥龄。**该试验主要通过排除剩余污泥来除磷,所以污泥龄长短及排量对除磷效果有着直接影响。一般来说,污泥龄越长,单位BOD去除的磷量越少,为达到较高的除磷率,污泥龄应越短越好。但是为了有足够数量的硝化菌以保证脱氮效果,一般污泥龄应大于15 d。所以,污泥龄控制在18~23 d。

**1.3.2.3 其他参数。**根据实验原理,并结合试验条件,确定该试验的控制工艺参数为:进水0.5 h,曝气8 h,沉降1 h,排水0.5 h,闲置8 h,1个周期共18 h。

## 2 结果与分析

**2.1 曝气时间对COD处理效果的影响**由于废水中难降解有机物含量较高,而限制性曝气废水进水阶段的厌氧状态有利于难降解有机物的分解,故采用限制性曝气<sup>[10]</sup>。曝气时间的长短对COD处理效果的影响很大,所以试验对其进行了测定,结果见图2。

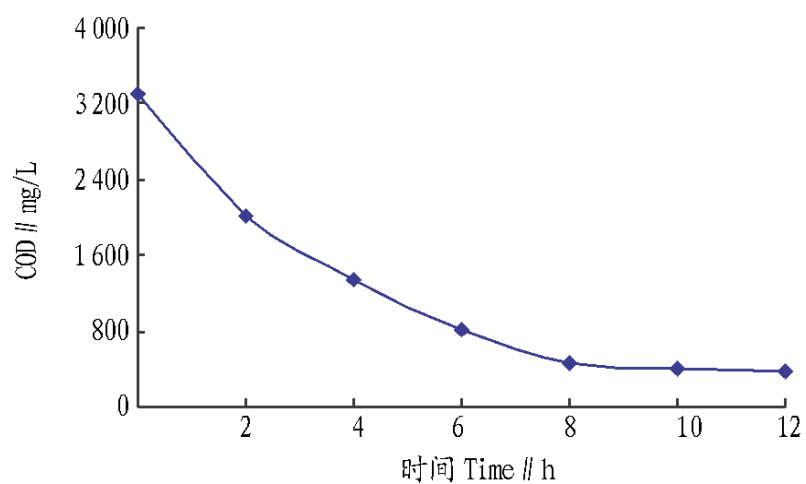


图2 日曝气时间对COD的影响

Fig.2 Effects of aeration time on COD

由图2可知,在不同进水浓度的情况下,当曝气时间为8 h时,COD的去除率达80%以上,去除效果较好。再延长曝气时间,去除率略有增加。由此可见,8 h限制性曝气已基本上达到去除COD的目的,且效果较好。

**2.2 不同进水浓度对COD处理效果的影响**COD的去除率是一个重要的对比参数。活性污泥培养与驯化成功后,测定不同进水浓度下8 h限制性曝气对COD的去除效果见图3。由图3可知,用SBR法处理亚胺法造纸废水,COD的去除率一直在80%~90%,且当进水浓度在3000 mg/L以下时,出水COD的浓度一般在400 mg/L以下,去除效果较好。

**2.3 SBR法处理前后废水色度、pH值和气味的变化**经过SBR法处理,废水色度降低了1000度左右(图4),絮状漂浮物明显消失;pH值趋向中性(图5);难闻的气味明显消失,刚处理的有新鲜的泥土味,放置一段时间后自动消失。

**2.4 污泥沉降性能的测定**在间歇式活性污泥处理系统中,处理水和污泥的分离是极其重要的一个环节。活性污泥的沉降性能一般用污泥容积指数(SM)表示。SM值能较好的反映出活性污泥的松散程度、凝聚性能和沉降性能。结果发现SM值在60~100 L/ng,说明污泥沉降性能较好。

**2.5 SBR法与其他处理方法的比较**同时用延时曝气法和

混凝法对亚胺法造纸废水进行了处理,其中混凝法所用的试剂是聚合氯化铝(1 L废水加入10 ml聚合氯化铝)。

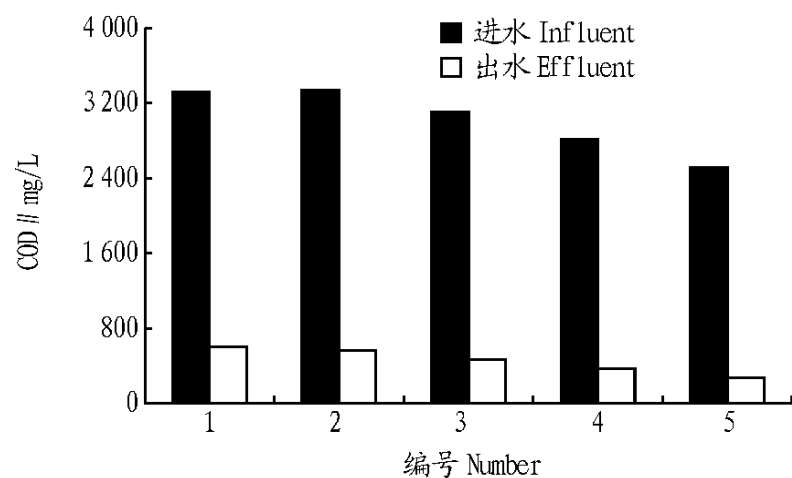


图3 不同进水浓度对COD的去除效果

Fig.3 Effects of different influent concentrations on the removal of COD

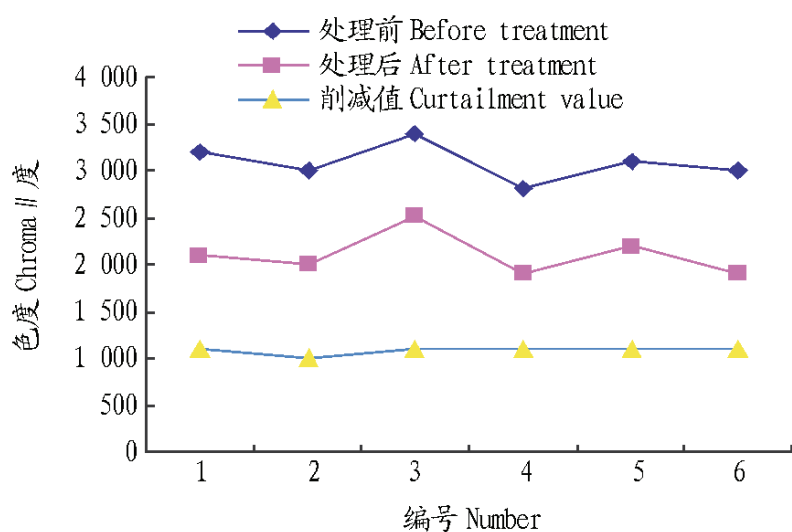


图4 SBR法处理前后废水色度的变化

Fig.4 Changes of wastewater chroma before and after treatment by SBR method

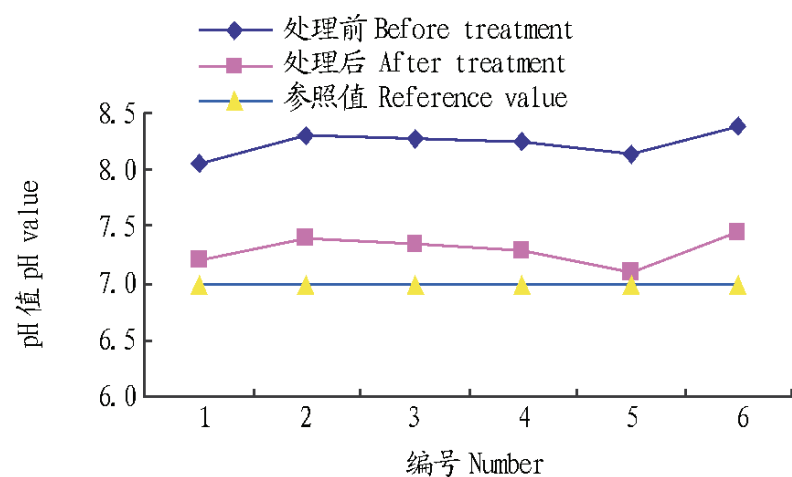


图5 SBR法处理前后废水pH值的变化

Fig.5 Changes of wastewater pH value before and after treatment by SBR method

由表1和图6可知,SBR法对废水中COD<sub>Cr</sub>、TKN、氨氮和总磷的去除率均在80%左右,不仅对氮和磷的去除率很高,而且对COD的去除率也较好;延时曝气处理除了氨氮外,其余指标的去除率都不高,尤其是总磷的去除率很低;纯粹的混凝法对造纸废水的处理效果明显不如SBR法的处理效果,而且还需要大量的化学试剂;在SBR法处理水的基础上再用混凝法进行处理(1 L水加入3 ml聚合氯化铝),效果很好,所用化学试剂也不多,是值得考虑的一种方法。由此可见,SBR法的处理效果比延时曝气和混凝法都好。

## 3 结论与讨论

(1) 用SBR法处理亚胺法造纸废水在该试验条件下,不

表1 不同处理方法的处理效果

Table 1 Treatment effect of different methods

指标Index	原水 Raw water	SBR 法(1#)		延时曝气至24 h 出水		1# 水再用混凝法处理		混凝法	
		SBR method		Draining after aerating 24 h		After treating by coagulation method		Coagulation method	
		处理后	去除率 %	处理后	去除率 %	处理后	去除率 %	处理后	去除率 %
		After treatment	Removal rate	After treatment	Removal rate	After treatment	Removal rate	After treatment	Removal rate
COD <sub>Cr</sub> mg/L	3 222	536	83.4	908	71.8	125	96.1	677	79.0
TKN mg/L	128.0	16.0	87.5	52.6	58.9	14.5	88.7	109.0	14.8
氨氮 mg/L	74.10	8.23	88.9	3.26	95.6	7.56	89.8	69.60	6.1
Ammonia nitrogen									
总磷 mg/L	0.837	0.226	73.0	0.583	30.4	0.210	74.9	0.680	18.8
Total P									

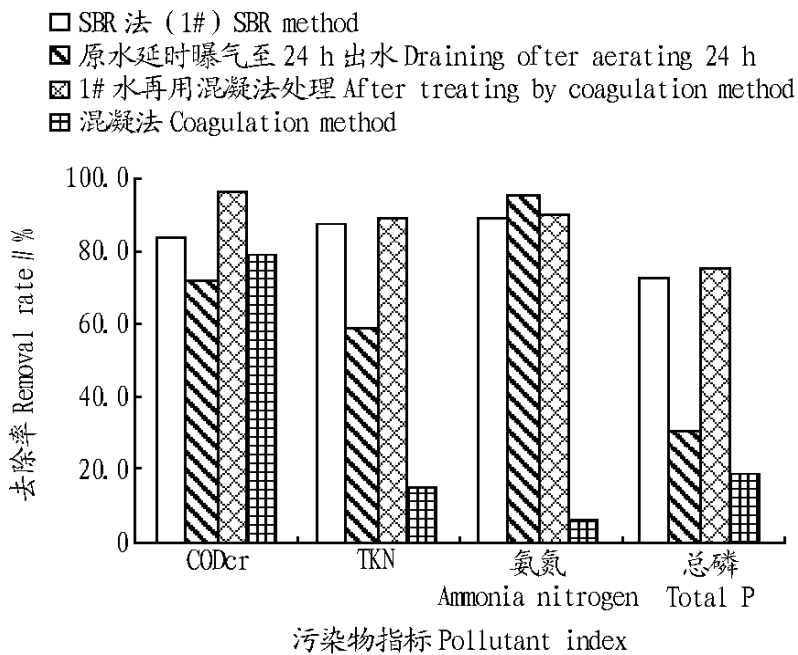


图6 不同处理方法的去除效果

Fig. 6 Removal effects of different treatment methods

同进水浓度下 8 h 限制性曝气对 COD<sub>Cr</sub> 的去除率一直在 80%~90%，对 COD 的去除效果较好；处理后废水的色度降低了 1 000 度左右，pH 值趋于中性，难闻的气味明显消失，处理效果较好。

(2) 通过进水、曝气、沉降、排水、闲置等步骤，活性污泥经历了食物充足的对数增长期和食物耗竭的内源呼吸期，SBR 法新增的活性污泥很少，而少量的剩余污泥在水解池被进一步消化，产生的剩余污泥很少。同时 SV 值在 60~100 L/mg，污泥沉降性能较好。

(3) 通过对亚胺法造纸废水不同处理方法的处理效果进

行比较，发现 SBR 法对废水中 COD<sub>Cr</sub>、TKN、氨氮和总磷的去除率均在 80% 左右；延时曝气处理除了氨氮外，其余指标的去除率都不高，尤其是总磷的去除率很低，其原因是磷的吸收与污泥的活性部分相关，长时间曝气后废水中有机物基本耗尽，活性污泥进入内源呼吸期，内源呼吸使活性物减少，释放出相应的贮磷；混凝法对造纸废水的处理效果明显不如 SBR 法；在 SBR 法处理水的基础上再用混凝法进行处理的效果也很好。因此，SBR 法的处理效果比延时曝气和化学法都好，去除率较高，是一种较理想的废水处理工艺。

#### 参考文献

- [1] IRMINE R L, WILDERER P A, FLEMMING H C. Controlled unsteady-state processes and technologies - an overview[J]. Wat Sci Tech, 1997(1): 1-10.
- [2] 刘喜光. SBR 法的主要设备及仪表研究[J]. 给水排水, 1996(11): 22-26.
- [3] 彭永臻. 运行温度对间歇式活性污泥法影响的研究[J]. 环境污染治理技术与设备, 1989, 10(4): 30-35.
- [4] 陈国喜. SBR 生化系统的应用及其发展[J]. 环境科学进展, 1998(4): 35-39.
- [5] 强虹, 梁东丽. SBR 法处理高浓度生活污水研究[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(4): 203-207.
- [6] 杜晓丽, 郑磊. SBR 法处理城市污水最佳工况研究[J]. 山东建筑工程学院学报, 2005, 20(12): 24-26.
- [7] 潘凇浦. SBR 法处理造纸废水研究[J]. 环境科学与技术, 1998(5): 20-21.
- [8] 李寒旭, 陈方林, 陈迎, 等. 亚胺法黑液制浆添加剂及其制浆性能研究[J]. 煤炭科学技术, 2001(5): 34-36.
- [9] 张可方, 张朝升, 方茜, 等. SBR 法处理城市污水的脱氮除磷功效[J]. 中国给水排水, 2001(11): 17-20.
- [10] 中国化工防治污染技术协会. 化工废水处理技术[Z]. 2000.

(上接第 6912 页)

应能力。

## 5.5 加强宣传，提高全社会环保参与意识

**5.5.1 强化全社会环保意识。** 制定实施巢湖流域水污染防治专项宣传规划，组织新闻媒体宣传推广先进经验，充分发挥新闻舆论的作用。广泛开展环保教育，普及环保知识，增强全社会的环境忧患意识和责任意识，形成人人关心环境、珍惜环境、保护环境、美化环境的良好社会氛围。通过新闻传媒，大力宣传污染治理好的做法和经验，揭露、曝光反面典型，全面推动污染治理工作的深入开展。

**5.5.2 动员社会公众参与监督。** 加强对各级干部和企业负责人的环保培训，推进企业环境诚信体系建设。建立企

业环保监督员制度，实行环保有奖举报，鼓励检举各种环境违法行为。对涉及公众环境权益的发展规划、建设项目和重大政策，要通过听证会、论证会等形式，广泛听取意见，维护公众的环境知情权、参与权和监督权。对在巢湖流域水污染防治工作中做出突出贡献的单位和个人，政府要予以表彰、奖励。

深入开展各类创建活动。组织开展园林城市、生态县、环境优美乡镇、生态示范村、绿色社区、绿色学校、循环经济示范园、示范企业、环境友好企业等各个层面的创建活动，有效整合各种社会资源，促进巢湖污染综合整治扎实推进。

#### 参考文献

- [1] 章军华, 黄祥明, 陈勇. 巢湖水体重金属污染评价[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(17): 4373-4374.