

# 气浮 + SBR 组合工艺在羽绒制品生产废水处理中的应用

金辉<sup>1</sup>, 匡武<sup>2</sup>, 王翔宇<sup>2</sup>

(1. 安徽省淮南市寿县环境监察大队, 安徽寿县 232200; 2. 安徽省环境科学研究院, 安徽省污水处理技术研究重点实验室, 安徽合肥 230022)

**摘要** [目的]针对羽绒制品生产废水浓度高、成分复杂、维护管理难度大等特点,通过试验寻求一种抗冲击负荷能力强、自动化程度高并能适应安徽省气候环境的污水处理工艺。[方法]通过气浮 + SBR 组合工艺处理安徽省山区某厂羽绒制品生产废水,在确定工艺参数的基础上,对不同负荷下该工艺的处理效果进行试验研究,并对污染物去除效率进行分析。[结果]该组合工艺抗冲击负荷能力强,出水中各主要污染物指标能稳定达到《羽绒工业水污染物排放标准》(GB 21901—2008)排放标准,对 BOD<sub>5</sub>、COD、NH<sub>3</sub>-N、SS 和 LAS 的平均去除率分别达到 97.5%、93.6%、71.8%、91.8% 和 92.5%。[结论]该组合工艺具有运行费用较低、自动化程度高、污染物去除效果稳定的特点,能适应我国目前羽绒制品生产废水处理现状。

**关键词** 羽绒制品;气浮;SBR

中图分类号 X 703 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)24-0069-03

## Application of Combined Process of Air Flotation + SBR in the Effluent Treatment of Down Products

JIN Hui<sup>1</sup>, KUANG Wu<sup>2</sup>, WANG Xiang-yu<sup>2</sup> (1. Environmental Monitoring Team of Shouxian, Shouxian, Anhui 232200; 2. Provincial Key Lab. of Reserchon Wastewater Treatment Technology, Anhui Research Academy for Environmental Science, Hefei, Anhui 230022)

**Abstract** [Objective] In view of the characteristics of high quality and high difficulty in the operation and management of down water wastewater, a kind of sewage treatment technology with strong ability of resisting impact load, high degree of automation, energy saving and environmental protection and adapting to climate and environment of Anhui Province was tried out. [Method] The production process of down products of a factory in anhui mountain area was treated by air flotation + SBR combined process. Based on the determination of technological parameters, the treatment effect of this process was studied and the removal efficiency of pollutants was analyzed. [Result] The results showed that the process has strong ability of resisting impact load, and the main pollutants in the effluent can reach the discharge standard of *Down Water Industry Pollutant Discharge Standard* (GB 21901-2008) stably. The BOD<sub>5</sub>, COD, NH<sub>3</sub>-N, SS and LAS were 97.5%, 93.6%, 71.8%, 91.8% and 92.5%, respectively. [Conclusion] The process running cost is lower, the degree of automation is high, the effect of pollutant removal is stable, and it is suitable for the present situation of down water treatment in China.

**Key words** Down products; Flotation; SBR

近年来,随着我国羽绒制品需求量不断增大,到 2010 年,羽绒及其制品出口量已占国际市场的 70%<sup>[1]</sup>。但随之产生的羽绒加工废水成为制约羽绒业发展的一大难题。羽绒制品生产废水具有典型的“三高”特点,处理难度大,含油量较高。孙素敏等<sup>[2]</sup>选择歇式活性污泥法(SBR)法处理洗涤废水,该工艺具有投资省、操作灵活、占地小、运行费用低等特点,但是达标率较低。陈寅生等<sup>[3]</sup>选择接触氧化处理洗涤羽绒废水,结果表明,水解酸化—接触氧化—斜管沉淀—气浮组合工艺处理羽绒废水可回用 99.7% 的废水,但是处理费用较高。安沁生等<sup>[4]</sup>选择接触氧化法 + 两级气浮处理羽绒废水,处理效果较好,工艺复杂。因此,如何选择处理效果好、投资省、操作灵活、占地小、运行费用低的组合工艺处理羽绒制品废水是目前国内外研究的难点与热点。针对羽绒洗涤污水的特点及处理经济技术的现状,选择工艺需要有良好的达标性与经济性。笔者以 SBR 工艺为基础,通过气浮作为预处理减少大部分固体悬浮污染物,并辅以消毒池作为后处理单元组成新型组合工艺。该工艺将生物方法和物理方法结合于一体,综合了气浮与 SBR 在油脂、悬浮物(SS)和有机物去除方面的优势,提高污水处理效能,主要出水指标能稳定达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)<sup>[5]</sup>一级标

准,可以纳入国家节能减排计划。

## 1 材料与方法

### 1.1 污水来源与技术难点

**1.1.1 污水来源。**依托于安徽山区某羽绒加工厂处理工程,该处理站处理规模为 280 m<sup>3</sup>/d。污水以在洗毛过程中形成大量难降解的高浓度有机废水为主,混杂着大量羽毛、羽绒及其中黏附的草、泥土、动物分泌物和排泄物,还有洗毛过程中添加的洗涤化学助剂。该废水有机物浓度高,成分复杂,处理难度大。污水处理站进水水质及排放标准见表 1。

**1.1.2 技术难点。**①羽绒水洗废水中 SS 含量较高,且存在极细微的羽绒屑,用常规的污水处理方法去除存在一定难度。②污染物浓度高,但是出水水质要求严,执行《羽绒工业水污染物排放标准》(GB 21901—2008)<sup>[6]</sup>。③羽绒行业生产季节性较强,有较明显的生产淡旺季。生产旺季时,废水处理系统必须能承受高负荷的冲击;生产淡季时,水量减少,污泥负荷降低,须维持微生物正常生长。④回用水长期循环使用后仍要保证清澈透明、无异味、无污染物累加情况。⑤回用水水质要求严,即使遇到水质突变情况或冬季严寒季节,都要有应急措施维持出水水质指标正常。

**1.2 工艺流程** 采用气浮 + SBR 组合工艺对安徽山区某羽绒加工厂的污水进行处理,工艺流程见图 1。污水经过预处理后首先进入气浮池去除水中的毛脂、SS、LAS、COD,然后进入水解酸化池,破解大分子,提高污水的可生化性,出水进入 SBR,进行生物降解,然后经消毒池进入清水池达到中水回用。

**基金项目** 安徽省省级环境保护科研项目(2012-007)。  
**作者简介** 金辉(1976—),男,安徽淮南人,工程师,从事环境工程技术工作。

**收稿日期** 2017-05-31

表1 污水处理站进出水水质

Tab.1 Quality of influent and effluent of sewage disposal

项目 Project	生化需氧量 Biochemical oxygen demand( BOD)	化学需氧量 Chemical oxygen demand( COD)	悬浮物 Suspended solids( SS)	氨氮 Ammonia nitrogen( $\text{NH}_3 - \text{N}$ )	直链烷基苯磺酸盐 Linear alkylbenzene sulfonate( LAS)
进水 Influent	326 ~ 665	688 ~ 1164	370 ~ 615	25 ~ 35	23 ~ 40
标准 Standard	15	80	50	12	3

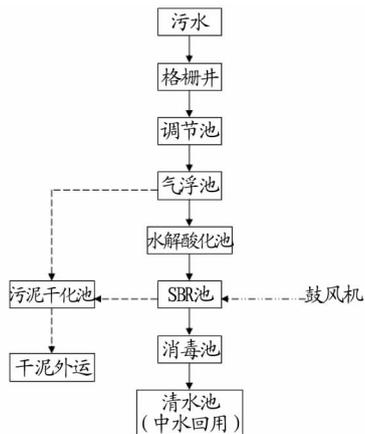


图1 污水处理工艺流程

Fig.1 Technological process of wastewater treatment process

### 1.3 工艺特点

**1.3.1 抗冲击负荷能力强。**尽管进水成分复杂多变,波动范围较大,但该工艺对污染物有良好的去除能力,出水主要控制指标能稳定达到《羽绒工业水污染物排放标准》(GB 21901—2008)排放标准要求。

**1.3.2 自动化程度高、运行管理难度小。**污水处理装置采用可编程序控制器(PLC)控制,可完成水泵等设备的启闭和自动切换,并备有缺相、短流等保护和报警的功能,能够实现设备自动化运行,基本不需人工操作,能够节省人工费用。

### 1.4 主要构筑物参数

**1.4.1 格栅井。**采用钢砼结构,尺寸为  $1.0 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 0.9 \text{ m}$ ,格栅采用锐边矩形栅条格栅,人工清渣。孔距( $b$ ) =  $10 \text{ mm}$ ,栅前水深  $1.0 \text{ m}$ ,过栅流速  $0.5 \sim 1.0 \text{ m/s}$ 。

**1.4.2 调节池。**采用钢砼结构,尺寸为  $10.0 \text{ m} \times 8.0 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}$ ,有效水深为  $3.0 \text{ m}$ ,有效容积为  $280 \text{ m}^3$ ,水力停留时间为  $24 \text{ h}$ 。

**1.4.3 气浮池。**采用钢砼结构,尺寸为  $6.0 \text{ m} \times 5.0 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}$ ,有效水深为  $3.0 \text{ m}$ ,有效容积为  $85 \text{ m}^3$ ,水力停留时间为  $7.2 \text{ h}$ 。

**1.4.4 水解酸化池。**采用钢砼结构,尺寸为  $10.0 \text{ m} \times 8.5 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}$ ,有效水深为  $3.0 \text{ m}$ ,有效容积为  $280 \text{ m}^3$ ,水力停留时间为  $24 \text{ h}$ 。

**1.4.5 SBR池。**采用钢砼结构,尺寸为  $14.0 \text{ m} \times 7.5 \text{ m} \times 5.0 \text{ m}$ ,有效水深为  $4.5 \text{ m}$ ,有效容积为  $950 \text{ m}^3$ ,水力停留时间为  $80 \text{ h}$ 。

**1.4.6 消毒池。**采用钢砼结构,尺寸为  $4.0 \text{ m} \times 7.0 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}$ ,有效水深为  $3.0 \text{ m}$ ,有效容积为  $80 \text{ m}^3$ ,水力停留时间为  $24 \text{ h}$ 。

**1.4.7 水解酸化池。**采用钢砼结构,尺寸为  $10.0 \text{ m} \times 8.5 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}$ ,有效水深为  $3.0 \text{ m}$ ,有效容积为  $280 \text{ m}^3$ ,水力停留时

间为  $6.8 \text{ h}$ 。

## 2 结果与分析

**2.1 气浮 + SBR 组合工艺对  $\text{BOD}_5$ 、COD 的去除效率** 由图2、3可知,尽管进水波动较大, $\text{BOD}_5$  进水浓度在  $326 \sim 665 \text{ mg/L}$ ,COD 进水浓度在  $688 \sim 1164 \text{ mg/L}$  变化,但出水浓度均维持在  $15、70 \text{ mg/L}$  以下, $\text{BOD}_5$ 、COD 去除率保持在较高水平,平均去除率  $97.5\%、93.6\%$ 。进水  $\text{BOD}_5$ 、COD 浓度的变化对去除率无太大影响,说明气浮 + SBR 组合工艺有很强的耐冲击负荷能力,适合对羽绒制品生产废水的处理。

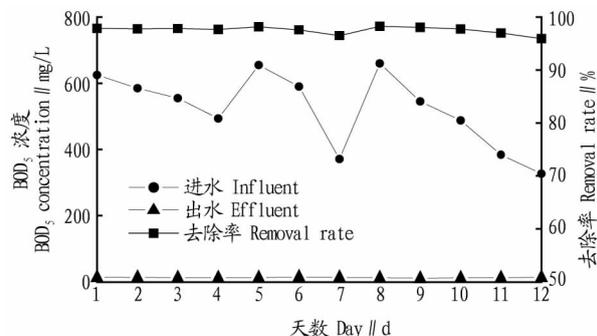
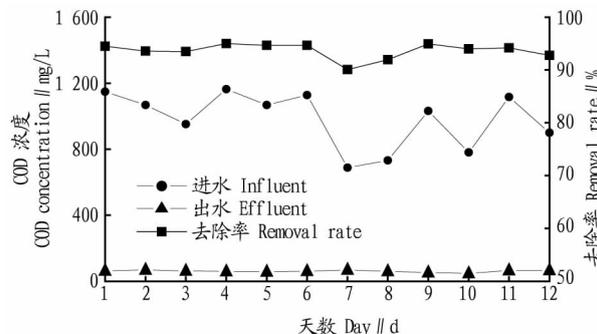
图2 气浮 + SBR 组合工艺对  $\text{BOD}_5$  的去除效率Fig.2 Removal efficiency of  $\text{BOD}_5$  by combined process of air floatation + SBR

图3 气浮 + SBR 组合工艺对 COD 的去除效率

Fig.3 Removal efficiency of COD by combined process of air floatation + SBR

**2.2 气浮 + SBR 组合工艺对  $\text{NH}_3 - \text{N}$ 、SS 的去除效率** 由图4、5可知,进水  $\text{NH}_3 - \text{N}$ 、SS 浓度分别在  $25.1 \sim 35.1$  与  $370.0 \sim 615.0 \text{ mg/L}$ ,进水负荷波动较大,但出水浓度可以分别维持在  $10.0$  与  $50.0 \text{ mg/L}$  以下, $\text{NH}_3 - \text{N}$ 、SS 去除率保持在较高水平,平均去除率分别为  $71.8\%$  与  $91.8\%$ 。进水  $\text{NH}_3 - \text{N}$ 、SS 浓度的变化对去除率的影响不大,说明气浮 + SBR 组合工艺具有很强的耐冲击负荷能力。

**2.3 气浮 + SBR 组合工艺对 LAS 的去除效率** 由图6可

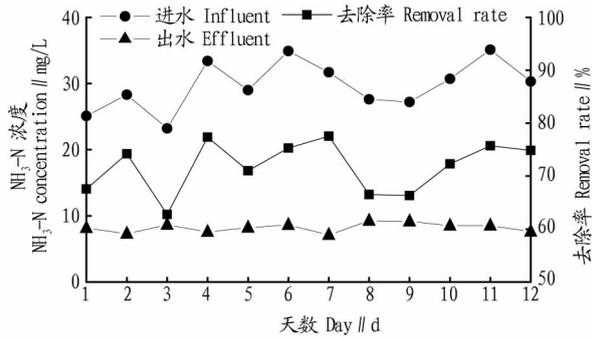


图4 气浮+SBR 组合工艺对 NH<sub>3</sub>-N 的去除效率

Fig. 4 Removal efficiency of NH<sub>3</sub>-N by combined process of air floatation + SBR

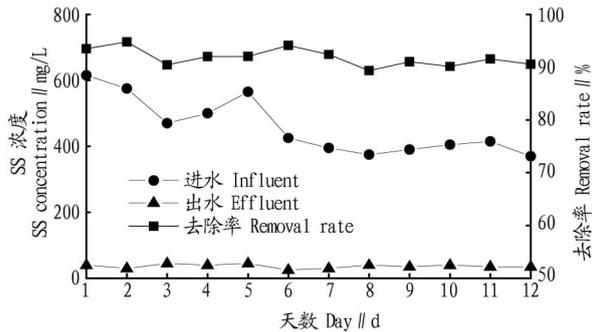


图5 气浮+SBR 组合工艺对 SS 的去除效率

Fig. 5 Removal efficiency of SS by combined process of air floatation + SBR

知,经过气浮组合工艺处理后 LAS 的平均去除率为 92.5%。进水 LAS 浓度在 23.0 ~ 40.0 mg/L,进水 LAS 浓度波动较大,但是组合工艺具有较大的抗冲击负荷能力,出水浓度能保持较高的稳定性。

**2.4 运行效果** 通过对气浮+SBR 组合工艺 1 年的运行监测,出水浓度达《羽绒工业水污染物排放标准》(GB 21901—2008)排放标准。冬季生活污水污染物浓度明显高于其他季节,但是污染物的处理效果明显未受到太大影响,这是由于冬季污水水量稍小,污水停留时间相对其他季节较长,且安徽省属于中部地区,气候温和,微生物在冬季仍能保证生物

活性,污染物去除效率不会因季节更替而发生显著变化。

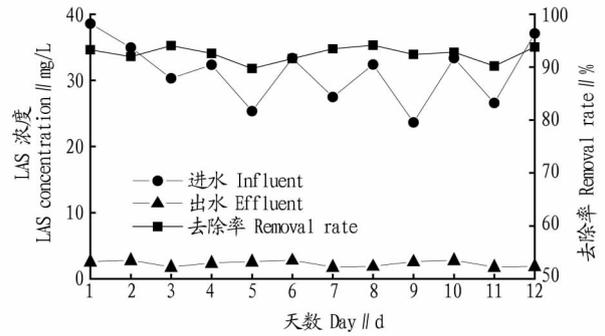


图6 气浮+SBR 组合工艺对 LAS 的去除效率

Fig. 6 Removal efficiency of LAS by combined process of air floatation + SBR

### 3 结论

(1) 采用气浮+SBR 组合工艺处理羽绒制品生产废水,对 BOD<sub>5</sub>、COD、NH<sub>3</sub>-N、SS、和 LAS 的平均去除率分别达到 97.5%、93.6%、71.8%、91.8% 和 92.5%,上述指标出水浓度能够达到《羽绒工业水污染物排放标准》(GB 21901—2008)排放标准。进水 COD、BOD<sub>5</sub>、SS、NH<sub>3</sub>-N、LAS 浓度变化对去除率影响不大,系统具有较强的抗冲击负荷能力。

(2) 采用可编程序控制器(PLC)全自动控制系统,具有自控程度高、运行设备较少、运行费用低、运行管理方便的特点,能适应我国目前技术水平相对落后及专业管理人员缺乏的现状。

### 参考文献

- [1] 宋保国,王华雄.我国出口羽绒制品的主要质量问题分析及对策研究[J].畜牧与兽医,2010,42(2):85-87.
- [2] 孙素敏,沈建.用间歇式活性污泥法处理羽绒洗涤废水[J].浙江科技学院学报,2003,15(1):33-35,39.
- [3] 陈寅生,谢尚祺,许猛,等.羽绒水洗废水完全回用处理技术及运行实例[J].环境污染与防治,2011,33(12):75-77,86.
- [4] 安沁生,张晓宁.羽绒废水的处理与回用工程实例[J].工业水处理,2015,35(6):93-95.
- [5] 北京市环境保护科学研究院.污水综合排放标准:GB 8978—1996[S].北京:中国标准出版社,1998.
- [6] 中国羽绒工业协会,环境保护部环境标准研究所.羽绒工业水污染物排放标准:GB 21901—2008[S].北京:中国环境科学出版社,2008.

(上接第 68 页)

- [22] FAN J, YAN L J, ZHANG P, et al. Effects of grass contour hedgerow systems on controlling soil erosion in red soil hilly areas, Southeast China [J]. International journal of sediment research, 2015, 30(2): 107-116.
- [23] LIN C W, TU S H, HUANG J J, et al. The effect of plant hedgerows on the spatial distribution of soil erosion and soil fertility on sloping farmland in the purple-soil area of China [J]. Soil and tillage research, 2009, 105(2): 307-312.
- [24] 陈治谏, 廖晓勇, 刘邵权. 坡地植物篱农业技术生态经济效益评价 [J]. 水土保持学报, 2003, 17(4): 125-127.
- [25] 谢庭生, 罗蕾. 紫色土丘陵侵蚀沟建植物篱自然植被恢复及水土流失特征研究 [J]. 水土保持研究, 2005, 12(5): 62-65.
- [26] 李新平, 王兆骞, 陈欣, 等. 红壤坡耕地人工模拟降雨条件下植物篱笆水土保持效应及机理研究 [J]. 水土保持学报, 2002, 16(2): 36-40.
- [27] 刘绪军, 任宪平, 杨亚娟, 等. 植物篱对黑土区坡耕地土壤蓄水性能的影响 [J]. 水土保持应用技术, 2015(4): 7-9.
- [28] LAZZARO L, OTTO S, ZANIN G. Role of hedgerows in intercepting spray

drift; Evaluation and modelling of the effects [J]. Agriculture, ecosystems and environment, 2008, 123(4): 317-327.

- [29] OTTO S, LODDO D, BALDOIN C, et al. Spray drift reduction techniques for vineyards in fragmented landscapes [J]. Journal of environmental management, 2015, 162: 290-298.
- [30] 李文华. 对中国民族生态学发展与创新的几点意见和建议 [J]. 中央民族大学学报(自然科学版), 2015, 24(4): 5-6.
- [31] 琚妍. 滇西北藏区野生食用植物的民族植物学调查 [D]. 北京: 中央民族大学, 2013.
- [32] EVERSON C S, EVERSON T M, VAN NIEKERK W. Soil water competition in a temperate hedgerow agroforestry system in South Africa [J]. Agroforestry systems, 2009, 75(3): 211-221.
- [33] 李洪文, 尹艳琼, 周晓波, 等. 云南特有野生蔬菜金雀花丰产栽培技术 [J]. 中国野生植物资源, 2008, 27(4): 63-64, 67.
- [34] 周兴魁, 孙国亮, 蔡强国. 黄土丘陵区的地理植物篱——紫藤槐 [J]. 山西水土保持科技, 1997(2): 32-34.