

doi: 10.3969/j.issn.1001-3849.2021.10.010

## 多种物化生化组合工艺处理印染电镀混合废水

计建洪<sup>1\*</sup>, 庄惠生<sup>2</sup>

(1. 江阴职业技术学院 环境与材料工程系, 江苏 江阴 214433; 2. 上海交通大学 环境科学与工程学院, 上海 200240)

**摘要:** 通过“混凝+预处理曝气+预处理沉淀+A<sup>2</sup>/O 生化法+物化”组合工艺对污水处理厂废水进行处理, 对 COD、TP、TN、NH<sub>3</sub>-N 等测定数据进行分析, 评价污水处理厂运行效果。结果表明: COD、TP、TN、NH<sub>3</sub>-N 的平均去除率分别为 97 %、96 %、70 %、97 %, 出水各项指标的平均值分别为: COD 浓度为 46 mg/L、TP 浓度为 0.06 mg/L、TN 浓度为 8 mg/L、NH<sub>3</sub>-N 浓度为 0.6 mg/L, 出水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)中的一级 A 标准要求, 在进水浓度低于设计值的情况下, 出水污染物浓度不易受进水量增加的影响。

**关键词:** 印染废水; 电镀废水; 混合废水; 组合工艺

中图分类号: X788

文献标识码: B

## Treatment for Printing and Dyeing-Electroplating Mixed Wastewater by a Variety of Physicochemical and Biochemical Combined Processes

Ji Jianhong<sup>1\*</sup>, ZHUANG Huisheng<sup>2</sup>

(1. Department of Environment and Materials Engineering, Jiangyin Polytechnic College, Jiangyin 214433, China; 2. School of Environmental Science and Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China)

**Abstract:** The combined process of "coagulation + pretreatment aeration + pretreatment sedimentation + A<sup>2</sup>/O Biochemical Method + physicochemical" was used to treat wastewater from wastewater treatment plant. The determination data of COD, TP, TN and NH<sub>3</sub>-N were analyzed to evaluate the operation effect of wastewater treatment plant. The results showed that the average removal rates of COD, TP, TN and NH<sub>3</sub>-N were 97 %, 96 %, 70 % and 97 %, respectively. The average values of effluent indexes were as follows: COD concentration was 46 mg/L, TP concentration was 0.06 mg/L, TN concentration was 8 mg/L, and NH<sub>3</sub>-N concentration was 0.6 mg/L. The effluent meets the requirements of class A standard in the Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant (GB 18918-2002). When the influent concentration was lower than the design value, the effluent pollutant concentration was not easily affected by the increase of inflow.

**Keywords:** printing and dyeing wastewater; electroplating wastewater; mixed wastewater; combined process

污水处理厂日处理能力 1 万吨, 主要处理工业 园区企业的纺织印染、电镀、金属表面处理废水、印

收稿日期: 2020-06-18

修回日期: 2020-10-12

通信作者: 计建洪, email: 260322578@qq.com

基金项目: 江苏省现代职业教育提升计划项目(2020-TSZY-B-H-02)

染废水,具有色度高、可生化性差等特点<sup>[1-3]</sup>。印染废水和电镀废水都是难处理的废水,目前的处理方法有常规的化学法、物理法、生化法及这几种的组合,简单的常规处理往往达不到要求。电镀废水与印染废水一般分开处理,本项目将两者混合处理,充分利用两者的特点,达到“以废治废”目的。将产生的500 m<sup>3</sup>/d居民生活废水和生产废水混合后经“混

凝+预处理曝气+预处理沉淀+A<sup>2</sup>/O生化法+物化”组合工艺处理后达标排放。

## 1 处理工艺

### 1.1 工艺流程

见工艺流程图1。

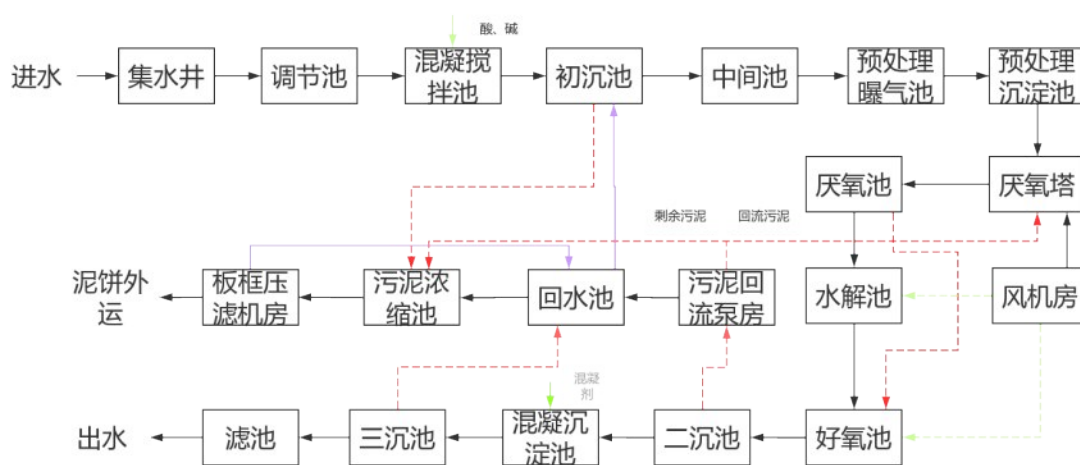


图1 污水处理厂工艺流程图

Fig. 1 Process flow of sewage treatment plant

### 1.2 工艺特点

园区企业的生产废水经出厂前的预处理后,接入该污水处理厂集水井,经格栅去除部分悬浮物后进入调节池,然后进入混凝池中和处理。将酸性电镀废水与碱性印染废水等混合处理,可以减少药剂,增强可生化性,达到“以废治废”目的。预处理曝气池中的活性污泥把部分有机物分解成小分子,废水在厌氧池进行充分降解后进入水解池,水解酸化有效提高了废水的可生化性<sup>[4]</sup>,进入到好氧池充分曝气,大部分的有机物污染物在微生物的作用下被去除。在污泥龄为15~20 d,好氧段的溶解氧(DO)应为3 mg/L,厌氧段DO小于0.2 mg/L,缺氧段DO小于0.5 mg/L,水温适中时,污染物质去除率较稳定。

## 2 主要构筑物参数

厌氧池1座,尺寸为32.0 m×10.8 m×3.5 m,有效水深3 m,停留时间(HRT)2.5 h;水解池1座,尺寸为32.0 m×10.0 m×3.5 m,有效水深3 m,HRT=2.3 h;好氧池4座,尺寸为32.0 m×8.7 m×3.5 m,有效水深3 m,HRT=8 h;滤池6座,尺寸为5 m×6 m×5 m,有效

水深4.5 m,HRT=2.8 h。底部安装曝气系统、反洗进气系统、反洗进水系统等。滤料采用球形陶粒滤料,该滤料具有比重轻、表面多微孔、孔隙率大、比表面积大等特性。上述构筑物结构均为钢砼。

## 3 运行效果分析

化学需氧量(COD)的测试方法是重铬酸钾标准法,装置采用全玻璃回流装置,总磷(TP)用钼酸铵分光光度法,主要装置是分光光度计,总氮(TN)的测试方法是碱性过硫酸钾紫外分光光度法,主要装置是紫外分光光度计,氨氮(NH<sub>3</sub>-N)的测试方法采用纳氏试剂比色法,主要装置是分光光度计,平均去除率是通过每周一次的进出水测试值计算出去除率后求平均。

根据该污水处理厂2018年7~8月期间水质COD、TP、TN、NH<sub>3</sub>-N等主要指标报表统计数据,得出该厂现状工况下对各污染物去除效果的统计分析。

### 3.1 对COD的去除效果

选取水质报表中部分COD数据,COD去除效

果见表 1。表 1 数据表明,出水 COD 稳定达标,COD 平均去除率达到 97%,在进水 COD 浓度较高条件下,污水处理厂混凝+预处理曝气+预处理沉淀+A<sup>2</sup>/O 生化法+物化组合工艺仍能有效去除废水中的 COD。说明此工艺对 COD 有较高的去除率。

表 1 COD 去除效果

Tab.1 COD removal effect

| 日期       | 进水 COD/<br>(mg·L <sup>-1</sup> ) | 出水 COD/<br>(mg·L <sup>-1</sup> ) | COD 去除率/% |
|----------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|
| 7 月 1 日  | 1364                             | 48.8                             | 96        |
| 7 月 8 日  | 892                              | 38.1                             | 96        |
| 7 月 15 日 | 1685                             | 51.0                             | 97        |
| 7 月 22 日 | 1412                             | 47.8                             | 97        |
| 7 月 29 日 | 1325                             | 48.8                             | 96        |
| 8 月 5 日  | 1524                             | 45.4                             | 97        |
| 8 月 12 日 | 1513                             | 44.0                             | 97        |
| 8 月 19 日 | 1892                             | 46.0                             | 98        |
| 8 月 26 日 | 1321                             | 49.0                             | 96        |
| 平均       | 1436                             | 46.0                             | 97        |

### 3.2 对 TP 的去除效果

选取水质报表中部分 TP 数据,TP 去除效果见表 2。表 2 表明:污水处理厂混凝+预处理曝气+预处理沉淀+A<sup>2</sup>/O 生化法+物化组合工艺除磷效果良好,厌氧区磷被释放,在好氧区磷被吸收<sup>[5]</sup>,在厌氧池和好氧池的联合作用下达到除磷目的。具体来说,聚磷菌在好氧段吸收水中的磷酸盐,在二沉池中以排放剩余污泥的方式实现磷的去除<sup>[6]</sup>。在 7~8 月,污水处理厂进水平均 TP 浓度为 1.90 mg/L,平均出水 TP 浓度为 0.06 mg/L,达到(GB 18918-2002)《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级 A 标准,TP 去除率平均为 96%。

### 3.3 对 TN 的去除效果

选取水质报表中部分 TN 数据,TN 去除效果见表 3。由表 3 可知,在 7~8 月,该厂进水平均 TN 浓度为 30 mg/L,平均出水 TN 浓度为 8 mg/L,TN 去除率为 72%,出水 TN 浓度达到排放标准,表明通过好氧和厌氧联合作用的方式可以较好地去除 TN。缺氧池硝态氮在反硝化细菌的作用下转化成了氮气,实现了脱氮。

### 3.4 对 NH<sub>3</sub>-N 的去除效果

选取水质报表中部分 NH<sub>3</sub>-N 数据,NH<sub>3</sub>-N 去除效果见表 4。该污水处理厂污水 NH<sub>3</sub>-N 平均去除率为 97%,可见该厂污水处理工艺硝化能力很强。平均进水 NH<sub>3</sub>-N 浓度为 20.1 mg/L,平均出水 NH<sub>3</sub>-N 浓度为 0.6 mg/L,达到国家标准。

表 2 TP 去除效果

Tab.2 TP removal effect

| 日期       | 进水 TP/<br>(mg·L <sup>-1</sup> ) | 出水 TP/<br>(mg·L <sup>-1</sup> ) | TP 去除率/% |
|----------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
| 7 月 1 日  | 1.02                            | 0.08                            | 92       |
| 7 月 8 日  | 2.02                            | 0.05                            | 98       |
| 7 月 15 日 | 2.31                            | 0.02                            | 99       |
| 7 月 22 日 | 2.82                            | 0.06                            | 98       |
| 7 月 29 日 | 2.00                            | 0.03                            | 99       |
| 8 月 5 日  | 2.51                            | 0.09                            | 96       |
| 8 月 12 日 | 1.00                            | 0.06                            | 94       |
| 8 月 19 日 | 2.00                            | 0.08                            | 96       |
| 8 月 26 日 | 1.00                            | 0.06                            | 94       |
| 平均       | 1.90                            | 0.06                            | 96       |

表 3 TN 去除效果

Tab.3 TN removal effect

| 日期       | 进水 TN/<br>(mg·L <sup>-1</sup> ) | 出水 TN/<br>(mg·L <sup>-1</sup> ) | TN 去除率/% |
|----------|---------------------------------|---------------------------------|----------|
| 7 月 1 日  | 28                              | 10                              | 64       |
| 7 月 8 日  | 20                              | 7                               | 65       |
| 7 月 15 日 | 44                              | 8                               | 82       |
| 7 月 22 日 | 44                              | 9                               | 80       |
| 7 月 29 日 | 19                              | 8                               | 58       |
| 8 月 5 日  | 43                              | 9                               | 79       |
| 8 月 12 日 | 25                              | 6                               | 76       |
| 8 月 19 日 | 26                              | 11                              | 58       |
| 8 月 26 日 | 21                              | 7                               | 67       |
| 平均       | 30                              | 8                               | 72       |

污水进入缺氧池后发生反硝化反应,由厌氧池废水提供碳源,由好氧池混合液回流提供硝态氮(好氧池硝化细菌首先将氨氮转化为硝态氮),在反硝化细菌作用下,硝态氮被转化为氮气,达到了去除 NH<sub>3</sub>-N 的目的,所以控制好工艺参数后该污水处理厂生化池氨氮去除率较高。

表4 NH<sub>3</sub>-N去除效果  
Tab.4 NH<sub>3</sub>-N removal effect

| 日期    | 进水 NH <sub>3</sub> -N/<br>(mg·L <sup>-1</sup> ) | 出水 NH <sub>3</sub> -N/<br>(mg·L <sup>-1</sup> ) | NH <sub>3</sub> -N 去除<br>率/% |
|-------|---|---|------------------------------|
| 7月1日  | 15.1  | 0.6   | 96                           |
| 7月8日  | 25.4  | 0.4   | 98                           |
| 7月15日 | 23.4  | 0.4   | 98                           |
| 7月22日 | 21.0  | 0.5   | 98                           |
| 7月29日 | 17.0  | 0.8   | 95                           |
| 8月5日  | 18.0  | 0.6   | 97                           |
| 8月12日 | 25.0  | 0.9   | 96                           |
| 8月19日 | 17.0  | 0.7   | 96                           |
| 8月26日 | 19.0  | 0.6   | 97                           |
| 平均    | 20.1  | 0.6   | 97                           |

## 4 结论

(1)该污水处理厂工艺运行稳定,设备运转正常,根据对该厂监测数据进行统计、分析,发现该污水厂采用的混凝+预处理曝气+预处理沉淀+A<sup>2</sup>/O生化法+物化组合工艺去除污染物效果显著,出水水质达到(GB 18918-2002)《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A排放标准。

(2)运行结果表明该污水处理厂组合工艺设计合理,对污染物去除率高,其中主要指标:COD、TP、TN、NH<sub>3</sub>-N的平均去除率分别为97%、96%、70%、97%,脱氮除磷效果良好。

(3)将电镀废水与印染废水等混合处理,达到了“以废治废”的目的。

(4)该工艺处理效果稳定,耐冲击负荷强,工艺组合合理,有一定借鉴意义。

## 参考文献

- [1] 计建洪. 印染废水处理工程应用研究[J]. 环境工程, 2005, 4(23): 16-17.  
Ji J H. Study on the application of printing and dyeing wastewater treatment engineering [J]. Environmental Engineering, 2005, 4(23): 16-17 (in Chinese).
- [2] 张桂英. 中低浓度印染废水处理工程实例[J]. 水处理技术, 2012, 38(11): 126.  
Zhang G Y. A case study on the treatment of printing and dyeing wastewater with medium and low concentration [J]. Water Treatment Technology, 2012, 38(11): 126 (in Chinese).
- [3] 计建洪. 印染废水的物化-A/O<sub>2</sub>处理[J]. 印染, 2007, 20(33): 28.  
Ji J H. Physicochemical-A/O<sub>2</sub> treatment of printing and dyeing wastewater [J]. Printing and Dyeing, 2007, 20(33): 28 (in Chinese).
- [4] 计建洪. 纺织废水处理工程改造[J]. 给水排水, 2008, 34(2): 71-72.  
Ji J H. Reconstruction of textile wastewater treatment project [J]. Water Supply and Drainage, 2008, 34(2): 71-72 (in Chinese).
- [5] 尹博涵, 黄宁俊, 王社平, 等. 城市污水处理厂运行除磷效果影响因素分析[J]. 给水排水, 2011, 47(12): 41-45.  
Yin B H, Huang N J, Wang S P, et al. Analysis of influencing factors on phosphorus removal efficiency of municipal wastewater treatment plant [J]. Water Supply and Drainage, 2011, 47(12): 41-45 (in Chinese).
- [6] 金虎子, 王韬, 杨永哲, 等. 西安市污水处理厂改良A<sup>2</sup>/O工艺的运行效果分析[J]. 中国给水排水, 2008, 24(22): 86-89.  
Jing H Z, Wang T, Yang Y Z, et al. Analysis on operation effect of improved A<sup>2</sup>/O process in xi'an sewage treatment plant [J]. China Water Supply and Drainage, 2008, 24(22): 86-89 (in Chinese).