

# A Fiber Production Wastewater Treatment Project Example

Li Huang<sup>1</sup> Lidan Li<sup>2</sup> Mingjun Li<sup>2</sup>

1. Jason Furniture Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 330114, China
2. Hangzhou Jihua Jiangdong Chemical Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 330114, China

## Abstract

The wastewater produced by a fiber company has the characteristics of high COD concentration, high total nitrogen, metal-containing antimony, etc. The design adopts the principle of mass treatment, and classificatory treatment is divided into high concentration esterification wastewater, medium concentration cleaning wastewater, spinning wastewater and domestic sewage. This paper introduces the processing flow and characteristics, main design parameters and processing effect of the system. The project operation results show that the removal effect of the system on COD, total nitrogen and metal antimony is ideal, and the effluent is better than the tertiary standard in the GB8978-1996 *Comprehensive Sewage Discharge Standard* the GB4287-2012 *Textile dyeing and finishing Industry water Pollutant Discharge Standard* and the regional sewage take-over standard. Part of the wastewater can meet the reuse water standard of the factory.

## Keywords

polyester wastewater; air flotation; MBR; metallic antimony

## 某纤维生产废水处理工程实例

黄鹂<sup>1</sup> 李荔丹<sup>2</sup> 李明军<sup>2</sup>

1. 顾家家居股份有限公司, 中国·浙江 杭州 330114
2. 杭州吉华江东化工有限公司, 中国·浙江 杭州 330114

## 摘要

某纤维公司生产废水具有COD浓度高、总氮高、含金属锑等特点, 设计采用分质处理的原则, 分高浓度酯化废水、中浓度清洗废水及纺丝废水、生活污水分类处理。论文介绍了该系统的处理流程和特点、主要设计参数及处理效果。工程运行结果表明, 该系统对COD、总氮、金属锑的去除效果理想, 出水优于GB8978—1996《污水综合排放标准》中的三级标准、GB4287—2012《纺织染整工业水污染物排放标准》及所在区域污水接管标准; 部分废水能够符合厂区回用水标准。

## 关键词

聚酯生产废水; 气浮; MBR; 金属锑

## 1 引言

中国江苏某纤维生产公司主要从事功能性聚酯纤维、聚酰胺纤维和高性能纤维生产等, 生产过程是以对苯二甲酸 (PTA) 与乙二醇、丙二醇为原料, 进行缩聚反应, 生成聚酯纤维和聚氨酯纤维等。一般而言, 聚酯废水 COD<sub>Cr</sub> 很高, 而生化性较好; 除有机物外, 聚酯废水中还有重金属元素锑。

锑为第五主族元素, 性质与砷相似, 是一种两性稀有金属, 有毒有害。锑来源于企业在酯化聚合反应时添加的含锑化合物催化剂。研究表明锑对生物和人体有慢性毒性和致癌性。

美国环保署 (usepa) 和欧盟 (eu) 分别在 1979 年和 1976 年将锑列入优先控制污染物范畴, 日本环卫厅也将其列为密切关注的污染物。GB4287—2012《纺织染整工业水污染物排放标准》未对总锑排放提出要求, 在 2015 年环境保护部发布的 gb4287—2012《纺织染整工业水污染物排放标准》修改单中, 增设“总锑”排放控制要求。

综上, 处理好此类废水并合格排放, 对行业、地区的环保具有重要的意义。

## 2 工程概况

江苏某精细化工企业生产 30000 吨阻燃纤维聚酯熔体、30000 吨生物基纤维聚酯熔体、36000 吨涤纶长丝 FDY 以及 23000 吨涤纶长丝 POY。其中生物基纤维聚酯熔体全部用于 FDY 生产, 阻燃纤维聚酯熔体全部用于 POY 和部分 FDY 生产。厂区废水量为 240m<sup>3</sup>/d, 废水中主要污染物为乙二醇、乙醛、PTA 等。

【作者简介】黄鹂 (1987—), 女, 中国河南叶县人, 本科, 工程师, 从事化工等高浓度污水、现行环保政策、上市公司环保管理等研究。

生产废水主要有高浓度酯化废水、中浓度清洗废水及纺丝废水，均进入污水处理系统。

论文介绍了污水处理系统的设计和调试运行结果，以期同类废水的达标处理提供借鉴。

### 3 设计规模及进出水水质

#### 3.1 设计规模

本项目酯化废水的设计规模为 36 m<sup>3</sup>/d，聚酯清洗废水、纺丝废水等设计规模为 84 m<sup>3</sup>/d，生活污水的设计规模为 120m<sup>3</sup>/d，合计 240m<sup>3</sup>/d。

表 1 设计回用水水质

项目	$\rho$ (COD <sub>Cr</sub> ) / (mg·L <sup>-1</sup> )	$\rho$ (BOD) / (mg·L <sup>-1</sup> )	浊度 / (NTU)	总磷 / (mg·L <sup>-1</sup> )	总氮 / (mg·L <sup>-1</sup> )	氨氮 / (mg·L <sup>-1</sup> )	SS / (mg·L <sup>-1</sup> )
出水	≤ 50	≤ 20	≤ 3	≤ 0.5	≤ 15	≤ 5	≤ 20

表 2 设计排水水质

项目	$\rho$ (COD <sub>Cr</sub> ) / (mg·L <sup>-1</sup> )	$\rho$ (BOD) / (mg·L <sup>-1</sup> )	总镉 / (mg·L <sup>-1</sup> )	总磷 / (mg·L <sup>-1</sup> )	总氮 / (mg·L <sup>-1</sup> )	氨氮 / (mg·L <sup>-1</sup> )	SS / (mg·L <sup>-1</sup> )
出水	≤ 400	≤ 180	≤ 0.05	≤ 4.5	≤ 35	≤ 25	≤ 30

### 4 废水处理工艺流程

#### 4.1 废水处理工艺选择

一般而言，聚酯废水 COD<sub>Cr</sub> 很高，生化性较好，采用厌氧预处理去除大量有机物，可有效减少占地和运行费用<sup>[1]</sup>。但综合考虑，本项目废水量较少，聚酯废水采用厌氧预处理并不合适，原因在于厌氧处理对运行管理的要求更高；厌氧工序一旦失败，恢复正常的时间很长；采用厌氧工艺需配置沼气柜、火炬等沼气收集处理设施；安全风险和管理要求增加。

因此本项目中，聚酯废水单独收集后，采用水解酸化工序增加废水的可生化性，后配入综合调节池混合后，进入好氧活性污泥等工艺处理。

聚酯清洗废水、纺丝低浓度废水、生活污水等由产生点泵送至综合调节池均质均量后进入后续处理工艺。

为确保废水达到回用要求，在末端增加 MBR 池及 RO 系统；为确保总镉达标排放，排水末端增加气浮工序。

综上所述，设计本工程废水处理工艺流程如图 1 所示。

#### 4.2 工艺说明

##### 4.2.1 聚酯废水预处理单元

酯化废水经提升泵入高浓废水混合池，调 pH 至中性后，再泵提混入水解酸化池。水解酸化池内有兼氧菌和厌氧菌，将对酯化废水中的 PTA、有机物等大分子和难降解有机物进行水解，去除部分 COD，并提高废水的可生化性，出水经一沉池沉淀去除兼氧菌和厌氧菌后，上清液混入综合调节池。

##### 4.2.2 生化处理单元

生化处理单元采用“二级好氧—MBR 工艺”。

聚酯废水进入综合调节池；聚酯清洗废水、纺丝废水

#### 3.2 设计进出水水质

本工程进水主要污染物指标为 COD，具体数据如下：

酯化废水 COD<sub>Cr</sub>: 4000mg/L，pH 为弱酸性，一般在 4~6 范围内；聚酯清洗废水、纺丝废水 COD<sub>Cr</sub> 约 1000mg/L；生活污水 COD<sub>Cr</sub> < 350mg/L。合计污水 COD 约为 1125mg/L。

本项目回用水率要求达到 67%，满足厂区循环冷却系统补充水水质要求，MBR 池出水具体指标如表 1 所示。

排放废水水质参照执行《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 中的三级标准，结合区域接管排放标准，具体指标如表 2 所示。

排入中浓废水收集池，由泵提升进入综合调节池；生活污水直排入综合调节池。生产废水与生活污水均质均量<sup>[2]</sup>。综合调节池出水，泵提升入好氧活性污泥池，其中的好氧微生物进一步分解废水中的有机物，降低污水 COD 等；混合液进二沉池进行泥水分离，出水进二级活性污泥池，在其中进一步降解 COD 等。

好氧生化处理后，由 MBR 膜代替沉淀池作用，混合液在 MBR 池进行膜分离，出水进中间水箱。

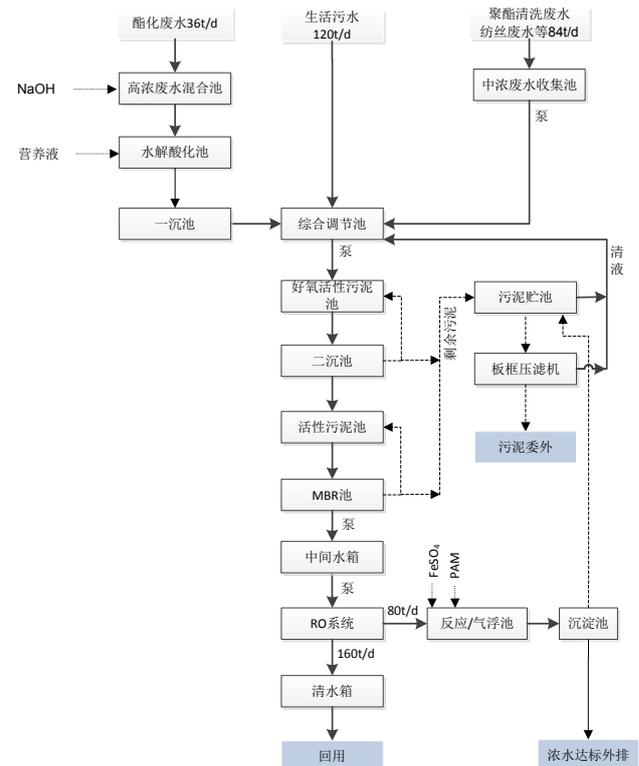


图 1 聚酯项目废水处理工艺流程图

### 4.2.3 深度处理单元

中间水箱中水由泵提进 RO 系统,产水进清水箱待回用,浓水进入浓水箱经深度处理。

RO 浓水在反应池中添加硫酸亚铁等药剂反应后经气浮池、沉淀池进行泥水分离,使浓水得到进一步净化后达标外排。

## 5 主要构筑物及设备

①高浓废水收集池。尺寸 3.1m×2.5m×4.5m,水力停留时间 20h,钢混凝土防腐(加盖)。配备 1 台折桨式搅拌机,功率为 1.1kW;1 个氢氧化钠溶加药箱,PE 材质,有效容积 1m<sup>3</sup>;2 台碱加药计量泵,泵头 PVC 材质,流量 9L/h,扬程 70m,功率 0.11kW。

②中浓废水收集池。尺寸 5.4m×3.5m×4.5m,水力停留时间 20h,钢混凝土防腐(加盖)。配备 2 台中浓废水提升泵,过流部件材质 S304,流量 3.5m<sup>3</sup>/h,扬程 12.8m,功率 1.1kW;1 台潜水搅拌机,水下不锈钢材质,功率 0.85kW。

③水解酸化池。尺寸 5.4m×7.4m×4.5m,水力停留时间 112h,钢混凝土防腐。配备 2 台潜水搅拌机,水下不锈钢材质,功率 0.85kW。

④一沉池。尺寸为 1.5 m×2.25 m×4.5 m,钢混凝土防腐,表面负荷 0.44m/h。配 1 台污泥回流泵,采用卧式离心泵,流量 1.5m<sup>3</sup>/h,扬程 8m,功率 0.55kW。

⑤综合调节池。尺寸 5.4m×7.1m×4.5m,钢混凝土防腐(加盖),停留时间 15h。配备 2 台调节池提升泵,卧式离心泵,流量 12.5m<sup>3</sup>/h,扬程 8m,功率 1.1kW;配备 1 台潜水搅拌机,水下不锈钢材质,功率 1.5kW。

⑥好氧活性污泥池。尺寸 13.7m×4.5m×4.5m,钢混凝土结构,停留时间 25.9h,容积负荷 0.82kg[COD<sub>Cr</sub>]/m<sup>3</sup>·d,耗氧量 1.0kgO<sub>2</sub>/kg[COD<sub>Cr</sub>]。配备 2 台罗茨鼓风机,风量 7.78m<sup>3</sup>/min,风压 50kPa,功率 11kW;配备 20 套可提升曝气管;1 套混合液气提装置,流量 20m<sup>3</sup>/h;1 套营养液溶加药箱,有效容积 1m<sup>3</sup>;2 台营养液加药计量泵,泵头 PVC 材质,流量 44L/h,扬程 70m,功率 0.37kW。

⑦二沉池。尺寸为 4.0 m×5.0 m×4.5 m,钢混凝土结构,表面负荷 0.5m/h。配备 1 台污泥回流泵,采用卧式离心泵,流量 12.5m<sup>3</sup>/h,扬程 8m,功率 1.1kW。

⑧二级活性污泥池。尺寸 5.0 m×6.0 m×4.5m,钢混凝土结构,停留时间 12.7h,容积负荷 0.4kg[COD<sub>Cr</sub>]/m<sup>3</sup>·d,耗氧量 1.0kgO<sub>2</sub>/kg[COD<sub>Cr</sub>]。配备 8 套可提升曝气管。

⑨ MBR 池。尺寸为 5.0 m×4.0 m×4.5 m,钢混凝土结构,污泥回流比 100%。配备 6 套 MBR 膜组件,标准处理水量 50m<sup>3</sup>/d,膜面积 130m<sup>2</sup>,600(W)×2050(L)×1840(H)mm,1.3m<sup>3</sup>(空气)/min·套;配备 1 台罗茨鼓风机,风量 7.78m<sup>3</sup>/min,风压 50kPa,功率 11kW;2 台污泥回流泵,流量 27m<sup>3</sup>/h,扬程 7m,功率 1.1kW;3 台膜出水泵,自吸泵,

流量 5.6m<sup>3</sup>/h,扬程 16m,功率 0.75kW;配备 2 台溶药箱,PE 材质,有效容积 1m<sup>3</sup>,直径 1.0m;配备 5 台加药计量泵,流量为 44L/h,扬程为 50m,功率为 0.55kW;2 台 MBR 反洗泵,卧式离心泵,流量 11m<sup>3</sup>/h,扬程 15m,功率 1.1kW。

⑩中间水箱、清水箱。各设置 1 台,尺寸均为 Φ2.3m×3.2m,容积 12m<sup>3</sup>,PE 材质。中间水箱配备 2 台增压泵,卧式离心泵,流量 12.5m<sup>3</sup>/h,扬程 32m,功率 3kW。

⑪RO 系统。进水流量 10m<sup>3</sup>/h。配备 1 套不锈钢材质 RO 膜架;15 支过滤面积 37m<sup>2</sup>/支的 RO 膜原件;3 支 RO 膜壳,FRP 材质;另配备保安过滤器、高压泵、溶加药箱、加药计量泵、清洗水箱、清洗泵等。

⑫混凝反应箱+气浮池。尺寸 4.0m×1.2m×3.5m,碳钢防腐,表面负荷 1.4m/h。配备 2 台回流泵,过流部件不锈钢,多级离心泵,流量 1.5m<sup>3</sup>/h,扬程 55m,功率 1.1kW;2 台折桨式搅拌机,水下部分 S304,桨叶转速 60r/min,N=0.75kW;4 台溶加药箱,PE 材质,有效容积 1m<sup>3</sup>;2 台硫酸亚铁加药计量泵,流量 170L/h,扬程 70m,功率 0.37kW;2 台 PAM 加药计量泵各,流量 120L/h,扬程 70m,功率 0.37kW。

⑬沉淀池。尺寸 4.0m×4.0 m×3.7m,碳钢防腐,表面负荷 2.5m/h。配备 16m<sup>2</sup>的斜管,PP 材质,斜管直径 40mm。

另配备污泥池、污泥脱水系统、污水池、事故池、综合用房等。

## 6 工程设计特点

①废水分质处理,降低处理成本及处理难度。

②部分处理后的废水回用,减少厂区的自来水用量,节约能源。

## 7 工程运行结果

工程经调试、稳定运行 3 个月后,组合处理工艺运行效果稳定,出水 COD 为 35~90mg/L,氨氮 1~12mg/L,总氮 3~30 mg/L,总磷 4~32 μg/L,出水水质均优于 GB8978—1996、GB4287—2012 及区域接管排放标准;回用水 COD 为 0~16mg/L,浊度≤0.4NTU,硬度≤4mg/L(CaCO<sub>3</sub>),全碱度≤34mg/L,TDS≤90mg/L,电导率≤81 μs/cm,总磷未检出,指标均优于回用水指标。

## 8 结语

①酯化项目废水经上述分质处理后,排水各项指标满足 GB8978—1996、GB4287—2012 及区域接管排放标准。  
②出水指标需重点关注总磷,气浮设施需关注药剂配比,确保气浮设施正常运行,加强末端控制,确保总磷达标排放。

### 参考文献

- [1] 废水卷/北京市环境保护科学研究院.三废处理工程技术手册[M].北京:化学工业出版社,2000.
- [2] 彭永臻.污泥龄与污泥膨胀及沉降性能的关系[J].中国给水排水,1996,12(4):24-25.