

工程实例

## 铁碳微电解-膜生物反应耦合工艺处理洗涤废水

潘国强, 谈伟强

(宜兴市创新环保有限公司, 江苏 宜兴 214205)

**摘要:** 针对上海某洗涤公司产生的洗涤废水,采用铁碳微电解-MBR耦合工艺进行处理。结果表明,出水COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N、SS和色度分别为34.8 mg/L、7.4 mg/L、0.33 mg/L、15 mg/L和17倍,去除率分别为91.8%、93.2%、96.0%、91.5%和86.7%。该耦合工艺对洗涤废水处理效果好,工艺运行稳定,运行费用低,出水水质达到《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923—2005)洗涤废水回用标准。

**关键词:** 洗涤废水; 铁碳微电解; 膜生物反应器

**中图分类号:** TU993 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)06-0076-04

## Coupling Process of Iron Carbon Microelectrolysis and Membrane Bioreactor for Laundry Wastewater Treatment

PAN Guo-qiang, TAN Wei-qiang

(Yixing Chuangxin Environmental Protection Co. Ltd., Yixing 214205, China)

**Abstract:** The coupling process of iron carbon microelectrolysis and membrane bioreactor was applied to treat laundry wastewater from a washing company in Shanghai. Results indicated that the effluent quality of the major pollution indicators such as COD, BOD<sub>5</sub>, NH<sub>3</sub>-N, SS and chroma was 34.8 mg/L, 7.4 mg/L, 0.33 mg/L, 15 mg/L and 17 times, with the removal efficiency of 91.8%, 93.2%, 96.0%, 91.5% and 86.7%, respectively. The coupling process was effective for laundry wastewater, and had a good operating stability and low operating cost. In addition, the effluent quality reached *The Reuse of Urban Recycling Water—Water Quality Standard for Industrial Uses* (GB/T 19923-2005).

**Key words:** laundry wastewater; iron carbon microelectrolysis; membrane bioreactor

随着我国经济的发展和人民生活水平的日益提高,面向个人、宾馆、企业等提供服装、家居用品洗涤服务规模化洗涤公司大批涌现。洗涤公司洗衣量大,用水和废水排放多,其洗涤过程产生的废水主要由油脂、合成洗涤剂、漂白剂、清洁剂以及少量细菌、大肠菌群、病毒等有害物质组成,包括洗涤废水、清洗废水和甩干废水等,其中洗涤废水约占废水总量的30%,清洗废水约占60%,甩干废水约占10%。洗涤废水未经处理排入水体后,表面活性剂等可导致水体溶解氧降低,并使水生动、植物中毒致死,其

中所含磷酸盐溶剂会引起水体富营养化,已成为重要的水质污染源。为缓解城市水资源市场的供需矛盾,人们对污水处理回收再利用的呼声日益高涨,洗涤废水新型处理技术也备受关注<sup>[1,2]</sup>。

### 1 工程概况

上海某公司洗涤废水设计总规模为800 m<sup>3</sup>/d,其中现有处理规模为300 m<sup>3</sup>/d,主要污染物来自洗涤剂和洗涤废水,具有有机物浓度变化较大、浊度较高、BOD<sub>5</sub>/COD为0.45左右、可生化性较好等特点。工程设计采用连续处理方式,现有处理能力为12.5

$\text{m}^3/\text{h}$ ,出水水质执行《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923—2005)中水回用标准,废水经处理后满足洗衣用水要求。考虑设计余量,该工程设计进、出水水质见表1。

表1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

项 目	进水	出水
COD/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$\leq 500$	$\leq 50$
BOD <sub>5</sub> /( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$\leq 120$	$\leq 10$
NH <sub>3</sub> -N/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$\leq 10$	$\leq 0.5$
SS/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$\leq 250$	$\leq 20$
pH 值	6~9	6~9
色度/倍	$\leq 200$	$\leq 30$
粪大肠杆菌/( $\text{个} \cdot \text{L}^{-1}$ )	—	$\leq 2\ 000$

## 2 工艺流程

针对洗涤废水,目前处理工艺主要有物化处理<sup>[3]</sup>、生化处理<sup>[4]</sup>、膜处理<sup>[5,6]</sup>等。物化处理工艺简单,但处理成本高、效果不理想;生化处理工艺虽然运行费用较低,但处理效果不稳定,且微生物菌群又需培养、驯化,对废水的水温也有要求。随着水处理技术的不断发展,各种废水深度处理工艺已逐步成熟,尤其是近年来膜生物技术的发展,为洗涤废水的循环利用提供了高效、经济、适用的处理方案。国内外已有大量成功运行实例,其处理后出水水质优于《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920—2002)标准,可回用作洗车、冲厕、绿化等生活杂用水<sup>[5,7]</sup>。为确保洗涤废水的出水水质,该工程采用“铁碳微电解+MBR”耦合工艺处理洗涤废水,具体工艺流程见图1。

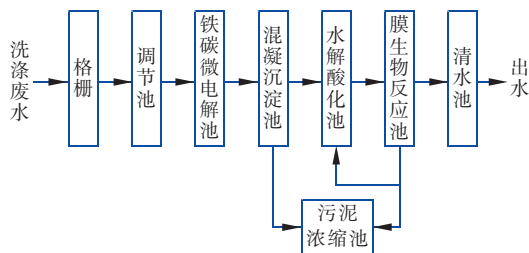


图1 洗涤废水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of laundry wastewater treatment process

洗涤废水通过格栅去除大颗粒悬浮物后进入调节池,调节池主要起均衡水质水量的作用,随后进入铁碳微电解池,去除部分COD和色度,同时提高废水的可生化性;经混凝沉淀处理后的废水进入水解酸化池发生水解、酸化反应,洗涤剂物质被降

解,膜生物反应池在曝气作用下进一步去除水中部分COD和氨氮,经清水池紫外消毒后即可达到中水回用标准。膜生物反应池中部分污泥回流至水解酸化池以提高废水生化处理效果;混凝沉淀池和膜生物反应池中污泥经污泥浓缩池浓缩压滤后外运。

## 3 主要构筑物及设计参数

① 格栅。设格栅井1座,尺寸为 $2.3\text{ m} \times 1.1\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ ,钢混结构,配备有效间隙为5 mm的格栅一台,用于去除废水中短纤维和部分悬浮物,以防止泵的阻塞。

② 调节池。半地下式钢混结构,尺寸为 $12.5\text{ m} \times 11.0\text{ m} \times 4.5\text{ m}$ ,有效水深为4.0 m,总有效容积为 $550\text{ m}^3$ ,水力停留时间为16.5 h。调节池用于调节废水水质和水量,确保水质均匀。

③ 铁碳微电解池。半地下式钢混结构,总有效容积为 $100\text{ m}^3$ ,水力停留时间为3.0 h。铁碳微电解池用于去除部分COD和色度,同时提高废水可生化性。

④ 混凝沉淀池。铁碳微电解池出水进入混凝沉淀池进行混凝沉淀,将废水中含有的少量绒毛、污泥等沉降,上清液进入后续水解酸化池。混凝沉淀池为半地下式钢混结构,尺寸为 $10.0\text{ m} \times 5.0\text{ m} \times 4.5\text{ m}$ ,有效水深为4.0 m,总有效容积为 $200\text{ m}^3$ ,水力停留时间为6 h。配备污泥泵、潜污泵各2台(1用1备), $Q=34\text{ m}^3/\text{h}$ , $H=100\text{ kPa}$ , $P=2.2\text{ kW}$ 。

⑤ 水解酸化池。设置水解酸化池对废水中有机物进一步降解。水解酸化池为半地下式钢混结构,尺寸为 $5.0\text{ m} \times 5.0\text{ m} \times 4.5\text{ m}$ ,有效水深为4.0 m,总有效容积为 $100\text{ m}^3$ ,反应停留时间为3 h。池中填充弹性填料,填充密度为70%,填料上方距水面高度为0.5 m,下方距池底0.5 m。

⑥ 膜生物反应池。经过水解酸化池处理后还不能彻底降解的污染物质,进入膜生物反应池进行深度处理,保证出水稳定达标排放或回用。膜生物反应池为半地下式钢混结构,尺寸为 $10.0\text{ m} \times 5.0\text{ m} \times 4.5\text{ m}$ ,有效水深为4.0 m,总有效容积为 $200\text{ m}^3$ ,水力停留时间为6 h。膜生物反应池设置8组平板膜组件,共1 200片面积为 $1.5\text{ m}^2$ 的平板膜元件;采用鼓风曝气,盘式橡胶曝气单个服务面积为 $0.5\text{ m}^2$ ;配备膜抽吸泵2台、污泥泵2台、风机2台、膜清洗装置1套。

⑦ 污泥浓缩池。污泥浓缩池用于存储混凝沉

淀池和膜生物反应池的剩余污泥,地上式钢混结构,尺寸为5.0 m×5.0 m×4.5 m,有效水深为4.0 m,总有效容积为100 m<sup>3</sup>。污泥经压滤后,泥饼由环卫车辆外运,上清液回流至水解酸化池。

#### 4 运行效果及经济分析

该公司洗涤废水经过铁碳微电解-MBR工艺处理后,出水水质如表2所示。由表2可知,该工艺

对洗涤废水的主要污染指标COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N、SS及色度等去除效果较好,相应出水指标分别为34.8 mg/L、7.4 mg/L、0.33 mg/L、15 mg/L和17倍,相应去除率分别为91.8%、93.2%、96.0%、91.5%和86.7%,出水水质符合《城市污水再生利用工业用水水质》(GB/T 19923—2005)洗涤废水回用标准。

表2 实际处理效果

Tab.2 Actual treatment effect

项 目	COD/ (mg·L <sup>-1</sup> )	BOD <sub>5</sub> / (mg·L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/ (mg·L <sup>-1</sup> )	SS/ (mg·L <sup>-1</sup> )	色度/ 倍	pH 值	总大肠菌群/ (个·L <sup>-1</sup> )
进水	423.8	108.5	7.85	176	128	8.8	2.7×10 <sup>6</sup>
调节池	413.6	105.1	7.80	152	115	6.5	2.1×10 <sup>6</sup>
铁碳微电解池	220.3	45.7	6.41	55	48	7.1	1.0×10 <sup>6</sup>
混凝沉淀池	110.7	35.0	6.25	41	35	7.8	4.8×10 <sup>5</sup>
水解酸化池	78.2	21.8	5.83	36	31	7.3	1.7×10 <sup>5</sup>
膜生物反应池	35.6	7.4	0.35	15	18	7.5	≤2 000
出水	34.8	7.4	0.33	15	17	7.5	≤2 000

本工程总投资为186万元,其中土建费用为83.8万元,设备及其他费用共计102.2万元。实际运行功率为40.42 kW,电价按0.58元/(kW·h)计算,电机功率因数为0.75,电费为0.49元/m<sup>3</sup>;药剂包含pH调节药剂、混凝剂和污泥脱水剂,约为160元/d,药剂成本为0.20元/m<sup>3</sup>;操作工2人,人均工资3 000元/(月·人),人工成本为0.25元/m<sup>3</sup>。废水处理总运行费用为0.94元/m<sup>3</sup>。根据工程实际运行情况,出水水质可达到洗涤用水回用标准。按照当地商业用水价格为2.8元/m<sup>3</sup>、回用水处理成本为1.0元/m<sup>3</sup>计,则每回用一吨水可节省用水成本1.8元,同时还可节省相应的废水处理费用,经济效益可观。

#### 5 结论

采用铁碳微电解+MBR耦合工艺处理洗涤废水,具有占地面积小、投资成本低、处理效果好、运行费用低、工艺运行稳定等优点。洗涤废水经处理后COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N、SS及色度等主要污染指标分别为34.8 mg/L、7.4 mg/L、0.33 mg/L、15 mg/L和17倍,出水水质符合《城市污水再生利用工业用水水质》(GB/T 19923—2005)洗涤废水回用标准。

#### 参考文献:

[1] 张军臣,胡晓东,石云峰. BCO+BAF工艺深度处理洗

涤剂废水[J]. 环境工程学报,2015,9(5):2331-2336.

Zhang Junchen, Hu Xiaodong, Shi Yunfeng. Advanced treatment of detergent wastewater by BCO and BAF process [J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2015,9(5):2331-2336(in Chinese).

[2] 张云霞,邢国平,朱文亭,等. 膜生物反应器处理洗浴废水的中试研究[J]. 中国给水排水,2003,19(11):49-51.

Zhang Yunxia, Xing Guoping, Zhu Wenting, et al. Pilot-scale study on membrane bioreactor for treatment of bathing wastewater[J]. China Water & Wastewater, 2003, 19(11):49-51(in Chinese).

[3] 任百祥,刘伟,王冬婉. 超声-Fenton氧化法处理洗涤废水的研究[J]. 吉林师范大学学报:自然科学版,2015,(3):101-104.

Ren Baixiang, Liu Wei, Wang Dongwan. Research on degradation of detergent wastewater by ultrasonic-Fenton process[J]. Journal of Jilin Normal University: Natural Science Edition, 2015, (3):101-104(in Chinese).

[4] 王晶. Fenton/UASB/生化工艺处理衣物洗涤用芳香颗粒废水[J]. 中国给水排水,2016,32(22):78-81.  
Wang Jing. Treatment of laundry aromatic particles production wastewater by Fenton/UASB/biochemical process [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(22):78-81(in Chinese).

(下转第84页)