

超滤 + UASB + 接触氧化组合工艺处理乳化液废水

姜鑫¹, 黄天寅^{1,2,3}, 李晓峰¹, 李雁鹏¹, 崔贤程¹

(1. 苏州科技大学 环境科学与工程学院, 江苏 苏州 215009; 2. 江苏省水处理技术与材料协同创新中心, 江苏 苏州 215009; 3. 江苏省环境科学与工程重点实验室, 江苏 苏州 215009)

摘要: 采用 pH 调整槽 + 超滤 + UASB + 接触氧化组合工艺处理乳化液废水, 处理规模为 60 m³/d。工程运行结果表明, 当原水 COD、SS、石油类质量浓度分别约为 50 000、1 000、20 000 mg/L 时, 出水 COD、SS、石油类浓度分别降至 405、27、16 mg/L 左右, 达到设计出水要求, 满足《污水综合排放标准》(GB 8978—1996) 三级排放标准, 有利于后续污水处理厂的进一步处理。

关键词: 乳化液废水; 超滤; 气浮; UASB; 接触氧化

中图分类号: TU993 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)22-0100-04

Treatment of Emulsion Liquid Wastewater by a Combined Process of Ultrafiltration/UASB/Contact Oxidation

JIANG Xin¹, HUANG Tian-yin^{1,2,3}, LI Xiao-feng¹, LI Yan-peng¹, CUI Xian-cheng¹

(1. School of Environmental Science and Engineering, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215009, China; 2. Jiangsu Collaborative Innovation Center of Technology and Material of Water Treatment, Suzhou 215009, China; 3. Jiangsu Key Laboratory of Environmental Science and Engineering, Suzhou 215009, China)

Abstract: The combined process of pH adjustment tank, ultrafiltration, UASB, contact oxidation was used to treat emulsion liquid wastewater, with the capacity of 60 m³/d. The result of the project operation showed that when the influent concentrations of COD, SS and petroleum were about 50 000 mg/L, 1 000 mg/L and 20 000 mg/L respectively, the effluent concentrations of COD, SS and petroleum were reduced to 405 mg/L, 27 mg/L and 16 mg/L respectively. The effluent quality not only met the design effluent requirements, but also met the third level of *Integrated Wastewater Discharge Standard* (GB 8978-1996), which benefited the subsequent further treatment of the wastewater treatment plant.

Key words: emulsion liquid wastewater; ultrafiltration; air floatation; UASB; contact oxidation

废乳化液主要来自机械加工的零部件表面清洗、润滑、切削、磨床等过程, 其具有乳化液和烃水混合物的特点。由于乳化液中含有大量的表面活性剂和改性添加剂, 其废水往往具有极强的化学稳定性

和高的有机污染负荷率。针对乳化液废水的处理, 主要是设法减弱或破坏其稳定性, 以利于后续单元的处理^[1]。目前, 国内外对于乳化液废水主要有化学混凝、电凝聚、高级氧化、超滤以及生化法等处理

技术^[2,3]。由于乳化液废水成分较为复杂,采用单一的处理方法往往无法满足稳定排放要求^[4]。实际应用中,通常将几种方法组合形成多级处理工艺^[5],以使出水水质达到排放标准。

江苏常州武进区域内乳化液废水达到 $6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$,而目前该区域内对该废水的处理能力仅为 $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$,因此需新建一座处理规模为 $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 的废乳液处理工程,通过对现场水质进行详细分析,并结合工艺对比,最终采用 pH 调整槽+超滤+UASB+接触氧化组合工艺处理乳化液废水,该工程于 2016 年 6 月投入运行,各项出水水质均满足《污水综合排放标准》(GB 8978—1996) 三级排放标准。

1 废水水质及工艺流程

1.1 废水水质

乳化液废水来自机械加工企业定期更换或产生的废乳化液、切削液、磨削液;金属表面处理的含油废水;金属压延加工过程中的乳化液、润滑油;电子行业元器件表面清洗的含油废水;机械零部件超声波清洗废液,但禁止收集含 N、P 的清洗废液;其他行业生产工艺过程中产生的危废编号为 HW09 类的废弃油/水、烃/水混合物或乳化液,但禁止收集化工企业油/水、烃/水混合物以及其他行业产生的含 N、P 的油/水、烃/水混合物。

本工程废乳化液处理能力为 $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$,设计处理能力为 $60 \text{ m}^3/\text{d}$,设计进、出水水质见表 1。废乳化液除油后经生化处理,出水水质需达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996) 的三级排放标准,再接入区域污水厂处理。

表 1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design quality of influent and effluent

项 目	COD/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	SS/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	石油类/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	pH 值
进水	$\leq 50\,000$	$\leq 1\,000$	$\leq 20\,000$	6~9
出水	500	400	20	6.5~9.0

1.2 处理工艺

污水处理工艺的选择应根据进出水水质要求、占地面积、工程投资、运行成本等多种因素进行综合考虑。乳化液废水一般先经过破乳、膜分离、生化处理 3 个环节,处理达标后接入该区域污水处理厂进一步处理。通过对乳化液废水水质水量的分析,并结合工艺对比,最终采用 pH 调节池+超滤+UASB+接触氧化组合工艺,工艺流程如图 1 所示。

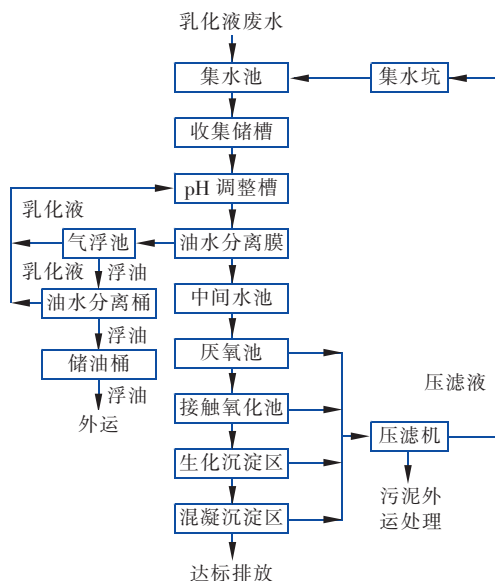


图 1 乳化液废水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of emulsion liquid wastewater treatment process

① 收集储罐+ pH 调整槽+超滤系统

乳化液废水经过汽车运输至处理点,进入乳化液收集储罐,再通过水泵提升至 pH 值调整槽,在 pH 调整槽加入硫酸调节 pH 至酸性 (pH 值约为 4),使乳化液彻底破乳。pH 调整槽内的废水通过水泵提升进超滤系统,实现油水分离。超滤系统的浓缩液泵入气浮池,通过气浮实现油水分离,上层油相进入油水分离桶,静置后上层油相含水率 $< 0.5\%$ 。分离下层废水进入 pH 调整槽,上层废矿物油进入储油桶,外运交有资质的单位最终处置。

② UASB+接触氧化池

厌氧处理采用 UASB 反应器,废水进入 UASB 之前需进行温度控制。UASB 由污泥反应区、气液固三相分离器 (包括沉淀区) 和气室三部分组成。在底部反应区内存留大量厌氧污泥,具有良好沉淀和凝聚性能的污泥在下部形成污泥层。废水从厌氧污泥床底部流入与污泥进行混合接触,污泥中的微生物分解污水中的有机物,生成沼气。接触氧化池内设置填料,通过鼓风机曝气为池内微生物提供充足的溶解氧。

③ 二沉池+混凝沉淀池

设置二沉池,使接触氧化池的泥水得到有效的分离。二沉池后面设置混凝沉淀,加入混凝剂进一步去除废水中的 SS,以保证出水达标。

④ 压滤系统

UASB、接触氧化池、生化沉淀区(二沉池)及混凝沉淀池的污泥排入污泥浓缩槽,为达到更好的压滤效果,在浓缩污泥中加入PAM,再经污泥压滤机压滤,上清液及压滤液回流至调节池,污泥外运。

2 主要构筑物及设备参数

2.1 废水处理

① 集水池。1套,池体结构为Q235+环氧树脂防腐,尺寸为 $\varnothing 1\,000\text{ mm} \times 3\,000\text{ mm} \times 1\,000\text{ mm}$,配套提升泵2台,1用1备, $Q=30\text{ m}^3/\text{h}$, $H=120\text{ kPa}$, $N=3\text{ kW}$ 。

② 收集储槽。4座,池体结构为Q235+环氧树脂防腐,尺寸为 $\varnothing 5\,000\text{ mm} \times 7\,500\text{ mm}$,配套提升泵2台,1用1备, $Q=135\text{ L}/\text{min}$, $H=150\text{ kPa}$, $N=1.1\text{ kW}$ 。

③ pH调整槽。1座,PE材质,尺寸为 $\varnothing 2\,250\text{ mm} \times 3\,100\text{ mm}$,配套提升泵2台,1用1备, $Q=135\text{ L}/\text{min}$, $H=150\text{ kPa}$, $N=1.1\text{ kW}$;pH在线检测仪1台。

④ 油水分离膜系统。1套, $Q=60\text{ m}^3/\text{d}$,配套膜化学清洗泵1台, $Q=135\text{ L}/\text{min}$, $H=150\text{ kPa}$, $N=1.1\text{ kW}$;膜反洗泵1台, $Q=135\text{ L}/\text{min}$, $H=200\text{ kPa}$, $N=1.1\text{ kW}$ 。

⑤ 气浮系统。1座,Q235+环氧树脂防腐结构,尺寸为 $\varnothing 4\,000\text{ mm} \times 5\,000\text{ mm}$,配套空压机1台, $Q=0.1\text{ m}^3/\text{min}$, $N=0.75\text{ kW}$;储气筒1套,容量为 0.1 m^3 ;溶气水泵1台, $Q=4\text{ m}^3/\text{h}$, $H=200\text{ kPa}$, $N=2.2\text{ kW}$ 。

⑥ 油水分离桶。1座,Q235+环氧树脂防腐结构,尺寸为 $\varnothing 4\,000\text{ mm} \times 4\,000\text{ mm}$ 。

⑦ 储油桶。1座,Q235+环氧树脂防腐结构,配套储油桶提升泵2台,1用1备, $Q=230\text{ L}/\text{min}$, $H=15\text{ kPa}$, $N=1.5\text{ kW}$ 。

⑧ 中间水池。1座,PE材质,尺寸为 $\varnothing 2\,250\text{ mm} \times 3\,100\text{ mm}$,配套中间水池I提升泵2台,1用1备, $Q=230\text{ L}/\text{min}$, $H=150\text{ kPa}$, $N=1.5\text{ kW}$;pH在线检测仪1台。

⑨ UASB池。1座,Q235+环氧树脂防腐结构,尺寸为 $\varnothing 5\text{ m} \times 9\text{ m}$,配套回流泵2台,1用1备, $Q=230\text{ L}/\text{min}$, $H=150\text{ kPa}$, $N=1.5\text{ kW}$ 。

⑩ 接触氧化池。1座,Q235+环氧树脂防腐结构,尺寸为 $\varnothing 5\,000\text{ mm} \times 6\,000\text{ mm}$,配套组合填料

1套;微孔曝气器1套;鼓风机2台,1用1备, $Q=4\text{ m}^3/\text{min}$, $P=60\text{ kPa}$, $N=7.5\text{ kW}$ 。

⑪ 二沉池。1座,Q235+环氧树脂防腐结构,表面负荷为 $1.0\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,配套沉淀区回流泵1台, $Q=135\text{ L}/\text{min}$, $H=150\text{ kPa}$, $N=1.1\text{ kW}$ 。

⑫ 混凝沉淀池。1座,Q235+环氧树脂防腐结构,尺寸为 $\varnothing 2\,500\text{ mm} \times 4\,000\text{ mm}$ 。

⑬ 应急水池。1座,Q235+环氧树脂防腐结构,尺寸为 $\varnothing 4\,000\text{ mm} \times 4\,000\text{ mm}$,配套应急池提升泵1台, $Q=135\text{ L}/\text{min}$, $H=150\text{ kPa}$, $N=1.1\text{ kW}$ 。

⑭ 地下集水坑。1座,钢混+环氧树脂防腐结构,尺寸为 $1\,000\text{ mm} \times 1\,000\text{ mm} \times 600\text{ mm}$,配套地下集水坑提升泵1台, $Q=135\text{ L}/\text{min}$, $H=150\text{ kPa}$, $N=1.1\text{ kW}$ 。

2.2 污泥处理

压滤机1台,压滤面积为 20 m^2 ,配套隔膜泵1台;空压机1台,流量为 $1\text{ m}^3/\text{min}$ 。

2.3 加药系统

设加药系统1套,配套加药计量泵9台,5用4备, $N=0.25\text{ kW}$;加药桶5个;加药桶搅拌机5台, $N=0.75\text{ kW}$ 。

3 处理效果及经济效益

3.1 处理效果

该工程自2016年6月开始投入运营,经过3个月的调试运行,进、出水水质达到设计要求,连续运行24个月,系统各单元均运行正常。各主要单元进、出水水质指标均值见表2。

表2 主要工艺单元出水水质平均值

Tab. 2 Average effluent quality of the main process units

工艺单元	项 目	COD	石油类	SS
油水分离系统	进水浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	50 000	20 000	1 000
	出水浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	7 500	200	150
	去除率/%	85	99	85
UASB	进水浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	7 500	200	150
	出水浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	1 500	40	120
	去除率/%	80	80	20
接触氧化池、二沉池	进水浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	1 500	40	120
	出水浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	450	16	30
	去除率/%	70	60	80
混凝沉淀池	进水浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	450	16	30
	出水浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	405	16	27
	去除率/%	10	0	10

由表2可知,该工艺对COD、石油类、SS的总去

除率分别为99.9%、99.9%和97.3%左右,长期运行效果良好,出水水质达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的三级排放标准。

3.2 经济效益

该工程总投资约600万元,其中设备和安装费占78%,工艺设计费和调试费占8%,其余为管理费和利润。按工程处理水量为 $60\text{ m}^3/\text{d}$ 计算,日常运行成本约为 $12.1\text{ 元}/\text{m}^3$,其中电费 $3.5\text{ 元}/\text{m}^3$ 、药剂费 $1.8\text{ 元}/\text{m}^3$ 、人工费 $6.8\text{ 元}/\text{m}^3$,不含设备折旧费。

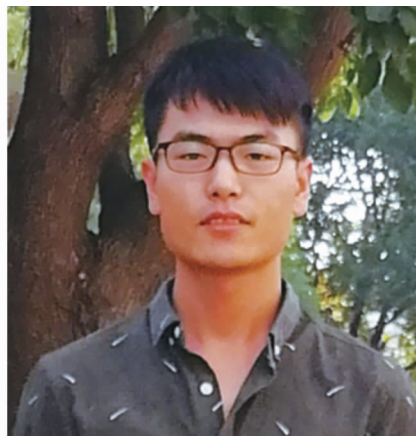
4 结论

实践表明,采用pH调整槽+超滤+UASB+接触氧化组合工艺处理规模为 $60\text{ m}^3/\text{d}$ 的高浓度乳化液废水,运行效果良好。其中超滤系统和气浮池有效减轻了后续处理单元负荷,UASB厌氧工艺提高废水的可生化性,有利于后续单元的好氧处理,对原水COD、石油类、SS的总去除率分别为99.9%、99.9%和97.3%左右,出水水质达到设计出水要求,满足《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的三级排放标准,有利于后续该区域污水厂的进一步处理。

参考文献:

- [1] 王志强,李黎,陈文清. 乳化液废水处理技术的综述研究[J]. 工业水处理,2012,32(9):6-9.
Wang Zhiqiang, Li Li, Chen Wenqing. Study on the treatment technologies of emulsion liquid wastewater [J]. Industrial Water Treatment, 2012, 32(9): 6-9 (in Chinese).
- [2] 蒲维肖,刘丹丹,王志强,等. 加热酸化-Fenton氧化处理乳化液废水[J]. 环境工程学报,2013,7(10):4027-4031.
Pu Weixiao, Liu Dandan, Wang Zhiqiang, et al. Treatment of emulsion wastewater with heating and acidification-Fenton oxidation[J]. Chinese Journal of Environment Engineering, 2013, 7(10): 4027-4031 (in Chinese).

- [3] 唐国平,陈德超,黄振旭,等. 废矿物油、废乳化液废水处理工程实例[J]. 水处理技术,2017,(4):128-130.
Tang Guoping, Chen Dechao, Huang Zhenxu, et al. Treatment engineering project of waste mineral oil and emulsion wastewater [J]. Technology of Water Treatment, 2017, (4): 128-130 (in Chinese).
- [4] 黄春林,卢智昊. 金属加工乳化液废水处理工程实例[J]. 工业水处理,2018,38(5):102-104.
Huang Chunlin, Lu Zhihao. Case study on the treatment of wastewater containing metal processing emulsion [J]. Industrial Water Treatment, 2018, 38(5): 102-104 (in Chinese).
- [5] 林明,张石伟,李京军,等. 机械加工过程产生含油污水的组合处理技术研究[J]. 环境工程,2010,28(5):1-4.
Lin Ming, Zhang Shiwei, Li Jingjun, et al. Research on combination technique of oil-containing wastewater from machine process [J]. Environment Engineering, 2010, 28(5): 1-4 (in Chinese).



作者简介:姜鑫(1991-),男,安徽淮南人,硕士研究生,主要研究方向为污水处理与回用。

E-mail:1300296877@qq.com

收稿日期:2018-04-27