

石油化工废水回用试验研究

李善仁,高廷耀,夏四清,汪海峰
(同济大学环境科学与工程学院,上海 200092)

摘 要:以上海石化股份公司水质净化厂二级处理出水为处理对象,采用悬浮填料生物膜法、混凝沉淀、快速砂滤和
低压电场杀菌工艺,获得了很好的试验效果,COD_{cr}的平均去除率达 50.0%,NH₃-N 达 86.5%,SS 达 93.7%,杀菌率高
达 99%以上,出水水质完全达到回用水的标准。
关键词:石油化工废水,污水回用,悬浮填料生物膜法,低压电场杀菌
中图分类号:X742 文献标识码:A 文章编号:1001-2141(2002)04-0035-03

Study on the Treatment of Petrochemical Wastewater for Water Reuse

Li Shanren,Gao Tingyao,Xia Siqing,Wang Haifeng

(School of Environmental Science and Engineering,Tongji University,Shanghai 200092)

Abstract:The combined processes of suspended carrier biofilm process,coagulation/flocculation,settling,rapid sand
filter and microelectrolytic disinfection were used in the advanced treatment of the secondary treatment effluent from
wastewater treatment plant in Shanghai Petrochemical Share Co.Ltd.Results showed that the removal rate of 50.0% for
COD_{cr} 86.5% for NH₃-N,93.7% for SS,more than 95% for the death of microorganisms,respectively,had been ob-
tained and the effluent from the last process completely came to the standard of water reuse.

Key words:Petrochemical wastewater,Water reuse,Suspended carrier biofilm process,Microelectrolytic disinfec-
tion.

引言

上海石化股份公司水质净化厂采用的工艺流程
为:进水→机械格栅→曝气沉砂池→推流式曝气池→
辐流式二沉池→配水井→三槽式氧化沟→出水,二级
处理出水为 15×10⁴m³/d,且出水水质良好,特别是四
期工程投入试运行以来,出水达标率 100%,即使在 1
~2 月份的低温条件下,出水的主要污染物指标为:
BOD₅<20mg/l,COD_{cr}<95mg/l,NH₃-N<15mg/l,
SS<100mg/l,均达到国家排放标准。各水质指标一年
内(1999 年 7 月~2000 年 6 月)波动范围与回用水标
准的比较见表 1。

表 1 各水质指标一年内波动范围与回用水标准的比较表

水质指标	波动范围(mg/l)	回用水标准(mg/l)
COD _{cr}	37.2~99.9	≤50
氨氮	0.26~16.4	≤5
BOD ₅	1.59~23.5	≤5
SS	2.00~143.0	≤10

收稿日期:2001-07-09
作者简介:李善仁(1977-),男,安徽明光市人,同济大学环境学院 99
级研究生,研究方向为水污染防治。

这么多的优质出水本来经过适当处理即可回用于工
业生产,但因白白流失而造成巨大的浪费。为此,上海
石化股份有限公司委托我们开展了水质净化厂出水回
用的试验研究。

1 试验的研究目的和采用的工艺流程

1.1 试验的研究目的

本研究旨在针对该公司的水质特点,设计、建立一
套试验装置,以上海石化水质净化厂的出水为进水,寻
找合适的处理工艺和工艺参数,使出水水质达到回用
于生产的标准;考察、研究试验装置中每一工序对污染
物的去除效果和去除率、确保实验装置高效、稳定运
行,为以后的中试研究和工程实践提供技术依据和设
计参数。如将研究成果应用于上海石化股份公司水质
净化厂的出水回用工程,可带来非常可观的经济效益,
更重要的是,由于增加了新水源,一方面可避免因缺水
而影响工业正常生产,另一方面可减少排入天然水体的
污水量,具有深远的社会效益和社会效益。

1.2 试验采用的工艺流程

试验采用的工艺流程见图 1:

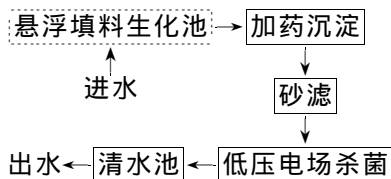


图1 试验采用的工艺流程

注:虚框线表示根据进水水质的实际情况,该工序可超越。

本工艺对 COD_{cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效果与进水水质密切相关,其技术关键是悬浮填料生物膜法、快速砂滤和微电解杀菌工艺,是保证实验装置出水 COD_{cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和卫生学指标达到回用标准的关键。

2 各工序的试验研究与结果分析

2.1 悬浮填料生物处理试验

2.1.1 试验流程与方法

悬浮填料生物处理试验所采用的试验流程见图2:

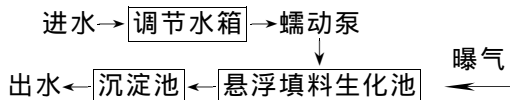


图2 悬浮填料生物处理试验流程

悬浮填料采用的是同济大学城市污染控制国家工程研究中心研制开发的专利产品^[1],其物理特性为:成分,改性聚丙烯;堆积系数,8000个/ m^3 ;比表面积,286.3 m^2/m^3 ;比重,约为1000 kg/m^3 ;形状,空心柱形、内有多重叶瓣;质地,表面略粗糙、硬质;规格, $\varnothing 50 \times 50\text{mm}$ 。

生化池内悬浮填料的投加率为50%,实际生化反应时间为2~3h,用蠕动泵控制流量,驯化培养两个多星期,待挂膜成熟后,取进出水加以测试分析,探索悬浮填料生物膜法对氨氮和 COD_{cr} 的去除效果的影响。

2.1.2 试验结果及分析

悬浮填料生物膜法处理的试验结果见图3、图4和图5:

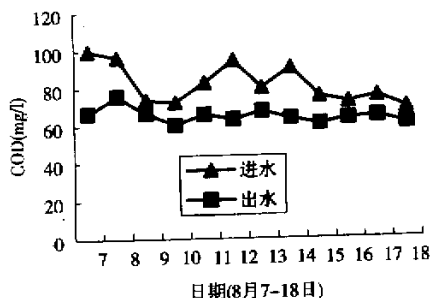
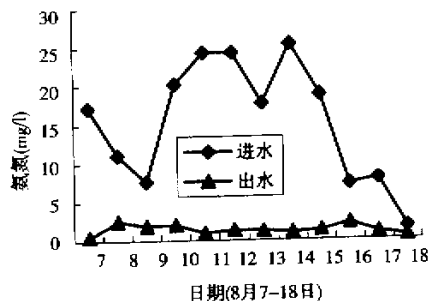
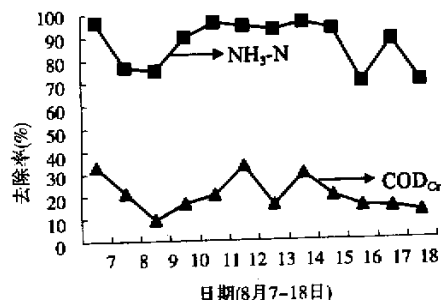
图3 悬浮填料生化池进出水中的 COD_{cr} 

图4 悬浮填料生化池进出水中氨氮

从图3、图4和图5可以看出高效悬浮填料生物膜法对氨氮和 COD_{cr} 的去除效果比较理想,氨氮进水浓度在10~25 mg/l 的情况下,出水基本保持在2 mg/l 以下,完全可以达到回用水 $\text{NH}_3\text{-N} \leq 5\text{mg}/\text{l}$ 的标准,平均去除率达86.5%。 COD_{cr} 进水在70~100 mg/l 间,出水可基本保持在65 mg/l 以下,平均去除效率为20%,待与后续工序结合后,即可使出水 COD_{cr} 达到小于50 mg/l 的回用标准。

图5 悬浮填料生物膜法对氨氮和 COD 的去除率

2.2 混凝—砂滤试验

2.2.1 试验流程和方法

试验流程如图6所示:

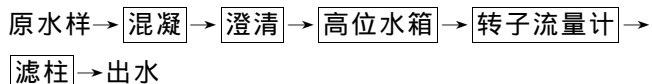


图6 混凝—砂滤试验流程

实验方法为:混凝实验,快搅30s,慢搅5min,静置20min,PAM投加量为0.2 mg/l ,投加点为反应时间1min。取上清液进行砂滤试验,考察滤速和过滤时间对浊度去除效果的影响。

2.2.2 试验结果及分析

混凝—砂滤的试验结果见图7和图8:

从图7可以看出混凝—砂滤工序对浊度的去除效果很好,尤其是混凝对浊度的去除很显著,从12.1、20.1、34.7 NTU 分别降到了4.2、3.0、4.4 NTU 。砂滤可以对浊度进一步地去除,这有利于后续的杀菌工序,

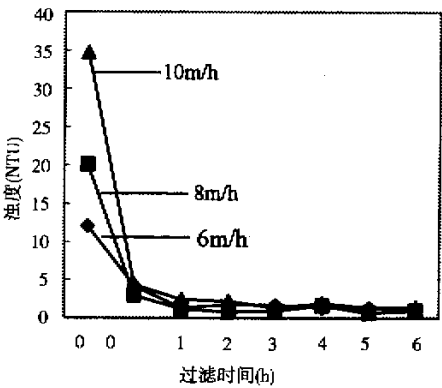


图 7 不同滤速条件下剩余浊度随时间的变化

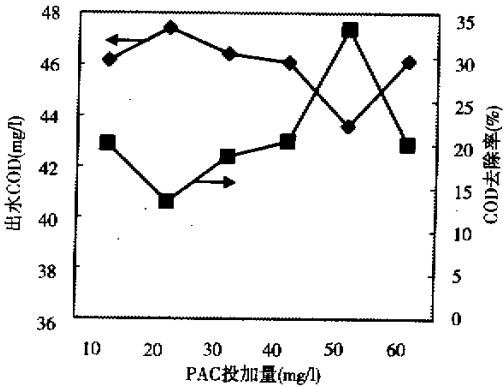


图 8 混凝沉淀对 COD_{cr} 的去除率

但剩余浊度随滤速的变化趋势不明显,总的平均去除率达 93.7%。因此通过混凝和砂滤完全可以使浊度,注:图 7 中横坐标第一个 0 对应的纵坐标为原水的浊度,第二个 0 对应的纵坐标为混凝出水的浊度,PAC 的投加量为 20mg/l(以 Al₂O₃ 计)。图 8 中进水 COD_{cr} 为 60.9mg/l。SS 指标达到回用水的标准。图 8 表明进水 COD_{cr} 在 60mg/l 左右时,出水 COD_{cr} 在 50mg/l 以下,平均去除率达 29.1%,因此,只要进水 COD_{cr} 在 70~100mg/l 范围内,此组合工艺完全能使 COD_{cr} 达到小于 50mg/l 的回用标准。

2.3 电解杀菌试验

2.3.1 试验设备及方法

试验采用的设备为低压电场杀菌器^[2],该设备为圆柱形,电极为矩形的合金电极。实验方法为在电压小于 10v,电流保持在 1A 的条件下,总电耗小于 0.1kwh/m³,让砂滤出水以一定的电流(即一定的处理时间)通过杀菌器,最后取进出水水样测定大肠杆菌群数,考察低压电场杀菌器的杀菌效果。

2.3.2 试验结果与分析

电解试验的结果如表 2 所示:

表 2 电解杀菌试验结果

试验次数	大肠杆菌群数(个/L)	
	进水	出水
1	2.3×10 ²	<3
2	2.4×10 ⁴	<3
3	9×10 ³	<3
4	2.4×10 ³	<3

注:处理时间为 25s。

实验结果表明低压电场杀菌器的杀菌效果很好,砂滤出水通过该设备后,出水的大肠杆菌群数完全可以达大肠杆菌群数<3 个/L 回用水标准。

3 结论

3.1 悬浮填料生物膜法中所采用的填料具有比表面积大、易挂膜、投加简便、不需支撑装置、可有效地切割气泡从而提高氧利用率等优点。当填料投加率在 50%,生化反应时间为 2~3h 时,氨氮进水浓度在 10~25mg/l 的情况下,出水浓度基本保持在 2mg/l 以下,平均去除率达 86.5%,完全可以达到小于 5mg/l 的回用水标准。

3.2 混凝—砂滤工序对浊度的去除效果很好,尤其混凝沉淀,在聚合氯化铝(PAC)投加量为 20mg/l,聚丙烯酰胺(PAM)为 0.2mg/l 条件下,对浊度的去除很显著,进水浊度在 10~40NTU 情况下,出水浊度可降到 4 左右,对 COD_{cr} 的去除效果也较理想,去除率 20~30%,混凝沉淀进水(即悬浮填料生化池的出水)COD_{cr} 在 60mg/l 左右时,出水即可达到 50mg/l 以下的回用水标准。砂滤可以对浊度进一步地去除,砂滤出水浊度基本上保持在 2NTU 以下,这有利于后续的杀菌工序。因此通过混凝和砂滤完全可以使浊度,SS 指标达到回用水的标准。

3.3 低压电场杀菌器的杀菌效果很好,砂滤出水通过该设备后,出水的大肠杆菌群数完全可以达到回用水标准即大肠杆菌群数<3 个/L。

3.4 通过该试验采用的工艺流程,以上海石化水质净化厂的出水为进水,经处理后的出水完全可达到回用于生产的标准。

4 参考文献

1 ZL97234858.7,一种新型悬浮填料,1998,8.
2 EP94115861.O,SC 系列杀菌灭藻除垢水处理器。