

UV/Fe³⁺ 光催化氧化处理垃圾渗滤液

裴 华¹, 曾庆福², 章北平¹, 王宗平¹

(1. 华中科技大学 环境科学与工程学院, 湖北 武汉 430074; 2. 武汉科技学院 环境科学研究所, 湖北 武汉 430073)

摘 要: 研究了 UV/Fe³⁺ 络合物光催化氧化处理垃圾渗滤液的效果, 重点比较了 Fe³⁺ + 光、Fe³⁺ + C₂O₄²⁻ + 光、Fe³⁺ + H₂O₂ + C₂O₄²⁻ + 光、Fe³⁺ + H₂O₂ + 光与直接光照等方法对渗滤液中 COD、BOD₅、TOC 和 NH₃ - N 的去除效果。

关键词: 渗滤液; 光催化氧化; UV/Fe³⁺ 络合物

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000 - 4602(2003)13 - 0103 - 03

基于许多报道^[1~4], 采用几种不同的 Fe³⁺ 络合物光催化氧化 (Fe³⁺ + 光、Fe³⁺ + C₂O₄²⁻ + 光、Fe³⁺ + H₂O₂ + C₂O₄²⁻ + 光、Fe³⁺ + H₂O₂ + 光与直接光照) 处理垃圾渗滤液, 研究其对 COD、BOD₅、TOC、NH₃ - N 的去除效果。

1 试验部分

1.1 渗滤液

渗滤液取自武汉青山垃圾填埋场和武汉流芳垃圾填埋场, 试样用塑料壶密封运回实验室, 在分析和使用前贮存在 4℃ 的恒温箱中。其水质见表 1。

表 1 填埋场渗滤液的水质

项 目	青山垃圾填埋场	流芳垃圾填埋场
COD(mg/L)	5 800	2 400
BOD ₅ (mg/L)	430	180
NH ₃ - N(mg/L)	680	520
NO ₃ - N(mg/L)	< 2	< 2
NO ₂ - N(mg/L)	< 2	< 2
TN(mg/L)	1 700	1 100
pH	7.6	7.8

1.2 试验方法

在六联搅拌器上快搅 2 min, 然后慢搅拌 5 min。采用 H₂SO₄ 和 NaOH 调节 pH。pH 值采用精密 pH 试纸和 pH 计 (pHs - 3 型) 测量, COD、BOD₅、NH₃ - N、NO₃ - N、NO₂ - N、TN 的测定均采用标准分析方法^[5]。

渗滤液经 500 mg/L 的 FeCl₃ · 6H₂O 混凝、

澄清后去除表面浮渣。

用 500 mL 的烧杯取四份混凝后的上清液 (各 500 mL), 调节 pH 值为 3, 贴上标签标明 A、B、C、D, 向 B 中加入 53.6 mg Na₂C₂O₄, 向 C 中加入 53.6 mg Na₂C₂O₄ 和 0.062 mL 30% 的 H₂O₂, 向 D 中加入 4.2 mL 30% 的 H₂O₂。

用 500 mL 烧杯另取原渗滤液 500 mL (未经混凝), 调节 pH 值为 3, 贴上标签 E。

将 A、B、C、D、E 五个烧杯放在 250 W 高压汞灯下同时光照 (注意使各烧杯与灯源的距离相等) 一定时间后取样。

对样品进行 COD、NH₃ - N、TN、NO₂ - N、NO₃ - N、TOC 和 BOD₅ 的检测。

采用 ICP - MS 对水中的金属含量进行测定。

2 结果与讨论

2.1 对 COD 的去除效果

据报道^[4], 在 pH 为 3 ~ 8 范围内, pH 越低则 COD 去除效果越好, 为此研究了 pH = 3 时几种方法对渗滤液的处理效果。图 1 为流芳垃圾填埋场渗滤液的 COD 去除率变化曲线。可见, 光 Fenton 法效果最好, 可取得 65% 的 COD 去除率, 其原因在于 Fenton 试剂的混凝效应、自身氧化性与光化学催化的多重作用。Yoon 等^[6] 发现在去除渗滤液中的有机物时, Fenton 反应主要靠混凝起作用, 而且对大分子的有机物 (分子质量 > 500) 特别有效。直

接光解也可以得到 30 % 的 COD 去除率,其原因在于渗滤液中可能含有一定量的 Fe 或其他催化剂。经 ICP-MS 测定证实了这一设想,流芳垃圾填埋场渗滤液中 Fe 和 Cu 含量分别为 170 μg/L 和 410 μg/L。 Fe^{3+} + 光、 Fe^{3+} + $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ + 光和 Fe^{3+} + H_2O_2 + $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ + 光几种工艺的处理效果相差不大,可能是因为 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 和 H_2O_2 的剂量不够,邓南圣等报道在 Fe^{3+} H_2O_2 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ = 1 5 100 附近可取得最好的效果^[3],由于渗滤液的成分复杂,该比值有可能偏小;另外一种原因是由于渗滤液本身就含有 H_2O_2 和 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$,因而加入 H_2O_2 和 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 后其 COD 去除率没有明显增加。从图 1 中还可以看出光照 2 h 后,所有工艺的 COD 去除率均增加。

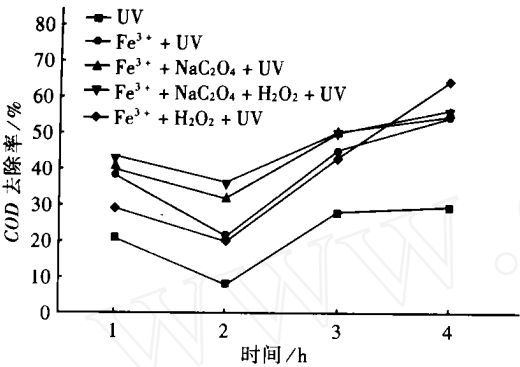


图 1 几种光化学方法对 COD 的去除率

在 pH=3 时几种方法处理青山垃圾填埋场渗滤液的 COD 去除率变化趋势与图 1 相差不大,其中光 Fenton 效果最好,可取得 65 % 的 COD 去除率。直接光照可取得约 38 % 的 COD 去除率,优于流芳垃圾填埋场渗滤液的处理效果,其主要原因在于青山垃圾填埋场渗滤液中 Fe 和 Cu 含量多(分别为 250 μg/L 和 520 μg/L)。

2.2 对 TOC 的去除效果

将流芳垃圾填埋场渗滤液处理 4 h 后的 TOC 去除率变化趋势与 COD 去除率的变化趋势基本吻合,其中光 Fenton 法的效果最好,TOC 去除率达 75 %, Fe^{3+} + 光的 TOC 去除率为 67 %。 Fe^{3+} + $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ + 光和 Fe^{3+} + H_2O_2 + $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ + 光的 TOC 的去除率分别为 68 %和 68.5 %,而直接光照的 TOC 去除率为 15 %,远小于直接光照的 COD 去除率(30 %)。

2.3 对 NH_3 - N 和 TN 的去除效果

试验比较了在不同 pH 值条件下,流芳垃圾填埋场渗滤液经光照不同时间后 NH_3 - N 和 TN 的

变化。在 pH=3 和 pH=5 条件下光照 4 h 后 NH_3 - N、TN 的变化都很小,且在 1、2、3、4 h 内变化无规律(见表 2)。在 pH=9 的条件下,光照 4 h 后 NH_3 - N、TN 都有明显下降。但在 pH=9 时将用黑布与不用黑布包住的烧杯同时放在灯下光照后,二者对 NH_3 - N、TN 的去除率相差不大,可见在 pH=9 的条件下 NH_3 - N、TN 的去除主要是由于 NH_3 - N 遇热不稳定引起的(pH 值和温度越高则 NH_3 - N 越易挥发)。试验中还发现 NO_2 - N 和 NO_3 - N 浓度一直都很小,可见几种光催化氧化工艺对 NH_3 - N、TN 的去除效果均不明显。

表 2 不同方法处理 4 h 后 NH_3 - N 和 TN 的变化

光化学方法	NH_3 - N		TN	
	mg/L			
	pH=3	pH=5	pH=3	pH=5
光	515	520	1 085	1 102
Fe^{3+} + 光	518	516	1 078	1 083
Fe^{3+} + $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ + 光	508	523	1 085	1 095
Fe^{3+} + H_2O_2 + $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ + 光	512	510	1 080	1 092
Fe^{3+} + H_2O_2 + 光	515	512	1 075	1 080

2.4 对 BOD_5 的去除效果

表 3 为对流芳垃圾填埋场和青山垃圾填埋场滤液处理 4 h 后的 BOD_5 数据。可看出尽管 BOD_5 并未有大的增加,但 BOD_5 / COD 值明显增加,废水的可生化性增强了。其主要原因在于通过光化学氧化,一些难生物降解的长链有机物被转变为易降解短链有机物。

表 3 处理 4 h 后的 BOD_5 数据

光化学方法	流芳垃圾填埋场		青山垃圾填埋场	
	BOD_5 (mg/L)	BOD_5 / COD	BOD_5 (mg/L)	BOD_5 / COD
原样	180	0.075	430	0.074
光	160	0.095	400	0.11
Fe^{3+} + 光	172	0.156	420	0.16
Fe^{3+} + $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ + 光	175	0.162	422	0.165
Fe^{3+} + H_2O_2 + $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ + 光	176	0.163	424	0.17
Fe^{3+} + H_2O_2 + 光	153	0.182	450	0.22

3 结论

直接光照、 Fe^{3+} + 光、 Fe^{3+} + $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ + 光、 Fe^{3+} + H_2O_2 + $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ + 光、 Fe^{3+} + H_2O_2 + 光五种方法的处理效果均受 pH 值影响,在 pH 值为 3~8 的范围内 pH 越低则处理效果越好。

五种方法对 NH_3 、 TN 的去除效果均不明显。

五种方法中,光 Fenton 法处理效果最好, COD 去除率达 65%, TOC 去除率达 75%,但 $\text{UV} + \text{Fe}^{3+}$ 方法也可取得 54% 的 COD 去除率和 67% 的 TOC 去除率,直接光照仅取得 30% 左右的 COD 去除率和 15% 的 TOC 去除率。

五种方法均可增大渗滤液的 BOD_5/COD 值,光 Fenton 方法增加最明显。

参考文献:

- [1] 沈耀良,王宝贞. 垃圾渗滤液的混凝-吸附预处理研究[J]. 中国给水排水,1999,15(11):10-15.
- [2] Ramirez R M, Durán Zamora A, Moreno M T, et al. Treatment landfill leachate by comparing advanced oxidation and coagulation-flocculation processes coupled

with activated carbon adsorption[J]. Wat Sci Tech, 2000,14(1):231-235.

- [3] 邓南圣,刘筱红,罗凡,等. $\text{Fe}(\text{II})$ -草酸盐络合物/ $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ 体系对染料废水的处理研究[J]. 水处理技术,2002,28(1):45-48.
- [4] Soo - M. Kim, Sven - u Geissen, Alfonsrogelpohl, Landfill leachate treatment by a photoassisted Fenton reaction[J]. Wat Sci Tech,1997,35(4):239-248.
- [5] 国家环保局. 水和废水监测分析方法(第3版)[M]. 北京:中国环境科学出版社,1998.
- [6] Yoon J, Cho S, Cho Y, et al. The characteristic of coagulation of Fenton reaction in the removal of landfill leachate organics[J]. Wat Sci Tech,1998,38(2):209-214.

电话:(027)87412749

E-mail:wangzongping@163.net

收稿日期:2003-07-15

·信息·

·Ei 收录我刊 2002 年发表的部分文章(一)·

2002,18(8)1~4

复合变速生物滤池处理污水厂二级出水

作者: 龙腾锐 庞煜(重庆大学)

2002,18(8)5~8

酶法处理工业循环水中生物粘泥的研究

作者: 苏腾 陈中兴(华东理工大学)

2002,18(8)9~12

一体化 A/O 生物膜反应器处理生活污水

作者: 蒋展鹏 钟燕敏 师绍琪(清华大学)

2002,18(8)13~16

碱度对 UASB 污泥颗粒化的影响

作者: 曹刚 徐向阳 冯孝善(浙江大学)

2002,18(8)17~19

神经网络智能控制系统应用于废水处理

作者: 曾光明 秦肖生 何理 黄国和 李建兵(湖南大学)

2002,18(8)20~22

我国城市污水处理厂转制的必要性

作者: 黎永育(广州市市政污水处理总厂)

2002,18(8)23~25

集雨工程的水质研究进展

作者: 蓝俊康(中国地质大学)

蓝艳红(广西柳江县卫生防疫站)

2002,18(8)26~29

曝气生物滤池的研究进展

作者: 张杰 曹相生(哈尔滨工业大学)

孟雪征(山东建筑工程学院)

2002,18(8)30~32

改进 AB 工艺以达到优化脱氮的探讨

作者: 赵丹 任南琪(哈尔滨工业大学)

黄勇 沈耀良 李勇(苏州科技学院)

2002,18(8)33~35

磁化-超滤工艺的防碳酸钙沉淀作用

作者: 黄征青 徐洪涛 黄光斗(湖北工学院)

(本刊编辑部 供稿)