

文章编号: 1000 - 582X(2006)03 - 0128 - 03

电解氧化预处理晚期垃圾渗滤液时的电流效率*

焦斌权, 李晓红, 卢义玉, 葛强

(重庆大学 西南资源开发及环境灾害控制工程教育部重点实验室, 重庆 400030)

摘要: 针对晚期垃圾渗滤液难处理的特点, 利用电解氧化对其预处理是一种提高其可生化性的有效方法, 对电流效率进行计算十分必要. 通过试验研究了电化学作用下晚期垃圾渗滤液中有机污染物的变化, 进而计算了不同电解条件下的电流效率. 计算结果表明, 当电流密度为 15 mA/cm^2 , 电解时间为 6.5 h 的电流效率最高, 可达到 34.11%.

关键词: 晚期垃圾渗滤液; 电解时间; 电流效率; 可生化性

中图分类号: X703

文献标识码: A

垃圾渗滤液是一种含大量难降解有机物的污染液, 在不同时期, 其成分有较大不同. 晚期垃圾渗滤液一般是使用 10 a 以上垃圾填埋场的渗滤液, 其 pH 值接近中性, BOD_5 、 COD_{Cr} 、VFA 浓度和 $\text{BOD}_5/\text{COD}_{\text{Cr}}$ 较低, 金属离子浓度下降, 但氨氮浓度较高, 以较低浓度有机物和高浓度氨氮为特征^[1].

采用电化学方法处理垃圾渗滤液有直接氧化和间接氧化 2 种方法^[2]. 直接氧化又分为 2 种: 一是电化学反应, 即把有毒物质转变为无毒物质, 或把非生物相容的有机物转化为生物相容的物质(如芳香物开环氧化为脂肪酸), 提高废水中有机污染物的可生化性, 以便进一步实施生物处理; 二是电化学燃烧, 即直接将有机物深度氧化为 CO_2 . 间接电化学反应是指利用电化学反应产生的氧化还原剂使污染物转化为无害物质.

采用电化学方法处理垃圾渗滤液, 一般是针对可生化性较好的初期垃圾渗滤液. 其主要工艺流程为先采用生物处理技术去除大部分有机污染物, 然后采用电化学方法对难降解污染物进行深度处理. 而对于可生化性差的晚期垃圾渗滤液, 采用电解氧化作为预处理是合适的, 这样可改善晚期垃圾渗滤液的可生化性, 提高可生物降解有机污染物的比例, 从而有利于后续生物处理过程. 因此, 有必要对电流效率进行计算.

1 实验装置与材料

电化学装置采用 $0.35 \text{ m} \times 0.18 \text{ m} \times 0.14 \text{ m}$ 的电解槽, 电极间距 0.30 m, 见图 1.

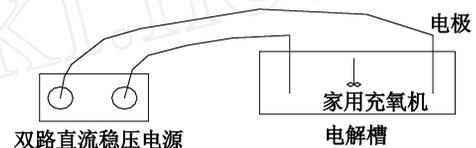


图 1 电化学装置示意图

电极材料的选择应当综合考虑处理介质的组成与酸碱性、电极材料的耐蚀性、反应活性、成本及其与环境的相容性等因素. 大多有机或无机污染物氧化电位较高^[3], 甚至高于水的氧化电位, 则在较高的外加电位下所用电极材料不会受到腐蚀. 当污水中污染物复杂, 例如含有络合剂、溶剂、盐类时, 常采用 Pt、Ir、Ru 等贵金属作电极, 贵金属材料因价格昂贵限制了其应用. 石墨等碳元素电极比表面积高, 价格低廉、牢固耐用、耐化学腐蚀、环境相容性好. 文献[4-5]采用三元电极对垃圾渗滤液进行电解氧化处理, 取得了较好效果. 但在工程应用中, 三元电极价格昂贵且易受到沉积金属的堵塞或结块成团, 尤其对于金属含量较高的晚期垃圾渗滤液, 将会大大影响化学反应过程^[6]. 综合考虑, 试验采用石墨作阳极, 采用容易获得的不锈钢板作阴极.

2 试验用垃圾渗滤液水质

试验用垃圾渗滤液取自重庆市江北区龙头寺垃圾填埋场, 水质见表 1.

表 1 试验用垃圾渗滤液水质

水质指标	COD	BOD_5	$\text{NH}_3 - \text{N}$	pH
数值 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	3 100 ~ 3 300	270 ~ 350	1 500 ~ 1 700	8.5 ~ 9.0

* 收稿日期: 2005 - 11 - 11

基金项目: 重庆市科委资助项目(7415)

作者简介: 焦斌权(1968 -), 男, 陕西西安人, 重庆大学博士后, 主要从事污水处理的研究.

从表 1 可以看出,该垃圾渗滤液可生化性很差, COD、NH₃-N 浓度较高,碱性较大。

3 试验结果

试验结果见图 2、图 3、图 4。

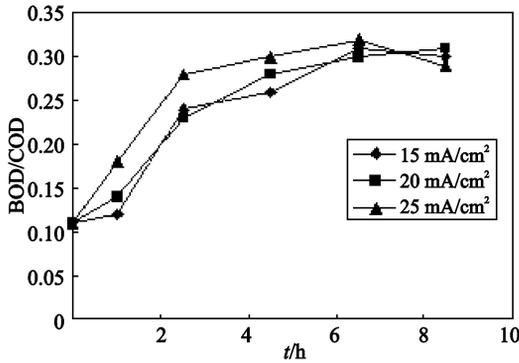


图 2 曝气时可生化性随时间的变化

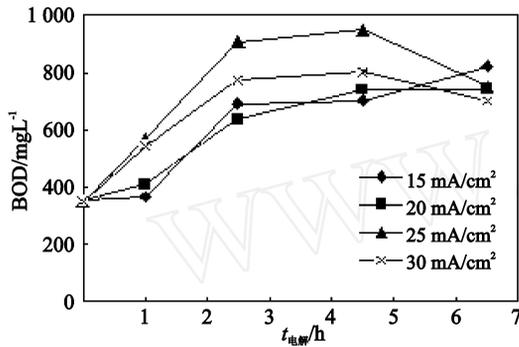


图 3 电解时间对 BOD 的影响

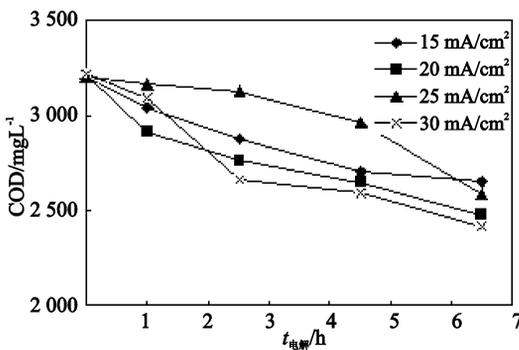


图 4 电解时间对 COD 的影响

从试验结果可以看出,在一定的电流密度下,垃圾渗滤液的可生化性随着电解时间的延长而增加,6.5 h 达到最大,并且增加速度较快。当电流密度为 15 mA/cm² 时,电解 6.5 h,可生化性从 0.11 提高到 0.32。BOD 刚开始随着电解时间的延长而增加,到一定时间后出现下降的趋势,而电解过程中 COD 则一直是平缓下降的趋势(图 4)。

4 电流效率

为了确定电化学转换的最佳工艺参数,须计算电流效率。在有机物的电解氧化过程中电流效率的确定有 2 种方法:氧流速法、COD 法^[4]。

有机化合物氧化还原电位较高,并常伴随着水分子的电化学氧化而产生大量 O₂。电解时测定电解液中有机物时所产生的氧流速,则氧化时间的瞬时电流效率按下式计算:

$$I_{CE} = (v_0 - v) / v_0 \quad (1)$$

式(1)中, I_{CE} 为电流效率; v₀ 为溶液中无 COD 时氧的析出速率; v 为溶液中含有 COD 时氧的析出速率。

上式表明,如果电解期间全部电流均用于有机物氧化,即 v=0,则 I_{CE}=1。若电解产物溶解于电解质溶液, I_{CE} 可按照溶液中 2 种化学需氧量之间的差值来计算。

$$I_{CE} = [(COD_t - COD_{t_1}) FV_S] / 8I(t_1 - t) \quad (2)$$

式(2)中, COD_t 为 t 时刻的化学需氧量 (mg/L); COD_{t₁} 为 t₁ 时刻的化学需氧量 (mg/L); F 为法拉第常数 (96487 C/mol); V 为电解质体积 (L); I 为电流 (A)。

在考察电化学作用对垃圾渗滤液可生化性的影响时,将式(2)改动如下:

$$I_{CE} = I(C_t - C_{t_1}) FV_S / 8I(t_1 - t) \quad (3)$$

式(3)中, C = BOD / COD。

根据式(3),电解时间以可生化性系数达到最大时确定,计算电流效率,计算结果列入表 2。

表 2 不同条件下的电流效率

电流密度 / (mA cm ⁻²)	电解时间 / h	BOD / COD	电流效率 / %
15	6.5	0.32	34.11
20	8.5	0.31	19.27
25	4.5	0.30	31.06

从表 2 可以看出,当电流密度为 15 mA/cm²,电解时间 6.5 h 的电流效率最高,达到 34.11%。

5 结论

1) 电解开始后, BOD 随着电解时间的延长而增加,到一定时间后出现下降的趋势,而电解过程中 COD 则一直是平缓下降的趋势。

2) 当电流密度为 15 mA/cm²,电解时间 6.5 h 的电流效率最高,达到 34.11%。晚期垃圾渗滤液的可生化性从 0.11 提高到 0.30 以上。

参考文献:

- [1] 赵宗升,李炳伟,刘鸿亮,等. 晚期渗滤液脱氮过程中的抑制现象及其消除 [J]. 中国环境科学, 2004, 24 (4): 484 - 488.
- [2] 陶映初,陶举洲. 环境电化学 [M]. 北京:化学工业出版社, 2003.
- [3] 吴辉煌. 水中有机污染物电化学清除的研究进展 [J]. 环境污染与防治, 2000, 22 (4): 39 - 42.
- [4] 王鹏. 垃圾渗滤液中氨氮的电化学氧化 [J]. 中国环境科学, 2000, 20 (4): 289 - 291.
- [5] 李小明,王敏,矫志奎,等. 电解氧化处理垃圾渗滤液研究 [J]. 中国给水排水, 2001, 17 (8): 14 - 17.
- [6] 焦斌权. 城市生活垃圾卫生填埋场渗滤液控制技术 [D]. 重庆:重庆大学, 2004.

Electrolytic Efficiency of Late Landfill Leachate Pretreated by Electrolytic Oxidation

JIAO Bin-quan, LIXiao-hong, LU Yryu, GE Qiang

(Key Laboratory for the Exploitation of South West Resources and the Environmental Disaster Control Engineering Under the State Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: With trait of late landfill leachate treated hardly, it is an effective method of enhancing biodegradability of late landfill leachate that electrolytic oxidation pretreats late landfill leachate, and it is very necessary to calculate current efficiency. Variety of organic pollutants in the late landfill leachate is studied under the electrochemical action by some tests and current efficiency under different electrolytic condition is calculated. The results show that the most high current efficiency is 34.11% when the current density is 15 mA/cm^2 and electrolytic time is 6.5 h.

Key words: late landfill leachate; electrolytic time; current efficiency; biodegradability

(编辑 姚飞)

(上接第 111页)

Normal Families and Normal Function

LUO Qian-peng, SHANG Hua

(College of Mathematics and Physics, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Let k be a positive integer and $k \geq 2$. Let F be a family of meromorphic functions in the unit disc. Let a_1, a_2, b_1, b_2, c be distinct complex numbers such that $a_1 \neq a_2$ and $b_1 \neq b_2$. If for each $f \in F$ satisfy $E_f(a_i) = E_{f^{(k)}}(b_i)$, $i = 1, 2$ and the zeros of $f(z) - c$ are of multiplicity at least k , then there exist positive number M , such that for every $f \in F$, we have

$$(1 - |z|^2) \frac{|f(z)|}{1 + |f(z)|^2} \leq M,$$

where M only depends on a_1, a_2, b_1, b_2 and c .

Key words: meromorphic function; shared values; normal function

(编辑 张小强)