

论述与研究

改性硅藻土处理垃圾渗滤液的中试研究

朱晓君, 鲁 骏, 周恭明, 高廷耀, 江霜英
(同济大学 环境科学与工程学院, 上海 200092)

摘 要: 利用改性硅藻土对老龄垃圾填埋场渗滤液进行了处理, 中试结果表明改性硅藻土的后处理效果比预处理效果好。若提高 pH 值、增加改性硅藻土投量还可提高 COD 去除率。采用两级硅藻土反应器串联处理老龄填埋场渗滤液生物处理出水, COD 去除率可达到 57%。

关键词: 改性硅藻土; 老龄垃圾渗滤液; 预处理; 后处理

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2005)06-0001-03

Pilot Study on Treatment of Leachate from Mature Refuse Landfill Using the Modified Diatomite

ZHU Xiao-jun, LU Qin, ZHOU Gong-ming, GAO Ting-yao, JIANG Shuang-ying
(School of Environmental Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Pilot test was made on the treatment of leachate from mature refuse landfill by using the modified diatomite. The result shows that the post-treatment with modified diatomite is more efficient than the pretreatment. Increase of pH value and dosage of modified diatomite can improve the removal rate of COD. When two-stage diatomite reactor in series is used to treat effluent from the biological treatment system for mature landfill leachate, COD removal rate can come up to 57%.

Key words: modified diatomite; mature landfill leachate; pretreatment; post-treatment

硅藻土是一种生物成因的硅质沉积岩, 由于其具有较大的孔隙度、较强的吸附性等特殊的性能和构造, 近年来在污水处理领域的应用越来越广泛, 主要包括原水^[1,2]、游泳池循环水^[3]、重金属废水、含油废水、印染废水、造纸废水、生活污水处理等。蒋小红等用改性硅藻土工艺处理城市生活污水, 对 COD 的去除率为 70% 左右, 对 SS 的去除率 > 94%, 对 TP 的去除率 > 92%, 对 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的去除率为 9.7%。

垃圾渗滤液是一种较难处理的废水, 含有大量难生物降解有机物。通过物化预处理和后处理可以有效地减轻生物处理的负荷或进一步提高出水水质。为此, 在已有研究成果的基础上, 对改性硅藻土处理垃圾渗滤液进行了中试。

1 试验装置与方法

① 基本水质

中试在广州大田山垃圾填埋场进行, 该填埋场于 1987 年建成, 于 2002 年 11 月封场。试验期间渗滤液属于典型的老龄垃圾填埋场渗滤液。

② 改性硅藻土成分

试验用硅藻土系硅藻精土, 原产地为云南大理洱原, 其扫描电镜图见图 1, 主要成分和理化指标分别列于表 1 和表 2, 硅藻土改性采用 PAC 复配法。

③ 工艺流程

中试工艺流程见图 2, 流量为 $80 \sim 100 \text{ m}^3/\text{d}$ 。硅藻土反应器(见图 3)采用钢制, 直径为 4.4 m, 高为 2.5 m, 有效容积为 13 m^3 。改性硅藻土在反应区与渗滤液混凝、反应; 在澄清区通过稳定的污泥悬浮层进一步接触絮凝, 从而提高出水水质。此处仅讨论硅藻土反应器对垃圾渗滤液的预处理和后处理效果以及影响处理效果的主要参数。

表 1 硅藻精土的化学成分

Tab. 1 Chemical components of diatomite %

组分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
含量	84.56	3.77	0.56	0.46	0.49

表 2 硅藻精土的物理性质

Tab. 2 Physical character of diatomite

项目	数值
松散密度/(g·cm ⁻³)	0.41
比表面积/(m ² ·g ⁻¹)	34.3
孔径/nm	500~300
活性/(mg·g ⁻¹)	150~253
显气孔率/%	≥65
自然堆积/度	55~60

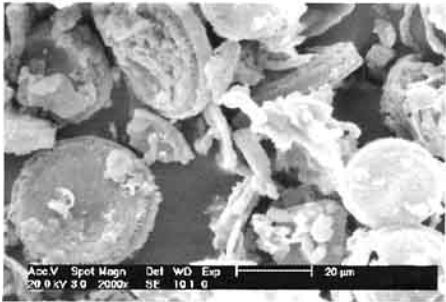


图 1 硅藻精土的扫描电镜图

Fig. 1 Electron microscope picture of diatomite

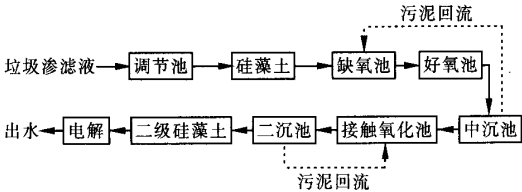


图 2 工艺流程图

Fig. 2 Flow chart of treatment process

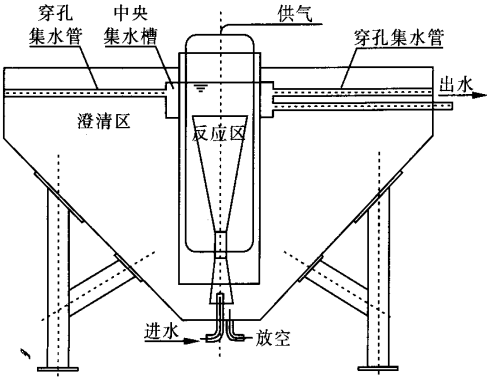


图 3 硅藻土反应器的结构

Fig. 3 Structure of diatomite reactor

2 结果与讨论

2.1 预处理效果

主要考察改性硅藻土投量对硅藻土反应器预处理效果的影响。进水中未投加碱,pH 值为 9~10,流量为 3.5~4 m³/h,硅藻土反应器表面负荷约为 0.25 m³/(m²·h),工况 1 的改性硅藻土投量为 700 mg/L,工况 2 的改性硅藻土投量为 500 mg/L。

硅藻土反应器对 COD、BOD₅ 的去除效果见表 3。

表 3 硅藻土反应器对 COD、BOD₅ 的去除效果

Tab. 3 Pretreatment effect of diatomite reactor on

COD and BOD₅ removal

项目	进水 COD/ (mg·L ⁻¹)	出水 COD/ (mg·L ⁻¹)	COD 去除率 /%	进水 BOD ₅ / (mg·L ⁻¹)	出水 BOD ₅ / (mg·L ⁻¹)	BOD ₅ 去除率 /%
工况 1	2 925	2 399	18	726	326	55.1
工况 2	2 884	2 620	9.1	713	329	53.8

由表 3 可见,增加改性硅藻土的投量,可以提高对 COD 的去除率。硅藻土反应器对 BOD₅ 的去除率>50%,但 BOD₅ 的大幅削减会导致后续生物处理单元的营养不足,从而影响生物处理系统的运行和处理效果。综上所述,增加改性硅藻土的投量可以提高 COD 去除率,但将硅藻土反应器作为生物处理系统的预处理,会影响后续生物处理系统的运行。

2.2 后处理效果

主要考察硅藻土反应器对生物处理出水进行后处理的效果。改性硅藻土投量为 500 mg/L,进水 pH 值为 7~7.5,进水流量为 3.5~4 m³/h,反应器表面负荷约为 0.25 m³/(m²·h)。试验结果表明:进水 COD 平均为 1 742 mg/L,出水 COD 平均为 1 340 mg/L,COD 平均去除率为 23%;进水为黑色,出水为红棕色,色度由 900 倍降至 500 倍;进水 SS 约 500 mg/L,去除率为 80% 左右。可见硅藻土反应器后处理对 COD 的去除率比预处理的有所提高。

为了探讨提高 COD 去除率的机理而进行了烧杯试验。用 3 个烧杯各取 1 L 渗滤液,第 1 个烧杯静置 2 h 后取上清液检测;第 2 个在渗滤液中加入 0.5 g 改性硅藻土,反应沉淀后取上清液检测;第 3 个静置 2 h 后取上清液加入 0.5 g 改性硅藻土,反应沉淀后取上清液检测。结果显示,第 1 个烧杯 COD 去除率约 3%,第 2 个烧杯 COD 去除率约 10%,第 3 个烧杯 COD 去除率接近 20%。由此可以推断,渗滤液中的悬浮物对硅藻土反应器的处理效果有较大影响。渗滤液中含有的大量悬浮物,一部分是有机

污染物,一部分是渗滤液收集管道内以及雨水冲刷下来的砂土或其他无机固体悬浮物。这些悬浮物进入硅藻土反应器后会消耗大量改性硅藻土,使得实际能够去除有机污染物的改性硅藻土减少,从而影响了处理效果。生化处理出水悬浮物含量较低,污染物质以溶解性和胶体有机污染物为主,改性硅藻土可以充分与其反应,因此后处理的去除率比预处理有较大提高。

由于改性硅藻土含有混凝剂,进水的 pH 值必然会影响到其处理效果。为此投加石灰将 pH 值调至 7~7.5 和 8~9 两个工况。改性硅藻土投量为 500 mg/L,反应器表面负荷约为 $0.25 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,结果表明,投加石灰调节进水 pH 值,当 pH 值为 8~9 时,进水 COD 平均为 1 023 mg/L,出水 COD 平均为 690 mg/L, COD 平均去除率为 32.5%;而当 pH 值为 7~7.5 时,进水 COD 平均为 952 mg/L,出水 COD 平均为 773 mg/L, COD 平均去除率为 18.8%。另外,投加 NaOH 将进水 pH 值调至 9 左右,进水 COD 平均为 937 mg/L,出水 COD 平均为 739 mg/L, COD 平均去除率为 21.1%。可见,提高 pH 值有利于去除 COD。用石灰调节 pH 值对色度、SS 和 COD 的去除都较好;用 NaOH 调节 pH 值,改性硅藻土絮体松散,不容易凝聚,硅藻土反应器污泥悬浮层易发生膨胀,影响对 SS 和色度的去除。

2.3 两级硅藻土反应器串联运行

由前面的试验可知,将硅藻土反应器放在生物处理系统后可以更加充分地发挥其处理效果。为此,将两座硅藻土反应器串联,作为生物处理系统的后处理工艺,进一步考察其实际处理效果。运行参数:投加石灰将 pH 值调至 8~9,每级反应器改性硅藻土投量为 500 mg/L,表面负荷约为 $0.25 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。试验结果见图 4。

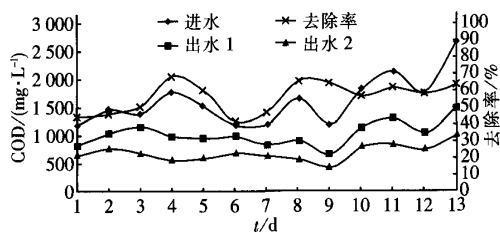


图4 两级硅藻土反应器串联的 COD 去除效果

Fig.4 COD removal effect of two-stage diatomite reactor

生物处理系统出水 COD 平均为 1 608 mg/L,

一级硅藻土反应器出水 COD 平均为 1 023 mg/L,对 COD 平均去除率为 36.4%;二级硅藻土反应器出水 COD 平均为 690 mg/L,对 COD 平均去除率为 32.5%。串联后,总的 COD 去除率平均为 57%。由于采用老龄填埋场的渗滤液,生物处理出水 COD 以难生物降解的 COD 为主,采用两级硅藻土反应器串联, COD 去除率达到 57%,具有较好的应用前景。

3 结论

① 将硅藻土反应器用于垃圾渗滤液的预处理,改性硅藻土投量为 700 mg/L, COD 平均去除率为 18%, SS 去除率 > 70%。增加改性硅藻土的投量可以提高处理效果。

② 将硅藻土反应器用于垃圾渗滤液的后处理,改性硅藻土投量为 500 mg/L, COD 去除率为 23%。投加石灰将 pH 值提高到 9 左右, COD 去除率 > 30%。

③ 将两座硅藻土反应器串联处理生物系统出水。投加石灰将 pH 值调至 8~9,每级反应器改性硅藻土投量为 500 mg/L,表面负荷约为 $0.25 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 时,一级硅藻土反应器 COD 平均去除率为 36.4%,二级硅藻土反应器平均去除率为 32.5%,总去除率平均为 57%。经过处理,渗滤液的色度由 900 倍降到 80 倍,颜色由不透明的黑色变为淡黄色, SS 由 500 mg/L 降到 100 mg/L 以下。

④ 硅藻土反应器作为老龄垃圾填埋场渗滤液生物处理出水的后处理,可以有效去除难生物降解的有机物,提高出水水质,具有较好的应用前景。

参考文献:

- [1] 孟建平,范瑾初,谢燕菊,等. 硅藻土过滤(DEF)技术的研究[J]. 中国给水排水,1994,10(2):8-11.
- [2] 范瑾初,高乃云,吴柏生,等. 高纯水制备的有效预处理—硅藻土过滤[J]. 给水排水,1994,20(6):11-13.
- [3] 李亿,蒋风么,范瑾初,等. 硅藻土过滤技术在游泳池循环水处理中的研究和应用[J]. 给水排水,1997,23(3):36-38.

作者简介:朱晓君(1973-),男,江苏如皋人,博士研究生,研究方向为水污染控制。

电话:(021)65980681

E-mail:eric_zxj@sina.com

收稿日期:2005-02-22