

新型高效厌氧反应器代替 UBF 处理垃圾焚烧渗滤液

李志华, 翟艳丽, 俞晓阳, 张明洋

(光大环保能源<苏州>有限公司, 江苏 苏州 215001)

摘要: 垃圾焚烧厂内收集的垃圾在发酵腐熟过程中会产生渗滤液。采用自主设计研发的新型高效厌氧反应器替代 UBF 工艺处理垃圾焚烧厂产生的渗滤液, 厌氧反应器对 COD 的去除率为 72.7%, 对 BOD_5 的去除率为 90.7%, 对 SS 的去除率为 52.4%, 处理效果良好。

关键词: 垃圾渗滤液; 高效厌氧反应器; UBF

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)06-0109-04

Use of New Anaerobic Reactor to Replace UBF for Treating Leachate from MSW Incineration Plant

LI Zhi-hua, ZHAI Yan-li, YU Xiao-yang, ZHANG Ming-yang

(Everbright Environmental Energy <Suzhou> Co. Ltd., Suzhou 215001, China)

Abstract: Leachate was generated from the process of municipal solid waste (MSW) fermentation in a MSW incineration plant. A newly developed anaerobic reactor was adopted to replace the original UBF for the treatment of the leachate from the MSW incineration plant. The good performance was observed with the removal of COD, BOD_5 and SS of 72.7%, 90.7% and 52.4%, respectively.

Key words: landfill leachate; anaerobic reactor; UBF

光大环保能源(苏州)有限公司水处理中心渗滤液处理一期工程的 UBF 厌氧反应池自 2010 年投运,设计处理规模为 $1\ 000\ m^3/d$,随着运行时间延长,面临工艺落后、设备老化、内部管道结垢堵塞等问题,导致 UBF 处理量下降、设备故障率高,影响了渗滤液系统总体处理能力。

结合公司焚烧厂的提标改造,为避免 UBF 池大修影响生产及资金重复投入,同时引进节能高效新技术,采用高效厌氧反应器代替 UBF 池的技术改造方案,即新增总处理规模为 $1\ 000\ m^3/d$ 的 3 台高效厌氧反应器代替原有的 UBF 反应池。渗滤液二期扩建也采用此工艺^[1]。

1 厌氧反应器的工程应用

1.1 建设情况

本项目于 2016 年 1 月 15 日正式开工建设,1 月 30 日完成了厌氧罐基础浇筑。3 月 7 日—4 月

30 日完成了 3 台厌氧罐本体安装,5 月 24 日通过了 3 台厌氧罐满水试验及气密性试验。5 月 27 日前完成了管道打压试验、电机单机试车、清水联动试车。6 月 2 日启动厌氧罐工艺系统调试,开始接种污泥。6 月 23 日厌氧罐污泥接种完成,进入负荷调试。9 月底完成单罐满负荷测试。

1.2 工艺设计

由于场地有限,处理规模较大,出水水质要求严格,本次改造采用光大自主研发的新型高效厌氧反应器代替 UBF 工艺,共 3 座,设计规模为 $1\ 000\ m^3/d$ 。新增高效厌氧反应器进水为一期预处理系统出水,通过改造后的输送装置输送至厌氧反应器。厌氧反应器出水通过高位自流至一期好氧系统。厌氧反应器产生的沼气经过气水分离器分离,由沼气总管收集至沼气发电机组,紧急排放时通过火炬燃烧;产生的污泥排入污泥浓缩池,经离心脱水后进行焚

烧无害化处置。

该高效厌氧反应器是在第三代 IC 厌氧反应器基础上研发而成^[2,3],增加外循环设备及外循环管路,采用连续进水、连续出水的运行方式,通过外循环使经过预处理后的渗滤液与厌氧反应器内第一反应室出水混合,再通过底部布水管道均匀喷射到反应器底部,保证渗滤液与污泥充分混合,从而提高处理效率。厌氧反应器构造见图 1。反应器内设两层三相分离器、升流系统、回流系统,顶部设有气水分离器及相关沼气收集管道,外部设有外循环设备及管路。反应器内产生的沼气由两层三相分离器在水面以下收集,通过沼气风机输送至沼气发电机组再利用。

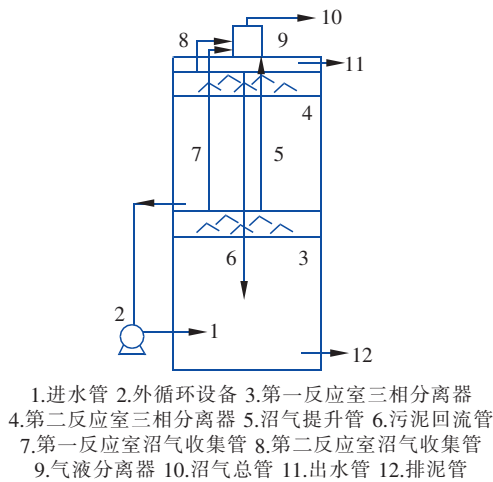


图 1 厌氧反应器构造

Fig. 1 Schematic diagram of the anaerobic reactor
厌氧反应器外观见图 2。

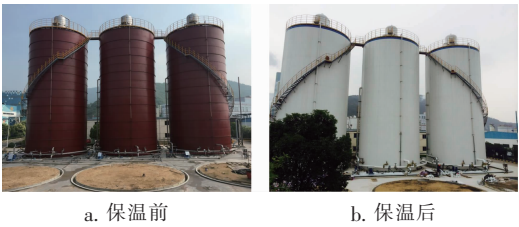


图 2 厌氧反应器全貌

Fig. 2 Exterior of the anaerobic reactor

反应器直径为 12 m,高度为 24 m,有效水深为 23.4 m;其中第一反应室有效容积为 1 356 m³;第二反应室有效容积为 904 m³;总容积负荷为 5 ~ 8 kg-COD/(m³ · d);外循环设计流量为 250 m³/h,内循环设计流量为 500 m³/h,总进水量为 50 m³/h,总水力停留时间为 8.13 d。

1.3 技术提升

渗滤液一期项目的厌氧处理采用两级上流式厌氧过滤床(UBF)^[1,4]。UBF 与新型高效厌氧反应器的对比见表 1,可见,后者优势明显。

表 1 UBF 与高效厌氧反应器对比

Tab. 1 Comparison between UBF and new anaerobic reactor

项目	UBF	高效厌氧反应器
设计规模及工艺参数	设计规模为 1 000 m ³ /d,容积负荷为 3.3 kg-COD/(m ³ · d),水力停留时间为 10.5 d	设计规模为 1 000 m ³ /d,容积负荷为 6.25 kg-COD/(m ³ · d),总水力停留时间为 8.13 d
构筑物设置	结构复杂,底部污泥床上部架设填料,需设置脱气沉淀池和出水池	结构简单,无填料,内部设两层三相分离器,顶部设气水分离器,无出水池
设备设置	内循环采用搅拌机,外循环采用外置式循环泵,出水采用提升泵提升,电耗成本较高	回流系统作为内循环,无需搅拌机,外循环采用外置式循环泵,出水自流无需动力提升,设备相对较少,电耗成本低
大修周期	构造复杂、设备较多,大修周期相对较短	结构简单,设备较少,大修周期较长
不良影响	上部填料易脱落,影响后续 A/O 和污泥脱水系统及相关设备运行;泥水分离效果不佳,造成脱气沉淀池和出水池底部淤积污泥,减少池体有效容积并堵塞出水管路	内部不含填料,设置两层三相分离器,泥水分离效果好;无脱气沉淀池及出水池,不存在堵塞管路等不良影响
运行操作	间歇进水,需现场操作调节进水量和循环量,需对 UBF 池和脱气沉淀池定期排泥,操作较为繁琐	连续进、出水,进水量与循环量可远程调节,出水自流至后续好氧系统,自控程度高,操作简便,节省人力
异味控制	顶部设有水封盖板,压力不稳定时容易造成异味扩散	密封罐体,无异味逸散
占地	UBF 池 6 座,每座尺寸为 14.0 m × 14.0 m,脱气沉淀池 1 座,尺寸为 15.6 m × 5.5 m,出水池 1 座,尺寸为 12.4 m × 5.5 m,总占地面积为 1 330 m ²	反应罐 3 座,单座尺寸为 12.0 m(直径) × 24 m(高),占地面积为 340 m ² ,较为节省

1.4 优化改进

① 布水系统。采用底部八边形斜切进水方式(见图 3),兼有配水和水力搅拌的功能,该进水方式不容易产生管道堵塞;循环搅动冲击力强;进水管可以在不清空罐体的情况下拔出进行清理。

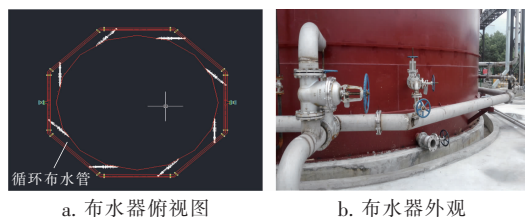


图 3 八边形旋流布水系统

Fig. 3 Eight side shaped vortex water distribution system

② 排泥系统。取消单点排泥方式,在反应器底部设置污泥斗及污泥多点收集装置(见图 4),确保底部的污泥能均匀排出。在排泥泵进口前设计了利用循环水反冲洗的管道,用于解决由于污泥排放不及时导致管道堵塞的问题。

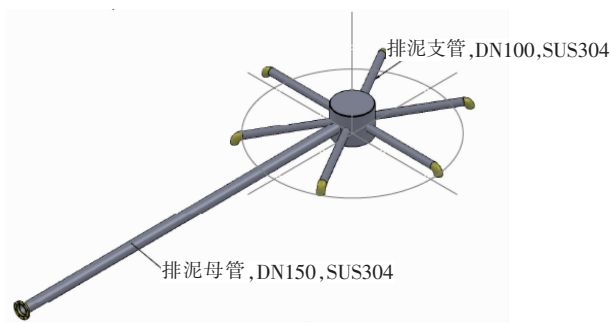


图 4 多点排泥系统

Fig. 4 Multi-point sludge discharge system

③ 酸洗系统。结合以往进水管结垢影响通量问题,增加了进水管的酸洗系统,与进水管同时铺设一根酸洗管,并在进水管前端安装一台酸洗罐(见图 5),酸洗管与进水管形成回路,通过定期采用稀盐酸溶液酸洗可有效去除进水管的污垢,恢复进水量。

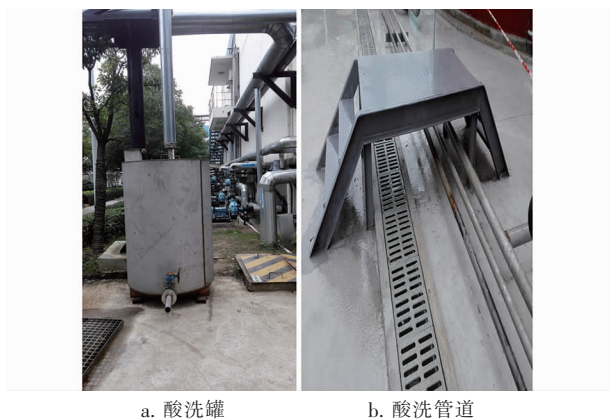


图 5 新增酸洗罐及酸洗管道

Fig. 5 New acid pickling tank and line

④ 配水箱。渗滤液二期厌氧反应器出水直接接入好氧池,存在出水不均衡现象,需要经常调整进水阀门开度从而平衡进水量。本项目增加了配水箱(见图 6),内部利用高液位溢流原理实现自动均衡配水,同时增加了除臭设施,减少了异味。



图 6 配水箱

Fig. 6 Distribution reservoir

⑤ 主动式安全阀。厌氧反应器顶部安装呼吸阀,设置运行压力为 $-1 \sim 3$ kPa,具备主动式正压和负压保护功能,若超出运行压力呼吸阀即可自动动作,避免反应器压力过高或负压造成罐体变形;安装安全防爆阀,设置最高压力为 3 kPa,双重保护防止正压过高。具体见图 7。



图 7 呼吸阀及防爆阀

Fig. 7 Breather valve and explosion-proof valve

⑥ 厌氧罐顶安装甲烷、硫化氢气体检测仪,检测数据实时传输,如有泄漏能自动及时报警,检测数据及声光报警在控制室内即可查看。

1.5 调试情况

该高效厌氧反应器自 2016 年 6 月初开始调试,9 月—10 月进行单罐满负荷测试,平均处理量为 $721 \text{ m}^3/\text{d}$,系统运行期间通过控制进水量和外循环量,调节停留时间,对 COD 的去除率为 72.7%,对 BOD_5 的去除率为 90.7%,对 SS 的去除率为 52.4%,处理效果良好。厌氧反应器试运行期间对

各类污染物的去除效果见表2。

表2 厌氧反应器调试期间处理效果(平均值)

Tab.2 Treatment effect of new anaerobic reactor during commissioning

项目	pH 值	COD/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	BOD ₅ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	SS/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
进水	7.54	15 400	9 880	13 708
出水	7.87	4 197	913	6 524

2 结论

该高效厌氧反应器调试情况良好,出水水质稳定,在焚烧厂垃圾渗滤液处理领域能够满足相关处理要求,与一期 UBF 相比,高效厌氧反应器抵抗容积负荷和水力负荷冲击能力更强,系统构造相对简单,运行操作与设备检修等方面具有较大优势,占地面积较小,电耗成本相对要低,且各项工艺技术先进、安全设施齐全。实践证明,新型高效厌氧反应器应用于垃圾渗滤液处理是较为成功的,在垃圾渗滤液处理工程设计、运行方面有一定参考价值。

参考文献:

- [1] 李志华. 预处理/厌氧/MBR/NF/RO 工艺处理垃圾焚烧渗滤液[J]. 中国给水排水,2016,32(8):92-94.
- [2] 马超,张娟,王鑫宇,等. IC 工艺处理餐厨垃圾渗滤液试验研究[J]. 水处理技术,2013,39(增刊):43-45.
- [3] 柏丽梅,石玉明,孙兴滨. 外循环厌氧反应器的工艺特征与运行性能研究[J]. 环境科学与管理,2009,34(3):132-135.
- [4] 孙根行,王丹. 新型厌氧反应器 UBF 的发展及应用[J]. 安徽农业科学,2011,39(28):17420-17422.



作者简介:李志华(1986-),男,江苏苏州人,硕士,总工程师办公室主管,主要从事技术管理工作。

E-mail: lizhihua@ebchinaintl.com.cn

收稿日期:2016-12-13

· 信息 ·

《中国给水排水》“海绵城市(Sponge City)”专栏开始征集论文

自2012年4月“海绵城市”概念首次提出以来,在短短几年间,我国的海绵城市建设工作取得了极大的发展,目前全国已有130多个城市制定了海绵城市建设方案,早期的试点城市也取得了丰富的实践经验。作为城市发展理念和建设方式转型的重要标志,我国海绵城市建设还将持续相当长的一段时间。为使海绵城市的设计理念、规划编制、标准规范、设计施工、相关基础设施、建设运营及融资、示范工程等内容第一时间在业内进行分享传播交流,并得到忠实记录和长期保存,本刊拟于2017年3月起开辟“海绵城市”专栏,将最新、最精彩的技术内容分享给读者。

从即日起开始征集有关“海绵城市”的优质原创论文,本刊承诺:

- 1、优先审稿,优先发表;
- 2、侧重应用,优稿优酬;
- 3、全彩印刷,不限篇幅;
- 4、精心编校,周期最短!

欢迎水利、规划、环保、市政、园林、景观等领域,与“海绵城市”建设有关的科研、规划、设计、施工、运行、管理等单位的技术人员踊跃投稿,占领技术高地,在《中国给水排水》提供的技术平台上留下坚实的足迹。

(本刊编辑部)