

垃圾渗滤液处理工艺中 UFB 罐的启动应用研究

费广成

(盐城市消防技术服务事务所,江苏 盐城 224001)

摘要:针对某市某垃圾渗滤液处理工艺中 UFB 罐启动工程的实际情况,研究探索了 UFB 罐中厌氧微生物的培养驯化工作。经过 86 d 的调试,UFB 罐成功启动,COD 的去除率达到 72%,出水氨氮浓度为 840 mg/L,总氮浓度为 880 mg/L,处理效果明显。

关键词:垃圾渗滤液;UFB 罐;COD

中图分类号:X52.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2013)01-0033-04

垃圾渗滤液是一种成分复杂的高浓度有机污水,COD、BOD₅ 浓度可达到几万 mg/L,是普通城市生活污水浓度的几十甚至上百倍,一个日处理垃圾量为 1 500 t 的填埋场所产生的渗滤液污染负荷相当于一座十几万人口城市的生活污水所产生的污染负荷。废水中还含有难生物降解的奈、菲等芳香族化合物、氯代芳香族化合物、磷酸脂、邻苯二甲酸脂、酚类和苯胺类有机污染物、无机污染物(NH₃-N 等)、重金属和病原微生物等,如不加妥善处理直接排放,会对地表水、地下水及土壤造成严重污染^[1-4]。

对 COD 在 10 000 mg/L 以上的废水,采用厌氧处理是最经济的方法。常见的厌氧工艺有 UASB 法、UBF 法、EGSB 法等。某垃圾渗滤液的处理工程中采用了“混凝+氨氮吹托+UBF 反应器+接触氧化”工艺对渗滤液进行处理,设计流量为 100 m³/d。本文通过对 UBF 反应器的调试,对 UFB 罐中启动应用中的相关规律进行了探索。

1 UBF 反应器简介

UBF 反应器是由上流式污泥床(USB)和厌氧滤器(AF)构成的复合式反应器,反应器的下面是高浓度颗粒污泥组成的污泥床,其混合液悬浮固体浓度(MLSS)可达每升数十克,上部是填料及其附着的生物膜组成的滤料层。

UBF 系统的突出优点是反应器内水流方向与产气上升方向一致,一方面减少堵塞的机会,另

一方面加强了对污泥床层的搅拌作用,有利于微生物同进水基质的充分接触,也有助于形成颗粒污泥。反应器上部空间所架设的填料,不但在其表面生长微生物膜,在其空隙截留悬浮微生物,既利用原有的无效容积增加了生物总量,防止了生物量的突然洗出,而且对 COD 有 20% 左右的去除率。更重要的是由于填料的存在,夹带污泥的气泡在上升过程中与之发生碰撞,加速了污泥与气泡的分离,从而降低了污泥的流失。由于二者的联合作用,使得 UBF 反应器的体积可以最大限度的利用,反应器积累微生物的能力大为增强,反应器的有机负荷更高,因而 UBF 具有启动速度快,处理效率高,运行稳定等显著特点。

2 厌氧消化反应因素分析

在厌氧消化系统中,主要是非产甲烷菌和产甲烷菌之间的关系。它们构成一个微生物生态系统,相互依赖,相互制约,成功的厌氧消化反应是上述协同作用的动态平衡。非产甲烷阶段为产甲烷阶段营造适宜的氧化还原点位,解除有毒物质的抑制,维持适宜的 pH 值。产甲烷阶段为非产甲烷阶段解决反馈抑制问题。影响厌氧消化反应的因素主要有以下几个方面。

2.1 温度

根据厌氧微生物的温度适应范围可以将厌氧反应分为低温消化(10~20℃),中温消化(30~40℃),高温消化(50~60℃)。随着温度的上

收稿日期:2013-02-26

作者简介:费广成(1963-),男,江苏盐城人,高级工程师,主要研究方向为消防工程与给排水。

升,微生物的生长速率逐渐增大,在最适宜温度区达到最大,在达到温度上限后随着温度的上升,微生物的生长速率急速下降。即使低温微生物生长在最适宜的温度范围内也会比中温或高温微生物的生长速率慢,一般规律是温度每升高 10 ℃,微生物生长速率增加 1 倍。在厌氧反应器内,温度应保持稳定,1 天温度波动不应超过 2 ℃。超过 3 ℃则抑制消化,超过 5 ℃则产气减少,有机酸积累,而造成严重的后果。

2.2 pH 值

在厌氧消化系统中,不同微生物对 pH 值的波动有不同的耐受性,其中产甲烷菌最敏感。产甲烷菌的适宜 pH 值是 6.5 ~ 7.5,最佳 pH 范围是 6.8 ~ 7.2。产酸菌可以在 pH 值为 5.5 ~ 8.5 的范围内生长。在厌氧消化系统中,发酵阶段和产氢产乙酸阶段产生的有机酸使系统中的 pH 值下降,但在厌氧系统中存在碳酸和碳酸氢根组成的缓冲体系,使系统在外界酸碱的突然增加的情况下不至于使 pH 值出现大的波动。一般的厌氧消化系统中需要维持 2 000 ~ 4 000 mg/L 的碱度。

2.3 氧化还原电位

产甲烷菌是严格的厌氧微生物,所要求的氧化还原电位较低(−400 ~ 100 mV),在反应初期,要求在 −320 mV 以下。

2.4 适宜的基质

厌氧消化除所需要的 C:N:P = (200 ~ 300):5:1 的条件外,还需要一些微量金属元素。适量的碱土金属有助于刺激厌氧微生物的活性。

2.5 有毒物质

一些苯类、酚类、卤代烃类物质通常具有生物毒性,对于未经过驯化的厌氧微生物通常具有抑制作用,此外还有重金属对厌氧微生物具有很强的抑制作用。但是有机毒物对于经过驯化后的细菌往往是可以生物降解的。

2.6 氨氮

当氨氮浓度在 50 ~ 200 mg/L 时,对厌氧微生物具有生长刺激作用,当氨氮浓度在 200 ~ 1 000 mg/L 时无不利影响。当氨氮浓度在高 pH 值条件下达到 3 000 mg/L,将具有明显的抑制作用。

为了提高厌氧处理高浓度的有机废水的效率,需要提高厌氧反应器内的微生物浓度,污泥颗粒化可大大增加厌氧微生物的浓度,同时能够增加污泥的停留时间。为了保证颗粒污泥的形成,需要在厌氧反应器中维持一定的水力条件,同时

还需要有良好的三相分离效果,保证污泥停留在反应器内形成颗粒污泥。一般在厌氧反应器中培养颗粒污泥需要 0.4 ~ 1 m/h 的上升流速。厌氧微生物增殖缓慢,对有毒物质敏感;厌氧处理系统是个多种微生物相互协同作用的系统,所以,启动厌氧反应器需要较长的时间,对操作的技术要求水平高,相应的物质检测要频繁。

3 厌氧 UBF 反应罐的启动

UBF 罐的启动调试从 2011 年 3 月 15 日正式开始。自氨氮吹脱设备进入 UBF 罐中的 COD 在 6 200 mg/L。

接种污泥是某制药厂废水厌氧 UASB 处理工艺的剩余颗粒污泥,含水率约为 85%,颜色为黑色。所处理的废水也是高含盐量的。在接种污泥的存储运输过程中,没有采取密闭措施,污泥暴露在空气中,厌氧活性降低,开始时为了避免垃圾渗滤液中的毒物对污泥进一步抑制,采用面粉做底物,待污泥活性得到恢复后才开始用垃圾渗滤液对污泥进行驯化。为了加快 UBF 反应器的启动速度,采用了提高污泥浓度和加颗粒活性炭的方法,接种污泥为每罐 10 t,接种污泥量为 100 kg/m³。同时投加 25 kg 的颗粒活性炭。每罐加入氨氮吹脱后的渗滤液 5 t,面粉 100 kg 后,加清水注满。调试时设临时循环泵,开启循环泵,保证 UBF 罐内水力负荷为 6 m/h。同时循环泵的水经过电加热器,控制温度上升幅度,保证每天温度上升不超过 3 ℃。

3 月 19 日,UBF 罐 1 的温度上升到 35 ℃,开始加热 UBF 罐 2。3 月 24 日,UBF 罐温度也上升至 35 ℃,停止加热。每日观测 UBF 罐的 pH、出水 COD 浓度、温度和产气情况。4 月 12 日,UBF 罐产气良好,COD 浓度从开始的 3 200 mg/L 下降到 1 628 mg/L,说明厌氧污泥活性恢复,开始发生厌氧反应。

垃圾渗滤液中含有的重金属类生物毒性物质大部分在氨氮吹脱调 pH 值时形成氢氧化物沉淀,因而解除了重金属的抑制作用,但垃圾渗滤液中含有的有机毒物还是对厌氧微生物具有抑制作用,且在调酸调碱过程中大量的 Na⁺、Cl[−] 进入到渗滤液中,更加增高了渗滤液的含盐量。这些不利条件需要对厌氧颗粒污泥进行驯化。为了减少垃圾渗滤液的水质对污泥的冲击,在启动初期采用较小的进水量,利用稀释作用降低渗滤液中的

毒物浓度,对污泥进行驯化。

4 月 12 日起,每天每罐进经混凝沉淀和氨氮吹脱处理后的渗滤液 3 t,进水容积负荷为 0.18 kg-COD/(m³·d)。UBF 罐产气同之前相比有所下降,主要是因为污泥对渗滤液水质一时还不能适应。造成原有颗粒污泥的解体,污泥对渗滤液中有机物的降解作用不明显,出水 COD 同之前相比不降反升,出水 COD 从 1 628 mg/L 上升到 3 860 mg/L,出水 COD 比进水的低主要是由于原罐中液体的稀释作用而非生物降解作用。该阶段一直持续了 15 d 左右,直至出水 COD 不在出现上升的趋势。该驯化过程持续了半个多月。

污泥初步适应渗滤液水质,开始出现生物降解作用后,才增加进水量。从 4 月 28 日开始增加进水量,进入厌氧启动的负荷提升阶段。每天增加的进水量是前一天进水量的 15%,同时监测出水 COD,如果出水 COD 超过前一天的 COD,则维持该天的进水量直至不大于前一天出水的 COD 并维持 2 d。不进水时开启循环泵,保证 UBF 罐内的水力负荷,使污泥和污水充分接触。监测温度,根据情况对渗滤液进行加热,保证反应器温度在 30 ℃ 以上。至 7 月 7 日,处理水达到设计流量 100 m³/d。出水 COD 浓度在 1 750 mg/L 左右,COD 去除率为 72% 左右,出水氨氮浓度为 840 mg/L,总氮浓度为 880 mg/L。

4 UBF 罐启动数据分析

颗粒污泥的成长过程一般分为启动期、提高负荷期、颗粒污泥成熟期、稳定运行期。根据 UBF 罐启动操作参数,4 月 12 日~4 月 28 日,COD 容积负荷低,是颗粒污泥培养的启动期。4

月 29 日~6 月 16 日,有机负荷缓慢增加,是颗粒污泥培养的负荷提高期。6 月 17 日~6 月 30 日,容积负荷提高幅度大,处理效果稳定,是颗粒污泥的成熟期。

对于垃圾渗滤液的特殊水质,为了防止厌氧罐内过高的有毒物质的浓度对厌氧反应的抑制作用,UBF 罐的采用较低的有机负荷来运行。当有机负荷低时,污泥处于产率下降阶段,基质的降解速度受残存的基质浓度所控制,呈一级反应,故基质降解速率为:

$$\frac{dS}{dt} = -K_2XS_e$$

则:
$$\frac{S_0 - S_e}{dt} = K_2XS_e$$

S 为有机物浓度; S₀ 为进水有机物浓度; S_e 为出水有机物浓度; X 为反应器内微生物浓度; t 为水力停留时间; K₂ 为减速增长速度常数。

定义 K'₂ = K₂X。K'₂ 反映了反应器内有效的微生物累积浓度的变化,其正比于污泥浓度和微生物增长常数。K'₂' 值越大,反应了在反应器内有效的微生物浓度越大。

$$K'_2 = \frac{S_0 - S_e}{tS_0} = \frac{1}{t}(\frac{S_0}{S_e} - 1) = \frac{\eta}{t(1 - \eta)}$$

上式可进一步变形为:

$$K'_2 = \frac{\eta}{t(1 - \eta)} = \frac{0.7}{2(1 - 0.7)} = 1.17$$

η 为有机物去除率。

由上式就可以求得设计值:

UBF 厌氧罐启动过程中的 K'₂ 见图 1,其反映出厌氧反应器内有效微生物的积累浓度。从图中可以看出 6 月 16 日前,K'₂ 值缓慢增长,反应器内有效微生物积累浓度增长缓慢,属于污泥驯化

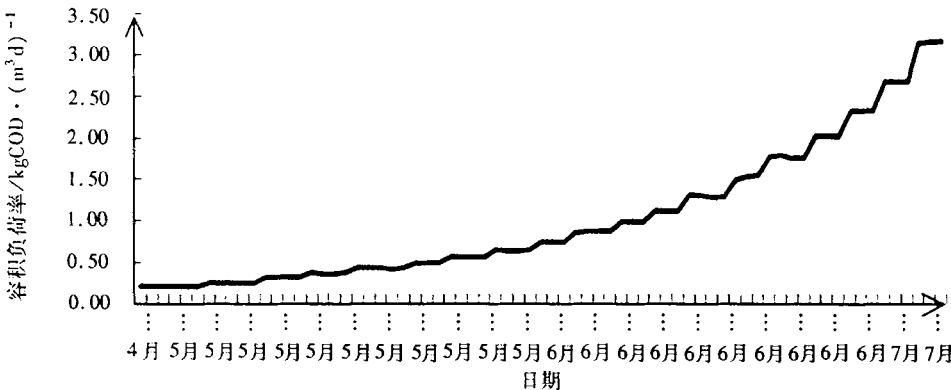
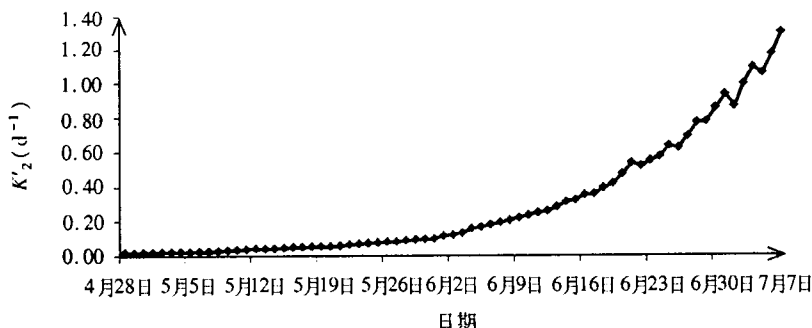


图 1 UBF 罐容积负荷变化图

Fig. 1 The volume burden variation of the UBF pot

图 2 K'_2 变化图Fig. 2 The variation of the K'_2

培养的负荷提高期;6月16日以后, K'_2 值增长加快,反应器内有效微生物积累浓度增加快速,反应器内污泥适应渗滤液水质,微生物增长速率快,是颗粒污泥的成熟培养期。最终 K'_2 值超过1.17,达到1.20,达到设计要求,标志 UBF 罐启动成功。

5 结论

(1)本调试工作中采用了某制药厂厌氧

UASB 处理工艺的剩余污泥,该工艺中的污泥性质与本工艺中的 UBF 罐所需的厌氧污泥颗粒性质相似,该剩余污泥是工艺成功调试的基础。

(2)经过 86 d 的驯化培养,UBF 罐中能够正常运行,出水 COD 浓度在 1 750 mg/L 左右,COD 去除率为 72%左右,出水氨氮浓度为 840 mg/L,总氮浓度为 880 mg/L,对垃圾渗滤液的进行了有效的处理。

参考文献:

- [1] 李庭刚,李秀芬,陈坚. 渗滤液中有有机化合物在电解化学氧化和厌氧生物组合系统中的降解[J]. 环境科学,2000,25(5):172-176.
- [2] 刘军,鲍林发,汪苹. 运用 GC-MS 联用技术对垃圾渗滤液中有有机污染物成分的分析[J]. 环境污染治理技术与设备,2003,4(8):31-33.
- [3] Marnie L Ward, Gabriel Bitton, Timothy Townsend. Heavy metal binding capacity(HMBC) of municipal solid waste landfill leachates[J]. Chemosphere,2005,60:206-215.
- [4] Fjaellborg B, Ahlberg G, Nilsson E. et al. Identification of metal toxicity in sewage sludge leachate[J]. Environment International,2005,31(1):25-31.

Application Research of UFB Tank Start - up in Garbage Leachate Treatment Technology

FEI Guang-cheng

(Yancheng Fire Technology Services Firm, Yancheng Jiangsu 224001, China)

Abstract: This paper is about UFB tank start - up for a solid waste leachate treatment technology. The study explored the domestication of anaerobic microorganisms in the UFB tank. After 86 days of debugging, UFB tank can start successfully. The removal rate of COD reached 72%. The effluent ammonia concentration was 840 mg/L. The total nitrogen concentration was 880 mg/L. The effect of is treatment obvious.

Keywords: landfill leachate; UFB tank; COD

(责任编辑:沈建新)