

# Research on the Treatment of Domestic Waste Incineration Plant Leachate by Anaerobic and MBR Process

Lingyan Yang

Hebei Puni Testing Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

## Abstract

This study focuses on a municipal solid waste incineration plant in Xinji City, Hebei Province. Through comparative analysis of existing infiltration-based wastewater treatment technologies, it highlights the characteristics and applications of medium-temperature membrane bioreactors (MBR). Using leachate from the Xinji municipal solid waste incineration plant as the research subject, the study employs both membrane and biochemical methods. To address challenges in MBR technology for infiltration water in waste incineration plants, two systematic optimization approaches are proposed: 1) Regulating the system's biochemical temperature. During summer high temperatures, appropriate cooling using refrigeration equipment maintains microbial activity and ensures system stability. 2) Controlling impurity influx under specific time and quantity parameters, which effectively manages the system. This is a key factor contributing to the higher operational costs of the system.

## Keywords

waste incineration plant; leachate technology; MBR

## 中温厌氧-MBR 工艺处理生活垃圾焚烧厂渗滤液技术研究

杨凌燕

河北谱尼测试科技有限公司, 中国·河北 石家庄 050000

## 摘要

论文以河北省辛集市某垃圾焚烧厂为研究对象, 通过对已有的渗透式污水治理技术的对比与分析, 着重论述了中温膜生物反应器 (MBR) 的特点及其应用。以辛集生活垃圾焚烧厂的渗滤液为研究对象, 采用了膜法和生化法对其进行了研究。针对 MBR 技术在垃圾焚烧厂的渗透水中的问题, 可以从以下角度来进行系统的优化: (1) 调节系统的生化温度。在夏天高温时, 利用冷冻设备对其进行适宜的冷却, 保持微生物活性, 确保系统的稳定。(2) 控制杂质的进入, 并在一定时间、一定数量的条件下进行控制, 从而达到对该系统进行有效的控制, 这是造成该系统操作费用较高的一个重要因素。

## 关键词

垃圾焚烧厂; 渗滤液技术; MBR

## 1 中温厌氧生物处理技术在城市生活污水处理中的应用

### 1.1 中温厌氧生物处理技术

在厌氧池中, 有机物含量既是一个关键的设计指标, 又是一个关键的工艺指标。在硝化和混凝两种情况下, 其设计负载不同。该工艺因其出水水质容易掌握而被普遍用于处理难处理的渗滤液。该方法具有操作简便、占用空间少、治理效率高等优点, 在国外已被普遍采用。而反渗透法仅是一种无法降解, 无法有效脱除的分离技术。这里也有大量的浓缩物, 现在最大的问题就是, 怎样才能做到这一点。因为 RO 没有生化反应, 因此 RO 出水的小分子物质 (如硫酸根、硫化氢), 会使出水产生恶臭。当垃圾填埋场的渗滤液经过

富集后, 将其运往灌埋区, 利用该富集物质的吸附与分解作用, 将富集物质中的重金属与有机质转化为富集物质, 从而达到富集重金属与有机物的目的。然而, 即便采用反渗透法, 垃圾焚烧厂渗滤液的污染物去除率仍难以达到 50%。

### 1.2 中温厌氧微生物-过滤技术

#### 1.2.1 厌氧微生物处理技术过程

在厌氧条件下, 有机物在微生物作用下被降解, 从而获得结构简洁、性能稳定的产品。同时, 甲烷也是一种巨大的能量。在厌氧环境中, 产酸细菌的产量很少。产酸菌对温度、pH、有毒物质的响应比较敏感, 因此 pH 值应该严格控制在 6~7 之间。与好氧比较起来, 厌氧工艺对营养素的要求比较低, 只要达到 COD:N:P=800:5:1 就可以了。该方法无需外界供氧, 运行费用低廉, 而且还能降低污泥残留量。当污水中有较高的有机物质 (BOD 为 22000mg/L) 时, 可考虑使用厌氧处理方法。

【作者简介】杨凌燕 (1987-), 女, 中国河北石家庄人, 本科, 高级工程师, 主要从事环境监测研究。

### 1.2.2 厌氧法

在好氧条件下,利用微生物的活动降解作用,获得较好的生物处理效果。

然而,好氧生化工艺存在如下缺点:在环境变化剧烈的情况下,很难确保出水的高效率。在曝气工艺中,因受污水中含有的表面活性物质等因素的作用,会导致污水中产生大量的气泡,因此必须采取相应的除泡措施。当 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量偏高时,会对其的硝化过程产生一定的影响,并会导致能耗增加,产生大量的污泥。

污水的好氧生物处理,指的是好氧微生物在溶解氧的条件下,将水中的胶体状、溶解性的有机质做为养分,通过一系列生化反应,最后以低能量位的无机物质稳定下来,从而实现无害化。在好氧生物工艺中,一方面,有机质被分解,稳定,为微生物的生存提供能源;另一方面,有机质被转化,形成新的原生质体,这就是微生物的自我增殖。因为好氧反应速率高,需要的反应时间少,所以可以减少好氧反应器的体积。基本上无臭,出水质量也能达标好氧处理工艺。

### 1.3 重金属对厌氧反应抑制作用

采用厌氧型生化工艺进行污水处理时,要充分考虑污水温度, COD 浓度, pH 值等因素的影响。特别要指出的是,厌氧菌生长缓慢,对生长环境的要求高,对有毒物质的敏感性等,必须加以控制。

厌氧发酵通常可分为中温发酵和高温发酵两种。中温条件下的厌氧发酵温度为 $30\sim 35^\circ\text{C}$ ,而高温条件下的厌氧发酵则为 $50\sim 55^\circ\text{C}$ 。由于各厌氧池所需的 COD 浓度有较大差异,所以要根据具体情况进行选择。在实施厌氧生化工艺时, pH 值应该保持在 $7\sim 7.5$ 范围内。

结果表明,不同的重金属对厌氧菌生长有显著的影响,其中,铜的影响最大,锌的影响最小,铬的影响次之;镍,铅,可以加入一种可以产生硫化物沉淀物,碳酸盐沉淀物,氢氧化物沉淀物等。当有机质浓度大于 $1000\text{mg/L}$ 时,通常需要进行高效率的厌氧催化。在此基础上,针对我国城镇生活废水中有机质含量相对较少的问题,提出了一种适合我国城镇生活废水处理的新方法。采用 UASB 和 EGSB 两种工艺对较小的废水进行处理,通常会显示出比较显著的优越性和较好的处理效率。根据国内外对厌氧工艺的使用现状,采用 UASB 和 EGSB 等几种新型的厌氧工艺对中温区和低温区的城市污水进行了初步的研究。以印度 UASB 项目为例,其能在中温下将 COD 去除率达 $68\%\sim 74\%$ ,取得了良好的治理结果。在荷兰,应用 EGSB 技术治理城市中,也有很多成功的案例。

关于厌氧生化技术在城镇废水中的运用,出了一套适合我国国情的 A/O (厌氧-好氧)工艺。实验结果表明,利用 UASB 生物反应器对厌氧体系进行处理后,在低温条件下, COD 的脱除率可达 $50\%$ 以上,并取得了良好的处理效果<sup>[5]</sup>。

## 2 MBR 技术处理生活垃圾焚烧厂渗滤液技术研究

### 2.1 处理设计工艺选择原则

根据以下原则,对社会和经济效益等因素进行全面的考量:在废水的主要处理工艺中,主要采用的是 MBR+MBR+生物膜的工艺。废水处理厂的平面布置应该与整个厂房的整体布置相协调,并且要符合相关技术规范的要求。针对该工程污水的来源,针对污水浓度高、水质多变等特点,提出了污水处理方案。选择技术先进,技术可靠,性能价格比高的技术。

### 2.2 可行性分析

#### 2.2.1 中温厌氧反应器 (UBF) 中温厌氧生物反应器是一种工程厌氧生物处理技术

在对高浓度有机污染物进行深度净化时,厌氧工艺具有运行成本较低、对有机污染物的高效脱除等优点,可以大大降低好氧工艺的负荷。厌氧工艺可分为低至 $10\sim 30^\circ\text{C}$ 的厌氧工艺,中温的厌氧工艺,以及 $50\sim 55^\circ\text{C}$ 的厌氧工艺。在低温区,中温区,高温区,三种环境下,微生物的代谢速率都是不一样的。而在适当的环境中,在较低的温度下,其代谢产物也比中温下的低。在大多数厌氧反应器中,当温度上升 $10^\circ\text{C}$ 时,其反应速率可增加1倍。耐冷的厌氧剂适合于某些温度较低的地区;温度更低,更热,更热;高温的下水道。由于其生物活性高,可以采用中温条件下的厌氧工艺。在维持较高的温度条件下,能耗较大的条件下,也不适宜使用高温厌氧工艺。结合城市生活垃圾处理厂的具体条件及废水处理过程的需要,确定了中温厌氧生物反应器。本工程将厌氧生物过滤器应用于对垃圾渗滤液进行强化处理。水箱内有填料,水箱外有水流流通及保温防护。填充物具有吸附微生物和提高污泥浓度的作用。这个周期的作用就是保证水从池子里漂浮出来,然后进行搅动。预热加热是在较低温度下使用可渗透性流体加热来提高微生物的作用。

#### 2.2.2 MBR 系统

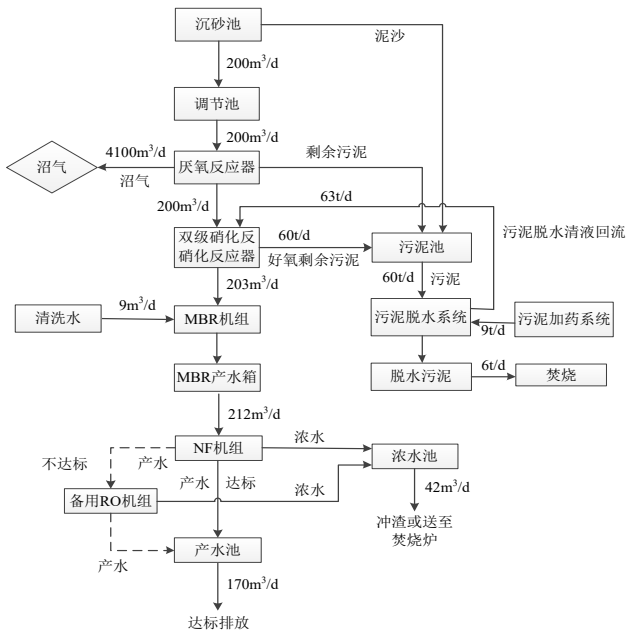
经污水治理后,经渗滤液经厌氧生物反应器的渗滤液进入 MBR 系统。膜生物反应器的运行过程分为两个阶段:二次硝化-反硝化和纳滤膜。渗出物经过二级硝化、反硝化和纳滤处理后进入下一阶段。废水被直接排到一个单级的硝化反应器中。第一个步骤是在高溶解氧的情况下完成整个硝化过程。当污水中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 转化为 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 时,有机质含量显著降低。通过在一级脱氮池中安装一根返排管,将污水送入一级脱氮池,并与厌氧型污水充分融合,形成缺氧型污水。在一定时期内,污水排出一定时期后,进入二阶段进行反硝化过程,再进入二阶段的硝化过程;而排放出来的污水则会直接进入膜生物反应器中。污水经过自抽水泵流入到一个中间罐, MBR 的浓水又回到了第一个脱硝化槽,而生化工艺产生的剩余泥浆被直接排到了淤渣池。

MBR产生的废水经纳滤、高压泵和高压泵等加压后进入纳滤系统，并通过纳滤膜装置的阻挡，实现了降低污水排放量。NF生产用的水会进入NF生产罐，经过设备的残余压力，将浓缩水流进浓池中，然后将浓缩后的污水排放出来，或者将其输送到焚化场。

经过纳滤工艺的运行，出水能够满足废水的达标排放。这就是体制的保障。当出水中的水质达不到标准时，可利用出水中的反渗透作用。纳滤产生的废水经反渗透泵经过增压后进入反渗透系统，经过反渗透处理后，将废水截留，以降低废水的排放量。当废水达到排放标准时，废水达到排放标准，可直接进入采油槽，而采出水中的浓水则在设备残余压力的作用下进入采油槽。这种精炼物可以用来除渣，也可以用来送到焚化炉。

### 2.3 主要工艺设计参数

#### 2.3.1 渗沥液处理系统物料平衡图



#### 2.3.2 季节变化的影响和措施

由于受季节、运输条件和运行管理等因素的影响，生活垃圾焚烧厂的渗滤液的流速差别很大。一般来讲，在我国北方，冬季生活垃圾的渗滤液含量为7-8%，夏季则可达40%以上，这与其自身的含水量及微生物活性相关，还与当地气候、雨量、温度等因素相关，进而导致生活垃圾处理厂的渗滤液品质及水量的起伏。因此，经过对原来的污水进行处理后，能让它具有某种抗冲击力负荷的能力，因而能保证它的运行稳定。排水稳定度。

生活垃圾焚烧厂生活污水处理厂的污水处理厂设计为

日处理200m³/d左右。本项目拟采用“预处理+中温厌氧+MBR+膜法”组合工艺对该工艺进行系统的实验。为减轻MBR的负荷，将中温UBF用于中温厌氧处理。MBR中的MBR是一种新型的污水处理工艺，它包括两段硝化、反硝化、纳滤和反渗透。从理论上讲，对各类主要污染物的去除效果都在95%以上。

### 3 结论

综合以上，本文针对目前中温厌氧生化技术的特性，从多个方面对厌氧生化工艺在城镇生活污水中的运用进行了探讨，指出了在实践中应注意的一些问题；为了更好地适应新时期对城市污水治理的需要，应加大对厌氧生化工艺的研究力度。根据垃圾填埋场渗出物的性质，对焚烧厂渗出物的组成进行了研究。根据厌氧工艺的发展历程，垃圾渗滤液厌氧处理核心分为“厌氧发酵与沉淀、快速厌氧生物滤池(AF)处理、后续好氧降解”等关键阶段：第一，在污水处理厂，同步进行厌氧发酵与沉淀；它所含的厌氧细菌相对较少，操作简便，且费用相对低廉，还能对污水中的可沉淀的固体进行高效的脱除，并对油脂进行降解；但是，由于该工艺对水中的有机物质无法得到彻底的降解，还需经过好氧的深度降解，若直接排出，又会引起二次污染。其次为快速厌氧生物滤池(AF)，该过滤器为快速型厌氧生物过滤器(AF)，其中所采用的微生物载体为填充剂，通过填充剂来改善微生物所处的生活条件。高效地提高了微生物的浓度，使其更好地达到了对溶解性有机污水的处理要求。

针对试验及运行中存在的问题，对该系统进行两方面的优化：①调节系统的生物化学温度：夏季高温时，采用冷冻设备对其进行适宜的冷却，保持其活性，确保了该系统的稳定。②通过控制杂质和污泥的排出，并通过定期、定时、定量的清除活性污泥和给氮化池充氧等方法，达到了以下目的。

### 参考文献

- [1] 黎圣.氧化沟/膜生物反应器处理垃圾渗滤液[J].西安文理学院学报(自然科学版),2021;26-95
- [2] 魏文成.环鄱阳湖区地下水中氟含量特征及成因分析[J].中国农村水利水电,2022.15(1): 169-253
- [3] 张思彦.中国城市垃圾处理与展望.中国城市环境卫生,2001, 16(6): 328-330.
- [4] 王志伟.中温厌氧膜生物反应器膜污染特性研究[J].2021,26(2): 58-198
- [5] 林红军.膜生物反应器种膜过滤特征研究[J].环境科学,2021,15 (1): 7-20.