[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C02F 9/14 (2006.01)
C02F 3/30 (2006.01)
C02F 1/52 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710120846.9

[45] 授权公告日 2009 年 8 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100522851C

[22] 申请日 2007.8.28

[21] 申请号 200710120846.9

[73] 专利权人 北京盖雅环境科技有限公司

地址 100871 北京市海淀区中关村北大街 116 号北京大学科技园 2 号楼 2208 室

[72] 发明人 温丽丽 崔 锋 宗承坤 叶正芳

[56] 参考文献

CN1662456A 2005.8.31

CN1872745A 2006.12.6

CN1907889A 2007.2.7

UASB - BAF 处理城市污水的试验研究. 郑纬元，张新喜，张文艺. 山西建筑，第 33 卷第 1 期. 2007

固定化曝气生物滤池处理污染河水的中试研究. 姚磊，叶正芳，倪晋仁，廖日红，刘操，徐华. 中国给水排水，第 23 卷第 13 期. 2007

审查员 张 伟

[74] 专利代理机构 北京金阙华进专利事务所（普通合伙）

代理人 吴鸿维

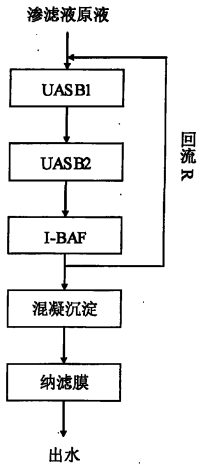
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称

城市生活垃圾渗滤液厌氧 - 好氧 - 膜处理工艺

[57] 摘要

本发明涉及城市生活垃圾渗滤液厌氧 - 好氧 - 膜处理工艺，属于污水处理技术领域。该组合工艺按顺序由两级上流式厌氧污泥床(UASB)、固定化微生物曝气生物滤池(G - BAF)、混凝沉淀池、纳滤膜四个单元组成，各个单元作用详见说明书。本发明工艺优点是可同时去除碳、氮等污染物，对于新鲜垃圾渗滤液和老龄垃圾渗滤液均有良好的处理效果，抗渗滤液水质冲击负荷能力强，运行高效稳定，本组合工艺不仅适用于渗滤液的无害化处理，而且可应用于其它高氨氮、高有机物浓度、水质波动大的废水处理。



1、城市生活垃圾渗滤液厌氧-好氧-膜处理工艺，其特征在于采用的是两级 UASB－G-BAF－混凝沉淀－纳滤膜组合工艺，包括如下顺序的步骤：

两级 UASB 厌氧处理：缺氧反硝化和有机物的水解酸化在第一级 UASB1 中进行，去除氮氧化物、一部分有机物和大部分毒性物质；第二级 UASB2 中进行厌氧产甲烷反应，去除大部分有机物，产生的甲烷回收利用；渗滤液经过两级 UASB 反应器，使 COD 去除率达到 80－90%，氮氧化物浓度降到 20mg/L 以下；

G-BAF 好氧处理：两级 UASB 反应器出水进入 G-BAF 反应器进行彻底的硝化反应，去除高氨氮，同时去除一部分总氮和余下的有机物，出水回流到 UASB1 反应器中，回流比例根据实际的水质情况而定，以去除 G-BAF 段产生的余下的氮氧化物；

混凝沉淀处理：通过厌氧和好氧的生物处理过程将可生化的有机物和高氨氮完全去除；不可生化的有机物和生化过程中产生的溶解性微生物产物则进入混凝沉淀池进行进一步的处理，去除硫及 50-60%余下的有机物，保证进入纳滤膜的水质；

纳滤膜处理：对混凝沉淀出水进行纳滤膜过滤，去除余下的有机物、氨氮和各种盐类，使出水达到污水排放一级标准；产生的浓缩液返回 UASB1 进行处理。

2、根据权利要求 1 所述的城市生活垃圾渗滤液厌氧-好氧-膜处理工艺，其特征在于将缺氧反硝化放在第一级上流式厌氧污泥床反应器中进行；这样反硝化产生的碱度会缓冲第一级厌氧反应器中因有机物酸化水解产生的酸度，将大分子有机物转化为小分子有机物，去除毒性物质，为第二级厌氧反应器发生产甲烷反应打下好的基础。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的城市生活垃圾渗滤液厌氧-好氧-膜处理工艺，其特征在于两级 UASB 反应器的三相分离器为两层或三层，这根据实际废水水质情况而确定，以避免污泥的流失。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的城市生活垃圾渗滤液厌氧-好氧-膜处理工艺，其特征在于两级 UASB 反应器的上部设置集气罩，收集产生的甲烷气体。

5、根据权利要求 1 所述的城市生活垃圾渗滤液厌氧-好氧-膜处理工艺，其特征在于好氧段处理部分采用的是固定化微生物曝气生物滤池技术，内部填料为大孔网状聚氨酯基载体，其上固定微生物，反应器不需要反冲洗。

6、根据权利要求 5 所述的城市生活垃圾渗滤液厌氧-好氧-膜处理工艺，其特征在于固定化微生物曝气生物滤池反应器中，由于固定化微生物的作用，使载体内部形成厌氧－兼氧－好氧的微环境，发生同步硝化反硝化反应，去除一部分总氮。

7、根据权利要求 1 所述的城市生活垃圾渗滤液厌氧-好氧-膜处理工艺，其特征在于单独设立混凝沉淀池，投加絮凝剂和助凝剂使污染物产生混凝沉淀反应，去除生化出水中的硫和 50-60%的有机物，以保证纳滤膜进水要求。

城市生活垃圾渗滤液厌氧-好氧-膜处理工艺

技术领域

本发明涉及废水处理领域，具体地说是涉及一种城市生活垃圾渗滤液厌氧-好氧-膜处理工艺，该工艺是一种通过生物－物化－膜组合去除渗滤液中高浓度的有机物、氨氮和悬浮物等污染物的处理工艺，适用于城市生活垃圾渗滤液以及其他高氨氮、高有机物工业废水的处理，如养殖废水、焦化废水和污泥厌氧消化液等。

背景技术

渗滤液是垃圾填埋腐化过程中产生的，主要来自以下三个方面：（1）填埋场内的自然降雨和径流；（2）垃圾自身原有的含水；（3）垃圾卫生填埋后由于微生物的厌氧分解而产生的水。其中填埋场内的降水为主要部分，这些水渗过成分复杂的垃圾时，使垃圾发生分解、溶出、发酵等反应，从而使渗滤液中含有大量有机污染物、氮磷类物质和种类繁多的重金属类物质。垃圾渗滤液水质的变化受垃圾组成、垃圾含水率、垃圾体内温度、垃圾填埋时间、填埋规律、填埋工艺、降雨渗透量等因素的影响，尤其是降雨量和填埋时间的影响更大。垃圾渗滤液是一种水质水量变化大，微生物营养比例严重失调，氨氮含量高，磷元素缺乏，臭味重，色度高，毒性大，难处理的高浓度有机废水，且随着垃圾填埋时间的增加，渗滤液 B/C 比减少，C/N 比降低，处理难度增加。

国内外学者对渗滤液无害化处理进行了很多研究，主要有三大类方法：（1）将渗滤液引入附近的城市污水处理厂进行合并处理；（2）把填埋场作为一个以垃圾为填料的巨大的生物滤床进行喷洒回灌处理；（3）独立场内处理。实际的情况是一般垃圾填埋场距离城市污水处理厂都很远，渗滤液的输送会造成较大的经济负担，而且由于渗滤液所特有的水质及变化特点，在采用此种方案时必须辅以相应有效的控制措施，否则将易造成对城市污水处理厂的冲击负荷，影响甚至破坏城市污水处理厂的正常运行。对于喷洒回灌法，虽然经济简单，但是不能完全消除渗滤液，还会导致氨氮不断积累。因此，目前用于垃圾渗滤液处理的方案主要是独立的场内完全处理，生物法、物化法、人工湿地法以及各种方法的组合处理工艺等。研究表明：单独采用物化法不仅成本高，操作复杂，易产生二次污染，且难以达标排放；单独采用厌氧技术，虽然高效节能，但厌氧处理后出水水质，特别是氨氮浓度，远远超过排放标准，后续必须联合使用好氧法或物化法进行深度脱氮和脱碳处理。单独采用好氧法，虽然能同时去除渗滤液中的有机物和氨氮，但实际工程中由于受到 DO

传递的限制，不能单独处理有机物浓度太高的渗滤液。单独采用人工湿地法占地面积又太大。因此一般均采用物化、生物等组合工艺。目前已有的渗滤液处理工艺处理存在投资运行费用高，工艺流程复杂等问题，且很多处理装置不能承受渗滤液很强的水质水量冲击负荷，运行不稳定，处理效率低。

发明内容

本发明目的在于弥补现有技术中存在的不足之处，而提供城市生活垃圾渗滤液厌氧-好氧-膜处理工艺。

通过深入认识城市生活垃圾渗滤液的水质特征，综合比较国内外垃圾渗滤液处理工艺，针对垃圾渗滤液的处理难点，开发出渗滤液处理的装置和方法，即两级 UASB+G-BAF+混凝沉淀+膜系统的组合工艺。该工艺不仅有效的将有机物和氨氮去除，还可以达到 85%以上总氮的去除率。后续的膜系统更保证出水达到一级排放标准。

本发明的技术方案是：采用的是两级 UASB－G-BAF－混凝沉淀－纳滤膜组合工艺，包括如下顺序的步骤：

两级 UASB 厌氧处理：缺氧反硝化和有机物的水解酸化在第一级 UASB1 中进行，可去除氮氧化物、一部分有机物和大部分毒性物质；第二级 UASB2 中进行厌氧产甲烷反应，去除大部分有机物，产生的甲烷可回收利用；渗滤液经过两级 UASB 反应器，使 COD 去除率达到 80－90%，氮氧化物浓度降到 20mg/L 以下；

G-BAF 好氧处理：两级 UASB 反应器出水进入 G-BAF 反应器进行彻底的硝化反应，去除高氨氮，同时去除一部分总氮和余下的有机物，出水回流到 UASB1 反应器中，回流比例根据实际的水质情况而定，以去除 G-BAF 段产生的余下的氮氧化物；

混凝沉淀处理：通过厌氧和好氧的生物处理过程可以将可生化的有机物和高氨氮完全去除；不可生化的有机物和生化过程中产生的溶解性微生物产物则进入混凝沉淀池进行进一步的处理，去除硫及 50-60%余下的有机物，保证进入纳滤膜的水质；

纳滤膜处理：对混凝沉淀出水进行纳滤膜过滤，可以去除余下的有机物、氨氮和各种盐类，使出水达到污水排放一级标准；产生的浓缩液返回 UASB1 进行处理。

将缺氧反硝化放在第一级上流式厌氧污泥床反应器中进行，这样反硝化产生的碱度会缓冲第一级厌氧反应器中因有机物酸化水解产生的酸度，可以将大分子有机物转化为小分子有机物，去除毒性物质，为第二级厌氧反应器发生产甲烷反应打下好的基础。

两级 UASB 反应器的三相分离器为两层或三层，这根据实际废水水质情况而确定，以避免污泥的流失。

两级 UASB 反应器的上部设置集气罩，收集产生的甲烷气体。

好氧段处理部分采用的是固定化微生物曝气生物滤池技术，内部填料为大孔网状聚氨酯基载体，其上固定微生物，反应器不需要反冲洗。

固定化微生物曝气生物滤池反应器中，由于固定化微生物的作用，可以使载体内部形成厌氧－兼氧－好氧的微环境，发生同步硝化反硝化反应，去除一部分总氮。

G-BAF 反应器出水部分回流至两级厌氧的 UASB1 反应器中，进行剩余氮氧化物及有机污染物的进一步去除。

单独设立混凝沉淀池，投加絮凝剂和助凝剂使污染物产生混凝沉淀反应，去除生化出水中的硫和 50-60％的有机物，以保证纳滤膜进水要求。

纳滤膜系统所产生的浓缩液返回 UASB1 进行处理。

本发明相比现有技术具有如下优点：可同时去除渗滤液中碳和氮等污染，同时还可脱色、除臭，处理出水达到一级排放标准；脱氮效率高，无需外加有机碳源；由于采用了固定化微生物技术，使得系统内生物量很大，生物种类丰富，含有短杆菌、长杆菌和球菌等，有大量菌胶团，同时世代时间长的硝化菌、反硝化菌等可有效固定在载体上，避免了传统方法中菌的流失；采用了纳滤技术，相对于超滤，具有更高的过滤效率和选择透过性，而所需过滤压力（0.5-1.0Mpa）小于反渗透系统（1.2-1.8Mpa），用较低扬程的增压泵即可达到相同的效果，节省能耗；承受进水污染物负荷变化的能力很强，有抵抗系统冲击的能力，是一种高效组合生物反应系统。

本发明的技术原理为：首先采用两级 UASB 通过反硝化、水解酸化和厌氧产甲烷反应去除大部分有机物和氮氧化物，同时回收甲烷。厌氧出水中高浓度氨氮和残余有机物在后续的 G-BAF 工艺中得到进一步的降解，去除高氨氮，同时去除一部分总氮和余下的有机物，出水回流到 UASB1 反应器中（回流比例根据实际的水质情况而定），去除 G-BAF 段产生的余下的氮氧化物；通过厌氧和好氧的生物处理过程可以将可生化的有机物和高氨氮完全去除。不可生化的有机物和生化过程中产生的溶解性微生物产物则进入混凝沉淀池进行进一步的处理，保证进入纳滤膜的水质，经过膜处理单元，出水优于一级排放标准。

通过采用两级 UASB－G-BAF－混凝沉淀－纳滤膜组合工艺处理城市生活垃圾渗滤液。具体步骤按如下进行：

垃圾渗滤液在调节池中调 pH 至 7 左右，进入两级 UASB，去除大部分有机物、氮氧化物及毒性物质；

厌氧出水进入 BAF 反应器，彻底硝化去除氨氮，同时去除一部分总氮和余下的可生化有机物；

好氧出水进入混凝沉淀池，去除生化出水中的 SS 和 50％左右的有机物等，以保证纳滤进水要求；

混凝沉淀池出水进入纳滤膜系统进行过滤，出水指标达到一级排放标准。

其中：

调节池中，垃圾渗滤液的 pH 值调至 7.0 左右，新鲜垃圾渗滤液一般呈酸性，中老龄垃圾渗滤液一般呈碱性，采用的调节药剂是醋酸或盐酸。

UASB1 反应器采用反硝化污泥加上厌氧污泥启动；UASB2 反应器采用厌氧污泥启动。

两级 UASB 反应器首先采用调 pH 值后的人工配水来驯化，逐步在人工配水中加大渗滤液的比例，直至完全渗滤液进水。驯化用污水的 COD_{Cr} 浓度在 2000-10000mg/L 之间；反应器温度为 35±2℃。厌氧反应器启动后，水力停留时间为 48-72h，COD 容积负荷可达 5-20kg/(m^3·d)，去除率为 80-90%。其中 UASB1 反应器的驯化污水还含有 500-2000mg/L 的氮氧化物，驯化后使 UASB1 反应器出水中氮氧化物浓度小于 20 mg/L。

G-BAF 反应器中填充 FPUFS 聚氨酯基生物载体，同时添加高效微生物，使其固定在载体表面及内部。由于固定化微生物的作用，可以使载体内部形成厌氧—兼氧—好氧的微环境，硝化菌固定在载体表层，反硝化菌固定在载体内部，为同步硝化反硝化反应的发生创造了环境，有利于总氮的去除。采用 UBF 厌氧反应器出水对微生物进行驯化；G-BAF 反应器温度为室温，停留时间为 24-36h，溶解氧(DO)浓度为 2-6mg/L，出水 pH 值为 7.6-8.1；COD 容积负荷可达 2-10kg/(m^3·d)，去除率为 65-90%；氨氮容积负荷可达 0.5-2.0kg/(m^3·d)，去除率为 92-99%；由于缺少碳源，G-BAF 总氮去除率可达到 50%左右。G-BAF 反应器出水部分回流至两级厌氧的 UASB1 反应器中，进行剩余氮氧化物及有机污染物的进一步去除。

通过厌氧和好氧的生物处理过程可以将可生化的有机物和高氨氮完全去除。不可生化的有机物和生化过程中产生的溶解性微生物产物则进入混凝沉淀池进行进一步的处理，投加絮凝剂和助凝剂使污染物产生混凝沉淀反应，去除硫及 50%左右余下的有机物，保证进入纳滤膜的水质。

最后，对混凝沉淀出水进行纳滤膜过滤，可以去除余下的有机物、氨氮和各种盐类，使出水达到污水排放一级标准。产生的浓缩液返回 UASB1 进行处理。

本发明是一种高效处理城市生活垃圾渗滤液的组合工艺，不仅适用于渗滤液的处理，而且可应用于任何高有机物浓度，高氨氮浓度，水质波动大的废水处理。

本发明的实施方式的过程是：分别采用新鲜垃圾渗滤液和中老龄垃圾渗滤液进入调节池，调节 pH 值至 7.0 左右，然后进入两级 UASB 反应器厌氧降解污染物，主要去除有机物和氮氧化物，出水再进入 G-BAF 反应器进一步去除水中的氨氮和剩余可生化有机污染物，然后经过混凝沉淀后进入纳滤膜系统，出水达标排放。

附图说明

图 1 是本发明的工艺流程图。

具体实施方式

下面结合图 1 和 2 个实施例，对本发明加以进一步说明，但本发明不只限于这些实施例。

实施例 1：

采用本发明组合工艺处理新鲜垃圾渗滤液，原水 COD_{Cr} 浓度为 12000-24000mg/L，NH_4^+-N 浓度为 1050-1800 mg/L，TIN(总无机氮)浓度为 1180-1910mg/L，UASB 反应器和 G-BAF 反应器水温分别控制在 35±2℃和 28±2℃，停留时间分别为 72h 和 36h，最终出水 COD_{Cr} 浓度为 10-50mg/L，NH_4^+-N 浓度为 1.0-12.0mg/L，TN 浓度为 10-150mg/L，COD_{Cr} 和 NH_4^+-N TN 去除率均达到 99%，TN 去除率也达到 90%以上。

实施例 2：

采用本发明组合工艺处理中老龄垃圾渗滤液，原水 COD_{Cr} 浓度为 3850-6500mg/L，NH_4^+-N 浓度为 1400-2100mg/L，UASB 反应器和 G-BAF 反应器水温分别控制在 35±2℃和 28±2℃，停留时间分别为 60h 和 36h，最终出水 COD_{Cr} 浓度为 20-50mg/L，NH_4^+-N 浓度为 2.5-15.0mg/L，COD_{Cr} 和 NH_4^+-N 去除率均可达到 98%以上。

由上述实例可见，本发明组合工艺对于不同填埋时间段的渗滤液均具有良好的处理效果，最终出水达到污水综合排放一级标准(GB8978-1996)。

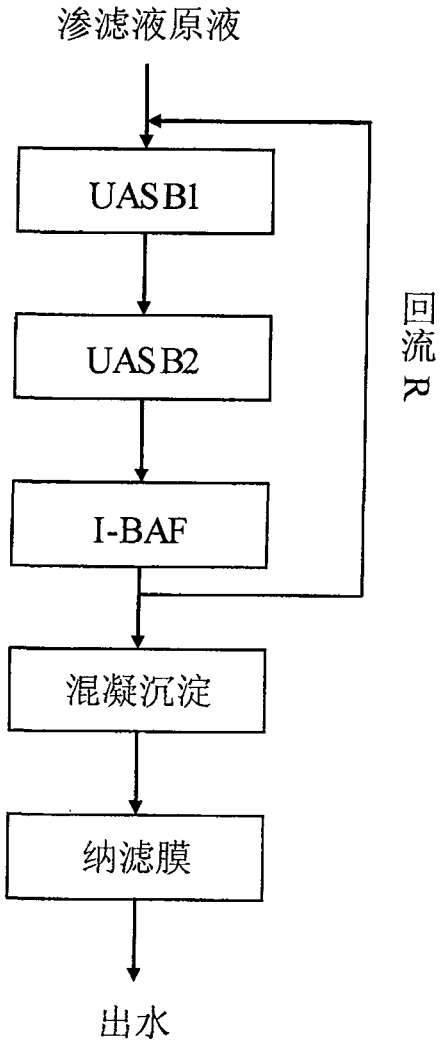


图 1