

(19)中华人民共和国国家知识产权局



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107055813 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(21)申请号 201710299794.X

(22)申请日 2017.04.28

(71)申请人 中国科学院生态环境研究中心
地址 100085 北京市海淀区双清路18号

(72)发明人 郁达伟 魏源送 王元月 王红艳

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 任岩

(51)Int.Cl.

C02F 3/34(2006.01)

C02F 3/28(2006.01)

C02F 3/30(2006.01)

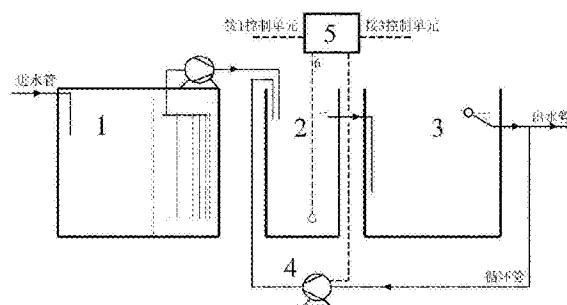
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种厌氧污水处理装置及工艺

(57)摘要

本发明公开了一种厌氧污水处理装置及工艺:向厌氧膜生物反应器和厌氧氨氧化反应器中分别接种厌氧消化污泥和厌氧氨氧化污泥;废水依次流经厌氧膜生物反应器,反硝化反应器和厌氧氨氧化池后出水,部分回流到反硝化反应器。其中,厌氧膜生物反应器回收沼气能源和去除有机污染物,反硝化反应器兼具反硝化脱氮和菌群预选择作用,厌氧氨氧化池去除总氮并有效降低脱氮曝气量。本发明既可用于高浓度有机废水,实现以厌氧为主的碳氮达标和沼气回收;也可用于低浓度有机废水处理,大幅减少处理过程中所需的曝气量。



CN 107055813 A

1. 一种厌氧污水处理装置,包括厌氧膜生物反应器(1),反硝化反应器(2),厌氧氨氧化反应器(3);

厌氧膜生物反应器(1),对输入的有机废水进行厌氧消化处理,去除有机废水中的耗氧有机污染物;

反硝化反应器(2),接收厌氧膜生物反应器(1)的出水和厌氧氨氧化反应器(3)循环口的出水,进行反硝化脱总氮、脱氮菌群预选择、水量协同调节,进一步去除总氮和耗氧有机污染物;

厌氧氨氧化反应器(3),接收反硝化反应器(2)反硝化脱氮后的废水,进行厌氧氨氧化脱氮处理,用以去除氨氮和总氮污染物。

2. 根据权利要求1所述的厌氧污水处理装置,其中,该厌氧污水处理装置还包括循环泵(4),厌氧氨氧化反应器(3)循环口的出水通过循环泵(4)与反硝化反应器(2)连接。

3. 根据权利要求1所述的厌氧污水处理装置,其中,该厌氧污水处理装置还包括反应器控制系统(5),通过监测反硝化反应器(2)的液位,控制厌氧膜生物反应器(1)的出水量、厌氧氨氧化反应器(3)的进水量以及厌氧氨氧化反应器(3)循环口的出水通过循环泵(4)进入反硝化反应器(2)的回流量。

4. 根据权利要求3所述的厌氧污水处理装置,其中,所述反应器控制系统(5)通过反硝化反应器(2)内的液位监控(6)监测反硝化反应器(2)的液位。

5. 根据权利要求1所述的厌氧污水处理装置,其中,所述厌氧膜生物反应器(1)为两相厌氧管式膜生物反应器或内循环厌氧膜生物反应器。

6. 根据权利要求1所述的厌氧污水处理装置,其中,所述厌氧氨氧化反应器(3)为一体式厌氧氨氧化脱氮反应器。

7. 一种厌氧污水处理工艺,采用权利要求1~6中任一项所述的厌氧污水处理装置进行废水处理,包括:

厌氧膜生物反应器接收有机废水,进行厌氧消化处理,去除有机废水中的耗氧有机污染物;

反硝化反应器接收厌氧膜生物反应器的出水和厌氧氨氧化反应器循环口的出水,进行反硝化脱氮处理、脱氮菌群预选择、水量协同调节,并进一步去除总氮和耗氧有机污染物;

厌氧氨氧化反应器接收反硝化反应器反硝化脱氮后的废水,进行厌氧氨氧化脱氮处理,用以去除氨氮污染物。

8. 根据权利要求7所述的厌氧污水处理工艺,其中,所述厌氧氨氧化反应器循环口的出水,为根据出水中的总氮量选择是否回流,循环口的出水回流比为50~300%。

9. 根据权利要求7所述的厌氧污水处理工艺,其中,

所述厌氧消化处理具体为:利用厌氧膜生物反应器内装有的厌氧消化污泥去除有机废水中的耗氧有机污染物,生成挥发性有机酸和难降解的有机物,同时产生沼气和氨态氮;

所述反硝化脱氮处理具体为:利用反硝化反应器内的反硝化污泥进行反硝化脱总氮、脱氮菌群预选择、水量协同调节,进一步去除总氮和耗氧有机污染物;以及

所述厌氧氨氧化脱氮处理具体为:利用厌氧氨氧化反应器内的厌氧氨氧化污泥进行厌氧氨氧化脱氮处理,用以去除氨氮和总氮等污染物,将其转化为氮气和硝态氮。

10. 根据权利要求7所述的厌氧污水处理工艺,其中,所述沼气能源为甲烷和二氧化碳

的混合气。

11. 根据权利要求7所述的厌氧污水处理工艺,其中,所述反硝化脱氮处理,为反硝化脱硝态氮处理。

12. 根据权利要求7所述的厌氧污水处理工艺,其中,所述厌氧膜生物反应器和所述厌氧氨氧化反应器的温度均保持在33~37℃。

13. 根据权利要求7所述的厌氧污水处理工艺,其中,所述反应器控制系统,通过反硝化反应器内的液位监控监测反硝化反应器的液位,用以控制厌氧膜生物反应器的出水量、厌氧氨氧化反应器的进水量以及厌氧氨氧化反应器循环口的出水通过循环泵进入反硝化反应器的回流量,满足系统提高总氮去除率的需要,同时满足整个系统各个反应器的水量平衡需求。

一种厌氧污水处理装置及工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及废水处理和新能源技术领域,尤其涉及一种厌氧污水处理装置及工艺。

背景技术

[0002] 根据2015年中国国家统计局年鉴,作为一种高浓度有机废水,农副食品加工业废水以6.0%的工业排放总量排放了11%的耗氧有机污染物(COD_{Cr}),具有典型性。农副食品加工业废水污染物浓度高、排放量大且达标排放率低,污染减排和资源化的潜力巨大。据全国污染源普查,2010年农副食品加工业(包括玉米加工、畜禽养殖等)废水排放量 13.2×10^8 t,在41个分类行业中排名第4位,而排放达标率仅仅为第37位。其中最为突出的污染物耗氧有机污染物(COD_{Cr})和氨氮年排放 49.6×10^4 t和 2.1×10^4 t,排名第2位和第3位。随着国家污染减排力度的加大和中央一号文件大力推动专业大户、家庭农场、农民合作社等的规模化发展,农副食品加工业将长期稳定增长。同时,新出台的淀粉、制糖和酒精等工业废水标准提高了化学耗氧量耗氧有机污染物(COD_{Cr})、氨氮和总氮排放标准,农副食品加工业废水处理与资源化的技术要求正在迅速提高。

[0003] 耗氧有机污染物COD_{Cr}和氨氮是这类废水达标排放的限制性污染物,现有主流技术为厌氧、好氧和物化的组合工艺,其工艺核心和关键运行单元往往为好氧工艺。典型的工艺流程如:UASB+BAF、UASB+A/O、UBF+CASS等厌氧-好氧组合生物工艺,或沉淀、气浮等物化+生物处理。其中曝气能耗是其主要能耗构成,污泥处理是其重要成本构成。这些组合水处理工艺的一个重要问题是其流程甚至比食品加工工艺长,给工厂带来操作复杂、反应器构造不便于维护、人工要求多、占地大、不易实现自动化控制等运行困难。另一个重要问题是,传统以好氧单元为核心的污水处理工艺需要大量曝气,不仅大量消耗能源,还把可以回收为能源或资源的COD有机物消耗掉,并转化为污泥,反而成为需要进一步处理的二次污染物,既不绿色又增加了大量处理成本。此外,大量曝气还导致了臭味的逸散,给污水处理厂、农副食品加工业厂区环境带来负面影响,甚至造成邻避问题等较大社会影响。

发明内容

[0004] (一)要解决的技术问题

[0005] 本发明目的在于提供一种以厌氧膜生物反应、厌氧氨氧化为核心的组合工艺装置及方法,用以解决现有常规处理工艺中大量曝气的问题,解决现有厌氧膜生物反应器出水氨氮不达标,厌氧氨氧化进水要求高、出水中硝态氮残留达标难的问题,形成以厌氧技术为核心的高浓度有机废水达标处理工艺。

[0006] (二)技术方案

[0007] 本发明的一方面提供一种厌氧污水处理装置,包括厌氧膜生物反应器1,反硝化反应器2,厌氧氨氧化反应器3;

[0008] 厌氧膜生物反应器1,对输入的有机废水进行厌氧消化处理,去除有机废水中的耗

氧有机污染物；

[0009] 反硝化反应器2,接收厌氧膜生物反应器1的出水和厌氧氨氧化反应器3循环口的出水,进行反硝化脱总氮、脱氮菌群预选择、水量协同调节,进一步去除总氮和耗氧有机污染物；

[0010] 厌氧氨氧化反应器3,接收反硝化反应器2反硝化脱氮后的废水,进行厌氧氨氧化脱氮处理,用以去除氨氮和总氮污染物。

[0011] 其中,该厌氧污水处理装置还包括循环泵4,厌氧氨氧化反应器3循环口的出水通过循环泵4与反硝化反应器2连接。

[0012] 其中,该厌氧污水处理装置还包括反应器控制系统5,通过监测反硝化反应器2的液位,控制厌氧膜生物反应器1的出水量、厌氧氨氧化反应器3的进水量以及厌氧氨氧化反应器3循环口的出水通过循环泵4进入反硝化反应器2的回流量。

[0013] 其中,所述反应器控制系统5通过反硝化反应器2内的液位监控6监测反硝化反应器2的液位。

[0014] 其中,所述厌氧膜生物反应器1为两相厌氧管式膜生物反应器或内循环厌氧膜生物反应器。

[0015] 其中,所述厌氧氨氧化反应器3为一体式厌氧氨氧化脱氮反应器。

[0016] 本发明的另一方面提供一种厌氧污水处理工艺,采用所述的厌氧污水处理装置进行废水处理,包括:

[0017] 厌氧膜生物反应器接收有机废水,进行厌氧消化处理,去除有机废水中的耗氧有机污染物；

[0018] 反硝化反应器接收厌氧膜生物反应器的出水和厌氧氨氧化反应器循环口的出水,进行反硝化脱氮处理、脱氮菌群预选择、水量协同调节,并进一步去除总氮和耗氧有机污染物；

[0019] 厌氧氨氧化反应器接收反硝化反应器反硝化脱氮后的废水,进行厌氧氨氧化脱氮处理,用以去除氨氮污染物。

[0020] 其中,所述厌氧氨氧化反应器循环口的出水,为根据出水中的总氮量选择是否回流,循环口的出水回流比为50~300%。

[0021] 其中,所述厌氧消化处理具体为:利用厌氧膜生物反应器内装有的厌氧消化污泥去除有机废水中的耗氧有机污染物,生成挥发性有机酸和难降解的有机物,同时产生沼气和氨态氮；

[0022] 所述反硝化脱氮处理具体为:利用反硝化反应器内的反硝化污泥进行反硝化脱总氮、脱氮菌群预选择、水量协同调节,进一步去除总氮和耗氧有机污染物;以及

[0023] 所述厌氧氨氧化脱氮处理具体为:利用厌氧氨氧化反应器内的厌氧氨氧化污泥进行厌氧氨氧化脱氮处理,用以去除氨氮和总氮等污染物,将其转化为氮气和硝态氮。

[0024] 其中,所述沼气能源为甲烷和二氧化碳的混合气。

[0025] 其中,所述反硝化脱氮处理,为反硝化脱硝态氮处理。

[0026] 其中,所述厌氧膜生物反应器和所述厌氧氨氧化反应器的温度均保持在33~37℃。

[0027] 其中,所述反应器控制系统,通过反硝化反应器内的液位监控监测反硝化反应器

的液位,用以控制厌氧膜生物反应器的出水量、厌氧氨氧化反应器的进水量以及厌氧氨氧化反应器循环口的出水通过循环泵进入反硝化反应器的回流量,满足系统提高总氮去除率的需要,同时满足整个系统各个反应器的水量平衡需求。

[0028] (三)有益效果

[0029] 本发明提供的厌氧污水处理装置及工艺,具有如下优点:

[0030] (1)本发明提供的厌氧污水处理装置及工艺,解决了常规厌氧膜生物反应器出水氨氮不达标的问题,与厌氧氨氧化工艺耦合,能够高效低耗地实现高浓度难有机废水的短流程达标处理。

[0031] (2)本发明提供的厌氧污水处理装置及工艺,拓宽了厌氧氨氧化工艺要求进水COD低、氨氮高的适用范围,通过厌氧膜生物反应器回收耗氧有机污染物(COD)为沼气能源,反硝化过程进一步去除耗氧有机污染物(COD),并起到脱氮菌群预选择的作用,为厌氧氨氧化创造良好的进水条件。

[0032] (3)本发明提供的厌氧污水处理装置及工艺,解决了常规厌氧氨氧化出水理论残留11%的硝态氮导致出水总氮达标难的问题,通过其出水回流,与厌氧膜生物反应器出水混合获得反硝化所需碳源等工艺条件,通过反硝化实现总氮达标。

[0033] (4)本发明提供的厌氧污水处理装置及工艺,流程短、耗氧少,反应器构造便于维护,操作逻辑简洁,运行操作与维护简单,人工要求少,易于实现自动化控制。

附图说明

[0034] 图1是本发明的一种具体实施例的厌氧污水处理装置及工艺示意图。

[0035] 附图中标记说明:

[0036] 1厌氧膜生物反应器,2反硝化反应器,3厌氧氨氧化反应器,4循环泵,5反应器控制系统,6液位监控。

具体实施方式

[0037] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明作进一步的详细说明。

[0038] 图1是本发明的一种具体实施例的厌氧污水处理装置及工艺示意图,该厌氧污水处理装置包括厌氧膜生物反应器1,反硝化反应器2,厌氧氨氧化反应器3;厌氧膜生物反应器1,对输入的有机废水进行厌氧消化处理,去除有机废水中的耗氧有机污染物;反硝化反应器2,接收厌氧膜生物反应器1的出水和厌氧氨氧化反应器3循环口的出水,进行反硝化脱氮处理、脱氮菌群预选择、水量协同调节和进一步去除耗氧有机污染物处理;厌氧氨氧化反应器3,接收反硝化反应器2反硝化脱氮后的废水,进行厌氧氨氧化脱氮处理,用以去除氨态氮污染物。

[0039] 该厌氧污水处理装置还包括循环泵4,厌氧氨氧化反应器3循环口的出水通过循环泵4与反硝化反应器2连接。

[0040] 该厌氧污水处理装置还包括反应器控制系统5,通过反硝化反应器内的液位监控6监测反硝化反应器2的液位,用以控制厌氧膜生物反应器1的出水量、厌氧氨氧化反应器3的进水量以及厌氧氨氧化反应器3循环口的出水通过循环泵4进入反硝化反应器2的回流量。

[0041] 其中,厌氧膜生物反应器1,为两相厌氧管式膜生物反应器或内循环厌氧膜生物反应器。

[0042] 其中,厌氧氨氧化反应器3,为一体式厌氧氨氧化脱氮反应器。

[0043] 一种厌氧污水处理工艺,包括:

[0044] 厌氧膜生物反应器接收有机废水,进行厌氧消化处理,去除有机废水中的耗氧有机污染物;

[0045] 反硝化反应器接收厌氧膜生物反应器的出水和厌氧氨氧化反应器循环口的出水,进行反硝化脱氮处理、脱氮菌群预选择、水量协同调节,并进一步去除总氮和耗氧有机污染物;

[0046] 厌氧氨氧化反应器接收反硝化反应器反硝化脱氮后的废水,进行厌氧氨氧化脱氮处理,用以去除氨氮污染物。

[0047] 其中,所述厌氧氨氧化反应器循环口的出水,为根据出水中的总氮量选择是否回流,循环口的出水回流比为50~300%。

[0048] 其中,所述厌氧消化处理具体为:利用厌氧膜生物反应器内装有的厌氧消化污泥去除有机废水中的耗氧有机污染物,生成挥发性有机酸和难降解的有机物,同时产生沼气和氨态氮;

[0049] 所述反硝化脱氮处理具体为:利用反硝化反应器内的反硝化污泥进行反硝化脱总氮、脱氮菌群预选择、水量协同调节,进一步去除总氮和耗氧有机污染物;以及

[0050] 所述厌氧氨氧化脱氮处理具体为:利用厌氧氨氧化反应器内的厌氧氨氧化污泥进行厌氧氨氧化脱氮处理,用以去除氨氮和总氮等污染物,将其转化为氮气和硝态氮。

[0051] 其中,所述沼气能源为甲烷和二氧化碳的混合气。

[0052] 其中,所述反硝化脱氮处理,为反硝化脱硝态氮处理。

[0053] 其中,所述厌氧膜生物反应器和所述厌氧氨氧化反应器的温度均保持在33~37℃。

[0054] 其中,所述反应器控制系统,通过反硝化反应器内的液位监控监测反硝化反应器的液位,用以控制厌氧膜生物反应器的出水量、厌氧氨氧化反应器的进水量以及厌氧氨氧化反应器循环口的出水通过循环泵进入反硝化反应器的回流量,满足系统提高总氮去除率的需要,同时满足整个系统各个反应器的水量平衡需求。

[0055] 实施例1:

[0056] 以耗氧有机污染物(COD_{Cr})和氨氮排放总量常年占我国工业污染物排放总量第二的行业废水,农副食品加工废水为例,其典型的土豆淀粉废水COD_{Cr}浓度为26300±7800mg/L和总氮浓度为1300±200mg/L。具体处理过程如下:

[0057] 根据厌氧膜生物反应器1的有机负荷(2.5~33kgCOD_{Cr}/kg m³*d)和停留时间(0.5~7d),和厌氧氨氧化反应器3的脱氮负荷(0.01~0.3kgTN/kgm³*d)分别向厌氧膜生物反应器1和厌氧氨氧化反应器3接种厌氧消化污泥和厌氧氨氧化污泥,然后逐步增加污水投配量。

[0058] 接种后,从进水口泵入的土豆淀粉废水,首先经过厌氧膜生物反应器1,厌氧膜生物反应器1接收COD_{Cr}浓度为26300±7800mg/L和总氮浓度为1300±200mg/L的土豆淀粉废水,厌氧膜生物反应器内装有厌氧消化污泥,土豆淀粉废水经过厌氧膜生物反应器1处理

后,其 COD_{Cr} 和总氮浓度为 $310 \pm 29\text{mg/L}$ 和 $1300 \pm 200\text{mg/L}$,主要形态为沼气,挥发性有机酸、氨氮以及一些难降解有机污染物。

[0059] 厌氧膜生物反应器1的出水与厌氧氨氧化反应器3循环口的回流废水混合后,经过反硝化反应器2利用反硝化反应器内的反硝化污泥进行的处理,厌氧膜生物反应器1出水中的 COD_{Cr} 特别是其中的易降解有机物,如挥发性有机酸等和回流废水中的硝态氮 NO_3^--N 通过反硝化作用,转化为氮气 N_2 从而被去除,当循环泵4的回流比为200%时,反硝化反应器2出水的 COD_{Cr} 、氨氮和硝态氮浓度分布为 $40 \pm 9\text{mg/L}$ 、 $430 \pm 40\text{mg/L}$ 和 $19 \pm 3\text{mg/L}$ 。耗氧有机污染物进一步消除。其中,反应器控制系统5,通过反硝化反应器内的液位监控6监测反硝化反应器2的液位,用以控制厌氧膜生物反应器1的出水量、厌氧氨氧化反应器3的进水量以及厌氧氨氧化反应器3循环口的出水通过循环泵4进入反硝化反应器2的回流量,满足整个系统各个反应器的水量需求,完成水量协同调节。

[0060] 反硝化反应器2的出水再进入厌氧氨氧化反应器3,厌氧氨氧化反应器3利用其内装有的厌氧氨氧化污泥进行厌氧氨氧化脱氮处理,反硝化反应器2的出水经过厌氧氨氧化处理后转化为氮气 N_2 和氨态氮被去除,其出水的 COD_{Cr} 和总氮分别为 $32 \pm 11\text{mg/L}$ 和 $46 \pm 17\text{mg/L}$ 。

[0061] 其中,反硝化反应器2主要包括以下功能:a.由于厌氧氨氧化理论上有11%的氨氮 NH_4^+-N 转化为硝态氮 NO_3^--N ,导致厌氧氨氧化能达到的出水总氮无法进一步降低。因此,通过把厌氧氨氧化反应器3的出水,回流到反硝化反应器2进行反硝化,能够去除硝态氮,从而突破厌氧氨氧化的限制进一步降低系统出水总氮。b.厌氧膜生物反应器的出水中,仍然不可避免的残留一部分有机污染物,这些有机污染物进入厌氧氨氧化反应器,会导致厌氧氨氧化菌在厌氧氨氧化反应器中被竞争性抑制。厌氧氨氧化反应器3的出水回流进行反硝化处理需要碳源,厌氧膜生物反应器1的出水残留的有机污染物恰好可以作为反硝化过程所需的碳源,从而通过反硝化过程同时进一步去除厌氧膜生物反应器出水中的有机污染物,能够有效缓解前述竞争性抑制,并进一步降低系统出水有机污染物 COD 。c.反硝化反应器2的存在,也有助于厌氧膜生物反应器1出水中的菌群,从厌氧膜生物反应器1中产氢产甲烷等主导的产甲烷菌过渡逐步过渡为脱氮相关的化能自养菌。因此,反硝化反应器2中的主要功能菌群为反硝化菌。d.由于厌氧膜生物反应器通常为连续或半连续出水,而厌氧氨氧化反应器多为间歇进水,反硝化反应器2的设置能够平衡二者水量的波动,保持系统整体水量均衡稳定运行。通过反硝化反应器的设置,能够将厌氧膜生物反应器和厌氧氨氧化工艺有机组合,实现高效 COD 和 TN 厌氧去除。反硝化反应器2既通过反硝化进一步去除总氮,又能够进一步降低 COD 更适应厌氧氨氧化工艺需要,更能够启动脱氮菌群预选择作用,还能够协同不同运行模式下的水量波动,从而有效实现了以厌氧为主的稳定去除 COD 和 TN 。

[0062] 需要说明的是本发明可根据进水 COD_{Cr} 和氨氮、总氮的要求,确定反应器总体积。按 COD_{Cr} 负荷和脱氮负荷,分别配置厌氧膜生物反应器1和厌氧氨氧化反应器3容积;根据反硝化负荷,配置反硝化反应器2容积。接种的污泥在不同的负荷和停留时间下,在厌氧膜生物反应器1、反硝化反应器2和厌氧氨氧化反应器3中产甲烷功能菌群、反硝化功能菌群和厌氧氨氧化功能菌群分别富集。既提高了各类菌群各自的活性,又避免了 COD 过高导致厌氧氨氧化功能菌失去竞争优势。采用水量联合协同模式调控反硝化反应器进水、回流和出水,使得系统出水 TN 通过反硝化反应器2的反硝化进一步降低,低于厌氧氨氧化的 TN 去除率理论下

限。反硝化反应器2进一步降低厌氧膜生物反应器1出水COD,使厌氧氨氧化反应器3的进水更适合厌氧氨氧化。经过本发明的技术处理后,不仅高浓度有机废水的化学耗氧量(COD_{Cr})和总氮(TN)等污染物通过以厌氧为主的处理达到了接管排放标准,简化了工艺流程和管理,大幅节约了曝气能耗,有效减少了曝气和臭味排放,而且沼气可做燃料,达到资源化的目的。

[0063] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

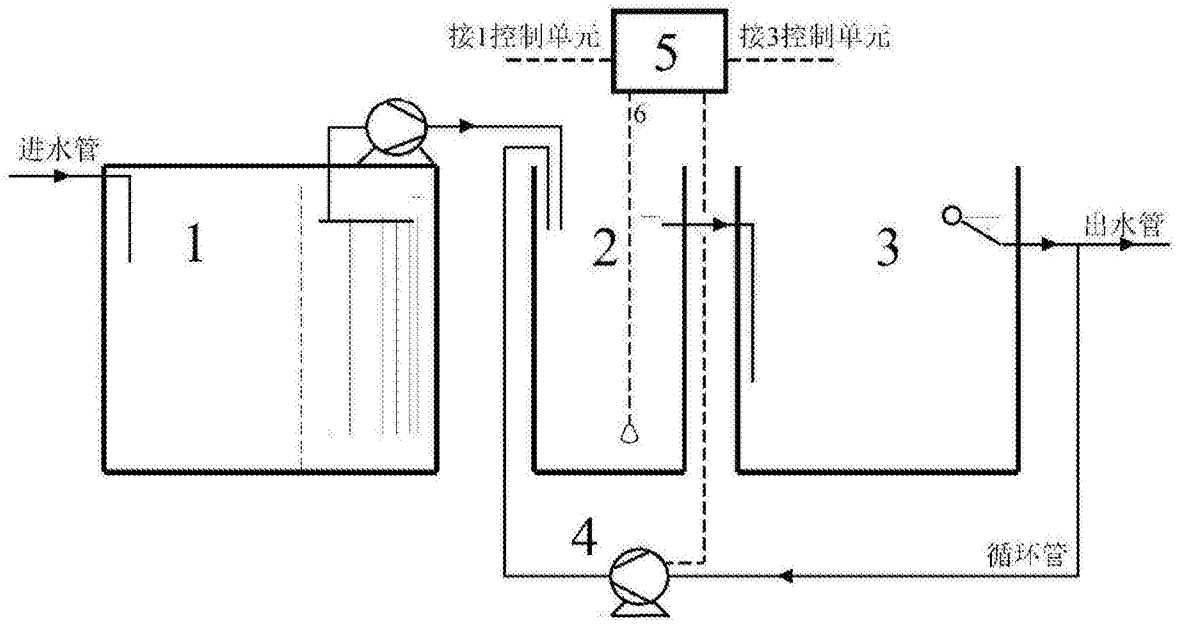


图1