

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 1 月 20 日 (20.01.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/011847 A1

- (51) 国际专利分类号:
C02F 3/12 (2006.01) *C02F 101/30* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/119242
- (22) 国际申请日: 2020 年 9 月 30 日 (30.09.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010669006.3 2020 年 7 月 13 日 (13.07.2020) CN
- (71) 申请人: 南京大学 (NANJING UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道 163 号, Jiangsu 210023 (CN)。
- (72) 发明人: 叶林 (YE, Lin); 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道 163 号, Jiangsu 210023 (CN)。 孙

浩浩 (SUN, Haohao); 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道 163 号, Jiangsu 210023 (CN)。 张徐祥 (ZHANG, Xuxiang); 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道 163 号, Jiangsu 210023 (CN)。 黄开龙 (HUANG, Kailong); 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道 163 号, Jiangsu 210023 (CN)。 任洪强 (REN, Hongqiang); 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道 163 号, Jiangsu 210023 (CN)。

(74) 代理人: 江苏瑞途律师事务所 (RAYTO PARTNERS, P.C.); 中国江苏省南京市建邺区奥体大街 68 号新城科技园 5A 栋 9 层, Jiangsu 210019 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR REMOVING ORGANIC MICRO-POLLUTANTS IN WATER

(54) 发明名称: 一种去除水中有机微污染物的方法与装置

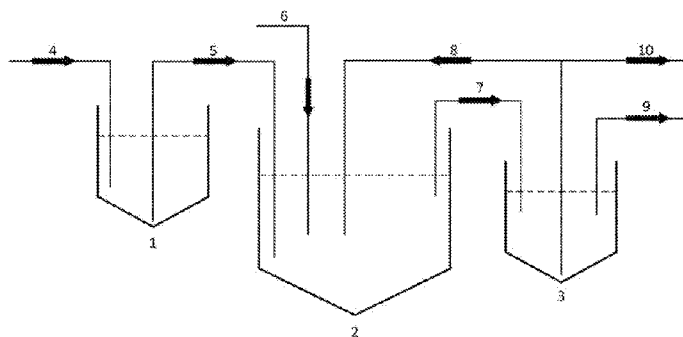


图 1

(57) Abstract: The present invention belongs to the technical field of sewage treatment, and discloses a method and device for removing organic micro-pollutants in water. The method comprises the following steps: S1, aerating remaining sludge under starvation conditions so as to enrich hungry state microorganisms; S2, treating sewage containing organic micro-pollutants under aeration conditions by using the sludge containing hungry state microorganisms obtained in step S1; and regularly updating the sludge containing hungry state microorganisms. In the present invention, the sludge is treated under oxygen starvation conditions, so that microorganisms that can only use easily degradable organic matter are gradually eliminated, and microorganisms that can use complex organic matter contained in the sludge itself are enriched. The enriched sludge may degrade a variety of organic micro-pollutants, and may be used to remove organic micro-pollutants in sewage. The process is simple to operate and low in cost, and has a high practical application value.

(57) 摘要: 本发明公开了一种去除水中有机微污染物的方法与装置, 属于污水处理技术领域。包括以下步骤: S1 剩余污泥在饥饿条件下曝气, 以富集饥饿状态微生物; S2 采用所述 S1 步骤得到的含有饥饿状态微生物的污泥, 在曝气条件下对含有机微污染物的污水进行处理; 定期更新所述含有饥饿状态微生物的污泥。本发明将污泥经好氧饥饿条件处理, 使只能利用易降解有机物的微生物被逐步淘汰, 而可以利用污泥本身含有的复杂有机物的微生物被富集, 富集得到的污泥可降解多种有机微污染物, 可以用于去除污水中的有机微污染物, 该过程操作简单, 成本低廉且具有较高的实际应用价值。

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格 (细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

一种去除水中有机微污染物的方法与装置

技术领域

本发明属于污水处理技术领域，更具体地说，涉及一种去除水中有机微污染物的方法与装置。

背景技术

有机微污染物主要来源包括药物和个人护理产品，如各类药品、抗生素、化妆品、杀虫剂等，这些产品已在世界各地大量使用。由于有机微污染物对水生环境和人类健康的潜在威胁，近年来受到越来越多的关注。研究表明，有机微污染物广泛存在于世界各地的水生环境中，在很多地方的地表水和地下水中均有检出，浓度范围一般为 ng/L 到 mg/L 级别。很多有机微污染物可能会在生物体内累积，并通过食物链传播、富集，最终导致动物或人体组织慢性中毒。

大多数有机微污染物被认为是环境中的伪持久性有机污染物，虽然在自然环境中能够被缓慢降解，但是由于其通过各种渠道持续不断地进入环境，可能会对环境造成与真正的持久性有机污染物同样的风险。目前绝大部分的 OMPs 都是通过污水排放系统进入污水处理厂，在污水处理过程中未被完全降解而进入自然水体。虽然有机微污染物在环境中的浓度很低，但仍会污染水环境和破坏水生生态，从而影响人类健康。为了消除有机微污染物的潜在风险，在污水排入自然水体之前，除了去除 COD、氮、磷等常规污染物之外，也有必要去除废水中的有机微污染物。

近年来，人们对各种现有废水处理工艺（如：常规生物处理工艺、膜生物反应器工艺、活性炭工艺、紫外线处理、氯化法和臭氧氧化等）的去除有机微污染物能力进行了研究。由于有机微污染物具有浓度低和难生物降解的特点，所以城市污水处理厂应用最广泛的常规生物处理（活性污泥）系统（如 A/A/O 工艺、氧化沟工艺等）对有机微污染物的去除效果较差。有研究表明，活性炭、石墨烯和碳纳米管等材料对有机微污染物有很好的吸附去除效果，由于其高昂的成本很难大规模应用。臭氧氧化、芬顿氧化、紫外和氯化等高级氧化工艺也被证明能够去除有机微污染物，但是紫外和氯化等工艺对有机微污染物的去除效果较差，而其它高级氧化工艺由于技术和经济成本等因素也很难大规模推广使用。

由于污水中普通有机物的存在，很难通过对现有污水处理系统的二级生物处理工艺的调控促进有机微污染物的去除。污水经过二级生物处理以后，普通有机物基本消耗殆尽，而微污染物仍然残留在其中，由于有机微污染物大多难生物降解，很多微生物不具备降解能力，因此需要开发新的工艺技术实现有机微污染物的高效去除。

发明内容

1. 要解决的问题

在现有污水处理系统中，二级处理单元中的生物处理过程对部分有机微污染物具有一定去除效果，但由于大部分污水处理系统二级处理单元的设计和运行都是以去除普通有机物和氮磷为目标，而污水有机微污染物的浓度较低且难生物降解，在去除有机物和氮磷的条件下，无法实现有机微污染物的高效去除。针对这一问题，本发明提供了一种去除水中有机微污染物的方法与装置。本发明的方案中通过对好氧微生物进行适当的饥饿处理，可以富集具有微污染物高效降解功能的污泥，利用富集得到的污泥对含有机微污染物的污水进行处理，一方面可以避免简单碳源的基质竞争，另一方面富集污泥对难降解有机微污染物的降解效率更高，从而实现污水中有机微污染物的高效去除。

2. 技术方案

为了解决上述问题，本发明所采用的技术方案如下：

一种去除水中有机微污染物的方法，包括以下步骤：

S1 剩余污泥在饥饿条件下曝气，以富集饥饿状态微生物；

S2 采用所述 S1 步骤得到的含有饥饿状态微生物的污泥，在曝气条件下对含有机微污染物的污水进行处理；定期更新所述含有饥饿状态微生物的污泥。

优选地，所述步骤 S1 中曝气时间为 48~72h，和/或至少保持 48h 中溶解氧大于 1mg/L。由于本工艺是利用污泥本身含有的复杂有机物作为碳源进行细菌的富集，曝气时间过短会导致富集污泥过程不彻底，富集污泥的微污染物去除效果较差；曝气时间过长会导致大量细菌由于缺少碳源而死亡，对微污染物去除效果也会变差；所以，控制合适的饥饿曝气时间对功能菌群的富集较为关键。除此之外，步骤 S1 中溶解氧控制在 1mg/L 以上有利于保持好氧状态，如果溶解氧浓度过低会导致污泥进入厌氧状态，得到的富集污泥降解效果较差，溶解氧浓度过高会造成能源的浪费。

优选地，由于低有机负荷不能维持步骤 S2 中污泥的长期有效性，需要对步骤 S2 的污泥进行周期性更换，所述步骤 S2 中污泥的更换周期为 5~7 天。

优选地，所述步骤 S1 中污泥浓度在 7000~10000mg/L 范围内，污泥浓度太低对污泥曝气池的体积要求更大，造成不必要的浪费；污泥浓度太高影响好氧条件下的污泥流化，无法维持好氧状态，进而导致富集污泥的微污染物去除效果较差；和/或所述步骤 S2 中污泥浓度控制在 2000~3000mg/L 范围内，污泥浓度过低时步骤 S2 的处理效率会降低；而污泥浓度过高不利于后续污泥沉降，且过低的有机负荷不利于维持反应器的长期稳定运行。

优选地，由于接种的饥饿污泥微污染物去除能力有上限，为了协调微污染物的去除率和

工艺的污水处理能力，所述步骤 S2 中对含有机微污染物的污水进行处理的水力停留时间为 10~15h，同时保证微污染物的去除率和污水处理能力。

优选地，所述有机微污染物包括双酚 AF 和/或加巴喷丁。

本发明还提供一种去除水中有机微污染物的装置，包括：

依次连接的用于定期提供好氧饥饿污泥的污泥曝气池、用于处理含有机微污染物污水的污水曝气池和沉淀池；

用于将普通活性污泥工艺二沉池剩余污泥输入所述污泥曝气池的剩余污泥管；

用于将经过所述污泥曝气池好氧饥饿处理过的污泥定期输入所述污水曝气池的富集污泥管；

用于将含有机微污染物污水输入所述污水曝气池进行处理的进水管；

用于将所述污水曝气池中的泥水混合物排入所述沉淀池的污水曝气池出水管。

进一步地，还包括用于将所述沉淀池中的沉淀污泥回流至所述污水曝气池的沉淀池污泥回流管；

在污水曝气池（2）中污泥达到更换周期后，用于将经沉淀池沉淀后的污泥排出系统外的排泥管；

用于将沉淀池上清液排出系统的出水管。

剩余污泥经过污泥曝气池在饥饿条件下曝气处理后作为污水曝气池的接种污泥，利用污水曝气池对含有机微污染物污水进行处理，去除污水中的有机微污染物。由于含微污染物污水一般有机负荷较低，不能维持污水曝气池中污泥的长期有效性，所以污泥曝气池需要定期提供饥饿污泥对污水曝气池中的污泥进行替换。

优选地，为了满足污水曝气池对污泥浓度的要求（2000~3000mg/L），所述污水曝气池和所述污泥曝气池的体积比小于 3。

3. 有益效果

相比于现有技术，本发明的有益效果为：

（1）传统方法一般采用目标污染物对污泥进行富集，得到具备降解该目标污染物能力的功能菌群；然而，在这一过程中目标污染物的添加会造成成本的升高和额外的污染，并且驯化得到的污泥往往只能降解该目标污染物，实际应用价值不高；污泥主要成分是有机物，主要包括微生物及其分泌物等复杂的难生物降解有机物，本发明将污泥经好氧饥饿条件处理，使只能利用易降解有机物的微生物被逐步淘汰，而可以利用污泥本身含有的复杂有机物的微生物被富集，富集得到的污泥可降解多种有机微污染物，可以用于去除污水中的有机微污染物，该过程操作简单，成本低廉且具有较高的实际应用价值；

(2) 本发明在污泥曝气池的饥饿曝气过程中, 由于污泥本身含有的有机物被微生物消耗, 污泥浓度快速下降, 在一定程度上实现了污泥减量, 从而降低污水处理厂剩余污泥的处置费用;

(3) 本发明中将剩余污泥在饥饿条件下曝气, 其曝气时间控制在 48~72h, 能够保证得到的饥饿状态微生物对有机微污染物的处理效果达到较优状态;

(4) 本发明中由于低有机负荷不能维持步骤 S2 中好氧饥饿污泥的长期有效性, 需要对步骤 S2 的污泥进行周期性更换, 基于好氧饥饿污泥在处理含有机微污染物污水 5~7 天后处理能力会发生一定程度的降低, 因此将更换周期设置为 5~7 天;

(5) 本发明的去除水中有机微污染物的装置, 能够有效实现通过好氧饥饿污泥处理含有机微污染物污水, 进一步通过设置污泥回流管使沉淀池中的沉淀污泥回流至所述污水曝气池的沉淀池, 保证污水曝气池中的污泥浓度, 有利于处理能力的保持。

附图说明

图 1 为本发明的去除水中有机微污染物的装置示意图;

图中: 1、污泥曝气池; 2、污水曝气池; 3、沉淀池; 4、剩余污泥管; 5、富集污泥管; 6、进水管; 7、污水曝气池出水管; 8、沉淀池污泥回流管; 9、出水管; 10、排泥管;

图 2 为实施例 1 中污泥曝气池中的污泥对双酚 AF 的降解动力学曲线;

图 3 为实施例 1 中污泥曝气池中的污泥对加巴喷丁的降解动力学曲线;

图 4 为实施例 2 中富集污泥作为接种污泥的连续流反应器对含微污染物双酚 AF 和加巴喷丁的废水去除效果;

图 5 为实施例 3 中好氧饥饿过程中污泥浓度变化规律。

具体实施方式

除非另有定义, 本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同; 本文所使用的术语“和/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

实施例中未注明具体条件者, 按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者, 均为可以通过市售购买获得的常规产品。

如本文所使用, 术语“约”用于提供与给定术语、度量或值相关联的灵活性和不精确性。本领域技术人员可以容易地确定具体变量的灵活性程度。

浓度、量和其他数值数据可以在本文中以范围格式呈现。应当理解, 这样的范围格式仅是为了方便和简洁而使用, 并且应当灵活地解释为不仅包括明确叙述为范围极限的数值, 而且还包括涵盖在所述范围内的所有单独的数值或子范围, 就如同每个数值和子范围都被明确

叙述一样。例如，约 48 至约 72 的数值范围应当被解释为不仅包括明确叙述的 48 至约 72 的极限值，而且还包括单独的数字（诸如 50、55、70）和子范围（诸如 50 至 70 等）。相同的原理适用于仅叙述一个数值的范围，诸如“小于约 72”，应当将其解释为包括所有上述的值和范围。此外，无论所描述的范围或特征的广度如何，都应当适用这种解释。

下面结合具体实施例对本发明进一步进行描述。

如图 1 所示，一种去除污水中有机微污染物的装置，由污泥曝气池 1、污水曝气池 2 和沉淀池 3 通过管路连接组成，剩余污泥管 4 将二沉池剩余污泥输入污泥曝气池 1；经过曝气污泥池 1 在饥饿条件下曝气处理过的含有饥饿状态微生物的污泥定期由富集污泥管 5 输入污水曝气池 2；进水管 6 将含有机微污染物的污水输入污水曝气池 2，在曝气条件下该污水经污水曝气池 2 中的饥饿状态微生物的处理并停留特定时间后，将污水曝气池 2 中的泥水混合物由污水曝气池出水管 7 排入沉淀池 3；沉淀池 3 中的沉淀污泥定期由沉淀池污泥回流管 8 回流至污水曝气池 2，上清液由出水管 9 排出。污水曝气池 2 中污泥达到更换周期后，污泥经过沉淀池 3 沉淀后由排泥管 10 排出系统外，排泥周期与定期从 1 中输入污泥的周期相同。

剩余污泥经过污泥曝气池 1 在饥饿条件下曝气处理后作为污水曝气池 2 的接种污泥，利用污水曝气池 2 对含有机微污染物的污水进行处理，去除污水中的有机微污染物。由于含有机微污染物的污水一般有机负荷较低，不能维持污水曝气池 2 中污泥的长期有效性，所以污泥曝气池 1 需要定期提供饥饿污泥对污水曝气池 2 中的污泥进行替换。

其中，污泥曝气池 1 中的污泥浓度控制在 7000~10000mg/L 范围内；污泥曝气池 1 中的曝气时间要控制在 48~72h 范围内，污泥曝气池 1 中的溶解氧要控制在 1mg/L 以上。溶解氧浓度过低会导致污泥进入厌氧状态，得到的富集污泥降解效果较差，溶解氧浓度过高会造成能源的浪费。污水曝气池 2 中的污泥浓度控制在 2000~3000mg/L 范围内。

由于低有机负荷不能维持污水曝气池 2 中污泥的长期有效性，需要对污水曝气池 2 中污泥进行周期性更换，污泥的更换周期为 5~7 天。为了达到较好的微污染物去除效果，污水曝气池 2 的水力停留时间控制在 10~15h 范围内。为了满足污水曝气池 2 对污泥浓度要求，污水曝气池 2 和污泥曝气池 1 的体积比小于 3。

实施例 1

本实施例中采用污水厂剩余污泥（南京某城市污水处理厂）作为污泥曝气池 1 的接种污泥，污泥浓度约为 7500mg/L，不添加任何营养物质，进行曝气处理，溶解氧始终维持在 1.5mg/L 以上，选取曝气处理过程中不同时间点（第 0、1、2、3、4 天，即曝气 0h，24h，48h，72h 和 96h）的污泥进行有机微污染物降解动力学实验，使污水曝气池 2 中污泥浓度为 2000~3000mg/L，分别以双酚 AF 和加巴喷丁作为唯一碳源，浓度为 10 mg/L，其它成分还包

括： $5\text{ mg L}^{-1}\text{ KH}_2\text{PO}_4$ ， $5\text{ mg L}^{-1}\text{ NH}_4\text{Cl}$ ， $22.5\text{ mg L}^{-1}\text{ MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ， $27.5\text{ mg L}^{-1}\text{ CaCl}_2$ 。

实验结果如图 2（双酚 AF， 10 mg/L ）和图 3（加巴喷丁， 10 mg/L ）所示，在污泥曝气池 1 中曝气处理第 2 天（Day2，48h）的污泥对双酚 AF 和加巴喷丁的降解能力最强，曝气处理第 3 天（Day3，72h）的污泥对双酚 AF 和加巴喷丁的降解能力次之。原因可能是在饥饿条件下，以污泥中难降解复杂有机物作为碳源进行菌群的富集，得到的污泥对双酚 AF 和加巴喷丁具有较强的有机微污染物降解能力。好氧饥饿显著提高了污泥对某些微污染物的降解能力，但是需要对污泥曝气时间进行控制，因为污泥中能够被微生物利用的有机物有限，饥饿时间过程会导致功能菌群的死亡。实验证明，一般 48~72 小时左右的曝气时间较为合适，在该条件下停留时间在 10~15h 以上能够使双酚 AF 和加巴喷丁的浓度分别降低至 1mg/L 以下。

实施例 2

选取污泥曝气池 1 中曝气处理 2 天的污泥作为污水曝气池 2 的接种污泥（污泥浓度约为 2500mg/L ）对含有机微污染物的污水进行连续处理，探究曝气富集污泥对有机微污染物的去除效果。实验结果如图 4 所示，曝气富集污泥对污水中有机微污染物有着较好的去除效果，但是效果只能维持在 7 天左右，可根据实际工况中对有机微污染物的浓度要求，对污水曝气池 2 中的污泥进行定期更换，建议的更换周期为 5~7 天。

实施例 3

将实施例 1 中所述的污水厂剩余污泥在饥饿条件下曝气处理，溶解氧浓度保持在 1mg/L 以上，60 天内得到的污泥量数据如图 5 所示，结果表明饥饿曝气处理导致污泥浓度逐渐降低，第 25 天后污泥浓度维持在 4000 mg/L 左右。所以饥饿曝气在一定程度上可以实现污泥的减量化，从而降低剩余污泥的处理费用。污泥量的减少表明污泥中的复杂有机物可以被微生物利用，从而实现微生物的驯化富集，这也可能是饥饿曝气过程可以提高污泥的有机微污染物降解能力的原因。

以上内容是对本发明及其实施方式进行了示意性的描述，该描述没有限制性，附图所示的也只是本发明的实施方式之一，实际的结构/实施方式并不局限于此。所以，如果本领域的普通技术人员受其启示，在不脱离本发明创造宗旨的情况下，不经创造性的设计出与该技术方案相似的结构方式及实施例，均应属于本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种去除水中有机微污染物的方法，其特征在于，包括以下步骤：

S1 剩余污泥在饥饿条件下曝气，以富集饥饿状态微生物；

S2 采用所述 S1 步骤得到的含有饥饿状态微生物的污泥，在曝气条件下对含有有机微污染物的污水进行处理；定期更新所述含有饥饿状态微生物的污泥。

2. 根据权利要求 1 所述的去除水中有机微污染物的方法，其特征在于：所述步骤 S1 中曝气时间为 48~72h。

3. 根据权利要求 2 所述的去除水中有机微污染物的方法，其特征在于：至少保持 48h 中溶解氧大于 1mg/L。

4. 根据权利要求 2 所述的去除水中有机微污染物的方法，其特征在于：所述步骤 S2 中污泥的更换周期为 5~7 天。

5. 根据权利要求 2 所述的去除水中有机微污染物的方法，其特征在于：所述步骤 S1 中污泥浓度在 7000~10000mg/L 范围内；和/或所述步骤 S2 中污泥浓度控制在 2000~3000mg/L 范围内。

6. 根据权利要求 2~5 中任意一项所述的去除水中有机微污染物的方法，其特征在于：所述步骤 S2 中对含有有机微污染物的污水进行处理的水力停留时间为 10~15h。

7. 一种去除水中有机微污染物的装置，其特征在于，包括：

依次连接的用于定期提供好氧饥饿污泥的污泥曝气池（1）、用于处理含有有机微污染物污水的污水曝气池（2）和沉淀池（3）；

用于将普通活性污泥工艺二沉池剩余污泥输入所述污泥曝气池（1）的剩余污泥管（4）；

用于将经过所述污泥曝气池（1）好氧饥饿处理过的污泥定期输入所述污水曝气池（2）的富集污泥管（5）；

用于将含有有机微污染物污水输入所述污水曝气池（2）进行处理的进水管（6）；

用于将所述污水曝气池（2）中的泥水混合物排入所述沉淀池（3）的污水曝气池出水管（7）。

8. 根据权利要求 7 所述的去除水中有机微污染物的装置，其特征在于，还包括用于将所述沉淀池（3）中的沉淀污泥回流至所述污水曝气池（2）的沉淀池污泥回流管（8）；用于将经沉淀池（3）沉淀后的污泥排出系统外的排泥管（10）；用于将沉淀池（3）上清液排出系统的出水管（9）。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的去除水中有机微污染物的装置，其特征在于，所述污水曝气池（2）和所述污泥曝气池（1）的体积比小于 3。

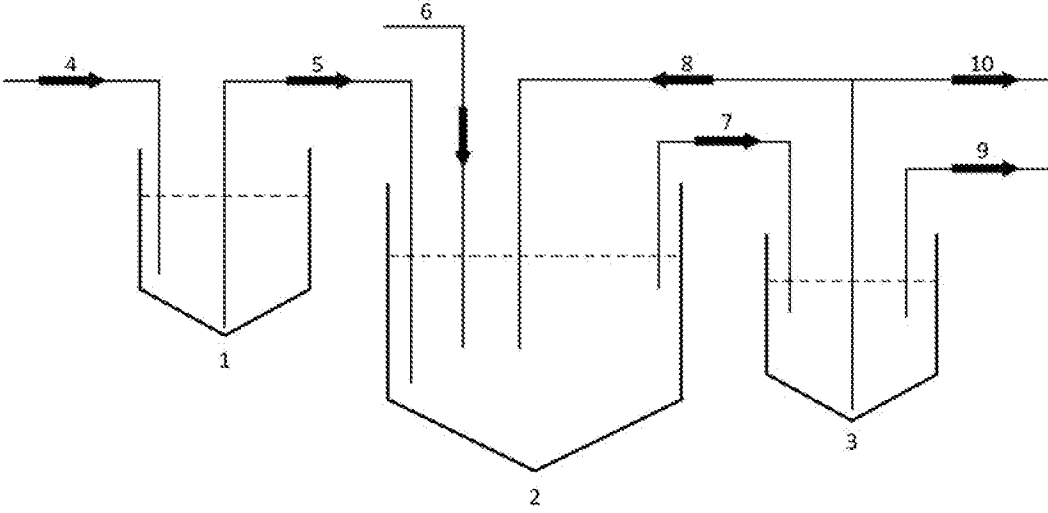


图 1

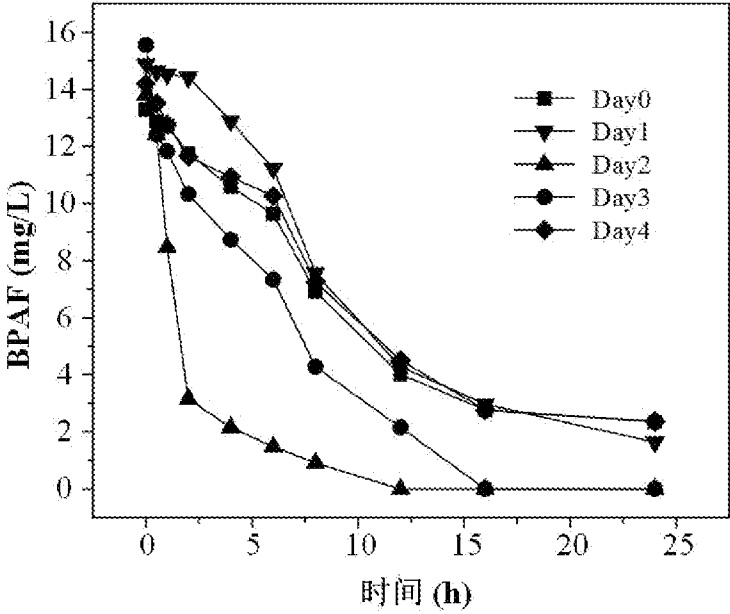


图 2

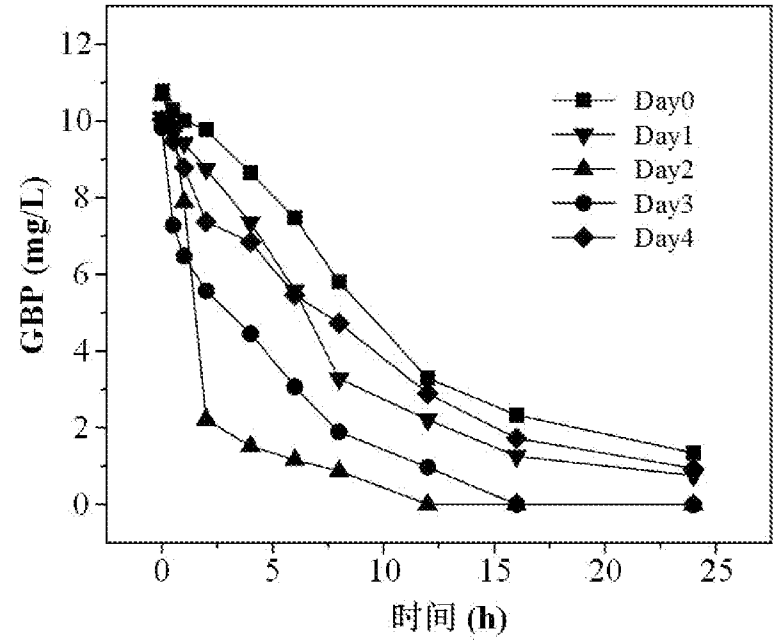


图 3

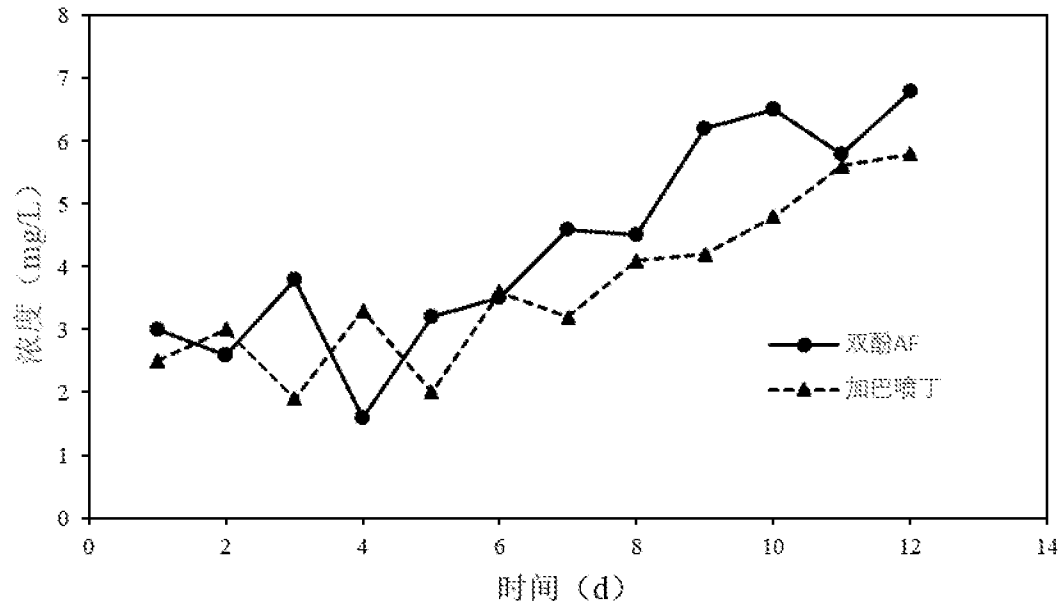


图 4

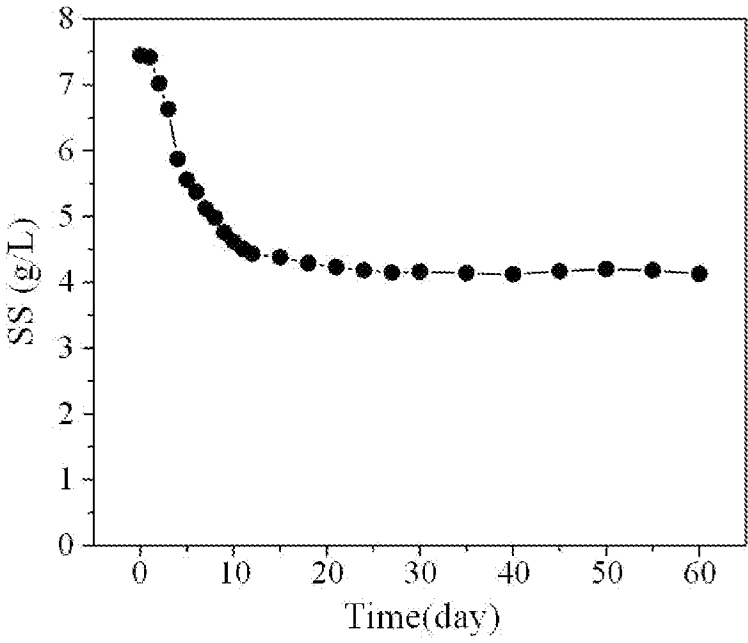


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/119242

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F 3/12(2006.01)i; C02F 101/30(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C02F; C12N; C12P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; Patents; ISI Web of Science: 南京大学, 叶林, 有机, 微污染, 双酚, 加巴喷丁, 剩余污泥, 二沉, 沉淀, 污泥, 饥, 饿, 内源呼吸, 曝气, 富集, 富含, 积累, 累积, 诱导, 微生物, 细菌, 菌种, 优势, 专性菌, 功能菌; organic+ contaminant, organic+ pollutant+, organic+ matter, organic+ substanc+, organic, bisphenol+, residual +, sediment+, subsid+, precipit+, excess, settling+, sludg+, hunger+, starvat+, nesteia+, fames+, endogenous respirat+, aerat+, enrich+, accumul+, microb+, microorgani+, bacter+, function+, strain+, predominant, dominat+.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101302068 A (SICHUAN INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL PROTECTION SCIENCE) 12 November 2008 (2008-11-12) description page 2 paragraph 7 to page 8 paragraph 2 and figures 1-4	1-9
X	CN 105621603 A (CHANGSHA AOBANG ENVIRONMENTAL PROTECTION INDUSTRIAL CO., LTD.) 01 June 2016 (2016-06-01) description, specific embodiments, and figures 1 and 2	1-9
X	CN 107129046 A (YANGZHOU UNIVERSITY) 05 September 2017 (2017-09-05) description, paragraphs 0005-0039 and figure 1	1-9
A	CN 105541021 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 04 May 2016 (2016-05-04) entire document	1-9
A	CN 103936153 A (TONGJI UNIVERSITY) 23 July 2014 (2014-07-23) entire document	1-9
A	US 2020062625 A1 (OHKI AKIYOSHI et al.) 27 February 2020 (2020-02-27) entire document	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 February 2021

Date of mailing of the international search report

22 April 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/119242

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 20150126076 A (CHOI WOON KWAN) 11 November 2015 (2015-11-11) entire document	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/119242

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	101302068	A	12 November 2008	CN	101302068	B	02 June 2010
CN	105621603	A	01 June 2016	CN	105621603	B	26 June 2018
CN	107129046	A	05 September 2017	CN	107129046	B	24 April 2020
CN	105541021	A	04 May 2016	CN	105541021	B	16 March 2018
CN	103936153	A	23 July 2014	CN	103936153	B	28 October 2015
US	2020062625	A1	27 February 2020	US	10689279	B2	23 June 2020
				US	10457582	B1	29 October 2019
KR	20150126076	A	11 November 2015	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/119242

A. 主题的分类

C02F 3/12(2006.01)i; C02F 101/30(2006.01)n

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

C02F; C12N; C12P

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS;CNTXT;CNKI;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT;Patentics;ISI Web of Science:南京大学, 叶林, 有机, 微污染, 双酚, 加巴喷丁, 剩余污泥, 二沉, 沉淀, 污泥, 饥, 饿, 内源呼吸, 曝气, 富集, 富含, 积累, 累积, 诱导, 微生物, 细菌, 菌种, 优势, 专性菌, 功能菌;organic+ contaminant, organic+ pollutant+, organic+ matter, organic+ substanc+, organic, bisphe-nol+, residual+, sediment+, subsid+, precipit+, excess, settling+, sludg+, hunger+, starvat+, nesteia+, fames+, endogenous respirat+, aerat+, enrich+, accumul+, microb+, microorgani+, bacter+, function+, strain+, predomi-nant, dominat+.

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 101302068 A (四川省环境保护科学研究院) 2008年 11月 12日 (2008 - 11 - 12) 说明书第2页第7段至第8页第2段及图1-4	1-9
X	CN 105621603 A (长沙奥邦环保实业有限公司) 2016年 6月 1日 (2016 - 06 - 01) 说明书具体实施方式及附图1-2	1-9
X	CN 107129046 A (扬州大学) 2017年 9月 5日 (2017 - 09 - 05) 说明书第0005-0039段及附图1	1-9
A	CN 105541021 A (哈尔滨工业大学) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04) 全文	1-9
A	CN 103936153 A (同济大学) 2014年 7月 23日 (2014 - 07 - 23) 全文	1-9
A	US 2020062625 A1 (OHKI AKIYOSHI等) 2020年 2月 27日 (2020 - 02 - 27) 全文	1-9

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2021年 2月 9日

国际检索报告邮寄日期

2021年 4月 22日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

邹聪慧

电话号码 86-(20)-28950675

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	KR 20150126076 A (CHOI WOON KWAN) 2015年 11月 11日 (2015 - 11 - 11) 全文	1-9

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/119242

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	101302068	A	2008年 11月 12日	CN	101302068	B	2010年 6月 2日
CN	105621603	A	2016年 6月 1日	CN	105621603	B	2018年 6月 26日
CN	107129046	A	2017年 9月 5日	CN	107129046	B	2020年 4月 24日
CN	105541021	A	2016年 5月 4日	CN	105541021	B	2018年 3月 16日
CN	103936153	A	2014年 7月 23日	CN	103936153	B	2015年 10月 28日
US	2020062625	A1	2020年 2月 27日	US	10689279	B2	2020年 6月 23日
				US	10457582	B1	2019年 10月 29日
KR	20150126076	A	2015年 11月 11日	无			