

# (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  
2019 年 9 月 12 日 (12.09.2019)



(10) 国际公布号  
**WO 2019/169610 A1**

(51) 国际专利分类号:  
*C02F 3/30* (2006.01) *C02F 3/10* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/078443

(22) 国际申请日: 2018 年 3 月 8 日 (08.03.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 大连理工大学 (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市凌工路 2 号大连理工大学专利中心, Liaoning 116024 (CN)。

(72) 发明人: 全燮 (QUAN, Xie); 中国辽宁省大连市凌工路 2 号大连理工大学专利中心, Liaoning 116024 (CN)。 毛彦俊 (MAO, Yanjun); 中国辽宁省大连市凌工路 2 号大连理工大学专利中心, Liaoning 116024 (CN)。 张耀斌 (ZHANG, Yaobin); 中国辽宁省大连市凌工路 2 号大连理工大学专利中心, Liaoning 116024 (CN)。 陈硕 (CHEN, Shuo); 中国辽宁省大连市凌工路 2 号大连理工大学专利中心, Liaoning 116024 (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, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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)。

本国际公布:  
— 包括国际检索报告 (条约第 21 条 (3))。

(54) Title: METHOD FOR UPGRADING AND EXPANDING SEWAGE BIOLOGICAL TREATMENT PROCESS

(54) 发明名称: 污水生物处理工艺升级扩容的方法

(57) Abstract: A functional suspension carrier-based method for upgrading and expanding an activated sludge process using a sewage biological treatment process. On the premise that structures are not added and an original process is not prolonged, an original activated sludge process reaction zone is divided into an anaerobic zone, an anoxic zone, an aerobic zone 1 and an aerobic zone 2; functional suspension carriers in a certain proportion are respectively added to each reactor, and a split-flow water inlet mode is used to improve the pollutant removal performance of the process, so that effluent quality may meet standard discharge requirements.

(57) 摘要: 一种基于功能性悬浮载体的污水生物处理工艺升级扩容活性污泥工艺的方法, 该方法在不增加构筑物, 不延长原有工艺的前提下, 将原活性污泥工艺反应区分为厌氧区、缺氧区、好氧区 1 和好氧区 2, 各反应器按一定比例分别投加功能性悬浮载体, 采用分流进水方式, 以提高工艺对污染物的去除性能, 使出水水质能够满足达标排放的要求。



WO 2019/169610 A1

## 污水生物处理工艺升级扩容的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于功能性悬浮载体的污水生物处理工艺升级扩容活性污泥工艺的方法，属于污水的生物处理技术领域。

### 背景技术

[0002] 目前，现有的污水处理厂的二级生化处理单元主要采用活性污泥法为基础的工艺(包括单一活性污泥法、A<sup>2</sup>O和AO法、氧化沟法等)。根据当时的排放标准，很多污水处理厂多是以去除有机物(COD、BOD)和悬浮固体(SS)为主。新标准实施以后，现有的污水处理厂由于设计标准较低，普遍存在着污水处理效率低、达标率不高、污染物排放量超标等问题，面临着提标改造的任务。因此，如何在不对现有处理工艺作较大改动的情况下，对其进行技术改造，提高工艺处理性能，尽快研究出高效低耗的污水处理技术将是解决水环境污染问题的关键。基于悬浮生物载体的污水处理强化技术，无需新增土地、无需延长工艺、仅用原有构筑物即可完成升级改造的污水处理组合新工艺，大幅降低投资成本和运行成本，解决了制约污水处理升级改造的关键技术瓶颈问题。然而，传统的生物载体在使用过程中仍存在问题，例如生物亲和性差、挂膜困难、生物量低，影响污水处理效率等，制约了该工艺的进一步发展与应用。基于此，本发明的目的是将基于功能性悬浮生物载体的污水处理强化技术应用于活性污泥法污水处理工艺的升级与扩容。

### 发明概述

### 技术问题

[0003] 针对现有的污水处理厂污水处理效率低、达标率不高、污染物排放量超标等问题，本发明旨在提供基于功能性悬浮载体的污水生物处理工艺升级扩容活性污泥工艺的方法。

## 问题的解决方案

### 技术解决方案

[0004] 本发明的技术方案:

[0005] 一种基于功能性悬浮载体的污水生物处理工艺升级扩容活性污泥工艺的方法, 包括以下步骤:

[0006]

(1) 利用分隔墙将活性污泥反应池分为厌氧区、缺氧区、好氧区1和好氧区2。其中, 厌氧区中添加的功能性生物载体, 通过强化水体中微生物对有机污染物(尤其是难降解有机污染物)的氧化(还原)降解能力, 以提高系统的可生化性( $BOD_5/COD > 0.3$ )。该功能性悬浮载体是将石墨烯氧化物和/或生物炭功能料与聚乙烯基础原料, 利用物理共混和螺杆挤出工艺制备而成; 缺氧区、好氧区1和好氧区2中添加亲电型悬浮生物载体, 是根据在生化水处理系统中, 硝化菌与反硝化菌表面普遍带有负电性, 通过向缺氧区与好氧区添加表面带有正电性的亲电型悬浮生物载体, 有助于加强载体表面缺氧反硝化菌与好氧硝化菌的富集, 以提高缺氧区的反硝化性能和好氧区的同步硝化-反硝化性能。该亲电型悬浮载体是将功能料亲电聚合物与聚乙烯基础原料, 利用物理共混和螺杆挤出工艺制备而成。

[0007] (2) 采用分流进水的方式(分别从厌氧区和缺氧区的前端进入), 目的是使一部分污水通过分流进入到缺氧反应器, 以避免进水中的碳源在厌氧段过度消耗, 为异养反硝化菌和反硝化聚磷菌提供更多的碳源, 提高反硝化除磷的性能;

[0008] (3) 硝化液自好氧区2末端回流至缺氧区前端, 其回流比在50%以上;

[0009] (4) 回流污泥自生化二沉池回流至厌氧区前端, 其回流比在100%以上;

[0010] (5) 分流进水方式的分流比为(进入到厌氧区和缺氧区的分流比) 1:0.25-4;

[0011] 所述的好氧区1主要是去除水体中有机污染物质, 降低出水COD浓度, 使其达到排放标准的要求, 好氧区2主要是强化系统的硝化作用以及同步硝化反硝化脱氮性能。

[0012] 所述的厌氧区、缺氧区、好氧区1和好氧区2中的悬浮载体投加量不超过各反应

池有效容积的50%。

[0013] 所述的厌氧区和缺氧区采用机械搅拌方式，好氧区1和好氧区2采用底部微孔曝气的方式，以使各反应器中“污水-悬浮载体-活性污泥-氧气（好氧区）”的充分混合接触。

发明的有益效果

有益效果

[0014] 本发明的有益效果：本发明所述的基于功能性悬浮载体的污水生物处理工艺升级扩容活性污泥工艺的方法，其方法简单、无需新增土地和延长原有工艺、能耗低，是一种高效的污水生物处理工艺的升级扩容技术。

发明实施例

本发明的实施方式

[0015] 以下结合技术方案详细叙述本发明的具体实施方式。

[0016] 实施例1

[0017] 市政污水处理厂的升级扩容，方法如下：（1）厌氧区、缺氧区、好氧区1和好氧区2的有效容积比为1:2:2:2；（2）污水分流进入厌氧区和缺氧区的分流比为1:1；（3）硝化液与污泥回流比分别为100%和50%；（3）厌氧区、缺氧区、好氧区1和好氧区2中功能性载体的投加量分别占各反应区有效体积的15%、30%、30%和45%；（4）厌氧区、缺氧区、好氧区1和好氧区2的水力停留时间分别为2、4、4和4小时；（5）厌氧区、缺氧区的溶解氧浓度在0.1 mg/L以下，好氧区1和好氧区2的溶解氧浓度保持在2-3 mg/L。运行结果表明，与原活性污泥法相比，基于功能性悬浮载体的污水生物处理工艺采用更短的水力停留时间（比原活性污泥工艺缩短了6小时），对COD、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、TN和TP的去除率分别提高了20%、45%、35%和25%以上，且出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A排放标准的要求（COD<50 mg/L、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N<5 mg/L、TN<8 mg/L、TP<1 mg/L）。

[0018] 实施例2

[0019] 工业园区污水处理厂的升级扩容，方法如下：（1）厌氧区、缺氧区、好氧区1和好氧区2的有效容积比为1:2:2:1；（2）污水分流进入厌氧区和缺氧区的分流比

为1:2; (3) 硝化液与污泥回流比分别为200%和100%; (3) 厌氧区、缺氧区、好氧区1和好氧区2中功能性载体的投加量分别占各反应区有效体积的20%、30%、40%和40%; (4) 厌氧区、缺氧区、好氧区1和好氧区2的水力停留时间分别为8、16、16和8小时; (5) 厌氧区、缺氧区的溶解氧浓度在0.1 mg/L以下, 好氧区1和好氧区2的溶解氧浓度保持在3-4 mg/L。运行结果表明, 与原活性污泥法相比, 基于功能性悬浮载体的污水生物处理工艺采用更短的水力停留时间(比原活性污泥工艺缩短了16小时), 对COD、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TN 和TP的去除率分别提高达35%、50%、45%和30%以上。

## 权利要求书

- [权利要求 1] 一种基于功能性悬浮载体的污水生物处理工艺升级扩容活性污泥工艺的方法
- ，其特征在于，步骤如下：
- 利用分隔墙将活性污泥反应池分为厌氧区、缺氧区、好氧区1和好氧区2；其中，厌氧区中添加功能性生物载体；缺氧区、好氧区1和好氧区2中添加亲电型悬浮生物载体；
- 采用分流进水的方式，分别从厌氧区和缺氧区的前端进入，使一部分污水通过分流进入到缺氧区，避免只从厌氧区进水，碳源在厌氧区过度消耗，分流进水的方式为异养反硝化菌和反硝化聚磷菌提供更多的碳源，提高反硝化除磷的性能；
- 硝化液自好氧区2末端回流至缺氧区前端，其回流比在50%以上；
- 回流污泥自生化二沉池回流至厌氧区前端，其回流比在100%以上；
- 分流进水的方式：硝化液进入到厌氧区和回流污泥进入到缺氧区的分流比为1:0.25-4。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的基于功能性悬浮载体的污水生物处理工艺升级扩容活性污泥工艺的方法，其特征在于，所述的厌氧区中添加的功能性生物载体不超过各反应池有效容积的50%；所述的缺氧区、好氧区1和好氧区2中添加亲电型悬浮生物载体不超过各反应池有效容积的50%。
- [权利要求 3] 根据权利要求1或2所述的基于功能性悬浮载体的污水生物处理工艺升级扩容活性污泥工艺的方法，其特征在于，所述的厌氧区和缺氧区采用机械搅拌，好氧区1和好氧区2采用底部微孔曝气，以使各反应器中“污水-悬浮载体-活性污泥-氧气”的充分混合接触。

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/078443

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

C02F 3/30(2006.01)i; C02F 3/10(2006.01)i

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

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)

WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI; VEN; CNTXT; CNABS; Elsevier Science: 扩容, 载体, 厌氧, 缺氧, 好氧, extending, expanding, capacity, carrier, anaerobic, anoxia, hypoxia, aerobic, aeration

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                       | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| E         | CN 108423825 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 21 August 2018 (2018-08-21)<br>claims 1-3                               | 1-3                   |
| Y         | CN 103991958 A (QINGDAO SPRING WATER-TREATMENT CO., LTD.) 20 August 2014 (2014-08-20)<br>claims 1-3, and figures 1-2     | 1-3                   |
| Y         | CN 101746884 A (ZENG, HUA) 23 June 2010 (2010-06-23)<br>claim 1                                                          | 1-3                   |
| A         | CN 106045049 A (MCC HUATIAN ENGINEERING & TECHNOLOGY CORPORATION ET AL.) 26 October 2016 (2016-10-26)<br>entire document | 1-3                   |
| A         | JP H07163994 A (EBARA RES. CO., LTD. ET AL.) 27 June 1995 (1995-06-27)<br>entire document                                | 1-3                   |

☐ 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

16 November 2018

Date of mailing of the international search report

27 November 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing  
100088  
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2018/078443**

| Patent document<br>cited in search report |           |   | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |           |   | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-----------|---|--------------------------------------|-------------------------|-----------|---|--------------------------------------|
| CN                                        | 108423825 | A | 21 August 2018                       | None                    |           |   |                                      |
| CN                                        | 103991958 | A | 20 August 2014                       | CN                      | 103991958 | B | 15 July 2015                         |
| CN                                        | 101746884 | A | 23 June 2010                         | None                    |           |   |                                      |
| CN                                        | 106045049 | A | 26 October 2016                      | None                    |           |   |                                      |
| JP                                        | H07163994 | A | 27 June 1995                         | None                    |           |   |                                      |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/078443

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                               |                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>A. 主题的分类</b><br>C02F 3/30(2006.01)i; C02F 3/10(2006.01)i<br><br>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>B. 检索领域</b><br>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)<br>C02F<br><br>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献<br><br>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))<br>WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI; VEN; CNTXT; CNABS; Elsevier Science:扩容, 载体, 厌氧, 缺氧, 好氧, extending, expanding, capacity, carrier, anaerobic, anoxia, hypoxia, aerobic, aeration                                                                                           |                                                                               |                                               |
| <b>C. 相关文件</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                               |                                               |
| 类 型*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                             | 相关的权利要求                                       |
| E                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | CN 108423825 A (大连理工大学) 2018年 8月 21日 (2018 - 08 - 21)<br>权利要求1-3              | 1-3                                           |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | CN 103991958 A (青岛思普润水处理有限公司) 2014年 8月 20日 (2014 - 08 - 20)<br>权利要求1-3, 附图1-2 | 1-3                                           |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | CN 101746884 A (曾华) 2010年 6月 23日 (2010 - 06 - 23)<br>权利要求1                    | 1-3                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | CN 106045049 A (中冶华天工程技术有限公司等) 2016年 10月 26日 (2016 - 10 - 26)<br>全文           | 1-3                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | JP H07163994 A (EBARA RES CO., LTD. 等) 1995年 6月 27日 (1995 - 06 - 27)<br>全文    | 1-3                                           |
| <input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                               |                                               |
| * 引用文件的具体类型:<br>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br>“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)<br>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br>“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<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同族专利的文件 |                                                                               |                                               |
| 国际检索实际完成的日期<br><br>2018年 11月 16日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                               | 国际检索报告邮寄日期<br><br>2018年 11月 27日               |
| ISA/CN的名称和邮寄地址<br><br>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)<br>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088<br>传真号 (86-10)62019451                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                               | 受权官员<br><br>孙振军<br><br>电话号码 86-(010)-62084781 |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/078443

| 检索报告引用的专利文件 |           |   | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利         | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|-----------|---|----------------|--------------|----------------|
| CN          | 108423825 | A | 2018年 8月 21日   | 无            |                |
| CN          | 103991958 | A | 2014年 8月 20日   | CN 103991958 | B 2015年 7月 15日 |
| CN          | 101746884 | A | 2010年 6月 23日   | 无            |                |
| CN          | 106045049 | A | 2016年 10月 26日  | 无            |                |
| JP          | H07163994 | A | 1995年 6月 27日   | 无            |                |