

(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 6 月 27 日 (27.06.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/119756 A1

- (51) 国际专利分类号:
C02F 3/12 (2006.01) *C02F 3/34* (2006.01)
C02F 3/30 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/092179
- (22) 国际申请日: 2018 年 6 月 21 日 (21.06.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201711376837.6 2017 年 12 月 19 日 (19.12.2017) CN
- (71) 申请人: 江南大学(JIANGNAN UNIVERSITY) [CN/
CN]; 中国江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号
张勇, Jiangsu 214122 (CN)。
- (72) 发明人: 张周(ZHANG, Zhou); 中国江苏省无锡市
蠡湖大道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。
阮文权(RUAN, Wenquan); 中国江苏省无锡市

蠡湖大道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。 赵
明星(ZHAO, Mingxing); 中国江苏省无锡市蠡
湖大道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。 缪恒
锋(MIAO, Hengfeng); 中国江苏省无锡市蠡湖大
道 1800 号张勇, Jiangsu 214122 (CN)。

(74) 代理人: 哈尔滨市阳光惠远知识产权代
理有限公司(HARBIN SHINEIP INTELLECTUAL
PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国黑龙江省
哈尔滨市松北区科技一街 99 号 18 栋 E501
张勇, Heilongjiang 150028 (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,

(54) Title: HALF SHORTCUT NITRATION STARTING METHOD FOR KITCHEN ANAEROBIC WASTEWATER

(54) 发明名称: 一种餐厨厌氧废水半短程硝化启动方法

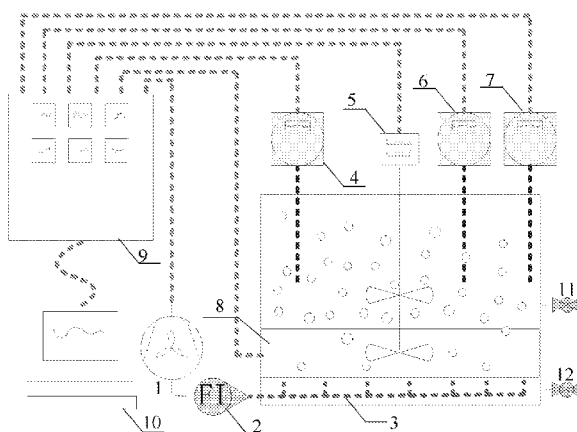


图 1

(57) Abstract: A half shortcut nitration starting method for kitchen anaerobic wastewater. On the basis of the characteristics of wastewater, such as high ammonia nitrogen and low C/N ratio, by using a shortcut nitration reactor and utilizing the difference between AOB and NOB oxygen saturation constants, AOB is enriched by limiting the concentration of DO in the reactor, and at the same time, other conditions such as temperature and alkalinity are controlled to accumulate nitrite, so as to start the half shortcut nitration process quickly; and the effluent can meet the inflow requirements of a subsequent anaerobic ammonification process. Also disclosed is a half shortcut nitration reactor.

(57) 摘要: 一种餐厨厌氧废水半短程硝化启动方法, 针对废水高氨氮、低 C/N 比特性, 通过短程硝化反应器, 利用 AOB 和 NOB 氧饱和常数的区别, 通过限制反应器内部 DO 浓度来富集 AOB, 同时控制温度、碱度等其他条件获得亚硝酸盐的积累, 达到了快速启动半短程硝化工艺, 出水满足后续厌氧氨氧化工艺进水的需要。还公开了一种半短程硝化反应器。

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))。

一种餐厨厌氧废水半短程硝化启动方法

技术领域

本发明涉及一种餐厨厌氧废水半短程硝化启动方法，属于餐厨污水处理领域。

背景技术

随着经济的快速增长、城市进程的加快，城市餐厨垃圾的产生量持续增长，由此对环境造成的污染也日益严重，餐厨垃圾的减量化、无害化、资源化处置已经成为当今研究的热点。餐厨垃圾是城市生活垃圾的主要组成部分，占城市生活垃圾的比例约为 37~62%。据清华大学固体废物污染控制及资源化研究所的统计数据表明，我国城市每年产生餐厨垃圾 6000 万吨以上。餐厨垃圾以淀粉类、食物纤维素、动物脂肪类等有机物质为主要成分。所以餐厨垃圾是一种放错了位置的资源，餐厨垃圾资源化利用可以解决餐厨垃圾因处置不当引起的“垃圾猪”问题及“地沟油”回流餐桌危害人体健康的问题。

餐厨垃圾在处理过程中必然会产生餐厨废水，通常采用厌氧消化手段去除餐厨废水中大量的有机物，经过厌氧消化处理后的餐厨废水具有高 COD、高 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、低 C/N 等特点，如果采用传统脱氮工艺必然导致处理流程长，运行费用高，而且会因为其 C/N 失衡，反硝化过程碳源不足，导致 TN 去除率低，难以达标排放。近年来随着一些新型脱氮工艺的兴起，如厌氧氨氧化工艺、短程硝化反硝化工艺等，对于这种高 COD、高 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、低 C/N 废水有了一些较好的处置方法。相比传统脱氮工艺，新型生物脱氮工艺在能源、碳源、占地面积等方面较传统脱氮工艺有着明显的优势。

短程硝化工艺可以将硝化过程控制在 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 阶段，积累大量的亚硝酸盐。半短程硝化可与反硝化或者厌氧氨氧化组成新的组合工艺，能够较好的进行生物脱氮，特别适用于高 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、低 C/N 废水的处理。不论短程硝化与反硝化还是厌氧氨氧化工艺，如何将硝化过程控制在 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 阶段，积累大量的亚硝酸盐都是研究重点。当前针对短程硝化技术的研究主要是控制 DO 浓度、FA 浓度、温度和 pH 等来实现。但针对如餐厨废水此类 COD 浓度高于 1500 mg/L、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度高于 1000 mg/L 且 C/N 较低的废水启动半短程硝化工艺需要进行适当稀释，逐步提高基质浓度，或需要外加化学抑制剂如氯酸钾 (KClO_3) 来抑制亚硝酸盐氧化细菌 (NOB) 活性，实现半短程硝化反应的启动和运行。

发明内容

本发明的目的是要提供一种餐厨厌氧废水半短程硝化工艺启动方法，为厌氧氨氧化工艺提供适宜的进水，解决餐厨厌氧废水 TN 去除率低等问题。

本发明的第一个目的是提供一种半短程硝化反应器，包括反应器本体、曝气装置、温度在线监测仪、DO 在线监测仪、pH 在线测定仪；和 PLC 控制系统；所述温度在线监测仪、DO 在线监测仪、pH 在线测定仪分别通过探头伸入至反应器内部，另一端均与 PLC 控制系统连接；反应器本体的底部设置曝气装置，曝气装置与设置在反应器本体外部的空气泵连接；空气泵还与 PLC 控制系统连接；反应器侧壁设置加热装置，所述加热装置与 PLC 控制系统连接；反应器内部设置搅拌装置，所述搅拌装置与 PLC 控制系统连接。

在本发明的一种实施方式中，所述搅拌装置为精密搅拌器。

在本发明的一种实施方式中，所述 PLC 控制系统还与远程监控系统连接，并通过有线网络与远程监控系统交换数据信息和控制信息。

在本发明的一种实施方式中，所述反应器本体的侧壁上还设置排水阀和排泥阀；所述排泥阀设置在近反应器底部；所述排水阀设置于反应器本体上部。

在本发明的一种实施方式中，反应器底部设有进气口，进气口通过管道与空气泵连接，进气口和空气泵之间设置气体流量计。

在本发明的一种实施方式中，所述反应器由不锈钢材质制成。

在本发明的一种实施方式中，所述加热装置为硅胶加热带。

在本发明的一种实施方式中，所述硅胶加热带外侧还设置石棉层。

本发明的第二个目的是提供一种餐厨厌氧废水半短程硝化工艺的启动方法，所述方法是以餐厨废水处理过程中的好氧污泥为接种污泥，以餐厨垃圾厌氧废水作为进水，应用所述的反应器控制反应器 DO 在 0.5~0.6 mg/L 进行半短程硝化工艺的启动。

在本发明的一种实施方式中，反应器的运行周期包括进水阶段、连续搅拌并曝气阶段、静置沉淀阶段和瞬时排水阶段。

在本发明的一种实施方式中，所述启动过程具体包括如下步骤：

1) 接种来源于餐厨废水处理工艺、污泥浓度为 4~6 g/L 并经过强曝气的好氧池污泥，DO 浓度控制在 6~8 mg/L；

2) 餐厨厌氧废水稀释率为：稀释 5~0 倍，分阶段逐步提高进水氨氮浓度；稀释 5 倍后，COD 为 356~487 mg/L， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 为 156~262 mg/L；稀释 2 倍后，COD 645~842 mg/L， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 553~731 mg/L；不稀释餐厨厌氧原水 COD 为 1510~2130 mg/L， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 为 983~1510 mg/L，通过碳酸氢钠控制反应器进水 pH 保持在 7~8；

3) 采用 SBR 运行方式，运行周期包括：进水 8~10 min、连续搅拌并曝气 6~8 h、静置沉淀 2~3 h、排水 8~15 min，水力停留时间（HRT）为 8~10 h。

在本发明的一种实施方式中，所述步骤具体为：

- 1) 接种餐厨废水处理工艺中好氧池污泥，污泥浓度为 6 g/L，取出的好氧污泥需进行强曝气 1 d，DO 浓度控制在 6~8 mg/L，污泥具有完全硝化能力；
- 2) 将餐厨厌氧废水设置 3 种不同的稀释率分别为：稀释 5 倍、2 倍、0 倍以逐步提高进水氨氮浓度；稀释 5 倍后，COD 为 356~487 mg/L， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 为 156~262 mg/L；稀释 2 倍后，COD 645~842 mg/L， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 553~731 mg/L；不稀释餐厨厌氧原水 COD 为 1510~2130 mg/L， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 为 983~1510 mg/L，通过碳酸氢钠控制反应器进水 pH 保持在 7~8；
- 3) 试验采用 SBR 运行方式，运行周期包括：进水 10 min、连续搅拌并曝气 8 h、静置沉淀 2 h、排水 10 min，水力停留时间 (HRT) 为 10 h，每天运行两个周期，每个周期的进水量和排水量均为 5 L。

在本发明的一种实施方式中，启动过程的温度控制在 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ，通过在线温度控制系统和加热装置进行联动，保持反应器内部温度稳定。

在本发明的一种实施方式中，连续搅拌并曝气阶段控制 DO 在 0.5~0.6 mg/L。

有益效果：(1) 经本发明通过限制系统的 DO 浓度，使系统中 NOB 受到抑制，AOB 得到富集，能够快速实现半亚硝化系统的启动，稳定后系统 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 转化率为 60% 左右，亚硝化率达到 90% 以上，出水 COD 去除率保持在 60%~70% 之间，出水亚硝态氮与氨氮摩尔比为 1.0~1.3 : 1，满足厌氧氨氧化进水要求，对餐厨厌氧废水深度脱氮处理提供基础条件。

(2) 本发明的方法利用自主设计研发的半短程硝化反应器，将系统 DO 浓度和空气泵形成联动，限制系统中的 DO 浓度，同时控制反应温度和 pH，获得较好的亚硝态氮累计，出水氨氮和亚硝酸盐氮比例适合厌氧氨氧化工艺，利用 DO 浓度的控制，富集大量 AOB，淘汰 NOB，采用此技术将氨氮控制在亚硝酸盐阶段，控制出水亚硝态氮与氨氮摩尔比为后续处理工艺提供有利条件，此方法相对于传统硝化反硝化可节省大量碳源和能源。由于反应器最后阶段进水 COD 为 1510~2130 mg/L， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 为 983~1510 mg/L，本发明所述方法启动的半短程硝化工艺具有较高的氨氮和 COD 负荷，能够较好的处理高浓度氨氮废水。通过反应器运行效果见本发明所述方法启动的半短程硝化工艺运行稳定，能够长期保持较高的亚硝化率，出水亚硝态氮与氨氮摩尔比适合厌氧氨氧化工艺的进水需求。

附图说明

图 1 为本发明的半短程硝化反应器结构示意图；其中：1，空气泵；2，气体流量计；3，曝气装置；4，温度在线监测仪；5，精密搅拌器；6，DO 在线监测仪；7，pH 在线测定仪；8，加热装置；9，PLC 控制系统；10，远程监控系统；11，排水阀；12，排泥阀；

图 2 为启动过程中三氮变化趋势；

图 3 为启动过程中 COD 变化趋势；

图 4 为 DO 浓度对半短程硝化系统运行效能的影响。

具体实施方式

$$\text{亚硝化率 (\%)} = \frac{\Delta C_{\text{NO}_2^- - \text{N}} \times 100\%}{\Delta C_{\text{NO}_2^- - \text{N}} + \Delta C_{\text{NO}_3^- - \text{N}}} \quad \text{式中: } \Delta C_{\text{NO}_2^- - \text{N}}, \Delta C_{\text{NO}_3^- - \text{N}} \text{ 分别为进出水亚硝态氮和硝态氮的浓度差, mg/L。}$$

硝态氮的浓度差, mg/L。

实施例 1

半短程硝化反应器为不锈钢筒状结构,设计参数:底部直径(Φ) $\times$ 高(H)=30 cm $\times$ 30 cm,有效容积为 15L,反应器底部的侧壁上设有进气口,进气口通过管道与空气泵 1 连接,空气泵 1 的另一端连接 PLC 控制系统 9;进气口和空气泵 1 之间设置气体流量计 2;反应器底部设置曝气装置 3,空气由空气泵 1 通过气体流量计 2 到达反应器底部设置的曝气装置 3,在曝气时间段采用空气泵 1 进行曝气,为系统内部提供溶解氧。所述曝气装置 3 是由 16 个微孔曝气头组成,通过通气管道由反应器底部中心位置向四周均匀发散分布,每个曝气头直径(Φ)=2 cm。反应器侧壁设置排水阀 11 和排泥阀 12,排泥阀 12 设置于近底部区域;每周周期结束后由排水阀进行排水,同时,反应器定时排泥。反应器顶部设有精密搅拌器,搅拌器功率恒定为 100 W,转速 0~300 rpm,反应器还设有温度在线监测仪 4、DO 在线监测仪 6、pH 在线测定仪 7,分别与设置在反应器内部的探头连接,对反应器内部各参数进行监测;温度在线监测仪 4、DO 在线监测仪 6、pH 在线测定仪 7 还分别与 PLC 控制系统 9 连接,将信号传输至 PLC 控制系统 9;DO 探头将反应器内的 DO 浓度传递至 PLC 控制系统 9,PLC 控制系统反馈给空气泵 1 形成联动,以便更加精确的控制系统内 DO 浓度;反应器沿侧壁设置加热保温带 8;所述加热保温带 8 为硅胶加热带,加热保温带 8 与 PLC 控制系统 9 连接,并与温度在线监测仪 4 形成联动,通过温度在线监测仪 4 监测反应器内部温度,将温度信息传输至 PLC 控制系统,再经 PLC 控制系统调节加热保温带 8 的加热状态,即当温度超过设定温度时,加热保温带 8 停止加热;当温度低于设定温度时,加热保温带 8 开始加热。硅胶加热带通过玻璃胶固定于池体不锈钢板,分布方式为据池体底部 5、15、25cm 处四周布置,加热带总功率为 $3 \times 100 \text{ W} = 300 \text{ W}$ 。在加热带外围设置石棉层进行保温,保温面积为 0.25 m^2 。

PLC 控制系统 9 还与远程监控系统 10 连接,通过有线数据传输将反应器的实时数据传输至远程监控系统 10,或将远程监控系统 10 的控制操作传输至 PLC 控制系统,实现反馈控制。

实施例 2

向半短程硝化反应器接种污泥, 接种污泥来自餐厨废水处理厂 A^3/O^3 工艺中好氧池污泥, 污泥浓度为 6 g/L , 接种后的污泥在反应器中强曝气 1 d , DO 控制在 $6\sim 8 \text{ mg/L}$, 温度控制 $30\pm 1^\circ\text{C}$, 让污泥具有完全硝化能力。

采用 SBR 运行方式, 运行周期包括进水 10 min 、连续搅拌并曝气 8 h 、静置沉淀 2 h 、排水 10 min 。每天运行两个周期, 每个周期的进水量和排水量均为 5 L 。周期开始时将 5 L 进水通过蠕动泵进入反应器, 并同时开始精密搅拌装置, 使得泥水充分混合, 当完成进水阶段后, 开启空气泵对反应器进行曝气, 控制 DO 浓度、反应器温度和搅拌速度。 8 h 后对同时关闭搅拌和曝气装置, 进入静置沉淀阶段, 静置 2 h 后, 通过排水阀 12 进行排水 5 L 。试验阶段排泥频率为 1 次/周 。

餐厨厌氧废水半短程硝化启动过程分为 3 个阶段, 第一阶段将进水稀释 5 倍, 出水亚消化率和氨氮转化率连续 $3\sim 5$ 个周期稳定后, 进入第二阶段; 第二阶段将进水稀释 2 倍, 出水亚消化率和氨氮转化率连续 $3\sim 5$ 个周期稳定后, 进入第 3 阶段。整个过程反应器温度控制 $30\pm 1^\circ\text{C}$, 曝气阶段 DO 浓度控制 $0.5\sim 0.6 \text{ mg/L}$ 。启动初期为了让污泥具有较好的适应性, 将餐厨废水稀释 5 倍作为反应器进水, 稀释后的 COD 为 $356\sim 487 \text{ mg/L}$, 平均为 404 mg/L , NH_4^+-N 为 $156\sim 262 \text{ mg/L}$, 平均为 199 mg/L 。前 6 个周期 NH_4^+-N 转化率呈下降趋势(图 1), 说明低的溶解氧阻碍了氨氧化作用, 同时出水有 NO_2^--N 的积累, 并没有如全程硝化完全转化成 NO_3^--N , 且前 6 个周期出水中的 NO_3^--N 浓度有小幅上升, 但随着反应的进行, 氨氮的转化率基本维持在 60% 左右, 出水中 NO_3^--N 出现下降, 亚硝化率不断上升, 说明由于硝化细菌氧饱和和常数高于亚硝化细菌的氧饱和和常数, 在较低 DO 环境下, 硝化细菌的活性受到较大抑制, 生长速率较慢, NO_2^--N 转化成 NO_3^--N 的过程受到抑。由于反应器运行初期接种的污泥是经过强曝气的污泥异养菌活性较好, COD 去除率保持在较高水平, 随着对反应器进行限氧, 抑制了异养菌的活性, 在第 $10\sim 24$ 个周期, 出水 COD 值明显呈现上升趋势, 同时 COD 去除率维持在 60% 左右(图 2)。

启动初期维持 24 个周期后, 进入活性提高期, 开始减小对餐厨废水的稀释率, 稀释 2 倍后餐厨废水水质为 $\text{COD } 645\sim 842 \text{ mg/L}$, $\text{NH}_4^+-\text{N } 553\sim 731 \text{ mg/L}$ 。在活性提高期, NH_4^+-N 转化率基本维持在 60% 左右。较低的 DO 环境致使硝酸细菌不能适应, 其活性逐渐受到抑制, 逐步被淘汰出整个亚硝化系统, 进入第二个阶段以后出水中的 NO_3^--N 有下降的趋势, 而 NO_2^--N 有平稳上升的趋势, 整个过程亚硝化率上升明显, 逐步增加至 80% 以上。活性提高期的前几个周期中 COD 去除率有明显下降, 可能是由于 COD 负荷突然增加, 异养菌未能适应, 造成 COD 去除率低的现象。但随着反应器的运行, COD 去除率有缓慢上升

的趋势，最后也基本维持在 63%左右。

第三阶段将不经稀释的餐厨废水直接加入反应系统中，COD 为 1510~2130 mg/L， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 为 983~1510 mg/L。在这个过程中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 转化率基本维持在 60%以上，出水 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 继续下降，而 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 浓度继续上升，亚硝化率也随之上升，基本保持在 90%以上，出水 COD 去除率保持在 60%~70%之间，出水亚硝态氮与氨氮摩尔比为 1.0~1.3 : 1，满足后续处理的进水要求。此时半短程硝化系统已成功启动。

实施例 3

具体实施方式同实施例 2，区别在于，控制不同 DO 浓度，研究 DO 浓度对于反应体系的影响，在 SBR 工艺成功实现稳定 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 积累后，改变系统中的 DO 浓度，考察不同 DO 浓度下亚硝化系统运行效能的影响。此阶段进水 COD 浓度平均为 1874 mg/L、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 平均值为 1231 mg/L、2 mg/L 和 29 mg/L，设置 6 个不同的 DO 浓度阶段。

DO 浓度低于 0.5 mg/L，系统 COD 去除率较低，亚消化率低，出水亚硝态氮与氨氮摩尔比为 1:2~1:4；曝气时间增加，氧化相同量的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 速率变慢，所需要的启动时间更长。但是过低的 DO 浓度在抑制 NOB 的同时也抑制了 AOB 的生长，所以亚硝化率也随之下降。

当 DO 高于 0.6 mg/L，系统 COD 去除率增加，亚硝化率降低，出水不能降氨氮氧化控制在亚硝态氮阶段，一大部分亚硝态氮会被氧化至硝态氮；提高 DO 浓度可能会破坏系统的稳定性，当 DO 浓度高于 1.0 mg/L 时，DO 浓度不再成为抑制 NOB 的影响因子，随着 NOB 活性逐渐恢复， $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 被 NOB 进一步氧化成 NO_3^-N ，反应系统遭到破坏。

虽然本发明已以较佳实施例公开如上，但其并非用以限定本发明，任何熟悉此技术的人，在不脱离本发明的精神和范围内，都可做各种的改动与修饰，因此本发明的保护范围应该以权利要求书所界定的为准。

权 利 要 求 书

1、一种半短程硝化反应器，其特征在于，包括反应器本体、曝气装置、温度在线监测仪、DO 在线监测仪、pH 在线测定仪和 PLC 控制系统；所述温度在线监测仪、DO 在线监测仪、pH 在线测定仪的一端分别通过探头伸入至反应器本体内部，另一端均与 PLC 控制系统连接；反应器本体的底部设置曝气装置，曝气装置与设置在反应器本体外部的空气泵连接；所述空气泵还与 PLC 控制系统连接；反应器侧壁设置加热装置，所述加热装置与 PLC 控制系统连接；反应器内部设置搅拌装置，所述搅拌装置与 PLC 控制系统连接。

2、根据权利要求 1 所述的一种半短程硝化反应器，其特征在于，所述加热装置为硅胶加热带。

3、根据权利要求 2 所述的一种半短程硝化反应器，其特征在于，所述硅胶加热带外还设置石棉层。

4、根据权利要求 1 所述的一种半短程硝化反应器，其特征在于，反应器本体的底部设有进气口，进气口通过管道与空气泵连接，进气口和空气泵之间设置气体流量计。

5、根据权利要求 4 所述的一种半短程硝化反应器，其特征在于，反应器本体的侧壁上还设置排水阀和排泥阀；所述排泥阀设置在近反应器底部；所述排水阀设置于反应器本体上部。

6、根据权利要求 1~5 任一所述的一种半短程硝化反应器，其特征在于，所述 PLC 控制系统还与远程监控系统连接，并通过有线网络与远程监控系统交换数据信息和控制信息。

7、一种餐厨厌氧废水半短程硝化工艺的启动方法，其特征在于，以餐厨废水处理过程中的好氧污泥为接种污泥，以餐厨垃圾厌氧废水作为进水，应用权利要求 1~5 任一所述的反应器进行半短程硝化工艺的启动。

8、根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，控制反应器 DO 在 0.5~0.6 mg/L；启动过程的温度控制在 29~31℃。

9、根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，反应器的运行周期包括进水阶段、连续搅拌并曝气阶段、静置沉淀阶段和瞬时排水阶段。

10、根据权利要求 7~9 任一所述的方法，其特征在于，所述启动过程具体包括如下步骤：

1) 接种来源于餐厨废水处理工艺、污泥浓度为 4~6 g/L 并经过强曝气的好氧池污泥，DO 浓度控制在 6~8 mg/L；

2) 餐厨厌氧废水稀释率为：稀释 5~0 倍，分阶段逐步提高进水氨氮浓度；第一阶段稀释后，COD 为 356~487 mg/L， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 为 156~262 mg/L；第二阶段稀释后，COD 645~842 mg/L， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 553~731 mg/L；不经过稀释的餐厨厌氧原水 COD 为 1510~2130 mg/L， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 为 983~1510 mg/L，通过碳酸氢钠控制反应器进水 pH 保持在 7~8；

3) 采用 SBR 运行方式, 运行周期包括: 进水 8~10 min、连续搅拌并曝气 6~8 h、静置沉淀 2~3 h、排水 8~15 min, 水力停留时间 (HRT) 为 8~10 h。

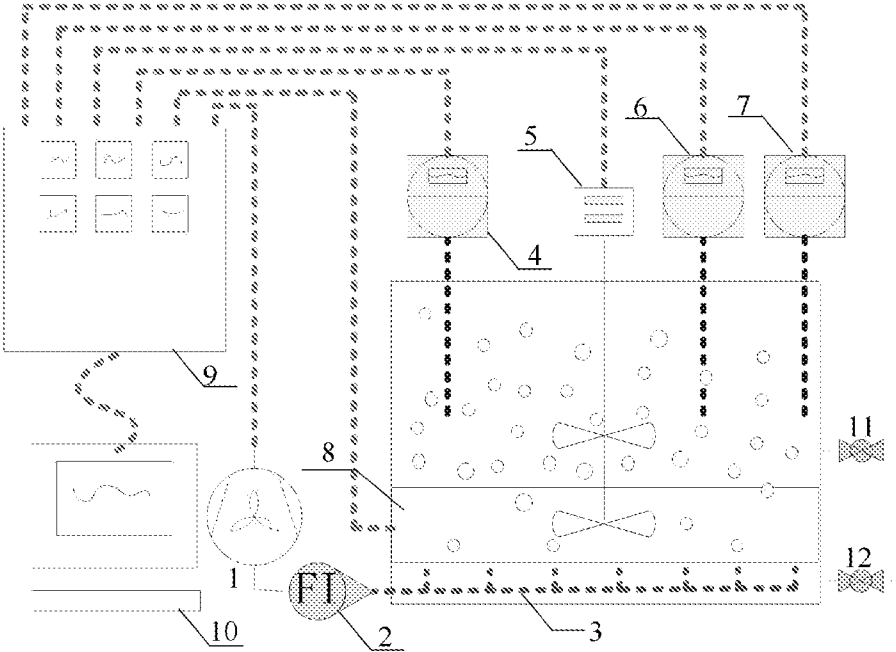


图 1

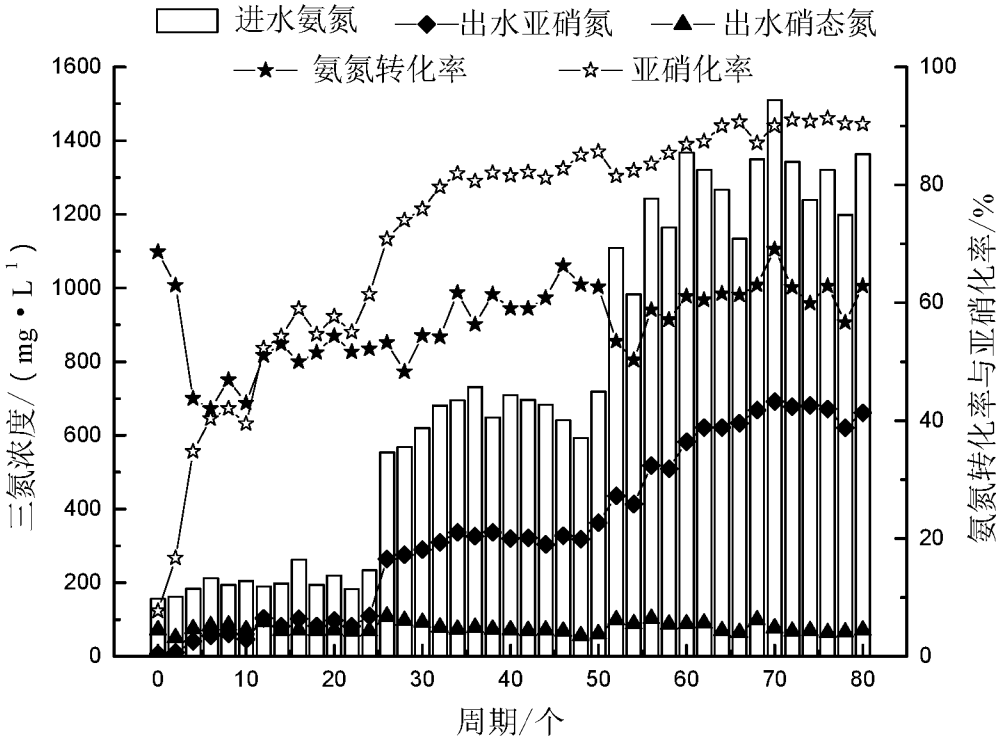


图 2

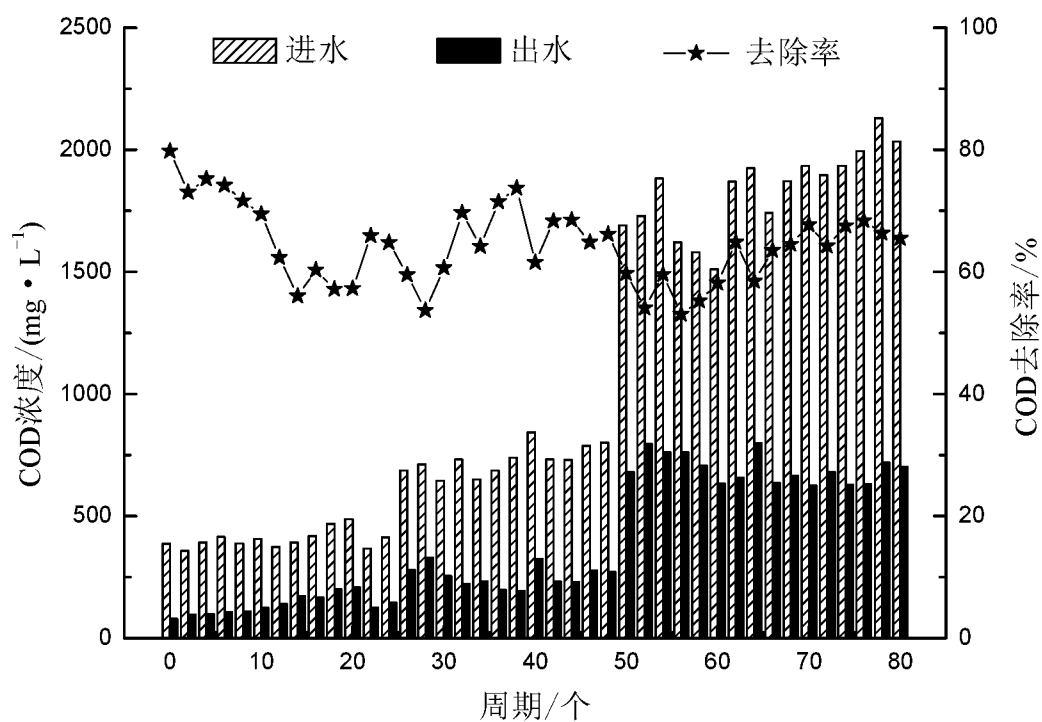


图 3

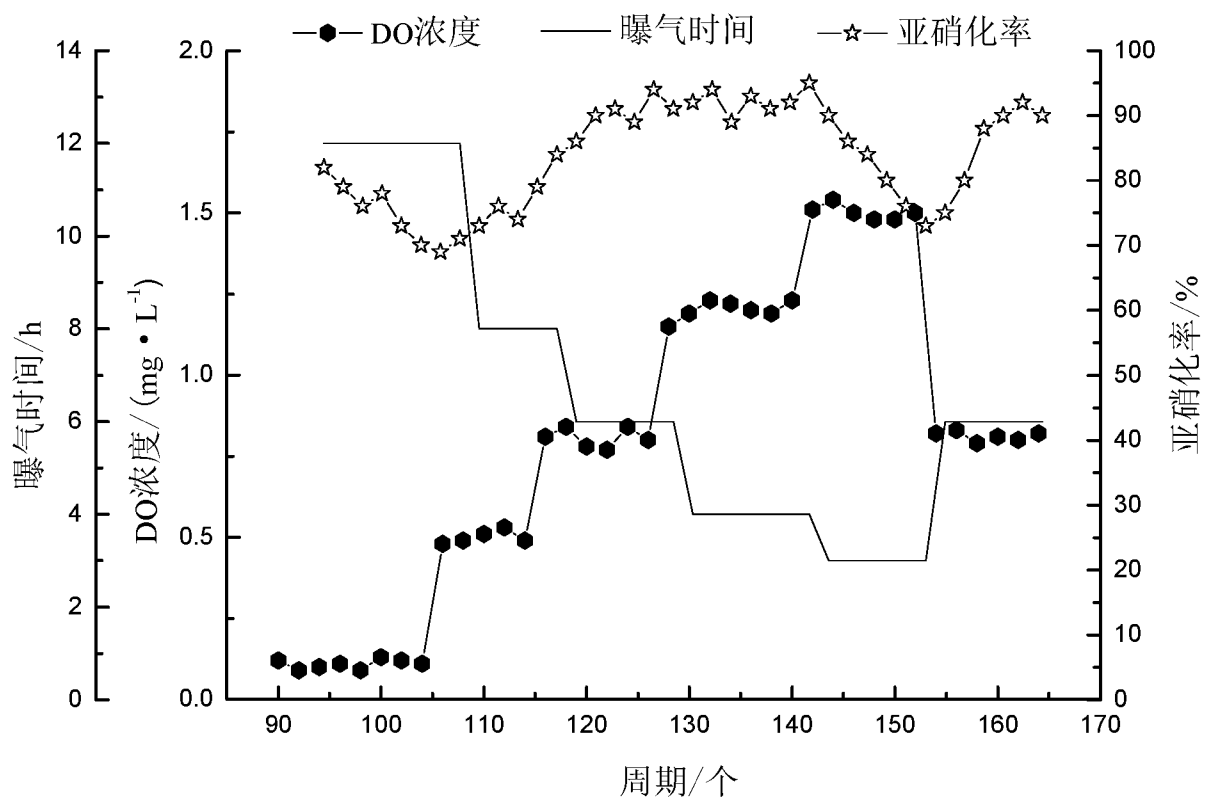


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/092179

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F 3/12(2006.01)i; C02F 3/30(2006.01)i; C02F 3/34(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)

EPODOC; WPI; CNABS; CNPAT; CNKI; CNTXT; Elsevier: 硝化, 短程, 半, 加热, 温度, 温控, SBR, nitrification, partial, heat+, temperature, control

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107986434 A (JIANGNAN UNIVERSITY) 04 May 2018 (2018-05-04) claims 1-10	1-10
X	CN 102583885 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 18 July 2012 (2012-07-18) description, paragraphs [0024]-[0037], and figure 1	1-6
X	王舜和 (WANG, Shunhe). "SBR作为厌氧氨氧化前置工艺的研究 (Non-official translation: Study on SBR as a Pretreatment Process for Anaerobic Ammonium Oxidation)" <i>环境工程 (Environmental Engineering)</i> , No. Z1, 31 December 2007 (2007-12-31), ISSN: 1000-8942, page 11, left column, paragraphs 6 and 7, table 1, and figure 1	1
Y	CN 102583885 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 18 July 2012 (2012-07-18) description, paragraphs [0024]-[0037], and figure 1	1-6
Y	CN 107055951 A (BEIJING UNIVERSITY OF CHEMICAL TECHNOLOGY) 18 August 2017 (2017-08-18) claim 2, and description, paragraphs [0021] and [0022]	7-10
A	JP 4997460 B2 (KUMAMOTO UNIVERSITY) 08 August 2012 (2012-08-08) entire document	1-10



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

17 August 2018

Date of mailing of the international search report

05 September 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China (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/CN2018/092179**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 20160150287 A (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HANYANG UNIVERSITY ERICA CAMPUSINDUSTRY) 29 December 2016 (2016-12-29) entire document	1-10
A	US 2014360933 A1 (REZANIA BABAK ET AL.) 11 December 2014 (2014-12-11) entire document	1-10
A	CN 103265121 A (HANGZHOU NORMAL UNIVERSITY) 28 August 2013 (2013-08-28) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/092179

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107986434	A	04 May 2018	None			
CN	102583885	A	18 July 2012	CN	102583885	B	23 October 2013
CN	107055951	A	18 August 2017	None			
JP	4997460	B2	08 August 2012	JP	2008272625	A	13 November 2008
KR	20160150287	A	29 December 2016	None			
US	2014360933	A1	11 December 2014	WO	2013039582	A1	21 March 2013
				CA	2850078	A1	21 March 2013
CN	103265121	A	28 August 2013	CN	103265121	B	15 October 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/092179

A. 主题的分类

C02F 3/12(2006.01)i; C02F 3/30(2006.01)i; C02F 3/34(2006.01)i

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

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))

EPODOC;WPI;CNABS;CNPAT;CNKI;CNTXT;Elsevier:硝化, 短程, 半, 加热, 温度, 温控, SBR, nitrification, partial, heat+, temperature, control

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
PX	CN 107986434 A (江南大学) 2018年 5月 4日 (2018 - 05 - 04) 权利要求1-10	1-10
X	CN 102583885 A (北京工业大学) 2012年 7月 18日 (2012 - 07 - 18) 说明书第24-37段及附图1	1-6
X	王舜和. " "SBR作为厌氧氨氧化前置工艺的研究" " 《环境工程》, 第21期, 2007年 12月 31日 (2007 - 12 - 31), ISSN: 1000-8942, 第11页左栏第6、7段, 表1及图1	1
Y	CN 102583885 A (北京工业大学) 2012年 7月 18日 (2012 - 07 - 18) 说明书第24-37段及附图1	1-6
Y	CN 107055951 A (北京化工大学) 2017年 8月 18日 (2017 - 08 - 18) 权利要求2及说明书第21、22段	7-10
A	JP 4997460 B2 (UNIVERSITY KUMAMOTO) 2012年 8月 8日 (2012 - 08 - 08) 全文	1-10
A	KR 20160150287 A (INDUSTRY-UNIV COOP FOUND HANYANG UNIV ERICA CAMPUS) 2016 年 12月 29日 (2016 - 12 - 29) 全文	1-10

☒ 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

2018年 8月 17日

国际检索报告邮寄日期

2018年 9月 5日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(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

受权官员

曹梦

电话号码 62084995

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	US 2014360933 A1 (REZANIA BABAK等) 2014年 12月 11日 (2014 - 12 - 11) 全文	1-10
A	CN 103265121 A (杭州师范大学) 2013年 8月 28日 (2013 - 08 - 28) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/092179

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	107986434	A	2018年 5月 4日	无			
CN	102583885	A	2012年 7月 18日	CN	102583885	B	2013年 10月 23日
CN	107055951	A	2017年 8月 18日	无			
JP	4997460	B2	2012年 8月 8日	JP	2008272625	A	2008年 11月 13日
KR	20160150287	A	2016年 12月 29日	无			
US	2014360933	A1	2014年 12月 11日	WO	2013039582	A1	2013年 3月 21日
				CA	2850078	A1	2013年 3月 21日
CN	103265121	A	2013年 8月 28日	CN	103265121	B	2014年 10月 15日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)