(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 106673193 A
(43)申请公布日 2017.05.17

(21)申请号 201611021690.4

(22)申请日 2016.11.21

(71)申请人 北京工业大学
地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 王淑莹 孙雅雯 张建华 彭永臻

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203
代理人 刘萍

(51)Int.Cl.
C02F 3/30(2006.01)
C02F 101/16(2006.01)

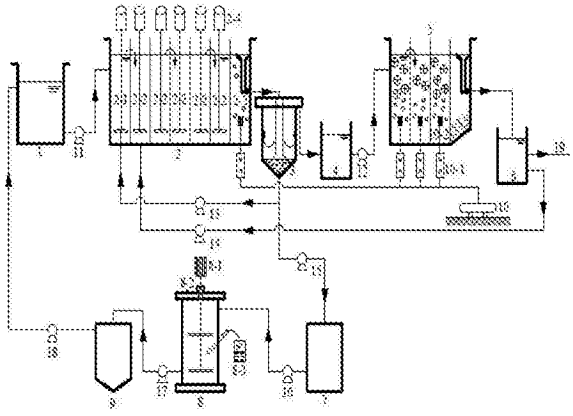
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

厌氧发酵耦合A^2/O-生物接触氧化处理低C/N污水的方法

(57)摘要

厌氧发酵耦合A^2/O-生物接触氧化处理低C/N污水的方法，属于低C/N污水生物处理及污泥减量领域。该装置主要由A^2/O反应池、生物接触氧化池和发酵反应池组成。将剩余污泥进行厌氧发酵，产生的发酵液作为A^2/O-生物接触氧化系统进水的外加碳源，有效提高系统的进水C/N；系统进水首先经过A^2/O反应池厌氧区进行厌氧释磷反应，通过回流污泥泵与二沉池连接，缺氧区进行反硝化除磷作用，通过硝化液回流泵与硝化液贮存池连接，好氧区进一步吸收剩余的磷并吹脱氮气；生物接触氧化池完成氨氮的氧化，为反硝化除磷提供电子受体。本发明在完成氮磷同步高效去除的同时，节省投资费用，实现剩余污泥减量化。



CN 106673193 A

1.厌氧发酵耦合A^2/O-生物接触氧化处理低C/N污水的装置，其特征在于：包括A^2/O反应池(2)、生物接触氧化池(5)和发酵反应池(8)；

原水通过第一进水泵(11)进入A^2/O反应池(2)，依次流经厌氧区(2-1)、缺氧区(2-2)、好氧区(2-3)，进入二沉池(3)；所述二沉池(3)通过回流污泥泵(13)与厌氧区(2-1)连接，其出水经中间水箱(4)由第二进水泵(12)提升至生物接触氧化池(5)；生物接触氧化池(5)出水进入硝化液贮存池(6)；硝化液贮存池(6)与缺氧区(2-2)通过硝化液回流泵(14)连接，系统出水经出水管(19)排放；其中，厌氧区(2-1)和缺氧区(2-2)均安装搅拌器；好氧区(2-3)与生物接触氧化池(5)底部均安装曝气头，并由气体流量计(10-1)控制曝气量；

二沉池(3)剩余污泥经剩余污泥泵(15)进入贮泥池(7)；贮泥池(7)通过发酵进泥泵(16)与发酵反应池(8)相连；所述发酵反应池(8)设有发酵搅拌器(8-1)、加碱口(8-2)和pH计(8-3)，并通过发酵排泥泵(17)与发酵液分离池(9)相连；发酵液分离池(9)通过发酵液泵(18)与原水水箱(1)连接。

2.应用如权利要求1所述的厌氧发酵耦合A^2/O-生物接触氧化处理低C/N污水的装置的方法，其特征在于：

1)加入发酵液的污水由原水水箱(1)进入A^2/O反应池(2)厌氧区(2-1)，

进行厌氧释磷反应，同时二沉池(3)的部分污泥回流到厌氧区(2-1)，污泥回流比为80％～120％，控制厌氧区水力停留时间$HRT_{厌氧}$在1.0～2.0h；

2)混合液随后进入缺氧区(2-2)，利用生物接触氧化池(5)回流的硝态氮作为电子受体，进行反硝化除磷作用，控制缺氧区水力停留时间$HRT_{缺氧}$在5.0～7.0h；

3)好氧区(2-3)曝气吹脱反硝化除磷产生的氮气，并吸收剩余的磷，溶解氧浓度为3～4mg/L，控制好氧区的水力停留时间$HRT_{好氧}$在1.0～2.0h；

4)混合液从好氧区(2-3)进入二沉池(3)，完成泥水分离，上清液流经中间水箱(4)，并由第二进水泵(12)提升进入生物接触氧化池(5)；

5)生物接触氧化池(5)内设悬浮填料，悬浮填料材质为聚丙烯酰胺，比表面积为1500～2000m^2/m^3，填充比为30～50％，硝化菌以固定膜的形态生长在填料上，溶解氧浓度为3～6mg/L，控制水力停留时间$HRT_{曝气}$在3.0～5.0h；

6)生物接触氧化池(5)出水进入硝化液贮存池(6)，部分硝化液经硝化液回流泵(14)进入缺氧区(2-2)，回流比为200％～400％，剩余部分经出水管(19)排放；

7)二沉池(3)剩余污泥经剩余污泥泵(15)进入贮泥池(7)，再由发酵进泥泵(16)将剩余污泥泵入发酵反应池(8)，启动发酵搅拌器(8-1)进行厌氧搅拌，同时由pH计(8-3)监测发酵反应池(8)的pH值，通过在加碱口(8-2)投加NaOH溶液，维持pH在9.5～10.5，控制发酵反应池(8)污泥浓度为8000～10000mg/L，污泥龄在8～15d；

8)发酵混合物通过发酵排泥泵(17)进入发酵液分离池(9)，完成泥水分离，上清液经发酵液泵(18)进入原水水箱(1)，控制原水水箱(1)进水COD浓度在200～300mg/L。

厌氧发酵耦合A^2/O-生物接触氧化处理低C/N污水的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种剩余污泥厌氧发酵耦合A^2/O-生物接触氧化处理低C/N污水的装置与方法，属于低C/N污水生物处理及污泥减量技术领域。

背景技术

[0002] 随着国家现代化进程的加快，由氮磷过量排放引起的水体富营养化现象日趋严重。我国七大水系中近20％的监测断面水体污染严重，湖泊富营养化加重，河流入海水质较差。但国内现有90％以上的城市污水处理厂均采用A^2/O、A/O、氧化沟等传统工艺，普遍面临碳氮比例失调、能耗物耗高、占地面积大以及难于稳定达到国家一级A排放标准等问题。

[0003] 传统脱氮除磷技术固有的缺点就是硝化菌与除磷菌长、短泥龄的矛盾，反硝化菌与聚磷菌对碳源的竞争。反硝化除磷技术的优势在于，实现氮磷的同步高效去除；“一碳两用”，节省了50％的碳源；缺氧吸磷代替好氧吸磷，节省了30％的曝气量；污泥产量减少约50％，从而降低污泥处理费用；可缩小反应器体积，从而减少基建费用。双污泥系统的优势在于，除磷菌和硝化菌独立存在于不同的反应器中，避免泥龄矛盾。生物接触氧化工艺是一种浸没式生物膜法，具有容积负荷高，缩短反应时间，节省占地面积；生物量高，微生物代谢速度快，传质效率高，节省动力能耗；抗冲击能力强，水质稳定；挂膜方便，不存在污泥膨胀等一系列优点。

[0004] 随着人们饮食习惯的改变，城市污水的组成和比例也逐渐发生变化，低C/N污水日渐普遍。我国大多数污水处理厂普遍面临添加化学药剂提高进水C/N，达到良好出水的情况，而外加碳源的处理成本可占运行管理成本的10％左右。与此同时，我国城市污水处理厂的剩余污泥由于处理成本昂贵，仅有20％得到妥善处理，大部分的污泥只是随意堆放或填埋，严重威胁环境安全、危害公众健康。

[0005] 剩余污泥主要是由微生物细胞组成，富含有机物、氮、磷等可利用成分。剩余污泥厌氧发酵可以产生大量短链脂肪酸(SCFAs)，短链脂肪酸(SCFAs)是生物脱氮除磷的优质碳源。以剩余污泥厌氧发酵液作为外加碳源，不仅可以为脱氮除磷提供丰富的有机物，优化污水中的碳源构成，同时实现了系统的污泥减量，节省污泥处置费用。

[0006] 本发明将剩余污泥厌氧发酵与A^2/O-生物接触氧化工艺相耦合，既可利用剩余污泥厌氧发酵液中的短链脂肪短作为反硝化除磷的外碳源，又可有效减少剩余污泥的产生量，在降低运行费用，提高脱氮除磷效率的基础上，可稳定实现污泥的资源化和减量化。

发明内容

[0007] 本发明针对进水C/N低，脱氮除磷效率低，剩余污泥难处置等问题，提出了一种剩余污泥厌氧发酵耦合A^2/O-生物接触氧化处理低C/N污水的装置与方法。本方法将剩余污泥发酵液作为A^2/O-生物接触氧化系统的外加碳源，有效提高了装置的进水C/N，改善系统的脱氮除磷性能，同时将A^2/O-生物接触氧化系统的剩余污泥直接排入发酵装置进行发酵产酸，稳定实现系统的污泥减量化。

[0008] 本发明提供的是一种剩余污泥厌氧发酵耦合A^2/O-生物接触氧化处理低C/N污水的装置，其特征在于：包括A^2/O反应池(2)、生物接触氧化池(5)和发酵反应池(8)；

[0009] 原水通过第一进水泵(11)进入A^2/O反应池(2)，依次流经厌氧区(2-1)、缺氧区(2-2)、好氧区(2-3)，进入二沉池(3)；所述二沉池(3)通过回流污泥泵(13)与厌氧区(2-1)连接，其出水经中间水箱(4)由第二进水泵(12)提升至生物接触氧化池(5)；生物接触氧化池(5)出水进入硝化液贮存池(6)；硝化液贮存池(6)与缺氧区(2-2)通过硝化液回流泵(14)连接，系统出水经出水管(19)排放；其中，厌氧区(2-1)和缺氧区(2-2)均安装搅拌器；好氧区(2-3)与生物接触氧化池(5)底部均安装曝气头，并由气体流量计(10-1)控制曝气量；

[0010] 二沉池(3)剩余污泥经剩余污泥泵(15)进入贮泥池(7)；贮泥池(7)通过发酵进泥泵(16)与发酵反应池(8)相连；所述发酵反应池(8)设有发酵搅拌器(8-1)、加碱口(8-2)和pH计(8-3)，并通过发酵排泥泵(17)与发酵液分离池(9)相连；发酵液分离池(9)通过发酵液泵(18)与原水水箱(1)连接。

[0011] 应用所述的剩余污泥厌氧发酵耦合A^2/O-生物接触氧化处理低C/N污水的装置的方法，其特征在于：

[0012] 1)加入发酵液的污水由原水水箱(1)进入A^2/O反应池(2)厌氧区(2-1)，

[0013] 进行厌氧释磷反应，同时二沉池(3)的部分污泥回流到厌氧区(2-1)，污泥回流比为80％～120％，控制厌氧区水力停留时间$HRT_{厌氧}$在1.0～2.0h；

[0014] 2)混合液随后进入缺氧区(2-2)，利用生物接触氧化池(5)回流的硝态氮作为电子受体，进行反硝化除磷作用，控制缺氧区水力停留时间$HRT_{缺氧}$在5.0～7.0h；

[0015] 3)好氧区(2-3)曝气吹脱反硝化除磷产生的氮气，并吸收剩余的磷，溶解氧浓度为3～4mg/L，控制好氧区的水力停留时间$HRT_{好氧}$在1.0～2.0h；

[0016] 4)混合液从好氧区(2-3)进入二沉池(3)，完成泥水分离，上清液流经中间水箱(4)，并由第二进水泵(12)提升进入生物接触氧化池(5)；

[0017] 5)生物接触氧化池(5)内设悬浮填料，悬浮填料材质为聚丙烯酰胺，比表面积为1500～2000m^2/m^3，填充比为30～50％，硝化菌以固定膜的形态生长在填料上，溶解氧浓度为3～6mg/L，控制水力停留时间$HRT_{曝气}$在3.0～5.0h；

[0018] 6)生物接触氧化池(5)出水进入硝化液贮存池(6)，部分硝化液经硝化液回流泵(14)进入缺氧区(2-2)，回流比为200％～400％，剩余部分经出水管(19)排放；

[0019] 7)二沉池(3)剩余污泥经剩余污泥泵(15)进入贮泥池(7)，再由发酵进泥泵(16)将剩余污泥泵入发酵反应池(8)，启动发酵搅拌器(8-1)进行厌氧搅拌，同时由pH计(8-3)监测发酵反应池(8)的pH值，通过在加碱口(8-2)投加NaOH溶液，维持pH在9.5～10.5，控制发酵反应池(8)污泥浓度为8000～10000mg/L，污泥龄在8～15d；

[0020] 8)发酵混合物通过发酵排泥泵(17)进入发酵液分离池(9)，完成泥水分离，上清液经发酵液泵(18)进入原水水箱(1)，控制原水水箱(1)进水COD浓度在200～300mg/L。

[0021] 本发明剩余污泥厌氧发酵耦合A^2/O-生物接触氧化处理低C/N污水的装置与方法，与传统脱氮除磷工艺相比，其优势在于：

[0022] 1)该系统采用双污泥反硝化除磷技术，解决了传统工艺硝化菌与聚磷菌泥龄长短的矛盾，避免了反硝化菌与聚磷菌对有机碳源的竞争；

[0023] 2)生物接触氧化池生物量多，传质效率高，节约曝气量，节省能耗，且容积负荷高，

反应时间短，节省占地面积，抗冲击能力强，处理效果稳定；

[0024] 3)剩余污泥直接排入发酵反应池进行厌氧发酵，产生发酵液作为低C/N污水的外加碳源，不仅有效提高了进水C/N，且稳定实现了剩余污泥的减量化和资源化，节省投资，节约运行费用；

[0025] 4)系统工艺流程简单，运行管理方便，适用于污水处理厂的升级改造。

附图说明

[0026] 图1为本发明装置的结构示意图

[0027] 图1中：1—原水水箱；2—A^2O反应池，2-1—厌氧区，2-2—缺氧区，2-3—好氧区，2-4—搅拌器；3—二沉池；4—中间水箱；5—生物接触氧化池；6—硝化液贮存池；7—贮泥池；8—发酵反应池，8-1—发酵搅拌器，8-2—加碱口，8-3—pH计；9—发酵液分离池；10—鼓风机，10-1—气体流量计，10-2—曝气头；11—第一进水泵；12—第二进水泵；13—回流污泥泵；14—硝化液回流泵；15—剩余污泥泵；16—发酵进泥泵；17—发酵排泥泵；18—发酵液泵；19-出水管。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图和实例对本发明做进一步说明：所用装置主要由A^2/O反应池(2)、生物接触氧化池(5)和发酵反应池(8)三部分组成。原水通过第一进水泵(11)进入A^2/O反应池(2)，依次流经厌氧区(2-1)、缺氧区(2-2)、好氧区(2-3)，进入二沉池(3)；所述二沉池(3)通过回流污泥泵(13)与厌氧区(7)连接，其出水经中间水箱(4)由第二进水泵(12)提升至生物接触氧化池(5)；生物接触氧化池(5)出水进入硝化液贮存池(6)；硝化液贮存池(6)与缺氧区(2-2)通过硝化液回流泵(14)连接，系统出水经出水管(19)排放。其中，厌氧区(2-1)和缺氧区(2-2)均安装搅拌器(2-4)；好氧区(2-3)与生物接触氧化池(5)底部均安装曝气头(10-2)，并由气体流量计(10-1)控制曝气量。二沉池(3)剩余污泥经剩余污泥泵(15)进入贮泥池(7)；贮泥池(7)通过发酵进泥泵(16)与发酵反应池(8)相连；所述发酵反应池(8)设有发酵搅拌器(8-1)、加碱口(8-2)和pH计(8-3)，并通过发酵排泥泵(17)与发酵液分离池(9)相连；发酵液分离池(9)通过发酵液泵(18)与原水水箱(1)连接。

[0029] 实施案例

[0030] 各反应器均由有机玻璃制成，A^2/O反应池的有效体积为40L，生物接触氧化池的有效体积为17L，发酵反应池的有效体积为20L；试验用水为某高

[0031]

项目	COD	NH_4^+-N	NO_2^--N	NO_3^--N	TP	C/N
范围	112.47~236.52	43.63~69.74	0~0.52	0~0.37	2.78~7.64	2.5~3.5
均值	149.79	52.98	0.21	0.19	4.67	3.0

[0032] 具体操作如下：

[0033] 启动阶段：A^2/O反应池接种反硝化除磷污泥，控制系统污泥浓度在2000～2500mg/L，A^2/O反应池容积分配比为$V_{厌氧}:V_{缺氧}:V_{好氧}=1:5:1$，控制进水C/N在4～5，好氧段DO在3～4mg/L，水力停留时间HRT为8h，污泥龄SRT为15d。生物接触氧化池投加圆柱形悬浮填料，填

充比为40％，填料材质为聚丙烯酰胺，尺寸为D×H＝25mm×10mm，中心有网格结构，密度为0.96g/cm^3，孔隙率为95％，比表面积为1500cm^2/cm^3，控制DO在4～5mg/L，水力停留时间HRT为3.5h。发酵反应池接种A^2/O反应池剩余污泥，控制污泥浓度为8000～10000mg/L，COD在30～50mg/L，调节反应池pH在10左右，污泥龄SRT为10d。

[0034] 运行阶段：系统稳定运行后，通过发酵液泵(18)将发酵液分离池(9)的上清液泵入原水水箱(1)，控制进水C/N为4～5，原水进入A^2/O反应池(2)厌氧区(2-1)，进行厌氧释磷反应，同时二沉池(3)的部分污泥回流到厌氧区(2-1)，污泥回流比为100％，控制厌氧区水力停留时间$HRT_{厌氧}$在1.2h；混合液随后进入缺氧区(2-2)，利用生物接触氧化池(5)回流的硝化液进行反硝化除磷作用，控制缺氧区水力停留时间$HRT_{缺氧}$在6.0h；好氧区(2-3)曝气吹脱反硝化除磷产生的氮气，并吸收剩余的磷，溶解氧浓度为3～4mg/L，控制好氧区的水力停留时间$HRT_{好氧}$在1.2h；混合液从好氧区(2-3)进入二沉池(3)，完成泥水分离，富含氨氮的上清液首先进入中间水箱(4)，再经第二进水泵(12)提升后进入生物接触氧化池(5)；生物接触氧化池(5)内设有悬浮填料，硝化菌以固定膜的形态生长在填料上，溶解氧浓度为3～4mg/L，控制水力停留时间$HRT_{曝气}$在3.6h；生物接触氧化池(5)出水进入硝化液贮存池(6)，部分硝化液经硝化液回流泵(14)回流至缺氧区(2-2)，回流比为300％，剩余部分经出水管(19)排放；二沉池(3)剩余污泥经剩余污泥泵进入贮泥池(7)，再由发酵进泥泵(16)将剩余污泥抽入发酵反应池(8)，启动发酵搅拌器(8-1)进行厌氧搅拌，同时通过pH计(8-3)监测发酵反应池(8)中的pH，并由加碱口(8-2)投加NaOH溶液，维持pH在10左右，控制发酵反应池(8)污泥浓度为8000～10000mg/L，污泥龄在10d；发酵混合物通过发酵排泥泵(17)进入发酵液分离池(9)，完成泥水分离，上清液经发酵液泵(18)进入原水水箱。

[0035] 试验结果表明：待系统稳定后，出水平均COD、NH_4^+-N、NO_2^--N、NO_3^--N、TN、TP等分别为35.26、0.88、0.05、12.36、13.29、0.18mg/L，各出水指标均稳定达到一级A标准。

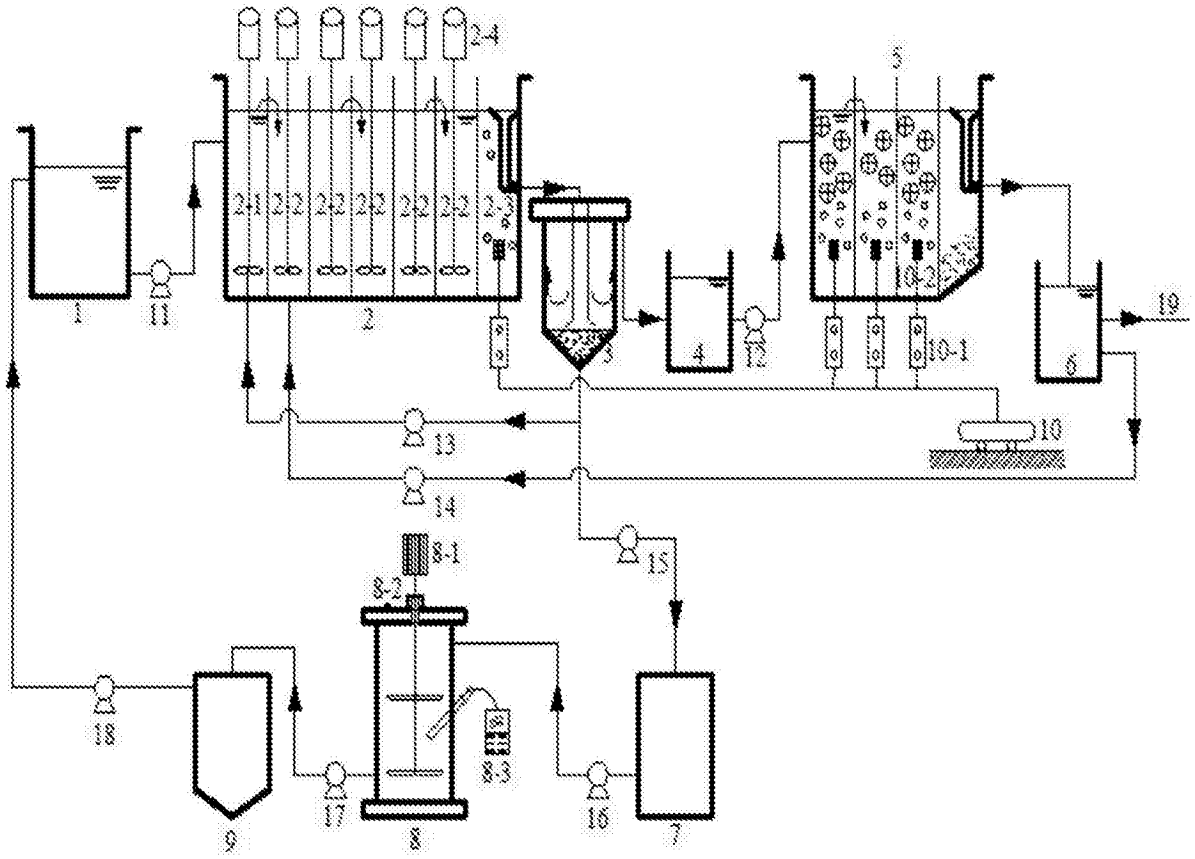

2-4
5
2-1
2-2
2-2
2-2
2-2
2-2
2-2
2-3
1
11
2
3
4
12
10-1
6
19
13
10
14
8-1
15
8-2
18
8-3
9
17
8
16
7

图1