(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 102249491 A
(43)申请公布日 2011.11.23

(21)申请号 201110161733.X

(22)申请日 2011.06.16

(71)申请人 北京城市排水集团有限责任公司
地址 100022 北京市朝阳区高碑店村甲1号研发中心

(72)发明人 李魁晓 宫飞蓬 李慧丽 周军 甘一萍

(51)Int.Cl.
C02F 9/14(2006.01)

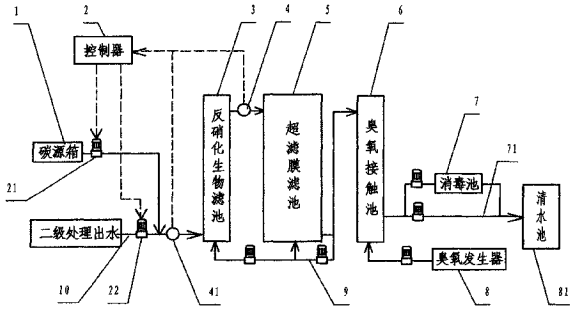
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54)发明名称

城市污水厂二级处理出水深度处理的装置及工艺

(57)摘要

本发明涉及一种城市污水厂二级处理出水深度处理的装置及工艺，装置设有反硝化生物滤池、膜滤池和臭氧接触池；设有碳源箱、可调流量变频投加泵及管路，该碳源投加的管路与反硝化生物滤池的进水管路连通；所述膜滤池出水连通臭氧接触池；还设有反冲洗管道；臭氧接触池通入清水池；设有硝酸盐氮浓度计和COD浓度计和控制器。工艺：1）设定反硝化生物滤池的碳源投加和反硝化生物滤池进水控制器的控制数据，并开启装置；2）投加碳源反硝化脱氮处理；3）膜过滤池处理；4）进入臭氧接触池，5）重复2）至4）步骤；本发明适用于污水二级深度处理，结构完善，工艺效果好，效率高。



CN 102249491 A

1. 一种城市污水厂二级处理出水深度处理的装置，其特征是：设有依序前后排列和连通的反硝化生物滤池 (3)、膜滤池 (5) 和臭氧接触池 (6)；所述反硝化滤池填料采用密度＞1.0 的重质滤料，反硝化生物滤池的进水管与污水处理厂的二级处理出水管 (10) 连通，该进水管上设有流量可调变频泵 (22)，反硝化生物滤池内水流方向为由下至上的上流式；设有碳源箱 (1)、可调流量变频投加泵 (21) 及管路，该碳源投加的管路与反硝化生物滤池的进水管路连通；所述膜滤池采用中空纤维超滤膜，该超滤膜孔径 0.02μm，采用完全浸没式抽吸负压产水，出水连通臭氧接触池 (6)；设有臭氧发生器 (8) 和臭氧投加布气管，该臭氧投加布气管与所述臭氧接触池底部连通，经布气装置与水逆向流动；所述反硝化生物滤池和膜滤池设有与膜滤池的出水口连通的反冲洗管道 (9)；所述臭氧接触池的出水口设有一个直接通入清水池 (81) 的管道 (71) 和一个经消毒池 (7) 后再通入清水池的管道，臭氧接触池有效水深 3-6m，池中水停留时间 10-15min，池底部设有底部曝气板，臭氧接触池中 pH 为 6-7，臭氧投加量为 1-15mg/L，优选 3-8mg/L；在所述反硝化生物滤池的进水和出水管道上设有在线硝酸盐氮浓度计和在线 COD 浓度计 (4、41)，并设有控制器 (2)，该控制器与所述在线硝酸盐氮浓度计和在线 COD 浓度计进行信号连接，并与所述反硝化滤的进水管上的变频泵和碳源投加管上的变频投加泵进行流量控制连接。

2. 本发明的利用城市污水厂二级处理出水深度处理的装置的工艺：其特征包括以下步骤；

1) 设定反硝化生物滤池的碳源投加和进水控制器的控制数据，并开启装置开始运行：设定进水硝酸盐浓度为 a，出水硝酸盐氮浓度标准值 a1、进水 COD 浓度为 b，出水 COD 浓度标准值 b1、碳源甲醇投加量值 c，出水硝酸盐氮值 a 的允许值范围一般为：a ≤ 10mg/L；COD 的含量值 b 允许范围一般为 b ≤ 30mg/L；不考虑溶解氧及亚硝酸盐的情况下 c 值为：

$$c = 2.47(a-a1)-0.67(b1-b)$$；

控制器每隔 30-60 分钟进行一次提取水硝酸盐氮浓度和 COD 浓度值，进行一次对变频泵的调；设定二级处理进水的进水流量值，可以根据反硝化生物滤池中处理水的停留时间，臭氧接触池中处理水停留的时间和具体的池体容积来确定，一般反硝化生物滤池中水停留的时间为 40-56 小时，臭氧接触池中水停留的时间为 10-20 分钟；设定上述值后开启装置运行。

2) 二级处理出水进入反硝化滤池，在投加碳源的基础上进行反硝化脱氮处理：二级处理出水中的硝酸盐被硝酸盐还原菌及亚硝酸盐还原菌分两步还原为氮气，反硝化滤池外加碳源可分为三类：(1) 易于生物降解的有机物，如甲醇，乙醇，乙酸；(2) 慢速生物降解的有机物，如淀粉，蛋白质；(3) 细胞物质，即细菌用以进行内碳源反硝化的细胞物质；生物反应器挂膜启动的方法采用先间歇培养，然后再进行负荷逐渐增加的连续流进水或逐渐增加流速进行连续流培养的方法；DNBF 反冲洗过程采用降水→气冲→气水冲→水冲的运行方式；反冲洗过程如下：降水：降低水位至过滤层 10cm 以上；气冲：气冲强度 50 ～ 70m/h，时间 2-5min；气水冲：气冲强度 50 ～ 70m/h，水冲强度 25 ～ 40m/h，时间 5-10min；水冲：水冲强度 25 ～ 40m/h，时间 5-10min；

3) 经上述反硝化处理工艺处理后，进入膜过滤池，膜浸没在膜池的进水中，并由透过液泵将进水泵房出水负压抽吸过膜壁；膜滤池的反冲洗每经过 30-60 分钟进行一次：

4) 经上述工艺后，进入臭氧接触池，对再生水中溶解态难以生物降解的致色有机物、毒

害有机物进行臭氧氧化脱色降解，进一步对出水色度进行改善，经过臭氧接触池处理后的水进行检测，如果已经达到出水标准，开启直接通入清水池的管道，将再生水即处理过的二级处理出水排入清水池备用，若在消毒方面仍不符合要求，则开通消毒池通道，再经消毒池消毒后排入清水池；

5) 重复 2) 至 4) 步骤。

城市污水厂二级处理出水深度处理的装置及工艺

技术领域

[0001] 本发明属于一种污水再生处理技术领域，具体的是一种用于污水处理厂二级处理出水深度处理的装置及工艺。

背景技术

[0002] 城市污水再生利用是缓解水资源短缺的有效途径之一，经过净化处理后的城市污水可以用作生活杂用水、市政绿化用水、工业用水、景观生态补水和农田灌溉等多种用途，可替代等量的新鲜水量。污水的再生利用既开辟了一个稳定的新水源，又可减少废水排放造成的环境负荷，对缓解水资源紧缺和改善水环境都有重要的意义。然而，城市污水厂二级处理出水即再生水中残留的毒害污染物 COD、营养盐和病原微生物通过不同的回用途径对生物和受纳水体的生态安全构成了潜在的危害。因此，城市污水再生的经济开发问题是城市污水再生利用亟待解决的问题。

[0003] 据有关数据显示：污水处理厂二级处理出水中仍然残留部分有机物及悬浮物。这些有机物及悬浮物在再生水的应用中，会给生态环境以及人体健康带来严重的破坏，带来潜在的风险。城市污水深度处理技术主要就是去除在传统二级处理过程中不能去除或不能完全去除的污染物和病原微生物。由于污水再生利用的目的不同，对污水的处理程度也要求不同，需要针对具体回用目的选用不同的处理工艺。

[0004] 传统的二级处理出水的污水深度处理工艺为混凝沉淀砂滤，其目的是去除悬浮物、浊度和杀灭水传染病菌，提高对有机物、浊度、磷和氮等营养物质及其他溶解性物质的去除率，改善出水水质，但难以彻底去除水中营养盐及悬浮物、有毒有害微量污染物和色度等，难以保证出水水质满足地表水体的要求。因此，需要对传统的二级处理出水的污水深度处理工艺做进一步的改进，以提高污水深度处理的效果，进一步提高再生水的水质，而且简化运行工艺，降低运行成本，更好地满足社会的需要。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决上述技术问题，提出一种城市污水厂二级处理出水深度处理的装置及工艺，本装置及工艺采用反硝化生物滤池、超滤膜过滤、臭氧化处理工艺，通过反硝化生物滤池脱氮满足再生水总氮的要求，再通过超滤膜过滤不仅可以去除浊度，同时降低微生物及 COD，后续臭氧化处理不仅可以氧化再生水中的色度即水质感官指标达到要求，而且能够杀灭部分病原微生物，降低后续消毒过程消毒剂的用量。该深度处理装置及工艺流程简单、处理质量高、投资省、占地小。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的：城市污水厂二级处理出水深度处理的装置，其特征是：设有依序前后排列和连通的反硝化生物滤池、膜滤池和臭氧接触池；所述反硝化滤池填料采用密度＞ 1.0 的重质滤料，反硝化生物滤池的进水管与污水处理厂的二级处理出水管连通，该进水管上设有流量可调变频泵，反硝化生物滤池内水流方向为由下至上的上流式；设有碳源箱、可调流量可调变频投加泵及管路，该碳源投加的管路与反硝

化生物滤池的进水管路连通；所述膜滤池采用中空纤维超滤膜，该超滤膜孔径 0.02μm，采用完全浸没式抽吸负压产水，出水连通臭氧接触池；设有臭氧发生器和臭氧投加布气管，该臭氧投加布气管与所述臭氧接触池底部连通，经布气装置与水逆向流动；所述反硝化生物滤池和膜滤池设有与膜滤池的出水口连通的反冲洗管道；所述臭氧接触池的出水口设有一个直接通入清水池的管道和一个经消毒装置后再通入清水池的管道，臭氧接触池有效水深 3-6m，池中水停留时间 10-15min，池底部设有底部曝气板，臭氧接触池中 pH 为 6-7，臭氧投加量为 1-15mg/L，优选为 3-8mg/L；在所述反硝化生物滤池的进水和出水管道上设有在线硝酸盐氮浓度计和在线 COD 浓度计，并设有控制器，该控制器与所述在线硝酸盐氮浓度计和在线 COD 浓度计进行信号连接，并与所述反硝化滤的进水管上的变频泵和碳源投加管上的变频投加泵进行流量控制连接。

[0007] 本发明的利用城市污水厂二级处理出水深度处理装置的工艺：其特征包括以下步骤：

[0008] 1) 设定反硝化生物滤池的碳源投加和进水控制器的控制数据，并开启装置开始运行：设定出水硝酸盐氮浓度标准值 a、COD 浓度标准值 b、碳源投加泵的标准投加量 c、当硝酸盐氮含量变化值 a1，COD 含量变化值 b1，出水硝酸盐氮值 a 的允许值范围一般为：a ≤ 10mg/L；COD 的含量值 b 允许范围一般为 b ≤ 30mg/L；则 c 值为：

[0009] $c = (a1 \times s1) + (b1 \times s2)$；

[0010] 式中的 s1、s2 为常数，该两常数，控制器每隔 30-60 分钟进行一次提取水硝酸盐氮浓度和 COD 浓度值，进行一次对变频泵的调节；

[0011] 设定二级处理出水的进水流量值，可以根据反硝化生物滤池中处理水的停留时间，臭氧接触池中处理水停留的时间和具体的池体容积来确定，一般反硝化生物滤池中水停留的时间为 40-56 小时，臭氧接触池中水停留的时间为 10-20 分钟；设定上述值后开启装置运行。

[0012] 2) 二级处理出水进入反硝化滤池，在投加碳源的基础上进行反硝化脱氮处理。二级处理出水中的硝酸盐被硝酸盐还原菌及亚硝酸盐还原菌分两步还原为氮气；反硝化滤池外加碳源可分为三类：(1) 易于生物降解的有机物，如甲醇，乙醇，乙酸等；(2) 慢速生物降解的有机物，如淀粉，蛋白质等；(3) 细胞物质，细菌利用细胞成分进行内源反硝化。易于生物降解的有机物作为反硝化碳源时，反硝化速率最快，可提高 DNBF 的处理效率，并使反硝化过程稳定可靠，因此，推荐使用易于生物降解的有机物作为碳源；由于反硝化菌生长较快，且易于培养，生物反应器挂膜启动的方法一般采用先间歇培养，然后再进行负荷逐渐增加的连续流进水或逐渐增加流速进行连续流培养的方法；DNBF 反冲洗过程宜采用降水→气冲→气水冲→水冲的运行方式；反冲洗过程如下：降水：降低水位至过滤层 10cm 以上；气冲：气冲强度 50 ～ 70m/h，时间 2-5min；气水冲：气冲强度 50 ～ 70m/h，水冲强度 25 ～ 40m/h，时间 5-10min；水冲：水冲强度 25 ～ 40m/h，时间 5-10min。

[0013] 3) 经上述反硝化处理工艺处理后，进入膜过滤池，膜浸没在膜池的进水中，并由透过液泵将进水泵房出水负压抽吸过膜壁；膜滤池的反冲洗每间隔 30-60 分钟进行一次；超滤膜的选型可首选 PVDF 聚偏氟乙烯（亲水性）膜，标称孔径 0.02 微米。经过膜滤池的过滤可以降低水中的细菌和大肠杆菌，有效地清除其中的悬浮颗粒，并在一定程度上降低 BOD、COD、总氮等污染物的浓度。

[0014] 4) 经上述工艺后，进入臭氧接触池，对再生水中溶解态难以生物降解的致色有机物、毒害有机物进行臭氧氧化脱色降解，进一步改善出水色度，对经过臭氧接触池处理后的水质进行检测，如果已经达到出水标准，开启直接通入清水池的管道，将再生水即处理过的二级处理出水排入清水池备用，若在消毒方面仍不符合要求，则开通消毒池通道，再经消毒池消毒后排入清水池；

[0015] 5) 重复 2) 至 4) 步骤；

[0016] 采用本发明的处理工艺，可以充分利用二级处理出水中残余碳源，反硝化脱氮，同时又可以根据需要增加碳源的投入，以保证处理的效果；通过膜过滤能够有效去除不溶颗粒态 COD 及病原微生物降低出水浊度。臭氧接触池能够有效的氧化水中不饱和有机物，同时可以有效的杀灭部分病原微生物。因此，本发明具有结构完善、工艺流程简单、处理质量好、效率高、投资省、占地小等多优点，在城市污水处理厂二级处理出水的深度处理上有重要的应用前景。

附图说明

[0017] 图 1 是本发明的结构示意图。

[0018] 本发明的外形并不受此图的限制，仅外形改变也属于本发明的保护范围。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步的说明：实施例：城市污水厂二级处理出水深度处理的装置，设有依序前后排列和连通的反硝化生物滤池 3、膜滤池 5 和臭氧接触池 6；所述反硝化滤池填料采用密度＞ 1.0 的重质滤料，反硝化生物滤池的进水管与污水处理厂的二级处理出水管 10 连通，该进水管上设有流量可调变频泵 22，反硝化生物滤池内水流方向为由下至上的上流式；设有碳源箱 1、可调流量变频投加泵 21 及管路，该碳源投加的管路与反硝化生物滤池的进水管路连通；所述膜滤池采用中空纤维超滤膜，该超滤膜孔径 0.02μm，采用完全浸没式抽吸负压产水，出水连通臭氧接触池 6；设有臭氧发生器 8 和臭氧投加布气管，该臭氧投加布气管与所述臭氧接触池底部连通，经布气装置与水逆向流动；所述反硝化生物滤池和膜滤池设有与膜滤池的出水口连通的反冲洗管道 9；所述臭氧接触池的出水口设有一个直接通入清水池 81 的管道 71 和一个经消毒池 7 后再通入清水池的管道，臭氧接触池有效水深 5m，池中水停留时间 12min，池底部设有底部曝气板，臭氧接触池中 pH 为 6，臭氧投加量 6mg/L；在所述反硝化生物滤池的进水和出水管道上设有在线硝酸盐氮浓度计和在线 COD 浓度计 4、41，并设有控制器 2，该控制器与所述在线硝酸盐氮浓度计和在线 COD 浓度计进行信号连接，并与所述反硝化滤的进水管上的变频泵和碳源投加管上的变频投加泵进行流量控制连接。

[0020] 利用城市污水厂二级处理出水深度处理的装置的工艺：

[0021] 1) 设定反硝化生物滤池的碳源投加和反硝化生物滤池进水控制器的控制数据，并开启装置开始运行：根据反硝化生物滤池中处理水的停留时间，臭氧接触池中处理水停留的时间和各池体容积确定进水的流量值；设定出水硝酸盐氮浓度标准值 a1 ＝ 8mg/L、COD 浓度标准值 b1 ＝ 30mg/L，当进水硝酸盐氮含量 a ＝ 20mg/L，进出水 COD 含量 b ＝ 30mg/L；出水硝酸盐氮值 a 的值为：a1 ＝ 8mg/L；COD 的含量值 b1 为 35mg/L；碳源甲醇投加量 c 通过

反硝化生物滤池进出水水质及下面公式进行计算，由控制器完成；

[0022] $c = 2.47(a-a1)-0.67(b1-b)$

[0023] $= 2.47(20-8)-0.67(35-30)$

[0024] $= 26.29mg/L$

[0025] 控制器每隔 30 分钟进行一次提取水硝酸盐氮浓度和 COD 浓度值，进行一次对变频泵的调；

[0026] 2) 二级处理出水进入反硝化滤池，在投加碳源的基础上进行反硝化脱氮处理：二级处理出水中的硝酸盐被硝酸盐还原菌及亚硝酸盐还原菌分两步还原为氮气，反硝化滤池外加碳源为易于生物降解的有机物，如甲醇，乙醇，乙酸等；生物反应器挂膜启动的方法采用先间歇培养，然后再进行负荷逐渐增加的连续流进水或逐渐增加流速进行连续流培养的方法；DNBF 反冲洗过程采用降水→气冲→气水冲→水冲的运行方式；反冲洗过程如下：降水：降低水位至过滤层 10cm；气冲：气冲强度 60m/h，时间 4min；气水冲：气冲强度 60m/h，水冲强度 35m/h，时间 8min；水冲：水冲强度 35m/h，时间 8min；

[0027] 3) 经上述反硝化处理工艺处理后，进入膜过滤池，膜浸没在膜池的进水中，并由透过液泵将进水泵房出水负压抽吸过膜壁；膜滤池的反冲洗每经过 30 分钟进行一次；

[0028] 4) 经上述工艺后，进入臭氧接触池，对再生水中溶解态难以生物降解的致色有机物、毒害有机物进行臭氧氧化脱色降解，进一步对出水色度进行改善，经过臭氧接触池处理后的水进行检测，已经达到出水标准，开启直接通入清水池的管道，将再生水即处理过的二级处理出水排入清水池备用；

[0029] 5) 重复 2) 至 4) 步骤；

[0030] 本实施例中取用国内某污水处理厂出水，经本实施例的工艺处理前后的指标对比：

[0031]

	原水	反硝化滤池出水	膜过滤出水	臭氧化出水
COD mg l^{-1}	35	38	30	28
BOD5	2-5	3-8	2-4	3-6
浊度	2-3	2-3	<0.1	<0.1
色度	20-50	22-53	20-45	10-15
总氮	18-22	2-6	2-6	2-6
硝酸盐氮	17-20	2-5	2-5	2-5

[0032] 检测结果表明，城市生活污水的进水水质为 BOD5 3-8mg/L，COD 35mg/L，TN 22mg/L，经过本发明的装置后，达到以下效果：总氮去除率达 70％以上。出水浊度能够保持＜ 0.1NTU，该装置的出水 TN 稳定达到 10mg/L 以下。出水水质除总氮外其他指标稳定达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中 IV 类水体的要求。该工艺简单，投资运行费用少，节约物耗，环境影响小，控制灵活，操作简便，自动化程度高，大大提高了污水深度处理设备的处理负荷和去除效果。

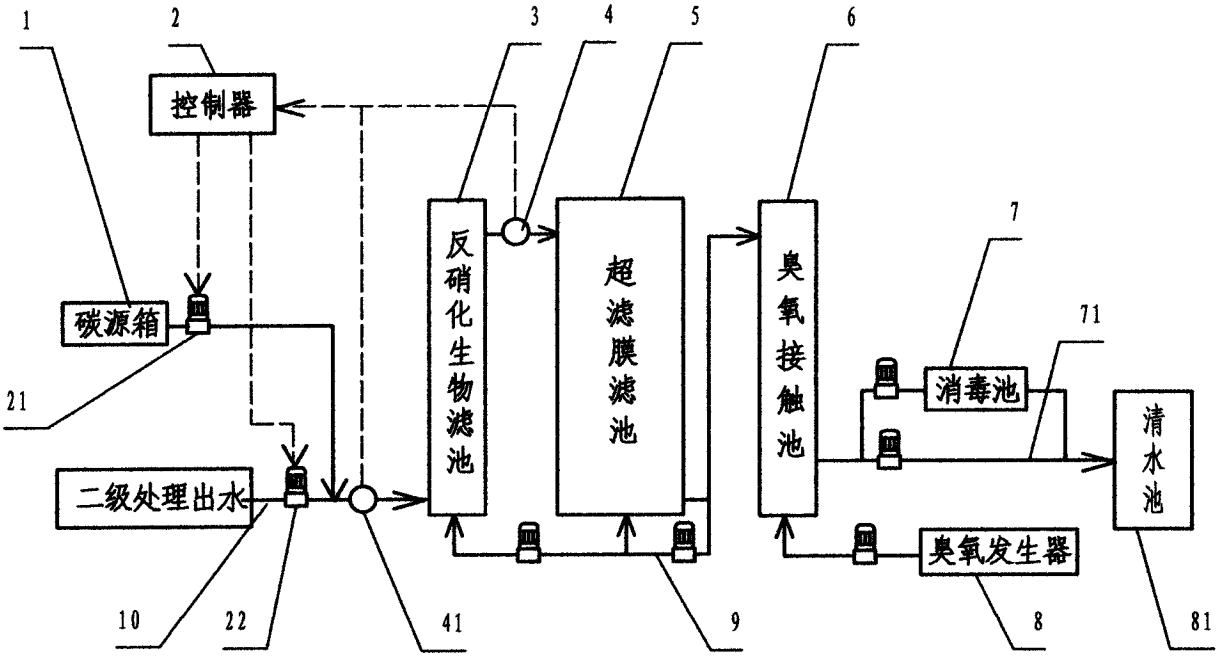

1
2
3
4
5
6
7
控制器
碳源箱
21
二级处理出水
反硝化生物滤池
超滤膜滤池
臭氧接触池
消毒池
71
清水池
臭氧发生器
10
22
41
9
8
81

图 1