

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
C02F 3/32 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810246308.9

[43] 公开日 2009年6月24日

[11] 公开号 CN 101462796A

[22] 申请日 2008.12.30

[21] 申请号 200810246308.9

[71] 申请人 中国科学院水生生物研究所

地址 430072 湖北省武汉市武昌东湖南路7号

[72] 发明人 吴振斌 贺 锋 余丽华 徐 栋

[74] 专利代理机构 武汉宇晨专利事务所  
代理人 王敏锋

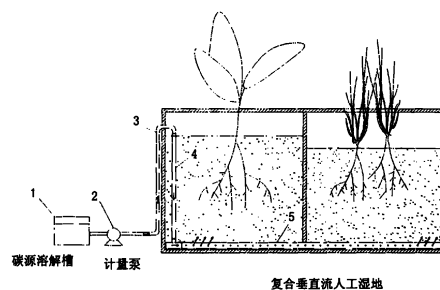
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

### [54] 发明名称

一种补充复合垂直流人工湿地碳源的方法及装置

### [57] 摘要

本发明公开了一种补充复合垂直流人工湿地碳源的方法及装置，首先将复合垂直流人工湿地通气管与管壁开孔的放空管用三通连接，形成碳源输送管道，湿地内安装填料，种入植物；其次将葡萄糖在溶解槽中用自来水溶解；第三通过计量泵将液态碳源泵入湿地上层的通气管中，通过管壁开孔的放空管管壁上的小孔流出。该装置连接关系是：计量泵分别与碳源溶解槽、连接软管相连，复合垂直流人工湿地通气管分别与连接软管、管壁开孔的放空管相连，复合垂直流人工湿地通气管与湿地底部的管壁开孔的放空管用三通连接，管壁开孔的放空管位于湿地底层。该方法简单易行，操作方便，能有效地提高了复合垂直流湿地的脱氮效率，节省碳源，经济效益明显。



复合垂直流人工湿地

1、一种补充复合垂直流人工湿地碳源的方法，其步骤是：

A、将复合垂直流人工湿地通气管与管壁开孔的放空管用三通连接，形成碳源输送管道，湿地内安装填料，种入植物，然后将连接软管的一端套在露出湿地填料表层的通气管上，另一端与计量泵的出水口相连；

B、将葡萄糖在溶解槽中用自来水溶解；

C、通过计量泵将 A 中的液态碳源泵入湿地表层的通气管中，液态碳源顺着通气管向下流入到与其底部相连的管壁开孔的放空管中，再通过管壁开孔的放空管管壁上的小孔流出，进入到湿地底部。

2、一种实现权利要求 1 所述的补充复合垂直流人工湿地碳源方法的装置，它包括碳源溶解槽(1)、计量泵(2)、复合垂直流人工湿地通气管(4)，其特征在于：计量泵(2)分别与碳源溶解槽(1)、连接软管(3)相连，复合垂直流人工湿地通气管(4)分别与连接软管(3)、管壁开孔的放空管(5)相连，复合垂直流人工湿地通气管(4)与湿地底部的管壁开孔的放空管(5)用三通连接，管壁开孔的放空管(5)位于湿地底层。

3、根据权利要求 2 所述的一种补充复合垂直流人工湿地碳源方法的装置，其特征在于：所述的管壁开孔的放空管(3)管壁开孔孔径为 5~7mm，孔间距为 150~200mm。

## 一种补充复合垂直流人工湿地碳源的方法及装置

### 技术领域

本发明属于环境工程污水处理技术领域,更具体涉及一种补充复合垂直流人工湿地碳源的方法,同时还涉及一种补充复合垂直流人工湿地碳源方法的装置,适用于低碳氮比污水的处理。

### 技术背景

人工湿地是 20 世纪七十年代发展起来的一种新型污水处理工艺,具有效率高、成本低、运行管理简单等特点,在生活污水、特种工业废水、采矿污水、农业和畜牧业污水、垃圾场渗滤液以及水产养殖废水的处理方面都有应用。

人工湿地脱氮的主要途径是依靠微生物的硝化与反硝化作用,而其它的去路途径如植物吸收、氨氮挥发等的去除量是非常少的。湿地系统中的有机氮首先由氨化菌作用完成向氨氮转化的氨化过程,氨氮在亚硝化菌、硝化菌的作用下继续转化为硝态氮( $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ ),最后亚硝酸氮或硝酸氮在反硝化作用下还原为  $\text{N}_2\text{O}$  和  $\text{N}_2$  从系统中排除。系统中的氮的去除主要是反硝化作用的结果。它是一个还原反应,需要有机碳源提供电子供体。因而,能否提供充足的反硝化反应所需的碳源就直接决定着湿地系统脱氮能力的高低。我国南方比较常见的是低碳氮比的污水,在进行生物处理时脱氮效率低,造成出水 TN 无法达标排放。如何解决此类低碳氮比污水的脱氮效率已成为近来研究的热点。

当前补充人工湿地碳源的方式主要是在进水中补充,从本质上讲只是改变进水性质的一种方式,而且这些做法会造成部分碳源在湿地上层发生好氧分解,造成碳源的浪费,增加不必要的污水处理成本,因此如何通过增加人工湿地系统内部碳源,增强系统功能,从而提高脱氮效率非常值得探索。

## 发明内容

本发明的目的是在于提供了一种补充复合垂直流人工湿地碳源的方法,在不影响湿地通气管与放空管原有的功能上,又利用它们作为补充碳源的输送管道,补充外碳源到湿地底部,为反硝化反应提供足够的电子供体,改善了湿地进行反硝化的环境,提高了脱氮效果。该方法简单易行,操作方便,能有效地提高了复合垂直流湿地的脱氮效率,且该方法可节省部分碳源投加管道,经济效益明显。

本发明的另一个目的是在于提供了一种补充复合垂直流人工湿地碳源方法的装置,结构简单,使用方便,该装置能够将外加碳源补充到湿地内部,为湿地底部反硝化反应提供足够的电子供体,改善了湿地进行反硝化的环境,提高了脱氮效果,优于在进水中补充碳源的装置。而且该装置利用了复合垂直流人工湿地已有的通气管与管壁开孔的放空管作为碳源输送管道,节省了大部分的装置费用。

为了实现上述目的,本发明采用以下技术措施:

一种补充复合垂直流人工湿地碳源的方法,其步骤是:

A、将复合垂直流人工湿地通气管与管壁开孔的放空管用三通连接,形成碳源输送管道,湿地内安装填料,种入植物,然后将连接软管的一端套在露出湿地填料表层的通气管上,另一端与计量泵的出水口相连。

B、将葡萄糖(或其它可溶于水的有机碳源:如淀粉、蔗糖、果糖、乙醇、甲醇、乙酸钠等)在溶解槽中用自来水完全溶解。

C、通过计量泵将A中的液态碳源泵入湿地表层的通气管中,液态碳源顺着通气管向下流入到与其底部相连的管壁开孔的放空管中,再通过管壁开孔的放空管管壁上的小孔流出,进入到湿地底部,为湿地底部反硝化反应提供足够的电子供体,改善了湿地进行反硝化的环境,显著性提高了湿地对低碳高氮废水的脱氮效果。

所述的湿地内安装填料为无烟煤、生物陶粒、沸石三种,下行流湿地中种植美人蕉,上行流池内种植菖蒲。

一种实现上述的补充复合垂直流人工湿地碳源的方法的装置,它包括碳源溶解槽、计量泵、连接软管、复合垂直流人工湿地通气管、管壁开孔的放空管。各装置的功能与连接关系是:计量泵分别与碳源溶解槽、连接软管相连,复合垂直

流人工湿地通气管分别与连接软管、管壁开孔的放空管相连，复合垂直流人工湿地通气管与湿地底部的管壁开孔的放空管用三通连接，管壁开孔的放空管位于湿地底层，管壁开孔的放空管管壁开孔孔径为 5~7mm，孔间距为 150~200mm。

A、碳源溶解槽：外加碳源一般是粉末状的固体，需要先进入碳源溶解槽进行溶解，本发明选用带搅拌机的快速溶解槽。

B、计量泵：对不同处理量和不同 C/N 的污水，投加到湿地中的碳源量都不一样，需要进行精确投加，因此本发明采用计量泵进行碳源调控。

C、连接软管：用于计量泵出水口与复合垂直流人工湿地通气管的连接，功能是作为外加碳源的输送管道。

D、复合垂直流人工湿地通气管：通气管是从湿地底部伸出到湿地表层上的立管，原有功能是将湿地内部微生物作用下产生的各种气体（N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>等）输出到大气中，并能够补充湿地氧气。在本发明中，将复合垂直流人工湿地通气管与湿地底部的管壁开孔的放空管用三通连接，形成一个系统，用作碳源的输送管道。

E、管壁开孔的放空管：管壁开孔的放空管位于湿地底层，原有功能是为了在湿地需要进入空床阶段或检修时，排干湿地内部的处理水。但在湿地正常运行阶段，放空管是闲置的，所以在本发明中，将湿地放空管充分利用起来，用来与通气管连接后输送外加碳源。放空管管壁开孔孔径为 5~7mm，孔间距为 150~200mm。

与在湿地进水中补充碳源的传统方法相比，本发明的有益效果体现在：

1、本发明提供的碳源补充方法直接利用复合垂直流人工湿地特有的通气管及与其相连的底部放空管作为碳源输送管道，节省了部分加药管道，节省了装置费用。

2、本发明采用投加碳源到湿地底部，以葡萄糖作为湿地外加碳源，C/N 只需要 4.3 就可以大大提高湿地脱氮效果，低于在进水中投加需要的碳源，节省了碳源成本。在实施例中，进水硝态氮浓度均值为 28.8 mg·L<sup>-1</sup>，COD<sub>Cr</sub> 均值为 110mg·L<sup>-1</sup>，水力负荷为 0.85 m<sup>3</sup>·(m<sup>2</sup>·d)<sup>-1</sup>，水力停留时间为 20h，对照组与投加 1.5g 葡萄糖后的系统硝态氮出水浓度分别为 12.38mg·L<sup>-1</sup>、7.98mg·L<sup>-1</sup>，硝态氮平均去除率分别为 57.0%、72.3%。实验结果表明通过补充碳源到复合垂直流人工

湿地底部，为反硝化反应提供足够的电子供体，改善了湿地进行反硝化的环境，湿地对低碳高氮废水的脱氮效果有显著性提高。进水中含有的  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  加上投加的 1.5g 葡萄糖，实际碳氮比仅为 4.3:1，远低于在进水中投加碳源所完成反硝化所需的碳氮比（6:1~7:1）。因此该补充碳源方法的突出优点是显著性提高湿地脱氮效率，并节约外加碳源成本。

### 附图说明

图 1 为一种补充复合垂直流人工湿地碳源的方法的管道装置示意图。

其中，1-碳源溶解槽（粉末快速溶解槽）、2-计量泵、3-连接软管、4-复合垂直流人工湿地通气管、5-管壁开孔的放空管。

### 具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明做进一步的说明。

参见图 1 一种补充复合垂直流人工湿地碳源的方法，其步骤是：

A、按照图 1，将复合垂直流人工湿地通气管与管壁开孔的放空管用三通连接，形成碳源输送管道，然后将连接软管的一端套在露出湿地填料表层的通气管上，另一端与计量泵的出水口相连。湿地内安装填料，种入植物。

B、根据处理污水量和湿地进水 C/N，计算湿地处理污水所需要投加的碳源量，称取后将定量碳源投入到溶解槽中，在搅拌下将碳源充分溶解到自来水中，实施例中每套复合垂直流人工湿地处理水量为 60L/d，补充葡萄糖 1.5g，溶解到 500ml 自来水中。

C、在复合垂直流湿地进水之前，将 A 中的液态碳源用计量泵提升到复合垂直流湿地的通气管中，液态碳源顺着通气管向下流入与其底部相连的管壁开孔的放空管中，然后从管壁开孔的放空管管壁上的开孔中流出，最后进入到湿地底部填料中。

D、液态碳源一次性输入到湿地底部后，拔掉通气管上的连接软管，开始湿地进水、运行阶段，恢复湿地通气管的原有功能。

一种实现上述的补充复合垂直流人工湿地碳源的方法的装置，它包括碳源溶解槽 1、计量泵 2、连接软管 3、复合垂直流人工湿地通气管 4、管壁开孔的放空

管 5。各装置的功能与连接关系是：计量泵 2 分别与碳源溶解槽 1、连接软管 3 相连，复合垂直流人工湿地通气管 4 分别与连接软管 3、管壁开孔的放空管相连 5，复合垂直流人工湿地通气管 4 与湿地底部的管壁开孔的放空管 5 用三通连接，管壁开孔的放空管 5 位于湿地底层，管壁开孔的放空管 5 管壁开孔孔径为 5~7mm，孔间距为 150~200mm。

A、碳源溶解槽 1：外加碳源一般是粉末状的固体，需要先进入碳源溶解槽进行溶解，本发明选用带搅拌机的快速溶解槽。

B、计量泵 2：对不同处理量和不同 C/N 的污水，投加到湿地中的碳源量都不一样，需要进行精确投加，因此本发明采用计量泵进行碳源调控。

C、连接软管 3：用于计量泵出水口与复合垂直流人工湿地通气管的连接，功能是作为外加碳源的输送管道。

D、复合垂直流人工湿地通气管 4：通气管是从湿地底部伸出到湿地表层上的立管，原有功能是将湿地内部微生物作用下产生的各种气体（ $N_2$ 、 $CO_2$ 、 $CH_4$ 等）输出到大气中，并能够补充湿地氧气。在本发明中，将复合垂直流人工湿地通气管 4 与湿地底部的管壁开孔的放空管 5 用三通连接，形成一个系统，用作碳源的输送管道。

E、管壁开孔的放空管 5：管壁开孔的放空管 5 位于湿地底层，原有功能是为了在湿地需要进入空床阶段或检修时，排干湿地内部的处理水。但在湿地正常运行阶段，放空管是闲置的，所以在本发明中，将湿地放空管充分利用起来，用来与通气管连接后输送外加碳源。管壁开孔的放空管 5 管壁开孔孔径为 5~7mm，孔间距为 150~200mm。所使用到的管道管径根据湿地处理水量、碳源投加量和设计规范计算决定，在此不予限定。

在实施例中其工作过程是：

(1) 按照上述补充复合垂直流人工湿地碳源的方法 A，构建处理水量为 60L/d 的复合垂直流人工湿地小试系统两套，湿地填料由无烟煤、生物陶粒、沸石三种组成，下行流湿地中种植美人蕉，上行流池内种植菖蒲。

(2) 将 1.5g 葡萄糖溶解到 500ml 自来水中，因为水量小，直接用烧杯代替溶解槽。

(3) 将 500ml 葡萄糖水溶液直接倒入其中一套小试系统的通气管中，将

500ml 自来水倒入另外一套系统中作为对照组。

(4) 开始湿地进水, 进水硝态氮浓度均值为  $28.8 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  均值为  $110\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 水力负荷为  $0.85 \text{ m}^3\cdot(\text{m}^2\cdot\text{d})^{-1}$ , 水力停留时间为 20h。

(5) 取两套湿地出水进行水质分析, 对照组与投加 1.5g 葡萄糖后的系统硝态氮出水浓度分别为  $12.38\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $7.98\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 硝态氮平均去除率分别为 57.0%、72.3%。

实验结果表明通过补充碳源到复合垂直流人工湿地底部, 为反硝化反应提供足够的电子供体, 改善了湿地进行反硝化的环境, 湿地对低碳高氮废水的脱氮效果有显著性提高。在实施例中, 进水中含有的  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  加上投加的 1.5g 葡萄糖, 实际碳氮比仅为 4.3 : 1, 远低于在进水中投加碳源所完成反硝化所需的碳氮比 (6 : 1~7 : 1)。因此该补充碳源方法的突出优点是显著性提高湿地脱氮效率, 并节约外加碳源成本。



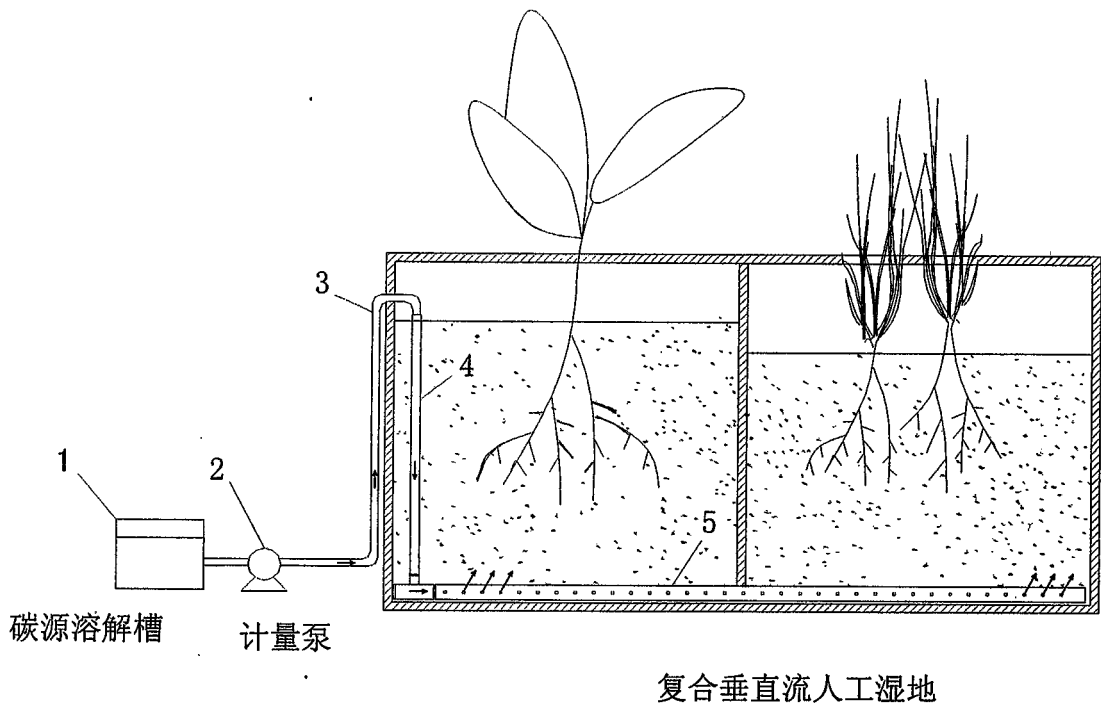


图 1