



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101412564 B

(45) 授权公告日 2010.09.01

(21) 申请号 200810195128.2

(22) 申请日 2008.11.06

(73) 专利权人 中国科学院南京地理与湖泊研究所

地址 210008 江苏省南京市玄武区北京东路73号

(72) 发明人 李文朝 冯慕华 潘继征 李爱权

(51) Int. Cl.

C02F 3/32 (2006.01)

审查员 张佳

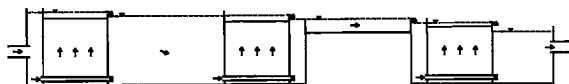
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种用于污水厂尾水深度净化的湿地工艺

(57) 摘要

一种用于污水厂尾水深度净化的湿地工艺：污水厂尾水→石灰石滤池→沉水植物氧化塘→垂直流湿地→表流湿地→复合基质滤池→生态复氧池→接纳水体。以高效生态脱氮除磷为特点，利用0.5m左右的水头自流，水力负荷为200mm/d，无能耗、无药耗，防堵塞，可持久稳定低成本运行，氮、磷去除率高于95%，出水水质优于GB3838-2002地表III类水标准。适用于城镇小型污水厂尾水的深度净化，处理出水在缺水地区可以回用，在城市或居民区可以作为景观水体补给的优质水源。该工艺需要较大的土地面积，可以和城市绿地及湿地公园建设融为一体。在云南洱源县污水厂利用该工艺已建成尾水深度净化湿地工程2.2公顷，日处理水量4000m³，已稳定运行5年，年运行管理费用5万元。



1. 用于污水厂尾水深度净化的湿地工艺,其特征在於,净化流程为:石灰石滤池→沉水植物氧化塘→垂直流湿地→表流湿地→复合基质滤池→生态复氧池,水流方式是:污水厂尾水经由地下引水管(1)进入石灰石滤池布水沟(2),通过底部的石灰石滤池布水管(3)进入石灰石滤池,在石灰石滤池滤料层(4)上升至石灰石滤池自由水层(5),再经石灰石滤池溢流堰口(6)跌入相邻的沉水植物氧化塘(7);在沉水植物氧化塘内水平流动至池体的另一端,经由垂直流湿地布水管(8)进入垂直流湿地填料层(9),在填料层上升至垂直流湿地自由水层(10),再经垂直流湿地溢流堰口(11)跌入相邻的表流湿地布水沟(12);水流再经过表流湿地布水堰口(13)进入表流湿地(14),在表流湿地中水平流动至另一端,再经表流湿地溢流堰口(15)跌入相邻的表流湿地集水沟(16);再通过底部的复合基质滤池布水管(17)进入复合基质滤池滤料层(18),在滤料层上升至复合基质滤池自由水层(19),再经复合基质滤池溢流堰口(20)跌入相邻的生态复氧池(21),最后经过出水涵管(22)外排。

2. 根据权利要求1所述工艺,其特征在於,湿地流场以大断面低阻力保障流程最小化,石灰石滤池、垂直流湿地和复合基质滤池均采用垂直水流方式,沉水植物氧化塘、表流湿地和生态复氧池则以池体横断面为过水断面。

一种用于污水厂尾水深度净化的湿地工艺

[0001] 所属技术领域：

[0002] 污水深度净化与回用工程技术。本发明涉及一种构造湿地工艺，用于污水厂尾水的深度净化，出水达到国标地表 III 类水，没有任何能耗和药耗，吨水处理费用 < 0.10 元。该项工程技术适用于小城镇污水厂尾水深度净化，达到缺水地区污水回用、高度敏感地区水污染防治等目标。

背景技术：

[0003] 在干旱缺水地区，污水厂尾水是一类水量和水质都比较稳定的水资源，经过深度净化后回用价值比较高；在高度敏感区域，污水厂尾水则是重要的污染源，进行深度净化，防止其对河流、湖泊的污染十分必要。污水厂尾水深度净化不乏先进技术，但采用这些先进技术所产生的费用一般不低于污水处理费用。对于那些欠发达的干旱缺水地区，或者那些水污染问题比较突出的发展中地区，更渴求经济实用的污水厂尾水深度净化技术。

[0004] 2003 年受云南省大理州环境保护局委托，对洱海上游洱源县污水处理厂尾水实施湿地深度净化，水量 4000m³/d，要求出水达到 GB3838-2002 地表 III 类水质。我们据此研发了本发明，一种用于污水厂尾水深度净化的湿地工艺，并成功地建设了试验工程，达到了水质目标。

发明内容：

[0005] 本发明的目标在于：研发污水厂尾水深度净化湿地工艺，实现无能耗生态湿地深度脱氮除磷，出水达到地表 III 类水质标准，并能持久稳定运行，主要包括以下内容。

[0006] 1. 自流式深度脱氮除磷湿地工艺

[0007] 针对经过二级生化处理的污水中活性有机碳匮乏、深度脱氮除磷成为核心问题这一特点，研发了以下湿地净化工艺：

[0008] 石灰石滤池→沉水植物氧化塘→垂直流湿地→表流湿地→复合基质滤池→生态复氧池

[0009] 如图 1 所示：污水厂尾水经由地下引水管 (1) 进入石灰石滤池布水沟 (2)，通过底部的石灰石滤池布水管 (3) 进入石灰石滤池，在石灰石滤池滤料层 (4) 上升至石灰石滤池自由水层 (5)，再经石灰石滤池溢流堰口 (6) 跌入相邻的沉水植物氧化塘 (7)；在沉水植物氧化塘内水平流动至池体的另一端，经由垂直流湿地布水管 (8) 进入垂直流湿地填料层 (9)，在填料层上升至垂直流湿地自由水层 (10)，再经垂直流湿地溢流堰口 (11) 跌入相邻的表流湿地布水沟 (12)；水流再经过表流湿地布水堰口 (13) 进入表流湿地 (14)，在表流湿地中水平流动至另一端，再经表流湿地溢流堰口 (15) 跌入相邻的表流湿地集水沟 (16)；再通过底部的复合基质滤池布水管 (17) 进入复合基质滤池滤料层 (18)，在滤料层上升至复合基质滤池自由水层 (19)，再经复合基质滤池溢流堰口 (20) 跌入相邻的生态复氧池 (21)，最后经过出水涵管 (22) 外排。

[0010] 石灰石滤池的主要功能是吸附去除固体污染物和磷，沉水植物氧化塘则利用沉水

植物光合放氧产生的超强氧化环境实现氨氮硝化和除磷,在垂直流湿地内完成反硝化脱氮,在表流湿地内利用土壤吸附-湿地植物吸收作用进一步去除氮、磷,在复合基质滤池内利用复合基质吸附-湿地植物吸收作用更进一步去除氮、磷,在生态复氧池完成水流自然物理属性的恢复。完成整个净化过程需要 10 天以上的滞留时间,其中在沉水植物氧化塘中的滞留时间需要 7 天以上,池体深度可以达到 2m 左右。

[0011] 2. 沉水植物氧化塘补充活性有机碳

[0012] 污水厂尾水中活性有机碳匮乏是限制微生物脱氮的主要限制因素,一般要经过人工添加活性有机碳来实现。本发明利用沉水植物氧化塘,在完成生物氧化的同时,通过沉水植物及其周丛生物向水体中补充活性有机碳,不仅使硝化过程得以顺利进行,还为后续的反硝化过程提供了碳源,保障了脱氮的彻底性。但一般污水厂尾水比较混浊,含有一定量的固体悬浮物和微生物,成为沉水植物生存的限制因素;本发明利用石灰石滤池对污水厂尾水进行吸附过滤,澄清了水质,造就了沉水植物氧化塘内沉水植物的生存条件。

[0013] 3. 防堵塞垂直流湿地结构

[0014] 本发明中,在石灰石滤池、垂直流湿地和复合基质滤池均采用无堵塞垂直流湿地结构(图 1),其原理如图 2 示。池体底部的布水管(23)两端均暴露在外(图 2-a),布水管进水端直通布水沟(24),另一端用螺旋堵头(25)封堵后暴露在相邻池体(26)底部。若布水管 23 发生堵塞或水流不畅,可以打开螺旋堵头(25),利用布水管(23)两端的压差形成冲洗水流,将堵塞物冲出(图 2-b);若填料层(27)发生堵塞,可以在布水管(23)进水端接上潜水泵(28)进行冲洗(图 2-c)。如此垂直流湿地结构,可以通过定期清洗来防止堵塞,保障持久稳定运行。

[0015] 4. 大断面低阻力无能耗运行

[0016] 采取流程最小化设计,其中石灰石滤池、垂直流湿地和复合基质滤池均采用垂直流,沉水植物氧化塘、表流湿地和生态复氧池则以池体横断面为过水断面,降低了过水阻力,每一级湿地的水头损失只有 0.10m,实现了利用自然水头的无能耗运行。

[0017] 本发明具有完善的湿地净化工艺和结构,主要有以下优点:

[0018] (1) 深度脱氮除磷,对污水厂尾水中氮、磷的去除率达到 95% 以上。

[0019] (2) 无能耗、无药耗、低成本运行,整个湿地系统自流,并且完全依靠自然生态净化,吨水净化处理费用 <0.10 元。

[0020] (3) 技术成熟,实现了工程化应用,2004 年建成的“洱源县污水厂尾水深度净化湿地技术示范工程”已经运行 5 年,稳定可靠。

附图说明:

[0021] 图 1——污水厂尾水深度净化湿地工艺示意图

[0022] 图 2——防堵塞垂直流湿地结构示意图

[0023] 图中:1. 引水管,2. 石灰石滤池布水沟,3. 石灰石滤池布水管,4. 石灰石滤池滤料层,5. 石灰石滤池自由水层,6. 石灰石滤池溢流堰口,7. 沉水植物氧化塘,8. 垂直流湿地布水管,9. 垂直流湿地填料层,10. 垂直流湿地自由水层,11. 垂直流湿地溢流堰口,12. 表流湿地布水沟,13. 表流湿地布水堰口,14. 表流湿地,15. 表流湿地溢流堰口,16. 表流湿地集水沟,17. 复合基质滤池布水管,18. 复合基质滤池滤料层,19. 复合基质滤池自由水层,

20. 复合基质滤池溢流堰口, 21. 生态复氧池, 22. 出水涵管, 23. 布水沟, 24. 布水管, 25. 堵头, 26. 填料, 27. 相邻池体, 28. 潜水泵。

具体实施方式：

[0024] 本发明按照以下步骤进行工程性应用：

[0025] 1. 池体砌筑

[0026] (1) 以浆砌毛石砌筑池体。

[0027] (2) 以水泥砂浆做池埂防渗处理。

[0028] (3) 以碾压三合土做池底防渗处理。

[0029] 2. 管道铺设

[0030] (1) 在石灰石滤池、垂直流湿地、复合基质滤池底部以间隔 0.5m 铺设布水管道。

[0031] (2) 埋设自污水厂排放口至石灰石滤池布水沟的引水管。

[0032] (3) 埋设自生态复氧池至接纳河道的出水涵管。

[0033] 3. 基质填充

[0034] (1) 在石灰石滤池中填充石灰石碎石, 粒径 20 ~ 30mm。

[0035] (2) 在垂直流湿地中填充砾石, 粒径 20 ~ 30mm。

[0036] (3) 在复合基质滤池中填充复合基质。

[0037] (4) 在沉水植物氧化塘和生态复氧池中铺设 0.2m 厚度的沙壤土。

[0038] 4. 植被组建

[0039] (1) 整个湿地系统充水。

[0040] (2) 在石灰石滤池、垂直流湿地和复合基质滤池中栽种挺水植物。

[0041] (3) 在沉水植物氧化塘和生态复氧池中种植沉水植物。

[0042] 5. 运行与管理

[0043] (1) 湿地系统进水运行。

[0044] (2) 对湿地植被适时管理。

[0045] 应用举例：

[0046] 本发明在云南省大理州洱源县污水处理厂尾水深度净化湿地技术示范工程中得以成功应用。该工程 2004 年建成, 占地面积 2.2 公顷 (33 亩), 建设投资 390 万元, 处理水量 4000m³/d, 氮、磷去除率, 出水中氮、磷含量远低于 GB3838-2002 地表 III 类水质标准 (见下表)。5 年来该工程运行稳定, 未发生过堵塞现象。

[0047]

采水地点	总氮 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	总磷 (mg/L)
污水厂尾水	7.94±0.26	4.01±0.51	0.503±0.123
石灰石滤池出水	6.23±0.07	3.16±0.04	0.384±0.122
沉水植物氧化塘出水	3.93±0.58	0.50±0.11	0.119±0.048
垂直流湿地出水	0.41±0.01	0.13±0.00	0.066±0.016
表流湿地出水	0.19±0.06	0.08±0.04	0.064±0.050
复合基质滤池出水	0.17±0.03	0.08±0.02	0.038±0.017
生态复氧池出水	0.10±0.02	0.05±0.02	0.022±0.008
污染物总去除率	99.9%	98.8%	95.6%
地表 III 类水最高限量	—	1	0.2

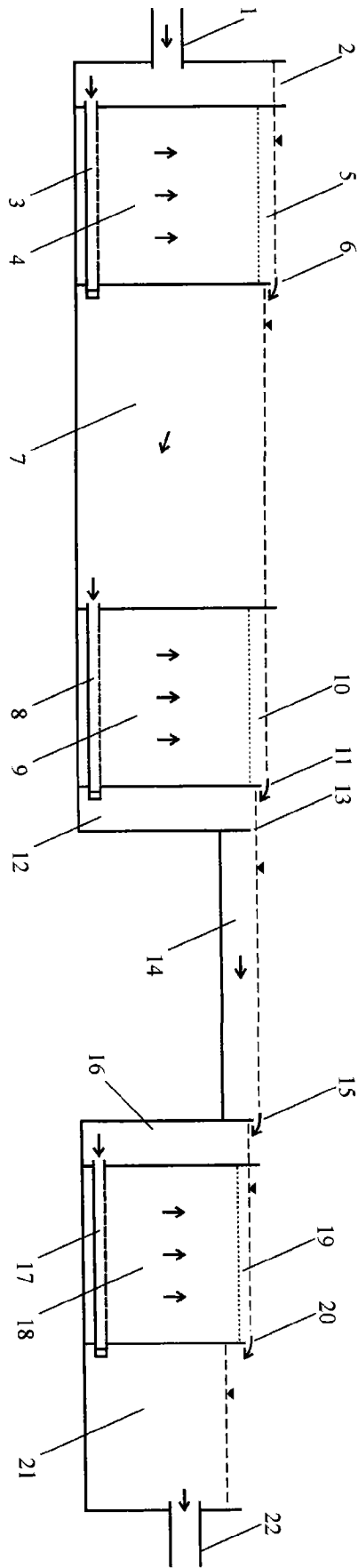


图 1

