



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115353256 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 16

(21) 申请号 202211008203.6
(22) 申请日 2022.08.22
(65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 115353256 A
(43) 申请公布日 2022.11.18
(73) 专利权人 山东华城工程技术有限公司
 地址 250098 山东省济南市高新区新泺大街2008号银荷大厦3-904-6
(72) 发明人 王全勇 张玉生 李振邦 谢海涛
 李建民 邹丽 江玉强
(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
 专利代理师 郑平
(51) Int. Cl.
 C02F 9/00 (2023.01)
 C02F 1/52 (2023.01)
 C02F 1/78 (2023.01)
 C02F 3/00 (2023.01)
(56) 对比文件
 CN 103864265 A, 2014.06.18
 CN 107043200 A, 2017.08.15
 CN 108862697 A, 2018.11.23
 CN 113087226 A, 2021.07.09
 CN 205387516 U, 2016.07.20
 CN 212293233 U, 2021.01.05
 US 2007039894 A1, 2007.02.22
 US 5888403 A, 1999.03.30

WO 2006108326 A1, 2006.10.19
WO 2010109556 A1, 2010.09.30
WO 2012075389 A2, 2012.06.07
US 2004026335 A1, 2004.02.12
CN 112694222 A, 2021.04.23
CN 205061675 U, 2016.03.02
CN 112062242 A, 2020.12.11
CN 211056788 U, 2020.07.21
CN 111635030 A, 2020.09.08
CN 101704609 A, 2010.05.12
CN 102303939 A, 2012.01.04
CN 104003578 A, 2014.08.27
CN 105585216 A, 2016.05.18
CN 108483806 A, 2018.09.04
CN 112517006 A, 2021.03.19
CN 112744979 A, 2021.05.04
CN 207749017 U, 2018.08.21
CN 213446722 U, 2021.06.15
JP 2002136981 A, 2002.05.14
KR 101978076 B1, 2019.05.13
KR 200228702 Y1, 2001.07.03

王敦曾等.《选煤新技术的研究与应用》.煤炭工业出版社, 1997, 第188页.
陈刚.《锅炉原理》.华中科技大学出版社, 2021, 第151页. (续)

审查员 邹娟

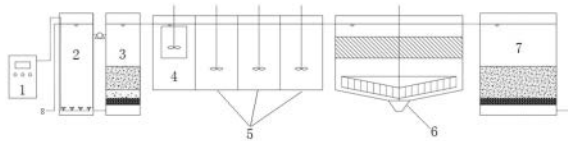
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称
一种微污染地表水源水净水处理工艺

(57) 摘要

本发明属于给水处理领域, 提供了一种微污染地表水源水净水处理工艺, 包括臭氧预氧化池、生物炭池、高速机械混合池、常规处理工艺(絮凝沉淀+滤池)。整个处理工艺分为两个阶段, 第一阶段采用高级氧化耦合生物技术实现有机物降解, 第二阶段通过高效混凝技术提高常规处

理工艺效率, 实现深度降浊, 二者结合以提高净水工艺效率, 并实现节能降耗。



CN 115353256 B

[接上页]

(56) 对比文件

管相宁.臭氧催化氧化催化剂研发及其在废水深度处理中的应用.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技I辑》.2020,全文.

Ma, S等.Regeneration and purification of water-soluble cutting fluid through ozone treatment using an air dielectric barrier discharge.《SEPARATION AND PURIFICATION TECHNOLOGY》.2018,全文.

崔永利;刘永代.某高排放标准污水处理厂提标改造工程设计及运行分析.节能与环保.2020,(第03期),全文.

宋思杨;吴超;何欢;王蒙蒙;刘雪莲.活性炭过滤工艺在上海市饮用水深度处理中的应用.净水技术.2017,(第05期),全文.

张燕;郑国兴;查人光;朱海涛;沈飏;赵志伟;张光明;许嘉炯;刘宏远;方磊;刘江勃;张硕.高氨氮和高有机物污染河网原水组合处理技术集成与示范.给水排水.2013,(第03期),全文.

1. 一种微污染地表水源水净水处理系统,其特征在于,包括:臭氧预氧化池、生物炭池、高速机械混合池、絮凝沉淀池、滤池;所述臭氧预氧化池、生物炭池、高速机械混合池、絮凝沉淀池、滤池依次相连,

所述生物炭池与臭氧预氧化池之间设置内循环泵,将水由生物炭池上部回流至臭氧预氧化池上部;

所述高速机械混合池设置有高速涡轮搅拌器和微涡导流罩;

所述生物炭池采用流化床形式,下部进水,上部出水,生物炭池内底部填充鹅卵石承托层,其上填装臭氧催化剂,最上层填装活性炭;

所述臭氧催化剂的粒径为1.5~2mm,厚度为0.3~0.5m;

活性炭的粒径为0.5~1mm,厚度为1.0~1.2m;

所述臭氧催化剂的反应原料如下:活性组分20.0g、蒙脱土40.0g、活性炭粉末 40.0g和水300g;所述活性组分中 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 用量为18.0g, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 的用量为 2.0g;

具体制备步骤如下:

(1) 将 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 溶于水中,然后依次加入蒙脱土和活性炭粉末,搅拌得黑色悬浊液;

(2) 将步骤(1)制备的悬浊液置于80℃水浴中,并连续搅拌8h后,通过抽滤得黑色糊状固体;

(3) 将步骤(2)中所得糊状固体按需求制备成5mm的颗粒;

(4) 将步骤(3)中所得颗粒放入烘箱中,升温至60℃,烘30min,然后再升温120℃继续烘干60min;

(5) 将步骤(4)烘干后的颗粒放入马弗炉中700℃下焙烧180min,得到臭氧催化剂。

2. 如权利要求1所述的微污染地表水源水净水处理系统,其特征在于,所述臭氧预氧化池采用气水对流方式,底部进气进行臭氧曝气,上部进水,下部出水。

3. 如权利要求1所述的微污染地表水源水净水处理系统,其特征在于,所述臭氧预氧化池的反应停留时间为15~45min,臭氧投加量为1~5mg/L。

4. 如权利要求1所述的微污染地表水源水净水处理系统,其特征在于,生物炭池与臭氧预氧化池之间的回流比为100%~400%。

5. 如权利要求1所述的微污染地表水源水净水处理系统,其特征在于,所述生物炭池的水力停留时间为10~40min。

6. 一种微污染地表水源水净水处理工艺,其特征在于,包括:

采用权利要求1-5任一项所述的微污染地表水源水净水处理系统进行水处理;

微污染地表水源水进行臭氧预氧化,再进入生物炭池进行处理,并在臭氧预氧化池和生物炭池间进行多次回流;

生物炭池出水进入高速机械混合池进行高速混合后,再经絮凝、沉淀和过滤处理,即得;

所述生物炭池采用流化床形式,下部进水,上部出水,生物炭池内底部填充鹅卵石承托层,其上填装臭氧催化剂,最上层填装活性炭;

所述臭氧催化剂的粒径为1.5~2mm,厚度为0.3~0.5m。

7. 权利要求1-5任一项所述的微污染地表水源水净水处理系统在给水处理领域中的应用。

一种微污染地表水源水净水处理工艺

技术领域

[0001] 本发明属于给水处理技术领域,具体提供一种微污染水源水净水处理工艺。

背景技术

[0002] 公开该背景技术部分的信息仅仅旨在增加对本发明的总体背景的理解,而不必然被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已经成为本领域一般技术人员所公知的现有技术。

[0003] 随着工业经济的迅速发展,工业和生活废水中人工合成的化学污染物质品种日益增加,在地表水源中已经陆续检测到以持久性有机物,抗生素,内分泌干扰物和微塑料为主的新型污染物,严重威胁人类的身体健康,对净水工艺的技术革新带来严峻的挑战。

[0004] 地表水源净水的主体工艺基本分为两大类,一类以常规处理结合臭氧生物炭为主的净水工艺,另一种是以超滤纳滤为主的净水工艺,以臭氧活性炭工艺应用居多,膜过滤因投资和运行维护费用偏高,处于发展时期。臭氧生物炭工艺以设计在常规处理工艺之后为主,即“混合/絮凝/沉淀/过滤/臭氧-活性炭”工艺,成为后置式臭氧-活性炭。在运行一段时间后,活性炭上负载的生物膜脱落,进入清水池造成生物泄漏问题,一般生物泄漏以“两虫”最为严重,加氯不能将其有效杀灭,“两虫”进入管网,导致疾病传播。有部分专家提出将活性炭滤池前置沉淀池和砂滤池之间,称为中置式臭氧-活性炭,但运行过程中发现:因炭滤池进水浊度较高,生物膜滋生过快,反洗频繁;生物炭滤池出水细菌总数、浊度、生物膜碎片含量高于进水,这类悬浮物质和胞外分泌物形成的胶体属于非脱稳颗粒,砂滤池截留效率较低,最终出水TOC、COD等有机物指标偏高,导致供水中消毒副产物和臭味产生。

[0005] 对于膜过滤工艺,目前以超滤结合纳滤为主,优点是通过物理截留去除原水中的有机物和部分无机盐,实现高品质供水,但随着项目运行发现纳滤堵塞严重,产水率逐渐降低,其次产生大量的浓缩水,排放出路困难,制约了膜过滤工艺的推广应用。

发明内容

[0006] 针对现有给水处理技术中存在的问题,本发明提供了一种微污染地表水源水净水处理工艺,以解决上述问题。处理工艺分为两个阶段,第一阶段采用高级氧化耦合生物技术实现有机物降解,第二阶段通过高效混凝技术提高常规处理工艺效率,实现深度降浊,二者结合以提高净水工艺效率,并实现节能降耗。

[0007] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0008] 本发明的第一个方面,提供了一种微污染地表水源水净水处理系统,包括:臭氧预氧化池、生物炭池、高速机械混合池、絮凝沉淀池、滤池;所述臭氧预氧化池、生物炭池、高速机械混合池、絮凝沉淀池、滤池依次相连;

[0009] 所述生物炭池与臭氧预氧化池之间设置内循环泵,将水由生物炭池上部回流至臭氧预氧化池上部;

[0010] 所述高速机械混合池设置有高速涡轮搅拌器和微涡导流罩。

[0011] 本发明中有机物降解阶段采用臭氧催化氧化与生物流化床复合技术,即在一个反应器里同步实现有机物的化学氧化与生物氧化,二者相互协调增效从而高效去除有机微污染物。以难降解持久性有机物为例,臭氧催化氧化可将其分子结构实现破坏断链,形成以小分子的有机羧酸,醇等氧化中间产物,这类中间产物很容易被微生物降解。生物处理技术采用流化床技术,强化传质,提高反应速率,在填料表面滋生的生物膜持续不断更新,保持较高的活性。有机物降解阶段的出水含有一定量的生物膜碎片,胞外分泌物和原水中的悬浮颗粒,悬浮颗粒与原水性质发生较大改变,其中最重要的特征是颗粒表面吸附的有机物被臭氧氧化发生破碎脱落,降低了自身表面电位,胞外分泌物一般为多糖和蛋白类高分子有机物,可协助实现高分子架桥反应,以上因素均有利于提高混凝反应的效率。

[0012] 深度降浊工艺是在普遍应用的常规处理工艺基础上,提出基于提高湍动能的高效混合技术,优化常规处理工艺,降低混凝剂消耗,降低出水浊度。所述高效混合工艺单元采用“高速涡轮搅拌+微涡导流罩”混合搅拌设备,即在叶轮(搅拌桨)外侧设置导流罩,并在侧壁上部及顶部开设导流孔。在涡轮高速旋转作用下,水体在导流罩内产生大量微涡旋,微涡旋又随着叶轮的高速旋转逐渐成长、扩散,加速搅拌区域流体的扰动,二次环流增加,形成大范围的高涡量区,高涡量区中的颗粒具有较大的径向离心加速度,增大其与混凝剂的接触几率。导流孔的多孔射流外部形成类似一股射流波系的趋势,形成波系结构和拓扑结构,由于多孔淹没射流兼具三维水跃和淹没射流两种流动特性,单股射流周围同时存在上部回流旋滚和下部横轴旋涡,两股射流之间发生立轴旋涡,使得相互作用的射流之间形成三维剪切紊动能。所述高速机械混合搅拌设备设置于混合池内,混合时间为3-5s。

[0013] 本发明的第二个方面,提供了一种微污染地表水源水净水处理工艺,包括:

[0014] 微污染地表水源水进行臭氧预氧化,再进入生物炭池进行处理,并在臭氧预氧化池和生物炭池间进行多次回流;

[0015] 生物炭池出水进入高速机械混合池进行高速混合后,再经絮凝、沉淀和过滤处理,即得。

[0016] 与传统的“混合/絮凝/沉淀/过滤/臭氧-活性炭”工艺或“将活性炭滤池前置于沉淀池和砂滤池之间的中置式臭氧-活性炭”处理工艺相比,本申请将臭氧-生物炭置于“混合/絮凝/沉淀/过滤”之前,既有效地解决了传统工艺存在的生物泄露的问题,同时,又有助于提高后续絮凝效果,特别是颗粒数、浊度的去除效果。

[0017] 本发明的第三个方面,提供了上述的微污染地表水源水净水处理系统在给水处理领域中的应用。

[0018] 本发明的有益效果

[0019] (1) 臭氧预氧化-生物炭流化床工艺作为有机物降解预处理工艺单元,通过内循环作用,将臭氧预氧化池内溶解的臭氧和高浓度的溶解氧迅速带入生物炭池,在生物炭池底部进行臭氧催化氧化反应,进行有机物矿化或将大分子有机物转化为小分子物质,提高水质B/C,残余的微量臭氧和高浓度的溶解氧进入生物炭流化层,有效刺激生物炭上微生物活性,提高生物去除有机物作用和硝化除氨氮作用,在同一反应器内实现臭氧催化氧化耦合生物氧化技术,提高有机物降解率,经研究发现,与后置臭氧-生物炭工艺相比,有机物降解率提高30%以上,生物菌群种类明显增多。

[0020] (2) 臭氧预氧化和催化氧化过程改变原水中颗粒物和胶体的稳定性,使水中颗粒

物和胶体更易被絮凝,生物炭池在流化过程中脱落的部分生物膜碎片以及产生的胞外分泌物,均有利于提高混凝反应效率。

[0021] (3) 常规预氧化工艺将颗粒物表面的大分子有机物氧化为小分子有机物,提高了水中的高锰酸盐指数,出水直接进入混合絮凝工艺段,小分子物质不能被絮凝去除,在后续构筑物表面滋生生物膜,臭氧预氧化-生物炭流化床工艺与室外给水设计规范中推荐采用的氯预氧化、臭氧预氧化及高锰酸钾预氧化相比,在预氧化工艺后增加了臭氧催化氧化和生物氧化复合技术,将小分子物质直接在生物炭流化池内降解,提高有机物处理效率,降低运行成本,减轻后续处理工艺的负荷。

[0022] (4) 混合工艺单元通过采用“高速涡轮搅拌+导流罩”混合搅拌设备最大程度的提高全池及叶轮旋转区域内的平均湍动能、平均湍动能耗散率及涡旋速度梯度,从而促进混凝剂与悬浮颗粒物及胶体在短时间内进行充分碰撞和接触,实现瞬间脱稳,提高混合效率,为絮凝提供良好的先决条件,实现深度降浊并在絮凝过程中去除微生物,将生物泄漏的风险控制在絮凝沉淀之前。

[0023] (5) 本发明处理工艺简单、实用性强,易于推广。

附图说明

[0024] 构成本发明的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。

[0025] 图1 是微污染地表水源水净水处理工艺流程图;其中, 1. 臭氧发生器、2. 臭氧预氧化池、3. 生物炭流化池、4. 高速搅拌混合池、5. 絮凝池、6. 沉淀池、7. 滤池、8. 原水;

[0026] 图2 是臭氧预氧化-生物炭流化床示意图,其中,1. 臭氧发生器、2. 曝气盘、3. 循环泵、4. 生物活性炭、5. 臭氧催化剂、6. 承托层、7. 原水、8. 出水。

具体实施方式

[0027] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本发明提供进一步的说明。除非另有指明,本发明使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

[0028] 一种微污染地表水源水净水处理工艺,包括臭氧预氧化池、生物炭池、高速机械混合池、常规处理工艺(絮凝沉淀+滤池)。

[0029] 微污染地表水源水进入臭氧预氧化池,臭氧预氧化池采用气水对流方式,底部进气进行臭氧曝气,上部进水,下部出水,在臭氧预氧化池内进行臭氧预氧化,反应停留时间15~45min,臭氧投加量1~5mg/L,出水进入生物炭池,生物炭池采用流化床形式,下部进水,上部出水,生物炭池内底部填充鹅卵石承托层,其上填装臭氧催化剂,粒径1.5~2mm,厚度0.3~0.5m,最上层填装活性炭,粒径0.5~1mm,厚度1.0~1.2m,生物炭池与臭氧预氧化池之间设置内循环泵,将水由生物炭池上部回流至臭氧预氧化池上部,回流比控制100%~400%,控制水流上升流速使臭氧催化剂和活性炭分层,在使用过程中臭氧催化剂在下部保持膨胀状态,小粒径活性炭在上部保持流化状态,整个生物炭池的膨胀率为10~40%,水力停留时间为10~40min,生物炭池出水进入混合池,混合池内安装高速混合搅拌设备,混合时间3~5s,出水依次进入常规处理工艺进行絮凝沉淀和过滤。

[0030] 下面结合具体的实施例,对本发明做进一步的详细说明,应该指出,所述具体实施例是对本发明的解释而不是限定。

[0031] 以下实施例中,高速混合搅拌机采用专利CN112062242A所述的设备。

[0032] 生物炭池采用流化床形式,下部进水,上部出水,生物炭池内底部填充鹅卵石承托层,其上填装臭氧催化剂,粒径1.8mm,厚度0.4m,最上层填装活性炭,粒径0.75mm,厚度1.1m;

[0033] 其中,臭氧催化剂采用专利CN112517006A中实施例1所述方法制备。

[0034] 实施例1

[0035] 一种微污染地表水源水净水处理系统,包括:臭氧预氧化池、生物炭池、高速机械混合池、絮凝沉淀池、滤池;所述臭氧预氧化池、生物炭池、高速机械混合池、絮凝沉淀池、滤池依次相连,

[0036] 所述生物炭池与臭氧预氧化池之间设置内循环泵,将水由生物炭池上部回流至臭氧预氧化池上部;

[0037] 所述高速机械混合池设置有高速涡轮搅拌器和微涡导流罩。

[0038] 所述臭氧预氧化池采用气水对流方式,底部进气进行臭氧曝气,上部进水,下部出水。

[0039] 所述生物炭池采用流化床形式,下部进水,上部出水,生物炭池内底部填充鹅卵石承托层,其上填装臭氧催化剂,最上层填装活性炭。

[0040] 对某黄河水源水库水(TOC:3.76 mg/L,氨氮:0.21 mg/L,颗粒数:8773 CNT/mL,浊度:5.45 NTU)采用上述系统进行处理,臭氧预氧化-生物炭流化床预处理单元中臭氧投加量为3mg/L,臭氧接触时间15min,生物炭流化池的水力停留时间为40min,回流比为100%,臭氧-生物炭处理后的出水进入混合絮凝沉淀池,混合采用高速混合搅拌机,转速为480rpm/min,混合反应时间3s,常规处理工艺采用三级机械絮凝+斜管沉淀+石英砂过滤,过滤出水进入消毒池消毒。

[0041] 经检测,出水TOC平均为0.56mg/L,出水氨氮小于0.02mg/L,出水颗粒数平均为115 CNT/mL,出水浊度平均为0.062 NTU,出水细菌总数平均为562 CFU/mL,出水水质符合并优于《生活饮用水卫生标准(GB5749-2022)》。

[0042] 对比例1

[0043] 对某黄河水源水库水(TOC:3.76 mg/L,氨氮:0.21 mg/L,颗粒数:8773 CNT/mL,浊度:5.45 NTU)采用常规处理工艺(混合+絮凝+沉淀+过滤)+臭氧-生物炭滤池工艺进行处理,生物炭滤池出水进入消毒池消毒。各处理工艺的运行参数保持不变。

[0044] 经检测,出水TOC平均为0.78mg/L,出水氨氮小于0.11mg/L,出水颗粒数平均为274 CNT/mL,出水浊度平均为0.36 NTU,出水细菌总数平均为5872 CFU/mL。

[0045] 通过对实施例1和对比例1出水取样检测结果可以发现,经本发明提供的净水处理工艺处理后,可以有效降低原水中的有机物、氨氮、颗粒数、浊度和细菌总数指标。

[0046] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

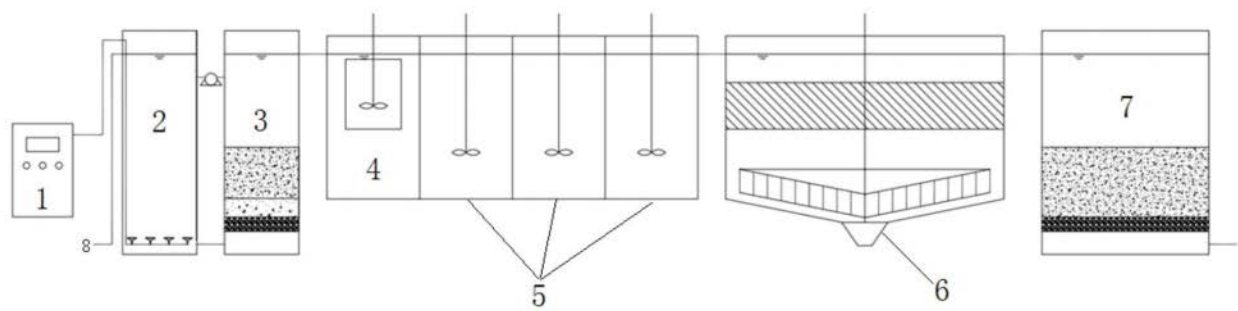


图1

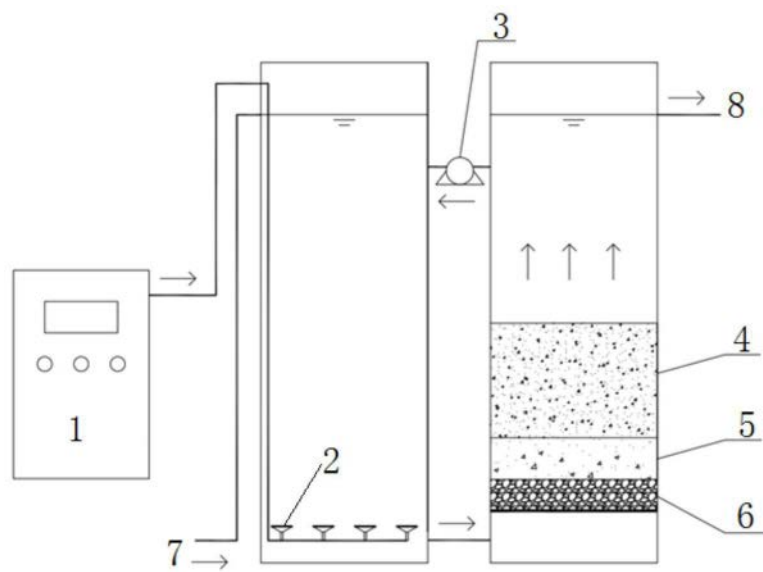


图2