(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106517669 B
(45)授权公告日 2019.10.01

(21)申请号 201611166004.2

(22)申请日 2016.12.16

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106517669 A

(43)申请公布日 2017.03.22

(73)专利权人 安徽师范大学
地址 241000 安徽省芜湖市弋江区花津南路安徽师范大学

(72)发明人 段文松 徐佳慧 张方芳 郝敏

(74)专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限公司 34107
代理人 王冰冰 曹政

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

(56)对比文件
CN 105819620 A,2016.08.03,
CN 205061791 U,2016.03.02,
Ali Altaee etal.Forward osmosis pretreatment of seawater to thermal desalination: High temperature FO-MSF/MED hybrid system.《Desalination》.2014,图3B.

审查员 邹卫兵

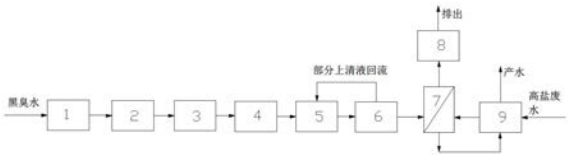
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

# 黑臭水A/O正渗透处理系统及处理工艺

(57)摘要

本发明公开了一种黑臭水A/O正渗透处理系统及处理工艺，所述系统包括黑臭水悬浮物去除装置、有机物处理装置、正渗透装置和与正渗透装置的支撑层侧出水口连接的多级闪蒸器，有机物处理装置的进水口与悬浮物去除装置的出水口连接，有机物处理装置的出水口与正渗透装置的活性层侧进水口连接，正渗透装置的活性层侧出水口与沉淀池的进水口连接，多级闪蒸器的浓缩水出水口与正渗透装置的支撑层侧进水口连接。本发明是将正渗透技术与A/O工艺结合协同处理黑臭水，高效除去废水的有机物与含氮物质，且膜污染小，正渗透处理过的浓缩原料液经投加除磷剂处理后排入回收设备中，避免了浓缩水的排放对环境的影响。




CN 106517669 B

1.一种黑臭水A/O正渗透处理系统，其特征在于：所述系统包括黑臭水悬浮物去除装置、有机物处理装置、正渗透装置和与正渗透装置的支撑层侧出水口连接的多级闪蒸器，有机物处理装置的进水口与悬浮物去除装置的出水口连接，有机物处理装置的出水口与正渗透装置的活性层侧进水口连接，正渗透装置的活性层侧出水口与沉淀池的进水口连接，多级闪蒸器的浓缩水出水口与正渗透装置的支撑层侧进水口连接，所述多级闪蒸器设有高盐废水进水口，所述有机物处理装置包括依次连接的臭氧氧化池、空气吹脱塔、水解酸化池、好氧生物流化床，所述臭氧氧化池的进水口与悬浮物去除装置的出水口连接，好氧生物流化床的出水端与正渗透装置的活性层侧进水口连接。

2.根据权利要求1所述黑臭水A/O正渗透处理系统，其特征在于：所述悬浮物去除装置包括混凝气浮池，所述混凝气浮池的出水口与有机物处理装置的进水口连接。

3.根据权利要求2所述黑臭水A/O正渗透处理系统，其特征在于：所述悬浮物去除装置还包括碳分离装置，所述碳分离装置的出水口与混凝气浮池的进水口连接。

4.根据权利要求1所述黑臭水A/O正渗透处理系统，其特征在于：所述有机物处理装置还包括用于将好氧生物流化床处理后的上清液回流到水解酸化池的回流装置。

5.根据权利要求1所述黑臭水A/O正渗透处理系统，其特征在于：所述系统还包括集水池，通过抽水装置将集水池中的黑臭水输送入悬浮物去除装置。

6.根据权利要求1所述黑臭水A/O正渗透处理系统的处理工艺，其特征在于，所述处理工艺包括如下步骤：

A、将黑臭水经过悬浮物去除装置除去悬浮颗粒；

B、将步骤A处理后的水依次进行臭氧氧化池氧化、空气吹脱塔除氨氮与二氧化硫、水解酸化池分解有机物及还原氮化合物、好氧生物流化床处理；

C、将好氧生物流化床的出水作为原料液进入正渗透装置的活性层侧，高盐废水经多级闪蒸器处理后的浓缩水作为汲取液进入正渗透膜支撑层侧，汲取液的渗透压高于原料液的渗透压，汲取液经渗透处理后循环进入多级闪蒸器进行浓缩，浓缩的原料液进入沉淀池进行沉淀处理并除去。

7.根据权利要求6所述黑臭水A/O正渗透处理系统的处理工艺，其特征在于，所述处理工艺还包括在黑臭水进入悬浮物去除装置之前的集水池均衡水质的步骤。

8.根据权利要求6所述黑臭水A/O正渗透处理系统的处理工艺，其特征在于，步骤A除去悬浮颗粒的步骤包括黑臭水先经碳分离装置除颗粒杂质，再经过混凝气浮池除去胶体状悬浮颗粒剂乳状污染物。

# 黑臭水A/O正渗透处理系统及处理工艺

## 技术领域

[0001] 本发明属于污水处理技术领域，具体涉及一种黑臭水A/O正渗透处理系统及处理工艺。

## 背景技术

[0002] 城市水体黑臭问题主要由水体中藻类和细菌的新陈代谢以及人类向水体中过度排放污染物引起的。近年来，随着我国城市经济的快速发展，城市规模的日益膨胀，城市环境基础设施日渐不足，城市污水排放量不断增加，大量污染物入河，水体中化学需氧量(COD)、氮(N)、磷(P)等污染物浓度超标，河流水体污染严重，水体出现季节性或终年黑臭。城市黑臭水体的生态系统结构严重失衡，给群众带来了极差的感官体验，成为目前较为突出的水环境问题，也严重影响着我国城市的良好发展。

[0003] 有机污染物入河是造成水体黑臭现象的主要原因之一。随着城市规模的不断扩大，城市居住人口激增，人口布局相对集中，造成城市污水处理能力不足，截污治污设施相对落后，加之城市地表径流污染负荷较大，造成大量有机污染物排入水体。有机污染物主要包括有机碳污染源(化学需氧量COD、生化需氧量BOD)、有机氮污染物(氨氮)以及含磷化合物，这些污染物主要来自废水、污水中的糖类、蛋白质、氨基酸、油脂等有机物的分解，在分解过程中消耗大量的溶解氧，造成水体缺氧，厌氧微生物大量繁殖并分解有机物产生大量致黑致臭物质，从而引起水体发黑发臭。大多数有机物富集在水体表面形成有机物膜会破坏正常水气界面交换，从而加剧水体发黑发臭。另外研究表明，从致黑物质的元素形态组成方面主要指Fe、S及其化合物FeS。

[0004] 目前在河道及黑臭水处理领域，常规采用直接加药法、加药沉淀过滤法、河床清理法、定期换水法以及局部植物吸收法等。直接加药法向水体直接投洒药剂，有见效快、投资省的优点，同时也存在持续时间短、运行费用较高的缺点，最主要的问题是药剂沉淀在河床上难以去除和消解，容易形成二次污染。加药沉淀过滤法综合处理效果以及出水稳定性、持续性均优于直接加药法，特别是超磁技术的应用，较大幅度降低了运行费用，有一定的应用前景，不足之处在于，处理效果主要在于去除悬浮物，对黑臭水体的核心污染物没有明显的去除效果。河床清理法、定期换水法两者结合使用，效果明显，但是存在污染物的转移、工程量较大的缺点，若单一使用，效果较差。局部植物吸收法属于生物处理法，不会二次污染环境，但是也存在植物的收割和后续处理问题，且以上处理的最终出水不能直接利用。由此可见，无论采用哪种方法，都存在不足之处。

[0005] 生物流化床技术是70年代初发展起来的污水处理的新兴技术，根据反应器内是否需氧，可将其分为厌氧生物流化床和好氧生物流化床。好氧生物流化床是将传统活性污泥法与生物膜法有机结合并引入化工流态化技术的一种新型生化污水处理装置。由于它具有处理效率高、容积负荷大、抗冲击能力强、设备紧凑、占地少等优点，因而引起了环境工程界的极大兴趣和广泛研究，被认为是最具发展前途的生物处理工艺之一。目前研究和应用最普遍的是好氧生物流化床。好氧生物流化床包括外循环好氧生物流化床、气升式内循环生

物好氧流化床、光催化好氧生物流化床、其他形式的好氧生物流化床、改进型气升式好氧生物流化床等，相对于其他生物膜法和活性污泥法，好氧生物流化床具有比表面积更大、容积负荷率与污泥负荷率更高高、耐冲击负荷能力更强。

[0006] 正渗透是一种新型的膜分离处理技术，与超滤、微滤和反渗透等常用膜分离技术相比，其不需要外加压力作为分离驱动力(或者在较低的外加压力下即可运行)，而是靠溶液自身的渗透压差推动正渗透分离过程。此外，相对于外加压力驱动技术，其还具有回收率高和膜污染情况相对较轻等显著优点。近年来，以美国和新加坡等为代表的诸多国家的研究机构已经开展了正渗透水处理技术的相关研究；以HTI和Oasys Water为代表的一些公司也在积极推进正渗透水处理系统的商业化，并且取得一定进展。随着人类对节能和环保型技术的不断追求，正渗透水处理技术将会获得社会各界越来越多的关注。

[0007] 多级闪蒸(MSF)是多级闪急蒸馏法的简称。多级闪蒸是一种在20世纪50年代发展起来的海水淡化法，它是针对多效蒸发结垢较严重的缺点而发展起来的，具有设备简单可靠、防垢性能好、易于大型化、操作弹性大以及可利用低位热能和废热等优点。因此一经问世就很快得到应用和发展。多级闪蒸法不仅用于海水淡化，而且已广泛用于火力发电厂、石油化工厂的锅炉供水、工业废水和矿井苦咸水的处理与回收，以及印染工业、造纸工业废碱液的回收。

## 发明内容

[0008] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此，本发明提供一种黑臭水A/O正渗透处理系统及处理工艺，目的是除去黑臭水体中悬浮颗粒、有机污染物等，提取其中的淡水资源。

[0009] 为了实现上述目的，本发明采取的技术方案为：

[0010] 一种黑臭水A/O正渗透处理系统，所述系统包括黑臭水悬浮物去除装置、有机物处理装置、正渗透装置和与正渗透装置的支撑层侧出水口连接的多级闪蒸器，有机物处理装置的进水口与悬浮物去除装置的出水口连接，有机物处理装置的出水口与正渗透装置的活性层侧进水口连接，正渗透装置的活性层侧出水口与沉淀池的进水口连接，多级闪蒸器的浓缩水出水口与正渗透装置的支撑层侧进水口连接。

[0011] 所述多级闪蒸器设有高盐废水进水口。

[0012] 所述悬浮物去除装置包括混凝气浮池，所述混凝气浮池的出水口与有机物处理装置的进水口连接。

[0013] 所述悬浮物去除装置还包括碳分离装置，所述碳分离装置的出水口与混凝气浮池的进水口连接。

[0014] 所述有机物处理装置包括依次连接的臭氧氧化池、空气吹脱塔、水解酸化池、好氧生物流化床，所述臭氧氧化池的进水口与悬浮物去除装置的出水口连接，好氧生物流化床的出水端与正渗透装置的活性层侧进水口连接。

[0015] 好氧生物流化床法进行处理，好氧生物流化床是以粒径小于1mm的砂、焦炭、活性炭一类的颗粒材料为载体，填充于设备中，充氧的黑臭水自下而上流动，使载体流态化。生物膜附着在载体表面，由于载体粒径小，比表面积高达2000～3000m2/m3，能够维持较高浓度的生物量，折算成MLSS可达10～15g/L。由于载体流态化，使黑臭水与生物膜广泛接触，强

化了传质过程，载体相互间的碰撞、摩擦，促进了生物膜的更新，可有效防止流化床被生物膜堵塞。因此，好氧生物流化床具有负荷高、处理效果好、占地少、污泥不需回流也不膨胀、能耗低的特点。其处理效果优于活性污泥法、接触氧化法、生物滤池法。在好氧生物流化床中，含氮化合物被硝化，部分上清液回流到水解酸化池，在水解酸化池中，反硝化细菌将回流混合液中$NO_2^-$和$NO_3^-$还原成气态氮化合物$N_2$、$N_2O$，达到脱氮的目的。黑臭水体经过好氧生物流化床后，有机物浓度极大降低，同时也极大减轻正渗透膜污染，提高出水水质，理想状态下，正渗透膜只允许水分子通过，因此可以高效处理黑臭水体，得到优质的淡水资源。

[0016] 所述有机物处理装置还包括用于将好氧生物流化床处理后的上清液回流到水解酸化池的回流装置。

[0017] 所述系统还包括集水池，通过抽水装置将集水池中的黑臭水输送入悬浮物去除装置。集水池进行均质均量，保证后续废水处理设备正常运营。因为不同的黑臭废水，其水量和水质一般是不均衡的，不均衡的废水对废水处理设备的正常操作及处理效果是不利的，废水经过集水池处理则避免了此弊端。

[0018] 所述黑臭水A/O正渗透处理系统的处理工艺，所述处理工艺包括如下步骤：

[0019] A、将黑臭水经过悬浮物去除装置除去悬浮颗粒；

[0020] B、将步骤A处理后的水依次进行臭氧氧化池氧化、空气吹脱塔除氨氮与二氧化硫、水解酸化池分解有机物及还原氮化合物、好氧生物流化床处理；

[0021] C、将好氧生物流化床的出水作为原料液进入正渗透装置的活性层侧，高盐废水经多级闪蒸器处理后的浓缩水作为汲取液进入正渗透膜支撑层侧，汲取液的渗透压高于原料液的渗透压，汲取液经渗透处理后循环进入多级闪蒸器进行浓缩，浓缩的原料液进入沉淀池进行沉淀处理并除去。

[0022] 所述处理工艺还包括在黑臭水进入悬浮物去除装置之前的集水池均衡水质的步骤。集水池对预处理废水进行汇集、储存和水质均衡，得到均衡水质废水。

[0023] 悬浮颗粒除杂可以仅采用混凝气浮处理，由提升泵将集水池中的均衡水质黑臭水提升至混凝气浮池后，投入混凝剂，均衡水质黑臭水中难以沉淀的胶体状悬浮颗粒或乳状污染物转化成絮状物经过气浮工艺，絮状物形成浮渣并被除去。优选的是，步骤A除去悬浮颗粒的步骤包括黑臭水先经碳分离装置除颗粒杂质，再经过混凝气浮池除去胶体状悬浮颗粒剂乳状污染物。

[0024] 本发明的有益效果：

[0025] 本发明将黑臭水处理与高盐废水处理结合起来，黑臭水经过混凝气浮处理、臭氧氧化处理、吹脱处理、水解酸化、好氧生物流化床处理，再通过正渗透浓缩的黑臭水经除磷后就可以直接排出，可以避免浓缩水排放的环境影响。同时本工艺不但采用多效闪蒸技术处理高盐废水，回收了高盐废水中的水资源，而且还将难以处理的多级闪蒸浓水作为正渗透过程的汲取液，变废为宝，用于正渗透过程处理黑臭水，充分实现了多级闪蒸浓水的高效利用。

[0026] 本发明一方面可以从黑臭水体、高盐废水中提取优质的淡水资源，实现废水的零排放；另一方面，本发明将正渗透技术与A/O工艺结合共同处理黑臭水，高效除去废水的有机物与含氮物质，且膜污染轻微，经过正渗透浓缩的黑臭水经除磷后可以直接排出，也可以排入回收装置中，且同时利用高盐废水经多级闪蒸后的浓缩水，避免了浓缩水排放对环境

的影响。

## 附图说明

[0027] 本说明书包括以下附图，所示内容分别是：

[0028] 图1是本发明的工艺流程图。

[0029] 图中标记为：

[0030] 1、集水池，2、混凝气浮池，3、臭氧氧化池，4、空气吹脱塔，5、水解酸化池，6、好氧生物流化床，7、正渗透膜装置，8、沉淀池，9、多级闪蒸器。

## 具体实施方式

[0031] 下面对照附图，通过对实施例的描述，对本发明的具体实施方式作进一步详细的说明，目的是帮助本领域的技术人员对本发明的构思、技术方案有更完整、准确和深入的理解，并有助于其实施。

[0032] 如图1所示，本发明具体涉及一种黑臭水A/O正渗透处理系统，所述系统包括黑臭水悬浮物去除装置、有机物处理装置、正渗透装置和与正渗透装置的支撑层侧出水口连接的多级闪蒸器，有机物处理装置的进水口与悬浮物去除装置的出水口连接，有机物处理装置的出水口与正渗透装置的活性层侧进水口连接，正渗透装置的活性层侧出水口与沉淀池的进水口连接，多级闪蒸器的浓缩水出水口与正渗透装置的支撑层侧进水口连接。较好的是，该系统还包括集水池1，通过抽水装置将集水池1中的黑臭水输送入悬浮物去除装置。集水池对预处理废水进行汇集、储存和水质均衡，得到均衡水质黑臭水废水。集水池进行均质均量，保证后续废水处理设备正常运营。因为不同的黑臭废水，其水量和水质一般是不均衡的，不均衡的废水对废水处理设备的正常操作及处理效果是不利的，废水经过集水池处理则避免了此弊端。抽水装置可以采用提升泵。正渗透装置采用现有的正渗透膜组件。

[0033] 为了便于将黑臭水处理与高盐废水处理结合起来，多级闪蒸器设有高盐废水进水口。采用多效闪蒸技术处理高盐废水，回收了高盐废水中的水资源，而且还将难以处理的多级闪蒸浓水作为正渗透过程的汲取液，变废为宝，用于正渗透过程处理黑臭水，充分实现了多级闪蒸浓水的高效利用。

[0034] 悬浮物去除装置包括混凝气浮池2，混凝气浮池2的出水口与有机物处理装置的进水口连接。黑臭水进入混凝气浮池后，投入混凝剂，黑臭水中难以沉淀的胶体状悬浮颗粒或乳状污染物转化成絮状物经过气浮工艺，絮状物形成浮渣并被除去。较好的是，悬浮物去除装置还包括碳分离装置，碳分离装置的出水口与混凝气浮池的进水口连接。碳分离装置为公开号为CN105477923A的中国专利公开的一种污水处理快速碳分离装置，此碳分离装置与上述专利的快速碳分离装置没有结构上的改变。碳分离装置主要是一级物理强化设备，可高效去除黑臭水体中的泥、渣、砂以及微塑料等悬浮物，其主要由进水口、出水口、悬浮物排出口与滤带等部分组成。同时，碳分离装置的滤布在运行中处于快速运转状态，使所处理污水中溶氧量大大提高，污水中的氧化还原电位(ORP)随之大幅度提高。先采用碳分离装置处理黑臭水体，之后再采用混凝气浮池处理能够更好的除去黑臭水体中的悬浮物或乳状污染物，便于之后黑臭水处理的进行，避免黑臭水中存在悬浮物造成不利影响。

[0035] 上述有机物处理装置包括依次连接的臭氧氧化池3、空气吹脱塔4、水解酸化池5、

好氧生物流化床6，臭氧氧化池3的进水口与混凝气浮池2的出水口连接，好氧生物流化床6的出水端与正渗透装置的活性层侧进水口连接。有机物处理装置还包括用于将好氧生物流化床处理后的上清液回流到水解酸化池的回流装置。回流装置可以采用回流管。

[0036] 该黑臭水A/O正渗透处理系统的处理工艺，包括如下步骤：

[0037] (1)集水池均衡水质：对预处理黑臭废水进行汇集、储存和水质均衡，得到均衡水质黑臭废水。

[0038] (2)混凝气浮池除悬浮杂质：由提升泵将得到的均衡水质黑臭废水提升至混凝气浮池后，投入混凝剂，均衡水质废水中难以沉淀的胶体状悬浮颗粒或乳状污染物转化成絮状物经过气浮工艺，絮状物形成浮渣并被除去。

[0039] (3)臭氧氧化池氧化：经过步骤(2)处理后的黑臭废水进入臭氧氧化池，臭氧氧化能使废水中的偶氮类有机物等环状物部分环或长链分子断裂，大分子物质变成小分子物质，以提高废水可生化性。同时也能将低价硫氧化为二氧化硫。

[0040] (4)空气吹脱塔处理：经过臭氧氧化的废水进入空气吹脱塔，去除大部分氨氮和二氧化硫。

[0041] (5)水解酸化：空气吹脱塔处理后的出水先在水解酸化池内将大分子有机物分解，同时反硝化细菌将回流混合液中$NO_2^-$和$NO_3^-$还原成气态氮化合物N2、N2O。

[0042] (6)好氧生物流化床处理：经过步骤(5)处理的出水进入好氧生物流化床，残留的有机物被进一步氧化，含氮化合物被硝化，得到的上清液，一部分回流到水解酸化池。

[0043] (7)正渗透膜组件分离：将好氧生物流化床流出的另一部分上清液作为原料液进入正渗透膜活性层侧，同时高盐废水经多级闪蒸器处理后的浓缩水作为汲取液进入正渗透膜支撑层侧，汲取液的渗透压远高于原料液，且正渗透膜仅允许水分子通过，因此，仅有黑臭水中的水分子在渗透压的作用下，不断地从正渗透膜的活性层侧进入支撑层侧，被稀释的汲取液进入多级闪蒸系统进行浓缩。

[0044] (8)沉淀池沉淀：被浓缩的原料液进入沉淀池，投加铁盐除磷剂，使除磷剂与被浓缩的黑臭水迅速接触并混合均匀，被浓缩的黑臭水中的磷酸盐与除磷剂反应生成沉淀并去除，使处理的水质达到排放标准，处理后的水质可以排入回收装置中，进行进一步回收利用，回收装置可以为大型罐体、箱体等。采用除磷剂除去黑臭水体中的磷酸盐，不需要增设大型水处理构筑物，简便易行，经济实用。

[0045] (9)多级闪蒸器处理：高盐废水进入多级闪蒸器，浓缩水进入正渗透膜支撑层侧，多级闪蒸器产生的纯水直接排放利用。

[0046] 处理工艺中，各步骤之间通过管道输送水。混凝气浮池除悬浮杂质之前最好先通过碳分离装置除颗粒杂质，再经过混凝气浮池除去胶体状悬浮颗粒剂乳状污染物。使所处理污水中溶氧量大大提高，污水中的氧化还原电位(ORP)随之大幅度提高，便于之后处理黑臭水处理工艺达到更好的效果。

[0047] 以上结合附图对本发明进行了示例性描述。显然，本发明具体实现并不受上述方式的限制。只要是采用了本发明的方法构思和技术方案进行的各种非实质性的改进；或未经改进，将本发明的上述构思和技术方案直接应用于其它场合的，均在本发明的保护范围之内。

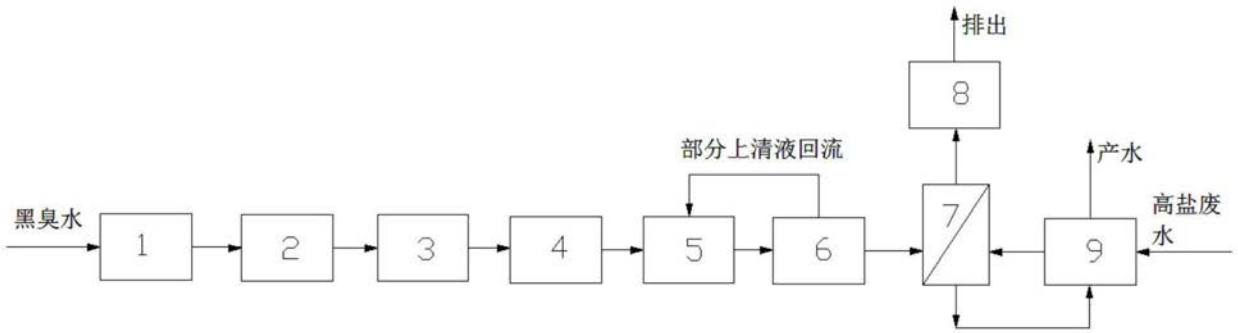



图1