



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106810019 B

(45)授权公告日 2020.07.21

(21)申请号 201710070523.7

(22)申请日 2017.02.09

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106810019 A

(43)申请公布日 2017.06.09

(73)专利权人 山东建筑大学
地址 251200 山东省济南市历城区临港开
发区凤鸣路1000号

(72)发明人 王永磊 刘宝震 王洪波 张克峰
尹萌萌 王宁 徐学信 王文浩
许斐 薛舜

(74)专利代理机构 济南泉城专利商标事务所
37218

代理人 李桂存

(51)Int.Cl.

C02F 9/14(2006.01)

C02F 3/30(2006.01)

C02F 101/10(2006.01)

(56)对比文件

CN 105481191 A,2016.04.13

CN 102491602 A,2012.06.13

CN 102531298 A,2012.07.04

CN 105060489 A,2015.11.18

CN 101792236 A,2010.08.04

CN 104445555 A,2015.03.25

KR 20160017818 A,2016.02.17

审查员 方麒先

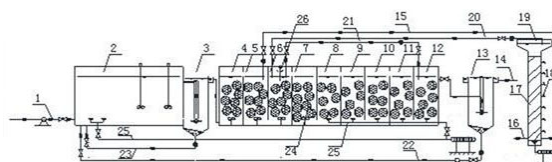
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54)发明名称

一种强化除磷与污泥减量型污水处理工艺

(57)摘要

本发明涉及一种强化除磷与污泥减量型污水处理工艺,污水进入前置污泥减量单元,然后以逆向流流态,斜对角方式,反复逆流进入主反应器处理过程,依次流经厌氧区、缺氧区和好氧区进行生化反应处理,出水进入二沉池静置,二沉池下部污泥经污泥外回流管回流至前置污泥减量单元,处理完成后的污水经二沉池上部出水管排出;同时,厌氧区上清液进入侧流化学结晶柱进行磷的化学结晶去除,除磷后清液回流到缺氧区。本发明污水处理工艺采用装置安装方便,操作简捷,性能可靠稳定,处理效果良好且运行成本低。工艺流态为混合流态,生物载体为悬浮式填料,无需支撑固定,使用方便,能够达到较好的污水脱氮、除磷、磷回收和污泥减量效果。



1. 一种强化除磷与污泥减量型污水处理工艺,其特征在於,包括以下步骤:

整体处理:污水由进水管进入前置污泥减量单元,先停留3~5h后,进入污泥减量单元的初沉池,停留1h,然后以逆向流流态,斜对角方式,反复折流进入主反应器处理过程,依次流经厌氧区、缺氧区和好氧区进行生化反应处理,总水力停留时间HRT为7~10h,厌氧区、缺氧区和好氧区体积比为1:1:2.5,好氧区出水进入二沉池静置,经20~30d排放二沉池剩余污泥,经污泥外回流管回流至前置污泥减量单元,参加新引入的污水循环处理过程,处理完成后的污水经二沉池上部出水管排出;同时,厌氧区上清液进入侧流化学结晶柱进行磷的化学结晶去除,除磷后清液回流到缺氧区;各处理单元具体运行如下:

①前置污泥减量单元:

所述前置污泥减量单元包括由曝气、缺氧和厌氧生物絮凝形成的预处理区,预处理区后设置有初沉池,预处理区的前端设有进水管,预处理区的上部与初沉池上部相连通,且预处理区底部与初沉池底部设有污泥内回流管,预处理区和初沉池形成内循环回流管路;

前置污泥减量单元预处理区与初沉池污泥回流相结合,利用长泥龄污泥实现污泥原位减量;污水在前置污泥减量单元预处理区中与二沉池回流污泥混合后,以推流式流态依次通过前段曝气、后段缺氧和厌氧生物絮凝处理,回流污泥带来的微生物在交替厌氧缺氧环境中,通过胞溶水解和解耦联作用减少污泥量,同时生成小分子和易降解有机物,并为后续的生化反应提供充足的碳源;微生物还通过吸附絮凝作用吸附污水中的悬浮物和小颗粒物,降低进水的悬浮物质,提高后续可生化性;然后污水进入预处理区后设置的初沉池,形成初沉污泥,初沉污泥回流至预处理区再吸附沉淀;

②主反应器处理过程:

所述厌氧区由2个或多个厌氧池串联,缺氧区由2个或多个缺氧池串联,好氧区由2个或多个好氧池串联而成;厌氧池、缺氧池和好氧池内放置球形多孔铁氧化物陶土复合填料;所述缺氧池与厌氧池之间由回流管联通;最后一个好氧池与第一个缺氧池顶部之间设置硝化液内回流管,并在缺氧池顶部的硝化液内回流管处设置活动挡流隔板;所述的好氧池底部设置有曝气管路;

来自前置污泥减量单元初沉池的上部澄清液由底部流入厌氧池,以逆向流流态,斜对角方式,往复折流循环,依次流经厌氧池、缺氧池和好氧池,在水流的带动下,混合液微搅拌进而混合均匀,水流流经球形多孔铁氧化物陶土复合填料,与所述填料表面附着微生物充分接触,带动所述填料处于流离悬浮状态,最后,水流由好氧池侧壁上上部孔洞流出,进入二沉池;

③侧流化学结晶除磷

所述侧流化学结晶柱由结晶反应区和位于其上部的上清液静置区两部分组成;厌氧池上清液经上清液侧流管由底部流入侧流化学结晶柱,以升流式流态通过结晶反应区,结晶反应区内装填铁氧化物钢渣作为晶种,并投加氯化钙,投加浓度为 Ca^{2+} 与P摩尔比为(3~5):1,污水中的高浓度磷酸盐与侧流化学结晶柱结晶反应区中的金属盐反应形成沉淀结晶析出,除磷后的混合液在侧流化学结晶柱顶部上清液静置区停留10~15min,上清液经由结晶上清液回流管回流到缺氧区,侧流化学结晶柱内含磷结晶体通过侧流化学结晶柱侧面的结晶取样口取出;

步骤②中,所述的球形多孔氧化铁陶土复合填料,球形,直径8cm,由外部铁氧化物陶土

外壳和内部悬浮填料构成；所述的铁氧化物陶土外壳包括PVC注塑支架以及在支架表面粘附的铁氧化物陶土，直径8cm，表面呈多孔状，孔隙率65%；内部悬浮填料，由填料旋转轴支撑，由多孔外壳内部包裹PVC材质圆形网状结构构成，直径5cm，内部悬浮填料绕旋转轴可旋转。

2. 根据权利要求1所述的强化除磷与污泥减量型污水处理工艺，其特征在于：采用多步骤强化厌氧释磷：缺氧池的硝化液内回流管处的活动挡流隔板阻碍回流硝化液扩散到厌氧池，降低抑制释磷作用；前置污泥减量单元缺氧/厌氧环境，消耗硝酸根，降低抑制释磷作用；高浓度混合液和长泥龄污泥提高挥发性脂肪酸等易生化碳源浓度，强化后续厌氧池释磷作用；设置厌氧池上清液侧流管，上清液按照比例流入侧流化学结晶柱，生物和化学复合除磷提高除磷效果。

3. 根据权利要求1所述的强化除磷与污泥减量型污水处理工艺，其特征在于：

步骤①中，所述的曝气，曝气量为2~3mg/L；前置污泥减量单元污泥浓度为8g/L。

4. 根据权利要求1所述的强化除磷与污泥减量型污水处理工艺，其特征在于：步骤②中，污水在厌氧区、缺氧区和好氧区停留时间比为 1:1:5，总停留时间为7h；厌氧区由2个厌氧池串联、缺氧区由2个缺氧池串联、好氧区由5个好氧池串联而成；溶解氧量控制在厌氧池0mg/L、缺氧池0.2mg/L、5个好氧池依次为5 mg/L、2 mg/L、3.6 mg/L、1.5 mg/L、2mg/L。

5. 根据权利要求1所述的强化除磷与污泥减量型污水处理工艺，其特征在于：步骤②中，所述的球形多孔铁氧化物陶土复合填料，在好氧池的装填体积比为40~60%，在厌氧池和缺氧池的装填体积比为90~100%。

6. 根据权利要求1所述的强化除磷与污泥减量型污水处理工艺，其特征在于：步骤②中，所述的好氧池为好氧/限氧曝气模式，好氧池硝化液经硝化液内回流管回流到缺氧池，回流比例200%；二沉池采用单侧溢流出水，每20d排放一次剩余污泥。

7. 根据权利要求1所述的强化除磷与污泥减量型污水处理工艺，其特征在于：

步骤③中，所述沉淀结晶析出，以反冲洗方式回收所述含磷结晶体，反冲洗水由侧流化学结晶柱底部设置的化学药剂投加口进入，由结晶取样口回收反冲洗水；反冲洗时间为每间隔20d反冲洗一次侧流化学结晶柱，回收所述含磷结晶体。

8. 根据权利要求1所述的强化除磷与污泥减量型污水处理工艺，其特征在于：步骤③中，所述的厌氧池上清液按照30~40%的比例流入侧流化学结晶柱；

厌氧池由于聚磷菌释磷作用，上清液中磷浓度较高，将30~40%的富磷上清液引入侧流化学结晶柱中，投加钙盐化学药剂形成所述含磷结晶体，所述含磷结晶体通过侧流化学结晶柱侧面的结晶取样口收集用以后续的磷回收，所述上清液回流到缺氧区；所述的侧流化学结晶柱下部设有曝气口，充入的气体使混合液中CO₂溢出，保持侧流化学结晶柱混合液维持在碱性环境。

9. 根据权利要求1所述的强化除磷与污泥减量型污水处理工艺，其特征在于：步骤③中，所述铁氧化物钢渣为改性含铁氧化物钢渣，制备方法为取粒度为3~5mm的钢渣颗粒，按照钢渣与含铁氧化物粉末、陶土质量比为10:1:1加入含铁氧化物粉末和陶土混合，制成5mm球形颗粒；然后按固液比0.8加入到NaOH、磷酸盐、CaCl₂的混合水溶液中，溶液中NaOH 浓度为6mol/L，Ca²⁺浓度为1mol/L，Ca²⁺与P摩尔比为3:1，100°C反应6h，过滤即得。

一种强化除磷与污泥减量型污水处理工艺

技术领域

[0001] 本发明属于污水处理技术领域,涉及一种强化除磷与污泥减量型污水处理工艺。

背景技术

[0002] 高含氮、磷污水的排放会大量消耗水体氧气,造成水体富营养化,甚至产生毒性。因此,去除污水中生物有机物质,尤其是利用生物方式去除,对于水环境的保护至关重要。目前主流的污水除磷技术主要是物理、化学和生物方法的单独使用和结合强化。物理除磷方法已经被证实是一种较为昂贵的处理方法,例如电解析和反渗透技术,但这些技术效率低,去除率仅为10%。化学除磷技术则会带来较为高昂的化学药剂消耗,并产生大量的化学污泥,这又与目前的减少污水处理中的剩余污泥产量发展方向相悖。生物处理技术在理论上可以达到98%的总磷去除率,但在实际的污水处理中,又存在聚磷菌与其他菌种尤其是发硝化菌争抢有机物的竞争关系,生活污水普遍碳源偏低等限制因素,其实际处理效率也不高。并且生物处理的最终除磷方式也是依靠排除高浓度含磷污泥,故依然存在剩余污泥过大的问题,增加了污水处理的成本。但相比之下,生物除磷方法较之物理和化学方法,其经济效益更好,运行操作更为简便,在降低出水总磷含量,控制水体富营养化方面也行之有效,所以是目前大多数污水处理厂最主流的除磷方式。

[0003] 传统的生物除磷过程主要是依靠聚磷菌完成的,包括两个过程:厌氧环境中聚磷菌利用分解体内磷粒释放的能量,将挥发性脂肪酸转换成PHB储存在体内;好氧或者缺氧环境中聚磷菌分解体内的PHB产生能量用于自身细胞生长以及过量吸收水中的磷合成磷粒储存在细胞内,随着排除多余的富含聚磷菌的污泥完成除磷。目前,越来越严格的污水厂出水氮、磷和COD限值,远远超过了现有活性污泥工艺的处理能力,亟待对现有工艺的升级与发展。

[0004] 基于传统A²O处理系统的生物膜填料处理工艺是一种高效的污水处理技术,能使生活污水处理后出水达到较高的水质。生物膜处理工艺有效避免了传统活性污泥处理方法的缺点,如抗冲击负荷差,容易产生污泥膨胀,剩余污泥产量大等,在提高污水处理脱氮除磷效率,尤其是在处理厂升级改造空间和资金有限的情况下,是一种新兴有前景的处理工艺。

[0005] 生物膜处理工艺在污水处理方面主要优势有:降低剩余污泥产量;更高的有机物负荷率;降低悬浮固体(SS)浓度;更高的溶解氧传递效率;活性微生物生物量更高更丰富;由于生物膜依附于填料存在,从外而内形成溶解氧浓度差,有助于同步硝化反硝化和同步脱氮除磷反应的发生;生物填料较大的比表面积提高了附着生物传输率以及微生物对冲击负荷和有毒物质的抵抗能力。生物膜法在脱氮除磷方面也有一些劣势,例如,在目前国内生活污水多为低碳源情况下,碳源含量制约生物除磷效率;生物膜法较低的污泥产量也不利于磷的去除以及后续磷的回收与利用,为污水厂能量自给自足提供可能。

[0006] 除此以外,常规污水处理工艺产生大量的剩余污泥,剩余污泥的处置费用在污水厂运行费用中占很大比例。这严重制约了污水处理的可持续发展,尤其是污水处理厂向能

量自给自足甚至能源外供性污水处理转型发展。而控制剩余污泥的产生又与目前污水生物脱氮除磷工艺想矛盾,大量的剩余污泥又蕴含可二次利用的巨大潜能。

[0007] 综上所述,如何在污水处理过程中消减污泥产生量,同时提高脱氮除磷的效果,尤其是低碳氮比污水的脱氮除磷效果成为了迫切需要解决的问题。研发新型的污泥减量与强化脱氮除磷耦合技术及其工艺系统,对我国污水处理事业的发展具有重大的意义。

发明内容

[0008] 本发明针对现有污水处理技术存在的污水处理流程长、污泥产量大、氮磷去除效率不高、应对异常进水抗冲击能力弱以及处理成本高等问题,设计了一种强化除磷与污泥减量型污水处理工艺,本发明工艺集生物絮凝沉淀、主流生物除磷耦合侧流化学除磷、同步硝化反硝化脱氮、污泥原位减量于一体,能够应对短时间高浓度有机负荷,同时具有污泥产量小、脱氮除磷效果好、抗冲击能力强、处理流程简单等优点,是一种可有效应对异常进水的城市污水处理工艺。

[0009] 一种强化除磷与污泥减量型污水处理工艺,包括以下步骤:

[0010] 整体处理:污水由进水管进入前置污泥减量单元,先停留3~5h后,进入前置污泥减量单元的初沉池,停留1h;然后以逆向流流态,斜对角方式,反复折流进入主反应器处理过程,依次流经厌氧区、缺氧区和好氧区进行生化反应处理,总水力停留时间7~10h,厌氧区、缺氧区和好氧区体积比为1:1:2.5,好氧区出水进入二沉池静置,经20~30d排放二沉池剩余污泥,二沉池下部污泥经污泥外回流管回流至前置污泥减量单元,参加新引入的污水循环处理过程,处理完成后的污水经二沉池上部出水管排出;同时,厌氧区上清液进入侧流化学结晶柱进行磷的化学结晶去除,除磷后清液回流到缺氧区;各处理单元具体运行如下:

[0011] ①前置污泥减量单元:

[0012] 所述前置污泥减量单元包括由曝气、缺氧和厌氧生物絮凝形成的预处理区,预处理区后设置有初沉池,预处理区的前端设有进水管,预处理区的上部与初沉池上部相连通,且预处理区底部与初沉池底部设有污泥内回流管,预处理区和初沉池形成内循环回流管路;

[0013] 前置污泥减量单元预处理区与初沉池污泥回流相结合,利用长泥龄污泥实现污泥原位减量;污水在前置污泥减量单元预处理区中与二沉池回流污泥混合后,以推流式流态依次通过前段曝气、后段缺氧和厌氧生物絮凝处理,回流污泥带来的微生物在交替厌氧缺氧环境中,通过胞溶水解和解耦联作用减少污泥量,同时生成小分子和易降解有机物,并为后续的生化反应提供充足的碳源;微生物还通过吸附絮凝作用吸附污水中的悬浮物和小颗粒物质,降低进水的悬浮物质,提高后续可生化性;然后污水进入预处理区后设置的初沉池,形成初沉污泥,初沉污泥回流至预处理区再吸附沉淀;

[0014] ②主反应器处理过程:

[0015] 所述厌氧区由2个或多个厌氧池串联,缺氧区由2个或多个缺氧池串联,好氧区由2个或多个好氧池串联而成;厌氧池、缺氧池和好氧池内放置球形多孔铁氧化物陶土复合填料;所述缺氧池与厌氧池之间由回流管联通;最后一个好氧池与第一个缺氧池顶部之间设置硝化液内回流管,并在缺氧池顶部的回流管处设置活动挡流隔板;所述的好氧池底部设置有曝气管路;

[0016] 来自前置污泥减量单元初沉池上部的澄清液由底部流入厌氧池,以逆向流流态,斜对角方式,往复折流循环,依次流经厌氧池、缺氧池和好氧池,在水流的带动下,混合液微搅拌进而混合均匀,水流流经球形多孔铁氧化物陶土复合填料,与填料表面附着微生物充分接触,带动填料处于流离悬浮状态,最后,水流由好氧池侧壁上部孔洞流出,进入二沉池;

[0017] ③侧流化学结晶除磷

[0018] 所述侧流化学结晶柱由结晶反应区和位于其上部的上清液静置区两部分组成;厌氧池上清液经上清液侧流管由底部流入侧流化学结晶柱,以升流式流态通过结晶反应区,结晶反应区内装填铁氧化物钢渣作为晶种,并投加氯化钙,投加浓度为 Ca^{2+} 与P摩尔比为(3~5):1,污水中的高浓度磷酸盐与侧流化学结晶柱结晶反应区中的金属盐反应形成沉淀结晶析出,除磷后的混合液在侧流化学结晶柱顶部上清液静置区停留10~15min,上清液经由结晶上清液回流管回流到缺氧区,侧流化学结晶柱内结晶体通过侧流化学结晶柱侧面的结晶取样口取出。

[0019] 上述本发明强化除磷与污泥减量型污水处理工艺,采用多步骤强化厌氧释磷:硝化液内回流点活动隔板阻碍回流硝化液扩散至厌氧池,降低抑制释磷作用;前置污泥减量单元缺氧/厌氧环境,消耗硝酸根,降低抑制释磷作用;高浓度混合液和长泥龄提高挥发性脂肪酸等易生化碳源浓度,强化后续厌氧池释磷作用;增加厌氧池上清液侧流点,上清液按照比例流入侧流化学除磷结晶柱,生物和化学复合除磷提高除磷效果。步骤①中,所述的曝气,曝气量优选2~3mg/L;

[0020] 进一步地:

[0021] 步骤①中,前置污泥减量单元污泥浓度优选8g/L,高负荷污泥浓度具有快速吸附、水解、消解有机物功能,可降解回流污泥中的有机物以及微生物死亡产生的惰性物质。活性污泥水解在一定程度上可以增加新的细胞,同时还会产生一部分有价值的额外碳源。在整个前置污泥减量单元中,混合污泥只做污泥循环回流,不进行排泥,理论上污泥龄趋于无限长,对于世代时间长的微生物(如反硝化菌等无机化能自养微生物)成为优势菌种,同时还能完成磷的去除。

[0022] 步骤②中,污水在厌氧区、缺氧区和好氧区停留时间比为1:1:5,总停留时间优选7h;优选地,厌氧区由2个厌氧池串联、缺氧区由2个缺氧池串联、好氧区由5个好氧池串联而成;溶解氧量控制在厌氧池0mg/L、缺氧池0.2mg/L、5个好氧池依次为5 mg/L、2 mg/L、3.6 mg/L、1.5 mg/L、2mg/L;

[0023] 步骤②中,所述的球形多孔铁氧化物陶土复合填料,好氧池的装填体积比为40~60%,厌氧池和缺氧池的装填体积比为90~100%;

[0024] 步骤②中,优选地,所述的球形多孔氧化铁陶土复合填料,球形,直径8cm,由外部铁氧化物陶土外壳和内部悬浮填料构成。所述的铁氧化物陶土外壳包括PVC注塑支架以及在支架表面粘附的铁氧化物陶土,直径8cm,表面呈多孔状,孔隙率65%;内部悬浮填料,由填料旋转轴支撑,由多孔外壳内部包裹PVC材质圆形网状结构构成,直径5cm,内部悬浮填料绕旋转轴可旋转。

[0025] 步骤②中,所述的好氧池优选好氧/限氧曝气模式,好氧池硝化液经回流管回流到缺氧池的回流点,回流比例200%;二沉池采用单侧溢流水,每20d排放一次剩余污泥。

[0026] 步骤③中,所述沉淀结晶析出,以反冲洗方式回收磷结晶体,反冲洗水由侧流化学

结晶柱底部设置的化学药剂投加口进入,由结晶取样口回收反冲洗水。反冲洗时间为每隔20~30d反冲洗一次结晶柱,回收磷晶体。

[0027] 步骤③中,所述的厌氧池上清液按照30~40%的比例流入侧流化学结晶柱。厌氧池由于聚磷菌释磷作用,上清液中磷浓度较高,将30~40%的富磷上清液引入侧流化学结晶柱中,投加钙盐等化学药剂形成化学含磷结晶体,含磷结晶体通过侧流化学结晶柱侧面的结晶取样口收集用以后续的磷回收,沉淀上清液回流到缺氧区。

[0028] 步骤③中,所述的侧流化学结晶柱下部设有曝气口,充入的气体使混合液中CO₂溢出,保持侧流化学结晶柱混合液维持在碱性环境。

[0029] 步骤③中,所述铁氧化物钢渣优选为改性含铁氧化物钢渣,制备方法为取粒度为3~5mm的钢渣颗粒,按照钢渣与含铁氧化物粉末、陶土质量比为10:1:1加入含铁氧化物粉末和陶土混合,制成5mm球形颗粒;然后按固液比0.8加入到NaOH、磷酸盐、CaCl₂的混合水溶液中,溶液中NaOH浓度为6mol/L,Ca²⁺浓度为1mol/L,Ca²⁺与P摩尔比为3:1,100°C反应6h,过滤即得。

[0030] 本发明强化除磷与污泥减量型污水处理工艺,厌氧池上清液TP浓度为10~12.5 mg/L,侧流化学结晶柱上部静置区出水TP浓度0.12 mg/L,回流后最终反应器出水TP:0.15~0.5,去除率90%。

[0031] (一)本发明工艺设计原理

[0032] 本发明主要是在现有A²O工艺的基础上,将长污泥龄污泥原位减量、侧流除磷和生物絮凝沉淀有机结合,是在A²O工艺的基础上,前置生物絮凝池和长污泥龄污泥过程减量单元,设置了由二沉池到前置污泥减量单元的回流点,不再外排剩余污泥,即剩余污泥为零;增加曝气池到缺氧池的内回流点活动隔板,内回流由缺氧池顶部进入,与反应器水流态逆向混合后在缺氧池内部进行反硝化反应,以此避免水流扩散造成对厌氧池的影响;增加缺氧池上清液至厌氧池回流点,为厌氧池提供更多的易降解有机物和释磷所需挥发性脂肪酸;增加厌氧池上清液侧流点,上清液按照比例流入侧流化学结晶柱,生物和化学复合除磷提高除磷效果;在厌氧池前增加前置污泥减量单元,二沉池沉淀后的污泥全部回流至前置污泥减量单元,进水与回流污泥混合进入前置污泥减量单元,经过减量单元的曝气区域、缺氧区域最后进入厌氧生物絮凝沉淀区后,进入主反应器,由此避免硝酸盐和其他物质对厌氧池的影响,并为厌氧池提供挥发性脂肪酸等易生化碳源,强化释磷作用。生物絮凝沉淀区的沉淀污泥由前置污泥减量单元的内循环回流管路回流至前置污泥减量单元,与进水和二沉池回流污泥混合。由此形成强化生物释磷的混合生物膜耦合污泥减量污水处理装置。

[0033] 本发明强化除磷与污泥减量型污水处理装置,运行过程中,全部回流污泥进入前置污泥减量单元,进水流经前置污泥减量单元后进入主反应器;主反应器中厌氧池上清液按照30%的比例流入侧流化学结晶柱,侧流化学结晶柱上清液回流到缺氧区,顺序流经缺氧池、好氧池和二沉池后流出。前置污泥减量单元中,回流污泥带来大量各种微生物,与进水混合后,在该处理阶段SRT长,微生物多处于减速生长期和内源呼吸区,微生物在交替厌氧缺氧环境中通过胞溶水解和解耦联等作用减少污泥量,同时生成小分子和易降解有机物如挥发性脂肪酸等,为后续的生化反应提供充足的碳源;微生物的吸附絮凝作用可以吸附水中的悬浮物和小颗粒物质,降低进水的SS,提高后续可生化性。前置污泥减量单元污泥浓度高,一般控制在8g/L左右,如此高负荷污泥浓度具有快速吸附、水解、消解有机物功能,降

解回流污泥中的有机物以及微生物死亡产生的惰性物质。活性污泥水解在一定程度上可以增加新的细胞,同时还会产生一部分有价值的额外碳源。在整个前置污泥减量单元中,混合污泥只做污泥循环回流,不进行排泥,理论上污泥龄趋于无限长,对于世代时间长的微生物如反硝化菌等无机化能自养微生物成为优势菌种,同时还能完成磷的去除。而从整个处理装置来看,前置污泥减量单元的出水又是主反应器的进水,主反应器定期排放剩余污泥到前置污泥减量单元,以保证好氧区正常稳定进行,污泥的循环以保证聚磷菌良好的除磷能力。从生物量角度,进入好氧区的有机负荷降低,污泥产量相对减少,有利于硝化菌的富集,进而提升脱氮效率。

[0034] 当剩余污泥进入前置污泥减量单元经过水解酸化后,颗粒状的剩余污泥被大量的水解细菌截留和吸附,在水解细菌的作用下,以多糖和氨基酸等物质构成的黏胶液被水解,菌胶团解体为分散的活性细胞,并为水解细菌所包围。随后,构成细菌细胞壁的肽聚糖被水解细菌断键分解,细胞壁被打开,从而使细胞死亡裂解。细胞壁的破裂使内含的细胞物质释放出来,其中包含溶解性物质和非溶解性物质。非溶解性细胞物质在水解细菌的作用下被进一步水解为溶解性物质,并随系统中的溶解性物质被产酸降解为小分子的脂肪酸和 H_2 、 CO_2 等无机物。经过这一复杂的作用过程,剩余污泥得到有效的溶解,其复杂的有机组成转化为简单的小分子有机物,并进入系统水体中,可以进行进一步的生物处理。

[0035] 另外,前置污泥减量单元丰富的有机物含量、长污泥龄以及缺氧环境有利于反硝化菌的富集,反硝化细菌利用易降解的有机物作为电子供体,利用硝酸盐作为电子受体,获得迅速增值,即反硝化作用,完成脱氮,同时也进一步降低了硝酸盐对于后接厌氧池中聚磷菌释磷的抑制作用,有助于强化释磷。厌氧池由于聚磷菌释磷作用,上清液中磷浓度较高,将30%的富磷上清液引入侧流化学结晶柱中,投加钙盐等化学药剂形成化学含磷结晶物,含磷结晶物通过结晶取样口收集用以后续的磷回收,沉淀上清液回流到缺氧区。

[0036] 当高浓度有机废水、重金属废水、高无机颗粒废水进入本发明处理装置时,调节进水分配比和污泥回流分配比后,进入前置污泥减量单元,前置污泥减量单元主要作为生物絮凝沉淀池使用,进水中的有机物、重金属、无机胶体或颗粒物、油类迅速与回流污泥混合,在初沉池中,回流污泥吸附沉淀上述物质,生物絮凝沉淀池和初沉池同时具有絮凝、吸附、沉淀及反硝化脱氮功能,起到一级强化处理的作用。经生物预沉处理后的污水再进入厌氧池,进行有机物的生物降解、除磷、脱氮、污泥减量等反应。可将大量高浓度有机物质、无机胶体或颗粒物、油类物质等在进入主反应器前去除,具有抗高负荷冲击的优势,解决了重金属类有毒废水对活性污泥系统的破坏。在初沉池形成初沉污泥,污泥回流,使原剩余污泥在污泥减量单元再次利用,而对于短时间高浓度有机负荷,经吸附沉淀后的污泥可停留至生物絮凝池,当进水恢复正常后,再逐渐启动污泥减量单元搅拌装置,将吸附沉淀大量有机物质的污泥逐步排入后续生物处理单元,达到平衡负荷冲击的作用。

[0037] 污水流态来看,横向上进水依次流经了前置污泥减量单元、主反应器的厌氧池、缺氧池和好氧池,随着液相的流动交替接触好氧、缺氧、厌氧、缺氧和好氧环境,在水流顺序流态上构建了多氧化还原环境。在纵向上由于内置球形多孔铁氧化物陶土复合填料,由填料表面到内部也形成了好氧-缺氧-厌氧的多氧化还原微环境。因此,整个生物反应器无论在整体还是局部,都形成了多样的多氧化还原环境;前置污泥减量单元基于长污泥龄胞溶和解耦联原理,对污泥减量起到强化作用。两种工艺的耦合作用,对污水脱氮除磷以及原位污

泥减量起到了至关重要的作用。

[0038] (二)本发明强化除磷与污泥减量型污水处理工艺技术特点及优势

[0039] 本发明主要是在现有A²O工艺的基础上,将长污泥龄污泥原位减量、侧流除磷和生物絮凝沉淀有机结合,前置生物絮凝池和长污泥龄污泥过程减量单元,设置了由二沉池到前置污泥减量单元的回流点,不再外排剩余污泥,即剩余污泥为零;增加曝气池到缺氧池的内回流点活动隔板,内回流由缺氧池顶部进入,与主反应器水流态逆向混合后在缺氧池内部进行反硝化反应,以此避免水流扩散造成对厌氧池的影响;增加缺氧池上清液至厌氧池回流点,为厌氧池提供更多的易降解有机物和释磷所需挥发性脂肪酸;增加厌氧池上清液侧流点,上清液按照比例流入侧流化学结晶柱,生物和化学复合除磷提高除磷效果;在厌氧池前增加前置污泥减量单元,二沉池沉淀后的污泥全部回流至前置污泥减量单元,进水与回流污泥混合进入前置污泥减量单元,经过前置污泥减量单元的曝气区域、缺氧区域最后进入厌氧生物絮凝沉淀区后,进入主反应器,由此避免硝酸盐和其他物质对厌氧池的影响,并为厌氧池提供挥发性脂肪酸等易生化碳源,强化释磷作用。生物絮凝沉淀区的沉淀污泥由前置污泥减量单元的内循环回流管路回流至前置污泥减量单元,与进水和二沉池回流污泥混合。

[0040] 本发明污水处理工艺采用装置安装方便,操作简捷,性能可靠稳定,处理效果好且运行成本低。工艺流态为混合流态,生物载体为悬浮式填料,无需支撑固定,使用方便,能够达到较好的污水脱氮、除磷、磷回收和污泥减量效果。

附图说明

[0041] 图1为本发明实施例1强化除磷与污泥减量型污水处理工艺采用装置的剖面图;

[0042] 图1中:1、进水管,2、前置污泥减量单元,3、初沉池,4、厌氧池1#,5、厌氧池2#,6、缺氧池1#,7、缺氧池2#,8、好氧池1#,9好氧池2#,10、好氧池3#,11、好氧池4#,12、好氧池5#,13、二沉池,14、出水管,15、上清液侧流管,16、化学药剂投加口,17、结晶反应区,18、结晶取样口,19、上清液静置区,20、结晶上清液回流管,21、硝化液内回流管,22、污泥外回流管,23、污泥内回流管,24、球形多孔铁氧化物陶土复合填料,25、曝气管路,26、活动挡流隔板;

[0043] 图2为本发明实施例1中水流往复折流流态示意图;

[0044] 图2中:1、进水管;2、前置污泥减量单元;3、初沉池;4、厌氧池1#;5、厌氧池2#;6、缺氧池1#;7、缺氧池2#;8、好氧池1#;9、好氧池2#;10、好氧池3#;11、好氧池4#;12、好氧池5#;13、二沉池;14、出水管;注:箭头代表流动方向;

[0045] 图3为球型多孔铁氧化物陶土复合填料俯视图及剖面图;

[0046] 图3中:27、铁氧化物陶土外壳,28、PVC注塑支架,29、多孔外壳,30、PVC材质圆形网状结构,31、填料旋转轴。

具体实施方式

[0047] 下面根据附图和实施例进一步说明本发明技术方案。

[0048] 实施例1

[0049] 一种强化除磷与污泥减量型污水处理工艺(处理装置如图1所示),处理普通生活污水,采用多步骤强化厌氧释磷:硝化液内回流点活动隔板阻碍回流硝化液扩散造至成厌

氧池,降低抑制释磷作用;前置污泥减量单元缺氧/厌氧环境,消耗硝酸根,降低抑制释磷作用;高浓度混合液和长泥龄提高挥发性脂肪酸等易生化碳源浓度,强化后续厌氧池释磷作用;增加厌氧池上清液侧流点,上清液按照比例流入侧流化学结晶柱,生物和化学复合除磷提高除磷效果。具体包括以下步骤:

[0050] 整体处理:污水由进水管1进入前置污泥减量单元2,先停留3h后,进入前置污泥减量单元2的初沉池3,停留1h;然后以逆向流流态,斜对角方式,反复折流进入主反应器处理过程,依次流经厌氧区、缺氧区和好氧区进行生化反应处理7h,厌氧区、缺氧区和好氧区体积比为1:1:2.5,好氧区出水进入二沉池13静置20d,二沉池13下部污泥经污泥外回流管22回流至前置污泥减量单元2,参加新引入的污水循环处理过程,处理完成后的污水经二沉池13上部出水管14排出;同时,厌氧池2# 5上清液进入侧流化学结晶柱进行磷的化学结晶去除,除磷后清液回流到缺氧池1# 6;各处理单元具体运行如下:

[0051] ① 前置污泥减量单元:

[0052] 所述前置污泥减量单元包括由曝气、缺氧和厌氧生物絮凝形成的预处理区,预处理区后设置有初沉池3,预处理区的前端设有进水管,预处理区的上部与初沉池3上部相连通,且预处理区底部与初沉池3底部设有污泥内回流管23,预处理区和初沉池3形成内循环回流管路;

[0053] 前置污泥减量单元预处理区与初沉池污泥回流相结合,对长泥龄实现污泥原位减量;污水在前置污泥减量单元2预处理区中与二沉池13回流污泥混合后,混合后污泥浓度8g/L,以推流式流态依次通过前段曝气(曝气量2~3mg/L)、后段缺氧和厌氧生物絮凝形成的预处理区,回流污泥带来的微生物在交替厌氧缺氧环境中,通过胞溶水解和解耦联作用减少污泥量,同时生成小分子和易降解有机物,并为后续的生化反应提供充足的碳源;微生物还通过吸附絮凝作用吸附污水中的悬浮物和小颗粒物,降低进水的悬浮物质,提高后续可生化性;然后污水进入预处理区后设置的初沉池3,形成初沉污泥,初沉污泥回流至预处理区再吸附沉淀;

[0054] ② 主反应器处理过程:

[0055] 厌氧区由2个厌氧池串联(厌氧池1# 4、厌氧池2# 5),厌氧池顶部设有相连的溢流口,缺氧区由2个缺氧池串联(缺氧池1# 6,缺氧池2# 7,) ,好氧区由5个好氧池串联(好氧池1# 8,好氧池2# 9,好氧池3# 10,好氧池4# 11,好氧池5# 12)而成;厌氧池、缺氧池和好氧池内放置球形多孔铁氧化物陶土复合填料,好氧池的装填体积比为40~60%,厌氧池和缺氧池的装填体积比为90~100%;缺氧池与厌氧池之间由回流管联通;好氧池5# 12与缺氧池1# 6顶部之间设置硝化液内回流管21,并在缺氧池1# 6顶部的硝化液内回流管21处设置活动挡流隔板26;所述的好氧池8-12底部设置有曝气管路25;

[0056] 来自前置污泥减量单元初沉池3的上部澄清液由底部流入厌氧池1# 4,以逆向流流态,斜对角方式(由厌氧池1# 4底部进入,逆向流流态升流方式,由斜对角——厌氧池2# 5顶部的空洞——进入厌氧池2#),往复折流循环,在水流的带动下,混合液微搅拌进而混合均匀,水流流经球形多孔铁氧化物陶土复合填料24,与填料表面附着微生物充分接触,带动填料处于流离悬浮状态;污水在厌氧区、缺氧区和好氧区停留时间分别为 1h、1h、5h,溶解氧量控制在厌氧池4-5为0mg/L、缺氧池6-7为0.2mg/L、5个好氧池8-12依次为5 mg/L、2 mg/L、3.6 mg/L、1.5 mg/L、2mg/L;好氧池8-12为好氧/限氧曝气模式,好氧池5# 12硝化液经回

流管回流到缺氧池1# 6的回流点,回流比例200%(回流硝化液助于脱氮,能提高脱氮效率);最后,水流由好氧池5# 12侧壁上部孔洞流出,进入二沉池13;二沉池13采用单侧溢流出水,每20d排放一次剩余污泥;

[0057] ③侧流化学结晶除磷

[0058] 侧流化学结晶柱由结晶反应区17和位于其上部的上清液静置区19两部分组成;厌氧池2#上清液按照30%的比例经上清液侧流管15由底部流入侧流化学结晶柱,以升流式流态通过结晶反应区17,结晶反应区内装填铁氧化物钢渣作为晶种,并从化学药剂投加口16投加氯化钙,投加 Ca^{2+} 浓度为 Ca^{2+}/P 摩尔比为3:1,污水中的高浓度磷酸盐与结晶柱中的金属盐反应形成沉淀结晶析出(以反冲洗方式回收磷晶体,反冲洗水由侧流化学结晶柱底部设置的化学药剂投加口16进入,由结晶取样口18回收反冲洗水;反冲洗时间为每间隔20d反冲洗一次结晶柱,回收磷晶体),除磷后的混合液在结晶柱顶部上清液静置区19停留10 min,上清液经由结晶上清液回流管 20回流到缺氧池1# 6,再经历后续生物除磷进一步去除磷;侧流化学结晶柱内晶体通过侧流化学结晶柱侧面结晶取样口18取出;结晶柱下部还设有曝气口,充入的气体使混合液中 CO_2 溢出,保持结晶柱混合液维持在碱性环境。

[0059] 本实施例步骤③铁氧化物钢渣为改性含铁氧化物钢渣,制备方法为取粒度为3~5mm的钢渣颗粒,按照钢渣与含铁氧化物粉末、陶土质量比为10:1:1加入含铁氧化物粉末和陶土混合,制成5mm球形颗粒;然后按固液比0.8加入到NaOH、磷酸盐、 CaCl_2 的混合水溶液中,溶液中NaOH 浓度为6mol/L, Ca^{2+} 浓度为1mol/L, Ca^{2+} 与P摩尔比为3:1,100°C反应6h,过滤即得。

[0060] 本发明强化除磷与污泥减量型污水处理工艺,厌氧池上清液TP浓度为10~12.5 mg/L,侧流化学结晶柱上部静置区出水TP浓度0.12 mg/L,回流后最终反应器出水TP:0.15~0.5,去除率90%。

[0061] 本发明处理过程中水流往复逆流流态如图2所示;

[0062] 球形多孔铁氧化物陶土复合填料的俯视图及剖面图见图3,图3中,球形多孔氧化铁陶土复合填料为球形,直径8cm,由外部铁氧化物陶土外壳27和内部悬浮填料构成。所述的铁氧化物陶土外壳27包括PVC注塑支架28以及在支架表面粘附的铁氧化物陶土,直径8cm,表面呈多孔状,孔隙率65%;内部悬浮填料,由填料旋转轴31支撑,由多孔外壳29内部包裹PVC材质圆形网状结构30构成,直径5cm,内部悬浮填料绕旋转轴31可旋转。填充球形多孔氧化铁陶土复合填料,MLSS显著提高到能高于5g/L,污泥沉降性显著,生物膜使得污泥龄基于无限长。好氧/限氧曝气模式,促进微生物解耦联反应发生,降低微生物增值进而污泥产率低。两者结合强化,使得剩余污泥表观产率显著降低到0.02 gMLSS /gCOD,甚至更低,污泥减量效果明显。

[0063] 实施例1处理的污水原水为山东建筑大学中水站进水,处理前进水水质(mg/L):COD:220~500;TN:35~55;NH₃-N:20~30;TP:4~5。连续运行90d以上,该装置出水水质(mg/L)稳定在:COD:20~25(去除率93.2%);NH₃-N:2~5(去除率84.1%);TN:8~10(去除率75.4%);TP:0.15~0.3(去除率90%)。连续监测污泥表观产率几乎为0 gMLSS /gCOD,污泥减量达到100%。

[0064] 与之相比,未应用该工艺的山东建筑大学中水站(采用A2O工艺)的出水水质(mg/L)为:COD:25~30;NH₃-N:3;TN: 10;TP:0.3,剩余污泥表观产率0.4 gMLSS /gCOD。

[0065] 实施例2

[0066] 一种强化除磷与污泥减量型污水处理工艺,处理高有机负荷污水,包括以下步骤:

[0067] 整体处理:当进水为高有机负荷污水时,如雨天过后水质突然变化,调节前置污泥减量单元水力停留时间到5h。延长的停留时间,使得前置污泥减量单元既起到污泥减量作用时,又能有效降低高有机负荷,次作用能消弱污水对于后部反应器冲击,影响处理效果。其余运行操作同实施例1。

[0068] 实施例2处理污水为暴雨后山东建筑大学中水站进水,处理前进水水质(mg/L):COD:600 mg/L左右,SS陡升1000mg/L左右,悬浮固体增多。经过前置污泥减量单元后,COD降低到400 mg/L左右,SS降低,悬浮固体几乎为零,恢复到平时进水水质。

[0069] 出水水质(mg/L)稳定在:COD:20~25(去除率93.2%);NH₃-N:2~5(去除率84.1%);TN:8~10(去除率75.4%);TP:0.15~0.3(去除率90%)。连续监测污泥表观产率几乎为0 gMLSS /gCOD,污泥减量达到100%。

[0070] 与之相比,实施例2污水采用A20工艺处理后(即目前山东建筑大学中水站采用的A20工艺)的出水水质(mg/L)为:COD:25~30;NH₃-N:3;TN: 10;TP:0.3,剩余污泥表观产率0.4 gMLSS /gCOD。

[0071] 由此上述实施例1、2结果对比可知,本发明装置处理效果尤其是除磷效率和污泥减量效率较目前现有的A²O工艺有显著提高。

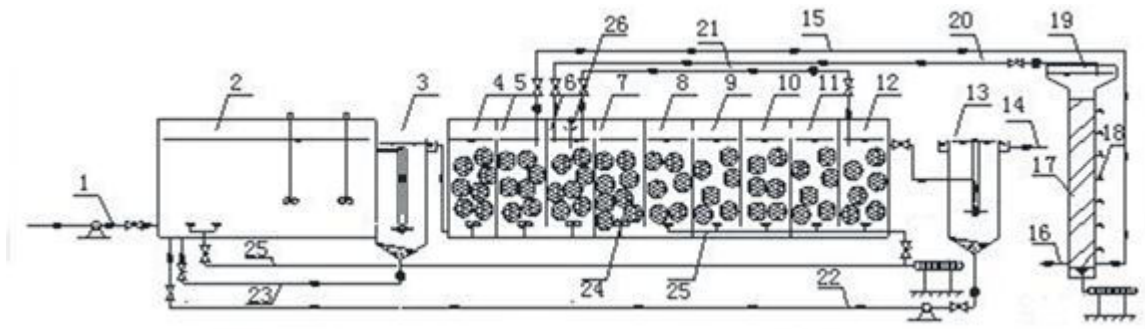


图1

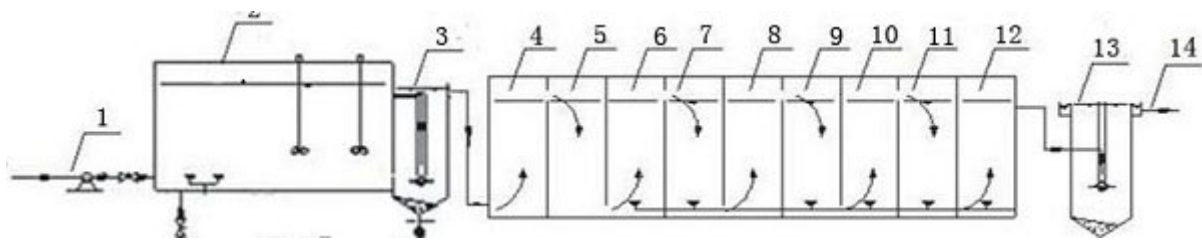


图2

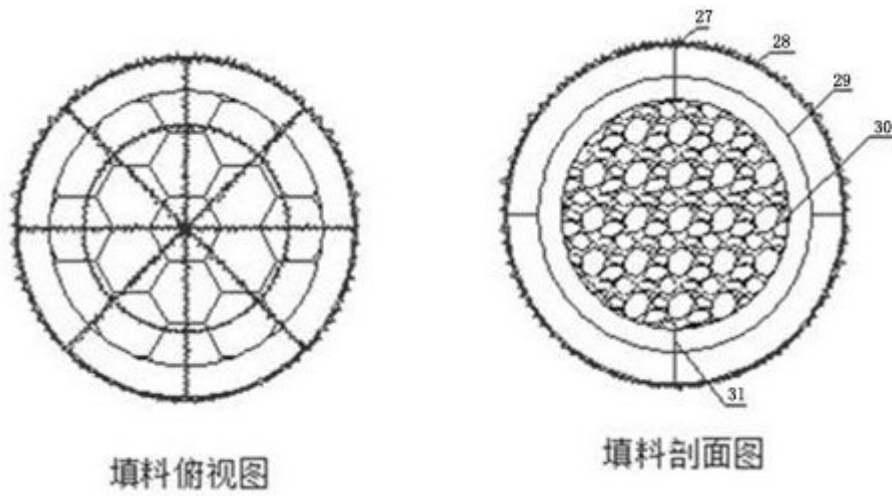


图3