



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110386725 A

(43)申请公布日 2019.10.29

(21)申请号 201910652551.9

(22)申请日 2019.07.19

(71)申请人 青岛思普润水处理股份有限公司  
地址 266500 山东省青岛市黄岛区延河路  
155号

(72)发明人 吴迪 郑临奥 夏超 苏丹丹

(74)专利代理机构 青岛智地领创专利代理有限  
公司 37252

代理人 张红凤

(51) Int. Cl.

C02F 9/14(2006.01)

C02F 101/30(2006.01)

C02F 101/16(2006.01)

C02F 101/10(2006.01)

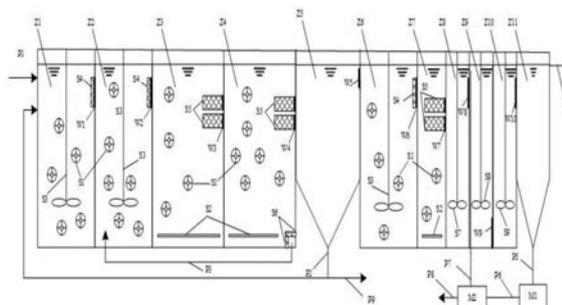
权利要求书3页 说明书10页 附图1页

## (54)发明名称

一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统与方法

## (57)摘要

本发明公开了一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统与方法,涉及污水净化处理领域。包括反应器,反应器通过MBBR与磁分离沉淀二者结合的方式对污水进行处理,该反应器包括依次连通的厌氧池、第一缺氧池、第一好氧池、第二好氧池、二沉池、第二缺氧池、第三好氧池、加药混合池、磁种加载池、絮凝反应池及终沉池;还包括磁粉分离装置和磁粉回收装置,磁粉分离装置与终沉池的出泥管连接,磁粉回收装置分别与磁粉分离装置、磁种加载池及厌氧池连接,在第二好氧池与第一缺氧池之间连接有硝化液回流管,在二沉池与厌氧池之间连接有污泥回流管。本发明通过将MBBR与磁分离技术二者结合,实现了污染物全指标高效处理,出水水质指标可达类地表IV类水标准。



1. 一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统,其包括反应器,其特征在于:所述的反应器通过MBBR与磁分离沉淀二者结合的方式对污水进行处理,所述的反应器包括依次连通的厌氧池、第一缺氧池、第一好氧池、第二好氧池、二沉池、第二缺氧池、第三好氧池、加药混合池、磁种加载池、絮凝反应池及终沉池;

还包括磁粉分离装置和磁粉回收装置,所述的磁粉分离装置与所述的终沉池的出泥管连接,所述的磁粉回收装置分别与磁粉分离装置、磁种加载池连接;

在所述的厌氧池、第一缺氧池、第一好氧池、第二好氧池、第二缺氧池、第三好氧池内均投加有悬浮载体;

在所述的厌氧池、第一缺氧池、第二缺氧池内设置有悬浮载体专用的第一搅拌器;所述第一好氧池、第二好氧池、第三好氧池内设置有穿孔管曝气器,所述加药混合池、磁种加载池、絮凝反应池内依次设置有第二搅拌器、第三搅拌器、第四搅拌器;

所述的厌氧池连接有进水管,所述的终沉池连接有出水管;

所述的二沉池连接有MBBR污泥排放管,所述终沉池连接有磁分离污泥排放管;

所述第二好氧池与第一缺氧池之间连接有硝化液回流管,位于第二好氧池的一端作为进水口,位于第一缺氧池的一端作为出水口;所述的二沉池与所述的厌氧池之间连接有污泥回流管,位于二沉池的一端作为进泥口,位于厌氧池的一端作为出泥口;所述的MBBR污泥排放管与所述的污泥回流管共用部分管道。

2. 根据权利要求1所述的一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统,其特征在于:相邻的池体之间通过隔板分隔,在所述的隔板上均设置有保持相邻池体连通的过水口,包括位于厌氧池与第一缺氧池之间隔板上的厌氧池过水口、位于第一缺氧池与第一好氧池之间隔板上的第一缺氧池过水口、位于第一好氧池与第二好氧池之间隔板上的第一好氧池过水口、位于第二好氧池与二沉池之间隔板上的第二好氧池过水口、位于二沉池与第二缺氧池之间隔板上的二沉池过水口、位于第二缺氧池与第三好氧池之间隔板上的第二缺氧池过水口、位于第三好氧池与加药混合池之间隔板上的第三好氧池过水口、位于加药混合池与磁种加载池之间隔板上的加药混合池过水口、位于磁种加载池与絮凝反应池之间隔板上的磁种加载池过水口及位于絮凝反应池与终沉池之间隔板上的絮凝反应池过水口。

3. 根据权利要求2所述的一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统,其特征在于:在所述的厌氧池过水口的前方、所述第一缺氧池过水口的前方、所述第二缺氧池过水口的前方均设置有厌氧池拦截筛网,所述的厌氧池拦截筛网为平板筛网,所述的厌氧池拦截筛网的上沿在运行水位以下30cm,下沿高于运行水位的一半,所述的运行水位,其与所述的出水管的下沿安装高度相同。

4. 根据权利要求2所述的一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统,其特征在于:在所述的第一好氧池过水口的前方、所述的第二好氧池过水口的前方、所述的第三好氧池的过水口的前方均设置有好氧池拦截筛网,所述的好氧池拦截筛网为滚筒筛网,所述的好氧池拦截筛网的上沿在运行水位的65%以下,下沿高于运行水位的35%,所述的运行水位,其与所述的出水管的下沿安装高度相同。

5. 根据权利要求1所述的一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统,其特征在于:所述的磁粉分离装置与所述的磁粉回收装置之间通过进泥管连接,所述的磁粉回收装置与所述的磁种加载池之间通过磁种回流管连接。

6. 根据权利要求1所述的一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统,其特征在于:所述的悬浮载体密度为 $0.95-1.04\text{g}/\text{cm}^3$ ,空隙率 $>90\%$ ;位于厌氧池内的悬浮载体密度为 $0.95-0.97\text{g}/\text{cm}^3$ ,第一缺氧池、第二缺氧池内的悬浮载体密度为 $1.02-1.04\text{g}/\text{cm}^3$ ,悬浮载体有效比表面积为 $300-620\text{m}^2/\text{m}^3$ ;位于第一好氧池内的悬浮载体密度为 $0.95-0.97\text{g}/\text{cm}^3$ ,位于第二好氧池和第三好氧池内的悬浮载体密度为 $0.97-0.99\text{g}/\text{cm}^3$ ,位于第一好氧池和第三好氧池内的悬浮载体有效比表面积为 $450-800\text{m}^2/\text{m}^3$ ,位于第二好氧池内的悬浮载体有效比表面积为 $620-1200\text{m}^2/\text{m}^3$ 。

7. 根据权利要求1所述的一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统,其特征在于:所述的硝化液回流管的进水口处设置有硝化液回流拦截筛网,所述的硝化液回流拦截筛网为平板筛网,所述的穿孔管曝气器的开口方向朝下,开口孔径为 $4-6\text{mm}$ ,安装高度位于池底以上 $30\text{cm}$ 。

8. 根据权利要求2所述的一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统,其特征在于:所述的二沉池过水口、加药混合池过水口、絮凝反应池过水口的上沿在运行水位以下 $30\text{cm}$ ,所述的磁种加载池过水口下沿与所述的磁种加载池的池底持平。

9. 一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理方法,其特征在于:其采用权利要求1-8任一项所述的一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统,所述的处理方法依次包括以下步骤:

a、待处理污水首先进入厌氧池,二沉池回流的活性污泥利用污水中有机物完成携带的硝酸盐去除和厌氧释磷,悬浮载体上附着生长的微生物完成对来水中碳源的水解,迅速增加了污水中优质快速碳源如挥发性脂肪酸的浓度;

b、厌氧池出水进入第一缺氧池,通过活性污泥和悬浮载体上附着生长的反硝化细菌完成对回流硝化液携带的硝酸盐去除,同时消耗原水部分有机物;

c、第一缺氧池出水进入第一好氧池,通过活性污泥和悬浮载体上附着生长的好氧异养菌完成原水有机物的去除,通过悬浮载体上附着生长的硝化细菌完成少量氨氮的去除;

d、第一好氧池出水进入第二好氧池,通过活性污泥完成剩余有机物的去除,通过悬浮载体上附着生长的硝化细菌完成剩余氨氮的去除;

e、第二好氧池出水进入二沉池,完成泥水分离,沉降后的污泥通过污泥回流管回流至厌氧池,剩余污泥通过MBBR污泥排放管排放,二沉池出水氨氮 $<1.5\text{mg}/\text{L}$ ,SS $<100\text{mg}/\text{L}$ ;

f、二沉池出水进入第二缺氧池,通过悬浮载体上附着生长的反硝化细菌完成总氮的进一步去除,反硝化所需有机物通过外投碳源补充;

g、第二缺氧池出水进入第三好氧池,通过悬浮载体上附着生长的好氧异养菌实现出水有机物的保障作用;

h、第三好氧池出水依次经过加药混合池、磁种加载池及絮凝反应池,通过向所述的磁种加载池和絮凝反应池分别投加磁种和絮凝剂,使污水中的颗粒态及胶体态有机物凝聚成以磁种作为“核”的絮团;

i、絮凝反应池出水进入终沉池完成泥水分离,上清液达到污水的排放标准,由终沉池的出水管排出;

j、终沉池底部磁性絮团进入磁粉分离装置,通过剪切力将磁性絮团打散,形成磁粉-絮体混合液;

k、磁粉分离装置出水混合液进入磁粉回收装置,在磁场作用下完成磁粉的回收与非磁性絮体的分离,回收的磁粉回流至磁种加载池实现磁种循环利用,剩余污泥通过磁分离污泥排放管排放。

10. 根据权利要求9所述的一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理方法,其特征在于:所述厌氧池、第一缺氧池、第一好氧池、第二好氧池的污泥浓度均为1500-3000mg/L;活性污泥系统污泥龄 $<6\text{d}$ ;厌氧池的悬浮载体填充率在10-50%,ORP $<-200\text{mV}$ ;第一缺氧池、第二缺氧池的悬浮载体填充率在10-50%,DO $<0.4\text{mg/L}$ ;第一好氧池、第二好氧池、第三好氧池悬浮载体填充率在30-66%,DO为2-6mg/L;厌氧池水力停留时间在45-90min,第三好氧池水力停留时间在15-30min;二沉池表面负荷在 $1.2-1.5\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ;第二缺氧池、第三好氧池污泥浓度 $<500\text{mg/L}$ ;加药混合池的水力停留时间为1.5-2min,磁种加载池的水力停留时间为1.5-2min,絮凝反应池的水力停留时间为2-3min,终沉池的停留时间为20-30min,表面负荷为 $15-30\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 。

## 一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统与方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及污水净化处理领域,具体涉及一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统与方法。

### 背景技术

[0002] 随着近几年国家环保政策要求的不断落实,为打好碧水保卫战,推动水环境质量持续改善,各地对流域及地方污水排放标准愈加严格。在高排放标准要求下,改变传统污水处理高能耗、高资源消耗劣势,寻求一种稳定达标、高效低耗、占地省、运行维护简单的污水处理工艺是污水净化处理领域的重要发展方向。

[0003] 现有技术中的污水处理系统主要包括MBR、MBBR等,现有技术有关研究报道主要有:

[0004] CN106630393A公开了一种无人值守IFAS或MBBR污水处理一体化设备及系统,其包括密闭的反应槽、曝气装置和电解除磷装置,反应槽从一侧至另一侧依次分隔为生化反应池、沉淀池,生化反应池内装填有悬浮载体,且污水从设置在生化反应池上的进水口进入,生化反应池与沉淀池之间以及沉淀池与过滤池之间均连通,电解除磷装置的进水管与沉淀池连通,出水管与生化反应池连通,其生化反应池分为厌氧池、缺氧室、好氧池,对TN去除依赖于回流,无法达到80%以上的总氮去除率,同时采用电解除磷装置,污泥产量及电极消耗量大,运行成本高。

[0005] CN207259318U公开了一种一体化农村污水处理设备,包括罐体和位于罐体下方的污泥室,其中,罐体包括从由内到外依次分隔的粗格栅室、细格栅室、MBR膜处理室和氧化室,细格栅室包裹粗格栅室,MBR膜处理室包裹细格栅室,细格栅室内的污水经由第一溢流口溢流至MBR膜处理室内,氧化室包裹MBR膜处理室,MBR膜处理室内的污水经由第二溢流口溢流至氧化室,细格栅室底部的第一排泥口,MBR膜处理室底部的第二排泥口,以及氧化室底部的第三排泥口通向污泥室。缺氧池和好氧池内设置悬挂载体,固液分离采用MBR,首先存在悬挂载体使用寿命短,需定期更换,且更换复杂的问题,其次采用MBR,投资和运行费用高,且易堵塞,导致设备无法正常运行,且检修困难。

[0006] CN206901993U公开了一种一体化MBBR污水处理设备,包括依次连接的厌氧池、缺氧池好氧池和沉淀池,然而,设备未设置深度处理单元,沉淀池出水直接排放,出水指标尤其TP、SS无法达到一级A标准。

[0007] CN109553196A公开了一种厌氧-好氧复合床生物膜反应器及其工艺,包括反应器罐体,反应器罐体预埋在回填土内,在反应器罐体的底部设置有细沙基础层和混凝土基础层,反应器罐体的内部划分有缺氧区、厌氧区、好氧区、沉淀区和过滤消毒区,并配套设置有曝气系统和电控系统,在缺氧区、厌氧区、好氧区中投加不同比例数量的MBBR生物悬浮载体,纯膜MBBR工艺对原水中胶体和颗粒碳源利用低,碳源不足导致生物脱氮除磷受限,纯膜工艺需要二沉池,采用滤池作为深度处理,需定时反冲洗,影响工艺连续稳定运行。

[0008] CN106348528A公开了一种磁加载沉淀与曝气生物滤池复合污水处理系统,包括磁

加载沉淀单元和曝气生物滤池单元,其工作原理是加药箱和磁分离器分别向磁混凝反应器中加入混凝剂、絮凝剂和磁粉,待处理污水通过进水口进入磁混凝反应器中脱稳絮凝,然后进入斜管沉淀池中完成首次处理,去除大部分磷、悬浮物以及部分有机物,接着进入曝气生物滤池去除氨氮和部分有机物,从而实现污水的二次处理。系统设计未考虑到对总氮的去除,不符合现有排放标准要求。

[0009] 单纯采用活性污泥法进行生化处理,在进水冲击及冬季低温等不利情况时难以达标排放,系统负荷低占地面积大;MBR工艺膜组件需定时在线清洗、定期反冲洗,存在造价高、能耗高、需专人维护等缺点,急需改善;MBBR工艺需配套深度处理工艺如高效沉淀池、滤池,具有工艺流程长,占地面积大等缺点,不利于工艺的高集成性。

[0010] 为改善水环境质量,实现出水稳定达标及设备高效低耗简单运行,急需对现有污水处理系统进行改进。

## 发明内容

[0011] 基于上述现有技术中存在的缺陷,本发明提供了一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统与方法,能够确保污水的核心指标全指标达标。

[0012] 本发明的任务之一在于提供一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统,其采用了以下技术方案:

[0013] 一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统,其包括反应器,其特征在于:所述的反应器通过MBBR与磁分离沉淀二者结合的方式对污水进行处理,所述的反应器包括依次连通的厌氧池、第一缺氧池、第一好氧池、第二好氧池、二沉池、第二缺氧池、第三好氧池、加药混合池、磁种加载池、絮凝反应池及终沉池;

[0014] 还包括磁粉分离装置和磁粉回收装置,所述的磁粉分离装置与所述的终沉池的出泥管连接,所述的磁粉回收装置分别与磁粉分离装置、磁种加载池;

[0015] 在所述的厌氧池、第一缺氧池、第一好氧池、第二好氧池、第二缺氧池、第三好氧池内均投加有悬浮载体;

[0016] 在所述的厌氧池、第一缺氧池、第二缺氧池内设置有悬浮载体专用的第一搅拌器;所述第一好氧池、第二好氧池、第三好氧池内设置有穿孔管曝气器,所述加药混合池、磁种加载池、絮凝反应池内依次设置有第二搅拌器、第三搅拌器、第四搅拌器;

[0017] 所述的厌氧池连接有进水管,所述的终沉池连接有出水管;

[0018] 所述的二沉池连接有MBBR污泥排放管,所述终沉池连接有磁分离污泥排放管;

[0019] 所述第二好氧池与第一缺氧池之间连接有硝化液回流管,位于第二好氧池的一端作为进水口,位于第一缺氧池的一端作为出水口;所述的二沉池与所述的厌氧池之间连接有污泥回流管,位于二沉池的一端作为进泥口,位于厌氧池的一端作为出泥口;所述的MBBR污泥排放管与所述的污泥回流管共用部分管道。

[0020] 作为本发明的一个优选方案,相邻的池体之间通过隔板分隔,在所述的隔板上均设置有保持相邻池体连通的过水口,包括位于厌氧池与第一缺氧池之间隔板上的厌氧池过水口、位于第一缺氧池与第一好氧池之间隔板上的第一缺氧池过水口、位于第一好氧池与第二好氧池之间隔板上的第一好氧池过水口、位于第二好氧池与二沉池之间隔板上的第二好氧池过水口、位于二沉池与第二缺氧池之间隔板上的二沉池过水口、位于第二缺氧池与

第三好氧池之间隔板上的第二缺氧池过水口、位于第三好氧池与加药混合池之间隔板上的第三好氧池过水口、位于加药混合池与磁种加载池之间隔板上的加药混合池过水口、位于磁种加载池与絮凝反应池之间隔板上的磁种加载池过水口及位于絮凝反应池与终沉池之间隔板上的絮凝反应池过水口。

[0021] 作为本发明的另一个优选方案,在所述的厌氧池过水口的前方、所述第一缺氧池过水口的前方、所述第二缺氧池过水口的前方均设置有厌氧拦截筛网,所述的厌氧拦截筛网为平板筛网,所述的厌氧拦截筛网的上沿在运行水位以下30cm,下沿高于运行水位的一半,所述的运行水位,其与所述的出水管的下沿安装高度相同。

[0022] 优选的,在所述的第一好氧池过水口的前方、所述的第二好氧池过水口的前方、所述的第三好氧池的过水口的前方均设置有好氧拦截筛网,所述的好氧拦截筛网为滚筒筛网,所述的好氧拦截筛网的上沿在运行水位的65%以下,下沿高于运行水位的35%,所述的运行水位,其与所述的出水管的下沿安装高度相同。

[0023] 优选的,所述的磁粉分离装置与所述的磁粉回收装置之间通过进泥管连接,所述的磁粉回收装置与所述的磁种加载池之间通过磁种回流管连接。

[0024] 优选的,所述的悬浮载体密度为 $0.95-1.04\text{g}/\text{cm}^3$ ,空隙率 $>90\%$ ;位于厌氧池内的悬浮载体密度为 $0.95-0.97\text{g}/\text{cm}^3$ ,第一缺氧池、第二缺氧池内的悬浮载体密度为 $1.02-1.04\text{g}/\text{cm}^3$ ,悬浮载体有效比表面积为 $300-620\text{m}^2/\text{m}^3$ ;位于第一好氧池内的悬浮载体密度为 $0.95-0.97\text{g}/\text{cm}^3$ ,位于第二好氧池和第三好氧池内的悬浮载体密度为 $0.97-0.99\text{g}/\text{cm}^3$ ,位于第一好氧池和第三好氧池内的悬浮载体有效比表面积为 $450-800\text{m}^2/\text{m}^3$ ,位于第二好氧池内的悬浮载体有效比表面积为 $620-1200\text{m}^2/\text{m}^3$ 。

[0025] 优选的,所述的硝化液回流管的进水口处设置有硝化液回流拦截筛网,所述的硝化液回流拦截筛网为平板筛网,所述的穿孔管曝气器的开口方向朝下,开口孔径为4-6mm,安装高度位于池底以上30cm。

[0026] 优选的,所述的二沉池过水口、加药混合池过水口、絮凝反应池过水口的上沿在运行水位以下30cm,所述的磁种加载池过水口下沿与所述的磁种加载池的池底持平。

[0027] 本发明的另一任务在于提供一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理方法,其采用上述处理系统,其包括以下步骤:

[0028] a、待处理污水首先进入厌氧池,二沉池回流的活性污泥利用污水中有机物完成携带的硝酸盐去除和厌氧释磷,悬浮载体上附着生长的微生物完成对来水中碳源的水解,迅速增加了污水中优质快速碳源如挥发性脂肪酸的浓度;

[0029] b、厌氧池出水进入第一缺氧池,通过活性污泥和悬浮载体上附着生长的反硝化细菌完成对回流硝化液携带的硝酸盐去除,同时消耗原水部分有机物;

[0030] c、第一缺氧池出水进入第一好氧池,通过活性污泥和悬浮载体上附着生长的好氧异养菌完成原水有机物的去除,通过悬浮载体上附着生长的硝化细菌完成少量氨氮的去除;

[0031] d、第一好氧池出水进入第二好氧池,通过活性污泥完成剩余有机物的去除,通过悬浮载体上附着生长的硝化细菌完成剩余氨氮的去除;

[0032] e、第二好氧池出水进入二沉池,完成泥水分离,沉降后的污泥通过污泥回流管回流至厌氧池,剩余污泥通过MBBR污泥排放管排放,二沉池出水氨氮 $<1.5\text{mg}/\text{L}$ ,SS $<100\text{mg}/\text{L}$

L;

[0033] f、二沉池出水进入第二缺氧池,通过悬浮载体上附着生长的反硝化细菌完成总氮的进一步去除,反硝化所需有机物通过外投碳源补充;

[0034] g、第二缺氧池出水进入第三好氧池,通过悬浮载体上附着生长的好氧异养菌实现出水有机物的保障作用;

[0035] h、第三好氧池出水依次经过加药混合池、磁种加载池及絮凝反应池,通过向所述的磁种加载池和絮凝反应池分别投加磁种和絮凝剂,使污水中的颗粒态及胶体态有机物凝聚成以磁种作为“核”的絮团;

[0036] i、絮凝反应池出水进入终沉池完成泥水分离,上清液达到污水的排放标准,由终沉池的出水管排出;

[0037] j、终沉池底部磁性絮团进入磁粉分离装置,通过剪切力将磁性絮团打散,形成磁粉-絮体混合液;

[0038] k、磁粉分离装置出水混合液进入磁粉回收装置,在磁场作用下完成磁粉的回收与非磁性絮体的分离,回收的磁粉回流至磁种加载池实现磁种循环利用,剩余污泥通过磁分离污泥排放管排放。

[0039] 优选的,所述厌氧池、第一缺氧池、第一好氧池、第二好氧池的污泥浓度均为1500-3000mg/L;活性污泥系统污泥龄 $<6d$ ;厌氧池ORP $<-200mV$ ;第一缺氧池、第二缺氧池的悬浮载体填充率在10-50%, $DO < 0.4mg/L$ ;第一好氧池、第二好氧池、第三好氧池悬浮载体填充率在30-66%, $DO$ 为2-6mg/L;厌氧池水力停留时间在45-90min,第三好氧池水力停留时间在15-30min;二沉池表面负荷在 $1.2-1.5m^3/m^2 \cdot h$ ;第二缺氧池、第三好氧池污泥浓度 $<500mg/L$ ;加药混合池的水力停留时间为1.5-2min,磁种加载池的水力停留时间为1.5-2min,絮凝反应池的水力停留时间为2-3min,终沉池的停留时间为20-30min,表面负荷为 $15-30m^3/m^2 \cdot h$ 。

[0040] 本发明一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统的工作原理为:

[0041] 利用泥膜复合MBBR工艺活性污泥对于原水碳源利用率高、有机物处理效果好、悬浮载体强化硝化效果的特点,通过超短泥龄实现生物除磷、反硝化的强化和有机物的深度去除,硝化反应完全依赖于悬浮载体上的生物膜;利用纯膜MBBR工艺反硝化负荷高的优点设置后置反硝化,进一步强化TN处理;利用磁分离负荷高,进水SS能承受至500mg/L的特点,可相应增加二沉池表面负荷,同时磁分离沉淀池负荷远高于高效沉淀池,磁分离实现SS和TP的稳定达标,无需后续滤池,减少占地。

[0042] 与现有技术相比,本发明带来了以下有益技术效果:

[0043] 1) 处理效果好:系统出水氨氮 $<1.5mg/L$ ,TN $<5mg/L$ ,TP $<0.1mg/L$ ,SS $<6mg/L$ ,远高于一级A标准,可稳定达到准IV类标准;

[0044] 2) 强化生物除磷:泥膜复合工艺系统SRT $<6d$ ,超短泥龄大幅强化生物除磷效果,生物除磷率 $>90\%$ ;

[0045] 3) 负荷高、占地省:设备投加活性高分子悬浮载体,污染物的去除负荷是传统活性污泥的2-3倍,磁种投加强化絮体沉降速度,表面负荷是高效沉淀池2倍以上;MBBR纯膜工艺无需传统二沉池,磁分离无需后续滤池;整体上相比传统技术可缩小50%的占地;

[0046] 4) 抗冲击负荷能力强:不论是MBBR还是磁分离,可承受短时间内设计负荷100-

200%的水质和水量冲击；

[0047] 5) 运行成本低：厌氧池投加悬浮载体强化碳源水解，增加优质快速碳源浓度，强化生物脱氮除磷；生物除磷效率高，磁分离所需药剂投加量小，药剂使用效率高，综合减少药剂投加量30-70%，磁粉回收率超过99.5%；

[0048] 6) 运行维护简单：泥膜复合MBBR工艺运行简单；MBBR纯膜工艺，无需设置污泥回流、反冲洗，污泥产量低；悬浮载体、穿孔管曝气、拦截筛网使用寿命超过15年，无破损老化，运行免维护，可广泛用于污水处理厂站或一体化设备。

## 附图说明

[0049] 下面结合附图对本发明做进一步说明：

[0050] 图1为基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统正立面图。

[0051] 图中：Z1-厌氧池，Z2-第一缺氧池，Z3-第一好氧池，Z4-第二好氧池，Z5-二沉池，Z6-第二缺氧池，Z7-第三好氧池，Z8-加药混合池，Z9-磁种加载池，Z10-絮凝反应池，Z11-终沉池；P1-进水管，P2-污泥回流管，P3-硝化液回流管，P4-出水管，P5-出泥管，P6-进泥管，P7-磁种回流管，P8-磁分离污泥排放管，P9-MBBR污泥排放管；S1-悬浮载体，S2-穿孔管曝气器，S3-第一搅拌器，S4-厌氧缺氧拦截筛网，S5-好氧拦截筛网，S6-硝化液回流拦截筛网，S7-第二搅拌器，S8-第三搅拌器，S9-第四搅拌器；M1-磁粉分离装置，M2-磁粉回收装置；W1-厌氧池过水口，W2-第一缺氧池过水口，W3-第一好氧池过水口，W4-第二好氧池过水口，W5-二沉池过水口，W6-第二缺氧池过水口，W7-第三好氧池过水口，W8-加药混合池过水口，W9-磁种加载池过水口，W10-絮凝反应池过水口。

## 具体实施方式

[0052] 本发明提出了一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统与方法，为了使本发明的优点、技术方案更加清楚、明确，以下将结合具体实施例，对本发明进一步详细说明。

[0053] 如图1所示，本发明一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统与方法，可解决现有技术处理效果不稳定、设备过多不便维护等问题。

[0054] 本发明基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统，其包括反应器，反应器通过MBBR与磁分离沉淀二者结合的方式对污水进行处理，该反应器包括多池体，优选从左向右依次为厌氧池Z1、第一缺氧池Z2、第一好氧池Z3、第二好氧池Z4、二沉池Z5、第二缺氧池Z6、第三好氧池Z7、加药混合池Z8、磁种加载池Z9、絮凝反应池Z10及终沉池Z11，此外还包括相关的工艺管路、工艺管件及悬浮载体S1；

[0055] 上述工艺管路包括进水管P1，污泥回流管P2，硝化液回流管P3，出水管P4，出泥管P5，进泥管P6，磁种回流管P7，磁分离污泥排放管P8，MBBR污泥排放管P9；

[0056] 上述工艺管件包括穿孔管曝气器S2、第一搅拌器S3、厌氧缺氧拦截筛网S4、好氧拦截筛网S5、硝化液回流拦截筛网S6、第二搅拌器S7、第三搅拌器S8、第四搅拌器S9、磁粉分离装置M1和磁粉回收装置M2；

[0057] 在厌氧池Z1、第一缺氧池Z2、第一好氧池Z3、第二好氧池Z4、第二缺氧池Z6、第三好氧池Z7内均投加有悬浮载体；

[0058] 在厌氧池Z1、第一缺氧池Z2、第二缺氧池Z6内设置有悬浮载体专用的第一搅拌器

S3;第一好氧池Z3、第二好氧池Z4、第三好氧池Z7内设置穿孔管曝气器S2,加药混合池Z8、磁种加载池Z9、絮凝反应池Z10内依次设置有第二搅拌器S7、第三搅拌器S8、第四搅拌器S9;

[0059] 进水管P1与厌氧池Z1上部相通;污泥回流管P2与厌氧池Z1侧部相通;硝化液回流管P3一端与第二好氧池Z4相通,另一端与第一缺氧池Z2相通;出水管P4与终沉池Z11上部相通;出泥管P5一端与终沉池Z11底部相通,另一端与磁粉分离装置M1相通;进泥管P6一端与磁粉分离装置M1相通,另一端与磁粉分离装置M2相通;磁种回流管P7一端与磁粉分离装置M2相通,另一端与磁种加载池Z9相通;二沉池连接有MBBR污泥排放管P9,终沉池连接有磁分离污泥排放管P8;

[0060] 相邻的池体之间通过隔板分隔,在所述的隔板上均设置有保持相邻池体连通的过水口,位于厌氧池Z1与第一缺氧池Z2之间隔板上的厌氧池过水口W1、位于第一缺氧池Z2与第一好氧池Z3之间隔板上的第一缺氧池过水口W2、位于第一好氧池Z3与第二好氧池Z4之间隔板上的第一好氧池过水口W3、位于第二好氧池Z4与二沉池Z5之间隔板上的第二好氧池过水口W4、位于二沉池Z5与第二缺氧池Z6之间隔板上的二沉池过水口W5、位于第二缺氧池Z6与第三好氧池Z7之间隔板上的第二缺氧池过水口W6、位于第三好氧池Z7与加药混合池Z8之间隔板上的第三好氧池过水口W7、位于加药混合池Z8与磁种加载池Z9之间隔板上的加药混合池过水口W8、位于磁种加载池Z9与絮凝反应池Z10之间隔板上的磁种加载池过水口W9及位于絮凝反应池Z10与终沉池Z11之间隔板上的絮凝反应池过水口W10。

[0061] 本发明优选厌氧缺氧拦截筛网S4为平板筛网,所述的厌氧缺氧拦截筛网S4的上沿在运行水位以下30cm,下沿高于运行水位的一半;本发明优选好氧拦截筛网S5为滚筒筛网,上沿在运行水位65%以下,下沿高于运行水位的35%;本发明优选硝化液回流拦截筛网S6为平板筛网。

[0062] 本发明优选悬浮载体S1密度为 $0.95-1.04\text{g}/\text{cm}^3$ ,空隙率 $>90\%$ 。本发明优选位于厌氧池内的悬浮载体密度为 $0.95-0.97\text{g}/\text{cm}^3$ ,第一缺氧池、第二缺氧池内的悬浮载体密度为 $1.02-1.04\text{g}/\text{cm}^3$ ,悬浮载体有效比表面积为 $300-620\text{m}^2/\text{m}^3$ ;位于第一好氧池内的悬浮载体密度为 $0.95-0.97\text{g}/\text{cm}^3$ ,位于第二好氧池和第三好氧池内的悬浮载体密度为 $0.97-0.99\text{g}/\text{cm}^3$ ,位于第一好氧池和第三好氧池内的悬浮载体有效比表面积为 $450-800\text{m}^2/\text{m}^3$ ,位于第二好氧池内的悬浮载体有效比表面积为 $620-1200\text{m}^2/\text{m}^3$ 。

[0063] 本发明优选穿孔管曝气器S2的开口方向朝下,开口孔径为4-6mm,安装高度位于池底以上30cm。

[0064] 本发明优选二沉池过水口W5、加药混合池过水口W8、絮凝反应池过水口W10的上沿在运行水位以下30cm,所述的磁种加载池过水口W9下沿与所述的磁种加载池Z9的池底持平。

[0065] 本发明优选厌氧池、第一缺氧池、第一好氧池、第二好氧池的污泥浓度均为1500-3000mg/L;活性污泥系统污泥龄 $<6\text{d}$ ;厌氧池的悬浮载体填充率在10-50%,ORP $<-200\text{mV}$ ;第一缺氧池、第二缺氧池的悬浮载体填充率在10-50%, $\text{DO}<0.4\text{mg}/\text{L}$ ;第一好氧池、第二好氧池、第三好氧池悬浮载体填充率在30-66%, $\text{DO}$ 为2-6mg/L;厌氧池水力停留时间在45-90min,第三好氧池水力停留时间在15-30min;二沉池表面负荷在 $1.2-1.5\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ;第二缺氧池、第三好氧池污泥浓度 $<500\text{mg}/\text{L}$ ;加药混合池的水力停留时间为1.5-2min,磁种加载池的水力停留时间为1.5-2min,絮凝反应池的水力停留时间为2-3min,终沉池的停留时间

为20-30min,表面负荷为 $15-30\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 。

[0066] 纯膜法不同于活性污泥,处理性能随着DO的增加而增加,故纯膜的DO高于活性污泥法,且可通过提高DO抵抗进水波动的冲击。

[0067] 本发明利用泥膜复合MBBR工艺对于有机物处理效果好、硝化稳定的特点,通过超短泥龄实现有机物的深度去除,硝化完全依赖于生物膜;利用纯膜实现后置反硝化确保出水TN深度处理;由于后续磁分离保障SS,可增加二沉池表面负荷,降低占地面积。

[0068] 本发明选择磁分离技术,操作简单,无需新增过滤单元,表面负荷 $15\sim 40\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ,除磷优势显著、药剂使用效率高、减少投加量30-70%,占地省,运行成本低。

[0069] 本发明选择不同密度和有效比表面积的悬浮载体,厌氧池内的悬浮载体密度为 $0.95-0.97\text{g}/\text{cm}^3$ ,附着的微生物以异养菌为主,生物量相对较大,选择相对较低密度的悬浮载体,微生物挂膜后总体密度接近于水,通过搅拌即可实现填料流化,第一缺氧池、第二缺氧池内的悬浮载体密度 $1.02-1.04\text{g}/\text{cm}^3$ ,略大于水,避免反硝化产氮气推动载体上浮堆积;厌氧池、第一缺氧池、第二缺氧池内的悬浮载体上附着的微生物以缺氧异养菌为主,有机物充足,生物膜较厚,有效比表面积 $300-620\text{m}^2/\text{m}^3$ 的悬浮载体内部过水通道相对较宽,可保障生物膜良好传质;第一好氧池有机负荷高于第二好氧池、第三好氧池,生物量及生物膜厚度相对最高,故选择密度 $0.95-0.97\text{g}/\text{cm}^3$ 、有效比表面积 $450-800\text{m}^2/\text{m}^3$ 的悬浮载体,悬浮载体挂膜后密度于水接近且流道较宽保证传质传氧;第二好氧池、第三好氧池有机负荷远低于第一好氧池,生物量相对减少,选择密度为 $0.97-0.99\text{g}/\text{cm}^3$ 的悬浮载体,挂膜后整体密度同样接近水,仅通过曝气扰动即可实现载体流化;第二好氧池与第三好氧池相比,第二好氧池内悬浮载体承担主要硝化负荷,硝化细菌生长缓慢生物膜相对较薄,第三好氧池承担少量有机负荷,在保障生物膜良好传质的基础上可选择流道相对较窄,有效比表面积更大的悬浮法载体,故第二好氧池选择有效比表面积 $620-1200\text{m}^2/\text{m}^3$ 的悬浮载体,第三好氧池选择 $450-800\text{m}^2/\text{m}^3$ 的悬浮载体。

[0070] 利用泥膜复合MBBR工艺活性污泥对于原水碳源利用率高、有机物处理效果好、悬浮载体强化硝化效果的特点,通过超短泥龄实现生物除磷、反硝化的强化和有机物的深度去除,硝化反应完全依赖于悬浮载体上的生物膜;利用纯膜MBBR工艺反硝化负荷高的优点设置后置反硝化,进一步强化TN处理;利用磁分离负荷高,进水SS能承受至 $500\text{mg}/\text{L}$ 的特点,可相应增加二沉池表面负荷,同时磁分离沉淀池负荷远高于高效沉淀池,磁分离实现SS和TP的稳定达标,无需后续滤池,减少占地。

[0071] 上述MBBR泥膜形式指生物段对污染物的去除依靠活性污泥和悬浮载体上的生物膜共同完成的,反应器内污泥浓度在 $1500-3000\text{mg}/\text{L}$ ,工艺设置污泥回流。

[0072] 上述MBBR纯膜形式指生物段对污染物的去除依靠悬浮载体上的生物膜完成的,反应器内污泥浓度小于 $500\text{mg}/\text{L}$ ,且污泥中活性物质主要为脱落的生物膜,工艺不设置污泥回流。

[0073] 上述悬浮载体的空隙率指单位悬浮载体的空隙体积占总体积的百分比。

[0074] 上述悬浮载体的有效比表面积指单位体积悬浮载体能实现良好传质传氧,且能生长有效微生物的受保护的表面积。

[0075] 上述悬浮载体的填充率指悬浮载体体积占所投加反应池池容的比率。

[0076] 上述磁粉分离装置指通过高速旋转产生的剪切力作用于絮团,使絮团中的磁粉和

剩余污泥解絮的装置。

[0077] 上述磁粉回收装置指通过在磁场作用下实现磁粉回收和非磁性物质分离的装置。

[0078] 为本行业人士所熟知的,磁粉分离装置可以为高剪切分散乳化机,为标准设备;磁粉回收装置为磁性分离器,为标准设备,根据磁粉及进水情况合理选型。

[0079] 上述反应器可以为箱体结构,如为箱体结构时,其主体材质可为不锈钢、碳钢、玻璃钢或工程塑料等多种材质,本领域技术人员可根据使用要求自行选择。

[0080] 为本行业的人士所熟知的,系统各区域池容、悬浮载体投加量根据水量、水质及处理标准确定;硝化液回流比、污泥回流比、好氧池DO满足系统对污水处理的基本要求。

[0081] 在了解了上述一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理系统的结构及创新点的基础上,对其工作方法做详细说明。

[0082] 实施例1:

[0083] 一种基于MBBR与磁分离的污水全效处理方法,包括以下步骤:

[0084] a、待处理污水首先进入厌氧池,二沉池回流的活性污泥利用污水中有机物完成携带的硝酸盐去除和厌氧释磷,悬浮载体上附着生长的微生物完成对来水中碳源的水解,迅速增加了污水中优质快速碳源如挥发性脂肪酸的浓度;

[0085] b、厌氧池出水进入第一缺氧池,通过活性污泥和悬浮载体上附着生长的反硝化细菌完成对回流硝化液携带的硝酸盐去除,同时消耗原水部分有机物;

[0086] c、第一缺氧池出水进入第一好氧池,通过活性污泥和悬浮载体上附着生长的好氧异养菌完成原水有机物的去除,通过悬浮载体上附着生长的硝化细菌完成少量氨氮的去除;

[0087] d、第一好氧池出水进入第二好氧池,通过活性污泥完成剩余有机物的去除,通过悬浮载体上附着生长的硝化细菌完成剩余氨氮的去除;

[0088] e、第二好氧池出水进入二沉池,完成泥水分离,沉降后的污泥通过污泥回流管回流至厌氧池,剩余污泥通过MBBR污泥排放管排放,二沉池出水氨氮 $<1.5\text{mg/L}$ ,SS $<100\text{mg/L}$ ;

[0089] f、二沉池出水进入第二缺氧池,通过悬浮载体上附着生长的反硝化细菌完成总氮的进一步去除,反硝化所需有机物通过外投碳源补充;

[0090] g、第二缺氧池出水进入第三好氧池,通过悬浮载体上附着生长的好氧异养菌实现出水有机物的保障作用;

[0091] h、第三好氧池出水依次经过加药混合池、磁种加载池及絮凝反应池,通过向所述的磁种加载池和絮凝反应池分别投加磁种和絮凝剂,使污水中的颗粒态及胶体态有机物凝聚成以磁种作为“核”的絮团;

[0092] i、絮凝反应池出水进入终沉池完成泥水分离,上清液达到污水的排放标准,由终沉池的出水管排出;

[0093] j、终沉池底部磁性絮团进入磁粉分离装置,通过剪切力将磁性絮团打散,形成磁粉-絮体混合液;

[0094] k、磁粉分离装置出水混合液进入磁粉回收装置,在磁场作用下完成磁粉的回收与非磁性絮体的分离,回收的磁粉回流至磁种加载池实现磁种循环利用,剩余污泥通过磁粉分离污泥排放管排放。

[0095] 本实施例中,其工艺参数设置如下:

[0096] 某市政污水厂,设计水量 $20000\text{m}^3/\text{d}$ ,进水COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>、TN、TP、SS设计值分别为400、210、45、60、9、350mg/L,总水力停留时间为10.5h;厌氧池、第一缺氧池、第一好氧池、第二好氧池的污泥浓度均为2500-3000mg/L;活性污泥系统污泥龄为5-6d;厌氧池的悬浮载体填充率在20%,ORP<-250mV;第一缺氧池、第二缺氧池的悬浮载体填充率均为30%,DO<0.4mg/L;第一好氧池、第二好氧池、第三好氧池悬浮载体填充率分别为40%、55%、30%,DO为4-6mg/L;厌氧池水力停留时间在90min,第三好氧池水力停留时间20min;二沉池表面负荷在 $1.2\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ,二沉池出水SS<100mg/L,氨氮<1.0mg/L;第二缺氧池、第三好氧池污泥浓度<400mg/L;加药混合池的水力停留时间为2min,磁种加载池的水力停留时间为2min,絮凝反应池的水力停留时间为3min,终沉池的停留时间为30min,表面负荷为 $20\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ,出水COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>、TN、TP、SS平均值分别为13.5、2.6、0.29、4.65、0.09、5mg/L。

[0097] 实施例2:

[0098] 与实施例1不同之处在于:

[0099] 工艺参数设置如下:

[0100] 某一体化设备,设计水量 $300\text{m}^3/\text{d}$ ,进水COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>、TN、TP、SS设计值分别为290、140、30、40、4、250mg/L,总水力停留时间为6.5h;厌氧池、第一缺氧池、第一好氧池、第二好氧池的污泥浓度均为2000-2500mg/L;活性污泥系统污泥龄为5d;厌氧池的悬浮载体填充率在20%,ORP<-200mV;第一缺氧池、第二缺氧池的悬浮载体填充率分别为40、30%,DO<0.4mg/L;第一好氧池、第二好氧池、第三好氧池悬浮载体填充率分别为45%、50%、25%,DO为2-4mg/L;厌氧池水力停留时间在50min,第三好氧池水力停留时间在15min;二沉池表面负荷在 $1.5\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ,二沉池出水SS<100mg/L,氨氮<1.0mg/L;第二缺氧池、第三好氧池污泥浓度<450mg/L;加药混合池的水力停留时间为1.5min,磁种加载池的水力停留时间为1.5min,絮凝反应池的水力停留时间为2min,终沉池的停留时间为20min,表面负荷为 $15\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ,出水COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>、TN、TP、SS平均值分别为14.5、2.9、0.38、4.11、0.08、4.3mg/L。

[0101] 实施例3:

[0102] 与实施例1不同之处在于:

[0103] 工艺参数设置如下:

[0104] 某一体化设备,设计水量 $500\text{m}^3/\text{d}$ ,进水COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>、TN、TP、SS设计值分别为450、200、35、45、5.5、550mg/L,总水力停留时间为8.6h;厌氧池、第一缺氧池、第一好氧池、第二好氧池的污泥浓度均为1500-2500mg/L;活性污泥系统污泥龄5d;厌氧池的悬浮载体填充率在25%,ORP<-250mV;第一缺氧池、第二缺氧池的悬浮载体填充率分别为45、25%,DO<0.4mg/L;第一好氧池、第二好氧池、第三好氧池悬浮载体填充率分别为35%、35%、20%,DO为3-5mg/L;厌氧池水力停留时间在60min,第三好氧池水力停留时间在25min;二沉池表面负荷在 $1.5\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ,二沉池出水SS<100mg/L,氨氮<1.0mg/L;第二缺氧池、第三好氧池污泥浓度<500mg/L;加药混合池的水力停留时间为2min,磁种加载池的水力停留时间为2min,絮凝反应池的水力停留时间为2.5min,终沉池的停留时间为30min,表面负荷为 $25\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ,出水COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>、TN、TP、SS平均值分别为16.2、3.6、0.33、4.58、0.08、4.6mg/L。

[0105] 上述未列举的部分,在上述实施例1-3的指引下,均可显而易见的实现。

[0106] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、

“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0107] 本文中所描述的具体实施例仅仅是对本发明的精神所作的举例说明。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,但并不会偏离本发明的精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

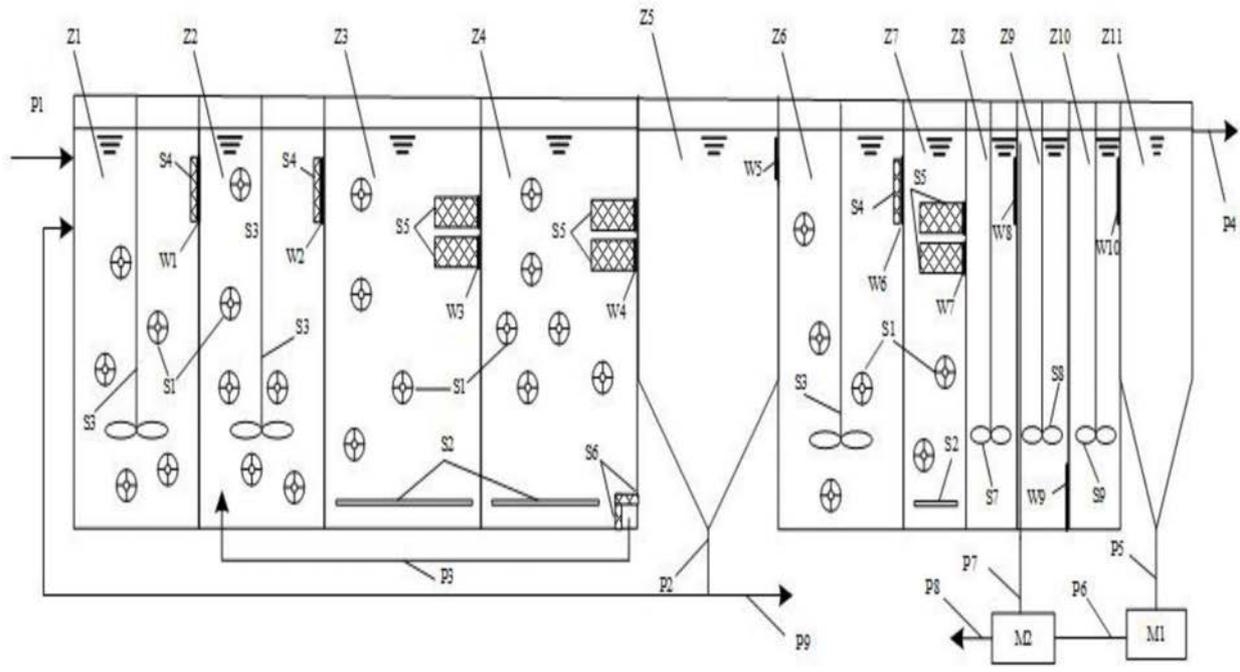


图1