



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103819045 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 02

(21) 申请号 201410036429. 6

CN 103232132 A, 2013. 08. 07,

(22) 申请日 2014. 01. 26

KR 100385847 B1, 2003. 06. 02,

US 2013161262 A1, 2013. 06. 27,

(73) 专利权人 浙江省环境保护科学设计研究院  
地址 310007 浙江省杭州市西湖区天目山路  
109号

审查员 叶嘉欣

(72) 发明人 王长智 梅荣武 韦彦斐 任旭峰

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限  
公司 33224

代理人 胡红娟

(51) Int. Cl.

C02F 9/12(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202898156 U, 2013. 04. 24,

CN 101274219 A, 2008. 10. 01,

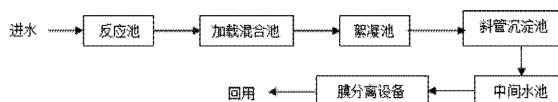
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种磁加载混凝澄清和膜分离组合的废水回用方法

(57) 摘要

本发明公开了一种磁加载混凝澄清和膜分离组合的废水回用方法,包括如下步骤:(1)在反应池内投加混凝剂,形成细小絮体;(2)细小絮体进入加载混合池与磁性载体生成磁性凝核;(3)磁性凝核进入絮凝池后投加絮凝剂,生成大颗粒磁性絮团;(4)磁性絮团在高速分散机强力搅拌分散后经磁鼓分离机回收的磁性载体返回步骤(2),上清液经集水管收集进入中间水池,经水泵增压后进入膜分离设备精细过滤后出水供回用。本发明用于膜过滤前预先去除颗粒物、胶体和部分溶解性有机物,能有效避免或降低膜污染程度,提高膜组件的清洗周期和使用寿命。本发明可用于印染、电镀和造纸等行业废水的资源化回用,以及污水处理厂的提标改造和尾水回用。



1. 一种磁加载混凝澄清和膜分离组合的废水回用方法,其特征在於,包括如下步骤:

(1) 在反应池内,向废水中投加混凝剂,搅拌混合形成细小絮体;

所述反应池的搅拌采用双层桨叶式搅拌机,转速为 60-80r/min;

(2) 步骤(1)中产生细小絮体的废水进入加载混合池与磁分离回收的磁性载体生成致密的具有胶质性能的磁性凝核;

所述加载混合池的搅拌采用单层框式搅拌机,转速为 40-50r/min;

(3) 步骤(2)中产生磁性凝核的废水在进入絮凝池后投加高分子絮凝剂,在分子絮凝剂架桥和网捕作用下磁性凝核吸附卷扫水中的微细颗粒物生成大颗粒磁性絮团;

所述的絮凝池的搅拌采用双层框式搅拌机,转速为 20-30r/min;

(4) 步骤(3)中产生的磁性絮团在斜管沉淀池内相互碰撞凝聚成致密絮团后快速下沉进入污泥斗,污泥斗中的磁性絮团在高速分散机强力搅拌分散后经磁鼓分离机回收的磁性载体返回步骤(2);上清液经集水管收集后进入中间水池,经水泵增压后进入膜分离设备精细过滤后出水供回用;

所述的高速分散机的桨叶为齿牙状盘式结构,转速为 960-2000r/min,磁鼓分离机的表面磁感应强度为 1800-4500 高斯,磁鼓转速为 8-20r/min。

2. 根据权利要求 1 所述一种磁加载混凝澄清和膜分离组合的废水回用方法,其特征在於,所述混凝剂为聚合氯化铝、聚合硫酸铁或聚合氯化铝铁,投加量为 30-500mg/L。

3. 根据权利要求 1 所述一种磁加载混凝澄清和膜分离组合的废水回用方法,其特征在於,所述磁性载体为磁铁矿粉、氧化铁皮或铁粉,其粒度在 200-350 目。

4. 根据权利要求 1 所述一种磁加载混凝澄清和膜分离组合的废水回用方法,其特征在於,所述膜分离设备为超滤膜组件、反渗透膜组件、超滤-纳滤膜系统、超滤-反渗透膜系统或膜生物反应器。

## 一种磁加载混凝澄清和膜分离组合的废水回用方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及环保技术领域,具体涉及磁加载混凝澄清预处理工艺和膜分离相结合的废水回用方法。

### 背景技术

[0002] 水资源短缺与水环境污染是我国当前面临的重大环境问题,将废水深度处理后回用于生产系统或生活杂用,既可以有效地节约和利用宝贵的淡水资源,又可以减少污水或废水的排放量,减轻水环境的污染,具有明显的社会效益、环境效益和经济效益。废水回用通常有三种模式,混凝-沉淀-过滤、混凝-气浮-过滤和膜分离,膜分离后出水水质稳定、过滤效果好,代表了废水回用的未来发展方向。

[0003] 膜分离过程在常温下进行,无相变,是一种高效的分离净化技术,具有能耗低、设备简单且易操作、效益高的特点,可稳定去除水中悬浮颗粒、病原菌、各种溶解性有机物和无机物等,膜过滤已广泛应用于饮用水净化、污水处理、食品加工、医药等领域,目前膜分离技术应用存在的最大制约因素是膜污染问题,膜污染通常是由于料液中的微粒、胶体粒子或溶质大分子与膜存在物理化学相互作用或机械作用而引起的在膜表面或膜孔内吸附、沉积,造成膜孔变小或堵塞,使得膜产生透过流量与分离特性减弱的现象。膜污染导致膜过滤通量的下降和膜使用寿命的缩短,从而增加膜的操作和维护费用。

[0004] 因而,膜污染成为制约膜技术应用和运行的关键,如何有效解决膜污染是膜过滤运行成败的关键。目前控制高压膜污染的方法大体分为三种,一是改变进料的部分物理化学性质;二是改变操作方式;三是对已经污染的膜进行清洗。目前对纳滤和反渗透等高压膜前预处理通常采用活性炭过滤器或离子交换树脂去除水中的大分子有机物或盐类,这种预处理工艺造价较高,同时活性炭过滤器和离子交换树脂需要定期清洗或再生,操作过程较为复杂,运行费用较高。混凝作为水处理中最常用的物化处理工艺,混凝过程能改变颗粒物表面电性,降低悬浮颗粒在膜表面的电性吸附,因而,混凝作为膜分离前预处理能够避免滤饼层紧密附着在膜表面,减少膜滤饼层阻力和浓差极化阻力,提高膜通量。

[0005] 在传统的混凝沉淀工艺基础上,磁加载混凝澄清是近年来国内外最新开发研究的高效固液分离技术,该工艺是在接触絮凝加速澄清技术基础上,提出的一种应用絮凝形态学理论的新型高效固液分离技术。其原理主要是通过投加适量的比重较大的加载剂(循环回流污泥、石英砂、磁粉等),使之在混合及絮凝过程中形成致密的具有胶质性能的“凝核”,凝核可以强力吸附卷扫水中的微细颗粒物,在沉降过程中各“凝核”之间相互碰撞凝聚成更大的致密絮团而快速下沉,从而实现高速固液分离,因而缩短了污泥在沉淀池的停留时间,由于大量的加载颗粒的投加增加了颗粒之间的碰撞几率、能够节省药剂的投加量。

[0006] 磁分离水处理技术具有工艺简单、高效、无二次污染的特点,近年来在提高水处理过程效率和改进工艺方面取得了较大发展。如 U. S. Pat. N06099738 的发明专利公开了一种通过对水体预磁化来增强溶解性有机物被混凝剂沉淀去除能力的方法,通过投加混凝剂使得胶体颗粒脱稳,并进而投加磁种和絮凝剂,沉淀分离后,对上清液利用电磁过滤器高效地

截流水中残留污染物絮团,并用磁鼓分离器对磁种加以回收,经过处理后循环再利用。

[0007] 申请号为 201010593729.6 的发明专利公开了一种磁化—膜过滤装置,其结构由磁化单元、膜过滤单元、进水 / 循环水泵和配套管路组成,通过内、外套筒的双层结构和循环管路有效保证了对原水的磁化效果,并通过膜过滤单元与永磁体的组合提高了膜过滤的性能和清洗效果。

[0008] 申请号为 201210306371.3 的发明专利公开了高梯度磁分离器及控制高压膜表面无机污染的方法,通过多对永磁铁排列组成有效导磁间隙,并在间隙内填充导磁不锈钢毛,能够在钢毛上形成高梯度磁场,并利用高梯度磁场的磁化特定改变高压膜进水中结垢离子形态来控制膜的无机结垢污染。

## 发明内容

[0009] 本发明提供了一种磁加载混凝澄清和膜分离组合的废水回用方法,解决了目前膜分离前预处理工艺对水中溶解性污染物去除率低、投资运行成本高的问题。

[0010] 一种磁加载混凝澄清和膜分离组合的废水回用方法,包括如下步骤:

[0011] 包括如下步骤:

[0012] (1) 在反应池内,向废水中投加混凝剂,搅拌混合形成的细小絮体;

[0013] (2) 步骤(1)中产生细小絮体的废水进入加载混合池与磁分离回收的磁性载体生成致密的具有胶质性能的磁性凝核;

[0014] (3) 步骤(2)中产生磁性凝核的废水在进入絮凝池后投加高分子絮凝剂,在高分子絮凝剂架桥和网捕作用下磁性凝核吸附卷扫水中的微细颗粒物生成大颗粒磁性絮团;

[0015] (4) 步骤(3)中产生的磁性絮团在斜管沉淀池内相互碰撞凝聚成致密絮团后快速下沉进入污泥斗,污泥斗中的磁性絮团在高速分散机强力搅拌分散后经磁鼓分离机回收的磁性载体返回步骤(2);上清液经集水管收集后进入中间水池,经水泵增压后进入膜分离设备精细过滤后出水供回用。

[0016] 本发明应用絮凝形态学理论的新型高效固液分离技术,其原理主要是通过循环投加比重较大的磁性载体,使之在混合及絮凝过程中形成致密的具有胶质性能的“凝核”,凝核可以强力吸附卷扫水中的微细颗粒物,在沉降过程中各“凝核”之间相互碰撞凝聚成更大的致密絮团而快速下沉,从而实现高速固液分离。

[0017] 磁加载混凝磁分离澄清工艺由反应池、加载混合池、絮凝池和斜管沉淀池组成,废水首先经泵提升进入反应池,在反应池内投加混凝剂,在反应池内通过双层桨叶式搅拌机在转速为 60-80r/min 下搅拌反应生产细小絮体后进入加载混合池,在加载混合池上方装有高速分散机和磁鼓分离机,进行磁分离回收磁性载体,当沉积于污泥斗内的磁性污泥经螺杆泵进入高速分散机后,在高速分散机强力剪切分散作用下使得污泥中磁性载体和污泥颗粒的脱附,然后经磁鼓分离机的磁鼓将污泥中磁性载体利用永磁力分离回收出来循环投加到加载混合池,加载混合池中磁性载体的质量浓度为 1-3 公斤 / 吨水,通过单层框式搅拌机在转速为 40-50r/min 下搅拌状态下,细小絮体与循环投加的磁性载体生成致密的具有胶质性能的磁性凝核。

[0018] 此后,在絮凝池内投加 1-3 克 / 吨水的聚丙烯酰胺絮凝剂,在双层框式搅拌机 20-30r/min 慢速搅拌下,在絮凝剂长链分子带电基团的架桥和网捕作用下使得磁性凝核吸

附卷扫水中的微细颗粒物生成大颗粒磁性絮团,然后经布水管均匀流入经斜管沉淀池并沉积于污泥斗,上清液经集水管收集后进入中间水池,根据回用水最终用途和水质要求,经水泵增压后进入膜分离设备精细过滤分离后以进一步去除废水的残留颗粒物和有机物,出水以满足相应回用水的水质指标,纳滤或超滤后的浓水回流到反应池。

[0019] 作为优选,所述混凝剂为聚合氯化铝、聚合硫酸铁或聚合氯化铝铁,投加量为 30-500mg/L,即每升废水中投加 30-500mg;进一步优选,所述混凝剂为聚合氯化铝,投加量为 80-300mg/L。作为优选,所述磁性载体为磁铁矿粉、氧化铁皮或铁粉,其粒度在 200-350 目。

[0020] 最优选的技术方案,所述反应池的搅拌采用双层桨叶式搅拌机,转速为 60-80r/min;所述加载混合池的搅拌采用单层框式搅拌机,转速为 40-50r/min;所述的絮凝池的搅拌采用双层框式搅拌机,转速为 20-30r/min;所述混凝剂为聚合氯化铝,投加量为 80-300mg/L;所述磁性载体为磁铁矿粉、氧化铁皮或铁粉,其粒度在 200-350 目。

[0021] 经过大量实验反复证明,在上述优选条件的组合下,磁加载混凝澄清的处理效果更好,废水中污染物的去除更彻底,经过上述优选组合条件预处理后的废水进入膜分离设备中对膜的污染程度最小。

[0022] 作为优选,所述膜分离设备为超滤膜组件、反渗透膜组件、超滤-纳滤膜系统、超滤-反渗透膜系统或膜生物反应器。就膜分离设备本身为现有技术中的常规膜分离设备,膜分离设备中的处理工艺亦采用本技术领域的常规工艺。

[0023] 相比于常规的膜分离系统前砂滤、多介质过滤和活性炭过滤等预处理工艺,磁加载混凝澄清工艺通过混凝沉淀分离过程中混凝、吸附、卷扫和团聚沉淀的作用将水中细小的悬浮物或溶解性的污染物沉淀分离下来。同时通过对沉淀后污泥中磁粉经过磁鼓分离机回收循环投加还可起到对磁粉弱磁化的作用,通过弱磁化的磁粉同污水接触,能够使水分子极性增大,水中的盐类的阴阳离子将被水偶极子包围使之不易运动,抑制了钙、镁等易结垢离子的析出,另外,弱磁场对细菌和微生物的生长有一定程度的抑制作用,因而,通过加载混凝磁分离澄清池处理后不但能有效去除颗粒物和溶解性有机物,通过弱磁场的作用还可减缓钙、镁离子和微生物引起的膜污染。

[0024] 与现有的膜分离前预处理工艺相比,本发明具有如下有益效果:

[0025] 本发明所述的磁加载混凝澄清和膜分离组合的废水回用方法,磁加载混凝澄清工艺的磁性污泥沉淀速度可到 8-15m/h,沉淀速率约为常规沉淀池的 10 倍,水力停留短,反应和澄清分离时间不超过 20min,占地面积约为普通沉淀池的 1/4-1/2。加载磁性载体产生的污泥絮体密实,磁性污泥絮团污泥沉降指数 SV30 约为普通混凝沉淀后污泥 SV30 的 1/3-1/2,能节省混凝剂 10-25%,降低运行成本 20%。磁加载混凝澄清工艺用于膜过滤前预处理能去除颗粒物、胶体和部分溶解性有机物,能有效避免或降低膜污染程度,提高膜组件的清洗周期和使用寿命。

[0026] 本发明采用磁加载混凝澄清和膜分离组合的废水回用方法,经磁加载混凝澄清预处理后的废水能够提高废水中有机污染物的去除率,有效避免或降低膜污染程度,提高膜组件的清洗寿命和使用寿命,降低膜处理工艺运行成本;膜处理工艺对磁加载混凝澄清后的废水进行进一步深度处理,对废水的处理效果更彻底,两种工艺相互影响、相互协同,共同提高废水的处理效果,降低废水处理的成本。

## 附图说明

[0027] 图 1 是磁加载混凝澄清池的剖面结构图。

[0028] 图 2 是磁加载混凝澄清池的平面结构图。

[0029] 图 3 是本发明的工艺流程图。

## 具体实施方式

[0030] 膜分离工艺预处理的目的是去除水中溶解性污染物,减缓膜污染的发生,磁加载混凝澄清工艺通过混凝沉淀分离过程中吸附、卷扫和成层沉淀的作用将污水中细小的悬浮物或溶解性的污染物沉淀分离下来,同时通过对沉淀后污泥中磁性载体经过磁鼓分离机回收后循环投加还可起到对磁粉弱磁化的作用,减缓了钙、镁离子和微生物引起的膜污染。

[0031] 磁加载混凝澄清工艺的原理是通过循环投加比重较大的磁性载体,使之在混合及絮凝过程中形成致密的具有胶质性能的“凝核”,凝核可以强力吸附卷扫水中的微细颗粒物,在沉降过程中各“凝核”之间相互碰撞凝聚成更大的致密絮团而快速下沉,从而实现高速固液分离。

[0032] 如图 1 和图 2 所示,磁加载混凝磁分离澄清装置由反应池 1、加载混合池 2、絮凝池 3 和斜管沉淀池 4 组成,如图 3 所示,废水首先经泵提升进入反应池 1,在反应池 1 内投加混凝剂 30-500mg/L,在反应池 1 内通过双层桨叶式搅拌机 5 在转速为 60-80r/min 下搅拌反应生产细小絮体后进入加载混合池 2。

[0033] 在加载混合池 2 上方装有高速分散机 10 和磁鼓分离机 11,当沉积于污泥斗 10 内的磁性污泥经螺杆泵进入高速分散机 10 后,在高速分散机 10 齿牙分散盘 960r/min 转速强力剪切分散作用下使得污泥中磁性载体与污泥颗粒脱附,然后经磁鼓分离机 11 的磁鼓将污泥中磁性载体利用永磁力分离回收出来循环投加到加载混合池 2,加载混合池 2 中磁性载体的质量浓度为 1-3 公斤 / 吨水,通过单层框式搅拌机 6 在转速为 40-50r/min 下搅拌状态下,细小絮体与循环回收的磁性载体生成致密的具有胶质性能的磁性凝核。

[0034] 在絮凝池 3 内投加 1-3 克 / 吨水的聚丙烯酰胺絮凝剂,在双层框式搅拌机 7 转速为 20-30r/min 慢速搅拌下,在絮凝剂长链分子带电基团的架桥和网捕作用下使得磁性凝核吸附卷扫水中的微细颗粒物生成大颗粒磁性絮团,然后经布水管 8 均匀流入经斜管沉淀池,磁性污泥絮团进入污泥斗 10,清水通过斜管 9 进一步截留细小颗粒物后经集水管收集后进入中间水池,根据回用水最终用途和水质要求,经水泵增压后进入超滤膜组件、反渗透膜组件、超滤 - 纳滤膜系统、超滤 - 反渗透膜系统或膜生物反应器,膜分离后以进一步去除废水的残留颗粒物和有机物,出水以满足相应回用水的水质指标,纳滤或超滤后的浓水回流到反应池,膜分离段的设备和工艺采用现有技术中成熟的常规设备及工艺。

[0035] 实施例 1

[0036] 某印染厂生化处理后废水水量为 2000 吨 / 天,COD 为 191mg/L,浊度为 19.38NTU,悬浮物为 70mg/L,铁离子为 0.78mg/L。

[0037] 废水经离心泵提升进入反应池,在反应池内投加聚合氯化铝混凝剂 80mg/L,在反应池双层桨叶式搅拌机转速为 73r/min 搅拌下生成细小絮体,加载混合池内废水混合采用

单层框式搅拌机,转速为 43r/min,反应池内产生的细小絮体与磁鼓分离机回收的磁铁矿粉在水力混合速度梯度作用下生成致密的具有胶质性能的磁性凝核。

[0038] 在絮凝池内投加 2 克 / 吨水的聚丙烯酰胺絮凝剂并在在双层框式搅拌机 20-30r/min 慢速搅拌下生成大颗粒磁性絮团,然后经布水管均匀流入经斜管沉淀池后磁性污泥絮团进入污泥斗,磁性污泥产生量为废水量的 8%,沉积于污泥斗内的磁性污泥经螺杆泵进入高速分散机后,高速分散机采用齿牙式分散盘,转速为 960r/min,经高剪切力作用下使得污泥中磁铁矿粉和污泥颗粒的脱附,然后经磁鼓分离机的磁鼓将污泥中磁铁矿粉利用永磁力分离回收出来后循环投加到加载混合池,磁铁矿粉的回收率为 98.5%,加载混合池中磁铁矿粉的粒度约为 300 目,质量浓度为 3 公斤 / 吨水。

[0039] 斜管沉淀池的表面沉淀负荷达到 8.5m/h,上清液经集水管收集后进入中间水池,经水泵增压后进入超滤 - 反渗透膜组件精细过滤后出水 COD 为 12mg/L,浊度为 0.2NTU,悬浮物为 2mg/L,铁离子为 0.05mg/L,出水满足企业清洗和染布等工艺段对水质要求,能够回用于企业生产用水。

[0040] 实施例 2

[0041] 某城市污水处理厂进水 COD 平均为 350mg/L,悬浮物平均为 310mg/L,总磷平均为 6.8mg/L。

[0042] 废水经提升进入反应池,在反应池内投加聚合氯化铝混凝剂 300mg/L,在反应池双层桨叶式搅拌机转速为 85r/min 搅拌下生成细小絮体,加载混合池内废水混合采用单层框式搅拌机,转速为 37r/min,反应池内产生的细小絮体与磁鼓分离机回收的磁铁矿粉在水力混合速度梯度作用下生成致密的具有胶质性能的磁性凝核。

[0043] 在絮凝池内投加 3 克 / 吨水的聚丙烯酰胺絮凝剂并在在双层框式搅拌机 15r/min 慢速搅拌下生成大颗粒磁性絮团,然后经布水管均匀流入经斜管沉淀池后,磁性污泥絮团进入污泥斗,磁性污泥产生量为废水量的 13%,沉积于污泥斗内的磁性污泥经螺杆泵进入高速分散机后,高速分散机采用齿牙式分散盘,转速为 1200r/min,经高剪切力作用下使得污泥中磁铁矿粉和污泥颗粒的脱附,然后经磁鼓分离机的磁鼓将污泥中磁铁矿粉利用永磁力分离回收出来循环投加到加载混合池,磁铁矿粉的回收率为 97%,加载混合池中磁铁矿粉的粒度约为 280 目,质量浓度为 4 公斤 / 吨水。

[0044] 斜管沉淀池的表面沉淀负荷达到 6.8m/h,上清液经集水管收集后进入膜生物反应器处理后出水 COD 低于 60mg/L,悬浮物小于 5mg/L,总磷小于 0.3mg/L,出水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 标准。

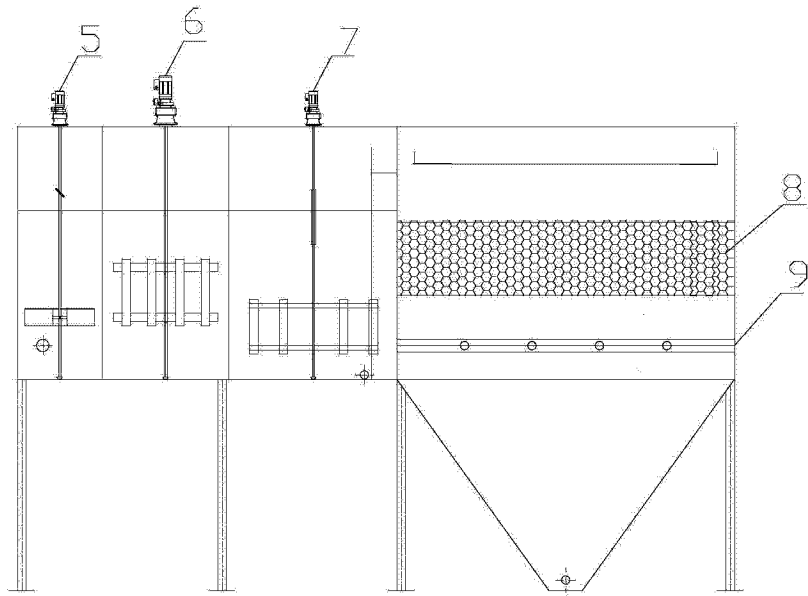


图 1

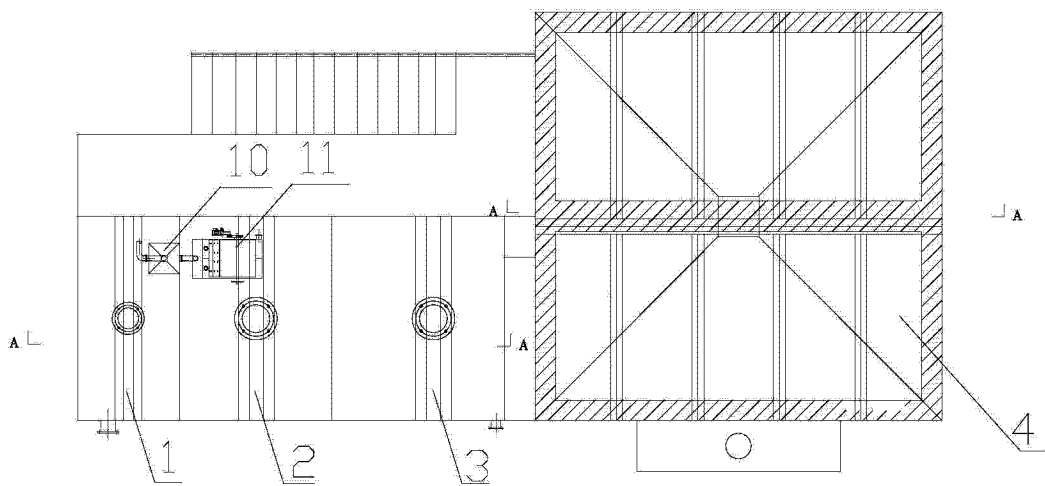


图 2

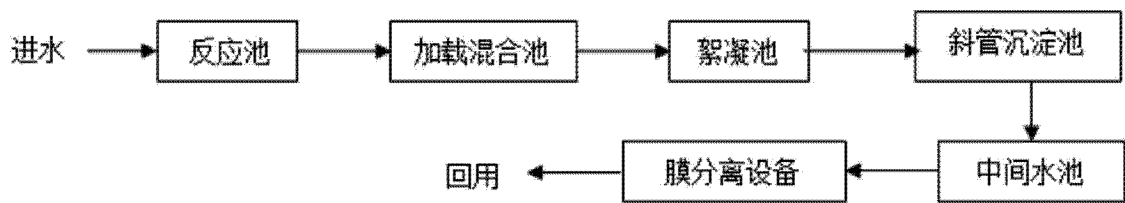


图 3