



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114890606 A

(43) 申请公布日 2022.08.12

(21) 申请号 202210781737.6

C02F 1/48 (2006.01)

(22) 申请日 2022.07.05

(71) 申请人 湖南国重环境科技有限责任公司
地址 410205 湖南省长沙市岳麓区学士街
道玉莲路32号联东优谷工业园3栋702
房

(72) 发明人 文波 钟楚彬 汪才超 王豪
雷国建 李栋 章焯 刘朝
马英才 史勇 朱铁钢

(74) 专利代理机构 北京卓恒知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 11394
专利代理师 徐楼 龙世和

(51) Int.Cl.
C02F 9/12 (2006.01)
C02F 1/52 (2006.01)

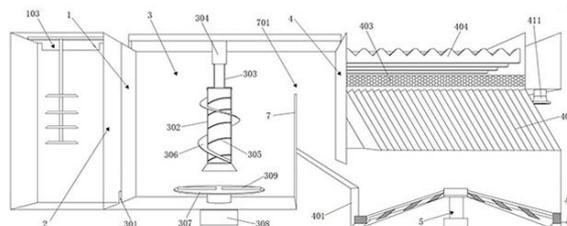
权利要求书3页 说明书14页 附图8页

(54) 发明名称

一种用于多污染物废水的处理系统及处理方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于多污染物废水的处理系统及使用该系统处理废水的方法,本发明的废水处理系统通过在磁泥分离单元设置梯级可变外加磁场,一方面提高了磁性絮凝体的沉降效率,另一方面,通过跟随刮泥机构同步间隙变化的磁场,实现沉降污泥快速刮落的同时,很好的避免由于刮泥机构扰动导致沉降污泥再次分散至水中现象的发生,整体提升设备的废水处理效果。本发明还采用具有特制的核壳链式吸附剂作为磁种和磁性复合吸附材料层对废水进行前端处理以及对污泥沉降后的废水进行终端处理,极大地提高了出水品质。采用本发明提供的技术方案对废水进行处理,具有废水处理效果优良、废水处理成本低的特点。



1. 一种用于多污染物废水的处理系统,其特征在於:该处理系统包括依次串联的磁混凝单元(1)、磁絮凝单元(2)、旋流混凝单元(3)以及磁泥分离单元(4);所述磁泥分离单元(4)包括自下而上依次连通设置的泥筒(401)、斜板沉降区(402)、磁性复合吸附材料层(403)以及出水堰(404);所述泥筒(401)为桶状结构,并且在其侧壁上部开设有进水口,在其侧壁底部开设有排泥口(405);所述出水堰(404)的一端与出水口(411)相连通;

所述泥筒(401)的筒底向筒腔内部凸起形成上窄下宽的锥台(406);锥台(406)的上表面设置有刮泥机构(5);在锥台(406)斜面的外壁上还铺设有电磁板(407);电磁板(407)内设置有若干个电磁器,并且自锥台(406)的锥顶至锥底,电磁板(407)内电磁器的分布密度依次增大。

2. 根据权利要求1所述的处理系统,其特征在於:所述刮泥机构(5)包括旋转座(501)、旋转臂(502)、刮板(503)以及旋转电机(504);旋转座(501)设置在锥台(406)的台面上,且旋转座(501)上连接有多条与锥台(406)的斜面相平行的旋转臂(502);在任意一条旋转臂(502)上均设置有多个间断分布的刮板(503),并且多个所述刮板(503)的下端均与锥台(406)的斜面紧密贴合;旋转电机(504)设置在锥台(406)的底侧外部,并且旋转电机(504)的转轴穿过锥台(406)的台面后与旋转座(501)相连;

在锥台(406)斜面的外壁还铺设有多个所述电磁板(407);多个所述电磁板(407)均通过旋转滑动环(408)与电源滑动连接;旋转滑动环(408)上间隔设置有绝缘段(412),并且旋转滑动环(408)与旋转臂(502)同步旋转;在锥台(406)斜面的圆周方向上,旋转滑动环(408)的绝缘段(412)对应控制的电磁板(407)的宽度大于刮板(503)在锥台(406)斜面上的刮泥宽度,并且刮泥宽度全部落入该绝缘段(412)对应控制的电磁板(407)的宽度内。

3. 根据权利要求2所述的处理系统,其特征在於:所述刮板(503)为前窄后宽的板状结构;在同一条旋转臂(502)上的所有刮板(503)均与旋转臂(502)倾斜相交,同一旋转臂(502)上的刮板(503)与旋转臂(502)之间的倾斜角度相同,不同旋转臂(502)上的刮板(503)与旋转臂(502)之间的倾斜角相同或不同;刮板(503)的前窄端朝向旋转臂(502)旋转的方向且向锥台(406)的台顶方向倾斜。

4. 根据权利要求3所述的处理系统,其特征在於:在同一旋转臂(502)上,相邻两个刮板(503)之间的间距小于等于刮板(503)在锥台(406)斜面倾斜方向上的投影宽度,且任意相邻的两条旋转臂(502)上的刮板(503)分布方式为错位式分布,即在旋转臂(502)的旋转方向上,前一条旋转臂(502)上相邻两块刮板(503)之间的间隙对应后一条旋转臂(502)上的刮板(503),与此同时,后一条旋转臂(502)上相邻两块刮板(503)之间的间隙对应前一条旋转臂(502)上的刮板(503);任意相邻的两条旋转臂(502)上的所有刮板(503)在锥台(406)斜面倾斜方向上的投影重合相连后的总宽度等于锥台(406)斜面自上而下的倾斜宽度;任意一块刮板(503)的刮泥面均为自前而后弧度依次增大的弧面,且该刮泥面同时也为自下而上弧度依次增大的弧面。

5. 根据权利要求4所述的处理系统,其特征在於:所述锥台(406)底端的外径小于泥筒(401)的内径,即锥台(406)底端与泥筒(401)的内壁之间具有一条环形积泥板(409);在旋转臂(502)的底端还设置有与旋转臂(502)倾斜相交的推泥板(410),推泥板(410)的底端与环形积泥板(409)的表面紧密贴合;泥筒(401)的排泥口(405)设置在泥筒(401)侧壁与环形积泥板(409)的交接处或直接开设在环形积泥板(409)上;所述环形积泥板(409)的宽度不

低于10cm。

6. 根据权利要求5所述的处理系统,其特征在于:所述磁混凝单元(1)和磁絮凝单元(2)均为圆形或矩形的桶状结构;废水进水管(101)与磁混凝单元(1)的进水口相连通;磁混凝单元(1)与磁絮凝单元(2)并列设置并通过隔板(102)进行分隔,并且隔板(102)的高度低于磁混凝单元(1)和磁絮凝单元(2)的高度,使得隔板(102)的上端与磁混凝单元(1)及磁絮凝单元(2)的顶端之间形成溢流槽口(103),磁混凝单元(1)的内腔通过该溢流槽口(103)与磁絮凝单元(2)的内腔相连通;

磁混凝单元(1)内还设置有上升式旋流搅拌机构(104),上升式旋流搅拌机构(104)的搅拌电机通过固定梁固定在磁混凝单元(1)的上方,其搅拌轴和搅拌桨叶伸入至磁混凝单元(1)内;磁絮凝单元(2)内还设置有下压式旋流搅拌机构(201),下压式旋流搅拌机构(201)的搅拌电机通过固定梁固定在磁絮凝单元(2)的上方,其搅拌轴和搅拌桨叶伸入至磁絮凝单元(2)内;其中,上升式旋流搅拌机构(104)的转速不低于500r/min;下压式旋流搅拌机构(201)的转速不高于250r/min;

在磁混凝单元(1)和磁絮凝单元(2)的外部一侧还设置有加药装置(6);加药装置(6)的pH调节剂投加口(601)、混凝剂投加口(602)、磁性复合吸附材料投加口(603)均与磁混凝单元(1)相连通;加药装置(6)的絮凝剂投加口(604)与磁絮凝单元(2)相连通。

7. 根据权利要求6所述的处理系统,其特征在于:所述旋流混凝单元(3)为圆形或矩形的桶状结构,并位于磁絮凝单元(2)的外部一侧;旋流混凝单元(3)和磁絮凝单元(2)之间的隔板底部开设有连通二者腔室的通水孔(301);旋流混凝单元(3)内还设置有旋流筒(302);旋流筒(302)的上端通过连杆(303)与旋流电机(304)的转轴相连接,旋流电机(304)通过固定梁固定在旋流混凝单元(3)的上方;旋流筒(302)的内壁上凸出设有自下而上的内螺旋上升式桨叶(305);旋流筒(302)的外壁上凸出设有自下而上的外螺旋上升式桨叶(306);

旋流混凝单元(3)的底部还设置有旋流转盘(307),旋流转盘(307)的转轴穿过旋流混凝单元(3)的底壁后与旋流旋转电机(308)相连;旋流转盘(307)的表面设有沿旋流转盘(307)径向设置的旋流凸台(309),并且多个旋流凸台(309)沿旋流转盘(307)的周向均匀分布;旋流凸台(309)的台面为倾斜的斜面,并且该斜面朝向旋流转盘(307)的旋转方向。

8. 根据权利要求7所述的处理系统,其特征在于:旋流混凝单元(3)与磁泥分离单元(4)之间设置有溢流斜槽(7);溢流斜槽(7)与旋流混凝单元(3)之间的隔板高度低于旋流筒(302)的高度,使得该隔板与溢流斜槽(7)及旋流混凝单元(3)之间共同形成溢流过水口(701);溢流斜槽(7)与磁泥分离单元(4)之间的隔板底部开设有通孔,该通孔为磁泥分离单元(4)的进水口;溢流斜槽(7)的底板为靠近旋流混凝单元(3)一侧高于靠近磁泥分离单元(4)一侧的斜板;和/或

该系统还包括有控制机构(8),控制机构(8)包括中央控制器、控制面板、显示屏以及任选地远程终端;中央控制器与各部件之间进行有线或无线的电信号连接,并控制各个部件的启停。

9. 根据权利要求1-8中任一项所述的处理系统,其特征在于:所述磁性复合吸附材料层(403)包括至少一层蜂窝状的核壳链式吸附剂层;所述核壳链式吸附剂为以四氧化三铁为球核(4031)、以聚多巴胺为中间壳层(4032)、以水化硅酸钙为表面分子链(4033)的微球结构;其中四氧化三铁、聚多巴胺、水化硅酸钙的组成质量比为10-35:5-25:50-85。

10.一种采用如权利要求1-9中任一项所述的用于多污染物废水的处理系统进行废水处理的方法,其特征在于:该方法包括如下步骤:

1)将多污染物废水输送至磁混凝单元(1)内,然后通过加药装置(6)向废水内投加pH调节剂、混凝剂以及磁性复合吸附材料;最后启动上升式旋流搅拌机构(104)进行搅拌,在上升式旋流搅拌机构(104)的作用下,使得搅拌后的废水从溢流槽口(103)流入至磁絮凝单元(2)内;

2)废水进入磁絮凝单元(2)后,通过加药装置(6)向废水内投加絮凝剂,然后启动下压式旋流搅拌机构(201)进行搅拌,在下压式旋流搅拌机构(201)的作用下,使得搅拌后的废水从通水孔(301)流入至旋流混凝单元(3)内;

3)废水进入旋流混凝单元(3)后,启动旋流筒(302)和旋流转盘(307);旋流筒(302)旋转时,设置在旋流筒(302)外壁上的外螺旋上升式桨叶(306)和设置在旋流筒(302)内壁上的内螺旋上升式桨叶(305)同步旋转,外螺旋上升式桨叶(306)将位于旋流筒(302)外部的废水向上搅动抬升,内螺旋上升式桨叶(305)将位于旋流筒(302)内部的废水向上搅动抬升;与此同时,位于旋流筒(302)底部的旋流转盘(307)旋转时,具有倾斜台面的旋流凸台同步旋转,将位于旋流筒(302)底部的废水向上搅动抬升;在旋流筒(302)和旋流转盘(307)的多重搅拌抬升作用下,废水实现充分混凝后从溢流过水口(701)进入溢流斜槽(7)并从其底部的通孔进入至磁泥分离单元(4)内;

4)废水进入磁泥分离单元(4)后,废水中的磁絮体在电磁板(407)产生的梯级磁力和自身重力的双重作用下快速沉降至泥筒(401)底部,经过周期性的沉积后,启动刮泥机构(5),在旋转电机(504)的作用下,旋转座(501)带动旋转臂(502)及位于旋转臂(502)上的刮板(503)沿着锥台(406)的斜面进行圆周运动;刮泥面倾斜设置的刮板(503)在旋转过程中不断将沉积的污泥刮落,并在相邻旋转臂(502)上错位式分布的两排刮板(503)的共同作用下将刮落的污泥向锥台(406)的锥底方向推动并排至环形积泥板(409)上,然后再在推泥板(410)的旋转推动作用下,将排至环形积泥板(409)上的污泥从排泥口(405)排出并进行磁性复合吸附材料的回收处理;在旋转座(501)带动旋转臂(502)和刮板(503)旋转刮泥的过程中,旋转滑动环(408)同步旋转,并使得任意一段绝缘段(412)所控制的电磁板(407)始终对应着一条旋转臂(502)及其刮板(503)当前所处的刮泥区域,使得该条旋转臂(502)及其刮板(503)当前所要刮落的污泥无电磁力的作用,便于从锥台(406)的斜面上刮落;与此同时,非绝缘段所控制的电磁板(407)均通电产生磁力,将该部分电磁板(407)所对应的污泥沉积区域内的污泥牢牢吸附在锥台(406)的斜面上,避免被刮泥机构(5)刮泥扰动的水流冲刷再次分散于上清液中而导致出水品质降低;污泥沉降刮除后的上清液经斜板沉降区(402)缓冲沉降后进入磁性复合吸附材料层(403)进行再吸附处理,最后经出水堰(404)排出。

一种用于多污染物废水的处理系统及处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及废水处理设备及工艺,具体涉及一种用于多污染物废水的处理系统及使用该系统进行废水处理的方法,属于废水处理技术领域。

背景技术

[0002] 加强水污染治理成为走出水资源困境的重要途径。絮凝法具有适用性广、工艺简单、处理成本低等优点被广泛应用到污水治理的各个领域。絮凝法是向含有胶体、溶解性有机质和悬浮物质的污水中投加水处理剂(絮凝剂)在外力作用下发生凝聚、絮凝反应,最后通过物理或化学方法达到固液分离目的的一种方法。但是,在絮凝法后序固液分离过程中,其沉降动力是依靠生成絮体的自身重力,因此,存在絮体沉降动力不足,絮凝效果不稳定、成本高、污泥含水率高生成量大等缺点。因高分子絮凝剂在溶液中通过静电结合、氢键合、共价键合等结合吸附到污水的微细固体颗粒上,且可以同时结合多个粒子,从而导致离粒子的聚集,并且有电性,可考虑增加电辅助沉降技术,加速沉降,也可以增加一些硬度较大的矿物药剂来改变溶液性质,增强沉降特性,还可以利用外加磁场增强导磁性物质的沉降效果。

[0003] 目前,磁分离技术作为最新型废水处理技术之一,在水处理领域中具有极大的发展潜力。磁分离技术很早就应用于磁聚凝法处理钢厂除尘废水,主要是运用不同物质在磁场力的作用下所受引力不同,将导磁性不同的物体区分开来。然而磁分离技术虽然能够直接分离或去除水体中的强磁性污染物,但水体中的弱磁性或非磁性污染物无法直接或完全通过磁场作用分离,还需提高磁场强度或添加磁种利用磁性接种使其具有磁性,以达到清除的效果。因此,将磁分离技术与絮凝技术联合用于水处理领域的工艺方法得到了广泛关注。絮凝-磁分离技术即在絮凝过程中加入磁种并形成絮凝核心,磁种的加入强化絮凝效果,同时结合絮凝剂的絮凝特性形成磁性絮体,使原本没有磁性的污染物具有磁性,并提高生成絮体的密度,且最终生成磁性污泥体积小、含水率低,易于后续处理,生成的磁性絮体固液分离后可由外磁场作用进行磁种的回收。

[0004] 近年来,絮凝-磁分离技术以其独特的优势越来越被业界广泛关注。该组合技术作为一项高效、绿色、经济的水处理方法,在环保领域极具潜力。现阶段,絮凝-磁分离技术从早期的矿物磁选、煤炭脱硫等领域已扩展到对重金属离子、油类、藻类、极细悬浮物、细菌、病原微生物等的去除。尤其是在富营养化湖泊水、生活污水、农业废水、工业废水等处理领域取得了良好效果。但现有的絮凝-磁分离技术还存在诸多不足,如现有的絮凝-磁分离设备沉降时间长,分离效率低,出水污染物含量不稳定,磁种循环稳定性差,作用单一,外加磁场控制与磁分离设备匹配度不高等。为了充分扩大絮凝-磁分离技术的优势并进一步弥补其不足,推进其应用范围的进一步扩大,需开发可循环稳定高效的磁种及发明配套的磁分离处理设备来进一步缩短沉降时间,提高分离效率,减小占地面积,节约成本,另外,絮凝-磁分离技术能够与其他水处理技术耦合联用,可进一步深度处理废水,提高出水品质,稳定达标。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术的不足,提供一种用于多污染物废水的处理系统及使用该系统进行废水处理的方法,该系统通过在磁泥分离单元设置梯级可变外加磁场,一方面提高了磁性絮凝体的沉降效率,另一方面,通过随刮泥机构同步间隙变化的磁场,实现沉降污泥快速刮落的同时,还能够很好的避免由于刮泥机构扰动导致沉降污泥再次分散至水中,导致出水品质降低的问题,整体提升设备的处理效果。与此同时,本发明还采用具有特制的核壳链式吸附剂的磁性复合吸附材料层对污泥沉降后的废水进行终端处理,可实现对上清液中细小絮凝体以及未絮凝的污染物进行吸附,极大地提高了出水品质。

[0006] 为实现上述目的,本发明所采用的技术方案具体如下所述:

根据本发明的第一种实施方案,提供一种用于多污染物废水的处理系统。

[0007] 一种用于多污染物废水的处理系统,该处理系统包括依次串联的磁混凝单元、磁絮凝单元、旋流混凝单元以及磁泥分离单元。所述磁泥分离单元包括自下而上依次连通设置的泥筒、斜板沉降区、磁性复合吸附材料层以及出水堰。所述泥筒为桶状结构(优选为圆形桶状结构),并且在其侧壁上部开设有进水口,在其侧壁底部开设有排泥口。所述出水堰的一端与出水口相连通。

[0008] 作为优选,所述泥筒的筒底向筒腔内部凸起形成上窄下宽的锥台。锥台的上表面设置有刮泥机构。在锥台斜面的外壁上还铺设电磁板。电磁板内设置有若干个电磁器,并且自锥台的锥顶至锥底,电磁板内电磁器的分布密度依次增大。

[0009] 作为优选,所述刮泥机构包括旋转座、旋转臂、刮板以及旋转电机。旋转座设置在锥台的台面上,且旋转座上连接有多条与锥台的斜面相平行的旋转臂。在任意一条旋转臂上均设置有多个间断分布的刮板,并且多个所述刮板的下端均与锥台的斜面紧密贴合。旋转电机设置在锥台的底侧外部,并且旋转电机的转轴穿过锥台的台面后与旋转座相连。

[0010] 作为优选,在锥台斜面的外壁还铺设有多块所述电磁板。多块所述电磁板均通过旋转滑动环与电源滑动连接。旋转滑动环上间隔设置有绝缘段,并且旋转滑动环与旋转臂同步旋转。在锥台斜面的圆周方向上,旋转滑动环的绝缘段对应控制的电磁板的宽度大于刮板在锥台斜面上的刮泥宽度,并且刮泥宽度全部落入该绝缘段对应控制的电磁板的宽度内。

[0011] 作为优选,所述刮板为前窄后宽的板状结构。在同一条旋转臂上的所有刮板均与旋转臂倾斜相交,同一旋转臂上的刮板与旋转臂之间的倾斜角度相同,不同旋转臂上的刮板与旋转臂之间的倾斜角相同或不同。刮板的前窄端朝向旋转臂旋转的方向且向锥台的台顶方向倾斜。

[0012] 作为优选,在同一旋转臂上,相邻两个刮板之间的间距小于等于刮板在锥台斜面倾斜方向上的投影宽度,且任意相邻的两条旋转臂上的刮板分布方式为错位式分布,即在旋转臂的旋转方向上,前一条旋转臂上相邻两块刮板之间的间隙对应后一条旋转臂上的刮板,与此同时,后一条旋转臂上相邻两块刮板之间的间隙对应前一条旋转臂上的刮板。任意相邻的两条旋转臂上的所有刮板在锥台斜面倾斜方向上的投影重合相连后的总宽度等于锥台斜面自上而下的倾斜宽度。任意一块刮板的刮泥面均为自前而后弧度依次增大的弧面,且该刮泥面同时也为自下而上弧度依次增大的弧面。

[0013] 作为优选,所述锥台底端的外径小于泥筒的内径,即锥台底端与泥筒的内壁之间

具有一条环形积泥板。在旋转臂的底端还设置有与旋转臂倾斜相交的推泥板，推泥板的底端与环形积泥板的表面紧密贴合。泥筒的排泥口设置在泥筒侧壁与环形积泥板的交接处或直接开设在环形积泥板上。所述环形积泥板的宽度不低于10cm。

[0014] 作为优选，所述磁混凝单元和磁絮凝单元均为圆形或矩形的桶状结构。废水进水管与磁混凝单元的进水口相连通。磁混凝单元与磁絮凝单元并列设置并通过隔板进行分隔，并且隔板的高度低于磁混凝单元和磁絮凝单元的高度，使得隔板上端与磁混凝单元及磁絮凝单元的顶端之间形成溢流槽口，磁混凝单元的内腔通过该溢流槽口与磁絮凝单元的内腔相连通。

[0015] 作为优选，磁混凝单元内还设置有上升式旋流搅拌机构，上升式旋流搅拌机构的搅拌电机通过固定梁固定在磁混凝单元的上方，其搅拌轴和搅拌桨叶伸入至磁混凝单元内。磁絮凝单元内还设置有下压式旋流搅拌机构，下压式旋流搅拌机构的搅拌电机通过固定梁固定在磁絮凝单元的上方，其搅拌轴和搅拌桨叶伸入至磁絮凝单元内。其中，上升式旋流搅拌机构的转速不低于500r/min。下压式旋流搅拌机构的转速不高于250r/min。

[0016] 作为优选，在磁混凝单元和磁絮凝单元的外部一侧还设置有加药装置。加药装置的pH调节剂投加口、混凝剂投加口、磁性复合吸附材料投加口均与磁混凝单元相连通。加药装置的絮凝剂投加口与磁絮凝单元相连通。

[0017] 作为优选，所述旋流混凝单元为圆形或矩形的桶状结构，并位于磁絮凝单元的外部一侧。旋流混凝单元和磁絮凝单元之间的隔板底部开设有连通二者腔室的通水孔。旋流混凝单元内还设置有旋流筒。旋流筒的上端通过连杆与旋流电机的转轴相连接，旋流电机通过固定梁固定在旋流混凝单元的上方。旋流筒的内壁上凸出设有自下而上的内螺旋上升式桨叶。旋流筒的外壁上凸出设有自下而上的外螺旋上升式桨叶。

[0018] 作为优选，旋流混凝单元的底部还设置有旋流转盘，旋流转盘的转轴穿过旋流混凝单元的底壁后与旋流旋转电机相连。旋流转盘的表面设有沿旋流转盘径向设置的旋流凸台，并且多个旋流凸台沿旋流转盘的周向均匀分布。旋流凸台的台面为倾斜的斜面，并且该斜面朝向旋流转盘的旋转方向。

[0019] 作为优选，旋流混凝单元与磁泥分离单元之间设置有溢流斜槽。溢流斜槽与旋流混凝单元之间的隔板高度低于旋流筒的高度，使得该隔板与溢流斜槽及旋流混凝单元之间共同形成溢流过水口。溢流斜槽与磁泥分离单元之间的隔板底部开设有通孔，该通孔为磁泥分离单元的进水口。溢流斜槽的底板为靠近旋流混凝单元一侧高于靠近磁泥分离单元一侧的斜板。

[0020] 作为优选，该系统还包括有控制机构，控制机构包括中央控制器、控制面板、显示屏以及任选地远程终端。中央控制器与各部件之间进行有线或无线的电信号连接，并控制各个部件的启停。

[0021] 作为优选，所述磁性复合吸附材料层包括至少一层蜂窝状的核壳链式吸附剂层。所述核壳链式吸附剂为以四氧化三铁为球核、以聚多巴胺为中间壳层、以水化硅酸钙为表面分子链的微球结构。其中四氧化三铁、聚多巴胺、水化硅酸钙的组成质量比为10-35:5-25:50-85(优选为15-30:8-20:55-80,更优选为20-25:10-15:60-70)。

[0022] 根据本发明的第二种实施方案，提供一种多污染物废水的处理方法。

[0023] 一种多污染物废水的处理方法或采用第一种实施方案所述用于多污染物废水的

处理系统进行废水处理的方法,该方法包括如下步骤:

1) 将多污染物废水输送至磁混凝单元内,然后通过加药装置向废水内投加pH调节剂、混凝剂以及磁性复合吸附材料。最后启动上升式旋流搅拌机构进行搅拌,在上升式旋流搅拌机构的作用下,使得搅拌后的废水从溢流槽口流入至磁絮凝单元内。

[0024] 2) 废水进入磁絮凝单元后,通过加药装置向废水内投加絮凝剂,然后启动下压式旋流搅拌机构进行搅拌,在下压式旋流搅拌机构的作用下,使得搅拌后的废水从通水孔流入至旋流混凝单元内。

[0025] 3) 废水进入旋流混凝单元后,启动旋流筒和旋流转盘。旋流筒旋转时,设置在旋流筒外壁上的外螺旋上升式桨叶和设置在旋流筒内壁上的内螺旋上升式桨叶同步旋转,外螺旋上升式桨叶将位于旋流筒外部(四周)的废水向上搅动抬升,内螺旋上升式桨叶将位于旋流筒内部的废水向上搅动抬升。与此同时,位于旋流筒底部的旋流转盘旋转时,具有倾斜台面的旋流凸台同步旋转,将位于旋流筒底部的废水向上搅动抬升。在旋流筒和旋流转盘的多重搅拌抬升作用下,废水实现充分混凝后从溢流过水口进入溢流斜槽并从其底部的通孔进入至磁泥分离单元内。

[0026] 4) 废水进入磁泥分离单元后,废水中的磁絮体在电磁板产生的梯级磁力和自身重力的双重作用下快速沉降至泥筒底部,经过周期性的沉积后,启动刮泥机构,在旋转电机的作用下,旋转座带动旋转臂及位于旋转臂上的刮板沿着锥台的斜面进行圆周运动。刮泥面倾斜设置的刮板在旋转过程中不断将沉积的污泥刮落,并在相邻旋转臂上错位式分布的两排刮板的共同作用下将刮落的污泥向锥台的锥底方向推动并排至环形积泥板上,然后再在推泥板的旋转推动作用下,将排至环形积泥板上的污泥从排泥口排出并进行磁性复合吸附材料的回收处理。在旋转座带动旋转臂和刮板旋转刮泥的过程中,旋转滑动环同步旋转,并使得任意一段绝缘段所控制的电磁板始终对应着一条旋转臂及其刮板当前所处的刮泥区域,使得该条旋转臂及其刮板当前所要刮落的污泥无电磁力的作用,便于从锥台的斜面上刮落。与此同时,非绝缘段所控制的电磁板均通电产生磁力,将该部分电磁板所对应的污泥沉积区域内的污泥牢牢吸附在锥台的斜面上,避免被刮泥机构刮泥扰动的水流冲刷再次分散于上清液中而导致出水品质降低。污泥沉降刮除后的上清液经斜板沉降区缓冲沉降后进入磁性复合吸附材料层进行再吸附处理,最后经出水堰排出。

[0027] 作为优选,在步骤1)中,pH调节剂的加入量为使得废水的pH为6.5~8.5。混凝剂溶液的质量浓度为8~10%,其加入量为 $0.1\sim 1.0\text{kg}/\text{m}^3$ 。磁性复合吸附材料的加入量为 $0.3\sim 1.5\text{kg}/\text{m}^3$ 。上升式旋流搅拌机构的搅拌速率为 $500\sim 1000\text{ r}/\text{min}$ 。

[0028] 作为优选,在步骤2)中,絮凝剂的质量浓度为0.1~1.0%,其加入量为 $0.1\sim 10\text{kg}/\text{m}^3$ 。下压式旋流搅拌机构的搅拌速率为 $100\sim 250\text{ r}/\text{min}$ 。

[0029] 在本发明中,所述混凝剂优选为PAC(聚合氯化铝)或PFS(聚合硫酸铁)。所述絮凝剂优选为PAM(聚丙烯酰胺)。所述pH调节剂优选为强碱溶液。

[0030] 在现有技术中,采用絮凝-磁分离技术仅能直接应用于富含磁性污染物的污水,如冶金、矿山废水处理。而对于其他含非磁性污染物的废水,则需要额外添加磁种(例如直接添加铁粉,磁性铁氧化物等),并在絮凝剂的作用下使得磁种被污染形成的絮凝体包覆,提高生成絮体的密度,利于后续固液分离。目前这类磁种仅仅起到球核进行助凝的作用,本身对污染物吸附效果差,且在水体的分散性差,磁种循环稳定性差等;同时为了满足出水要

求,处理前期磁种和絮凝剂的投加量较大,导致废水处理成本居高不下;并且现有的废水处理设备未根据废水处理流程进行合理设计,匹配度不高,存在絮凝效果不佳,泥水分离耗时长且分离不彻底,以及磁种回收率较低等诸多不足。

[0031] 在本发明中,为增强磁絮凝、混凝效果,磁混凝单元与磁絮凝单元单独分开并通过溢流槽口相连通,可通过准确控制不同的搅拌速度来控制絮凝体的形成:首先向废水中加入特制的磁性物质(磁性复合吸附材料)和混凝剂(PAC),通过快速搅拌(搅拌速率不低于500r/min)的方式使废水中的悬浮物质迅速混合,形成细小絮凝体,在特制的磁性物质的作用下细小污染物质,并通过特制的磁性物质与絮凝体和水中污染物质相互作用,形成以磁种为核心的磁性絮体,磁性絮体间相互吸引,彼此结合,最终生成的絮体密度大便于后续处理;同时再经磁絮凝区结合絮凝剂(PAM)的絮凝特性进一步使得剩余的细小的絮凝体在电中和、吸附和架桥作用下形成更大的絮凝体,最终与特制的磁性物质相结合形成密度更大、更重的絮体团,使得原本没有磁性的污染物具有磁性,使得生成的磁性絮体可以在自身重力作用以及外磁场的协同作用下快速实现固液分离。

[0032] 在本发明中,特增加旋流混凝单元,利用中心旋流筒形成的竖直向上的流道以及设置在旋流筒内壁和外壁上的螺旋上升式桨叶,当旋流筒旋转时,一方面可提高待处理废水、特制的磁性物质以及外加药剂在箱体内的循环流动性,大大增加磁性絮体的碰撞机会,促进形成个体大而密实的磁性絮团,大大提高混凝效果;另一方面,螺旋上升式桨叶旋转时或使得水流向上推动,为了提高水流抬升效果,螺旋上升式桨叶的叶片宽度可自上而下逐渐增大,旋流筒内壁和外壁上的螺旋上升式桨叶的宽度可根据实际工况调整为相同或不同;可以将磁混凝后的废水在重力下通过溢流斜槽引入磁泥分离单元内。螺旋上升式桨叶的设计既可以增大废水的流动抬升效果,同时还不会由于抬升速度过快或力度过大破坏已形成的大絮凝团聚体的状态。

[0033] 进一步地,为了提高旋流混凝单元内水流的抬升效果,旋流混凝单元的底部还设置有旋流转盘,并且在旋流转盘的表面设有沿旋流转盘径向设置的旋流凸台。旋流凸台的台面为倾斜的斜面,并且该斜面朝向旋流转盘的旋转方向。旋流转盘和旋流凸台的设计,不仅仅可以辅助提高水流的抬升运动效果,同时还能够推动位于旋流筒下方区域内废水中的絮凝体、外加药剂以及特制的磁性物质向上流动,避免它们在桶底局部堆积。

[0034] 在本发明中,磁泥分离单元采用内凸的锥台式筒底设计,并且在锥台式筒底的外部沿桶底的圆周方向均匀铺设电磁板;在电磁板产生的磁力作用下,进入磁泥分离单元内的废水中已形成包含有磁性物质的大絮凝团体能够快速实现沉降;与此同时,磁板产生的磁力沿锥台式筒底的倾斜表面自上而下逐渐增大,梯级磁场的变化,可以使得沉降在锥台式筒底的倾斜表面上的污泥可以在自身重力以及梯级磁力的双重作用下向下滑入环形积泥板上。需要说明的是,通过内凸的锥台式筒底设计配合外铺电磁板的设计,使得外加磁力可作用在靠近筒内水体的中心区域,大大提高水体磁性絮凝体的沉降作用,特别是对位于中上部水体中的磁性絮凝体起到良好的牵引,大大降低了上清液中残留污染物的含量,有效保证出水品质。

[0035] 一般地,在现有技术中,为了提高刮泥效果,刮泥板往往由筒底中心不间断地延伸至筒壁,并且还具备一定的高度;在旋转刮泥过程中,一体式刮板克服水体阻力刮泥时,不可避免的会搅动水体上下翻动,容易导致已经沉降好的污泥再次分散悬浮至水中,而如果

为了避免水体上下翻动,不可避免的只能降低刮板的旋转速率,则又会使得刮泥效率大大降低。在本发明中,针对锥台式筒底,设计了一种特殊结构的刮泥机构,刮泥机构的刮板在锥台斜面倾斜方向上呈间隔式分布设置,且刮板为前窄后宽的板状结构,刮板的前窄端朝向旋转臂旋转的方向且向锥台的台顶方向倾斜。该特殊设计的刮板在刮泥过程中,刮板的前窄端起到破水和分水的作用,并将水分流从刮板与刮板之间的孔隙中通过,可大大减小刮板与水体的碰撞程度,降低水体阻力,避免水体的翻动程度。与此同时为了实现锥台斜面上所有污泥的刮除目的,本发明中,在旋转方向上的相邻旋转臂上的刮板分布方式为错位式分布,即在旋转臂的旋转方向上,前一条旋转臂上相邻两块刮板之间的间隙对应后一条旋转臂上的刮板,而后一条旋转臂上相邻两块刮板之间的间隙对应前一条旋转臂上的刮板。相邻两条旋转臂上的刮板共同作用下,即可将锥台整个斜面上的污泥全部刮除一遍。刮泥机构的刮泥动作为周期性的,即间隔一定周期(例如10min、15min、20min、30min、60min等)后刮泥一次,周期间隔大小可根据实际工况进行合理设定。

[0036] 进一步的,刮板的刮泥面均为自前而后弧度依次增大的弧面,且该刮泥面同时也为自下而上弧度依次增大的弧面。自前而后弧度依次增大的弧面设计使得刮板在刮除污泥的过程中,能够将刮落的污泥在旋转过程中不断沿锥台的斜面向下推动,而自下而上弧度依次增大的弧面设计,则可以使得不断积累的污泥不会翻过刮板落入刮板后方,而是朝向刮板的刮面方向滚落,大大提高了刮板的刮泥效果。

[0037] 在本发明中,电磁板通过旋转滑动环与电源滑动连接。旋转滑动环上间隔设置有绝缘段,并且旋转滑动环与旋转臂同步旋转(例如旋转滑动环与旋转臂由同一个旋转电机控制旋转)。在锥台斜面的圆周方向上,旋转滑动环的绝缘段对应控制的电磁板的宽度大于刮板在锥台斜面上的刮泥宽度,并且刮泥宽度全部落入该绝缘段对应控制的电磁板的宽度内(如图7所示,绝缘段所对应的虚线扇形区域即为当前刮板在锥台斜面上的刮泥宽度)。也就是说,当刮泥机的旋转臂和刮板旋转刮泥时,刮板对应的刮泥区域中的电磁板刚好处于旋转滑动环的绝缘段区域,使得该刮泥区域内的电磁板不通电,进而不产生磁力,沉降在锥台斜面上的该部分磁性污泥能够很轻易的被刮板刮走,而其他区域对应的电磁板不处于旋转滑动环的绝缘段区域,因此能够持续产生磁力,并对这些区域内沉降的磁性污泥产生作用力,进一步避免了刮泥机扰动水体而导致磁性污泥再次分散的问题。也即,本发明通过特殊设计的刮泥机和同步间隙通磁的电磁板的设计,提高了刮泥效率的同时,大大降低了污泥的二次分散,有效保障了出水品质。

[0038] 在本发明中,经过磁泥分离的上清液中还会含有极少量的污染物和细小尚未来得及沉降的少量絮凝体,因此本发明通过在斜板沉降区的上方增设自主研发的核壳链式吸附剂构成的磁性复合吸附材料层对出水进行终端处理,进而进一步提高出水品质及其稳定性。

[0039] 在本发明中,废水初始处理阶段投加的磁性复合吸附材料(磁种)与磁性复合吸附材料层内的材料相同,均为自主研发的核壳链式吸附剂。该核壳链式吸附剂是为以四氧化三铁球核、以及聚多巴胺为中间壳层、以水化硅酸钙为表面分子链的微球结构。其中四氧化三铁、聚多巴胺、水化硅酸钙的组成质量比为10-35:5-25:50-85。

[0040] 在本发明中,自主研发的核壳链式吸附剂是通过以下方法制备获得的:将氯化铁、柠檬酸钠、尿素分散于水中,然后加入聚丙烯酰胺进行水热反应,获得 Fe_3O_4 纳米微球。然后

获得的 Fe_3O_4 纳米微球分散于Tris缓冲液中,然后加入多巴胺进行反应,得到 Fe_3O_4 -PDA材料。最后将得到的 Fe_3O_4 -PDA材料与二氧化硅、氧化钙以及水混合并进行反应,获得核壳链式吸附剂。该吸附剂吸附位点多,不仅具备优良的污染物(特别是金属离子)吸附效果,而且还具备优良的分离性,可有效避免二次污染。与此同时,该吸附剂在水体中的分散效果好,不仅仅能够辅助提高生成絮体的密度,还能够主动吸附难絮凝的污染物(例如部分金属离子),提高废水的处效果。由于其特殊的核壳链式结构,其多次循环使用后稳定性良好。

[0041] 与现有技术相比较,本发明的有益技术效果如下:

1:本发明采用特殊设计的锥台式筒底设计,配合外加梯级磁场的作用下,提高了对水体内部磁性污泥的牵引作用,大大提高了磁性污泥的沉降效率,并且在外加磁场的作用下,磁性污泥牢牢沉积在筒底,利于后续快速刮除,无需进行多次或长时间沉降,大大的提高了废水处理效率。

[0042] 2:本发明采用特殊设计的刮泥机构结合同步间隙断磁设计的电磁板,一方面极大地降低了水体的翻动,避免了磁性污泥的二次分散,另一方面,降低了水体阻力,大大提高了刮泥效率。

[0043] 3:在本发明通过增加旋流混凝单元,利用中心旋流筒形成的竖直向上的流道以及设置在旋流筒内壁和外壁上的双螺旋上升式桨叶式设计,可在不破坏已经形成的絮凝体的同时,进一步增大水体的循环流动性,增加磁性絮体的碰撞机会,促进形成个体大而密实的磁性絮团,提高混凝效果。与此同时,搭配旋流转盘和旋流凸台的设计,辅助提高水流的抬升运动效果,还可避免絮凝体、外加药剂以及特制的磁性物质在桶底局部堆积,提高废水处理效果以及保障磁性物质的回收率。

[0044] 4:本发明采用自制的核壳链式吸附剂作为磁性物质参与水体中污染物的絮凝以及作为废水的终端处理吸附层填料,该核壳链式吸附剂在水体中的分散性强,不仅仅能够辅助提高生成絮体的密度,还能够主动吸附难絮凝的污染物,提高废水处理效果,并且该吸附剂还具备优良的循环稳定性。

[0045] 5:本发明通过将磁混凝与磁絮凝单独分开,通过不同搅拌速度来控制絮凝体的形成,先通过磁混凝取的快速搅拌使废水中的悬浮物质迅速混合,通过中和作用,使形成细小絮凝体,再在磁絮凝区结合絮凝剂的絮凝特性使得细小的絮凝体在电中和、吸附和架桥作用下形成大的絮凝体,并与磁粉相结合最终形成密度更大、更重的絮体团。

[0046] 6:本发明的多污染物废水磁混凝处理工艺还具备结构简单,生产运行成本低,废水处理流程短,操作便利的特点,利用大规模推广和应用。

附图说明

[0047] 图1为本发明用于多污染物废水的处理系统的整体结构示意图。

[0048] 图2为现有技术图。

[0049] 图3为本发明用于多污染物废水的处理系统的局部俯视结构图。

[0050] 图4为本发明所述磁泥分离单元泥筒的侧视结构图。

[0051] 图5为本发明所述磁泥分离单元泥筒的俯视结构图。

[0052] 图6为本发明所述刮板的立体结构示意图。

[0053] 图7为本发明所述磁泥分离单元泥筒的仰视结构图。

- [0054] 图8为本发明所述旋流混凝单元旋流筒的主视结构图。
- [0055] 图9为本发明所述旋流混凝单元旋流筒的内部结构剖视图。
- [0056] 图10为本发明所述旋流混凝单元旋流转盘的俯视结构图。
- [0057] 图11为本发明所述旋流凸台的立体结构示意图。
- [0058] 图12为本发明所述磁性复合吸附材料的结构示意图。
- [0059] 附图标记:1:磁混凝单元;101:废水进水管;102:隔板;103:溢流槽口;104:上升式旋流搅拌机构;2:磁絮凝单元;201:下压式旋流搅拌机构;3:旋流混凝单元;301:通水孔;302:旋流筒;303:连杆;304:旋流电机;305:内螺旋上升式桨叶;306:外螺旋上升式桨叶;307:旋流转盘;308:旋流旋转电机;309:旋流凸台;4:磁泥分离单元;401:泥筒;402:斜板沉降区;403:磁性复合吸附材料层;4031:球核;4032:中间壳层;4033:表面分子链;404:出水堰;405:排泥口;406:锥台;407:电磁板;408:旋转滑动环;409:环形积泥板;410:推泥板;411:出水口;412:绝缘段;5:刮泥机构;501:旋转座;502:旋转臂;503:刮板;504:旋转电机;6:加药装置;601:pH调节剂投加口;602:混凝剂投加口;603:磁性复合吸附材料投加口;604:絮凝剂投加口;7:溢流斜槽;701:溢流过水口;8:控制机构。

具体实施方式

[0060] 下面对本发明的技术方案进行举例说明,本发明请求保护的范围包括但不限于以下实施例。

[0061] 一种用于多污染物废水的处理系统,该处理系统包括依次串联的磁混凝单元1、磁絮凝单元2、旋流混凝单元3以及磁泥分离单元4。所述磁泥分离单元4包括自下而上依次连通设置的泥筒401、斜板沉降区402、磁性复合吸附材料层403以及出水堰404。所述泥筒401为桶状结构,并且在其侧壁上上部开设有进水口,在其侧壁底部开设有排泥口405。所述出水堰404的一端与出水口411相连通。

[0062] 作为优选,所述泥筒401的筒底向筒腔内部凸起形成上窄下宽的锥台406。锥台406的上表面设置有刮泥机构5。在锥台406斜面的外壁上还铺设电磁板407。电磁板407内设置有若干个电磁器,并且自锥台406的锥顶至锥底,电磁板407内电磁器的分布密度依次增大。

[0063] 作为优选,所述刮泥机构5包括旋转座501、旋转臂502、刮板503以及旋转电机504。旋转座501设置在锥台406的台面上,且旋转座501上连接有多条与锥台406的斜面相平行的旋转臂502。在任意一条旋转臂502上均设置有多个间断分布的刮板503,并且多个所述刮板503的下端均与锥台406的斜面紧密贴合。旋转电机504设置在锥台406的底侧外部,并且旋转电机504的转轴穿过锥台406的台面后与旋转座501相连。

[0064] 作为优选,在锥台406斜面的外壁还铺设有多块所述电磁板407。多块所述电磁板407通过旋转滑动环408与电源滑动连接。旋转滑动环408上间隔设置有绝缘段412,并且旋转滑动环408与旋转臂502同步旋转。在锥台406斜面的圆周方向上,旋转滑动环408的绝缘段412对应控制的电磁板407的宽度大于刮板503在锥台406斜面上的刮泥宽度,并且刮泥宽度全部落入该绝缘段412对应控制的电磁板407的宽度内。

[0065] 作为优选,所述刮板503为前窄后宽的板状结构。在同一条旋转臂502上的所有刮板503均与旋转臂502倾斜相交,同一旋转臂502上的刮板503与旋转臂502之间的倾斜角度

相同,不同旋转臂502上的刮板503与旋转臂502之间的倾斜角相同或不同。刮板503的前窄端朝向旋转臂502旋转的方向且向锥台406的台顶方向倾斜。

[0066] 作为优选,在同一旋转臂502上,相邻两个刮板503之间的间距小于等于刮板503在锥台406斜面倾斜方向上的投影宽度,且任意相邻的两条旋转臂502上的刮板503分布方式为错位式分布,即在旋转臂502的旋转方向上,前一条旋转臂502上相邻两块刮板503之间的间隙对应后一条旋转臂502上的刮板503,与此同时,后一条旋转臂502上相邻两块刮板503之间的间隙对应前一条旋转臂502上的刮板503。任意相邻的两条旋转臂502上的所有刮板503在锥台406斜面倾斜方向上的投影重合相连后的总宽度等于锥台406斜面自上而下的倾斜宽度。任意一块刮板503的刮泥面均为自前而后弧度依次增大的弧面,且该刮泥面同时也为自下而上弧度依次增大的弧面。

[0067] 作为优选,所述锥台406底端的外径小于泥筒401的内径,即锥台406底端与泥筒401的内壁之间具有一条环形积泥板409。在旋转臂502的底端还设置有与旋转臂502倾斜相交的推泥板410,推泥板410的底端与环形积泥板409的表面紧密贴合。泥筒401的排泥口405设置在泥筒401侧壁与环形积泥板409的交接处或直接开设在环形积泥板409上。所述环形积泥板409的宽度不低于10cm。

[0068] 作为优选,所述磁混凝单元1和磁絮凝单元2均为圆形或矩形的桶状结构。废水进水管101与磁混凝单元1的进水口相连通。磁混凝单元1与磁絮凝单元2并列设置并通过隔板102进行分隔,并且隔板102的高度低于磁混凝单元1和磁絮凝单元2的高度,使得隔板102的上端与磁混凝单元1及磁絮凝单元2的顶端之间形成溢流槽口103,磁混凝单元1的内腔通过该溢流槽口103与磁絮凝单元2的内腔相连通。

[0069] 作为优选,磁混凝单元1内还设置有上升式旋流搅拌机构104,上升式旋流搅拌机构104的搅拌电机通过固定梁固定在磁混凝单元1的上方,其搅拌轴和搅拌桨叶伸入至磁混凝单元1内。磁絮凝单元2内还设置有下压式旋流搅拌机构201,下压式旋流搅拌机构201的搅拌电机通过固定梁固定在磁絮凝单元2的上方,其搅拌轴和搅拌桨叶伸入至磁絮凝单元2内。其中,上升式旋流搅拌机构104的转速不低于500r/min。下压式旋流搅拌机构201的转速不高于250r/min。

[0070] 作为优选,在磁混凝单元1和磁絮凝单元2的外部一侧还设置有加药装置6。加药装置6的pH调节剂投加口601、混凝剂投加口602、磁性复合吸附材料投加口603均与磁混凝单元1相连通。加药装置6的絮凝剂投加口604与磁絮凝单元2相连通。

[0071] 作为优选,所述旋流混凝单元3为圆形或矩形的桶状结构,并位于磁絮凝单元2的外部一侧。旋流混凝单元3和磁絮凝单元2之间的隔板底部开设有连通二者腔室的通水孔301。旋流混凝单元3内还设置有旋流筒302。旋流筒302的上端通过连杆303与旋流电机304的转轴相连接,旋流电机304通过固定梁固定在旋流混凝单元3的上方。旋流筒302的内壁上凸出设有自下而上的内螺旋上升式桨叶305。旋流筒302的外壁上凸出设有自下而上的外螺旋上升式桨叶306。

[0072] 作为优选,旋流混凝单元3的底部还设置有旋流转盘307,旋流转盘307的转轴穿过旋流混凝单元3的底壁后与旋流旋转电机308相连。旋流转盘307的表面设有沿旋流转盘307径向设置的旋流凸台309,并且多个旋流凸台309沿旋流转盘307的周向均匀分布。旋流凸台309的台面为倾斜的斜面,并且该斜面朝向旋流转盘307的旋转方向。

[0073] 作为优选,旋流混凝单元3与磁泥分离单元4之间设置有溢流斜槽7。溢流斜槽7与旋流混凝单元3之间的隔板高度低于旋流筒302的高度,使得该隔板与溢流斜槽7及旋流混凝单元3之间共同形成溢流过水口701。溢流斜槽7与磁泥分离单元4之间的隔板底部开设有通孔,该通孔为磁泥分离单元4的进水口。溢流斜槽7的底板为靠近旋流混凝单元3一侧高于靠近磁泥分离单元4一侧的斜板。

[0074] 作为优选,该系统还包括有控制机构8,控制机构8包括中央控制器、控制面板、显示屏以及任选地远程终端。中央控制器与各部件之间进行有线或无线的电信号连接,并控制各个部件的启停。

[0075] 作为优选,所述磁性复合吸附材料层403包括至少一层蜂窝状的核壳链式吸附剂层。所述核壳链式吸附剂为以四氧化三铁球核4031、以聚多巴胺为中间壳层4032、以水化硅酸钙为表面分子链4033的微球结构。其中四氧化三铁、聚多巴胺、水化硅酸钙的组成质量比为10-35:5-25:50-85。

[0076] 实施例1

如图1-11所示,一种用于多污染物废水的处理系统,该处理系统包括依次串联的磁混凝单元1、磁絮凝单元2、旋流混凝单元3以及磁泥分离单元4。所述磁泥分离单元4包括自下而上依次连通设置的泥筒401、斜板沉降区402、磁性复合吸附材料层403以及出水堰404。所述泥筒401为圆形桶状结构,并且在其侧壁上部开设有进水口,在其侧壁底部开设有排泥口405。所述出水堰404的一端与出水口411相连通。

[0077] 实施例2

重复实施例1,只是所述泥筒401的筒底向筒腔内部凸起形成上窄下宽的锥台406。锥台406的上表面设置有刮泥机构5。在锥台406斜面的外壁上还铺设电磁板407。电磁板407内设置有若干个电磁器,并且自锥台406的锥顶至锥底,电磁板407内电磁器的分布密度依次增大。

[0078] 实施例3

重复实施例2,只是所述刮泥机构5包括旋转座501、旋转臂502、刮板503以及旋转电机504。旋转座501设置在锥台406的台面上,且旋转座501上连接有多条与锥台406的斜面相平行的旋转臂502。在任意一条旋转臂502上均设置有多个间断分布的刮板503,并且多个所述刮板503的下端均与锥台406的斜面紧密贴合。旋转电机504设置在锥台406的底侧外部,并且旋转电机504的转轴穿过锥台406的台面后与旋转座501相连。

[0079] 实施例4

重复实施例3,只是在锥台406斜面的外壁还铺设有多块所述电磁板407。多块所述电磁板407通过旋转滑动环408与电源滑动连接。旋转滑动环408上间隔设置有绝缘段412,并且旋转滑动环408与旋转臂502同步旋转。在锥台406斜面的圆周方向上,旋转滑动环408的绝缘段412对应控制的电磁板407的宽度大于刮板503在锥台406斜面上的刮泥宽度,并且刮泥宽度全部落入该绝缘段412对应控制的电磁板407的宽度内。

[0080] 实施例5

重复实施例4,只是所述刮板503为前窄后宽的板状结构。在同一条旋转臂502上的所有刮板503均与旋转臂502倾斜相交,同一旋转臂502上的刮板503与旋转臂502之间的倾斜角度相同,不同旋转臂502上的刮板503与旋转臂502之间的倾斜角相同或不同。刮板503

的前窄端朝向旋转臂502旋转的方向且向锥台406的台顶方向倾斜。

[0081] 实施例6

重复实施例5,只是在同一旋转臂502上,相邻两个刮板503之间的间距小于等于刮板503在锥台406斜面倾斜方向上的投影宽度,且任意相邻的两条旋转臂502上的刮板503分布方式为错位式分布,即在旋转臂502的旋转方向上,前一条旋转臂502上相邻两块刮板503之间的间隙对应后一条旋转臂502上的刮板503,与此同时,后一条旋转臂502上相邻两块刮板503之间的间隙对应前一条旋转臂502上的刮板503。任意相邻的两条旋转臂502上的所有刮板503在锥台406斜面倾斜方向上的投影重合相连后的总宽度等于锥台406斜面自上而下的倾斜宽度。任意一块刮板503的刮泥面均为自前而后弧度依次增大的弧面,且该刮泥面同时也为自下而上弧度依次增大的弧面。

[0082] 实施例7

重复实施例6,只是所述锥台406底端的外径小于泥筒401的内径,即锥台406底端与泥筒401的内壁之间具有一条环形积泥板409。在旋转臂502的底端还设置有与旋转臂502倾斜相交的推泥板410,推泥板410的底端与环形积泥板409的表面紧密贴合。泥筒401的排泥口405设置在泥筒401侧壁与环形积泥板409的交接处。所述环形积泥板409的宽度不低于10cm。

[0083] 实施例8

重复实施例7,只是所述磁混凝单元1和磁絮凝单元2均为圆形的桶状结构。废水进水管101与磁混凝单元1的进水口相连通。磁混凝单元1与磁絮凝单元2并列设置并通过隔板102进行分隔,并且隔板102的高度低于磁混凝单元1和磁絮凝单元2的高度,使得隔板102的上端与磁混凝单元1及磁絮凝单元2的顶端之间形成溢流槽口103,磁混凝单元1的内腔通过该溢流槽口103与磁絮凝单元2的内腔相连通。

[0084] 实施例9

重复实施例8,只是磁混凝单元1内还设置有上升式旋流搅拌机构104,上升式旋流搅拌机构104的搅拌电机通过固定梁固定在磁混凝单元1的上方,其搅拌轴和搅拌桨叶伸入至磁混凝单元1内。磁絮凝单元2内还设置有下压式旋流搅拌机构201,下压式旋流搅拌机构201的搅拌电机通过固定梁固定在磁絮凝单元2的上方,其搅拌轴和搅拌桨叶伸入至磁絮凝单元2内。其中,上升式旋流搅拌机构104的转速为600r/min。下压式旋流搅拌机构201的转速为200r/min。

[0085] 实施例10

重复实施例9,只是在磁混凝单元1和磁絮凝单元2的外部一侧还设置有加药装置6。加药装置6的pH调节剂投加口601、混凝剂投加口602、磁性复合吸附材料投加口603均与磁混凝单元1相连通。加药装置6的絮凝剂投加口604与磁絮凝单元2相连通。

[0086] 实施例11

重复实施例10,只是所述旋流混凝单元3为圆形的桶状结构,并位于磁絮凝单元2的外部一侧。旋流混凝单元3和磁絮凝单元2之间的隔板底部开设有连通二者腔室的通水孔301。旋流混凝单元3内还设置有旋流筒302。旋流筒302的上端通过连杆303与旋流电机304的转轴相连接,旋流电机304通过固定梁固定在旋流混凝单元3的上方。旋流筒302的内壁上凸出设有自下而上的内螺旋上升式桨叶305。旋流筒302的外壁上凸出设有自下而上的外螺

旋上升式桨叶306。

[0087] 实施例12

重复实施例11,只是旋流混凝单元3的底部还设置有旋流转盘307,旋流转盘307的转轴穿过旋流混凝单元3的底壁后与旋流旋转电机308相连。旋流转盘307的表面设有沿旋流转盘307径向设置的旋流凸台309,并且多个旋流凸台309沿旋流转盘307的周向均匀分布。旋流凸台309的台面为倾斜的斜面,并且该斜面朝向旋流转盘307的旋转方向。

[0088] 实施例13

重复实施例12,只是旋流混凝单元3与磁泥分离单元4之间设置有溢流斜槽7。溢流斜槽7与旋流混凝单元3之间的隔板高度低于旋流筒302的高度,使得该隔板与溢流斜槽7及旋流混凝单元3之间共同形成溢流过水口701。溢流斜槽7与磁泥分离单元4之间的隔板底部开设有通孔,该通孔为磁泥分离单元4的进水口。溢流斜槽7的底板为靠近旋流混凝单元3一侧高于靠近磁泥分离单元4一侧的斜板。

[0089] 实施例14

重复实施例13,只是该系统还包括有控制机构8,控制机构8包括中央控制器、控制面板、显示屏以及任选地远程终端。中央控制器与各部件之间进行有线的电信号连接,并控制各个部件的启停。

[0090] 实施例15

重复实施例14,只是所述磁性复合吸附材料层403包括至少一层蜂窝状的核壳链式吸附剂层。所述核壳链式吸附剂为以四氧化三铁球核4031、以及聚多巴胺为中间壳层4032、以水化硅酸钙为表面分子链4033的微球结构。其中四氧化三铁、聚多巴胺、水化硅酸钙的组成质量比为20-25:10-15:60-70。

[0091] 实施例16

一种采用实施例15所述的处理系统对多污染物废水进行处理的方法:

1) 将多污染物废水输送至磁混凝单元1内,然后通过加药装置6向废水内投加pH调节剂、混凝剂以及磁性复合吸附材料。最后启动上升式旋流搅拌机构104进行搅拌,在上升式旋流搅拌机构104的作用下,使得搅拌后的废水从溢流槽口103流入至磁絮凝单元2内。

[0092] 2) 废水进入磁絮凝单元2后,通过加药装置6向废水内投加絮凝剂,然后启动下压式旋流搅拌机构201进行搅拌,在下压式旋流搅拌机构201的作用下,使得搅拌后的废水从通水孔301流入至旋流混凝单元3内。

[0093] 3) 废水进入旋流混凝单元3后,启动旋流筒302和旋流转盘307。旋流筒302旋转时,设置在旋流筒302外壁上的外螺旋上升式桨叶306和设置在旋流筒302内壁上的内螺旋上升式桨叶305同步旋转,外螺旋上升式桨叶306将位于旋流筒302外部的废水向上搅动抬升,内螺旋上升式桨叶305将位于旋流筒302内部的废水向上搅动抬升。与此同时,位于旋流筒302底部的旋流转盘307旋转时,具有倾斜台面的旋流凸台同步旋转,将位于旋流筒302底部的废水向上搅动抬升。在旋流筒302和旋流转盘307的多重搅拌抬升作用下,废水实现充分混凝后从溢流过水口701进入溢流斜槽7并从其底部的通孔进入至磁泥分离单元4内。

[0094] 4) 废水进入磁泥分离单元4后,废水中的磁絮体在电磁板407产生的梯级磁力和自身重力的双重作用下快速沉降于泥筒401底部,经过周期性的沉积后,启动刮泥机构5,在旋转电机504的作用下,旋转座501带动旋转臂502及位于旋转臂502上的刮板503沿着锥台406

的斜面进行圆周运动。刮泥面倾斜设置的刮板503在旋转过程中不断将沉积的污泥刮落,并在相邻旋转臂502上错位式分布的两排刮板503的共同作用下将刮落的污泥向锥台406的锥底方向推动并排至环形积泥板409上,然后再在推泥板410的旋转推动作用下,将排至环形积泥板409上的污泥从排泥口405排出并进行磁性复合吸附材料的回收处理。在旋转座501带动旋转臂502和刮板503旋转刮泥的过程中,旋转滑动环408同步旋转,并使得任意一段绝缘段412所控制的电磁板407始终对应着一条旋转臂502及其刮板503当前所处的刮泥区域,使得该条旋转臂502及其刮板503当前所要刮落的污泥无电磁力的作用,便于从锥台406的斜面上刮落。与此同时,非绝缘段所控制的电磁板407均通电产生磁力,将该部分电磁板407所对应的污泥沉积区域内的污泥牢牢吸附在锥台406的斜面上,避免被刮泥机构5刮泥扰动的水流冲刷再次分散于上清液中而导致出水品质降低。污泥沉降刮除后的上清液经斜板沉降区402缓冲沉降后进入磁性复合吸附材料层403进行再吸附处理,最后经出水堰404排出。

[0095] 其中,在步骤1)中,pH调节剂的加入量为使得废水的pH为6.5~8.5。混凝剂溶液的质量浓度为10%,其加入量为 $0.75\text{kg}/\text{m}^3$ 。磁性复合吸附材料的加入量为 $0.4\text{kg}/\text{m}^3$ 。上升式旋流搅拌机构104的搅拌速率为600 r/min。

[0096] 在步骤2)中,絮凝剂的质量浓度为1.0%,其加入量为 $3.5\text{kg}/\text{m}^3$ 。下压式旋流搅拌机构201的搅拌速率为200 r/min。

[0097] 排出的磁性污泥经过磁种回收处理后,磁种(磁性复合吸附材料)的回收率约为99.1%。

[0098] 实施例17

将实施例16中回收的磁性复合吸附材料按照实施例16所述方法进行多污染物回水的循环处理10次(调节废水的输入量,使得磁种和废水的用量比保持不变)。

[0099] 循环处理10次后,磁种(磁性复合吸附材料)的回收率约为80.3%(基于实施例16中磁性复合吸附材料的投加量)。

[0100] 对比例1

采用如图2所述设备进行多污染物废水的处理。排出的磁性污泥经过磁种回收处理后,磁种(普通铁粉)的回收率约为84.6%。

[0101] 对比例2

将对比例1中回收的磁种按照对比例1所述方法进行多污染物回水的循环处理10次(调节废水的输入量,使得磁种和废水的用量比保持不变)。

[0102] 循环处理10次后,磁种(普通铁粉)的回收率约为30.5%(基于对比例1中磁种的投加量)。

[0103] 其中,多污染物废水的进水水质如下:

名称	pH	COD (mg/L)	TP (mg/L)	Cd (mg/L)	Ni (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Pb (mg/L)
原水	2.3	212.1	86.8	8.5	315.1	53.6	452.3	165.3

实施例16、实施例17、对比例1、对比例2出水品质比结果如下:

名称	pH	COD (mg/L)	TP (mg/L)	Cd (mg/L)	Ni (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Pb (mg/L)
实施例 16	7.6	10.5	0.08	0.001	0.010	0.11	0.15	0.01
实施例 17	7.1	17.5	0.15	0.003	0.015	0.23	0.35	0.03
对比例 1	7.2	105.6	5.8	0.8	8.4	7.5	6.5	3.6
对比例 2	7.5	148.4	35.2	3.5	38.1	16.3	22.9	25.3

通过实施例及对比例发现,本发明实施例16可以将含多污染物废水各项指标处理合格(满足地表水环境质量标准GB3838-2002的III类水要求),实施例17磁性物质循环10次后,仍然可以将多污染物废水各项指标处理合格,废水处理循环稳定性高,且磁性物质回收率较高,在设备中残留量及消耗量较少;而对比例1中,多污染物指标难以实现合格处理,对比例2磁性物质循环10次后,损失量较大,且废水处理效果下降明显,循环稳定性差。

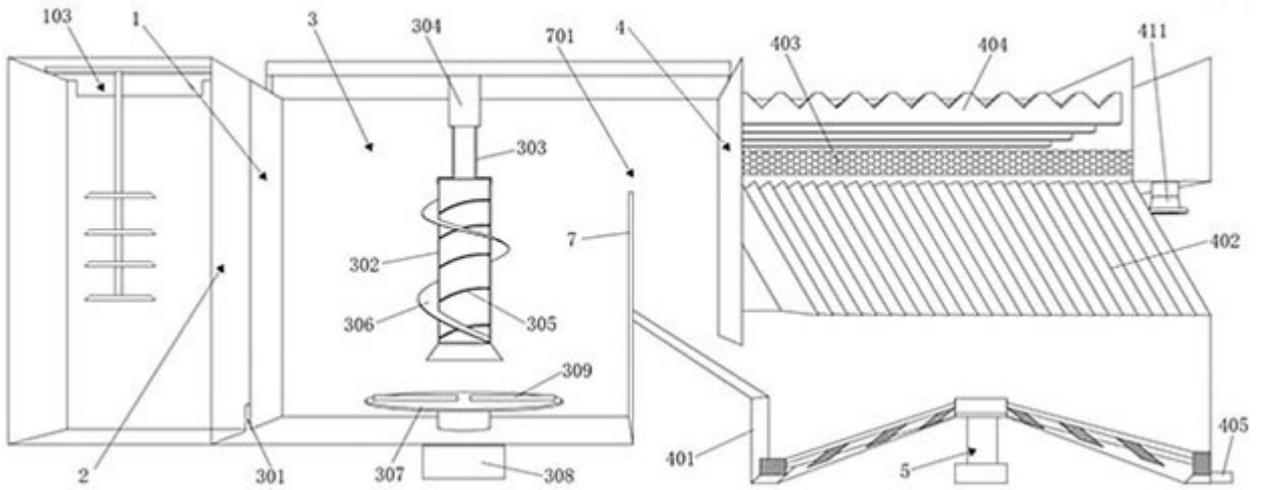


图1

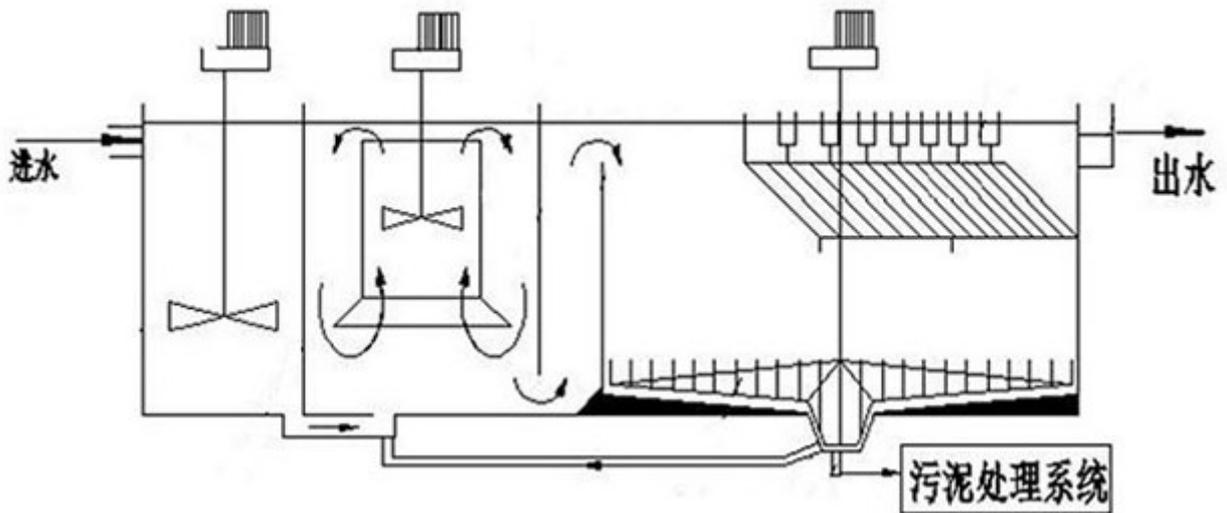


图2

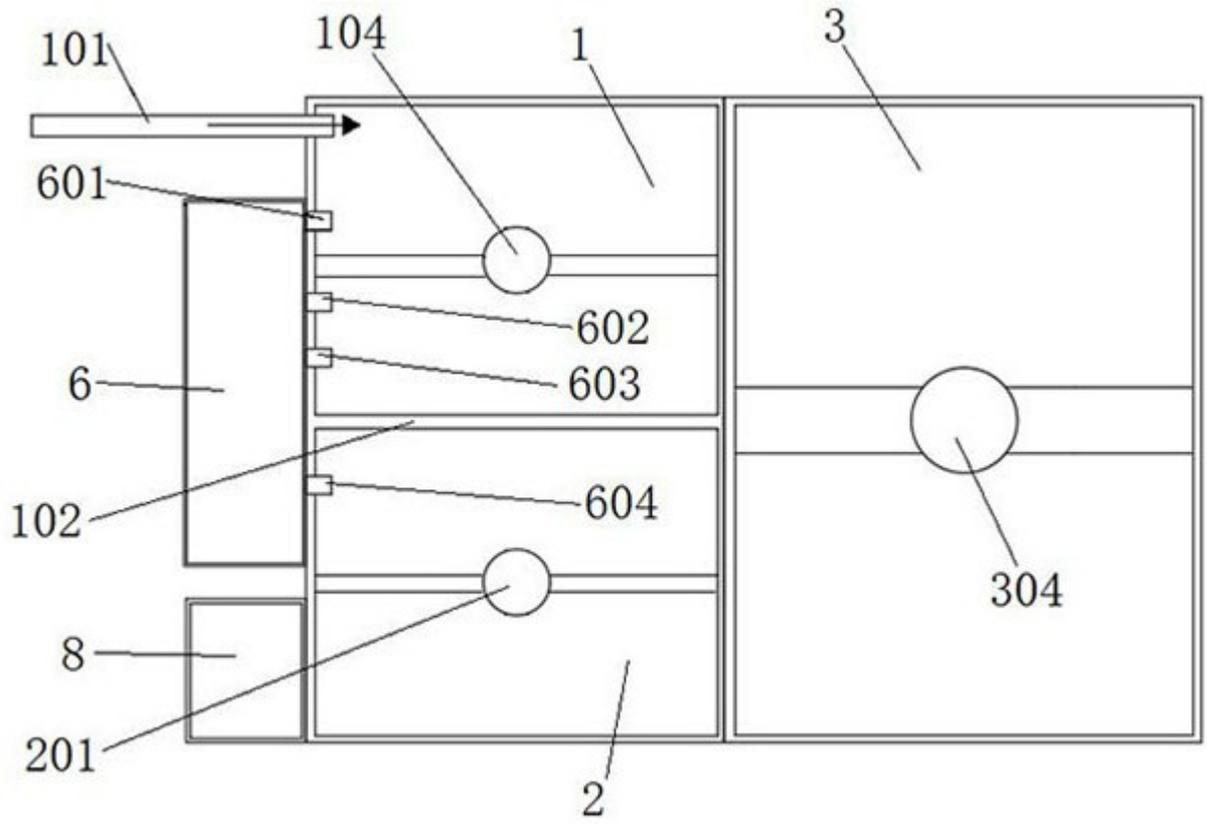


图3

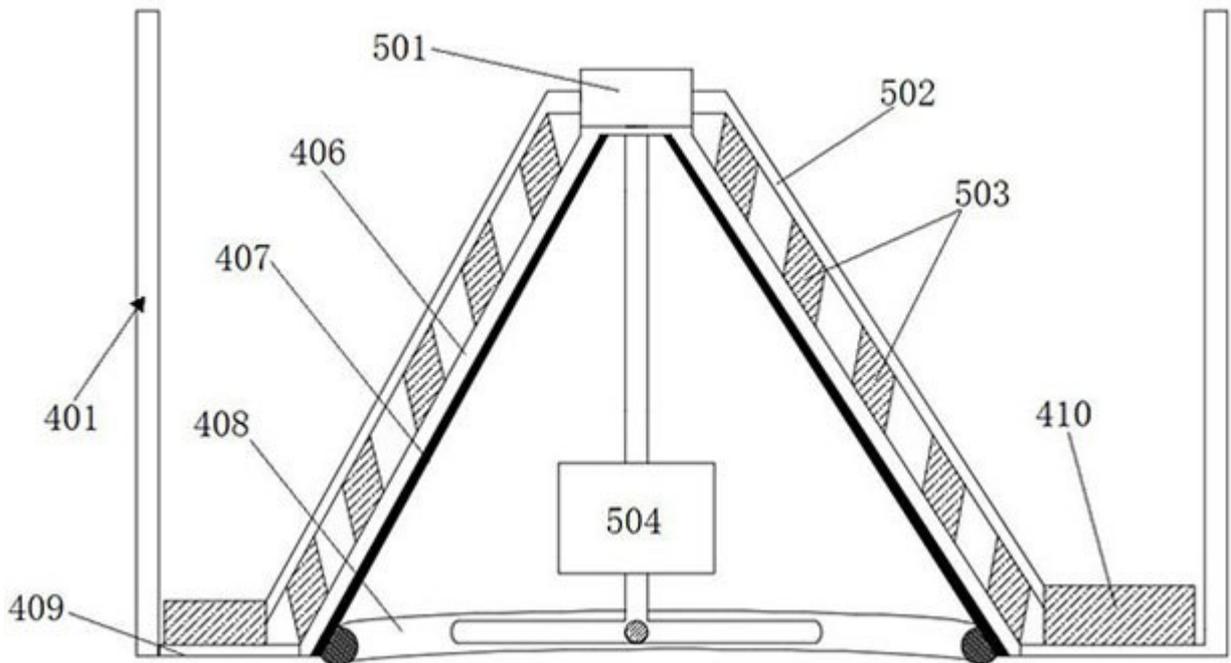


图4

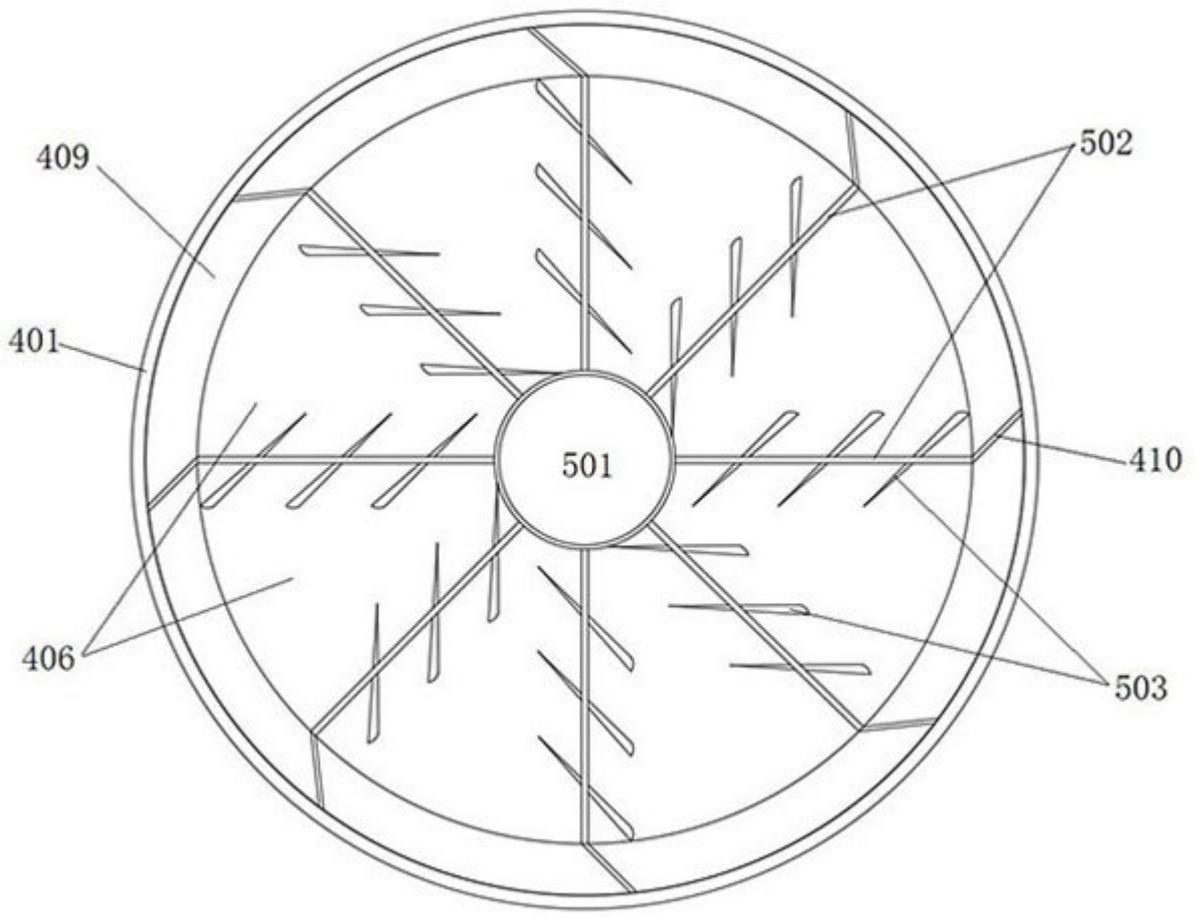


图5

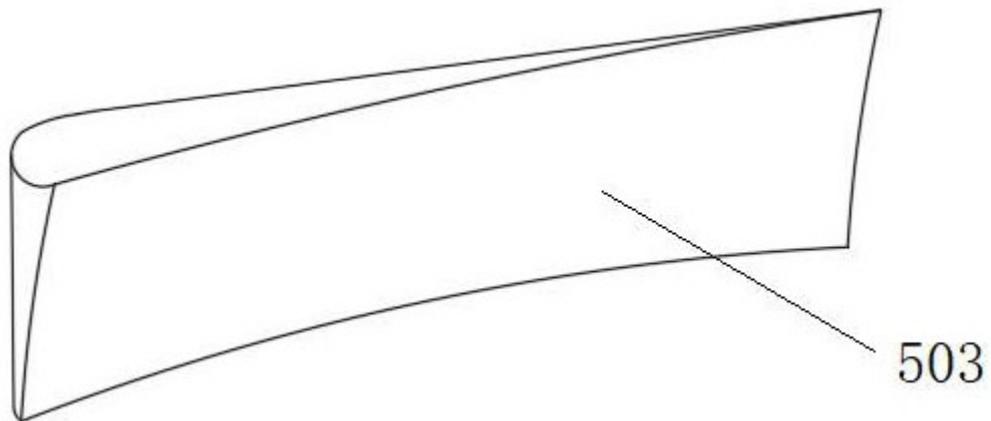


图6

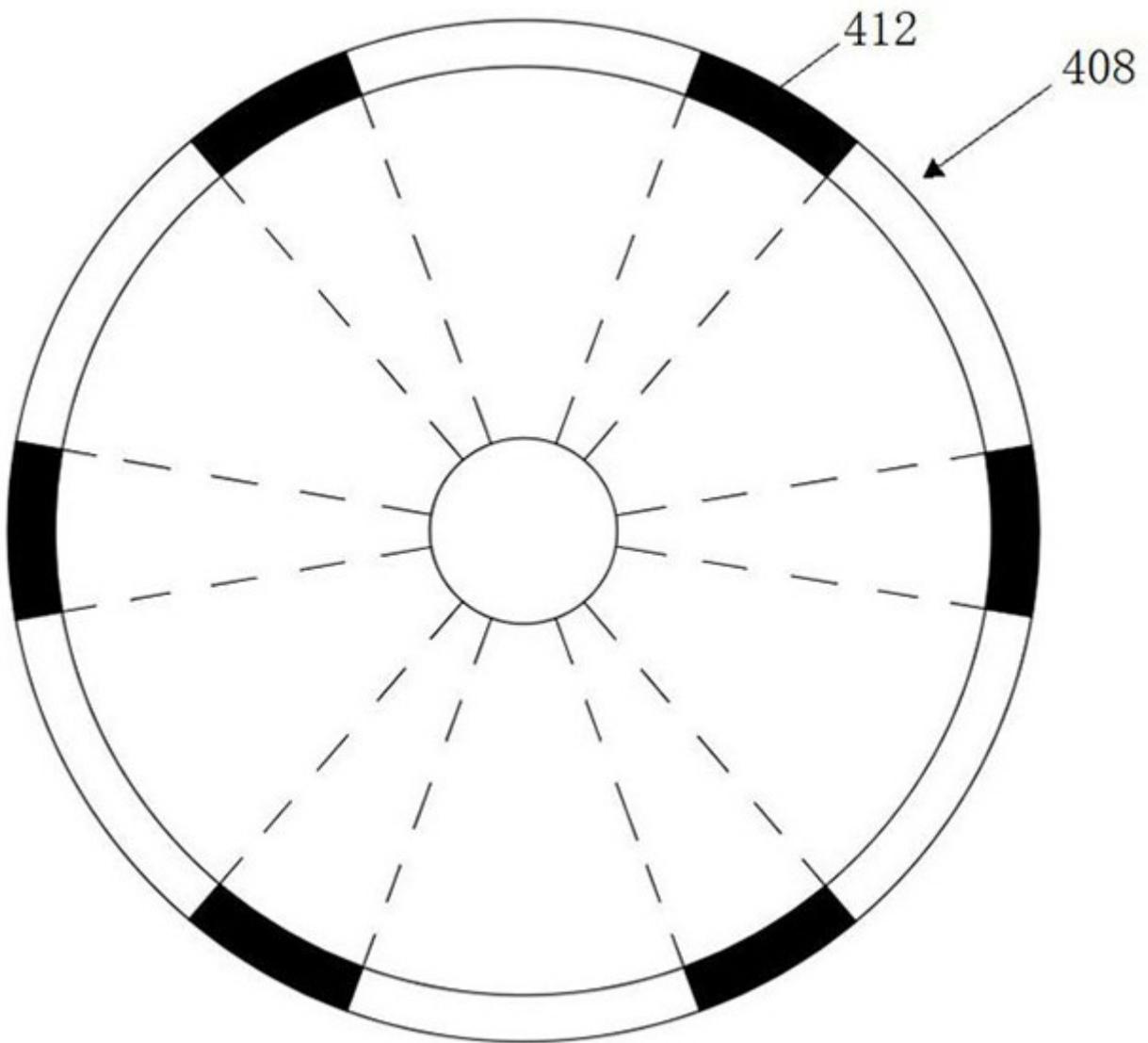


图7

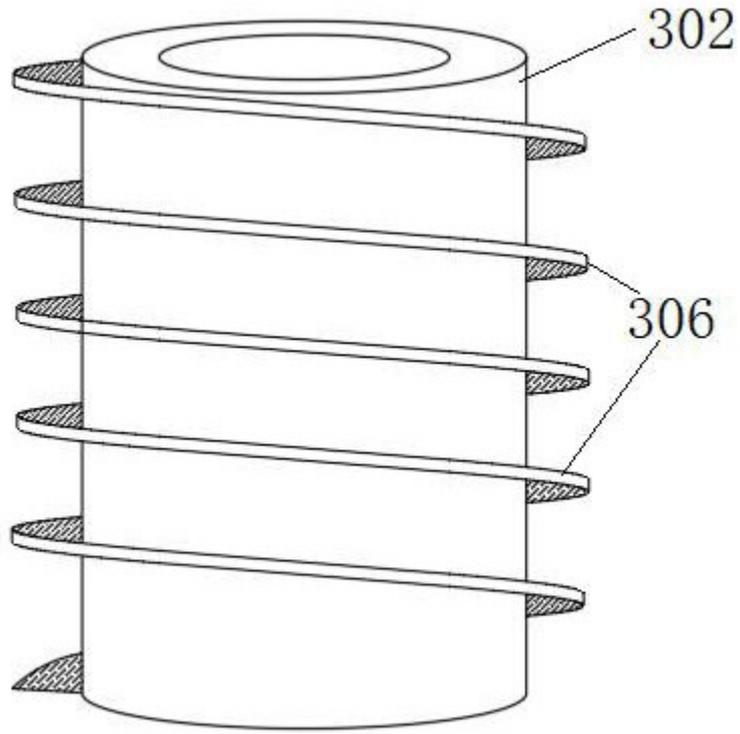


图8

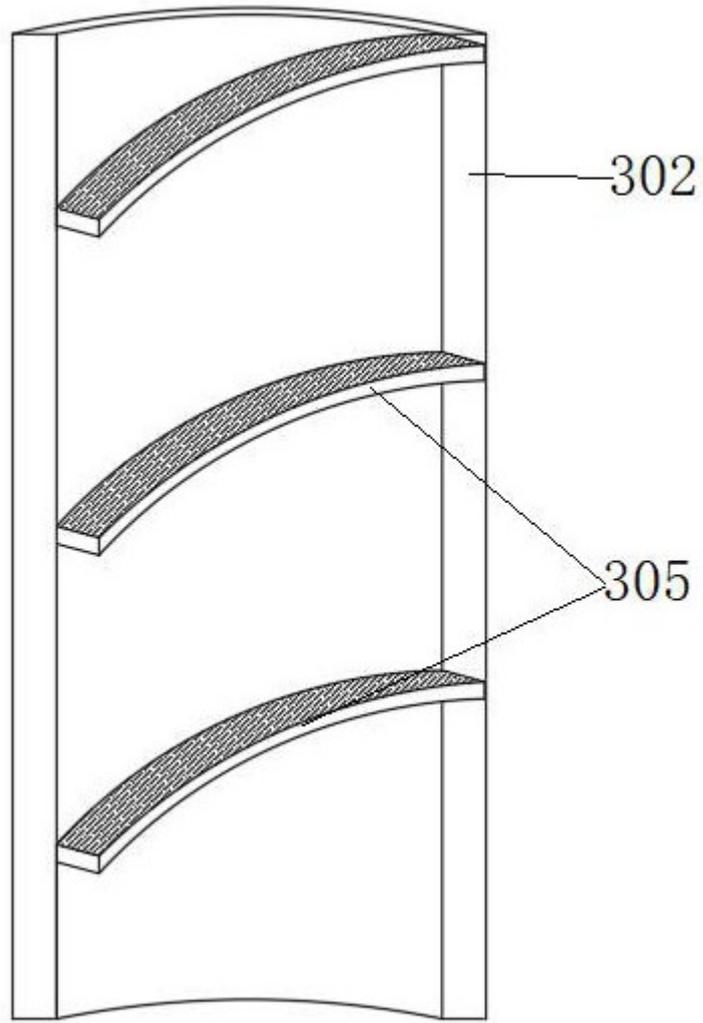


图9

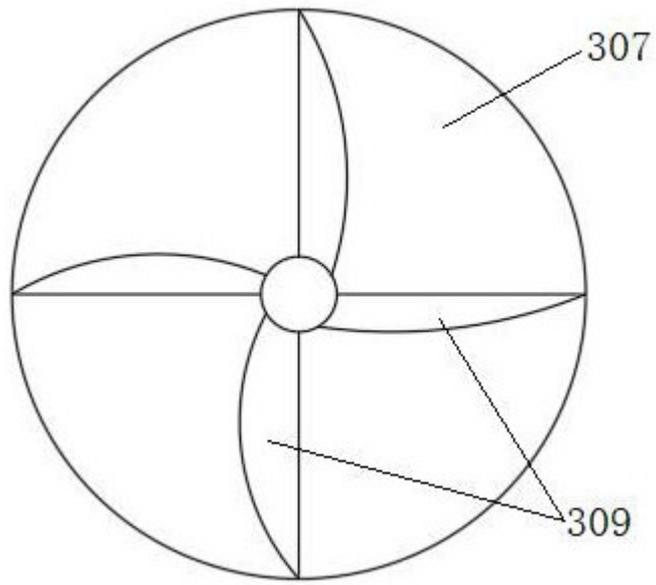


图10

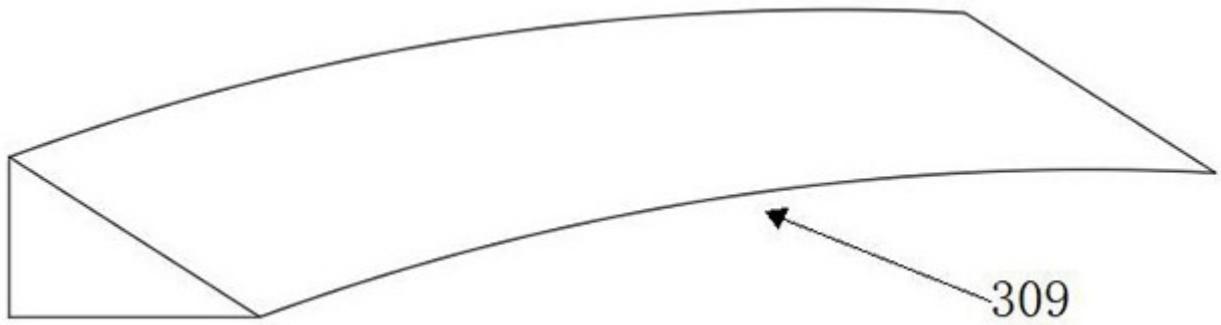


图11

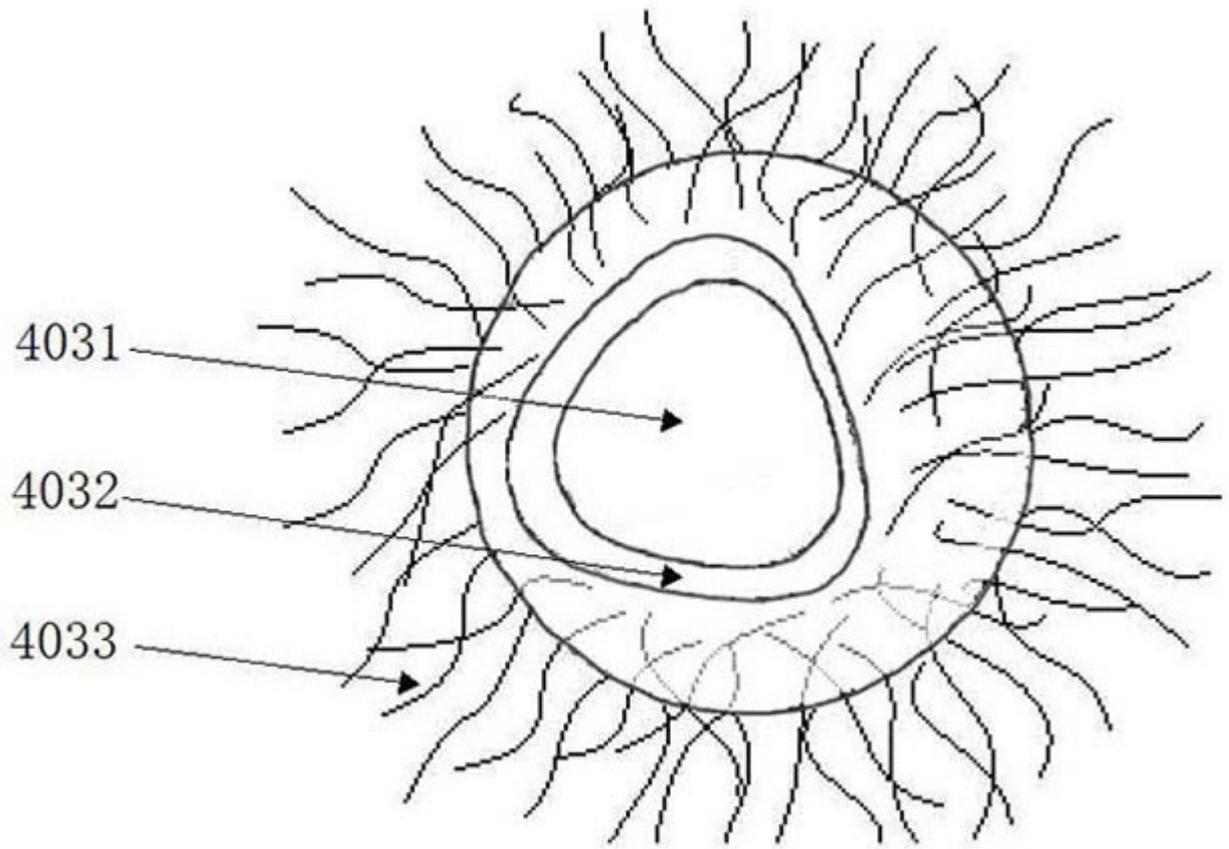


图12