



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115043545 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 13

(21) 申请号 202210834899.1

(22) 申请日 2022.07.15

(71) 申请人 南开大学

地址 300350 天津市津南区同砚路38号

申请人 天津允能环保科技有限公司

(72) 发明人 李维尊 季鹏 于明言 孙青梅

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

专利代理师 霍苗

(51) Int. Cl.

C02F 9/12 (2006.01)

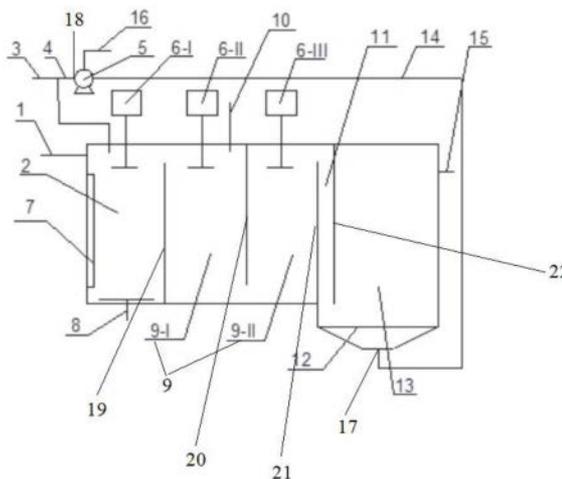
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

## (54) 发明名称

一种磁絮凝耦合光催化净水的方法和磁絮凝耦合光催化净水装置

## (57) 摘要

本发明涉及光催化净水技术领域,尤其涉及一种磁絮凝耦合光催化净水的方法和磁絮凝耦合光催化净水装置。本发明提供了一种磁絮凝耦合光催化净水的方法,包括以下步骤:将待处理污水与磁性光催化剂混合,在曝气的同时进行紫外光照射,然后与絮凝剂混合进行絮凝,固液分离后,得到净化水。本发明利用光催化技术能够实现污水中有机污染物的去除,并利用磁性技术促进反应的发生,加速反应的进行,提高污水处理效率。进一步的,所述磁性光催化剂更有利于催化剂的回收再利用,能够进一步的降低处理成本,具有显著的经济、社会和环境效益。



1. 一种磁絮凝耦合光催化净水的方法,其特征在于,包括以下步骤:

将待处理污水与磁性光催化剂混合,在曝气的同时进行紫外光照射,然后与絮凝剂混合进行絮凝,固液分离后,得到净化水。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述磁性光催化剂为核壳结构;

所述核壳结构的核为四氧化三铁,壳为光催化活性物质;

所述磁性光催化剂的质量与所述待处理污水的体积比为(0.05~0.2)g:1L。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述絮凝剂包括聚丙烯酰胺或聚合氯化铝;

所述絮凝剂在进行所述絮凝的体系中的质量浓度为0.1~0.2%。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述曝气的每平方米曝气量为 $6\text{m}^3/\text{h}$ ;

所述紫外光照射的时间为20~30min,所述絮凝的时间为5~10min。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述固液分离后,还包括将得到的污泥进行磁性光催化剂的分离。

6. 一种磁絮凝耦合光催化净水装置,其特征在于,包括依次连通的反应装置、絮凝装置和沉淀装置;所述反应装置、絮凝装置和沉淀装置之间通过挡板隔开并使所述反应装置、絮凝装置和沉淀装置连通;

所述反应装置包括污水进口(1)、磁性光催化剂进口(3)、第一搅拌装置(6-I)、反应池(2)、紫外光源(7)和微孔曝气装置(8);

所述污水进口(1)位于所述反应池(2)的侧壁上方;所述磁性光催化剂进口(3)位于所述反应池(2)的顶部;所述紫外光源(7)位于所述反应池(2)的内侧壁;所述微孔曝气装置(8)位于所述反应池(2)的底部;

所述絮凝装置包括絮凝药剂进口(10)、絮凝池(9)和搅拌装置;所述絮凝药剂进口(10)位于所述絮凝池(9)的顶部;

所述沉淀装置包括沉淀池(13)和污泥刮板(12);所述污泥刮板(12)位于所述沉淀池(13)内腔的下方。

7. 如权利要求6所述的磁絮凝耦合光催化净水装置,其特征在于,所述絮凝池(9)包括依次连通的第一絮凝池(9-I)和第二絮凝池(9-II);

所述搅拌装置包括第二搅拌装置(6-II)和第三搅拌装置(6-III);

所述第二搅拌装置(6-II)设置于所述第一絮凝池(9-I)中;所述第三搅拌装置(6-III)设置于所述第二絮凝池(9-II)中;

所述絮凝药剂进口(10)设置于所述第一絮凝池(9-I)的顶部。

8. 如权利要求6所述的磁絮凝耦合光催化净水装置,其特征在于,所述沉淀池(13)还包括净水出口(15)和含有磁性光催化剂的污泥出口(17);

所述净水出口(15)位于所述沉淀池(13)的侧壁上方;

所述含有磁性光催化剂的污泥出口(17)位于所述沉淀池(13)的底部。

9. 如权利要求8所述的磁絮凝耦合光催化净水装置,其特征在于,所述含有磁性光催化剂的污泥出口(17)还依次连接有污泥输运管道(14)和磁分离器(5);

所述磁分离器(5)包括污泥出口(16)和再生磁性光催化剂出口(18);

所述再生磁性光催化剂出口(18)通过再生磁性光催化剂进口(4)与所述磁性光催化剂进口(3)连接。

10. 如权利要求6~9任一项所述的磁絮凝耦合光催化净水装置,其特征在于,所述反应池(2)和第一絮凝池(9-I)之间设置有第一挡板(19);所述反应池(2)中的污水通过所述第一挡板(19)的上方缺口进入所述第一絮凝池(9-I)中;

所述第一絮凝池(9-I)和第二絮凝池(9-II)之间设置有第二挡板(20);所述第一絮凝池(9-I)中的污水通过所述第二挡板(20)的下方缺口进入所述第二絮凝池(9-II);

所述第二絮凝池(9-II)和沉淀池(13)之间设置有第三挡板(21)和第四挡板(22);所述第三挡板(21)和第四挡板(22)构成污水上进下出的侧廊(11)。

## 一种磁絮凝耦合光催化净水的方法和磁絮凝耦合光催化净水装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光催化净水技术领域,尤其涉及一种磁絮凝耦合光催化净水的方法和磁絮凝耦合光催化净水装置。

### 背景技术

[0002] 水资源的短缺和水环境污染已经严重威胁着人类的健康和安全,制约着经济的进一步发展。水资源保护和水污染防治已成为能否实施可持续发展战略的关键问题,进而引起人们的普遍关注。污水处理的实质是对水中污染物进行分离和转化,而转化的最终产物大多需经分离予以去除。所以,分离是污水处理过程非常重要的一环,直接影响到处理的效果和成本,显然,强化分离过程对污水处理技术水平的提高具有重要意义。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种磁絮凝耦合光催化净水的方法和磁絮凝耦合光催化净水装置,所述方法能够同时实现污水中污染物的去除以及污泥的分离和磁性光催化剂的再生。

[0004] 为了实现上述发明目的,本发明提供以下技术方案:

[0005] 本发明提供了一种磁絮凝耦合光催化净水的方法,包括以下步骤:

[0006] 将待处理污水与磁性光催化剂混合,在曝气的同时进行紫外光照射,然后与絮凝剂混合进行絮凝,固液分离后,得到净化水。

[0007] 优选的,所述磁性光催化剂为核壳结构;

[0008] 所述核壳结构的核为四氧化三铁,壳为光催化活性物质;

[0009] 所述磁性光催化剂的质量与所述待处理污水的体积比为(0.05~0.2)g:1L。

[0010] 优选的,所述絮凝剂包括聚丙烯酰胺或聚合氯化铝;

[0011] 所述絮凝剂在进行所述絮凝的体系中的质量浓度为0.1~0.2%。

[0012] 优选的,所述曝气的每平方米曝气量为 $6\text{m}^3/\text{h}$ ;

[0013] 所述紫外光照射的时间为20~30min,所述絮凝的时间为5~10min。

[0014] 优选的,所述固液分离后,还包括将得到的污泥进行磁性光催化剂的分离。

[0015] 本发明还提供了一种磁絮凝耦合光催化净水装置,包括依次连通的反应装置、絮凝装置和沉淀装置;所述反应装置、絮凝装置和沉淀装置之间通过挡板隔开并使所述反应装置、絮凝装置和沉淀装置连通;

[0016] 所述反应装置包括污水进口1、磁性光催化剂进口3、第一搅拌装置6-I、反应池2、紫外光源7和微孔曝气装置8;

[0017] 所述污水进口1位于所述反应池2的侧壁上方;所述磁性光催化剂进口3位于所述反应池2的顶部;所述紫外光源7位于所述反应池2的内侧壁;所述微孔曝气装置8位于所述反应池2的底部;

[0018] 所述絮凝装置包括絮凝药剂进口10、絮凝池9和搅拌装置；所述絮凝药剂进口10位于所述絮凝池9的顶部；

[0019] 所述沉淀装置包括沉淀池13和污泥刮板12；所述污泥刮板12位于所述沉淀池13内腔的下方。

[0020] 优选的，所述絮凝池9包括依次连通的第一絮凝池9-I和第二絮凝池9-II；

[0021] 所述搅拌装置包括第二搅拌装置6-II和第三搅拌装置6-III；

[0022] 所述第二搅拌装置6-II设置于所述第一絮凝池9-I中；所述第三搅拌装置6-III设置于所述第二絮凝池9-II中；

[0023] 所述絮凝药剂进口10设置于所述第一絮凝池9-I的顶部。

[0024] 优选的，所述沉淀池13还包括净水出口15和含有磁性光催化剂的污泥出口17；

[0025] 所述净水出口15位于所述沉淀池13的侧壁上方；

[0026] 所述含有磁性光催化剂的污泥出口17位于所述沉淀池13的底部。

[0027] 优选的，所述含有磁性光催化剂的污泥出口17还依次连接有污泥输运管道14和磁分离器5；

[0028] 所述磁分离器5包括污泥出口16和再生磁性光催化剂出口18；

[0029] 所述再生磁性光催化剂出口18通过再生磁性光催化剂进口4与所述磁性光催化剂进口3连接。

[0030] 优选的，所述反应池2和第一絮凝池9-I之间设置有第一挡板19；所述反应池2中的污水通过所述第一挡板19的上方缺口进入所述第一絮凝池9-I中；

[0031] 所述第一絮凝池9-I和第二絮凝池9-II之间设置有第二挡板20；所述第一絮凝池9-I中的污水通过所述第二挡板20的下方缺口进入所述第二絮凝池9-II；

[0032] 所述第二絮凝池9-II和沉淀池13之间设置有第三挡板21和第四挡板22；所述第三挡板21和第四挡板22构成污水上进下出的侧廊11。

[0033] 本发明提供了一种磁絮凝耦合光催化净水的方法，包括以下步骤：将待处理污水与磁性光催化剂混合，在曝气的同时进行紫外光照射，然后与絮凝剂混合进行絮凝，固液分离后，得到净化水。本发明利用光催化技术能够实现污水中有机污染物的去除，并利用磁性技术促进反应的发生，加速反应的进行，提高污水处理效率。进一步的，所述磁性光催化剂更有利于催化剂的回收再利用，能够进一步的降低处理成本，具有显著的经济、社会和环境效益。

[0034] 本发明还提供了一种磁絮凝耦合光催化净水装置，包括依次连通的反应装置、絮凝装置和沉淀装置；所述反应装置、絮凝装置和沉淀装置之间通过挡板隔开并使所述反应装置、絮凝装置和沉淀装置连通；所述反应装置包括污水进口1、磁性光催化剂进口3、第一搅拌装置6-I、反应池2、紫外光源7和微孔曝气装置8；所述污水进口1位于所述反应池2的侧壁上方；所述磁性光催化剂进口3位于所述反应池2的顶部；所述紫外光源7位于所述反应池2的侧壁；所述微孔曝气装置8位于所述反应池2的底部；所述絮凝装置包括絮凝药剂进口10、絮凝池9和搅拌装置；所述絮凝药剂进口10位于所述絮凝池9的顶部；所述沉淀装置包括沉淀池13和污泥刮板12；所述污泥刮板12位于所述沉淀池13内腔的下方。所述装置结构新颖合理，简单，易于操作；同时相对于现有的催化净水装置还具有制造成本低，占地少的特点。

## 附图说明

[0035] 图1为本发明所述磁絮凝耦合光催化净水装置的结构示意图；

[0036] 其中,1污水进口,2反应池,3磁性光催化剂进口,4再生磁性光催化剂进口,5磁分离器,6-I第一搅拌装置,6-II第二搅拌装置,6-III第三搅拌装置,7紫外光源,8微孔曝气装置,9絮凝池,9-I第一絮凝池,9-II第二絮凝池,10絮凝药剂进口,11侧廊,12污泥刮板,13沉淀池,14污泥输运管道,15净水出口,16污泥出口,17含有磁性光催化剂的污泥出口,18再生磁性光催化剂出口,19第一挡板,20第二挡板,21第三挡板,22第四挡板。

## 具体实施方式

[0037] 本发明提供了一种磁絮凝耦合光催化净水的方法,包括以下步骤:

[0038] 将待处理污水与磁性光催化剂混合,在曝气的同时进行紫外光照射后,与絮凝剂混合进行絮凝,固液分离后,得到净化水。

[0039] 在本发明中,若无特殊说明,所有原料均为本领域技术人员熟知的市售产品。

[0040] 本发明对所述待处理污水的来源和种类没有任何特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的来源和种类即可。在本发明的具体实施例中,所述待处理污水为城市生活污水。

[0041] 在本发明中,所述磁性光催化剂优选为核壳结构;所述核壳结构的核优选为四氧化三铁,壳优选为光催化活性物质。在本发明中,所述光催化活性物质优选包括 $\text{TiO}_2$ 或 $\text{Cu/g-C}_3\text{N}_4$ 。

[0042] 在本发明中,当所述壳为 $\text{Cu/g-C}_3\text{N}_4$ 时,所述磁性光催化剂的制备方法优选包括以下步骤:

[0043] 将铁盐溶液和氨水混合,进行沉淀反应,得到沉淀物;所述铁盐溶液包括可溶性二价铁盐和可溶性三价铁盐;

[0044] 将所述沉淀物、甲醛、双氰胺、可溶性铜盐和水混合,得到前驱体溶液;

[0045] 将所述前驱体溶液进行热处理,得到固体产物;

[0046] 将所述固体产物进行焙烧,得到所述磁性光催化剂。

[0047] 本发明将铁盐溶液和氨水混合,进行沉淀反应,得到沉淀物;所述铁盐溶液包括可溶性二价铁盐和可溶性三价铁盐。

[0048] 在本发明中,所述铁盐溶液包括可溶性二价铁盐和可溶性三价铁盐;所述铁盐溶液中的可溶性二价铁盐溶液的浓度优选为 $0.2\sim 0.5\text{mol/L}$ ,更优选为 $0.25\sim 0.4\text{mol/L}$ ,最优选为 $0.3\sim 0.35\text{mol/L}$ 。

[0049] 本发明对所述可溶性二价铁盐和可溶性三价铁盐的种类没有任何特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的种类即可。在本发明的具体实施例中,所述可溶性二价铁盐为 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ ,所述可溶性三价铁盐为 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 。

[0050] 在本发明中,所述可溶性二价铁盐中的亚铁离子和可溶性三价铁盐中的铁离子的摩尔比优选为1:2。

[0051] 在本发明中,所述氨水的质量浓度优选为 $16\sim 20\%$ ,更优选为 $17\sim 18\%$ 。

[0052] 在本发明中,所述可溶性二价铁盐中的亚铁离子和氨水中 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 的摩尔比优选为1:(9~10),更优选为1:(9.2~9.8),最优选为1:(9.4~9.6)。

[0053] 在本发明中,所述混合优选在将所述氨水加入铁盐溶液中;本发明对所述加入的

方式没有任何特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的方式进行即可。

[0054] 在本发明中,所述沉淀反应优选在搅拌的条件下进行,所述搅拌的转速优选为150~250rpm,更优选为170~220rpm,最优选为190~210rpm;温度优选为室温;时间优选为1~3h,更优选为1.5~2.5h,最优选为1.8~2.2h。

[0055] 所述沉淀反应完成后,本发明还优选包括依次进行的离心和洗涤;本发明对所述离心的过程没有任何特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的过程进行即可;在本发明中,所述洗涤优选为采用蒸馏水洗涤三次。

[0056] 得到沉淀物后,本发明将所述沉淀物、甲醛、双氰胺、可溶性铜盐和水混合,得到前驱体溶液。

[0057] 本发明对所述可溶性铜盐的种类没有任何特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的种类即可。在本发明的具体实施例中,所述可溶性铜盐为 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。在本发明中,所述水优选为去离子水。

[0058] 在本发明中,所述沉淀物、甲醛、双氰胺和可溶性铜盐的摩尔比优选为1:7:7:(0.5~2),更优选为1:7:7:(0.8~1.6),最优选为1:7:7:(1.0~1.3)。

[0059] 本发明对所述混合没有任何特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的过程进行即可。

[0060] 得到前驱体溶液后,将所述固体产物进行焙烧,得到所述磁性光催化剂。

[0061] 进行热处理前,本发明优选对所述前驱体溶液进行搅拌;所述搅拌的转速优选为150~250rpm,更优选为170~220rpm,最优选为190~210rpm;时间优选为1~3h,更优选为1.2~2.6h,最优选为1.5~2h。

[0062] 在本发明中,所述热处理优选为将所述前驱体溶液加热至沸腾,并维持沸腾4~8h。所述热处理优选在搅拌的条件下进行;所述搅拌的转速优选为100~150rpm,更优选为125~140rpm,最优选为130~135rpm。

[0063] 所述热处理完成后,本发明还优选包括蒸发的过程;本发明对所述蒸发的过程没有任何特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的过程使水分去除即可。

[0064] 得到固体产物后,本发明将所述固体产物进行焙烧,得到所述光催化剂。

[0065] 在本发明中,所述焙烧优选为在氩气气氛中加热至600℃,保温2h,冷却至室温后,在5% $\text{H}_2$ /Ar气氛下加热至400℃,保温2h;所述5% $\text{H}_2$ /Ar气氛优选为氢气和氩气的体积比为5:95的气氛。

[0066] 在本发明中,利用上述技术方案所述制备方法制备得到的光催化剂为超顺磁铁芯的铜光催化剂;

[0067] 所述超顺磁铁芯的铜光催化剂包括Cu/C-N和 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ;所述Cu/C-N包覆 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ;

[0068] 所述Cu/C-N包括碳氮复合物和掺杂在所述碳氮复合物中的Cu。

[0069] 在本发明中,所述Cu/C-N中Cu和碳氮复合物的摩尔比优选为1:(10~20),更优选为1:(14~18);所述Cu/C-N和 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 的摩尔比优选为(5~10):1,更优选为(7~8):1。

[0070] 在本发明中,当所述壳为 $\text{TiO}_2$ 时,所述磁性光催化剂的制备方法优选包括以下步骤:

[0071] 将铁盐溶液和氨水混合,进行沉淀反应,得到沉淀物;所述铁盐溶液包括可溶性二价铁盐和可溶性三价铁盐;

- [0072] 将所述沉淀物和无水乙醇混合,得到悬浮液;
- [0073] 将所述悬浮液和钛酸四丁酯混合后,进行溶剂热反应,得到所述磁性光催化剂。
- [0074] 所述沉淀物的制备过程优选参考上述技术方案所述沉淀物的制备过程,在此不再进行赘述。
- [0075] 本发明将所述沉淀物和无水乙醇混合,得到悬浮液。
- [0076] 在本发明中,所述沉淀物和无水乙醇的质量比优选为1:15。在本发明中,所述混合优选在超声的条件下进行;本发明对所述超声的条件没有任何特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的即可。
- [0077] 得到悬浮液后,本发明将所述悬浮液和钛酸四丁酯混合后,进行溶剂热反应,得到所述磁性光催化剂。
- [0078] 在本发明中,所述悬浮液中的沉淀物和钛酸四丁酯的质量比优选为1:2。
- [0079] 在本发明中,所述混合优选为在所述悬浮液中滴加钛酸四丁酯;本发明对所述滴加的过程没有任何特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的过程进行即可。所述滴加完成后,本发明还优选包括继续搅拌1h;本发明对所述继续搅拌的速率没有任何特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的速率进行即可。
- [0080] 在本发明中,所述溶剂热反应的温度优选为180℃,时间优选为30min。在本发明中,所述溶剂热反应的加热方式优选为微波加热。在本发明中,所述溶剂热反应优选在特氟龙水热反应釜中进行。
- [0081] 所述溶剂热反应完成后,本发明还优选包括依次进行的固液分离、洗涤和干燥;本发明对所述固液分离的方式和过程没有任何特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的过程进行即可。在本发明中,所述洗涤优选为依次采用水和无水乙醇各洗涤3次。在本发明中,所述干燥的温度优选为80℃,时间优选为24h。所述干燥优选在烘箱中进行。
- [0082] 在本发明中,所述磁性光催化剂的质量与所述待处理污水的体积比优选为(0.05~0.2)g:1L,更优选为(0.08~0.17)g:1L,最优选为(0.1~0.13)g:1L。
- [0083] 在本发明中,所述待处理污水与磁性光催化剂的混合与所述紫外光照射的过程优选在搅拌的条件下进行,本发明对所述搅拌的过程没有任何特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的过程进行即可。
- [0084] 在本发明中,所述曝气的每平方米曝气量优选为6m<sup>3</sup>/h;所述紫外光照射的波长优选为365nm,时间优选为20~30min,更优选为23~26min。
- [0085] 在本发明中,所述絮凝剂优选包括聚丙烯酰胺或聚合氯化铝;所述絮凝剂在进行所述絮凝的体系中的质量浓度优选为0.1~0.2%,更优选为0.13~0.16%。
- [0086] 在本发明中,与所述絮凝剂的混合以及所述絮凝的过程优选在搅拌的条件下进行,本发明对所述搅拌的过程没有任何特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的过程进行即可。
- [0087] 在本发明中,所述絮凝的时间优选为5~10min,更优选为6~8min。
- [0088] 本发明对所述固液分离的方式和过程没有任何特殊的限定,采用本领域技术人员熟知的方式和过程进行即可。
- [0089] 所述固液分离后,本发明还优选包括将得到的污泥进行磁性光催化剂的分离。在本发明中,所述磁性光催化剂的分离过程优选为将所述污泥采用高速剪切机进行粉碎后,

采用磁分离器进行磁种(磁性光催化剂)的回收。

[0090] 本发明还提供了一种磁絮凝耦合光催化净水装置,包括依次连通的反应装置、絮凝装置和沉淀装置;所述反应装置、絮凝装置和沉淀装置之间通过挡板隔开并使所述反应装置、絮凝装置和沉淀装置连通;

[0091] 所述反应装置包括污水进口1、磁性光催化剂进口3、第一搅拌装置6-I、反应池2、紫外光源7和微孔曝气装置8;

[0092] 所述污水进口1位于所述反应池2的侧壁上方;所述磁性光催化剂进口3位于所述反应池2的顶部;所述紫外光源7位于所述反应池2的内侧壁;所述微孔曝气装置8位于所述反应池2的底部;

[0093] 所述絮凝装置包括絮凝药剂进口10、絮凝池9和搅拌装置;所述絮凝药剂进口10位于所述絮凝池9的顶部;

[0094] 所述沉淀装置包括沉淀池13和污泥刮板12;所述污泥刮板12位于所述沉淀池13内腔的下方。

[0095] 作为本发明的一个具体实施例,所述絮凝池9包括依次连通的第一絮凝池9-I和第二絮凝池9-II;

[0096] 所述搅拌装置包括第二搅拌装置6-II和第三搅拌装置6-III;

[0097] 所述第二搅拌装置6-II设置于所述第一絮凝池9-I中;所述第三搅拌装置6-III设置于所述第二絮凝池9-II中;

[0098] 所述絮凝药剂进口10设置于所述第一絮凝池9-I的顶部。

[0099] 作为本发明的一个具体实施例,所述沉淀池13还包括净水出口15和含有磁性光催化剂的污泥出口17;

[0100] 所述净水出口15位于所述沉淀池13的侧壁上方;

[0101] 所述含有磁性光催化剂的污泥出口17位于所述沉淀池13的底部。

[0102] 优选的,所述含有磁性光催化剂的污泥出口17还依次连接有污泥输运管道14和磁分离器5;

[0103] 所述磁分离器5包括污泥出口16和再生磁性光催化剂出口18;

[0104] 所述再生磁性光催化剂出口18通过再生磁性光催化剂进口4与所述磁性光催化剂进口3连接。

[0105] 作为本发明的一个具体实施例,所述反应池2和第一絮凝池9-I之间设置有第一挡板19;所述反应池2中的污水通过所述第一挡板19的上方缺口进入所述第一絮凝池9-I中;

[0106] 所述第一絮凝池9-I和第二絮凝池9-II之间设置有第二挡板20;所述第一絮凝池9-I中的污水通过所述第二挡板20的下方缺口进入所述第二絮凝池9-II;

[0107] 所述第二絮凝池9-II和沉淀池13之间设置有第三挡板21和第四挡板22;所述第三挡板21和第四挡板22构成污水上进下出的侧廊11。

[0108] 在本发明中,利用上述技术方案所述的磁絮凝耦合光催化净水装置进行磁絮凝耦合光催化净水的方法,包括以下步骤:

[0109] 将待处理污水通过污水进口1通入反应池2中,将磁性光催化剂通过磁性光催化剂进口3通入反应池2中,开启第一搅拌装置6-I使所述磁性光催化剂与待处理污水充分混合后,同时开启紫外光源7和微孔曝气装置8,曝气的同时进行紫外光照射后,由反应池2进入

絮凝池9中,同时通过絮凝药剂进口10加入絮凝剂,开启搅拌装置进行絮凝,将得到的絮凝体系进入沉淀池13中进行固液分离,得到净化水。

[0110] 在本发明中,所述固液分离为将所述絮凝体系进入沉淀池13后以自然沉降的方式快速沉淀后的絮凝体在污泥刮板12的作用下通过含有磁性光催化剂的污泥出口17进入污泥输送管道14,并通过所述污泥输送管道14进入磁分离器5中进行分离,并将分离后得到的再生磁性光催化剂经过再生磁性光催化剂出口进入所述磁性光催化剂进口3进行再利用。

[0111] 下面结合实施例对本发明提供的一种磁絮凝耦合光催化净水的方法和磁絮凝耦合光催化净水装置进行详细的说明,但是不能把它们理解为对本发明保护范围的限定。

[0112] 实施例1

[0113] 如图1所示,所述磁絮凝耦合光催化净水装置包括依次连通的反应装置、絮凝装置和沉淀装置;所述反应装置、絮凝装置和沉淀装置之间通过挡板隔开并使所述反应装置、絮凝装置和沉淀装置连通;所述反应装置包括污水进口1、磁性光催化剂进口3、第一搅拌装置6-I、反应池2、紫外光源7和微孔曝气装置8;所述污水进口1位于所述反应池2的侧壁上方;所述磁性光催化剂进口3位于所述反应池2的顶部;所述紫外光源7位于所述反应池2的侧壁;所述微孔曝气装置8位于所述反应池2的底部;所述絮凝装置包括絮凝药剂进口10、絮凝池9和搅拌装置;所述絮凝药剂进口10位于所述絮凝池9的顶部;所述沉淀装置包括沉淀池13和污泥刮板12;所述污泥刮板12位于所述沉淀池13内腔的下方;所述絮凝池9包括依次连通的第一絮凝池9-I和第二絮凝池9-II;所述搅拌装置包括第二搅拌装置6-II和第三搅拌装置6-III;所述第二搅拌装置6-II设置于所述第一絮凝池9-I中;所述第三搅拌装置6-III设置于所述第二絮凝池9-II中;所述絮凝药剂进口10设置于所述第一絮凝池9-I的顶部;所述沉淀池13还包括净水出口15和含有磁性光催化剂的污泥出口17;所述净水出口15位于所述沉淀池13的侧壁上方;所述含有磁性光催化剂的污泥出口17位于所述沉淀池13的底部;所述含有磁性光催化剂的污泥出口17还依次连接有污泥输运管道14和磁分离器5;所述磁分离器5包括污泥出口16和再生磁性光催化剂出口18;所述再生磁性光催化剂出口18通过再生磁性光催化剂进口4与所述磁性光催化剂进口3连接;所述反应池2和第一絮凝池9-I之间设置有第一挡板19;所述反应池2中的污水通过所述第一挡板19的上方进入所述第一絮凝池9-I中;所述第一絮凝池9-I和第二絮凝池9-II之间设置有第二挡板20;所述第一絮凝池9-I中的污水通过所述第二挡板20的下方进入所述第二絮凝池9-II;所述第二絮凝池9-II和沉淀池13之间设置有第三挡板21和第四挡板22;所述第三挡板21和第四挡板22构成污水上进下出的侧廊11。

[0114] 实施例2

[0115] 一种利用实施例1所述装置进行磁絮凝耦合光催化净水的方法:

[0116] 磁性光催化剂( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 为核, $\text{Cu/g-C}_3\text{N}_4$ 为壳)的制备方法:

[0117] 按照1:2的摩尔比,将 $0.25\text{molFe}(\text{NO}_3)_2$ 与 $0.5\text{molFe}(\text{NO}_3)_3$ 溶于1L水中,然后加入240mL质量浓度为18%的氨水(所述 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 与 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的摩尔比为1:10),在室温下搅拌1.5h(搅拌的转速为240rpm),离心后,采用蒸馏水洗涤3次,得到沉淀物;

[0118] 将10g(0.05mol)所述沉淀物、10.5g甲醛、29.4g双氰胺、24.2g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (所述甲醛、双氰胺和 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 的摩尔比为7:7:2)和200g水混合,得到前驱体溶液;

[0119] 将所述前驱体溶液在220rpm的转速下搅拌120min后,加热至沸腾并维持沸腾8h,

待水分蒸发后,将得到的固体在氩气气氛中加热至600℃,保温2h,冷却至室温后,在5% $H_2$ / $Ar$ 气氛(氢气和氩气的体积比为5:95)下加热至400℃,保温2h,得到所述磁性光催化剂(记为 $Cu/C-N@Fe_3O_4$ ;括 $Cu/C-N$ 和 $Fe_3O_4$ ;所述 $Cu/C-N$ 包覆 $Fe_3O_4$ ;所述 $Cu/C-N$ 包括碳氮复合物和掺杂在所述碳氮复合物中的 $Cu$ , $Cu$ 和碳氮复合物的摩尔比为1:16,所述 $Cu/C-N$ 和 $Fe_3O_4$ 的摩尔比为7:1);

[0120] 将待处理污水(城市生活污水)通过污水进口1进入反应池2后,通过磁性光催化剂进口3投入磁性光催化剂(投加量为0.1g/L),在第一搅拌装置6-I作用下均匀分布于水体中,通过反应器中的紫外光源7照射(波长为365nm,时间为25min),同时底部微孔曝气装置8进行曝气(曝气量为每平方米 $6m^3/h$ )为系统提供氧源,实现水体中有机污染物的降解;含有磁性光催化剂的水体通过第一挡板19的上方缺口溢流入第一絮凝池9-I,然后所述第一絮凝池9-I中的污水通过第二挡板20的下方缺口进入所述第二絮凝池9-II,通过絮凝药剂进口10投入絮凝剂(聚丙烯酰胺絮凝剂,所述絮凝剂在进行所述絮凝的体系中的质量浓度为0.15wt%),絮凝剂在磁性光催化剂和第二搅拌装置6-II和第三搅拌装置6-III连续搅拌的作用下加速絮凝作用,经过侧廊11汇入沉淀池13,净水从沉淀池上部净水出口15流出;经刮泥系统污泥刮板12后经污泥输送管道14送至磁性光催化剂与污泥的分离系统,经磁分离器5作用下,磁性催化剂与污泥进行分离,磁性催化剂经再生后磁性光催化剂进口进入反应池2,污泥排出系统;排出的污泥符合GB18918-2002的要求。

[0121] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

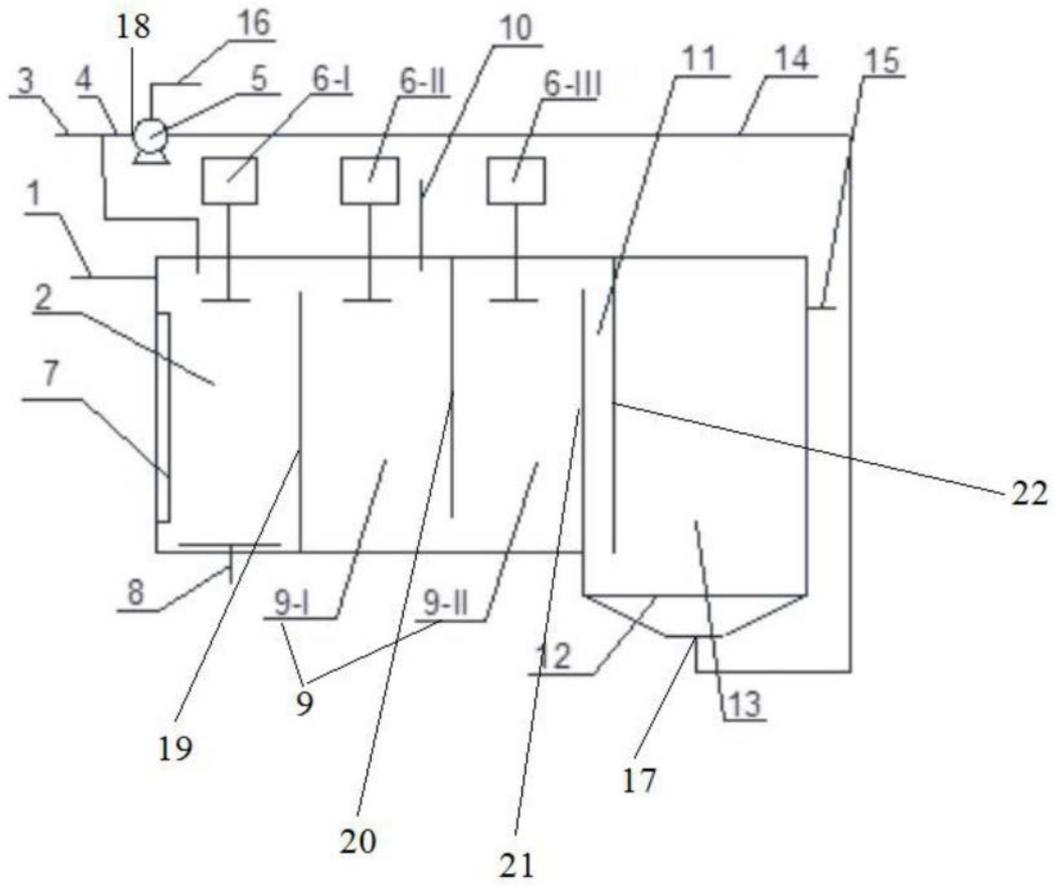


图1