(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210127160 U
(45)授权公告日 2020.03.06

(21)申请号 201920963511.1

(22)申请日 2019.06.25

(73)专利权人 生态环境部南京环境科学研究所
地址 210042 江苏省南京市蒋王庙街8号

(72)发明人 徐斌 许雪婷 汪龙眠 张毅敏 张书陵 皋海岭

(74)专利代理机构 南京钟山专利代理有限公司 32252
代理人 戴朝荣

(51)Int.Cl.
*C02F 9/12*(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

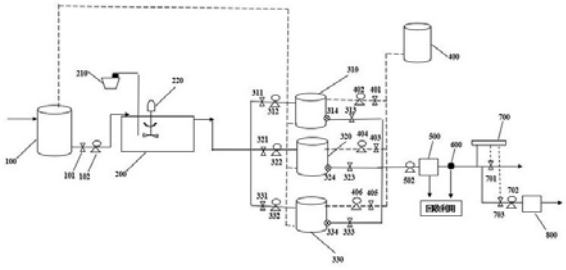
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)实用新型名称

一种新型光电耦合废水处理系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种新型光电耦合废水处理系统，包括预处理装置、三维电极催化氧化装置、强化光催化装置和酸洗池，所述预处理装置与三维电极催化氧化装置连通，所述三维电极催化氧化装置分别与强化光催化装置、酸洗池相连通；所述预处理系统包括加药装置、混凝沉淀装置和搅拌装置，所述加药装置与搅拌装置设置于混凝沉淀装置上方；所述三维电极催化氧化装置与预处理装置之间设置有阀门与水泵，所述三维电极催化氧化装置内填充有粒子电极。本实用新型设计合理，净化效果稳定、高效，能连续运行处理废水，并且能对失效的导电颗粒电极材料进行清洗回收利用。



CN 210127160 U

1.一种新型光电耦合废水处理系统,其特征在于,包括预处理装置、三维电极催化氧化装置、强化光催化装置和酸洗池,所述预处理装置与三维电极催化氧化装置连通,所述三维电极催化氧化装置分别与强化光催化装置、酸洗池相连通;

所述预处理系统包括加药装置、混凝沉淀装置和搅拌装置,所述加药装置与搅拌装置设置于混凝沉淀装置上方;

所述三维电极催化氧化装置与预处理装置之间设置有阀门与水泵,所述三维电极催化氧化装置内填充有粒子电极。

2.根据权利要求1所述的一种新型光电耦合废水处理系统,其特征在于:所述加药装置内包括pH调节剂、混凝剂和助凝剂。

3.根据权利要求1所述的一种新型光电耦合废水处理系统,其特征在于:所述三维电极催化氧化装置与强化光催化装置之间还设置有用于回收的磁性吸附装置与过滤装置。

4.根据权利要求3所述的一种新型光电耦合废水处理系统,其特征在于:所述过滤装置内有0.45μm滤膜。

5.根据权利要求1所述的一种新型光电耦合废水处理系统,其特征在于:所述强化光催化装置采用喷淋进水,内置涂覆可见光光催化剂的玻璃填料。

6.根据权利要求1所述的一种新型光电耦合废水处理系统,其特征在于:所述三维电极催化氧化装置内部采用上进下出的方式进水和出水。

7.根据权利要求1所述的一种新型光电耦合废水处理系统,其特征在于:所述三维电极催化氧化装置为圆柱体状,所述三维电极催化氧化装置内壁紧贴有钛网,中间位置设置有石墨碳棒,其余位置均填充有粒子电极。

8.根据权利要求1所述的一种新型光电耦合废水处理系统,其特征在于:所述三维电极催化氧化装置底部还设置有增氧曝气装置。

# 一种新型光电耦合废水处理系统

## 技术领域

[0001] 本实用新型涉及废水处理技术领域，具体涉及一种新型光电耦合废水处理系统和方法。

## 背景技术

[0002] 印染废水具有色度高、有机物浓度高等特点，属于难处理工业废水，世界上每年大约生产100万吨染料，随着工业化的发展，这一数字还在不断上升中此外。印染废水对水体危害极大，会导致水体中微生物、动植物的死亡，从而导致水体恶化。传统的废水处理技术，如吸附和膜过滤等方法不能完全去除污染物，会产生二次污染，无法满足越来越高的环保要求。先进的氧化技术可以彻底破坏污染物的结构，经过催化分解，最终反应产物为$H_2O$和$CO_2$，不会产生二次污染。三维电极催化氧化技术作为一种先进的电化学氧化技术，对水中的有机物具有很好的去除效果，和传统的二维电极电催化技术相比，具有电极有效表面积大、处理效率高、能耗低等优点。

[0003] 电极材料是决定废水处理工艺效率和成本的重要因素。专利公开号CN106396030A公布了一种利用三维电极-电芬顿耦合处理印染废水的方法，采用活性炭柱和纳米铁二元混合粒子作为粒子电极，提高反应速率和处理效果，但是该方法未考虑到进水悬浮物对电极反应的影响，由于废水没有经过前处理，水中含有大量悬浮物，所以会导致废水的反应不均匀，从而影响处理效果。专利授权公布号CN207748895U公布了一种三维电极污水处理装置，采用升流式设置，在多孔正导电板和多孔负导电板之间填充导电颗粒，提高废水和导电颗粒的接触效率。但是该专利导电颗粒失效后难清洗回收利用。专利授权公布号CN207998477U公布了一种三维电催化污水处理装置，集成了三维电极电解、絮凝沉淀作用，提高传质效果和电流效率，但是该专利未考虑到装置污染问题，此外，针对有机物浓度较高的印染废水，往往单一的处理方法无法使其达标，需要多种处理方法耦合联用才能稳定达标排放。

## 实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的是提供一种新型光电耦合废水处理系统，能够高效稳定的实现连续运行处理废水。

[0005] 本实用新型的上述技术目的是通过以下技术方案得以实现的：

[0006] 一种新型光电耦合废水处理系统，其特征在于，包括预处理装置、三维电极催化氧化装置、强化光催化装置和酸洗池，所述预处理装置与三维电极催化氧化装置连通，所述三维电极催化氧化装置分别与强化光催化装置、酸洗池相连通；

[0007] 所述预处理系统包括加药装置、混凝沉淀装置和搅拌装置，所述加药装置与搅拌装置设置于混凝沉淀装置上方；

[0008] 所述三维电极催化氧化装置与预处理装置之间设置有阀门与水泵，所述三维电极催化氧化装置内填充有粒子电极。

[0009] 优选的，所述加药装置内包括pH调节剂、混凝剂和助凝剂。

[0010] 优选的，所述三维电极催化氧化装置与强化光催化装置之间还设置有用于回收的磁性吸附装置与过滤装置。

[0011] 优选的，所述过滤装置内有0.45μm滤膜。

[0012] 优选的，所述强化光催化装置采用喷淋进水，内置涂覆可见光光催化剂的玻璃填料。

[0013] 优选的，所述三维电极催化氧化装置内部采用上进下出的方式进水和出水。

[0014] 优选的，所述三维电极催化氧化装置为圆柱体状，所述三维电极催化氧化装置内壁紧贴有钛网，中间位置设置有石墨碳棒，其余位置均填充有粒子电极。

[0015] 优选的，所述三维电极催化氧化装置底部还设置有增氧曝气装置。

[0016] 综上所述，本实用新型的有益效果为：本实用新型所采用的粒子电极具有磁性，通过磁性吸附装置和过滤装置实现回收利用，降低成本。设置酸洗系统，避免了电极结垢。本实用新型废水处理系统设计合理，操作简单，净化效果稳定、高效，保证达标排放，能实现连续运行处理废水。

## 附图说明

[0017] 图1是本实用新型的整体结构示意图；

[0018] 图2是本实用新型的三维电极催化氧化装置结构示意图；

[0019] 图3是本实用新型的强化光催化装置结构示意图；

[0020] 图中，100-原水池，101-第一阀门，102-第一水泵，200-混凝沉淀装置，210-加药装置，220-搅拌装置，31-阳极，32-阴极，33-粒子电极，34-增氧曝气装置，310-第一三维电极催化氧化装置，311-第二阀门，312-第二水泵，320-第二三维电极催化氧化装置，321-第三阀门，322-第三水泵，330-第三三维电极催化氧化装置，331-第四阀门，332-第四水泵，313-第五阀门，323-第六阀门，333-第七阀门，314-第一过滤网，324-第二过滤网，334-第三过滤网，400-酸洗池，401-第八阀门，402-第五水泵，403-第九阀门，404-第六水泵，405-第十阀门，406-第七水泵，500-磁性吸附装置，502-第八水泵，600-过滤装置，700-水质自动监测装置，701-第十一阀门，702-第九水泵，703-第十二阀门，800-强化光催化装置，81-进水口，82-出水口，83-玻璃填料。

## 具体实施方式

[0021] 下面结合附图对本实用新型的具体实施方式作进一步说明，本实施例不构成对本实用新型的限制。

[0022] 如图1所示，一种新型光电耦合废水处理系统，包括预处理装置、三维电极催化氧化装置、强化光催化装置和酸洗池，所述预处理装置与三维电极催化氧化装置连通，所述三维电极催化氧化装置分别与强化光催化装置800、酸洗池400相连通。

[0023] 所述废水贮存于原水池100内，所述原水池100与预处理装置相连通，所述原水池100与预处理装置之间设置有第一阀门101与第一水泵102，所述预处理系统包括加药装置210、混凝沉淀装置200和搅拌装置220，所述加药装置210与搅拌装置220设置于混凝沉淀装置200上方，所述加药装置210内装有pH调节剂，硫酸和氢氧化钠，浓度为0.1mol/L。PAC（聚

合氯化铁)作为混凝剂使用,投加量为0.1-0.5%。PAM(聚丙烯酰胺)作为助凝剂使用,投加量为2-5ppm,内部通过搅拌加快PAC和PAM与水的溶解速度,待PAC和PAM溶解后,引入混凝沉淀装置200。混凝沉淀装置200尺寸为1.5m×1.2m×1m,搅拌装置220转速400-1000r/min。加药装置210尺寸为0.5m×0.4m×0.8m,内置搅拌速度500-800 r/min。

[0024] 所述三维电极催化氧化装置内部采用上进下出的方式进水和出水,如图2所示,三维电极催化氧化装置为圆柱体形状,由有机玻璃组成,底部直径0.8-1.2m,高度1-1.5m。阳极31放置在三维电极催化氧化装置中间,为石墨碳棒,阴极32由钛网结构组成,采用Ti/$IrO_2$-$Ta_2O_5$或Ti/ $IrO_2$-$SnO_2$-PdO材质,紧贴在侧壁内侧,导电颗粒填充于阴极和阳极之间作为粒子电极33。三维电极催化氧化装置底部设置增氧曝气装置34,该装置增加废水中溶解氧含量,使得废水的处理更加均匀,提高处理效果,增氧曝气装置34孔径2-3mm。

[0025] 所述粒子电极33为掺杂$Fe_3O_4$的多孔碳纳米复合材料,其中多孔碳可以是多壁碳纳米管、石墨烯、活性炭等材料,制备方法如下:预先将0.425g氯化亚铁和0.6275g氯化铁溶于100ml的去离子水中。然后将多孔碳材料浸渍于氯化亚铁和氯化铁的混合溶液中,在60℃的恒温条件下,搅拌12-15h,在搅拌过程中缓慢加入一定量的浓硝酸。在60-90℃的条件下干燥9-15h,干燥后磨碎,放入管式炉,在恒定的氮气条件下以及600-800℃条件下保持40-80min,冷却后取出,得到掺杂$Fe_3O_4$的多孔纳米复合材料,所述粒子电极的填充量为100-600mg/L。所述三维电极催化氧化装置上连接有直流电源,三维电极催化氧化装置电流密度5-25mA/$cm^2$。

[0026] 所述三维电极催化氧化装置设置有三个,分别为第一三维电极催化氧化装置310、第二三维电极催化氧化装置320、第三三维电极催化氧化装置330,所述第一三维电极催化氧化装置310与预处理装置间设置有第二阀门311与第二水泵312,所述第二三维电极催化氧化装置320与预处理装置间设置有第三阀门321与第三水泵322,所述第三三维电极催化氧化装置330与预处理装置间设置有第四阀门331与第四水泵332,所述第一三维电极催化氧化装置310出水口处设置有第一过滤网314,所述第二三维电极催化氧化装置320出水口处设置有第二过滤网324,所述第三三维电极催化氧化装置330出水口处设置有第三过滤网334。

[0027] 所述三维电极催化氧化装置与强化光催化装置800之间还设置有磁性吸附装置500与过滤装置600,所述过滤装置600内有0.45μm滤膜,所述第一三维电极催化氧化装置310与磁性吸附装置500之间设置有第五阀门313,所述第二三维电极催化氧化装置320与磁性吸附装置500之间设置有第六阀门323,所述第三三维电极催化氧化装置330与磁性吸附装置500之间设置有第七阀门333,所述磁性吸附装置500前端还设置有第八水泵502。

[0028] 所述酸洗池400与三维电极催化氧化装置通过管道连通,酸洗池400内的酸洗液为1mol/L的盐酸溶液或硫酸溶液。所述酸洗池400与第一三维电极催化氧化装置310连接管道上设置有第八阀门401与第五水泵402,所述酸洗池400与第二三维电极催化氧化装置320连接管道上设置有第九阀门403与第六水泵404,所述酸洗池400与第三三维电极催化氧化装置330连接管道上设置有第十阀门405与第七水泵406,所述三维电极催化氧化装置均设置有管道与原水池100相连通,用于将酸洗后的废水进行回收循环。

[0029] 所述过滤装置600出水管内安装有一水质自动检测装置700,所述过滤装置600出水管于水质自动检测装置700后分为两个排水管道,一个排水管道安装有第十一阀门701,

另一排水管道上沿水流方向分别安装有第十二阀门703、第九水泵702和强化光催化装置800。

[0030] 如图3所示，所述强化光催化装置800进水口81处安装有喷淋装置，所述进水口81设置于装置顶部垂直向下采用喷淋进水的方式，装置外壳由石英玻璃材料组成，底部直径0.6-0.8m，高度1.2-1.8m。内有涂覆可见光光催化剂的玻璃填料83，可见光光催化剂为Bi改性$TiO_2$材料或者$C_3N_4$和$TiO_2$的复合材料。下部填料直径3-5mm，上部填料直径1-1.5mm，所述强化光催化装置800出水口82设置于装置底部。

[0031] 为了更加方便进行控制，本实用新型所有阀门、水泵的开启、关闭由PLC控制柜进行自动控制。

[0032] 工作原理：开启第一阀门101，废水从原水池100经过第一水泵102流入混凝沉淀装置200，加药装置210和搅拌装置220设置在混凝沉淀装置200上方，通过加药搅拌，废水中胶体和细粒悬浮物凝聚成絮凝体，然后予以分离除去，以减少悬浮颗粒对三维电极催化氧化装置的影响。废水从混凝沉淀装置200出来后经过阀门和水泵控制进入三维电极催化氧化装置进行电化学处理。

[0033] 从预处理系统中流出的废水，经过第二阀门311和第二水泵312流入到第一三维电极催化氧化装置310，进水时间35-45分钟，当水位达到装置高度80%-90%的时候停止进水，关闭第二阀门311和第二水泵312，开始进行电化学催化氧化，电压5-10V，反应时间30-40分钟，之后打开第五阀门313、关闭第一过滤网314排水并防止粒子电极33损失，第一三维电极催化氧化装置310内废水在5-10分钟内排放清空。在关闭第二阀门311和第二水泵312的同时，开启第三阀门321和第三水泵322对第二三维电极催化氧化装置320进水，进水时间35-45分钟，当水位达到装置高度80%-90%的时候停止进水，关闭第三阀门321和第三水泵322，开始进行电化学催化氧化，电压5-10V，反应时间30-40分钟，之后打开第六阀门323、关闭第二过滤网324排水并防止粒子电极33损失，第二三维电极催化氧化装置320内废水在5-10分钟内排放清空。当关闭第三阀门321和第三水泵322时，启用第三三维电极催化氧化装置330，重复之前的操作。第一三维电极催化氧化装置310进行5次电化学催化氧化处理后打开第一过滤网314，将第一三维电极催化氧化装置310内的粒子电极33随废水排出，之后打开第八阀门401和第五水泵402，抽入酸洗池400中的酸洗液清洗装置，清洗完毕后酸洗废液进入原水池100。对其余三维电极催化氧化装置清洗的时候重复此操作。在任何1台三维电极催化氧化装置进行清洗的时候，另外2台三维电极催化氧化装置正常运转。

[0034] 经过三维电极催化氧化装置处理后的废水经过第八水泵502流过磁性吸附装置500和过滤装置600，用来吸附、截留带磁性的粒子电极33。截留的粒子电极33经过清洗和活化处理后再填充到三维电极催化氧化装置中，实现回收利用。

[0035] 水质自动监测装置700用来监测水质，如果水质达到标准，打开第十一阀门701，废水直接外排。如果水质无法达到标准，打开第十二阀门703和第九水泵702，关闭第十一阀门701，将废水抽入强化光催化装置800，进一步处理后外排。

[0036] 实施例1

[0037] 采用如图1所示的一种新型光电耦合废水处理系统对周边某有机废水进行处理，废水水质指标：CODcr为868mg/L，SS为115mg/L，色度为800倍，pH为8.6。粒子电极的投加量为100mg/L，电流密度10mA/$cm^2$，曝气强度为1L/min。COD去除率达到89%，色度去除率96%，达

到纺织染整工业水污染物排放标准。

[0038] 实施例2

[0039] 采用如图1所示的一种新型光电耦合废水处理系统对周边某有机废水进行处理，废水水质指标:CODcr为1100mg/L,SS为200mg/L,色度为680倍。电流密度20mA/$cm^2$,曝气强度2L/min,粒子电极投加量300mg/L。COD的去除率达到91%,色度去除率为95%,达到纺织染整工业水污染物排放标准。

[0040] 以上所述,仅是本实用新型的较佳实施例而已,不用于限制本实用新型,本领域技术人员可以在本实用新型的实质和保护范围内,对本实用新型做出各种修改或等同替换,这种修改或等同替换也应视为落在本实用新型技术方案的保护范围内。

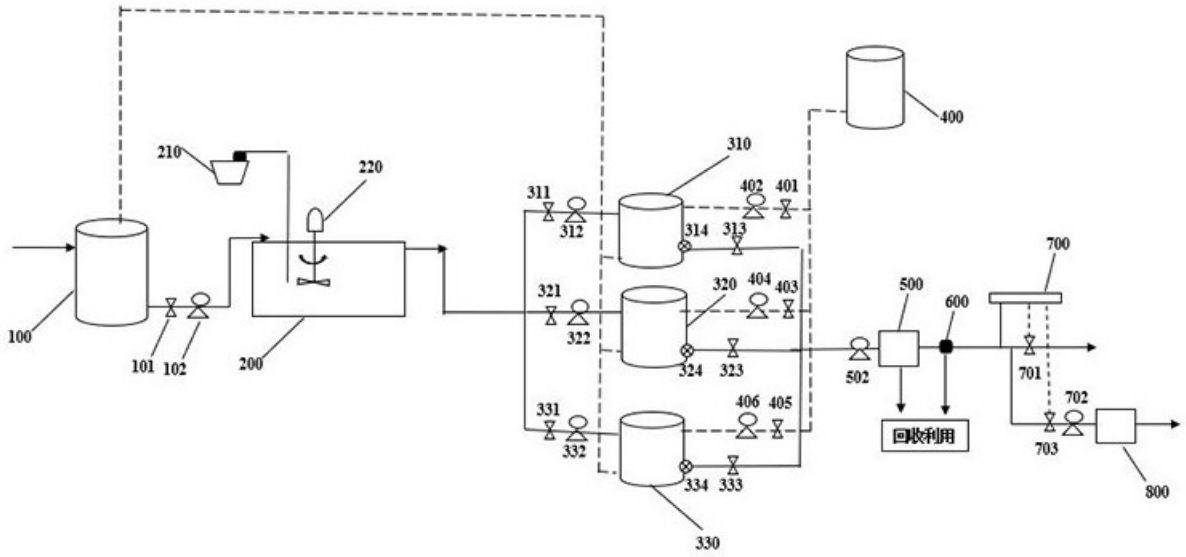

100
101
102
200
210
220
310
311
312
314
313
402
401
400
321
322
320
404
403
324
323
331
332
334
333
330
406
405
500
502
600
回收利用
700
701
702
703
800

图1

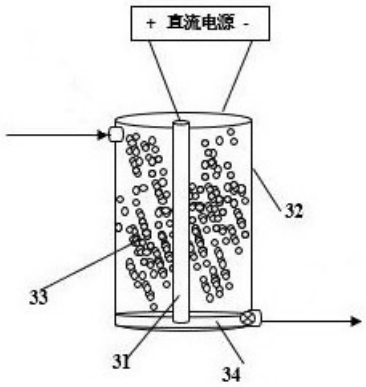

+ 直流电源 -
32
33
31
34

图2

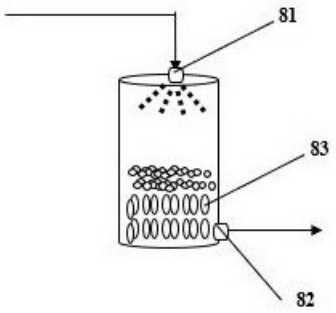

81
83
82

图3