



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103880248 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201410106108. 9

CN 203768185 U, 2014. 08. 13, 权利要求

(22) 申请日 2014. 03. 21

1-8.

(73) 专利权人 安徽华骐环保科技股份有限公司
地址 243000 安徽省马鞍山市经济技术开发区梅山路 409 号

审查员 武若冰

(72) 发明人 郑俊 张德伟

(74) 专利代理机构 马鞍山市金桥专利代理有限公司 34111

代理人 唐宗才

(51) Int. Cl.

C02F 9/14(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101215047 A, 2008. 07. 09, 说明书第 2 页具体实施方式部分.

CN 101381185 A, 2009. 03. 11, 说明书第 4-6 页具体实施方式部分.

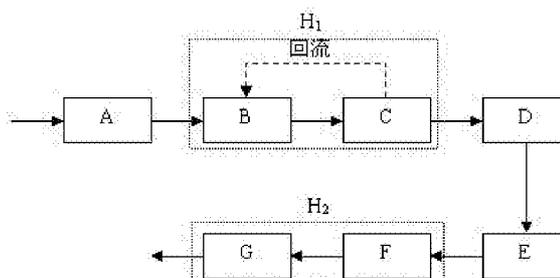
权利要求书4页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

一种焦化废水处理系统及处理方法

(57) 摘要

本发明公开了一种焦化废水处理系统,它包括上流式厌氧污泥床反应器、缺氧反硝化生物滤池和好氧硝化生物滤池、多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器、好氧硝化生物滤池和缺氧反硝化生物滤池。一种焦化废水处理方法,焦化废水由焦化废水原水进水管自下而上进入上流式厌氧污泥床反应器、缺氧反硝化生物滤池、好氧硝化生物滤池、多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器、好氧硝化生物滤池、缺氧反硝化生物滤池而排出。本发明占地面积小、耗能低,并具有高效的废水处理效能,降低废水处理的运行成本,具有处理负荷高、能耗低、产泥量少的特点。



1. 一种焦化废水处理系统,其特征在於它包括上流式厌氧污泥床反应器、缺氧反硝化生物滤池和好氧硝化生物滤池,所述的缺氧反硝化生物滤池和好氧硝化生物滤池组成缺氧反硝化生物滤池 / 好氧硝化生物滤池系统,上流式厌氧污泥床反应器包括焦化废水原水进水管、上流式厌氧污泥床反应器本体、厌氧颗粒污泥床区、厌氧悬浮污泥层区、三相分离器、甲烷集气室、过流缝、上循环口、回流管、回流泵、甲烷气输送管、固液沉降分离区、第一出水渠、第一出水管道和第一中间水池,所述的焦化废水原水进水管与上流式厌氧污泥床反应器本体相连通,厌氧颗粒污泥床区设置在上流式厌氧污泥床反应器本体下部,厌氧悬浮污泥层区设置在厌氧颗粒污泥床区上部,上流式厌氧污泥床反应器本体池壁间设置过流缝,三相分离器设置在上流式厌氧污泥床反应器本体内、厌氧悬浮污泥层区上部,三相分离器上部为固液沉降分离区,上循环口设置在厌氧污泥床反应器本体上侧,回流管一端连通上循环口,回流管另一端通过回流泵与厌氧污泥床反应器本体下部连通;三相分离器一端连接甲烷集气室,甲烷集气室连接甲烷气输送管,在上循环口上部设置第一出水渠,第一出水渠通过第一出水管道与第一中间水池连接;缺氧反硝化生物滤池包括提升泵、进水管、缺氧反硝化生物滤池本体、反硝化生物滤料层、缺氧反硝化生物滤池布水系统、第一清水区、第二出水渠、第二出水管和缺氧反硝化生物滤池配水室,进水管一端与上流式厌氧污泥床反应器中间水池连接,另一端通过提升泵后与缺氧反硝化生物滤池本体下部连通,缺氧反硝化生物滤池配水室设置在缺氧反硝化生物滤池本体下部,缺氧反硝化生物滤池布水系统设置在缺氧反硝化生物滤池配水室内,反硝化生物滤料层设置在缺氧反硝化生物滤池布水系统上部,第一清水区在反硝化生物滤料层的上部,在清水区开有第二出水渠,第二出水渠通过第二出水管连接好氧硝化生物滤池本体下部;好氧硝化生物滤池包括好氧硝化生物滤池配水室、好氧硝化生物滤池布水系统、好氧硝化生物滤池本体、硝化生物滤料层、第二清水区、第三出水渠、第三出水管和第二中间水池,好氧硝化生物滤池配水室设置在好氧硝化生物滤池本体下部,好氧硝化生物滤池布水系统设置在好氧硝化生物滤池配水室内,硝化生物滤料层设置在好氧硝化生物滤池配水室上部,硝化生物滤料层上部是第二清水区,第二清水区与第三出水渠连通,第三出水渠通过第三出水管连接第二中间水池。

2. 根据权利要求 1 所述的一种焦化废水处理系统,其特征在於它还包括多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器和沉淀池,多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器包括提升水泵、进水管、过氧化氢投加装置、进水管混合器、配水室、多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体、取换料口、单质铁和颗粒活性炭混合物层、出水澄清区、筛板布水系统、排泥口、反应器出水渠和反应器出水管,沉淀池包括沉淀池本体、沉淀池出水管道和排泥管道,所述的进水管一端与好氧硝化生物滤池中间水池相连接,另一端通过提升水泵后连通多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体下部,在提升水泵与多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体之间的一段进水管上设置过氧化氢投加装置和进水管混合器,配水室设置在多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体下部,在配水室下部设置排泥口,单质铁和颗粒活性炭混合物层设置在多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体内、配水室上部,在单质铁和颗粒活性炭混合物层下部设置筛板布水系统,在单质铁和颗粒活性炭混合物层左侧设置取换料口,单质铁和颗粒活性炭混合物层上部为出水澄清区,出水澄清区连通反应器出水渠,反应器出水渠通过出水管与沉淀池相连,沉淀池本体中上部连接反应器出水管,底部连接排泥管道。

3. 根据权利要求 2 所述的一种焦化废水处理系统,其特征单质铁和颗粒活性炭混合物层、筛板布水系统、取换料口设置多组。

4. 根据权利要求 2 所述的一种焦化废水处理系统,其特征单质铁和多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器还包括反应器上循环口、反应器回流管道、反应器循环泵和反应器下循环口,上循环口设置在反应器出水渠底部,下循环口设置在配水室上部,回流管道一端连接上循环口,另一端穿过循环泵后连接下循环口。

5. 根据权利要求 2 所述的一种焦化废水处理系统,其特征单质铁和多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器还包括 pH 在线监测仪、碱液自动投加系统和出水管道混合器,pH 在线监测仪、碱液自动投加系统和出水管道混合器设置在反应器出水渠与沉淀池之间的出水管上。

6. 根据权利要求 1 所述的一种焦化废水处理系统,其特征单质铁和一种焦化废水处理系统还包括好氧硝化生物滤池和缺氧反硝化生物滤池,好氧硝化生物滤池和缺氧反硝化生物滤池组成了好氧硝化生物滤池 / 缺氧反硝化生物滤池系统,好氧硝化生物滤池包括进水管、配水室、布水系统、球形轻质多孔生物滤料层、好氧硝化生物滤池本体、出水区、出水渠和连接管道,进水管一端与沉淀池出水管相连接,另一端连通好氧硝化生物滤池本体,配水室设置在好氧硝化生物滤池本体下部,布水系统设置在配水室内,在布水系统上部设置球形轻质多孔生物滤料层,球形轻质多孔生物滤料层上部为出水区,出水区开有出水渠,出水渠通过连接管道与缺氧反硝化生物滤池连接;好氧硝化生物滤池还包括高效空气扩散器系统、在线溶解氧测定仪和 PLC 计算机工作系统,高效空气扩散器系统包括控制线缆、变频器、鼓风机和空气管道,空气管道一端伸入好氧硝化生物滤池本体、球形轻质多孔生物滤料层下部,另一端连接鼓风机,鼓风机通过控制线缆与变频器相连接,变频器通过控制线缆与 PLC 计算机工作系统相连接,所述的在线溶解氧测定仪一端连接出水渠上的出水管,其输出信号与 PLC 计算机工作系统相连接;缺氧反硝化生物滤池包括配水区、布水系统、反硝化生物滤料层、缺氧反硝化生物滤池本体、清水区、出水渠和排放管道,配水区设置在缺氧反硝化生物滤池本体下部,布水系统设置在配水区上部,在布水系统上设置反硝化生物滤料层,反硝化生物滤料层上部为清水区,清水区上部开有出水渠,出水渠底部连通排放管道;缺氧反硝化生物滤池还包括碳源储罐和碳源投放泵,碳源储罐和碳源投放泵将碳源投放于好氧硝化生物滤池和缺氧反硝化生物滤池之间的连接管道上。

7. 根据权利要求 1 所述的一种焦化废水处理系统,其特征单质铁和好氧硝化生物滤池还包括高效空气扩散器系统、在线溶解氧测定仪和 PLC 计算机工作系统,高效空气扩散器系统包括控制线缆、变频器、鼓风机和空气管道,空气管道一端伸入好氧硝化生物滤池本体、硝化生物滤料层下部,另一端连接鼓风机,鼓风机通过控制线缆与变频器相连接,变频器通过控制线缆与 PLC 计算机工作系统相连接,所述的在线溶解氧测定仪一端连接出水渠上的出水管,其输出信号与 PLC 计算机工作系统相连接。

8. 根据权利要求 6 所述的一种焦化废水处理系统,其特征单质铁和在所述的缺氧反硝化生物滤池和好氧硝化生物滤池之间还设置有硝化液回流管道和硝化液回流泵,硝化液回流管道一端连通好氧硝化生物滤池中间水池,另一端连接缺氧反硝化生物滤池进水管,在硝化液回流管道中端设置硝化液回流泵。

9. 一种焦化废水处理系统,其具体技术方案为:

1) 焦化废水由焦化废水原水进水管自下而上进入上流式厌氧污泥床反应器, 上流式厌氧污泥床反应器内有预先接种并驯化好的适应焦化废水水质的厌氧颗粒污泥床区及厌氧悬浮污泥层区, 随着废水水流不断上升流动, 甲烷气、水、污泥进入三相分离器中, 甲烷气首先被集气罩收集分离, 并通过甲烷集气室和甲烷气输送管排出上流式厌氧污泥床反应器, 而污泥和废水则通过三相分离器与反应器池壁间的过流缝进入固液沉降分离区进行固液分离, 部分废水经上流式厌氧污泥床反应器的上循环口和回流管再由回流泵回流至反应器底部下与原水混合一起进入上流式厌氧污泥床反应器, 通过过流缝进入固液沉降分离区的废水和污泥靠重力作用进行分离, 密度较水重的污泥则沉降分离并通过过流缝重新回落至反应器中, 而澄清的出水则溢流进入第一出水渠并通过第一出水管道进入第一中间水池;

2) 经过上流式厌氧污泥床反应器处理后进入第一中间水池的废水, 首先由提升泵并经进水管送入缺氧反硝化生物滤池, 缺氧反硝化生物滤池内设有缺氧反硝化生物滤池布水系统和填装其上的反硝化生物滤料层, 该生物滤料上面附着生长有高密度的专性反硝化菌, 经过上流式厌氧污泥床反应器处理后仍含有大量有机物和氨氮的焦化废水与经好氧硝化生物滤池处理后通过硝化液回流泵和硝化液回流管道回流到进水端来的富含硝酸盐氮的硝化液混合, 然后共同进入缺氧反硝化生物滤池, 并经缺氧反硝化生物滤池配水室、缺氧反硝化生物滤池布水系统将废水送入反硝化生物滤料层; 缺氧反硝化生物滤池的出水流经第一清水区、第二出水渠并通过第二出水管流入好氧硝化生物滤池, 并经好氧硝化生物滤池配水室、好氧硝化生物滤池布水系统将废水送入硝化生物滤料层; 其出水经第二清水区、第三出水渠并通过第三出水管进入第二中间水池, 该出水一部分根据计算的回流比由硝化液回流泵和硝化液回流管道回流到缺氧反硝化生物滤池的进水端进入缺氧反硝化生物滤池进行反硝化脱氮, 剩余的出水进入多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器进行再处理; 鼓风机的供气量由在线溶解氧测定仪所测数据反馈给 PLC 计算机工作系统进行计算, 再通过控制线缆将控制信号传输给变频器来调节鼓风机的转速, 使鼓风机提供合适的供气量;

3) 第二中间水池中的好氧硝化生物滤池出水, 经预先调节 pH 至 3.0-5.0, 然后由提升水泵、进水管并经管道混合器送入多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器进行氧化处理; 过氧化氢投加装置投加的过氧化氢经管道混合器与由进水管输送来的废水混合后进入铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器配水室, 在多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器内的筛板布水系统上部分级填装有混合均匀的单质铁和颗粒活性炭混合物层, 该反应器出水渠中设置有多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器上循环口, 多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器上循环口通过多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器回流管道、多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器循环泵和配水室侧壁的多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器下循环口相连接, 废水经由筛板布水系统向上流经多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床, 铁碳微电解耦合芬顿氧化床设计为多级叠加, 水流为上向流柱推形式, 反应器出水渠的溢流出水经过设置在出水管上的 pH 在线监测仪, 将监控信号反馈到碱液自动投加系统, 并由碱液自动投加系统的 PLC 系统根据流量和监测的 pH 值向管道混合器进行碱液自动精确投加混合, 以实现程序调节 pH 值至 6~9, 经过碱液投加中和以后的处理出水排入沉淀池, 中和后的澄清液由出水管排入下一个处理单元, 而沉淀污泥则由排泥管道排出进行脱水处置;

10. 根据权利要求 9 所述的一种焦化废水处理方法, 其特征在于经过多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器处理后的废水由出水管送入后置反硝化脱氮生物滤池处理系统

进行进一步的脱氮除碳，出水管道送来的废水首先由进水管道进入好氧硝化生物滤池的配水区并经布水系统进入球形轻质多孔生物滤料层进行生物好氧氧化处理，球形轻质多孔生物滤料层填装于布水系统上部，通过鼓风机、供气管道和安装在池内的高效空气扩散器系统向池内水中供氧，好氧净化后的废水由出水区进入出水渠；并由连接管道送入缺氧反硝化生物滤池的配水区并经布水系统进入反硝化生物滤料层进行反硝化脱氮处理，反硝化生物滤料层上附着生长的专性反硝化菌在外加碳源的条件下将废水中的硝酸盐氮还原为氮气而完成脱氮过程，同时使废水中的大部分悬浮物被截留在反硝化生物滤料层的滤料间空隙中，最终处理出水由清水区并经出水渠通过排放管道排出，反硝化过程中所需的外加碳源选用甲醇、乙酸、乙酸钠或葡萄糖等物质的溶液，由碳源储罐储存并经碳源投加泵根据计算需要精确投加于缺氧反硝化生物滤池的进水端管道中。

一种焦化废水处理系统及处理方法

技术领域

[0001] 本发明属于水处理技术领域,具体涉及一种焦化废水处理的系统及方法。

背景技术

[0002] 焦化废水是煤焦化过程中产生的一种含大量油、酚、氨氮等有害、有毒物质的难降解废水。该类废水具有成分复杂、污染物浓度高等特点,其有机组分除 85% 的酚类化合物以外,还包括脂肪族化合物、多环芳烃 (PAHs) 和含氧、氮、硫元素的杂环化合物等。有机污染物的排入水体会消耗水中溶解氧,最终会导致水体缺氧进而引起水中的水生动物无法呼吸而死亡,其尸体会在水中厌氧分解产生甲烷、硫化氢等恶臭气体,同时使水体发黑变臭,使水体流域环境发生恶化。氮等营养元素的排入水体会导致水体的富营养化,使大量藻类和微生物繁殖进而影响水源水质。同时因废水中含有酚类化合物,其可通过皮肤、黏膜的接触和经口服侵入人体内部,使人体细胞失去活力,还可进一步向深部渗透,引起深部组织损伤或坏死,长期饮用含酚水会引起头晕、贫血以及各种神经系统病症。另外,未经达标排放的废水直接灌溉农田,会使农作物减产和枯死,废水中的油类物质会堵塞土壤孔隙,使土壤盐碱化。水污染已经成为我国水源性缺水及环境污染的主要问题,同时按照人均水资源量我国也是严重贫水国,水体不断受到污染导致了我国很多城市和地方出现了水源性缺水,大量废水的排放不仅导致水体污染严重加剧也导致了水资源的浪费。随着我国钢铁产能的过剩发展,焦化废水的数量也在与日俱增,再加上焦化行业新标准和综合排放标准对污染物排放指标的要求日趋严格,焦化废水的达标排放问题严重制约了焦化行业和钢铁行业的可持续发展。整个行业对经济合理、新型高效的焦化废水处理技术的需求非常迫切。因此,如何采用经济、高效和稳定的处理方法,使处理后的焦化废水能够达到最新《钢铁工业水污染物排放标准》,对于钢铁行业和焦化行业的发展显得十分必要,符合我国可持续发展的要求。

[0003] 长期以来,国内焦化厂普遍采用生化法对焦化废水进行处理,且 80% 以上采用普通生化法,但是现有工艺虽能将焦化废水中的酚、氰等有机物有效去除,但仍存在 COD 很难达标,氨氮超标严重,处理后的水色度和气味较重等问题。为此,生化后出水需要进行深度处理,但是深度处理费用昂贵,成本压力大。因此,寻求和研究新的焦化废水处理工艺是提高废水处理效能的关键所在。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种焦化废水处理系统及处理方法,解决传统焦化废水处理工艺对难降解复杂有机污染物去除效果不理想而导致出水中 COD、氨氮、总氮及色度不达标等问题,与传统工艺相比,占地面积小、耗能低,并具有高效的废水处理效能,降低废水处理的运行成本,具有处理负荷高、能耗低、产泥量少的特点。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供一种焦化废水处理系统,它包括上流式厌氧污泥床反应器、缺氧反硝化生物滤池和好氧硝化生物滤池,所述的缺氧反硝化生物滤池和好氧硝

化生物滤池组成缺氧反硝化生物滤池 / 好氧硝化生物滤池系统, 上流式厌氧污泥床反应器包括焦化废水原水进水管、上流式厌氧污泥床反应器本体、厌氧颗粒污泥床区、厌氧悬浮污泥层区、三相分离器、甲烷集气室、过流缝、上循环口、回流管、回流泵、甲烷气输送管、固液沉降分离区、出水渠、出水管道和中间水池, 所述的焦化废水原水进水管与上流式厌氧污泥床反应器本体相连通, 厌氧颗粒污泥床区设置在上流式厌氧污泥床反应器本体下部, 厌氧悬浮污泥层区设置在厌氧颗粒污泥床区上部, 上流式厌氧污泥床反应器本体池壁间设置过流缝, 三相分离器设置在上流式厌氧污泥床反应器本体内、厌氧悬浮污泥层区上部, 三相分离器上部为固液沉降分离区, 上循环口设置在厌氧污泥床反应器本体上侧, 回流管一端连通上循环口, 回流管另一端通过回流泵与厌氧污泥床反应器本体下部连通; 三相分离器一端连接甲烷集气室, 甲烷集气室连接甲烷气输送管, 在上循环口上部设置出水渠, 出水渠通过出水管道与中间水池连接; 缺氧反硝化生物滤池包括提升泵、进水管道、缺氧反硝化生物滤池本体、反硝化生物滤料层、缺氧反硝化生物滤池布水系统、清水区、出水渠、出水管和缺氧反硝化生物滤池配水室, 进水管道一端与上流式厌氧污泥床反应器中间水池连接, 另一端通过提升泵后与缺氧反硝化生物滤池本体下部连通, 缺氧反硝化生物滤池配水室设置在缺氧反硝化生物滤池本体下部, 缺氧反硝化生物滤池布水系统设置在缺氧反硝化生物滤池配水室内, 反硝化生物滤料层设置在缺氧反硝化生物滤池布水系统上部, 清水区在反硝化生物滤料层的上部, 在清水区开有出水渠, 出水渠通过出水管连接好氧硝化生物滤池本体下部; 好氧硝化生物滤池包括好氧硝化生物滤池配水室、好氧硝化生物滤池布水系统、好氧硝化生物滤池本体、硝化生物滤料层、清水区、出水渠、出水管和中间水池, 好氧硝化生物滤池配水室设置的好氧硝化生物滤池本体下部, 好氧硝化生物滤池布水系统设置的好氧硝化生物滤池配水室内, 硝化生物滤料层设置的好氧硝化生物滤池配水室上部, 硝化生物滤料层上部是清水区, 清水区与出水渠连通, 出水渠通过出水管连接中间水池。

[0006] 所述的一种焦化废水处理系统还包括多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器和沉淀池, 多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器包括提升水泵、进水管道、过氧化氢投加装置、进水管道混合器、配水室、多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体、取换料口、单质铁和颗粒活性炭混合物层、出水澄清区、筛板布水系统、排泥口、反应器出水渠和出水管, 沉淀池包括沉淀池本体、出水管道和排泥管道, 所述的进水管道一端与好氧硝化生物滤池中间水池相连接, 另一端通过提升水泵后连通多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体下部, 在提升水泵与多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体之间的一段进水管道上设置过氧化氢投加装置和进水管道混合器, 配水室设置在多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体下部, 在配水室下部设置排泥口, 单质铁和颗粒活性炭混合物层设置在多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体内、配水室上部, 在单质铁和颗粒活性炭混合物层下部设置筛板布水系统, 在单质铁和颗粒活性炭混合物层左侧设置取换料口, 单质铁和颗粒活性炭混合物层上部为出水澄清区, 出水澄清区连通反应器出水渠, 反应器出水渠通过出水管与沉淀池相连, 沉淀池本体中上部连接出水管道, 底部连接排泥管道。

[0007] 所述的单质铁和颗粒活性炭混合物层、筛板布水系统、取换料口设置多组。

[0008] 所述的多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器还包括上循环口、回流管道、循环泵和下循环口, 上循环口设置在反应器出水渠底部, 下循环口设置在配水室上部, 回流管道一端连接上循环口, 另一端穿过循环泵后连接下循环口。

[0009] 所述的多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器还包括 pH 在线监测仪、碱液自动投加系统和出水管道混合器, pH 在线监测仪、碱液自动投加系统和出水管道混合器设置在反应器出水渠与沉淀池之间的出水管上。

[0010] 所述的一种焦化废水处理系统还包括好氧硝化生物滤池和缺氧反硝化生物滤池, 好氧硝化生物滤池和缺氧反硝化生物滤池组成了好氧硝化生物滤池 / 缺氧反硝化生物滤池系统, 好氧硝化生物滤池包括进水管、配水室、布水系统、球形轻质多孔生物滤料层、好氧硝化生物滤池本体、出水区、出水渠和连接管道, 进水管一端与沉淀池出水管连接, 另一端连通好氧硝化生物滤池本体, 配水室设置在好氧硝化生物滤池本体下部, 布水系统设置在配水室内, 在布水系统上部设置球形轻质多孔生物滤料层, 球形轻质多孔生物滤料层上部为出水区, 出水区开有出水渠, 出水渠通过连接管道与缺氧反硝化生物滤池连接; 缺氧反硝化生物滤池包括配水区、布水系统、反硝化生物滤料层、缺氧反硝化生物滤池本体、清水区、出水渠和排放管道, 配水区设置在缺氧反硝化生物滤池本体下部, 布水系统设置在配水区上部, 在布水系统上部设置反硝化生物滤料层, 反硝化生物滤料层上部为清水区, 清水区上部开有出水渠, 出水渠底部连通排放管道; 缺氧反硝化生物滤池还包括碳源储罐和碳源投放泵, 碳源储罐和碳源投放泵设置在好氧硝化生物滤池和缺氧反硝化生物滤池之间的连接管道上。

[0011] 所述的好氧硝化生物滤池还包括高效空气扩散器系统、在线溶解氧测定仪和 PLC 计算机工作系统, 高效空气扩散器系统包括控制线缆、变频器、鼓风机和空气管道, 空气管道一端伸入好氧硝化生物滤池本体、硝化生物滤料层下部, 另一端连接鼓风机, 鼓风机通过控制线缆与变频器相连接, 变频器通过控制线缆与 PLC 计算机工作系统相连接, 所述的在线溶解氧测定仪连接在出水渠的出水管上, 其输出信号与 PLC 计算机工作系统相连接。

[0012] 在所述的缺氧反硝化生物滤池和好氧硝化生物滤池之间还设置有硝化液回流管道和硝化液回流泵, 硝化液回流管道一端连通好氧硝化生物滤池中间水池, 另一端连接缺氧反硝化生物滤池进水管, 在硝化液回流管道中端设置硝化液回流泵。

[0013] 一种焦化废水处理系统及方法, 其具体技术方案为:

[0014] 1、焦化废水由焦化废水原水进水管自下而上进入上流式厌氧污泥床反应器, 上流式厌氧污泥床反应器内有预先接种并驯化好的适应焦化废水水质的厌氧颗粒污泥床区及厌氧悬浮污泥层区, 厌氧颗粒污泥床区和厌氧悬浮污泥层区中分别生长有以颗粒和絮状污泥状态存在的水解酸化菌和产甲烷菌等多种微生物, 在厌氧条件下水解酸化菌首先将废水中的大部分复杂大分子有机物进行分解并转化为如有机酸等小分子物质, 同时厌氧氨氧化菌和反硝化细菌利用废水中的碳源可对废水中的氨氮和硝态氮进行部分厌氧氨氧化和反硝化作用而完成脱除部分氮, 然后产甲烷菌可将有机酸等小分子物质进一步分解为以甲烷为主的生物气, 最终使水中的有机物和氮的含量得以降低。随着废水水流不断上升流动, 导致甲烷气、水、污泥进入三相分离器中, 甲烷气首先被集气罩收集分离, 并通过甲烷集气室和甲烷气输送管排出上流式厌氧污泥床反应器, 而污泥和废水则通过三相分离器与反应器池壁间的过流缝进入固液沉降分离区进行固液分离, 部分废水经上循环口和回流管再由回流泵回流至反应器底部与原水混合一起进入上流式厌氧污泥床反应器, 通过过流缝进入固液沉降分离区的废水和污泥靠重力作用进行分离, 密度较水重的污泥则沉降分离并通过过流缝重新回落至反应器中, 而澄清的出水则溢流进入出水渠并通过出水管进入中间水

池。

[0015] 2、经过上流式厌氧污泥床反应器处理后进入中间水池的废水，首先由提升泵并经进水管送入缺氧反硝化生物滤池，缺氧反硝化生物滤池内设有缺氧反硝化生物滤池布水系统和填装其上的反硝化生物滤料层，该生物滤料上面附着生长有高密度的专性反硝化菌，经过上流式厌氧污泥床反应器处理后仍含有大量有机物和氨氮的焦化废水与经好氧硝化生物滤池处理后通过硝化液回流泵和硝化液回流管道回流到进水端来的富含硝酸盐氮的硝化液混合，然后共同进入缺氧反硝化生物滤池，并经缺氧反硝化生物滤池配水室、缺氧反硝化生物滤池布水系统将废水送入反硝化生物滤料层，反硝化生物滤料层上的专性反硝化菌利用废水中的有机物作为碳源，将来自于好氧硝化生物滤池回流硝化液中的硝酸盐氮还原为氮气，从而实现脱氮和去除有机物的功能，同时生物滤料具有过滤截留悬浮物的作用，一方面使专性反硝化菌不易流失，同时使废水得到澄清；缺氧反硝化生物滤池的出水流经清水区、出水渠并通过出水管流入好氧硝化生物滤池，并经好氧硝化生物滤池配水室、好氧硝化生物滤池布水系统将废水送入硝化生物滤料层；生长在硝化生物滤料层上的少量除碳菌和大量专性硝化菌，在鼓风机、空气管道和安装在池内硝化生物滤料层下部的高效空气扩散器系统向水中供氧的条件下，除碳菌将废水中剩余的易降解有机物通过微生物的新陈代谢氧化为二氧化碳和水，专性硝化菌将废水中的氨氮氧化为硝酸盐氮，其出水经清水区、出水渠并通过出水管进入中间水池，该出水一部分根据计算的回流比由硝化液回流泵和硝化液回流管道回流到缺氧反硝化生物滤池的进水端进入缺氧反硝化生物滤池进行反硝化脱氮，剩余的出水进入多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器进行再处理；鼓风机的供气量由在线溶解氧测定仪所测数据反馈给 PLC 计算机工作系统进行计算，再通过控制线缆将控制信号传输给变频器来调节鼓风机的转速，使鼓风机提供合适的供气量。

[0016] 3、中间水池中的好氧硝化生物滤池出水，经调节 pH 至 3.0-5.0，然后由提升水泵、进水管并经管道混合器送入多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器进行氧化处理；过氧化氢投加装置投加的过氧化氢经管道混合器与由进水管输送来的废水混合后进入多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器配水室，在多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器内的筛板布水系统上部分级填装有混合均匀的单质铁和颗粒活性炭混合物层，该反应器出水渠中设置有上循环口，上循环口通过回流管道、循环泵和配水室侧壁的下循环口相连接，废水经由筛板布水系统向上流经多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床，通过铁碳微电解产生的羟基的氧化还原作用去除废水中的部分杂环类有机物和色度，同时利用微电解产生的 Fe^{2+} 与废水中投加的过氧化氢构成芬顿 (Fenton) 试剂的强氧化性，在铁碳微电解-Fenton 耦合氧化体系内使废水中的难降解多环、杂环类有机物和有毒有害物质开环、断链降解为易被微生物吸收降解的小分子物质、氨氮、水和二氧化碳，由于铁碳微电解耦合芬顿氧化床设计为多级叠加，水流为上向流柱推形式，所以每一级的氧化对象和产生的氧化后物质均不同，一般来讲从下至上所氧化对象由难变易，确保了反应器最终的氧化效果。由于通过该反应器处理后的溢流水具有强酸性，需进行中和处理，所以反应器出水渠的溢流水经过设置在出水管上的 pH 在线监测仪，将监控信号反馈到碱液自动投加系统，并由碱液自动投加系统的 PLC 系统根据流量和监测的 pH 值向管道混合器进行碱液自动精确投加混合，以实现程序调节 pH 值至 6~9，经过碱液投加中和以后的处理出水排入沉淀池，以促进酸碱中和过程生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等胶体通过沉淀池进行絮凝沉淀，中和后的澄清液由出水管排入

下一个处理单元,而沉淀污泥则由排泥管道排出进行脱水处置。

[0017] 所述的一种焦化废水处理方法,经过多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器处理后的废水由出水管道送入后置反硝化脱氮生物滤池处理系统进行进一步的脱氮除碳,该系统的功能是将前道工序在对难降解多环、杂环类有机物和有毒有害物质开环、断链降解为易被微生物吸收降解的小分子有机物、氨氮进行进一步处理。出水管道送来的废水首先由进水管道进入好氧硝化生物滤池的配水区并经布水系统进入球形轻质多孔生物滤料层进行生物好氧氧化处理,球形轻质多孔生物滤料层填装于布水系统上部,通过鼓风机、供气管道和安装在池内的高效空气扩散器系统向池内水中供氧,附着生长在球形轻质多孔生物滤料层上的专性好氧微生物在有氧呼吸的条件下,通过其新陈代谢作用将废水中剩余的小分子有机污染物直接分解为二氧化碳和水,将氨氮氧化为硝酸盐氮,好氧净化后的废水由出水区进入出水渠;并由连接管道送入缺氧反硝化生物滤池的配水区并经布水系统进入反硝化生物滤料层进行反硝化脱氮处理,反硝化生物滤料层上附着生长的专性反硝化菌在外加碳源条件下将废水中的硝酸盐氮还原为氮气而完成脱氮过程,同时使废水中的大部分悬浮物被截留在反硝化生物滤料层的滤料间空隙中,使废水得到澄清,最终处理出水由清水区并经出水渠通过排放管道排出,最终所排出的焦化尾水中的 COD、氨氮、总氮和色度等指标能稳定达到国家《污水综合排放标准》(GB8978-1996)和《钢铁工业水污染物排放标准》(GB123456-2012)一级排放标准,反硝化过程中所需的外加碳源可以选用甲醇、乙酸、乙酸钠或葡萄糖等物质的溶液,由碳源储罐储存并经碳源投加泵根据计算需要精确投加于缺氧反硝化生物滤池的进水端管道中。

[0018] 本发明所提出的一种焦化废水处理系统及处理方法,解决了传统焦化废水处理工艺对难降解复杂有机污染物去除效果不理想而导致出水中 COD、氨氮、总氮及色度不达标等问题,与传统工艺相比,占地面积小、耗能低,并具有高效的废水处理效能,降低废水处理的运行成本,具有处理负荷高、能耗低、产泥量少的特点。

附图说明

[0019] 图 1 是本发明各处理单元工艺流程示意图。

[0020] 图 2 是上流式厌氧污泥床反应器结构和系统示意图。

[0021] 图 3 是缺氧反硝化生物滤池 / 好氧硝化生物滤池结构、系统、控制示意图。

[0022] 图 4 是多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器及沉淀池的结构、系统、控制示意图。

[0023] 图 5 是好氧硝化生物滤池 / 缺氧反硝化生物滤池的结构、系统、控制示意图。

[0024] 图中:A、上流式厌氧污泥床反应器, B、缺氧反硝化生物滤池, C、好氧硝化生物滤池, H₁、B 和 C 组成的缺氧反硝化生物滤池 / 好氧硝化生物滤池系统, D、多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器, E、沉淀池; F、好氧硝化生物滤池, G、缺氧反硝化生物滤池, H₂、好氧硝化生物滤池 / 缺氧反硝化生物滤池系统;

[0025] 1、焦化废水原水进水管, 2、上流式厌氧污泥床反应器本体, 3、厌氧颗粒污泥床区, 4、厌氧悬浮污泥层区, 5、三相分离器, 6、澄清的出水, 7、甲烷集气室, 8、过流缝, 9、上循环口, 10、回流管, 11、回流泵, 12、甲烷气输送管, 13、固液沉降分离区, 14、出水渠, 15、出水管道, 16、中间水池; 17、提升泵, 18、进水管道, 19、缺氧反硝化生物滤池, 20、反硝化生物滤料

层, 21、缺氧反硝化生物滤池布水系统, 22、清水区, 23、出水渠, 24、出水管, 25、缺氧反硝化生物滤池配水室, 26、好氧硝化生物滤池配水室, 27、好氧硝化生物滤池布水系统, 28、高效空气扩散器系统, 29、好氧硝化生物滤池, 30、硝化生物滤料层, 31、清水区, 32、出水渠, 33、硝化液回流管道, 34、硝化液回流泵, 35、在线溶解氧测定仪, 36、PLC 计算机工作系统, 37、控制线缆, 38、变频器, 39、鼓风机, 40、空气管道, 41、出水管, 42、中间水池, 43、提升水泵, 44、进水管道, 45、过氧化氢投加装置, 46、管道混合器, 47、配水室, 48、碳源储罐, 49、多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器, 50、取换料口, 51、单质铁和颗粒活性炭混合物层, 52、出水澄清区, 53、筛板布水系统, 54、上循环口, 55、回流管道, 56、循环泵, 57、下循环口, 58、排泥口, 59、反应器出水渠, 60、pH 在线监测仪, 61、出水管, 62、碱液自动投加系统, 63、管道混合器, 64、沉淀池, 65、出水管道, 66、排泥管道, 67、进水管道, 68、配水室, 69、布水系统, 70、球形轻质多孔生物滤料层, 71、好氧硝化生物滤池, 72、出水区, 73、出水渠, 74、连接管道, 75、配水区, 76、布水系统, 77、反硝化生物滤料层, 78、缺氧反硝化生物滤池, 79、清水区, 80、出水渠, 81、排放管道, 82、碳源投加泵。

具体实施方式

[0026] 本发明具体实施方式结合附图, 进行详细的描述。

[0027] 一种焦化废水处理系统, 它包括上流式厌氧污泥床反应器 A、缺氧反硝化生物滤池 B 和好氧硝化生物滤池 C, 所述的缺氧反硝化生物滤池和好氧硝化生物滤池组成缺氧反硝化生物滤池 / 好氧硝化生物滤池系统 H, 上流式厌氧污泥床反应器包括焦化废水原水进水管 1、上流式厌氧污泥床反应器本体 2、厌氧颗粒污泥床区 3、厌氧悬浮污泥层区 4、三相分离器 5、甲烷集气室 7、过流缝 8、上循环口 9、回流管 10、回流泵 11、甲烷气输送管 12、固液沉降分离区 13、出水渠 14、出水管道 15 和中间水池 16, 所述的焦化废水原水进水管与上流式厌氧污泥床反应器本体相连通, 厌氧颗粒污泥床区设置在上流式厌氧污泥床反应器本体下部, 厌氧悬浮污泥层区设置在厌氧颗粒污泥床区上部, 上流式厌氧污泥床反应器本体池壁间设置过流缝, 三相分离器设置在上流式厌氧污泥床反应器本体内、厌氧悬浮污泥层区上部, 三相分离器上部为固液沉降分离区, 上循环口设置在上流式厌氧污泥床反应器本体上侧, 回流管一端连通上循环口, 回流管另一端通过回流泵与厌氧污泥床反应器本体下部连通; 三相分离器一端连接甲烷集气室, 甲烷集气室连接甲烷气输送管, 在上循环口上部设置出水渠, 出水渠通过出水管道与中间水池连接; 缺氧反硝化生物滤池包括提升泵 17、进水管道 18、缺氧反硝化生物滤池本体 19、反硝化生物滤料层 20、缺氧反硝化生物滤池布水系统 21、清水区 22、出水渠 23、出水管 24 和缺氧反硝化生物滤池配水室 25, 进水管道一端与上流式厌氧污泥床反应器中间水池连接, 另一端通过提升泵后与缺氧反硝化生物滤池本体下部连通, 缺氧反硝化生物滤池配水室设置在缺氧反硝化生物滤池本体下部, 缺氧反硝化生物滤池布水系统设置在缺氧反硝化生物滤池配水室内, 反硝化生物滤料层设置在缺氧反硝化生物滤池布水系统上部, 清水区在反硝化生物滤料层的上部, 在清水区开有出水渠, 出水渠通过出水管连接好氧硝化生物滤池本体下部; 好氧硝化生物滤池包括好氧硝化生物滤池配水室 26、好氧硝化生物滤池布水系统 27、好氧硝化生物滤池本体 29、硝化生物滤料层 30、清水区 31、出水渠 32、出水管 41 和中间水池 42, 好氧硝化生物滤池配水室设置在好氧硝化生物滤池本体下部, 好氧硝化生物滤池布水系统设置在好氧硝化生物滤池配水室内, 硝化生物

滤料层设置在好氧硝化生物滤池配水室上部,硝化生物滤料层上部是清水区,清水区与出水渠连通,出水渠通过出水管连接中间水池。

[0028] 所述的好氧硝化生物滤池还包括高效空气扩散器系统、在线溶解氧测定仪和 PLC 计算机工作系统,高效空气扩散器系统包括控制线缆、变频器、鼓风机和空气管道,空气管道一端伸入好氧硝化生物滤池本体、硝化生物滤料层下部,另一端连接鼓风机,鼓风机通过控制线缆与变频器相连接,变频器通过控制线缆与 PLC 计算机工作系统相连接,所述的在线溶解氧测定仪一端连接在出水渠的出水管上,其输出信号与 PLC 计算机工作系统相连接。

[0029] 在所述的缺氧反硝化生物滤池和好氧硝化生物滤池之间还设置有硝化液回流管道和硝化液回流泵,硝化液回流管道一端连通好氧硝化生物滤池中间水池,另一端连接缺氧反硝化生物滤池进水管,在硝化液回流管道中端设置硝化液回流泵。

[0030] 所述的一种焦化废水处理系统还包括多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器 D 和沉淀池 E,多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器包括提升水泵 43、进水管 44、过氧化氢投加装置 45、进水管混合器 46、配水室 47、多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体 49、取换料口 50、单质铁和颗粒活性炭混合物层 51、出水澄清区 52、筛板布水系统 53、排泥口 58、反应器出水渠 59 和出水管 61,沉淀池包括沉淀池本体 64、出水管 65 和排泥管道 66,所述的进水管一端与好氧硝化生物滤池中间水池相连接,另一端通过提升水泵后连通多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体下部,在提升水泵与多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体之间的一段进水管上设置过氧化氢投加装置和进水管混合器,配水室设置在多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体下部,在配水室下部设置排泥口,单质铁和颗粒活性炭混合物层设置在多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器本体内、配水室上部,在单质铁和颗粒活性炭混合物层下部设置筛板布水系统,在单质铁和颗粒活性炭混合物层左侧设置取换料口,单质铁和颗粒活性炭混合物层上部为出水澄清区,出水澄清区连通反应器出水渠,反应器出水渠通过出水管与沉淀池相连,沉淀池本体中上部连接出水管,底部连接排泥管道。

[0031] 所述的单质铁和颗粒活性炭混合物层、筛板布水系统、取换料口设置多组。

[0032] 所述的多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器还包括上循环口 54、回流管道 55、循环泵 56 和下循环口 57,上循环口设置在反应器出水渠底部,下循环口设置在配水室上部,回流管道一端连接上循环口,另一端穿过循环泵后连接下循环口。

[0033] 所述的多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器还包括 pH 在线监测仪 60、碱液自动投加系统 62 和出水管混合器 63,pH 在线监测仪、碱液自动投加系统和出水管混合器设置在反应器出水渠与沉淀池之间的出水管上。

[0034] 所述的一种焦化废水处理系统还包括好氧硝化生物滤池 F 和缺氧反硝化生物滤池 G,好氧硝化生物滤池和缺氧反硝化生物滤池组成了好氧硝化生物滤池 / 缺氧反硝化生物滤池系统 H₂,好氧硝化生物滤池包括进水管 67、配水室 68、布水系统 69、球形轻质多孔生物滤料层 70、好氧硝化生物滤池本体 71、出水区 72、出水渠 73 和连接管道 74,进水管一端与沉淀池出水管相连接,另一端连通好氧硝化生物滤池本体,配水室设置在好氧硝化生物滤池本体下部,布水系统设置在配水室内,在布水系统上部设置球形轻质多孔生物滤料层,球形轻质多孔生物滤料层上部为出水区,出水区开有出水渠,出水渠通过连接管道

与缺氧反硝化生物滤池连接；好氧硝化生物滤池还包括高效空气扩散器系统 28、在线溶解氧测定仪 35 和 PLC 计算机工作系统 36，高效空气扩散器系统包括控制线缆 37、变频器 38、鼓风机 39 和空气管道 40，空气管道一端伸入好氧硝化生物滤池本体、球形轻质多孔生物滤料层下部，另一端连接鼓风机，鼓风机通过控制线缆与变频器相连接，变频器通过控制线缆与 PLC 计算机工作系统相连接，所述的在线溶解氧测定仪一端连接在出水渠的出水管上，其输出信号与 PLC 计算机工作系统相连接；缺氧反硝化生物滤池包括配水区 75、布水系统 76、反硝化生物滤料层 77、缺氧反硝化生物滤池本体 78、清水区 79、出水渠 80 和排放管道 81，配水区设置在缺氧反硝化生物滤池本体下部，布水系统设置在配水区上部，在布水系统上设置反硝化生物滤料层，反硝化生物滤料层上部为清水区，清水区上部开有出水渠，出水渠底部连通排放管道；缺氧反硝化生物滤池还包括碳源储罐 48 和碳源投放泵 82，碳源投放点设置在好氧硝化生物滤池和缺氧反硝化生物滤池之间的连接管道上。

[0035] 一种焦化废水处理方法，其具体技术方案为：

[0036] 1、焦化废水由焦化废水原水进水管 1 自下而上进入上流式厌氧污泥床反应器 2，上流式厌氧污泥床反应器 2 内有预先接种并驯化好的适应焦化废水水质的厌氧颗粒污泥床区 3 及厌氧悬浮污泥层区 4，3 和 4 中分别生长有以颗粒和絮状污泥状态存在的水解酸化菌和产甲烷菌等多种微生物，在厌氧条件下水解酸化菌首先将废水中的大部分复杂大分子有机物进行分解并转化为如有机酸等小分子物质，同时厌氧氨氧化菌和反硝化细菌利用废水中的碳源可对废水中的氨氮和硝态氮进行部分厌氧氨氧化和反硝化作用而完成脱除部分氮，然后产甲烷菌可将有机酸等小分子物质进一步分解为以甲烷为主的生物气，最终使水中的有机物和氮的含量得以降低。随着废水水流不断上升流动，导致甲烷气、水、污泥进入三相分离器 5 中，甲烷气首先被集气罩收集分离，并通过甲烷集气室 7 和甲烷气输送管 12 排出上流式厌氧污泥床反应器 2，而污泥和废水则通过三相分离器 5 与反应器池壁间的过流缝 8 进入固液沉降分离区 13 进行固液分离，部分废水经上循环口 9 和回流管 10 再由回流泵 11 回流至反应器底部与原水混合一起进入上流式厌氧污泥床反应器 2，通过过流缝 8 进入固液沉降分离区 13 的废水和污泥靠重力作用进行分离，密度较水重的污泥则沉降分离并通过过流缝 8 重新回落至反应器中，而澄清的出水 6 则溢流进入出水渠 14 并通过出水管 15 进入中间水池 16。

[0037] 2、经过上流式厌氧污泥床反应器 2 处理后进入中间水池 16 的废水，首先由提升泵 17 并经进水管 18 送入缺氧反硝化生物滤池 19，缺氧反硝化生物滤池 19 内设有缺氧反硝化生物滤池布水系统 21 和填装其上的反硝化生物滤料层 20，该生物滤料上面附着生长有高密度的专性反硝化菌，经过上流式厌氧污泥床反应器 2 处理后仍含有大量有机物和氨氮的焦化废水与经好氧硝化生物滤池 29 处理后通过硝化液回流泵 34 和硝化液回流管道 33 回流到进水端来的富含硝酸盐氮的硝化液混合，然后共同进入缺氧反硝化生物滤池 19，并经缺氧反硝化生物滤池配水室 25、缺氧反硝化生物滤池布水系统 21 将废水送入反硝化生物滤料层 20，反硝化生物滤料层 20 上的专性反硝化菌利用废水中的有机物作为碳源，将来自于好氧硝化生物滤池 29 回流硝化液中的硝酸盐氮还原为氮气，从而实现脱氮和去除有机物的功能，同时生物滤料具有过滤截留悬浮物的作用，一方面使专性反硝化菌不易流失，同时使废水得到澄清；缺氧反硝化生物滤池 19 的出水流经清水区 22、出水渠 23 并通过出水管 24 流入好氧硝化生物滤池 29，并经好氧硝化生物滤池配水室 26、好氧硝化生物滤池布

水系统 27 将废水送入硝化生物滤料层 30 ;生长在硝化生物滤料层 30 上的少量除碳菌和大量专性硝化菌,在鼓风机 39、空气管道 40 和安装在池内硝化生物滤料层 30 下部的高效空气扩散器系统 28 向水中供氧的条件下,除碳菌将废水中剩余的易降解有机物通过微生物的新陈代谢氧化为二氧化碳和水,专性硝化菌将废水中的氨氮氧化为硝酸盐氮,其出水经清水区 31、出水渠 32 并通过出水管 41 进入中间水池 42,该出水一部分根据计算的回流比由硝化液回流泵 34 和硝化液回流管道 33 回流到缺氧反硝化生物滤池 19 的进水端进入缺氧反硝化生物滤池 19 进行反硝化脱氮,剩余的出水进入多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器 49 进行再处理 ;鼓风机 39 的供气量由在线溶解氧测定仪 35 所测数据反馈给 PLC 计算机工作系统 36 进行计算,再通过控制线缆 37 将控制信号传输给变频器 38 来调节鼓风机的转速,使鼓风机提供合适的供气量。

[0038] 3、中间水池 42 中的好氧硝化生物滤池出水,经调节 pH 至 3.0-5.0,然后由提升水泵 43、进水管 44 并经管道混合器 46 送入多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器 49 进行氧化处理 ;过氧化氢投加装置 45 投加的过氧化氢经管道混合器 46 与由进水管 44 输送来的废水混合后进入铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器配水室 47,在多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器 49 内的筛板布水系统 53 上部分级填装有混合均匀的单质铁和颗粒活性炭混合物层 51,该反应器出水渠 59 中设置有上循环口 54,上循环口 54 通过回流管道 55、循环泵 56 和配水室 47 侧壁的下循环口 57 相连接,废水经由筛板布水系统 53 向上流经多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床,通过铁碳微电解产生的羟基的氧化还原作用去除废水中的部分杂环类有机物和色度,同时利用微电解产生的 Fe^{2+} 与废水中投加的过氧化氢构成芬顿(Fenton)试剂的强氧化性,在铁碳微电解-Fenton 耦合氧化体系内使废水中的难降解多环、杂环类有机物和有毒有害物质开环、断链降解为易被微生物吸收降解的小分子物质、氨氮、水和二氧化碳,由于铁碳微电解耦合芬顿氧化床设计为多级叠加,水流为上向流柱推形式,所以每一级的氧化对象和产生的氧化后物质均不同,一般来讲从下至上所氧化对象由难变易,确保了反应器最终的氧化效果。由于通过该反应器处理后的溢流水具有强酸性,需进行中和处理,所以反应器出水渠 59 的溢流水经过设置在出水管 61 上的 pH 在线监测仪 60,将监控信号反馈到碱液自动投加系统 62,并由碱液自动投加系统 62 的 PLC 系统根据流量和监测的 pH 值向管道混合器 63 进行碱液自动精确投加混合,以实现程序调节 pH 值至 6~9,经过碱液投加中和以后的处理出水排入沉淀池 64,以促进酸碱中和过程生成的 $Fe(OH)_2$ 和 $Fe(OH)_3$ 等胶体通过沉淀池 64 进行絮凝沉淀,中和后的澄清液由出水管 65 排入下一个处理单元,而沉淀污泥则由排泥管道 66 排出进行脱水处置。

[0039] 4、经过多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器 49 处理后的废水由出水管 65 送入后置反硝化脱氮生物滤池处理系统进行进一步的脱氮除碳,该系统的功能是将前道工序在对难降解多环、杂环类有机物和有毒有害物质开环、断链降解为易被微生物吸收降解的小分子有机物、氨氮进行进一步处理。出水管 65 送来的废水首先由进水管 67 进入好氧硝化生物滤池 71 的配水区 68 并经布水系统 69 进入球形轻质多孔生物滤料层 70 进行生物好氧氧化处理,球形轻质多孔生物滤料层 70 填装于布水系统 69 上部,通过鼓风机 75、供气管道 76 和安装在池内的高效空气扩散器系统 77 向池内水中供氧,附着生长在球形轻质多孔生物滤料层 70 上的专性好氧微生物在有氧呼吸的条件下,通过其新陈代谢作用将废水中剩余的小分子有机污染物直接分解为二氧化碳和水,将氨氮氧化为硝酸盐氮,好氧净

化后的废水由出水区 72 进入出水渠 73 ;并由连接管道 74 送入缺氧反硝化生物滤池 78 的配水区 75 并经布水系统 76 进入反硝化生物滤料层 77 进行反硝化脱氮处理,反硝化生物滤料层 77 上附着生长的专性反硝化菌在外加碳源的条件下将废水中的硝酸盐氮还原为氮气而完成脱氮过程,同时使废水中的大部分悬浮物被截留在反硝化生物滤料层的滤料间空隙中,使废水得到澄清,最终处理出水由清水区 79 并经出水渠 80 通过排放管道 81 排出,最终处理后由排放管道 81 排出的焦化废水中的 COD、氨氮、总氮和色度等指标能稳定达到国家《污水综合排放标准》(GB8978-1996)和《钢铁工业水污染物排放标准》(GB123456-2012)一级排放标准,反硝化过程中所需的外加碳源可以选用甲醇、乙酸、乙酸钠或葡萄糖等物质的溶液,由碳源储罐 48 储存并经碳源投加泵 82 根据计算需要精确投加于缺氧反硝化生物滤池 78 的进水端管道中。

[0040] 实施例:一座新建的焦化废水处理厂,处理量为 200 吨/日,采用本发明处理系统和处理方法,废水经过水质调节后,采用潜污泵将焦化废水泵入上流式厌氧污泥床反应器,并经后续的缺氧反硝化生物滤池/好氧硝化生物滤池系统、多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器、好氧硝化生物滤池/缺氧反硝化生物滤池系统进行处理,其主要设计参数如下:进水 pH=6.8~8.0, $COD_{cr}=1700\sim 2300\text{mg/L}$, $BOD_5=250\sim 630\text{mg/L}$, 总氮 =400~500mg/L, 氨氮 =280~350mg/L, SS=220mg/L, 色度 725 倍。

[0041] 上流式厌氧污泥床:该废水经水质调节后首先进入上流式厌氧污泥床反应器,水力停留时间 HRT=24h,进水温度 30~35℃,上升流速 0.5m/h,进水容积负荷 $2.5\text{Kg/m}^3\cdot\text{d}$,经过该上流式厌氧污泥床反应器处理后的出水指标为: $COD_{cr}=700\sim 1000\text{mg/L}$, $BOD_5=280\sim 450\text{mg/L}$, 总氮 =340~420mg/L, 氨氮 =240~380, SS=120mg/L, 色度 400 倍;该反应器为圆筒形,直径 4.6m,有效高度 12m。

[0042] 缺氧反硝化生物滤池/好氧硝化生物滤池系统:系统总水力停留时间 HRT=8h,回流比 600%,其中缺氧反硝化生物滤池池体为长方体结构,内分两格,总尺寸为 $6\times 3\times 7\text{m}$,单池最大上升流速 6.5m/h;好氧硝化生物滤池池体为长方体结构,内分四格,总尺寸为 $12\times 3\times 7\text{m}$,单池最大上升流速 2m/h,出水指标: $COD_{cr}=180\sim 200\text{mg/L}$, $BOD_5=40\sim 80\text{mg/L}$, 总氮 =140~160mg/L, 氨氮 =10~20 mg/L, SS=10mg/L, 色度 250 倍。

[0043] 多级铁碳微电解耦合芬顿氧化床反应器:共设两座,一用一备,采用圆形池结构,单座尺寸为 $\Phi 2.7\times 6\text{m}$,水力停留时间 HRT=3h,上升流速 1.5m/h,出水指标: $COD_{cr}=80\sim 120\text{mg/L}$, $BOD_5=25\sim 48\text{mg/L}$, 总氮 =150~180mg/L, 氨氮 =25~40 mg/L, SS=20mg/L, 色度 10 倍。

[0044] 好氧硝化生物滤池/缺氧反硝化生物滤池系统:好氧硝化生物滤池水力停留时间 HRT=4h,池体为长方体结构,内分三格,两用一备,总尺寸为 $6\times 2\times 7\text{m}$,单池最高上升流速 1m/h;缺氧反硝化生物滤池池体为长方体结构,内分两格,总尺寸为 $3\times 2\times 6.5\text{m}$,单池最大上升流速 2.7m/h,最终出水指标: $COD_{cr}\leq 40\text{mg/L}$, $BOD_5\leq 10\text{mg/L}$, 总氮 $\leq 20\text{mg/L}$, 氨氮 $\leq 5\text{mg/L}$, SS $\leq 10\text{mg/L}$, 色度 5 倍,达到了《污水综合排放标准》(GB8978-)和《钢铁工业水污染物排放标准》(GB13456-2012)一级排放标准。

[0045] 本发明所提出的一种焦化废水处理系统及处理方法,解决了传统焦化废水处理工艺对难降解复杂有机污染物去除效果不理想而导致出水中 COD、氨氮、总氮及色度不达标等问题,与传统工艺相比,占地面积小、耗能低,并具有高效的废水处理效能,降低废水处理的

运行成本,具有处理负荷高、能耗低、产泥量少的特点。

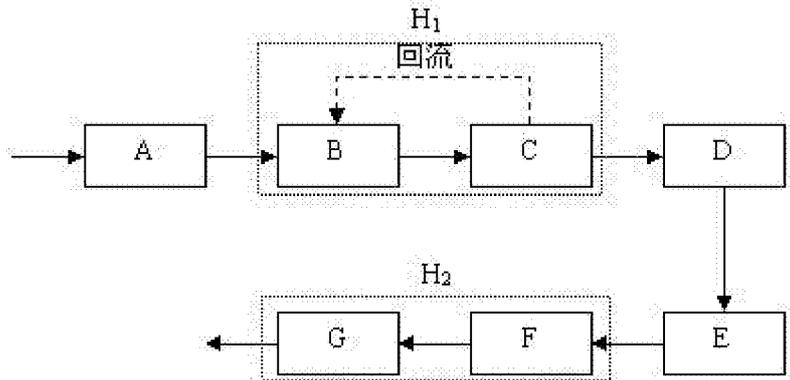


图 1

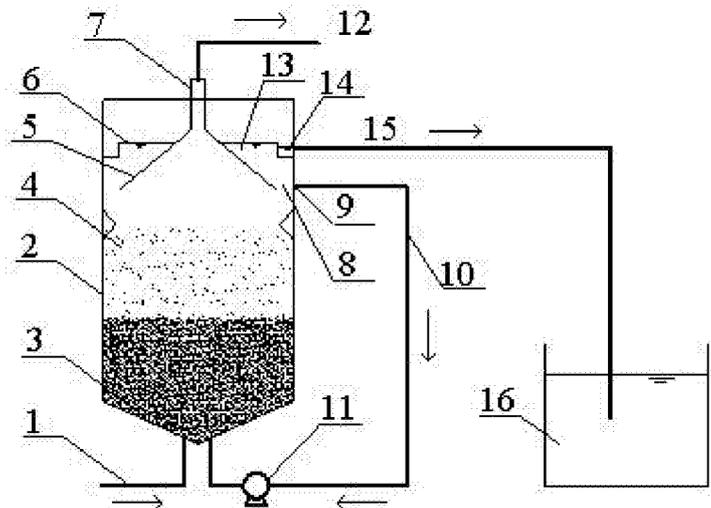


图 2

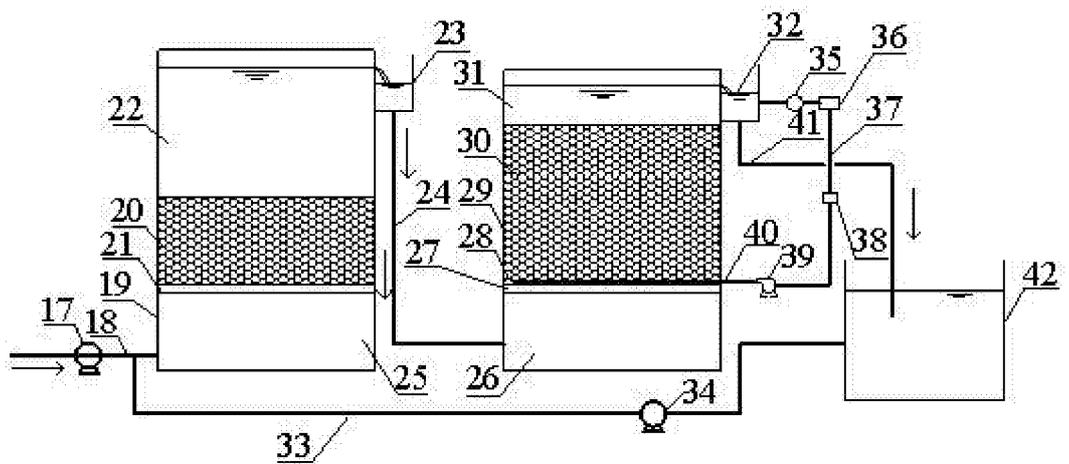


图 3

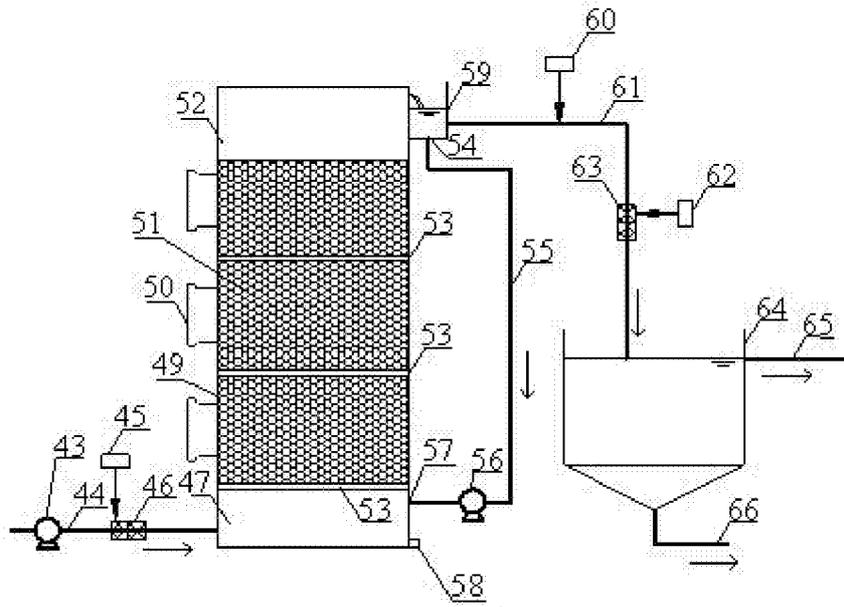


图 4

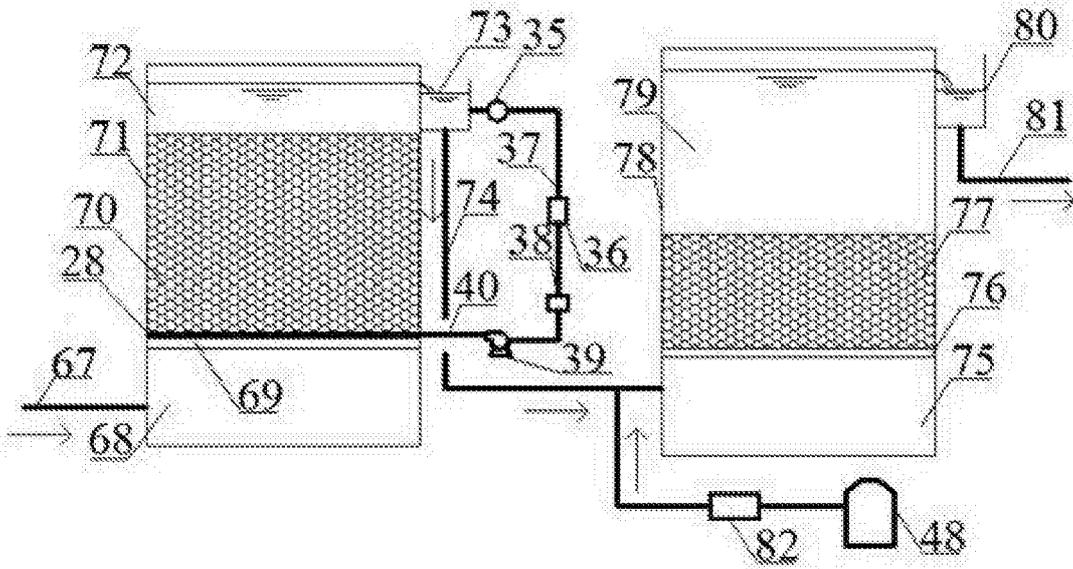


图 5