



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104150697 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201410359886. 9

(22) 申请日 2014. 07. 25

(71) 申请人 中国环境科学研究院

地址 100012 北京市朝阳区安外北苑大羊坊
8 号

(72) 发明人 席北斗 王雷 张列宇 李英军
党秋玲 夏训峰 王丽君 高如泰

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 宋焰琴

(51) Int. Cl.

C02F 9/14 (2006. 01)

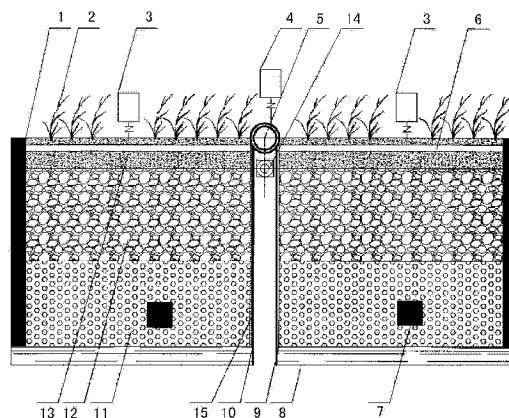
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种地下水重金属三级深度快速净化装置和
净化方法

(57) 摘要

一种地下水重金属三级深度快速净化装置，通过高级氧化筛滤系统将地下水中悬浮物、胶体去除，而后使用的地表修复系统构建三级深度净化系统，利用植物庞大根系构建一级吸收层；利用赤泥介孔分子筛、活性炭构建二级富集层；再利用粉煤灰分子筛、零价纳米铁、纳米曝气机构建三级网捕层，三级深度净化地下水中重金属，经过三级净化后，其重金属浓度含量接近为零，同时本系统无二次污染，处理过程中固定的重金属终将源源不断的为植物吸收，经过本发明处理后地下水重金属浓度、含量降低较快，并长期有效。



1. 一种地下水重金属三级深度快速净化装置, 主要结构为:

地下水提升系统, 是在一提升井的内壁设置有可旋转的过滤网, 过滤网设置有针式清扫器, 清扫器探入过滤网孔的尖端有微小弯钩, 由提升水泵将地下水自提升井内提升至高级氧化筛滤系统中;

高级氧化筛滤系统由多孔板分为上、下两个部分, 多孔板的上方为集水池, 集水池中填充有用于筛滤的混合填料, 混合填料是石英砂、改性锰砂与天然沸石分子筛的混合物, 混合填料内埋设有连接纳米曝气机的纳米曝气头; 混合填料上方设有一阻流板, 阻流板对应的另一侧设有曝气管, 曝气管设有多个细孔曝气孔, 曝气孔垂直向上, 曝气管的一侧安装有超声波发生仪;

高级氧化筛滤系统的进水口一侧设有进水堰, 与进水堰相对应的另一侧设有回流槽;

多孔板的下方设有紧密排列的圆筒状分压仓以分割空间, 防止局部压力过大冲破多孔板; 分压仓下方为出水池, 出水池的外壁涂刷有避光黑色涂料, 内壁均匀负载一层非金属掺杂的光催化剂, 底部安装有紫外灭菌灯, 且紫外灭菌灯之间设有连接纳米曝气机的纳米曝气头, 出水池内部剩余空间填充有半导体负载填料;

出水池的一端连接一通气管, 该通气管同时连接高级氧化筛滤系统的进水堰; 出水池的出水口通过三通管分别连接至储水箱和出储水箱出水口, 作为对高级氧化筛滤系统进行反冲洗的用水通道;

高级氧化筛滤系统中储水箱出水口通过臭氧猝灭装置连接至埋设在地表修复系统的表面吸收层下的配水管, 配水管为穿孔的 PVC 管, 管外包裹有土工布防止堵塞, 土工布外包裹铁碳填料, 具有微电解功能;

表面吸收层设置有碱性注射装置, 表面吸收层下方依次为二级富集层和三级网捕层, 表面吸收层为防止土壤流失的土壤与弗罗里硅藻土的混合物, 表面吸收层上栽种植物以吸收重金属; 二级富集层由活性炭与赤泥介孔分子筛混合组成, 三级网捕层填充有粉煤灰分子筛与零价纳米铁, 三级网捕层内布设有纳米曝气头;

地表修复系统的四周注射土壤板结剂作为不透水层隔断墙, 底部为细砂层。

2. 根据权利要求 1 所述的地下水重金属三级深度快速净化装置, 其中, 高级氧化筛滤系统的多孔板为两层, 中间铺设并固定一层不锈钢网。

3. 根据权利要求 1 所述的地下水重金属三级深度快速净化装置, 其中, 出水池内壁均匀负载的非金属掺杂光催化剂为纳米 TiO_2 粉体。

4. 根据权利要求 1 所述的地下水重金属三级深度快速净化装置, 其中, 出水池内的半导体负载填料为纳米 TiO_2 粉体负载在立体网状聚丙烯表面的填料。

5. 根据权利要求 1 所述的地下水重金属三级深度快速净化装置, 其中, 高级氧化筛滤系统的混合填料中石英砂、改性锰砂与天然沸石分子筛的体积比 5:2:1, 粒径为 0.5-1.2mm, 不均匀系数为 2, 是集过滤、吸附、离子交换、混凝及去除重金属为一体的多功能混合填料。

6. 根据权利要求 1 所述的地下水重金属三级深度快速净化装置, 其中, 表面吸收层中土壤与弗罗里硅藻土的混合体积比例为 2-3:1; 二级富集层中活性炭与赤泥介孔分子筛的体积混合比例为 2-3:1, 活性炭的粒径为 5mm-20mm, 赤泥介孔分子筛的粒径为 5mm-10mm; 三级网捕层中粉煤灰分子筛与零价纳米铁的体积比是 7:1, 粉煤灰分子的筛粒径为 2mm-5mm,

零价纳米铁的粒径为 2mm-5mm。

7. 据权利要求 1 所述的地下水重金属三级深度快速净化装置,其中,高级氧化筛滤系统的曝气管通过流量计与一曝气机连接。

8. 利用权利要求 1 所述地下水重金属三级深度快速净化装置进行净化的方法:

开启碱性注射装置注射碱溶液,控制地表修复系统的表面土壤层 pH 呈微碱性,防止重金属析出;

提升井内的废水通过高级氧化筛滤系统去除地下水中的悬浮物胶体后,通过臭氧猝灭剂降低出水含有的残余臭氧后由配水管进入地表修复系统,依次利用表面吸收层中的植物庞大根系吸收重金属,由二级富集层吸附并富集未能完全吸收的重金属,在赤泥分子筛填料的作用下,吸附中和厌氧部分酸化产生的小分子酸,调节污水酸碱度,使装置内环境更适宜植物、微生物生存,同时营造偏碱性环境固定污水中的重金属,防止其浸出,利用小分子有机物供给植物养分,在植物生长过程中吸附、吸收重金属进行重金属生物稳定化,二级富集层吸附的重金属通过表面吸收层中的植物进行新陈代谢,再由三级网捕层吸附经过吸收-富集两层处理后地下水中少量残余重金属,并使三级网捕层中重金属保持在超低的浓度范围内,并利用零价纳米铁将其置换并网捕,根本上杜绝重金属重新进入地下水;同时三级网捕层内布设的纳米曝气头发散出的纳米气泡细密的散布在待处理的地下水中,防止重金属与有机物的络合,促进零价铁对重金属的网捕作用,并促进粉煤灰分子筛中重金属的缓释,缓释后的重金属被零价纳米铁捕捉,形成胶体或微颗粒沉淀,在纳米气泡的作用下上浮,携带阻断层的重金属上升至表面吸收层粘附在弗罗里硅藻土被植物吸收。

9. 根据权利要求 8 所述的方法,其中,地表修复系统的表面吸收层栽种植物为风车草、蜈蚣草、含烟草和鸡冠花。

10. 根据权利要求 8 所述的方法,其中,高级氧化筛滤系统的紫外灭菌灯平均照射剂量在 300J/m² 以上。

一种地下水重金属三级深度快速净化装置和净化方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种去除地下水中重金属的组合装置,具体地涉及一种地下水重金属三级深度快速净化的组合装置。

[0002] 本发明还涉及利用上述装置处理地下水中重金属的方法。

背景技术

[0003] 如今水资源短缺和河流污染问题日益严重,而在不断恶化的水危机不仅存在于河流和湖沼等地上污染,地下水污染带来的危机也越来越严重。地下水一旦被污染,要想净化,将耗费大量时间和成本,目前虽然有管理地表水的法律,但管理地下水的法律和制度却不健全,导致现如今仍未采取针对污染源的根解决措施,地下水仍在继续被污染。其中,由于地下水重金属对人体危害严重,去除难度大,地下水重金属影响已成为地下水处理的重大问题。

[0004] 常用的方法为有机物重金属物化络合固定,络合后的重金属不但占据空间位置,而且易导致土壤堵塞、板结,成为地下水中重金属处理的致命缺陷,同时有毒金属、盐类物质容易积累胶凝。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种地下水重金属三级深度快速净化装置。

[0006] 本发明的又一目的是提供一种利用上述装置进行地下水重金属净化的方法。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供的地下水重金属三级深度快速净化装置,主要结构为:

[0008] 地下水提升系统,是在一提升井的内壁设置有可旋转的过滤网,过滤网板设置有针式清扫器,清扫器探入过滤网孔的尖端有微小弯钩,由提升水泵将地下水自提升井内提升至高级氧化筛滤系统中;

[0009] 高级氧化筛滤系统由多孔板分为上、下两个部分,多孔板的上方为集水池,集水池中填充有用于筛滤的混合填料,混合填料是石英砂、改性锰砂与天然沸石分子筛的混合物,混合填料内埋设有连接纳米曝气机的纳米曝气头;混合填料上方设有一阻流板,阻流板对应的另一侧设有曝气管,曝气管设有多个细孔曝气孔,曝气孔垂直向上,曝气管的一侧安装有超声波发生仪;

[0010] 高级氧化筛滤系统的进水口一侧设有进水堰,与进水堰相对应的另一侧设有回流槽;

[0011] 多孔板的下方设有紧密排列的圆筒状分压仓以分割空间,防止局部压力过大冲破多孔板;分压仓下方为出水池,出水池的外壁涂刷有避光黑色涂料,内壁均匀负载一层非金属掺杂的光催化剂,底部安装有紫外灭菌灯,且紫外灭菌灯之间设有连接纳米曝气机的纳米曝气头,出水池内部剩余空间填充有半导体负载填料;

[0012] 出水池的一端连接一通气管,该通气管同时连接高级氧化筛滤系统的进水堰;出

水池的出水口通过三通管分别连接至储水箱和出储水箱出水口,作为对高级氧化筛滤系统进行反冲洗的用水通道;

[0013] 高级氧化筛滤系统中储水箱出水口通过臭氧猝灭装置连接至埋设在地表修复系统的表面吸收层下的配水管,配水管为穿孔的 PVC 管,管外包裹有土工布防止堵塞,土工布外包裹铁碳填料,具有微电解功能;

[0014] 表面吸收层设置有碱性注射装置,表面吸收层下方依次为二级富集层和三级网捕层,表面吸收层为防止土壤流失的土壤与弗罗里硅藻土的混合物,表面吸收层上栽种植物以吸收重金属;二级富集层由活性炭与赤泥介孔分子筛混合组成,三级网捕层填充有粉煤灰分子筛与零价纳米铁,三级网捕层内布设有纳米曝气头;

[0015] 地表修复系统的四周注射土壤板结剂作为不透水层隔断墙,底部为细砂层。

[0016] 所述的地下水重金属三级深度快速净化装置,其中,高级氧化筛滤系统的多孔板为两层,中间铺设并固定一层不锈钢网。

[0017] 所述的地下水重金属三级深度快速净化装置,其中,出水池内壁均匀负载的非金属掺杂光催化剂为纳米 TiO_2 粉体。

[0018] 所述的地下水重金属三级深度快速净化装置,其中,出水池内的半导体负载填料为纳米 TiO_2 粉体负载在立体网状聚丙烯表面的填料。

[0019] 所述的地下水重金属三级深度快速净化装置,其中,高级氧化筛滤系统的混合填料中石英砂、改性锰砂与天然沸石分子筛的体积比 5:2:1,粒径为 0.5-1.2mm,不均匀系数为 2,是集过滤、吸附、离子交换、混凝及去除重金属为一体的多功能混合填料。

[0020] 所述的地下水重金属三级深度快速净化装置,其中,表面吸收层中土壤与弗罗里硅藻土的混合体积比例为 2-3:1;二级富集层中活性炭与赤泥介孔分子筛的体积混合比例为 2-3:1,活性炭的粒径为 5mm-20mm,赤泥介孔分子筛的粒径为 5mm-10mm;三级网捕层中粉煤灰分子筛与零价纳米铁的体积比 7:1,粉煤灰分子的筛粒径为 2mm-5mm,零价纳米铁的粒径为 2mm-5mm。

[0021] 所述的地下水重金属三级深度快速净化装置,其中,高级氧化筛滤系统的曝气管通过流量计与一曝气机连接。

[0022] 本发明提供的利用上装置进行地下水重金属净化的净化的方法:

[0023] 开启碱性注射装置注射碱溶液,控制地表修复系统的表面土壤层 pH 呈微碱性,防止重金属析出;

[0024] 提升井内的废水通过高级氧化筛滤系统去除地下水中的悬浮物胶体后,通过臭氧猝灭剂降低出水中含有的残余臭氧后由配水管进入地表修复系统,依次利用表面吸收层中的植物庞大根系吸收重金属,由二级富集层吸附并富集未能完全吸收的重金属,在赤泥分子筛填料的作用下,吸附中和厌氧部分酸化产生的小分子酸,调节污水酸碱度,使装置内环境更适宜植物、微生物生存,同时营造偏碱性环境固定污水中的重金属,防止其浸出,利用小分子有机物供给植物养分,在植物生长过程中吸附、吸收重金属进行重金属生物稳定化,二级富集层吸附的重金属通过表面吸收层中的植物进行新陈代谢,再由三级网捕层吸附经过吸收-富集两层处理后地下水中少量残余重金属,并使三级网捕层中重金属保持在超低的浓度范围内,并利用零价纳米铁将其置换,根本上杜绝重金属重新进入地下水;同时三级网捕层内布设的纳米曝气头发散出的纳米气泡细密的散布在待处理的地下水中,防止重

金属与有机物的络合,促进零价铁对重金属的网捕作用,并促进粉煤灰分子筛中重金属的缓释,缓释后的重金属被零价纳米铁捕捉,形成胶体或微颗粒沉淀,在纳米气泡的作用下上浮,携带阻断层的重金属上升至表面吸收层粘附在弗罗里硅藻土被植物吸收。

[0025] 所述的方法,其中,地表修复系统的表面吸收层栽种植物为风车草、蜈蚣草、含烟草和鸡冠花。

[0026] 所述的方法,其中,高级氧化筛滤系统的紫外灭菌灯平均照射剂量在 $300\text{J}/\text{m}^2$ 以上。

[0027] 本申请通过高级氧化筛滤系统将地下水中悬浮物、胶体去除,系统中纳米二氧化钛晶体作为光触媒在紫外灯照射下激发极具氧化力的自由负离子,同时在纳米曝气过程中以及超声波发生过程激发的能量亦可发生并加强自由负离子的产生,达成光催化效果;而自由负离子以及其摆脱共价键的束缚后留下空位,与纳米气泡表面带有的电荷同时产生微电解效果。而后使用的地表修复系统构建三级深度净化系统,利用植物庞大根系构建一级吸收层;利用赤泥介孔分子筛、活性炭构建二级富集层;再利用粉煤灰分子筛、零价纳米铁、纳米曝气机构建三级网捕层,三级深度净化地下水中重金属,经过三级净化后,其重金属浓度含量接近为零,同时本发明的装置无二次污染,处理过程中固定的重金属终将源源不断的为植物吸收,经过本发明处理后地下水重金属浓度、含量降低较快,并长期有效。

附图说明

[0028] 图1是本发明地下水重金属三级深度快速净化装置示意图。

[0029] 图2是图1中标号为5的高级氧化筛滤系统的装置示意图。

[0030] 附图中主要组件符号说明:

[0031] 1 隔断墙;2 植物;3 碱性注射装置;4 臭氧猝灭装置;5 高级氧化筛滤系统;6 配水管;7 纳米曝气头;8 细砂层;9 提升井;10 过滤网;11 三级网捕层;12 二级富集层;13 表面吸收层;14 提升水泵;15 针式清扫器;16 第一阀门;17 第二阀门;18 增压泵;19 进水堰;20 阻流板;21 混合填料;22 三通管;23 曝气管;24 回流槽;25 多孔板;26 分压仓;27 储水箱;28 第三阀门;29 第四阀门;30 水泵;31 半导体负载填料;32 紫外灭菌灯;33 出水池;34 通气管;35 超声波发生仪;39 纳米曝气机。

具体实施方式

[0032] 本发明公开了一种地下水重金属三级深度快速净化的组合装置,通过高级氧化筛滤系统将地下水中悬浮物、胶体去除,而后使用的地表修复系统构建三级深度净化系统,利用植物庞大根系构建一级吸收层;利用赤泥介孔分子筛、活性炭构建二级富集层;再利用粉煤灰分子筛、零价纳米铁、纳米曝气机构建三级网捕层,三级深度净化地下水中重金属,经过三级净化后,其重金属浓度含量接近为零,同时本系统无二次污染,处理过程中固定的重金属终将源源不断的为植物吸收,经过本发明处理后地下水重金属浓度、含量降低较快,并长期有效。

[0033] 以下结合附图作详细说明。需要说明的是,在以下叙述中提到的左、右、上、下等均是以前图所示的方向为准。

[0034] 请参阅图1,本发明提供的地下水重金属三级深度快速净化的组合装置,其主要结

构包括：地下水提升系统、高级氧化筛滤系统、地表修复系统三部分。

[0035] 其中，地下水提升系统的主要结构为一提升井 9，提升井内设置有可旋转的过滤网 10，在提升水泵 14 的抽吸作用下将地下水提升至原地水平线处，提升过程中地下水流经过滤网 10 进行过滤以便于下一步处理；同时为防止过滤网 10 堵塞，特别设置针式清扫器 15，清扫器探入过滤网孔的尖端有微小弯钩，用于清扫过滤网防止其堵塞。出水流入高级氧化筛滤系统 5 中。

[0036] 有机物与重金属会发生络合作用，络合后的重金属仅仅被固定下来，不但占据空间位置，而且易导致土壤堵塞板结，影响地下水中重金属的处理，成为致命的缺陷。本发明的高级氧化筛滤系统 5 通过高级氧化的原理去除地下水中大多数有机物，屏蔽其对重金属的影响。经过高级氧化筛滤系统 5 处理的出水通过臭氧猝灭装置 4，使用臭氧猝灭剂降低出水含有的残余臭氧，防止对其下一步处理产生影响。

[0037] 本发明的高级氧化筛滤系统 5 由多孔板 25 分为上、下两个部分，多孔板 25 是由两层多孔板中间夹设一层不锈钢纱网所组成。

[0038] 多孔板 25 的上方为集水池，集水池正中间设有连接纳米曝气机 39 的纳米曝气头 7，纳米曝气头 7 是填充有用于筛滤的混合填料 21，该混合填料 21 是选取石英砂、改性锰砂与天然沸石分子筛的混合物，粒径为 0.5-1.2mm，不均匀系数为 2，是集过滤、吸附、离子交换、混凝及去除重金属为一体的多功能混合填料。混合填料 21 上方设有一阻流板 20，阻流板 20 对应的另一侧设有曝气管 23，曝气管 23 设有多个细孔曝气孔，曝气孔垂直向上。曝气管 23 的一侧安装有超声波发生仪 35。高级氧化筛滤系统 5 进水口设有第一阀门 16、第二阀门 17 和增压泵 18。高级氧化筛滤系统 5 进水口的一侧设有进水堰 19，与进水堰 19 相对应的另一侧设有回流槽 24。

[0039] 多孔板 25 的下方设有紧密排列的圆筒状分压仓 26 以分割空间，防止局部压力过大冲破多孔板 25。分压仓 26 下方为出水池 33，出水池 33 的外壁涂刷有避光黑色涂料，内壁均匀负载一层非金属掺杂的光催化剂（如纳米 TiO_2 粉体），底部安装有紫外灭菌灯 32，且紫外灭菌灯 32 之间设有连接纳米曝气机的纳米曝气头 7，出水池 33 内部剩余空间填充有半导体负载填料（如纳米 TiO_2 粉体负载在立体网状聚丙烯上的填料）。出水池 33 的一端连接一通气管 34，该通气管 34 同时连接高级氧化筛滤系统的进水堰 19。本发明将填料固定在载体上，解决了常规光催化剂需要分散剂协同使用的弊端，减少了催化剂的流失现象，避免了反应结束后催化剂的分离步骤，无需使用分散剂，并减少催化剂的流失现象。

[0040] 高级氧化筛滤系统 5 的出水池 33 的出水口通过三通管连接至储水箱 27，该三通管还连接储水箱 27 的出水口，作为对高级氧化筛滤系统 5 进行反冲洗的用水通道。

[0041] 正常筛滤时，污水自进水堰 19 进入高级氧化筛滤系统 5 内。高级氧化筛滤系统 5 在筛滤的同时采用紫外灯、半导体负载填料以及纳米曝气技术大量激发羟基自由基对出水进行高级氧化，紫外灭菌灯平均照射剂量在 $300\text{J}/\text{m}^2$ 以上，深度去除其中污染物质，灭杀污水中的细菌，病原菌，并针对环境类激素（如激素类农药、抗生素、二恶英、雌激素以及人工合成激素等微量有害化学物质）的处理方面具有很大的优势，使大分子难降解有机物氧化成低毒或无毒的小分子物质，提高了出水水质，使其达到国家回用标准。经过本发明处理的出水透明度高、水质好，同时有效防止餐厨垃圾渗滤液发酵产生恶臭，对周边环境造成不良影响，并更好的达到了反冲洗作用，最大程度节省了水资源。

[0042] 高级氧化筛滤系统 5 集水池内纳米曝气头采用 O_3 曝气, 由于纳米气泡具有庞大的数量、比表面积、缓慢的上升速度等特性, 同时气泡在水中停留时间长, 增加了气液接触面积、接触时间, 利于臭氧溶于水中, 克服了臭氧难溶于水的缺点; 微气泡内部具有较大的压力且纳米气泡破裂时界面消失, 周围环境剧烈改变产生的化学能促使产生更多的羟基自由基 $\cdot OH$, 增强 O_3 氧化分解有机物的能力; 且纳米级别 O_3 气泡与紫外灭菌灯、半导体负载填料共存于集水池, 提高高级氧化效果, 可有效提高 $\cdot OH$ 产生率。

[0043] 高级氧化筛滤系统 5 的出水口连接至地表修复系统的配水管 6, 配水管 6 为一个穿孔 PVC 管, 管外包裹一层土工布防止堵塞, 土工布外包裹一层铁碳填料, 具有微电解功能。

[0044] 地表修复系统四周注射土壤板结剂作为不透水层隔断墙 1, 底部夯实一层细砂 8。地表修复系统内部自上而下依次为表面吸收层 13、二级富集层 12 和三级网捕层 11, 层与层之间使用网格隔开, 网格网孔直径为 1mm, 防止每层填料相互之间流动。表面吸收层 13 填充有 0.3m 的土壤与佛罗里硅藻土, 体积混合比例为 2-3:1 以防止土壤流失, 同时设置有碱性注射装置 3, 以控制人工湿地的 pH 值, 防止重金属析出, 并栽种植物 2 以吸收重金属; 二级富集层 12 厚 0.6m, 由粒径 5mm-20mm 的活性炭与 5mm-10mm 的赤泥介孔分子筛混合组成, 活性炭与赤泥介孔分子筛体积混合比例为 2-3:1, 用于吸附并富集未能完全吸收的重金属, 二级富集层 12 储备的重金属通过表面吸收层 13 植物的新陈代谢过程进行吸收; 三级网捕层 11 的厚度为 0.4m, 内部填充粒径 2mm-5mm 的粉煤灰分子筛与 2mm-5mm 零价纳米铁, 粉煤灰分子筛瞬间吸附经过吸收-富集两层处理后地下水中少量残余重金属, 并使三级网捕层中重金属保持在超低的浓度范围内, 同时利用零价纳米铁将其置换, 根本上杜绝重金属重新进入地下水的可能, 三级网捕层内布设有纳米曝气头, 纳米曝气头发散出的纳米气泡具有特殊性质, 在物理作用下, 细密的散布在待处理的地下水中, 可防止重金属与有机物的络合, 促进零价铁对重金属的网捕作用, 并促进粉煤灰分子筛中重金属的缓释, 缓释后的重金属被零价纳米铁捕捉, 形成胶体或微颗粒沉淀, 在纳米气泡的作用下上浮, 携带阻断层的重金属上升至表面吸收层粘附在佛罗里硅藻土被植物吸收;

[0045] 地表修复系统表面吸收层栽种植物 2 选择风车草和蜈蚣草、含烟草、鸡冠花等, 栽种比例针对待吸收重金属调整, 保证吸收效果最好的同时具有景观效果。

[0046] 地表修复系统的三级网捕层及高级氧化筛滤系统的筛滤池和储水池内纳米曝气头, 分别与一纳米曝气机连接。

[0047] 根据本发明的一个实施例, 重金属去除率高达 100%, 痕量有机物含量降低 95% 以上, 类蛋白类物质特征荧光峰降低 90% 以上。

[0048] 本发明的高级氧化筛滤系统采用三级反冲洗技术进行反冲洗。

[0049] 一级反冲洗为曝气循环反冲洗, 由于污染物质在填料表面的堆积, 污水难以透过填料之间的空隙渗透下去, 在筛滤过程中进行反冲洗, 开启高级氧化筛滤系统 5 的增压泵 18、曝气管 23 并间歇开启多孔板上方纳米曝气头 7, 集水池内纳米曝气头不连续工作, 空气自多孔板向上鼓起, 分割成小气泡, 间歇冲散筛滤填料上的致密污物层, 污染物质层破碎成片状浮起, 在曝气管的浮力以及进水冲击挡流板向右推力的协同作用下产生波轮效果, 大力清洗填料表层片状致密污染物, 溢流至回流槽, 使填料截留的污染物集中排除装置外, 与进水混合重新处理, 污水也可继续自分子筛空隙渗透下去; 一级反冲洗可延长筛滤装置使用寿命及反洗周期, 对于进水浊度较低的情况, 甚至可以无需反冲洗, 使装置不断运行净化

污水。

[0050] 二级反冲洗为空气脉冲反冲洗,由于污水浊度过高,导致污染物质在填料表面的大量堆积,仅仅靠一级反冲洗步骤仍不能达到继续筛滤的效果。关闭第一阀门 16 和第四阀门 29,开启第三阀门 28 和第二阀门 17,启动高级氧化筛滤系统 5 的水泵 30、曝气管 23 及两个纳米曝气机头 9,将出水池 33 内的出水导入集水池中。在回水压力的作用下,集水池中的全部空气受到快速挤压,沿分压仓 26 上细孔上升,全部混合填料 21 层在上升空气的强力搅拌,曝气管 23 气流及纳米曝气头的冲击力作用下旋转流动,污染物质破碎浮起,在曝气管 23 的浮力以及进水冲击挡流板向右推力的协同作用下,溢流至回流槽 24 与初始进水混合,待水面快速下降,过滤速率重新稳定后,关闭高级氧化筛滤系统 5 的水泵 30、多孔板下方纳米曝气头 7、第三阀门 28 和第二阀门 17,开启第一阀门 16 和第四阀门 29 继续进行筛滤处理。

[0051] 三级反冲洗为曝气湍流反冲洗,此时一、二级反冲洗已经不足以解决污染物质对填料的覆盖、阻塞问题,污水大量积聚不得过滤。此时关闭第一阀门 16 和第四阀门 29,开启第三阀门 28 和第二阀门 17,启动高级氧化筛滤系统 5 的水泵 30、曝气管 23 及两个纳米曝气头 7、超声波发生仪 43,将出水池内出水大量导入集水池中。(1)集水池内部空气沿多孔板细孔上升搅拌,混合填料 21 底部纳米曝气头开始曝气,混合填料 21 上方涡轮不断转动;(2)利用纳米曝气技术冲击、氧化、气浮及高温作用协同清洗,上方填料呈现湍流状态,进行无规则高速运动状态,混合填料 21 在水流旋涡的冲击力和气泡的剪切力作用下相互摩擦,混合填料 21 上附着的有机污染物能够去除,得到较为纯净的填料;(3)利用超声波发生仪在液体介质中产生超声波,在混合填料 21 表面产生空化效应,空化气泡在闭合过程中破裂时形成的冲击波,会在其周围产生上千个气压的冲击压力,作用在混合填料 21 表面上破坏污物之间粘性,并使它们迅速分散在反洗液中,从而达到填料表面洁净的效果。(4)空气排净后,出水池的出水继续导入,富含羟自由基的出水冲洗湍流状态的混合填料 21 颗粒表面及微孔,剥离污染物质,使混合填料 21 得到再生。(5)而污染物质在水流冲击力及右侧曝气管 23 气浮作用下不断向上浮至水面,自左端进水堰 19 及右端回流槽流 24 出与初始进水混合。经过三级反冲洗,内部污染物被清洗排空殆尽。高级氧化筛滤系统的曝气管通过流量计与一曝气机连接。

[0052] 高级氧化筛滤系统的反冲洗时纳米曝气头进气为 O_2 ,用于混凝搅拌和清洁填料;高级氧化筛滤系统的储水池纳米曝气头进气为 O_3 ,通过纳米曝气强化羟基自由基的产生过程。

[0053] 常规砂滤是在过滤过程中不扰动砂层,使水流从砂子细小缝隙之间流过。通常采用不扰动砂层,压实填料、增加水压、砂上附加网格等手段改进砂滤过程,让水流从砂子细小缝隙之间流过,而污染物质停留在砂层的表层上。本发明则是利用扰动填料表层,防止污染物质堆积对水流的顺利通过形成阻力,同时利用高级氧化、纳米曝气、气泡的冲击力和剪切力等手段改进装置,利用分子筛、锰砂等填料进行优化设计,最后使用三级反冲洗等改进处理过程。本发明对胶体、纤维、藻类等悬浮物的截留效果好,对于浊度较低水质甚至无需反冲洗,即可完成处理过程,同时具有去除臭味,灭杀细菌、病原菌等微生物,分解难降解的少量残留表面活性剂、多氯联苯等难降解有机化合物的功效。

[0054] 本发明的碳掺杂的纳米 TiO_2 粉体的制备:

[0055] 采用均匀沉淀法和水热法两步过程制备碳掺杂的纳米 TiO_2 。以硫酸钛和尿素为前驱,葡萄糖为碳源,具体制备过程如下:取 6.48g27 硫酸钛和 3.24g54 尿素(硫酸钛与尿素的摩尔比为 1:2)溶于去离子水中,再加入适量的葡萄糖 0.6 搅拌均匀,在 90°C 的条件下反应 2h。待反应结束后取出反应物干燥、反复水洗至中性,再次干燥,用球磨机研磨得到碳掺杂的纳米 TiO_2 粉体。

[0056] 纳米 TiO_2 粉体负载在填料上的方法:

[0057] 采用聚丙烯材质的立体网状结构填料,将纳米 TiO_2 粉体与去离子水(粉体与水的质量比为 1:20)混合,用超声波超声成乳浊液,将洁净的立体网状结构填料浸入与乙醇按体积比 1:1 混合的钛酸酯偶联剂,缓慢搅拌一段时间,然后将填料取出放入 TiO_2 乳浊液中继续搅拌一段时间,取出后放入烘箱中干燥(85°C 以下)2h,即制得负载纳米 TiO_2 的聚丙烯悬浮填料,其外观呈淡黄色,膜层较均匀。

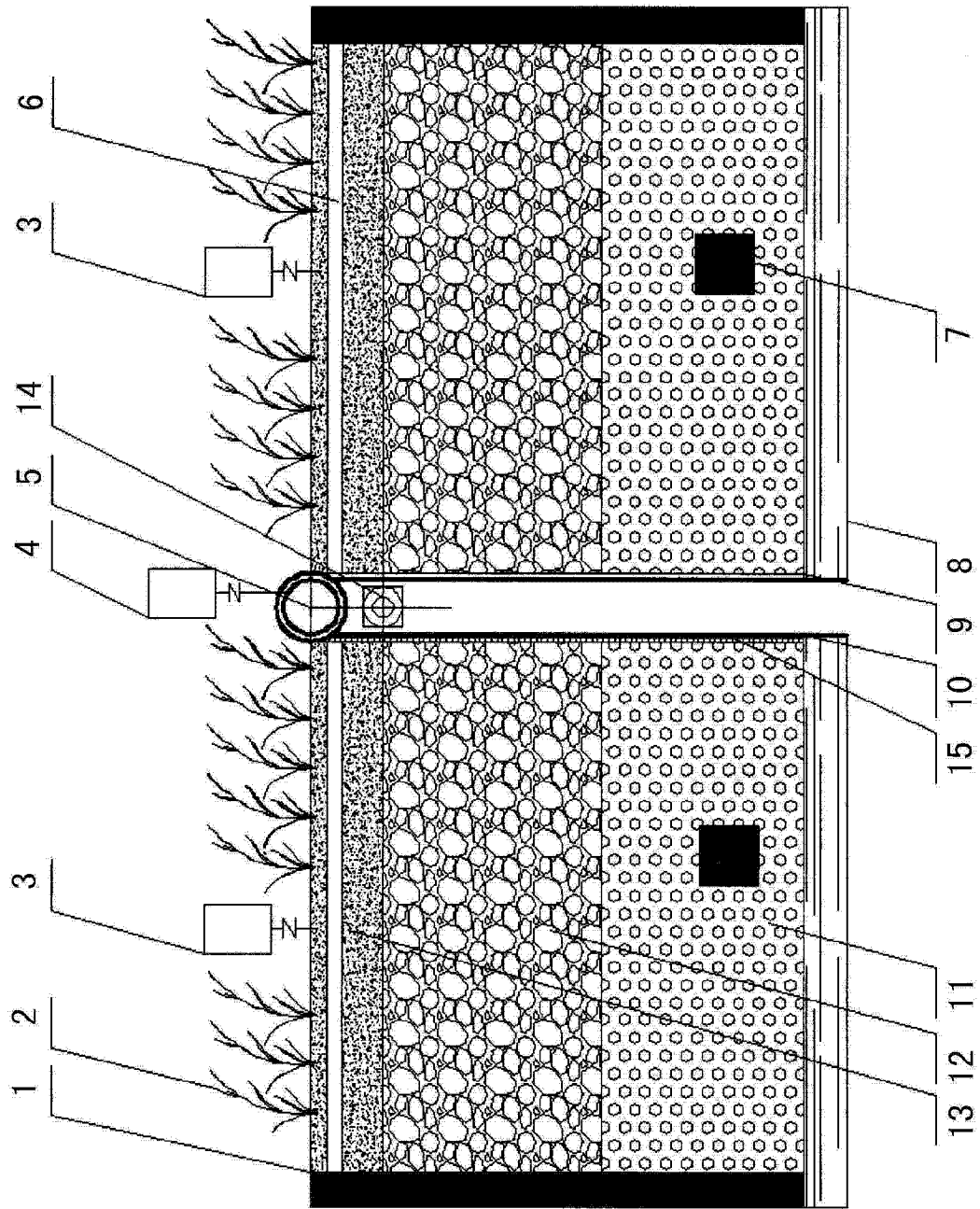


图 1

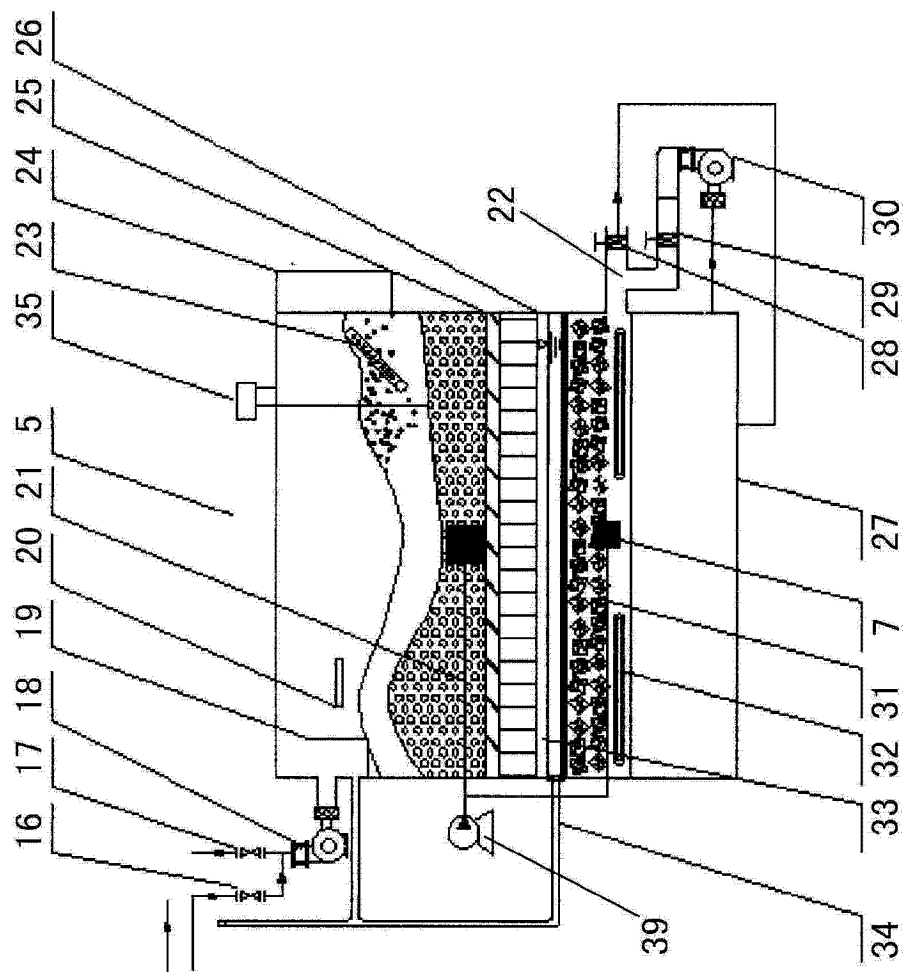


图 2