



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102079579 B

(45) 授权公告日 2013.02.06

(21) 申请号 200910199395.1

(22) 申请日 2009.11.26

(73) 专利权人 宝山钢铁股份有限公司
地址 201900 上海市牡丹江路 1813 号南楼
专利权人 同济大学

(72) 发明人 朱荣健 张宜莓 黄翔峰 徐竟成
徐立 谢良林

(74) 专利代理机构 上海开祺知识产权代理有限公司 31114

代理人 竺明

(51) Int. Cl.

C02F 3/32 (2006.01)

C02F 3/34 (2006.01)

C02F 101/20 (2006.01)

C02F 103/16 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101293708 A, 2008.10.29, 说明书第 3 页第 21 行至第 4 页第 25 行.

严华勇. “分层填料人工湿地处理生活污水的研究”. 《污染防治技术》. 2009, 第 22 卷 (第 3 期), 第 18 页左栏倒数第 1-5 行.

徐竟成等. “锰砂填料人工湿地在钢铁废水回用处理中的应用研究”. 《中国给水排水》. 2007, 第 23 卷 (第 15 期), 第 29-33 页.

审查员 宋欢

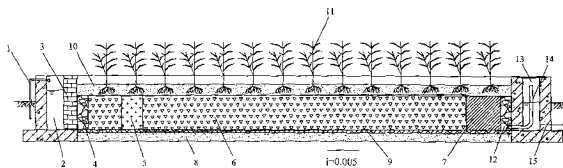
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种用于深度处理钢铁企业外排焦化废水的组合填料人工湿地及其工艺

(57) 摘要

一种用于深度处理钢铁企业外排焦化废水的组合填料人工湿地,其依次包括进水区、湿地处理单元区、出水区;湿地处理单元区依次包括砾石填料段、铁炭填料段、锰砂填料段;湿地表面设覆土层及湿地植物。本发明以铁炭、锰砂和砾石为组合填料,以香蒲、水葱、再力花、芦苇等生物量大、耐盐碱、金属和有机物吸附能力强的挺水植物为复合植物床的水平潜流人工湿地,废水进入到人工湿地,通过填料、植物、微生物之间一系列物理、化学和生物之间的相互作用去除污染物。本发明抗污染物冲击负荷能力强、处理效果好,出水稳定,主要指标达到《城市污水再生利用-工业用水水质》(GB/T 19923-2005)的水质标准,可用于钢铁企业作为循环冷却水回用。



CN 102079579 B

1. 一种用于深度处理钢铁企业外排焦化废水的组合填料人工湿地,其特征是,其为水平潜流人工湿地,依次包括进水区、湿地处理单元区、出水区;其中,湿地处理单元区依次包括砾石填料段、铁炭填料段、锰砂填料段;湿地表面设覆土层及湿地植物;其中,所述的铁炭填料包括铁刨花、活性炭及砾石;铁炭填料中铁刨花、活性炭及砾石三者的体积比为 $(1 \sim 3) : (1 \sim 3) : 1$;所述的铁炭填料段布置在湿地前 $1/2$ 段中,锰砂填料段布置在湿地后 $1/3$ 段中,所述的砾石填料段按照粒径由大到小级自湿地前到后布置配分;所述的砾石粒径为 $5 \sim 30\text{mm}$;锰砂粒径 $8 \sim 16\text{mm}$;所述湿地植物包括香蒲、水葱、再力花、芦苇,所述湿地植物中香蒲、水葱、再力花、芦苇的种植数量比例为 $(1 \sim 3) : 1 : (1 \sim 3) : (1 \sim 2)$ 。

2. 如权利要求1所述的用于深度处理钢铁企业外排焦化废水的组合填料人工湿地,其特征在于,所述的砾石填料段按照粒径由大到小级配分三区段布置,分别布置在湿地前 $1/3$ 段、中间 $1/3$ 段、后 $1/3$ 段。

3. 如权利要求1所述的用于深度处理钢铁企业外排焦化废水的组合填料人工湿地,其特征在于,所述湿地的结构自下而上还依次包括碎石砂垫层、防渗层、组合填料层、原土覆土层。

4. 如权利要求1所述的用于深度处理钢铁企业外排焦化废水的组合填料人工湿地,其特征在于,所述湿地的进水区结构包括进水管、进水槽、进水花墙、卵石整流区;出水区包括卵石整流区、出水集水槽、可调出水液位的出水管、湿地出水管。

5. 如权利要求1所述的用于深度处理钢铁企业外排焦化废水的组合填料人工湿地,其特征在于,所述湿地长宽比为 $(5 \sim 10) : 1$,原土覆土层 $100 \sim 150\text{mm}$,水平潜流水头标高位于潜流湿地表面下 $100 \sim 150\text{mm}$ 。

6. 一种用权利要求1所述的组合填料人工湿地深度处理钢铁企业外排焦化废水的工艺,其步骤如下:

1) 建立水平潜流人工湿地,依次分为进水区、湿地处理主体单元区、出水区;水流通过配水花墙水平进入到湿地处理单元区,再通过穿孔出水管流入到出水区;湿地处理单元区:二级生化处理后达标排放的焦化废水,通过配水系统水平潜流进入由不同粒径砾石填料段、铁炭填料段、锰砂填料段组成的组合填料人工湿地;其中,砾石粒径 $5 \sim 30\text{mm}$;铁炭填料段包括铁刨花、活性炭及砾石;锰砂粒径 $8 \sim 16\text{mm}$;其中,所述的铁炭填料包括铁刨花、活性炭及砾石;铁炭填料中铁刨花、活性炭及砾石三者的体积比为 $(1 \sim 3) : (1 \sim 3) : 1$;

2) 人工湿地上种植生物量大、耐盐碱、金属及有机物吸附能力强为主的湿地挺水植物;

3) 废水在人工湿地内停留 $3 \sim 5$ 天,利用湿地内的填料、植物和微生物之间的相互作用,通过过滤、吸附、共沉、离子交换、植物吸收和微生物降解过程,降低水体中的有机物、氮、磷营养元素的含量,并同时去除Fe、Mn、Cd、Pb金属离子,处理出水用于回用。

一种用于深度处理钢铁企业外排焦化废水的组合填料人工湿地及其工艺

技术领域

[0001] 本发明属于环保技术领域,具体涉及一种用于深度处理钢铁企业外排焦化废水的组合填料人工湿地及其工艺。

背景技术

[0002] 焦化废水的水资源量巨大,水质成分复杂,除含有大量的酚类、多环芳烃 (PAHs)、杂环化合物等有机物外,还含有氰、无机氟离子和氨氮等有毒有害污染物,外排焦化废水会对环境与人体健康构成严重的危害。目前国内外对焦化废水回用深度处理技术研究比较热,但多集中于采用一些物化处理技术,包括混凝沉淀、吸附、高级氧化和膜分离技术等。由于处理成本较高、运行维护复杂、容易造成二次污染,很难被广泛使用。

[0003] 人工湿地技术已广泛应用于处理生活污水、城市市政污水、景观水体、农业点源污染和面源污染以及水体富营养化问题的治理。随着技术的不断成熟、完善,美国、加拿大等国在近年来开始将研究和应用领域转向石油化工等特殊行业的工业废水。通过湿地结构设计、填料、植物的选配、运行工况调节,可使出水达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) I 类至IV类标准,处理后水可用作景观用水和农田灌溉用水,也可用于城市杂用水回用和工业水回用。与传统处理工艺相比,人工湿地的建造费用和运行费用都较低,因此也受到了广大工业企业的青睐。若能够通过有效处理手段将外排焦化废水进行资源化利用,既能改善和解决焦化废水对环境的污染问题,也能有效的降低钢铁企业的废水排放量与新水耗量,减少对水环境的污染物排放量具有十分重要的意义。尽管人工湿地技术已经开始被应用于工业废水的治理,但在外排焦化废水回用处理中的应用还鲜有报道。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提出一种用于深度处理钢铁企业外排焦化废水的组合填料人工湿地及其工艺,利用铁炭、锰砂及砾石为组合填料的水平潜流人工湿地对外排焦化废水进行生态深度处理,使达标排放(《污水综合排放标准 GB8978-1996》)的焦化废水经过本发明处理后大部分指标达到《城市污水再生利用——工业用水水质》(GB/T 19923-2005) 再生水用作冷却用水的水质标准,处理出水可回用于钢铁工业生产。

[0005] 为达到上述目的,本发明的技术方案是:

[0006] 一种组合填料人工湿地,其特征是,依次包括进水区、湿地处理单元区、出水区;其中,湿地处理单元区依次包括砾石填料段、铁炭填料段、锰砂填料段;湿地表面设覆土层及湿地植物。

[0007] 所述的铁炭填料段布置在湿地前 1/2 段中,锰砂填料段布置在湿地后 1/3 段中,所述的砾石填料段按照粒径由大到小级自湿地前到后布置配分。

[0008] 所述的砾石填料段按照粒径由大到小级配分三区段布置,分别布置在湿地前 1/3 段、中间 1/3 段、后 1/3 段。

- [0009] 所述的砾石粒径为 5 ~ 30mm ; 锰砂粒径 8 ~ 16mm。
- [0010] 所述的铁炭填料包括铁刨花、活性炭及砾石。
- [0011] 所述的铁炭填料中铁刨花、活性炭及砾石三者的体积比为 (1 ~ 3) : (1 ~ 3) : 1。
- [0012] 所述湿地植物包括香蒲、水葱、再力花、芦苇。
- [0013] 所述湿地植物中香蒲、水葱、再力花、芦苇的种植数量比例为 (1 ~ 3) : 1 : (1 ~ 3) : (1 ~ 2)。
- [0014] 所述湿地的结构自下而上还依次包括碎石砂垫层、防渗层、组合填料层、原土覆土层。
- [0015] 所述湿地的进水区结构包括进水管、进水槽、进水花墙、卵石整流区 ; 出水区包括卵石整流区、出水集水槽、可调出水液位的出水管、湿地出水管。
- [0016] 所述湿地长宽比为 (5 ~ 10) : 1, 原土覆土层 100 ~ 150mm, 水平潜流水头标高位于潜流湿地表面下 100 ~ 150mm。
- [0017] 一种组合填料人工湿地处理工艺, 其步骤如下 :
- [0018] 1) 建立水平潜流人工湿地, 依次分为进水区、湿地处理主体单元区、出水区 ; 水流通过配水花墙水平进入到湿地处理单元区, 再通过穿孔出水管流入到出水区 ;
- [0019] 湿地处理单元区 : 二级生化处理后达标排放的焦化废水, 通过配水系统水平潜流进入由不同粒径砾石填料段、铁炭填料段、锰砂填料段组成的组合合填料人工湿地 ; 其中, 砾石粒径 5 ~ 30mm ; 铁炭填料段包括铁刨花、活性炭及砾石 ; 锰砂粒径 8 ~ 16mm ;
- [0020] 2) 人工湿地上种植生物量大、耐盐碱、金属及有机物吸附能力强为主的湿地挺水植物 ;
- [0021] 3) 废水在人工湿地内停留 3 ~ 5 天, 利用湿地内的填料、植物和微生物之间的相互作用, 通过过滤、吸附、共沉、离子交换、植物吸收和微生物降解等过程, 降低水体中的有机物、氮、磷等营养元素的含量, 并同时去除 Fe、Mn、Cd、Pb 等金属离子, 处理出水用于回用。
- [0022] 本发明组合填料人工湿地处理工艺, 用以钢铁企业外排焦化废水的深度处理。
- [0023] 建立水平潜流人工湿地, 分为进水区、湿地处理主体单元区、出水区。水流通过配水花墙水平进入到湿地处理单元区, 再通过穿孔出水管流入到出水区。人工湿地长宽比为 5 : 1 ~ 10 : 1, 处理单元结构自下而上, 依次为碎石砂垫层 (厚度 50 ~ 150mm)、防渗层 (防渗膜)、铁炭及砾石和锰砂组合填料层 (厚度为 550 ~ 600mm)、原土覆土层 (厚度为 100 ~ 150mm)。水平潜流水头标高位于湿地表面下 100 ~ 150mm。湿地表面标高略高于周围地面标高, 防止雨期湿地内积水漫流。人工湿地廊道的起端和末端都用规格为 50 ~ 100mm 的卵石段进行布水和集水, 保证潜流湿地进水均匀和集水充分。
- [0024] 本发明中, 人工湿地的选用铁刨花与活性炭、锰砂和不同粒径的砾石来构建湿地基质床。砾石是人工湿地技术中应用比较成熟的湿地填料, 在氮、磷等营养元素的去除方面效果较好。锰砂对水体中的 Fe、Mn 离子去除效果较好, 能将水体中浓度在 1mg/L 以上的 Fe、Mn 离子浓度分别降至 0.3mg/L 和 0.2mg/L 以下。另外, 铁刨花与活性炭组成的铁炭填料它不但能够去除废水中部分难降解有机物, 而且可以改变部分有机物的形态结构, 提高废水的可生化性。三种填料组合对焦化废水中常见的特征污染物有较好去除效果。
- [0025] 本发明中, 在组合填料空间布置上, 采用填料粒径级配, 湿地廊道沿程分别用 20 ~ 30mm 砾石、铁炭、10 ~ 20mm 砾石、5 ~ 15mm 砾石、8 ~ 16mm 锰砂填充, 能够防止污堵,

减少水头损失。同时还可以增加填料间隙充氧,为植物根系和微生物提供更好的生长环境。

[0026] 本发明中,通过花盆植物优选试验,优选出适合外排焦化废水的四种水生挺水植物水葱、香蒲、芦苇、再力花。水葱根系长,生长繁殖快,生物量大;香蒲生物量较大,在去除 N、P 有机污染物的同时,能吸收 Mn、Cu、Co、Ni 及氯化烃等难降解有机物,根部能分泌天然抗生物质,降低污水中的细菌浓度,去除病原体;芦苇根系发达,生长适应、水质净化能力强;再力花生长旺盛而稳定,全年均可开花,氮、磷的去除效果好,抗病虫害能力强;以上四种植物分区依次布置在湿地单元中,能在增加湿地系统处理能力的同时给湿地带来优美的景观效应。

[0027] 本发明中,在运行上,收集钢铁企业外排焦化废水,经过简单沉淀后,通过配水系统使焦化废水水平潜流进入人工湿地。通过配水阀门控制进水流量,通过穿孔出水管调节湿地有效水深。焦化废水在潜流人工湿地内停留 3~5 天,利用湿地内的填料、植物和微生物之间的相互作用,通过过滤、吸附、共沉、离子交换、植物吸收和微生物降解等过程,降低水体中的有机物、氮、磷等营养元素的含量,同时去除 Fe、Mn、Cd、Pb 等金属离子,并能有效降去除大部分有毒、难降解有机物。

[0028] 总结起来,本发明有以下优点及创新成果:

[0029] (1) 采用人工湿度生态深度处理焦化废水突破了传统只靠物化和生物技术深度处理焦化废水,因此也解决了处理成本较高、运行维护复杂、容易造成二次污染,很难被广泛使用等一系列问题;

[0030] (2) 在填料方面,成功将铁炭原理引入到人工湿地领域,创新性的将铁炭作为填料使用,有效提高了对焦化废水中含有多种类毒性大、难降解有机物的降解效果;

[0031] (3) 采用组合填料人工湿地对外排焦化废水进行深度处理,既考虑到了湿地建设成本又充分发挥了各填料的性能,铁炭填料强化了对有机物的去除效果,锰砂填料强化了对废水中铁、锰等重金属的去除效果,砾石作为传统填料也保证了其他污染物的去除效果,因此组合填料的使用能更适应并降解焦化废水中各种组分污染物;

[0032] (4) 本发明处理水为目前较难处理的焦化工业废水,其水质复杂,除含有大量的酚类、多环芳烃 (PAHs)、杂环化合物等有机物外,还含有氰、无机氟离子和氨氮等有毒有害污染物。通过组合填料人工湿地处理后,可大大降低处理水毒性,提高焦化废水的生态友好性;

[0033] (5) 此外,工艺具有处理效果好、效率高、抗冲击负荷能力强、运行稳定、投资费用低等优点。指标达到《城市污水再生利用——工业用水水质》(GB/T 19923-2005) 再生水用作冷却用水的水质标准, COD 在 60mg/L 以下,满足钢铁工业用水要求。可以将处理水质直接回用于企业生产,突破了传统上只能将焦化废水外排的概念,既节约了水资源,又降低了企业生产成本,实现了经济和生态双赢的目的。

附图说明

[0034] 图 1 为本发明组合填料人工湿地的示意图;

[0035] 图 2 为本发明人工湿地对 COD 处理效果示意图;

[0036] 图 3 为本发明人工湿地对 TOC 处理效果示意图;

[0037] 图 4 为本发明人工湿地对 TP 处理效果示意图;

[0038] 图 5 为本发明人工湿地对 TFe 处理效果示意图；

[0039] 图 6 为本发明人工湿地对 Mn 处理效果示意图；

[0040] 图 7 为本发明人工湿地生态毒性削减效果示意图；

[0041] 图 1 中标号：

[0042] 1 为进水管；2 为进水槽；3 为进水花墙；4 为卵石整流区；5 为铁炭填料段；6 砾石填料段；7 为锰砂填料段；8 为底部砾石砂垫层；9 为防渗层；10 为原土覆土层；11 为湿地植物；12 为出水卵石整流区；13 为出水集水槽；14 为可调出水液位的出水管；15 为湿地出水管。

具体实施方式

[0043] 如图 1 所示，本发明组合填料人工湿地，依次包括进水区 A、湿地处理单元区 B、出水区 C；

[0044] 其中，所述湿地的进水区 A，其结构包括进水管 1、进水槽 2、进水花墙 3、卵石整流区 4；

[0045] 湿地处理单元区 B，依次包括铁炭填料段 5、砾石填料段 6、锰砂填料段 7；该湿地的结构自下而上还依次包括底部砾石砂垫层 8、防渗层 9、组合填料层（铁炭填料 5、砾石填料 6、锰砂填料 7）、原土覆土层 10、湿地植物 11。

[0046] 出水区 C，其结构包括卵石整流区 12、出水集水槽 13、可调出水液位的出水管 14、湿地出水管 15。

[0047] 所述的铁炭填料段布置在湿地前 1/2 段中，锰砂填料段布置在湿地后 1/3 段中，所述的砾石填料段按照粒径由大到小级自湿地前到后布置配分。

[0048] 所述的砾石填料段按照粒径由大到小级配分三区段布置，分别布置在湿地前 1/3 段、中间 1/3 段、后 1/3 段。

[0049] 所述的砾石粒径为 5 ~ 30mm；锰砂粒径 8 ~ 16mm。

[0050] 所述的铁炭填料包括铁刨花、活性炭及砾石。所述的铁炭填料中铁刨花、活性炭及砾石三者的体积比为 (1 ~ 3) : (1 ~ 3) : 1。

[0051] 所述湿地植物包括香蒲、风车草、再力花、或芦苇。所述湿地植物中香蒲、风车草、再力花、芦苇的种植数量比例为 (1 ~ 3) : 1 : (1 ~ 3) : (1 ~ 2)。

[0052] 所述湿地长宽比为 (5 ~ 10) : 1，原土覆土层 100 ~ 150mm，水平潜流水头标高位于潜流湿地表面下 100 ~ 150mm。

[0053] 构造水平潜流湿地尺寸为 15×2.3m，有效面积 31.3m²，高度 1.0 米，坡度为 5‰。为防止渗漏，湿地底部铺设防渗膜，湿地填料层厚度 60cm，填料层上覆土 15cm。湿地运行中，由带有三角计量堰的配水槽对湿地进行配水和计量，流量由进水阀门控制。配水槽出水经过廊道前端的花墙后水平潜流进入湿地。花墙后设置 200mm 长的卵石（规格为 50 ~ 100mm）布水区。湿地进水经过均匀布水后通过由 20 ~ 30mm 砾石、铁炭填料、10 ~ 20mm 砾石、5 ~ 15mm 砾石和 8 ~ 16mm 锰砂组成的组合填料区，不同粒径的砾石填料按一定比例进行配比，铁炭填料段长 0.5m，位于 20 ~ 30mm 砾石段的中部。不同粒径砾石、砾石与锰砂、砾石与铁炭区间都设置 200mm 长的卵石（规格为 50 ~ 100mm）布水区以再次进行均匀布水，防止短流发生。湿地尾端设置 200mm 长的卵石（规格为 50 ~ 100mm）集水区，集水区内布置底部

打孔的集水管进行收水,集水管连通可调节出水液位高度的出水管,最终经过人工湿地处理后的出水由出水管溢流至出水井,出水井进行蓄水后由湿地出水管输入至回用单位或排放至围厂河。

[0054] 湿地植物采用水葱、香蒲、芦苇、再力花四种挺水植物,种植采用分区分片种植。香蒲、风车草、再力花、芦苇种植比例为 1 : 1 : 1 : 1。

[0055] 湿地运行采用 24h 连续进水方式,进水为钢铁企业外排焦化废水。在启动运行期,取水水力停留时间 5 天。在运行过程中,根据出水水质情况逐步增加水力负荷,最终能使该人工湿地的水力停留时间达到 3 天。经过连续 4 个多月的运行结果表明,这种以铁炭、砾石和锰砂为组合填料的人工湿地对外排焦化废水具有良好的适应性,对 COD、TP、Fe 等都有稳定而较好的去除效果,具体处理效果见图 2、图 3、图 4、图 5 和图 6。在 4 个多月的稳定运行期间,进水中 COD、TOC、TFe、Mn、TP 浓度分别为 :34 ~ 150mg/L、15 ~ 50mg/L、0.3 ~ 6.5mg/L、0.13 ~ 1.50mg/L、0.3 ~ 6.42mg/L,处理后各污染物浓度分别降低为 20 ~ 59mg/L、2 ~ 25mg/L、0 ~ 0.3mg/L、0 ~ 0.17mg/L、0 ~ 0.17mg/L,主要指标满足《城市污水再生利用——工业用水水质》(GB/T 19923-2005) 再生水用作冷却用水的水质标准,可用于钢铁企业作为循环冷却水回用。

[0056] 同时,湿地对处理水发光细菌毒性削减明显,进水发光率在 0 ~ 57% 范围内波动,出水发光细菌发光率值能够稳定 70% 以上,表明这种以铁炭、砾石和锰砂为组合填料的人工湿地对毒性物质有很强的去除效果。具体见图 7。

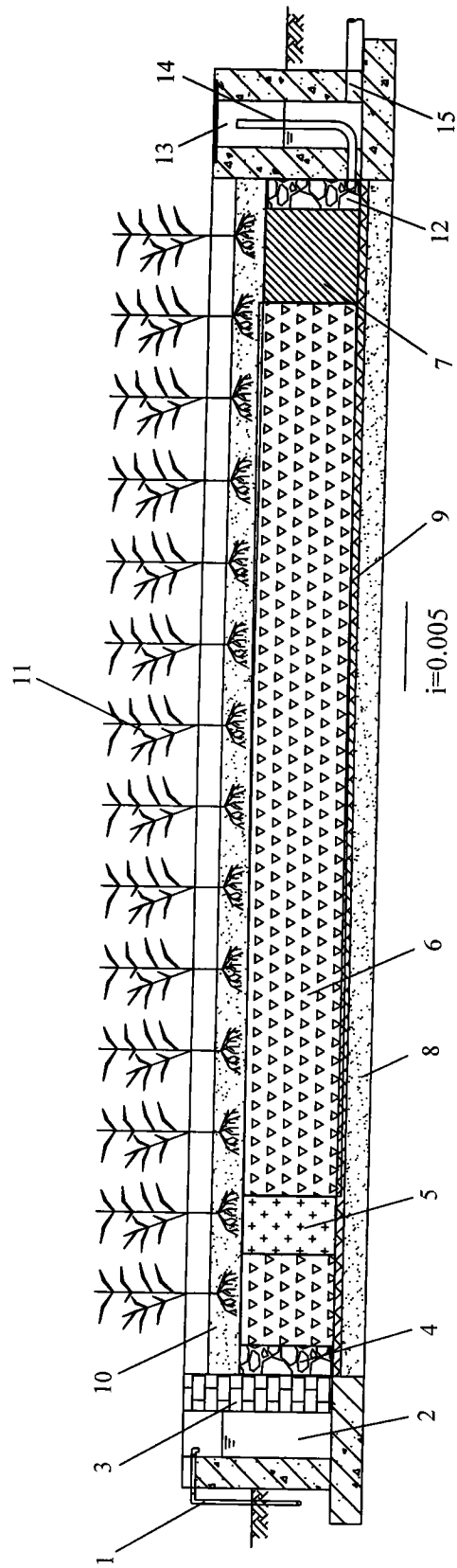


图 1

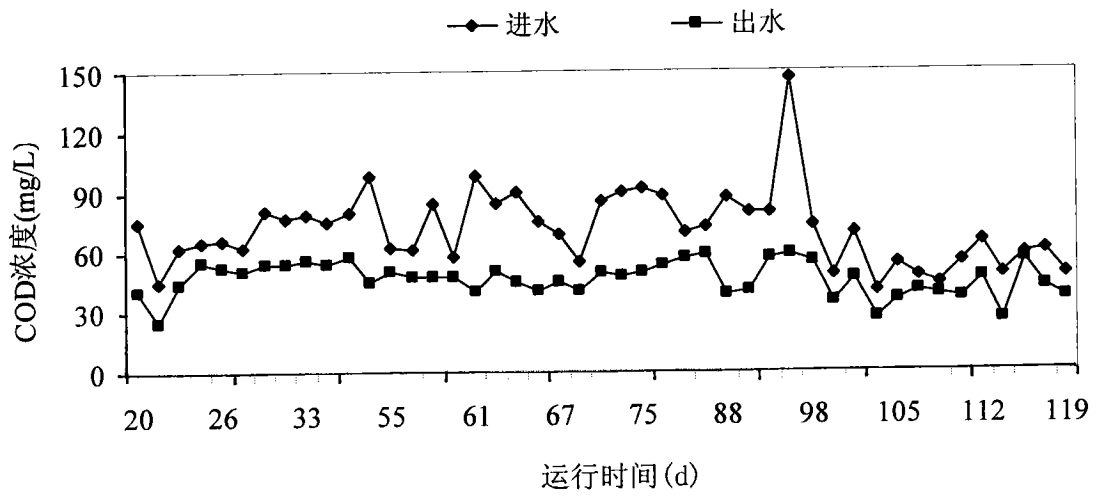


图 2

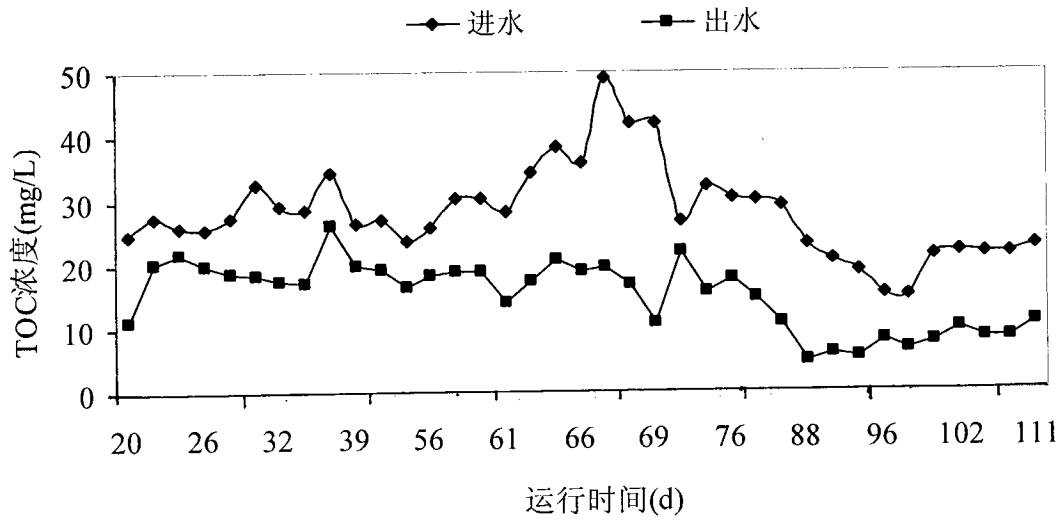


图 3

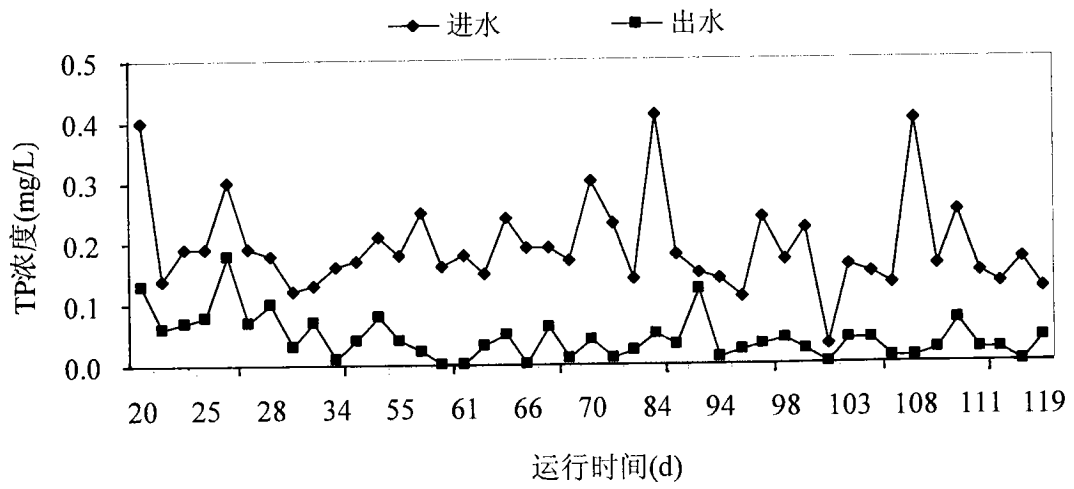


图 4

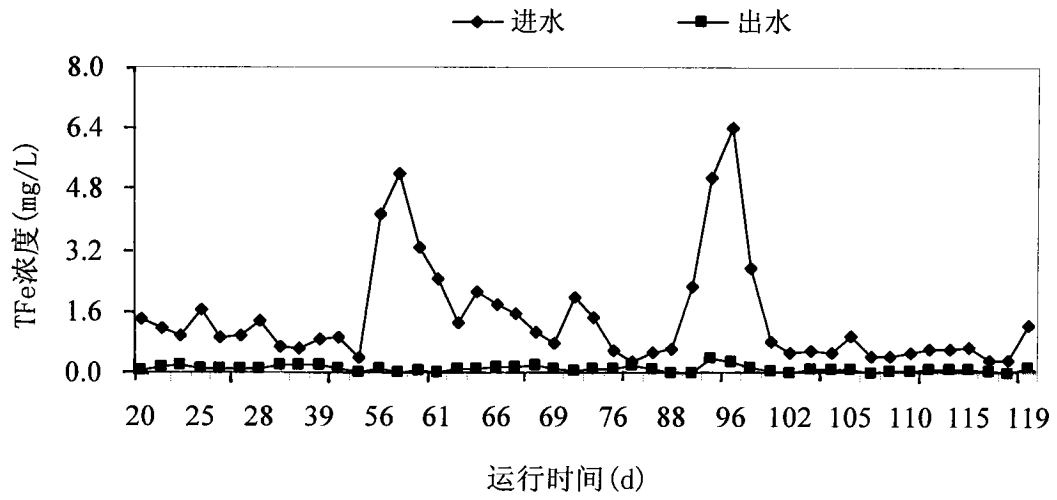


图 5

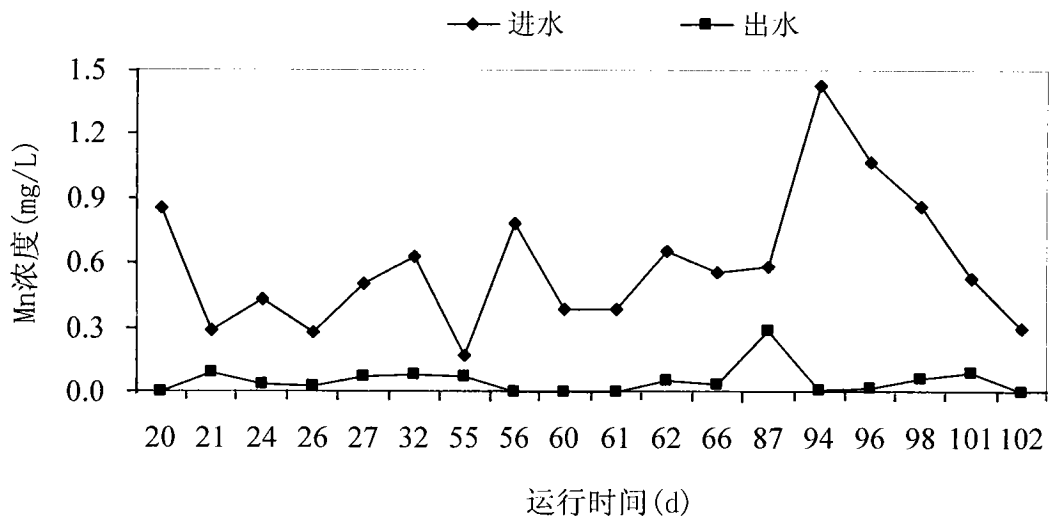


图 6

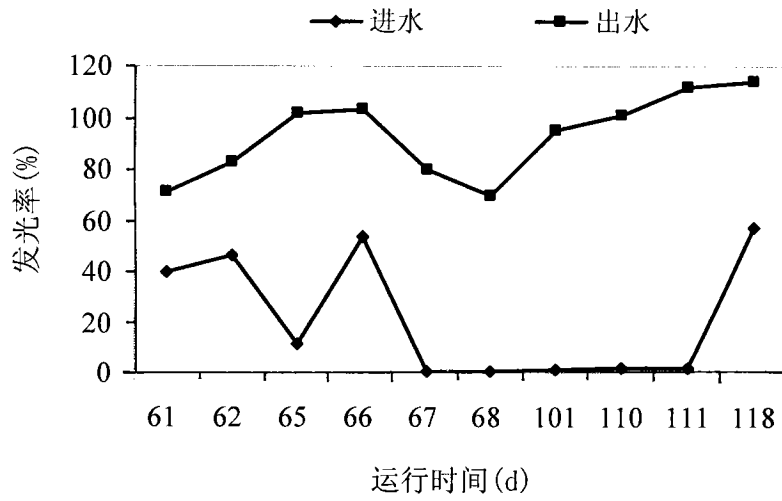


图 7