



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116377959 B

(45) 授权公告日 2023.08.15

(21) 申请号 202310652189.1

B28B 1/04 (2006.01)

(22) 申请日 2023.06.05

B28B 1/093 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

B28B 11/24 (2006.01)

申请公布号 CN 116377959 A

C02F 3/32 (2023.01)

C02F 1/00 (2023.01)

(43) 申请公布日 2023.07.04

C02F 103/00 (2006.01)

(73) 专利权人 生态环境部南京环境科学研究所

(56) 对比文件

地址 210042 江苏省南京市玄武区蒋王庙街8号

CN 207238749 U, 2018.04.17

CN 203603109 U, 2014.05.21

(72) 发明人 严小飞 刘景龙 梁丽琛 张后虎
孙聪聪 陈祥

CN 110980830 A, 2020.04.10

CN 215630178 U, 2022.01.25

(74) 专利代理机构 北京栈桥知识产权代理事务所(普通合伙) 11670

CN 113830936 A, 2021.12.24

CN 115094820 A, 2022.09.23

专利代理师 张建生

CN 102021897 A, 2011.04.20

CN 113235710 A, 2021.08.10

(51) Int. Cl.

CN 103523889 A, 2014.01.22

CN 108975516 A, 2018.12.11

E02B 3/12 (2006.01)

E02B 3/14 (2006.01)

C04B 28/00 (2006.01)

C04B 40/02 (2006.01)

CN 111439851 A, 2020.07.24

审查员 姜海燕

权利要求书2页 说明书10页 附图2页

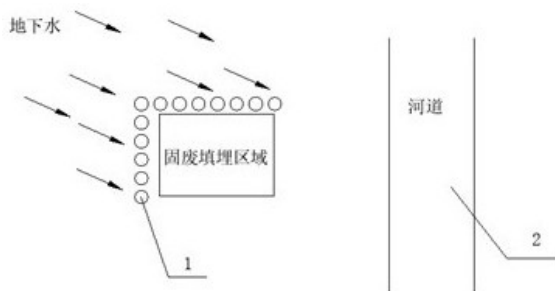
(54) 发明名称

高效。

一种砂性土壤埋固废污染河道的治理系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种砂性土壤埋固废污染河道的治理系统及方法,包括地下水截流改向系统以及河道生态修复系统;所述地下水截流改向系统包括布置在填埋区地下水上游的取水井,与所述取水井连通的缓冲池,与所述缓冲池连通的废水处理系统,所述取水井、缓冲池、废水处理系统通过废水管连通,且所述废水管上依次设置有废水电动阀门以及变频水泵;所述河道生态修复系统包括设置在所述河道底部的防渗层以及设置在所述河道边坡两侧的生态护岸;本发明的治理系统及方法解决了固废清挖与清挖后的生态修复费用高、施工难的问题,同时有效杜绝了埋埋固体废物对河道环境的污染,使得河道治理更加



1. 一种砂性土填埋固废污染河道的治理方法,其特征在于,采用一种砂性土填埋固废污染河道的治理系统,所述治理系统包括地下水截流改向系统(1)以及河道生态修复系统(2);

所述地下水截流改向系统(1)包括布置在填埋区地下水上游的取水井(1-1),与所述取水井(1-1)连通的缓冲池(1-5),与所述缓冲池(1-5)连通的废水处理系统(1-6),所述取水井(1-1)、缓冲池(1-5)、废水处理系统(1-6)通过废水管(1-2)连通,且所述废水管(1-2)上依次设置有废水电动阀门(1-3)以及变频水泵(1-4);

所述河道生态修复系统(2)包括设置在所述河道底部的防渗层以及设置在所述河道两侧边坡的生态护岸;所述防渗层自上至下依次包括50~55cm厚的黏土覆盖层(2-1)、30~35cm厚的膨润土(2-2)以及1.5~3mm厚的HDPE膜(2-3);所述生态护岸包括设置在所述两侧边坡的生态护坡(2-4),设置在所述两侧生态护坡(2-4)的生态预制砖(2-5),以及种植在相邻两个所述生态预制砖(2-5)之间、生态预制砖(2-5)表面的护坡绿植(2-6);所述生态预制砖(2-5)利用生态混凝土制作而成,且预制砖面设有贯穿孔眼;

所述治理方法的治理步骤如下:

S1、地下水截流改向系统(1)构建

S1-1、在填埋区地下水上游布置取水井(1-1),确保地下水不经流固废填埋区域;

S1-2、利用取水井(1-1)抽取地下水,依次经废水管(1-2)、废水电动阀门(1-3)、变频水泵(1-4)进入缓冲池(1-5),然后通过设置在缓冲池(1-5)中的水质在线检测仪对水质进行监测,水质达标排放至河道,水质不达标则进入废水处理系统(1-6),处理至达标后排放至河道;

S2、构建河道生态修复系统(2)

在河道底部自下至上依次铺设HDPE膜(2-3)、膨润土(2-2)以及黏土覆盖层(2-1);

S3、构建护岸

将生态预制砖(2-5)拼接、固定在生态护坡(2-4)上构建生态护岸,并在相邻两块所述生态预制砖(2-5)拼接处以及生态预制砖(2-5)表面种植护坡绿植(2-6);所述生态预制砖(2-5)的制备工艺包括以下步骤:

1)将质量比为12~36:2:0.3~0.5:5:8~10的生态混凝土、粘结剂、添加剂、腐殖质以及水分作为原料,混合均匀后倒入矩型模具中,倒入过程中利用100~125Hz振频的振动棒对模具内部振实,直至混合物形状与矩形模具各边平齐,即得砖坯;

2)将砖坯放入干燥室中自然风干30~40min,取出后在砖坯一侧表面布局 $x \times y$ 的尾部剪透的螺蛳壳,其中 x 取5~7, y 取3~4,其中, x 、 y 的单位为个;然后每两个螺蛳壳之间利用钻头进行一次钻孔,形成贯穿孔眼;钻孔后再放入干燥室中,调整温度为25~40℃,继续干燥10~15min;最后取出放入烧制窑中,在1400~1500℃下保温1.5~3h,烧制成型;取出后脱模即得成型砖;

3)将淤泥分别填满贯穿孔眼、螺蛳壳空腔,继续放入干燥室中,调整温度为20~30℃,干燥20~40min,取出即得生态预制砖(2-5);其中,所述淤泥中含有草本植物种子,播种密度达到10~25kg/亩,所述草本植物种子为高羊茅、狗牙根、天堂草的任意一种;

所述生态混凝土为河道砂性土、粉煤灰以及水泥按照10~15:5~7:1~3的重量比混合得到的混合物;所述粘结剂为糊化生淀粉、硼砂、膨润土以及水性环氧树脂胶中的一种或几种

组合的混合物；所述添加剂为石灰和/或碳酸钡；所述腐殖质为木屑、果皮、秸秆的发酵腐熟物。

2. 根据权利要求1所述的一种砂性土填埋固废污染河道的治理方法，其特征在于，对所述生态混凝土进行养护处理，所述养护处理的方法为：

将制备得到的生态混凝土储存在封闭养护罩内部，取草帘均匀覆盖在生态混凝土表面，在10~15℃的温度下养护2~5h，然后以5~7℃/h调节养护罩内部温度，并向养护罩内以5~10mL/h的通入量通入纯度为99~99.99%的湿氧，直至养护罩内部温度与室外温差介于3~5℃之间，停止升温，并以0.5~1mL/h的频率降低湿氧的通入量，待养护罩内生态混凝土的湿度达70~80%，停止通入湿氧并撤出养护罩，静置冷却，备用；其中，所述湿氧的含水量为20~30%。

3. 根据权利要求1所述的一种砂性土填埋固废污染河道的治理方法，其特征在于，所述脱模的方法为：将模具转入冷却室，先在25~35℃的空气下初步冷却至50~60℃，然后浸入装有冷却液的腔体继续冷却20~30min，最后将模具中的砖坯取出即得生态预制砖(2-5)。

4. 根据权利要求3所述的一种砂性土填埋固废污染河道的治理方法，其特征在于，所述冷却液按照质量百分比包括以下组分：20~30%的乙二醇、15~20%的氯化钙、0.5~1.5%山梨酸以及余量的蒸馏水。

5. 根据权利要求1所述的一种砂性土填埋固废污染河道的治理方法，其特征在于，所述黏土覆盖层(2-1)的渗透系数 $<10^{-5}$ cm/s。

6. 根据权利要求1所述的一种砂性土填埋固废污染河道的治理方法，其特征在于，所述相邻两块所述生态预制砖(2-5)拼接处种植护坡绿植(2-6)的方法为：针对相邻两块所述生态预制砖(2-5)之间预留3~5cm的缝隙，对所述缝隙范围内深度介于5~7mm的坡道土壤疏松，并向缝隙内部加入占所述坡道土壤质量10~15%的黏质土以及占所述坡道土壤质量3~5%的代森锰锌，搅拌混匀，然后按照15~20mL/次向内部喷淋尿素；喷淋次数3~5次；最后将护坡绿植(2-6)种植在所述缝隙中。

一种砂性土填埋固废污染河道的治理系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及污水处理技术领域,具体是涉及一种砂性土填埋固废污染河道的治理系统及方法。

背景技术

[0002] 随着工业化和城镇化的快速推进,固体废物产生量与日俱增,固体废物不当堆存、非法倾倒处置等环境污染事件频繁发生,其中包括不少固体废物填埋在沿河、沿湖等区域。固体废物尤其是危险废物中含有大量的有毒有害组分,经非法填埋后,与地下水相接处,有害物质会释放到地下水中,经地下水进入到附近的河道,导致有害物质的扩散,对生态与人体健康均会造成危害。

[0003] 通常情况下,对于固废填埋的危害消除采用固体废物清挖异位处置后开展填埋区域的土壤与地下水修复,该做法费用高,施工难度大,部分沿河湖区域地下水位浅,加之遇到透水性高的砂性土,不仅增加了固体废物清除与损害环境修复的难度,更是大大增加了相关费用。

[0004] 本发明提出了一种砂性土填埋固体废物污染河道的治理方法,通过对填埋区地下水截流改向与河道生态修复相结合的方法,克服砂性土带来的地下水固体废物接触受到污染后进一步污染河道的难题,相较于填埋固废清挖后开展地下水与土壤修复,费用相对较低,施工难度大大下降。

发明内容

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种砂性土填埋固废污染河道的治理系统及方法。

[0006] 本发明的技术方案是:一种砂性土填埋固废污染河道的治理方法,采用一种砂性土填埋固废污染河道的治理系统,所述治理系统包括地下水截流改向系统以及河道生态修复系统;

[0007] 所述地下水截流改向系统包括布置在填埋区地下水上游的取水井,与所述取水井连通的缓冲池,与所述缓冲池连通的废水处理系统,所述取水井、缓冲池、废水处理系统通过废水管连通,且所述废水管上依次设置有废水电动阀门以及变频水泵;

[0008] 所述河道生态修复系统包括设置在所述河道底部的防渗层以及设置在所述河道边坡两侧的生态护岸;所述防渗层自上至下依次包括50~55cm厚的黏土覆盖层、30~35cm厚的膨润土以及1.5~3mm厚的HDPE膜;所述生态护岸包括设置在所述边坡两侧的生态护坡,设置在所述生态护坡上的生态预制砖,以及种植在所述生态预制砖之间的护坡绿植;所述生态预制砖利用生态混凝土制作而成,且预制砖面设有贯穿孔眼;

[0009] 所述治理方法的治理步骤如下:

[0010] S1、地下水截流改向系统构建

[0011] S1-1、在填埋区地下水上游布置取水井,确保地下水不经流固废填埋区域;

[0012] S1-2、利用取水井抽取地下水,依次经废水管、废水电动阀门、变频水泵进入缓冲池,然后通过设置在缓冲池中的水质在线检测仪对水质进行监测,水质达标排放至河道,水质不达标则进入废水处理系统,处理至达标后排放至河道;

[0013] S2、构建河道生态修复系统

[0014] 在河道底部自下至上依次铺设1~2mm厚的HDPE膜、25~35cm厚的膨润土以及45~55cm的黏土覆盖层;

[0015] S3、构建护岸

[0016] 将生态预制砖拼接、固定在生态护坡上构建生态护岸,并在相邻两块所述生态预制砖拼接处以及生态预制砖表面种植护坡绿植;所述生态预制砖的制备工艺包括以下步骤:

[0017] 1)将质量比为12~36:2:0.3~0.5:5:8~10的生态混凝土、粘结剂、添加剂、腐殖质以及水分作为原料,混合均匀后倒入矩型模具中,倒入过程中利用100~125Hz振频的振动棒对模具内部夯实,直至混合物形状与矩形模具各边平齐,即得砖坯;

[0018] 2)将砖坯放入干燥室中自然风干30~40min,取出后在砖坯一侧表面布局 $x \times y$ 的尾部剪透的螺蛳壳,其中 x 取5~7, y 取3~4,其中, x 、 y 的单位为个;然后每两个螺蛳壳之间利用钻头进行一次钻孔,形成贯穿孔眼;钻孔后再放入干燥室中,调整温度为25~40℃,继续干燥10~15min;最后取出放入烧制窑中,在1400~1500℃下保温1.5~3h,烧制成型;取出后脱模即得成型砖;

[0019] 3)将含有草本植物种子的淤泥分别填满贯穿孔眼、螺蛳壳空腔,继续放入干燥室中,调整温度为20~30℃,干燥20~40min,取出即得生态预制砖;其中,所述淤泥中含有草本植物种子,播种密度达到10~25kg/亩,所述草本植物种子为高羊茅、狗牙根、天堂草的任意一种;

[0020] 所述生态混凝土为河道砂性土、粉煤灰以及水泥按照10~15:5~7:1~3的重量比混合得到的混合物;所述粘结剂为糊化生淀粉、硼砂、膨润土以及水性环氧树脂胶中的一种或几种组合的混合物;所述添加剂为石灰和/或碳酸钡;所述腐殖质为木屑、果皮、秸秆的发酵腐熟物;

[0021] 说明:本发明通过地下水截流改向系统有效避免地下水流经固废填埋区后再流至河道对河道造成污染,无需对填埋区的固体废物进行清挖与处理,省略了在固废清挖后对填埋区域的生态环境进行修复的过程,极大地改善了填埋区固废对河道的污染;HDPE膜+膨润土+黏土覆盖层的方式有效的保障了河道底泥不受污染影响,边坡采用含有植物种子的活性生态护岸预制砖构建护岸,实现美观与截污的双重作用;进一步提升河道的治理效率;同时,添加剂、腐殖质的加入能够有效提升砖坯原料的稳定性、强度;腐殖质具备一定的热值和可塑性,能够根据生态混凝土的黏结性起到改善作用,在制砖坯的过程中能够有效缩小砖坯表面生成的空洞,从而改善生态混凝土中混入的无机杂质对砖强度的影响;碳酸钡用于提高砖的耐化学性,分别错位布置贯穿孔眼、螺蛳壳能够有效增加草本植物种子淤泥与河道水流的接触面积,从而实现更优的截污目的;采用上述方法对砂性填埋固废污染河道治理能够有效保障河道底泥不受污染影响的基础上,有效避开固废填埋区域,实现较优的生态环境修复。

[0022] 进一步地,所述护坡绿植包括高羊茅、马尼拉、早熟禾、芦苇;

[0023] 说明:上述护坡绿植能够有效阻截、吸附河道水中的颗粒物、杂质,改善河道水质,同时上述护坡绿植对土壤要求不严、根系发达,对于水中的有毒成分以及重金属具有降解分化作用,也能够有效增加根部深入土套内层的效率,从而起到更好的护坡的效果。

[0024] 进一步地,对所述生态混凝土进行养护处理,所述养护处理的方法为:

[0025] 将按照上述配比制备得到的生态混凝土储存在封闭养护罩内部,取草帘均匀覆盖在生态混凝土表面,在10~15℃的温度下养护2~5h,然后以5~7℃/h调节养护罩内部温度,并向养护罩内以5~10mL/h的通入量通入纯度为99~99.99%的湿氧,直至养护罩内部温度与室外温差介于3~5℃之间,停止升温,并以0.5~1mL/h的频率降低湿氧的通入量,待养护罩内生态混凝土的湿度达70~80%,停止通入湿氧并撤出养护罩,静置冷却,备用;其中,所述湿氧的含水量为20~30%;

[0026] 说明:采用上述养护方法能够有效提升生态混凝土的整体密实度,对混凝土的微裂现象进行有效的控制,进一步提升混凝土的抗渗性能、耐久性,采用梯度升温方式能够使生态混凝土养护更充分,避免突然升温导致的大面积裂缝;上述通入量的湿氧在掩护前期升温过程中能够有效保持环境中水分含量,从而防止混凝土表面的干裂和龟裂,进一步提升混凝土的强度和耐久性;后期停止升温后继续通入湿氧能够有效对混凝土表面进行降温,进一步避免热量不均匀的条件下产生表面裂缝,从而减小开裂的可能性。

[0027] 进一步地,步骤2)中,所述烧制成型包括以下阶段:

[0028] 初步烧结:以25~50℃/h的速度升温调节烧制窑内的温度,并以30~50mL/h的速率向烧制窑内部通入质量浓度为3~5%的液氧,直至预热至100~150℃,停止通入液氧,得到初步烧结砖;

[0029] 混合烧结:在原有液氧通入量的基础上继续通入天然气,并以50~100℃/h的升温速度调节烧制窑内温度达700~800℃,完成混合烧结;

[0030] 充分烧结:烧制窑继续以 $1/3 \sim 1/5 (T_2 - T_1)$ /h的升温速率升温至1400~1500℃,期间继续通入占天然气总通入量5~10%的液氮,继续烧结1.5~3h;

[0031] 说明:依次经过初步烧结、混合烧结、充分烧结三个步骤,且依次通入液氧、液氧与天然气按照上述比例混合物、液氮能够充分烧结砖坯,同时上述计算公式能够根据液氧通入情况对天然气的通入量及通入次数进行高效调整,使得各助燃气的效用更高,从而使得制备得到的成型砖性能更优。

[0032] 进一步地,所述脱模的方法为:将模具转入冷却室,先在25~35℃的空气下初步冷却至50~60℃,然后浸入装有冷却液的腔体继续冷却20~30min,最后将模具中的砖坯取出即得生态预制砖;

[0033] 说明:对砖坯先进行空冷再进行液冷能够有效实现均温,降温效率高且有效避免了砖坯开裂的情形。

[0034] 更进一步地,所述冷却液按照质量百分比包括以下组分:20~30%的乙二醇、15~20%的氯化钙、0.5~1.5%山梨酸以及余量的蒸馏水;

[0035] 说明:上述冷却液能够在对砖坯高效制冷的基础上实现防冻防腐目的,提高砖坯质量,进一步促进生态预制砖的制备。

[0036] 进一步地,所述黏土覆盖层的渗透系数 $< 10^{-5}$ cm/s;

[0037] 说明:上述渗透系数能够有效保障污染物渗透至河道底泥,从而确保河道底泥不

受污染影响。

[0038] 进一步地,所述种植护坡绿植的方法为:针对相邻两块所述生态预制砖之间预留3~5cm的缝隙,对所述缝隙范围内深度介于5~7mm的坡道土壤疏松,并向缝隙内部加入占所述坡道土壤质量10~15%的黏质土以及占所述坡道土壤质量3~5%的代森锰锌,搅拌混匀,然后按照15~20mL/次向内部喷淋尿素;喷淋次数3~5次;最后将护坡绿植种植在所述缝隙中;

[0039] 说明:通过向坡道土壤中添加黏质土与代森锰锌按照上述质量比混合的混合物能够为护坡绿植的种植提供优良的土壤环境,代森锰锌的加入能够在短期内激活土壤种过脲酶的活性,同时喷淋的尿素能够在脲酶的作用下被分解为植物可以利用的物质从而提升土壤的肥力,进一步促进护坡绿植的生长。

[0040] 本发明的有益效果是:

[0041] (1)本发明针对于渗水性高的砂性土区域,通过地下水截流改向系统有效避免地下水流经固废填埋区后再流至河道对河道造成污染,无需对填埋区的固体废物进行清挖与处理,省略了在固废清挖后对填埋区域的生态环境进行修复的过程,极大地改善了填埋区固废对河道的污染,有效解决了固废清挖与清挖后的生态修复费用高、施工难的问题;

[0042] (2)本发明通过在河底铺设HDPE膜+膨润土+黏土覆盖层的方式有效的保障了河道底泥不受污染影响,边坡采用含有植物种子的活性生态护岸预制砖构建护岸,实现美观与截污的双重作用;进一步提升河道的治理效率,杜绝了填埋固体废物对河道环境的污染;

[0043] (3)本发明通过向生态预制砖的制备原料种添加剂、腐殖质,有效提升了原料的稳定性、强度;同时由于腐殖质具备一定的热值和可塑性,能够根据生态混凝土的黏结性起到改善作用,在制砖坯的过程中能够有效缩小砖坯表面生成的空洞,从而改善生态混凝土中混入的无机杂质对砖强度的影响;碳酸钡用于提高砖的耐化学性,分别错位布置贯穿孔眼、螺蛳壳能够有效增加草本植物种子淤泥与河道水流的接触面积,从而实现更优的截污目的。

附图说明

[0044] 图1是本发明的取水井布置示意图;

[0045] 图2是本发明抽取后的地下水处置示意图;

[0046] 图3是本发明河道生态修复方法示意图。

[0047] 其中,1-地下水截流改向系统、1-1-取水井、1-2-废水管、1-3-废水电动阀门、1-4-变频水泵、1-5-缓冲池、1-6-废水处理系统、2-河道生态修复系统、2-1-黏土覆盖层、2-2-膨润土、2-3-HDPE膜、2-4-生态护坡、2-5-生态预制砖、2-6-护坡绿植。

实施方式

[0048] 下面结合具体实施方式来对本发明进行更进一步详细的说明,以更好地体现本发明的优势。

[0049] 实施例1:如图1~3所示,一种砂性土填埋固废污染河道的治理系统,包括地下水截流改向系统1以及河道生态修复系统2;

[0050] 地下水截流改向系统1包括布置在填埋区地下水上游的取水井1-1,与取水井1-1连通的缓冲池1-5,与缓冲池1-5连通的废水处理系统1-6,取水井1-1、缓冲池1-5、废水处理

系统1-6通过废水管1-2连通,且废水管1-2上依次设置有废水电动阀门1-3以及变频水泵1-4;

[0051] 河道生态修复系统2包括设置在河道底部的防渗层以及设置在河道边坡两侧的生态护岸;防渗层自上至下依次包括52cm厚的黏土覆盖层2-1、33cm厚的膨润土2-2以及2mm厚的HDPE膜2-3;生态护岸包括设置在边坡两侧的生态护坡2-4,设置在生态护坡2-4两侧的生态预制砖2-5,以及种植在相邻两个生态预制砖2-5之间、生态预制砖2-5表面的护坡绿植2-6;生态预制砖2-5利用生态混凝土制作而成,且预制砖面设有贯穿孔眼;

[0052] 护坡绿植2-6包括高羊茅、马尼拉、早熟禾、芦苇;

[0053] 生态预制砖2-5的制备工艺包括以下步骤:

[0054] 1)将质量比为24:2:0.4:5:9的生态混凝土、粘结剂、添加剂、腐殖质以及水分作为原料,混合均匀后倒入矩型模具中,倒入过程中利用112Hz振频的振动棒对模具内部夯实,直至混合物形状与矩形模具各边平齐,即得砖坯;

[0055] 2)将砖坯放入干燥室中自然风干35min,取出后在砖坯一侧表面布局 $x \times y$ 的尾部剪透的螺蛳壳,其中 x 取6个, y 取3个;然后每两个螺蛳壳之间利用钻头进行一次钻孔,形成贯穿孔眼;钻孔后再放入干燥室中,调整温度为32℃,继续干燥13min;最后取出放入烧制窑中,在1450℃下保温2h,烧制成型;取出后脱模即得成型砖;

[0056] 3)将含有草本植物种子的淤泥分别填满贯穿孔眼、螺蛳壳空腔,继续放入干燥室中,调整温度为25℃,干燥30min,取出即得生态预制砖2-5;其中,淤泥中含有草本植物种子,播种密度达到20kg/亩,草本植物种子为狗牙根;

[0057] 生态混凝土为河道砂性土、粉煤灰以及水泥按照6:3:1的重量比混合得到的混合物;粘结剂为糊化生淀粉;添加剂为碳酸钡;腐殖质为木屑的发酵腐熟物;

[0058] 对生态混凝土进行养护处理,养护处理的方法为:

[0059] 将得到的生态混凝土储存在封闭养护罩内部,取草帘均匀覆盖在生态混凝土表面,在12℃的温度下养护3.5h,然后以6℃/h调节养护罩内部温度,并向养护罩内以8mL/h的通入量通入纯度为99.9%的湿氧,直至养护罩内部温度与室外温差介于4℃之间,停止升温,并以0.8mL/h的频率降低湿氧的通入量,待养护罩内生态混凝土的湿度达75%,停止通入湿氧并撤出养护罩,静置冷却,备用;其中,湿氧的含水量为25%;

[0060] 步骤2)中,烧制成型包括以下阶段:

[0061] 初步烧制:以35℃/h的速度升温调节烧制窑内的温度,并以40mL/h的速率向烧制窑内部通入质量浓度为4%的液氧,直至预热至125℃,停止通入液氧,得到初步烧制砖;

[0062] 混合烧制:在原有液氧通入量的基础上继续通入天然气,并以70℃/h的升温速度调节烧制窑内温度达750℃,完成混合烧制;

[0063] 充分烧制:烧制窑继续以156℃/h的升温速率升温至1450℃,期间继续通入占天然气总通入量7%的液氮,继续烧制2h;

[0064] 脱模的方法为:将模具转入冷却室,先在30℃的空气下初步冷却至55℃,然后浸入装有冷却液的腔体继续冷却25min,最后将模具中的砖坯取出即得生态预制砖2-5;

[0065] 冷却液按照质量百分比包括以下组分:25%的乙二醇、18%的氯化钙、1%山梨酸以及余量的蒸馏水;

[0066] 本实施例还记载了一种砂性土填埋固废污染河道的治理方法,基于上述砂性土填

埋固废污染河道的治理系统,包括以下步骤:

[0067] S1、地下水截流改向系统1构建

[0068] S1-1、在填埋区地下水上游布置取水井1-1,确保地下水不经流固废填埋区域;

[0069] S1-2、利用取水井1-1抽取地下水,依次经废水管1-2、废水电动阀门1-3、变频水泵1-4进入缓冲池1-5,然后通过设置在缓冲池1-5中的水质在线检测仪对水质进行监测,水质达标排放至河道,水质不达标则进入废水处理系统1-6,处理至达标后排放至河道;

[0070] S2、构建河道生态修复系统2

[0071] 在河道底部自下至上依次铺设1.5mm厚的HDPE膜2-3、30cm厚的膨润土2-2以及50cm的黏土覆盖层2-1;

[0072] S3、构建护岸

[0073] 将生态预制砖2-5拼接、固定在生态护坡2-4上构建生态护岸,并在相邻两块生态预制砖2-5拼接处以及生态预制砖2-5表面种植护坡绿植2-6;

[0074] 黏土覆盖层2-1的渗透系数 $<10^{-5}$ cm/s;

[0075] 相邻两块所述生态预制砖2-5拼接处种植护坡绿植2-6的方法为:针对相邻两块生态预制砖2-5之间预留4cm的缝隙,对缝隙范围内深度介于6mm的坡道土壤疏松,并向缝隙内部加入占坡道土壤质量12%的黏质土以及占坡道土壤质量4%的代森锰锌,搅拌混匀,然后按照18mL/次向内部喷淋尿素;喷淋次数4次;最后将护坡绿植2-6种植在所述缝隙中。

[0076] 实施例2:与实施例1不同的是,生态预制砖2-5的制备工艺包括以下步骤:

[0077] 1)将质量比为12:2:0.3:5:8的生态混凝土、粘结剂、添加剂、腐殖质以及水分作为原料,混合均匀后倒入矩型模具中,倒入过程中利用100Hz振频的振动棒对模具内部夯实,直至混合物形状与矩形模具各边平齐,即得砖坯;

[0078] 2)将砖坯放入干燥室中自然风干30min,取出后在砖坯一侧表面布局 $x \times y$ 的尾部剪透的螺蛳壳,其中 x 取5个, y 取3个;然后每两个螺蛳壳之间利用钻头进行一次钻孔,形成贯穿孔眼;钻孔后再放入干燥室中,调整温度为25℃,继续干燥15min;最后取出放入烧制窑中,在1400℃下保温3h,烧制成型;取出后脱模即得成型砖;

[0079] 3)将含有草本植物种子的淤泥分别填满贯穿孔眼、螺蛳壳空腔,继续放入干燥室中,调整温度为20℃,干燥40min,取出即得生态预制砖2-5;其中,淤泥中含有草本植物种子,播种密度达到10kg/亩,草本植物种子为高羊茅;

[0080] 生态混凝土为河道砂性土、粉煤灰以及水泥按照10:5:1的重量比混合得到的混合物;粘结剂为硼砂;添加剂为石灰;腐殖质为果皮的发酵腐熟物。

[0081] 实施例3:与实施例1不同的是,生态预制砖2-5的制备工艺包括以下步骤:

[0082] 1)将质量比为36:2:0.5:5:10的生态混凝土、粘结剂、添加剂、腐殖质以及水分作为原料,混合均匀后倒入矩型模具中,倒入过程中利用125Hz振频的振动棒对模具内部夯实,直至混合物形状与矩形模具各边平齐,即得砖坯;

[0083] 2)将砖坯放入干燥室中自然风干40min,取出后在砖坯一侧表面布局 $x \times y$ 的尾部剪透的螺蛳壳,其中 x 取7个, y 取4个;然后每两个螺蛳壳之间利用钻头进行一次钻孔,形成贯穿孔眼;钻孔后再放入干燥室中,调整温度为40℃,继续干燥10min;最后取出放入烧制窑中,在1500℃下保温1.5h,烧制成型;取出后脱模即得成型砖;

[0084] 3)将含有草本植物种子的淤泥分别填满贯穿孔眼、螺蛳壳空腔,继续放入干燥室

中,调整温度为30℃,干燥20min,取出即得生态预制砖2-5;其中,其中,淤泥中含有草本植物种子,播种密度达到25kg/亩,草本植物种子为天堂草;

[0085] 生态混凝土为河道砂性土、粉煤灰以及水泥按照15:7:3的重量比混合得到的混合物;粘结剂为膨润土;添加剂为或碳酸钡;腐殖质为秸秆的发酵腐熟物。

[0086] 实施例4:与实施例1不同的是,对生态混凝土进行养护处理,养护处理的方法为:

[0087] 将制备得到的生态混凝土储存在封闭养护罩内部,取草帘均匀覆盖在生态混凝土表面,在10℃的温度下养护5h,然后以5℃/h调节养护罩内部温度,并向养护罩内以5mL/h的通入量通入纯度为99%的湿氧,直至养护罩内部温度与室外温差介于3℃之间,停止升温,并以0.5mL/h的频率降低湿氧的通入量,待养护罩内生态混凝土的湿度达70%,停止通入湿氧并撤出养护罩,静置冷却,备用;其中,湿氧的含水量为20%。

[0088] 实施例5:与实施例1不同的是,对生态混凝土进行养护处理,养护处理的方法为:

[0089] 将制备得到的生态混凝土储存在封闭养护罩内部,取草帘均匀覆盖在生态混凝土表面,在15℃的温度下养护5h,然后以7℃/h调节养护罩内部温度,并向养护罩内以10mL/h的通入量通入纯度为99.99%的湿氧,直至养护罩内部温度与室外温差介于5℃之间,停止升温,并以1mL/h的频率降低湿氧的通入量,待养护罩内生态混凝土的湿度达80%,停止通入湿氧并撤出养护罩,静置冷却,备用;其中,湿氧的含水量为30%。

[0090] 实施例6:与实施例1不同的是,步骤2)中,烧制成型包括以下阶段:

[0091] 初步烧结:以25℃/h的速度升温调节烧制窑内的温度,并以30mL/h的速率向烧制窑内部通入质量浓度为3%的液氧,直至预热至100℃,停止通入液氧,得到初步烧结砖;

[0092] 混合烧结:在原有液氧通入量的基础上继续通入天然气,并以50℃/h的升温速度调节烧制窑内温度达700℃,完成混合烧结;

[0093] 充分烧结:烧制窑继续以200℃/h的升温速率升温至1400℃,期间继续通入占天然气总通入量5%的液氮,继续烧结1.5h。

[0094] 实施例7:与实施例1不同的是,步骤2)中,烧制成型包括以下阶段:

[0095] 初步烧结:以50℃/h的速度升温调节烧制窑内的温度,并以50mL/h的速率向烧制窑内部通入质量浓度为5%的液氧,直至预热至150℃,停止通入液氧,得到初步烧结砖;

[0096] 混合烧结:在原有液氧通入量的基础上继续通入天然气,并以100℃/h的升温速度调节烧制窑内温度达800℃,完成混合烧结;

[0097] 充分烧结:烧制窑继续以130℃/h的升温速率升温至1500℃,期间继续通入占天然气总通入量10%的液氮,继续烧结3h。

[0098] 实施例8:与实施例1不同的是,脱模的方法为:将模具转入冷却室,先在25℃的空气下初步冷却至60℃,然后浸入装有冷却液的腔体继续冷却30min,最后将模具中的砖坯取出即得生态预制砖2-5。

[0099] 实施例9:与实施例1不同的是,脱模的方法为:将模具转入冷却室,先在35℃的空气下初步冷却至50℃,然后浸入装有冷却液的腔体继续冷却20min,最后将模具中的砖坯取出即得生态预制砖2-5。

[0100] 实施例10:与实施例1不同的是,冷却液按照质量百分比包括以下组分:20%的乙二醇、15%的氯化钙、0.5%山梨酸以及余量的蒸馏水。

[0101] 实施例11:与实施例1不同的是,冷却液按照质量百分比包括以下组分:30%的乙二

醇、20%的氯化钙、1.5%山梨酸以及余量的蒸馏水。

[0102] 实施例12:与实施例1不同的是,S2、构建河道生态修复系统2:

[0103] 在河道底部自下至上依次铺设1.5mm厚的HDPE膜2-3、30cm厚的膨润土2-2以及50cm的黏土覆盖层2-1。

[0104] 实施例13:与实施例1不同的是,S2、构建河道生态修复系统2:

[0105] 在河道底部自下至上依次铺设3mm厚的HDPE膜2-3、35cm厚的膨润土2-2以及55cm的黏土覆盖层2-1。

[0106] 实施例14:与实施例1不同的是,相邻两块所述生态预制砖2-5拼接处种植护坡绿植2-6的方法为:针对相邻两块生态预制砖2-5之间预留3cm的缝隙,对缝隙范围内深度介于5mm的坡道土壤疏松,并向缝隙内部加入占坡道土壤质量10%的黏质土以及占坡道土壤质量3%的代森锰锌,搅拌混匀,然后按照15mL/次向内部喷淋尿素;喷淋次数3次;最后将护坡绿植2-6种植在所述缝隙中。

[0107] 实施例15:与实施例1不同的是,相邻两块所述生态预制砖2-5拼接处种植护坡绿植2-6的方法为:针对相邻两块生态预制砖2-5之间预留5cm的缝隙,对缝隙范围内深度介于7mm的坡道土壤疏松,并向缝隙内部加入占坡道土壤质量15%的黏质土以及占坡道土壤质量5%的代森锰锌,搅拌混匀,然后按照20mL/次向内部喷淋尿素;喷淋次数5次;最后将护坡绿植2-6种植在所述缝隙中。

[0108] 实验例:针对各个实施例所形成的治理系统,分别测试各实施例的治理效果,每个实施例的5次治理效果的测量结果取平均值,作为该实施例的性能测量结果,具体探究如下:

[0109] 1、探究治理系统的各参数和各组成物的参数对河道处固废污染去除率的影响。

[0110] 以实施例1-15以及对照例1-5作为实验对比,结果如表1所示:

表1 实施例以及对照例对河道处固废污染去除率(%)的影响

	组别	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	实施例 7	实施例 8
	固废污染去除率	90.1	88.5	88.0	88.3	88.8	89.2	89.1	88.5
	组别	实施例 9	实施例 10	实施例 11	实施例 12	实施例 13	实施例 14	实施例 15	对照例 1
[0111]	固废污染去除率	88.3	89.1	88.7	89.4	88.4	89.7	90.1	85.8
	组别	对照例 2	对照例 3	对照例 4	对照例 5				
	固废污染去除率	76.4	77.6	76.1	77.3				

[0112] 对照例1与实施例1不同之处在于,所述生态预制砖2-5贯穿孔眼与螺蛳壳空腔内部采用不含有草本植物种子的淤泥进行填满;

[0113] 对照例2与实施例1不同之处在于,向养护罩内通入的氧气为干氧;

[0114] 对照例3与实施例1不同之处在于,烧结过程中天然气的通入量与液氧通入量一致;

[0115] 对照例4与实施例1不同之处在于,冷却液按照质量百分比包括以下组分:20~30%的乙二醇、15~20%的氯化钙以及余量的蒸馏水;

[0116] 对照例5与实施例1不同之处在于,不向缝隙内部加入代森锰锌。

[0117] 结论:由上述表格数据,实施例1~3、对照例1中的固废污染去除率对比可得,含有草本植物种子的淤泥相较于普通淤泥对于固废污染河道的治理效果略差,因为草本植物种子的淤泥可以在生态预制砖表面生成护坡绿植,能够进一步促进对河道内部的固废污染的治理;

[0118] 由实施例1、4~5以及对照例2中的固废污染去除率对比可得,对照例2中通入的干氧对生态混凝土的养护处理效果较差,无法在养护的同时对生态混凝土内部的水分进行维持,从而降低了生态混凝土的活性,进一步降低了生态预制砖的稳定性,从而减弱了生态预制砖对河道内部固废污染的治理作用;

[0119] 由实施例1、6~7以及对照例3的固废污染去除率对比可得,对照例3中对天然气的通入量不作调整,则随着烧结温度、升温速率的变化,对等量天然气的作用产生影响,使得

天然气通入后对烧结不但无法起到促进作用反而还造成影响,进一步影响到生态预制砖的治理能力,综合考虑实施例1为烧制最优方案;

[0120] 由实施例1、10~11以及对照例4的固废污染去除率对比可得,对照例4中不添加山梨酸,可见生态预制砖对固废污染河道的治理作用明显减弱,山梨酸与乙二醇联合使用产生协同作用,山梨酸具有较强的防腐作用,能够在可以延长生态预制砖寿命的同时,有效增加的对固废污染河道的治理作用;

[0121] 由实施例1、14~15以及对照例5的固废污染去除率对比可得,对照例5中不加入代森锰锌的步骤对河道固废污染去除率也有明显影响,原因在于,代森锰锌的加入能够有效促进相邻两块生态预制砖之间护坡绿植的生长,通过增加护坡绿植的数量进而改善该治理方法对于固态污染的吸附作用,从而达到更优的治理效果;综合上述各实施例与对照例的治理结果来看,实施例1为最优方案。

[0122]

组别	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	实施例 7	实施例 8
固废污染去除率	90.1	88.5	88.0	88.3	88.8	89.2	89.1	88.5
组别	实施例 9	实施例 10	实施例 11	实施例 12	实施例 13	实施例 14	实施例 15	对照例 1
固废污染去除率	88.3	89.1	88.7	89.4	88.4	89.7	90.1	85.8
组别	对照例 2	对照例 3	对照例 4	对照例 5				
固废污染去除率	76.4	77.6	76.1	77.3				

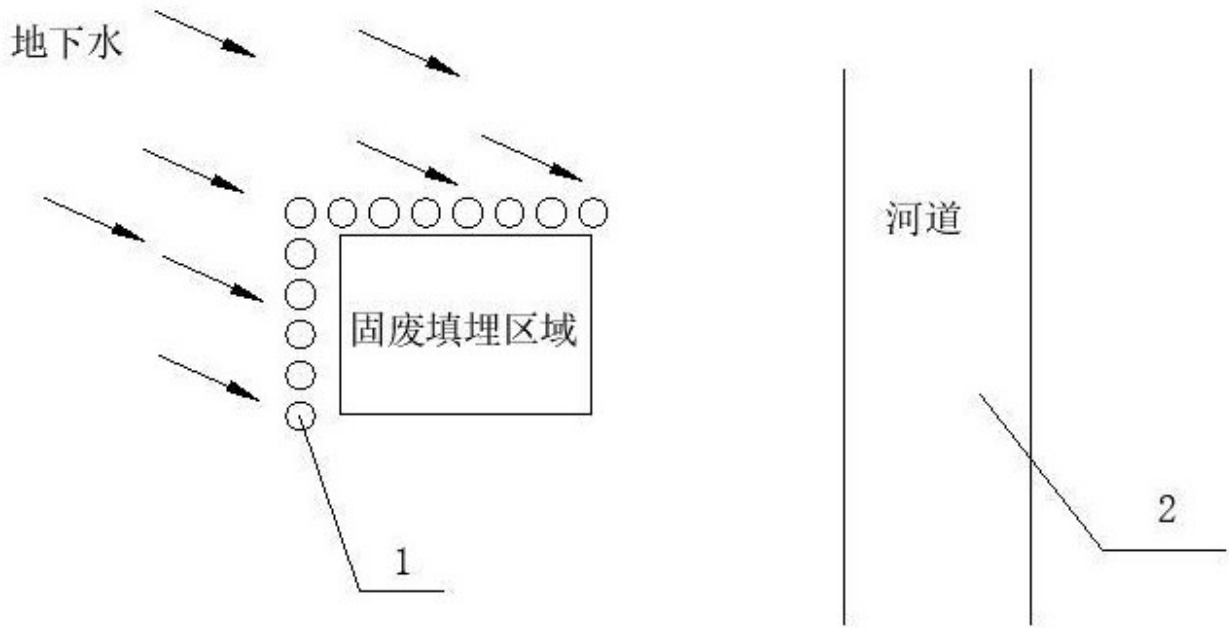


图1

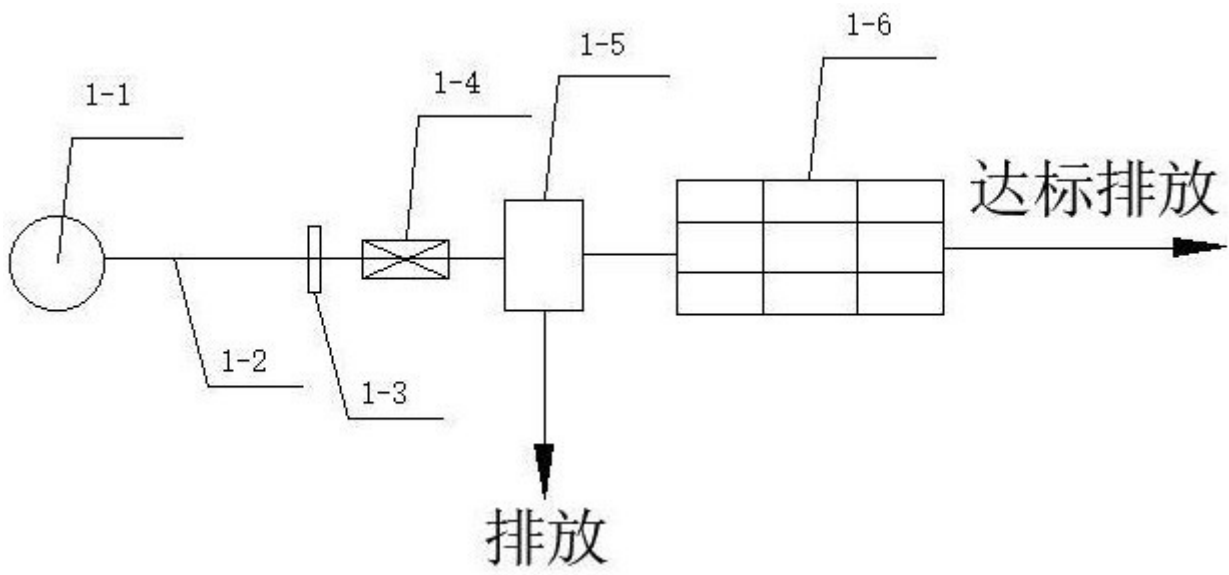


图2

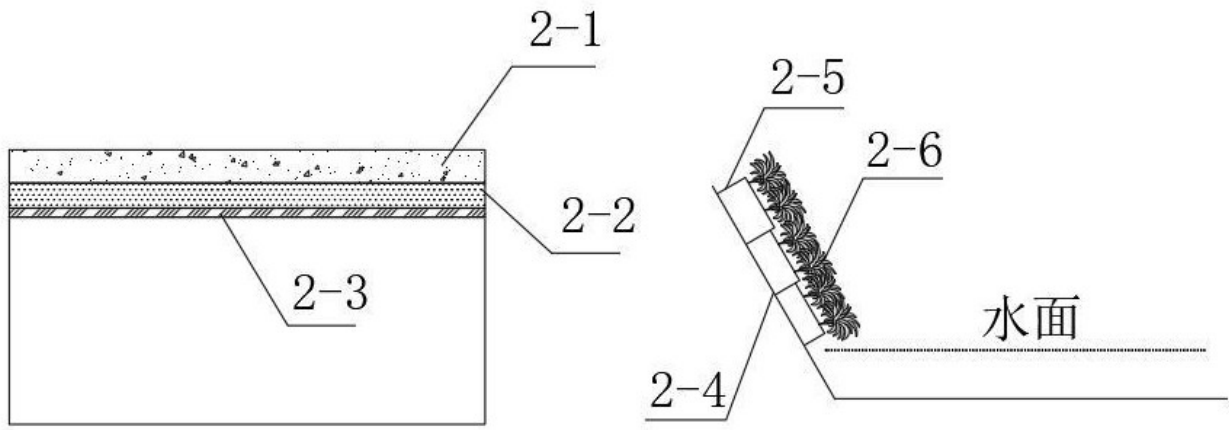


图3