



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115012454 A

(43) 申请公布日 2022.09.06

(21) 申请号 202210518417.1

(22) 申请日 2022.05.11

(71) 申请人 武汉轻工大学

地址 430000 湖北省武汉市汉口常青花园
学府南路68号

(72) 发明人 陆海军 马嘉瑜 臧濛 赵能浩
张静 汪为巍 李进 刘亚军

(74) 专利代理机构 深圳市世纪恒程知识产权代
理事务所 44287

专利代理师 吴士卿

(51) Int.Cl.

E02D 31/00 (2006.01)

E03F 1/00 (2006.01)

权利要求书2页 说明书11页 附图1页

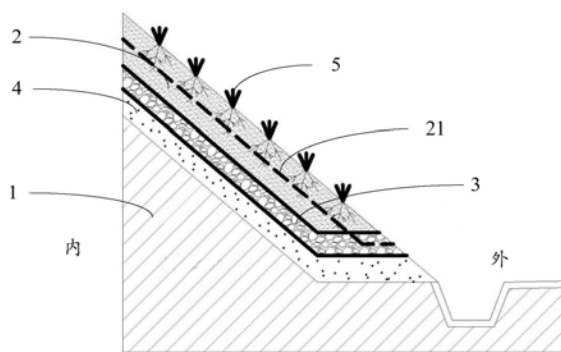
(54) 发明名称

固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开一种固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统及其制备方法,所述复合型固废基垃圾填埋场覆盖屏障系统包括从外至内依次叠加设置毛细阻滞层、渗流导排层和阻水闭气层;其中,所述毛细阻滞层的材质包括市政脱水污泥、工程余泥、钙基膨润土、建筑垃圾细骨料、草木灰;所述渗流导排层的材质包括建筑垃圾粗骨料;所述阻水闭气层的材质包括市政脱水污泥、工程余泥、建筑垃圾微粉、矿渣粉、脱硫石膏粉、粉煤灰、富氮污泥基活性炭和碱激发剂。本发明旨在研发一种固废基复合型填埋场覆盖屏障系统,解决现有覆盖屏障系统存在压实黏土干缩开裂、土工膜鼓胀或撕裂等工程问题。

100



1. 一种固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统, 设于垃圾堆体的外侧, 其特征在于, 所述固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统包括从外至内依次叠加设置的毛细阻滞层、渗流导排层和阻水闭气层;

其中, 所述毛细阻滞层的材质包括市政脱水污泥、建筑垃圾细骨料、工程余泥、钙基膨润土和草木灰;

所述渗流导排层的材质包括建筑垃圾粗骨料;

所述阻水闭气层的材质包括市政脱水污泥、工程余泥、建筑垃圾微粉、矿渣粉、脱硫石膏粉、粉煤灰、富氮污泥基活性炭和碱激发剂。

2. 如权利要求1所述的固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统, 其特征在于, 在所述毛细阻滞层中, 所述市政污泥的质量百分比为40~50%, 所述工程余泥的质量百分比为20~40%, 所述钙基膨润土5%~10%, 所述草木灰的质量百分比为0.3~0.5%, 所述建筑垃圾细骨料的质量百分比5%~10%。

3. 如权利要求1所述的固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统, 其特征在于, 在所述阻水闭气层中, 所述市政脱水污泥的质量百分比为25~30%, 所述工程余泥的质量百分比为25~30%, 所述建筑垃圾微粉的质量百分比为18~20%, 所述矿渣粉的质量百分比为10~15%, 所述脱硫石膏粉的质量百分比为1~2%, 所述粉煤灰的质量百分比为5~10%, 所述富氮污泥基活性炭的质量百分比为3~5%, 所述碱激发剂的质量百分比为0.3~0.5%。

4. 如权利要求3所述的固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统, 其特征在于, 在所述市政脱水污泥中, 所述市政脱水污泥的含水量不高于60%; 和/或,

在所述工程余泥中, 所述工程余泥的含水量不高于40%; 和/或,

所述碱激发剂包括桐树叶、杉木和樟树叶中至少一种的焚烧灰质。

5. 如权利要求1所述的固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统, 其特征在于, 所述建筑垃圾粗骨料颗粒的粒径为10~40mm。

6. 如权利要求1所述的固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统, 其特征在于, 所述毛细阻滞层和所述渗流导排层之间还设有第一隔绝材料; 和/或,

所述渗流导排层和所述阻水闭气层之间还设有第二隔绝材料; 和/或,

所述固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统还包括毛细土工织物层, 所述毛细土工织物层设有所述毛细阻滞层的中部, 将所述毛细阻滞层分隔成沿内外方向设置的第一毛细阻滞层和第二毛细阻滞层。

7. 如权利要求1所述的固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统, 其特征在于, 所述毛细阻滞层的厚度为50~80cm; 和/或,

所述渗流导排层的厚度为10~20cm; 和/或,

所述阻水闭气层的厚度为30~50cm。

8. 如权利要求1所述的固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统, 其特征在于, 所述毛细阻滞层的渗透系数为 $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-4}$ cm/s; 和/或,

所述渗流导排层的渗透系数为 $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$ cm/s; 和/或,

所述阻水闭气层的渗透系数为 $1 \times 10^{-8} \sim 1 \times 10^{-7}$ cm/s。

9. 如权利要求1所述的固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统, 其特征在于, 所述毛细阻滞层的相对压实密度不低于0.9; 和/或,

所述渗流导排层的相对压实密度不低于0.9;和/或,
所述阻水闭气层的相对压实密度不低于0.9。

10.一种固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统的制备方法,其特征在于,包括以下制备步骤:

将政脱水污泥、工程余泥、建筑垃圾微粉、矿渣粉、脱硫石膏粉、粉煤灰、富氮污泥基活性炭和碱激发剂混合均匀,铺设在垃圾堆体的上表面以形成阻水闭气层;

将建筑垃圾粗骨料铺设在所述阻水闭气层的上表面压实以形成渗流导排层;

将市政脱水污泥、建筑垃圾细骨料、工程余泥、钙基膨润土和草木灰混合均匀,铺设在所述渗流导排层的表面压实以形成毛细阻滞层;

在所述毛细阻滞层的上面种植绿植,获得固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统。

固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及垃圾处理技术领域,特别涉及垃圾填埋技术领域,具体涉及一种固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统及其制备方法。

背景技术

[0002]

[0003] 卫生填埋是长江中游大、中城市处置生活垃圾的主要手段。填埋场的安全运行是实现长江流域生态环境保护修复的重要保障。封场覆盖系统是填埋场生态屏障系统的重要组成部分,对阻止雨水入渗和填埋气体泄露发挥着至关重要的作用,其安全性是保障填埋场服役性能的关键因素。填埋场生态屏障系统破坏失效引发的环境灾害与安全问题已成为当前和今后最突出的问题之一。目前国内采用的垃圾填埋场封场覆盖层大都是单一的压实黏土层或者由压实黏土与土工膜组合成的复合覆盖层,存在干缩开裂、土工膜拉裂、整体滑动失稳等安全隐患,极易造成垃圾填埋场渗滤液泄露、有害气体溢出等污染事故。同时,传统的压实黏土覆盖层会消耗大量的土壤资源资源,对环境造成极大的破坏,同时资源调配也会增加运输成本。

发明内容

[0004] 本发明的主要目的是提出一种固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统及其制备方法,旨在解决现有垃圾填埋场覆盖屏障系统存在压实黏土干缩开裂、土工膜鼓胀或撕裂的工程问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明提出一种固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统,设于垃圾堆体的外侧,所述固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统包括从外至内依次叠加设置的毛细阻滞层、渗流导排层和阻水闭气层;

[0006] 其中,所述毛细阻滞层的材质包括市政脱水污泥、建筑垃圾细骨料、工程余泥、钙基膨润土和草木灰;

[0007] 所述渗流导排层的材质包括建筑垃圾粗骨料;

[0008] 所述阻水闭气层的材质包括市政脱水污泥、工程余泥、建筑垃圾微粉、矿渣粉、脱硫石膏粉、粉煤灰、富氮污泥基活性炭和碱激发剂。

[0009] 可选地,在所述毛细阻滞层中,所述市政污泥的质量百分比为40~50%,所述工程余泥的质量百分比为20~40%,所述钙基膨润土5%~10%,所述草木灰的质量百分比为0.3~0.5%,所述建筑垃圾细骨料的质量百分比5%~10%。

[0010] 可选地,在所述阻水闭气层中,所述市政脱水污泥的质量百分比为 25~30%,所述工程余泥的质量百分比为25~30%,所述建筑垃圾微粉的质量百分比为18~20%,所述矿渣粉的质量百分比为10~15%,所述脱硫石膏粉的质量百分比为5~10%,所述粉煤灰的质量百分比为5~10%,所述富氮污泥基活性炭的质量百分比为3~5%,所述碱激发剂的质量百分比为0.3~0.5%。

- [0011] 可选地,在所述市政脱水污泥中,所述市政脱水污泥的含水量不高于 60%;和/或,
- [0012] 在所述工程余泥中,所述工程余泥的含水量不高于40%;和/或,
- [0013] 所述碱激发剂包括桐树叶、杉木和樟树叶中至少一种的焚烧灰质。
- [0014] 可选地,所述建筑垃圾粗骨料颗粒的粒径为10~40mm。
- [0015] 可选地,所述毛细阻滞层和所述渗流导排层之间还设有第一隔绝材料;和/或,
- [0016] 所述渗流导排层和所述阻水闭气层之间还设有第二隔绝材料;和/或,
- [0017] 所述固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统还包括毛细土工织物层,所述毛细土工织物层设有所述毛细阻滞层的中部,将所述毛细阻滞层分隔成沿内外方向设置的第一毛细阻滞层和第二毛细阻滞层。
- [0018] 可选地,所述毛细阻滞层的厚度为50~80cm;和/或,
- [0019] 所述渗流导排层的厚度为10~20cm;和/或,
- [0020] 所述阻水闭气层的厚度为30~50cm。
- [0021] 可选地,所述毛细阻滞层的渗透系数为 $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-4}$ cm/s;和/或,
- [0022] 所述渗流导排层的渗透系数为 $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$ cm/s;和/或,
- [0023] 所述阻水闭气层的渗透系数为 $1 \times 10^{-8} \sim 1 \times 10^{-7}$ cm/s。
- [0024] 可选地,所述毛细阻滞层的相对压实密度不低于0.9;和/或,
- [0025] 所述渗流导排层的相对压实密度不低于0.9;和/或,
- [0026] 所述阻水闭气层的相对压实密度不低于0.9。
- [0027] 此外,本发明还提出了一种固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统的制备方法,包括以下制备步骤:
- [0028] 将政脱水污泥、工程余泥、建筑垃圾微粉、矿渣粉、脱硫石膏粉、粉煤灰、富氮污泥基活性炭和碱激发剂混合均匀,铺设在垃圾堆体的上表面以形成阻水闭气层;
- [0029] 将建筑垃圾粗骨料铺设在所述阻水闭气层的上表面压实以形成渗流导排层;
- [0030] 将市政脱水污泥、建筑垃圾细骨料、工程余泥、钙基膨润土和草木灰混合均匀,铺设在所述渗流导排层的表面压实以形成毛细阻滞层;
- [0031] 在所述毛细阻滞层的上面种植绿植,获得固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统。
- [0032] 本发明的技术方案中,固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统通过毛细阻滞层、渗流导排层和阻水闭气层三者之间的协同运作,达到屏障系统阻水与闭气的工程服役要求,实现了固体废弃物减量化、资源化的目的;其中,毛细阻滞层主要由市政脱水污泥、建筑垃圾细骨料、工程余泥、草木灰以及毛细土工织物层组成,其作用是发挥毛细阻水与植物生长的功能;渗流导排层主要由建筑垃圾粗骨料组成,其作用是发挥击穿毛细阻滞层雨水导排的功能;阻水闭气层由市政脱水污泥、矿渣粉、脱硫石膏粉、粉煤灰、建筑垃圾微粉、富氮污泥基活性炭组成,其作用是发挥阻止雨水入渗和填埋气体渗漏及原位降解气体的功能;与传统的压实黏土、HDPE土工膜的覆盖系统相比,该固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统具有低碳环保、取材方便、价格低廉等诸多优点。

附图说明

[0033] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图示出的结构获得其他的附图。

[0034] 图1为本发明提供的固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统一实施例的结构示意图;

[0035] 图2为本法提供的富氮污泥基活性炭的制备方法的一实施例的流程示意图。

[0036] 附图标号说明:

标号	名称	标号	名称
100	固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统	3	渗流导排层
1	垃圾堆体	4	阻水闭气层
2	毛细阻滞层	5	绿植层
21	毛细土工织物层		

[0037] [0038] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

具体实施方式

[0039] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市售购买获得的常规产品。另外,全文中出现的“和/或”的含义,包括三个并列的方案,以“A和/或B”为例,包括A方案、或B方案、或A和 B同时满足的方案。此外,各个实施例之间的技术方案可以相互结合,但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础,当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在,也不在本发明要求的保护范围之内。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0040] 卫生填埋是长江中游大、中城市处置生活垃圾的主要手段。填埋场的安全运行是实现长江流域生态环境保护修复的重要保障。封场覆盖系统是填埋场生态屏障系统的重要组成部分,对阻止雨水入渗和填埋气体泄露发挥着至关重要的作用,其安全性是保障填埋场服役性能的关键因素。填埋场生态屏障系统破坏失效引发的环境灾害与安全问题已成为当前和今后最突出的问题之一。目前国内采用的垃圾填埋场封场覆盖层大都是单一的压实黏土层或者由压实黏土与土工膜组合成的复合覆盖层,存在干缩开裂、土工膜拉裂、整体滑动失稳等安全隐患,极易造成垃圾填埋场渗滤液泄露、有害气体溢出等污染事故。同时,传统的压实黏土覆盖层会消耗大量的土壤资源资源,对环境造成极大的破坏,同时资源调配也会增加运输成本。

[0041] 鉴于此,本发明提供一种固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统,该固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统通过毛细阻滞层、渗流导排层和阻水闭气层三者之间的协同运

作,达到屏障系统阻水与闭气的工程服役要求,实现了固体废弃物减量化、资源化的目的;图1为本发明提供的所述固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统一实施例的结构示意图,以下将结合具体附图对所述固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统进行说明。

[0042] 请参阅图1,所述固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统100设于垃圾堆体1的外侧,包括从外至内依次叠加设置的毛细阻滞层2、渗流导排层3和阻水闭气层4;其中,所述毛细阻滞层2的材质包括市政脱水污泥、工程余泥、钙基膨润土、建筑垃圾细骨料和草木灰;所述渗流导排层3的材质包括建筑垃圾粗骨料;所述阻水闭气层4的材质包括市政脱水污泥、工程余泥、建筑垃圾微粉、矿渣粉、脱硫石膏粉、粉煤灰、富氮污泥基活性炭和碱激发剂。

[0043] 本发明的技术方案中,固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统100通过毛细阻滞层2、渗流导排层3和阻水闭气层4三者之间的协同运作,达到屏障系统阻水与闭气的工程服役要求,实现了固体废弃物减量化、资源化的目的;其中,毛细阻滞层2主要由市政脱水污泥、建筑垃圾细骨料、钙基膨润土、工程余泥、草木灰以及毛细土工织物层21组成,其作用是发挥毛细阻水与植物生长的功能;渗流导排层3主要由建筑垃圾粗骨料组成,其作用是发挥击穿毛细阻滞层2雨水导排的功能;阻水闭气层4由市政脱水污泥、工程余泥、矿渣粉、脱硫石膏粉、粉煤灰、建筑垃圾微粉、富氮污泥基活性炭组成,其作用是发挥阻止雨水和填埋气体渗漏及原位降解气体的功能;与传统的压实黏土、HDPE土工膜的覆盖系统相比,该固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统100具有低碳环保、取材方便、价格低廉等诸多优点。

[0044] 需要说明的是,固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统100的防渗功能原理为:在强降雨时,一部分的雨水一部分顺坡流走,流入地下暗沟进行回收利用,另外一部分雨水渗入到毛细阻滞层2中,当毛细阻滞层2中水分接近饱和时,在渗流导排层3中,由于粗细粒界面处的毛细阻断作用会先向坡脚运动,同时,埋藏在毛细阻滞层2中的纳米级的毛细土工织物层21会向外将水分向外析出。当水分穿过毛细阻滞层2进入渗流导排层3后,大部分水分会通过倒排层的颗粒孔隙向坡脚运动,由于本申请中阻水闭气层4的渗透系数低于 1×10^{-7} cm/s,所以基本上不会有水分穿透进入垃圾堆体1中;故,在本发明中,固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统100一方面是通过坡面顺流,处理一部分的雨水,另外一方面通过毛细阻滞层2储水,渗流导排层3倒流,阻水闭气层4阻挡联合作用,处理掉另外一部分的雨水,从而实现在湿润地区的防渗功能。

[0045] 需要说明的是,固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统100的闭气功能原理为:通过富氮污泥基活性炭实现闭气功能;由于在本发明的阻水闭气层4中添加了富氮污泥基活性炭,该材料具有孔隙率大,气体吸附能力强,微生物承载量多的优点,能够有效吸附垃圾堆体1中挥发出来的有害气体,并将其降解为无害气体;同时,由于毛细阻滞层2与渗流导排层3的覆盖作用,阻水闭气层4会保持有较高的含水量,实际上,阻水闭气层4中的富氮污泥基活性炭吸收垃圾堆中挥发出来的有害气体,将其降解成无害的气体,无害的气体会被毛细阻滞层2中的植物根系吸收或通过渗流导排层3排出垃圾堆体1,根据非饱和土力学原理,此时阻水闭气层4的透气系数极低,基本上不会有气体逸出,从而实现闭气功能。

[0046] 需要说明的是,在一些实施例中,草木灰包括稻壳灰、秸秆灰和杉木灰中的至少一种,具体地,在一实施例中,草木灰为稻壳灰,在另外一实施例中,草木灰为稻壳灰、秸秆灰和杉木灰三者的混合物。

[0047] 需要说明的是,在本实施例中,在毛细阻滞层2中添加钙基膨润土,其主要目的是

增加毛细阻滞层2的毛细作用,使其能够更好达到保水作用。

[0048] 请继续参阅图1,为了使得固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统100更加美观,固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统100的上表面种植有绿植层5,一方面绿植能够美化环境,另外一方面能够起到加强筋的作用,避免固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统100发生滑坡现象。

[0049] 请继续参阅图1,所述固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统还包括毛细土工织物层21,所述毛细土工织物层21设于所述毛细阻滞层2的中部,将所述毛细阻滞层2分隔成沿内外方向设置的第一毛细阻滞层和第二毛细阻滞层,在本实施例中,毛细土工织物层21一方面起到了加筋的作用,增加力学强度提高抗冲刷能力,防止滑动破坏;另一方面其本身的结构设计利用了毛细力、虹吸力、表面张力、重力等诸多物理原理,具有不易堵塞、主动排水、高渗透性、抗老化的特点,可以在功能层水分饱和的情况下排出水分。

[0050] 进一步地,在本实施例中,毛细土工织物层21选择为纳米毛细土工织物,纳米毛细土工织物以纵横交叉、首位搭接的方式铺设中毛细阻滞层2的中部,且纳米毛细土工织物的纵横间距为50~100cm,搭接长度为20~40cm。

[0051] 更进一步地,在一实施例中,毛细阻滞层2与渗流导排层3之间的界面处可以形成较大的毛细阻滞效应,增大毛细阻滞层2的储水能力。

[0052] 请继续参阅图1,在本实施例中,毛细阻滞层2的厚度为50~80cm;渗流导排层3的厚度为10~20cm;阻水闭气层4的厚度为30~50cm。上述厚度范围内,不仅能够确保固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统100的结构稳定性,还能够在最大程度上实现固体废弃物减量化、资源化的目标。需要说明的是,毛细阻滞层2的厚度低于50cm,则会导致储水能力不足,毛细阻滞层2的厚度高于80cm,一方面会导致其析水能力不足,另外一方面毛细阻滞层2的厚度过厚会导致其稳定性不足,在雨水天气容易产生滑坡现象;阻水闭气层4的厚度低于30cm,则会导致填埋的垃圾产生的有害气体渗出,阻水闭气层4的厚度高于50cm,则会导致其结构不稳定,在雨水天气容易产生滑坡现象。

[0053] 此外,毛细阻滞层2的渗透系数为 $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-4}$ cm/s;阻水闭气层4的渗透系数为 $1 \times 10^{-8} \sim 1 \times 10^{-7}$ cm/s;渗流导排层3的渗透系数为 $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$ cm/s;需要说明的是,在本实施例中,由于阻水闭气层4的渗透系数低于 1×10^{-7} cm/s,所以基本上毛细阻滞层2和渗流导排层3中不会有水分穿透进入垃圾堆体1中,浸泡垃圾堆体1,使得垃圾堆体1发酵,产生有害气体,污染环境。

[0054] 在本实施例中,为了保证固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统100的结构稳定性,确保其在雨水天气不会产生滑坡的危险,毛细阻滞层2的相对压实密度不低于0.9;同时,渗流导排层3的相对压实密度不低于0.9;且阻水闭气层4的相对压实密度不低于0.9。

[0055] 请继续参阅图1,在毛细阻滞层2中,市政污泥、工程余泥、钙基膨润土、草木灰和建筑垃圾细骨料的含量也会对毛细阻滞吸收和储存水分造成影响,具体地,在本实施例中,市政污泥的质量百分比为40~50%,工程余泥的质量百分比为20~50%,草木灰的质量百分比为0.5~1%,建筑垃圾细骨料的质量百分比不高于10%,经过发明人反复研究实验得出,将市政污泥、工程余泥、钙基膨润土、建筑垃圾细骨料和草木灰按照上述混合后,使得毛细阻滞层2具有良好的储水能力,并能为上层植物的生长提供足够的营养物质。当雨水天气时,一部分的雨水通过毛细阻滞层2流入地下,另外一部分雨水被毛细阻滞层2吸收,储存在

毛细阻滞层2中,当干旱天气时,通过绿植的蒸腾作用和毛细阻滞层2上表面的土颗粒表面的蒸发作用将水分释放出去。

[0056] 此外,在阻水闭气层4中,各个组分的含量也会对阻水闭气层4的功能造成影响,具体地,在本实施例中,所述市政脱水污泥的质量百分比为25~30%,所述工程余泥的质量百分比为25~30%,所述建筑垃圾微粉的质量百分比为18~20%,所述矿渣粉的质量百分比为10~15%,所述脱硫石膏粉的质量百分比为1~2%,所述粉煤灰的质量百分比为5~10%,所述富氮污泥基活性炭的质量百分比为3~5%,所述碱激发剂的质量百分比为0.3~0.5%。经过发明人反复研究实验得出,将市政脱水污泥、矿渣粉、脱硫石膏粉、粉煤灰、建筑垃圾微粉、富氮污泥基活性炭按照上述混合后,阻水闭气层4不仅能够发挥阻止雨水的功能,还能够放置填埋的垃圾产生的气体渗漏,同时还能够降解填埋的垃圾产生的气体;其中,富氮污泥基活性炭具有孔隙率大,气体吸附能力强,微生物承载量多的优点,能够有效吸附垃圾堆体1中挥发出来的有害气体,并将其降解为无害气体;在碱激发剂形成的碱性条件下,矿渣、粉煤灰、脱硫石膏可以发生反应,形成强度较高的钙矾石,增加阻水闭气层4的抗渗性、耐腐蚀性、粘聚性。矿渣粉能够提高阻水闭气层4的强度、耐久性和抗腐蚀性;脱硫石膏能够吸收填埋垃圾中产生的二氧化硫等有害气体,避免其渗漏到外界对环境造成污染;粉煤灰能够改善阻水闭气层4的流动相、粘聚性和保水性。

[0057] 需要说明的是,在本实施例中,碱激发剂选择为桐树叶、杉木和樟树叶三者焚烧所得的灰质。

[0058] 进一步地,在市政脱水污泥中,市政脱水污泥的含水量不高于60%;需要说明的是,市政脱水污泥的含水量如果超过60%,则会导致制备的阻水闭气层4的结构不稳定,干缩变形大。

[0059] 更进一步地,为了保证阻水闭气层4的结构稳定性,在工程余泥中,工程余泥的含水量不高于40%。

[0060] 请继续参阅图1,在本实施例中,渗流导排层3主要是由建筑垃圾粗骨料组成,且建筑垃圾粗骨料颗粒的粒径为10~40mm。建筑垃圾粗骨料的主要作用是发挥击穿毛细阻滞层2雨水导排的功能,具体地,实际上,建筑垃圾粗骨颗粒的粒径可以是10mm,可以是20mm,可以是30mm还可以是40mm。建筑垃圾粗骨料不仅能够起到导排作用,避免雨水进入垃圾堆体1内,浸泡垃圾,产生更多的垃圾渗沥液,避免垃圾堆体发生滑坡灾害事故。

[0061] 需要说明的是,在具体施工时,先设置阻水闭气层4,再在阻水闭气层4上设置渗流导排层3,再在渗流导排层3上设置毛细阻滞层2,因此为了避免施工过程中,渗流导排层3内的建筑垃圾粗骨料进入阻水闭气层4中,渗流导排层3和阻水闭气层4之间还设有第一隔绝材料,从而确保施工质量,同时,第一隔绝材料还能够保护阻水闭气层4,避免其在施工的过程中被压坏;同时,为了避免毛细阻滞层2内的材质进入渗流导排层3,阻塞渗流导排层3,毛细阻滞层2和渗流导排层3之间还设有第二隔绝材料,从而确保施工质量;如此一来,既可以保证各层之间的压实度符合施工要求,又可以保护各层避免施工破坏。

[0062] 需要说明的是,第一隔绝材料和第二隔绝材料的具体材质不做限定,具体情况可以根据实际施工需求进行选择;具体地,在本实施例中,第一隔绝材料和第二隔绝材料均选择为透水透气的排水土工布。

[0063] 本发明还提供了一种固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统100的制备方法,包

括以下制备步骤:

[0064] 步骤S100、将政脱水污泥、工程余泥、建筑垃圾微粉、矿渣粉、脱硫石膏粉、粉煤灰、富氮污泥基活性炭和碱激发剂混合均匀,铺设在垃圾堆体的上表面以形成阻水闭气层4;

[0065] 步骤S200、将建筑垃圾粗骨料铺设在所述阻水闭气层4的上表面压实以形成渗流导排层3;

[0066] 步骤S300、将市政脱水污泥、建筑垃圾细骨料、工程余泥、钙基膨润土和草木灰混合均匀,铺设在所述渗流导排层3的表面压实以形成毛细阻滞层2;

[0067] 步骤S400、在所述毛细阻滞层2的上面种植绿植,获得固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统。

[0068] 具体地,在实际应用过程中,固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统100 可以通过以下方法进行建造:

[0069] (1) 建筑垃圾处理

[0070] 将建筑垃圾进行粉碎,提出杂质,然后分别筛选出三种不同粒径范围的材料备用,其中粒径10~40mm的为建筑垃圾粗骨料,粒径0.16~4.75mm的为建筑垃圾细骨料,粒径小于0.16mm的为建筑垃圾微粉。

[0071] (2) 富氮污泥基活性炭制备

[0072] 将污泥在105℃干燥后,破碎过筛(筛网孔径为2mm),向其中添加 $ZnCl_2$ 浸渍,浸渍比为1:1, $ZnCl_2$ 浓度为50%,浸渍24h后,先在400℃下活化,然后在380~420℃下炭化,经过水洗、105℃干燥,制成污泥碳;将尿素或者酰胺等含氮量高的有机物与污泥碳以1:30的比例混合均匀,在400~500℃下干馏1h,制成富氮污泥基活性炭。

[0073] (3) 阻水闭气层4建设

[0074] 按照市政脱水污泥25~30%、工程余泥25~30%、建筑垃圾微粉18~20%、矿渣粉10~15%、脱硫石膏粉1~2%、粉煤灰5~10%、碱激发0.3~0.5%、富氮污泥基活性炭3~5%组合备料,碱激发剂选用桐树叶、杉木和樟树叶三者焚烧所得的灰质,先将除市政污泥之外的干料搅拌均匀,再将碱激发剂混入市政污泥搅拌均匀,最后将污泥与混合干料搅拌均匀备用;将上述改性后的污泥均匀摊铺在需要封场的垃圾堆体1表面,分层压实养护。

[0075] 需要注意的是,在施工过程中,要保证最终制备的阻水闭气层4的含水率位于15~30%之间,相对压实密度不低于0.9,摊铺厚度30~50cm,渗透系数不低于 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$,搅拌好的改性污泥应该及时摊铺,时间不宜超过5h,夏季养护期间应在改性污泥表面增加临时覆盖层,甚至喷淋水雾,防止表层水分蒸发过快,形成干缩裂缝;选用的市政污泥含水量不得高于60%。

[0076] (4) 渗流导排层3建设

[0077] 在阻水闭气层4建设养护完成后,先在其上方铺设一层透水透气的排水土工布,再将粒径为4.75~40mm的建筑垃圾粗骨料铺设在土工布上,分层压实。

[0078] 作为本实施例的一个优选实施例,阻水闭气层4内建筑垃圾粗骨料的粒径优选为10~40mm。

[0079] 需要注意的是,在施工过程中,要保证最终制备的渗流导排层3的相对压实密度不低于0.9,摊铺厚度10~20cm,渗透系数不低于 $1 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 。

[0080] (5) 毛细阻滞层2建设

[0081] 在渗流导排层3建设完成后,先在其上方铺设一层透水透气的排水土工布,按照市政污泥40~50%、钙基膨润土5~10%、工程余泥20~40%、草木灰 0.3~0.5%、建筑垃圾细骨料5~10%直接搅拌均匀后焖料1~2h。将上述改性污泥分层摊铺在土工布上方,分层压实养护,并在中间铺设纳米毛细土工织物层21。

[0082] 需要注意的是,在施工的过程中,要保证最终制备的毛细阻滞层2的含水量低于30%,相对压实密度不低于0.9,摊铺厚度50~80cm,渗透系数 $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-4}$ cm/s,夏季养护期间应在改性污泥表面增加临时覆盖层,甚至喷淋水雾,防止表层水分蒸发过快,形成干缩裂缝;选用的市政污泥含水量不得高于60%,工程余泥含水量不得高于40%。

[0083] (6) 表层植被种植

[0084] 待毛细阻滞层2建设完毕后,在其生长层表面种植草本植物与浅根系灌木,植物品种应尽量选择当地使用较多的护坡植物品种。注意栽种季节,应避免严寒天气移植并保证成活率。

[0085] (7) 倒排沟设置

[0086] 沿垃圾体覆盖层层外坡面从上到下每隔20~50m需要布置导排沟,坡脚处也布置一条导排沟。排水沟间距与尺寸可根据当地雨季最大降雨量而定。

[0087] 此外,本发明还提供了一种富氮污泥基活性炭的制备方法,请参阅图2,富氮污泥基活性炭的制备方法包括以下制备步骤:

[0088] 步骤S10、向污泥粉末中加入氯化锌,活化处理后碳化处理,研磨水洗,获得污泥碳;

[0089] 在进行步骤S10时,可以通过以下步骤进行:收集污泥,将污泥进行干燥处理,然后研磨污泥,用2~3mm的筛网进行过筛处理,获得污泥粉碎物,向污泥粉碎物中加入氯化锌,再在100~110℃下活化,然后在380~420℃的条件下炭化处理,再次研磨水洗获得污泥碳。

[0090] 步骤S20、向所述污泥碳中加入含氮有机物,搅拌均匀后,400~500℃的条件下蒸馏0.9~1.2h,获得富氮污泥基活性炭。

[0091] 在进行步骤S20时,可以通过以下步骤进行:以含氮有机物与污泥碳的体积比为1:(25~30)的比例,向污泥碳中加入含氮有机物,搅拌均匀,再在400~500℃的条件下,蒸馏0.9~1.2h,获得富氮污泥基活性炭。

[0092] 进一步度,在本实施例中,含氮有机物可以是尿素,可以是酰胺,还可以是尿素和酰胺的混合物。

[0093] 以下结合具体实施例和附图对本发明的技术方案作进一步详细说明,应当理解,以下实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0094] 实施例1

[0095] 固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统包括从外至内依次叠加毛细阻滞层、渗流导排层和阻水闭气层;毛细阻滞层的厚度为60cm,渗流导排层的厚度20cm,阻水闭气层的厚度为30cm;其中,毛细阻滞层的选用材料配比:市政污泥45%、工程余泥40%、钙基膨润土5%、草木灰0.5%、建筑垃圾细骨料9.5%;渗流导排层的选用材料:建筑垃圾粗骨料100%,建筑垃圾粗骨料的粒径为20mm;阻水闭气层的选用材料配比:按照市政污泥25%、工程余泥25%、建筑垃圾微粉20%、矿渣微粉15%、粉煤灰8%、脱硫石膏粉2%、碱激发剂0.5%、富氮污泥基活性炭4.5%,碱激发剂选用桐树叶、杉木和樟树叶三者焚烧所得的灰质。

[0096] 实施例2

[0097] 固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统包括从外至内依次叠加设置在垃圾堆体上的毛细阻滞层、渗流导排层和阻水闭气层；毛细阻滞层的厚度为60cm，渗流导排层的厚度为20cm，阻水闭气层的厚度为20cm；其中，毛细阻滞层的选用材料配比：市政污泥45%、钙基膨润土5%、工程余泥40%、草木灰0.5%、建筑垃圾细骨料9.5%；渗流导排层的选用材料：建筑垃圾粗骨料100%，建筑垃圾粗骨料的粒径为20mm；阻水闭气层的选用材料配比：市政污泥25%、工程余泥25%、建筑垃圾微粉20%、矿渣微粉15%、粉煤灰8%、脱硫石膏粉2%、碱激发剂0.5%、富氮污泥基活性炭4.5%，碱激发剂选用桐树叶、杉木和樟树叶三者焚烧所得的灰质。

[0098] 实施例3

[0099] 固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统包括从外至内依次叠加设置在垃圾堆体上的毛细阻滞层、渗流导排层和阻水闭气层；毛细阻滞层的厚度为60cm，渗流导排层的厚度为20cm，阻水闭气层的厚度为50cm；其中，毛细阻滞层的选用材料配比：市政污泥45%、钙基膨润土5%、工程余泥40%、草木灰0.5%、建筑垃圾细骨料9.5%；渗流导排层的选用材料：建筑垃圾粗骨料100%，建筑垃圾粗骨料的粒径为20mm；阻水闭气层的选用材料配比：市政污泥30%、工程余泥30%、建筑垃圾微粉20%、矿渣微粉9%、粉煤灰4%、脱硫石膏2%、碱激发剂0.5%、富氮污泥基活性炭4.5%，碱激发剂选用桐树叶、杉木和樟树叶三者焚烧所得的灰质。

[0100] 实施例4

[0101] 固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统包括从外至内依次叠加设置在垃圾堆体上的毛细阻滞层、渗流导排层和阻水闭气层；毛细阻滞层的厚度为60cm，渗流导排层的厚度为20cm，阻水闭气层的厚度为50cm；其中，毛细阻滞层的选用材料配比：市政污泥45%、钙基膨润土5%、工程余泥40%、草木灰0.5%、建筑垃圾细骨料9.5%；渗流导排层的选用材料：建筑垃圾粗骨料100%，建筑垃圾粗骨料的粒径为20mm；阻水闭气层的选用材料配比：市政污泥30%、工程余泥30%、建筑垃圾微粉20%、矿渣微粉8%、粉煤灰7.5%、脱硫石膏2%、碱激发剂0.5%、富氮污泥基活性炭2%，碱激发剂选用桐树叶、杉木和樟树叶三者焚烧所得的灰质。

[0102] 对比例

[0103] 选用传统的粘土封场覆盖系统，传统的粘土封场覆盖系统自上而下包括植被营养层、导排层和压实粘土防渗层；其中，植被营养层的厚度为60cm，导排层的厚度为20cm，压实粘土防渗层的厚度为30cm；植被营养层的材料配备：营养土100%；导排层的材料配备卵石100%；压实粘土防渗层的材料配比：压实粘土100%。

[0104] 性能测试

[0105] 取本发明实施例1至4提供的固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统和对比例提供的传统的粘土封场覆盖系统进行实地模拟测试，表1为本发明提供的实施例1至4提供的固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统性能测试结果，表2为对比例提供的传统的粘土封场覆盖系统性能测试结果。

[0106] 表1实施例1至4性能测试结果

功能层	性能指标		测试结果			
			实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4
[0107] 毛细阻滞层	饱和渗透压系数 (cm/s)		6.31×10^{-5}	7.02×10^{-5}	6.55×10^{-5}	6.48×10^{-5}
	Van Genuchten 土水特征参数	α	0.027	0.026	0.027	0.027
		β	1.264	1.263	1.264	1.264
		γ	0.209	0.208	0.208	0.209
	粘聚力 (KPa)		415.37	409.367	418.697	414.681
	内摩擦角 ($^{\circ}$)		39.49	40.01	39.01	38.99
[0108] 渗流导排层	初始孔隙率 ($^{\circ}$)		0.48	0.48	0.48	0.48
阻水闭气层	饱和渗透系数(cm/s)		1.06×10^{-8}	1.12×10^{-8}	8.06×10^{-8}	1.03×10^{-7}
	气体扩散系数(m ² /s)		5.63×10^{-15}	4.98×10^{-15}	5.94×10^{-15}	5.78×10^{-15}
	5 天 VOCs 降解率(%)		43.78	63.81	61.29	50.64
	7 天抗压强度(MPa)		7.55	7.58	4.61	4.89

[0109] 表2对比例性能测试结果

功能层	性能指标	对比例	
[0110] 植被营养层	饱和渗透压系数 (cm/s)	6.31×10^{-5}	
	Van Genuchten 土水特征参数	α	0.024
		β	1.235
		γ	0.198
	粘聚力 (KPa)	35.19	
内摩擦角 ($^{\circ}$)	21.88		
导排层	初始孔隙率 ($^{\circ}$)	0.52	
压实粘土防渗层	饱和渗透系数(cm/s)	7.14×10^{-6}	
	气体扩散系数(m ² /s)	7.88×10^{-10}	
	5 天 VOCs 降解率(%)	13.56	
	7 天抗压强度(MPa)	0.86	

[0111] 由表1和表2可知,本发明实施例1至4提供的固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统防水、闭气、降污能力均优于对比例提供的传统的粘土封场覆盖系统,本发明提供的固废基复合型垃圾填埋场覆盖屏障系统相较于传统的粘土封场覆盖系统其闭气性能均有大幅度的提升,闭气性能提升一个数量以上,防水性能提高一倍以上。

[0112] 以上仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何

修改、等同替换、改进等,均应包括在本发明的专利保护范围内。

100

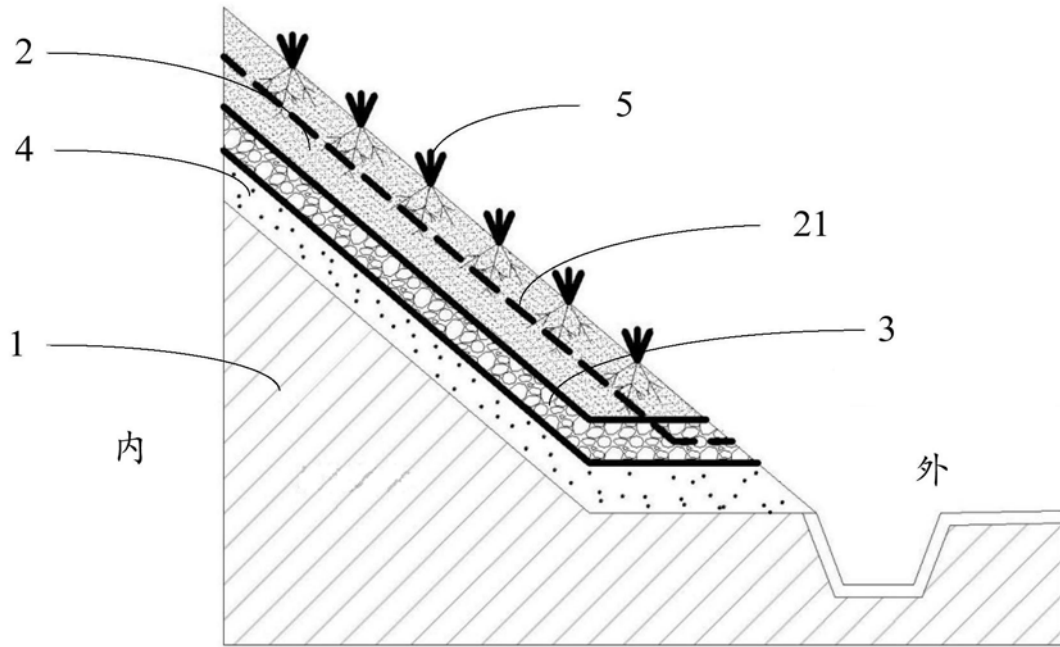


图1

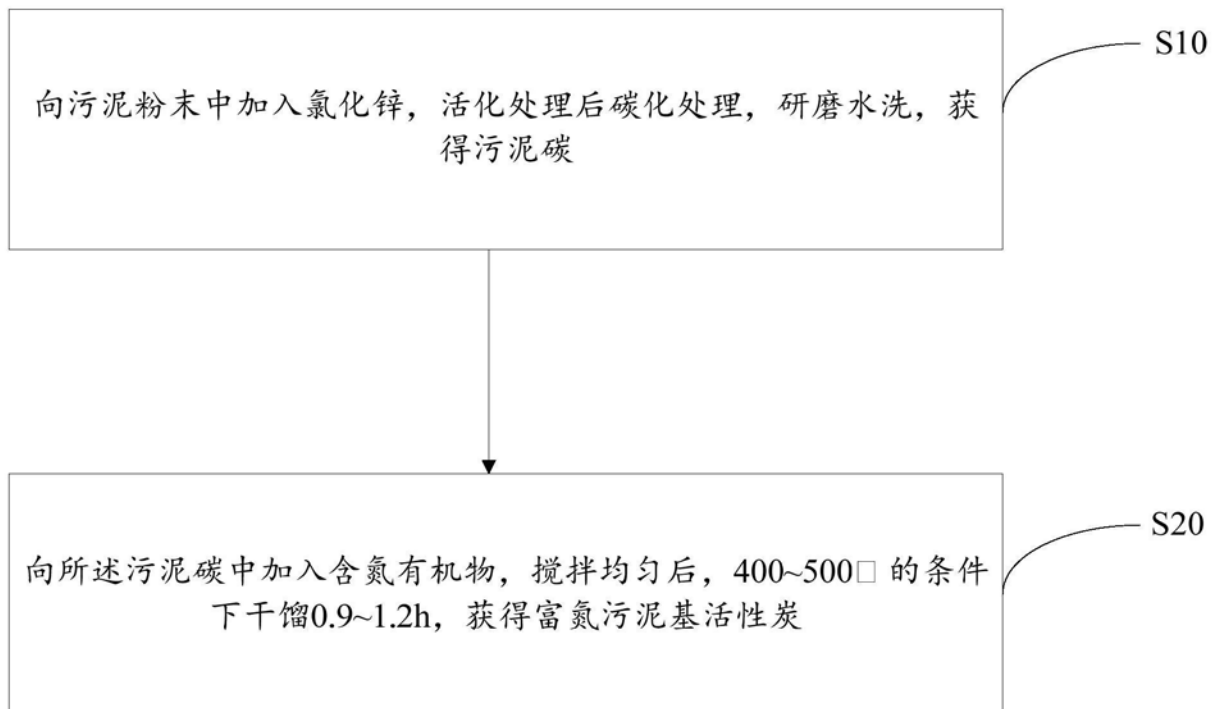


图2