



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112593579 A

(43) 申请公布日 2021.04.02

(21) 申请号 202011485387.6 *C02F 1/28* (2006.01)

(22) 申请日 2020.12.16 *A01G 20/00* (2018.01)

(71) 申请人 中国科学院地球化学研究所 *A01G 24/46* (2018.01)
 地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号 *A01G 24/12* (2018.01)
A01G 24/10 (2018.01)

(72) 发明人 彭韬 包海梅 冯伟 罗林 戴德求

(74) 专利代理机构 北京联创佳为专利事务所 (普通合伙) 11362
 代理人 韩炜

(51) Int. Cl.
E02D 31/00 (2006.01)
E03F 5/10 (2006.01)
E03F 5/14 (2006.01)
C02F 3/32 (2006.01)

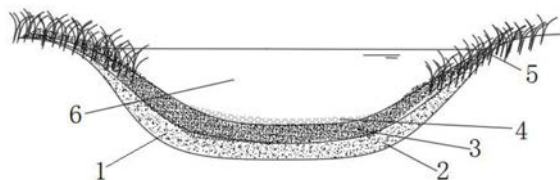
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑及其施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑及其施工方法。本发明喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑包括土坑和铺设于土坑底部的黏土层,黏土层上设有掺泥黏土层,掺泥黏土层上设有净水层。本发明喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑的施工方法包括步骤:A、在土坑1上铺设黏土,进行注水搅拌压实平整,得到黏土层2;B、在黏土层2上铺设掺泥黏土,得到掺泥黏土层3;C、在掺泥黏土层3底部均匀撒下净水物,得到净水层4;D、在掺泥黏土层2的边坡出撒种草籽,即可。本发明具有防渗透效果好,能够起到污水处理和边坡护理的优点。



1. 一种喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑,包括土坑(1),其特征在于:包括铺设于土坑(1)底部的黏土层(2),黏土层(2)上设有掺泥黏土层(3),掺泥黏土层(3)上设有净水层(4)。

2. 根据权利要求1所述的喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑,其特征在于:所述掺泥黏土层(3)的边坡上设有草籽。

3. 根据权利要求1所述的喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑,其特征在于:所述黏土层(2)的厚度为500-1000mm;所述掺泥黏土层(3)的厚度为500-1000mm;所述净水层(4)的厚度为3-20mm。

4. 根据权利要求1所述的喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑,其特征在于:所述净水层(4)的净水材料是质量比为(25-35):(50-60)的硫酸铝和石粉混合后制成的颗粒,粒径为2-3mm。

5. 根据权利要求1所述的喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑,其特征在于:所述掺泥黏土层(3)的材料是质量比为(5-15):(85-95)的黏土和底泥混合物。

6. 根据权利要求5所述的喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑,其特征在于:所述掺泥黏土层(3)的材料中粉粒占比为70-80%,砂粒占比为10-20%,粒径 $\leq 0.04\text{mm}$ 。

7. 一种如权利要求1-6任一项所述的喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑的施工方法包括如下步骤:

- A、在土坑(1)上铺设黏土,进行注水搅拌压实平整,得到黏土层(2);
- B、在黏土层(2)上铺设掺泥黏土,得到掺泥黏土层(3);
- C、在掺泥黏土层(3)底部均匀撒下净水物,得到净水层(4);
- D、在掺泥黏土层(2)的边坡出撒种草籽,即可。

一种喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及防渗构造技术领域,特别是一种喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑及其施工方法。

背景技术

[0002] 在喀斯特地区,由于地下溶岩裂隙发育较严重,不经处理的农村生活污水会经裂隙渗入地下水或渗流进入地表河流中,造成河流或地下水污染,对当地居民乃至下游居民的饮用水水质造成恶化。未防止此类事情发生,在喀斯特地区会建设很多的防渗结构。

[0003] 传统的防渗封堵技术如混凝土防渗墙及劈裂帷幕灌浆等施工深度小、地层适应性差;有的需采用大型或重型设备,价格昂贵,且存在难以进入渗漏位置问题。这些技术往往不能准确找到渗漏源,封堵效果不佳。另外,这些技术多对环境造成不良影响。

[0004] 因此,寻找一种有效、经济且对环境友好的防渗方法成为喀斯特地区生活污水处理领域研究的热点之一。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于,提供一种喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑及其施工方法。本发明具有防渗透效果好,能够起到污水处理和边坡护理的优点。

[0006] 本发明的技术方案:一种喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑,包括土坑和铺设于土坑底部的黏土层,黏土层上设有掺泥黏土层,掺泥黏土层上设有净水层。

[0007] 前述的喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑中,所述掺泥黏土层的边坡上设有草籽。

[0008] 前述的喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑中,所述黏土层的厚度为500-1000mm;所述掺泥黏土层的厚度为500-1000mm;所述净水层的厚度为3-20mm。

[0009] 前述的喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑中,所述净水层的净水材料是质量比为(25-35):(50-60)的硫酸铝和石粉混合后制成的颗粒,粒径为2-3mm。

[0010] 前述的喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑中,所述净水层的净水材料是质量比为6:11的硫酸铝和石粉混合后制成的颗粒,粒径为2-3mm。

[0011] 前述的喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑中,所述掺泥黏土层的材料是质量质量比为(5-15):(85-95)的黏土和底泥混合物。

[0012] 前述的喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑中,所述掺泥黏土层4的材料中粉粒占比为70-80%,细砂粒占比为10-20%,粒径 $\leq 0.04\text{mm}$ 。

[0013] 前述的喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑中,所述掺泥黏土层4的材料中粉粒占比为75%,细砂粒占比为15%,粒径 $\leq 0.04\text{mm}$ 。

[0014] 一种喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑的施工方法包括如下步骤:

[0015] A、在土坑上铺设黏土,进行注水搅拌压实平整,得到黏土层;

[0016] B、在黏土层上铺设掺泥黏土,得到掺泥黏土层;

[0017] C、在掺泥黏土层底部均匀撒下净水物,得到净水层;

[0018] D、在掺泥黏土层的边坡出撒种草籽,即可。

[0019] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0020] 本发明利用底泥与黏土充分混合,降低土壤饱和导水率达到防渗的效果,农田底泥中丰富的微生物资源,在营养物质的激发下,生成大量细胞外分泌物,最终达到封堵效果,同时与硫酸铝和石粉结合形成钝化区,不但吸附水体营养盐,还在沉积物表面形成钝化层,显著减少了营养盐内源释放量而且钝化区沉积物-水界面为富氧状态,减少了内源营养盐释放量。随着钝化区水质逐渐变好,逐渐恢复的沉水植物还可减缓风浪,固定底泥,大大增强了水体自净作用,降低水体氨氮、磷的积累,因此钝化区水体营养盐含量明显低于对照区同时在沉积物表层形成钝化层,通过表面吸附、离子交换、物理阻隔等作用减少营养物质向上覆水体供给,从而达到控制水体富营养化的目的,最终形成净化水体防渗软坑。同时,本发明的防渗软坑的防渗效果可达到极微透水的等级。

附图说明

[0021] 图1是本发明的结构示意图。

[0022] 附图中的标记为:1-土坑,2-黏土层,3-掺泥黏土层,4-净水层,5-草,6-生活污水。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的说明,但并不作为对本发明限制的依据。

[0024] 实施例。一种喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑,构成如图1所示,包括土坑1和铺设于土坑1底部的黏土层2,黏土层2上设有掺泥黏土层3,掺泥黏土层3的凹坑上设有净水层4。土坑1是指喀斯特山地的天然土坑。

[0025] 所述掺泥黏土层3的边坡上设有草籽。草籽长成草后与周围环境融为一体,起到防止雨水冲刷达到边坡护理的效果。

[0026] 所述黏土层2的厚度为500-1000mm;所述掺泥黏土层3的厚度为500-1000mm;所述净水层4的厚度为3-20mm。此厚度设计在环刀取土测定其饱和导水率后,厚度为500mm为黏土层2、掺泥黏土层3防渗最低厚度。

[0027] 所述净水层4的净水材料是质量比为25-35:50-60的硫酸铝和石粉混合后制成的球形颗粒,粒径为2-3mm。根据实验,优选硫酸铝和石粉的质量比为6:11是对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和TP有较好的去除效果。

[0028] 所述掺泥黏土层3的材料是质量比为(5-15):(85-95)的黏土和底泥混合物。底泥指农田底泥。优选防渗效果好的黏土和底泥的质量比为1:9,即掺泥黏土中,黏土占10%,农田底泥占90%。如此规定是按照国际制土粒分级标准:黏粒的粒径为0.0001-0.002mm,分析测定防渗效果好的掺泥黏土后,粒径结果表明粒径 $<0.0027\text{mm}$ (黏粒)占比10%。

[0029] 所述掺泥黏土层3的材料中粉粒占比为70-80%,细砂粒占比为10-20%,粒径 $\leq 0.04\text{mm}$ 。按照国际制土粒分级标准:石砾:3-2;粗砂粒:0.2-2mm;细砂粒:0.02-0.2mm;粉粒:0.002-0.02mm;黏粒:0.0001-0.002mm。实际测得防渗效果好的掺泥黏土的粉粒占比75%,细砂粒占比15%,最小粒径0.003mm,最大粒径0.04mm,最大持水量为67.98%,毛管持水量

为64.61%，土壤容重为 $0.91\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，非毛管孔隙度为3.08%，毛管空隙为58.92%，总孔隙度为62.00%，土壤饱和导水率为 $3.64\times 10^{-6}\text{cm/s}$ 。

[0030] 一种喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑的施工方法，步骤如下：

[0031] A、在土坑1上铺设黏土，进行注水搅拌、分层压实、人机平整，得到黏土层2；将黏土与适量的水混合后形成泥团，在外力的作用下，泥团发生变形但不开裂，外力散去后，仍能保持原有形状不变，黏土结合非塑性原料而形成良好的可塑泥团并且有一定的干燥强度的能力；注水量的控制以注水到达黏土饱和状态为准；

[0032] B、在黏土层2上铺设掺泥黏土，得到掺泥黏土层3；

[0033] C、在掺泥黏土层3底部均匀撒下净水物，得到净水层4；

[0034] D、在掺泥黏土层2的边坡出撒种草籽，即可。

[0035] 本发明通过黏土层2对土坑1底部进行夯实，在黏土中掺入农田底泥充分混合，利用农田底泥中丰富的微生物资源，在营养物质的激发下，生成大量细胞外分泌物，降低土壤饱和导水率，最终达到封堵防渗效果，在掺泥黏土层3中上加入一定比例的硫酸铝和石粉组成净水层4，吸附水体营养盐的同时，在沉积物表面形成钝化层，且钝化区沉积物-水界面为富氧状态，减少了内源营养盐释放量，并为草籽的生长提供良好的生存环境，扎根四周进行边坡防护。

[0036] 实验例。本发明的研究过程中进行了大量实验，部分实验记录和分析如下：

[0037] 检验掺泥黏土的相关性能。土壤饱和导水率是土壤被水饱和时，单位水势梯度下、单位时间内通过单位面积的水量，它是土壤质地、容重、孔隙分布特征的函数，饱和导水率由于土壤质地、容重、孔隙分布以及有机质含量等的空间变量的影响其空间变异强烈，其中孔隙分布特征对土壤饱和导水率的影响最大。土壤饱和导水率是土壤重要的物理性质之一，它是计算土壤剖面中水的通量和设计灌溉、排水系统工程的一个重要土壤参数，也是水文模型中的重要参数，它的准确与否严重影响模型的精度。

[0038] 喀斯特山地掺泥黏土净化污水防渗软坑完成后，使用KSAT土壤饱和导水率测量仪对其进行掺泥黏土饱和导水率测试。

[0039] 测量原理：在室温条件下，用去汽水垂直作用于完全饱和掺泥黏土样品的横截面，测量流速和驱动水力梯度。掺泥黏土和导水率(KS)由体积水流量除以土壤横截面积和时间、掺泥黏土样品长度和沿水流方向的水头梯度计算得出。

[0040] 数据如下：

[0041] $K_s(\text{Soil}) = 3.64 \times 10^{-8} \text{m/s}$

[0042] 达到《水利水电工程地质勘察规范》附录：岩土体渗透性分级中的微透水等级，如下表1所示，说明本发明提出的掺泥黏土的防渗效果良好，达到了最高的极微透水等级。相应的防渗软坑的防渗效果也很好。

[0043] 表1

渗透性等级	标准	
	透水系数 K (cm/s)	透水率 q (Lu)
极微透水	$K < 10^{-6}$	$q < 0.1$
微透水	$10^{-6} \leq K < 10^{-5}$	$0.1 \leq q < 1$
弱透水	$10^{-5} \leq K < 10^{-4}$	$1 \leq q < 10$
中等透水	$10^{-4} \leq K < 10^{-2}$	$10 \leq q < 100$
强透水	$10^{-2} \leq K < 1$	$q \geq 100$
极强透水	$K \geq 1$	

[0045] 另外还对掺泥黏土的相关参数进行了测试。记录如下：

[0046] 土壤孔隙度测定：

[0047] 土壤孔隙度指标测定采用环刀法测定：首先将充满掺泥黏土的环刀揭去上盖后在有孔一侧垫上一层滤纸放入平底容器中，随后对容器中注入略低于环刀口的水分，使环刀充分吸水达12小时以上并立即称重：将称重后环刀有孔垫滤纸一侧放置于装满干燥石英砂托盘中2h并立即称重。

[0048] 原始数据：浸泡12小时后环刀与湿土重585.6g

[0049] 干砂上放置2小时后环刀与湿土重577.9g

[0050] 干砂上放置12小时后环刀与湿土重571.8g

[0051] 环刀与干土重430.5g

[0052] 环刀内干土重227.9g

[0053] $\text{最大持水量}(\%) = \frac{\text{浸泡12小时后环刀与湿土重} - \text{环刀与干土重}}{\text{环刀内干土重}} \times 100\% = 67.98\%$

[0054] $\text{毛管持水量}(\%) = \frac{\text{干砂上放置2小时后环刀与湿土重} - \text{环刀与干土重}}{\text{环刀内干土重}} \times 100\% = 64.61\%$

[0055] 掺泥黏土容重：

[0056] 对环刀所取掺泥黏土采用烘干法测定裂隙赋存土壤的容重，将充满掺泥黏土的环刀放入恒温箱，105℃至恒重。

[0057] 掺泥黏土容重 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) = 环刀内干土重/环刀体积 = $0.91 \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$

[0058] 非毛管孔隙度 (%) = (最大持水量 - 毛管持水量) × 掺泥黏土容重 = 3.08%
毛管空隙 (%) = 毛管持水量 × 掺泥黏土容重 = 58.93%

[0059] 总孔隙度 (%) = 非毛管空隙 + 毛管空隙 = 62.00%

[0060] 这说明掺泥黏土有很好的防渗效果，相应的掺泥黏土层也有很好的防渗效果。

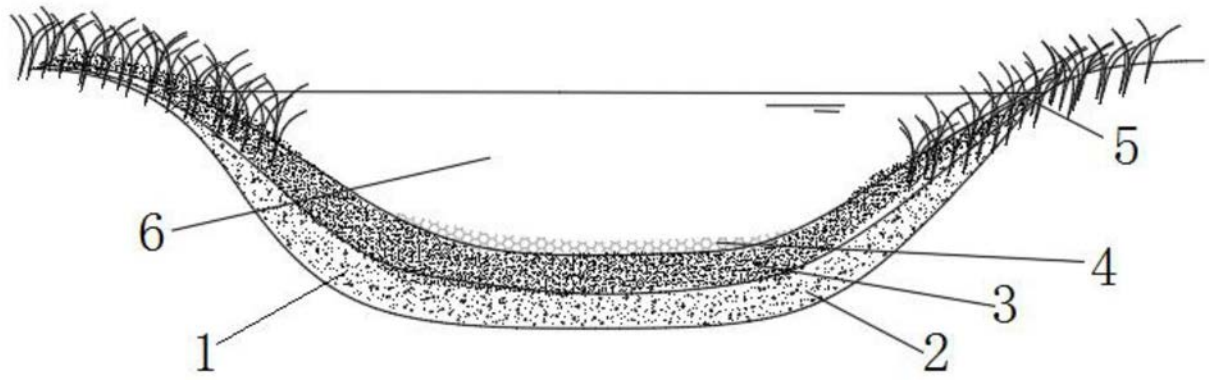


图1