



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115710923 A

(43) 申请公布日 2023. 02. 24

(21) 申请号 202211427434.0

(22) 申请日 2022.11.14

(71) 申请人 北京首创环境科技有限公司

地址 100028 北京市顺义区大孙各庄镇府
前东街9号-603

(72) 发明人 孙晓东 曹占强 葛亚军 宗宇坤
杨槟赫 杨旭 刘明达 张许
陆宇辰

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限
公司 11002
专利代理师 李正

(51) Int. Cl.

E02D 19/18 (2006.01)

E02D 31/00 (2006.01)

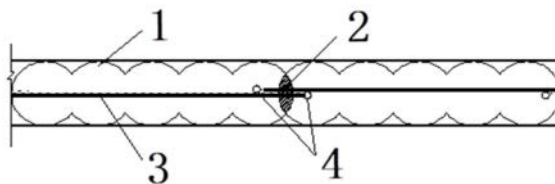
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

用于软土地区的复合阻隔墙及其施工方法

(57) 摘要

本发明提供一种用于软土地区的复合阻隔墙及其施工方法,该方法包括先在目标软土地区构筑水泥基墙体层;在水泥基墙体层终凝之前,采用振击设备将防水毯依次振击入水泥基墙体层内;在相邻的防水毯搭接部位灌注密封阻隔剂,并对露出所述水泥基墙体层的防水毯端进行固定,待所述水泥基墙体层养护完成后,即得复合阻隔墙。如此得到的复合阻隔墙,解决了现有水泥基墙体单一防渗性能差、变形开裂导致防渗性能失效等实际工程问题,提高了墙体整体防渗性能。而且,先构筑墙体层,再内置防水毯,振击阻力更小,且能够利用水泥的挤压作用快速将防水毯位置固定,因此施工更便捷,人力、物力及时间成本均降低。



1. 一种用于软土地地区的复合阻隔墙施工方法,其特征在于,包括如下步骤:
先在目标软土地地区构筑水泥基墙体层;
在水泥基墙体层初凝与终凝之间,采用振击设备将防水毯依次振击入水泥基墙体层内;
在相邻的防水毯搭接部位灌注密封阻隔剂,并对露出所述水泥基墙体层的防水毯端进行固定,待所述水泥基墙体层养护完成后,即得复合阻隔墙。
2. 根据权利要求1所述的用于软土地地区的复合阻隔墙施工方法,其特征在于,所述水泥基墙体层通过五轴搅拌桩工艺施工成墙,所述五轴搅拌桩工艺的搅拌下沉速度为0.5-1.5m/min,为提升速度1.0-1.5m/min,注浆压力不高于1.5MPa。
3. 根据权利要求1所述的用于软土地地区的复合阻隔墙施工方法,其特征在于,所述水泥基墙体层的材料包括水泥、膨润土、减水剂、硫酸钠和石膏,水灰比为0.6-0.8;
所述水泥掺入量为加固土重的15%~20%;所述膨润土的掺入量为水泥重量的5-10%;所述减水剂、硫酸钠和石膏的掺入量依次为水泥重量的0.3~0.5%、0.6-1.3%和1.5-2.5%;所述硫酸钠和石膏的掺入量分别优选为水泥重量的1%和2%。
4. 根据权利要求1所述的用于软土地地区的复合阻隔墙施工方法,其特征在于,所述水泥基墙体层的初凝时间为 3 ± 0.5 h,终凝时间为 9 ± 0.5 h;所述防水毯为GCL膨润土防水毯,渗透系数 $< 5 \times 10^{-11}$ cm/s,露出所述水泥基墙体层的防水毯高度为0.3-0.6m,优选为0.5m。
5. 根据权利要求1或4所述的用于软土地地区的复合阻隔墙施工方法,其特征在于,通过在所述水泥基墙体层的一侧开挖水泥导槽,将所述防水毯的露出部分锚入导槽内,然后然后灌注水泥浆液,实现所述防水毯露出端的固定。
6. 根据权利要求1-4任一项所述的用于软土地地区的复合阻隔墙施工方法,其特征在于,所述振击设备包括用于支撑所述防水毯的固定母板和与所述固定模板相连接的振击器,所述固定母板上设有用于固定所述防水毯的自动锁扣,以使所述防水毯紧贴所述固定母板向下振入所述水泥基墙体层内;所述固定母板优选为一个,且厚度为5-10cm,优选为6-8cm。
7. 根据权利要求6所述的用于软土地地区的复合阻隔墙施工方法,其特征在于,所述固定母板的底端还设有锥形冲击头,长度为20-40cm。
8. 根据权利要求1所述的用于软土地地区的复合阻隔墙施工方法,其特征在于,所述密封阻隔剂通过埋置于所述防水毯搭接部位两侧的注浆管注入;所述密封阻隔剂包括水泥50%、膨润土10%、丙烯酸羟丙酯3%、氯化钙2.5%和羧甲基纤维素2.5%,水灰比为1-1.5。
9. 一种复合阻隔墙,其特征在于,采用权利要求1-8中任一项所述的施工方法得到,包括水泥基墙体层和设置于所述水泥基墙体层内部的防水毯,所述防水毯的搭接部位设有密封阻隔剂层。
10. 根据权利要求9所述的复合阻隔墙,其特征在于,所述水泥基墙体层为水泥土搅拌桩墙体层,厚度为60-100cm;所述防水毯为颗粒型钠基膨润土防水毯,克重为4000-5500g/m²,优选为5000g/m²;所述防水毯的搭接部位长度不小于300mm。

用于软土地区的复合阻隔墙及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及垂直防渗技术领域,尤其涉及一种用于软土地区的复合阻隔墙及其施工方法。

背景技术

[0002] 当前越来越多的尾矿库、渣场、填埋场等污染场地的污染治理问题急需解决。对于污染问题,可以采取应急处理措施,进行控制和治理。垂直防渗技术通过设置阻隔屏障,将污染物控制在阻隔圈内,阻断污染物向周边迁移扩散的路径,避免污染物泄露导致环境污染。

[0003] 软土地区常用的垂直防渗技术主要是刚性阻隔技术,如水泥土搅拌桩防渗墙。刚性阻隔墙存在较多缺点,如防渗性能较差,一般很难达到 1×10^{-7} cm/s,且由于应力集中和不均匀变形会导致墙体出现开裂,特别是墙体搭接处更容易产生渗漏隐患。

[0004] 传统的阻隔墙体很多采用开槽方式成墙,如土-膨润土泥浆墙,这种成墙工法会造成工程量大、工期长、墙体施工成本高及防渗效果欠佳的问题。采用内置防水毯虽然能够提高防渗效果,但现有技术大多通过振击设备先将防水毯振击入土体内,同时在其两侧开槽,再注浆养护,一方面该方法开槽难度大,耗时长,另一方面,需要在防水毯底部滞留用于固定防水毯的部件,施工便利性和稳定性不佳。

[0005] 有鉴于此,有必要设计一种用于软土地区的复合阻隔墙及其施工方法,以解决上述问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种用于软土地区的复合阻隔墙及其施工方法,采用先构筑水泥基墙体层,再内置防水毯,并在防水毯的搭接部位注入密封阻隔剂的方法,从而得到防渗性优异、不易开裂,且施工便捷,显著节约时间和能耗,降低施工成本。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供一种用于软土地区的复合阻隔墙施工方法,包括如下步骤:

[0008] 先在目标软土地区构筑水泥基墙体层;

[0009] 在水泥基墙体层初凝与终凝之间,采用振击设备将防水毯依次振击入水泥基墙体层内;

[0010] 在相邻的防水毯搭接部位灌注密封阻隔剂,并对露出所述水泥基墙体层的防水毯端进行固定,待所述水泥基墙体层养护完成后,即得复合阻隔墙。

[0011] 进一步的,所述水泥基墙体层通过五轴搅拌桩工艺施工成墙,所述五轴搅拌桩工艺的搅拌下沉速度为0.5-1.5m/min,为提升速度1.0-1.5m/min,注浆压力不高于1.5MPa。

[0012] 进一步的,所述水泥基墙体层的材料包括水泥、膨润土、减水剂、硫酸钠和石膏,水灰比为0.6-0.8;

[0013] 所述水泥掺入量为加固土重的15%~20%;所述膨润土的掺入量为水泥重量的5-

10%；所述减水剂、硫酸钠和石膏的掺入量依次为水泥重量的0.3~0.5%、0.6-1.3%和1.5-2.5%；所述硫酸钠和石膏的掺入量分别优选为水泥重量的1%和2%。

[0014] 进一步的，所述水泥基墙体层的初凝时间为 3 ± 0.5 h，终凝时间为 9 ± 0.5 h，即在注浆后约3-9小时之间振入防水毯；所述防水毯为GCL膨润土防水毯，渗透系数 $< 5 \times 10^{-11}$ cm/s，露出所述水泥基墙体层的防水毯高度为0.3-0.6m，优选为0.5m。

[0015] 进一步的，通过在所述水泥基墙体层的一侧开挖水泥导槽，将所述防水毯的露出部分锚入导槽内，然后然后灌注水泥浆液，实现所述防水毯露出端的固定。

[0016] 进一步的，所述振击设备包括用于支撑所述防水毯的固定母板和与所述固定模板相连接的振击器，所述固定母板上设有用于固定所述防水毯的自动锁扣，以使所述防水毯紧贴所述固定母板向下振入所述水泥基墙体层内；所述固定母板优选为一个，且厚度为5-10cm，优选为6-8cm，以防止钢板在振入过程中由于挠度发生弯曲，导致防水毯的不平整性。

[0017] 进一步的，所述固定母板的底端还设有锥形冲击头，长度为20-40cm。

[0018] 进一步的，所述密封阻隔剂通过埋置于所述防水毯搭接部位两侧的注浆管注入；所述密封阻隔剂包括水泥50%、膨润土10%、丙烯酸羟丙酯3%、氯化钙2.5%和羧甲基纤维素2.5%，水灰比为1~1.5。

[0019] 一种复合阻隔墙，采用以上所述的施工方法得到，包括水泥基墙体层和设置于所述水泥基墙体层内部的防水毯，所述防水毯的搭接部位设有密封阻隔剂层。

[0020] 进一步的，所述水泥基墙体层为水泥土搅拌桩墙体层，厚度为60-100cm；所述防水毯为颗粒型钠基膨润土防水毯，克重为4000-5500g/m²，优选为5000g/m²；所述防水毯的搭接部位长度不小于300mm。

[0021] 本发明的有益效果如下：

[0022] 1、本发明提供的用于软土地区的复合阻隔墙的施工方法，先构筑水泥基墙体层，再通过振击内置防水毯，并在防水毯的搭接部位注入密封阻隔剂。如此操作，无需开槽，利用水泥浆体终凝前的流动性和塑性，将防水毯振入墙体内，然后一体化养护成型，既能减小振入阻力，又能利用浆体的流动挤压作用，将防水毯固定与墙体内，打破了现有技术先内置防水毯再注浆的固有思维，施工便捷性和稳定性显著提高，显著节约施工时间和能耗。

[0023] 2、本发明得到的复合阻隔墙，解决了现有技术水泥基墙体单一防渗性能差、变形开裂、接头不严导致防渗性能失效等实际工程问题，提高了墙体整体防渗性能。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明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一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图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获得其他的附图。

[0025] 图1为本发明复合阻隔墙的横截面结构示意图；

[0026] 图2为防水毯的振击设备结构示意图；

[0027] 图3为复合阻隔墙的纵向剖面结构示意图；

[0028] 图4为固定母板与防水毯的夹紧侧面结构示意图；

[0029] 图5为固定母板向上提起过程结构示意图。

[0030] 附图标记:

[0031] 1-水泥土搅拌桩墙;2-墙体搭接端;3-防水毯;4-注浆管;5-振击设备;6-振击器;7-自动锁扣;8-固定母板;9-冲击头;10-袖阀;11-密封阻隔剂。

具体实施方式

[0032] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。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。

[0033] 请参阅图1-3所示,一种用于软土地区的复合阻隔墙,包括水泥基墙体层和设置于所述水泥基墙体层内部的防水毯3,防水毯3的搭接部位设有密封阻隔剂层11。如此得到的复合阻隔墙,通过内置防水毯和阻隔剂作用,能够有效解决现有技术水泥基墙体单一防渗性能差、变形开裂导致防渗性能失效等实际工程问题,显著提高墙体的整体防渗性能。

[0034] 其中,水泥基墙体层优选为水泥土搅拌桩墙1,防水毯3优选为GCL膨润土防水毯3。GCL膨润土防水毯3通过振击设备5振击进入水泥土搅拌桩墙1内部,GCL膨润土防水毯3为搭接连接,搭接处两侧通过注浆管4灌注密封剂11,形成整体复合阻隔墙体。如此设置,水泥土搅拌桩墙1无需开槽,直接在搅拌桩搅拌过程中,将水泥浆与土体混合,形成增强阻隔层,因此即能节约水泥浆用量,又能节约施工时间。与此同时,利用浆体的流动性和可塑性,在其初凝与终凝之间,将防水毯3振入墙体内,优选位于墙体正中间,相比现有技术(先内置防水毯,再注浆,防水毯的柔性导致其不便固定,特别是搭接部位难以稳定住),既能减小振入阻力,又能利用浆体的流动挤压作用,将防水毯3固定与墙体内,进而养护实现一体化成型,施工便捷性和稳定性显著提高。因此,本发明打破了现有阻隔墙体施工技术偏见,为防渗阻隔墙的快速施工提供了一种有效思路。

[0035] 初凝之前浆体均为流塑状态,墙体没有强度不成型,这时振击防水毯会造成防水毯下沉褶皱较多;而本发明选择初凝后1,浆液有一定的塑性强度而且呈软塑软态不失流动性,对防水毯平整度和严密性有利。

[0036] 特别地,水泥土搅拌桩墙1按照线性布置,通过五轴搅拌工艺施工于软土区。水泥土搅拌桩墙1的厚度为60-100cm,例如为85cm。相邻墙段进行搭接,墙体搭接端长度为 200 ± 20 mm。如此操作,防止五轴搅拌桩位置移动时,两个桩体之间产生间隙,影响腔体均匀性。

[0037] 水泥土搅拌桩墙1的主材为水泥,例如P042.5普通硅酸盐水泥,水泥掺入量为加固土重的15%-20%,另需掺入水泥重量5-10%的膨润土,以提高墙体防渗性能。为增加流动性,掺入水泥重量0.3-0.5%的聚羧酸减水剂与0.6-1.3%的硫酸钠和1.5-2.5%的石膏,水灰比为0.6~0.8。硫酸钠和石膏的掺入量分别优选为水泥重量的1%和2%。如此得到的浆体流动性好,便于防水毯31振入。

[0038] GCL膨润土防水毯3为颗粒型钠基膨润土防水毯,钠基膨润土防水毯的产品类型为GCL-NP,克重为 $4000-5500\text{g/m}^2$,例如 5000g/m^2 ,厚度为5-8mm,渗透系数 $<5 \times 10^{-11}\text{cm/s}$ 。

[0039] GCL膨润土防水毯3采用搭接方式连接,以提高连接部位的密封性,提高防渗性。GCL膨润土防水毯3顶部露出地表约0.5m,通过水泥导槽进行顶部固定,目的在于,防止墙体凝固过程中防水毯发生下陷、或褶皱堆叠问题,进而影响复合阻隔墙体的均匀性和强度。

[0040] 如图3所示,注浆管4包含外管、内管、袖阀10和套壳料。

[0041] 在一些实施方式中,注浆管4外管材质为PVC管,管径52mm,内管材质为镀锌管,管径25mm。注浆管4管身设置有袖阀10,袖阀10的材质为橡胶,设置间距为0.5m。注浆管4内外管之间设置有套壳料,套壳料重量比为水泥:膨润土:水=1:1.5:2。注浆后,注浆管4无需拔出。具体地,密封阻隔剂11包含以下干粉原料质量分数:水泥50%、膨润土10%、丙烯酸羟丙酯3%、氯化钙2.5%、羧甲基纤维素2.5%,水灰比为1-1.5。

[0042] 如图1所示,密封阻隔剂11通过注浆管4灌注于GCL膨润土防水毯3搭接处两侧,注浆压力为1.0-1.5MPa。通过灌注密封阻隔剂,提高GCL膨润土防水毯3搭接端的防渗性。

[0043] 如图2及4-5所示,振击设备5包括用于支撑防水毯3的固定母板8和与固定模板8相连接的振击器6,固定母板8上设有用于固定防水毯3的自动锁扣7。自动锁扣7具有自动落锁功能,当GCL膨润土防水毯3振击到位后,自动落锁,使GCL膨润土防水毯3和固定母板8分离。

[0044] 振击时,将防水毯3紧贴固定母板8,并通过自动锁扣7锁紧,使得防水毯3随着固定母板8向下振入水泥土搅拌桩墙1内,振击到位后,开启自动落锁功能,将GCL膨润土防水毯3与固定母板8分离,然后将固定母板8缓慢提升至地表;在提升过程中水泥浆料逐步流动充满固定母板8遗留空间,从而将GCL膨润土防水毯3固定于水泥土搅拌桩墙1内。振击时间段需保持在水泥土搅拌桩墙初凝(约3小时)至终凝(约9小时)之间。在一个具体实施方式中,振击器6的功率为100kW,长度为0.8m。

[0045] 本发明由于是向水泥浆体内振击,阻力相对原始软土显著减小,因此振击难度显著下降,速度提高,节约时间成本和能耗。其中,将防水毯3紧贴固定母板8夹紧,可以防止防水毯3与固定母板8之间由于存在间隙而增大振击阻力,同时防止防水毯3边缘(尤其是下边缘)由于阻力发生卷曲。

[0046] 特别地,固定母板8优选为一个,且厚度为5-10cm,优选为6-8cm。由于水泥浆体的阻力相对较小,因此可仅在GCL膨润土防水毯3的一侧设置固定模板8,利用固定模板8的刚性提高振击强度,同时能够使得GCL膨润土防水毯3始终处于平整状态,防止振入过程发生折叠卷曲等,影响防水毯3的铺展效果。也可在保证固定母板8的总厚度不变的情况下,设置为两个薄的夹板,将防水毯3夹在中间,提起时松开两个夹板然后提起。此种方法能够利用两侧钢板的光滑结构,减小防水毯3一侧的摩擦阻力。

[0047] 特别地,振击设备5包含有振击器6、自动锁扣7、固定母板8和“V”形冲击头9,冲击头9的长度为20-40cm,优选为30cm。利用冲击头9的尖端结构,降低固定母板8的振击难度;而且,向上提起时,冲击头9随固定母板8一起向上移动,其与防水毯3之间形成空隙,便于水泥浆体向防水毯3流动形成挤压定位。

[0048] 本发明在软土区施工水泥土搅拌桩墙1后,GCL膨润土防水毯3通过振击法振击进入到水泥土搅拌桩墙1内,GCL膨润土防水毯3通过搭接连接,搭接处埋置袖阀管灌注密封阻隔剂11,将水泥土搅拌桩墙1、GCL膨润土防水毯3及密封阻隔剂11结合起来形成复合阻隔墙体。最终得到的复合阻隔墙的渗透系数 $<1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。

[0049] 综上,水泥土搅拌桩墙1、GCL膨润土防水毯3、搭接密封阻隔剂11相结合的复合阻隔墙,解决了现有技术水泥基墙体单一防渗性能差、变形开裂、接头不严导致防渗性能失效等实际工程问题,提高了墙体整体防渗性能。同时,采用振击工艺施工的GCL膨润土防水毯-水泥土搅拌桩复合阻隔墙,施工周期短,成本低。

[0050] 具体地,本发明复合阻隔墙的施工方法包括如下过程:

[0051] 搅拌成墙:采用五轴搅拌工艺施工成墙。

[0052] 材料固定:将GCL膨润土防水毯3通过自动锁扣7安装于固定母板8之上。

[0053] 振击到位:在桩体初凝至终凝期间,采用振击设备5将GCL膨润土防水毯3振击入水泥土搅拌桩墙1之内。振击到位后,开启自动落锁功能,将GCL膨润土防水毯3与固定母板8分离,然后将固定母板8提升至地表,用水清洗干净后进行下一幅GCL膨润土防水毯3的安装。

[0054] 灌注密封阻隔剂:GCL膨润土防水毯3搭接段两侧埋置注浆管4进行密封阻隔剂灌注。

[0055] 顶部固定:GCL膨润土防水毯3地表出露段锚入水泥导槽,浇筑水泥浆液,待水泥浆液终凝,即完成顶部固定工序。

[0056] 更具体地,施工时,包含以下步骤:

[0057] 步骤一、平整场地:清除杂物及地表松土。

[0058] 步骤二、测量放样:标记好水泥土搅拌桩墙1、GCL膨润土防水毯3尺寸线和注浆管4位置。

[0059] 步骤三、搅拌成墙:采用五轴搅拌桩机施工成墙,搅拌下沉速度 $0.5\sim 1.5\text{m}/\text{min}$,提升速度 $1.0\sim 1.5\text{m}/\text{min}$,注浆压力不高于 1.5MPa ,水泥土搅拌桩墙1的28天无侧限抗压强度为 $0.5\sim 0.8\text{MPa}$ 。水泥土搅拌桩墙1的搭接长度 200mm 。

[0060] 步骤四、材料固定:将GCL膨润土防水毯3通过自动锁扣7安装于固定母板8之上。

[0061] 步骤五、振击到位:在桩体初凝至终凝期间,采用振击设备5将GCL膨润土防水毯3振击入水泥土搅拌桩墙1之内。振击到位后,开启自动落锁功能,将GCL膨润土防水毯3与固定母板8分离,然后将固定母板8提升至地表,用水清洗干净后进行下一幅GCL膨润土防水毯3安装,如此依次施工下一段水泥土搅拌桩墙1和GCL膨润土防水毯3。GCL膨润土防水毯的搭接长度不小于 300mm 。

[0062] 步骤六、灌注密封阻隔剂:在GCL膨润土防水毯3的搭接段两侧埋置注浆管4进行密封阻隔剂灌注,注浆压力 $1.0\sim 1.5\text{MPa}$ 。

[0063] 步骤七、顶部固定:最后在墙体一侧开挖水泥导槽,导槽尺寸 $30\times 20\times 30\text{cm}$ (保证每块GCL膨润土防水毯3都有部分被锚固,即可实现每块防水毯的固定),将GCL膨润土防水毯3的地表出露段锚入导槽,然后灌注水泥浆液,待水泥浆终凝后,即完成GCL膨润土防水毯3的顶部固定。

[0064] 步骤八、养护:养护28天后,复合阻隔墙即施工完成。

[0065] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

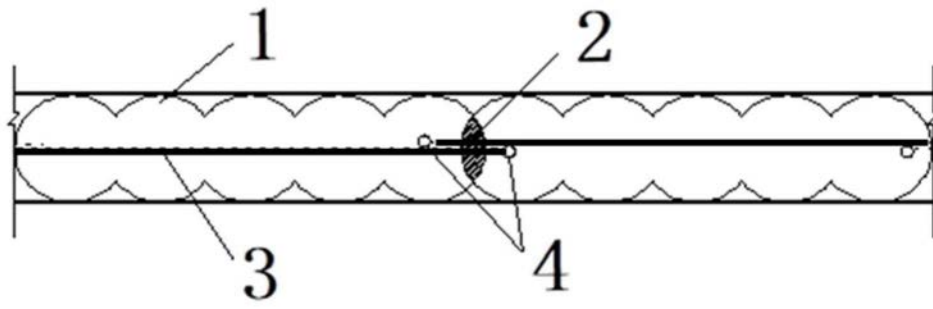


图1

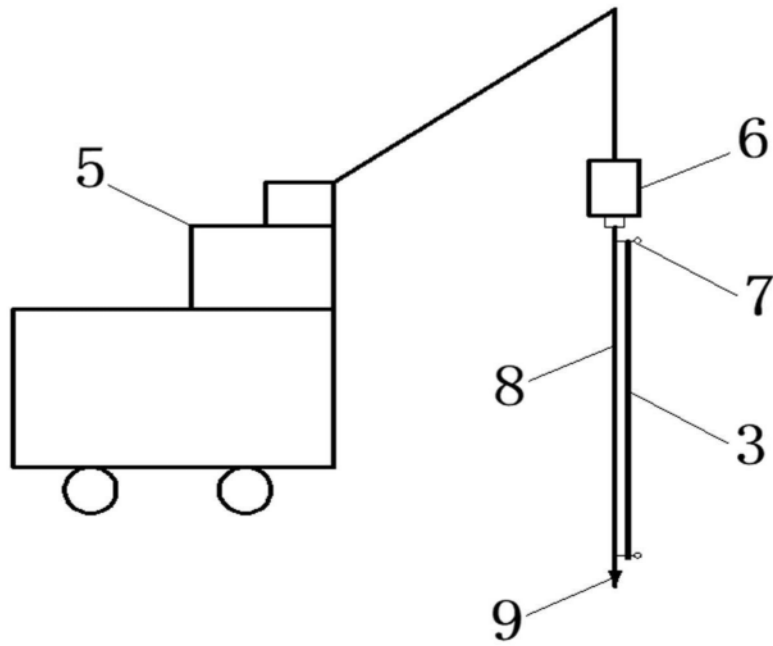


图2

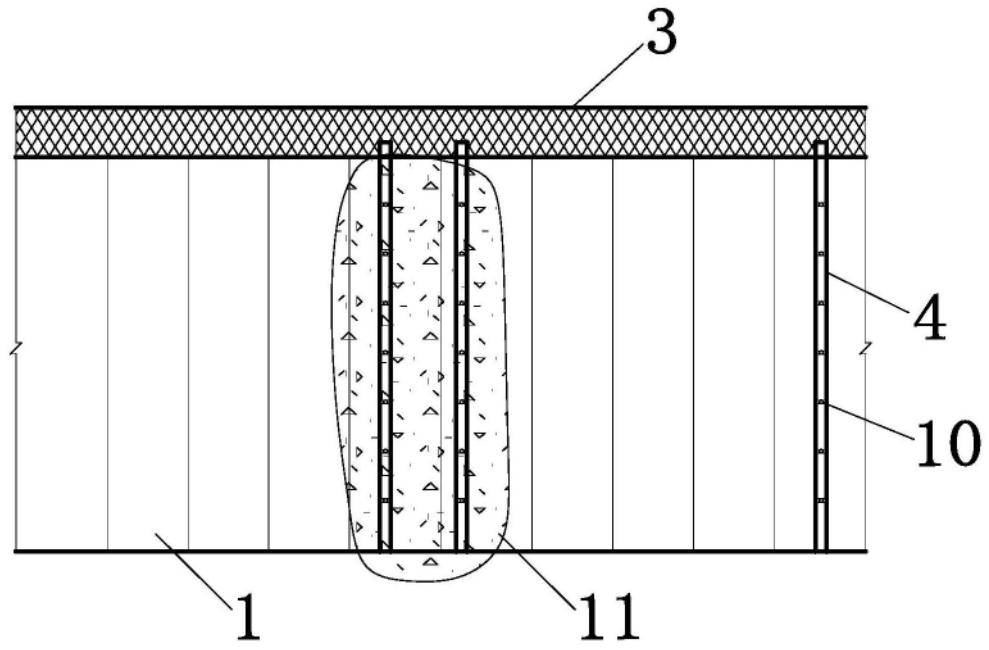


图3

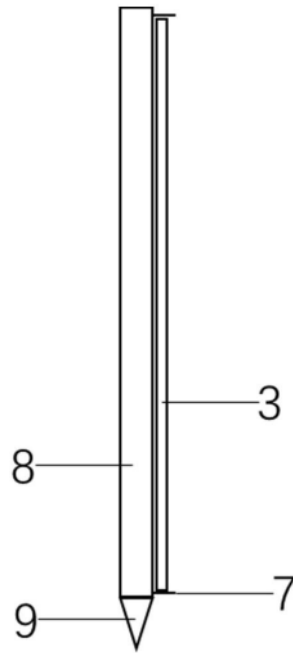


图4

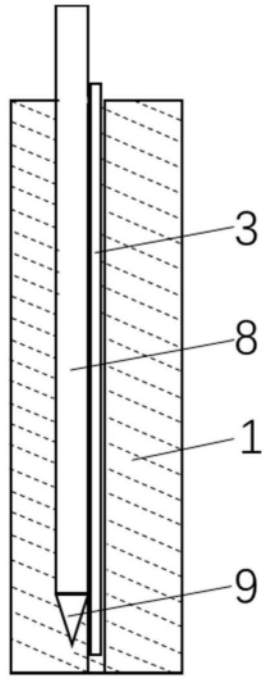


图5