



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105862718 B

(45)授权公告日 2018.10.19

(21)申请号 201610379682.0

(56)对比文件

(22)申请日 2016.06.01

CN 102561308 A, 2012.07.11,

(65)同一申请的已公布的文献号

CN 101614006 A, 2009.12.30,

申请公布号 CN 105862718 A

CN 103388332 A, 2013.11.13,

(43)申请公布日 2016.08.17

审查员 方晶

(73)专利权人 上海建研地基基础工程有限公司

地址 202155 上海市崇明县城桥镇运粮小
区288号3幢207-3

(72)发明人 张禹

(74)专利代理机构 北京中济纬天专利代理有限
公司 11429

代理人 赵海波

(51)Int.Cl.

E02D 3/10(2006.01)

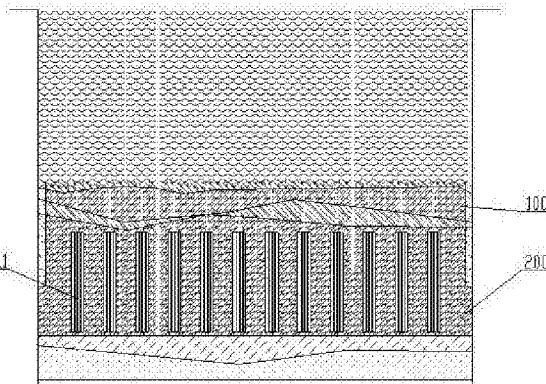
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

水下加筋地基

(57)摘要

本发明涉及的一种水下加筋地基，其特征在于处理后的水下地基在深层土体内存在芯板，芯板为排水板部分降解剩余残留，排水板包括内部的芯板以及芯板外围的滤膜，所述芯板和滤膜之间形成排水通道，所述芯板为不可降解材料或者难降解材料制成，所述滤膜为可降解材料制成，水下地基内的排水板随着时间的流逝，滤膜实现快速降解，滤膜降解后在地基内只剩下芯板，水下地基内的土壤会填充原滤膜以及原排水通道的空间，使得土壤与芯板紧密贴合。本发明具有操作简单、成本低廉、施工效果好的优点。



1. 一种水下加筋地基的施工方法,其特征在于处理后的水下地基在深层土体内存在芯板,芯板为排水板部分降解剩余残留,排水板包括内部的芯板以及芯板外围的滤膜,所述芯板和滤膜之间形成排水通道,所述芯板为不可降解材料或者难降解材料制成,所述滤膜为可降解材料制成,水下地基内的排水板随着时间的流逝,滤膜实现快速降解,滤膜降解后在地基内只剩下芯板,水下地基内的土壤会填充原滤膜以及原排水通道的空间,使得土壤与芯板紧密贴合;

所述水下加筋地基是采用水下地基真空预压渗流固结法之后形成,水下地基真空预压渗流固结法包括以下步骤:

步骤一、一体式井点塑排真空系统布置

1.1、一体式井点塑排管进行插设施工形成一体式井点塑排管网格;

一体式井点塑排管包括排水板、连接盒、井点管以及连接管,所述排水板竖向布置于水底下的深层土体内,所述井点管竖向布置于水底下的浅层土体内,井点管的长度为6~9m,排水板的上端通过连接盒与井点管的下端连接,井点管的上端露出水底下的浅层土体外,井点管的上端与连接管的一端连接;

1.2、一体式井点塑排管网格连接总管及真空泵形成一体式井点塑排真空系统,所述总管位于水底;

步骤二、真空预压

一体式井点塑排真空系统开始真空预压,真空预压时抽吸地下水全部回灌至待加固区域,实现覆水预压、覆水渗流、覆水密封,实现真空渗流固结。

2. 根据权利要求1所述的一种水下加筋地基的施工方法,其特征在于芯板包括一根横向布置的主筋板以及多根纵向间隔布置于主筋板前后的副筋板,所述主筋板、副筋板以及滤膜之间形成的空隙即为排水通道。

水下加筋地基

技术领域

[0001] 本发明涉及一种水下地基处理方法,尤其涉及一种水下地基真空预压渗流固结法处理后的水下加筋地基。

背景技术

[0002] 常规江海湖沼域水下真空预压软土地基均需要铺设密封膜、砂垫层,存在以下缺点:

[0003] 1、大面积密封系统水下施工难度大;目前水下真空预压和常规陆域真空预压施工方法基本相同,所不同的是:施工均在水下进行。水下真空预压采用大型砂船铺设砂垫层,密封膜往往采用自制大型滚轮,密封膜滚轮卷轴由船拖动实现水下铺设密封膜,潜水员修补调整密封不佳区域,难施工且难保证密封质量;

[0004] 2、pvc密封膜强度低容易破损漏气、二层密封膜一层土工布造价高,查找漏气点难;

[0005] 3、大量的pvc密封膜不环保;

[0006] 4、膜下最大可达负压80kPa,负压往土层深部传递损耗快,一般往深部传递每米损失负压10kPa左右,水下地表8到10米左右以下软弱土体真空预压效果差,有效加固深度浅;

[0007] 5、常规水下真空预压最大负压加载面在水下地表。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于克服上述不足,提供一种操作简单、成本低廉、施工效果好的水下加筋地基。

[0009] 本发明的目的是这样实现的:

[0010] 一种水下加筋地基,其特征在于处理后的水下地基在深层土体内存在芯板,芯板为排水板部分降解剩余残留,排水板包括内部的芯板以及芯板外围的滤膜,所述芯板和滤膜之间形成排水通道,所述芯板为不可降解材料或者难降解材料制成,所述滤膜为可降解材料制成,水下地基内的排水板随着时间的流逝,滤膜实现快速降解,滤膜降解后在地基内只剩下芯板,水下地基内的土壤会填充原滤膜以及原排水通道的空间,使得土壤与芯板紧密贴合。

[0011] 芯板包括一根横向布置的主筋板以及多根纵向间隔布置于主筋板前后的副筋板,所述主筋板、副筋板以及滤膜之间形成的空隙即为排水通道。

[0012] 上述水下加筋地基是水下地基真空预压渗流固结法之后形成,其特征在于水下地基真空预压渗流固结法包括以下步骤:

[0013] 一种水下地基真空预压渗流固结法,它包括以下步骤:

[0014] 步骤一、一体式井点塑排真空系统布置

[0015] 1.1、一体式井点塑排管进行插设施工形成一体式井点塑排管网格;

[0016] 一体式井点塑排管包括排水板、连接盒、井点管以及连接管,所述排水板竖向布置

于水底下的深层土体内,所述井点管竖向布置于水底下的浅层土体内,排水板的上端通过连接盒与井点管的下端连接,井点管的上端露出浅层土体外,井点管的上端与连接管的一端连接;

[0017] 1.2、一体式井点塑排管网格连接总管及真空泵形成一体式井点塑排真空系统,所述总管位于水底;

[0018] 步骤二、真空预压

[0019] 一体式井点塑排真空系统开始真空预压。

[0020] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0021] 1、密封系统改进一:

[0022] 通过将一体式井点塑排真空系统的井点管处的浅层水下土体作为第一道密封层;密封效果好,施工简单可靠、节省材料;

[0023] 2、真空加载系统改进一:

[0024] 常规真空预压,80KPa真空负压加载均设在水下地表,改进后,80KPa负压最大值位于水下地表以下浅层土体与深层土体交接处,理论上讲通过改进真空预压有效加固深度提高了一定深度(第一道密封层也就是浅层土体的深度),同时减少了待加固区域四周浅层密封效果不佳带来的负面影响;

[0025] 3、真空加载系统改进二:

[0026] 常规真空预压采用等载加压系统,除了前期为了检查漏气源和减缓塑排土柱形成开泵率60%~80%,后期维持负压节约能源亦维持开泵率不小于80%,其它情况既无变化,改进后,采用分级加载,直至该级负压载荷下沉变形稳定,然后再提高一级载荷等级继续加压,直至稳定,依次循环,逐步提高待加固区域负压至最大值,类似于静载荷试验分级加载,亦模拟了建筑施工逐级加载的施工过程,为变应力路径加载固结模式,实践证明,常规真空预压尽管实现了地表负压80kPa载荷等级,但地表以下不同深度土体远未达到80kPa以上满载状态,这是一个较大的误区,改进后,通过分级加载理论上可以通过无限增加真空泵数量实现不同深度土体均达到理论极限80kPa以上的满载负压加固状态。这项改进大大提升了真空预压极限加固效果,而常规真空预压是难以无限提高真空泵数量实现分级加载的,其原因是:其一,密封系统出膜系统复杂较难随意增加真空泵数量,只能按预设数量一次布设完成,无法根据监测数据调整真空泵数量实现动态加载,其二、随着真空泵数量不断增加,地下水位下降过快,地下水位以上四周土体形成较大的漏气源,常规采用黏土密封墙水泥土密封墙等在半无限体地基巨大漏气源面前显得无能为力效果欠佳,目前工艺材料限定的地表密封系统在不断增加的真空能级下表现的缓慢漏气,致使形成一个极限平衡的循环,故常规真空预压有一个平衡的真空泵数量,亦规范上常说的每台真空泵处理面积800~1500平方。这也是真空预压90天、每台真空泵处理面积800~1500平方定式结论的理论根源,改进后,加固区域地下地上水体渗流形成自循环系统,较好地实现了分级加载的真空预压,尤其是水下真空预压采用分级加载效果更加明显有效,因为巨大水体确保密封效果,水下渗流循环更容易实现,不需要担心过多增加真空泵数量造成地下水位下降过快致使周边漏气负压下降现象出现,不需要担心过多增加真空泵数量造成地下水位下降过快致使真空泵缺水温度升高负压下降现象;

[0027] 4、真空加载系统改进三:

[0028] 常规水下真空预压由于密封膜的存在隔绝了密封膜上的水体向加固土体渗流补给,不能形成地下地上水自循环系统,效果大打折扣,改进后,取消密封膜及砂垫层,地下水地上水自然渗流补给至地基形成循环,真空渗流预压法施工,避免出现了常规水下真空预压前20天出水量较大效果理想随着出水量的逐步减少射流泵效率降低,预压效果逐步降低等问题,此项改进最主要的理论发现是:1、水作为负压载体比降低水位后的土体孔隙空气作为负压载体有利于固结,可以理解为渗流固结或水势差(负压引起)渗流固结,且水作为负压载体传递负压损失小,由此推广为水下真空预压的简单实现。2、降水预压效果并没有常规岩土理论想象中的效果明显,降水后地下水位以上土体扣除水浮力自重增加的降水预压理论实测表现一般,其原理尚需进一步研究,但至少有一点可以说明的是,真空预压后土体饱和度未见降低有些反而提高,即使假设降水后土体自重增加,但降水后地下水位以上土体强度亦同时得到了较大提高,地下水位以上土体变形由于强度的相对提高以及硬壳层土拱效应抵消了自重的增加对下部土体的预压效果,实测地下水位降低过多过快(降低至地表下8米左右,按常理不算负压就是7米左右的地下水位下降引起的超载也在70kPa对8米以下土体超载预压,固结沉降应该明显增大,但实测并不理想,且很快稳定),在超静孔隙水压力几乎不变的前提下反而土体固结相对稳定过早,故此推断,降低地下水位造成地基沉降主要原因非水浮力消失土体自重增加引起,而是水势差引起渗流力造成的地基沉降,至少渗流力是沉降发生的主导因素,故此没必要采用降低地下水位形成降水预压增强真空预压效果。3、常规真空预压地下水位降低不明显一般2~3米,2~3米地下水位以下90%的软土地基真空预压其实是在水下或水中进行的,说明真空负压是通过土体中水体渗流方式实现的而且水作为负压载体传递效果更好;

[0029] 基于上述分析改进为:水下一体式井点塑排真空预压法施工,实现覆水预压、覆水渗流、覆水密封,真空渗流固结,实测效果较好

[0030] 5、总管的改进:

[0031] 常规水下真空预压总管为等直径pvc滤管等,改进横管采用带有自制文丘里射流效果的颈缩段的横管分段提高抽真空效果,另外采用多通连接段替代传统三通提高管材利用率和装配效率;

[0032] 6、排水板改进:

[0033] 常规可降解塑料排水板均为芯板降解,实际降解效果不佳,改进排水板采用滤膜可降解的生物材料,环保且工后不留排水通道减少工后沉降,芯板无需降解,减少成本同时芯板作为加筋材料加固软土;

[0034] 7、常规水下真空预压残留的塑料排水板往往引起工后一定的残余沉降,尤其是施工期间未能充分固结的软土地基,在工后载荷长期作用下缓慢固结沉降,形成病害,改进后,一体式井点塑排管的上部结构(连接盒、井点管以及连接管)可以拔除,在真空预压完成后,采用拔管器拔除一体式井点塑排管的上部结构,一体式井点塑排管的上部结构可以重复利用,同时水下地表下浅层土体内无残留排水通道、浅层土体下的排水板实现整体的工后不留排水通道,减少工后残余沉降;

[0035] 8、水下一体式井点塑排真空预压法采用渗流固结方式,总管和支管出水量大,地下水周而复始循环渗流,确保真空泵及总管、支管系统在满水满负压状态下工作,形成负压高,实测采用较少的真空泵即可以让大面积处理区域达到负压90~100kPa满表状态,真空泵

也不会出现缺水烧泵现象；

[0036] 9、江海湖沼域水下真空预压通过上述分析，改进为无膜无砂仅需要船载塑料排水板插板机施工一体式井点塑排真空系统，水下连接总管即可，依靠射流泵形成的渗流水势压差形成地下水往复循环渗流场，实现真空渗流固结；为防止渗流场在地上自由水体形成无效渗流，可以适当加大一体式降水井点系统的井点管长度，至少应大于陆上设定的6米深度，依据土层特性和加固要求做相应调整。

[0037] 因此本发明具有操作简单、成本低廉、施工效果好的优点。

附图说明

[0038] 图1为本发明的一体式井点塑排真空系统的立面示意图。

[0039] 图2为本发明的一体式井点塑排真空系统的俯视示意图。

[0040] 图3为本发明的一体式井点塑排管的结构示意图。

[0041] 图4为本发明的排水板的截面图。

[0042] 图5为本发明的连接盒的结构示意图。

[0043] 图6为图2中的A 处放大图。

[0044] 图7为图6中的横管的示意图。

[0045] 图8为图2中的B处放大图。

[0046] 图9为处理后的水下加筋地基示意图。

[0047] 其中：

[0048] 排水板1、芯板1.1、主筋板1.11、副筋板1.12、滤膜1.2、排水通道1.3

[0049] 连接盒2、壳体2.1、下接口2.2、上接口2.3、螺钉孔2.4

[0050] 井点管3

[0051] 连接管4

[0052] 横管5、横管分段5.1、直管段5.11、第一锥管段5.12、第二锥管段5.13、多通连接段5.2、连接段主体5.21、横管分段接口5.22、接管接口5.23

[0053] 纵管6、纵管分段6.1、三通接头6.2、单向阀6.3

[0054] 真空泵7

[0055] 深层土体100

[0056] 浅层土体200。

具体实施方式

[0057] 参见图1~图9，本发明涉及的一种水下地基真空预压渗流固结法，它包括以下步骤：

[0058] 步骤一、一体式井点塑排真空系统布置

[0059] 1.1、一体式井点塑排管进行插设施工形成一体式井点塑排管网格；

[0060] 一体式井点塑排管网格的网格间距1~4m可调；采用船用插板机进行一体式井点塑排管的插设。

[0061] 一体式井点塑排管(也就是改进后的支管)包括排水板1、连接盒2、井点管3以及接管4，所述排水板1竖向布置于水底下的深层土体100内，排水板1的长度为20m左右，所述

井点管3竖向布置于水底下的浅层土体200内，井点管3的长度为6~9m，排水板1的上端通过连接盒2与井点管3的下端连接，井点管3的上端露出水底下的浅层土体200外，井点管3的上端与连接管4的一端连接，连接管4的长度为1~2m。井点管3以及连接管4的直径为10~20mm。

[0062] 排水板1包括内部的芯板1.1以及芯板1.1外围的滤膜1.2，所述芯板1.1和滤膜1.2之间形成排水通道1.3，所述芯板1.1为不可降解材料或者难降解材料制成，所述滤膜1.2为可降解材料制成。

[0063] 作为一种优选，芯板1.1为塑料材料制成，滤膜1.2为亚麻材料制成。

[0064] 作为一种优选，芯板1.1包括一根横向布置的主筋板1.11以及多根纵向间隔布置于主筋板1.11前后的副筋板1.12，所述主筋板1.11、副筋板1.12以及滤膜1.2之间形成的空隙即为排水通道1.3。

[0065] 排水板1插入地基后，随着时间的流逝，由于滤膜1.2采用可降解材料制成，滤膜1.2实现快速降解，滤膜1.2降解后在地基内只剩下芯板1.1，地基内的土壤会填充原滤膜1.2以及原排水通道1.3的空间，使得土壤与芯板1.1紧密贴合，因此芯板1.1在地基内不但不存在空隙使得地基继续沉降，而且还起到了加筋的作用，提高了地基内上下不同层高的一体性。

[0066] 所述排水板1的下端设置有底部排水板封头，底部排水板封头采用塑料胶带纸包裹形成。

[0067] 所述连接盒2包括壳体2.1，所述壳体2.1的下端设置有一个与排水板1上端形状吻合的下接口2.2，所述连接盒2的上端设置有一个与井点管3下端形状吻合的上接口2.3，所述壳体2.1上设置有三个螺钉孔2.4，所述下接口2.2的截面呈矩形结构，安装时排水板1的上端插入下接口2.2处，然后在螺钉孔2.4内打入螺钉将排水板1和连接盒2连接于一体，然后在下接口2.2外包扎塑料胶带。所述上接口2.3为圆管结构，安装时井点管3的下端套设于上接口2.3外，然后将上接口2.3与井点管3的下端外包扎塑料胶带。

[0068] 所述连接管4为钢丝软管，连接管4包括软管以及软管内衬的螺旋钢丝。

[0069] 所述井点管3为PPR等塑料管，井点管3与连接管4连接处通过密封膜包裹或者钢丝缠绕，采用密封膜包裹后，在一体式井点塑排管抽真空时产生负压密封膜被越吸越紧。井点管3也可以与连接管4采用同样的钢丝软管，使得井点管3与连接管4形成一体结构。

[0070] 1.2、一体式井点塑排管网格连接总管及真空泵形成一体式井点塑排真空系统。所述总管位于水底，所述总管包括纵管6和连接于纵管6上的多根横管5。所述真空泵7位于岸上。

[0071] 所述横管5由多个横管分段5.1以及多通连接段5.2连接而成，相邻两个横管分段5.1之间通过多通连接段5.2进行连接，多通连接段5.2作为一种优选采用八通连接段，八通连接段包括连接段主体5.21，连接段主体的左右两端分别设置有横管分段接口5.22，在连接段主体5.21上向前和向后分别设置有三个连接管接口5.23，连接管接口5.23与其临近的连接管4进行连接，横管分段接口5.22与其临近的横管分段5.1连接，所述横管分段5.1包括一个颈缩段，颈缩段靠近多通连接段5.2设置，所述横管分段5.1还包括直管段5.11，所述颈缩段包括第一锥管段5.12以及第二锥管段5.13，第一锥管段5.12的小头端与第二锥管段5.13的小头端对接，第一锥管段5.12的大头端与其相邻多通连接段5.2的横管分段接口5.22对接，第二锥管段5.13的大头端与直管段5.11的一端对接，直管段5.11的另一端与其

相邻的多通连接段5.2的横管分段接口5.22对接。第一锥管段5.12的锥度大于第二锥管段5.13的锥度，颈缩段形成文丘里射流效果。

[0072] 所述纵管6垂直连接于所有横管5的一端，横管5远离纵管6的一端设置有横管封头，横管5上的横管分段5.1的颈缩段远离纵管6，横管5上的横管分段5.1的直管段5.11靠近纵管6。一根纵管6连接多根横管5，所述纵管6由多个纵管分段6.1以及三通接头6.2连接而成，相邻两个纵管分段6.1通过三通接头6.2连接，三通接头6.2的第三个接口连接临近的横管5，纵管分段6.1上还设置有单向阀6.3，纵管6的端部设置有纵管封头。

[0073] 步骤二、真空预压

[0074] 一体式井点塑排真空系统开始真空预压90~120天。真空预压时抽吸地下水全部回灌至待加固区域；

[0075] 其中真空泵7优选为密封式真空射流泵，真空泵抽真空采用分级加载抽真空：真空泵分级加载第一级取每台真空泵处理面积1800~2000平方可调，总管首段负压为满表100kPa，总管末端不低于90kPa，待沉降满足连续3天沉降不大于3毫米，真空泵分级加载第二级取每台真空泵处理面积1300~1500平方可调，待沉降满足连续3天沉降不大于3毫米，真空泵分级加载第三级取每台真空泵处理面积800~1000平方或以下可调，以此类推，待沉降满足连续5天沉降不大于2毫米，达到真空预压处理要求；

[0076] 最后，处理后的地基经过一段时间后形成水下加筋地基，水下地基内的排水板随着时间的流逝，由于滤膜1.2采用可降解材料制成，滤膜1.2实现快速降解，滤膜1.2降解后在地基内只剩下芯板1.1，水下地基内的土壤会填充原滤膜1.2以及原排水通道1.3的空间，使得土壤与芯板1.1紧密贴合，因此芯板1.1在水下地基内不但不存在空隙使得地基继续沉降，而且还起到了加筋的作用，提高了水下地基内上下不同层高的一体性。

[0077] 注：一体式井点塑排真空系统可以根据场地及土质情况调整间距和长度，施工期间施工监测必须同步进行，必须要进行的监测项目有：孔隙水压力、地下水位、地表沉降、分层沉降、真空度，实现信息化施工。

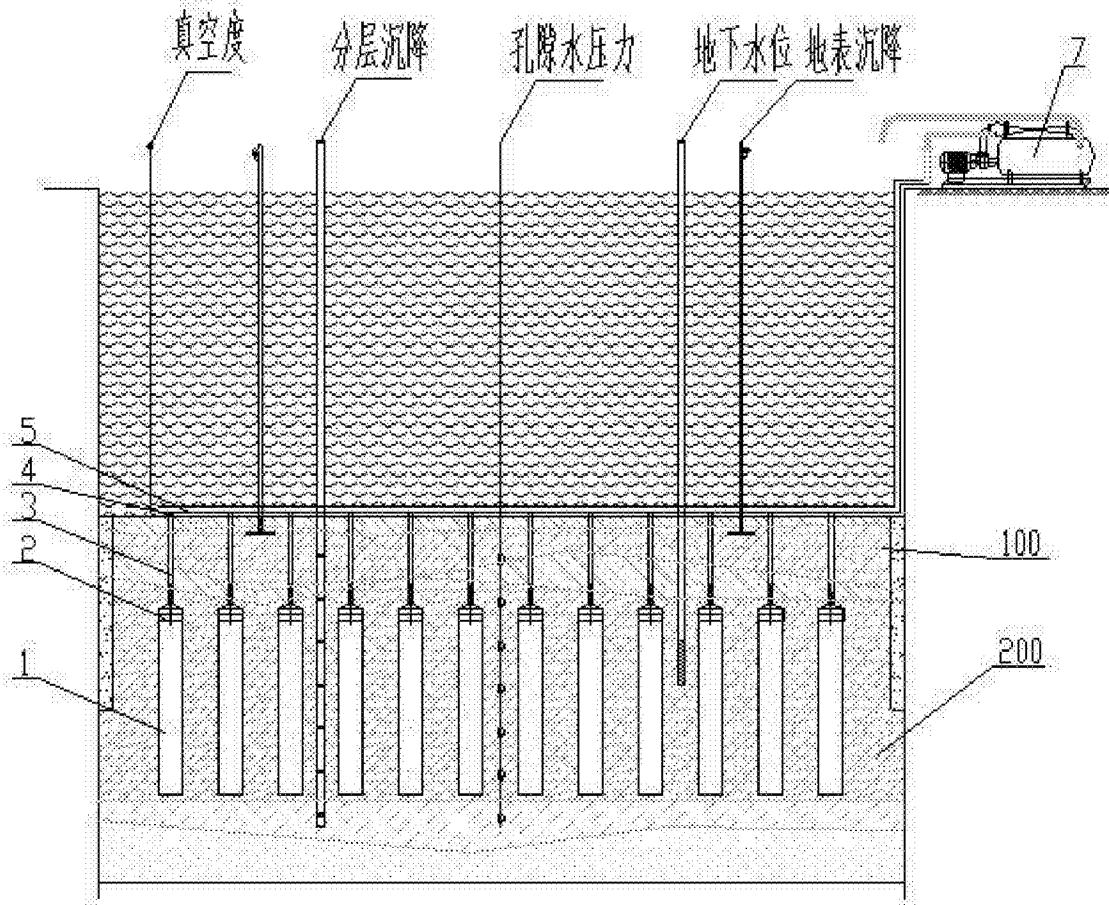


图1

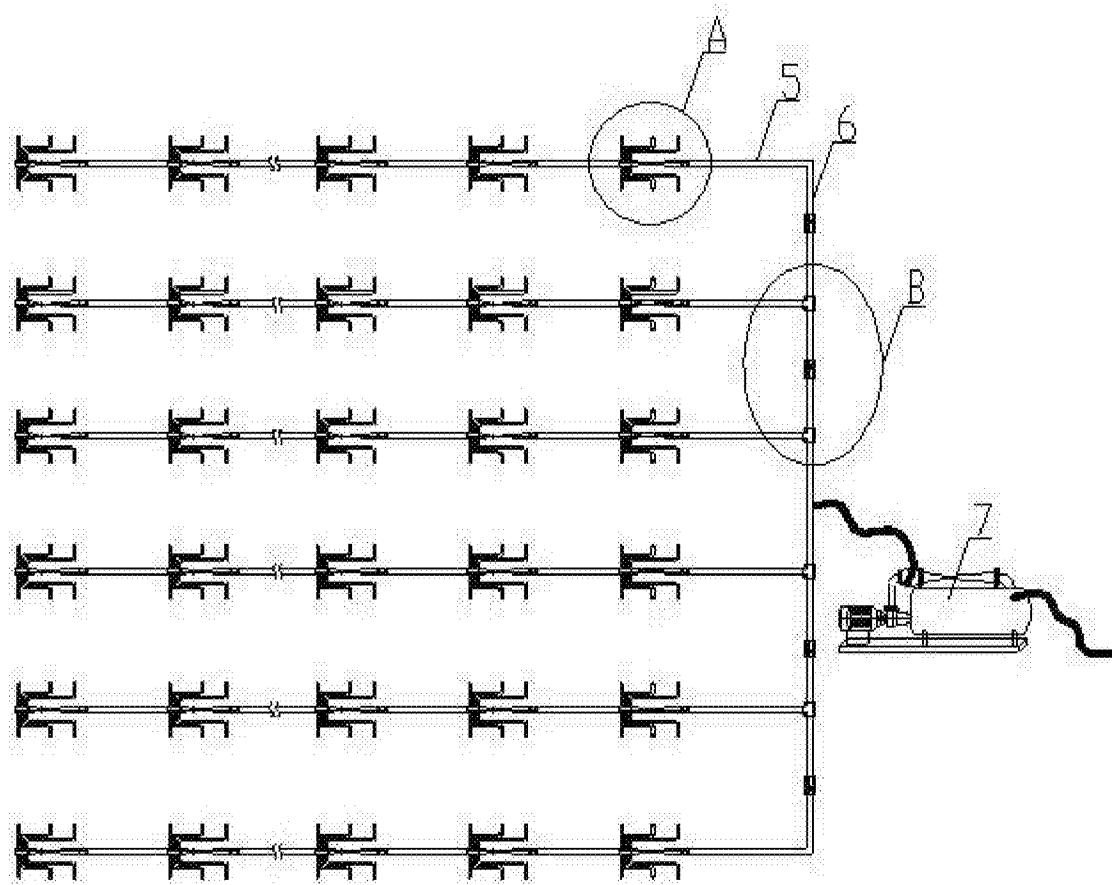


图2

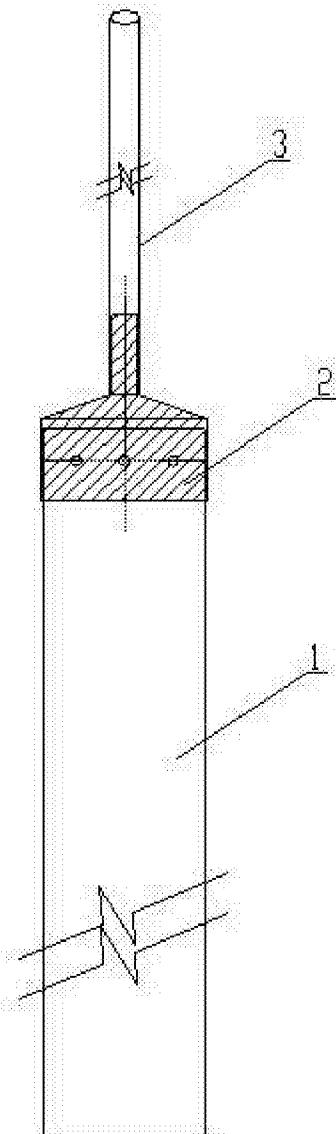


图3

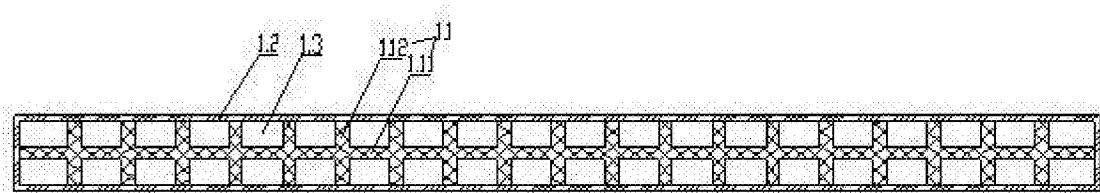


图4

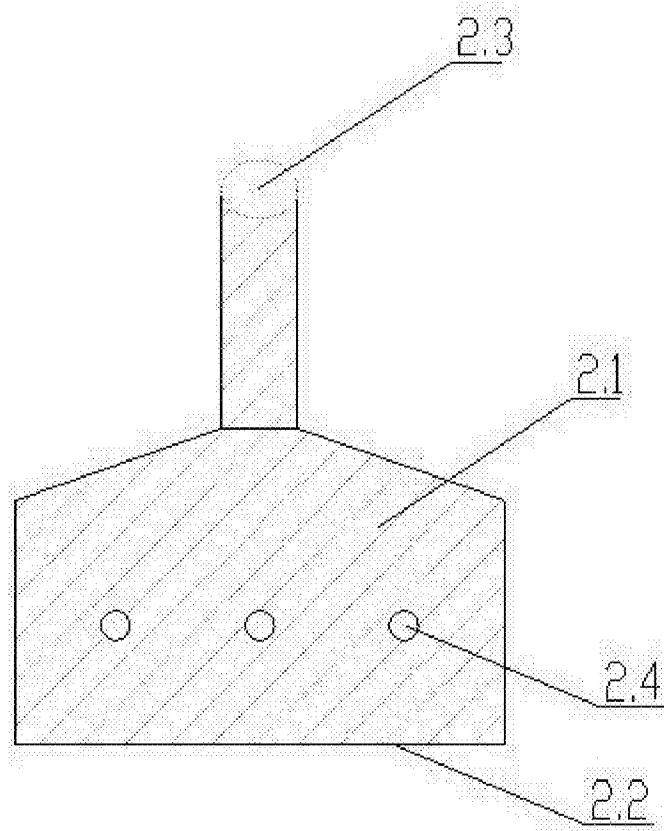


图5

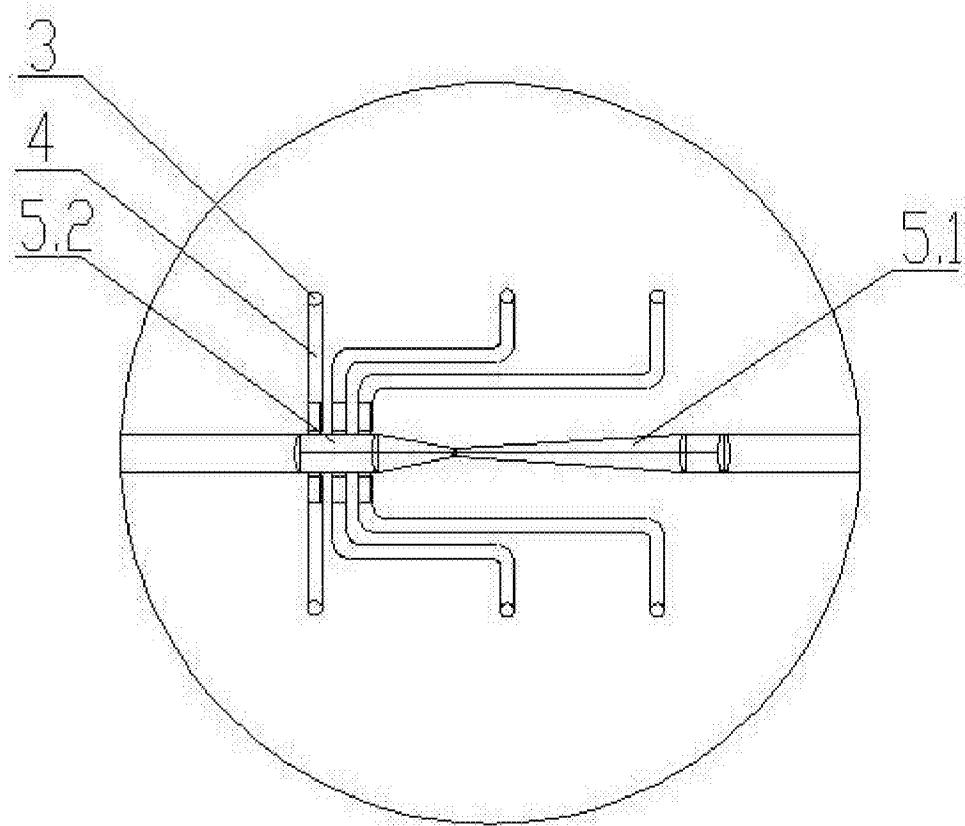


图6

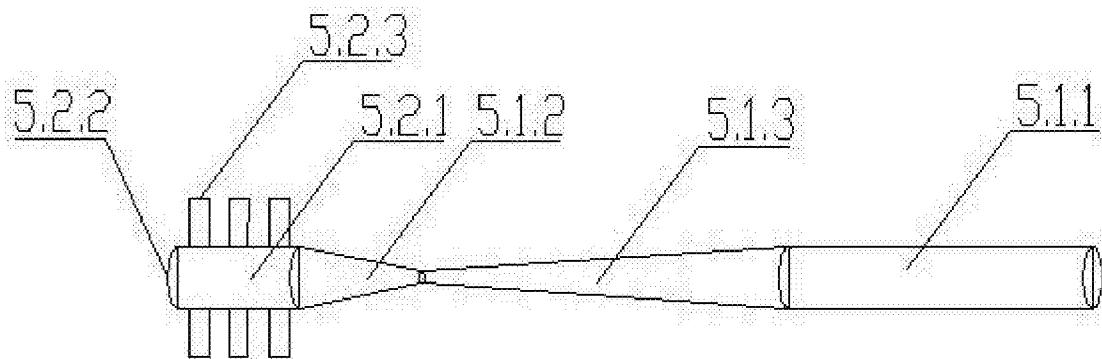


图7

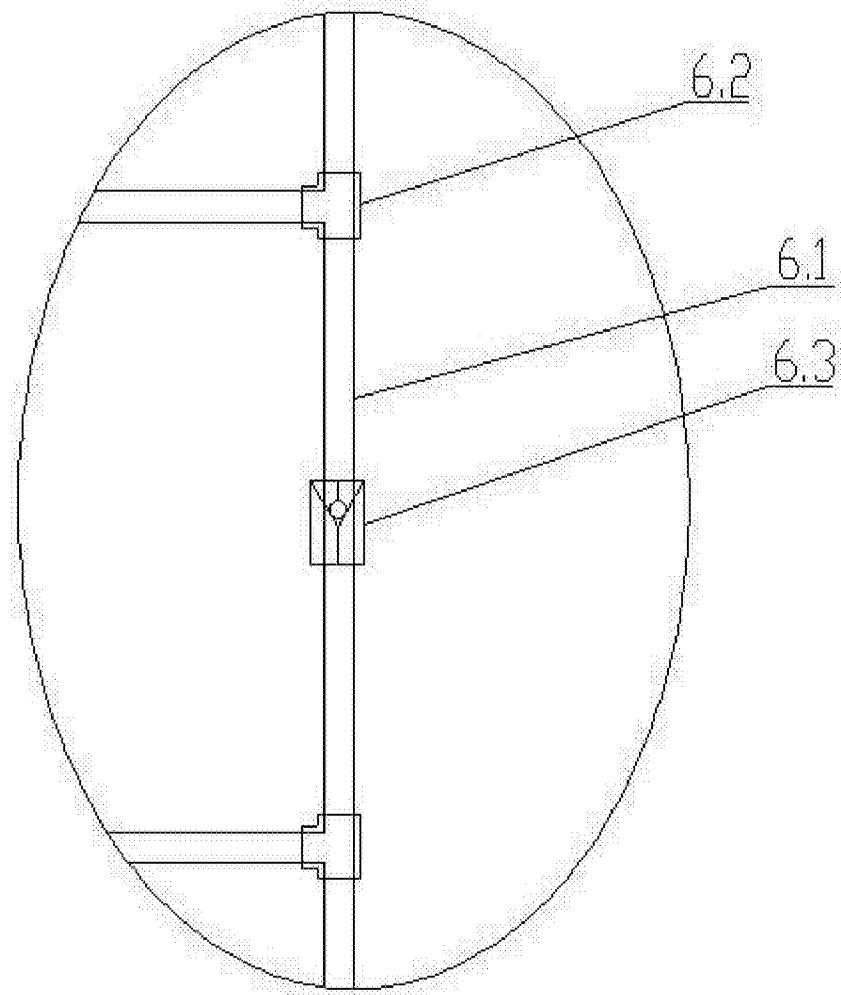


图8

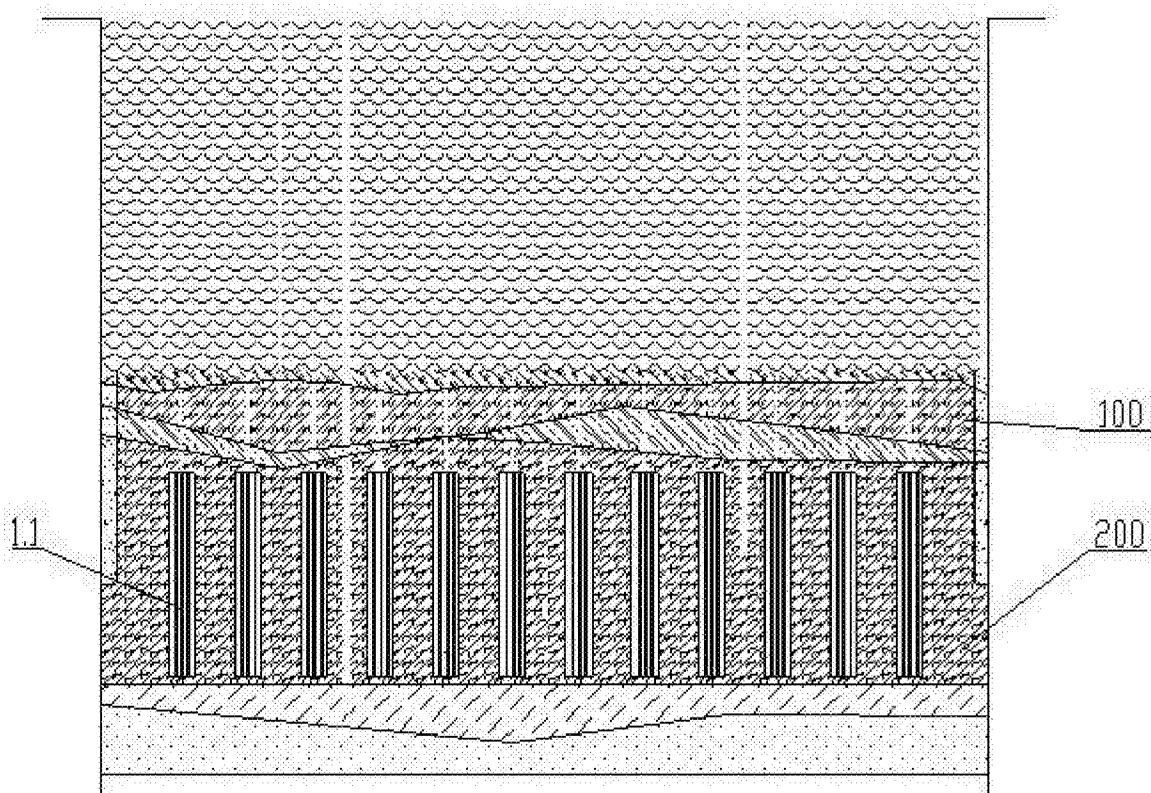


图9