



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103122631 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 29

(21) 申请号 201310039593. 8

(22) 申请日 2013. 02. 01

(71) 申请人 叶吉

地址 214433 江苏省无锡市江阴市滨江中路
13号1幢206室

(72) 发明人 叶吉 葛辉 刘怀利

(74) 专利代理机构 江阴市同盛专利事务所（普通合伙） 32210

代理人 唐幼兰 曾丹

(51) Int. Cl.

E02D 3/02(2006. 01)

E02D 3/10(2006. 01)

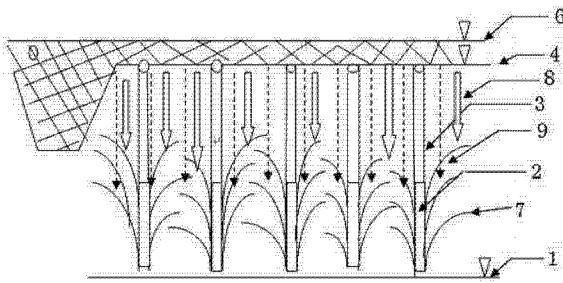
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

软土地基堆载冲压加固法

(57) 摘要

本发明涉及一种软土地基堆载冲压加固法，其特征在于它包括以下工艺步骤：步骤一、高程计算，预留高程；步骤二、制作表层硬壳层，为设备进入创造条件；步骤三、布置井点降水网络；步骤四、抽真空预压加固及施工过程数据监测；步骤五、铺填山皮土或砂石料；步骤六、周边明沟处理；步骤七、表层平整压密。该发明软土地基堆载冲压加固法既解决了分层填料分层碾压法不适用含水量高的填载料，又解决了降水强夯法对土体的孔隙压力消散有较高的要求，满足浅层加固的承载力及密实度要求，且具有加固效果明显，加固深度可控，加固周期短，加固成本低的优点。



1. 一种软土地基堆载冲压加固法,其特征在于它包括以下工艺步骤:

步骤一、高程计算,预留高程

测量原场地或真空预压后场地高程,计算最终所需场地高程,确定回填料高程,在原场地或真空预压后场地回填或吹填砂泥料至回填料高程;

步骤二、制作表层硬壳层,为设备进入创造条件

设置施工小区,在施工小区的场地周围挖设明沟,在施工小区的场地内间距开挖支沟,支沟与明沟形成交接,在施工小区内明沟与支沟间相互贯通,形成排水网络,明沟与明沟交接处或者明沟与支沟的交接处设置集水井;

步骤三、布置井点降水网络

在施工小区内布置井点降水网络:

对于3~5m深的浅基础,在施工场地布置井点管,井点管按照深层井点与浅层井点隔排布置;对于1~3m深的浅基础,在施工场地的支沟内布置水平卧管;

步骤四、抽真空预压加固及施工过程数据监测

对于3~5m深的浅基础,井点管通过支管连接,支管通过与集水总管连接,对于1~3m深的浅基础,水平卧管通过集水总管连接,集水总管再连接真空泵,进行抽真空,抽真空的真空度控制在-0.06~-0.08MPa,连续抽真空时间为5~7天,直至地下水位下降至地表3m以下结束抽真空;

步骤五、铺填山皮土或砂石料

在步骤四结束后的基础表层铺垫山皮土或砂石料,在铺垫山皮土或砂石料时,边铺垫边降水,找平场地后,采用三边轮或者五边轮冲击碾压器进行冲击碾压,冲击碾压遍数为5~20遍,明沟周边外围井点管或者水平卧管在整个冲击碾压过程中保持降水,直至冲击碾压结束后结束;

步骤六、周边明沟处理

在施工小区冲击碾压结束后回填明沟,在回填完毕的明沟表层铺垫山皮土或砂石料,再进行冲击碾压;

步骤七、表层平整压密

需加固的软土地基表层经冲击碾压后,进行振动碾压处理。

软土地基堆载冲压加固法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种软土地基处理方法，尤其涉及一种大面积软土地基处理方法。适用于对场地不能满足设计所需高程进行回填或吹填砂泥的场地，或经真空预压后场地高程不够，通过铺垫层厚在 4.0 ~ 8.0m 回填料以满足场地高程的浅层地基加固处理方法。属地基处理技术领域。

背景技术

[0002] 目前，随着沿海地区的快速发展，利用滩涂和吹填造地的方法以解决工业用地不足。对于此类土质的处理，“真空预压法”是行之有效的加固处理方法；由于经真空预压后，场地的沉降量一般较难控制，特别是深层真空预压后，土体压缩后场地沉降量较大，最终形成场地高程达不到设计要求。为满足使用要求及高程要求，需回填堆高场地高程，一般采取吹填砂泥或回填土，由于回填料松散不密实，常规方法是对该层土采用分层填料分层碾压法，即堆土 0.5m 厚进行振动碾压，逐级回填，逐级碾压的方法，该方法适用于含水量低的填料；另外也可采用降水强夯法，能满足对浅层 5.0m 范围的填料加固处理，即采取多遍降水多遍强夯的方法，通过降低土体中的自由水，在满足强夯所需的最佳含水量的条件下进行强夯，夯后土体孔隙压力消散至 90% 后进行下一遍强夯，该降水强夯法对土体的孔隙压力消散有较高的要求，如孔隙压力消散达不到要求，容易产生“弹簧土”破坏土体结构，土体结构一经破坏，其恢复期少则几月，多则一年以上。

[0003] 因此寻求一种既解决了分层填料分层碾压法不适用含水量高的填料，又解决了降水强夯法对土体的孔隙压力消散有较高的要求，满足浅层加固的承载力及密实度要求的软土地基处理方法尤为重要。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服上述不足，提供一种既解决了分层填料分层碾压法不适用含水量高的填料，又解决了降水强夯法对土体的孔隙压力消散有较高的要求，满足浅层加固的承载力及密实度要求的软土地基堆载冲压加固法。

[0005] 本发明的目的是这样实现的：

一种软土地基堆载冲压加固法，它包括以下工艺步骤：

步骤一、高程计算，预留高程

测量原场地或真空预压后场地高程，计算最终所需场地高程，确定回填料高程，在原场地或真空预压后场地回填或吹填砂泥料至回填料高程；

步骤二、制作表层硬壳层，为设备进入创造条件

设置施工小区，在施工小区的场地周围挖设明沟，在施工小区的场地内间距开挖支沟，支沟与明沟形成交接，在施工小区内明沟与支沟间相互贯通，形成排水网络，明沟与明沟交接处或者明沟与支沟的交接处设置集水井；

步骤三、布置井点降水网络

在施工小区内布置井点降水网络：

对于3~5m深的浅基础，在施工场地布置井点管，井点管按照深层井点与浅层井点隔排布置；对于1~3m深的浅基础，在施工场地的支沟内布置水平卧管；

步骤四、抽真空预压加固及施工过程数据监测

对于3~5m深的浅基础，井点管通过支管连接，支管通过与集水总管连接，对于1~3m深的浅基础，水平卧管通过集水总管连接，集水总管再连接真空泵，进行抽真空，抽真空的真空度控制在-0.06~-0.08MPa，连续抽真空时间为5~7天，直至地下水位下降至地表3m以下结束抽真空；

步骤五、铺填山皮土或砂石料

在步骤四结束后的基础表层铺垫山皮土或砂石料，在铺垫山皮土或砂石料时，边铺垫边降水，找平场地后，采用三边轮或者五边轮冲击碾压机进行冲击碾压，冲击碾压遍数为5~20遍，明沟周边外围井点管或者水平卧管在整个冲击碾压过程中保持降水，直至冲击碾压结束后结束；

步骤六、周边明沟处理

在施工小区冲击碾压结束后回填明沟，在回填完毕的明沟表层铺垫山皮土或砂石料，再进行冲击碾压；

步骤七、表层平整压密

软土地基经冲击碾压后，进行振动碾压处理。

[0006] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

1、场地高程可控，加固效果明显

本发明与传统软弱地基处理方法相比，由于采取预留高程进行加固处理，利用明沟强排水结合井点降水的方法，根据场地沉降量的观测结果，最后进行浅层补垫的方法；通过明沟结合井点强排水的方法，快速降低需加固区域土体含水量。

[0007] 2、形成垂直排水通道，加固深度可控

井点管滤头设置在需加固区域所需加固深度，利用井点降水的负压作用及上部堆载形成的荷载，在该井点管滤头处形成真空堆载预压，而在实际施工中，井点管滤头的设置可根据地质情况确定位置，以达到加固密实的目的，并确保工后场地所需高程要求。

[0008] 由于需加固区域深层加固依靠井点管形成负压及上部荷载对下卧层的荷载作用，通过冲击碾压对土体加密过程中的振动作用，实现通过井点管向纵深传递冲击作用，因此无损耗，效率高。实践证明，土体在正负压作用下，其应力转换过程是完全相同的，都是通过将土体中的孔隙水排出，使土体固结，强度增加，沉降消除。因此井点降水过程所产生的负压和回填料堆载产生的正压，二者的效果是一种叠加的效果。

[0009] 3、降低施工成本，缩短工期

场地建立明沟强排网络，土体建立井点降水网络，强排水与井点降水有机结合，利用堆载对土体进行预压，有效的解决了真空预压场地承载力低的瓶颈，也就是说，通过上部形成的荷载层，不仅仅解决了场地高程要求，而且为下卧层的真空预压进一步提高承载力，通过多遍冲击碾压，形成自上而下的加固处理，与其他工法相比，成本不高但工期得到有效的缩短。

[0010] 综上所述，该发明软土地基堆载冲压加固法既解决了分层填料分层碾压法不适用

含水量高的填载料,又解决了降水强夯法对土体的孔隙压力消散有较高的要求,满足浅层加固的承载力及密实度要求,且具有加固效果明显,加固深度可控,加固周期短,加固成本低的优点。

附图说明

- [0011] 图 1 为本发明软土地基堆载冲压加固法的原理图。
- [0012] 图 2 为本发明软土地基堆载冲压加固法的明沟结合井点强排水剖面图。
- [0013] 图 3 为本发明软土地基堆载冲压加固法的冲压场地剖面图。
- [0014] 其中 :

原场地或真空预压后场地高程 1

井点管滤头 2

井点管 3

回填料高程 4

明沟 5

所需场地高程 6

降水曲线 7

堆载压力传递 8

冲击碾压动力传递 9。

具体实施方式

[0015] 参见图 1 到图 3,本发明涉及的一种软土地基堆载冲压加固法,它包括以下工艺步骤:

步骤一、高程计算,预留高程

测量原场地或真空预压后场地高程 1,并计算最终的所需场地高程 6,确定回填料高程 4,回填料高程 4 为所需场地高程 6 减去用于铺填山皮土或砂石料的预留层厚。对于 3~5m 深的浅基础,预留层厚为 1.5m ~ 2m;对于 1~3m 深的浅基础,预留层厚为 0.5m ~ 1m。在原场地或真空预压后场地进行回填至回填料高程 4,进入下一施工步骤。

[0016] 步骤二、制作表层硬壳层,为设备进入创造条件

2.1、无法进入机械设备场地的预加固方法

对新吹填淤泥质土,属三高一低的地质性质(即:高灵敏度、高压缩性、高含水量、低强度),而其中的低强度性质制约了本工艺方法的实施,因此,在处理类似土质时,可先行采取以下方法:

根据软弱地基的地质条件,在原场地或真空预压后场地先行挖明沟排水,施工原则是“先成形,再成沟”。一般设置明沟的沟宽为 0.8 ~ 1m,明沟的沟深为 1 ~ 1.5m。采用水上挖机开沟,明沟之间的间距为 10 ~ 15m。

[0017] 即由于含水量高,场地在无法成沟的情况下,先理出明沟的沟形进行明排水,过 2 ~ 3 天再在成形的基础上用水上挖机开沟,逐渐成明沟(需经 3 ~ 5 次后即能成明沟)。挖出的泥土堆在两明沟之间控水,明沟成形后,明沟间土用推土机推平,利用推土机多遍行走形成表层密封层。

[0018] 2.2、满足施工人员及机械进入的施工场地

在施工场地周围挖设排水明沟，明沟的深度为1.5米，明沟的底宽为1m，明沟的边坡为1:2，根据场地情况，设置施工小区，在施工场地按30m间距开挖支沟，使支沟与明沟交接，施工场地的明沟与支沟间相互贯通，形成排水网络，明沟与明沟交接处或者明沟与支沟的交接处设置一定数量的集水井，明沟水采取自流、强排的方法排放到邻近河道内。

[0019] 步骤三、布置井点降水网络

对于3~5m深的浅基础，在施工场地布置井点管，井点管采用水冲插设，井点管按照深层井点与浅层井点隔排布置；深层井点管长6米，浅层井点管长4米，降排水孔距以保证排水的效果为原则，结合设计图纸中的要求，在实际施工时根据现场土质条件进行适当调整，井点管滤头2一般为0.5~1.5m，实际施工根据场地地质条件及所需加固深度确定。

[0020] 对于1~3m深的浅基础，在施工场地的支沟内（支沟布置根据土质渗透系数确定间距，支沟深根据所需加固深度确定）布置水平卧管，水平卧管采用波纹滤管，水平卧管的埋深为所需加固深度处。

[0021] 步骤四、抽真空预压加固及施工过程数据监测

井点降水网络连接，对于3~5m深的浅基础，井点管通过支管连接，支管通过与集水总管连接，对于1~3m深的浅基础，水平卧管通过集水总管连接，集水总管再连接真空泵（真空泵放置于集水井中），各管道连接完毕回填支沟，然后进行抽真空。抽真空设备可根据所需加固要求及加固深度确定，采用包含真空泵、平衡器、射流泵等，抽真空的真空度控制在-0.06~-0.08MPa，连续抽真空时间一般为5~7天，直至地下水位下降至地表3m以下结束抽真空，在实际施工中可根据土质条件试验确定。

[0022] 在大面积软弱地基加固处理施工前，可选择其中一个小区约 $10000 \sim 30000\text{m}^2$ 作为试验区，布置超静孔隙水压力仪、所需加固深度范围布置水位观测孔。通过监测沉降量、孔隙水压力消散，所需加固深度地下水下降值，建立数据，并辅以静力触探等手段；为大面积软弱地基处理确立轻型井点布置点间距、冲击碾压各控制参数、强排水时间等数据。

[0023] 根据冲击碾压的要求，大面积软土地基处理可将施工区域划分成若干小区，经明沟强排水和井点降水5~7天后，地下水位下降至表层3m以下，则可进入下一施工步骤。

[0024] 步骤五、铺填山皮土或砂石料

根据场地高程要求，铺垫山皮土或砂石料，对于3~5m深的浅基础，山皮土或砂石料的厚度控制在1.5~2m，对于1~3m深的浅基础，山皮土或砂石料的厚度控制在0.5~1m，在铺垫山皮土时，采取边铺垫山皮土边降水的方法。找平场地后，采用三边轮或者五边轮冲击碾压器进行冲击碾压，冲击碾压遍数为5~20遍，明沟周边外围井点管或者水平卧管在整个冲击碾压过程中保持降水，直至冲击碾压结束后结束。根据施工中的沉降量和影响深度调整冲击碾压器的压实轮形状和冲击速度，可以采取分层分遍冲击碾压，即冲击碾压遍数5~10遍，然后再铺垫山皮土或砂石料约0.5m，找平场地，进行第二次冲击碾压，每次冲击碾压遍数5~10遍。

[0025] 步骤六、周边明沟处理

经上述步骤一~步骤四加固处理完成后，在需加固的软土地基达到设计所需的沉降量和加固影响深度、固结度指标后，周边排水明沟加固处理：在各小区冲击碾压结束，即回填明沟，在回填完毕的明沟表层铺垫山皮土或砂石料，再进行冲击碾压，冲击碾压也可以为分

层分遍冲击碾压。

[0026] 步骤七、表层平整压密

需加固区域表层由于经冲击碾压后,如表层疏松,进行振动碾压处理,以达到表层密实。

[0027] 工作原理:

原场地或真空预压后场地高程 1 根据设计所需高程回填或吹填砂泥料,以满足设计所需场地高程,采用本方法一般所需层厚为 4 ~ 8m 范围,预留 1.5 ~ 2.0m 的山皮土或其他建筑材料,作冲击碾压垫料用。根据施工工艺步骤一开挖排水明沟 5,布置降水井点网络 3,井点管 3 为直径 32 ~ 50mm 的 PVC 管,距管底 1.0m 范围钻孔,孔径为 0.5 ~ 10mm,孔与孔间距为 100mm 左右,管底封死,组成轻型井点管滤头 2。轻型井点管滤头 2 上包裹 100 目的尼龙纱网 2 ~ 3 层,并用铁丝将尼龙纱网与轻型井点管滤头 2 扎紧。井点管 3 连接支管,支管连接集水总管,集水总管连接真空泵抽真空。

[0028] 经 5 ~ 7 天强排水后,在水位达到表层的 3.0m 以下,则可回填山皮土或其他建筑材料,然后进行冲压(冲击碾压)施工,在冲压过施工中,根据场地水位情况,采取边冲压边降水的方法,以确保冲压过程中表层无孔隙压力水为标准。经两层多遍冲压完成后,最后进行振动碾压。

[0029] 软土地基堆载冲压加固法,利用在原场地或真空预压后场地回落填料,通过井点降水的负压抽水,使土体在井点管滤头处形成负压和堆载的正压,通过负压和正压的叠加,完成土体的压密作用,其加固原理是:根据真空 - 堆载联合预压法的计算方式,设土体原来承受一个大气压 p_a ,通过插入土体一定深度的轻型井点管,土体 3 ~ 5m 以下通过井点的滤头产生负压,形成真空。该真空度换算成等效压力为 $-p_o$,使轻型井点管压力减小至 p_v ($p_v = p_a - p_o$),在压差 $p_a - p_v$ 的作用下,土体的水流向井点。与此同时,3 ~ 5m 土体对下层产生堆载作用,使土体中的压力增高至 p_p ,在压差 $p_p - p_a$ 作用下,进一步使土体中的水流向井点,负压和堆载叠加作用时,二者的压差为 $p_p - p_v$ 。由于压差增大,加速了土体中水的排出,增大了土体的压密率,使土体的强度进一步提高,沉降进一步消除。

[0030] 实践证明,土体在正负压作用下,其应力转换过程是完全相同的,都是通过将土体中的孔隙水排出,使土体固结,强度增加,沉降消除。因此井点抽水所产生的负压和堆载产生的正压,二者的效果是一种叠加的效果。

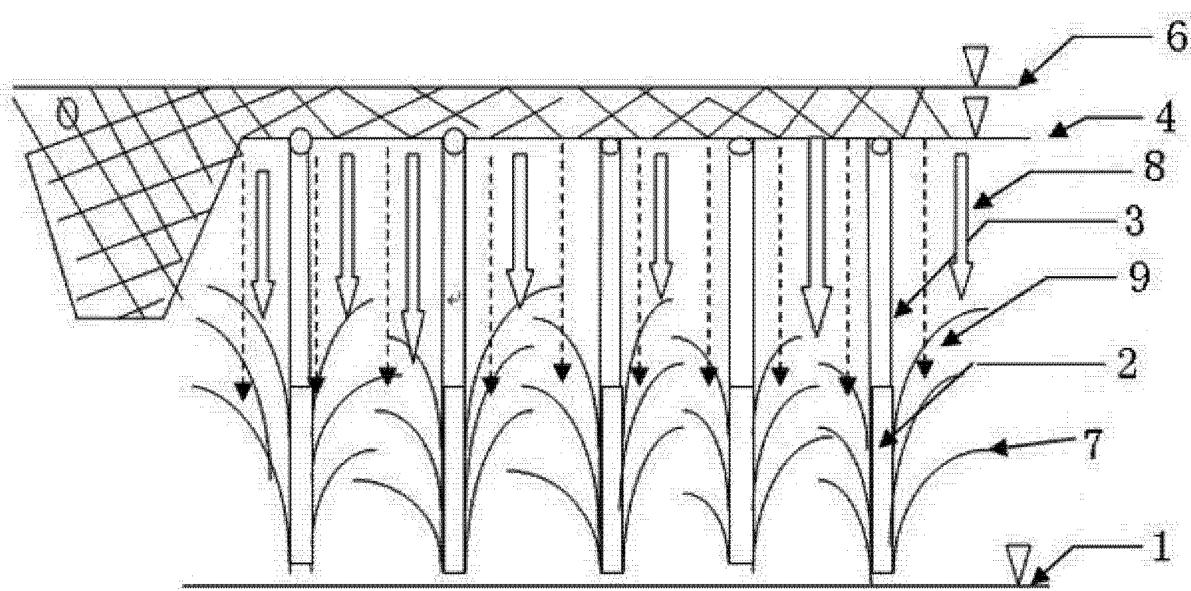


图 1

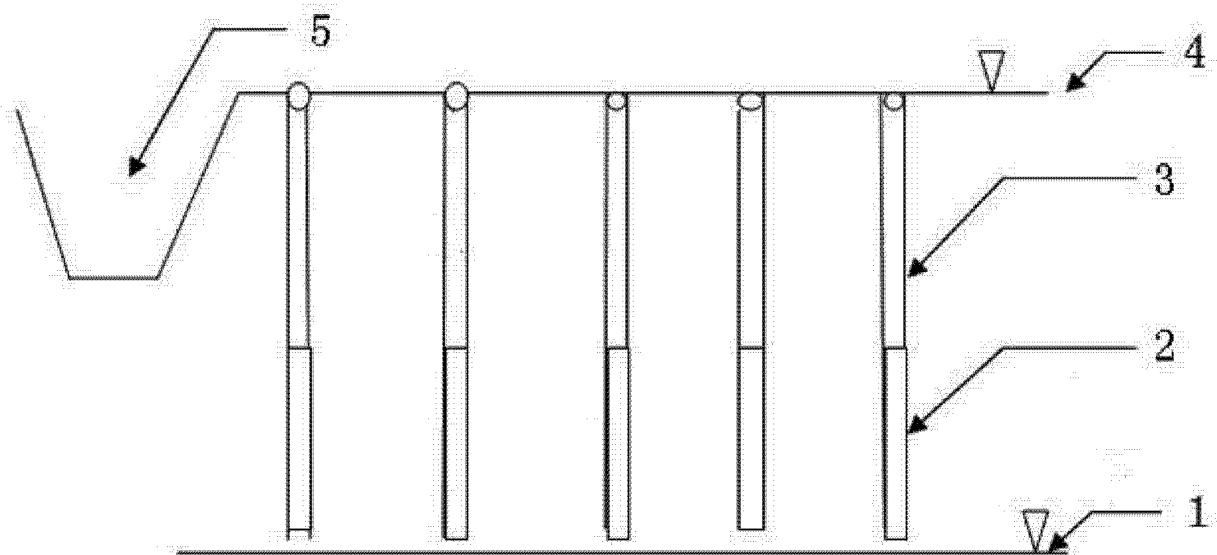


图 2

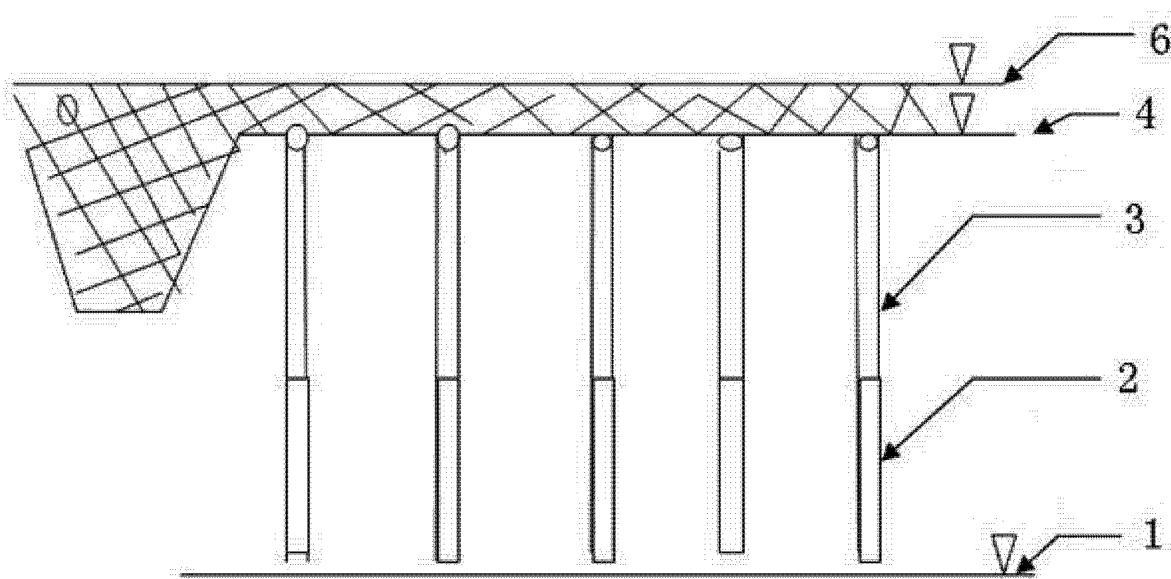


图 3