(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114517472 B
(45)授权公告日 2023.07.21

(21)申请号 202111035158.9
(22)申请日 2021.09.05
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114517472 A
(43)申请公布日 2022.05.20
(66)本国优先权数据
202110770046.1 2021.07.08 CN
(73)专利权人 北京波森特岩土工程有限公司
地址 102218 北京市昌平区东小口镇太平家园31号楼
(72)发明人 王继忠 张连喜 徐彤 王光亮 李湘明
(51)Int.Cl.
E02D 5/22(2006.01)
E02D 5/24(2006.01)
E02D 5/46(2006.01)

(56)对比文件
CN 110629777 A,2019.12.31
CN 112144522 A,2020.12.29
CN 105821836 A,2016.08.03
CN 205024669 U,2016.02.10
CN 104047285 A,2014.09.17
US 2018180326 A1,2018.06.28

审查员 南林

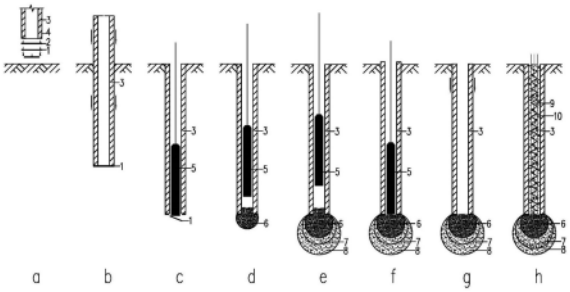
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种载体桩的施工方法

(57)摘要

本发明提供一种载体桩的施工方法，直接利用预制管桩的中心孔制作桩端载体，将预制管桩和载体桩的优势充分结合，显著提升桩的承载能力并有效避免桩身易出现的质量问题。其步骤包括：1)利用封底钢板或者预制桩尖对预制管桩底端予以封堵；2)将已封底的预制管桩沉入至设定深度；3)在管桩中心孔中击打或者挤压封底钢板或桩尖脱离管桩底端；4)在管桩中心孔中填入水泥砂拌合物，并利用重锤夯击或者柴油锤带管夯击、或者静压机下管挤压，使桩端土体被加固密实形成桩端载体；5)通过贯入度或者设定填充量等方式检测桩端载体的密实度；6)观测管桩是否存在上浮并根据上浮数值对管桩进行复打或者复压；7)进行桩身处理。



CN 114517472 B

1.一种载体桩的施工方法,其特征在于,其步骤包括:

1)对预制管桩进行封底处理,既利用封底钢板或者预制混凝土桩尖对预制管桩的底端予以封堵,以防止土或者水进入到预制管桩中心孔内:当土体中含水量较高时,在封底钢板或者预制混凝土桩尖与预制管桩底端之间加设封水胶垫进一步密封;

2)在桩位处将上述已封底的预制管桩沉入至设定深度,沉入的方式包括下述之一或者组合:

①通过锤击或者振动或者静压的方式将预制管桩直接在土体中沉入;

②通过重锤冲击或者螺旋钻引孔或者旋挖成孔的方式在土体中预先形成桩孔,然后在桩孔中置入预制管桩;

③通过深层搅拌或者高压旋喷的方式形成一定深度和较大直径的水泥土桩,然后在水泥土桩的中心插入预制管桩;

3)在预制管桩的中心孔中,通过下述的夯击或者挤压方式之一,将上述封底钢板或者预制混凝土桩尖夯击或者挤压脱离预制管桩的底端:

①在预制管桩的中心孔中放置细长重锤,提升细长重锤一定高度后下落夯击封底钢板或者预制混凝土桩尖;

②利用柴油锤连接底端封闭的钢管,通过柴油锤的上下做功带动钢管夯击封底钢板或者预制混凝土桩尖;

③利用静压桩机抱夹底端封闭的钢管,通过液压缸下压带动钢管挤压封底钢板或者预制混凝土桩尖;

4)在预制管桩的中心孔中填入一定数量的水泥砂拌合物,通过下述方式之一对水泥砂拌合物进行夯击或者挤压:

①提升细长重锤一定高度后下落对水泥砂拌合物进行夯击;

②通过柴油锤的上下做功带动底端封闭的钢管对水泥砂拌合物进行夯击;

③通过静压桩机抱夹底端封闭的钢管并下压该钢管对水泥砂拌合物进行挤压;

5)重复进行上述填入水泥砂拌合物和夯击或者挤压操作,使桩端下一定深度和范围内的土体被加固密实,逐渐形成桩端载体,并通过下述标准之一检测桩端载体的密实度:

①测量细长重锤或者柴油锤3击～10击的贯入度,当贯入度测量值满足设计值时,停止夯击,当贯入度测量值不满足设计值时,继续进行上述步骤4)的填入水泥砂拌合物和夯击操作,直至贯入度测量值满足设计值;

②根据地质条件和荷载要求,计算桩端土体达到设计承载力时水泥砂拌合物的设定填充量,根据设定填充量将全部的水泥砂拌合物分次填入并夯实完毕;

③观测静压桩机压力表值是否满足设计要求;

6)在进行上述步骤4)和步骤5)的过程中,观测预制管桩是否存在上浮,并根据预制管桩的上浮数值,对预制管桩进行复打或者复压;

7)根据地质条件和荷载要求进行桩身处理。

2.根据权利要求1所述的载体桩的施工方法,其特征在于上述步骤1)中,所述预制管桩包括预应力管桩、预制空心竹节桩、预制空心方桩。

3.根据权利要求1所述的载体桩的施工方法,其特征在于上述步骤1)中,还包括视预制管桩中心孔内的圆滑程度进行清孔处理,既利用可伸缩的金属磨具或者刨具伸入到预制管

桩的中心孔内，通过金属磨具或者刨具的高速旋转清理剔除中心孔内的残余混凝土，使中心孔内表面光滑一致，从而利于形成空气通道和填料通道，并利于后续工序中细长重锤在中心孔内的上下运动。

4.根据权利要求1所述的载体桩的施工方法，其特征在于上述步骤1)中，所述的封底钢板的面积大于预制管桩中心孔面积，封底钢板以螺栓或者焊接方式与预制管桩底端的法兰盘固定，螺栓或者焊接固定的强度适当降低，以利于后续工序中将封底钢板击离预制管桩的底端。

5.根据权利要求1或者4所述的载体桩的施工方法，其特征在于上述步骤1)中，在封底钢板与预制管桩底端之间加设封水胶垫进一步密封时，封底钢板应采用螺栓方式与预制管桩底端的法兰盘固定，以提高密封性。

6.根据权利要求1所述的载体桩的施工方法，其特征在于上述步骤1)中，如先在土体中预先形成桩孔然后在桩孔中置入预制管桩时，则不需要对预制管桩进行封底处理。

7.根据权利要求1所述的载体桩的施工方法，其特征在于上述步骤3)中，所述的细长重锤或者底端封闭的钢管的直径小于预制管桩的中心孔直径2cm以上。

8.根据权利要求1所述的载体桩的施工方法，其特征在于上述步骤3)中，为避免对预制管桩底部造成损伤，在预制管桩的中心孔中填入少量水泥砂拌合物后，再利用细长重锤或者底端封闭的钢管夯击或者挤压上述封底钢板或者预制混凝土桩尖。

9.根据权利要求1所述的载体桩的施工方法，其特征在于上述步骤3)和步骤4)和步骤5)中，为避免对预制管桩的内壁或者底部造成损伤，先在预制管桩的中心孔中放置钢护筒，在钢护筒中再利用细长重锤或者底端封闭的钢管进行夯击或者挤压操作。

10.根据权利要求1所述的载体桩的施工方法，其特征在于上述步骤3)和步骤4)中，所述的水泥砂拌合物的材料包括水泥、砂子、水，还包括小粒径碎石、矿渣、钢渣。

11.根据权利要求1所述的载体桩的施工方法，其特征在于上述步骤5)中，重复进行填入水泥砂拌合物和夯击或者挤压操作时，每次填入水泥砂拌合物的数量不宜过多，并且每次填料后的夯击或者挤压次数为1～5次。

12.根据权利要求1所述的载体桩的施工方法，其特征在于上述步骤5)中，贯入度是指在不填入水泥砂拌合物的情况下，细长重锤或者柴油锤以相同的高度自由下落击打底端填料后的当次下沉数值，即为1击的贯入度，并且后一次的贯入度不大于前一次的贯入度。

13.根据权利要求1所述的载体桩的施工方法，其特征在于上述步骤6)中，所述的对预制管桩进行复打或者复压，是指通过锤击或者振动或者静压的方式使预制管桩下沉，下沉值不超过预制管桩的上浮值；如预制管桩没有上浮或者上浮量很小则无需复打或者复压。

14.根据权利要求1所述的载体桩的施工方法，其特征在于上述步骤7)中，根据地质条件和荷载要求进行桩身处理包括在预制管桩的中心孔中灌注混凝土或者水泥砂浆，包括在预制管桩的中心孔中置入钢筋笼之后再灌注混凝土或者水泥砂浆，还包括对预制管桩桩头的处理。

一种载体桩的施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及土木工程领域，尤其涉及一种载体桩的施工。

背景技术

[0002] 在建筑工程领域中，预制管桩是目前地基处理中经常采用的一种桩型，如预应力管桩、竹节桩、空心方桩等，因其质量可控、价格低廉等特点发展迅速，需求量很大，在全国各大中城市都有厂家生产。目前预制管桩在国内主要采用柴油锤、液压锤击打和静压桩机静压几种方式将管桩打入地基土体中，其优点是施工工艺简单、速度快、成本相对较低，其缺点是易造成桩身受损，尤其采用柴油锤锤击法时，桩身应力波传递过程中产生的拉应力常常将桩身混凝土拉裂，再遇有硬塑粘土、夹层粉土、粉砂及卵石土层时入桩更加困难，在必须要达到设计桩长按图施工的强制条件下，增大桩机配重或者加大锤重是唯一解决办法，当采用的压力和动能的能量超出桩身能够承受的强度时，会造成桩头的破碎和桩身产生裂纹，这种受损的预制桩在有地下水或腐蚀矿物质的情况下，必将造成预应力筋的锈蚀和混凝土的强度受损。另外，预制管桩的承载能力大部分来源于桩侧摩擦力，其桩端阻力值相对较低。

[0003] 在专利号ZL98101041.5专利文献中公开了一种桩基技术，其包括复合载体和混凝土桩身，其特点是通过在护筒中填入建筑垃圾等填充料，采用重锤对填充料进行夯击，并通过三击贯入度控制标准在桩端形成复合载体，让上部荷载有效地通过桩和桩下面的复合载体，传递到较好持力层上，从而提高桩的承载力，具有单桩承载力高、造价经济等优点。但是这种载体桩由于施工设备和施工手段所限，很难完成直径更大和更长的桩，因此难以在高承载力要求的工程中应用。

[0004] 另外，我国的沿海地区是发达城市较为集中的区域，建筑工程的数量很多，沿海地区的地质条件大部分存在相同的特点，即地下水的含量较为丰富，土质较软，这种特点给地基基础处理造成很大困难，载体桩也是如此，在施工中特别容易遇到护筒中进水无法施工、桩身的混凝土受水或淤泥的侵蚀易产生缩径或断桩、桩端土体受到填料夯实的影响造成严重扰动等问题，严重影响桩基承载力。

[0005] 因此，人们希望提供一种满足高承载力需要和适用于各种地质土层的，工效较高且成本也较低的桩。

发明内容

[0006] 本发明是为了解决上述问题而提出的，目的在于提供一种载体桩的施工方法，将预制管桩和载体桩的优势充分结合为一体，先进行预制管桩的施工，然后利用预制管桩的中心孔道进行桩端载体的施工，显著提升预制管桩的承载能力，并有效避免载体桩现浇混凝土桩身易出现的质量问题，同时实现工效的提高和成本的节约。

[0007] 为了实现上述目的，本发明的一种载体桩的施工方法的步骤包括：

[0008] 1)对预制管桩进行封底处理，既利用封底钢板或者预制混凝土桩尖对预制管桩的

底端予以封堵，以防止土或者水进入到预制管桩中心孔内：当土体中含水量较高时，在封底钢板或者预制混凝土桩尖与预制管桩底端之间加设封水胶垫进一步密封；

[0009] 2)在桩位处将上述已封底的预制管桩沉入至设定深度，沉入的方式包括下述之一或者组合：

[0010] ①通过锤击或者振动或者静压的方式将预制管桩直接在土体中沉入；

[0011] ②通过重锤冲击或者螺旋钻引孔或者旋挖成孔的方式在土体中预先形成桩孔，然后在桩孔中置入预制管桩；

[0012] ③通过深层搅拌或者高压旋喷的方式形成一定深度和较大直径的水泥土桩，然后在水泥土桩的中心插入预制管桩；

[0013] 3)在预制管桩的中心孔中，通过下述的夯击或者挤压方式之一，将上述封底钢板或者预制混凝土桩尖夯击或者挤压脱离预制管桩的底端：

[0014] ①在预制管桩的中心孔中放置细长重锤，提升细长重锤一定高度后下落夯击封底钢板或者预制混凝土桩尖；

[0015] ②利用柴油锤连接底端封闭的钢管，通过柴油锤的上下做功带动钢管夯击封底钢板或者预制混凝土桩尖；

[0016] ③利用静压桩机抱夹底端封闭的钢管，通过液压缸下压带动钢管挤压封底钢板或者预制混凝土桩尖；

[0017] 4)在预制管桩的中心孔中填入一定数量的水泥砂拌合物，通过下述方式之一对水泥砂拌合物进行夯击或者挤压：

[0018] ①提升细长重锤一定高度后下落对水泥砂拌合物进行夯击；

[0019] ②通过柴油锤的上下做功带动底端封闭的钢管对水泥砂拌合物进行夯击；

[0020] ③通过静压桩机抱夹底端封闭的钢管并下压该钢管对水泥砂拌合物进行挤压；

[0021] 5)重复进行上述填入水泥砂拌合物和夯击或者挤压操作，使桩端下一定深度和范围内的土体被加固密实，逐渐形成桩端载体，并通过下述标准之一检测桩端载体的密实度：

[0022] ①测量细长重锤或者柴油锤3击～10击的贯入度，当贯入度测量值满足设计值时，停止夯击，当贯入度测量值不满足设计值时，继续进行上述步骤4)的填入水泥砂拌合物和夯击操作，直至贯入度测量值满足设计值；

[0023] ②根据地质条件和荷载要求，计算桩端土体达到设计承载力时水泥砂拌合物的设定填充量，根据设定填充量将全部的水泥砂拌合物分次填入并夯实完毕；

[0024] ③观测静压桩机压力表值是否满足设计要求；

[0025] 6)在进行上述步骤4)和步骤5)的过程中，观测预制管桩是否存在上浮，并根据预制管桩的上浮数值，对预制管桩进行复打或者复压；

[0026] 7)根据地质条件和荷载要求进行桩身处理。

[0027] 最好，上述载体桩的施工方法的步骤1)中，所述预制管桩包括预应力管桩、预制空心竹节桩、预制空心方桩。

[0028] 最好，上述载体桩的施工方法的步骤1)中，还包括视预制管桩中心孔内的圆滑程度进行清孔处理，既利用可伸缩的金属磨具或者刨具伸入到预制管桩的中心孔内，通过金属磨具或者刨具的高速旋转清理剔除中心孔内的残余混凝土，使中心孔内表面光滑一致，从而利于形成空气通道和填料通道，并利于后续工序中细长重锤在中心孔内的上下运动。

目前预制管桩都是在生产厂家直接制作好的，但在生产过程中因没有对预制管桩中心孔内有清除的工艺和要求，所以出厂的预制管桩中心孔内或多或少都会残余一些混凝土，这种预制管桩应用于其它施工方法中不会有影响，但如果应用于载体桩中，其中心孔内残余混凝土对填料夯实操作的影响是很大的，因此要在预制管桩打入土体之前进行清孔处理，以适用于载体桩这种利用中心孔进行填料夯实施工的特殊工艺的需要。

[0029] 在普通的预制管桩的应用中，对于管桩底部封闭一般没有要求，因为即使中心孔中进入一些土体或者水，也不影响预制管桩的承载能力。但是在本发明中，由于后续要利用管桩的中心孔进行填料夯实施工，这种特殊工艺就要求预制管桩在沉入到设定深度时，其中心孔是干净的，除了要防止土体还要防止地基土体中的水进入到中心孔内。同时，也是因为后续要利用管桩的中心孔进行填料夯实施工，在预制管桩沉入到位之后就要求管桩底部不能是封闭的。因此本发明对于管桩底部封闭的要求是双重的，即要求具备相当的密封性，还要求能够简易快捷的与管桩底端脱离。

[0030] 最好，上述载体桩的施工方法的步骤1)中，所述的封底钢板的面积大于预制管桩中心孔面积，封底钢板以螺栓或者焊接方式与预制管桩底端的法兰盘固定，螺栓或者焊接固定的强度适当降低，以利于后续工序中将封底钢板击离预制管桩的底端。

[0031] 最好，上述载体桩的施工方法的步骤1)中，在封底钢板与预制管桩底端之间加设封水胶垫进一步密封时，封底钢板应采用螺栓方式与预制管桩底端的法兰盘固定，以提高密封性。在地下水含量较多的土层中，普通的封底钢板或者混凝土桩尖无法有效封堵桩底端而造成中心孔内进水，因此要采用加设封水胶垫提高密封性。

[0032] 最好，上述载体桩的施工方法的步骤1)中，在某些情况如先在土体中预先形成桩孔然后在桩孔中置入预制管桩时，则不需要对预制管桩进行封底处理。

[0033] 最好，上述载体桩的施工方法的步骤3)中，细长重锤或者底端封闭的钢管的直径小于预制管桩的中心孔直径2cm以上，以利于后续工序中水泥砂拌合物能顺利通过细长重锤或者底端封闭的钢管和预制管桩中心孔之间的间隙落入到桩底端，也避免因间隙较小空气流通不畅影响细长重锤或者底端封闭的钢管下落和提升。

[0034] 最好，上述载体桩的施工方法的步骤3)中，为避免对预制管桩底部造成损伤，可以在预制管桩的中心孔中填入少量水泥砂拌合物后，再利用细长重锤或者底端封闭的钢管夯击或者挤压上述封底钢板或者预制混凝土桩尖。

[0035] 最好，上述载体桩的施工方法的步骤3)和步骤4)和步骤5)中，为避免对预制管桩的内壁或者底部造成损伤，可以先在预制管桩的中心孔中放置钢护筒，在钢护筒中再利用细长重锤或者底端封闭的钢管进行夯击或者挤压操作。

[0036] 最好，上述载体桩的施工方法的步骤3)和步骤4)中，水泥砂拌合物的材料包括水泥、砂子、水，还包括小粒径碎石、矿渣、钢渣。水泥砂拌合物的材料粒径一般要小于2cm，以利于顺利通过细长重锤或者底端封闭的钢管和预制管桩中心孔之间的间隙落入到桩底端，实现细长锤或者底端封闭的钢管不间断的连续动作提高工效，并且水泥拌合物的填料成分为比表面积较大的细颗粒亲水物质，施工时封闭地下水的效果好，同时水泥拌合物具备胶结性质能够显著增强载体强度。

[0037] 最好，上述载体桩的施工方法的步骤5)中，重复进行填入水泥砂拌合物和夯击或者挤压操作时，每次填入水泥砂拌合物的数量不宜过多，并且每次填料后的夯击或者挤压

次数为1～5次。如一次填入水泥砂拌合物的数量较多，容易在预制管桩中心孔底部造成堵塞，此时如过量夯击或挤压易造成预制管桩底端的酥裂，引起质量问题。如填料后夯击或者挤压的次数过多，也容易造成对桩端土体的过多扰动，反而影响载体的质量。

[0038] 最好，上述载体桩的施工方法的步骤5)中，设计值的取值范围为0～300cm，具体的取值应根据设计承载力、桩端土层承载力、填料量、细长重锤或者柴油锤的重量与落距等因素确定。

[0039] 最好，上述载体桩的施工方法的步骤5)中，贯入度是指在不填入水泥砂拌合物的情况下，细长重锤或者柴油锤以相同的高度自由下落击打底端填料后的当次下沉数值，即为1击的贯入度，并且后一次的贯入度不大于前一次的贯入度。

[0040] 最好，上述载体桩的施工方法的步骤6)中，对预制管桩进行复打或者复压，指通过锤击或者振动或者静压的方式使预制管桩下沉，下沉值不超过预制管桩的上浮值；如预制管桩没有上浮或者上浮量很小如不超过3cm则无需复打或者复压。预制管桩出现上浮是进行填料夯击或挤压时桩端土体逐渐密实时出现的反力造成的，填料结束之后桩端载体已经形成，土体出现的反力已基本消除，此时视预制管桩的上浮情况对其进行复打或者复压，可使预制管桩底端和载体结合更加紧密，有效降低桩的沉降量。在桩间距较小或者桩端土层较软、填料量较大时，更应注意观测预制管桩是否存在上浮并及时进行复打或者复压处理。

[0041] 最好，上述载体桩的施工方法的步骤7)中，根据地质条件和荷载要求进行桩身处理包括在预制管桩的中心孔中灌注混凝土或者水泥砂浆，包括在预制管桩的中心孔中置入钢筋笼之后再灌注混凝土或者水泥砂浆，如果对桩身强度的要求不高，则无需上述灌注混凝土或者水泥砂浆操作，进行桩身处理还包括对预制管桩桩头的处理如桩头清理、截短、加长。

[0042] 本发明的载体桩的施工方法的特点和优势是：

[0043] ①充分结合预制管桩与载体桩的各自优势：预制管桩是普遍使用的常规桩型，施工技术成熟，优势是工艺简单、速度快，不惧怕地下水等，但是由于其承载能力主要来源于桩侧摩擦力，桩端阻力值较小，因此桩的整体承载能力受限并且质量不稳定。本发明在预制管桩的基础上，通过合理高效的技术手段巧妙利用预制管桩的中心孔制作桩端载体，这样预制管桩就相当于护筒，不仅使普通预制管桩的承载力大幅提升，同时解决了普通载体桩施工时成孔及封堵地下水等困难，避免了载体桩在较软土层或地下水丰富土层易出现桩身缩径等通病，起到事半功倍的效果。

[0044] ②显著提高桩端承载力：桩端载体是由夯击水泥砂拌合物、挤密土体和影响土体组成，从内到外强度和模量逐渐降低，受力时荷载在传递过程中压力逐级扩散，相当于多级的扩展基础，充分发挥桩端地基土体的承载力，使桩身承受的应力逐层扩散、消减和降低，从而显著提高桩的承载能力，其极限承载力一般可比常规预制管桩提高2倍以上，桩端持力层的土性越好，桩端载体增加的承载能力越大，单桩承载力特征值越高。

[0045] ③因桩端载体提供的承载能力高，同时桩端载体可以设在地基中的浅部土层，在提供相同承载能力的条件下可有效缩短预制管桩的长度和直径，使得基础工程的整体造价能够降低30%以上，同时更加适用于上部荷载较大的建筑物或者构筑物。

[0046] ④针对施工方法的工艺特点，特别设计了预制管桩的封底工艺，在预制管桩沉入时具备相当的密封性，防止土体和水的进入，在预制管桩沉入到位后还能够简易快捷的与

管桩底端脱离。同时还要求视预制管桩中心孔内的圆滑程度进行清孔处理，使中心孔内表面光滑一致，从而利于形成空气通道和填料通道。上述工艺方案均是针对后续要利用管桩的中心孔进行填料夯实施工而特别设计的。

[0047] ⑤在下沉预制管桩的过程中可根据具体工程情况选择多种方式，在巧妙利用预制管桩的中心孔施工桩端载体的工艺中，可选择自由落锤夯击、柴油锤夯击方式，也可选择静压桩机的挤压方式，因此施工过程更加灵活，施工设备的选择也更加多样，显著提高普通预制管桩和普通载体桩的适用范围，在软土、硬层、夹层、含水量高等各种地质条件和基础形式下均可适用。

附图说明

[0048] 图1是本发明的载体桩的施工方法的一个实施例的工序图；图1中，1为封底钢板，2为封水胶垫，3为预制管桩，4为预制管桩底端法兰盘，5为细长重锤，6为水泥砂拌合物，7为被挤密的土体，8为影响土体，9为钢筋笼，10为混凝土。

具体实施方式

[0049] 图1是本发明的载体桩的施工方法的一个实施例的工序图，该实施例中，采用自由落锤夯击的方式在预制管桩的中心孔内施工桩端载体，该实施例的单桩承载力特征值3400kN，桩身采用PHC-700-AB-130型号预制管桩，桩长13m，桩径700mm，中心孔直径为440mm，载体桩的持力层和被加固土层为⑧层粉砂，fak=180kPa，不液化，呈中密-密实状态；首先，如图1中a所示，采用封底钢板1和封水胶垫2贴合于预制管桩3的底端法兰盘4，并利用螺栓穿过封底钢板1和封水胶垫2与法兰盘4固定；然后，如图1中b所示，将底端封底的预制管桩3对准桩位，使用静压桩机将预制管桩3在土体中沉入；然后，如图1中c所示，在预制管桩3沉入到设计深度后，在预制管桩3的中心孔中，放置直径355mm的细长重锤5，提升细长重锤5一定高度后下落，击打封底钢板1使其脱离预制管桩3的底端；然后，如图1中d所示，在预制管桩3的中心孔中填入少量的水泥砂拌合物6，提升细长重锤5一定高度后下落对水泥砂拌合物6进行夯击；然后，如图1中e所示，重复进行上述填入水泥砂拌合物6和利用细长重锤5夯击的操作，使预制管桩3桩端下一定深度和范围内的土体被加固密实，逐渐形成桩端载体，桩端载体从内向外由填入的水泥砂拌合物6、被挤密的土体7、影响土体8组成；然后，如图1中f所示，在不填入水泥砂拌合物6的情况下，测量细长锤5下落击打三次的贯入度，当贯入度测量值小于设计值15cm时，停止填料和夯击操作；然后，如图1中g所示，在进行上述填料和夯击操作过程中，观测到预制管桩3的上浮值为5cm，再次使用静压桩机对预制管桩3进行复压，复压下沉值为4.5cm；最后，如图1中h所示，在预制管桩3的中心孔中沉入钢筋笼9，再灌注混凝土10至预制管桩3顶端，完成整个桩的施工。

[0050] 以上实施例只是描述性的，而非限定性的，不能以此限定本发明的保护范围，在上述说明的基础上所引申出的其它不同形式的变化或变动，仍处于本发明的保护范围之中。

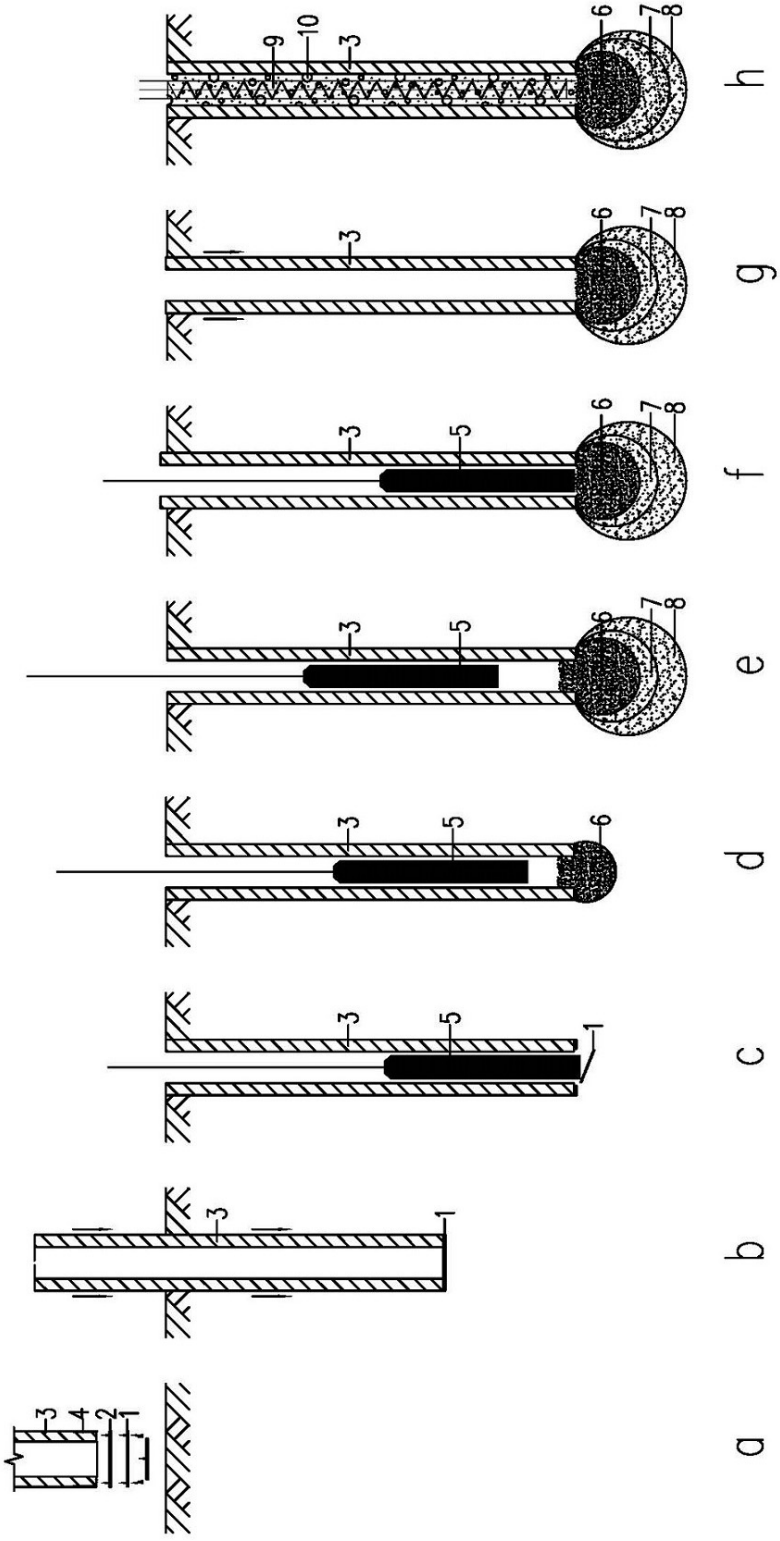


图1