



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108505534 A

(43)申请公布日 2018.09.07

(21)申请号 201810510266.9

E02D 5/62(2006.01)

(22)申请日 2018.05.24

(71)申请人 中能电力科技开发有限公司

地址 100080 北京市海淀区中关村南大街  
52号中外交流大厦6层616

申请人 福建龙源海上风力发电有限公司

(72)发明人 迟岩 朱志成 许庆钊 陈强

韩毅平 刘旦 曹淑刚 张晗

赵乐川 陈翔

(74)专利代理机构 北京汇众通达知识产权代理

事务所(普通合伙) 11622

代理人 梁明升

(51)Int.Cl.

E02D 27/42(2006.01)

E02D 7/00(2006.01)

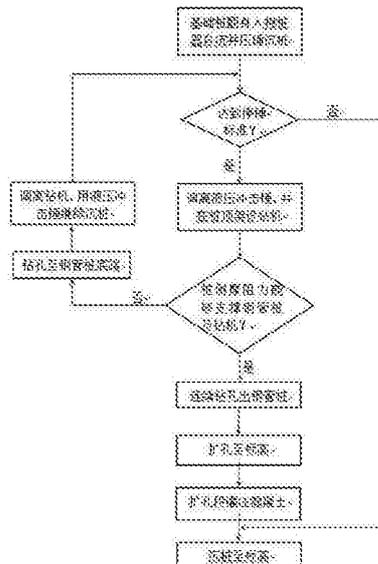
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法及系统,该方法包括采用自升式支腿船对待施工基础桩进行吊桩和立桩,并将所述待施工基础桩送入双层液压抱桩器进行桩的自沉;待桩自沉完成后,利用液压打桩锤对所述待施工基础桩进行锤击沉桩,沉桩过程中实时监测并调节所述待施工基础桩的垂直度以及桩法兰水平度,确保所述待施工基础桩垂直和桩法兰水平度控制在设计范围内。本申请提供的方法,适用于II型单桩结构的施工,可确保基础桩沉桩深度到位,同时通过混凝土浇筑可以使得施工完成的基础桩具有良好的稳固性。同时施工方便易行,可以有效提供工作效率。



1. 一种海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法,其特征在于,所述方法包括:

采用自升式支腿船对待施工基础桩进行吊桩和立桩,并将所述待施工基础桩送入双层液压抱桩器进行桩的自沉;

待桩自沉完成后,利用液压打桩锤对所述待施工基础桩进行锤击沉桩,沉桩过程中实时监测并调节所述待施工基础桩的垂直度以及桩法兰水平度,确保所述待施工基础桩垂直和桩法兰水平度控制在设计范围内;

沉桩至停锤标准后,撤下打桩锤,起吊嵌岩钻机架设在所述待施工基础桩的桩顶,进行嵌岩钻孔作业;同时计算桩侧摩阻力,判断侧摩阻力能否支撑桩基和嵌岩钻机的重量;

若能支撑,则直接钻孔出所述待施工基础桩,然后在钻头进入弱风化之前通过液压系统调整钻头直径,使得钻孔孔径大于所述待施工基础桩的直径,并以该钻孔直径钻孔至设计标高,撤掉钻机,在扩孔段浇筑混凝土,并在初凝前将所述待施工基础桩打入至标高。

2. 根据权利要求1所述的海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法,其特征在于,若不能支撑,则增加钻-打循环过程,所述钻-打循环过程包括钻孔至所述待施工基础桩桩端处停钻,然后撤掉钻机换打桩锤继续打桩至停锤标准,直至侧摩阻力满足承载要求。

3. 根据权利要求1所述的海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法,其特征在于,待施工基础桩采用运输船运输至现场,自升式支腿船到现场抛锚定位,运输船靠泊到自升式支腿船附近,自升式支腿船采用其自带的起重机对待施工基础桩进行吊桩和立桩。

4. 根据权利要求1所述的海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法,其特征在于,利用IHC S-2000型液压打桩锤对所述待施工基础桩进行锤击沉桩。

5. 根据权利要求1所述的海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法,其特征在于,获取所述桩法兰水平度的水平度偏差值,通过所述水平度偏差值获取理论垂直度控制线,以所述理论垂直度控制线为依据进沉桩施工。

6. 根据权利要求5所述的海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法,其特征在于,所述监测并调节所述待施工基础桩的垂直度以及桩法兰水平度的方法包括:

采用水准仪测量法测量所述桩法兰水平度;

若桩法兰水平度偏差 $\eta \leq 1$ 毫米,则自沉完毕不需要进行垂直度调整,并根据所述水平度偏差 $\eta$ 换算获得标尺偏差,则各标尺的读数的连续即为理论垂直度控制线。

7. 根据权利要求6所述的海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法,其特征在于,若桩法兰水平度偏差 $1 \text{毫米} < \eta \leq 2.5 \text{毫米}$ ,则通过上下抱桩器调整所述待施工基础桩垂直度,使得桩法兰水平度偏差 $\eta \leq 1$ 毫米。

8. 根据权利要求6所述的海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法,其特征在于,若桩法兰水平度偏差 $\eta > 2.5$ 毫米,则将吊篮吊卸至甲板面,重新将索具挂至所述待施工基础桩上端两吊耳上,通过吊钩以及抱桩器调整所述待施工基础桩的垂直度,使得桩法兰水平度偏差 $\eta \leq 1$ 毫米。

9. 根据权利要求1所述的海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法,其特征在于,计算桩侧摩阻力的方法包括:

计算桩基入土深度范围内桩侧摩阻力,计算方法为:

$$Q_f = f \cdot A_s$$

式中:

$Q_f$ ——桩侧摩阻力；

$f$ ——单位桩长侧摩阻力；

$A_s$ ——桩入土侧表面积；

对于打入到粘土层中的待施工基础桩：

$$f = \alpha c$$

式中：

$\alpha$ ——粘着系数；

$c$ ——相应点土壤不排水抗剪强度；

对于打入到砂性土层中的待施工基础桩：

$$f = K P_0 \cdot \tan \delta$$

式中：

$K$ ——地层侧压力系数，对轴向压缩荷载 $K=0.5\sim 1.0$ ；

$P_0$ ——计算点的有效上覆土压力；

$\delta$ ——桩与土之间的摩擦角，取 $\delta = \varphi - 5^\circ$ ， $\varphi$ 为土的内摩擦角；

若计算得出的桩侧摩阻力 $Q_f$ 大于待施工基础桩及钻机的重量，此时钻机可连续钻孔出待施工基础桩并扩孔至设计要求的深度；

否则，则钻机在钻到与待施工基础桩的桩底端平齐时停止，同时吊下钻机重新用液压锤将桩基打入一定深度。

10. 一种海上风机扩底式嵌岩单桩施工系统，其特征在于，包括：

自升式支腿船，所述自升式支腿船用于对待施工基础桩进行吊桩和立桩，并将所述待施工基础桩送入双层液压抱桩器进行桩的自沉；

液压打桩锤，所述液压打桩锤位于所述自升式支腿船上；所述液压打桩锤用于待桩自沉完成后，所述待施工基础桩进行锤击沉桩；

嵌岩钻机，所述嵌岩钻机位于所述自升式支腿船上并设置于所述待施工基础桩的桩顶，所述嵌岩钻机用于进行嵌岩钻孔作业；

混凝土浇筑装置，所述混凝土浇筑装置位于所述自升式支腿船上；所述混凝土浇筑装置用于向通过所述岩钻机钻制形成的扩孔段内浇筑混凝土。

## 一种海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及海上风机基础结构施工技术领域,特别是涉及一种海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法及系统。

### 背景技术

[0002] 海上风电凭借风资源稳定、不占用陆上资源、发电效率高等诸多优势已成为我国能源结构的重要组成部分,目前我国海上风电已进入大规模发展阶段。要想将风电机组安装在海上,必须依靠各种各样的基础型式来支撑上部塔架和机组。目前世界范围内采用的海上风电基础型式包括单桩基础,多角架基础,导管架基础,重力式基础,漂浮式基础等结构型式,其中,在目前我国开发的水深范围内,单桩基础由于结构型式简单,受力明确,节点焊缝少,用钢量较少,成本较低等优势成为业内最受欢迎的基础型式。

[0003] 大直径单桩基础直径一般达4m~7m,要想利用如此庞大的桩基支撑上部风电机组结构长期可靠运行(一般25年),必须将该桩基打入海底一定深度,该过程需要依靠能量较大的打桩锤,并且受海底的地质条件影响较大,当海底岩基埋藏较浅地质较硬时桩基将很难打入。随着我国海上风电的开发进程和经验积累,目前业界通常根据地质条件(岩基埋藏深度)将单桩基础的应用分为三类,如表1所示,不同类型的单桩将会采用不同的施工工艺。

[0004] 表1单桩基础应用分类

[0005]

分类	单桩基础分类原则	基础施工特点及难点
I类	碎裂状强风化花岗岩或中风化花岗岩埋深大于25m	基础可以沉桩一步到位或只需在松散岩层中钻孔,施工难度小,效率高,费用省单桩基础具有较大优势。

[0006]

II类	碎裂状强风化花岗岩或中风化花岗岩埋深10~25m	基础沉桩深度可以保证自稳,无需采用稳桩措施,施工效率主要由在中风化岩及碎裂状强风化岩中的钻孔效率决定。
III类	碎裂状强风化花岗岩或中风化花岗岩埋深<10m	覆盖层浅,打入桩存在稳桩问题,需采用稳桩措施,超大直径桩的嵌岩钻进速度及相关辅助设备的投入所造成的工期及费用影响较大。

[0007] 2015年以前,我国海上风电开发主要集中在江苏、上海海域,该海域海底地质较

软,主要为I类桩,可采用大型打桩锤直接将桩基打入到设计要求的深度。然而像福建海域,海底花岗岩埋藏较浅且硬度可达130Mpa,对于海上风电大直径单桩基础很难直接打入,常规的嵌岩钻机亦无法满足钻孔要求,鉴于此,该海域海上风电开发一直比较缓慢。但福建海域风资源非常优越,从风资源角度来说,是海上风电开发的“天府之地”。随着海上风电的大力发展,近几年,各大开发商、设计施工单位逐步开始探索该海域地质条件下海上风电的开发方案,并探索大直径单桩基础在岩基海床条件下应用的可行性。表1中的三类单桩基础的分类也是在这种条件下提出的。

[0008] 目前I型单桩沉桩技术已比较成熟,II型和III型单桩在国内还属于探索阶段,针对II型单桩、III型单桩的施工工艺还属于空白。

## 发明内容

[0009] 本发明提供了一种海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法及系统。

[0010] 本发明提供了如下方案:

[0011] 一种海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法,包括:

[0012] 采用自升式支腿船对待施工基础桩进行吊桩和立桩,并将所述待施工基础桩送入双层液压抱桩器进行桩的自沉;

[0013] 待桩自沉完成后,利用液压打桩锤对所述待施工基础桩进行锤击沉桩,沉桩过程中实时监测并调节所述待施工基础桩的垂直度以及桩法兰水平度,确保所述待施工基础桩垂直和桩法兰水平度控制在设计范围内;

[0014] 沉桩至停锤标准后,撤下打桩锤,起吊嵌岩钻机架设在所述待施工基础桩的桩顶,进行嵌岩钻孔作业;同时计算桩侧摩阻力,判断侧摩阻力能否支撑桩基和嵌岩钻机的重量;

[0015] 若能支撑,则直接钻孔出所述待施工基础桩,然后在钻头进入弱风化之前通过液压系统调整钻头直径,使得钻孔孔径大于所述待施工基础桩的直径,并以该钻孔直径钻孔至设计标高,撤掉钻机,在扩孔段浇筑混凝土,并在初凝前将所述待施工基础桩打入至标高。

[0016] 优选的:若不能支撑,则增加钻-打循环过程,所述钻-打循环过程包括钻孔至所述待施工基础桩桩端处停钻,然后撤掉钻机换打桩锤继续打桩至停锤标准,直至侧摩阻力满足承载要求。

[0017] 优选的:待施工基础桩采用运输船运输至现场,自升式支腿船到现场抛锚定位,运输船靠泊到自升式支腿船附近,自升式支腿船采用其自带的800T起重机对待施工基础桩进行吊桩和立桩。

[0018] 优选的:利用IHC S-2000型液压打桩锤对所述待施工基础桩进行锤击沉桩。

[0019] 优选的:获取所述桩法兰水平度的水平度偏差值,通过所述水平度偏差值获取理论垂直度控制线,以所述理论垂直度控制线为依据进行沉桩施工。

[0020] 优选的:所述监测并调节所述待施工基础桩的垂直度以及桩法兰水平度的方法包括:

[0021] 采用水准仪测量法测量所述桩法兰水平度;

[0022] 若桩法兰水平度偏差 $\eta \leq 1$ 毫米,则自沉完毕不需要进行垂直度调整,并根据所述水平度偏差 $\eta$ 换算获得标尺偏差,则各标尺的读数的连续即为理论垂直度控制线。

[0023] 优选的:若桩法兰水平度偏差 $1\text{毫米} < \eta \leq 2.5\text{毫米}$ ,则通过上下抱桩器调整所述待施工基础桩垂直度,使得桩法兰水平度偏差 $\eta \leq 1\text{毫米}$ 。

[0024] 优选的:若桩法兰水平度偏差 $\eta > 2.5\text{毫米}$ ,则将吊篮吊卸至甲板面,重新将索具挂至所述待施工基础桩上端两吊耳上,通过吊钩以及抱桩器调整所述待施工基础桩的垂直度,使得桩法兰水平度偏差 $\eta \leq 1\text{毫米}$ 。

[0025] 优选的:计算桩侧摩阻力的方法包括:

[0026] 计算桩基入土深度范围内桩侧摩阻力,计算方法为:

$$[0027] \quad Q_f = f \cdot A_s$$

[0028] 式中:

[0029]  $Q_f$ ——桩侧摩阻力;

[0030]  $f$ ——单位桩长侧摩阻力;

[0031]  $A_s$ ——桩入土侧表面积;

[0032] 对于打入到粘土层中的待施工基础桩:

$$[0033] \quad f = \alpha c$$

[0034] 式中:

[0035]  $\alpha$ ——粘着系数;

[0036]  $c$ ——相应点土壤不排水抗剪强度;

[0037] 对于打入到砂性土层中的待施工基础桩:

$$[0038] \quad f = K P_0 \cdot \tan \delta$$

[0039] 式中:

[0040]  $K$ ——地层侧压力系数,对轴向压缩荷载 $K = 0.5 \sim 1.0$ ;

[0041]  $P_0$ ——计算点的有效上覆土压力;

[0042]  $\delta$ ——桩与土之间的摩擦角,取 $\delta = \varphi - 5^\circ$ , $\varphi$ 为土的内摩擦角;

[0043] 若计算得出的桩侧摩阻力 $Q_f$ 大于待施工基础桩及钻机的重量,此时钻机可连续钻孔出待施工基础桩并扩孔至设计要求的深度;

[0044] 否则,则钻机在钻到与待施工基础桩的桩底端平齐时停止,同时吊下钻机重新用液压锤将桩基打入一定深度。

[0045] 一种海上风机扩底式嵌岩单桩施工系统,包括:

[0046] 自升式支腿船,所述自升式支腿船用于对待施工基础桩进行吊桩和立桩,并将所述待施工基础桩送入双层液压抱桩器进行桩的自沉;

[0047] 液压打桩锤,所述液压打桩锤位于所述自升式支腿船上;所述液压打桩锤用于待桩自沉完成后,所述待施工基础桩进行锤击沉桩;

[0048] 嵌岩钻机,所述嵌岩钻机位于所述自升式支腿船上并设置于所述待施工基础桩的桩顶,所述嵌岩钻机用于进行嵌岩钻孔作业;

[0049] 混凝土浇筑装置,所述混凝土浇筑装置位于所述自升式支腿船上;所述混凝土浇筑装置用于向通过所述岩钻机钻制形成的扩孔段内浇筑混凝土。

[0050] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果:

[0051] 通过本发明,可以实现一种海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法及系统,在一种实现方式下,该方法包括采用自升式支腿船对待施工基础桩进行吊桩和立桩,并将所述待施

工基础桩送入双层液压抱桩器进行桩的自沉；待桩自沉完成后，利用液压打桩锤对所述待施工基础桩进行锤击沉桩，沉桩过程中实时监测并调节所述待施工基础桩的垂直度以及桩法兰水平度，确保所述待施工基础桩垂直和桩法兰水平度控制在设计范围内；沉桩至停锤标准后，撤下打桩锤，起吊嵌岩钻机架设在所述待施工基础桩的桩顶，进行嵌岩钻孔作业；同时计算桩侧摩阻力，判断侧摩阻力能否支撑桩基和嵌岩钻机的重量；若能支撑，则直接钻孔出所述待施工基础桩，然后在钻头进入弱风化之前通过液压系统调整钻头直径，使得钻孔孔径大于所述待施工基础桩的直径，并以该钻孔直径钻孔至设计标高，撤掉钻机，在扩孔段浇筑混凝土，并在初凝前将所述待施工基础桩打入至标高。本申请提供的方法，适用于II型单桩结构的施工，可确保基础桩沉桩深度到位，同时通过混凝土浇筑可以使得施工完成的基础桩具有良好的稳固性。同时施工方便易行，可以有效提供工作效率。

[0052] 当然，实施本发明的任一产品并不一定需要同时达到以上所述的所有优点。

### 附图说明

[0053] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅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。

[0054] 图1是本发明实施例提供的一种海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法流程图；

[0055] 图2是本发明实施例提供的船舶定位图；

[0056] 图3是本发明实施例提供的一种海上风机扩底式嵌岩单桩施工系统的示意图。

### 具体实施方式

[0057] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅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所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0058] 实施例

[0059] 参见图1、图2，为本发明实施例提供的一种海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法，如图1所示，该方法包括：

[0060] 采用自升式支腿船对待施工基础桩进行吊桩和立桩，并将所述待施工基础桩送入双层大型液压抱桩器进行桩的自沉；在实际施工过程中，待施工基础桩采用运输船运输至现场，自升式支腿船到现场抛锚定位，运输船靠泊到自升式支腿船附近，自升式支腿船采用其自带的起重机对待施工基础桩进行吊桩和立桩。

[0061] 待桩自沉完成后，利用液压打桩锤对所述待施工基础桩进行锤击沉桩，沉桩过程中实时监测并调节所述待施工基础桩的垂直度以及桩法兰水平度，确保所述待施工基础桩垂直和桩法兰水平度控制在设计范围内；进一步的，利用IHC S-2000型液压打桩锤对所述待施工基础桩进行锤击沉桩。获取所述桩法兰水平度的水平度偏差值，通过所述水平度偏差值获取理论垂直度控制线，以所述理论垂直度控制线为依据进沉桩施工。所述监测并调节所述待施工基础桩的垂直度以及桩法兰水平度的方法包括：

[0062] 采用水准仪测量法测量所述桩法兰水平度；

[0063] 若桩法兰水平度偏差 $\eta \leq 1$ 毫米，则自沉完毕不需要进行垂直度调整，并根据所述水平度偏差 $\eta$ 换算获得标尺偏差，则各标尺的读数的连续即为理论垂直度控制线。若桩法兰水平度偏差 $1 \text{毫米} < \eta \leq 2.5$ 毫米，则通过上下抱桩器调整所述待施工基础桩垂直度，使得桩法兰水平度偏差 $\eta \leq 1$ 毫米。若桩法兰水平度偏差 $\eta > 2.5$ 毫米，则将吊篮吊卸至甲板面，重新将索具挂至所述待施工基础桩上端两吊耳上，通过吊钩以及抱桩器调整所述待施工基础桩的垂直度，使得桩法兰水平度偏差 $\eta \leq 1$ 毫米。

[0064] 沉桩至停锤标准后，撤下打桩锤，起吊嵌岩钻机架设在所述待施工基础桩的桩顶，进行嵌岩钻孔作业；同时计算桩侧摩阻力，判断侧摩阻力能否支撑桩基和嵌岩钻机的重量；计算桩侧摩阻力的方法包括：

[0065] 计算桩基入土深度范围内桩侧摩阻力，计算方法为：

$$[0066] \quad Q_f = f \cdot A_s$$

[0067] 式中：

[0068]  $Q_f$ ——桩侧摩阻力，kN；

[0069]  $f$ ——单位桩长侧摩阻力，kPa；

[0070]  $A_s$ ——桩入土侧表面积， $\text{m}^2$ ；

[0071] 对于打入到粘土层中的待施工基础桩：

$$[0072] \quad f = \alpha c$$

[0073] 式中：

[0074]  $\alpha$ ——粘着系数，可参考API RP 2A规范；

[0075]  $c$ ——相应点土壤不排水抗剪强度。

[0076] 对于打入到砂性土层中的待施工基础桩：

$$[0077] \quad f = K P_0 \cdot \tan \delta$$

[0078] 式中：

[0079]  $K$ ——地层侧压力系数，对轴向压缩荷载 $K = 0.5 \sim 1.0$ ；

[0080]  $P_0$ ——计算点的有效上覆土压力，kPa；

[0081]  $\delta$ ——桩与土之间的摩擦角，取 $\delta = \varphi - 5^\circ$ ， $\varphi$ 为土的内摩擦角；

[0082] 若计算得出的桩侧摩阻力 $Q_f$ 大于待施工基础桩及钻机的重量，此时钻机可连续钻孔出待施工基础桩并扩孔至设计要求的深度；

[0083] 否则，则钻机在钻到与待施工基础桩的桩底端平齐时停止，同时吊下钻机重新用液压锤将桩基打入一定深度。

[0084] 若能支撑，则直接钻孔出所述待施工基础桩，然后在钻头进入弱风化之前通过液压系统调整钻头直径，使得钻孔孔径大于所述待施工基础桩的直径，并以该钻孔直径钻孔至设计标高，撤掉钻机，在扩孔段浇筑混凝土，并在初凝前将所述待施工基础桩打入至标高。

[0085] 若不能支撑，则增加钻-打循环过程，所述钻-打循环过程包括钻孔至所述待施工基础桩桩端处停钻，然后撤掉钻机换打桩锤继续打桩至停锤标准，直至侧摩阻力满足承载要求。扩孔在钻头出钢管桩桩端之后，扩孔的目的主要是防止在弱风化花岗岩地层，地质太硬，桩基会有打不下去的可能，为此直接在该地层钻一个比桩径略大的孔，然后再在扩孔段

浇筑混凝土,并在混凝土初凝前将桩打到设计标高,该次试验中扩孔开始点在钻头出钢管桩桩端之后进入弱风化土层之前约一个钻头的距离就开始扩孔。

[0086] 在实际施工时,基础桩采用运输船运输至现场,自升式支腿船到现场抛锚定位,运输船靠泊到支腿船附近,支腿船采用其自带的起重机进行吊桩和立桩,送入双层大型液压抱桩器进行桩的自沉,待桩自沉完成后,利用IHC S-2000液压打桩锤锤击沉桩,沉桩过程中实时监测并调节基础桩的垂直度和桩法兰水平度,确保基础桩垂直和桩法兰水平度控制在设计范围内,沉桩至停锤标准,此时,撤下打桩锤,起吊嵌岩钻机架设在桩顶,进行嵌岩钻孔作业,同时计算桩侧摩阻力,判断侧摩阻力能否支撑桩基和嵌岩钻机的重量,若能支撑,则直接钻孔出钢管桩,然后在钻头进入弱风化之前通过液压系统调整钻头直径,使得钻孔孔径略大于钢管桩直径,并以该钻孔直径钻孔至设计标高,撤掉钻机,在扩孔段浇筑混凝土,并在初凝前将钢管桩打入至标高。若不能支撑,则增加钻-打循环过程,即钻孔至钢管桩桩端处停钻,然后撤掉钻机换打桩锤继续打桩至停锤标准,直至侧摩阻力满足承载要求,之后按照之前所述完成桩基施工过程。

[0087] 施工采用的装备,该方法需要采用可扩孔的大功率钻机,并且满足钻孔直径的要求。本申请提供的是实施例中可以采用的钻机为专门为福建地质单桩基础施工研制的大直径钻机,是目前国内最先进的钻机。

[0088] 钻孔直径控制,钢管桩内钻孔直径要求比桩外径小20cm,扩孔段钻孔直径略大于钢管桩直径。钻孔是否钻出钢管桩桩端的判断(桩侧摩阻力能否支撑钢管桩及上部钻机的判断)。

[0089] 具体工序可以包括以下步骤:

[0090] (1) 支腿船和运输船定位

[0091] 按图2位置依次定位支腿船、运输船。主要步骤如下:

[0092] 锚艇拖航支腿船至机位附近,分别抛4个锚定位。

[0093] 通过绞锚(船上配备GPS定位系统)将支腿船(抱桩器中心)精确定位至机位坐标。

[0094] 支腿船下放桩腿,并将船体抬离水面一定高度。进入预压载阶段,保压一定时间,确认无异常后即可投入施工。运输船航至支腿船尾侧抛锚定位,然后通过绞锚将使运输船绞锚至支腿船附近。

[0095] (2) 单桩竖立

[0096] 将1个1000T吊梁、2个600T卸扣、2个500T卸扣、2根 $\phi 144*16$ m绳圈、2根 $\phi 192*30$ m绳圈组装完毕,将组装好的索具挂于单桩吊耳上,缓慢起升800T吊机钩头,通过运输船上自带的滑道工装配合将单桩缓慢竖立,到位后起升钩头,使单桩下部脱离滑道小车。

[0097] (3) 沉桩施工

[0098] 单桩竖立后,旋转起重机臂架,将单管桩套入抱桩器内,钢管桩吊入抱桩器后,由抱桩器调整钢管桩垂直度,然后吊机松钩,钢管桩开始自沉入泥,自沉过程中需要让基础桩处于垂直自然状态下,通过起、扒起重机臂架、升降双钩调整基础桩垂直度,满足要求后锁紧上下抱桩器千斤顶。缓慢下降主钩头,开始基础单桩自沉。钢管桩自沉后进行压锤,直至钢管桩不再下沉。起升液压锤动力站开始沉桩,直至停锤标准(标准由设计院提出)。沉桩初期,必须间断轻打,避免过度溜桩,并防止产生偏心锤击,确保沉桩安全和施工质量。

[0099] (4) 钻探施工

[0100] 用支腿船起重机吊装钻机至钢管桩上,用支腿船起重机将钻具系统依次吊装至钻机上组装(钻头、导向器、过渡接头、钻杆)放入基础桩内;连接钻杆使钻头和导向器通过钢管桩上部变径部位进入下部;连通钻头和导向器的液压油路,操作液压阀通过油缸使钻头和导向器扩展至指定直径;锁定钻具尺寸;继续下放钻头至海床面并准备钻孔。

[0101] 计算桩侧摩阻力,判断侧摩阻力能否支撑桩基和嵌岩钻机的重量,若能支撑,则直接钻孔出钢管桩,然后在钻头进入弱风化之前通过液压系统调整钻头直径,使得钻孔孔径略大于钢管桩直径,并以该钻孔直径钻孔至设计标高,撤掉钻机,在扩孔段浇筑混凝土,并在初凝前将钢管桩打入至标高。若不能支撑,则增加钻-打循环过程,即钻孔至钢管桩桩端处停钻,然后撤掉钻机换打桩锤继续打桩至停锤标准,直至侧摩阻力满足承载要求,之后按照之前所述完成桩基施工过程。之后敷设砂被以及安装集成式附属构件。

[0102] 本申请实施例提供的方法,适用于II型单桩结构的施工,该类型单桩基础所处海域地质条件为碎裂状强风化花岗岩或中风化花岗岩埋深在10~25m之间,采用5~7m的大直径单桩基础,基础沉桩深度可以保证自稳,无需采用稳桩措施。但是碎裂状或中风化花岗岩深度范围内仍需嵌岩施工。

[0103] 总之,本申请提供的方法,适用于II型单桩结构的施工,可确保基础桩沉桩深度到位,同时通过混凝土浇筑可以使得施工完成的基础桩具有良好的稳固性。同时施工方便易行,可以有效提供工作效率。

[0104] 本申请实施例还可以提供一种海上风机扩底式嵌岩单桩施工系统,参见图3,包括:

[0105] 自升式支腿船1,所述自升式支腿船用于对待施工基础桩2进行吊桩和立桩,并将所述待施工基础桩送入双层液压抱桩器3进行桩的自沉;

[0106] 液压打桩锤(图中未示出),所述液压打桩锤位于所述自升式支腿船上;所述液压打桩锤用于待桩自沉完成后,所述待施工基础桩进行锤击沉桩;

[0107] 嵌岩钻机4,所述嵌岩钻机4位于所述自升式支腿船1上并设置于所述待施工基础桩2的桩顶,所述嵌岩钻机4用于进行嵌岩钻孔作业;

[0108] 混凝土浇筑装置(图中未示出),所述混凝土浇筑装置位于所述自升式支腿船1上;所述混凝土浇筑装置用于向通过所述岩钻机4钻制形成的扩孔段内浇筑混凝土。

[0109] 该系统的具体使用时方法,可参照前述提供的海上风机扩底式嵌岩单桩施工方法,再次不再赘述。

[0110] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0111] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均包含在本发明的保护范围内。

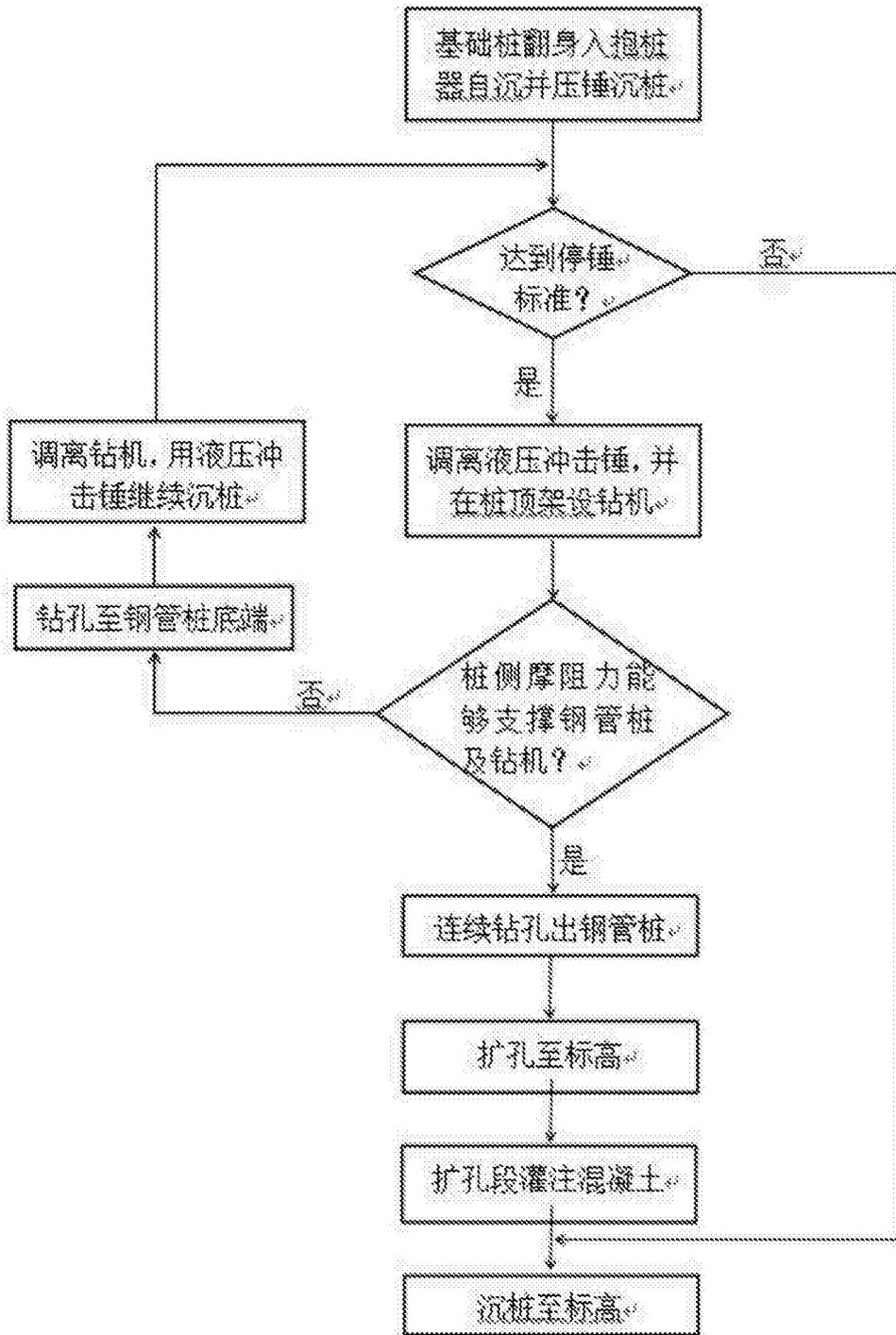


图1

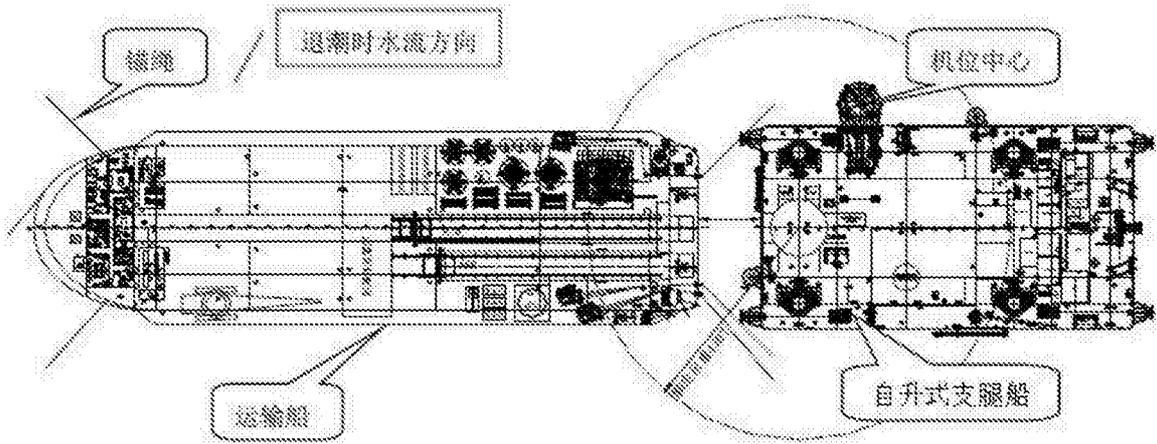


图2

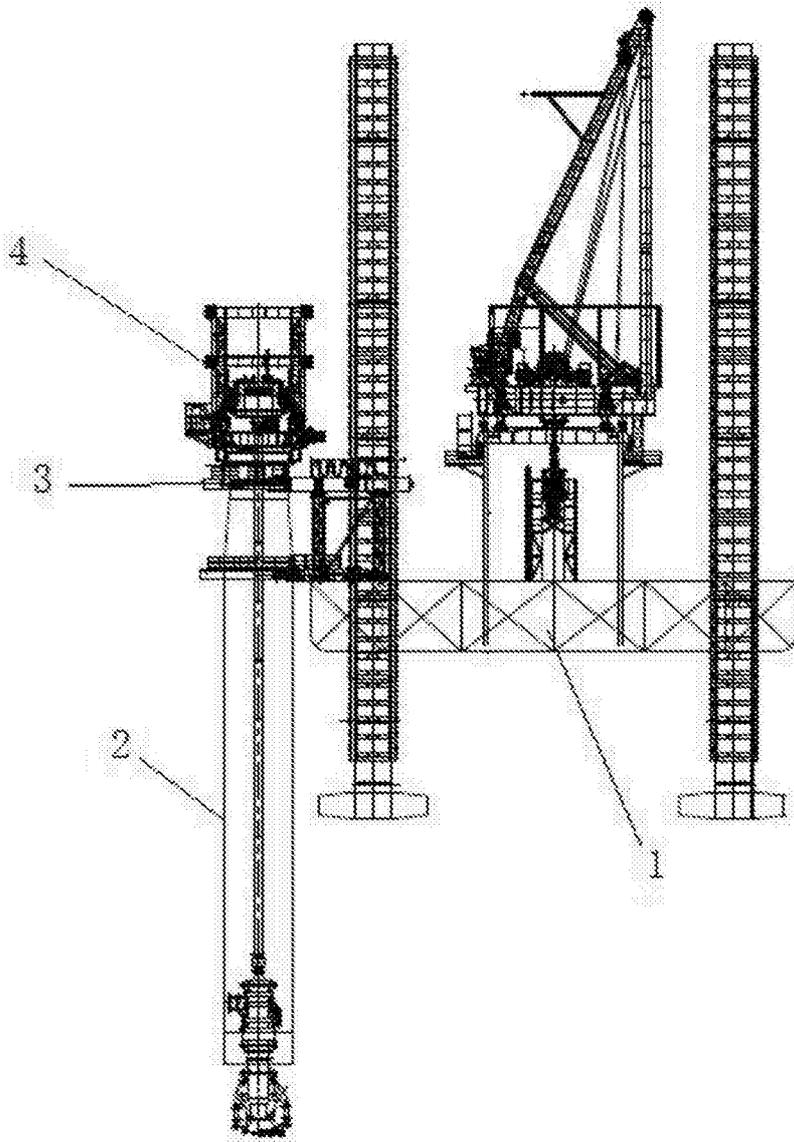


图3