

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101538844 B

(45) 授权公告日 2010.12.08

(21) 申请号 200910026356.1

审查员 闫骏霞

(22) 申请日 2009.04.21

(73) 专利权人 江苏东电新能源科技工程有限公司

地址 226400 江苏省如东县掘港镇友谊东路  
71 号洋口港开发大楼 4 楼

(72) 发明人 严晓建

(74) 专利代理机构 南京众联专利代理有限公司  
32206

代理人 周新亚

(51) Int. Cl.

E02B 17/02 (2006.01)

E02D 7/18 (2006.01)

B63B 35/00 (2006.01)

E04H 12/34 (2006.01)

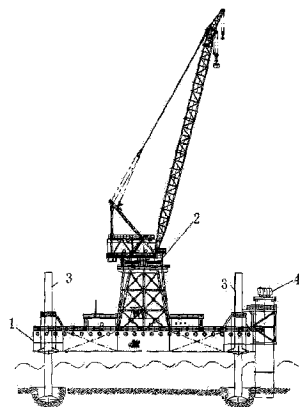
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

水深大于 2 米的大型海上风电场建设的施工方法

(57) 摘要

本发明的水深大于 2 米的大型海上风电场建设的施工方法, 主要包括用浅水拖轮将施工船拖至设定位置, 施工船定位后, 启动施工船上的升降装置, 使船体升上水面 2-3 米; 再用浅水拖轮将装有钢管桩、风机操作平台、塔筒、风机机舱、轮毂、叶片等设备的运输驳船拖送至施工船附近后抛锚定位; 然后即可使用施工船上的 400 吨全回转起重机等设备进行施工, 由于将作业、装载和拖运分开, 使之均可在水深等于或大于 2 米的海上进行大型风电场的施工建设, 并具有不受潮汐影响, 可持续作业, 施工简便, 速度快, 效率高, 施工费用低等优点, 填补了国际上在 2-5 米水深区域进行大型海上风电场建设施工的空白。



1. 一种水深大于 2 米的大型海上风电场建设的施工方法,其特征包括下列步骤:
  - A) 用浅水拖轮将施工船拖至设定位置,施工船定位后,浅水拖轮即可离开;
  - B) 启动施工船上的升降装置,使船体升上水面 2-3 米,此时施工船获得稳固基础,船体不受水流及海浪影响;
  - C) 浅水拖轮将装有钢管桩、风机操作平台、塔筒、风机机舱、轮毂、叶片设备的运输驳船拖送至施工船附近后抛锚定位;
  - D) 施工船上的 400 吨全回转起重机的主吊通过专用吊装工具吊起运输驳船上的钢管桩上端,400 吨全回转起重机的辅吊吊住钢管桩下端,将其慢慢竖直后吊进施工船打桩机的支架内,缓慢下放钢管桩至海床上,辅吊松开;
  - E) 施工船上的 400 吨全回转起重机的辅吊将打桩机的振动式打桩锤吊往钢管桩顶部上方,到位后用振动式打桩锤底部夹具夹住钢桩管壁,开启振动锤将钢管桩打入设计的入土深度;
  - F) 施工船上的 400 吨全回转起重机将运输驳船上的风机操作平台吊往钢管桩顶部,准确坐落在钢管桩上,并进行固定;
  - G) 施工船上的 400 吨全回转起重机的辅吊吊起运输船上的风机下节塔筒的上端,400 吨全回转起重机的辅吊吊住该节塔筒下端,将其慢慢竖直,并使塔筒准确坐落在风机操作平台的安装基座法兰上,连接法兰达到设计要求,再依次安装上面几节塔筒;
  - H) 施工船上的 400 吨全回转起重机将风机机舱吊至安装高度后,准确坐落在最上节塔筒的顶部法兰上,紧固并达到设计要求;
  - I) 轮毂在装上运输驳船时,两片叶片已装在轮毂上,安装时,施工船上的 400 吨全回转起重机的辅吊吊住轮毂侧面,400 吨全回转起重机的辅吊吊住其中一片叶片用于控制轮毂的方位,将轮毂准确吊往风电机组连接处,连接轮毂与风电机组达到设计要求;
  - J) 最后将剩余的一片叶片平吊至轮毂侧面,连接叶片与轮毂达到设计要求;
  - K) 至此,该大型海上风电装置安装完毕,启动升降装置,将船体降落到水面后,浅水拖轮将该施工船拖往下一个作业地点。

2. 如权利要求 1 所述的水深大于 2 米的大型海上风电场建设的施工方法,其特征包括下列步骤:  
所述浅水拖轮选用三机三桨式吃水面积不小于 500 平方米的浅吃水平底拖轮;施工船选用吃水面积不小于 300 平方米、设有升降装置和打桩机及吊机的平底升降式施工船;运输驳船选用吃水面积不小于 1000 平方米的平底运输驳船。

3. 如权利要求 2 所述的水深大于 2 米的大型海上风电场建设施工方法,其特征包括下列步骤:  
所述施工船上的打桩机装在施工船的一端,打桩机最大打桩直径不小于 5.2 米,吊机装在施工船的中部,吊机的起吊高度不低于 110 米,起重能力不低于 400 吨,升降装置分布在施工船上。

## 水深大于 2 米的大型海上风电场建设的施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种大型海上风电场建设的施工方法,特别是一种在水深大于 2 米的近海区域建设大型海上风电场的施工方法。

### 背景技术

[0002] 风能是一种洁净的可再生能源,风力发电已越来越受重视,建立大型风力发电场也是解决我国能源短缺的重要途径,海上风能还具有不占用土地资源、远离人群、给社会生活干扰小等优势,对于风力资源丰富的沿海地区,都计划要建立大型海上风电场。目前世界上海上风电基础主要分为以下三种:

[0003] 单桩或多桩基础:是浅海区域采用最多的一种型式,此种桩基主要适合土质松软的潮间带和浅海区域。造价低,施工简便、快速。

[0004] 重力式基础:主要适用于浅海岩基海床或承载力较高的砂型土质条件。重力式基础为钢筋混凝土结构,重量达 1000 吨以上,在陆地预制后由驳船转运到风机基础施工现场,依靠专用夹放船或大型起重船放入海底。

[0005] 导管架群桩基础:主要用于水深较大的海域,它需要在陆地上的车间加工好后,运送到风机基础安装处,由大型打桩船打进海床。该基础桩型施工方法复杂,施工周期长,在海上风电场中运用较少。

[0006] 由于我国沿海特殊的工程地质和海底地形,导致了我国海上风电的发展受到了很大的限制。以江苏如东南黄海沿海滩涂为例,该区域不同于其他风电安装场所,其特点是海水深度浅且变化大,淤泥层海床,土质松软,常规起重船及各类国外海上风电安装船均无法在此区域内作业:中小型起重船无法满足吊高吊重要求,目前国内外海上风电场施工船舶吃水深度一般都在 5 米以上,无法满足 2-5 米水深区域的施工要求,无法进入该区域施工,严重影响我国海上风电事业的发展。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是为了克服上述现有施工方法的不足之处,提供一种不受潮汐影响,可持续作业,施工简便,速度快,效率高,施工费用低,使用钢管桩基础的水深大于 2 米的大型海上风电场建设的施工方法。

[0008] 本发明的水深大于 2 米的大型海上风电场建设的施工方法,主要包括下列步骤:

[0009] A) 用浅水拖轮将施工船拖至设定位置,施工船定位后,浅水拖轮即可离开;

[0010] B) 启动施工船上的升降装置,使船体升上水面 2-3 米,此时施工船获得稳固基础,船体不受水流及海浪影响;

[0011] C) 浅水拖轮将装有钢管桩、风机操作平台、塔筒、风机机舱、轮毂、叶片等设备的运输驳船拖送至施工船附近后抛锚定位;

[0012] D) 施工船上的 400 吨全回转起重机的吊钩通过专用吊装工具吊起运输驳船上的钢管桩上端,400 吨全回转起重机的辅吊吊住钢管桩下端,将其慢慢竖直后吊进施工船打桩

机的支架内,缓慢下放钢管桩至海床上,辅吊松开;

[0013] E) 施工船上的 400 吨全回转起重机的辅吊将打桩机的振动式打桩锤吊往钢管桩顶部上方,到位后用振动式打桩锤底部夹具夹住钢桩管壁,开启振动锤将钢管桩分别打入设计的入土深度;

[0014] F) 施工船上的 400 吨全回转起重机将运输驳船上的风机操作平台吊往钢管桩顶部,准确坐落在钢管桩上,并进行固定;

[0015] G) 施工船上的 400 吨全回转起重机的主吊吊起运输船上的风机下节塔筒的上端,400 吨全回转起重机的辅吊吊住该节塔筒下端,将其慢慢竖直,并使塔筒准确坐落在风机操作平台的安装基座法兰上,连接法兰达到设计要求,再依次安装上面几节塔筒;

[0016] H) 施工船上的 400 吨全回转起重机将风电机机舱吊至安装高度后,准确坐落在最上节塔筒的顶部法兰上,紧固并达到设计要求;

[0017] I) 轮毂在装上运输驳船时,两片叶片已装在轮毂上,安装时,施工船上的 400 吨全回转起重机的主吊吊住轮毂侧面,400 吨全回转起重机的辅吊吊住其中一片叶片用于控制轮毂的方位,将轮毂准确吊往风电机组连接处,连接轮毂与风电机组达到设计要求;

[0018] J) 最后将剩余的一片叶片平吊至轮毂侧面,连接叶片与轮毂达到设计要求;

[0019] K) 至此,该大型海上风电装置安装完毕,启动升降装置,将船体降落到水面后,浅水拖轮将该施工船拖往下一个作业地点。

[0020] 上述浅水拖轮选用三机三桨式吃水面积不小于 500 平方米的浅吃水平底拖轮;施工船选用吃水面积不小于 300 平方米、设有升降装置和打桩机及吊机的平底升降式施工船;运输驳船选用吃水面积不小于 1000 平方米的平底运输驳船。

[0021] 所述施工船上的打桩机装在施工船的一端,打桩机最大打桩直径不小于 5.2 米,吊机装在施工船的中部,吊机的起吊高度不低于 110 米,起重能力不低于 400 吨,升降装置分布在施工船上。

[0022] 本发明施工方法,使用吃水面积(等于吃水线长 $\times$ 吃水线宽)大于 1000 平方米的平底运输驳船,可以在吃水深度为 2 米时的装载能力达 2000 吨,完全能满足浅海运输需要。施工船选用吃水面积大于 300 平方米,可以在吃水深度小于 2 米时即可承载 400 吨全回转起重机和打桩机及升降装置的重量,使用升降装置即可将施工船从水面升高数米进行正常施工。而浅水拖轮只负责提供动力而不承载货物,且吃水面积大于 500 平方米,所以能在水深 1.5 米以上的水中正常航行,由于将作业、装载和拖运分开,使之均可在水深等于或大于 2 米的海上进行大型风电装置的安装施工,并具有不受潮汐影响,可持续作业,施工简便,速度快,效率高,施工费用低等优点,填补了国际上在 2-5 米水深区域的进行大型海上风电场建设施工的空白。

#### 附图说明

[0023] 附图是本发明中选用的施工船的一种结构示意图。

[0024] 图中的 1 是吃水面积大于 300 平方米的船体,2 是设有主吊和辅吊的 400 吨全回转起重机,3 是升降装置,4 是打桩机。

## 具体实施方式

[0025] 参见附图,本发明的在水深大于 2 米的区域进行大型海上风电场建设的施工方法,主要包括下列步骤:

[0026] A) 用浅水拖轮将施工船拖至设定位置,施工船定位后,浅水拖轮即可离开;

[0027] B) 启动施工船上的升降装置 3,使船体 1 升上水面 2-3 米,此时施工船获得稳固基础,船体不受水流及海浪影响;

[0028] C) 浅水拖轮将装有钢管桩、风机操作平台、塔筒、风机机舱、轮毂、叶片等设备的运输驳船拖送至施工船附近后抛锚定位;

[0029] D) 施工船上的 400 吨全回转起重机 2 的主吊通过专用吊装工具吊起运输驳船上的钢管桩上端,400 吨全回转起重机 2 的辅吊吊住钢管桩下端,将其慢慢竖直后吊进施工船打桩机 4 的支架内,缓慢下放钢管桩至海床上,辅吊松开;

[0030] E) 施工船上的 400 吨全回转起重机 2 的辅吊将打桩机 4 的振动式打桩锤吊往钢管桩顶部上方,到位后用振动式打桩锤底部夹具夹住钢桩管壁,开启振动锤将钢管桩打入设计的入土深度;

[0031] F) 施工船上的 400 吨全回转起重机 2 将运输驳船上的风机操作平台吊往钢管桩顶部,准确坐落在钢管桩上,并进行固定;

[0032] G) 施工船上 400 吨全回转起重机 2 的主吊吊起运输船上的风机下节塔筒的上端,400 吨全回转起重机 2 的辅吊吊住该节塔筒下端,将其慢慢竖直,并使塔筒准确坐落在风机操作平台的安装基座法兰上,连接法兰达到设计要求,再依次安装上面几节塔筒;

[0033] H) 施工船上的 400 吨全回转起重机 2 将风机机舱吊至安装高度后,准确坐落在最上节塔筒的顶部法兰上,紧固并达到设计要求;

[0034] I) 轮毂在装上运输驳船时,两片叶片已装在轮毂上,安装时,施工船上 400 吨全回转起重机 2 的主吊吊住轮毂侧面,400 吨全回转起重机 2 的辅吊吊住其中一片叶片用于控制轮毂的方位,将轮毂准确吊往风电机组连接处,连接轮毂与风电机组达到设计要求;

[0035] J) 最后将剩余的一片叶片平吊至轮毂侧面,连接叶片与轮毂达到设计要求;

[0036] K) 至此,该大型海上风电装置安装完毕,启动升降装置 3,将船体 1 降落到水面后,浅水拖轮将该施工船拖往下一个作业地点。

[0037] 所述浅水拖轮选用三机三桨式吃水面积不小于 500 平方米的浅吃水平底拖轮;施工船选用吃水面积不小于 300 平方米、设有升降装置和打桩机及吊机的平底升降式施工船;运输驳船选用吃水面积不小于 1000 平方米的平底运输驳船。

[0038] 所述施工船上的打桩机装在施工船的一端,打桩机最大打桩直径不小于 5.2 米,吊机装在施工船的中部,吊机的起吊高度不低于 110 米,起重能力不低于 400 吨,升降装置分布在施工船上。

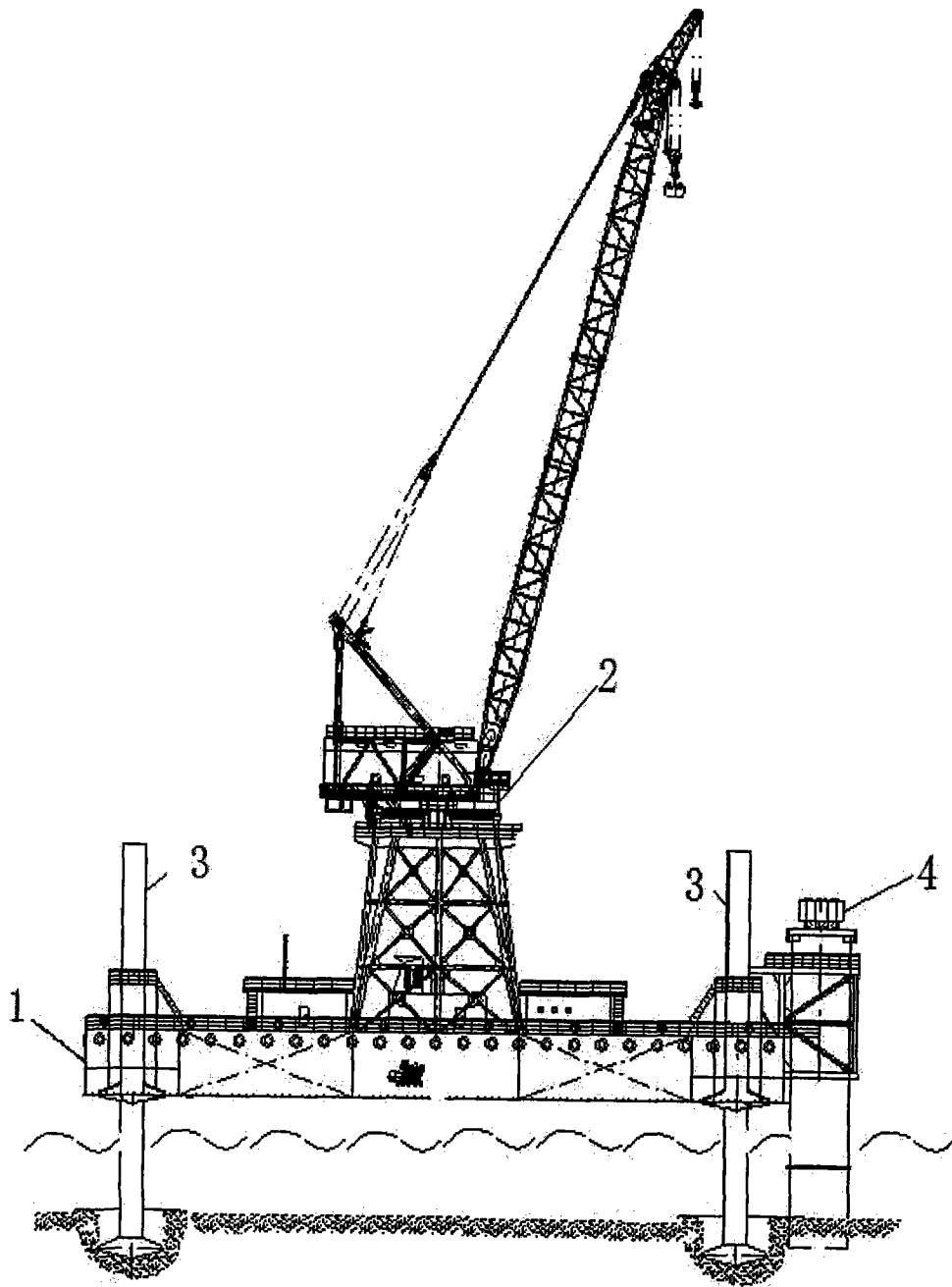


图 1