



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117550029 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 13

(21) 申请号 202311846808.7

(22) 申请日 2023.12.29

(71) 申请人 上海惠生海洋工程有限公司

地址 200000 上海市浦东新区自由贸易试
验区中科路699号A栋416、417、501室

(72) 发明人 潘徐杰

(74) 专利代理机构 南通云创慧泉专利代理事务
所(普通合伙) 32585

专利代理师 王丹东

(51) Int. Cl.

B63B 35/44 (2006.01)

B63B 75/00 (2020.01)

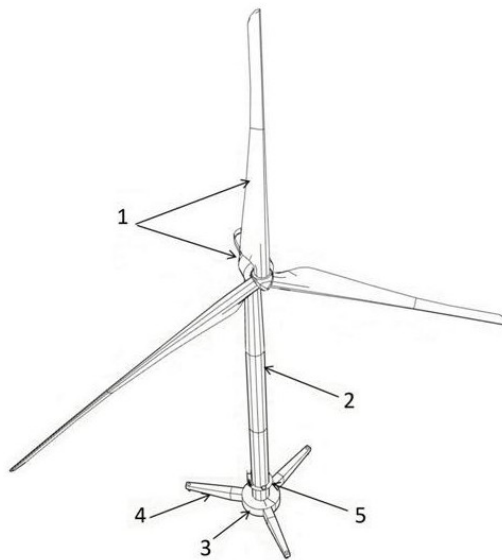
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

张力腿式风电平台及其一体化安装方法

(57) 摘要

本发明涉及海上风电装备技术领域内的一种张力腿式风电平台及其一体化安装方法,包括风机机组、塔筒、浮体中心浮筒、浮体结构伸长段、作为张力腿的系泊锚链、绞缆组件以及锁止机构;风机机组安装于塔筒的顶端,塔筒的底端连接于浮体中心浮筒上,三个或四个浮体结构伸长段连接于浮体中心浮筒的外周面并均布设置,浮体结构伸长段的顶部设有导缆孔,锁止机构安装于浮体结构伸长段顶部下方;绞缆组件包括绞车和支撑台,支撑台连接于塔筒上,绞车设于支撑台上,绞车的缆绳能够延伸并依次穿过导缆孔和锁止机构后与系泊锚链连接,驱动绞车卷绕缆绳,待系泊锚链被拉至预定位置后,锁止机构锁定系泊锚链。本申请使得风电平台与系泊系统的连接无需借助外部装置,大幅降低安装成本。



1. 一种张力腿式风电平台,其特征在于,包括风机机组(1)、塔筒(2)、浮体中心浮筒(3)、浮体结构伸长段(4)、绞缆组件(5)以及锁止机构(6);

所述风机机组(1)安装于所述塔筒(2)的顶端,所述塔筒(2)的底端连接于所述浮体中心浮筒(3)上,所述浮体中心浮筒(3)的直径大于所述塔筒(2)的直径,所述浮体中心浮筒(3)与所述浮体结构伸长段(4)均为舱室结构,所述浮体结构伸长段(4)为三个或四个,多个所述浮体结构伸长段(4)连接于所述浮体中心浮筒(3)的外周面并均布设置,所述浮体结构伸长段(4)的顶部设有导缆孔(41),所述锁止机构(6)安装于所述浮体结构伸长段(4)顶部下侧,所述锁止机构(6)临近所述导缆孔(41);

所述绞缆组件(5)包括绞车(51)和支撑台(52),所述支撑台(52)连接于所述塔筒(2)上,所述支撑台(52)位于所述浮体中心浮筒(3)的上方,所述绞车(51)连接于所述支撑台(52)上,所述绞车(51)的缆绳能够延伸并依次穿过所述导缆孔(41)和所述锁止机构(6)后和外部的系泊锚链(7)连接,驱动所述绞车(51)卷绕缆绳使所述系泊锚链(7)穿过所述锁止机构(6)后被拉至预定位置,所述锁止机构(6)锁定所述系泊锚链(7)。

2. 根据权利要求1所述的张力腿式风电平台,其特征在于,所述浮体中心浮筒(3)为圆柱形或棱柱形。

3. 根据权利要求1所述的张力腿式风电平台,其特征在于,所述绞车(51)与所述浮体结构伸长段(4)的数量相同,所述绞车(51)与所述浮体结构伸长段(4)的方位对应设置。

4. 根据权利要求1-3任一所述的张力腿式风电平台,其特征在于,所述浮体结构伸长段(4)与所述浮体中心浮筒(3)连接的根部的横截面面积大于设有所述导缆孔(41)的顶部的横截面面积。

5. 根据权利要求4任一所述的张力腿式风电平台,其特征在于,所述浮体结构伸长段(4)自根部至顶部的横截面积逐渐变小。

6. 根据权利要求4所述的张力腿式风电平台,其特征在于,所述浮体中心浮筒(3)的外周面为棱柱形,所述浮体结构伸长段(4)包括矩形段(401)和锥形段(402),所述矩形段(401)的一端与所述浮体中心浮筒(3)的周面连接,所述矩形段(401)的另一端与所述锥形段(402)的底端连接,所述导缆孔(41)位于所述锥形段(402)的顶部。

7. 一种张力腿式风电平台的一体安装方法,其特征在于,采用如权利要求1-6任一所述的张力腿式风电平台,包括:

S1,陆上一体组装:所述风机机组(1)、所述塔筒(2)、所述浮体中心浮筒(3)、所述浮体结构伸长段(4)、所述绞缆组件(5)以及所述锁止机构(6)建造完成后于陆上完成组装,形成风电平台;

S2,移位至半潜船:将组装好的风电平台载运至半潜船尾侧或首侧,同时对应位置的浮箱向船中移动或拆除,向所述浮体中心浮筒(3)和\或所述浮体结构伸长段(4)内注入预定量的压载水,使得风电平台的自身重力大于下沉至预定吃水深度时的浮力,然后调平半潜船,此时半潜船的纵稳性和横稳性能满足要求;

S3,连接系泊锚链:半潜船载运风电平台至预定地点,通过外部系统定位半潜船后,所述绞车(51)的缆绳被牵引至所述导缆孔(41)并穿出,再穿过所述锁止机构(6)后与预先布置好的系泊锚链(7)连接,通过所述绞车(51)收紧缆绳拉动系泊锚链(7)的端部穿过所述锁止机构(6)后被拉至预定位置,系泊锚链呈张紧状态,所述锁止机构(6)锁定系泊锚链(7);

S4,风电平台下沉至预定水深:解除外部系统对半潜船的定位约束,通过半潜船载运风电平台下沉至预定吃水深度,此时系泊系统再次变为松弛状态,解除所述锁止机构(6)对系泊锚链(7)的锁定,通过绞车(51)收紧缆绳而使得系泊锚链(7)再次呈张紧状态后,再通过所述锁止机构(6)锁定系泊锚链(7);

S5,风电平台系泊完成:抽排预定量的所述浮体中心浮筒(3)和/或所述浮体结构伸长段(4)内的压载水,使得风电平台整体上浮预定高度,半潜船与风电平台分离并驶离,上浮预定高度的风电平台使得系泊锚链(7)的张力达到预设值,完成风电平台的安装系泊。

张力腿式风电平台及其一体化安装方法

技术领域

[0001] 本发明涉及海上风电装备技术领域,具体地,涉及一种张力腿式风电平台及其一体化安装方法。

背景技术

[0002] 风能总量比地球上可开发利用的水能总量大10倍以上,是目前发展最迅速、最具潜力的可再生能源。全球可利用的风能资源非常丰富,其中大部分高品质的风能资源集中在水深超过30m的非浅水区域。

[0003] 深水浮动式风力机作为一种替代传统固定式风机的新装备具有广阔的应用前景。浮动式风力机主要由三部分组成,即位于顶部的风力发电机组、底部的浮式基础和用以连接二者的塔筒结构。底部的浮式基础与海洋石油平台下浮体相似,可划分为四种主要类型:半潜式(Semi-sub)、单柱式(Spar)、张力腿(TLP)和驳船式(Barge)。单柱式平台通过压载使重心高度远低于浮心高度以获得稳性和优良的垂荡性能。半潜式平台通过合理布置水线面以取得较大的水线面惯性矩,从而获得稳性和较好的运动性能。张力腿式平台通过设置张力腿预张力以获得稳性和优良的运动性能。

[0004] 当前制约漂浮式海上风电大规模商业化发展的主要因素,如何从建造结构方面降低漂浮式海上风电基础的单机工程造价,是本领域技术人员亟需解决的技术问题。例如公开号为CN116374102A,公开了一种漂浮式海上风电基础及其安装方法,其中基础包括:漂浮式基础;系泊系统,系泊系统一端与漂浮式基础固定连接,另一端用于固定在海底;压载系统,压载系统包括悬挂组件和压载沉箱,压载沉箱通过悬挂组件悬挂在漂浮式基础的下方,压载沉箱内部中空,压载沉箱内由上至下设置有若干分隔板,分隔板将压载沉箱分隔为若干层,每层压载沉箱上均设有阀门。该发明虽然通过悬吊压载沉箱以降低漂浮式基础重心,从而可减少整体尺寸,减少制造费用,但在安装过程中发生在海上,安装精度将受到影响,且海上安装涉及用到大型的起吊设备,导致工程造价较高。

发明内容

[0005] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种张力腿式风电平台及其一体化安装方法。

[0006] 根据本发明提供的一种张力腿式风电平台,包括风机机组、塔筒、浮体中心浮筒、浮体结构伸长段、绞缆组件以及锁止机构;

[0007] 所述风机机组安装于所述塔筒的顶端,所述塔筒的底端连接于所述浮体中心浮筒上,所述浮体中心浮筒的直径大于所述塔筒的直径,所述浮体中心浮筒与所述浮体结构伸长段均为舱室结构,所述浮体结构伸长段为三个或四个,多个所述浮体结构伸长段连接于所述浮体中心浮筒的外周面并均布设置,所述浮体结构伸长段的顶部设有导缆孔,所述锁止机构安装于所述浮体结构伸长段顶部下侧,所述锁止机构临近所述导缆孔;

[0008] 所述绞缆组件包括绞车和支撑台,所述支撑台连接于所述塔筒上,所述支撑台位

于所述浮体中心浮筒的上方,所述绞车连接于所述支撑台上,所述绞车的缆绳能够延伸并依次穿过所述导缆孔和所述锁止机构后和外部的系泊锚链连接,驱动所述绞车卷绕缆绳使所述系泊锚链穿过所述锁止结构后被拉至预定位置,所述锁止机构锁定所述系泊锚链。

[0009] 一些实施方式中,所述浮体中心浮筒为圆柱形或棱柱形。

[0010] 一些实施方式中,所述绞车与所述浮体结构伸长段的数量相同,所述绞车与所述浮体结构伸长段的方位对应设置。

[0011] 一些实施方式中,所述浮体结构伸长段与所述浮体中心浮筒连接的根部的横截面积大于设有所述导缆孔的顶部的横截面积。

[0012] 一些实施方式中,所述浮体结构伸长段自根部至顶部的横截面积逐渐变小。

[0013] 一些实施方式中,所述浮体中心浮筒的外周面为棱柱形,所述浮体结构伸长段包括矩形段和锥形段,所述矩形段的一端与所述浮体中心浮筒的周面连接,所述矩形段的另一端与所述锥形段的底端连接,所述导缆孔位于所述锥形段的顶部。

[0014] 本发明还提供了一种张力腿式风电平台的一体安装方法,采用所述的张力腿式风电平台,包括:

[0015] S1,陆上一体组装:所述风机机组、所述塔筒、所述浮体中心浮筒、所述浮体结构伸长段、所述绞缆组件以及所述锁止机构建造完成后于陆上完成组装,形成风电平台;

[0016] S2,移位至半潜船:将组装好的风电平台载运至半潜船尾侧或首侧,同时对应位置的浮箱向船中移动或拆除,向所述浮体中心浮筒和/或所述浮体结构伸长段内注入预定量的压载水,使得风电平台的自身重力大于下沉至预定吃水深度时的浮力,然后调平半潜船,此时半潜船的纵稳性和横稳性能满足要求;

[0017] S3,连接系泊锚链:半潜船载运风电平台至预定地点,通过外部系统定位半潜船后,所述绞车的缆绳被牵引至所述导缆孔并穿出,再穿过所述锁止机构后与预先布置好的系泊锚链连接,通过所述绞车收紧缆绳拉动系泊锚链的端部穿过所述锁止机构后被拉至预定位置,系泊锚链呈张紧状态,所述锁止机构锁定系泊锚链;

[0018] S4,风电平台下沉至预定水深:解除外部系统对半潜船的定位约束,通过半潜船载运风电平台下沉至预定吃水深度,此时系泊系统再次变为松弛状态,解除所述锁止机构对系泊锚链的锁定,通过绞车收紧缆绳而使得系泊锚链再次呈张紧状态后,再通过所述锁止机构锁定系泊锚链;

[0019] S5,风电平台系泊完成:抽排预定量的所述浮体中心浮筒和/或所述浮体结构伸长段内的压载水,使得风电平台整体上浮预定高度,半潜船与风电平台分离并驶离,上浮预定高度的风电平台使得系泊锚链的张力达到预设值,完成风电平台的安装系泊。

[0020] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0021] 1、本申请通过于塔筒上设置绞缆组件,同时配合浮体结构伸长段的顶部的导缆孔以及与导缆孔位置适配的锁止机构,使得风电平台与系泊系统的连接与调整无需借助外部浮吊等装置即可完成,提高浮式风电平台的安全性,同时大幅降低了风电平台的安装成本。

[0022] 2、本发明提供的张力腿式风电平台的一体安装方法,将风电平台于陆上完成组装并运至预定海域,通过风电平台自身结构设计中的绞缆组件、导缆孔以及与导缆孔位置适配的锁止机构配合完成系泊锚链的连接,同时通过调整浮体中心浮筒内的压载水量而使系泊锚链自动张紧至预设的张紧力的值并与载运的半潜船分离,不仅提高了风电平台的组装

精度,且海上安装过程简便易行,解决了TLP安装过程复杂度高的技术问题,提高安装效率的同时大幅降低了安装费用。

附图说明

[0023] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0024] 图1为本发明张力腿式风电平台整体结构示意图;

[0025] 图2为本发明张力腿式风电平台的下部结构示意图;

[0026] 图3为本发明张力腿式风电平台一体化安装方法的流程示意图。

具体实施方式

[0027] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变化和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0028] 实施例1

[0029] 本实施例提供了一种张力腿式风电平台,如图1-3所示,包括风机机组1、塔筒2、浮体中心浮筒3、浮体结构伸长段4、绞缆组件5以及锁止机构6。风机机组1主要包括由扇叶构成的风轮和内置动力装置的机舱,塔筒2的顶端与机舱连接。浮体中心浮筒3的直径大于塔筒2的直径,塔筒2以和浮体中心浮筒3的中轴线基本重合的方式连接固定于浮体中心浮筒3上。其中以塔筒2的底端伸入浮体中心浮筒3的结构内为宜,提高两者连接的牢固度。浮体中心浮筒3为中空的结构,通过外部或内部设置的动力设备进行压排水操作,为风电平台提供浮力调节。浮体中心浮筒3为棱柱形,优选为正多边形棱柱体。浮体结构伸长段4为中空的结构,亦可通过外部或内部设置的动力设备进行压排水操作,为风电平台提供浮力调节。多个浮体结构伸长段4与浮体中心浮筒3紧固连接,且多个浮体结构伸长段4沿浮体中心浮筒3的外周面等角度分布。浮体结构伸长段4的数量为3-4个,以设置有3个浮体结构伸长段4为例,3个浮体结构伸长段4之间的夹角均为 120° ,而如采用4个浮体结构伸长段4时,其之间的夹角均为 90° 。浮体结构伸长段4与浮体中心浮筒3连接的部位记为根部,与根部相对的记为顶部,于浮体结构伸长段4的顶部位置设有导缆孔41,导缆孔41为贯穿浮体结构伸长段4上下表面的通孔。临近导缆孔41处的浮体结构伸长段4的下部安装有锁止机构6,锁止机构6用于锁定系泊锚链7。锁止机构6为卡扣式等现有技术中常规的锁止机构。一些实施方式中,浮体结构伸长段4的形状自根部至顶部其横截面具有变化的特性,具体的,浮体结构伸长段4与浮体中心浮筒3连接的根部的横截面面积大于顶部的横截面面积。浮体结构伸长段4的形状变化可为逐渐变化,如整体为锥形结构体,所谓锥形结构体如梯形状结构、圆锥状结构等。浮体结构伸长段4的变化亦可为非均匀变化,如浮体中心浮筒3为正六面棱柱体时,浮体结构伸长段4包括与浮体中心浮筒3的外周面连接的矩形段401以及与矩形段401链接的锥形段402,锥形段402的底端与矩形段401连接为一体,导缆孔41位于锥形段401的顶端,此锥形段401的顶端亦即浮体结构伸长段4的顶端。所谓锥形段的形状可为梯形结构体或圆锥形结构体。浮体结构伸长段设计为截面具有变化的结构,可有效减小海水流动对风

电平台的冲击,提升风电平台的稳性。

[0030] 绞缆组件5主要包括绞车51和支撑台52。支撑台52为环形平台,套设连接于塔筒2上。支撑台52位于浮体中心浮筒3的上方,支撑台52位于风电平台到达最大吃水深度时的水位线以上,即位置处于安装后的自由表面以上。绞车51连接于支撑台52上,支撑台52上设置的绞车51的数量与浮体结构伸长段4的数量相同,同时绞车51于支撑台52上的布置位置与下方的浮体结构伸长段4的位置相适配。绞车51滚筒上缠绕的缆绳的端部穿过导缆孔41后再穿过锁止机构6的卡孔后与外部的系泊锚链连接,通过收紧而将系泊锚链穿过锁止机构6后拉至预定位置,进而通过锁止机构6将系泊锚链7锁定。

[0031] 本实施例提供的张力腿式风电平台的工作原理为:首先在预定海域安装桩锚,桩锚与系泊锚链连接,系泊锚链的另一端连接浮子;风机机组1、塔筒2、浮体中心浮筒3、浮体结构伸长段4、绞缆组件5以及锁止机构6依次组装连接形成风电平台的整体结构后,风电平台被运至预定海域的预定地点,将绞车51上的缆绳牵引至导缆孔41中,被引至导缆孔41中的缆绳端部依次穿过导缆孔41以及锁止机构6后与预铺设在风电平台外部海域中系泊锚链7顶部连接,再通过转动绞车51回收缆绳,通过缆绳拉动系泊锚链7穿过锁紧机构6至预定位置后,锁止机构6将系泊锚链7锁定,从而完成风电平台与系泊系统的连接锁定。待风电平台浮动于海中后,通过风电平台的浮力改变使得系泊锚链7达到预定的张紧度。本申请通过于塔筒上设置绞缆组件,同时配合浮体结构伸长段顶部的导缆孔以及临近导缆孔的锁止机构,使得风电平台和外部的系泊系统的连接与调整无需借助外部浮吊等装置即可完成,提高浮式风电平台的安全性,同时大幅降低了风电平台的安装成本。

[0032] 实施例2

[0033] 本实施例2是在实施例1的基础上形成的一种张力腿式风电平台的一体安装方法,采用实施例1中所述的张力腿式风电平台,如图1-3所示,包括如下步骤:

[0034] S1,陆上一体组装:将风机机组1、塔筒2以及浮体中心浮筒3于自上而下依次连接后,将多个浮体结构伸长段4等角度分布连接于浮体中心浮筒3的外周面上,浮体结构伸长段4的顶端开设有导缆孔41,临近导缆孔41处的浮体结构伸长段4的下部安装锁止机构6。支撑台52安装固定于塔筒2上后,于支撑台52上安装绞车51,绞车51的数量与浮体结构伸长段4的数量相同,且分布的方位相适配。风机机组1、塔筒2、浮体中心浮筒3、浮体结构伸长段4、绞缆组件5以及锁止机构6全部在陆上完成建造组装。

[0035] S2,移位至半潜船:组装完成的风电平台通过SPMT运送至半潜船的承载部上,所谓半潜船的承载部主要位于船艏部或船艉部,同时对应位置的半潜船浮箱要向中心移动或者拆除,然后向浮体中心浮筒3和/或浮体结构伸长段4的舱室内注入预定量的压载水,预定量的压载水所达到的标准是风电平台在预定吃水深度下其自身的重力大于其自身的浮力。

[0036] S3,连接系泊锚链:首先通过半潜船载运张力腿式风电平台至预定海域的预定地点后,通过3~4艘码头拖轮将半潜船定位,保持位于半潜船承载部上的风电平台的稳定。然后启动绞车51将位于其卷筒上的缆绳放下,将缆绳的端部拖到浮体结构伸长段4的导缆孔41内并延伸至外部,在穿过锁止机构6后,去掉系泊系统的浮子,再与预铺设好的系泊系统的系泊锚链7连接。通过驱动绞车51收紧缆绳,进而通过缆绳将系泊锚链7拉入锁止机构6内并呈预定张紧状态时停止,再通过锁止机构6将系泊锚链7锁定。

[0037] S4,风电平台下沉至预定水深:当通过步骤S3将系泊锚链7通过锁止机构6锁止后,

撤离拖轮对半潜船的定位,再通过半潜船承载风电平台下沉至预定吃水深度,此时系泊连接好的系泊锚链松弛,需要通过绞车再次使得系泊锚链被拉张紧并锁止。由于浮体中心浮筒3和/或浮体结构伸长段4内注入了预定量的压载水而使得此时风电平台的重力大于浮力,风电平台因此不会浮起。

[0038] S5,风电平台系泊完成:通过抽出预定量的浮体中心浮筒3和/或浮体结构伸长段4内的压载水而使风电平台上浮预定高度,风电平台与半潜船分离,此时半潜船通过其自身动力系统而驶离,同时风电平台继续抽出压载水使得浮起到预定高度并使得系泊锚链7达到预定张力,张力腿式风电平台完成系泊动作,进而完成风电平台的一体式安装。

[0039] 一些实施方式中,风电平台与半潜船的分离方式还可为:抽排预定量的浮体中心浮筒3和/或浮体结构伸长段4内的压载水,使得风电平台整体有上浮倾向,系泊锚链产生张力,此时半潜船在下潜一段距离,半潜船驶离,继续排出压载水系泊锚链张力达到预设值。

[0040] 本发明提供的张力腿式风电平台的一体安装方法,将风电平台于陆上完成组装并运至预定海域,通过风电平台自身结构设计中的绞缆组件、导缆孔以及临近导览孔的锁止机构的配合完成系泊锚链的连接与调整张紧度,同时通过调整浮体中心浮筒内的压载水量而使系泊锚链自动张紧至预设的张紧力的值并与载运的半潜船分离,不仅提高了风电平台的组装精度,且海上安装过程简便易行,解决了TLP安装过程复杂度高的技术问题,提高安装效率的同时大幅降低了安装费用。

[0041] 在本申请的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。

[0042] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改,这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下,本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

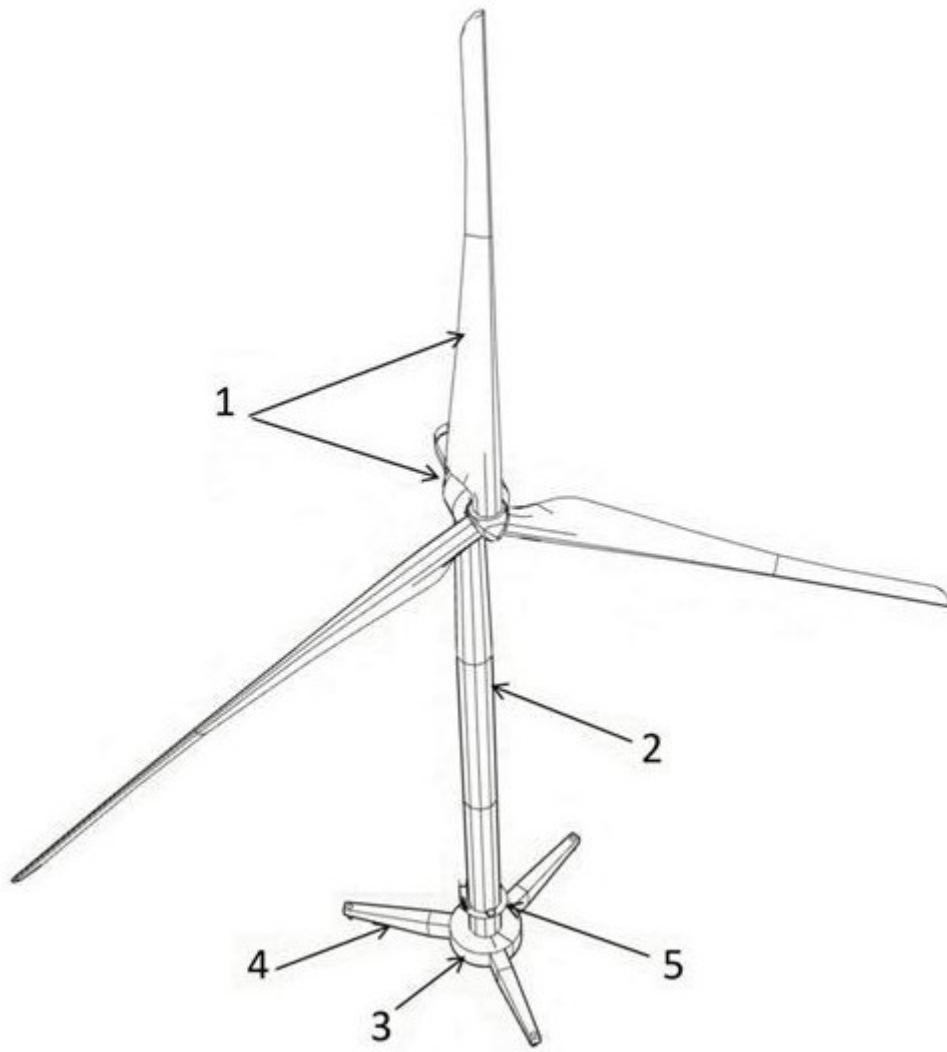


图1

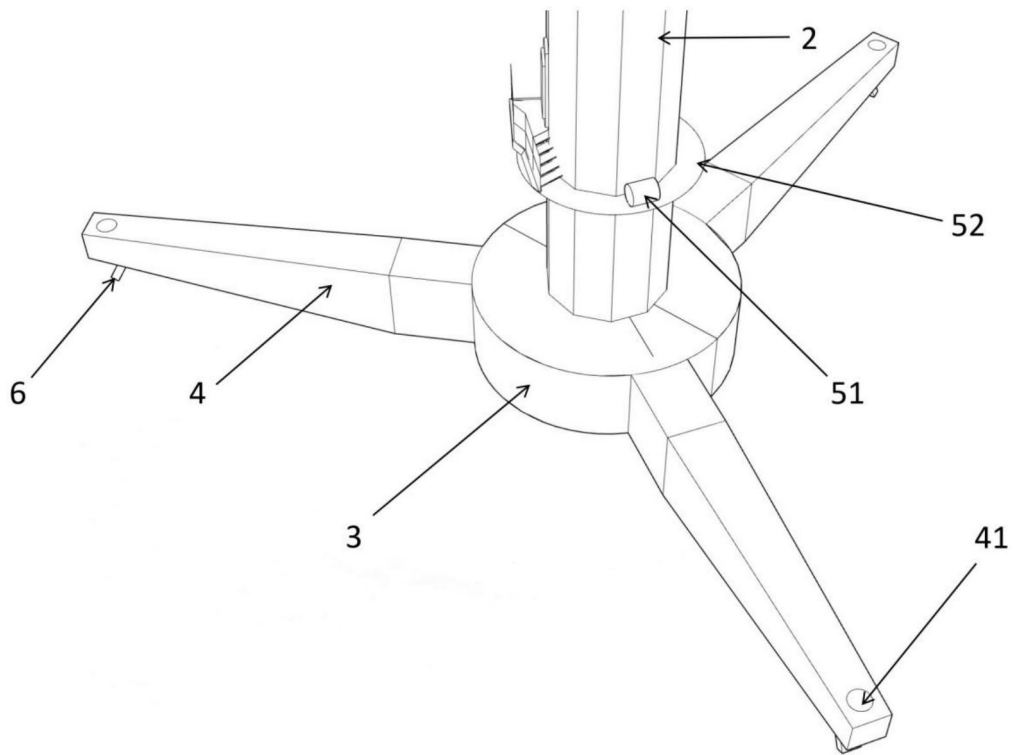


图2

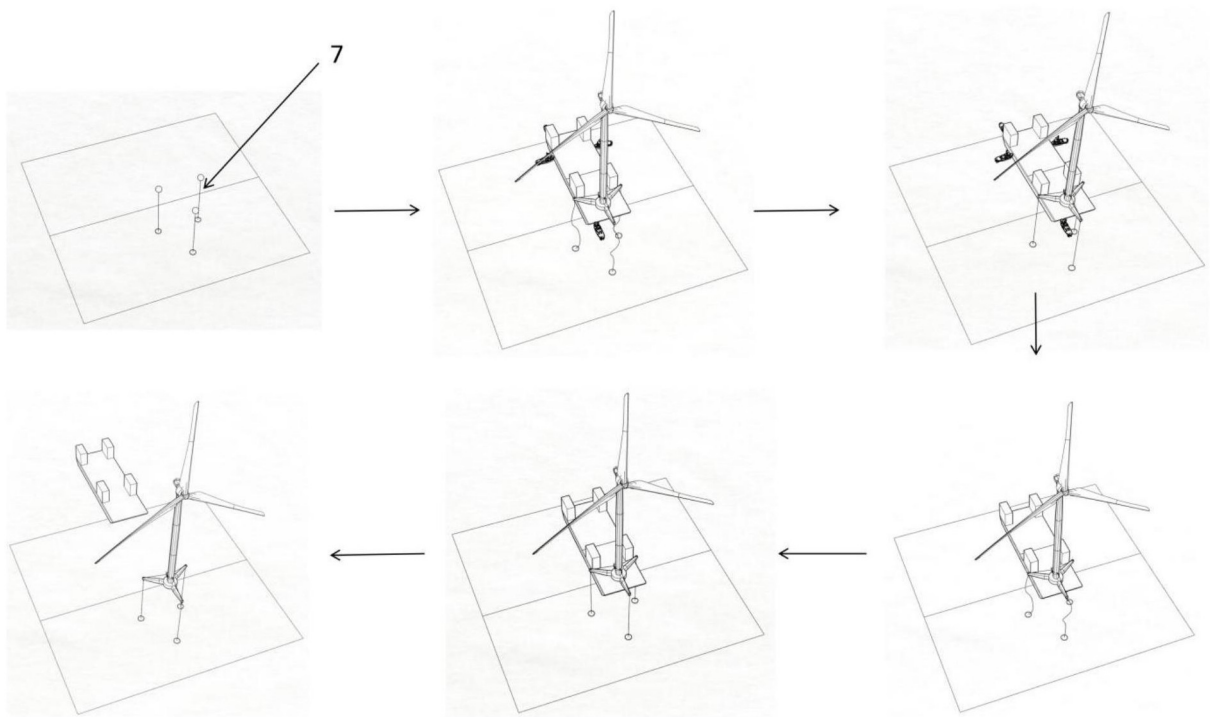


图3