



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104816797 B

(45)授权公告日 2019.03.26

(21)申请号 201510289176.8

审查员 翟灵慧

(22)申请日 2015.05.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104816797 A

(43)申请公布日 2015.08.05

(73)专利权人 刘莹

地址 330025 江西省南昌市西湖区西河滩路1号1栋3单元1502户

(72)发明人 刘莹 吴涵延 王珊 罗院明

(74)专利代理机构 南昌新天下专利商标代理有限公司 36115

代理人 施秀瑾

(51)Int.Cl.

B63B 35/44(2006.01)

F03D 9/00(2016.01)

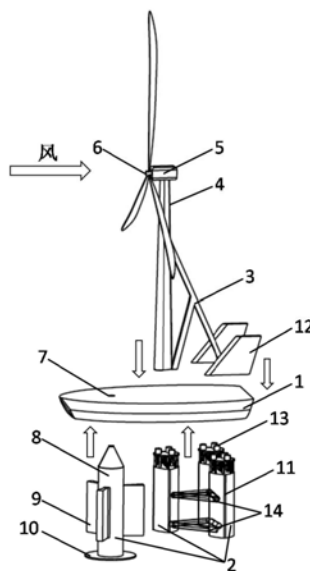
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54)发明名称

一种海上风力发电机组及其安装方法

(57)摘要

一种海上风力发电机组及其安装方法,包括半潜式浮体、船式平台、塔架、机舱、叶轮、垂直尾翼和斜撑杆等。半潜式浮体为一个前浮筒和至少一个后浮筒,前浮筒上部为圆锥形,插入偏航锥形回转轴承中,中下部连接锚泊系统;后浮筒水线以上为桁架结构,顶部设有定位销与定位装置刚性连接,均压管连通各后浮筒。船式平台为平底驳船式,前段装有偏航锥形回转轴承,后方安装塔架,尾部设对称的垂直尾翼。当叶轮布置在塔架前方(后方)的上风向(下风向),斜撑杆安装在塔架背风面(迎风面)。本发明可在造船厂完成结构安装,降低海上安装难度,节约成本;机械偏航故障率低、可靠性高。塔架结构具有明显的减阻效果,斜撑杆可提高塔架抗倾覆能力。



CN 104816797 B

1. 一种海上风力发电机组,其特征是主要包括半潜式浮体(2)、船式平台(1)、塔架(4)、机舱(5)、叶轮(6)、垂直尾翼(12)和斜撑杆(3);

半潜式浮体(2)由一个前浮筒(8)和至少一个后浮筒(11)构成,浮筒主体为细长的柱状体,重心位于浮心以下;前浮筒(8)上部为圆锥形,其插入位于船式平台(1)前端的偏航锥形回转轴承(7)中,作为船式平台(1)整体偏航的回转中心,并作为支撑结构承载船式平台(1)前部的垂直载荷,中部偏下通过连接锚泊系统固定在海水中,且外圆周边设有若干数量的鳍(9),底部设有垂荡板(10);后浮筒(11)的水线以上部分为多根支柱构成的桁架结构,顶部设有定位销,其与位于船式平台(1)后部的定位装置刚性连接,作为支撑结构承载船式平台(1)后部的垂直载荷,各个后浮筒之间采用均压管(14)连通各相应舱室;

船式平台(1)采用平底驳船式结构,前段装有偏航锥形回转轴承(7),后方安装有塔架(4),尾部设有高出船体甲板的对称的垂直尾翼(12);斜撑杆(3)一端固定在塔架中上部,另一端固定在船式平台(1)的甲板中轴线上;塔架(4)的横截面采用低风阻系数的形状;船式平台(1)与塔架(4)、机舱(5)与塔架(4)均为刚性连接。

2. 根据权利要求1所述的海上风力发电机组,其特征是当叶轮(6)布置在位于塔架(4)前方的上风向时,斜撑杆(3)安装在塔架(4)的背风面;当叶轮(6)布置在塔架(4)后方的下风向时,斜撑杆(3)安装在塔架(4)的迎风面。

3. 根据权利要求1所述的海上风力发电机组,其特征是所述后浮筒(11)为三个。

4. 根据权利要求1所述的海上风力发电机组,其特征是所述塔架(4)的横截面为水滴形。

5. 根据权利要求1所述的海上风力发电机组,其特征是所述锚泊系统为半张紧悬链线系统。

6. 权利要求1的海上风力发电机组的安装方法,其特征是按以下步骤:

1) 在已经下水的船式平台(1)上安装塔架(4)、机舱(5)、叶轮(6)、垂直尾翼(12)及斜撑杆(3),其中,叶轮可安装在塔架(4)前方的上风向或塔架(4)后方的下风向;

2) 将安装完成的半潜式浮体(2)平放在水中;

3) 用拖船将步骤1)中已安装好的完整结构和浮体(2)拖到预定的海上风电场水域;

4) 前浮筒(8)与锚泊系统安全连接,向前、后浮筒内注水,浮筒下沉,最终使其轴线垂直于海平面;

5) 调整船式平台(1)的位置,使前浮筒(8)上部圆锥体对准偏航锥形回转轴承(7),后浮筒(11)顶部的定位销(13)对准船体后部相应的定位装置;

6) 排出浮筒内的海水,前浮筒(8)的圆锥体安装于偏航锥形回转轴承(7)中,后浮筒(11)顶部的定位销(13)安装于定位装置中;

7) 前、后浮筒与船式平台(1)对接安装完成后,继续排出海水直至半潜式浮体支撑船式平台(1)底部升出海平面一定高度。

一种海上风力发电机组及其安装方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种海上风力发电机组及其安装方法,尤其是一种采用漂浮式支撑结构和风机整体偏航的海上风力发电机组及其安装方法。

背景技术

[0002] 海上风力发电机组通常由三个部分组成:塔头、塔架和支撑结构。由于海上风力资源多分布在离海岸5~50km内,这些区域水深多超过50m,按照目前近海风电场普遍采用各种贯穿桩结构固定在海底的做法,与陆上风电相比,在海上风电场建设总成本中,支撑结构的投资明显高出近海和陆上风电场。除了支撑结构的建筑成本外,海上风力发电机组的安装费用也非常昂贵,可以说这两项成本是建设海上风力发电场最主要的投资风险。

[0003] 海上风电机组的支撑结构分为桩基础结构、导管架基础结构、重力式结构、负压桶式结构和漂浮结构等5个类型。其中前四种属于固定基础,最后一种属于浮动基础。

[0004] 目前,浮动基础是借鉴或直接采用海上采油平台技术,主要有两种方式,一种为漂浮式,由塔架、浮体和锚泊装置组成,承载风电机组的浮置结构飘浮在水面上;另一种为半潜式,浮体结构位于海面以下,由锚泊系统固定,其上可安装多台风电机组。其中比较适合深海发电的有SPAR和TLP式,SPAR式又称单筒式平台,是挪威国家石油公司研发的一种新型的深海浮式风机,其风机和塔架安装在一个类似于SPAR式采油平台的基座上,锚泊系统采用半张紧悬链线系统。水下部分长为120m,直径为9.4m的圆柱体,重心在浮心以下20m左右。在波浪中纵横荡固有周期为75~85s,纵横摇固有周期为25~30s,垂荡在30s左右。TLP式又称为张力腿式平台,是由MIT和NREL共同设计,水下部分圆柱半径为11m,高21.5m。适合于小于200m水深的海面工作,通过重力式锚和浮体间张紧的锚索来提供稳定性。该模型的特点是纵/横摇及垂荡模态的运动幅度很小,但艏摇运动会大一些。

[0005] 海上采油平台的浮动基础其技术无疑是经过了实践的验证,但是,海上风电机组与海上采油平台其功能和技术要求毕竟有明显的不同。比如要在海上恶劣环境下准确地将风机的塔筒、机舱、叶片吊装就位就是一项难度非常大的工作。再比如为了使风轮获得最大的风能,风力发电机组需要使用偏航系统来保持风轮始终处于迎风状态,偏航系统通常安装在机舱底架与塔筒顶端之间,使用大直径的回转支承和偏航驱动装置使机舱旋转,为避免因风向变化造成的振荡,引起偏航轮齿受到交变载荷作用,还需要用偏航制动器(或称偏航阻尼器)来吸收微小自由偏转的振荡,防止偏航齿轮的交变应力引起轮齿过早损伤。这种偏航系统结构复杂,可靠性差,维护不方便。据统计,在风电机组所有故障中,大约有20%是由作为回转支承的偏航轴承损坏而引起的。这种故障如果发生在海上风电场,将给发电机组的使用者和维护者带来极大的麻烦。

[0006] 专利申请号为CN201310225055.8《一种整体偏航式海上漂浮风电场》的在先申请,公布了一种整体偏航式海上漂浮风电场,其具有多台偏航式风力发电机组与环状平台通过金属空间桁架或杆件连接。该结构省去了单台机组单独的偏航系统,成本降低。但是,多个机组安装在一起,且同时迎风,因此存在风轮引起的湍流与干扰撞上相邻风轮的风流相

互干扰,因此其风轮机之间的距离需要足够大,并使用较大的船式平台。否则会导致风能捕获不足,浪费资源,但是较大的船式平台必然带来稳定性欠佳等方面的问题。

发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题是:克服现有技术之不足,提供一种采用漂浮式支撑结构和风机整体偏航的海上风力发电机组及其安装方法。

[0008] 本发明是通过以下技术方案实现的。

[0009] 本发明所述的一种海上风力发电机组,主要包括半潜式浮体(2),船式平台(1)、塔架(4)、机舱(5)、叶轮(6)、垂直尾翼(12)和斜撑杆(3)等。

[0010] 半潜式浮体(2)由一个前浮筒(8)和至少一个后浮筒(11)构成,浮筒为细长的柱状体,重心位于浮心以下。前浮筒(8)的上部为圆锥形,其通过插入位于船式平台(1)前端的偏航锥形回转轴承(7),作为船式平台(1)整体偏航的回转中心,并作为支撑结构承载船式平台(1)前部的垂直载荷,中部偏下通过连接锚泊系统固定在海水中,且外圆周边设有若干数量的鳍(9),底部设有垂荡板(10)。后浮筒(11)的水线以上部分为多根支柱构成的桁架结构,顶部设有定位销(13),其与位于船式平台(1)后部的定位装置刚性连接,作为支撑结构承载船式平台(1)后部的垂直载荷,各个后浮筒之间采用均压管(14)连通各相应的舱室。

[0011] 船式平台(1)采用平底驳船式结构,前段装有偏航锥形回转轴承(7),后方安装有塔架(4),尾部设有高出船体甲板的对称的垂直尾翼(12)。斜撑杆(3)一端固定在塔架中上部,另一端固定在船式平台(1)的甲板中轴线上。塔架(4)其横截面采用低风阻系数的形状。船式平台(1)与塔架(4)、机舱(5)与塔架(4)均为刚性连接。

[0012] 所述风力发电机组的叶轮(6),当叶轮(6)布置在位于塔架(4)前方的上风向时,斜撑杆(3)安装在塔架(4)的背风面;当叶轮(6)布置在塔架(4)后方的下风向时,斜支撑(3)安装在塔架(4)的迎风面。

[0013] 所述后浮筒(11)优选三个。

[0014] 所述船式平台(1)、垂直尾翼(12)及半潜式浮体(2)等结构均由梁、肋板、蒙皮制作而成。

[0015] 所述塔架(4)的横截面采用低风阻系数的形状,如水滴形、长圆形或椭圆等。优选水滴形。

[0016] 所述锚泊系统优选半张紧悬链线系统。

[0017] 本发明正常工作时,半潜式浮体(2)将整个船式平台(1)托出海面,风作用于垂直尾翼(12),使船式平台(1)绕前浮筒(8)轴线旋转而实现风机的整体偏航,这种偏航方式为自然偏航,无需传统风力发电机组中的主动偏航系统。

[0018] 为实现本发明所提供的技术方案,本发明提供一种用于海上风力发电机组的安装方法,步骤如下:

[0019] 1)在已经下水的船式平台(1)上安装塔架(4)、机舱(5)、叶轮(6)、垂直尾翼(12)及斜撑杆(3)等,其中,叶轮(6)可安装在塔架(4)前方的上风向或塔架(4)后方的下风向;

[0020] 2)将安装完成的半潜式浮体(2)平放在水中;

[0021] 3)用拖船将步骤1)中已安装好的完整结构和浮体(2)拖到预定的海上风电场水域;

[0022] 4) 前浮筒(8)与锚泊系统安全连接,向前、后浮筒内注水,浮筒下沉,最终使其轴线垂直于海平面;

[0023] 5) 调整船式平台(1)的位置,使前浮筒(8)上部圆锥体对准偏航锥形回转轴承(7),后浮筒(11)桁架上的定位销(13)对准船体后部相应的定位装置;

[0024] 6) 排出浮筒内的海水,前浮筒(8)的圆锥体安装于偏航锥形回转轴承(7)中,后浮筒(11)顶部的定位销(13)安装于定位装置中;

[0025] 7) 前、后浮筒与船式平台(1)对接安装完成后,继续排出海水直至半潜式浮体(2)支撑船式平台(1)底部升出海平面一定高度,安装完成。

[0026] 本发明的有益效果为:本发明的半潜式浮体(2)为细长的柱状体,其重心低于浮心,在前浮筒(8)圆柱体的外圆周设有若干数量的鳍(9),可阻止浮筒(8)作轴向转动,底部安装有垂荡板(10),在不增加浮筒(8)主尺度的前提下它减小了浮筒(8)纵摇和垂荡运动。船式平台(1)采用平底驳船式结构,可在造船厂的船式平台(1)上完成风力发电机整个上部结构的安装,然后拖至风机的预安装地点,这将大大降低海上风力发电机组的安装难度,节约大量安装成本。采用平底驳船式结构的船式平台(1)吃水浅,可在拖船的牵引下航行到50km以外的海域,便于迁移。

[0027] 船式平台(1)采用整体自然偏航方式,风力发电机组无需偏航装置,机舱(5)与塔架(4)可刚性连接,这种偏航系统故障率低、可靠性高。

[0028] 叶轮(6)可安置在塔架(4)前方的上风向,也可安置在塔架(4)后方的下风向,可以满足不同需求下的风能环境。

[0029] 船式平台(1)采用整体自然偏航方式。塔架(4)横截面采用水滴形、长圆形或椭圆等低风阻系数的形状,可大幅度降低机组的迎风阻力;在塔架(4)的后方设有斜撑杆(3),可极大提高塔架(4)的抗倾覆能力。

附图说明

[0030] 图1为实施例中上风向的海上风力发电结构的整体外观示意图。

[0031] 图2为实施例中下风向的海上风力发电结构的整体外观示意图。

[0032] 图3为实施例中上风向的海上风力发电结构的主视图。

[0033] 图4为实施例中下风向的海上风力发电结构的主视图。

[0034] 图5为实施例中上风向的海上风力发电结构的俯视图。

[0035] 图6为实施例中下风向的海上风力发电结构的俯视图。

[0036] 图7为实施本发明的塔架截面图。

[0037] 其中:1为船式平台,2为浮体,3为斜撑杆,4为塔架,5为机舱,6为叶轮,7为偏航锥形回转轴承,8为前浮筒,9为鳍,10为垂荡板,11为后浮筒,12为垂直尾翼,13为定位销,14为均压管。

具体实施方式

[0038] 以下结合附图对本发明作进一步说明。这些附图均为简化示意图,仅以示意方式说明本发明的基本结构和组装方式。

[0039] 如图1、2、3、4所示,船式平台1采用平底驳船式结构,在船式平台1前部(迎风面)装

有偏航锥形回转轴承7;偏航锥形回转轴承7的后方固定有塔架4,塔架4截面采用具有较小风阻的水滴形、长圆形或椭圆形等形状,与风力发电机组机舱刚性连接。当叶轮6布置在塔架4前方的上风向时,如图1、3,斜撑杆3安装在塔架4的背风面;当布置在塔架4后方的下风向,如图2、4,斜撑杆3安装在塔架4的迎风面。该斜撑杆3一端固定在塔架4的中上部,另一端固定在船式平台1的甲板中轴线上;在船式平台1尾部对称安装有高出船体甲板的垂直尾翼12。浮体2结构包括一个前浮筒8和至少一个后浮筒11,前浮筒8的上部为圆锥形,通过插入位于船式平台1前端的偏航回转锥形轴承7中,作为船式平台1整体偏航的回转中心,并作为支撑结构承载船式平台1前部的垂直载荷;中部偏下采用锚泊系统固定在海水中,且在其外圆周边设有若干数量的鳍9,底部安装有垂荡板10;后浮筒11由一个或一个以上浮筒构成,水线以上部分为多根支柱构成的桁架结构,顶部设有定位销13,安装于船式平台1后方的定位装置中,作为支撑结构承载船式平台1后部的垂直载荷。所述锚泊系统优选半张紧悬链线系统。

[0040] 当后浮筒11由两个或两个以上浮筒构成时,各个浮筒之间有均压管14与各个浮筒相应的舱室相连。

[0041] 本发明“一种海上风力发电机组及其安装方法”的工作状态为:该海上发电机组投放后,通过锚泊系统系泊于海洋之中,浮体2下潜并将船体平台1完全升出海平面后即可开始工作。不同于传统的偏航系统,风能通过作用于垂直尾翼12,使船式平台1及上部结构以前浮筒8的轴线为圆心进行旋转,实现整体偏航。

[0042] 本发明的船式平台1可在造船厂完成建造。当需要投放在工作地点时,可在船厂完成船式平台1及其上部风力发电机塔架4、机舱5及叶轮6等其他结构的安装,其中,叶轮6也安置于塔架4前端的上风向,也可安置于塔架4后方的下风向。浮体2平放在水中,通过拖船将已经安装好的船式平台1和浮体2拖拽至预定水域。当到达工作地点后,将前浮筒8与锚泊系统相连接,分别向前、后浮筒注水,使其下沉至浮筒轴线垂直于海平面。调整船式平台1的位置,使前浮筒8的上部圆锥体对准船式平台1的偏航锥形回转轴承7,后浮筒11顶部的定位销13对准船体平台后部相应的定位装置中,排出浮体2内的水,使对应位置完全对接,并继续排水使船式平台1的船体升出海平面一定高度。此时,浮体2将支撑整个船式平台1,并保证其正常运行。当需要迁移至其他海域时,本发明的回收过程与投放工作顺序相反,通过对浮体2内注水,使其下沉,当船式平台1漂浮海面后,解除其前浮筒8的偏航锥形回转轴承7和后浮筒11的定位装置,排出浮体2内的水,使其上升并平放在水中,即可将本发明拖运到任何满足水深条件的工作海域。

[0043] 当遭遇海啸、台风等特大自然灾害时,可事先将船式平台1以下结构拆解,拖行到附近港口避灾,以减少重大损失。

[0044] 上述实施方式只为说明本发明的技术构思及特点,其目的在于让熟悉此项技术的人士能够了解本发明的内容并加以实施,并不能以此限制本发明的保护范围,凡根据本发明精神实质所作的等效变化或修饰,都应涵盖在本发明的保护范围内。

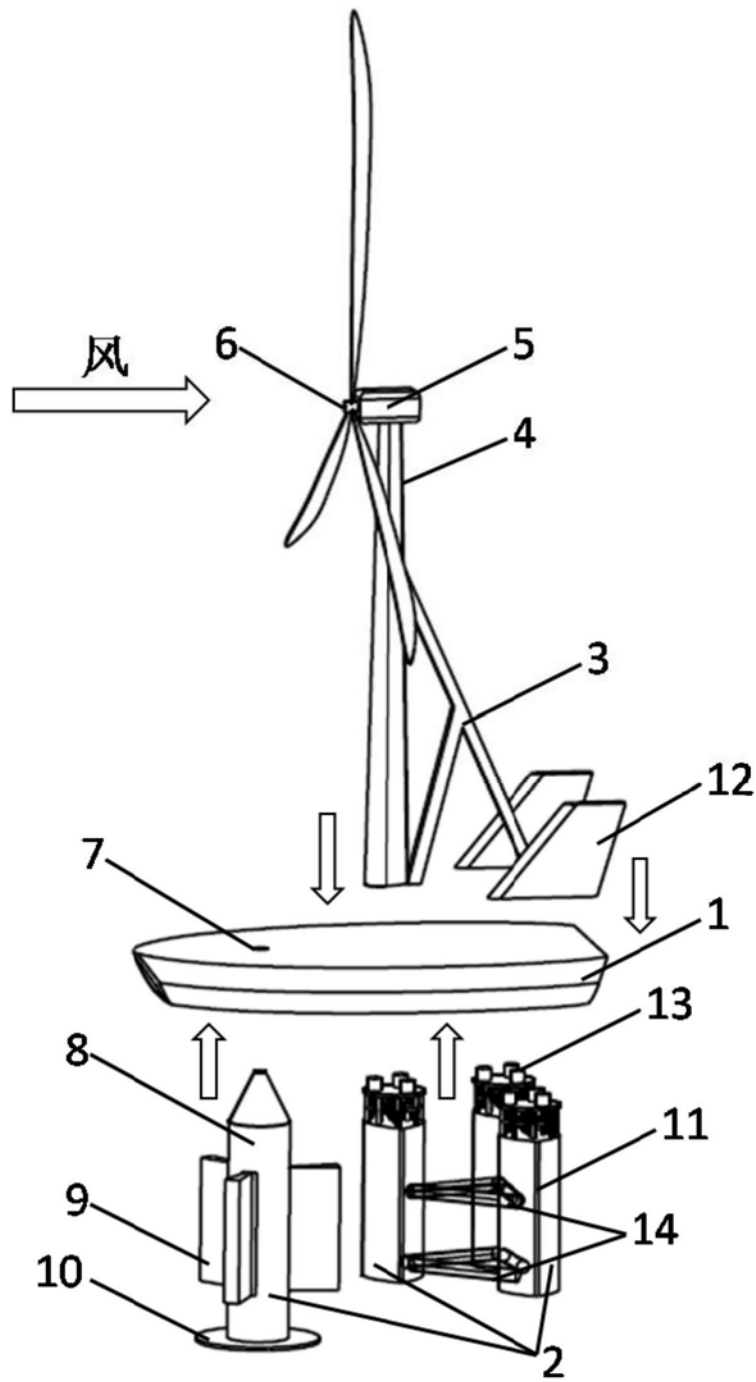


图1

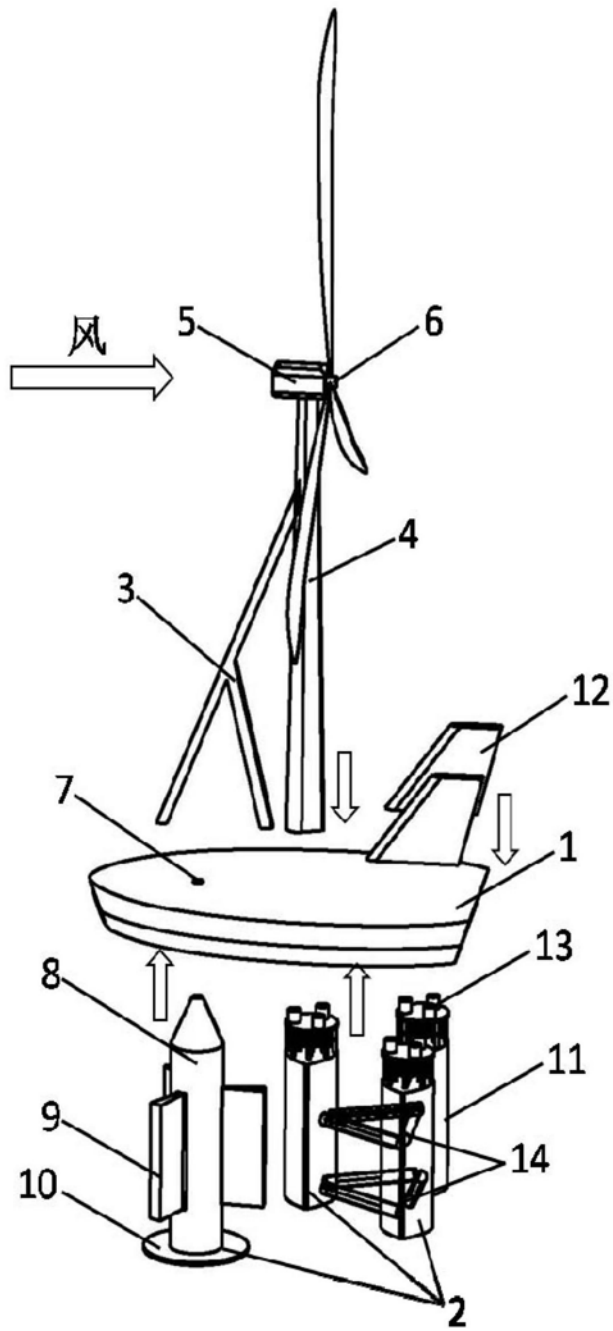


图2

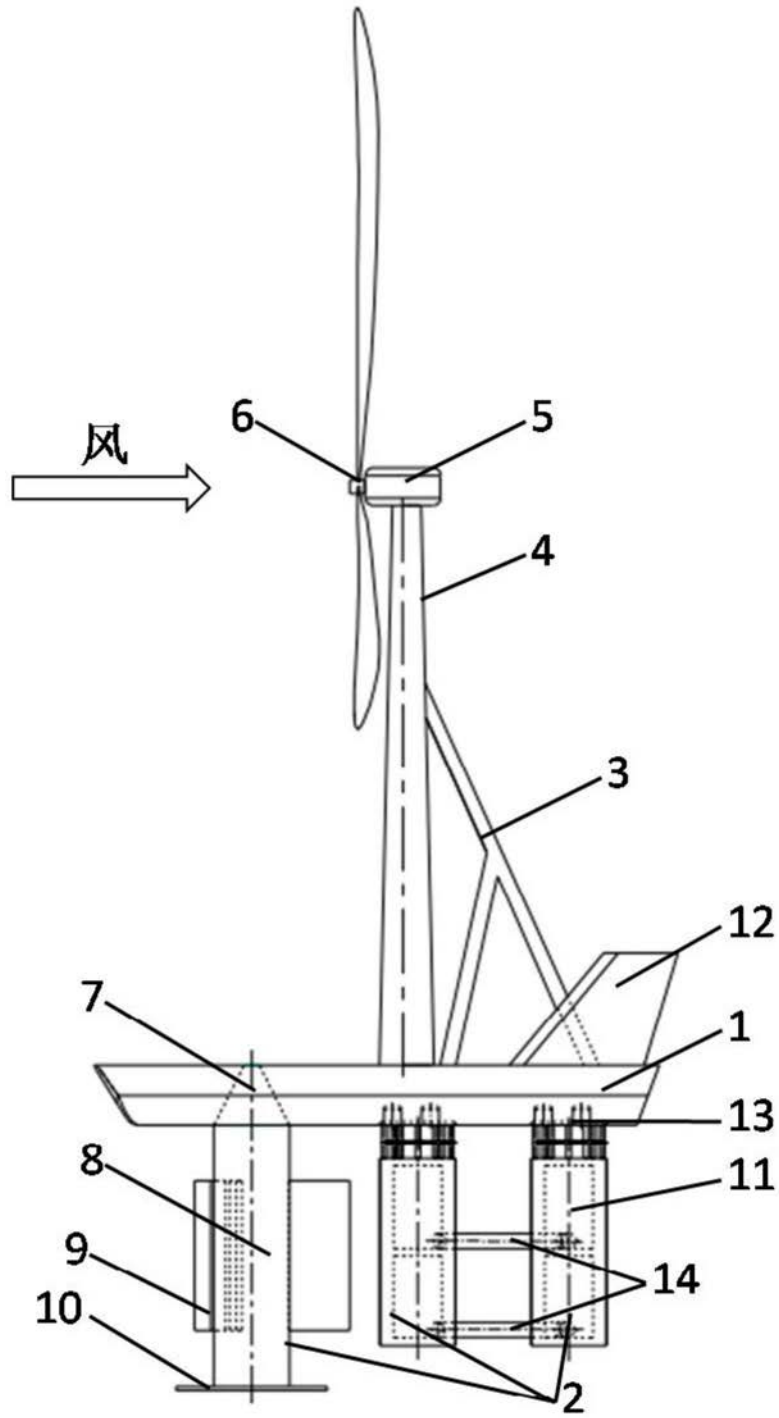


图3

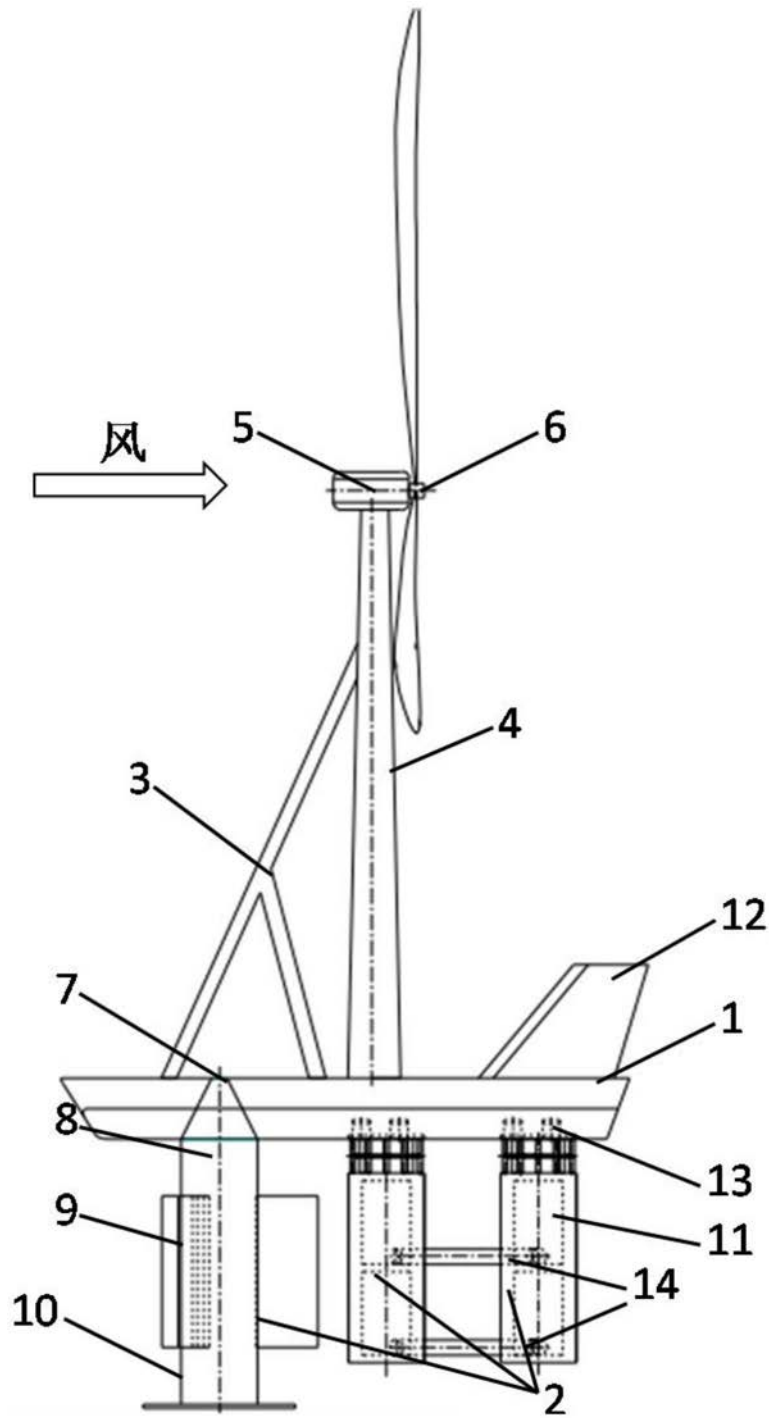


图4

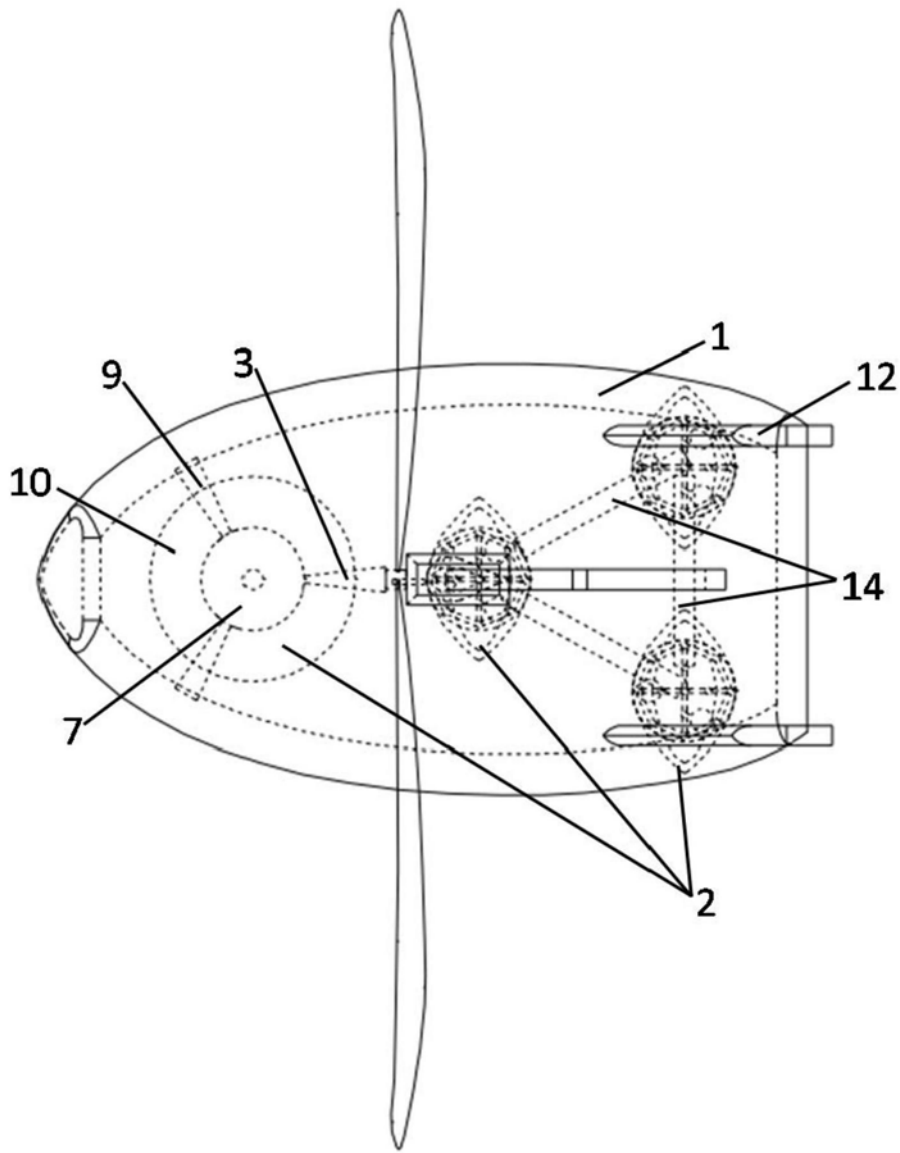


图5

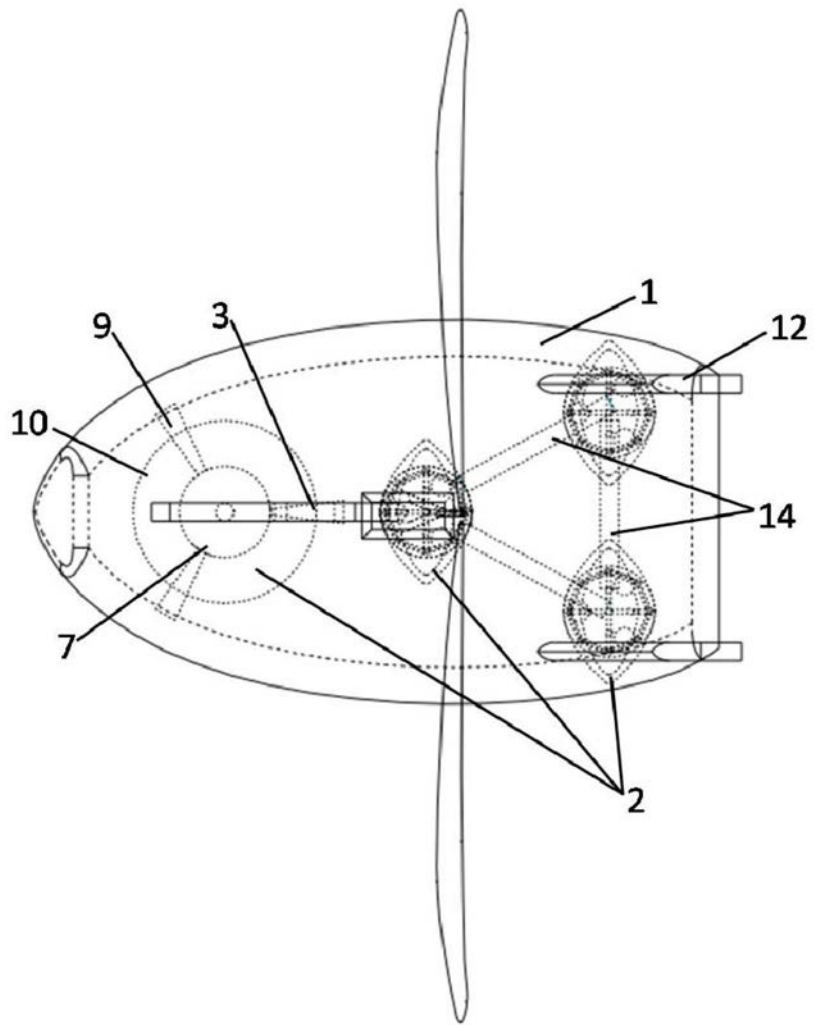


图6

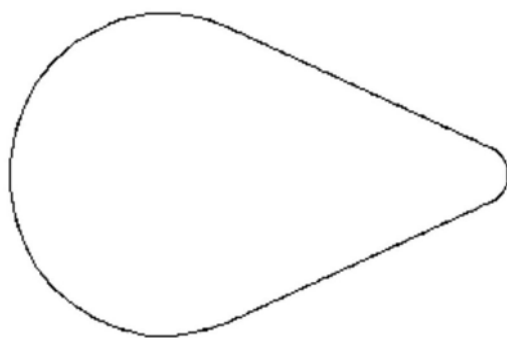


图7