



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208416796 U

(45)授权公告日 2019.01.22

(21)申请号 201820648276.4

(22)申请日 2018.05.03

(73)专利权人 明阳智慧能源集团股份公司
地址 528437 广东省中山市火炬开发区火炬路22号

(72)发明人 杨勇 王力群 马东

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245
代理人 冯炳辉

(51) Int. Cl.

F03D 13/20(2016.01)

F03D 13/25(2016.01)

B63B 21/50(2006.01)

B63B 35/44(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

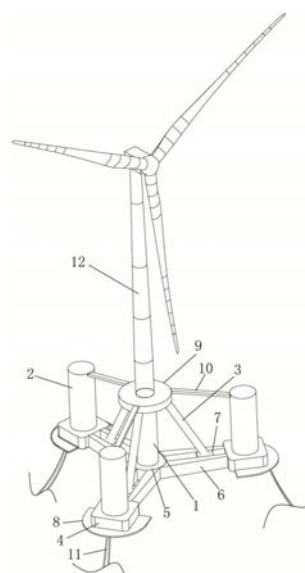
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)实用新型名称

一种四立柱带压载半潜式漂浮风机基础

(57)摘要

本实用新型公开了一种四立柱带压载半潜式漂浮风机基础,包括四根立柱,其中三根为边立柱,余下一根为中立柱;三根边立柱等距间隔排开围成一个等边三角形,每根边立柱均配套有一个方形舱,三根边立柱立置于各自相应的方形舱上;中立柱位于等边三角形的形心处,并配套有一个圆形舱,中立柱立置于该圆形舱上;每个方形舱与圆形舱之间分别采用变截面矩形浮筒连接;中立柱的顶部与风机的塔筒连接处设置有过渡平台,过渡平台与变截面矩形浮筒之间采用斜撑传递风机整机弯矩载荷,斜撑与变截面矩形浮筒之间设置有连接桥。本实用新型为大兆瓦风电机组(7MW以上)提供安全可靠、成本可控的海上支撑结构,保证大兆瓦风电机组稳定安全可靠运行。



1. 一种四立柱带压载半潜式漂浮风机基础,其特征在于:包括有四根立柱,其中三根为边立柱,余下一根为中立柱;所述三根边立柱等距间隔排开围成一个等边三角形,且每根边立柱均配套有一个具备压载和减小垂荡幅度作用的方形舱,三根边立柱立置于各自相应的方形舱上;所述中立柱位于上述等边三角形的形心处,并配套有一个具备压载和减小垂荡幅度作用的圆形舱,所述中立柱立置于该圆形舱上;每个方形舱与圆形舱之间分别采用变截面矩形浮筒连接,起压载和力的传递作用;所述中立柱的顶部与风机的塔筒连接处设置有过渡平台,所述过渡平台与变截面矩形浮筒之间采用斜撑传递风机整机弯矩载荷,且所述斜撑与变截面矩形浮筒之间设置有连接桥,实现斜撑与变截面矩形浮筒之间力的传递,使风机整机传递过来的不均衡载荷得到有效耗散。

2. 根据权利要求1所述的一种四立柱带压载半潜式漂浮风机基础,其特征在于:所述方形舱的底部采用弧形垂荡板,以进一步最大限度地减小漂浮风机基础的整体垂荡运动。

3. 根据权利要求2所述的一种四立柱带压载半潜式漂浮风机基础,其特征在于:所述弧形垂荡板上安装有锚链。

4. 根据权利要求1所述的一种四立柱带压载半潜式漂浮风机基础,其特征在于:每根边立柱的顶部与过渡平台之间设置有人行栈桥。

一种四立柱带压载半潜式漂浮风机基础

技术领域

[0001] 本实用新型涉及海上风电基础的技术领域,尤其是指一种四立柱带压载半潜式漂浮风机基础。

背景技术

[0002] 我国海上风电开发正从样机试验、小批量走向大规模应用阶段,目前固定式海上风电场开发正如火如荼进行中,成为海上风电建设的主战场。从发展的角度出发,50m水深以上漂浮式海上风电场开发,又将成为未来海上风电中的“风口”。

[0003] 随着水深的增加,固定式海上风电机组基础成本直线上升,建造难度加大,施工安装成本增加显著。由于风机安装精度及恶劣的海洋环境条件要求,目前大部分海上风电机组安装采用分体式吊装方式,海上自升式风电安装船作为重要装备,其安装水深一般限制在40m水深以内。所以海上风电在向深海发展过程中,必然会选择漂浮式风机基础作为风电机组的支撑结构。

[0004] 漂浮式风机有以下优势:1、适用于水深较大海域,风能资源巨大;2、容纳更大单机容量的风力发电机组;3、依靠系泊系统实现定位,对环境适应性更强;4、浮式基础便于拖航,可重复利用部署;5、建造安装成本较固定式风机低很多,可整体安装、整体拖航,不用打桩施工。

[0005] 目前国内漂浮式风机基础设计处于研究阶段,无样机;

[0006] 国外已建成漂浮式项目如下:

[0007] 2009:Hywind Demonstrator (挪威)

[0008] 世界上首个全尺寸漂浮式风机样机于2009年安装在挪威海岸,基础结构为挪威国家石油的Hywind单柱式浮体,搭载一台西门子2.3MW风机。服役位置为挪威沿岸10km的挪威北海,水深200m,2009年9月开始运行。自运行以来已经累计发电37.6Gwh,整体表现非常好。服役期间经受住了44m/s风速和19m最大波高的考验,证明了Hywind的可靠性。

[0009] 2011:WindFloat-Phase 1 (葡萄牙)

[0010] Principle Power公司的WindFloat是世界第二个全尺寸漂浮式风机样机,于2011年安装在距葡萄牙海岸5km的区域,2016年7月退役。该项目基础结构为WindFloat半潜式平台,搭载一台2MW Vestas V80风机。Principle Power公司计划2018年起在欧洲和美国开展商业试运营项目,包括葡萄牙的25MW项目和俄勒冈的30MW项目,为2020年投入全面商业运用铺路。

[0011] 2013-2015:福岛先锋项目-Phase 1 and Phase 2 (日本)

[0012] 自2011年福岛核泄漏事故后,日本政府启动了福岛先锋项目,旨在建立世界上最大的浮式风电场。第一阶段项目由一座紧凑型半潜式平台搭载2MW下风向风机、世界首个改进型单柱式浮式升压站和海底电缆组成,并在2013年完成。

[0013] 第二阶段项目为一座V型半潜式平台搭载7MW三菱重工风机于2015年完成,一座改进型单柱式平台搭载5MW日立风机于2016年完成。日本政府计划在2020年东京奥运会时将

风电场扩大至100MW,并规划了1GW的长远目标。

[0014] Hywind采用的漂浮式基础概念为SPAR,漂浮结构是一个约为117m长的细长钢管,一端是底座,另一端为风机法兰。用压载水舱填满的钢管被运送至安装地点并立于海面,浮体的整个结构与海底通过三点缆索系锚相连。Windfloat项目漂浮式基础为半潜式概念,主体由三个浮筒组成,风机立于其中一个浮筒上,动态压载水可以自动抵消风倾力矩,底部通过四根悬链线系固在水深超过50m的海底。

[0015] Hywind漂浮式风机基础为了保证基础六自由度响应满足风机机组设计要求,设计吃水较深,达到100m以上,无法应用于50m到100m以内的海域风资源开发;且安装运输需要水平运输至风机机位点,并在机位点进行压载舱压载使风机立于海面,而后安装风机机组,安装过程相对复杂成本高。WindFloat项目采用了与本技术方案相同的半潜漂浮式风机基础,主体由三个相距35m的浮筒组成,风机安装在其中一个浮筒上,压载水自动调整以抵御风倾力矩,定位系统采用系泊定位,该半潜式浮动风机安装在其中一个浮筒上,作用在基础上的重力载荷不对称,需要调整三个浮筒中的压载以抵消这部分载荷,而且实际风机运行过程中,风向会发生变化,整个风机受到的风倾力矩方向会发生改变,需要动态调整压载水的数量和分布,由于风向变化的短暂性,压载水调整的时间要求短,实际难度较大,易产生不均匀载荷,降低基础结构的疲劳性能。

实用新型内容

[0016] 本实用新型的目的在于克服现有技术的不足,提出了一种结构可靠、运动性能优异、固有周期可行、载荷分布均衡的四立柱带压载半潜式漂浮风机基础,为大兆瓦风电机组(7MW以上)提供安全可靠、成本可控的海上支撑结构,保证大兆瓦风电机组稳定安全可靠运行,适用于抗台风深海海域。

[0017] 为实现上述目的,本实用新型所提供的技术方案为:一种四立柱带压载半潜式漂浮风机基础,包括有四根立柱,其中三根为边立柱,余下一根为中立柱;所述三根边立柱等距间隔排开围成一个等边三角形,且每根边立柱均配套有一个具备压载和减小垂荡幅度作用的方形舱,三根边立柱立置于各自相应的方形舱上;所述中立柱位于上述等边三角形的形心处,并配套有一个具备压载和减小垂荡幅度作用的圆形舱,所述中立柱立置于该圆形舱上;每个方形舱与圆形舱之间分别采用变截面矩形浮筒连接,起压载和力的传递作用;所述中立柱的顶部与风机的塔筒连接处设置有过渡平台,所述过渡平台与变截面矩形浮筒之间采用斜撑传递风机整机弯矩载荷,且所述斜撑与变截面矩形浮筒之间设置有连接桥,实现斜撑与变截面矩形浮筒之间力的传递,使风机整机传递过来的不平衡载荷得到有效耗散。

[0018] 所述方形舱的底部采用弧形垂荡板,以进一步最大限度地减小漂浮风机基础的整体垂荡运动。

[0019] 所述弧形垂荡板上安装有锚链。

[0020] 每根边立柱的顶部与过渡平台之间设置有人行栈桥。

[0021] 本实用新型与现有技术相比,具有如下优点与有益效果:

[0022] 1、本方案漂浮风机基础采用半潜型式,相对SPAR型式,减少一半以上吃水,通过海域环境条件调整结构尺寸,能适用于更广的海域,40m以上海域都能采用此基础结构型式。

[0023] 2、本方案采用四立柱结构,边立柱成三角形,中立柱起风机支撑和力的传递,整体结构稳定,受载分布均衡。

[0024] 3、本方案四立柱采用圆形结构,受波浪载荷的阻力系数相对于同等面积的其他结构型式小,故受波浪载荷相对较小。

[0025] 4、本方案在四立柱下方增加了方形舱、圆形舱,方形舱和圆形舱之间又增加了变截面矩形浮筒,作为漂浮式风机基础的压载舱,压载容积大,且在漂浮式风机基础底部,能大幅度降低了整个结构的重心高度,在不改变浮心高度情况下,提高了基础稳性,初稳性高可达10m以上。

[0026] 5、本方案边立柱中心距达65m,漂浮风机基础整体转动惯量较大,使得整体抗倾覆性能较好,横摇和纵摇性能优越。

[0027] 6、本方案中方形舱和圆形舱,除了作为压载舱外,兼起增加垂荡阻尼的作用,减小基础垂荡幅值,同时方形舱底部增加了弧形垂荡板,垂荡板的尺寸可根据漂浮风机基础运动性能垂荡幅值进行调整,使结构的垂荡幅值达到最优。

[0028] 7、本方案漂浮风机基础与海床之间采用锚链进行系泊,通过基础与锚链的耦合分析,可最终确定锚链的布置方式和数量,使漂浮风机基础具有优越的横荡、纵荡、首摇性能,并且避开风机一阶转频和波浪频率。

[0029] 8、本方案漂浮风机基础结构为全钢结构,结构之间采用焊接固定,避免了不同结构之间连接问题,只需通过保证焊接质量,漂浮风机基础的结构强度和疲劳通过有限元仿真就能保证后续运行中的结构可靠性。

[0030] 9、本方案漂浮风机基础在船坞内建造,建造完成后吊装安装风电机组,通过调整压载减小基础吃水,能满足采用拖轮进行整体浮拖安装要求,无需目前海上风机安装所需的大型吊装船舶,节约了施工建造成本。

附图说明

[0031] 图1为本实用新型安装上风机后的结构示意图。

具体实施方式

[0032] 下面结合具体实施例对本实用新型作进一步说明。

[0033] 参见图1所示,本实施例所提供的四立柱带压载半潜式漂浮风机基础,包括有中立柱1、边立柱2、斜撑3、方形舱4、圆形舱5、变截面矩形浮筒6、连接桥7、弧形垂荡板8、过渡平台9、人行栈桥10和锚链11;所述边立柱2有三根位于边长为65m的等边三角形角点处,直径约8m;所述中立柱1位于等边三角形的形心处,直径约10m;每个边立柱2立置于一个边长约15m方形舱4上,具备压载和减小垂荡幅度的作用;中立柱1立置于一个直径约14m的圆形舱5上,具备压载和减小垂荡幅度的作用;所述方形舱4的底部采用弧形垂荡板8,以进一步最大限度地减小漂浮风机基础的整体垂荡运动,同时所述弧形垂荡板8上安装有锚链11,锚链11的作用是使漂浮式风机固定于某一海域,不产生较大的横荡、纵荡和首摇运动,具体的布置方式,可通过锚链11与漂浮风机基础的耦合水动力分析确定;三个方形舱4与圆形舱5之间分别采用两个变截面矩形浮筒6连接,起压载和力的传递作用;所述中立柱1的顶部与风机的塔筒12连接处设置有过渡平台9,所述过渡平台9与变截面矩形浮筒6之间采用斜撑3传递

风机整机弯矩等风载荷,同时所述斜撑3与变截面矩形浮筒6之间设置有连接桥7,实现斜撑3与变截面矩形浮筒6之间力的传递,使风机整机传递过来的不平衡载荷得到有效耗散;所述过渡平台9与边立柱2的顶部之间设置有人行栈桥10。

[0034] 在采用以上方案后,中立柱1和边立柱2可提供整机浮力,结构吃水可控制在20m左右,三个边立柱2之间的距离达65m以上,有效的增加了基础的转动惯量,使横摇和纵摇幅值控制在漂浮风机整机运行的安全范围内。过渡平台9、斜撑3提供了风机塔架底部合弯矩的传递路径,最后通过连接桥7和变截面矩形浮筒6使整个结构耗散风机传递过来的不平衡载荷。方形舱4和圆形舱5以及变截面矩形浮筒6,作为压载舱提供漂浮风机的整体压载,使漂浮风机整体重心降低,GM值增加,调高整体稳性,在极限外部环境下,不产生倾覆,保证机组安全性。方形舱4、圆形舱5及变截面矩形浮筒6除提供压载作用外,还增加了垂荡运动阻尼,使垂荡运动幅值控制在一定范围内。弧形垂荡板8可以极大的增加漂浮式基础粘性水动力阻尼,其结构尺寸可通过CFD仿真计算,得到可靠的阻尼系数,最终使垂荡运动满足机组安全性要求。

[0035] 以上所述之实施例子只为本实用新型之较佳实施例,并非以此限制本实用新型的实施范围,故凡依本实用新型之形状、原理所作的变化,均应涵盖在本实用新型的保护范围内。

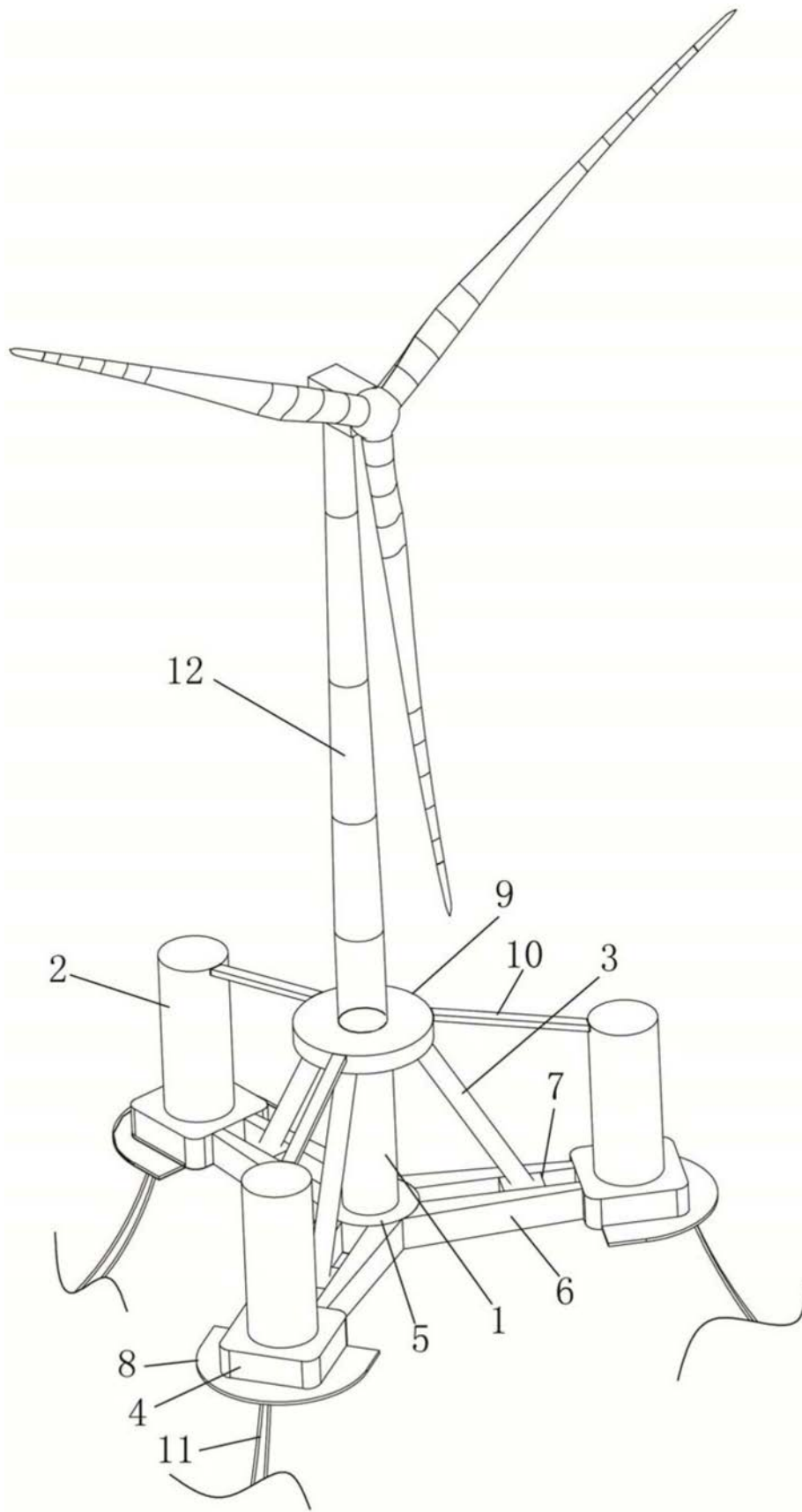


图1