



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 216034989 U

(45) 授权公告日 2022. 03. 15

(21) 申请号 202122346705.7

B63B 21/29 (2006.01)

(22) 申请日 2021.09.27

B63B 39/10 (2006.01)

(73) 专利权人 长江勘测规划设计研究有限责任公司

地址 430010 湖北省武汉市解放大道1863号

(72) 发明人 刘海波 刘玉亮 喻飞 张涛
张顺 苏毅 刘爽 段斐 胡超
付文军

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 陈家安

(51) Int.Cl.

B63B 35/44 (2006.01)

B63B 3/14 (2006.01)

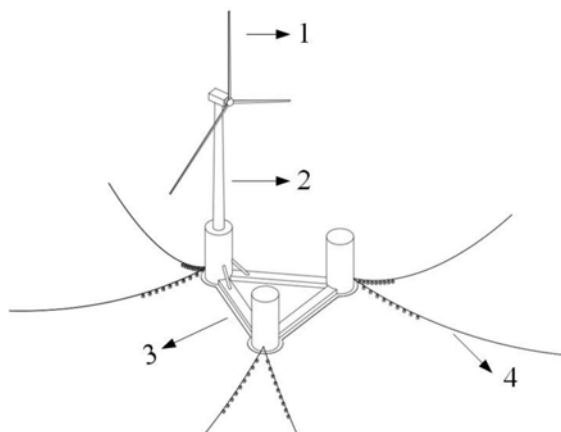
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统,涉及海上风力发电技术领域。它包括风力机、塔筒、半潜式基础和系泊系统,半潜式基础包括主立柱、第一侧立柱和第二侧立柱,主立柱、第一侧立柱和第二侧立柱之间通过箱型梁连接;系泊系统包括系泊缆和与系泊缆连接的悬挂重块。本实用新型减少了斜撑和上部甲板,简化焊接了加工过程,仅采用三个箱型梁连接立柱,材料使用量降低,节约成本;箱型梁组成三角形形状,结构稳定,能有效避免水平方向波浪力导致的弯矩。



1. 一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统,其特征在於:包括风力机(1)、塔筒(2)、半潜式基础(3)和系泊系统(4),所述半潜式基础(3)包括主立柱(31)、第一侧立柱(321)和第二侧立柱(322),所述主立柱(31)、第一侧立柱(321)和第二侧立柱(322)之间通过箱型梁(33)连接,并形成等边三角形结构;

所述塔筒(2)与主立柱(31)上端连接,所述风力机(1)与塔筒(2)上端连接;

所述主立柱(31)、第一侧立柱(321)和第二侧立柱(322)底部均与系泊系统(4)连接;

所述系泊系统(4)包括系泊缆(41)和与系泊缆(41)连接的悬挂重块(42),所述系泊缆(41)一端与主立柱(31)、第一侧立柱(321)和第二侧立柱(322)底部连接,另一端通过锚固定在海底。

2. 根据权利要求1所述的一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统,其特征在於:所述主立柱(31)、第一侧立柱(321)和第二侧立柱(322)内部均有多个水密舱室。

3. 根据权利要求2所述的一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统,其特征在於:所述主立柱(31)和箱型梁(33)之间有斜撑(34);所述主立柱(31)、第一侧立柱(321)和第二侧立柱(322)底部有垂荡板(35)。

4. 根据权利要求3所述的一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统,其特征在於:所述箱型梁(33)的截面形状为矩形。

5. 根据权利要求4所述的一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统,其特征在於:与所述主立柱(31)、第一侧立柱(321)和第二侧立柱(322)连接的系泊缆(41)相互之间对称设置。

6. 根据权利要求4所述的一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统,其特征在於:所述主立柱(31)、第一侧立柱(321)和第二侧立柱(322)连接两根系泊缆(41)。

一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及海上风力发电技术领域,更具体地说它是一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统。

背景技术

[0002] 风能作为一种清洁能源,其分布广泛,储量巨大,随着风力发展产业的发展,人们逐渐将风力发电的目光投向了海洋;一般认为,在水深小于50m的海域,采用固定式基础的海上风机具有良好经济性,但是在超过50m水深的海域,固定式基础的技术要求和成本都会增高,在该水深的条件下,采用漂浮式风机具有较好的发展前景。

[0003] 国外已有多种漂浮式风机基础已经应用到了商业开发阶段,其中Hywind风机采用的浮式基础为单柱体形式Spar,Windfloat风机采用的浮式基础为三立柱半潜式基础并采用主动压载系统;我国大陆架延伸较长,坡度较小,近海区域水深较浅,Spar形式的浮式风机难以采用,远海区域对电力输送,风力机运维和托运都具有很大的挑战;半潜式漂浮基础水线面面积大,吃水浅,在我国近海应用的前景较大;Windfloat风机的半潜式基础采用了大量的管状斜撑,用于连接三个立柱,这对基础的焊接建造的要求较高,同时,大量使用管节点结构容易造成管节点处的应力集中,从而导致结构的疲劳断裂。

[0004] 与我国大陆架形式不同,国外在离海岸较近的海域就有较大的水深,有利于系泊系统的设计和布置;然而对于水深在40-60m的浅水环境,传统的悬链线布置方式较难达到设计要求,同时,需要采用较长的系泊缆加强对漂浮式风机的位移约束,增加材料成本。

[0005] 因此,研发一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统很有必要。

实用新型内容

[0006] 本实用新型的目的是为了克服上述背景技术的不足之处,而提供一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统。

[0007] 一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统,其特征在于:包括风力机、塔筒、半潜式基础和系泊系统,所述半潜式基础包括主立柱、第一侧立柱和第二侧立柱,所述主立柱、第一侧立柱和第二侧立柱之间通过箱型梁连接,并形成等边三角形结构;

[0008] 所述塔筒与主立柱上端连接,所述风力机与塔筒上端连接;

[0009] 所述主立柱、第一侧立柱和第二侧立柱底部均与系泊系统连接;

[0010] 所述系泊系统包括系泊缆和与系泊缆连接的悬挂重块,所述系泊缆一端与主立柱、第一侧立柱和第二侧立柱底部连接,另一端通过锚固定在海底。

[0011] 在上述技术方案中,所述主立柱、第一侧立柱和第二侧立柱内部均有多个水密舱室。

[0012] 在上述技术方案中,所述主立柱和箱型梁之间有斜撑;所述主立柱、第一侧立柱和第二侧立柱底部有垂荡板。

[0013] 在上述技术方案中,所述箱型梁的截面形状为矩形。

[0014] 在上述技术方案中,与所述主立柱、第一侧立柱和第二侧立柱连接的系泊缆相互之间对称设置。

[0015] 在上述技术方案中,所述主立柱、第一侧立柱和第二侧立柱连接两根系泊缆。

[0016] 本实用新型与现有技术相比,具有以下优点:

[0017] 1) 本实用新型减少了斜撑和上部甲板,简化焊接了加工过程,仅采用三个箱型梁连接立柱,材料使用量降低,节约成本;箱型梁组成三角形形状,结构稳定,能有效避免水平方向波浪力导致的弯矩。

[0018] 2) 本实用新型系泊系统的悬挂重块增加了系泊缆的回复力,减少系泊直径,保证漂浮式风机在浅水环境中的正常运转。

[0019] 3) 本实用新型在半潜式基础底部布置垂荡板能有效增加附加质量和黏性阻尼,减小共振周期时漂浮式风机的运动响应,改变半潜式基础的固有周期,避免固有周期出现在常出现的波浪周期范围内,防止共振产生过大位移。

附图说明

[0020] 图1为本实用新型的结构示意图。

[0021] 图2为本实用新型半潜式基础的结构示意图。

[0022] 图3为本实用新型系泊系统的结构示意图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图详细说明本实用新型的实施情况,但它们并不构成对本实用新型的限定,仅作举例而已。同时通过说明使本实用新型的优点将变得更加清楚和容易理解。

[0024] 参阅附图可知:一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统,其特征在于:包括风力机1、塔筒2、半潜式基础3和系泊系统4,所述半潜式基础3包括主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322,所述主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322之间通过箱型梁33连接,并形成等边三角形结构;

[0025] 所述塔筒2与主立柱31上端连接,所述风力机1与塔筒2上端连接;

[0026] 所述主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322底部均与系泊系统4连接;

[0027] 所述系泊系统4包括系泊缆41和与系泊缆41连接的悬挂重块42,所述系泊缆41与一端主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322底部连接,另一端通过锚固定在海底。

[0028] 所述主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322内部均有多个水密舱室。

[0029] 所述主立柱31和箱型梁33之间有斜撑34;所述主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322底部有垂荡板35,所述垂荡板35为薄板状。

[0030] 所述箱型梁33的截面形状为矩形。

[0031] 与所述主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322连接的系泊缆41相互之间对称设置。

[0032] 所述主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322连接两根系泊缆41。

[0033] 实际使用中,所述风力机1在风的作用下旋转并带动风力机内部的发电机进行发电,产生电能。

[0034] 所述塔筒2连接风力机1和半潜式基础3,将风力机1所承受的风载荷传递给半潜式

基础3和系泊系统4。

[0035] 所述主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322为整个风力机1提供大部分的浮力和稳定性；主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322的截面形状不随高度变化，布置在等边三角形的三个顶点；所述主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322垂直海平面安装，其中主立柱31顶端安装塔筒2，主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322内部建有多个水密舱室，保证半潜式基础3在外壳受损时，仅相关舱室入水，其他舱室仍具有浮力；主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322底部放有压载物，用于调节漂浮式风机整体重心和吃水；在水面静止且无环境载荷的时候，风力机1的重心与半潜式基础3入水部分的浮心处于同一竖直线上，此时半潜式基础3不产生偏转；主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322截面是圆形或者矩形，主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322是钢结构或者钢筋混凝土结构。

[0036] 所述悬挂重块42采用钢丝绳或缆绳与系泊缆41柔性连接，悬挂重块42一部分连接悬于水中的系泊缆41，另一部分连接躺平在海底的系泊缆41。

[0037] 所述箱型梁33为布置为等边三角形，用于连接主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322，并传递相互之间的受力；箱型梁33全部浸入水下，且横截面为矩形，有利于加工；箱型梁33两端截面选取较大的矩形，用于增强箱型梁33与主立柱31、第一侧立柱321和第二侧立柱322的连接部位，降低该连接部位的结构应力；箱型梁33是钢结构或者钢筋混凝土结构。

[0038] 斜撑34连接在主立柱31和箱型梁33上，加强连接部位的结构，防止由于风载荷造成主立柱底部弯矩过大，破坏结构。

[0039] 所述垂荡板35为薄板状，安装在主立柱31、第一侧立柱321、第二侧立柱322和箱型梁33底部一周，用于增加半潜式基础3的附加质量和黏性阻尼。

[0040] 所述系泊缆41为对称设计，每个主立柱31、第一侧立柱321、第二侧立柱322连接一根或多根系泊缆41，系泊缆41通过锚固定在海底；系泊缆可以是锚链，聚酯材料和尼龙材料。

[0041] 所述悬挂重块42通过缆绳系在系泊缆41上，悬挂重块42的重量和分布根据系泊缆41形状和张力的确定。悬挂重块42的安装能有效增加系泊缆41等效的单位长度密度，提高系泊缆41恢复力，避免浅水情况下系泊缆41被突然拉紧造成过大的冲击载荷。

[0042] 风力机1通过内部的齿轮箱和发电机将风能转化为电能；塔筒2支撑风力机1，使得风力机1处于合理的高度，不与半潜式基础3产生碰撞且方便运维人员施工。半潜式基础3为整个漂浮式风力机1提供浮力，保证其在水中的稳定性。系泊系统4主要约束漂浮式风力机1受风、浪、流作用时仅在一定范围内进行运动，不产生超过设计要求的移动。

[0043] 如图2所示，主立柱31、第一侧立柱321、第二侧立柱322垂直海平面布置，截面不随吃水变化，主立柱31、第一侧立柱321、第二侧立柱322之间的距离影响半潜式基础3静水回复力矩。箱型梁33长度越长，横摇和纵摇的静水回复力矩越大。

[0044] 箱型梁内部建有多个水密舱室，在半潜式基础3遭受碰撞开裂或者疲劳失效时，仅相关舱室进水，其他舱室仍能提供保证漂浮式风力机1在海洋环境中不沉没的浮力，为维修损伤部位争取时间；主立柱31、第一侧立柱321、第二侧立柱322底部防止压载物，调节漂浮式风力机1的重心位置和漂浮姿态。在静水无环境载荷时，漂浮式风力机1通过调整压载物

的重量和位置,使得重心和浮心处于同一竖直线上。且半潜式基础3上部高于水面,下部低于水面,保证一定的干舷高度。

[0045] 箱型梁33截面形状为矩形,全部沉入水中。因为波浪的主要能量集中在靠近水面的一定水深内,箱型梁33远离水面有利于减小半潜式基础3所承受的波浪载荷。三根箱型梁33呈三角形布置,结构稳定,可抵抗由施加在主立柱31、第一侧立柱321、第二侧立柱322上的外载荷引起的弯矩。两根斜撑34与主立柱31底部相连,增强连接部位结构强度,避免主立柱31的底部在承受较大的风倾力矩时发生结构破坏。

[0046] 垂荡板35安装在半潜式基础3的底部,围绕主立柱31、第一侧立柱321、第二侧立柱322和箱型梁33进行布置,为整个漂浮式风力机1提供额外的附加质量和黏性阻尼,避免漂浮式风力机1在主要波浪周期范围内产生共振以及共振产生时降低漂浮式风机的运动幅值,保证整个系统安全运转。

[0047] 如图3所示,系泊系统4包括系泊缆41和悬挂重块42。传统悬链线布锚在浅水环境中由于锚链在水中的悬挂部分较短,在半潜式基础3离开平衡位置的时候,锚链不能提供有效的回复力让半潜式基础3回到平衡位置。为解决该问题,在系泊缆41上安装悬挂重块42,提高系泊系统4的回复力。系泊缆41为对称布置,主立柱31、第一侧立柱321、第二侧立柱322上分别连接两根,为提高漂浮式风力机1在海上运行安全性,可增加系泊缆41数量。系泊缆41可单独或者混合采用锚链,尼龙,聚乙烯等材料。悬挂重块42可采用混凝土块或者铁矿石,其重量和布置位置根据实际海洋环境统计数据 and 漂浮式风机的设计要求确定。悬挂重块42通过缆绳与系泊缆41连接,允许其在环境载荷作用下,在一定范围内晃动。

[0048] 在漂浮式风力机1正常运转时,风力机1在风载荷的作用下旋转,通过齿轮箱带动发电机运转。塔筒2将风力机1承受的风载荷传递到漂浮式基础3和系泊系统4,随着漂浮式基础3在风载荷作用下逐渐偏离初始平衡位置,部分系泊缆41逐渐拉紧,抵抗由于风载荷产生的偏移。海流载荷施加在水下结构上,对半潜式基础3产生持续的低频作用力,与风载荷类似,海流载荷主要靠系泊系统4抵抗。波浪作用在半潜式基础3上,导致其产生六自由度的运动,其中横荡,纵荡和艏摇方向的运动受波浪幅值,周期以及系泊系统4的布置影响,另外三个方向的运动,包括垂荡,横摇和纵摇受波浪幅值,周期以及半潜式基础3形状和重量布置影响。漂浮式风力机1在受波浪偏离平衡位置时,系泊系统4和半潜式基础3会产生回复力,帮助漂浮式风机重新回到平衡位置。增加悬挂重物42可帮助增加系泊系统4的回复力。

[0049] 本实用新型提供了一种半潜式漂浮风机基础和浅水系泊系统,相比传统漂浮式风机半潜基础减少了斜撑和上部甲板,使用更加简单的结构形式,方便基础加工,同时保持漂浮式风机良好的稳定性和结构强度。对浅水系泊系统进行优化,提升其回复力,避免漂浮式风机的过大偏移。

[0050] 其它未说明的部分均属于现有技术。

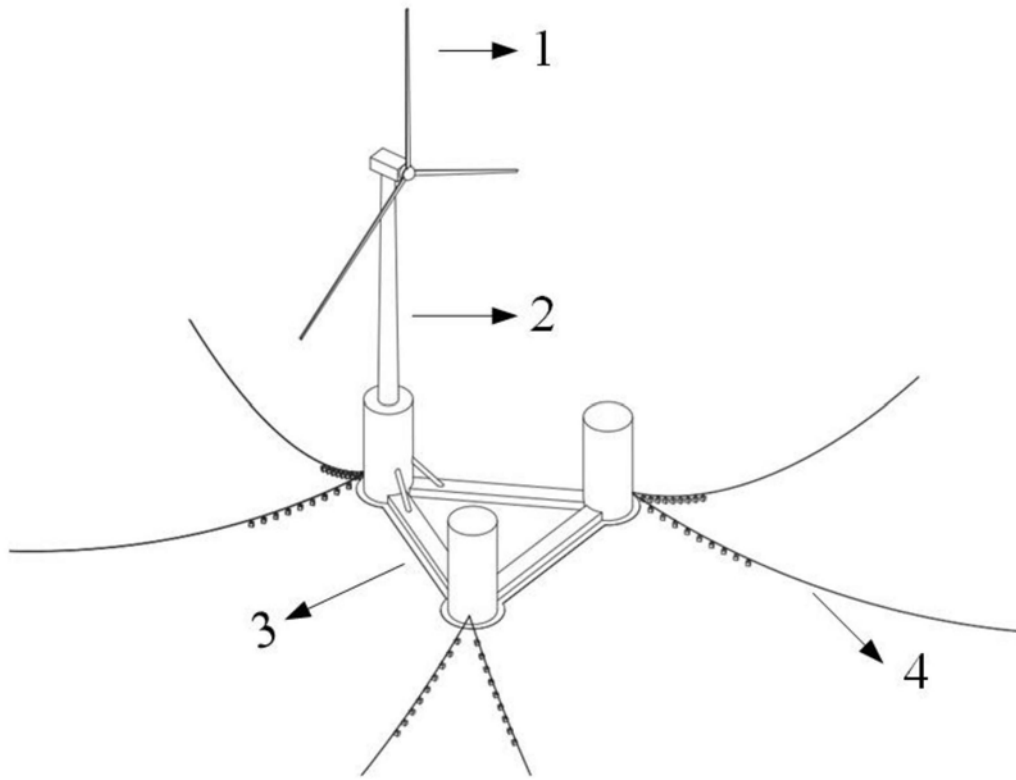


图1

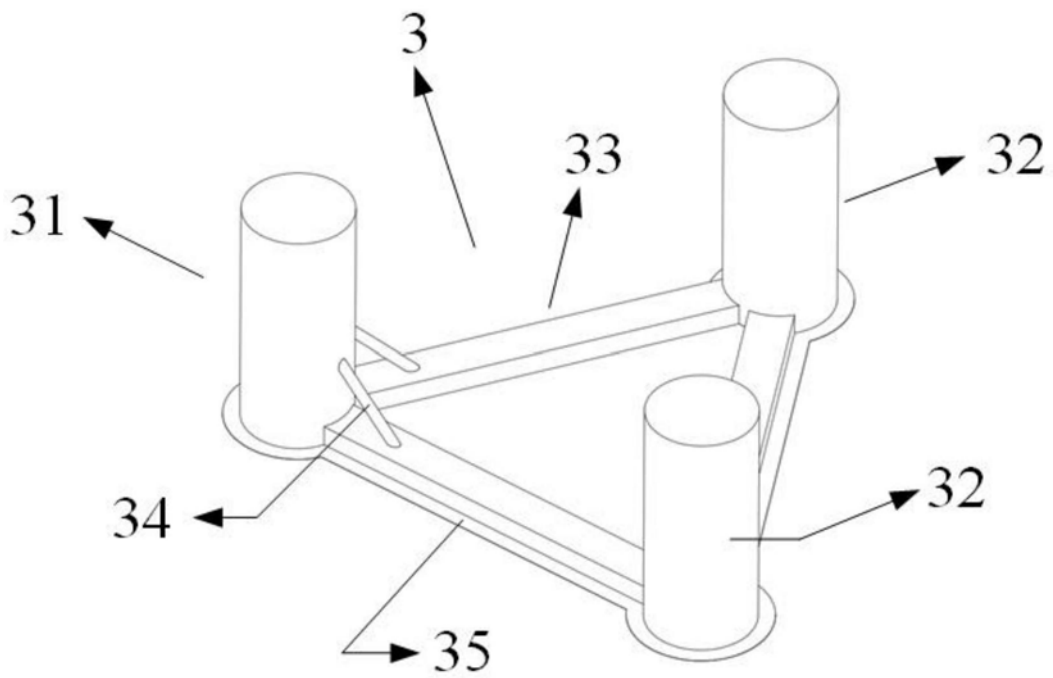


图2

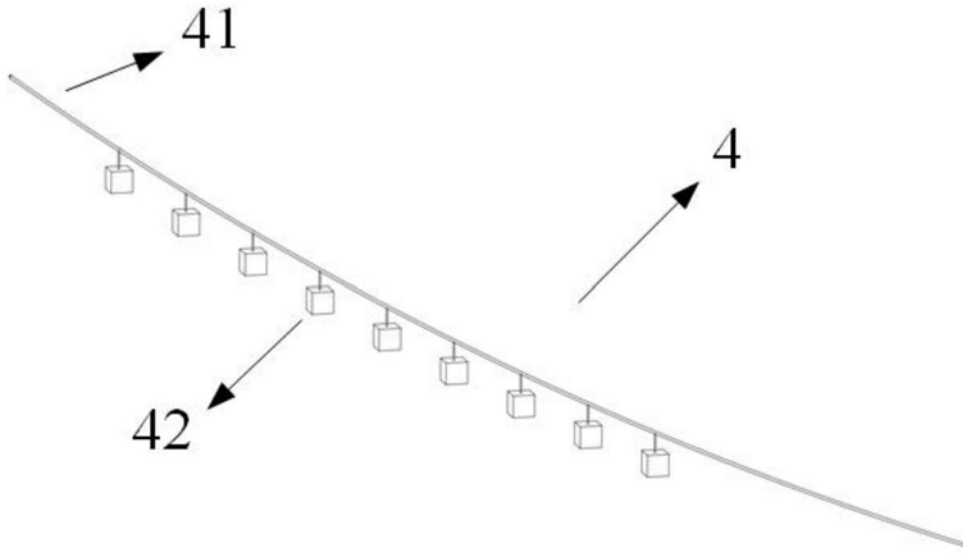


图3