



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112943540 A

(43) 申请公布日 2021.06.11

(21) 申请号 202110186285.2

(22) 申请日 2021.02.17

(71) 申请人 中国海洋大学

地址 266100 山东省青岛市崂山区松岭路
238号

(72) 发明人 史宏达 高人杰 曹飞飞 李妍妮
魏志文 李月萌 陈震 杨金培

(74) 专利代理机构 青岛博雅知识产权代理事务
所(普通合伙) 37317

代理人 封代臣

(51) Int. Cl.

F03D 9/25 (2016.01)

F03D 13/25 (2016.01)

F03B 13/14 (2006.01)

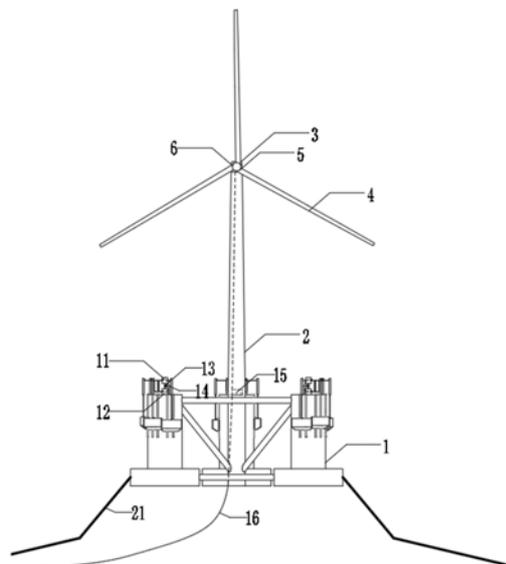
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置及其发电方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置及其发电方法,该装置包括三个以上的漂浮式平台,各漂浮式平台之间通过连杆固定连接,在各漂浮式平台所围成区域内设置底座,该底座与各漂浮式平台之间通过连杆固定连接,在底座的顶部安装风力发电机,在各漂浮式平台的浮筒筒身上远离底座的一侧均并排设置两条以上的竖向导轨,在导轨上安装可沿导轨滑动的滑块,在滑块上固定安装振荡浮子,振荡浮子通过能量转换系统与发电机传动连接,风力发电机和各漂浮式平台上发电机发出的电均汇入控制中心后通过海底电缆输出。本发明所公开的发电方法,与本发明的发电装置相配合,发电效率高,运行稳定。



1. 一种基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置,包括三个以上的漂浮式平台,各漂浮式平台之间通过连杆固定连接,在各漂浮式平台所围成区域内设置底座,该底座与各漂浮式平台之间通过连杆固定连接,在底座的顶部安装风力发电机,其特征在于:在各漂浮式平台的浮筒筒身上远离底座的一侧均并排设置两条以上的竖向导轨,在导轨上安装可沿导轨滑动的滑块,在滑块上固定安装振荡浮子,振荡浮子通过能量转换系统与发电机传动连接,风力发电机和各漂浮式平台上发电机发出的电均汇入控制中心后通过海底电缆输出。

2. 根据权利要求1所述基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置,其特征为:漂浮式平台为单柱式平台、半潜式平台或张力腿式平台。

3. 根据权利要求1所述基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置,其特征为:在各漂浮式平台上均设置锚链。

4. 根据权利要求1所述基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置,其特征为:底座设置在各漂浮式平台所围成区域的中心。

5. 根据权利要求4所述基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置,其特征为:振荡浮子的立面采用锥形底,断面为弧形;同一漂浮式平台浮筒筒身上的振荡浮子组合成环形分段振荡浮子;各环形分段振荡浮子相对底座呈中心对称分布。

6. 根据权利要求1所述基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置,其特征为:风力发电机包括塔筒,在塔筒的顶部安装机舱,在机舱的前端安装轮毂,在轮毂上安装风机叶片。

7. 根据权利要求1所述基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置,其特征为:能量转换系统为液压传动系统,各振荡浮子的顶部分别与一个液压缸的活塞杆固定连接,同一漂浮式平台浮筒筒身上的振荡浮子共用一套油箱、蓄能器、液压马达和发电机,同一漂浮式平台浮筒筒身上的各液压缸的进油口分别通过管道与油箱相连接,出油口分别通过管道与蓄能器的进油口相连接,蓄能器的出油口通过管道与液压马达的进油口相连接,液压马达的出油口通过管道与油箱相连接,液压马达的动力输出端与发电机的动力输入端传动连接。

8. 根据权利要求1所述基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置,其特征为:能量转换系统为机械传动系统,各振荡浮子内均嵌入一个螺母并插入一个滚珠丝杠,螺母可沿滚珠丝杠上下滑动,滚珠丝杠通过螺母座和长套筒与振荡浮子固接,滚珠丝杠的顶部与齿轮箱传动连接,齿轮箱内有两个单向离合器,将滚珠丝杠的双向旋转转化为齿轮箱输出轴的单向旋转,齿轮组将同一漂浮式平台浮筒筒身上的各齿轮箱输出轴的旋转转化为中央齿轮的旋转,中央齿轮与发电机的动力输入端传动连接。

9. 一种发电方法,使用权利要求1所述发电装置,发电装置安装就位并启用后,风力发电机在海风的驱动下旋转发电,其特征为:将各振荡浮子释放至海面上使其随着波浪沿浮筒筒身上下滑动,通过能量转换系统驱动发电机发电,风力发电机和各漂浮式平台上发电机发出的电均汇入控制中心后通过海底电缆输出。

10. 根据权利要求9所述的发电方法,其特征为:能量转换系统为液压传动系统时,随着振荡浮子的运动,固定在振荡浮子上的液压缸往复做功将液压油压入蓄能器,将振荡浮子运动的机械能转换为液压能,高压油储存在蓄能器中,当蓄能器中的压力达到设定目标

压力时,蓄能器放油释放压力,液压油带动液压马达转动从而带动发电机发电;能量转换系统为机械传动系统时,随着振荡浮子的运动,其内嵌的螺母可沿滚珠丝杠上下滑动从而使滚珠丝杠双向旋转,通过齿轮箱将滚珠丝杠的双向旋转转化为齿轮箱输出轴的单向旋转,通过齿轮组将同一漂浮式平台浮筒筒身上的各齿轮箱输出轴的旋转转化为中央齿轮的旋转,通过中央齿轮驱动发电机发电。

一种基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置及其发电方法

技术领域

[0001] 本发明属于波浪能发电领域,特别涉及该领域中的一种基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置及其发电方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着传统化石燃料的供需矛盾加剧和温室气体过量排放引起的全球变暖,世界各国越来越重视可再生能源的开发和利用。海洋可再生能源作为可再生和清洁能源的重要组成部分,已成为众多沿海国家能源战略的重要内容。而在海洋可再生能源中,海上风能和波浪能分别是最有发展前景和最有潜力的能种。

[0003] 由于没有障碍物的影响,海上风资源比陆上风资源更优质,发电效率也相应提高。随着近海资源的开发逐步深入,海上风能和波浪能都有向深远海区域发展的趋势。其中,海上风能利用装置随着水深和风机发电功率的不断增大,投资建设成本也在不断加大,特别是固定式基础的成本较大,因此开发适用于更深海域的漂浮式海上风电技术是未来的必然趋势。

[0004] 漂浮式基础结构机动性好、易拆卸,对地质要求不高,可满足较大水深使用要求,服役期满可进行回收利用,但漂浮式基础要面临的主要挑战是如何维持基础的稳定性,在保证安全的前提下降低成本。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题就是提供一种基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置及其发电方法。

[0006] 本发明采用如下技术方案:

一种基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置,包括三个以上的漂浮式平台,各漂浮式平台之间通过连杆固定连接,在各漂浮式平台所围成区域内设置底座,该底座与各漂浮式平台之间通过连杆固定连接,在底座的顶部安装风力发电机,其改进之处在于:在各漂浮式平台的浮筒筒身上远离底座的一侧均并排设置两条以上的竖向导轨,在导轨上安装可沿导轨滑动的滑块,在滑块上固定安装振荡浮子,振荡浮子通过能量转换系统与发电机传动连接,风力发电机和各漂浮式平台上发电机发出的电均汇入控制中心后通过海底电缆输出。

[0007] 进一步的,漂浮式平台为单柱式平台、半潜式平台或张力腿式平台。

[0008] 进一步的,在各漂浮式平台上均设置锚链。

[0009] 进一步的,底座设置在各漂浮式平台所围成区域的中心。

[0010] 进一步的,振荡浮子的立面采用锥形底,断面为弧形;同一漂浮式平台浮筒筒身上的振荡浮子组合成环形分段振荡浮子;各环形分段振荡浮子相对底座呈中心对称分布。

[0011] 进一步的,风力发电机包括塔筒,在塔筒的顶部安装机舱,在机舱的前端安装轮

毂,在轮毂上安装风机叶片。

[0012] 进一步的,能量转换系统为液压传动系统,各振荡浮子的顶部分别与一个液压缸的活塞杆固定连接,同一漂浮式平台浮筒筒身上的振荡浮子共用一套油箱、蓄能器、液压马达和发电机,同一漂浮式平台浮筒筒身上的各液压缸的进油口分别通过管道与油箱相连接,出油口分别通过管道与蓄能器的进油口相连接,蓄能器的出油口通过管道与液压马达的进油口相连接,液压马达的出油口通过管道与油箱相连接,液压马达的动力输出端与发电机的动力输入端传动连接。

[0013] 进一步的,能量转换系统为机械传动系统,各振荡浮子内均嵌入一个螺母并插入一个滚珠丝杠,螺母可沿滚珠丝杠上下滑动,滚珠丝杠通过螺母座和长套筒与振荡浮子固接,滚珠丝杠的顶部与齿轮箱传动连接,齿轮箱内有两个单向离合器,将滚珠丝杠的双向旋转转化为齿轮箱输出轴的单向旋转,齿轮组将同一漂浮式平台浮筒筒身上的各齿轮箱输出轴的旋转转化为中央齿轮的旋转,中央齿轮与发电机的动力输入端传动连接。

[0014] 一种发电方法,使用上述发电装置,发电装置安装就位并启用后,风力发电机在海风的驱动下旋转发电,其改进之处在于:将各振荡浮子释放至海面上使其随着波浪沿浮筒筒身上下滑动,通过能量转换系统驱动发电机发电,风力发电机和各漂浮式平台上发电机发出的电均汇入控制中心后通过海底电缆输出。

[0015] 进一步的,能量转换系统为液压传动系统时,随着振荡浮子的运动,固定在振荡浮子上的液压缸往复做功将液压油压入蓄能器,将振荡浮子运动的机械能转换为液压能,高压油储存在蓄能器中,当蓄能器中的压力达到设定目标压力时,蓄能器放油释放压力,液压油带动液压马达转动从而带动发电机发电;能量转换系统为机械传动系统时,随着振荡浮子的运动,其内嵌的螺母可沿滚珠丝杠上下滑动从而使滚珠丝杠双向旋转,通过齿轮箱将滚珠丝杠的双向旋转转化为齿轮箱输出轴的单向旋转,通过齿轮组将同一漂浮式平台浮筒筒身上的各齿轮箱输出轴的旋转转化为中央齿轮的旋转,通过中央齿轮驱动发电机发电。

[0016] 本发明的有益效果是:

本发明所公开的发电装置,将漂浮式风机与振荡浮子波浪能发电装置集成为一体,兼具漂浮式风机和振荡浮子波浪能发电装置的优点:

(1) 与单独的漂浮式风机相比,当波浪到达平台时,可将波浪荷载转变为能量输入,多个振荡浮子吸收波浪能,可减小波浪对平台的作用力,增加发电装置整体的稳定性,保证发电装置安全运行,还可以同时利用波浪能和风能发电,增加发电装置的能量利用率,降低发电成本;

(2) 漂浮式基础受波浪影响整体吃水始终保持小范围波动,相比于固定式基础的发电装置,振荡浮子具有自适应潮位的特征,无需人为调整,静水时的浮子可始终保持在同一位置,可去除为主动控制振荡浮子保持适应水位位置而附加的控制系统,降低发电装置复杂性,减少后期出现故障的可能性,同时降低研发、制造、安装、运维等成本;

(3) 相对于外伸摆臂加振荡浮子的结构形式,单自由度垂荡振荡浮子的活动部件、连接件少,受力简单,发电装置安全性更高;

(4) 多个振荡浮子相对浮筒呈环状布置,可适应各种来波方向,保证发电装置整体发电效率;且各浮筒上的振荡浮子相对平台呈中心对称分布,增加了发电装置整体的稳定性;当出现极端波况时,可启用应急系统,将振荡浮子升至最高处并锁死,使之脱离海水,从

而保证振荡浮子的安全性,延长使用寿命,增加经济效益;

(5)通过振荡浮子吸能可减少平台运动,并进一步减小锚链受力,增强锚固系统的安全性;可以依据具体吸能情况,选用更低强度的锚链,进一步降低制造成本;

(6)风机和波浪能发电装置拥有共同的基础结构、共用电缆和监测管理运维系统,与单纯的浮式风机相比,仅需增加波浪能发电装置的投入,可降低风能与波浪能的发电成本。而由于波浪发生的频率远高于风,波浪能发电装置的有效运行时间也将远高于风机,故可以增加能量的保证率,提高发电量;

(7)漂浮式平台相对于固定式平台结构简单、施工成本低且适用水深范围更广。

[0017] 除了兼具漂浮式风机与振荡浮子波浪能发电装置的优点之外,本发电装置的显著特点在于用多个小型环形分段振荡浮子替代传统单个较大的环形浮子,其优点有:

(1)多个小振荡浮子做垂荡运动,行程叠加,相对于单个振荡浮子可极大缩短蓄能时间;

(2)环形分段振荡浮子的体积、质量均比整体环状大振荡浮子要小,转动和摇摆幅度也更小,更易启动,有利于振荡浮子与平台连接处的结构稳定,并且制造、运输、安装成本低,当某个振荡浮子出故障时,不会对发电装置造成太大影响,后期检修更加方便,运维成本也更低;

(3)每个振荡浮子均带有一套液压传动装置,比单浮子的运动行程大;

(4)环形分段小振荡浮子的受力情况更合理,避免了尺度与半波长可比的大浮子在波浪力作用下的弯矩。

[0018] (5)振荡浮子的立面采用锥形底,相对于矩形底,更容易启动;

(6)振荡浮子的断面为近似船型的弧形,安装时可直接串联浮运至施工点,减少施工成本,到达漂浮式平台所在位置后,可直接翻转吊装,后期如需维修、更换亦可直接下放到水中,浮运至维修点即可。

[0019] 本发明所公开的发电方法,与本发明的发电装置相配合,发电效率高,运行稳定。

附图说明

[0020] 图1是本发明实施例1所公开发电装置的整体结构立面示意图;

图2是本发明实施例1所公开发电装置的整体结构俯视示意图;

图3是本发明实施例1所公开发电装置中滑块和导轨的结构示意图;

图4是本发明实施例2所公开发电装置的整体结构立面示意图;

图5是本发明实施例2所公开发电装置的整体结构俯视示意图;

图6是本发明实施例2所公开发电装置中滑块和导轨的结构示意图。

具体实施方式

[0021] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图和实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0022] 实施例1,如图1-3所示,本实施例公开了一种基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置,包括三个漂浮式平台1,各漂浮式平台之间通过连杆固定连接,

在各漂浮式平台所围成区域的中心设置底座,该底座与各漂浮式平台之间通过连杆固定连接,在底座的顶部安装风力发电机3,在各漂浮式平台的浮筒筒身上远离底座的一侧均并排设置两条以上的竖向导轨9,在导轨上安装可沿导轨滑动的滑块8,在滑块上固定安装振荡浮子7,每一个振荡浮子上有两条导轨,振荡浮子通过能量转换系统与发电机14传动连接,单个浮筒上振荡浮子的大小和个数及导轨个数可以根据所处海域入射波浪的不同而灵活变化。风力发电机和各漂浮式平台上发电机发出的电均汇入控制中心15后通过海底电缆16输出。

[0023] 在本实施例中,漂浮式平台为单柱式平台(Spar platform)、半潜式平台(Semi-submersible platform)或张力腿式平台(TLP,Tension Leg Platform)。在各漂浮式平台上均设置锚链21,限定平台在海面的水平位移。

[0024] 振荡浮子的立面采用锥形底,断面为弧形;同一漂浮式平台浮筒筒身上的振荡浮子组合成环形分段振荡浮子,在振荡浮子的运动补偿下,可以有效增加浮筒的附加质量,从而增加平台的惯性,减小风机对平台产生的不利荷载,从而提高浮式基础的稳定性;各环形分段振荡浮子相对底座呈中心对称分布。

[0025] 风力发电机包括塔筒2,在塔筒的顶部安装机舱6(内装齿轮箱和发电机),在机舱的前端安装轮毂5,在轮毂上安装风机叶片4。海风吹过叶片并在其两侧形成压差,风机叶片在风的作用下作旋转运动,带动机舱内的传动装置和增速装置,从而带动发电机14发电。将海上风能转变为机械能,再将机械能转换为电能。

[0026] 能量转换系统为液压传动系统,各振荡浮子的顶部分别与一个液压缸的活塞杆固定连接,同一漂浮式平台浮筒筒身上的振荡浮子共用一套油箱12、蓄能器11、液压马达13和发电机14,同一漂浮式平台浮筒筒身上的各液压缸的进油口分别通过管道与油箱相连接,出油口分别通过管道与蓄能器的进油口相连接,蓄能器的出油口通过管道与液压马达的进油口相连接,液压马达的出油口通过管道与油箱相连接,液压马达的动力输出端与发电机的动力输入端传动连接。

[0027] 本实施例所公开发电装置的发电方法为:发电装置安装就位并启用后,风力发电机在海风的驱动下旋转发电,将各振荡浮子释放至海面上使其随着波浪沿浮筒筒身上下滑动(即振荡浮子在波浪作用下进行垂荡运动),通过能量转换系统驱动发电机发电,风力发电机和各漂浮式平台上发电机发出的电均汇入控制中心后通过海底电缆输出。

[0028] 能量转换系统为液压传动系统时,随着振荡浮子的运动,固定在振荡浮子上的液压缸往复做功将液压油压入蓄能器,将振荡浮子运动的机械能转换为液压能,高压油储存在蓄能器中,当蓄能器中的压力达到设定目标压力时,蓄能器放油释放压力,液压油带动液压马达转动从而带动发电机发电。整个能量转换过程为将波浪能转换为机械能,再将机械能转换为液压能,最终转换为电能。

[0029] 实施例2,如图4-6所示,本实施例公开了一种基于漂浮式平台结合环形分段振荡浮子的风浪一体发电装置,包括三个漂浮式平台1,各漂浮式平台之间通过连杆固定连接,在各漂浮式平台所围成区域的中心设置底座,该底座与各漂浮式平台之间通过连杆固定连接,在底座的顶部安装风力发电机3,在各漂浮式平台的浮筒筒身上远离底座的一侧均并排设置两条以上的竖向导轨9,在导轨上安装可沿导轨滑动的滑块8,在滑块上固定安装振荡浮子7,每一个振荡浮子上有两条导轨,振荡浮子通过能量转换系统与发电机传动连接,单

个浮筒上振荡浮子的大小和个数及导轨个数可以根据所处海域入射波浪的不同而灵活变化。风力发电机和各漂浮式平台上发电机发出的电均汇入控制中心15后通过海底电缆16输出。

[0030] 在本实施例中,在各漂浮式平台上均设置锚链21。风力发电机包括塔筒2,在塔筒的顶部安装机舱6,在机舱的前端安装轮毂5,在轮毂上安装风机叶片4。

[0031] 能量转换系统为机械传动系统,各振荡浮子内均嵌入一个螺母并插入一个滚珠丝杠17,螺母可沿滚珠丝杠上下滑动,滚珠丝杠通过螺母座和长套筒与振荡浮子固接,滚珠丝杠的顶部与齿轮箱18传动连接,齿轮箱内有两个单向离合器,将滚珠丝杠的双向旋转(正转或反转)转化为齿轮箱输出轴的单向旋转,齿轮组19将同一漂浮式平台浮筒筒身上的各齿轮箱输出轴的旋转转化为中央齿轮20的旋转,中央齿轮与发电机14的动力输入端传动连接。

[0032] 本实施例所公开发电装置的发电方法为:发电装置安装就位并启用后,风力发电机在海风的驱动下旋转发电,将各振荡浮子释放至海面上使其随着波浪沿浮筒筒身上下滑动,通过能量转换系统驱动发电机发电,风力发电机和各漂浮式平台上发电机发出的电均汇入控制中心后通过海底电缆输出。

[0033] 能量转换系统为机械传动系统时,随着振荡浮子的运动,其内嵌的螺母可沿滚珠丝杠上下滑动从而使滚珠丝杠双向旋转,将振荡浮子的垂荡运动转换为滚珠丝杠的旋转运动,通过齿轮箱将滚珠丝杠的双向旋转转化为齿轮箱输出轴的单向旋转,通过齿轮组将同一漂浮式平台浮筒筒身上的各齿轮箱输出轴的旋转转化为中央齿轮的旋转,通过中央齿轮驱动发电机发电。整个能量转换过程为将波浪能转换为振荡浮子的机械能,再将振荡浮子的机械能转换为滚珠丝杠的机械能,最终转换为电能。

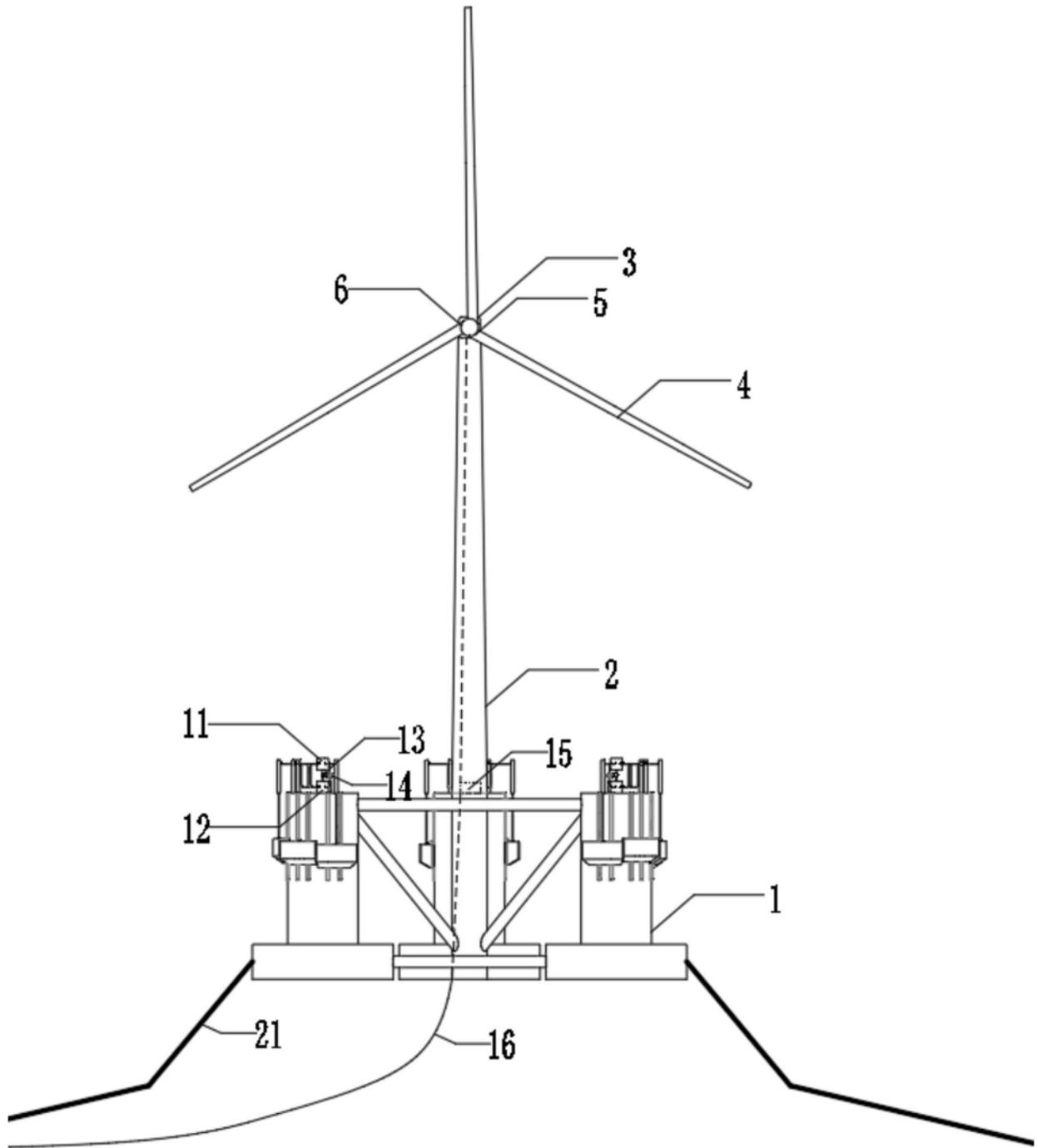


图1

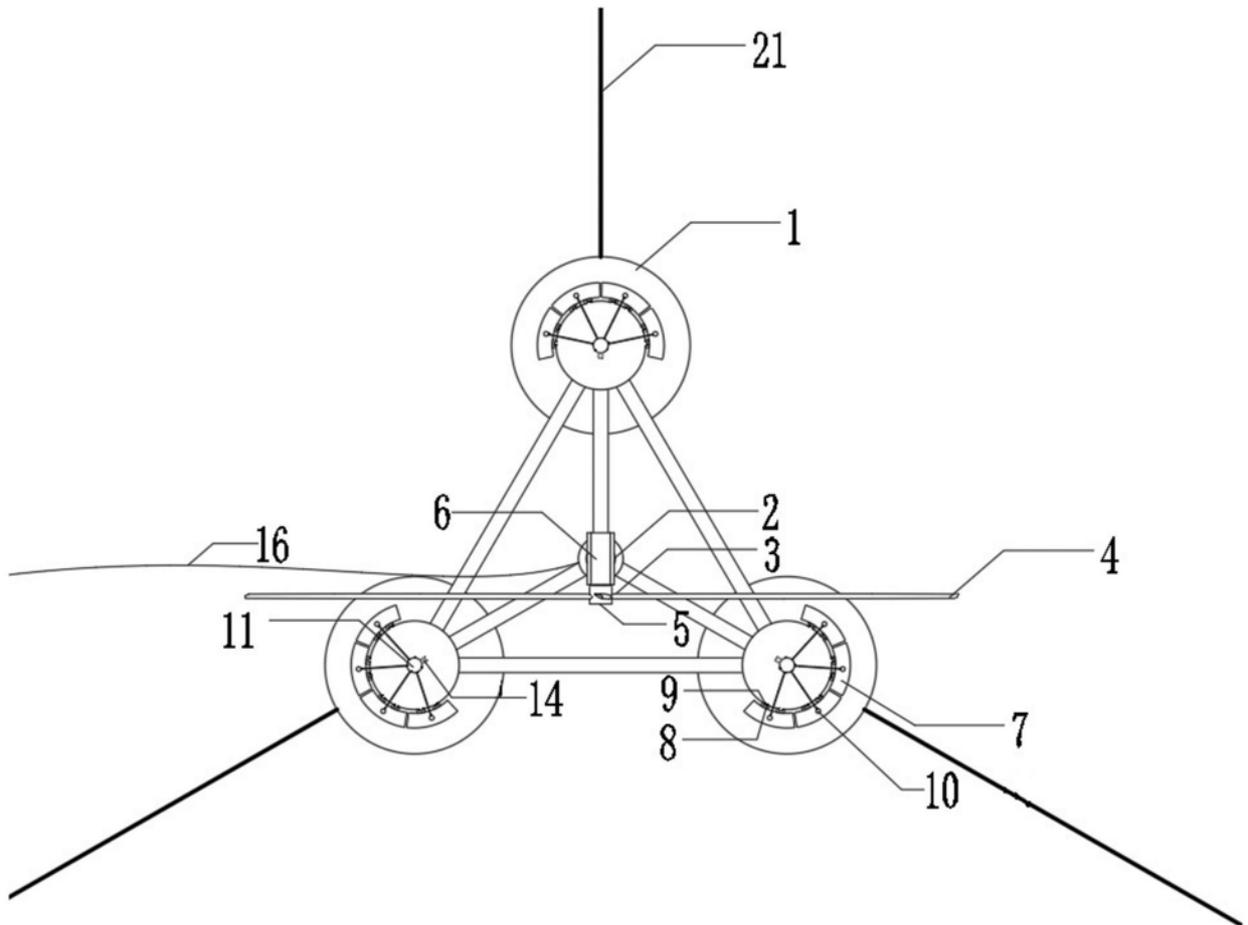


图2

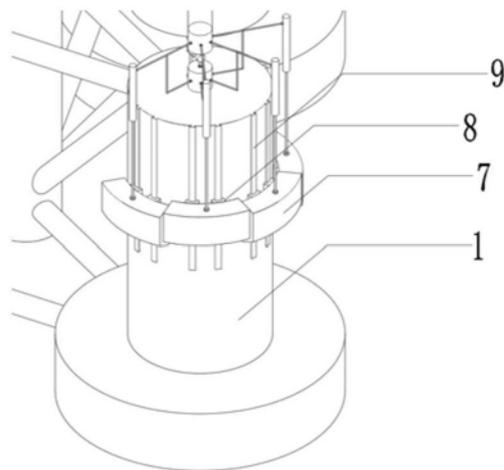


图3

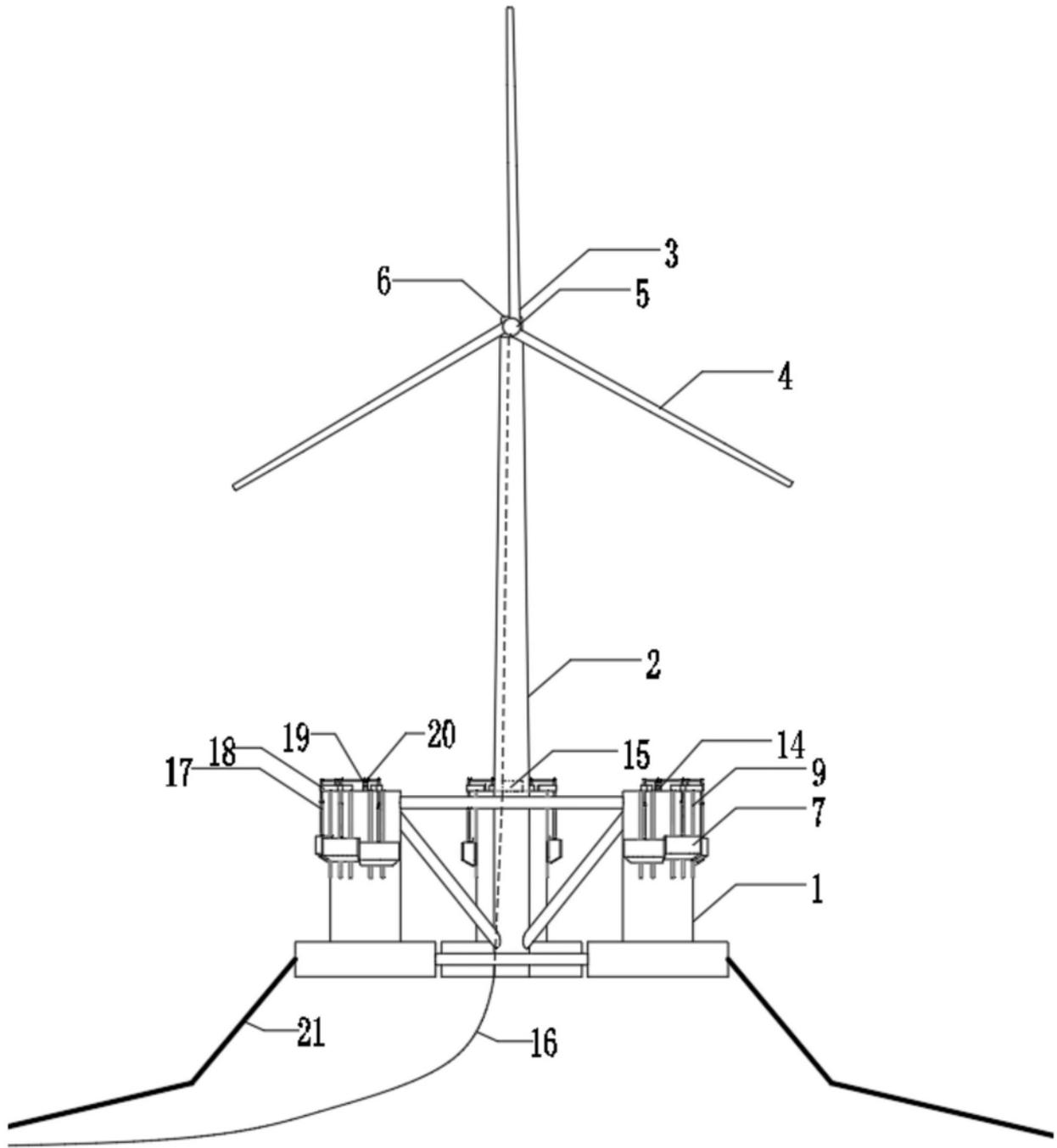


图4

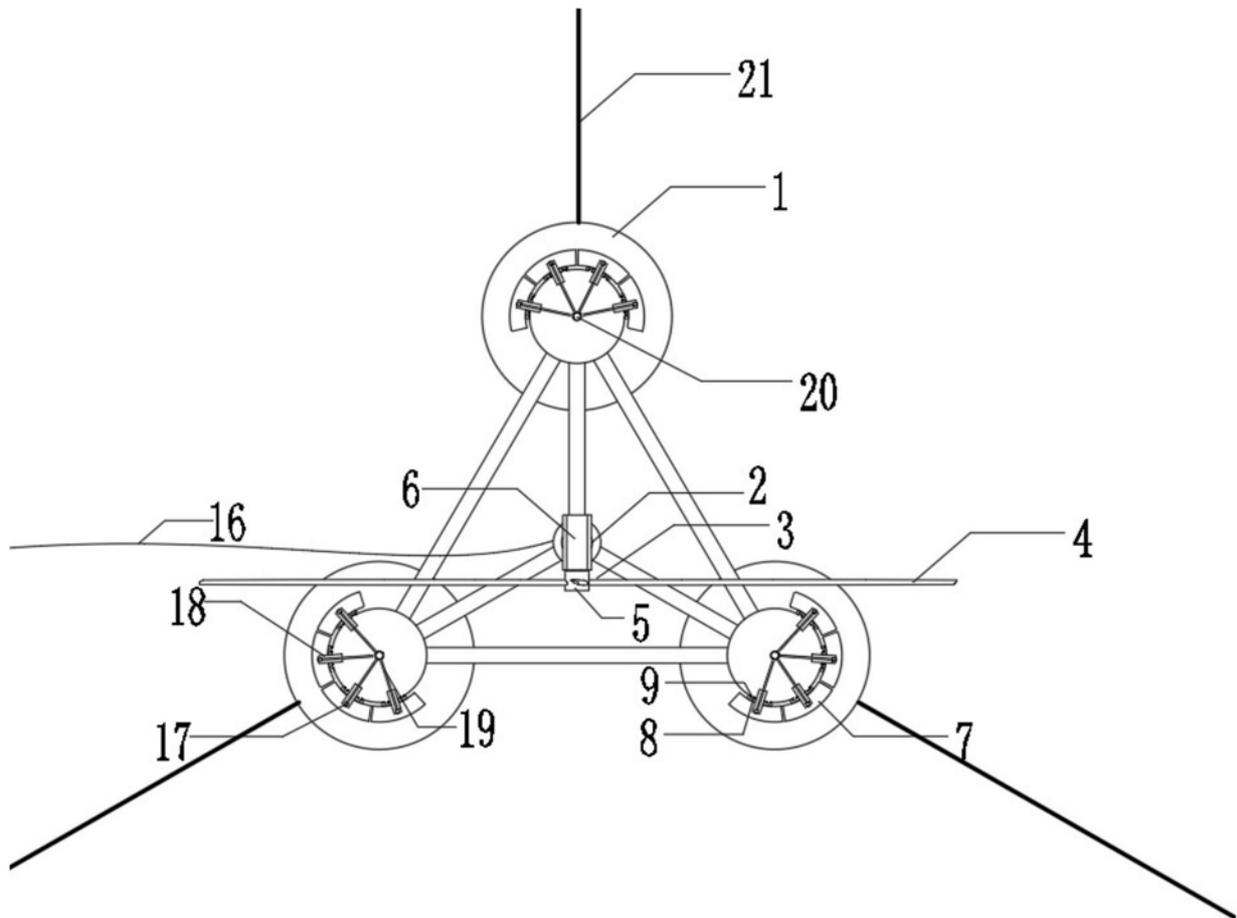


图5

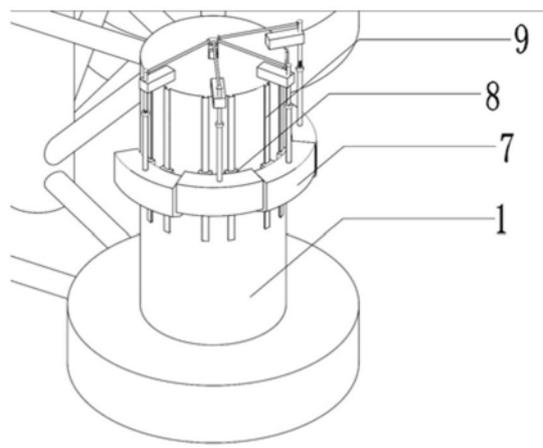


图6