



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117365845 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 20

(21) 申请号 202311499315.0

F03D 13/25 (2016.01)

(22) 申请日 2023.11.13

F03D 80/00 (2016.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F03B 13/20 (2006.01)

申请公布号 CN 117365845 A

F03B 11/02 (2006.01)

H02S 10/10 (2014.01)

(43) 申请公布日 2024.01.09

H02S 10/12 (2014.01)

(73) 专利权人 清华大学深圳国际研究生院

(56) 对比文件

地址 518000 广东省深圳市南山区西丽街

CN 114885880 A, 2022.08.12

道深圳大学城清华校区A栋二楼

CN 115250979 A, 2022.11.01

(72) 发明人 王恩浩 吴豪 张程雲 刁智帆

CN 205744290 U, 2016.11.30

尹相涵 高晨曦

CN 219999288 U, 2023.11.10

(74) 专利代理机构 深圳新创友知识产权代理有

审查员 孔改荣

限公司 44223

专利代理师 王震宇

(51) Int. Cl.

F03D 9/00 (2016.01)

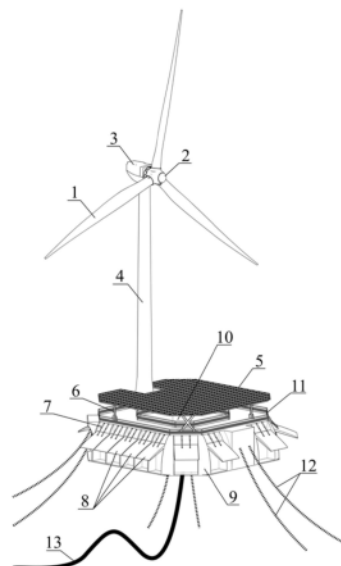
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种浮式风光波浪能多能互补海上发电平台

(57) 摘要

一种浮式风光波浪能多能互补海上发电平台,包括风力发电模块、振荡体式波浪能发电模块、光伏发电模块、浮式平台和系泊系统,在所述浮式平台上布置所述风力发电模块和所述光伏发电模块,在所述浮式平台的舷墙周向布置所述振荡体式波浪能发电模块,所述系泊系统与所述浮式平台相连以保持所述浮式平台在海上的位置。本发明的浮式风光波浪能多能互补海上发电平台能够实现海上风能、波浪能和太阳能多能互补的综合高效、可靠与稳定利用。



1. 一种浮式风光波浪能多能互补海上发电平台,其特征在于,包括风力发电模块、振荡体式波浪能发电模块、光伏发电模块、浮式平台和系泊系统,在所述浮式平台上布置所述风力发电模块和所述光伏发电模块,在所述浮式平台的舷墙周向布置所述振荡体式波浪能发电模块,所述系泊系统与所述浮式平台相连以保持所述浮式平台在海上的位置,所述振荡体式波浪能发电模块包括浮板和液压杆,所述浮板与所述液压杆相连,波浪能作用于所述浮板上转化为机械能,再通过所述液压杆转化为液压能并利用液压马达带动发电机发电,所述浮板为内部带有压载水舱的板状体,所述压载水舱用于浮板内的压载水调节,针对不同运行工况,通过动态调节注入所述压载水舱的压载水量,以调节所述浮板的吃水量,使浮板保持适当的吃水以使波浪能装置始终以最佳状态运行,或使浮板沉入到水面以下,并与平台固定锁死。

2. 如权利要求1所述的浮式风光波浪能多能互补海上发电平台,其特征在于,所述浮式平台包括平台基础,所述光伏发电模块包括太阳能光伏板阵列和支撑架,所述支撑架设置在所述平台基础上,所述太阳能光伏板阵列通过所述支撑架在所述平台基础的上方进行架空式布置。

3. 如权利要求2所述的浮式风光波浪能多能互补海上发电平台,其特征在于,所述支撑架包括交叉伸缩机构,所述交叉伸缩机构包括相互交叉的两个臂,所述交叉伸缩机构通过所述两个臂绕交叉点旋转而向上展开或向下收缩。

4. 如权利要求2所述的浮式风光波浪能多能互补海上发电平台,其特征在于,所述支撑架的内部均布置有用于供电连接和传输的电缆。

5. 如权利要求1至4任一项所述的浮式风光波浪能多能互补海上发电平台,其特征在于,所述浮式平台为八边形结构。

6. 如权利要求1至4任一项所述的浮式风光波浪能多能互补海上发电平台,其特征在于,所述浮式平台的中间设置有月池。

7. 如权利要求6所述的浮式风光波浪能多能互补海上发电平台,其特征在于,所述月池为八边形结构。

8. 如权利要求1至4任一项所述的浮式风光波浪能多能互补海上发电平台,其特征在于,所述风力发电模块包括风力机叶片、轮毂、机舱和塔筒,所述塔筒布置在所述浮式平台的边缘,所述机舱位于所述塔筒的顶部,所述风力机叶片的根部安装在所述机舱前端的所述轮毂上;所述风力机叶片将收集到的风能转化为旋转机械能,再通过所述轮毂传递到所述机舱中的传动系统并带动发电机发电。

9. 如权利要求1至4任一项所述的浮式风光波浪能多能互补海上发电平台,其特征在于,所述系泊系统包括多根锚链,所述锚链的一端通过所述浮式平台的舷墙的导缆孔与绞车相连,另一端与锚相连;所述多根锚链共布置3组,每组设置2根锚链,每组锚链间呈 $120^\circ$ 布置于平台基础的周向。

## 一种浮式风光波浪能多能互补海上发电平台

### 技术领域

[0001] 本发明涉及海洋可再生能源发电技术,特别是涉及一种浮式风能-波浪能-光伏多能互补海上发电平台。

### 背景技术

[0002] 现有的单一类型海洋可再生能源发电装置普遍面临着系统稳定性差、发电机组规模小效率低、单位发电成本高、并网难度大等难题。因此,研制海上多种可再生能源集成发电的综合一体化浮式平台成为开发利用海洋能源的必然趋势。

[0003] 浮式风能-波浪能-光伏多能互补海上发电平台致力于将海上风能、波浪能和太阳能的收集、转换、发电和供电集合到同一运转系统中,该系统能够在海洋中进行长期集成运作,进行自供电与对外供电,实现多能互补的多级、高效利用以及协同调度。规模化的多能互补的海上浮式发电系统在工作时,出现三个模块的电力输出同时供给不足的情况较少。因此,能够保证稳定供电,提高输出功率,较好地解决单一海上可再生能源发电装置能量密度较低、稳定性较差以及供电不稳定等缺陷。目前,我国关于浮式风能-波浪能-光伏多能互补海上发电平台的相关研究还较为缺乏,已有的装置也存在结构复杂、开发成本高、平台稳定性差等问题。

[0004] 需要说明的是,在上述背景技术部分公开的信息仅用于对本申请的背景的理解,因此可以包括不构成对本领域普通技术人员已知的现有技术的信息。

### 发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于克服上述背景技术的缺陷,提供一种浮式风光波浪能多能互补海上发电平台。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0007] 一种浮式风光波浪能多能互补海上发电平台,包括风力发电模块、振荡体式波浪能发电模块、光伏发电模块、浮式平台和系泊系统,在所述浮式平台上布置所述风力发电模块和所述光伏发电模块,在所浮式平台的舷墙周向布置所述振荡体式波浪能发电模块,所述系泊系统与所述浮式平台相连以保持所述浮式平台在海上的位置。

[0008] 进一步地:

[0009] 所述浮式平台包括平台基础,所述光伏发电模块包括太阳能光伏板阵列和支撑架,所述支撑架设置在所述平台基础上,所述太阳能光伏板阵列通过所述支撑架在所述平台基础的上方进行架空式布置。

[0010] 所述支撑架包括交叉伸缩机构,所述交叉伸缩机构包括相互交叉的两个臂,所述交叉伸缩机构通过所述两个臂绕交叉点旋转而向上展开或向下收缩。

[0011] 所述支撑架的内部均布置有用于供电连接和传输的电缆。

[0012] 所述浮式平台为八边形结构。

[0013] 所述浮式平台的中间设置有月池。优选地,所述月池为八边形结构。

[0014] 所述振荡体式波浪能发电模块包括浮板和液压杆,所述浮板与所述液压杆相连,波浪能作用于所述浮板上转化为机械能,再通过所述液压杆转化为液压能并利用液压马达带动发电机发电。

[0015] 所述浮板为带有压载水舱的板状体,通过动态调节注入所述压载水舱的压载水量,以调节所述浮板的吃水量或使浮板沉入到水面以下,并与平台固定锁死。

[0016] 所述风力发电模块包括风力机叶片、轮毂、机舱和塔筒,所述塔筒布置在所述浮式平台的边缘,所述机舱位于所述塔筒的顶部,所述风力机叶片的根部安装在所述机舱前端的所述轮毂上;所述风力机叶片将收集到的风能转化为旋转机械能,再通过所述轮毂传递到所述机舱中的传动系统并带动发电机发电。

[0017] 所述系泊系统包括多根锚链,所述锚链的一端通过所述浮式平台的舷墙的导缆孔与绞车相连,另一端与锚相连;所述多根锚链共布置3组,每组设置2根锚链,每组锚链间呈120°布置于平台基础的周向。

[0018] 动态电缆一端与浮式平台上的发电机组相连,另一端与海床上的静态电缆相连,将生产的电能传输至变电站,经变压器升压并入电网。

[0019] 本发明具有如下有益效果:

[0020] 本发明以海上浮式平台为载体,在平台上布置风力发电模块和光伏发电模块,平台舷墙布置振荡体式波浪能发电模块,实现了对海上风能、波浪能和太阳能多能互补的综合高效、可靠与稳定利用。所述平台基础的舷墙周向布置有若干振荡体式波浪能发电模块,吸收波浪能量,转化为电能的同时减少波浪对浮式平台的影响。进一步地,本发明的光伏发电模块通过支撑架在浮式平台上对太阳能光伏板阵列进行架空式的布置,不仅有利于覆盖整个浮式平台的面积,充分利用海上晴朗天气时的太阳能,与弱风浪海况下风力和波浪发电模块的功率互补,继而提高了整个发电平台的效率,而且支撑架能够有效减弱波浪荷载对光伏板阵列的作用,降低波浪引起的疲劳损伤。进一步地,通过本发明的波浪能发电模块的浮板结构设计,以及月台设置,大大提高了浮式平台的耐波性,使平台抵抗摇荡运动的能力大幅增加。本发明的设计提高了平台的耐波性及极端风浪条件下的安全性和自存性,提高了海上可再生能源利用率,降低了海上作业风险和装机成本。进一步地,所述塔筒布置在浮式平台的边缘,降低海上吊装作业的风险和施工安装的难度,节省装机成本。

[0021] 与传统技术相比,本发明实施例的优点主要体现在:

[0022] (1) 本发明提出的浮式风能-波浪能-光伏多能互补海上发电平台将海上风能、波浪能和太阳能发电装置集成到海上浮式系统中,实现多能互补的多级、高效利用以及协同调度,能够保证稳定供电,提高输出功率,具有显著的经济效益。若干振荡体式波浪能发电模块在浮式平台基础的舷墙周向布置,吸收波浪能量,转化为电能的同时减少波浪对浮式平台的影响。

[0023] (2) 光伏发电模块利用支撑架将太阳能光伏板在浮式平台基础的上方进行架空式布置,为平台基础和太阳能光伏板阵列之间留置合适的空间,减少波浪上浪抨击且便于人员海上作业。与现有的结构相比,这种架空式的布置方式几乎覆盖了整个平台的面积,增加了安装在平台上的光伏板阵列的覆盖率,提高了对太阳能的利用率,进而提高了整个发电平台的效率。更进一步,这种布置方式能够有效减弱波浪荷载对光伏板阵列的作用,降低波浪引起的疲劳损伤。

[0024] (3) 波浪能发电装置的浮板结构以及月池的设计大大提高了平台的耐波性,使平台抵抗摇荡的能力大幅增加。浮板结构可通过加注压载水的方式沉入到水面以下,并可与平台基础固定锁死,以提升波浪能发电模块及整个多能互补发电平台在极端风浪条件下的安全性和自存性。

[0025] (4) 塔筒布置在浮式平台的边缘,这种布置方式使得整个风力发电模块的安装更加便捷,极大地降低了海上吊装作业的风险和施工安装的难度,节省了人力和物力,降低了装机的成本。

[0026] 本发明实施例中的其他有益效果将在下文中进一步述及。

### 附图说明

[0027] 图1是本发明实施例浮式风能-波浪能-光伏多能互补海上发电平台的立体结构示意图。

[0028] 图2是本发明实施例浮式风能-波浪能-光伏多能互补海上发电平台的主视结构示意图。

[0029] 图3是本发明实施例浮式风能-波浪能-光伏多能互补海上发电平台的俯视结构示意图。

[0030] 图4是本发明实施例浮式风能-波浪能-光伏多能互补海上发电平台的侧视结构剖视图。

[0031] 图5是本发明实施例振荡体式波浪能发电模块结构示意图。

[0032] 附图标记:1-风力机叶片,2-轮毂,3-机舱,4-塔筒,5-太阳能光伏板阵列,6-支撑架,7-液压杆,8-浮板,9-平台基础,10-月池,11-防护杆,12-锚链,13-动态电缆。

### 具体实施方式

[0033] 以下对本发明的实施方式做详细说明。应该强调的是,下述说明仅仅是示例性的,而不是为了限制本发明的范围及其应用。

[0034] 需要说明的是,当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者间接在该另一个元件上。当一个元件被称为是“连接于”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或间接连接至该另一个元件上。另外,连接既可以是用于固定作用也可以是用于耦合或连通作用。

[0035] 需要理解的是,术语“长度”、“宽度”、“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发明实施例和简化描述,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发明的限制。

[0036] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多该特征。在本发明实施例的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0037] 如图1-图4所示,一种浮式风光波浪能多能互补海上发电平台,包括风力发电模块、振荡体式波浪能发电模块、光伏发电模块、浮式平台和系泊系统,在所述浮式平台上布

置所述风力发电模块和所述光伏发电模块,在所浮式平台的舷墙周向布置所述振荡体式波浪能发电模块,所述系泊系统与所述浮式平台相连以保持所述浮式平台在海上的位置。该海上发电平台可通过动态电缆13和静态电缆对外传输电能。

[0038] 所述浮式平台包括平台基础9、月池10和防护栏11,所述平台基础9采用八边形结构,中间设置有八边形月池10用于提升结构的耐波性,保障浮式平台的正常工作和结构安全。月池10和平台基础9的边缘均设置有防护栏11以减少工作人员作业的风险。

[0039] 所述风力发电模块包括风力机叶片1、轮毂2、机舱3和塔筒4,所述机舱3位于塔筒4的顶部;所述风力机叶片1的根部安装在机舱3前端的轮毂2上;风力机叶片1将收集到的风能转化为旋转机械能,再通过轮毂2传递到机舱3中的主轴、齿轮箱和联轴器等传动系统并带动发电机进行发电。

[0040] 所述塔筒4布置在平台基础9的边缘,这种布置方式使得整个风力发电模块的安装更加便捷,极大地降低了海上吊装作业的风险和施工安装的难度,节省了人力和物力,降低了装机的成本。

[0041] 所述光伏发电模块包括太阳能光伏板阵列5和支撑架6。所述太阳能光伏板5由支撑架6架空并置于平台基础9的上方,可利用支撑架6调节太阳能光伏板5的高度,为平台基础9和太阳能光伏板5之间留置合适的空间,减少光伏板阵列可能受到的上浪抨击且便于人员海上作业。与现有的结构相比,这种架空式的布置方式几乎覆盖了整个平台的面积,增加了安装在平台上的光伏板阵列的覆盖率,提高了对太阳能的利用率,进而提升了整个发电平台的功率。与目前漂浮式光伏通常采用的将光伏板阵列直接布置于海面上的方式相比,这种布置方式还能够有效减弱波浪荷载对光伏板阵列的作用,减轻波浪引起的疲劳损伤,降低结构疲劳失效破坏的风险。

[0042] 如图1、图2和图4所示,在示例性的优选实施例中,所述支撑架6包括交叉伸缩机构,所述交叉伸缩机构包括相互交叉的两个臂,所述交叉伸缩机构通过所述两个臂绕交叉点旋转而向上展开或向下收缩。

[0043] 所述平台基座9的舷墙周向布置有若干振荡体式波浪能发电模块,吸收波浪能量,转化为电能的同时减少波浪对浮式平台的影响。

[0044] 如图5所示,所述振荡体式波浪能发电模块包括浮板8和液压杆7,所述浮板8为带有压载水舱的板状体,液压杆7连接在浮板8上。所述液压杆7由活塞杆和液压缸组成,浮板8在波浪的作用下垂荡运动,并通过活塞杆带动活塞在液压缸内做往复运动产生液压能,继而通过发电机转化为电能。所述压载水舱用于浮板内的压载水调节,针对不同运行工况,通过动态调节注入的压载水量,使浮板保持适当的吃水以使波浪能装置始终以最佳状态运行。台风等极端工况下,通过加注压载水的方式使浮板沉入到水面以下,并通过机械装置与平台固定锁死,以保证波浪能发电模块及整个多能互补发电平台在极端风浪条件下的安全性和自存性。

[0045] 所述机舱3、塔筒4、平台基础9和支撑架6的内部均布置有电缆用于供电连接和传输。

[0046] 所述系泊系统包括6根抗腐蚀的锚链12,锚链12的一端通过平台基础9舷墙的导缆孔与绞车相连,另一端与锚相连。所述锚链12共布置3组,每组设置2根锚链12,每组锚链间呈120°布置于平台基础的周向。通过系泊系统保持浮式平台在海上的位置。

[0047] 所述动态电缆13一端与浮式平台上的发电机组相连,另一端与海床上的静态电缆相连,将生产的电能传输至变电站,经变压器升压并入电网。

[0048] 本发明以海上浮式平台为载体,在平台上布置风力发电模块和光伏发电模块,平台舷墙布置振荡体式波浪能发电模块,实现了对海上风能、波浪能和太阳能多能互补的综合高效、可靠与稳定利用。所述平台基础的舷墙周向布置有若干振荡体式波浪能发电模块,吸收波浪能量,转化为电能的同时减少波浪对浮式平台的影响。进一步地,本发明的光伏发电模块通过支撑架在浮式平台上对太阳能光伏板阵列进行架空式的布置,不仅有利于覆盖整个浮式平台的面积,充分利用海上晴朗天气时的太阳能,与弱风浪海况下风力和波浪发电模块的功率互补,继而提高了整个发电平台的效率,而且支撑架能够有效减弱波浪荷载对光伏板阵列的作用,降低波浪引起的疲劳损伤。进一步地,通过本发明的波浪能发电模块的浮板结构设计,以及月池设置,大大提高了浮式平台的耐波性,使平台抵抗摇荡运动的能力大幅增加。本发明的设计提高了平台的耐波性及极端风浪条件下的安全性和自存性,提高了海上可再生能源利用率,降低了海上作业风险和装机成本。进一步地,所述塔筒布置在浮式平台的边缘,降低海上吊装作业的风险和施工安装的难度,节省装机成本。

[0049] 与传统技术相比,本发明实施例的优点主要体现在:

[0050] (1) 本发明提出的浮式风能-波浪能-光伏多能互补海上发电平台将海上风能、波浪能和太阳能发电装置集成到海上浮式系统中,实现多能互补的多级、高效利用以及协同调度,能够保证稳定供电,提高输出功率,具有显著的经济效益。若干振荡体式波浪能发电模块在浮式平台基础的舷墙周向布置,吸收波浪能量,转化为电能的同时减少波浪对浮式平台的影响。

[0051] (2) 光伏发电模块利用支撑架将太阳能光伏板在浮式平台基础的上方进行架空式布置,为平台基础和太阳能光伏板阵列之间留置合适的空间,减少波浪上浪抨击且便于人员海上作业。与现有的结构相比,这种架空式的布置方式几乎覆盖了整个平台的面积,增加了安装在平台上的光伏板阵列的覆盖率,提高了对太阳能的利用率,进而提高了整个发电平台的效率。更进一步,这种布置方式能够有效减弱波浪荷载对光伏板阵列的作用,降低波浪引起的疲劳损伤。

[0052] (3) 波浪能发电装置的浮板结构以及月池的设计大大提高了平台的耐波性,使平台抵抗摇荡的能力大幅增加。浮板结构可通过加注压载水的方式沉入到水面以下,可与平台基础固定锁死,以提升波浪能发电模块及整个多能互补发电平台在极端风浪条件下的安全性和自存性。

[0053] (4) 塔筒布置在浮式平台的边缘,这种布置方式使得整个风力发电模块的安装更加便捷,极大地降低了海上吊装作业的风险和施工安装的难度,节省了人力和物力,降低了装机的成本。

[0054] 本发明的背景部分可以包含关于本发明的技术问题或环境的背景信息,而不一定是描述现有技术。因此,在背景技术部分中包含的内容并不是申请人对现有技术的承认。

[0055] 以上内容是结合具体/优选的实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,其还可以对这些已描述的实施方式做出若干替代或变型,而这些替代或变型方式都应当视为属于本发明的保护范围。在本说明书的描述中,参考术

语“一种实施例”、“一些实施例”、“优选实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。尽管已经详细描述了本发明的实施例及其优点,但应当理解,在不脱离专利申请的保护范围的情况下,可以在本文中进行各种改变、替换和变更。



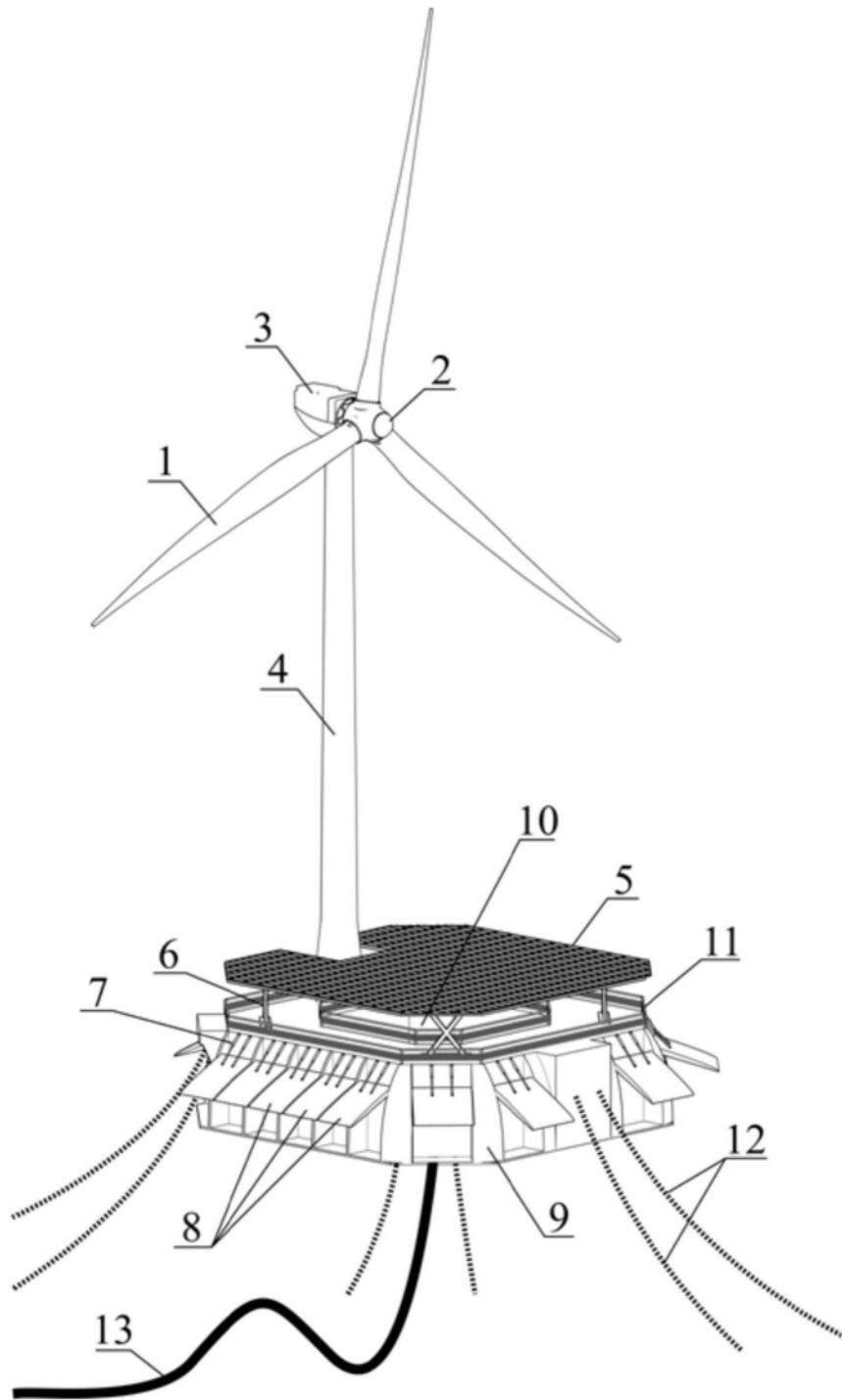


图1

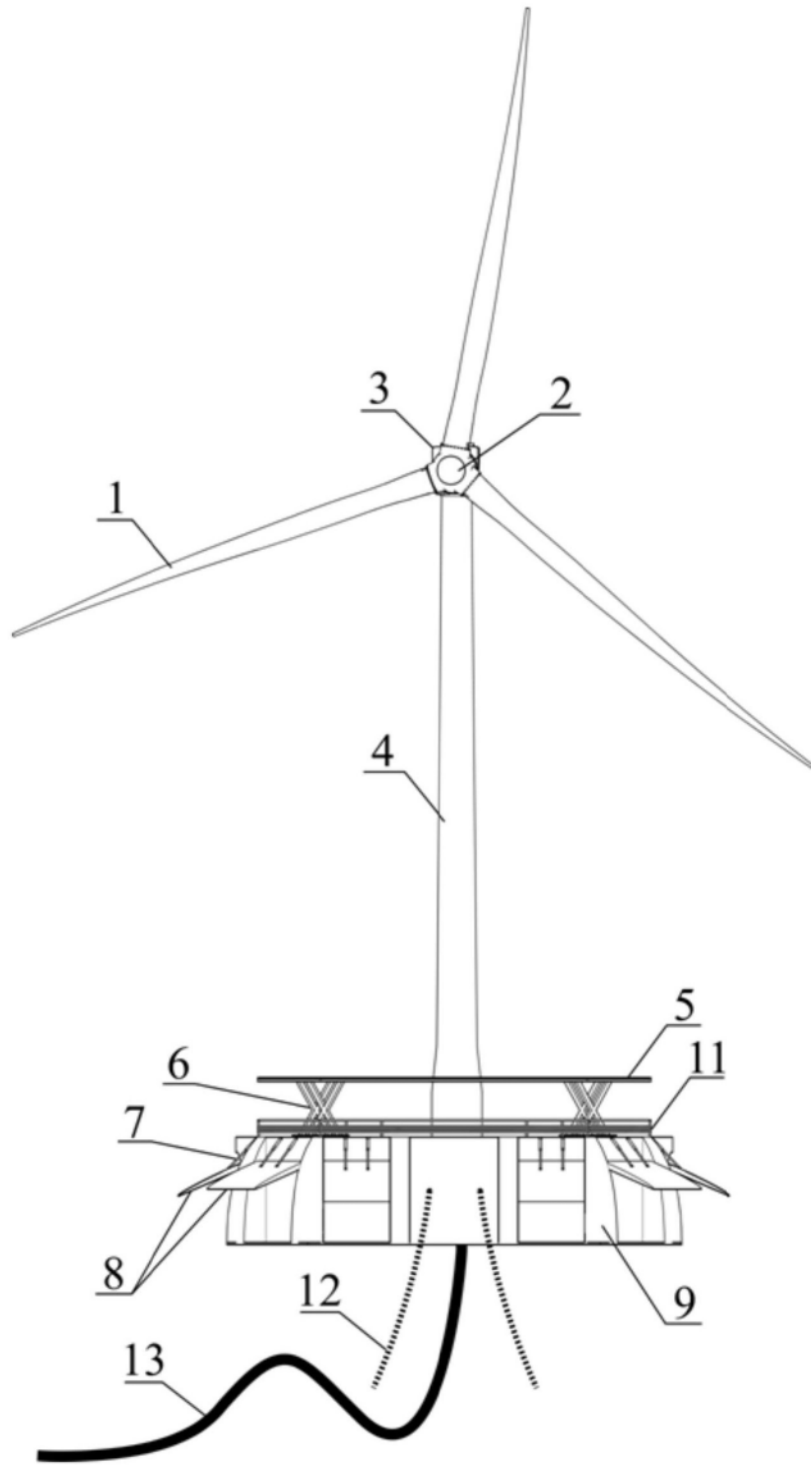


图2

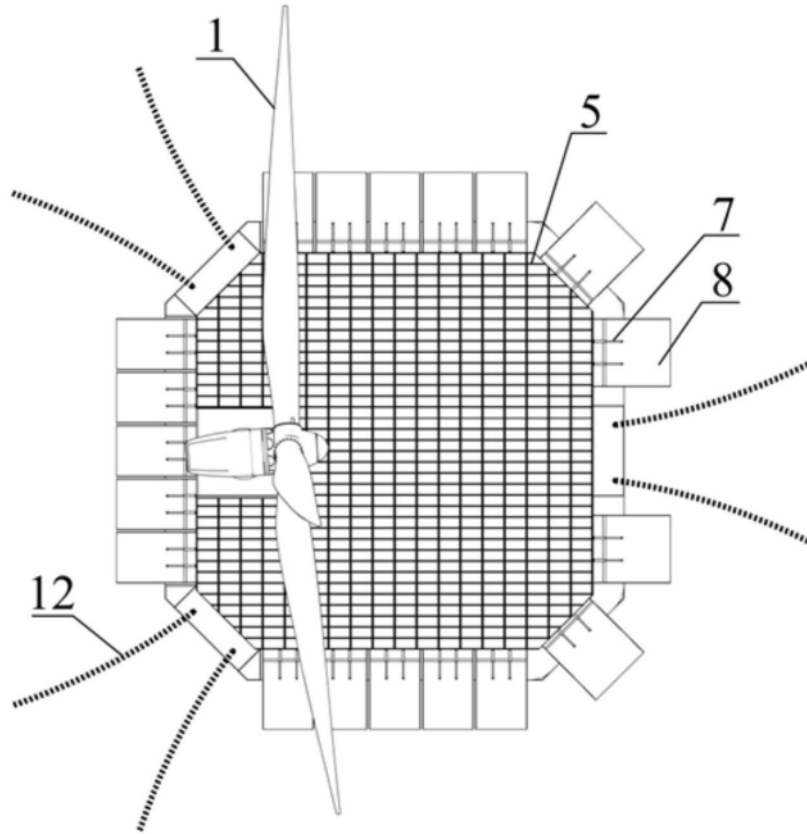


图3

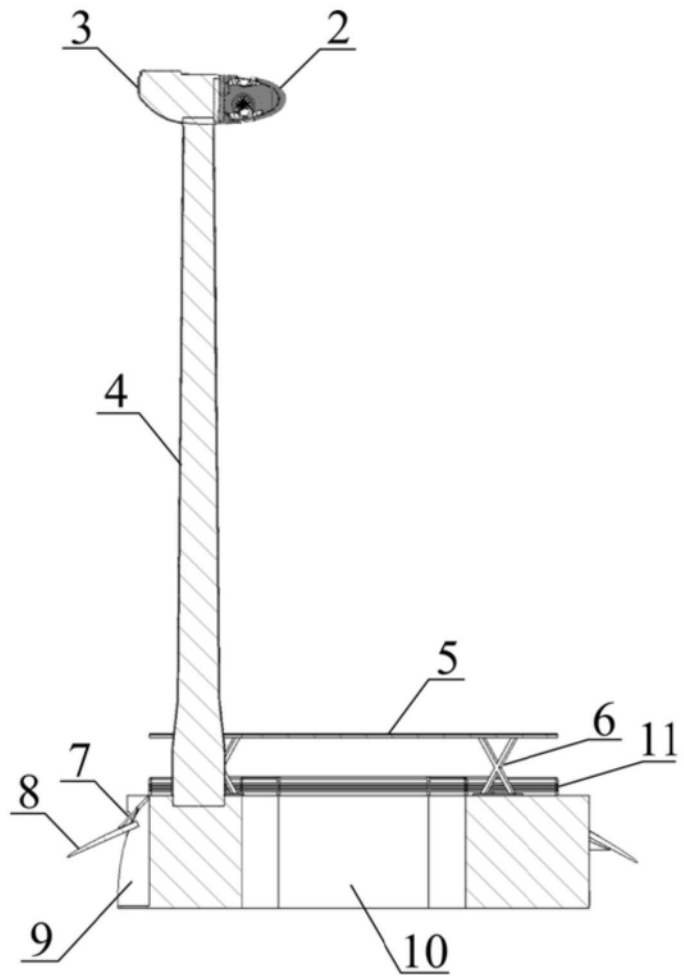


图4

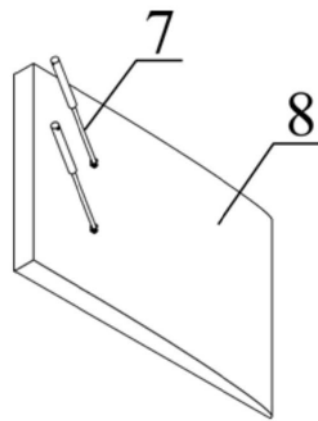


图5