(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109026542 A
(43)申请公布日 2018.12.18

(21)申请号 201810907371.6

(22)申请日 2018.08.10

(71)申请人 浙江大学
地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 司玉林 陈政 张大海 谭铭 毛百进 曾炜健

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司 33200
代理人 林怀禹

(51)Int.Cl.
F03D 9/25(2016.01)
F03D 13/25(2016.01)
F03B 13/14(2006.01)

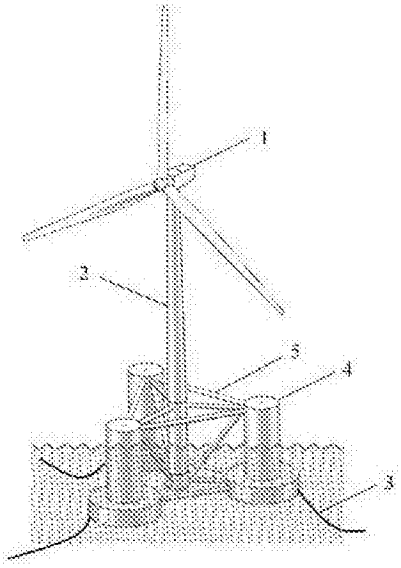
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

漂浮式风能-波浪能联合发电系统

(57)摘要

本发明公开了一种漂浮式风能-波浪能联合发电系统，包括风力发电系统和多个结构相同的振荡水柱式波浪能发电装置。风力发电系统：塔筒上端与风力发电机组连接；塔筒下端通过桁架结构装有结构相同的多个浮筒，作为振荡水柱式波浪能发电装置，每个浮筒从下至上依次开有波浪进口、气室和出气口；出气口装有空气透平发电机；波浪经波浪进口进入浮筒，驱动空气透平发电机发电。本发明结构简单、安装和施工方便、成本较低、适用水深范围广；风力发电、波浪能发电在同一个支撑结构上完成，使二者共享支撑平台和电力传输配套系统，降低了发电的成本；波浪能发电装置通过调节平台阻尼，有助于改善系统运动稳定性，是一种可靠的海上可再生能源发电平台。



CN 109026542 A

1.漂浮式风能-波浪能联合发电系统，其特征在于：包括风力发电系统和多个结构相同的振荡水柱式波浪能发电装置；

所述风力发电系统：包括风力发电机组(1)、塔筒(2)以及半潜浮式平台；塔筒(2)上端与风力发电机组(1)连接，叶片在风力推动下做旋转运动，将风能转换为机械能，驱动风力发电机组发电，塔筒(2)下端与通过桁架结构(5)装有结构相同的多个浮筒(4)，构成半潜漂浮式平台；

所述结构相同的多个浮筒(4)均作为振荡水柱式波浪能发电装置，每个浮筒中心均有一个气室，该气室形状从下至上依次开有圆柱形波浪进口(6)、圆柱形气室(7)和圆柱形出气口(9)；圆柱形出气口(9)内装有空气透平发电机(8)；海水(11)的波浪经圆柱形波浪进口(6)进入圆柱形气室(7)形成上下振动的水柱，使圆柱形气室(7)中的空气往复通过上部的圆柱形出气口(9)，驱动空气透平发电机(8)发电。

2.根据权利要求1所述的一种漂浮式风能-波浪能联合发电系统，其特征在于：所述多个浮筒(4)为三个浮筒，三个浮筒(4)与桁架结构(5)为等距连接。

3.根据权利要求1所述的一种漂浮式风能-波浪能联合发电系统，其特征在于：所述空气透平发电机(8)为双向空气透平发电机。

4.根据权利要求1所述的一种漂浮式风能-波浪能联合发电系统，其特征在于：所述圆柱形气室(7)直径大于圆柱形出气口(9)直径，用于增强圆柱形出气口(9)的气流压强，提高空气透平发电机(8)的转换效率。

5.根据权利要求1所述的一种漂浮式风能-波浪能联合发电系统，其特征在于：所述圆柱形波浪进口(6)、圆柱形气室(7)、空气透平发电机(8)和圆柱形出气口(9)组成的振荡水柱式波浪能装置通过调节空气透平发电机(8)的负载，改变平台额外垂荡阻尼，改善平台整体的运动响应。

漂浮式风能-波浪能联合发电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及发电装置，尤其是涉及一种漂浮式风能-波浪能联合发电系统。

背景技术

[0002] 风力发电是目前最具可规模化发展前景的可再生能源，海上风电已经成为国际风电发展的新方向，备受各国关注。随着陆上风能的利用逐渐饱和，海上风能资源在整个能源架构中的占比逐年上升，发展海上风能对我国的环境保护、能源结构调整具有重要意义。海上相较于陆上有更加丰富的风能资源且风能质量更好，适用于深水环境的浮式风机技术的研发也越发受到关注。

[0003] 海上蕴藏着巨大的波浪能资源，对波浪能的开发利用也是当今的研究热点之一，波浪能利用技术日渐成熟，但是波浪能发电装置转换率较低，单位发电成本较高，限制了其商业化的应用。

[0004] 把海上风电开发和波浪能资源利用结合起来，可以有效提高海上风电场的发电能力。风能-波浪能多能互补利用的方法是解决海洋可再生能源综合利用的有效途径，可以有效缓解沿海城市供电紧张的难题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种漂浮式风能-波浪能联合发电系统，以半潜漂浮式平台为基础将风能和波浪能装置相结合的集成发电系统，充分利用海上可再生能源，降低风能和波浪能的发电成本，有效推动其在工业上的应用。

[0006] 本发明采用的技术方案是：

本发明的一种漂浮式风能-波浪能联合发电系统，包括风力发电系统和多个结构相同的振荡水柱式波浪能发电装置；

所述风力发电系统：包括风力发电机组、塔筒以及半潜浮式平台；塔筒上端与风力发电机组连接，叶片在风力推动下做旋转运动，将风能转换为机械能，驱动风力发电机组发电，塔筒下端与通过桁架结构装有结构相同的多个浮筒，构成半潜漂浮式平台；

所述结构相同的多个浮筒均作为振荡水柱式波浪能发电装置，每个浮筒中心均有一个气室，该气室形状从下至上依次开有圆柱形波浪进口、圆柱形气室和圆柱形出气口；圆柱形出气口内装有空气透平发电机；海水的波浪经圆柱形波浪进口进入圆柱形气室形成上下振动的水柱，使圆柱形气室中的空气往复通过上部的圆柱形出气口，驱动空气透平发电机发电。

[0007] 所述多个浮筒为三个浮筒，三个浮筒与桁架结构为等距连接。

[0008] 所述空气透平发电机为双向空气透平发电机。

[0009] 所述圆柱形气室直径大于圆柱形出气口直径，用于增强圆柱形出气口的气流压强，提高空气透平发电机的转换效率。

[0010] 所述圆柱形波浪进口、圆柱形气室、空气透平发电机和圆柱形出气口组成的振荡

水柱式波浪能装置，通过调节空气透平发电机的负载，改变平台额外垂荡阻尼，改善平台整体的运动响应。

[0011] 本发明具有的有益效果是：

1)基于桁架结构的半潜伏式平台，结构简单、施工便利、安装成本低、适用水深范围广。

[0012] 2)将海上风电系统与波浪能发电装置相结合，共享半潜式海上平台、输电以及锚链等设备，有效提高了系统的整体发电效率，降低了发电成本。

[0013] 3)波浪能装置的对称分布提高了系统的稳定性能。

[0014] 4)空气透平发电机的额外阻尼有助于提高半潜漂浮式平台的稳定性。

[0015] 5)本发明提高了深海海域的有效利用率，降低了建设成本和维修费用，充分利用现有的成熟风机技术，促进了波浪能装置商业化的应用，是一种可靠的海上可再生能源发电平台。

附图说明

[0016] 图1是本发明的立体结构示意图。

[0017] 图2是本发明的振荡水柱式波浪能发电装置结构示意图。

[0018] 图3是本发明的振荡水柱式波浪能发电装置工作原理图。

[0019] 图中：1、风力发电机组，2、塔筒，3、锚链，4、浮筒，5、桁架结构，6、圆柱形波浪进口，7、圆柱形气室，8、空气透平发电机，9、圆柱形出气口，10、空气，11、海水。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0021] 如图1、图2、图3所示，本发明包括风力发电系统和多个结构相同的振荡水柱式波浪能发电装置。

[0022] 所述风力发电系统：包括风力发电机组1、塔筒2以及半潜浮式平台；塔筒2上端与风力发电机组1连接，叶片在风力推动下做旋转运动，将风能转换为机械能，驱动风力发电机组发电，塔筒2下端与通过桁架结构5装有结构相同的多个浮筒4，构成半潜漂浮式平台，半潜漂浮式平台通过锚链3与海床连接。

[0023] 所述结构相同的多个浮筒4均作为振荡水柱式波浪能发电装置，每个浮筒中心均有一个气室，该气室形状从下至上依次开有圆柱形波浪进口6、圆柱形气室7和圆柱形出气口9；圆柱形出气口9内装有空气透平发电机8；海水11的波浪经圆柱形波浪进口6进入圆柱形气室7形成上下振动的水柱，使圆柱形气室7中的空气往复通过上部的圆柱形出气口9，驱动空气透平发电机8发电。

[0024] 所述多个浮筒4为三个浮筒，三个浮筒4与桁架结构5为等距连接。

[0025] 所述空气透平发电机8为双向空气透平发电机。

[0026] 所述圆柱形气室7直径大于圆柱形出气口9直径，用于增强圆柱形出气口9的气流压强，提高空气透平发电机8的转换效率。

[0027] 所述圆柱形波浪进口6、圆柱形气室7、空气透平发电机8和圆柱形出气口9组成的振荡水柱式波浪能装置，通过调节空气透平发电机8的负载，改变平台额外垂荡阻尼，改善平台整体的运动响应。

[0028] 所述空气透平发电机通过负载控制、桨距控制、转速控制等控制方法改变空气透平的额外阻尼，以实现更高的能量捕获效率，有助于提高半潜漂浮式平台的在各种波况下的稳定性。

[0029] 本发明的工作原理为：

风力发电机组1在风力作用下发出电能，通过传输系统送至电网，供陆地用户使用；振荡水柱式波浪能发电装置在波浪的作用下，经浮筒底部的波浪进口6，在浮筒4内部的圆柱形气室7中产生上下振动的水柱，上下振动的水柱使圆柱形气室7上部的空气产生往复运动，空气往复通过气室上部的出气口9，并驱动出气口9处的双向空气透平发电机8发电，电能通过风机的传输系统和风力发电机组产生的电能一同输送至电网。三个振荡水柱式波浪能发电装置对称布置于半潜漂浮式平台浮筒4中，可提高系统的动力学稳定性。

[0030] 由此，本发明采用的半潜漂浮式-振荡水柱式波浪能联合发电平台结构简单、安装和施工方便、成本较低、适用水深范围广；风力发电、波浪能发电在同一个支撑结构上完成，使二者共享支撑平台和电力传输配套系统，很大程度上降低了发电的成本；空气透平发电机相应的气动阻尼提高了结构的稳定性，更进一步证明了本发明的可实施性，具有显著的技术效果。

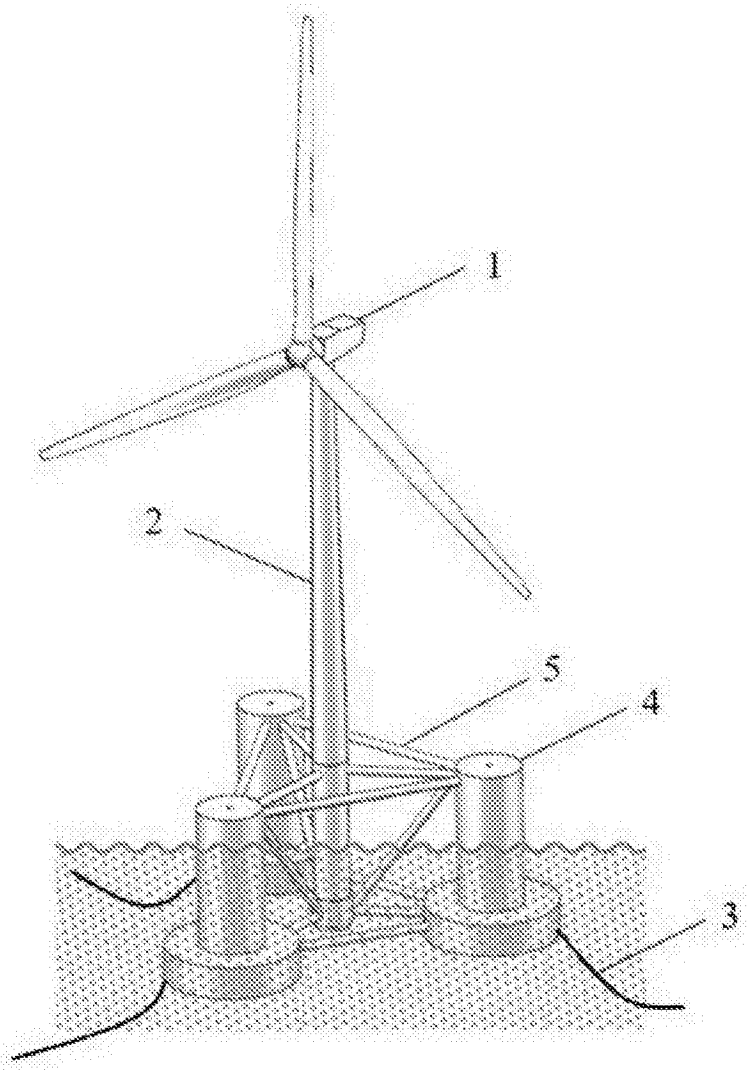


图1

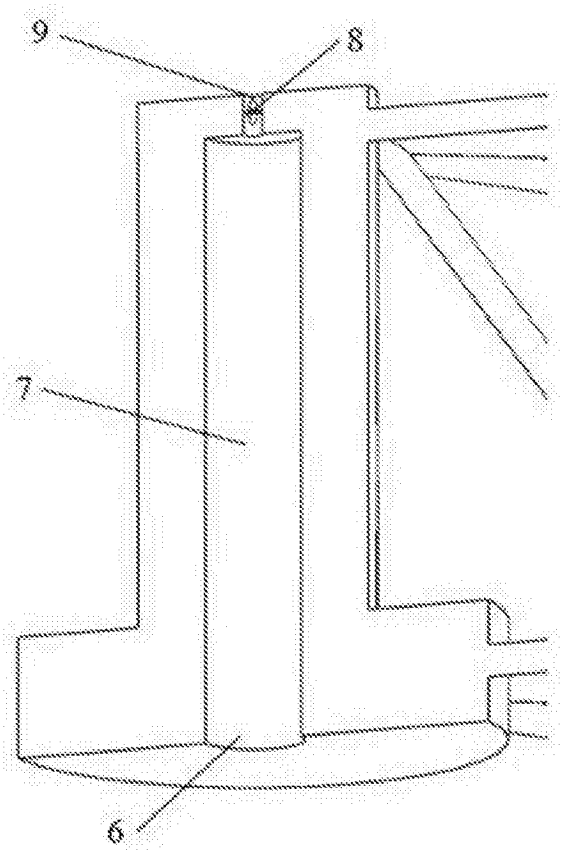


图2

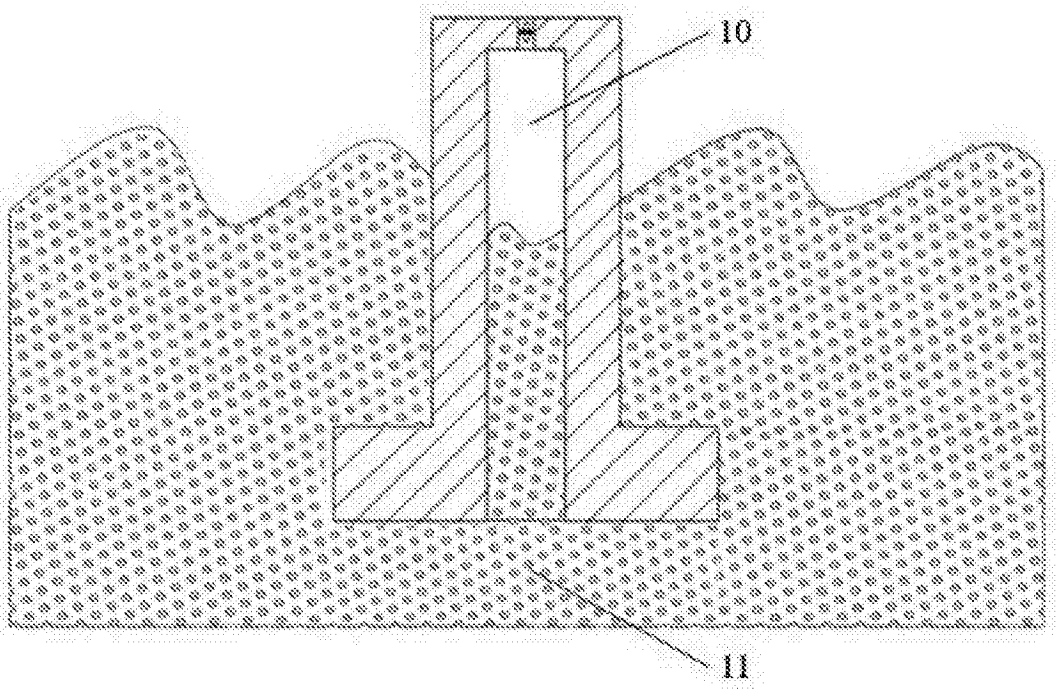


图3