



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112606961 A

(43) 申请公布日 2021.04.06

(21) 申请号 202011584231.3

H01M 8/0273 (2016.01)

(22) 申请日 2020.12.29

(71) 申请人 中国长江三峡集团有限公司  
地址 100038 北京市海淀区玉渊潭南路1号

(72) 发明人 王卫 闫俊义 林琳

(74) 专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所  
42103

代理人 成钢

(51) Int. Cl.

B63B 35/44 (2006.01)

B63B 21/50 (2006.01)

F03D 9/19 (2016.01)

F03D 13/25 (2016.01)

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 3/28 (2006.01)

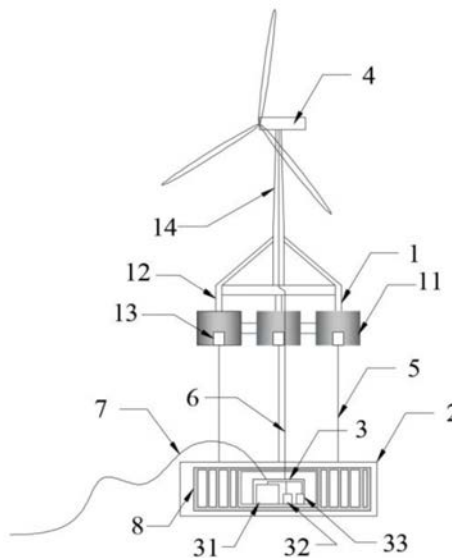
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

集成化学储能系统的海上风电浮式基础

(57) 摘要

一种集成化学储能系统的海上风电浮式基础,它包括浮式支撑平台、重力式锚固结构和化学储能系统,浮式支撑平台下部通过系泊缆线连接于重力式锚固结构,风力发电机位于浮式支撑平台上部与其连接,化学储能系统位于重力式锚固结构内部,化学储能系统与风力发电机之间由电缆连接,海缆与化学储能系统连接引出重力式锚固结构外与电网连接,化学储能系统根据风力发电机功率输出特性实时调节或周期性调节风力发电机输入至电网的电能。具有结构简单,稳定性好,适应性好,有效降低或消除现有海上风电功率波动过大对电网的冲击的特点。



1. 一种集成化学储能系统的海上风电浮式基础,其特征是:它包括浮式支撑平台(1)、重力式锚固结构(2)和化学储能系统(3);所述化学储能系统(3)位于重力式锚固结构(2)内;所述重力式锚固结构(2)位于浮式支撑平台(1)下部与其连接;

所述化学储能系统(3)包括核心储能元件(31)、电能控制系统(32)和电池管理系统(33),电能控制系统(32)、电池管理系统(33)与核心储能元件(31)连接;

所述核心储能元件(31)为电解水设备、储氢设备、储氧设备、燃料电池设备。

2. 根据权利要求1所述的集成化学储能系统的海上风电浮式基础,其特征是:所述浮式支撑平台(1)包括底座连接的浮筒(11)、支撑杆(12)、张紧调节机构(13)和支撑结构(14),风力发电机(4)与支撑结构(14)连接,所述重力式锚固结构(2)与浮式支撑平台(1)之间通过张紧调节机构(13)和系泊缆线(5)连接。

3. 根据权利要求2所述的集成化学储能系统的海上风电浮式基础,其特征是:所述重力式锚固结构(2)采用混凝土、钢筋混凝土、堆石混凝土制作而成,其内部为中空结构,所述重力式锚固结构(2)的储能空间周围环绕设置海水冷却系统(8)。

4. 根据权利要求1所述的集成化学储能系统的海上风电浮式基础,其特征是:所述化学储能系统(3)与风力发电机(4)之间由电缆(6)连接,海缆(7)与化学储能系统(3)连接引出重力式锚固结构(2)外。

5. 根据权利要求1所述的集成化学储能系统的海上风电浮式基础,其特征是:所述化学储能系统(3)根据风力发电机的实时输出功率和短时间的功率预测值调整储能、放能策略。

6. 根据权利要求1所述的集成化学储能系统的海上风电浮式基础,其特征是:所述化学储能系统(3)的工作原理为在风力发电机输出功率高时,电解水设备利用过剩的电能产生氢气和氧气,氢气储存于储氢设备,氧气储存于储氧设备,化学储能系统在风力发电机输出功率低时,燃料电池设备利用储氢设备和储氧设备中的氢气和氧气发电,补充电能。

## 集成化学储能系统的海上风电浮式基础

### 技术领域

[0001] 本发明属于海上浮式风电技术领域,涉及一种集成化学储能系统的海上风电浮式基础。

### 背景技术

[0002] 随着国家推进碳中和,海上风电等清洁能源将成为国家能源系统的重要部分。然而,风力发电机输出功率与风速密切相关,受到海上风速波动的影响,风力发电机的输出功率并不稳定,具有间歇性和随机性等特点。当前国内海上风电开发量相对较少,风电的波动性对电网稳定性无显著影响,但随着海上风电规模化开发,解决海上风电波动性将成为消纳海上风电的关键所在。“海上风电+储能”的开发模式越来越受到重视,即海上风电场配套一定比例的储能,以避免弃风弃电。目前,海上风电仍无法实现平价上网,若再加上储能成本,海上风电投资总成本将成为海上风电行业发展的制约因素。

[0003] 当前,海上风电储能通常建立储能电站,进行集中式储能。若储能电站建在陆地上,则会占用较大陆地面积,若建在海上,则需要建造专用的平台,其成本相对较高。随着海上风电场从近海走向深远海,海上风电场的基础形式也将以漂浮式基础为主,建造储能电站浮式平台将是一笔巨额的投资。因此,迫切需要提出一种新型、高效、低成本的化学储能方式,既能实现海上风力发电机输出功率的调节,又能避免建造储能电站专用平台。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种集成化学储能系统的海上风电浮式基础,该浮式基础的类型为张力腿式,浮式支撑平台下部用系泊缆线连接重力式锚固结构,风力发电机位于浮式支撑平台上部通过支撑结构与其连接,化学储能系统集成于重力式锚固结构内部,无需建造化学储能电站浮式平台,化学储能系统与风力发电机之间由电缆连接,海缆与化学储能系统连接引出重力式锚固结构外,化学储能系统根据风力发电机功率输出特性实时调节或周期性调节风力发电机输出功率,稳定性好,适应性好,有效降低或消除现有海上风电功率波动过大对电网的冲击。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:一种集成化学储能系统的海上风电浮式基础,包括浮式支撑平台、重力式锚固结构和化学储能系统;所述化学储能系统位于重力式锚固结构内;所述重力式锚固结构位于浮式支撑平台下部海床与其连接;所述化学储能系统包括核心储能元件、电能控制系统和电池管理系统,电能控制系统、电池管理系统与核心储能元件连接;所述核心储能元件为为电解水设备、储氢设备、储氧设备、燃料电池设备。

[0006] 所述浮式支撑平台通过支撑结构连接于风力发电机,以支撑风力发电机安全稳定运行,所述浮式支撑平台通过系泊缆线连接于重力式锚固结构,以限制风、浪、流荷载作用下浮式支撑平台的运动,所述化学储能系统在重力式锚固结构建造过程中放置于重力式锚固结构内部空间,所述重力式锚固结构中设有海水冷却系统,保持内部空间的温度和湿度,

以满足化学储能系统对运行环境的要求。所述浮式支撑平台、重力式锚固结构、化学储能系统、风力发电机采用整体设计和建造,在陆上完成建造和组装工序,减少海上作业工序和时间,浮式支撑平台和重力式锚固结构在湿托过程中固定为一体,可以充分利用小型船舶运输,同时重力式锚固结构在自重作用下沉落于海床,降低海上施工难度。

[0007] 根据本发明的一些实施例,所述浮式支撑平台包括底座连接的浮筒、支撑杆、张紧调节机构和支撑结构,风力发电机与支撑结构连接,所述重力式锚固结构与浮式支撑平台之间通过张紧调节机构和系泊缆线连接。

[0008] 根据本发明的一些实施例,所述重力式锚固结构采用混凝土、钢筋混凝土、堆石混凝土制作而成,其内部为中空结构,所述重力式锚固结构的储能空间周围环绕设置海水冷却系统。

[0009] 根据本发明的一些实施例,所述化学储能系统与风力发电机之间由电缆连接,海缆与化学储能系统连接引出重力式锚固结构外。使用时,风力发电机产生的电能通过电缆输送至化学储能系统储存,海缆与化学储能系统连接引入电网。

[0010] 根据本发明的一些实施例,所述化学储能系统根据风力发电机的实时输出功率和短时间的功率预测值调整储能、放能策略。

[0011] 根据本发明的一些实施例,所述化学储能系统的工作原理为在风力发电机输出功率高时,电解水设备利用过剩的电能产生氢气和氧气,氢气储存于储氢设备,氧气储存于储氧设备,化学储能系统在风力发电机输出功率低时,燃料电池设备利用储氢设备和储氧设备中的氢气和氧气发电,补充电能。

[0012] 本发明具有的优点和积极效果:

1、利用海上风电漂浮式基础下部的重力式锚固结构,将化学储能系统集成于重力式锚固结构内部空间,避免建造集中式化学储能电站专用平台带来的设计、施工和维护成本。重力式锚固结构采用混凝土、钢筋混凝土或堆石混凝土建造,有利于降低漂浮式基础成本。

[0013] 2、化学储能系统在风力发电机输出电量高于电网侧需求时,将过剩电能储存于化学储能系统,在风力发电机发电量低于电网侧需求时,化学储能系统释放电能。化学储能系统根据风力发电机输出功率,进行实时性、周期性调整储放模式,降低或消除输入到电网的海上风电功率波动,提高电网对海上风电的消纳能力。

[0014] 3、集成化学储能系统的海上风电漂浮式基础利用化学储能,实现风力发电机与电网断开情况下,风力发电机的自启动发电,还为风力发电机关键负荷提供稳定电能,保障风力发电机辅助设备在海上风电场断电期间的正常运行和维护。

[0015] 4、浮式支撑平台、重力式锚固结构和化学储能系统与风力发电机采用系统性设计、建造、组装和施工,降低海上风电投资总成本。当重力式锚固结构采用模块化设计和组装时,化学储能系统的维护更加方便。

[0016] 5、集成化学储能系统的海上风电漂浮式基础适用于水深30-350m的海域,同时浮式支撑平台上部根据设计需求,支撑多个10-20MW风力发电机。

[0017] 6、浮式支撑结构通过系泊缆线连接于重力式锚固结构,系泊系统包括张紧式或悬链线式,保证海上风电漂浮式基础适应于不同的海洋环境以及工程需求。

## 附图说明

[0018] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明：

图1为本发明的结构示意图。

[0019] 图2为本发明的重力式锚固结构和化学储能系统布置示意图。

[0020] 图3为本发明的另一种结构示意图。

[0021] 图中：浮式支撑平台1、浮筒11、支撑杆12、张紧调节机构13、支撑结构14、重力式锚固结构2，化学储能系统3，核心储能元件31，电解水设备311，储氢设备312，储氧设备313，燃料电池设备314，电能控制系统32，电池管理系统33，风力发电机4，系泊缆线5，电缆6，海缆7，海水冷却系统8。

## 具体实施方式

[0022] 如图1-图3中，一种集成化学储能系统的海上风电浮式基础，它包括浮式支撑平台1、重力式锚固结构2和化学储能系统3；浮式支撑平台1包括底座连接的浮筒11、支撑杆12、张紧调节机构13和支撑结构14；化学储能系统3包括核心储能元件31、电能控制系统32和电池管理系统33，电能控制系统32、电池管理系统33与核心储能元件31连接；重力式锚固结构2的储能空间周围环绕设置海水冷却系统8。风力发电机4与支撑结构14连接；重力式锚固结构2与浮式支撑平台1之间通过张紧调节机构13和系泊缆线5连接；化学储能系统3位于重力式锚固结构2内部空间。化学储能系统3与风力发电机4之间由电缆6连接，海缆7与化学储能系统3连接引出重力式锚固结构2外与电网连接。化学储能系统3根据风力发电机5功率输出特性实时调节或周期性调节输入至电网的功率，有效降低或消除现有海上风电功率波动过大对电网的冲击。

[0023] 值得说明的是，浮式支撑平台1主体结构包括浮筒11、支撑杆12、支撑结构14，支撑杆12连接多个浮筒，支撑结构14固定于支撑杆12上部。重力式锚固机构2采用混凝土、钢筋混凝土、堆石混凝土、钢结构制作而成，重力式锚固结构2为浮式支撑平台1提供系泊力，在极限系泊力的作用下，重力式锚固结构2不会发生移动和倾斜，以保证化学储能系统3在重力式锚固结构2内部的稳定性，重力式锚固结构2还包括与吸力筒、锚桩联合使用。海水冷却系统8利用低温海水保证重力式锚固结构2内部空间的温度。核心储能元件31包括电解水设备311、储氢设备312、储氧设备313、燃料电池设备314。电能控制系统32通过电池管理系统33调整核心储能元件31的储放模式，电能控制系统32对风力发电机输出功率进行预测。

[0024] 优选的方案中，所述浮式支撑平台1还包括与底座连接的张紧调节机构14，张紧调节机构14与系泊缆线5连接。使用时，在海洋海况发生变化时，通过张紧调节机构14调节系泊缆线5与重力式锚固结构2之间的张紧度，提高浮式支撑平台1的稳定性，使其适应不同海况下的海洋环境。

[0025] 优选地，张紧调节机构14为轮式张紧或链式张紧机构。

[0026] 优选的方案中，所述重力式锚固结构2为预制块体，其中心设置储能空间，化学储能系统3位于储能空间内。使用时，化学储能系统3位于重力式锚固结构2的储能空间内部，节省空间，避免其受到海洋环境的侵蚀，提高使用寿命。

[0027] 优选地，重力式锚固结构2采用混凝土材料或钢材预制模块结构，便于批量建造和组装，节省成本。

[0028] 优选地,重力式锚固结构2还与吸力筒或锚桩联合使用,提供浮式支撑平台1的系泊力,用于定点固定于某一海域,进一步提高浮式支撑平台1的稳定性,保障重力式锚固结构2内的化学储能系统3稳定运行。

[0029] 优选的方案中,所述重力式锚固结构2的储能空间周围设置海水冷却系统8。结构简单,设置于储能空间周围的海水冷却系统8用于吸收化学储能系统3散发的部分热量并将其传递至海水中,使化学储能系统3在设定环境温度下工作,提高其运行时的稳定性。

[0030] 优选的方案中,所述化学储能系统3包括核心储能元件31、电能控制系统32和电池管理系统33,电能控制系统32和电池管理系统33与核心储能元件31、电缆6、海缆7连接。使用时,通过电能控制系统32控制核心储能元件31的充电和放电,并及时对风力发电机4输出功率进行预测,电池管理系统33用于管理核心储能元件31。风力发电机4和化学储能系统3的运行状态通过海缆7实时传递至集控中心,集控中心通过海缆7中的光纤,调控风力发电机4和化学储能系统3的运行模式。

[0031] 优选地,化学储能系统3根据风力发电机4的实时功率和短时功率预测值调整储能、放能策略。

[0032] 优选地,当风力发电机4发电量高于电网侧需求时,风力发电机4输出功率较高,电解水设备311利用过剩的电能产生氢气和氧气,氢气储存于储氢设备312,氧气储存于储氧设备313,当风力发电机4发电量低于电网侧需求时,风力发电机4的输出功率较小,燃料电池设备314利用储氢设备213和储氧设备313中的氢气和氧气发电,补充电能,即根据浮式支撑平台1上部风力发电机的功率输出特性,实现风力发电机输出功率的实时性、周期性调节,保证输入至电网的电能具有较小的波动性,提升电能质量,提高电网对海上风电的消纳能力。

[0033] 优选地,化学储能系统3采用模块化设计和建造,提高通用性和降低成本。

[0034] 优选的方案中,所述风力发电机4的数量为一个或多个。使用时,根据不同海况,单个浮式支撑平台1上安装一个或多个风力发电机4,提高风能的利用率。

[0035] 优选地,风力发电机5为一个时,支撑结构14采用单柱结构。

[0036] 优选地,风力发电机5为二个时,支撑结构14采用“V”型结构。

[0037] 如上所述的集成化学储能系统的海上风电浮式基础,安装使用时,在浮式支撑平台1下部用系泊缆线5连接重力式锚固结构2,风力发电机4位于浮式支撑平台1上部与其连接,化学储能系统3位于重力式锚固结构2内部,化学储能系统3与风力发电机4之间由电缆6连接,海缆7与化学储能系统3连接引出重力式锚固结构2外与电网连接,化学储能系统3根据风力发电机功率输出特性实时调节或周期性调节风力发电机4输出功率,稳定性好,适应性好,有效降低或消除现有海上风电功率波动过大对电网的冲击。

[0038] 使用时,风力发电机4产生的电能通过电缆6输送至化学储能系统3,化学储能系统3根据风力发电机4的输出功率启动充电、放电、不充不放策略,将电能通过海缆8传输至电网,并将风力发电机4运行状态数据和化学储能系统3运行状态数据海缆8传输至海上风电场集控中心。

[0039] 使用时,当风力发电机4发电量高于电网侧需求时,风力发电机4的输出功率较大,化学储能系统3将部分电能储存起来,当风力发电机4发电量低于电网侧需求时,风力发电机4的输出功率较小,化学储能系统3将部分电能释放出来。

[0040] 使用时,浮式支撑平台1支撑风力发电机4,与底座连接的浮筒11浮于海水中承载上部设备和自身的重量以及外部风浪流荷载,保证其稳性。

[0041] 使用时,在海洋海况发生变化时,还可通过张紧调节机构调节系泊缆线5与重力式锚固结构2之间的张紧度,提高浮式支撑平台1的稳性,使其适应不同海况下的海洋环境。

[0042] 使用时,化学储能系统3位于重力式锚固结构2的储能空间内部,充分利用重力式锚固结构2的结构特点,节省空间,避免其受到海洋环境的侵蚀,提高使用寿命。

[0043] 使用时,设置于储能空间周围的海水冷却系统8用于吸收化学储能系统3运行时散发的部分热量并将其传递至海水中,使化学储能系统3在设定环境温度下工作,提高其运行时的稳定性。

[0044] 使用时,通过电能控制系统32控制核心储能元件31的充电和放电,并及时对风力发电机4输出功率进行预测,电池管理系统33用于管理核心储能元件31。

[0045] 使用时,根据不同海况,单个浮式支撑平台1上安装一个或多个风力发电机4,提高风能的利用率。

[0046] 上述的实施例仅为本发明的优选技术方案,而不应视为对于本发明的限制,本申请中的实施例及实施例中的特征在不冲突的情况下,可以相互任意组合。本发明的保护范围应以权利要求记载的技术方案,包括权利要求记载的技术方案中技术特征的等同替换方案为保护范围。即在此范围内的等同替换改进,也在本发明的保护范围之内。

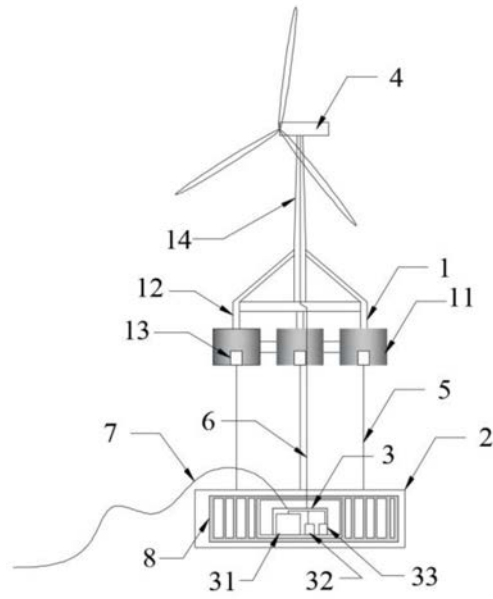


图 1

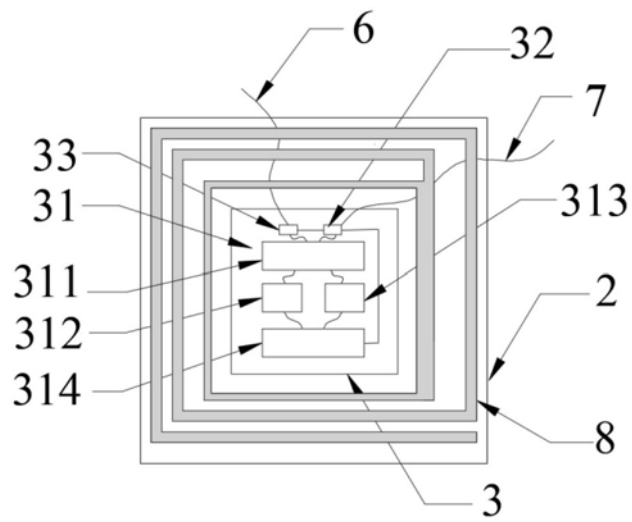


图 2



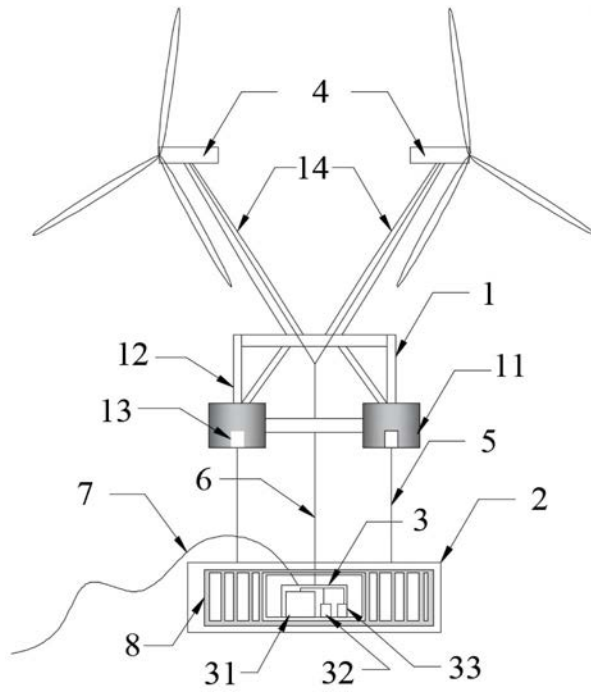


图 3