



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114421716 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 29

(21) 申请号 202111593151.9

(22) 申请日 2021.12.23

(71) 申请人 山东中车风电有限公司

地址 250000 山东省济南市高新区世纪大道3666号

(72) 发明人 赵磊 荆中金 狄振峰 苗云涛
吴永鹏

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 祖之强

(51) Int. Cl.

H02K 9/197 (2006.01)

H02K 9/20 (2006.01)

H02K 9/22 (2006.01)

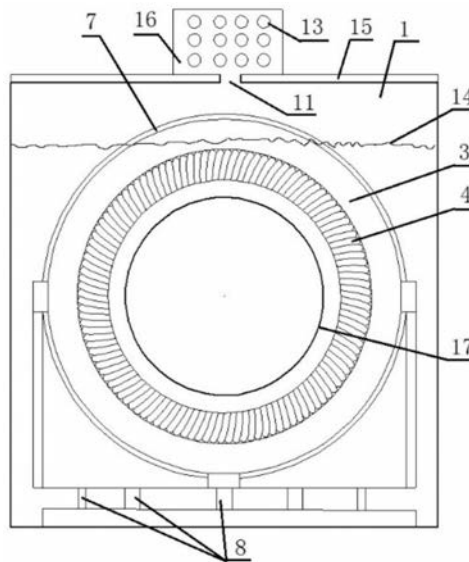
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种海上风电用永磁发电机及其工作方法

(57) 摘要

本发明提出了一种海上风电用永磁发电机及其工作方法,至少包括定子、转子,设置冷却腔体;所述转子位于所述冷却腔体外部,所述定子位于所述冷却腔体内部;所述冷却腔体内部填充有冷却介质;本发明中将定子整个浸泡在冷却介质里,实现了海上机组的免维护或减少维护次数的运行;适用于海上风力发电机的冷却。



1. 一种海上风电用永磁发电机,至少包括定子、转子,其特征在于,设置冷却腔体;
所述转子位于所述冷却腔体外部,所述定子位于所述冷却腔体内部;所述冷却腔体内部填充有冷却介质。
2. 如权利要求1所述的一种海上风电用永磁发电机,其特征在于,所述定子包括定子铁心,所述定子铁心的一端连接有发电机机座;所述发电机机座位于所述冷却腔体内部,且浸泡于所述冷却介质内。
3. 如权利要求2所述的一种海上风电用永磁发电机,其特征在于,所述定子铁心与所述发电机机座之间弹性连接。
4. 如权利要求2所述的一种海上风电用永磁发电机,其特征在于,所述定子还包括定子线圈及其端部;所述冷却介质液面低于远离所述发电机机座一端的所述定子铁心的端面,高于远离所述发电机机座一端的定子线圈及其端部。
5. 如权利要求2所述的一种海上风电用永磁发电机,其特征在于,所述定子的壳体设置为笼式结构。
6. 如权利要求1所述的一种海上风电用永磁发电机,其特征在于,所述冷却腔体顶部为倾斜面,倾斜面两端分别开设入口和出口;所述冷却腔体顶部设置有空冷器;所述空冷器两端分别设置第一空气室和第二空气室,所述第一空气室与所述出口连通,所述第二空气室与所述入口连通。
7. 如权利要求6所述的一种海上风电用永磁发电机,其特征在于,所述第一空气室的体积大于所述第二空气室的体积,所述第一空气室的高度大于所述第二空气室的高度。
8. 如权利要求6所述的一种海上风电用永磁发电机,其特征在于,所述空冷器包括多个冷却管,所述冷却管的两端分别与所述第一空气室和所述第二空气室连通。
9. 如权利要求1所述的一种海上风电用永磁发电机,其特征在于,所述冷却介质为氟碳化合物。
10. 一种海上风电用永磁发电机工作方法,其特征在于,采用了如权利要求1-9任一项所述的海上风电用永磁发电机,包括:
冷却介质对定子线圈及其端部和定子铁心进行浸泡,进行热交换;温度上升后的冷却介质向上运行,冷却介质液面附近的液体温度升高;冷却介质液面处的液体汽化,吸收热量;汽化的气体通过出口进入第一空气室,并由第一空气室进入冷却器,在冷却器内冷却介质由气体液化成液体,液化的冷却介质流入第二空气室,并依次从第二空气室和入口流入冷却腔体。

一种海上风电用永磁发电机及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明属于发电机定子冷却技术领域,尤其涉及了一种海上风电用永磁发电机及其工作方法。

背景技术

[0002] 风力发电机是将风能转换为机械功,机械功带动转子旋转,最终输出交流电的电力设备;风力发电机一般有风轮、发电机(包括装置)、调向器(尾翼)、塔架、限速安全机构和储能装置等构件组成;目前风力发电机普遍采用水套冷却、空空冷却以及空气直接冷却。

[0003] 发明人发现,现有的风力发电机冷却方式存在以下缺点:

[0004] 1.水套冷却、空空冷却和空气直接冷却均在陆地上大规模使用,陆地上发电机的维护相对方便,但对于海上风力发电来说,维护和维修存在很大的困难;

[0005] 2.水套冷却、空空冷却和空气直接冷却方式均需要额外的动力源,如强制冷却用电动机,这不但增加了维护难点,增加电动设备,降低了风力发电的效率。

发明内容

[0006] 本发明为了解决上述问题,提出了一种海上风电用永磁发电机及其工作方法,本发明面对海上风力发电的更高的技术要求,为了尽量减少的故障频次以及尽量少的维护量,设计了一种更简单、更安全以及效率更高的发电机定子冷却装置;本发明中以低沸点、高绝缘、不燃烧、无毒以及化学性质稳定的氟碳化合物(R113等制冷剂)作为冷却介质,通过良好的机械结构设计,将定子整个浸泡在冷却介质里,并实现冷却的系统的自循环,实现了海上机组的免维护或减少维护次数的运行。

[0007] 为了实现上述目的,第一方面,本发明提供了一种海上风电用永磁发电机,采用如下技术方案:

[0008] 一种海上风电用永磁发电机,至少包括定子、转子,设置冷却腔体;

[0009] 所述转子位于所述冷却腔体外部,所述定子位于所述冷却腔体内部;所述冷却腔体内部填充有冷却介质。

[0010] 进一步的,所述定子包括定子铁心,所述定子铁芯的一端连接有发电机机座;所述发电机机座位于所述冷却腔体内部,且浸泡于所述冷却介质内。

[0011] 进一步的,所述定子铁芯与所述发电机机座之间弹性连接。

[0012] 进一步的,所述定子还包括定子线圈及其端部;所述冷却介质液面低于远离所述发电机机座一端的所述定子铁心的端面,高于远离所述发电机机座一端的定子线圈及其端部。

[0013] 进一步的,所述定子的壳体设置为笼式结构。

[0014] 进一步的,所述冷却腔体顶部为倾斜面,倾斜面两端分别开设入口和出口;所述冷却腔体顶部设置有空冷器;所述空冷器两端分别设置第一空气室和第二空气室,所述第一空气室与所述出口连通,所述第二空气室与所述入口连通。

[0015] 进一步的,所述第一空气室的体积大于所述第二空气室的体积,所述第一空气室的高度大于所述第二空气室的高度。

[0016] 进一步的,所述空冷器包括多个冷却管,所述冷却管的两端分别与所述第一空气室和所述第二空气室连通。

[0017] 进一步的,所述冷却介质为氟碳化合物。

[0018] 为了实现上述目的,第二方面,本发明还提供了一种海上风电用永磁发电机方法,采用如下技术方案:

[0019] 一种海上风电用永磁发电机工作方法,采用了如第一方面中所述的海上风电用永磁发电机,包括:

[0020] 冷却介质对定子线圈及其端部和定子铁心进行浸泡,进行热交换;温度上升后的冷却介质向上运行,冷却介质液面附近的液体温度升高;冷却介质液面处的液体汽化,吸收热量;汽化的气体通过出口进入第一空气室,并由第一空气室进入冷却器,在冷却器内冷却介质由气体液化成液体,液化的冷却介质流入第二空气室,并依次从第二空气室和入口流入冷却腔体。

[0021] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0022] 1.本发明中将定子整个浸泡在冷却介质里,实现了海上机组的免维护或减少维护次数的运行;适用于海上风力发电机的冷却;

[0023] 2.本发明中定子笼式结构,没有定子机壳,不但降低了发电机定子的重量,也保证了定子铁心和线圈与冷却介质之间更好地热交换;

[0024] 3.本发明中整个定子和机座放置于冷却介质和玻璃钢腔体内,而且定子笼与机座的弹性安装结构,能够避免定子产生的高频振动由机组传到给玻璃钢腔体,造成玻璃钢腔体的损坏;

[0025] 4.本发明中定子铁心、定子线圈及其端部浸在冷却介质里,定子铁心、定子线圈及其端部之间充满了冷却介质,保证了充分的热交换,而且由于冷却介质体的高绝缘性,也避免了电场对绝缘的电离和电腐蚀,保证了定子长久运行的可靠性;

[0026] 5.本发明中空冷器置于玻璃钢腔体的上方,借助海上风电空气温度较低且流动性良好的特殊性,实现了利用空气的自然流动对空冷器进行降温的效果;

[0027] 6.本发明中通过对腔体上部的入口、出口、空冷器大室、空冷器小室和空冷器结构的设计,可以实现冷却介质的液-气-液的自循环,不需要额外的能量,既有节能的作用,又避免强制冷却设备故障造成的停机事故以及检修需要;

[0028] 7.本发明中玻璃腔体内的冷却介质从下部到上部为低温-中温-汽化点,冷却介质处于定子线圈端部上面是保证所有线圈部分被直接冷却,冷却介质没有全部淹没铁心,是保证一部分高温铁心起到汽化冷却介质的作用,与空冷器形成液-气-液的循环,保证冷却的安全性和及时性。

附图说明

[0029] 构成本实施例的一部分的说明书附图用来提供对本实施例的进一步理解,本实施例的示意性实施例及其说明用于解释本实施例,并不构成对本实施例的不当限定。

[0030] 图1为本发明实施例1的主视结构示意图;

[0031] 图2为本发明实施例1的侧视结构示意图；

[0032] 其中,1、玻璃钢腔体,2、转子,3定子铁心,4、定子线圈及其端部,5、入口,6、空冷器小室,7、定子笼,8、弹性连接装置,9、发电机机座,10、腔体玻璃钢,11、出口,12、空冷器大室,13、空冷器,14、冷却介质液面,15、玻璃钢腔体顶,16、空冷器,17、内腔体玻璃钢,18、冷却介质。

具体实施方式：

[0033] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步说明。

[0034] 应该指出,以下详细说明都是示例性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解相同含义。

[0035] 实施例1:

[0036] 如图1所示,本实施例提供了一种海上风电用永磁发电机,至少包括定子、转子2,设置冷却腔体;

[0037] 所述转子2位于所述冷却腔体外部,所述定子位于所述冷却腔体内部;所述冷却腔体内部填充有冷却介质18;

[0038] 在本实施例中,所述冷却腔体可以设置为玻璃钢腔体;如图1和图2所示,所述玻璃钢腔体1由腔体玻璃钢10和内腔体玻璃钢17组成除出口11和入口5的密闭冷却腔体。

[0039] 在本实施例中,如图1所示,所述定子包括定子铁心3,所述定子铁心3的一端连接有发电机机座9;所述发电机机座9位于所述冷却腔体内部,且浸泡于所述冷却介质18内;所述定子铁心3与所述发电机机座9之间弹性连接,可通过弹簧或在螺栓上设置弹性片等方式实现;

[0040] 整个定子和所述发电机机座9放置于冷却介质11和玻璃钢腔体1内,而且所述定子铁心3通过定子笼(外壳)与所述发电机机座9的弹性安装结构,能够避免定子产生的高频振动由机组传到给玻璃钢腔体1,造成玻璃钢腔体的损坏。

[0041] 在本实施例中,所述定子还包括定子线圈及其端部4;所述冷却介质液面14低于远离所述发电机机座9一端的所述定子铁心3的端面,高于远离所述发电机机座9一端的定子线圈及其端部4;可以理解的,所述冷却介质液面14高于所述定子线圈端部4,低于所述定子铁心3最高处。

[0042] 在本实施例中,所述定子的壳体设置为笼式结构,笼式结构为定子笼7,所述定子笼7可以设置为由钢管焊接而成的笼子,所述定子笼7通过弹性连接装置8与所述发电机机座9焊接一起,防止高频振动对玻璃钢的疲劳损伤。

[0043] 在本实施例中,所述冷却腔体顶部为倾斜面,倾斜面两端分别开设入口5和出口11;所述冷却腔体顶部设置有空冷器13;所述空冷器13两端分别设置第一空气室(空冷器大室12)和第二空气室(空冷器小室6),所述第一空气室与所述出口11连通,所述第二空气室与所述入口5连通;所述第一空气室的体积大于所述第二空气室的体积,所述第一空气室的高度大于所述第二空气室的高度;所述空冷器13包括多个冷却管,所述冷却管的两端分别与所述第一空气室和所述第二空气室连通;

[0044] 玻璃钢腔体顶15设置一侧高一侧低的倾斜面,便于液体顺势流下;冷却管与玻璃

钢腔体顶15相同设置,为一端高一端低,冷却管外装有散热翅片;所述第一空气室和所述第二空气室作为两个冷却室,结合多个冷却管以及穿在冷却管上的翅片组成空气冷却器。

[0045] 在本实施例中,所述冷却介质为氟碳化合物,所述氟碳化合物可以选用R113等制冷剂作为冷却介质。

[0046] 本实施例的工作原理或过程为:

[0047] 定子的发热热源为所述定子线圈及其端部4和所述定子铁心3,所述冷却介质18对所述定子线圈及其端部4和所述定子铁心3进行浸泡,可以保证所述冷却介质18与所述定子线圈及其端部4和所述定子铁心3进行充分的热交换;温度上升后的冷却介质18会向上走,造成距离所述冷却介质液面14附近的液体温度更高;所述定子铁心3的温度是整个发电机定子的最高温度,所述冷却介质液面14位置为主要汽化点,带走大量能量;汽化的气体顺着玻璃钢腔体顶15往高处移动,带动气体的运动;通过玻璃钢腔体1的出口11进入空冷器大室12,并由空冷器小室空冷器大室12进入空冷器小室冷却器13的冷却管,由于冷却管外部温度较低,造成冷却介质由气体液化成液体,空冷器小室冷却器13的冷却管体积变小,加速气体由空冷器小室玻璃钢腔体1向空冷器小室空冷器大室12的流动;冷却器13的冷却管液化的冷却介质18流入空冷器小室冷却室小室6,并依次从空冷器小室冷却室小室6和空冷器小室玻璃钢腔体1的入口5流入玻璃钢腔体1,从而完成从液态到气态,再到液态的整个循环;

[0048] 气化的冷却介质18经冷却器13的冷却管时,进行热交换,冷却管周围的空气温度上升,造成空气循环,形成自然冷却,适合海上风电运行。

[0049] 实施例2:

[0050] 本实施例对实施例1中的海上风电用永磁发电机进一步说明;具体的为:

[0051] 定子铁心3和定子线圈组成一个整体,嵌入由钢管焊接构成的钢笼中7,组成发电机定子,该定子无定子机壳,不但减轻了定子重量,也有利于定子铁心和线圈的散热;整个定子铁心、定子线圈和定子笼7通过钢管构成的弹性支撑焊接与发电机机座上,可以有效降低发电机运行过程产生的高频振动传到机座上,以免对机座下的玻璃钢腔体下座造成损伤。

[0052] 整个定子铁心3、定子线圈、定子笼7和发电机机座9组成一个整体置于由玻璃钢组成的密闭结构里;该密闭结构的上部放置空气冷却器,空气冷却器由两个冷却室、多个冷却管和穿在冷却管上的翅片组成;运行时,玻璃钢组成的密闭环境注入冷却介质,液位最高位置淹没线圈端部位置;电机运行时,铁心和线圈散发的热量对冷却介质进行加热,未浸泡铁心附近的冷却介质液体加速汽化,汽化的气体进入冷却器大室12;冷却器13的冷却管因吸收汽化的气体的温度,造成冷却管温度上升,冷却管外部空气上升,加速冷却管周围空气的流动,加速冷却管的冷却;冷却管内部因温度下降,冷却介质由气体变相为液体,液体从冷却管流入冷却器小室6;冷却管内气压下降,造成冷却器大室不断的补充气体,形成自循环。

[0053] 所述定子外无定子机壳,所述玻璃钢腔体1内冷却介质自由流动和热交换,且冷却介质液体充满铁心与线圈周围的空气隙,可以充分的热交换。

[0054] 所述液面位于定子端部线圈之上,但没有淹没所有铁心;液面位置与温度较高的铁心接触,该位置是冷却介质由液体变气体的主气化位置,液面往下温度越来越低。

[0055] 所述玻璃钢腔体1的顶部为斜面装置,有助于高温气体上流,进入冷却器大室12,有助于冷却器内部气体液化后,顺着斜度下流,并流至空冷器小室6,流入液面上层,温度较

低的液体与温度较高的液体混合后,有利于液体内部的混合。

[0056] 所述玻璃钢腔体1处于转子外面,不对发电机转子进行冷却。

[0057] 所述发电机定子与发电机机座9采用弹性支撑结构,降低铁心振动对玻璃钢产生的振动损害。

[0058] 所述发电机的硅钢片叠压在由钢管组成的定子笼内,定子线圈嵌入在定子铁心内,定子笼外无封闭机壳。

[0059] 所述空冷器13分为空冷器大室12、空冷器小室6、空冷器管和空冷器翅片,空冷器13设置为空冷器大室位置高12、空冷器小室6位置低,呈一端高一端低状态,以有助于液化液体的回流;冷却管对周围空气的加热,使空气温度上升流动,有助于空冷器管自身的冷却,形成自冷却。

[0060] 所述发电机的内部冷却自循环,冷却介质汽化后进入空冷器大室12,气体在冷却管内冷却后液化,导致空冷器大室12吸引更多的气体被吸入空冷器大室12,冷却管内的液体顺管流下和冷却管内气体的液化均导致管内的气压下降,造成气体进入空冷器大室12,气体在冷却管内液化,流入空冷器小室6,液体流入玻璃钢腔体1内,形成整个冷却循环。

[0061] 实施例1:

[0062] 本实施例提供了一种海上风电用永磁发电机工作方法,采用了如第一方面中所述的海上风电用永磁发电机,包括:

[0063] 冷却介质对定子线圈及其端部和定子铁心进行浸泡,进行热交换;温度上升后的冷却介质向上运行,冷却介质液面附近的液体温度升高;冷却介质液面处的液体汽化,吸收热量;汽化的气体通过出口进入第一空气室,并由第一空气室进入冷却器,在冷却器内冷却介质由气体液化成液体,液化的冷却介质流入第二空气室,并依次从第二空气室和入口流入冷却腔体。

[0064] 以上所述仅为本实施例的优选实施例而已,并不用于限制本实施例,对于本领域的技术人员来说,本实施例可以有各种更改和变化。凡在本实施例的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实施例的保护范围之内。

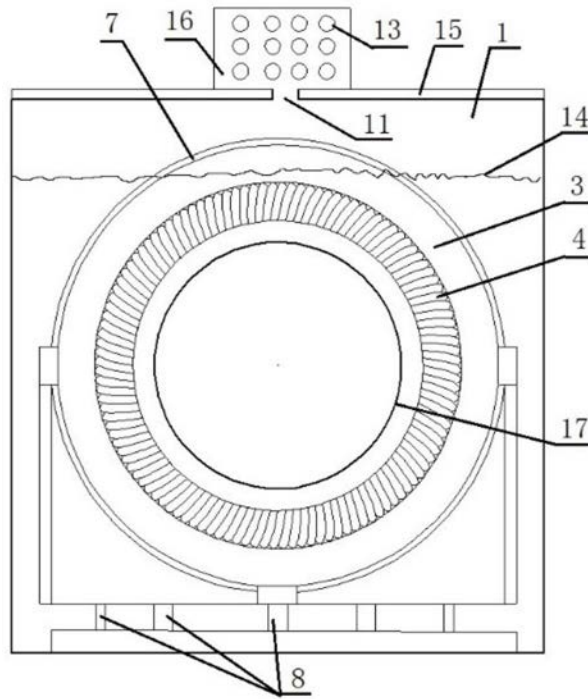


图1

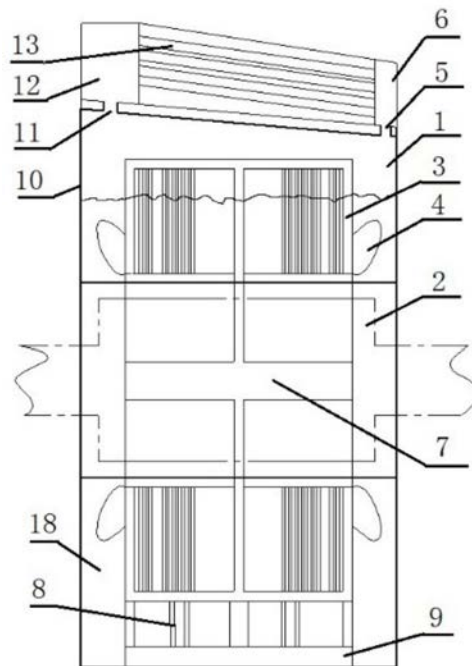


图2