



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107542629 A

(43)申请公布日 2018.01.05

(21)申请号 201610479597.1

(22)申请日 2016.06.27

(71)申请人 云南科威液态金属谷研发有限公司

地址 655400 云南省曲靖市宣威市虹桥街  
道虹桥轻工业园食景路

(72)发明人 丁玉杰 刘静

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限  
公司 11002

代理人 汤财宝

(51) Int. Cl.

F03D 80/60(2016.01)

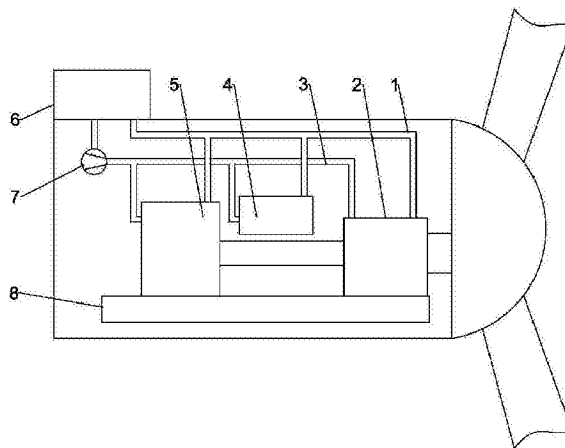
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## (54)发明名称

一种用于风力发电机组的冷却装置及风力  
发电机组

## (57)摘要

本发明涉及风力发电机冷却设备技术领域，尤其涉及一种用于风力发电机组的冷却装置及风力发电机组。本发明提供了一种用于风力发电机组的冷却装置，其包括外部散热器、驱动机构及至少一个换热元件，换热元件与外部散热器之间通过管路连通形成冷却回路，冷却回路内设有液态金属，驱动机构驱动液态金属在冷却回路内循环运动。本申请首次引入液态金属作为风力发电机组的冷却介质，因液态金属兼具有金属介质的高热导率与流体的流动性，具有高效的热量运输及极限散热能力，提高了冷却效率；同时，液态金属物理化学性质稳定，易于回收，可保证冷却装置安全高效运行。此外，本申请提供的冷却装置，结构简单，制造成本低，实用性强。



1. 一种用于风力发电机组的冷却装置,其特征在于:包括外部散热器、驱动机构及至少一个换热元件,所述换热元件与所述外部散热器之间通过管路连通形成冷却回路,所述冷却回路内设有液态金属,所述驱动机构驱动所述液态金属在所述冷却回路内循环运动。

2. 根据权利要求1所述的用于风力发电机组的冷却装置,其特征在于:所述多个换热元件并联设置在所述冷却回路上。

3. 根据权利要求1所述的用于风力发电机组的冷却装置,其特征在于:所述管路包括输送管及回收管,所述输出管设于所述外部散热器的输出端与所述换热元件的输入端之间;所述回收管设于所述换热元件的输出端与所述外部散热器的输入端之间。

4. 根据权利要求3所述的用于风力发电机组的冷却装置,其特征在于:所述输送管采用镍或不锈钢或环氧树脂或二氧化硅或聚四氟乙烯制成;所述回收管采用镍或不锈钢或环氧树脂或二氧化硅或聚四氟乙烯制成。

5. 根据权利要求3所述的用于风力发电机组的冷却装置,其特征在于:所述输送管的截面形状为圆形或椭圆形或矩形或三角形;所述回收管的截面形状为圆形或椭圆形或矩形或三角形。

6. 根据权利要求1所述的用于风力发电机组的冷却装置,其特征在于:所述驱动机构为电磁泵。

7. 根据权利要求1所述的用于风力发电机组的冷却装置,其特征在于:所述液态金属为镓或镓铟合金或镓铟锡合金或铋铟锡合金或水银。

8. 根据权利要求1所述的用于风力发电机组的冷却装置,其特征在于:所述冷却回路内还设有加热丝,且所述加热丝随所述液态金属在所述冷却回路内循环运动。

9. 一种风力发电机组,其特征在于:包括发电机、控制变频器及如权利要求1至8任意一项所述的用于风力发电机组的冷却装置,所述发电机与所述控制变频器的外表面均设有所述换热元件,所述发电机与所述控制变频器均通过所述换热元件实现冷却。

10. 根据权利要求9所述的风力发电机组,其特征在于:还包括设置在所述冷却回路上的齿轮箱。

## 一种用于风力发电机组的冷却装置及风力发电机组

### 技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电机冷却设备技术领域,尤其涉及一种用于风力发电机组的冷却装置及风力发电机组,具体涉及一种冷却效率高、运行稳定可靠且易于回收的用于风力发电机组的冷却装置及风力发电机组。

### 背景技术

[0002] 风力发电机的主要发热部件是齿轮箱、发电机与控制变频器。在风机运行过程中出现的故障大多是由于热量积聚导致的齿轮箱油温过高、油泵过载、发电机绕组温升过高等。因此,为了确保发电机组长期稳高效定运行,需要对以上部件进行有效冷却。早期的风力发电机功率较低,因而发热量不大,利用自然对流与强制风冷即可满足冷却要求。随着风力发电机单机容量从kW级向MW级发展,特别随着近海风力发电的大力发展,风电的单机容量将进一步加大,有望达到20MW以上,其散热量急剧增加,容量1.65MW机组的发热量即可达到123kW。

[0003] 目前风力发电机组上广泛使用的液冷系统包括油冷与水冷系统两部分。在油冷系统中,润滑油对齿轮箱进行润滑的同时进行强制冷却,高温的润滑油经过冷却后再回到齿轮箱进行润滑。但是,在齿轮箱运转中,润滑油温度上升过高会引起其性能变化,粘度降低、老化变质加快,换油周期变短,由此造成的停机损失和修理费用都十分庞大。

[0004] 此外,控制器和发电机共用一个水冷系统,采用并联流程。通常采用的冷却工质为水和乙二醇水溶液,并利用水泵驱动进行循环冷却。尽管采用水及水溶液作为冷却工质的液冷系统,能够满足目前风力发电机组的冷却需求,在向更高热流密度迈进时仍面临诸多困难。主要原因在于:一方面,水及水溶液的热导率低,虽然可以通过增大流速或添加纳米颗粒等方法在一定程度上强化换热,但对驱动泵的要求较高,同时加大了运行成本;另一方面水及水溶液的沸点较低,在风机长时间运行的高热流环境下,容易发生沸腾相变,带来严重的系统稳定性问题。

### 发明内容

[0005] (一)要解决的技术问题

[0006] 本发明的目的是:提供一种冷却效率高、运行稳定可靠且易于回收的用于风力发电机组的冷却装置及风力发电机组,以解决现有的冷却方式存在运行成本高、稳定性差且不能满足高发热量风力发电机的冷却需求的问题。

[0007] (二)技术方案

[0008] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种用于风力发电机组的冷却装置,其包括外部散热器、驱动机构及至少一个换热元件,所述换热元件与所述外部散热器之间通过管路连通形成冷却回路,所述冷却回路内设有液态金属,所述驱动机构驱动所述液态金属在所述冷却回路内循环运动。

[0009] 其中,所述多个换热元件并联设置在所述冷却回路上。

[0010] 其中,所述管路包括输送管及回收管,所述输出管设于所述外部散热器的输出端与所述换热元件的输入端之间;所述回收管设于所述换热元件的输出端与所述外部散热器的输入端之间。

[0011] 其中,所述输送管采用镍或不锈钢或环氧树脂或二氧化硅或聚四氟乙烯制成;所述回收管采用镍或不锈钢或环氧树脂或二氧化硅或聚四氟乙烯制成。

[0012] 其中,所述输送管的截面形状为圆形或椭圆形或矩形或三角形;所述回收管的截面形状为圆形或椭圆形或矩形或三角形。

[0013] 其中,所述驱动机构为电磁泵。

[0014] 其中,所述液态金属为镓或镓铟合金或镓铟锡合金或铋铟锡合金或水银。

[0015] 其中,所述冷却回路内还设有加热丝,且所述加热丝随所述液态金属在所述冷却回路内循环运动。

[0016] 本发明还提供了一种风力发电机组,其包括发电机、控制变频器及上述用于风力发电机组的冷却装置,所述发电机与所述控制变频器的外表面均设有所述换热元件,所述发电机与所述控制变频器均通过所述换热元件实现冷却。

[0017] 其中,该风力发电机组还包括设置在所述冷却回路上的齿轮箱。

[0018] (三)有益效果

[0019] 本发明的上述技术方案具有如下优点:本发明提供了一种用于风力发电机组的冷却装置,其包括外部散热器、驱动机构及至少一个换热元件,换热元件与外部散热器之间通过管路连通形成冷却回路,冷却回路内设有液态金属,驱动机构驱动液态金属在冷却回路内循环运动。本申请首次引入液态金属作为风力发电机组的冷却介质,因液态金属兼具有金属介质的高热导率与流体的流动性,调节能力强且稳定性好,因而可以实现比水即水溶液更加高效的热量运输及极限散热能力,有效提高了冷却效率;同时,液态金属不易蒸发,不易泄漏,物理化学性质稳定,易于回收,可保证冷却装置安全高效运行。此外,本申请提供的冷却装置,结构简单,制造成本低,冷却效果好,实用性强,利于进行标准化生产及推广。

## 附图说明

[0020] 图1是本发明一种利用液态金属冷却的风力发电机实施例的风力发电机的具体结构示意图。

[0021] 图中:1:回收管;2:齿轮箱;3:输送管;4:控制变频器;5:发电机;6:外部散热器;7:电磁泵;8:台架。

## 具体实施方式

[0022] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0023] 如图1所示,本发明实施例提供了一种用于风力发电机组的冷却装置,其包括外部散热器6、驱动机构及至少一个换热元件,换热元件与外部散热器6之间通过管路连通形成冷却回路,在冷却回路内设有液态金属,驱动机构驱动液态金属在冷却回路内循环运动。优

选地,在本实施例中,外部散热器6采用铜或铝制成,铜或铝的导热性好且价格低廉,散热效果好,也有利于降低制造成本;为进一步地提高散热效果及散热效率,外部散热器6可以为板翅式换热器或管壳式换热器。本申请首次引入液态金属作为风力发电机组的冷却介质,因液态金属兼具有金属介质的高热导率与流体的流动性,调节能力强且稳定性好,因而可以实现比水即水溶液更加高效的热量运输及极限散热能力,有效提高了冷却效率;同时,液态金属不易蒸发,不易泄漏,物理化学性质稳定,易于回收,可保证冷却装置安全高效运行。此外,本申请提供的冷却装置,结构简单,制造成本低,冷却效果好,实用性强,利于进行标准化生产及推广。

[0024] 具体地,当换热元件的数量为多个时,多个换热元件并联设置在冷却回路上。如此,每个换热元件均通过管路与外部散热器6连通,并构成一个冷却回路分支,采用并联的设置方式,有利于对每个换热元件都起到有效的冷却效果。当然,多个换热元件也可以串联设置在冷却回路上,但冷却效果不如并联设置的方式起到的冷却效果理想。

[0025] 具体地,管路包括输送管3及回收管1,输出管设于外部散热器6的输出端与换热元件的输入端之间;回收管1设于换热元件的输出端与外部散热器6的输入端之间。在本实施例中,输送管3用于将经外部散热器6冷却后的液态金属输送至靠近换热元件处,以带走风力发电机组中发热部件产生的热量,随后通过回收管1回流至外部散热器6中。因外部散热器6设于风力发电机组的外部,将液态金属冷却至常温,且冷却后的液态金属在驱动机构的作用下进行下一轮的循环冷却。

[0026] 优选地,输送管3采用镍或不锈钢或环氧树脂或二氧化硅或聚四氟乙烯制成;回收管1采用镍或不锈钢或环氧树脂或二氧化硅或聚四氟乙烯制成。液态金属在吸收换热元件的热量后,温度会急剧上升,故而输送管3及回收管1均采用耐热性较好的材质制成。除了采用上述材质,输送管3及回收管1还可采用内表面进行镀层处理或氧化处理的铜或铝制成或其它耐热性好的塑料制成。

[0027] 具体地,输送管3的截面形状为圆形或椭圆形或矩形或三角形;回收管1的截面形状为圆形或椭圆形或矩形或三角形。其中,截面形状指的是沿着管径方向的切面得到的剖面形状,除了上述的形状,输送管3及回收管1的截面形状还可为五边形或六边形或其它多边形。

[0028] 优选地,驱动机构为电磁泵7。利用无任何运动部件的电磁泵7对液态金属进行驱动,结构可以设计得很紧凑,运行稳定无振动;同时,液态金属具有高导电性,驱动效率高,能耗低。在本实施例中,电磁泵7设于输送管3上,且设于靠近外部散热器6的位置处。

[0029] 优选地,液态金属为镓或镓铟合金或镓铟锡合金或铋铟锡合金或水银,在电场的作用下会有规律的变形和运动,采用上述金属材料,既能改变形状且能自我修复,物理化学性质稳定,易于回收,也有利于维护整个冷却系统能稳定、有效地运行。除了上述金属类型外,液态金属还可为其它低熔点金属。

[0030] 进一步地,在本实施例中,冷却回路内还设有加热丝,且加热丝随液态金属在冷却回路内循环运动。其中,加热丝的材质及数量均根据具体的实施条件来确定。当室外温度低于液态金属的熔点值,液态金属处于固定状态,进而会影响冷却装置的正常使用;通过设有加热丝,能有效解决上述问题,进而保证本申请中的冷却装置的使用范围。

[0031] 本发明还提供了一种风力发电机组,其包括发电机5、控制变频器4及上述用于风

力发电机组的冷却装置,发电机5与控制变频器4的外表面均设有换热元件,发电机5与控制变频器4均通过换热元件实现冷却;该风力发电机组还包括设置在冷却回路上的齿轮箱2。特别的,本实施例中的风力发电机组包括机舱,机舱内设有台架8。其中,齿轮箱2及发电机5均固定于台架8上。在本实施例中,发电机5、控制变频器4及齿轮箱2均并联设置在冷却回路上。除了并联设置方式外,也可采用串联的设置方式,但串联设置的冷却效果不如并联设置起到的冷却效果理想。

[0032] 具体地,发电机5、控制变频器4及齿轮箱2均为风力发电机组的主要发热部件,为保证风力发电机组的正常运行,需对发电机5、控制变频器4及齿轮箱2进行稳定、有效的降温处理。采用本申请提供的冷却装置,液态金属在电磁泵7的驱动下,由输送管3输送至分别设于发电机5与控制变频器4的外表面的换热元件进行换热,以实现发电机5与控制变频器4的冷却效果;温度升高后的液态金属由回收管1回流至外部散热器6进行冷却。外部散热器6安装在电机外部,将液态金属冷却至常温,冷却后的液态金属在电磁泵7的驱动下进行下一轮循环冷却。在本实施例中,输送管7穿过齿轮箱2的内部,由此,本申请中的液态金属除了对齿轮箱2起到了冷却效果,同时还可作为齿轮箱2的润滑剂,并在润滑的同时快速带走热量,性质稳定,耐受温度高。

[0033] 特别的,本申请中的冷却装置不仅可用于冷却风力发电机组的发热部件,也可用于冷却其它装置的发热部件。

[0034] 综上所述,本发明提供了一种用于风力发电机组的冷却装置,其包括外部散热器、驱动机构及至少一个换热元件,换热元件与外部散热器之间通过管路连通形成冷却回路,冷却回路内设有液态金属,驱动机构驱动液态金属在冷却回路内循环运动。本申请首次引入液态金属作为风力发电机组的冷却介质,因液态金属兼具有金属介质的高热导率与流体的流动性,调节能力强且稳定性好,因而可以实现比水即水溶液更加高效的热量运输及极限散热能力,有效提高了冷却效率;同时,液态金属不易蒸发,不易泄漏,物理化学性质稳定,易于回收,可保证冷却装置安全高效运行。此外,本申请提供的冷却装置,结构简单,制造成本低,冷却效果好,实用性强,利于进行标准化生产及推广。

[0035] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

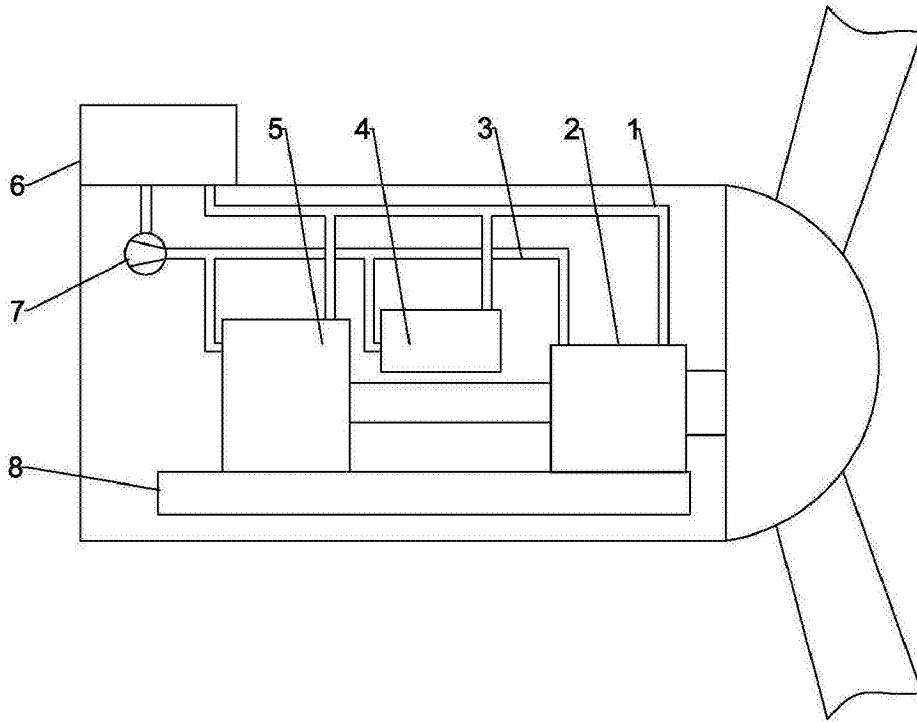


图1