(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2018 年 2 月 8 日 (08.02.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/024039 A1

(51) 国际专利分类号:
F03D 80/60 (2016.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/088234

(22) 国际申请日: 2017 年 6 月 14 日 (14.06.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610641196.1 2016年8月5日 (05.08.2016) CN

(71) 申请人: 江 苏 金 风 科 技 有 限 公 司 (JIANGSU GOLDWIND SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中 国 江 苏 省 盐 城 市 大 丰 区 经 济 开 发 区 金 海 路 99 号, Jiangsu 224100 (CN)。

(72) 发明人: 吴立洲 (WU, Lizhou); 中国北京市大兴区北京经济技术开发区博兴一路8号, Beijing 100176 (CN)。 潘大志 (PAN, Dazhi); 中国北京市大兴区北京经济技术开发区博兴一路8号, Beijing 100176 (CN)。 许名扬 (XU, Mingyang); 中国北京市大兴区北京经济技术开发区博兴一路8号, Beijing 100176 (CN)。 李晔 (LI, Ye); 中国江苏省盐城市大丰区经济开发区金海路99号, Jiangsu 224100 (CN)。

(74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司 (UNITALEN ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市朝阳区建国门外大街22号赛特广场7层, Beijing 100004 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

(54) **Title:** TOWER BOTTOM COOLING DEVICE FOR WIND POWER GENERATOR UNIT, AND CONTROL METHOD

(54) **发明名称**: 风力发电机组塔底冷却装置及控制方法

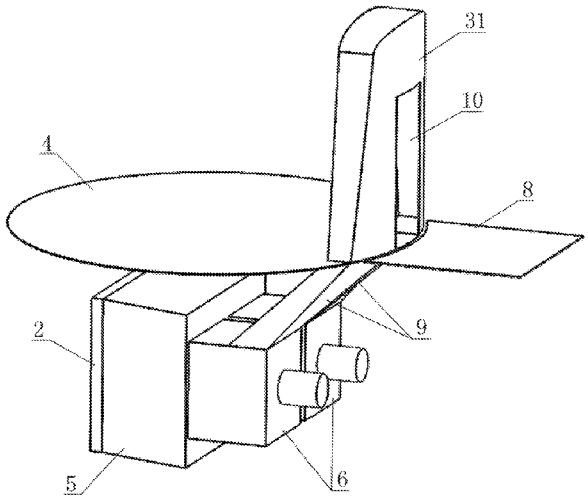

图 2

(57) **Abstract:** A tower bottom cooling device for a wind power generator unit, and a control method. The tower bottom cooling device comprises a tower frame (1) and a radiator (2). A main air duct is disposed in the tower frame (1), and the radiator (2) is disposed in the main air duct. A first fan (6) is disposed in the main air duct. Air in the main air duct is driven by means of the first fan (6) to flow to cool the radiator (2). The main air duct and the outer environment of the tower frame (1) form an open cycle. In the tower bottom cooling device, the radiator is disposed in the tower frame, and accordingly the integrity of a heat dissipation system can be improved; and for

WO 2018/024039 A1

[见续页]

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

an offshore unit, the construction cost of a platform outside a foundation can be reduced, and the time needed for offshore hoisting can be shortened. In addition, the number of holes that need to be formed to allow water inlet pipes, water outlet pipes and cables on the tower frame to penetrate out and the follow-up sealing problems can be reduced.

(57) 摘要：风力发电机组塔底冷却装置及控制方法，包括塔架(1)和散热器(2)，所述塔架(1)内部设有主风道，所述散热器(2)内置于所述主风道中；所述主风道中设有第一风机(6)，并通过所述第一风机(6)驱动所述主风道中的空气流动冷却所述散热器(2)；所述主风道与所述塔架(1)外环境组成开式循环。该塔底冷却装置将散热器内置于塔架内，可以提高散热系统集成度，对于海上机组，可降低基础外平台建造成本及海上吊装所需时间，同时减少塔架上用于进出水管及电缆的穿出而所需的开孔数量以及随之而来的密封问题。

风力发电机组塔底冷却装置及控制方法

本申请要求 2016 年 08 月 05 日提交中国专利局、申请号为201610641196.1、发明名称为“风力发电机组塔底冷却装置及控制方法”的发明专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及风电技术领域，特别涉及风力发电机组塔架底部的冷却装置及控制方法。

背景技术

随着陆上风资源开发日趋饱和，风电开发逐渐转到海上。但是海上风电面临成本高、维护难、环境恶劣等挑战。

为降低海上风电单位千瓦投资成本，机组逐渐趋于大型化，而提升单机功率，会使各个子部件发热量增大，需要主动散热的部件增多。

目前，大功率风电机组内各个发热部件往往单独设置散热系统。这种分散式冷却方式不仅成本高，而且故障点也较多，海上的高湿环境还容易造成凝露，导致电子元件短路。另外，海上风机维护难度大，出海维护频次不宜过高，因此要求系统具备较高的可靠性。

针对这一问题，申请公布号为 CN105179180A 的发明专利申请公开了“一种大功率海上风力发电机组塔底冷却系统”，其将变流散热器和箱变散热器进行集成设计共用一套散热器系统并放置于塔架外部，另外在塔架放置电控柜体的三层内设置密闭循环风路系统，来控制塔架下部三层空间内的温度和湿度。

但是，这种技术方案将散热器外置，在吊装时需要花费更多时间，并需要占用较多空间，尤其对于海上机组而言，会占用基础外平台较多空间，增大基础外平台建造成本；而且，散热器外置，还需要在塔架上开较多的孔洞用于布设水冷散热器的进出水管以及给水冷风扇提供电源的电缆。另外，此技术方案仅能控制塔架下面三层密闭空间中的温度和湿度，无法调节塔架内其它空间的温度和湿度。

此外，其虽然提出在塔架底部三层内实行密闭风循环环路，但实际上，

运维人员是需要进入这一层空间内进行作业的，在人员进出时，必然带来外界气体（盐雾，高湿）进入，另外为维持人员在其中作业时的生存需要，在人员作业时，也无法做到完全密封（由于人员呼吸需要氧气），所以难以控制这三层密封循环风路系统中的空气洁净度。

因此，如何克服风力发电机组塔底冷却装置存在的上述不足，是本领域技术人员需要解决的技术问题。

发明内容

本发明的目的是提供风力发电机组塔底冷却装置。该塔底冷却装置将散热器内置于塔架内，可以提高散热系统集成度，对于海上机组，可降低基础外平台建造成本及海上吊装所需时间，同时减少塔架上用于进出水管及电缆的穿出而所需的开孔数量以及随之而来的密封问题。

本发明的另一目的是提供用于上述风力发电机组塔底冷却装置的控制方法。

为实现上述目的，本发明提供风力发电机组塔底冷却装置，包括塔架和散热器，所述散热器用于对设于所述塔架底部的发热部件进行冷却；所述塔架内部设有主风道，所述散热器内置于所述主风道中；所述主风道中设有第一风机，并通过所述第一风机驱动所述主风道中的空气流动冷却所述散热器；所述主风道与所述塔架外环境组成开式循环。

优选地，所述塔架设有进风口和出风口，以所述散热器为界，所述进风口至所述散热器的通路形成进风段，所述散热器至所述出风口的通路形成出风段，所述进风段、散热器和出风段组成所述主风道。

优选地，所述塔架设有塔架门以及对应于所述塔架门的分层平台；所述进风口设于所述分层平台下层空间的侧壁上。

优选地，所述散热器与所述第一风机之间设有第一通风管，所述第一风机与所述出风口之间设有第二通风管。

优选地，所述塔架门为双层门，其第一道门为全开门，第二道门为气密门；所述全开门形成所述出风口，所述全开门与所述气密门的侧壁面和顶部之间形成连通所述出风口的通路。

优选地，所述散热器和所述第一风机设于所述分层平台的下层空间。

优选地，所述第一风机为并列的双路风机或多路风机，各所述第一风机的出风口分别通过相对应的所述第二通风管与所述双层门的下底面连接形成通路。

优选地，所述散热器和所述第一风机设于所述分层平台的上层空间，所述进风口与所述散热器之间设有第三通风管路。

优选地，所述第一风机的所述出风口与所述双层门的顶部连接形成通路。

优选地，所述主风道上设置有旁通风道；所述旁通风道设有第二风机，所述旁通风道的进风口设有风道切换装置，所述旁通风道的出风口通往所述分层平台的上层空间。

优选地，所述风道切换装置具有三种工作状态：

在第一工作状态，所述旁通风道与所述主风道的进风段连通，并与所述主风道的出风段关闭；

在第二工作状态，所述旁通风道与所述主风道的出风段连通，并与所述主风道的进风段关闭；

在第三工作状态，所述旁通风道与所述主风道的进风段和出风段均关闭。

优选地，所述旁通风道设有盐雾过滤器。

优选地，所述旁通风道进一步设有除湿机和/或电加热装置。

优选地，所述旁通风道设有单向阀、用于连通所述主风道进风段的第一进风口，以及用于连通所述主风道出风段的第二进风口；所述风道切换装置包括盖板以及通过旋转轴驱动所述盖板转动的电机，所述盖板固定在所述旋转轴上，所述旋转轴与所述电机连接；

在第一工作状态，所述单向阀导通，所述电机驱动所述盖板转动至关闭所述第二进风口的位置；

在第二工作状态，所述单向阀导通，所述电机驱动所述盖板转动至关闭所述第一进风口的位置；

在第三工作状态，所述单向阀关闭。

优选地，所述旁通风道设有用于连通所述主风道进风段的第一进风口，

以及用于连通所述主风道出风段的第二进风口；所述风道切换装置包括设于所述第一进风口的第一单向阀和设于所述第二进风口的第二单向阀；

在第一工作状态，所述第一单向阀导通，且所述第二单向阀关闭；

在第二工作状态，所述第二单向阀导通，且所述第一单向阀关闭；

在第三工作状态，所述第一单向阀和第二单向阀均关闭。

优选地，所述主风道中的气流改向，其进风段变为出风段、出风段变为进风段。

为实现上述第二目的，本发明提供控制方法，用于控制上述多项方案所述的风力发电机组塔底冷却装置，所述散热器的进水口设置温度传感器，包括：

当 $T_{(水,\ in)}$ 低于设定的温度值时，关闭所述第一风机；

当 $T_{(水,\ in)}$ 高于设定的温度值时，启动所述第一风机；

所述 $T_{(水,\ in)}$ 为所述温度传感器测量的温度值。

为实现上述第二目的，本发明提供另一控制方法，用于控制上述多项方案所述的风力发电机组塔底冷却装置，所述旁通风道通往的塔架底部空间内设置温度传感器和湿度传感器，包括：

当 T 高于设定温度值时，所述风道切换装置切换到主风道进风段引入冷空气，过滤后提供给塔架内部环境，用于冷却塔架内部环境；

当 RH 高于设定相对湿度值时，同时 T 低于设定的温度值时，所述风道切换装置切换到主风道出风段引入热空气，过滤后提供给塔架内部环境，用于降低塔架内部环境的相对湿度；

当 RH 高于设定的相对湿度值时，同时 T 高于设定的温度值时，所述风道切换装置切换到主风道进风段引入冷空气，过滤后提供给塔架内部环境，用于冷却塔架内部环境，并降低塔架内部环境的湿度；

所述 T 为单个所述温度传感器的测量值或多个所述温度传感器测量的最大值，所述 RH 为单个所述湿度传感器的测量值或多个所述湿度传感器测量的最大值。

本发明在塔架内部设置主风道，并将塔架底部大发热量部件的散热器放置于主风道中。由于散热器内置，可以在码头上完成组装，从而降低了在海上吊装时所需时间，同时由于散热器不再放置到塔架外平台上，减小

了塔架外平台尺寸。另外，散热器内置后，不再需要进出水管及电缆在塔架壁上穿出，由此提高了塔架的密封性。

在优选方案中，通过双层门设计，在保证进出风口所需通风截面积的情况下，可有效的减少塔架壁上的开孔数量及面积。

在另一优选方案中，由风道切换装置、第二风机以及盐雾过滤器等组成的旁通风道，可以根据工况需要引入主风道进风段的冷风来冷却塔架内的空气，或引入主风道出风段的热空气来降低塔架内的相对湿度。

附图说明

图 1 为本发明实施例公开的风力发电机组塔底冷却装置的半剖图;

图 2 为图 1 所示风力发电机组塔底冷却装置的轴测图（在图中隐藏了塔架）;

图 3 为图 1 所示风力发电机组塔底冷却装置在另一角度下的轴测图(同样隐藏了塔架);

图 4 为本发明实施例公开的一种旁通风道的结构示意图;

图 5 为本发明实施例公开的一种风道切换装置的示意图;

图 6 为本发明实施例公开的另一种风道切换装置的示意图;

图 7 为整体式散热器的结构示意图;

图 8 为拼装式散热器的结构示意图;

图 9 为串联式散热器的结构示意图;

图 10 为旁通风道在主风道中的位置示意图;

图 11 为图 10 所示旁通风道的风路原理图;

图 12 为本发明实施例公开的第二种风力发电机组塔底冷却装置的半剖图;

图 13 为图 12 所示风力发电机组塔底冷却装置的轴测图（在图中隐藏了塔架）;

图 14 为图 12 所示风力发电机组塔底冷却装置在另一角度下的轴测图（同样隐藏了塔架）。

图中:

1.塔架 2.散热器 3.塔架门 31.第一道门 32.第二道门 4.分层平台 5.第一通风管 6.第一风机 7.进风口 8.踏板 9.第二通风管 10.出风口 11、11'.风道切换装置 111、111'.箱体 112.步进电机 113.旋转轴 114.盖板 115.单向阀 116.第一进风口 117.第二进风口 12.盐雾过滤器 13.第二风机 112'.第一单向阀 113'.第二单向阀 14.第三通风管

具体实施方式

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明。

本发明提供的风力发电机组塔底冷却装置主要有两部分组成：主风道和旁通风道。其中，主风道与外界空气组成一个开式循环，从外界引入大量未经过滤的冷空气，主要用于散热，冷空气流经主风道内的散热器后，再排到塔架外；旁通风道用于从主风道中引出部分空气，并将其过滤后提供给塔架内部环境。下面对两个风道的构造和工作方式分别进行描述。

请参考图 1、图 2、图 3，图 1 为本发明实施例公开的风力发电机组塔底冷却装置的半剖图；图 2 为图 1 所示风力发电机组塔底冷却装置的轴测图；图 3 为图 1 所示风力发电机组塔底冷却装置在另一角度的轴测图。

如图所示，塔架底部的主要发热部件（典型的如风机塔架底部的箱变、变流器等）通过水冷散热系统将热量带到散热器 2（典型的如水空换热器）进行散热。将该散热器 2 放置于塔架 1 内部，具体位置在塔架门 3 所在分层平台 4 的下层空间，这里命名为负一层，负一层与塔架上层其它空间隔离密封，沿气流方向，散热器 2 后面为第一通风管 5，第一通风管 5 后面安装有第一风机 6。

塔架门 3 采用双层门，第一道门 31 采用全开式结构来形成出风口 10，第二道门 32 采用气密门，利用两道门之间的侧壁面和顶部之间形成的通路连通出风口 10，第一风机 6 为离心风机，其数量为两个，两个离心风机的出风口分别与双层门的下底面连接形成通路，进风口 7 位于踏板 8 下方的塔架侧壁上。

这里需要说明的是，第一风机 6 的数量可以为一个，然后将出风口分成两路，分别与双层门的下底面连接形成通路，或者使用两个以上离心风机。

以散热器 2 为界，进风口 7、负一层的空间作为进风段，散热器 2 之后的第一通风管 5，两个离心风机、连接离心风机和双层门下底面的两个第二通风管 9 以及双层门内的通路、出风口 10 形成出风段，进风段、散热器 2 和出风段组成整个主风道，出风段内的第一风机 6 用于驱动主风道中的空气流动，使外界的冷空气不断从进风口 7 进入，流经进风段、冷却散热器 2 后，变成热空气，再流经出风段，最后从出风口 10 流出，整个主风道与塔架外空气组成一个循环，源源不断的冷却主风道中的散热器 2。

请参考图 4、图 5，图 4 为本发明实施例公开的一种旁通风道的结构示意图；图 5 为本发明实施例公开的一种风道切换装置的示意图。

如图所示，旁通风道的进风口设置风道切换装置 11，该风道切换装置用于决定旁通风道是从主风道的进风段（冷空气）引风还是从主风道的出风段（热空气）引风，风道切换装置 11 之后是盐雾过滤器 12 和第二风机 13，其中盐雾过滤器 12 的作用是除去空气中的液滴和盐颗粒，第二风机 13 用于驱动旁通风道中的气体流动，将从主风道中引出的部分气体，流经风道切换装置 11、盐雾过滤器 12、第二风机 13 之后，提供给塔架 1 内部环境。

请一并参考图 10、图 11，图 10 为旁通风道在主风道中的位置示意图；图 11 为图 10 所示旁通风道的风路原理图。

风道切换装置 11 主要由箱体 111、步进电机 112、旋转轴 113、盖板 114、单向阀 115 等组成，其中盖板 114 固定在旋转轴 113 上，旋转轴 113 与步进电机 112 连接，进行切换时，步进电机 112 旋转，带动旋转轴 113 以及盖板 114 一起旋转，打开一个进风口，同时关闭另一个进风口，从而实现进风口的切换，两个进风口分别为第一进风口 116 和第二进风口 117，其中第一进风口 116 位于箱体 111 的下端，第二进风口 117 位于箱体 111 的侧面，单向阀 115 位于箱体 111 的顶部，在气流方向上处于第一进风口 116 和第二进风口 117 的下游。当旁通风道不需要从主风道中引流时，单向阀 115 关闭。其冷风、热风切换方式如下：

当单向阀 115 开启时，步进电机 112 动作，带动盖板 114 向下旋转，此时第一进风口 116（即热风进口）关闭，第二进风口 117（即冷风进口）开启，风道切换装置将冷风引入旁通风道。

当单向阀 115 开启时，步进电机 112 动作，带动盖板 114 向上旋转，此时第一进风口 116 关闭，第二进风口 117 开启，风道切换装置将热风引入旁通风道。

当单向阀 115 关闭时，风道切换装置 11 停止将冷风或热风引入旁通风道。

当然，风道切换装置 11 还可以有其他实现形式。如图 6 所示，该风道切换装置 11'主要由箱体 111'和两个单向阀组成，其中第一单向阀 112'设于第一进风口 116，第二单向阀 113'设于第二进风口 117，进行切换时，一个单向阀开启，另一个单向阀关闭，从而实现进风口的切换。当旁通风道不需要从主风道中引流时，两个单向阀同时关闭，其冷风、热风切换方式如下：

当第一单向阀 112'开启时，第二单向阀 113'关闭，此时第一进风口 116 开启，第二进风口 117 关闭，风道切换装置将热风引入旁通风道。

当第二单向阀 113'开启时，第一单向阀 112'关闭，此时第二进风口 117 开启，第一进风口 116 关闭，风道切换装置将冷风引入旁通风道。

当第一单向阀 112'和第二单向阀 113'都关闭时，风道切换装置停止将冷风或热风引入旁通风道。

这里，可以在旁通风道加装电加热装置，用于从主风道中引入的热空气温度不足时，加热空气，用于降低塔架内部环境的相对湿度，电加热装置可以集成到盐雾过滤器 12 中，而且，为获得更好的除湿效果，还可以加装除湿机。

上述双层门的顶部和侧壁面可以设置百叶窗，在出风口 10 上有排气时，百叶窗打开，在出风口 10 不排气时，百叶窗关闭，防止雨水和杂物进入，也可以设置滤网，用于防止异物进入；踏板 8 用于运维人员在塔架门前站立，同时用于隔开进出风口，防止“热短路”，为了防止“热短路”，也可以将进风口 7 不设计在塔架门的正下方，而是与塔架门 3 在周向上相互错开；在踏板 8 下面塔架侧壁上的进风口处，可以设置百叶窗，也可以设

置滤网，还可以设置挡水板，也可以是几种形式的组合。

请参考图 7、图 8、图 9，图 7 为整体式散热器的结构示意图；图 8 为拼装式散热器的结构示意图；图 9 为串联式散热器的结构示意图。

如图所示，主风道中的散热器 2 依据塔架底部大发热部件（典型如塔架底部的箱变、变流器）所采用的水冷散热系统的不同，可以有三种实现形式。

当塔架底部的大发热部件所采用的水冷系统为集中式散热系统（典型的如箱变和变流器共用一套水冷散热系统）时，主风道中的散热器 2 采用整体式散热器。

当塔架底部的大发热部件所采用的水冷系统为分布式散热系统（典型的如箱变和变流器分别拥有各自的水冷散热系统）时，主风道中的散热器 2 可以采用拼装式散热器，或者串联式散热器。

其中，拼装式散热器使用多块散热器并列安装在一起，冷却空气分别通过各个散热器，散热器之间相互独立，各自拥有独立的进出水管；串联式散热器将多块散热器串联安装在一起，冷却空气依次流经各个散热器，散热器之间相互独立，各自拥有独立的进出水管。

综上所述，本发明将原来放置于塔架 1 外部的散热器 2（典型的如用于给箱变和变流散热的水空换热器）内置于塔架 1 内部，可以提高系统集成度，对于海上机组，将降低基础外平台建造成本（基础外平台可以做的更小）及海上吊装所需时间（因目前的海上吊装，外置的散热器要在塔架吊装完后才能吊装，同时还要在海上去安装所需的进出水管以及电缆等，需要较多的海上作业时间，散热器内置后，在码头就可以组装完毕，在海上没有安装散热器的时间花费）。同时，散热器 2 内置于塔架 1 内部，还可以减少塔架 1 上用于进出水管及电缆的穿出而所需的开孔数量以及随之而来的密封问题。另外，使用双层门的顶部及侧壁面与出风口 10 连通，在保证主风道所需的进出风口通风截面积的情况下，可有效减少塔架壁上的开孔数量及面积。此外，在主风道旁设置旁通风道，可以根据工况需求，从主风道中引入部分气体经过滤后提供给塔架 1 内部环境。当塔架 1 内部环境温度高于设定值时，旁通风道通过风道切换装置 11、11’从主风道的进风段引入冷空气，经过滤后，用以冷却塔架 1 内部环境。当塔架 1 内部相对

湿度高于设定值，旁通风道通过风道切换装置 11、11'从主风道的出风段引入热空气，经过滤后，用以降低塔架 1 内部环境的相对湿度。

请参考图 12、图 13、图 14，图 12 为本发明实施例公开的第二种风力发电机组塔底冷却装置的半剖图；图 13 为图 12 所示风力发电机组塔底冷却装置的轴测图；图 14 为图 12 所示风力发电机组塔底冷却装置在另一角度的轴测图。

在另一实施例中，散热器 2 可以位于塔架门 3 所对应分层平台 4 的上层空间，散热器 2 通过第三通风管 14 与进风口 7 连通，散热器 2 后设置第一风机 6（图中示意的是位置，风机未画出），第一道门 31 依然形成出风口 10，与双层门的顶部及侧壁面形成的通路相连通，进风口 7 依然位于踏板 8 下方的塔架侧壁上，以散热器 2 为界，进风口、第三通风管 14 作为进风段，散热器 2 之后的第一通风管 5、第一风机 6、第二通风管 9 以及与之相连的双层门内的通路、出风口 10 形成出风段，进风段、散热器 2 和出风段组成整个主风道，其余结构与第一实施例大体相同，请参考上文的描述。

上述实施例仅是本发明的优选方案，具体并不局限于此，在此基础上可根据实际需要作出具有针对性的调整，从而得到不同的实施方式。例如离心风机也可以位于进风段；或者，旁通风道中的第二风机 13 可以为轴流风机，也可以为离心风机；又或者，主风道中的气流可以逆向流动，使进风段变为出风段，出风段变为进风段，等等。由于可能实现的方式较多，这里就不再一一举例说明。

除了上述风力发电机组塔底冷却装置，本发明还提供对其进行控制的控制方法，包括主风道控制和旁通风道控制，具体如下：

1）主风道控制：

预先在散热器 2 的进水口，设置温度传感器，其测量的温度值用 $T_{(水,\ in)}$ 表示。

当 $T_{(水,\ in)}$ 低于设定的温度值时，第一风机关闭；

当 $T_{(水,\ in)}$ 高于设定的温度值时，第一风机启动。

2）旁通风道控制：

预先在塔架 1 底部的几层空间内分别设置温湿度传感器，典型情况为在塔架底部的三层空间内设置温湿度传感器，其测量的温度值分别用 T_1，

T_2，T_3表示，其测量的相对湿度值分别用 RH_1，RH_2，RH_3表示。

当 max（T_1，T_2，T_3）高于设定温度值时，风道切换装置 11、11’切换到主风道进风段引入冷空气，过滤后提供给塔架内部环境，用于冷却塔架内部环境。

当 max（RH_1，RH_2，RH_3）高于设定相对湿度值时，同时 max（T_1，T_2，T_3）低于设定的温度值时，风道切换装置 11、11’切换到主风道出风段引入热空气，过滤后提供给塔架内部环境，用于降低塔架内部环境的相对湿度。

当 max（RH_1，RH_2，RH_3）高于设定的相对湿度值时，同时 max（T_1，T_2，T_3）高于设定的温度值时，风道切换装置 11、11’切换到主风道进风段引入冷空气，过滤后提供给塔架内部环境，用于冷却塔架内部环境，用于降低塔架内部环境的湿度。

本发明在塔架内部设置主风道，并将塔架底部大发热量部件的散热器放置于主风道中。由于散热器内置，可以在码头上完成组装，从而降低了在海上吊装时所需时间，同时由于散热器不再放置到塔架外平台上，减小了塔架外平台尺寸。另外，散热器内置后，不再需要进出水管及电缆在塔架壁上穿出，由此提高了塔架的密封性。

此外，通过双层门设计，在保证进出风口所需通风截面积的情况下，可有效的减少塔架壁上的开孔数量及面积。

通过进一步设置由风道切换装置、第二风机以及盐雾过滤器等组成的旁通风道，可以根据工况需要引入主风道进风段的冷风来冷却塔架内的空气，或引入主风道出风段的热空气来降低塔架内的相对湿度。

以上对本发明所提供的风力发电机组塔底冷却装置及控制方法进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的核心思想。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以对本发明进行若干改进和修饰，这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

权 利 要 求

1、风力发电机组塔底冷却装置，包括塔架（1）和散热器（2），所述散热器（2）用于对设于所述塔架（1）底部的发热部件进行冷却；其特征在于，所述塔架（1）内部设有主风道，所述散热器（2）内置于所述主风道中；所述主风道中设有第一风机（6），并通过所述第一风机（6）驱动所述主风道中的空气流动以冷却所述散热器（2）；所述主风道与所述塔架（1）外环境组成开式循环。

2、根据权利要求1所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，所述塔架（1）设有进风口（7）和出风口（10），以所述散热器（2）为界，所述进风口（7）至所述散热器（2）的通路形成所述主风道的进风段，所述散热器（2）至所述出风口（10）的通路形成所述主风道的出风段。

3、根据权利要求2所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，所述塔架（1）设有塔架门（3）以及对应于所述塔架门（3）的分层平台（4）；所述进风口（7）设于所述分层平台（4）下层空间的侧壁上。

4、根据权利要求3所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，所述散热器（2）与所述第一风机（6）之间设有第一通风管（5），所述第一风机（6）与所述出风口（10）之间设有第二通风管（9）。

5、根据权利要求4所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，所述塔架门（3）为双层门，其第一道门（31）为全开门，第二道门（32）为气密门；所述全开门形成所述出风口（10），所述全开门与所述气密门的侧壁面和顶部之间形成连通所述出风口（10）的通路。

6、根据权利要求5所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，所述散热器（2）和所述第一风机（6）设于所述分层平台（4）的下层空间。

7、根据权利要求6所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，所述第一风机（6）为并列的双路风机或多路风机，各所述第一风机（6）的出风口分别通过所述第二通风管（9）与所述双层门的下底面连接形成通路。

8、根据权利要求5所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，所述散热器（2）和所述第一风机（6）设于所述分层平台（4）的上层空间，所述进风口（7）与所述散热器（2）之间设有第三通风管路（14）。

9、根据权利要求 8 所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，所述第一风机（6）的所述出风口（10）与所述双层门的顶部连接形成通路。

10、根据权利要求 3 至 9 任一项所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，所述主风道上设置有旁通风道；所述旁通风道设有第二风机（13），所述旁通风道的进风口设有风道切换装置（11、11’），所述旁通风道的出风口通往所述分层平台（4）的上层空间。

11、根据权利要求 10 所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，所述风道切换装置（11、11’）具有三种工作状态：

在第一工作状态，所述旁通风道与所述主风道的进风段连通，并与所述主风道的出风段关闭；

在第二工作状态，所述旁通风道与所述主风道的出风段连通，并与所述主风道的进风段关闭；

在第三工作状态，所述旁通风道与所述主风道的进风段和出风段均关闭。

12、根据权利要求 11 所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，所述旁通风道设有盐雾过滤器（12）。

13、根据权利要求 12 所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，所述旁通风道进一步设有除湿机和/或电加热装置。

14、根据权利要求 11 所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，所述旁通风道设有用于连通所述主风道进风段的第一进风口，以及用于连通所述主风道出风段的第二进风口；所述风道切换装置（11）包括单向阀（115）、盖板（114）以及通过旋转轴（113）驱动所述盖板（114）的电机（112），所述盖板（114）固定在所述旋转轴（113）上，所述旋转轴（113）与所述电机（112）连接；

在第一工作状态，所述单向阀（115）导通，所述电机（112）驱动所述盖板（114）转动至关闭所述第二进风口的位置；

在第二工作状态，所述单向阀（115）导通，所述电机（112）驱动所述盖板（114）转动至关闭所述第一进风口的位置；

在第三工作状态，所述单向阀（115）关闭。

15、根据权利要求 11 所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，

所述旁通风道设有用于连通所述主风道进风段的第一进风口，以及用于连通所述主风道出风段的第二进风口；所述风道切换装置（11’）包括设于所述第一进风口的第一单向阀（112’）和设于所述第二进风口的第二单向阀（113’）；

在第一工作状态，所述第一单向阀（112’）导通，且所述第二单向阀（113’）关闭；

在第二工作状态，所述第二单向阀（113’）导通，且所述第一单向阀（112’）关闭；

在第三工作状态，所述第一单向阀（112’）和第二单向阀（113’）均关闭。

16、根据权利要求 2 至 9 任一项所述的风力发电机组塔底冷却装置，其特征在于，将所述主风道的进风口（7）用于出风，使其进风段变为出风段，并将所述主风道的出风口（10）用于进风，使其出风段变为进风段。

17、控制方法，用于控制上述权利要求 1 至 16 任一项所述的风力发电机组塔底冷却装置，所述散热器（2）的进水口设置温度传感器，包括：

当 $T_{(水,\ in)}$ 低于设定的温度值时，关闭所述第一风机（6）；

当 $T_{(水,\ in)}$ 高于设定的温度值时，启动所述第一风机（6）；

所述 $T_{(水,\ in)}$ 为所述温度传感器测量的温度值。

18、控制方法，用于控制上述权利要求 10 至 16 任一项所述的风力发电机组塔底冷却装置，所述旁通风道通往的塔架底部空间内设置温度传感器和湿度传感器，包括：

当 T 高于设定温度值时，所述风道切换装置（11、11’）切换到主风道进风段引入冷空气，过滤后提供给塔架内部环境，用于冷却塔架内部环境；

当 RH 高于设定相对湿度值时，同时 T 低于设定的温度值时，所述风道切换装置（11、11’）切换到主风道出风段引入热空气，过滤后提供给塔架内部环境，用于降低塔架内部环境的相对湿度；

当 RH 高于设定的相对湿度值时，同时 T 高于设定的温度值时，所述风道切换装置（11、11’）切换到主风道进风段引入冷空气，过滤后提供给塔架内部环境，用于冷却塔架内部环境，并降低塔架内部环境的湿度；

所述 T 为单个所述温度传感器的测量值或多个所述温度传感器测量的

最大值，所述 RH 为单个所述湿度传感器的测量值或多个所述湿度传感器测量的最大值。

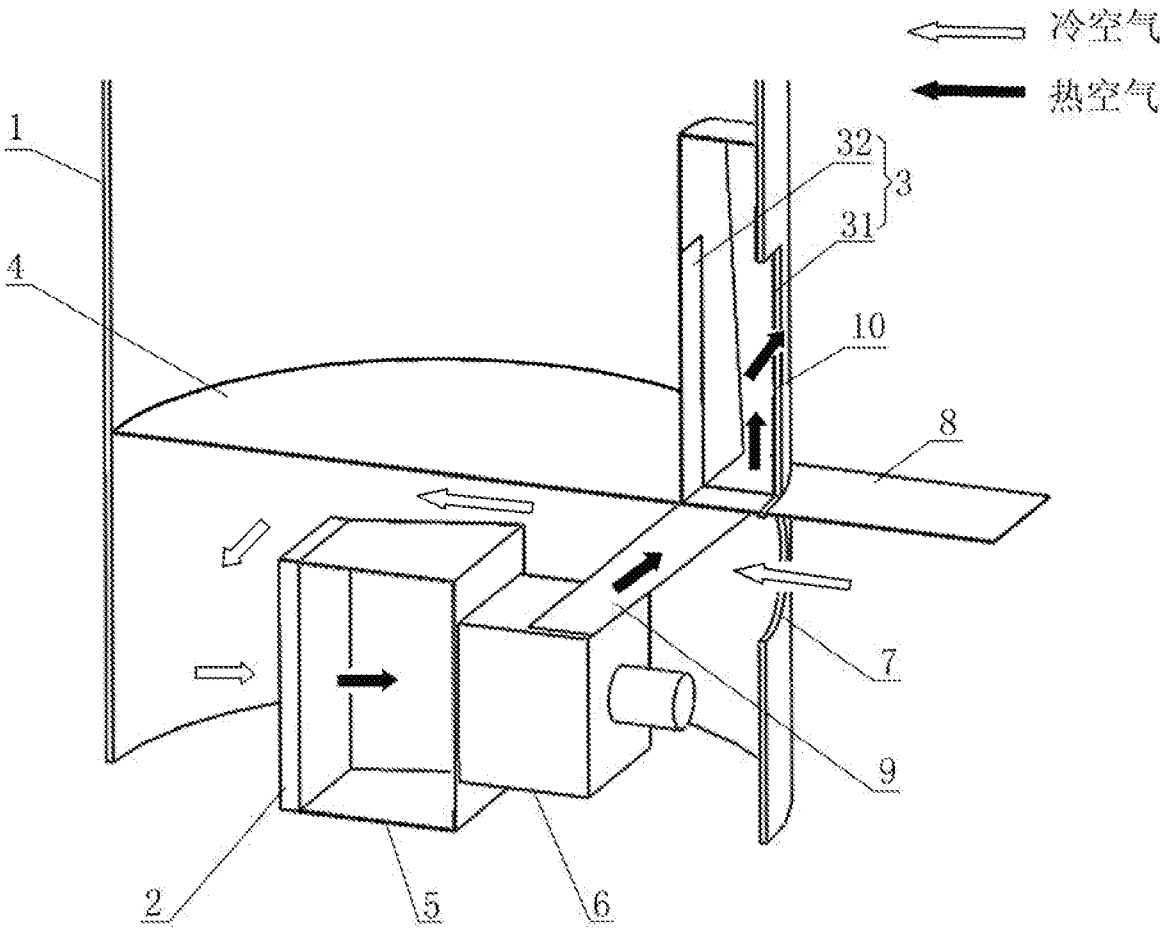

图 1

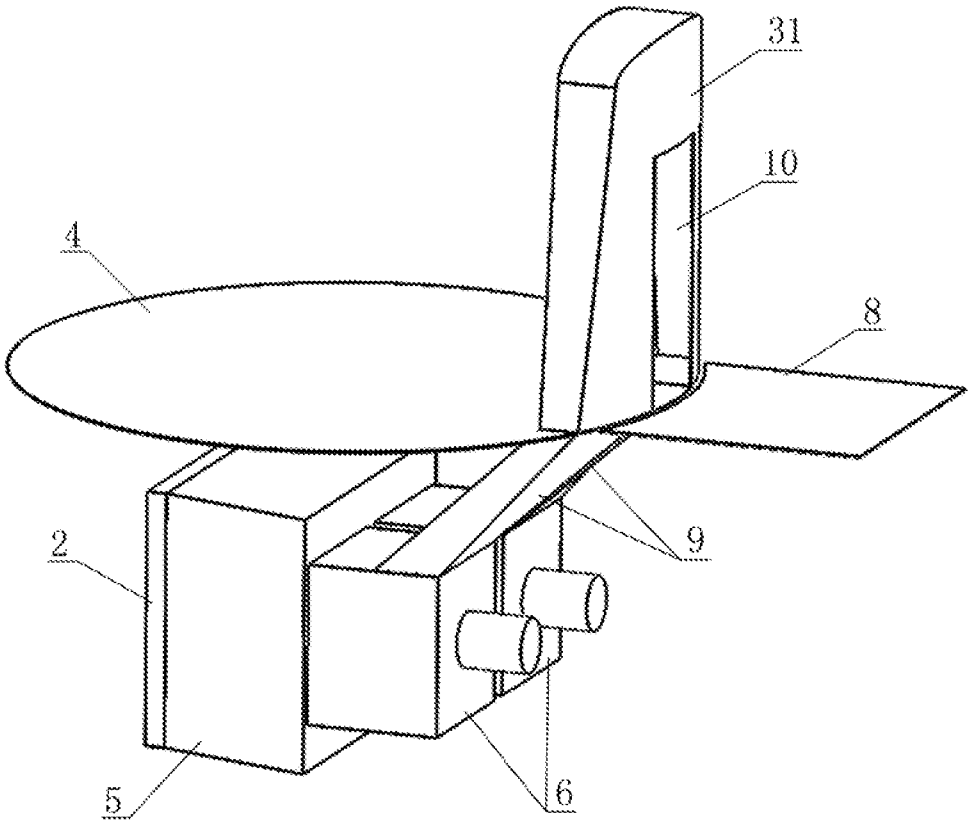

图 2

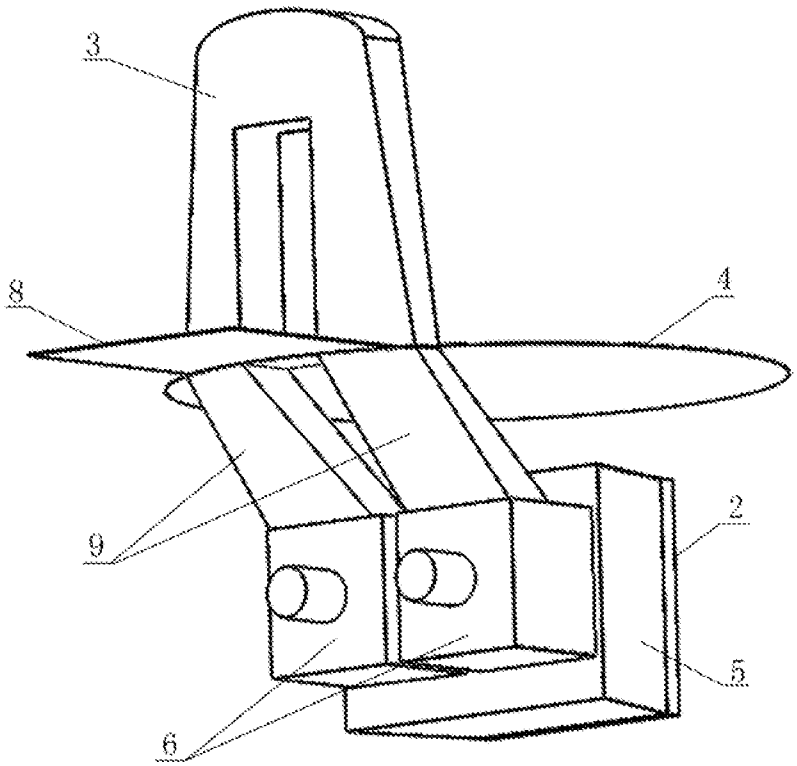

图 3

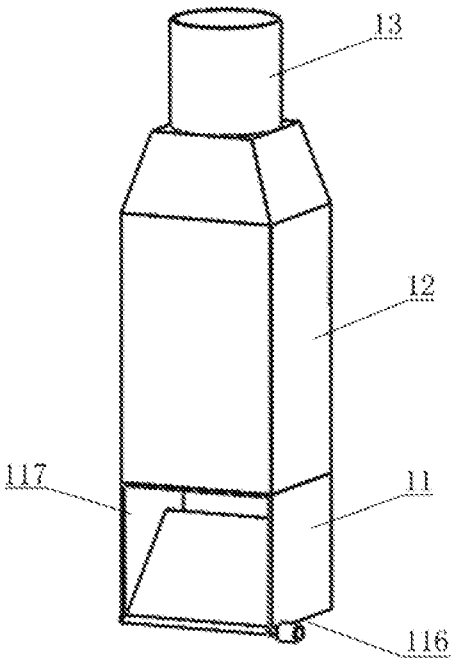

图 4

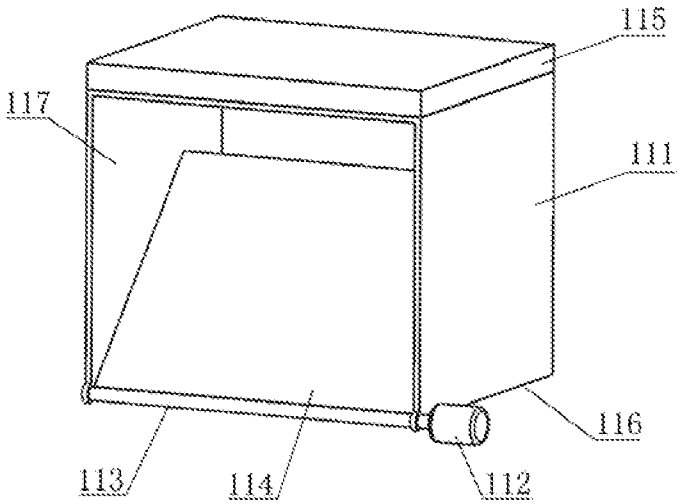

图 5

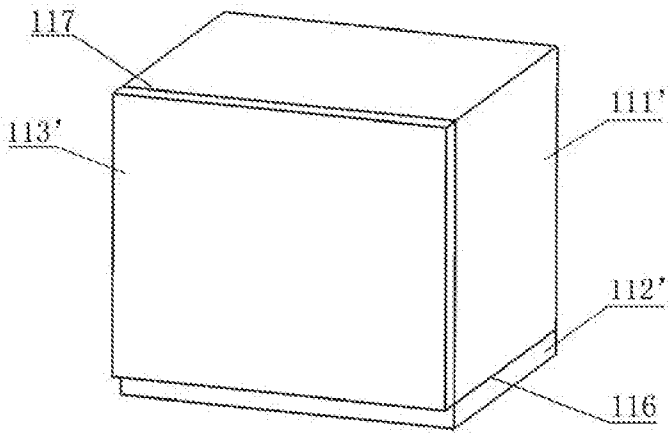

图 6

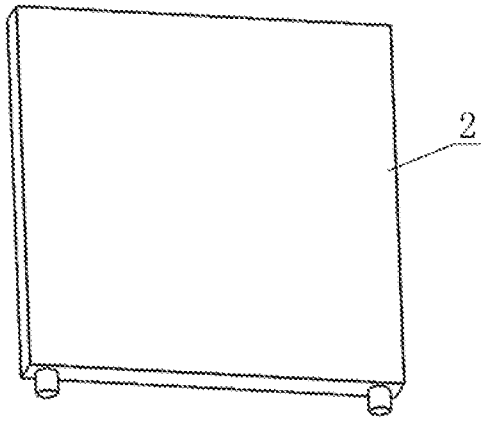

图 7

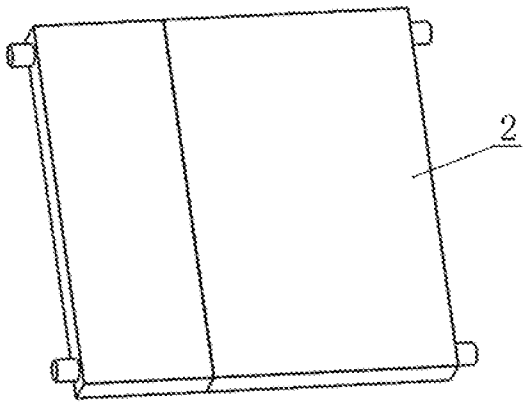

图 8

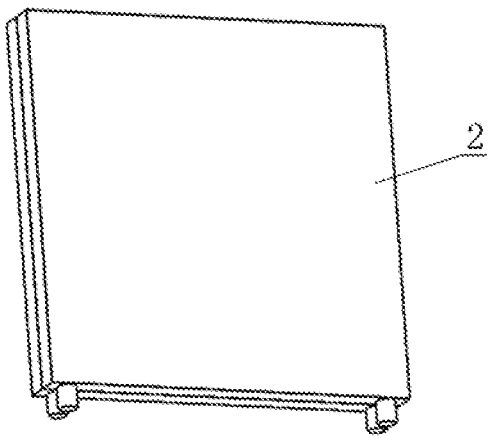

图 9

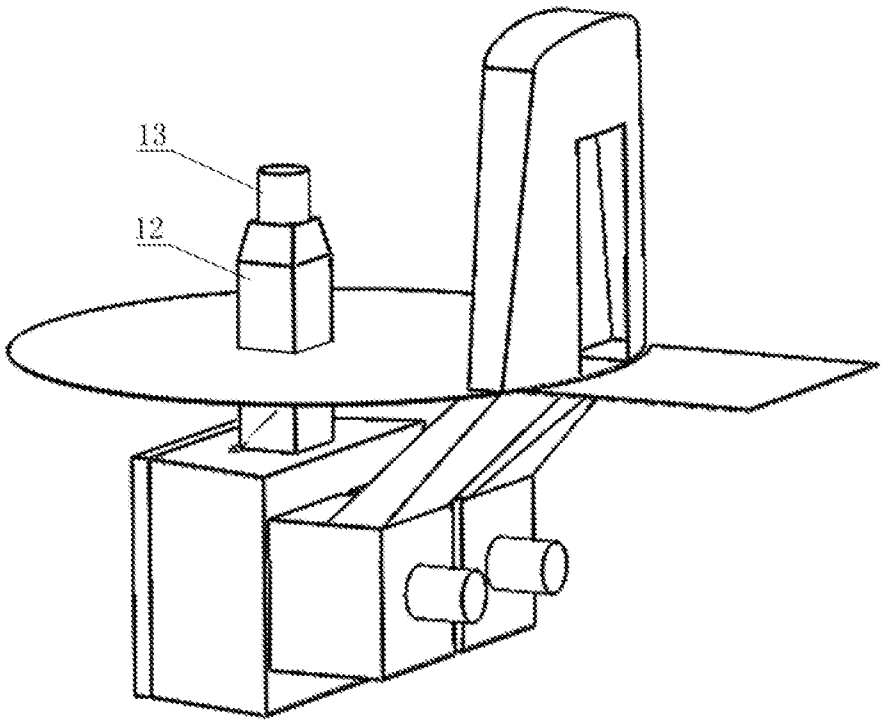

图 10

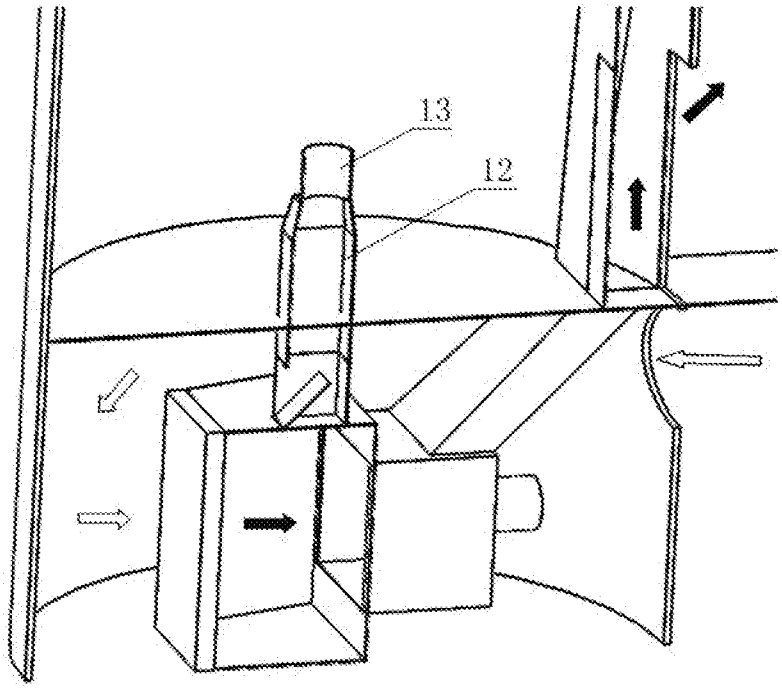

图 11

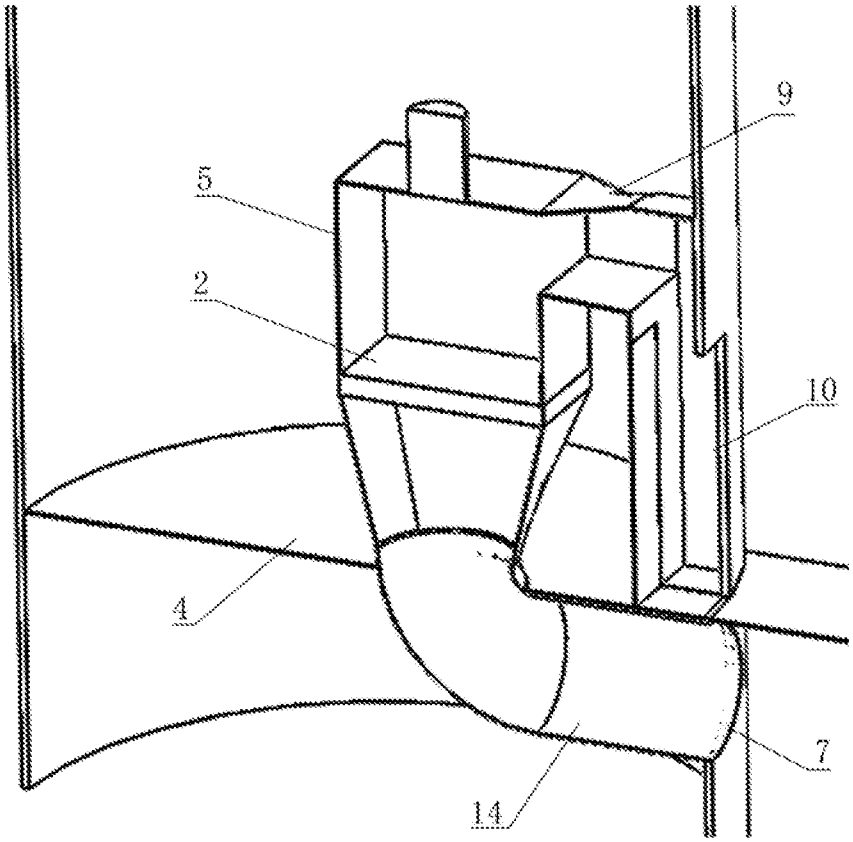

图 12

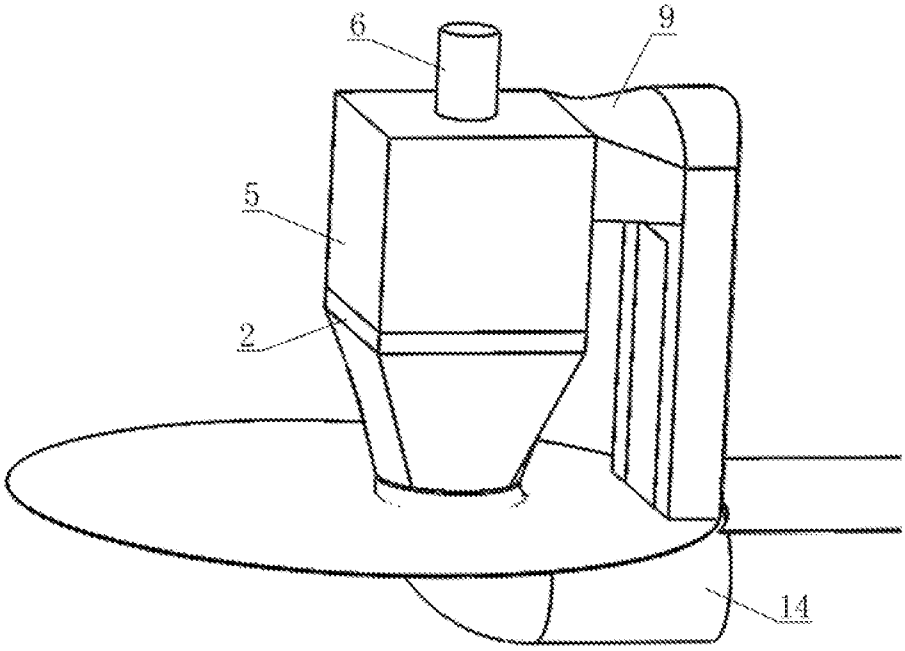

图 13

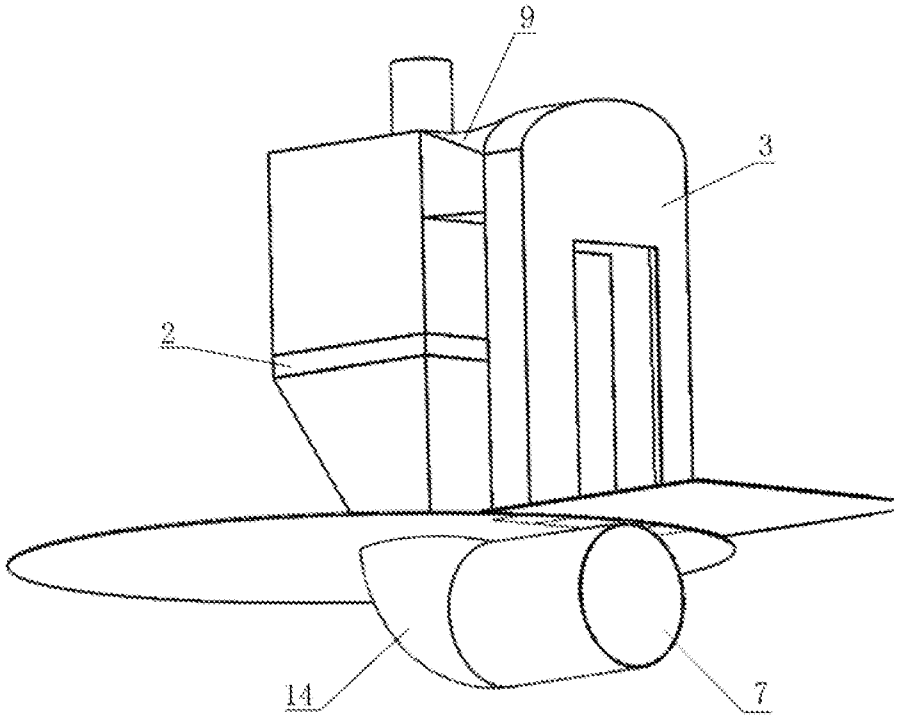

图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/088234

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03D 80/60 (2016.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F03D; H05K; F05B; H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, WPI, CNPAT, CNKI: aerogenerator, windmill, wind, motor, power, tower, pillar, base, bottom, floor, foot, cool, radiate, dissipate, heat, sink, fan, blower, door, gate, bypass, bypath, switch, change, reverse, divert, wind power generation, wind power, lower part, heat dissipation, wind path, passage, pipeline

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106150929 A (JIANGSU GOLDWIND SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.), 23 November 2016 (23.11.2016), claims 1-18	1-18
X	CN 102834609 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.), 19 December 2012 (19.12.2012), description, paragraphs [0070]-[0102], [0120], and figures 1-8	1-9, 16, 17
X	CN 101970869 A (REPOWER SYSTEM AG), 09 February 2011 (09.02.2011), figures 1-6	1-4, 16, 17
X	CN 203476619 U (GUODIAN UNITED POWER TECHNOLOGY CO., LTD.), 12 March 2014 (12.03.2014), figures 1-4	1-4, 16, 17
X	CN 102165539 A (STARKSTROM GERATEBAU GMBH), 24 August 2011 (24.08.2011), figures 1-7	1-2, 16, 17
A	DE 102015200347 A1 (HITACHI LTD.), 16 July 2015 (16.07.2015), description, paragraphs [0019]-[0042], and figures 1-5	10-15, 18
A	CN 102753822 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.), 24 October 2012 (24.10.2012), figures 8-10	10-15, 18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 August 2017 (23.08.2017)	**14 September 2017 (14.09.2017)**
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer **JIANG, Jinyan** Telephone No.: (86-10) **62414063**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/088234

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106150929 A	23 November 2016	None	
CN 102834609 A	19 December 2012	CN 102834609 B	04 May 2016
		CA 2693766 A1	08 August 2011
		EP 2535575 A1	19 December 2012
		US 8227932 B2	24 July 2012
		WO 2011096080 A1	11 August 2011
		CA 2693766	22 October 2013
		US 2011298218 A1	08 December 2011
		AU 2010201650 A1	25 August 2011
		JP 5204216 B2	05 June 2013
		JP WO2011096080 A1	10 June 2013
CN 101970869 A	09 February 2011	US 2014237937 A1	28 August 2014
		EP 2247853 A2	10 November 2010
		DE 102008037768 A1	06 August 2009
		DE 102008012664 A1	06 August 2009
		US 9347236 B2	24 May 2016
		US 2010308596 A1	09 December 2010
		AT 546648 T	15 March 2012
		DK 2247853 T3	07 May 2012
		ES 2382146 T3	05 June 2012
		US 9175491 B2	03 November 2015
		EP 2247853 B1	22 February 2012
		CN 101970869 B	19 June 2013
		WO 2009094991 A2	06 August 2009
CN 203476619 U	12 March 2014	None	
CN 102165539 A	24 August 2011	PT 2151833 E	30 April 2013
		BR PI0917482 A2	01 December 2015
		CA 2733188 A1	11 February 2010
		JP 2011530185 A	15 December 2011
		WO 2010015651 A1	11 February 2010
		MY 154293 A	29 May 2015
		DK 2151833 T3	15 April 2013
		HK 1139235 A1	30 August 2013
		EP 2151833 A1	10 February 2010
		ES 2407829 T3	14 June 2013
		US 2011221554 A1	15 September 2011
		US 8416042 B2	09 April 2013
		CN 102165539 B	17 April 2013
		EP 2151833 B1	06 March 2013
DE 102015200347 A1	16 July 2015	TW 201534814 A	16 September 2015
		JP 2015132244 A	23 July 2015
CN 102753822 A	24 October 2012	JP 2011163179 A	25 August 2011
		WO 2011096560 A1	11 August 2011
		US 2013009405 A1	10 January 2013
		JP 5595057 B2	24 September 2014
		KR 20120115361 A	17 October 2012
		AU 2011211633 A1	30 August 2012
		EP 2535580 A1	19 December 2012

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2017/088234

A. 主题的分类

F03D 80/60(2016.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

F03D; H05K; F05B; H01F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用）)

EPODOC, WPI, CNPAT, CNKI: aerogenerator, windmill, wind, motor, power, tower, pillar, base, bottom, floor, foot, cool, radiate, dissipate, heat, sink, fan, blower, door, gate, bypass, bypath, switch, change, reverse, divert, 风力发电，风电，塔，底，下部，脚，冷却，散热，风机，风扇，气扇，旁通，切换，转换，风路，通道，管路，管道，门

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 106150929 A (江苏金风科技有限公司) 2016年 11月 23日 (2016-11-23) 权利要求1-18	1-18
X	CN 102834609 A (三菱重工业株式会社) 2012年 12月 19日 (2012-12-19) 说明书第[0070]-[0102]、[0120]段，图1-8	1-9，16，17
X	CN 101970869 A (再生动力系统股份公司) 2011年 2月 9日 (2011-02-09) 图1-6	1-4，16，17
X	CN 203476619 U (国电联合动力技术有限公司) 2014年 3月 12日 (2014-03-12) 图1-4	1-4，16，17
X	CN 102165539 A (强电流设备制造有限公司) 2011年 8月 24日 (2011-08-24) 图1-7	1-2，16，17
A	DE 102015200347 A1 (HITACHI LTD.) 2015年 7月 16日 (2015-07-16) 说明书第[0019]-[0042]段，图1-5	10-15，18
A	CN 102753822 A (三菱重工业株式会社) 2012年 10月 24日 (2012-10-24) 图8-10	10-15，18

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2017年 8月 23日	2017年 9月 14日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 蒋金燕 电话号码 (86-10)62414063

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/088234

检索报告引用的专利文件			公布日（年/月/日）	同族专利			公布日（年/月/日）
CN	106150929	A	2016年 11月 23日	无			
CN	102834609	A	2012年 12月 19日	CN	102834609	B	2016年 5月 4日
				CA	2693766	A1	2011年 8月 8日
				EP	2535575	A1	2012年 12月 19日
				US	8227932	B2	2012年 7月 24日
				WO	2011096080	A1	2011年 8月 11日
				CA	2693766	C	2013年 10月 22日
				US	2011298218	A1	2011年 12月 8日
				AU	2010201650	A1	2011年 8月 25日
				JP	5204216	B2	2013年 6月 5日
				JP	WO2011096080	A1	2013年 6月 10日
CN	101970869	A	2011年 2月 9日	US	2014237937	A1	2014年 8月 28日
				EP	2247853	A2	2010年 11月 10日
				DE	102008037768	A1	2009年 8月 6日
				DE	102008012664	A1	2009年 8月 6日
				US	9347236	B2	2016年 5月 24日
				US	2010308596	A1	2010年 12月 9日
				AT	546648	T	2012年 3月 15日
				DK	2247853	T3	2012年 5月 7日
				ES	2382146	T3	2012年 6月 5日
				US	9175491	B2	2015年 11月 3日
				EP	2247853	B1	2012年 2月 22日
				CN	101970869	B	2013年 6月 19日
				WO	2009094991	A2	2009年 8月 6日
CN	203476619	U	2014年 3月 12日	无			
CN	102165539	A	2011年 8月 24日	PT	2151833	E	2013年 4月 30日
				BR	PI0917482	A2	2015年 12月 1日
				CA	2733188	A1	2010年 2月 11日
				JP	2011530185	A	2011年 12月 15日
				WO	2010015651	A1	2010年 2月 11日
				MY	154293	A	2015年 5月 29日
				DK	2151833	T3	2013年 4月 15日
				HK	1139235	A1	2013年 8月 30日
				EP	2151833	A1	2010年 2月 10日
				ES	2407829	T3	2013年 6月 14日
				US	2011221554	A1	2011年 9月 15日
				US	8416042	B2	2013年 4月 9日
				CN	102165539	B	2013年 4月 17日
				EP	2151833	B1	2013年 3月 6日
DE	102015200347	A1	2015年 7月 16日	TW	201534814	A	2015年 9月 16日
				JP	2015132244	A	2015年 7月 23日
CN	102753822	A	2012年 10月 24日	JP	2011163179	A	2011年 8月 25日
				WO	2011096560	A1	2011年 8月 11日
				US	2013009405	A1	2013年 1月 10日
				JP	5595057	B2	2014年 9月 24日
				KR	20120115361	A	2012年 10月 17日
				AU	2011211633	A1	2012年 8月 30日
				EP	2535580	A1	2012年 12月 19日