

(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
2019年10月3日 (03.10.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/184181 A1

- (51) 国际专利分类号:
F03D 7/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/098961
- (22) 国际申请日: 2018年8月6日 (06.08.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201810298561.2 2018年3月30日 (30.03.2018) CN
- (71) 申请人: 新疆金风科技股份有限公司 (XINJIANG GOLDWIND SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市经济技术开发区上海路107号, Xinjiang 830026 (CN)。
- (72) 发明人: 邢波 (XING, Bo); 中国北京市大兴区北京经济技术开发区康定街19号, Beijing 100176 (CN)。
- (74) 代理人: 北京铭硕知识产权代理有限公司 (MING & SURE INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国北京市海淀区温泉镇高里掌路1号院3号楼, Beijing 100095 (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, 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,

(54) Title: WIND TURBINE GROUP, LEVELING DEVICE, AND LEVELING CONTROL METHOD, DEVICE AND SYSTEM

(54) 发明名称: 风力发电机组及调平装置、调平控制方法、装置和系统

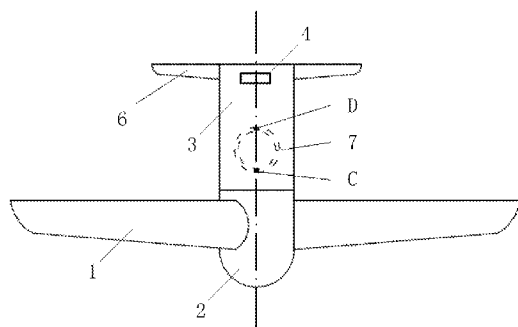


图 5

(57) Abstract: A leveling device for a wind turbine group. The wind turbine group can comprise a nacelle (3). The leveling device can comprise: a leveling wing (6) disposed on the nacelle (3) and used for transferring the received wind to the nacelle (3) so as to adjust the center of gravity position thereof; and a drive mechanism connected to the leveling wing (6) and used for adjusting an altitude of the leveling wing (6) so as to adjust the wind received by the leveling wing. The leveling device can adjust the center of gravity position of the nacelle so as to make the distance between the center of gravity of the nacelle and a center line of a cylindrical tower fall within the expected distance range, thereby stabilizing the nacelle and the cylindrical tower. The present invention also relates to a leveling control method, device and system.

(57) 摘要: 一种风力发电机组的调平装置, 风力发电机组可包括机舱(3), 调平装置可包括: 调平机翼(6), 设置在机舱(3)上, 用于将受到的风力传递给机舱(3)以调整机舱(3)的重心位置; 驱动机构, 与调平机翼(6)连接, 用于调整调平机翼(6)的姿态以调整调平机翼受到的风力。该调平装置可以调整机舱的重心位置, 使得机舱的重心与塔筒的中心线之间的距离在期望的距离范围之内, 从而可使机舱和塔筒平稳。还涉及一种调平控制方法、装置和系统。



WO 2019/184181 A1

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))。

风力发电机组及调平装置、调平控制方法、装置和系统

5 技术领域

本发明涉及风力发电领域，更具体地，涉及一种风力发电机组及调平装置、调平控制方法、装置和系统。

背景技术

10 当前，世界各国已经对如何针对气候变化来开展国际合作和发展清洁能源达成共识。风力发电是一种可再生能源的利用方式，具有大规模应用的潜力。风力发电机组（特别是兆瓦级风力发电机组）体型庞大，至少包括：塔筒、设置在塔筒上的机舱、设置在机舱上的轮毂、和设置在轮毂上的叶片，其中，塔筒用于支撑机舱，使机舱处于期望的高度，以使机舱获得相应的风
15 力。

通常情况下，机舱的重心位于塔筒的中心线上。然而，当机舱受到外力时，机舱的重心位置会发生改变，导致风力发电机组不稳定。例如，机舱的重心位置的改变会引起偏航加速度增大，容易引发故障；机舱的重心位置的改变会使风力发电机组受力不均，从而引发次生风险。

20

发明内容

本发明的各个方面至少可解决以上提到的问题和/或缺点，并且至少提供以下优点。另外，本发明可不解决以上提到的问题和/或缺点。

25 根据本发明的一方面，提供了一种风力发电机组的调平装置。所述风力发电机组可包括机舱，所述调平装置可包括：调平机翼，设置在所述机舱上，用于将受到的风力传递给所述机舱以调整所述机舱的重心位置；驱动机构，与所述调平机翼连接，用于调整所述调平机翼的姿态以调整所述调平机翼受到的风力。

30 根据本发明的另一方面，提供了一种风力发电机组的调平控制方法。所述风力发电机组可包括如上所述的调平装置，其中，所述调平控制方法可包括：接收测量得到的所述风力发电机组的受力信息及风向信息；根据所述受

力信息和所述风向信息调整所述调平机翼的姿态以调整所述调平机翼受到的风力。

根据本发明的另一方面，提供了一种风力发电机组的调平控制装置。所述风力发电机组可包括如上所述的调平装置，其中，所述调平控制装置可包括：
5 接收模块，用于接收测量得到的所述风力发电机组的受力信息及风向信息；控制模块，用于根据接收模块接收到的受力信息和风向信息调整调平机翼的姿态以调整所述调平机翼受到的风力。

根据本发明的另一方面，提供了一种风力发电机组的调平控制系统。所述风力发电机组可包括如上所述的调平装置。所述调平控制系统可包括：
10 测力机构，用于测量风力发电机组的受力信息；测风机构，用于测量风向信息；以及如上所述的调平控制装置。

根据本发明的另一方面，提供了一种风力发电机组的调平系统，可包括如上所述的调平控制装置及如上所述的调平装置。

根据本发明的另一方面，提供了一种计算机可读存储介质，可存储有当
15 被处理器执行时使得处理器执行如上所述的调平控制方法的指令。

根据本发明的另一方面，提供了一种计算机设备，可存储有当被处理器执行时使得处理器执行如上所述的调平控制方法的指令。

根据本发明的另一方面，提供了一种风力发电机组，可包括如上所述的调平装置，或者如上所述的调平控制装置，或者如上所述的调平控制系统，
20 或者如上所述的调平系统，或者如上所述的计算机可读存储介质，或者如上所述的计算机设备。

本发明可采用调平机翼调整机舱的重心位置，使得机舱的重心与塔筒的中心线之间的距离在期望的距离范围之内，从而可使机舱和塔筒平稳。由此，可避免机舱的偏航加速度增大以及偏航加速度增大引发的故障，可减少塔筒
25 和风力发电机组的至少一部分部件（例如，偏航轴承）的损耗，也可减少次生风险。

将在接下来的描述中部分阐述本发明总体构思另外的方面和/或优点，还有一部分通过描述将是清楚的，或者可以经过本发明总体构思的实施而得知。

30

附图说明

现将详细参照本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中，

相同的标号始终指的是相同的部件。以下将通过参照附图来说明所述实施例，以便解释本发明。

图 1 示出了根据本发明的示例性实施例的风力发电机组；

图 2 示出了根据本发明的另一示例性实施例的风力发电机组；

5 图 3 示出了根据本发明的另一示例性实施例的风力发电机组；

图 4 示出了设置有根据本发明的示例性实施例的调平控制系统的风力发电机组的示意图；

图 5 是图 4 的俯视图；

图 6 示出了根据本发明的示例性实施例的调平装置的示意图；

10 图 7 示出了根据本发明的示例性实施例的调平控制装置的示意图；

图 8 示出了根据本发明的示例性实施例的调平控制方法的流程图；

图 9 示出了根据本发明的示例性实施例的确定期望受到的风力的流程图；

图 10 是示出了调平机翼的姿态、风向以及调平机翼的受到的力之间的对应关系的示意图；

15 图 11 是示出了调平机翼的姿态、风向以及调平机翼的受到的力之间的对应关系的另一示意图。

具体实施方式

以下，将参照附图更加详细地描述发明构思的示例性实施例。

20 图 1 至图 3 示出了根据本发明的示例性实施例的风力发电机组。如图 1 至图 3 中所示，风力发电机组可包括：塔筒 5、设置在塔筒 5 上的机舱 3、设置在机舱 3 的头部的轮毂 2、设置在机舱 3 的尾部的测风机构 4、以及设置在轮毂 2 上的叶片 1，其中，塔筒 5 是主要的承重部件，如果塔筒 5 出现受力不均等问题，则影响风力发电机组的安全。

25 通常情况下，如图 1 中所示，机舱 3 的重心 G 位于塔筒 5 的中心线上。也就是说，塔筒 5 的中心线上的点 B 位于通过机舱 3 的重心 G 的机舱重心线上。在这种情况下，机舱 3 的轴线与水平线之间的夹角是 A ，风向 F 为水平方向。

30 重心 G 的位置会随着风向 F 的改变而改变。当风向 F 由水平方向向竖直向下方向转变的过程中，如图 2 中所示，叶片 1 受到的风力通过轮毂 2 传递给机舱 3，使机舱 3 的重心位置向轮毂 2 的方向偏移。在这种情况下，机舱 3

受到的力会被传递给塔筒 5，使得塔筒 5 受力不均，容易加快塔筒 5 的损耗，降低塔筒 5 的使用寿命。

5 本示例性实施例的风力发电机组可包括偏航系统，用于使机舱偏航。偏航系统可包括偏航轴承，设置在塔筒和机侧之间。在图 2 所示的情况下，偏航轴承受力不均，容易加快偏航轴承的损耗，降低偏航轴承的使用寿命。

当风向 F 由水平方向向竖直向上方向转变的过程中，如图 3 中所示，叶片 1 受到的风力通过轮毂 2 传递给机舱 3，使机舱 3 的重心位置向测风机构 4 的方向偏移。在这种情况下，机舱 3 受到的力会被传递给塔筒 5，使得塔筒 5 受力不均，容易加快塔筒 5 的损耗，降低塔筒 5 的使用寿命。

10 在图 2 和图 3 所示的情况下，还可能由于机舱 3 的重心位置的改变而使偏航加速度增大，造成倒塔等次生风险。

图 4 示出设置有根据本发明的示例性实施例的调平控制系统的风力发电机组的示意图。

15 如图 4 中所示，风力发电机组可包括：塔筒 5、设置在塔筒 5 上的机舱 3、设置在机舱 3 的头部的轮毂 2、以及设置在轮毂 2 上的叶片 1。本示例性实施例的风力发电机组还可包括调平装置。

20 作为示例，调平装置可包括：调平机翼 6，设置在机舱 3 上，用于将受到的风力传递给机舱 3 以调整机舱 3 的重心位置；驱动机构，与调平机翼 6 连接，用于调整调平机翼 6 的姿态以调整调平机翼 6 受到的风力。作为示例，驱动机构可包括驱动器和传动机构；传动机构可包括齿轮组和传动轴，驱动器、齿轮组及传动轴依次连接，调平机翼安装在传动轴上并且随传动轴转动。在下文中，参照图 6 对调平装置进行了详细描述。

25 作为示例，调平控制系统可包括：测力机构，用于测量风力发电机组的受力信息；测风机构 4，可设置在机舱 3 的尾部，用于测量风向信息；以及调平控制装置，用于接收测量得到的受力信息及风向信息，并且根据所述受力信息和所述风向信息调整调平机翼 6 的姿态以调整调平机翼 6 受到的风力。

在一个优选的实施例中，测风机构 4 可测量由水平线和塔筒 5 的中心线组成的平面内的风向，尤其是竖直方向的风向。

30 图 5 是图 4 的俯视图，在图 5 中，风力发电机组可包括偏航轴承 7，测力机构可测量在偏航轴承 7 上的位置 C 和/或位置 D 处偏航轴承 7 受到的外力作为受力信息。

作为示例，测力机构包括两个电阻应变式力传感器，分别设置在位置 C 和位置 D。电阻应变式力传感器主要包括电阻应变片。电阻应变片可由导体或半导体材料形成。导体或半导体材料在外力作用下发生形变，其电阻值也会随之发生相应的改变，这样的现象被称为电阻应变效应。两个电阻应变片
5 分别固定在位置 C 和位置 D 上。当偏航轴承受力不均时，位置 C 和位置 D 产生的形变不同。可确定电阻应变片的电阻值的变化与受力信息之间的对应关系。由此，可通过这两个位置上设置的电阻应变片的电阻值的变化来确定受力信息。在一个优选的实施例中，位置 C 和位置 D 位于偏航轴承与机舱 3 的连接处。

10 图 6 示出根据本发明的示例性实施例的调平装置的示意图。

如图 6 中所示，本示例性实施例的调平装置可包括：调平机翼 6 和驱动机构。调平机翼 6 可包括叶片 10 和叶片 11。驱动机构可包括用于提供动力的驱动器 8 和传动机构。传动机构可包括齿轮组和传动轴 9。齿轮组可包括
15 齿轮 14 和齿轮 15。驱动器 8、齿轮 14、齿轮 15 及传动轴 9 依次连接。叶片 10 和叶片 11 固定安装在传动轴 9 上并且能够随传动轴 9 转动。传动轴 9 通过轴承 12 和轴承 13 安装在机舱 3 上。驱动器 8 可包括电动机和用于控制电动机的变频器。驱动器 8 也可采用液压的方式提供动力。

在本实施例中，驱动器 8 可依次通过齿轮 14、齿轮 15 及传动轴 9 将动力传递给叶片 10 和叶片 11，以改变叶片 10 和叶片 11 的姿态，即：改变调平
20 机翼 6 的姿态。当改变调平机翼 6 的姿态后，可改变调平机翼 6 受到的的风力，从而改变传递给机舱 3 的外力。当改变传递给机舱 3 的外力时，机舱 3 的重心与塔筒 5 之间的相对位置改变。当按照合理的方式调整调平机翼 6 的姿态时，可使塔筒 5 受力均匀、稳定，防止塔筒 5 损坏，延长塔筒 5 的使用寿命，防止次生风险。可通过本发明的示例性实施例中的调平控制装置来实现
25 调平机翼 6 的姿态的改变。

在本发明的示例性实施例中，驱动器 8 可以是电动机，可计算电动机的零位。例如，可通过电机旋转绝对值编码器反馈的数值计算电动机的零位。可通过如下操作判断是否需要校正零位：从电动机能够到达的位置中选择至少两个位置，并计算与所述至少两个位置分别对应的至少两个零位；当所述
30 至少两个零位之间的偏差小于设定值时，判断出不需要校正零位，可使电动机继续工作，否则判断出需要校正零位并发出报警。由此实现零位是否准确

的自动判断，以便进行校准等保护工作。

图 7 示出根据本发明的示例性实施例的调平控制装置的示意图。如图 7 中所示，调平控制装置 100 可包括：接收模块 101，用于接收测量得到的受力信息及风向信息；控制模块 102，用于根据所述受力信息和所述风向信息调整调平机翼的姿态以调整调平机翼受到的风力。

作为示例，控制模块 102 可包括：重心确定模块（未示出），用于根据所述受力信息确定所述机舱的重心位置的改变；风力确定模块（未示出），用于根据所述重心位置的改变确定所述调平机翼的期望受到的风力；姿态调整模块（未示出），用于根据所述风向信息和所述期望受到的风力调整所述调平机翼的姿态。

作为示例，受力信息包括：风力发电机组上的第一位置受到的第一承受力的大小和所述风力发电机组上的第二位置受到的第二承受力的大小，其中，所述重心确定模块计算所述第一承受力和所述第二承受力之间的大小差异，并根据所述大小差异确定机舱 3 的重心位置的改变。例如，参照图 4 和图 5，可测量位置 C 受到的第一承受力的大小和位置 D 受到的第二承受力的大小，位置 C 和位置 D 的连线可与机舱 3 的中心线平行，位置 C 距离轮毂 2 的距离大于位置 D 距离轮毂 2 的距离。在这种情况下，可通过第一承受力和第二承受力之间的大小差异来确定机舱 3 或塔筒 5 是否受力均匀，当所述大小差异超过预定阈值时，可确定出机舱 3 或塔筒 5 受力不均，此时，需要改变机舱 3 或塔筒 5 受到的外力，以避免机舱 3 或塔筒 5 损坏。

作为示例，所述重心位置的改变包括改变方向和改变程度，其中，当所述重心位置朝向所述机舱的头部偏移并且所述改变程度超过预定阈值时，所述风力确定模块确定所述期望受到的风力为下压力；当所述重心位置朝向所述机舱的尾部偏移并且所述改变程度超过所述预定阈值时，所述风力确定模块确定所述期望受到的风力为上升力。

作为示例，所述姿态调整模块根据所述风向信息和所述调平机翼的当前姿态确定所述调平机翼是否已经获得所述期望受到的风力；当所述调平机翼未获得所述期望受到的风力时，所述姿态调整模块通过调整所述调平机翼围绕特定轴线旋转的角度来使所述调平机翼获得所述期望受到的风力。

作为示例，可通过电机旋转绝对值编码器检测电机旋转的角度，从而可根据电机旋转的角度计算调平机翼旋转的角度。

在一个优选的实施例中，所述特定轴线平行于水平面，并且垂直于机舱的长度方向。在另一个实施例中，所述特定轴线为两个或更多个，每个轴线上可设置至少一个叶片。在另一个优选的实施例中，所述两个或更多个特定轴线在特定平面内，机舱的长度方向垂直于所述特定平面，每个特定轴线对应于至少一个绕该特定轴线旋转的调平机翼的叶片。

作为示例，所述姿态调整模块可确定当所述调平机翼获得所述期望受到的风力时所述调平机翼的期望位置，并根据感测得到的所述调平机翼的位置调整所述调平机翼的旋转角度，以使所述调平机翼旋转 to 所述期望位置。

作为示例，可通过位置传感器感测调平机翼的位置。位置传感器可位于叶片 10 和/或叶片 11 附近并设置在机舱或调平装置上，以感测调平机翼的叶片的位置。可基于位置传感器感测到的调平机翼的位置确定调平机翼是否达到期望位置。还可根据感测到的位置确定调平机翼是否达到最大旋转位置，并在调平机翼达到最大旋转位置时，使调平机翼停止转动或向相反方向转动，以便避免调平机翼损坏。

图 8 示出根据本发明的示例性实施例的调平控制方法的流程图。

如图 8 中所示，本示例性实施例的调平控制方法可用于控制本发明的示例性实施例中描述的调平装置，且包括：步骤 201，接收测量得到的所述风力发电机组的受力信息及风向信息；步骤 202：根据所述受力信息和所述风向信息调整所述调平机翼的姿态以调整所述调平机翼受到的风力。

作为示例，所述步骤 202 可包括：根据所述受力信息确定所述机舱的重心位置的改变；根据所述重心位置的改变确定所述调平机翼的期望受到的风力；根据所述风向信息和所述期望受到的风力调整所述调平机翼的姿态。

作为示例，受力信息可包括：风力发电机组上的第一位置受到的第一承受力的大小和所述风力发电机组上的第二位置受到的第二承受力的大小，所述根据所述受力信息确定所述机舱的重心位置的改变的步骤包括：计算所述第一承受力和所述第二承受力之间的大小差异；根据所述大小差异确定所述机舱的重心位置的改变。例如，参照图 4 和图 5，可测量位置 C 收到的第一承受力的大小和位置 D 收到的第二承受力的大小，位置 C 和位置 D 的连线与机舱 3 的中心线平行，位置 C 距离轮毂 2 的距离大于位置 D 距离轮毂 2 的距离。在这种情况下，可通过所述第一承受力和第二承受力之间的大小差异来确定机舱 3 或塔筒 5 是否受力均匀，当所述大小差异超过预定阈值时，可确定

出需要改变机舱 3 或塔筒 5 受到的外力，以避免机舱 3 或塔筒 5 损坏。

作为示例，重心位置的改变包括改变方向和改变程度，所述根据所述重心位置的改变确定所述调平机翼的期望受到的风力的步骤可包括：当所述重心位置朝向所述机舱的头部偏移并且所述改变程度超过预定阈值时，所述期望受到的风力为下压力；当所述重心位置朝向所述机舱的尾部偏移并且所述改变程度超过所述预定阈值时，所述期望受到的风力为上升力。

作为示例，所述根据所述风向信息和所述期望受到的风力调整所述调平机翼的姿态的步骤可包括：根据所述风向信息和所述调平机翼的当前姿态确定所述调平机翼是否已经获得所述期望受到的风力；当所述调平机翼未获得所述期望受到的风力时，通过调整所述调平机翼围绕特定轴线旋转的角度来使所述调平机翼获得所述期望受到的风力。

作为示例，所述调整所述调平机翼围绕特定轴线旋转的角度的步骤可包括：确定当所述调平机翼获得所述期望受到的风力时所述调平机翼的期望位置；根据感测得到的所述调平机翼的位置调整所述调平机翼的旋转角度，以使所述调平机翼旋转所述期望位置。

可通过图 9 所示流程来计算本发明的示例性实施例中描述的期望受到的风力。如图 9 中所示，在步骤 301，获得第一承受力的大小 X 和第二承受力的大小 Y 。在步骤 302，比较 X 和 Y 的差值的绝对值是否小于用于开始调平的阈值 Z ，如果是则进入步骤 303，否则进入步骤 304。在步骤 303，确定不需要调整机舱的重心位置。在步骤 304，比较判断 X 是否大于 Y ，如果是，则进入步骤 306，否则进入步骤 305。在步骤 306，确定期望受到的风力为下压力。在步骤 305，确定期望受到的风力为上升力。

在步骤 305 之后，可进入步骤 307，判断调平机翼在当前环境下是否具备获得上升力的能力，如果是，则进入步骤 310，否则进入步骤 309，所述当前环境至少包括风向。在步骤 310，调整调平机翼的姿态，以使调平机翼获得上升力。在步骤 309，发出第一报警，第一报警指示调平机翼在当前环境下不具备获得上升力的能力。

在步骤 306 之后，可进入步骤 308，判断调平机翼在当前环境下是否具备获得下降力的能力，如果是，则进入步骤 311，否则进入步骤 312。在步骤 311，调整调平机翼的姿态，以使调平机翼获得下降力。在步骤 312，发出第二报警，第二报警指示调平机翼在当前环境下不具备获得下降力的能力。

所述具备获得上升力的能力是指：调平机翼在其运动范围内的至少一个位置处，受到的风力在竖直向上方向的分力或受到的风力在垂直于机舱轴线且向上的方向上的分力大于零。所述具备获得下降力的能力是指：调平机翼在其运动范围内的至少一个位置处，受到的风力在竖直向下方向的分力或受到的风力在垂直于机舱轴线且向下的方向上的分力大于零。

当发出第一报警或第二报警时，可检测是否出现测量部件（例如，测风机构、测力机构、位置传感器等）故障。

图 10 是示出调平机翼的姿态、风向以及调平机翼的受到的力之间的对应关系的示意图。

在本示例性实施例中，调平机翼的主体呈叶片状，如图 10 中所示，调平机翼的主体的长度方向垂直于纸面。在图 10 中，风向为 F ， F 可被分解为水平方向的风向 f_1 和竖直方向的风向 f_2 。在第一姿态下，调平机翼的延伸方向平行于风向。在这种情况下，调平机翼不能够对机舱的重心位置进行调节。在第二姿态下，调平机翼的延伸方向与风向 F 成锐角，调平机翼能够获得下压力。在第三姿态下，风向 F 垂直于调平机翼的延伸方向，调平机翼也能够获得下压力。

然而，在图 10 所示示例性实施例中，调平机翼仅能够在第一姿态至第三姿态限定的范围内变化时，调平机翼仅具备获得下压力的能力，而不具备获得上升力的能力。

图 11 是示出调平机翼的姿态、风向以及调平机翼的受到的力之间的对应关系的示意图。

如图 11 中所示，风向为 F ， F 可被分解为水平方向的风向 f_1 和竖直方向的风向 f_2 。在第四姿态下，调平机翼的延伸方向平行于风向。在这种情况下，调平机翼不能够对机舱的重心位置进行调节。在第五姿态下，调平机翼的延伸方向与风向 F 成锐角，调平机翼能够获得上升力。在第六姿态下，风向 F 垂直于调平机翼的延伸方向，调平机翼也能够获得上升力。

然而，在图 11 所示示例性实施例中，调平机翼仅能够在第四姿态至第六姿态限定的范围内变化时，调平机翼具备获得上升力的能力，而不具备获得下压力的能力。

如图 10 和图 11 所示，风力对应于调平机翼的姿态。因此，期望受到的风力对应于期望的姿态。

在图 10 中，如果期望受到的风力是下压力，则当调平机翼的当前姿态是第一姿态时，需要使调平机翼旋转，例如，使调平机翼到达与第二姿态或第三姿态对应的位置，以便使调平机翼获得下压力。

5 在图 11 中，如果期望受到的风力是上升力，则当调平机翼的当前姿态是第四姿态时，需要使调平机翼旋转，例如，使调平机翼到达与第五姿态或第六姿态对应的位置，以便使调平机翼获得上升力。

在本发明的示例性实施例中，调平机翼与轮毂可沿机舱的长度方向分别位于机舱的重心的两侧，从而可使机舱受到的风力均衡。例如，调平机翼可设置在机舱的后部。调平机翼的叶片数量不受限制，可以是一片或更多片。

10 上述实施例仅仅是示例，调平机翼的位置不限于上述实施例。例如，调平机翼与轮毂可沿机舱的长度方向位于机舱的重心的同一侧。

在本发明的实施例中，通过旋转调平机翼来改变调平机翼的姿态，同时，可改变调平机翼的延伸方向与风向之间的夹角以改变调平机翼受到的风力的大小。

15 根据本发明的另一示例性实施例，提供了一种风力发电机组的调平系统。所述调平系统可包括本发明的示例性实施例中所述的调平控制装置及调平装置。

20 根据本发明的另一示例性实施例，提供了一种计算机可读存储介质，存储有当被处理器执行时使得处理器执行本发明的示例性实施例中所述的调平控制方法的指令。

根据本发明的另一示例性实施例，提供了一种计算机设备。所述计算机设备存储有当被处理器执行时使得处理器执行本发明的示例性实施例中所述的调平控制方法的指令。

25 根据本发明的另一示例性实施例，提供了一种风力发电机组。所述风力发电机组可包括本发明的示例性实施例中所述的调平装置，或者包括本发明的示例性实施例中所述的调平控制装置，或者包括本发明的示例性实施例中所述的调平控制系统，或者包括本发明的示例性实施例中所述的调平系统，或者包括本发明的示例性实施例中所述的计算机可读存储介质，或者包括本发明的示例性实施例中所述的计算机设备。

30 本发明采用调平机翼调整机舱的重心位置，使得机舱和/或塔筒稳定。由此，可避免机舱的偏航加速度改变以及偏航加速度改变引发的故障，减少塔

筒和风力发电机组的一部分部件（例如，偏航轴承）的损耗，减少次生风险。

本发明的示例性实施例提供的方法和装置可由独立的控制器（例如，PLC 控制器）实现或者由风力发电机组的控制器实现。

5 本发明实施例中的计算机可读存储介质包含程序命令、数据文件、数据结构等、或它们的组合。被记录在计算机可读存储介质中的程序可被设计或被配置以实现本发明的方法。计算机可读存储介质包括用于存储并执行程序
10 和/或命令的硬件系统。硬件系统的示例有磁介质（诸如硬盘、软盘、磁带）、光介质（诸如 CD-ROM 和 DVD）、磁光介质（诸如软光盘、ROM、RAM、闪存等）。程序和/或命令包括由编译器编译的汇编语言代码或机器代码和由解释器解释的更高级语言代码。硬件系统可利用至少一个软件模块来实施以符合本发明。

可使用一个或多个通用或专用计算机（例如，处理器、控制器、数字信号
15 处理器、微型计算机、现场可编程阵列、可编程逻辑单元、微处理器或能够运行软件或执行指令的任何其它装置）来实施上述方法、装置和/或系统的至少一部分。所述至少一部分可在操作系统中实现，也可在操作系统下操作的一个或多个软件应用中实现。

为了示意和描述的目的，给出了对本发明的描述，该描述的意图不在于以所公开的形式来穷尽或限制本发明。对于本领域普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的情况下，可对实施例进行各种修改和改变。

20

权利要求书

1. 一种风力发电机组的调平装置，其特征在于，所述风力发电机组包括机舱，所述调平装置包括：

5 调平机翼，设置在所述机舱上，用于将受到的风力传递给所述机舱以调整所述机舱的重心位置；

驱动机构，与所述调平机翼连接，用于调整所述调平机翼的姿态以调整所述调平机翼受到的风力。

10 2. 如权利要求 1 所述的调平装置，其特征在于，所述驱动机构包括驱动器和传动机构；

所述传动机构包括齿轮组和传动轴，所述驱动器、所述齿轮组及所述传动轴依次连接，所述调平机翼安装在所述传动轴上并且随所述传动轴转动。

3. 一种风力发电机组的调平控制方法，其特征在于，所述风力发电机组包括如权利要求 1 或 2 所述的调平装置，其中，所述调平控制方法包括：

15 接收测量得到的所述风力发电机组的受力信息及风向信息；

根据所述受力信息和所述风向信息调整所述调平机翼的姿态以调整所述调平机翼受到的风力。

20 4. 如权利要求 3 所述的调平控制方法，其特征在于，所述根据所述受力信息和所述风向信息调整所述调平机翼的姿态以调整所述调平机翼受到的风力的步骤包括：

根据所述受力信息确定所述机舱的重心位置的改变；

根据所述重心位置的改变确定所述调平机翼的期望受到的风力；

根据所述风向信息和所述期望受到的风力调整所述调平机翼的姿态。

25 5. 如权利要求 4 所述的调平控制方法，其特征在于，所述受力信息包括：所述风力发电机组上的第一位置受到的第一承受力的大小和所述风力发电机组上的第二位置受到的第二承受力的大小，

所述根据所述受力信息确定所述机舱的重心位置的改变的步骤包括：

计算所述第一承受力和所述第二承受力之间的大小差异；

根据所述大小差异确定所述机舱的重心位置的改变。

30 6. 如权利要求 4 所述的调平控制方法，其特征在于，所述重心位置的改变包括改变方向和改变程度，所述根据所述重心位置的改变确定所述调平机

翼的期望受到的风力的步骤包括：

当所述重心位置朝向所述机舱的头部偏移并且所述改变程度超过预定阈值时，所述期望受到的风力为下压力；

5 当所述重心位置朝向所述机舱的尾部偏移并且所述改变程度超过所述预定阈值时，所述期望受到的风力为上升力。

7. 如权利要求 4 所述的调平控制方法，其特征在于，所述根据所述风向信息和所述期望受到的风力调整所述调平机翼的姿态的步骤包括：

根据所述风向信息和所述调平机翼的当前姿态确定所述调平机翼是否已经获得所述期望受到的风力；

10 当所述调平机翼未获得所述期望受到的风力时，通过调整所述调平机翼围绕特定轴线旋转的角度来使所述调平机翼获得所述期望受到的风力。

8. 如权利要求 7 所述的调平控制方法，其特征在于，所述调整所述调平机翼围绕所述特定轴线旋转的角度的步骤包括：

15 确定当所述调平机翼获得所述期望受到的风力时所述调平机翼的期望位置；

根据感测得到的所述调平机翼的位置调整所述调平机翼的旋转角度，以使所述调平机翼旋转到所述期望位置。

9. 一种风力发电机组的调平控制装置，其特征在于，所述风力发电机组包括如权利要求 1 或 2 所述的调平装置，其中，所述调平控制装置包括：

20 接收模块，用于接收测量得到的所述风力发电机组的受力信息及风向信息；

控制模块，用于根据接收模块接收到的受力信息和风向信息调整所述调平机翼的姿态以调整所述调平机翼受到的风力。

25 10. 如权利要求 9 所述的调平控制装置，其特征在于，所述控制模块包括：

重心确定模块，用于根据所述受力信息确定所述机舱的重心位置的改变；
风力确定模块，用于根据所述重心位置的改变确定所述调平机翼的期望受到的风力；

30 姿态调整模块，用于根据所述风向信息和所述期望受到的风力调整所述调平机翼的姿态。

11. 如权利要求 10 所述的调平控制装置，其特征在于，所述受力信息包

括：所述风力发电机组上的第一位置受到的第一承受力的大小和所述风力发电机组上的第二位置受到的第二承受力的大小，

其中，所述重心确定模块计算所述第一承受力和所述第二承受力之间的大小差异，并根据所述大小差异确定所述机舱的重心位置的改变。

5 12. 如权利要求 10 所述的调平控制装置，其特征在于，所述重心位置的改变包括改变方向和改变程度，

其中，当所述重心位置朝向所述机舱的头部偏移并且所述改变程度超过预定阈值时，所述风力确定模块确定所述期望受到的风力为下压力；

10 当所述重心位置朝向所述机舱的尾部偏移并且所述改变程度超过所述预定阈值时，所述风力确定模块确定所述期望受到的风力为上升力。

13. 如权利要求 10 所述的调平控制装置，其特征在于，所述姿态调整模块根据所述风向信息和所述调平机翼的当前姿态确定所述调平机翼是否已经获得所述期望受到的风力；

15 当所述调平机翼未获得所述期望受到的风力时，所述姿态调整模块通过调整所述调平机翼围绕特定轴线旋转的角度来使所述调平机翼获得所述期望受到的风力。

20 14. 如权利要求 13 所述的调平控制装置，其特征在于，所述姿态调整模块确定当所述调平机翼获得所述期望受到的风力时所述调平机翼的期望位置，并根据感测得到的所述调平机翼的位置调整所述调平机翼的旋转角度，以使所述调平机翼旋转所述期望位置。

15. 一种风力发电机组的调平控制系统，其特征在于，所述风力发电机组包括如权利要求 1 或 2 所述的调平装置，其中，所述调平控制系统包括：

测力机构，用于测量风力发电机组的受力信息；

测风机构，用于测量风向信息；以及

25 如权利要求 9-14 中的任意一项所述的调平控制装置。

16. 一种风力发电机组的调平系统，其特征在于，包括如权利要求 9-14 中的任意一项所述的调平控制装置及如权利要求 1 或 2 所述的调平装置。

17. 一种计算机可读存储介质，存储有当被处理器执行时使得处理器执行如权利要求 3-8 中任意一项所述的调平控制方法的指令。

30 18. 一种计算机设备，存储有当被处理器执行时使得处理器执行如权利要求 3-8 中任意一项所述的调平控制方法的指令。

19. 一种风力发电机组，其特征在于，包括如权利要求 1 或 2 所述的调平装置，或者如权利要求 9-14 中的任意一项所述的调平控制装置，或者如权利要求 15 所述的调平控制系统，或者如权利要求 16 所述的调平系统，或者如权利要求 17 所述的计算机可读存储介质，或者如权利要求 18 所述的计算机设备。
- 5

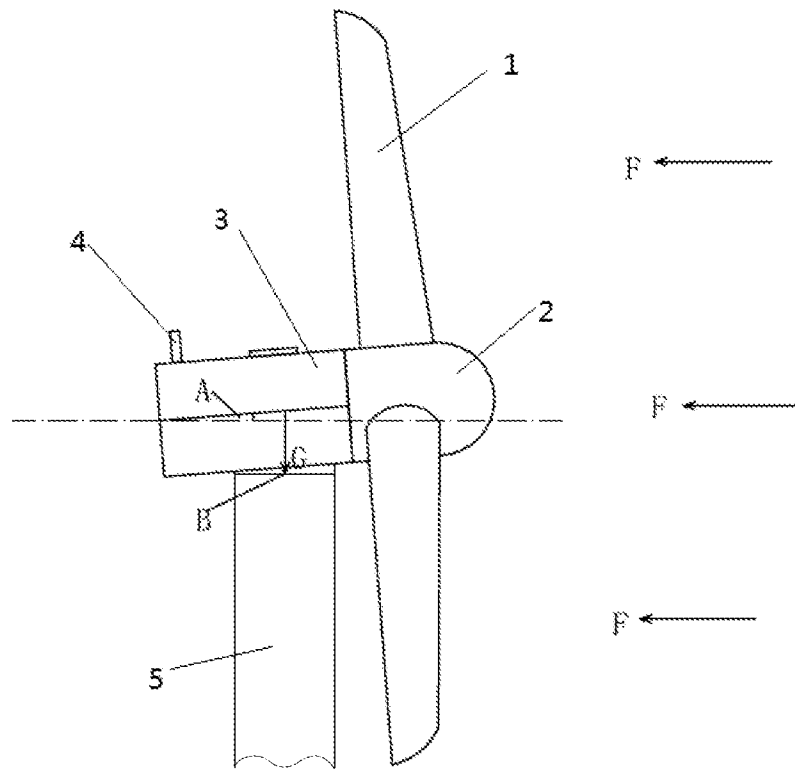


图 1

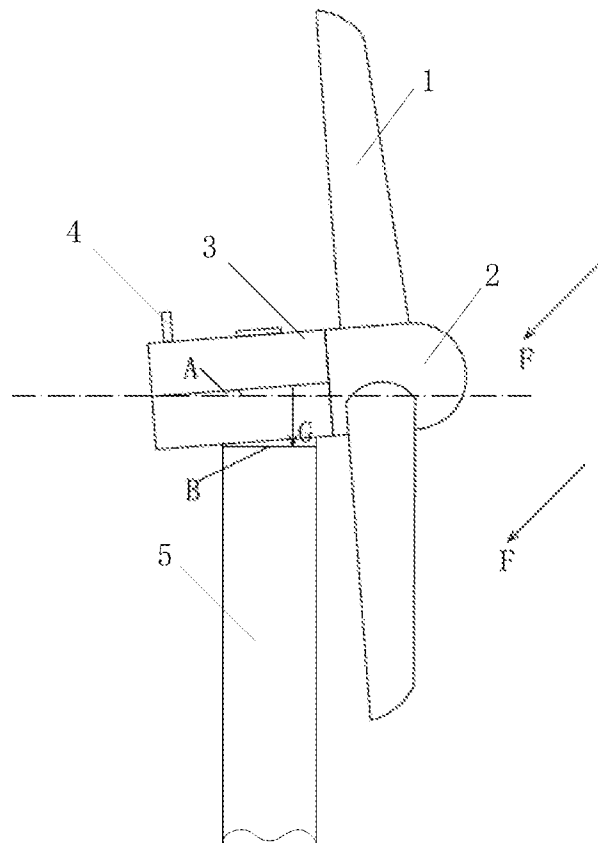


图 2

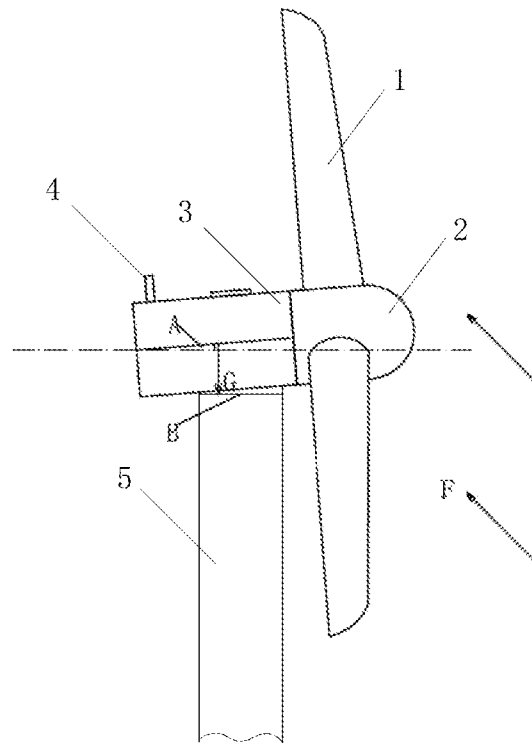


图 3

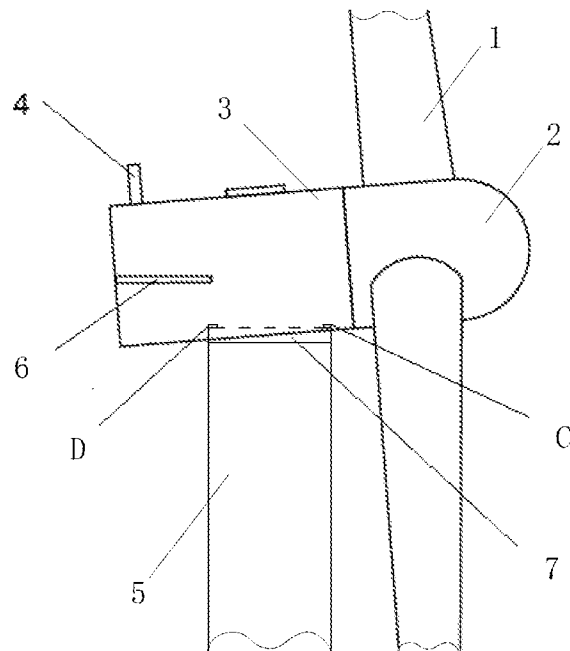


图 4

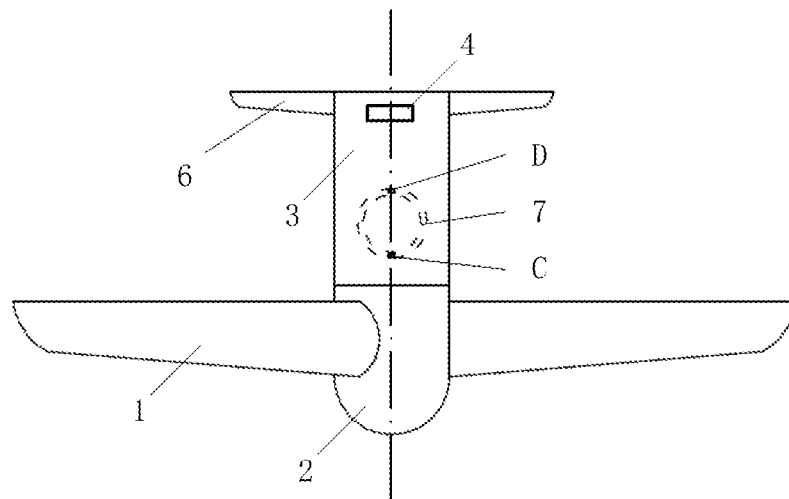


图 5

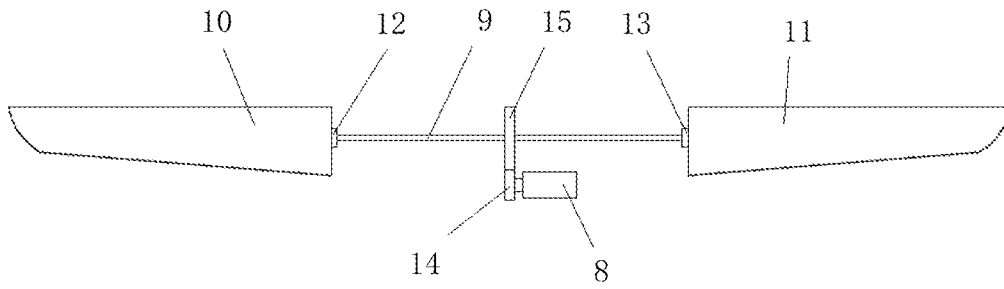


图 6

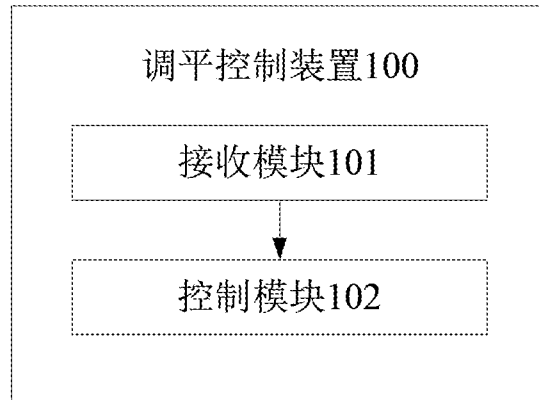


图 7

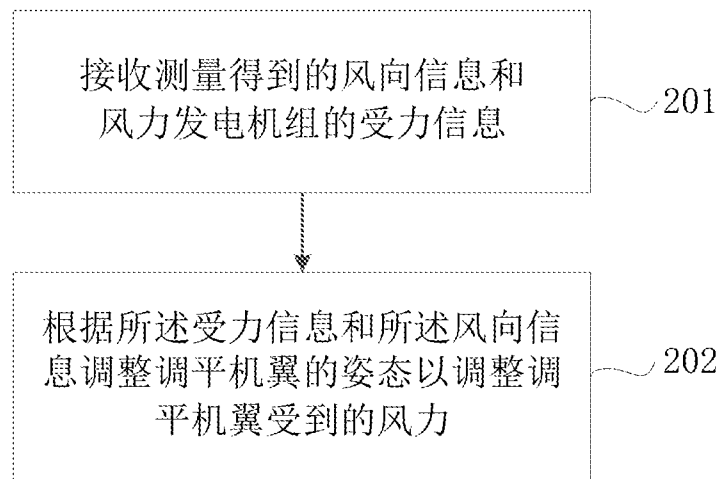


图 8

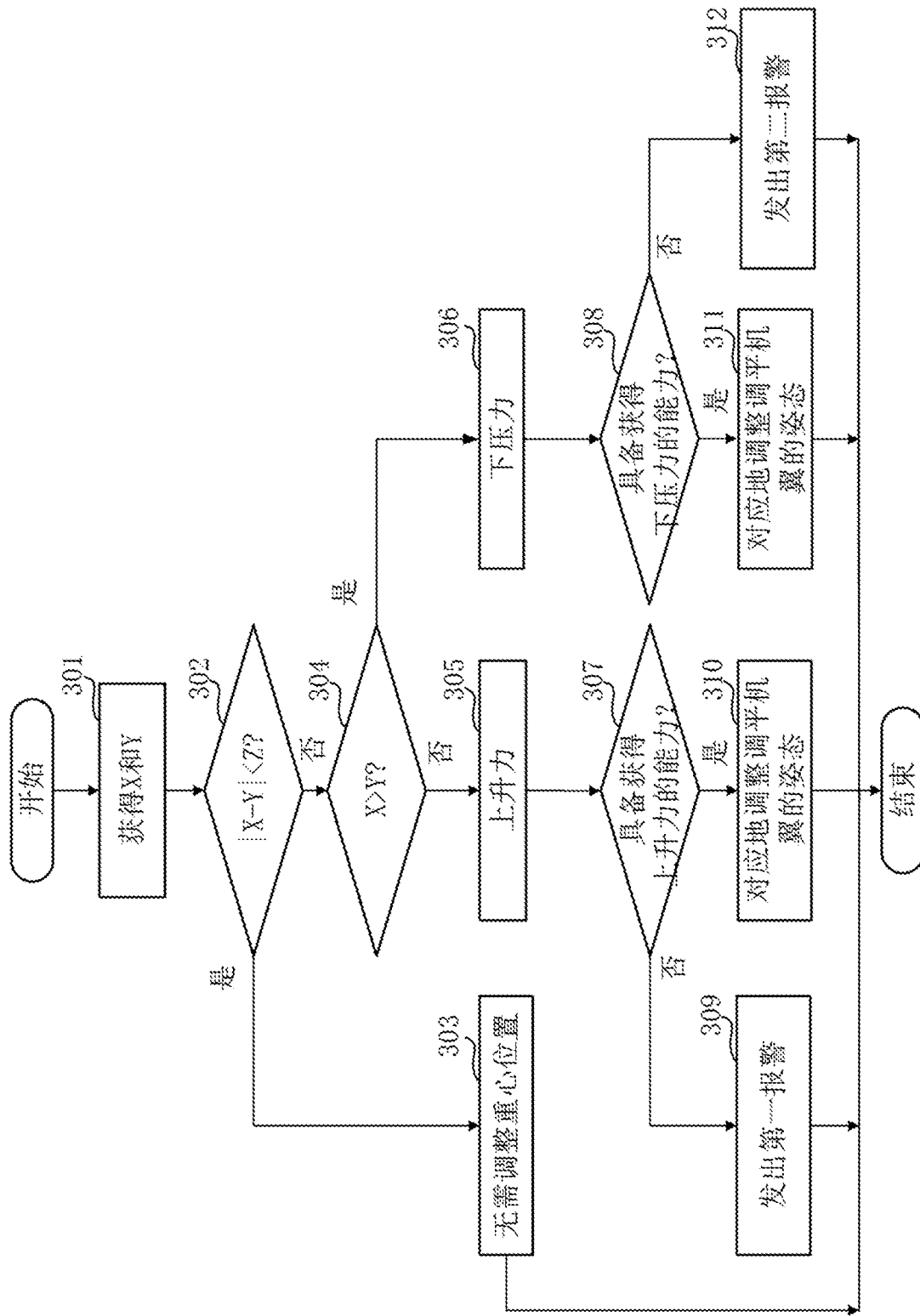


图 9

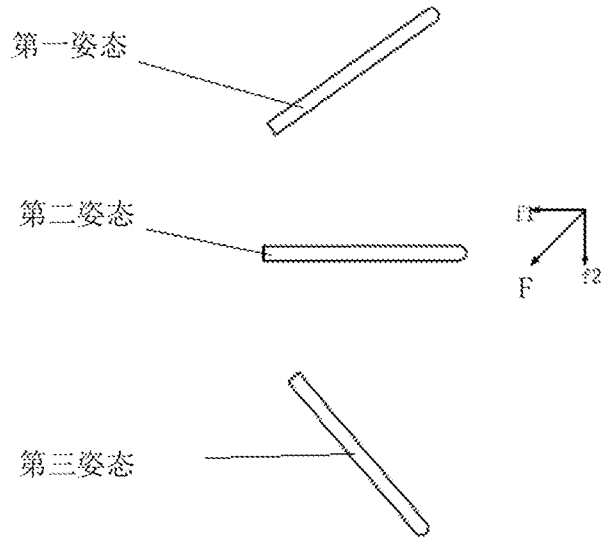


图 10

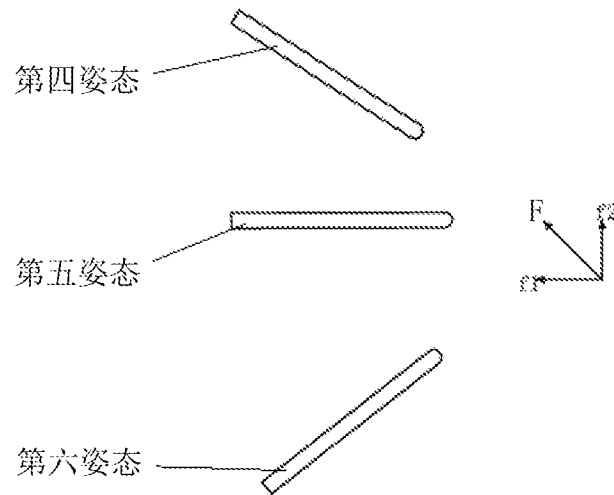


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/098961

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03D 7/00(2006.01)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

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)

CNABS, CNKI, DWPI, VEN, SIPOABS, 风力, 发电机, 机舱, 塔架, 调平, 偏航; Wind, turbine, nacelle, tower, flatten, yaw

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 204984745 U (AGRICULTURAL UNIVERSITY OF HEBEI) 20 January 2016 (2016-01-20) description, pages 1 and 2, and figures 1-4	1-19
A	CN 106321364 A (CHANGZHOU SHENLI ELECTRICAL MACHINE INC. ET AL.) 11 January 2017 (2017-01-11) entire document	1-19
A	US 2009263245 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 22 October 2009 (2009-10-22) entire document	1-19
A	WO 2008104629 A1 (GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S. L. ET AL.) 04 September 2008 (2008-09-04) entire document	1-19
A	CN 203948224 U (SUZHOU ZHENGDIAN PRECISION METAL CO., LTD. ET AL.) 19 November 2014 (2014-11-19) entire document	1-19
A	CN 102251929 A (ZHANG, ZHIGUO) 23 November 2011 (2011-11-23) entire document	1-19

 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

10 November 2018

Date of mailing of the international search report

28 November 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/098961

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)	
CN	204984745	U	20 January 2016	None		
CN	106321364	A	11 January 2017	None		
US	2009263245	A1	22 October 2009	CN	101566136 B	29 July 2015
				ES	2524041 T3	03 December 2014
				EP	2112376 B1	22 October 2014
				DK	2112376 T3	01 December 2014
				EP	2112376 A3	27 November 2013
				EP	2112376 A2	28 October 2009
				US	7942629 B2	17 May 2011
				CN	101566136 A	28 October 2009
WO	2008104629	A1	04 September 2008	EP	2169217 A1	31 March 2010
				US	2010104444 A1	29 April 2010
				CN	101641519 A	03 February 2010
				CN	101641519 B	05 September 2012
				EP	2169217 A4	11 December 2013
CN	203948224	U	19 November 2014	None		
CN	102251929	A	23 November 2011	None		

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/098961

<p>A. 主题的分类 F03D 7/00(2006.01)i</p> <p>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</p>																							
<p>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</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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)) CNABS, CNKI, DWPI, VEN, SIPOABS 风力, 发电机, 机舱, 塔架, 调平, 偏航; Wind, turbine, nacelle, tower, flatten, yaw.</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 204984745 U (河北农业大学) 2016年 1月 20日 (2016 - 01 - 20) 说明书第1-2页, 附图1-4</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106321364 A (常州神力电机股份有限公司等) 2017年 1月 11日 (2017 - 01 - 11) 全文</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2009263245 A1 (GEN ELECTRIC) 2009年 10月 22日 (2009 - 10 - 22) 全文</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2008104629 A1 (GAMESA INNOVATION & TECH SL等) 2008年 9月 4日 (2008 - 09 - 04) 全文</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 203948224 U (苏州正典精密五金有限公司) 2014年 11月 19日 (2014 - 11 - 19) 全文</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102251929 A (张志国) 2011年 11月 23日 (2011 - 11 - 23) 全文</td> <td>1-19</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 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</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 204984745 U (河北农业大学) 2016年 1月 20日 (2016 - 01 - 20) 说明书第1-2页, 附图1-4	1-19	A	CN 106321364 A (常州神力电机股份有限公司等) 2017年 1月 11日 (2017 - 01 - 11) 全文	1-19	A	US 2009263245 A1 (GEN ELECTRIC) 2009年 10月 22日 (2009 - 10 - 22) 全文	1-19	A	WO 2008104629 A1 (GAMESA INNOVATION & TECH SL等) 2008年 9月 4日 (2008 - 09 - 04) 全文	1-19	A	CN 203948224 U (苏州正典精密五金有限公司) 2014年 11月 19日 (2014 - 11 - 19) 全文	1-19	A	CN 102251929 A (张志国) 2011年 11月 23日 (2011 - 11 - 23) 全文	1-19
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	CN 204984745 U (河北农业大学) 2016年 1月 20日 (2016 - 01 - 20) 说明书第1-2页, 附图1-4	1-19																					
A	CN 106321364 A (常州神力电机股份有限公司等) 2017年 1月 11日 (2017 - 01 - 11) 全文	1-19																					
A	US 2009263245 A1 (GEN ELECTRIC) 2009年 10月 22日 (2009 - 10 - 22) 全文	1-19																					
A	WO 2008104629 A1 (GAMESA INNOVATION & TECH SL等) 2008年 9月 4日 (2008 - 09 - 04) 全文	1-19																					
A	CN 203948224 U (苏州正典精密五金有限公司) 2014年 11月 19日 (2014 - 11 - 19) 全文	1-19																					
A	CN 102251929 A (张志国) 2011年 11月 23日 (2011 - 11 - 23) 全文	1-19																					
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																						
2018年 11月 10日	2018年 11月 28日																						
ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员																						
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	应一鸣																						
传真号 (86-10)62019451	电话号码 62085090																						

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/098961

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	204984745	U	2016年 1月 20日	无			
CN	106321364	A	2017年 1月 11日	无			
US	2009263245	A1	2009年 10月 22日	CN	101566136	B	2015年 7月 29日
				ES	2524041	T3	2014年 12月 3日
				EP	2112376	B1	2014年 10月 22日
				DK	2112376	T3	2014年 12月 1日
				EP	2112376	A3	2013年 11月 27日
				EP	2112376	A2	2009年 10月 28日
				US	7942629	B2	2011年 5月 17日
				CN	101566136	A	2009年 10月 28日
WO	2008104629	A1	2008年 9月 4日	EP	2169217	A1	2010年 3月 31日
				US	2010104444	A1	2010年 4月 29日
				CN	101641519	A	2010年 2月 3日
				CN	101641519	B	2012年 9月 5日
				EP	2169217	A4	2013年 12月 11日
CN	203948224	U	2014年 11月 19日	无			
CN	102251929	A	2011年 11月 23日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)