

(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
2024年9月19日 (19.09.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/187767 A1

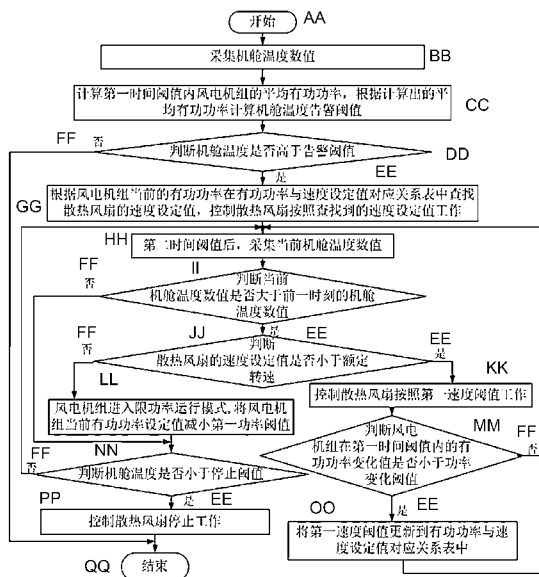
- (51) 国际专利分类号:
F03D 80/60 (2016.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/127945
- (22) 国际申请日: 2023年10月30日 (30.10.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310243747.9 2023年3月15日 (15.03.2023) CN
- (71) 申请人: 中车山东风电有限公司 (CRRC SHANDONG WIND POWER CO., LTD.) [CN/CN]; 中国山东省济南市高新区世纪大道3666号, Shandong 250101 (CN)。

- (72) 发明人: 任立业 (REN, Liye); 中国山东省济南市高新区世纪大道3666号, Shandong 250101 (CN)。王向东 (WANG, Xiangdong); 中国山东省济南市高新区世纪大道3666号, Shandong 250101 (CN)。张海华 (ZHANG, Haihua); 中国山东省济南市高新区世纪大道3666号, Shandong 250101 (CN)。张炳权 (ZHANG, Bingquan); 中国山东省济南市高新区世纪大道3666号, Shandong 250101 (CN)。刘福才 (LIU, Fucai); 中国山东省济南市高新区世纪大道3666号, Shandong 250101 (CN)。刘茸茸 (LIU, Rongrong); 中国山东省济南市高新区世纪大道3666号, Shandong 250101 (CN)。李超 (LI, Chao); 中国山东省济南市高新区世纪大道3666号, Shandong 250101 (CN)。

(74) 代理人: 济南圣达知识产权代理有限公司 (JINAN SHENGDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY)

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR ADAPTIVELY CONTROLLING NACELLE TEMPERATURE OF WIND TURBINE GENERATOR SYSTEM, DEVICE, AND MEDIUM

(54) 发明名称: 自适应控制风电机组机舱温度的方法、装置、设备、介质



- AA Start
- BB Acquire a nacelle temperature value
- CC Calculate an average active power of a wind turbine generator system in a first time threshold, and according to the calculated average active power, calculate a nacelle temperature alarm threshold
- DD Determine whether the nacelle temperature is higher than the alarm threshold
- EE Yes
- FF No
- GG According to a current active power of the wind turbine generator system, find a speed set value of a cooling fan in a correspondence table of active powers and speed set values, and control the cooling fan to work according to the found speed set value
- HH After a second time threshold, collect a current nacelle temperature value
- II Determine whether the current nacelle temperature value is greater than a nacelle temperature value at the previous moment
- JJ Determine whether the speed set value of the cooling fan is less than a rated speed
- KK Control the cooling fan to work according to a first speed threshold
- LL The wind turbine generator system enters a power-limited operation mode, and a current active power set value of the wind turbine generator system is reduced by a first power threshold
- MM Determine whether an active power change value of the wind turbine generator system within the first time threshold is less than a power change threshold
- NN Determine whether the nacelle temperature is less than a stop threshold
- OO Update the first speed threshold to the correspondence table of the active powers and the speed set values
- PP Control the cooling fan to stop working
- QQ End

图 1

(57) Abstract: The present invention relates to the technical field of wind power control, and particularly provides a method and apparatus for adaptively controlling a nacelle temperature of a wind turbine generator system, a device, and a medium. The method comprises: acquiring a nacelle temperature value, and calculating an average active power of a wind turbine generator system in a first time threshold; according to the calculated average active power, calculating a nacelle temperature alarm threshold; when the nacelle temperature is higher than the alarm threshold, finding a speed set value of a cooling fan in a correspondence table, and controlling the cooling fan to work according to the found speed set value; when the nacelle temperature continues to rise, controlling the cooling fan

WO 2024/187767 A1

CO., LTD.); 中国山东省济南市历下区经十路17703号华特广场B510室, Shandong 250014 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))。

to work according to a first speed threshold, and when an active power change value is less than a power change threshold, updating the first speed threshold to the correspondence table of active powers and speed set values; and when the nacelle temperature is less than a stop threshold, controlling the cooling fan to stop working. Frequent speed regulation of the cooling fan can be avoided, and the problem that the service life of the cooling fan is shortened due to frequent speed regulation is solved.

(57) 摘要: 本发明属于风电控制技术领域, 具体提供自适应控制风电机组机舱温度的方法、装置、设备、介质, 所述方法采集机舱温度数值, 计算第一时间阈值内风电机组的平均有功功率; 根据计算出的平均有功功率计算机舱温度告警阈值; 机舱温度高于告警阈值时, 在对应关系表中查找散热风扇的速度设定值, 控制散热风扇按照查找到的速度设定值工作; 当机舱温度继续上升时, 控制散热风扇按照第一速度阈值工作, 此时当有功功率变化值小于功率变化阈值时, 将第一速度阈值更新到有功功率与速度设定值对应关系表中; 当机舱温度小于停止阈值时, 控制散热风扇停止工作。可以避免散热风扇的频繁调速, 缓解频繁调速导致散热风扇寿命降低的问题。

自适应控制风电机组机舱温度的方法、装置、设备、介质

本发明要求于2023年3月15日提交中国专利局、申请号为202310243747.9、发明名称为“自适应控制风电机组机舱温度的方法、装置、设备、介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本发明中。

技术领域

本发明涉及风电控制技术领域，具体涉及自适应控制风电机组机舱温度的方法、装置、设备、介质。

背景技术

风电机组机舱温度对风机的稳定运行起着重要作用，其高低受到外部环境温度、机组发电功率、进风量、进风温度、空气湿度等因素的影响。

目前采用的主流散热设计为下进风上出风的方式，即塔筒底部自然进风，机舱顶部通过散热风扇排风。其控制方法为机舱温度高于告警阈值时，启动散热风扇改善机舱内的通风环境，加速机舱内空气循环，通过空气循环对流交换热量；当机舱温度低于停止阈值时，停止散热风扇。

近年来伴随着夏季高温极端天气的出现，风机外部环境温度越来越高，出现机舱温度高停机的现象越来越多，造成了机组发电量损失，同时降低了机组的可利用率。此外机舱温度高超出零部件生存温度时，对零部件有不可逆损害，降低了零部件的使用寿命，也增加了机舱发生火灾的概率。

发明内容

针对上述存在的问题，本发明提供一种基于有功功率自适应控制风电机组机

舱温度的方法，通过平均有功功率调节散热风扇速度，进而控制通风量自适应控制机舱温度。可以避免散热风扇的频繁调速，缓解频繁调速导致散热风扇寿命降低的问题。

第一方面，本发明技术方案提供一种自适应控制风电机组机舱温度的方法，包括如下步骤：

判断预存储的有功功率与速度设定值对应关系表是否存在；

当有功功率与速度设定值对应关系表存在时，采集机舱温度数值；

计算第一时间阈值内风电机组的平均有功功率，根据计算出的平均有功功率计算机舱温度告警阈值；

判断机舱温度高于告警阈值时，根据风电机组当前的有功功率在有功功率与速度设定值对应关系表中查找散热风扇的速度设定值，控制散热风扇按照查找到的速度设定值工作；

第二时间阈值后，采集当前机舱温度数值；

判断当前机舱温度数值大于前一时刻的机舱温度数值且散热风扇的速度设定值小于额定转速时，控制散热风扇按照第一速度阈值工作，同时判断风电机组在第一时间阈值内的有功功率变化值是否小于功率变化阈值；

当有功功率变化值小于功率变化阈值时，将第一速度阈值更新到有功功率与速度设定值对应关系表中；执行步骤：第二时间阈值后，采集当前机舱温度数值；

判断当前机舱温度数值小于或等于前一时刻采集的机舱温度数值，且当机舱温度小于停止阈值时，控制散热风扇停止工作。

启动风扇的告警阈值随着有功功率的变化而变化，即当有功功率高时，告警阈值低，机舱散热风扇根据第一时间阈值的平均有功功率查表获取速度设定值并

提前启动，这样可以优化减少机组因温度滞后变化导致的高温停机的次数。

作为本发明技术方案的进一步限定，判断预存储的有功功率与速度设定值对应关系表是否存在的步骤之后还包括：

当有功功率与速度设定值对应关系表不存在时，创建有功功率与速度设定值对应关系表。

作为本发明技术方案的进一步限定，计算第一时间阈值内风电机组的平均有功功率的步骤包括：

采用移动均值滤波算法计算风电机组在第一时间阈值内的平均有功功率。

作为本发明技术方案的进一步限定，根据计算出的平均有功功率计算机舱温度告警阈值的步骤中，计算告警阈值的公式如下：

告警阈值=固定告警阈值-平均有功功率×系数；

其中，固定告警阈值是根据历史信息设定的固定值，系数是根据历史数据计算的设定时间段的温度变化与平均有功功率的比值。

作为本发明技术方案的进一步限定，第二时间阈值后，采集当前机舱温度数值的步骤之后包括：

判断当前机舱温度数值是否大于前一时刻的机舱温度数值；

当前机舱温度数值大于前一时刻的机舱温度数值时，判断散热风扇的速度设定值是否小于额定转速；

散热风扇的速度设定值小于额定转速时，控制散热风扇按照第一速度阈值工作同时，判断风电机组在第一时间阈值内的有功功率变化值是否小于功率变化阈值；

当有功功率变化值小于功率变化阈值时，将第一速度阈值更新到有功功率与

速度设定值对应关系表中；执行步骤：第二时间阈值后，采集当前机舱温度数值；

当有功功率变化值大于或等于功率变化阈值时，执行步骤：第二时间阈值后，采集当前机舱温度数值。

可以避免散热风扇的频繁调速，缓解频繁调速导致散热风扇寿命降低的问题。

作为本发明技术方案的进一步限定，判断当前机舱温度数值是否大于前一时刻的机舱温度数值的步骤之后还包括：

当前机舱温度数值小于或等于前一时刻采集的机舱温度数值时，判断机舱温度是否小于停止阈值；

若是，控制散热风扇停止工作；

若否，执行步骤：第二时间阈值后，采集当前机舱温度数值。

作为本发明技术方案的进一步限定，判断散热风扇的速度设定值是否小于额定转速的步骤之后还包括：

散热风扇的速度设定值大于或等于额定转速时，风电机组进入限功率运行模式将风电机组当前有功功率设定值减小第一功率阈值，执行步骤：判断机舱温度是否小于停止阈值。

其中，第一速度阈值等于速度设定值与第一百分比的额定速度的和；功率变化阈值等于有功额定功率的第二百分比；第一功率阈值等于第一百分比的额定有功功率。

第二方面，本发明技术方案提供一种自适应控制风电机组机舱温度的装置，包括对应关系表创建模块、温度采集模块、计算模块、温度判断模块、风扇控制模块、速度判断模块、功率设定模块、功率变化监测模块、关系表更新模块；

对应关系表创建模块，用于创建有功功率与速度设定值对应关系表；

温度采集模块，用于采集机舱温度数值；

计算模块，用于计算第一时间阈值内风电机组的平均有功功率，根据计算出的平均有功功率计算机舱温度告警阈值；

温度判断模块，用于判断机舱温度是否高于告警阈值；判断当前机舱温度数值大于前一时刻的机舱温度数值；

风扇控制模块，用于当机舱温度高于告警阈值时，根据风电机组当前的有功功率在有功功率与速度设定值对应关系表中查找散热风扇的速度设定值，控制散热风扇按照查找到的速度设定值工作；当前机舱温度数值大于前一时刻的机舱温度数值且散热风扇的速度设定值小于额定转速时，控制散热风扇按照第一速度阈值工作；判断当前机舱温度数值小于或等于前一时刻采集的机舱温度数值，且当机舱温度小于停止阈值时，控制散热风扇停止工作；

速度判断模块，用于当前机舱温度数值大于前一时刻的机舱温度数值时，判断散热风扇的速度设定值是否小于额定转速；

功率变化监测模块，用于风扇控制模块控制散热风扇按照第一速度阈值工作后，判断风电机组在第一时间阈值内的有功功率变化值是否小于功率变化阈值；

功率设定模块，用于当散热风扇的速度设定值大于或等于额定转速时，将风电机组当前有功功率设定值减小第一功率阈值；

关系表更新模块，用于当有功功率变化值小于功率变化阈值时，将第一速度阈值更新到有功功率与速度设定值对应关系表中。

第三方面，本发明技术方案还提供一种电子设备，所述电子设备包括至少一个处理器以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器；存储器存储有可被至少一个处理器执行的计算机程序指令，所述计算机程序指令被所述至少一个处理器

执行，以使所述至少一个处理器能够执行如第一方面所述的自适应控制风电机组机舱温度的方法。

第四方面，本发明技术方案还提供一种非暂态计算机可读存储介质，所述非暂态计算机可读存储介质存储计算机指令，所述计算机指令使所述计算机执行如第一方面所述的自适应控制风电机组机舱温度的方法。

从以上技术方案可以看出，本发明具有以下优点：

1、可以避免散热风扇的频繁调速，缓解频繁调速导致散热风扇寿命降低的问题。

2、启动风扇的告警阈值随着有功功率的变化而变化，即当有功功率高时，告警阈值低，机舱散热风扇根据设定时间内的平均有功功率查，获取速度设定值并提前启动，这样可以优化减少机组因温度滞后变化导致的高温停机的次数。

3、可以自适应调节风扇的速度，并把当前散热风扇速度值自动保存到有功功率-速度设定值表中。

此外，本发明设计原理可靠，结构简单，具有非常广泛的应用前景。

由此可见，本发明与现有技术相比，具有突出的实质性特点和显著地进步，其实施的有益效果也是显而易见的。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，对于本领域普通技术人员而言，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1是本发明一个实施例的方法的示意性流程图。

图 2 是本发明一个实施例的装置的示意性框图。

具体实施方式

本发明提供一种基于有功功率自适应控制风电机组机舱温度的方法，通过平均有功功率调节散热风扇速度，进而控制通风量自适应控制机舱温度。为了使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案，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，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，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前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本发明保护的范围。

参考附图 1，本发明实施例提供一种自适应控制风电机组机舱温度的方法，包括如下步骤：

步骤 1: 采集机舱温度数值；

步骤 2: 计算第一时间阈值内风电机组的平均有功功率，根据计算出的平均有功功率计算机舱温度告警阈值；

步骤 3: 判断机舱温度高于告警阈值时，根据风电机组当前的有功功率在有功功率与速度设定值对应关系表中查找散热风扇的速度设定值，控制散热风扇按照查找到的速度设定值工作；

步骤 4: 第二时间阈值后，采集当前机舱温度数值；

步骤 5: 判断当前机舱温度数值大于前一时刻的机舱温度数值且散热风扇的速度设定值小于额定转速时，控制散热风扇按照第一速度阈值工作，同时判断风电机组在第一时间阈值内的有功功率变化值是否小于功率变化阈值；

步骤 6: 当有功功率变化值小于功率变化阈值时，将第一速度阈值更新到有功

功率与速度设定值对应关系表中；执行步骤 4；

步骤 5:判断当前机舱温度数值小于或等于前一时刻采集的机舱温度数值,且当机舱温度小于停止阈值时,控制散热风扇停止工作。

启动风扇的告警阈值随着有功功率的变化而变化,即当有功功率高时,告警阈值低,机舱散热风扇根据第一时间阈值的平均有功功率查表获取速度设定值并提前启动,这样可以优化减少机组因温度滞后变化导致的高温停机的次数。可以避免散热风扇的频繁调速,缓解频繁调速导致散热风扇寿命降低的问题。其中,第一速度阈值等于速度设定值与第一百分比的额定速度的和;功率变化阈值等于有功额定功率的第二百分比;第一功率阈值等于第一百分比的额定有功功率。

本发明实施例还提供一种自适应控制风电机组机舱温度的方法,包括如下步骤:

S1:判断有功功率与速度设定值对应关系表是否存在;

若是,执行步骤 S3,否则执行步骤 S2;

S2:创建有功功率与速度设定值对应关系表;执行下一步;

S3:采集机舱温度数值;执行下一步;

S4:计算第一时间阈值内风电机组的平均有功功率,根据计算出的平均有功功率计算机舱温度告警阈值;执行下一步;其中,计算告警阈值的公式如下:

告警阈值=固定告警阈值-平均有功功率×系数;固定告警阈值是根据历史信息设定的固定值,在这里第一时间阈值设置为 10 分钟;基于大量历史统计数据,研究平均有功功率与温度的变化之间的关系,然后计算设定时间段的温度变化与平均有功功率的比值,生成平均有功功率与比值的对应关系表,然后根据当前平均有功功率查表找到对应的比值即系数;

S5:判断机舱温度是否高于告警阈值;若是,执行步骤 S6,若否,执行步骤 S16;

S6:根据风电机组当前的有功功率在有功功率与速度设定值对应关系表中查找散热风扇的速度设定值,控制散热风扇按照查找到的速度设定值工作;执行下一步;

S7:第二时间阈值后,采集当前机舱温度数值;执行下一步;在这里,第二时间阈值为5分钟;

S8:判断当前机舱温度数值是否大于前一刻的机舱温度数值:

若是,执行步骤 S9,否则执行步骤 S14;

S9:判断散热风扇的速度设定值是否小于额定转速;

若是,执行步骤 S13,否则,执行步骤 S10;

S10:控制散热风扇按照第一速度阈值工作;执行下一步;

S11:判断风电机组在第一时间阈值内的有功功率变化值是否小于功率变化阈值;若是,执行步骤 S12,否则执行步骤 S7;

S12:将第一速度阈值更新到有功功率与速度设定值对应关系表中;执行步骤 S7;

S13:风电机组进入限功率运行模式,将风电机组当前有功功率设定值减小第一功率阈值;执行下一步;

S14:判断机舱温度是否小于停止阈值;若是,执行步骤 S15,否则,执行步骤 S7;

S15:控制散热风扇停止工作;执行下一步;

S16:结束。

其中，第一速度阈值等于速度设定值与第一百分比的额定速度的和；在这里，第一速度阈值是在当前散热风扇的速度设定值的基础上增加 10%的额定速度。功率变化阈值等于有功额定功率的第二百分比，也就是功率变化阈值等于有功额定功率的 2%；第一功率阈值等于 10%的额定有功功率。

本发明实施例还提供一种自适应控制风电机组机舱温度的方法，包括如下步骤：

SS1、创建有功功率—速度设定值表，表中速度设定值可以动态更新保存；

SS2:采集机舱温度数值，由移动均值滤波算法计算其 10 分钟平均有功功率；由有功功率计算机舱温度告警阈值(注：当机舱温度高于告警阈值时，启动机舱散热风扇)，其公式为：告警阈值=固定告警阈值-10 分钟平均有功功率×系数。10 分钟平均有功功率通过移动均值滤波方法计算；固定告警阈值是常数，由机舱大部件、电气元件的最小生存温度确定。即机舱温度告警阈值是根据机组有功功率值动态计算而来；

SS3:判断机舱温度是否高于告警阈值；当机舱温度高于告警阈值时，根据机舱温度的有功功率在有功功率-速度设定值表中查找散热风扇的速度设定值，同时启动散热风扇降温；

SS4:延时 5min 后继续测量机组的机舱温度；当机舱温度继续升高且散热风扇的转速在额定转速以下时，则将当前散热风扇的速度设定值增加 10%的额定速度，同时继续判断机组 10 分钟有功功率变化是否小于 2%的有功功率，若是，则将当前转速更新到有功功率-速度设定表中；当机舱温度继续升高且散热风扇转速到达额定值时，机组进入限功率运行模式，将机组当前有功功率设定值减小 10%的额定有功功率；反之，进入 SS5；

SS5:判断机舱温度是否低于停止阈值；当机舱温度低于停止阈值时，散热风扇停止运行；反之，则进入SS3。

如图2所示，本发明实施例提供一种自适应控制风电机组机舱温度的装置，包括对应关系表创建模块、温度采集模块、计算模块、温度判断模块、风扇控制模块、速度判断模块、功率设定模块、功率变化监测模块、关系表更新模块；

对应关系表创建模块，用于创建有功功率与速度设定值对应关系表；

温度采集模块，用于采集机舱温度数值；

计算模块，用于计算第一时间阈值内风电机组的平均有功功率，根据计算出的平均有功功率计算机舱温度告警阈值；

温度判断模块，用于判断机舱温度是否高于告警阈值；判断当前机舱温度数值大于前一时刻的机舱温度数值；

风扇控制模块，用于当机舱温度高于告警阈值时，根据风电机组当前的有功功率在有功功率与速度设定值对应关系表中查找散热风扇的速度设定值，控制散热风扇按照查找到的速度设定值工作；当前机舱温度数值大于前一时刻的机舱温度数值且散热风扇的速度设定值小于额定转速时，控制散热风扇按照第一速度阈值工作；判断当前机舱温度数值小于或等于前一时刻采集的机舱温度数值，且当机舱温度小于停止阈值时，控制散热风扇停止工作；

速度判断模块，用于当前机舱温度数值大于前一时刻的机舱温度数值时，判断散热风扇的速度设定值是否小于额定转速；

功率变化监测模块，用于风扇控制模块控制散热风扇按照第一速度阈值工作后，判断风电机组在第一时间阈值内的有功功率变化值是否小于功率变化阈值；

功率设定模块，用于当散热风扇的速度设定值大于或等于额定转速时，将风

电机组当前有功功率设定值减小第一功率阈值；

关系表更新模块，用于当有功功率变化值小于功率变化阈值时，将第一速度阈值更新到有功功率与速度设定值对应关系表中。

本发明实施例还提供一种电子设备，所述电子设备包括：处理器、通信接口、存储器和总线，其中，处理器，通信接口，存储器通过总线完成相互间的通信。总线可以用于电子设备与传感器之间的信息传输。处理器可以调用存储器中的逻辑指令，以执行如下方法：

S1:判断有功功率与速度设定值对应关系表是否存在，若是，执行步骤 S3，否则执行步骤 S2；S2:创建有功功率与速度设定值对应关系表；执行下一步；S3:采集机舱温度数值；执行下一步；S4:计算第一时间阈值内风电机组的平均有功功率，根据计算出的平均有功功率计算机舱温度告警阈值；执行下一步；其中，计算告警阈值的公式如下： $\text{告警阈值} = \text{固定告警阈值} - \text{平均有功功率} \times \text{系数}$ ；固定告警阈值是根据历史信息设定的固定值，系数是设定的常数；S5:判断机舱温度是否高于告警阈值；若是，执行步骤 S6, 若否，执行步骤 S16；S6:根据风电机组当前的有功功率在有功功率与速度设定值对应关系表中查找散热风扇的速度设定值，控制散热风扇按照查找到的速度设定值工作；执行下一步；S7:第二时间阈值后，采集当前机舱温度数值；执行下一步；S8:判断当前机舱温度数值是否大于前一时刻的机舱温度数值；若是，执行步骤 S9, 否则执行步骤 S14；S9:判断散热风扇的速度设定值是否小于额定转速；若是，执行步骤 S13, 否则，执行步骤 S10；S10:控制散热风扇按照第一速度阈值工作；执行下一步；S11:判断风电机组在第一时间阈值内的有功功率变化值是否小于功率变化阈值；若是，执行步骤 S12, 否则执行步骤 S7；S12:将第一速度阈值更新到有功功率与速度设定值对应关

系表中；执行步骤 S7；S13:风电机组进入限功率运行模式，将风电机组当前有功功率设定值减小第一功率阈值；执行下一步；S14:判断机舱温度是否小于停止阈值；若是，执行步骤 S15, 否则，执行步骤 S7；S15:控制散热风扇停止工作；执行下一步；S16:结束。

此外，上述的存储器中的逻辑指令可以通过软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机，服务器，或者网络设备)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

本发明实施例提供一种非暂态计算机可读存储介质，该非暂态计算机可读存储介质存储计算机指令，该计算机指令使计算机执行上述方法实施例所提供的方法，例如包括：SS1、创建有功功率—速度设定值表；SS2:采集机舱温度数值，由移动均值滤波算法计算其 10 分钟平均有功功率；由有功功率计算机舱温度告警阈值，其公式为：告警阈值=固定告警阈值-10 分钟平均有功功率×系数；SS3:判断机舱温度是否高于告警阈值；当机舱温度高于告警阈值时，根据机舱温度的有功功率在有功功率-速度设定值表中查找散热风扇的速度设定值，同时启动散热风扇降温；SS4:延时 5min 后继续测量机组的机舱温度；当机舱温度继续升高且散热风扇的转速在额定转速以下时，则将当前散热风扇的速度设定值增加 10%

的额定速度，同时继续判断机组 10 分钟有功功率变化是否小于 2% 的有功功率，若是，则将当前转速更新到有功功率-速度设定表中；当机舱温度继续升高且散热风扇转速到达额定值时，机组进入限功率运行模式，将机组当前有功功率设定值减小 10% 的额定有功功率；反之，进入 SS5；SS5: 判断机舱温度是否低于停止阈值；当机舱温度低于停止阈值时，散热风扇停止运行；反之，则进入 SS3。

尽管通过参考附图并结合优选实施例的方式对本发明进行了详细描述，但本发明并不限于此。在不脱离本发明的精神和实质的前提下，本领域普通技术人员可以对本发明的实施例进行各种等效的修改或替换，而这些修改或替换都应在本发明的涵盖范围内/任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

1. 一种自适应控制风电机组机舱温度的方法，其特征在于，包括如下步骤：

判断预存储的有功功率与速度设定值对应关系表是否存在；

当有功功率与速度设定值对应关系表存在时，采集机舱温度数值；

计算第一时间阈值内风电机组的平均有功功率，根据计算出的平均有功功率计算机舱温度告警阈值；具体，采用移动均值滤波算法计算风电机组在第一时间阈值内的平均有功功率；计算告警阈值的公式如下：

告警阈值=固定告警阈值-平均有功功率×系数；其中，固定告警阈值是根据历史信息设定的固定值，系数是根据历史数据计算的设定时间段的温度变化与平均有功功率的比值；

判断机舱温度高于告警阈值时，根据风电机组当前的有功功率在有功功率与速度设定值对应关系表中查找散热风扇的速度设定值，控制散热风扇按照查找到的速度设定值工作；

第二时间阈值后，采集当前机舱温度数值；

判断当前机舱温度数值大于前一时刻的机舱温度数值且散热风扇的速度设定值小于额定转速时，控制散热风扇按照第一速度阈值工作，同时判断风电机组在第一时间阈值内的有功功率变化值是否小于功率变化阈值；

当有功功率变化值小于功率变化阈值时，将第一速度阈值更新到有功功率与速度设定值对应关系表中；执行步骤：第二时间阈值后，采集当前机舱温度数值；

判断当前机舱温度数值小于或等于前一时刻采集的机舱温度数值，且当机舱温度小于停止阈值时，控制散热风扇停止工作。

2. 根据权利要求1所述的自适应控制风电机组机舱温度的方法，其特征在于，判断预存储的有功功率与速度设定值对应关系表是否存在的步骤之后还包括：

当有功功率与速度设定值对应关系表不存在时，创建有功功率与速度设定值对应关系表。

3. 根据权利要求2所述的自适应控制风电机组机舱温度的方法，其特征在于，第二时间阈值后，采集当前机舱温度数值的步骤之后包括：

判断当前机舱温度数值是否大于前一刻的机舱温度数值；

当前机舱温度数值大于前一刻的机舱温度数值时，判断散热风扇的速度设定值是否小于额定转速；

散热风扇的速度设定值小于额定转速时，控制散热风扇按照第一速度阈值工作，同时，判断风电机组在第一时间阈值内的有功功率变化值是否小于功率变化阈值；

当有功功率变化值小于功率变化阈值时，将第一速度阈值更新到有功功率与速度设定值对应关系表中；执行步骤：第二时间阈值后，采集当前机舱温度数值；

当有功功率变化值大于或等于功率变化阈值时，执行步骤：第二时间阈值后，采集当前机舱温度数值。

4. 根据权利要求3所述的自适应控制风电机组机舱温度的方法，其特征在于，判断当前机舱温度数值是否大于前一刻的机舱温度数值的步骤之后还包括：

当前机舱温度数值小于或等于前一刻采集的机舱温度数值时，判断机舱温度是否小于停止阈值；

若是，控制散热风扇停止工作；

若否，执行步骤：第二时间阈值后，采集当前机舱温度数值。

5. 根据权利要求4所述的自适应控制风电机组机舱温度的方法，其特征在于，判断散热风扇的速度设定值是否小于额定转速的步骤之后还包括：

散热风扇的速度设定值大于或等于额定转速时，风电机组进入限功率运行模式，将风电机组当前有功功率设定值减小第一功率阈值，执行步骤：判断机舱温度是否小于停止阈值。

6. 一种基于权利要求1-5任一项权利要求所述的自适应控制风电机组机舱温度的方法的装置，其特征在于，包括对应关系表创建模块、温度采集模块、计算模块、温度判断模块、风扇控制模块、速度判断模块、功率设定模块、功率变化监测模块和关系表更新模块；

对应关系表创建模块，用于创建有功功率与速度设定值对应关系表；

温度采集模块，用于采集机舱温度数值；

计算模块，用于计算第一时间阈值内风电机组的平均有功功率，根据计算出的平均有功功率计算机舱温度告警阈值；

温度判断模块，用于判断机舱温度是否高于告警阈值；判断当前机舱温度数值大于前一时刻的机舱温度数值；

风扇控制模块，用于当机舱温度高于告警阈值时，根据风电机组当前的有功功率在有功功率与速度设定值对应关系表中查找散热风扇的速度设定值，控制散热风扇按照查找到的速度设定值工作；当前机舱温度数值大于前一时刻的机舱温度数值且散热风扇的速度设定值小于额定转速时，控制散热风扇按照第一速度阈值工作；判断当前机舱温度数值小于或等于前一时刻采集的机舱温度数值，且当机舱温度小于停止阈值时，控制散热风扇停止工作；

速度判断模块，用于当前机舱温度数值大于前一时刻的机舱温度数值时，判断散热风扇的速度设定值是否小于额定转速；

功率变化监测模块，用于风扇控制模块控制散热风扇按照第一速度阈值工作后，判断风电机组在第一时间阈值内的有功功率变化值是否小于功率变化阈值；

功率设定模块，用于当散热风扇的速度设定值大于或等于额定转速时，将风电机组当前有功功率设定值减小第一功率阈值；

关系表更新模块，用于当有功功率变化值小于功率变化阈值时，将第一速度阈值更新到有功功率与速度设定值对应关系表中。

7. 一种电子设备，其特征在于，所述电子设备包括至少一个处理器以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器；存储器存储有可被至少一个处理器执行的计算机程序指令，所述计算机程序指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够执行如权利要求 1 至 5 中任一项权利要求所述的自适应控制风电机组机舱温度的方法。

8. 一种非暂态计算机可读存储介质，其特征在于，所述非暂态计算机可读存储介质存储计算机指令，所述计算机指令使所述计算机执行如权利要求 1 至 5 任一项权利要求所述的自适应控制风电机组机舱温度的方法。

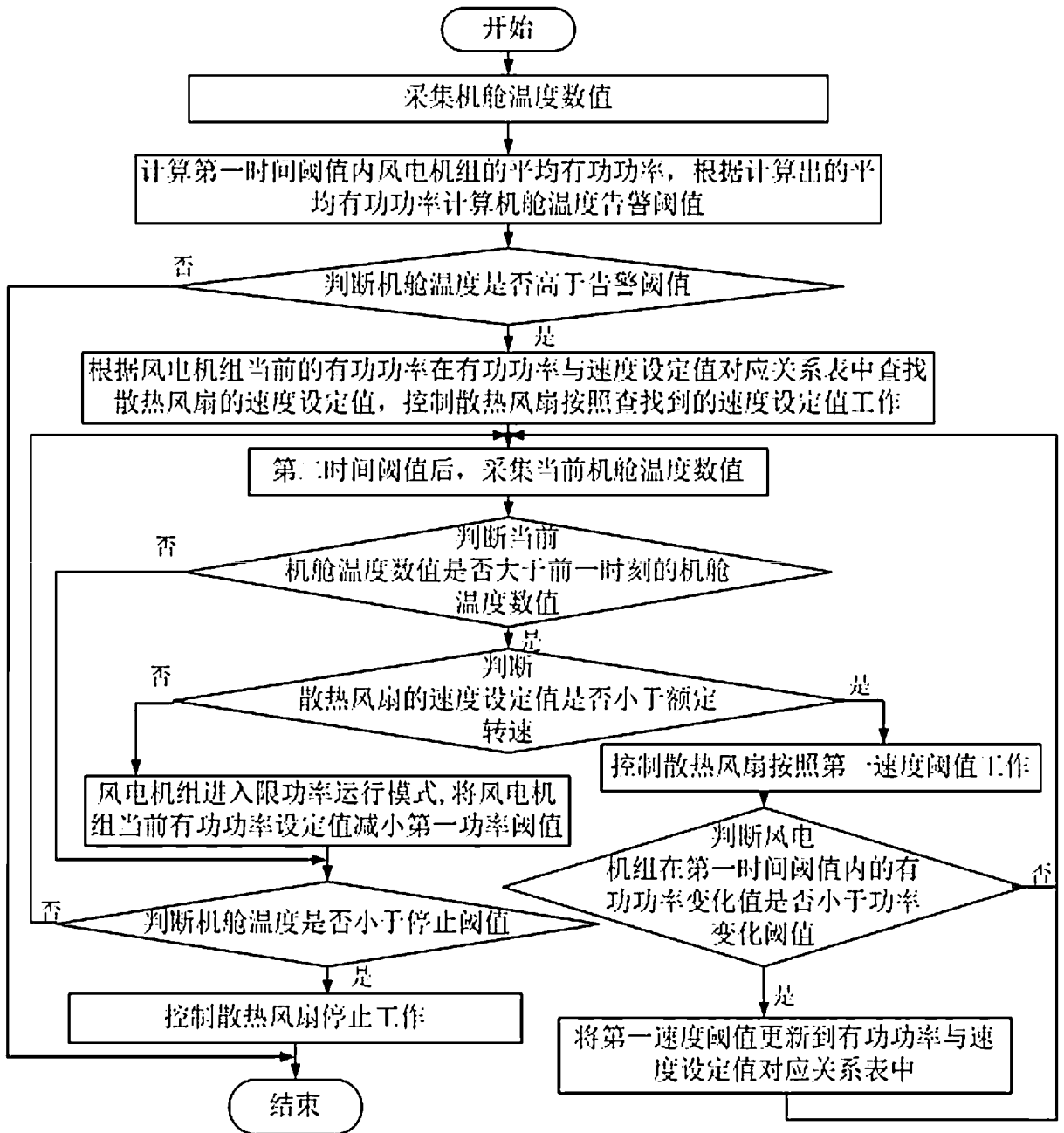


图 1

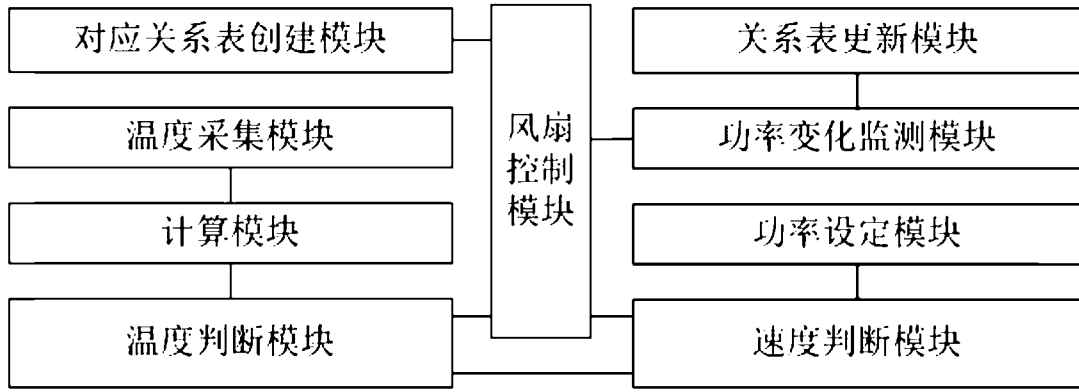


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/127945

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F03D80/60(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) IPC: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) CNTXT, ENTXTC, WPABSC, CJFD: 风力, 风电, 风轮, 机舱, 温度, 控制, 调节, 有功功率, 散热, 风扇, 风机, 速度, 转速, 表. ENTXT, VEN, WPABS, DWPI: wind power, wind turbine, cabin, nacelle, temperature, control, adjust, active power, radiate, fan, speed, table.		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115949560 A (CRRC SHANDONG WIND POWER CO., LTD.) 11 April 2023 (2023-04-11) description, paragraphs 6-36, and figures 1-2	1-8
A	CN 102808743 A (GUODIAN UNITED POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 05 December 2012 (2012-12-05) description, paragraphs 4-28, and figures 1-4	1-8
A	CN 110374798 A (SHENYANG INSTITUTE OF ENGINEERING) 25 October 2019 (2019-10-25) description, paragraphs 3-47, and figures 1-3	1-8
A	CN 109973329 A (INTEGRATED ELECTRONIC SYSTEMS LAB CO., LTD.) 05 July 2019 (2019-07-05) entire document	1-8
A	CN 210889230 U (CHINA HUANENG CLEAN ENERGY RESEARCH INSTITUTE) 30 June 2020 (2020-06-30) entire document	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 23 January 2024		Date of mailing of the international search report 31 January 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/127945

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	115949560	A	11 April 2023	CN	115949560	B	30 May 2023
CN	102808743	A	05 December 2012	CN	102808743	B	11 March 2015
CN	110374798	A	25 October 2019	CN	110374798	B	19 May 2020
CN	109973329	A	05 July 2019	CN	109973329	B	25 September 2020
CN	210889230	U	30 June 2020	CN	110761959	A	07 February 2020
EP	2957769	A1	23 December 2015	JP	2016003637	A	12 January 2016
				JP	6356500	B2	11 July 2018
				TW	201600714	A	01 January 2016
				TWI	617909	B	11 March 2018

<p>A. 主题的分类</p> <p>F03D80/60(2016.01)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</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: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))</p> <p>CNTXT,ENTXTC,WPABSC,CJFD:风力, 风电, 风轮, 机舱, 温度, 控制, 调节, 有功功率, 散热, 风扇, 风机, 速度, 转速, 表. ENTXT,VEN,WPABS,DWPI:wind power, wind turbine, cabin, nacelle, temperature, control, adjust, active power, radiate, fan, speed, table.</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>PX</td> <td>CN 115949560 A (中车山东风电有限公司) 2023年4月11日 (2023 - 04 - 11) 说明书第6-36段、图1-2</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102808743 A (国电联合动力技术有限公司) 2012年12月5日 (2012 - 12 - 05) 说明书第4-28段、图1-4</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110374798 A (沈阳工程学院) 2019年10月25日 (2019 - 10 - 25) 说明书第3-47段、图1-3</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109973329 A (积成电子股份有限公司) 2019年7月5日 (2019 - 07 - 05) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 210889230 U (中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司) 2020年6月30日 (2020 - 06 - 30) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>EP 2957769 A1 (HITACHI LTD) 2015年12月23日 (2015 - 12 - 23) 全文</td> <td>1-8</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 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “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	PX	CN 115949560 A (中车山东风电有限公司) 2023年4月11日 (2023 - 04 - 11) 说明书第6-36段、图1-2	1-8	A	CN 102808743 A (国电联合动力技术有限公司) 2012年12月5日 (2012 - 12 - 05) 说明书第4-28段、图1-4	1-8	A	CN 110374798 A (沈阳工程学院) 2019年10月25日 (2019 - 10 - 25) 说明书第3-47段、图1-3	1-8	A	CN 109973329 A (积成电子股份有限公司) 2019年7月5日 (2019 - 07 - 05) 全文	1-8	A	CN 210889230 U (中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司) 2020年6月30日 (2020 - 06 - 30) 全文	1-8	A	EP 2957769 A1 (HITACHI LTD) 2015年12月23日 (2015 - 12 - 23) 全文	1-8
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 115949560 A (中车山东风电有限公司) 2023年4月11日 (2023 - 04 - 11) 说明书第6-36段、图1-2	1-8																					
A	CN 102808743 A (国电联合动力技术有限公司) 2012年12月5日 (2012 - 12 - 05) 说明书第4-28段、图1-4	1-8																					
A	CN 110374798 A (沈阳工程学院) 2019年10月25日 (2019 - 10 - 25) 说明书第3-47段、图1-3	1-8																					
A	CN 109973329 A (积成电子股份有限公司) 2019年7月5日 (2019 - 07 - 05) 全文	1-8																					
A	CN 210889230 U (中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司) 2020年6月30日 (2020 - 06 - 30) 全文	1-8																					
A	EP 2957769 A1 (HITACHI LTD) 2015年12月23日 (2015 - 12 - 23) 全文	1-8																					
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2024年1月23日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2024年1月31日</p>																						
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p>	<p>授权官员</p> <p>黄晶华</p> <p>电话号码 (+86) 020-28950377</p>																						

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/127945

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	115949560	A	2023年4月11日	CN	115949560	B	2023年5月30日
CN	102808743	A	2012年12月5日	CN	102808743	B	2015年3月11日
CN	110374798	A	2019年10月25日	CN	110374798	B	2020年5月19日
CN	109973329	A	2019年7月5日	CN	109973329	B	2020年9月25日
CN	210889230	U	2020年6月30日	CN	110761959	A	2020年2月7日
EP	2957769	A1	2015年12月23日	JP	2016003637	A	2016年1月12日
				JP	6356500	B2	2018年7月11日
				TW	201600714	A	2016年1月1日
				TWI	617909	B	2018年3月11日