(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 9 月 6 日 (06.09.2019)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2019/165744 A1

(51) 国际专利分类号:
F03D 7/04 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/095302

(22) 国际申请日: 2018 年 7 月 11 日 (11.07.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810171876.0 2018年3月1日 (01.03.2018) CN

(71) 申请人: 北京金风科创风电设备有限公司 (**BEIJING GOLDWIND SCIENCE & CREATION WINDPOWER EQUIPMENT CO., LTD.**) [CN/CN]; 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)。

(72) 发明人: 孙长亮 (**SUN, Changliang**); 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)。

(74) 代理人: 北京东方亿思知识产权代理有限责任公司 (**BEIJING EAST IP LTD.**); 中国北京市东城区东长安街1号东方广场东方经贸城东2座1601室, Beijing 100738 (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,

WO 2019/165744 A1

(54) **Title:** OVERSPEED PREVENTING CONTROL METHOD AND APPARATUS, AND WIND TURBINE

(54) 发明名称: 防飞车控制方法和装置、风力发电机组

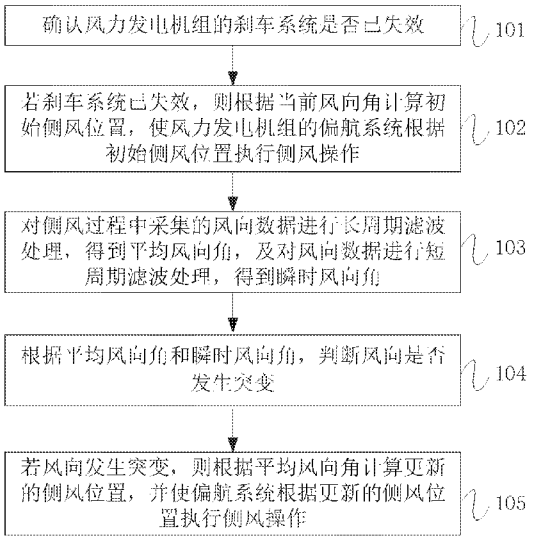


图 1

S101 Determine whether a brake system of a wind turbine has failed

102 If yes, calculate an initial crosswind position according to the current wind direction angle, and perform a crosswind operation by a yaw system of the wind turbine according to the initial crosswind position

103 Perform long-period filtering processing on wind direction data acquired during the crosswind process to obtain an average wind direction angle, and perform a short-period filtering process on the wind direction data to obtain an instantaneous wind direction angle

104 According to the average wind direction angle and the instantaneous wind direction angle, determine whether the wind direction changes suddenly

105 If yes, calculate an updated crosswind position according to the average wind direction angle, and perform the crosswind operation by the yaw system according to the updated crosswind position

(57) **Abstract:** The present disclosure provides an overspeed preventing control method and apparatus, and a wind turbine. The method comprises: determining whether a brake system of a wind turbine has failed; if yes, calculating an initial crosswind position according to the current wind direction angle, and performing a crosswind operation by a yaw system of the wind turbine according to the initial crosswind position; performing long-period filtering processing on wind direction data acquired during the crosswind process to obtain an average wind direction angle, and performing short-period filtering processing on the wind direction data to obtain an instantaneous

[见续页]

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))。

wind direction angle; according to the average wind direction angle and the instantaneous wind direction angle, determining whether the wind direction changes suddenly; if yes, calculating an updated crosswind position according to the average wind direction angle, and performing the crosswind operation by the yaw system according to the updated crosswind position. The technical solution of embodiments of the present application can implement a shutdown operation on a wind turbine after the entire braking system of the wind turbine fails.

(57) 摘要：本申请公开提供一种防飞车控制方法和装置、风力发电机组。该方法包括：确认风力发电机组的刹车系统是否已失效；若刹车系统已失效，则根据当前风向角计算初始侧风位置，使风力发电机组的偏航系统根据初始侧风位置执行侧风操作；对侧风过程中采集的风向数据进行长周期滤波处理，得到平均风向角，及对风向数据进行短周期滤波处理，得到瞬时风向角；根据平均风向角和瞬时风向角，判断风向是否发生突变；若风向发生突变，则根据平均风向角计算更新的侧风位置，并使偏航系统根据更新的侧风位置执行侧风操作。采用本申请实施例中的技术方案，能够在风力发电机组的刹车系统整体失效后实现对风力发电机组的停机操作。

防飞车控制方法和装置、风力发电机组

本申请要求于 2018 年 03 月 01 日提交中国专利局、申请号为 2018101718760、申请名称为“防飞车控制方法和装置、风力发电机组”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及风力发电技术领域，尤其涉及一种防飞车控制方法和装置、风力发电机组。

背景技术

为保护风力发电机组的安全运行，风力发电机组故障时需要利用刹车系统对风力发电机组进行紧急停机处理，即紧急刹车。目前，刹车系统的刹车主要包括：气动刹车、机械刹车或者两者结合的刹车方案。其中，气动刹车方案应用于具有叶片变桨系统的机组，通过独立驱动每支叶片达到顺桨位置，使叶片捕获的风功率达到最小；机械刹车方案作用于叶轮传动机构，通过利用机械制动设备（比如，刹车盘）的高机械摩擦阻尼作用，强制叶轮完全制动。

但是，基于设备可靠性和环境适应性等不确定因素的考虑，刹车系统依然存在整体失效的可能性。而刹车系统整体失效后，风力发电机组的转速就无法得到有效控制，最终将发生飞车事故。飞车事故容易造成刹车盘摩擦起火等事故，给风力发电机组带来严重破坏。

发明内容

本申请实施例提供一种防飞车控制方法和装置、风力发电机组，能够在风力发电机组的刹车系统整体失效后实现对风力发电机组的停机操作，避免飞车事故的发生。

第一方面，本申请实施例提供一种风力发电机组防飞车控制方法，该方法包括：

确认风力发电机组的刹车系统是否已失效；

若刹车系统已失效，则根据当前风向角计算初始侧风位置，使风力发电机组的偏航系统根据初始侧风位置执行侧风操作；

对侧风过程中采集的风向数据进行长周期滤波处理，得到平均风向角，及对风向数据进行短周期滤波处理，得到瞬时风向角；

根据平均风向角和瞬时风向角，判断风向是否发生突变；

若风向发生突变，则根据平均风向角计算新的侧风位置，并使偏航系统根据新的侧风位置执行侧风操作。

第二方面，本申请实施例提供一种风力发电机组防飞车控制装置，该装置包括：确认模块，用于确认风力发电机组的刹车系统是否已失效；第一执行模块，用于若刹车系统已失效，则根据当前风向角计算初始侧风位置，使风力发电机组的偏航系统根据初始侧风位置执行侧风操作；计算模块，用于对侧风过程中的采集风向数据进行长

周期滤波处理，得到平均风向角，及对风向数据进行短周期滤波处理，得到瞬时风向角；第一判断模块，用于根据平均风向角和瞬时风向角，判断风向是否发生突变；第二执行模块，用于根据平均风向角计算更新的侧风位置，并使偏航系统根据更新的侧风位置执行侧风操作。

第三方面，本申请实施例提供了一种风力发电机组，该风力发电机组包括如上所述的风力发电机组防飞车控制装置。

根据本申请的实施例，为避免飞车事故的发生，可以先确认风力发电机组的刹车系统是否已失效，若刹车系统已失效，则根据当前风向角计算初始侧风位置，使风力发电机组的偏航系统根据初始侧风位置执行对叶轮的侧风操作。由于执行侧风操作后能够降低捕获到的风能，从而降低风力发电机组的转速，因此能够避免飞车事故的发生。

此外，考虑到侧风过程中，风向是不断变化的，还可以对侧风过程中的采集风向数据进行长周期滤波处理，得到平均风向角，及对风向数据进行短周期滤波处理，得到瞬时风向角，然后根据平均风向角和瞬时风向角，判断风向是否发生突变，若风向发生突变，则根据平均风向角计算更新的侧风位置，并使偏航系统根据更新的侧风位置执行侧风操作，如此设置，能够使侧风操作与风向保持一致性，比如，能够在风向变化较大时，及时调整偏航系统的侧风操作，提高偏航系统的风向响应速率和环境适应性。

另外，由于本申请实施例中的防飞车控制方法能够主动识别风力发电机组的刹车系统是否已失效，并能够根据识别结果自动切入侧风流程。因此，与人工触发偏航系统的侧风操作相比，一方面，具有时效性高和准确度高的优点，另一方面，能够避免对维护人员造成职业健康风险，尤其是能够替代人工进行夜间自动维护，保证长期侧风功能完备，从而防止因扭缆、风向缓慢变化和风向突变等因素造成的侧风失败。

附图说明

图 1 为本申请一个实施例提供的风力发电机组防飞车控制方法的流程示意图；

图 2 为本申请实施例提供的以风向为参考 0° 的直角坐标系示意图；

图 3 为本申请另一实施例提供的风力发电机组防飞车控制方法的流程示意图；

图 4 为本申请又一实施例提供的风力发电机组防飞车控制方法的流程示意图；

图 5 为本申请实施例提供的风力发电机组防飞车控制装置的结构示意图。

具体实施方式

下面将详细描述本申请的各个方面的特征和示例性实施例。在下面的详细描述中，提出了许多具体细节，以便提供对本申请的全面理解。

本申请实施例提供一种防飞车控制方法和装置、风力发电机组。采用本申请实施例中的技术方案，能够在风力发电机组的刹车系统整体失效后，实现对风力发电机组的停机操作。即能够作为刹车系统失效后的进一步防御手段，从而避免飞车事故的发生。

一般来讲，风力发电机组中设置有偏航系统。按实施目的来划分，偏航系统可以

执行对风操作和侧风操作。

偏航系统在执行对风操作时，能够将叶轮的旋转平面调节至与风向相垂直，使叶轮能够捕获到最大风能。

偏航系统在执行侧风操作时，能够将叶轮的旋转平面调整至与风向相平行，即将机舱方向与风向之间的夹角调整至接近 90°，降低叶轮能够捕获到的风能，使风力发电机组的转速降低。当叶轮的旋转平面与风向完全平行时，风力发电机组的转速可降低至 0，从而达到使风力发电机组停机的目的。

利用这一原理，可以在风力发电机组的刹车系统整体失效后，通过触发偏航系统的侧风功能，将叶轮的旋转平面调整至与风向完全平行，来达到降低风力发电机组的转速，避免飞车事故的目的。

图 1 为本申请一个实施例提供的风力发电机组防飞车控制方法的流程示意图。如图 1 所示，该防飞车控制方法包括步骤 101 至步骤 105。

在步骤 101 中，确认风力发电机组的刹车系统是否已失效。

在一个可选实施例中，可以通过判断刹车系统接收到停机指令后，是否在第一预定时长 t1 内将至少两支叶片全部刹车到对应的预定位置；若刹车系统接收到停机指令后，未在第一预定时长 t1 内将至少两支叶片全部刹车到对应的预定位置，则确定刹车系统已失效。

其中，预定位置指的是变桨刹车位置，变桨刹车指的是指沿与风轮平面的平面内，将叶片从迎风面顺桨至与风轮平面成 90° 夹角位置，以降低捕获风能的能力。

在一个可选实施例中，也可以通过判断刹车系统接收到停机指令后，是否在第二预定时长 t2 内使叶轮的转速下降至预定转速；若刹车系统接收到停机指令后，未在第二预定时长 t2 内使风力发电机组的转速下降至预定转速，则确定刹车系统已失效。

需要说明的是，由于刹车后位置和刹车后转速为两个独立指标，上述通过预定位置和预定转速来刹车系统是否已失效的方法是分别执行的。只要任意一个条件得到满足，就可以确定刹车系统已失效。

在步骤 102 中，若刹车系统已失效，则根据当前风向角计算初始侧风位置，使风力发电机组的偏航系统根据初始侧风位置执行侧风操作。

其中，侧风位置是一个相对概念，侧风位置需要根据风向进行确定，也就是说侧风位置随着风向的变化而变化。

图 2 为本申请实施例提供的以风向为参考 0° 的直角坐标系示意图。其中，风向由 B 表示。

在一个可选实施例中，可以将相对于风向 B 的角度区间 [80°, 100°] 和 [260°, 280°] 作为当前风向 B 限定的侧风位置范围，即使机舱方向和风向 B 之间的夹角处于 [80°, 100°] 和 [260°, 280°] 。

在一个可选实施例中，也可以根据叶轮运行载荷仿真方法得到侧风位置。

在步骤 103 中，对侧风过程中采集的风向数据进行长周期滤波处理，得到平均风向角，及对风向数据进行短周期滤波处理，得到瞬时风向角。

其中，长周期滤波的方式适用于在较为稳定的风向情况下偏航使用。示例性地，可以基于 30s 的权重策略对采集的风向角数据进行长周期滤波处理。

短周期滤波的方式用于风向突变检测。示例性地，可以基于 5s 的权重策略对采集的风向角数据进行短周期滤波处理。基于权重策略的滤波处理方式可以参考现有技术，此处不进行赘述。

在步骤 104 中，根据平均风向角和瞬时风向角，判断风向是否发生突变。

在一个可选实施例中，可以计算平均风向角和瞬时风向角之间的差值，若差值大于预设阈值，则判断风向发生突变；若差值未大于预设阈值，则说明风向比较稳定。

在一个可选实施例中，也可以根据实际情况对平均风向角或瞬时风向进行优化，比如乘以一些常数或者做一些常见的数据处理，使得能够利用计算出的平均风向角和瞬时风向角准确地判断风向突变情况。

在步骤 105 中，若风向发生突变，则根据平均风向角计算新的侧风位置，并使偏航系统根据新的侧风位置执行侧风操作。

根据本申请的实施例，为避免飞车事故的发生，可以先确认风力发电机组的刹车系统是否已失效，若刹车系统已失效，则根据当前风向角计算初始侧风位置，使风力发电机组的偏航系统根据初始侧风位置执行侧风操作。由于执行侧风操作后能够降低捕获到的风能，从而降低风力发电机组的转速，因此能够避免飞车事故的发生。

此外，考虑到侧风过程中，风向是不断变化的，还可以对侧风过程中的采集风向数据进行长周期滤波处理，得到平均风向角，及对风向数据进行短周期滤波处理，得到瞬时风向角，然后根据平均风向角和瞬时风向角，判断风向是否发生突变，若风向发生突变，则根据平均风向角计算更新的侧风位置，并使偏航系统根据更新的侧风位置执行侧风操作，如此设置，能够使侧风操作与风向保持一致性，比如，能够在风向变化较大时，及时调整偏航系统的侧风操作，提高偏航系统的风向响应速率和环境适应性。

另外，由于本申请实施例中的防飞车控制方法能够主动识别风力发电机组的刹车系统是否已失效，并能够根据识别结果自动切入侧风流程。因此，与人工触发偏航系统的侧风操作相比，一方面，具有时效性高和准确度高的优点，另一方面，能够避免对维护人员造成职业健康风险，尤其是能够替代人工进行夜间自动维护，保证长期侧风功能完备，从而防止因扭缆、风向缓慢变化和风向突变等因素造成的侧风失败。

另外，由于本申请实施例中的防飞车控制方法不需要增加新的硬件设备，而是可以采样软件控制策略的实施方式，因此，成本低，具有易于推广使用的优点。

进一步地，考虑到风力发电机组的机舱柜中设置有连接机舱和塔底的电缆，电缆会随偏航系统相对于其顺直状态扭转，比如，一圈或多圈。因此，偏航系统侧风操作时还应满足扭缆风险规避要求。

在一个可选实施例中，当执行偏航系统的侧风操作时，还可以获取电缆的解缆方向，使偏航系统沿所述解缆方向将机舱方向侧风至所述初始侧风位置，以为持续侧风过程中的电缆预留更多的可扭转角度。

示例性地，若电缆的扭缆方向为顺时针，则解缆方向应为逆时针；若电缆的扭缆方向为逆时针，则解缆方向应为顺时针。

图 3 为本申请另一实施例提供的风力发电机组防飞车控制方法的流程示意图。如图 3 所示，该防飞车控制方法还包括步骤 301 至步骤 303，用于在偏航系统持续侧风

的情况下，保护电缆，避免发生因电缆的扭缆角度超限而造成的风力发电机组故障。

在步骤 301 中，获取当前侧风过程中电缆的扭缆角度。

在步骤 302 中，判断扭缆角度是否大于或等于预定允许扭缆角度且小于预定安全扭缆角度。

在步骤 303 中，若扭缆角度大于或等于预定允许扭缆角度且小于预定安全扭缆角度，则可以在当前侧风过程结束后，暂停执行下一次侧风操作，直到当前风向与机舱方向之间的夹角小于预定临界角度，使偏航系统沿电缆的解缆方向恢复执行下一次侧风操作。

其中，每个侧风位置对应一次侧风操作。若扭缆角度大于或等于预定允许扭缆角度且小于预定安全扭缆角度，表示偏航系统已侧风至电缆的允许扭缆角度，但还未侧风至超过电缆的安全扭缆角度（即风力发电机组的安全系统设置的扭缆保护值）。

此处，电缆的扭缆角度是一个绝对概念。将电缆顺直状态时的位置作为参考 0°，参考 0° 的位置由风力发电机组的吊装过程决定。在一个示例中，预定允许扭缆角度可以设置为 800°，预定安全扭缆角度可以设置为 900°，本领域技术人员可以根据实际情况，设置合适的预定允许扭缆角度和预定安全扭缆角度，此处不做限定。

在一个可选实施例中，可以将风力发电机组转速加速上升时的、风向与机舱方向之间的夹角作为预定临界角度。由于当前风向与机舱方向之间的夹角小于预定临界角度时，风力发电机组的叶轮处于迎风状态，捕获风能的能量较强，容易导致风力发电机组的转速加速上升，因此，可以使偏航系统沿当前解缆方向，恢复下一次侧风操作，以防止风力发电机组因转速加速上升而造成飞车事故。接下来，考虑到偏航系统在执行侧风操作中会不断接收到其他的偏航指令，为避免指令执行冲突，顺利达到防止飞车事故，本申请实施例中的防飞车控制方法还包括以下内容：

在一个可选实施例中，若偏航系统在当前侧风过程中接收到与侧风操作无关的其它自动偏航指令，则使与侧风操作无关的其它自动偏航指令不使能，并控制偏航系统继续执行当前侧风操作。

其中，与侧风操作无关的其它偏航指令包括：对风偏航指令、解缆偏航指令和润滑偏航指令等，这些指令均为风力发电领域的常规操作指令。

在一个可选实施例中，若偏航系统在当前侧风过程中接收到手动偏航指令，则结束当前侧风操作，并控制偏航系统根据手动偏航指令执行下一次侧风操作。

这里，手动偏航指令可以是人工就地偏航指令或远程偏航指令，两者的区别在于发送方不同。

图 4 为本申请又一实施例提供的风力发电机组防飞车控制方法的流程示意图，用于详细举例对本申请实施例中的防飞车控制方法进行说明。如图 4 所示，该示例中的防飞车控制方法包括步骤 401 至 413。

在步骤 401 中，确认风力发电机组的刹车系统是否已失效。若风力发电机组的刹车系统是否已失效，则执行步骤 402；若风力发电机组的刹车系统未失效，则返回步骤 401。

在步骤 402 中，对刹车系统的失效事故报警且激活偏航系统的偏航侧风标志。其中，报警信息和偏航侧风标志的激活信息可以上传至远程监控系统。

在步骤 403 中，根据当前风向确定侧风位置。

在步骤 404 中，沿电缆的解缆方向，将机舱方向侧风至侧风位置。

在步骤 405 中，判断电缆的扭缆角度是否大于或等于预定允许扭缆角度且小于预定安全扭缆角度。若电缆的扭缆角度是否大于或等于预定允许扭缆角度且小于预定安全扭缆角度，则执行步骤 406；否则，返回步骤 405。

在步骤 406 中，继续执行当前侧风操作并暂停执行下一次侧风操作。

在步骤 407 中，判断风向与机舱方向之间的夹角是否小于预定临界角度，若风向与机舱方向之间的夹角小于预定临界角度，则执行步骤 408；若风向与机舱方向之间的夹角未小于预定临界角度，则返回步骤 407。

在步骤 408 中，按照电缆的当前解缆方向，恢复下一次侧风操作。

在步骤 409 中，判断侧风过程中风向是否发生突变。若侧风过程中风向发生突变，则执行步骤 410；若侧风过程中风向未发生突变，则执行步骤 411。

在步骤 410 中，根据平均风向角计算侧风位置，然后转到步骤 404。

在步骤 411 中，使用瞬时风向角计算侧风位置，然后转到步骤 404。

在步骤 412 中，判断侧风过程中是否接收到人工偏航指令。若侧风过程中接收到人工偏航指令，则执行步骤 413；若侧风过程中未接收到人工偏航指令，则返回步骤 405。

在步骤 413 中，结束当前侧风操作，并根据人工偏航指令执行偏航操作。

图 5 为本申请实施例提供的风力发电机组防飞车控制装置的结构示意图。如图 5 所示，该防飞车控制装置包括确认模块 501、第一执行模块 502、计算模块 503、第一判断模块 504 和第二执行模块 505。

其中，确认模块 501 用于确认风力发电机组的刹车系统是否已失效。

第一执行模块用于若刹车系统已失效，则根据当前风向角计算初始侧风位置，使风力发电机组的偏航系统根据初始侧风位置执行侧风操作。

在一个可选实施例中，第一执行模块 502 具体包括：获取单元和执行单元。其中，获取单元用于获取电缆的解缆方向；执行单元用于使偏航系统沿所述解缆方向将机舱方向侧风至初始侧风位置。

计算模块 503，用于对侧风过程中采集的风向数据进行长周期滤波处理，得到平均风向角，及对风向数据进行短周期滤波处理，得到瞬时风向角

第一判断模块 504，用于根据平均风向角和瞬时风向角，判断风向是否发生突变。

在一个可选实施例中，第一判断模块 504 具体包括计算单元和判断单元。其中，计算单元用于计算所述平均风向角和所述瞬时风向角之间的差值；判断单元用于若所述差值大于预设阈值，则判断风向发生突变。

第二执行模块 505，用于根据平均风向角计算新的侧风位置，并使偏航系统根据新的侧风位置执行侧风操作。

在一个可选实施例中，如图 5 所示，该防飞车控制装置还包括获取模块 506、第二判断模块和 507 第三执行模块 508。

其中，获取模块 506 用于获取当前侧风过程中电缆的扭缆角度。

第二判断模块 507 用于判断扭缆角度是否大于或等于预定允许扭缆角度且小于预

定安全扭缆角度。

第三执行模块 508 用于若扭缆角度大于或等于预定允许扭缆角度且小于预定安全扭缆角度，则在当前侧风过程结束后，暂停执行下一次侧风操作，直到当前风向与机舱方向之间的夹角小于预定临界角度，使偏航系统沿电缆的解缆方向恢复执行下一次侧风操作。

需要说明的是，上述风力发电机组防飞车控制装置可以集成设置在风力发电机组的主控制器中，也可以是能够独立进行逻辑运算的元器件，此处不进行限定。

本申请实施例还提供一种风力发电机组，该风力发电机组包括如上所述的风力发电机组防飞车控制装置。

还需要说明的是，以上所述的结构框图中所示的功能块可以实现为硬件、软件、固件或者它们的组合。当以硬件方式实现时，其可以例如是电子电路、专用集成电路（ASIC）、适当的固件、插件、功能卡等等。当以软件方式实现时，本申请实施例的元素是被用于执行所需任务的程序或者代码段。程序或者代码段可以存储在机器可读介质中，或者通过载波中携带的数据信号在传输介质或者通信链路上传送。“机器可读介质”可以包括能够存储或传输信息的任何介质。机器可读介质的例子包括电子电路、半导体存储器设备、ROM、闪存、可擦除 ROM（EROM）、软盘、CD-ROM、光盘、硬盘、光纤介质、射频（RF）链路，等等。代码段可以经由诸如因特网、内联网等的计算机网络被下载。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种风力发电机组防飞车控制方法，其特征在于，包括：

确认风力发电机组的刹车系统是否已失效；

若所述刹车系统已失效，则根据当前风向角计算初始侧风位置，使所述风力发电机组的偏航系统根据初始侧风位置执行侧风操作；

对侧风过程中采集的风向数据进行长周期滤波处理，得到平均风向角，及对所述风向数据进行短周期滤波处理，得到瞬时风向角；

根据所述平均风向角和所述瞬时风向角，判断风向是否发生突变；

若风向发生突变，则根据所述平均风向角计算新的侧风位置，并使所述偏航系统根据所述新的侧风位置执行侧风操作。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据所述平均风向角和所述瞬时风向角，判断风向是否发生突变，包括：

计算所述平均风向角和所述瞬时风向角之间的差值；

若所述差值大于预设阈值，则判断风向发生突变。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述风力发电机组的机舱柜中设置有电缆，所述使所述风力发电机组的偏航系统根据初始侧风位置执行侧风操作，包括：

获取所述电缆的解缆方向；

使所述偏航系统沿所述解缆方向将机舱方向侧风至所述初始侧风位置。

4、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

获取当前侧风过程中所述电缆的扭缆角度；

判断所述扭缆角度是否大于或等于预定允许扭缆角度且小于预定安全扭缆角度；

若所述扭缆角度大于或等于所述预定允许扭缆角度且小于所述预定安全扭缆角度，则在当前侧风过程结束后，暂停执行下一次侧风操作，直到当前风向与机舱方向之间的夹角小于预定临界角度，使所述偏航系统沿所述电缆的解缆方向恢复执行下一次侧风操作。

5、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述确认风力发电机组的刹车系统是否已失效，包括：

判断所述刹车系统接收到停机指令后，是否在第一预定时长内将至少两支叶片刹车到对应的预定位置；

若所述刹车系统接收到所述停机指令后，未在所述第一预定时长内将所述至少两支叶片刹车到对应的预定位置，则确定所述刹车系统已失效；或者，

判断所述刹车系统接收到所述停机指令后，是否在第二预定时长内使风力发电机组的转速下降至预定转速；

若所述刹车系统接收到所述停机指令后，未在所述第二预定时长内使叶轮的转速下降至所述预定转速，则确定所述刹车系统已失效。

6、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

若所述偏航系统在当前侧风过程中接收到与侧风操作无关的其它自动偏航指令，则使所述与侧风操作无关的其它偏航指令不使能，并控制所述偏航系统继续执行当前侧风操作；

若所述偏航系统在当前侧风过程中接收到手动偏航指令，则结束当前侧风操作，并控制所述偏航系统根据所述手动偏航指令执行下一次侧风操作。

7、一种风力发电机组防飞车控制装置，其特征在于，包括：

确认模块，用于确认风力发电机组的刹车系统是否已失效；

第一执行模块，用于若所述刹车系统已失效，则根据当前风向角计算初始侧风位置，使所述风力发电机组的偏航系统根据初始侧风位置执行侧风操作；

计算模块，用于对侧风过程中采集的风向数据进行长期滤波处理，得到平均风向角，及对所述风向数据进行短期滤波处理，得到瞬时风向角；

第一判断模块，用于根据所述平均风向角和所述瞬时风向角，判断风向是否发生突变；

第二执行模块，用于根据所述平均风向角计算更新的侧风位置，并使所述偏航系统根据更新的侧风位置执行侧风操作。

8、根据权利要求 7 所述的装置，其特征在于，所述第一判断模块包括：

计算单元，用于计算所述平均风向角和所述瞬时风向角之间的差值；

判断单元，用于若所述差值大于预设阈值，则判断风向发生突变。

9、根据权利要求 7 所述的装置，其特征在于，所述风力发电机组的机舱柜中设置有电缆，所述第一执行模块包括：

获取单元，用于获取所述电缆的解缆方向；

执行单元，用于使所述偏航系统沿所述解缆方向将机舱方向侧风至所述初始侧风位置。

10、根据权利要求 9 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

获取模块，用于获取当前侧风过程中所述电缆的扭缆角度；

第二判断模块，用于判断所述扭缆角度是否大于或等于预定允许扭缆角度且小于预定安全扭缆角度；

第三执行模块，用于若所述扭缆角度大于或等于所述预定允许扭缆角度且小于所述预定安全扭缆角度，则在当前侧风过程结束后，暂停执行下一次侧风操作，直到当前风向与机舱方向之间的夹角小于预定临界角度，使所述偏航系统沿所述电缆的解缆方向恢复执行下一次侧风操作。

11、根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，所述装置集成设置在风力发电机组的主控制器中。

12、一种风力发电机组，其特征在于，包括如权利要求 7-11 任意一项所述的风力发电机组防飞车控制装置。

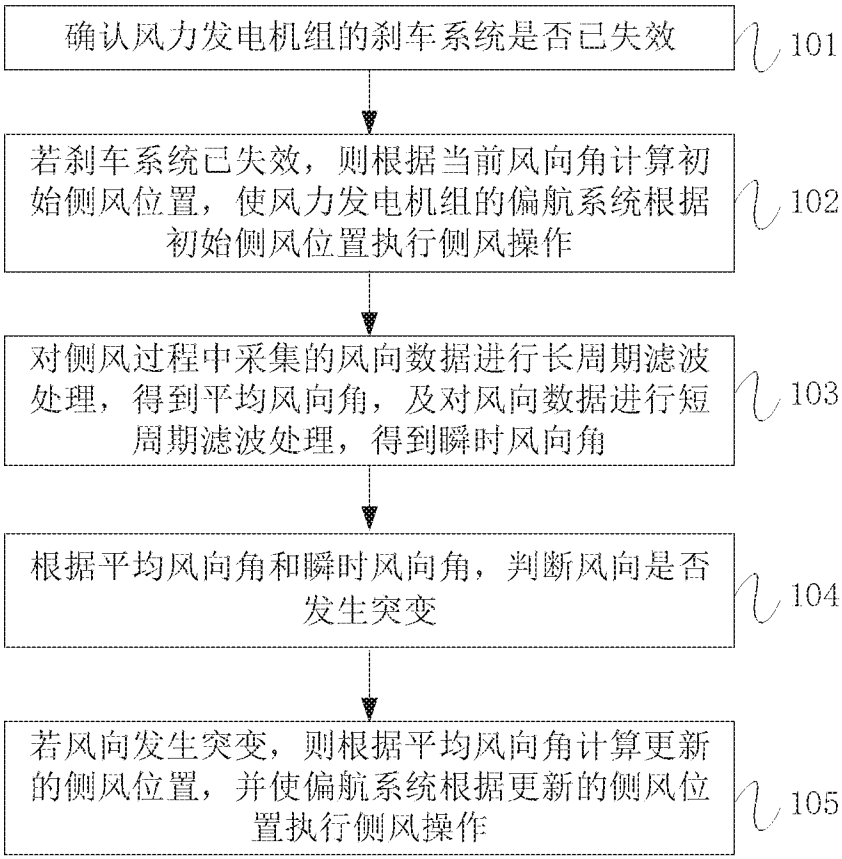

确认风力发电机组的刹车系统是否已失效
101
若刹车系统已失效，则根据当前风向角计算初始侧风位置，使风力发电机组的偏航系统根据初始侧风位置执行侧风操作
102
对侧风过程中采集的风向数据进行长周期滤波处理，得到平均风向角，及对风向数据进行短周期滤波处理，得到瞬时风向角
103
根据平均风向角和瞬时风向角，判断风向是否发生突变
104
若风向发生突变，则根据平均风向角计算更新的侧风位置，并使偏航系统根据更新的侧风位置执行侧风操作
105

图 1

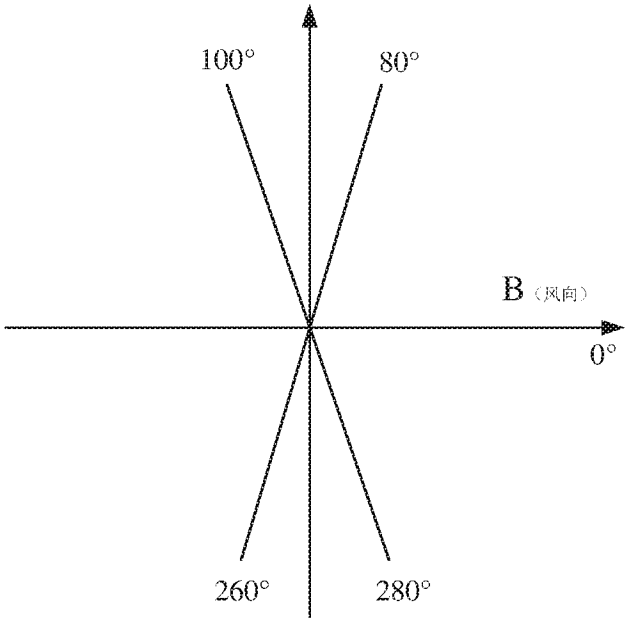

100°
80°
B（风向）
0°
260°
280°

图 2

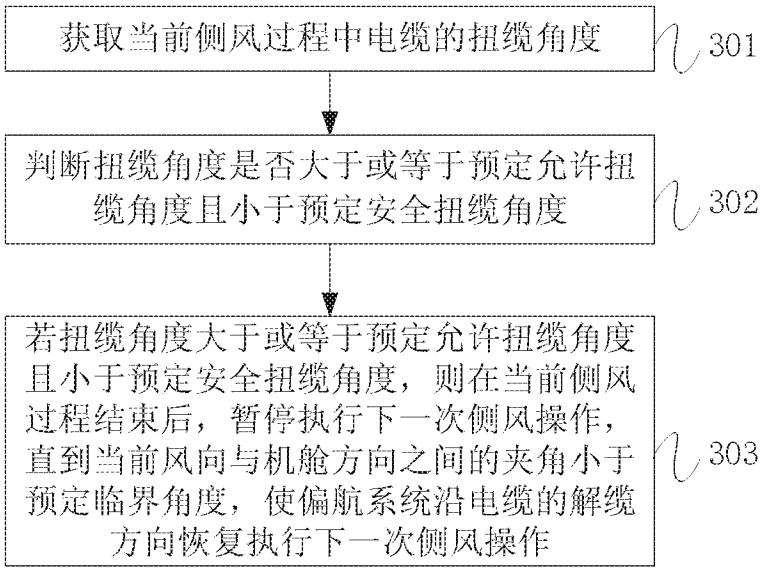

获取当前侧风过程中电缆的扭缆角度
301
判断扭缆角度是否大于或等于预定允许扭缆角度且小于预定安全扭缆角度
302
若扭缆角度大于或等于预定允许扭缆角度且小于预定安全扭缆角度，则在当前侧风过程结束后，暂停执行下一次侧风操作，直到当前风向与机舱方向之间的夹角小于预定临界角度，使偏航系统沿电缆的解缆方向恢复执行下一次侧风操作
303

图 3

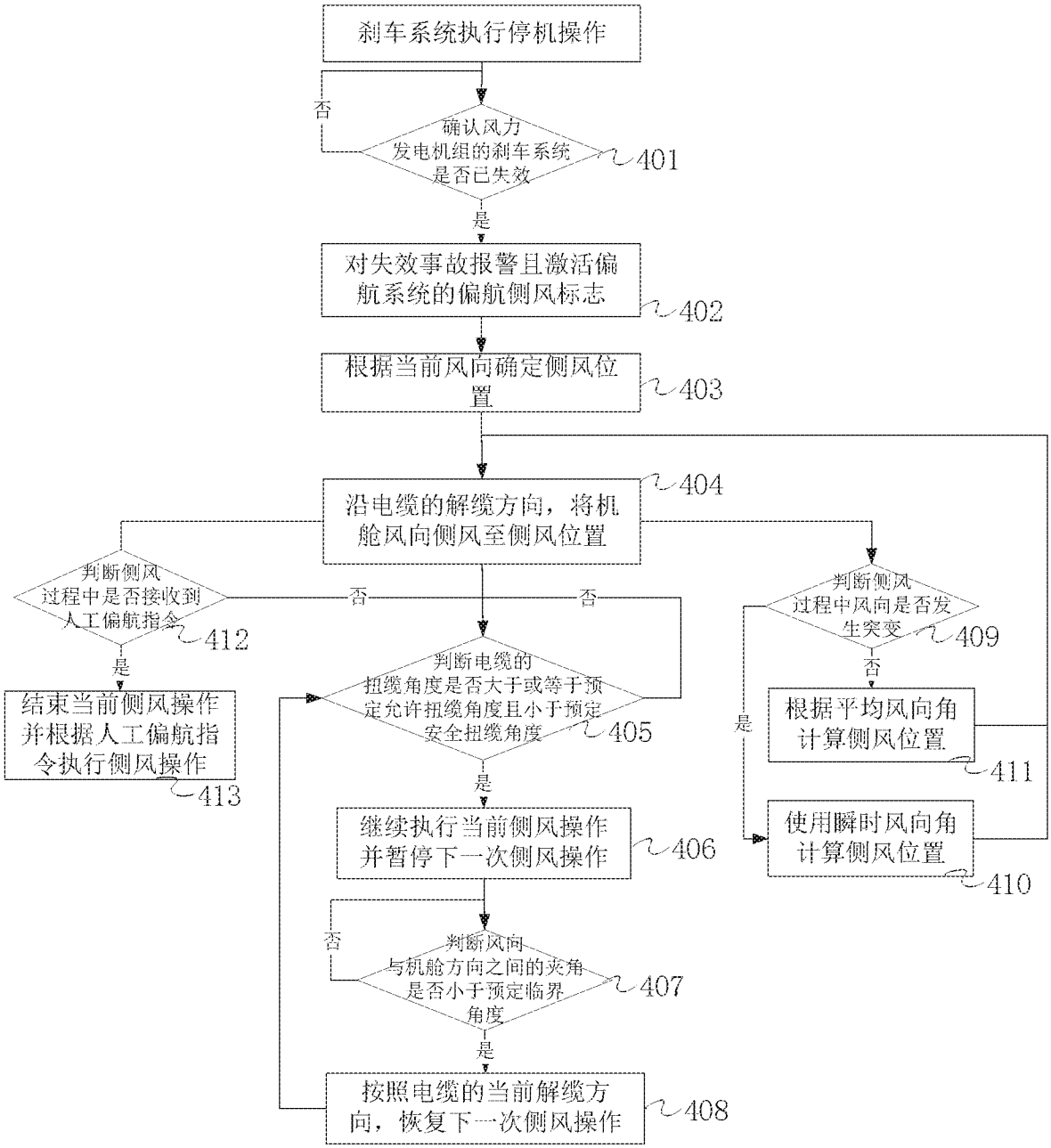

刹车系统执行停机操作
否
确认风力发电机组的刹车系统是否已失效
401
是
对失效事故报警且激活偏航系统的偏航侧风标志
402
根据当前风向确定侧风位置
403
沿电缆的解缆方向，将机舱风向侧风至侧风位置
404
判断侧风过程中是否接收到人工偏航指令
412
否
否
判断侧风过程中风向是否发生突变
409
是
否
结束当前侧风操作并根据人工偏航指令执行侧风操作
413
判断电缆的扭缆角度是否大于或等于预定允许扭缆角度且小于预定安全扭缆角度
405
是
是
根据平均风向角计算侧风位置
411
继续执行当前侧风操作并暂停下一次侧风操作
406
使用瞬时风向角计算侧风位置
410
否
判断风向与机舱方向之间的夹角是否小于预定临界角度
407
是
按照电缆的当前解缆方向，恢复下一次侧风操作
408

图 4

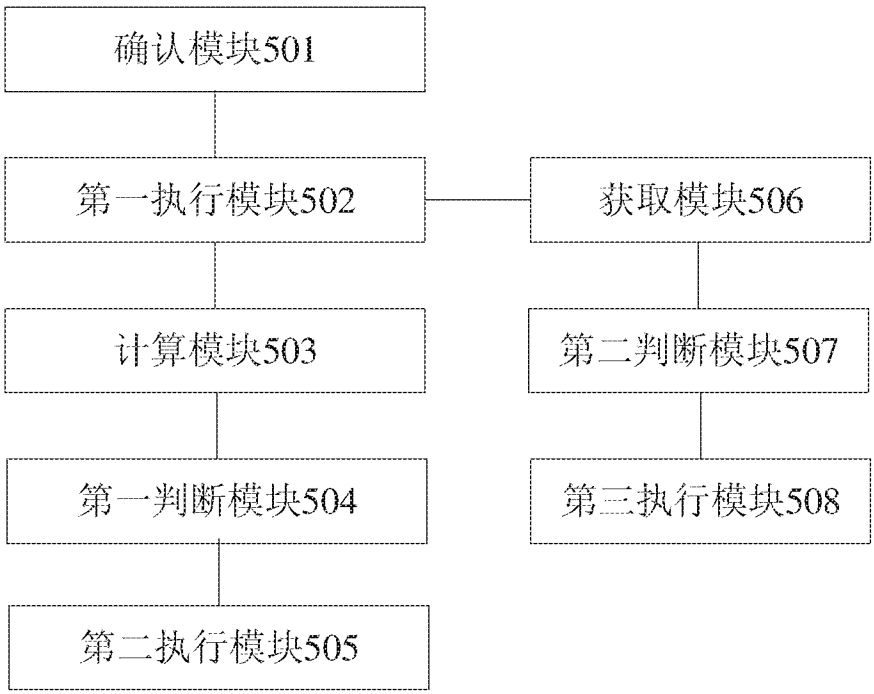

确认模块501
第一执行模块502
获取模块506
计算模块503
第二判断模块507
第一判断模块504
第三执行模块508
第二执行模块505

图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/095302

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03D 7/04(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)

CNTXT; CNABS; CNKI; SIPOABS; DWPI: 金风科创, 停机, 刹车, 偏航, 失效, 故障, 滤波, 瞬时, 平均, 风向, 防飞车, 风力发电, 风电, 突变, average, instantaneous, wind direction, vane, yaw+, angle

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103225586 A (BEIJING ETECHWIN ELECTRIC CO., LTD. ET AL.) 31 July 2013 (2013-07-31) description, paragraphs [0004]-[0028], and figures 1 and 2	1-12
A	CN 107514337 A (BEIJING ETECHWIN ELECTRIC CO., LTD.) 26 December 2017 (2017-12-26) entire document	1-12
A	EP 2860392 A1 (SIEMENS AG) 15 April 2015 (2015-04-15) entire document	1-12

☐ 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 October 2018	**16 November 2018**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
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**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2018/095302

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 103225586 A	31 July 2013	CN 103225586 B	25 February 2015
CN 107514337 A	26 December 2017	None	
EP 2860392 A1	15 April 2015	ES 2665533 T3	26 April 2018
		EP 2860392 B1	07 March 2018

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2018/095302

A. 主题的分类

F03D 7/04(2006.01)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

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））

CNTXT;CNABS;CNKI;SIPOABS;DWPI：金风科创，停机，刹车，偏航，失效，故障，滤波，瞬时，平均，风向，防飞车，风力发电，风电，突变，average，instantaneous，wind direction，vane，yaw+,angle

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
A	CN 103225586 A (北京天诚同创电气有限公司 等) 2013年 7月 31日 (2013-07-31) 说明书第[0004]-[0028]段，附图1、2	1-12
A	CN 107514337 A (北京天诚同创电气有限公司) 2017年 12月 26日 (2017-12-26) 全文	1-12
A	EP 2860392 A1 (SIEMENS AG) 2015年 4月 15日 (2015-04-15) 全文	1-12

☐ 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
2018年 10月 23日	2018年 11月 16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 王敏希 电话号码 (86-512) 88995701

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2015年1月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/095302

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 103225586 A	2013年 7月 31日	CN 103225586 B	2015年 2月 25日
CN 107514337 A	2017年 12月 26日	无	
EP 2860392 A1	2015年 4月 15日	ES 2665533 T3	2018年 4月 26日
		EP 2860392 B1	2018年 3月 7日