



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110541791 B

(45) 授权公告日 2021.01.29

(21) 申请号 201910867021.6

(22) 申请日 2019.09.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110541791 A

(43) 申请公布日 2019.12.06

(73) 专利权人 山东大学
地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

(72) 发明人 边忠国 刘淑琴 郭人杰

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限
公司 37221

代理人 张庆骞

(51) Int. Cl.

F03D 7/06 (2006.01)

F03D 3/06 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102953928 A, 2013.03.06

CN 102121453 A, 2011.07.13

CN 107201988 A, 2017.09.26

CN 204003265 U, 2014.12.10

CN 2350553 Y, 1999.11.24

WO 2008053282 A1, 2008.05.08

CN 103644077 A, 2014.03.19

审查员 王萌

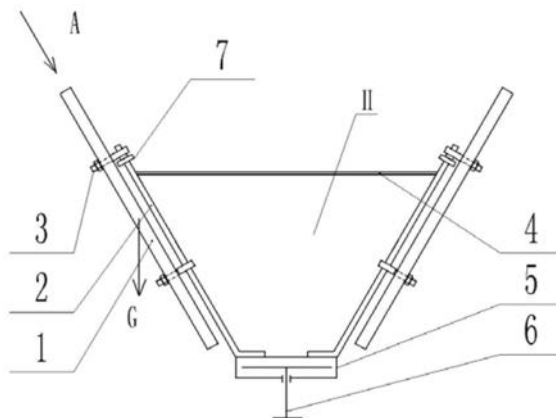
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

自调桨V型自启动垂直轴风力机及其方法

(57) 摘要

本公开提供了一种自调桨V型自启动垂直轴风力机及其方法。其中,自调桨V型自启动垂直轴风力机包括外转子发电机,所述外转子发电机上均布有至少三根支撑杆,每个支撑杆与竖直回转中心轴在同一平面内且均呈同一角度;每个支撑杆上设置有一叶片,所述叶片可围绕支撑杆转动;当风力大于零且小于风机启动风力时,叶片可绕支撑杆转动,且当风力使叶片产生的围绕竖直回转中心轴旋转的合力矩大于或等于风机阻力矩时,风机开始转动,完成风力机自行启动;风力机启动后,在风力机旋转过程中,叶片离心力和重力恢复力矩迫使叶片弦线与叶片围绕竖直回转中心轴的旋转半径保持垂直的状态,实现自调桨。



1. 一种自调桨V型自启动垂直轴风力机,其特征在于,包括:

外转子发电机,所述外转子发电机上均布有至少三根支撑杆,每个支撑杆与竖直回转中心轴在同一平面内且均呈同一角度;每个支撑杆上设置有一叶片,所述叶片可围绕支撑杆转动;

当风力大于零且小于风机启动风力时,叶片可绕支撑杆转动,且当风力使叶片产生的围绕竖直回转中心轴旋转的合力矩大于或等于风机阻力矩时,风机开始转动,完成风力机自行启动;风力机启动后,在风力机旋转过程中,叶片离心力和重力恢复力矩迫使叶片弦线与叶片围绕竖直回转中心轴的旋转半径保持垂直的状态,实现自调桨;

每个叶片上设置有两个安装孔,每个安装孔上还固定有一叶鼻,叶鼻通过轴承套装于支撑杆上;

两个安装孔的连线与叶片前缘平行,且两个安装孔的连线两边叶片的重量相等;两个安装孔的连线与叶片前缘的距离为叶片弦长的 $1/3$ — $1/4$ 之间。

2. 如权利要求1所述的自调桨V型自启动垂直轴风力机,其特征在于,任意两个相邻或相对的支撑杆之间采用连杆连接。

3. 如权利要求1所述的自调桨V型自启动垂直轴风力机,其特征在于,叶片为升力型对称直叶片,纵向为矩形。

4. 如权利要求1所述的自调桨V型自启动垂直轴风力机,其特征在于,所述外转子发电机底部还安装有固定轴,所述固定轴的中心轴线与竖直回转中心轴重合。

5. 一种如权利要求1-4中任一项所述的自调桨V型自启动垂直轴风力机的工作方法,其特征在于,包括:

设叶片弦线的叶片纵向截面为平面I,支撑杆中心线与竖直回转中心轴组成的平面为平面II;

在无风时,平面I与平面II垂直,叶片重心位于平面II内;

当风力大于零且小于风机启动风力时,平面I与平面II无法继续保持垂直,叶片绕支撑杆转动,使得叶片重心与平面II的距离加大,当风力使叶片产生的围绕竖直回转中心轴的旋转合力矩大于或等于风机阻力矩时,风机开始转动,完成风机自行启动;

风力机启动后,在风力机旋转过程中,叶片离心力和重力恢复力矩迫使平面I与平面II保持垂直的状态,实现自调桨。

6. 如权利要求5所述的自调桨V型自启动垂直轴风力机的工作方法,其特征在于,叶片围绕支撑杆转动角度范围通过调整支撑杆与竖直回转中心轴之间角度来实现。

7. 如权利要求5所述的自调桨V型自启动垂直轴风力机的工作方法,其特征在于,叶片围绕支撑杆转动角度范围通过调整支撑杆与叶片弦线之间的距离来实现。

自调桨V型自启动垂直轴风力机及其方法

技术领域

[0001] 本公开属于风力机领域,尤其涉及一种自调桨V型自启动垂直轴风力机及其方法。

背景技术

[0002] 本部分的陈述仅仅是提供了与本公开相关的背景技术信息,不必然构成在先技术。

[0003] 垂直轴风力机按风轮形式主要分为两种类型:阻力型和升力型。风轮在回转过程中,阻力型风轮垂直轴风机虽然启动风速低,但尖速比小于1,风能利用率低;传统的升力型风轮垂直轴风机尖速比大于1甚至可以达到6,风能利用率高,但缺点是叶片是固定不动的,低风速条件下难以启动。

[0004] 为了解决自启动问题,综合分析阻力型和升力型垂直轴风力机的特点,有的垂直轴风力机组成复合型,在升力型叶片基础上增加阻力型叶片,以便达到不但在低风速下容易启动,同时在高风速下又能保持较高风能利用率的目的,但由于在高转速时阻力型风轮叶片起阻挡作用,反而降低风力机效率,影响了整机的风能利用率。

[0005] 发明人发现,有的垂直轴风力机把风力机叶片做成活动的,实现叶片自动变桨,其中有的风力机设有推杆结构,有的采用液压机构,有的采用伺服电机调桨,但都机构复杂,造价高,极大消耗了风的能量,从而降低了风能利用系数。有的风力机采用限制钉来把叶片摆动限制在合理攻角中。但限制钉与叶片之间易发生撞击,在长期、周期性及强力撞击下叶片很容易损坏。

发明内容

[0006] 为了解决上述问题,本公开提供一种自调桨V型自启动垂直轴风力机及其方法,其解决了垂直轴风力机叶片与轮臂的撞击问题,避免了振动和噪声,同时实现叶片的自动调桨。

[0007] 为了实现上述目的,本公开采用如下技术方案:

[0008] 本公开的第一个方面提供一种自调桨V型自启动垂直轴风力机。

[0009] 一种自调桨V型自启动垂直轴风力机,包括:

[0010] 外转子发电机,所述外转子发电机上均布有至少三根支撑杆,每个支撑杆与竖直回转中心轴在同一平面内且均呈同一角度;每个支撑杆上设置有一叶片,所述叶片可围绕支撑杆转动;

[0011] 当风力大于零且小于风机启动风力时,叶片可绕支撑杆转动,且当风力使叶片产生的围绕竖直回转中心轴旋转的合力矩大于或等于风机阻力矩时,风机开始转动,完成风力机自行启动;风力机启动后,在风力机旋转过程中,叶片离心力和重力恢复力矩迫使叶片弦线与叶片围绕竖直回转中心轴的旋转半径保持垂直的状态,实现自调桨。

[0012] 其中,支撑杆产生拉力与对应叶片产生的离心力平衡,两个力在一条直线上,大小相同,方向相反,叶鼻回转中心正好位于直线上。同时叶片有重力恢复力矩的作用,离心力

和重力恢复力矩迫使叶片弦线与叶片围绕竖直回转中心轴的旋转半径保持垂直的状态。风力机转速越高,叶片离心力越大,垂直状态保持的越好。

[0013] 本公开的第二个方面提供一种自调桨V型自启动垂直轴风力机的工作方法。

[0014] 一种自调桨V型自启动垂直轴风力机的工作方法,包括:

[0015] 设叶片弦线的叶片纵向截面为平面I,支撑杆中心线与竖直回转中心轴组成的平面为平面II;

[0016] 在无风时,平面I与平面II垂直,叶片重心位于平面II内;

[0017] 当风力大于零且小于风机启动风力时,平面I与平面II无法继续保持垂直,叶片绕支撑杆转动,使得叶片重心与平面II的距离加大,当风力使叶片产生的围绕竖直回转中心轴的旋转合力矩大于或等于风机阻力矩时,风机开始转动,完成风机自行启动;

[0018] 风力机启动后,在风力机旋转过程中,叶片离心力和重力恢复力矩迫使平面I与平面II保持垂直的状态,实现自调桨。

[0019] 其中,支撑杆产生拉力与对应叶片产生的离心力平衡,两个力在一条直线上,大小相同,方向相反,叶鼻回转中心正好位于直线上。同时叶片有重力恢复力矩的作用,离心力和重力恢复力矩迫使平面I、平面II保持垂直的状态。风力机转速越高,叶片离心力越大,平面I、平面II之间垂直状态保持的越好。

[0020] 本公开的有益效果是:

[0021] 本公开的自调桨V型自启动垂直轴风力机的叶片可围绕支撑杆转动;当风力大于零且小于风机启动风力时,叶片绕支撑杆转动,且当风力使叶片产生的围绕竖直回转中心轴的旋转合力矩大于或等于风机阻力矩时,风机开始转动,完成风机自行启动;在风力机旋转过程中,叶片离心力和重力恢复力矩迫使平面I、平面II保持垂直的状态。风力机转速越高,叶片离心力越大,平面I、平面II之间垂直状态保持的越好。由于重力产生的使叶片恢复原始状态的力矩的作用,减小了叶片的摆动幅度,避免了叶片大幅度摆动对风力机启动产生的不利影响,或与轮臂发生碰撞,产生损坏及能量损耗的影响。这一过程是完全自动的,而无任何附加装置和外加动力或结构。

附图说明

[0022] 构成本公开的一部分的说明书附图用来提供对本公开的进一步理解,本公开的示意性实施例及其说明用于解释本公开,并不构成对本公开的不当限定。

[0023] 图1是本公开实施例的一种自调桨V型自启动垂直轴风力机结构原理图;

[0024] 图2是本公开实施例的叶片结构示意图;

[0025] 图3是本公开实施例的叶片翼型示意图;

[0026] 图4是本公开实施例的叶片受风启动前叶片动作示意图;

[0027] 图5是本公开实施例的叶片转动过程示意图;

[0028] 图6是本公开实施例的叶片重力恢复力矩示意图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图与实施例对本公开作进一步说明。

[0030] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本公开提供进一步的说明。除非另

有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本公开所属技术领域的普通技术人员通常理解相同含义。

[0031] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本公开的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0032] 在本公开中,术语如“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后”、“竖直”、“水平”、“侧”、“底”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,只是为了便于叙述本公开各部件或元件结构关系而确定的关系词,并非特指本公开中任一部件或元件,不能理解为对本公开的限制。

[0033] 本公开中,术语如“固接”、“相连”、“连接”等应做广义理解,表示可以是固定连接,也可以是一体地连接或可拆卸连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的相关科研或技术人员,可以根据具体情况确定上述术语在本公开中的具体含义,不能理解为对本公开的限制。

[0034] 本实施例的自调桨V型自启动垂直轴风力机,结构原理图见图1,包括叶片1、支撑杆2、叶鼻3、连杆4、外转子发电机5、固定轴6、挡块7。支撑杆3—5根,每个支撑杆2与竖直回转中心轴在同一平面内并且都呈同一角度,支撑杆2与竖直回转中心轴角度在 20° — 45° 之间选定,支撑杆2均布安装于发电机5上;

[0035] 为了加强支撑杆刚性,任意两个相邻或相对的支撑杆2之间采用连杆4连接。

[0036] 叶片为升力型对称直叶片,纵向为矩形,见图2,截面形状见图3。每个叶片有两个安装孔,用虚线连接两个安装孔,虚线与叶片前缘平行。在这条虚线两边叶片的重量相等。叶鼻3通过安装孔与叶片1固定在一起,每个叶片1装两个叶鼻3,叶鼻3通过轴承套装于支撑杆2上,叶片1可以围绕支撑杆2摆动。

[0037] 安装孔离前缘的距离为叶片弦长的 $1/3$ — $1/4$ 之间,可保证叶片在叶轮任何位置风对叶片的作用力合力的作用点都在两个安装孔连线的后方,能使叶片随风摆动。

[0038] 平面I定义为经过叶片弦线的叶片纵向截面,平面II定义为支撑杆中心线与竖直回转中心轴组成的平面。无风情况下,由于每个叶片沿安装孔连线两边重量相等,由于重力作用,平面I与平面II垂直,此时叶片重心位于平面II内,见图1。

[0039] 当风小风机没有启动时,从来风方向看,让每个叶片1及支撑杆2中心都在与来风方向垂直的平面内投影,以支撑杆2中心投影为分界线比较两边面积,风对每个叶片的作用力合力的作用点位于叶片投影面积大的部分。来风都试图让叶片弦线与来风方向相顺,此时,平面I无法与平面II继续保持垂直,叶片绕支撑杆转动,随着叶片转动角度的增大,叶轮顺风侧绝大部分位置上叶片迎风面积增大。叶轮逆风一侧的叶片弦长方向与风相顺,迎风面积变小,这样就形成了一架阻力差式风力机,当风力使叶片产生的围绕回转中心的旋转合力矩足以克服风机阻力矩时,风机开始转动,完成自行启动。同时,在当叶片围绕支撑杆2转动时,由于叶片重心与平面II的距离加大,由于叶片整体是倾斜的,叶片重心越来越高,重力产生的使叶片恢复原始状态的力矩T越来越大,示例见图6,直至每个叶片上风对叶片的推力产生的力矩与恢复力矩T平衡,叶片停止围绕支撑杆2转动。

[0040] 叶片围绕支撑杆转动角度范围根据当地风资源情况,可以通过以下两种方式调

整：一是调整支撑杆与竖直回转中心轴之间角度；二是调整支撑杆2与叶片弦线之间的距离。避免叶片摆动幅度大对风力机的启动产生的不利影响，或与轮臂发生碰撞，产生损坏及能量损耗的影响。

[0041] 如图4和图5所示，当风小风机没有启动时，如果叶片刚好位于逆风侧a位置，从来风方向看，叶片大部分面积位于支撑杆2中心右侧，风产生的合力位于叶片右侧，迫使叶片旋转到与风相顺方向，阻力变小，此时叶片重心抬高，叶片重力产生恢复力矩，阻止叶片继续转动；在d位置，从来风方向看，叶片大部分面积位于支撑杆2中心左侧，风产生的合力位于叶片左侧，迫使叶片旋转到与风相顺方向，阻力变小，此时叶片重心抬高，叶片重力产生恢复力矩，阻止叶片继续转动；在顺风侧b位置，从来风方向看，叶片大部分面积位于支撑杆2中心右侧，风产生的合力位于叶片右侧，迫使叶片旋转到与风向垂直方向，阻力变大，此时叶片重心抬高，叶片重力产生恢复力矩，阻止叶片继续转动；在c位置，从来风方向看，叶片大部分面积位于支撑杆2中心左侧，风产生的合力位于叶片左侧，迫使叶片旋转到与风向垂直方向，阻力变大，此时叶片重心抬高，叶片重力产生恢复力矩，阻止叶片继续转动。当风力使叶片产生的围绕回转中心的旋转合力矩足以克服风机阻力矩时，风机开始转动，完成自行启动。

[0042] 在风机启动后，随着转速升高，风力机叶片自动调整为最佳攻角，进入升力型风机正常运转状态，这一过程是完全自动的，而无任何附加装置和外加动力。

[0043] 风力机旋转中，叶片摆动调整攻角，叶片产生的离心力远离风力机回转中心，支撑杆产生拉力与之平衡，两个力在一条直线上，大小相同，方向相反，叶鼻回转中心正好位于直线上。同时有重力恢复力矩T作用，离心力和重力恢复力矩T迫使平面I、平面II保持垂直的状态。风力机转速越高，叶片离心力越大，平面I、平面II之间垂直状态保持的越好。

[0044] 本实施例的自调桨V型自启动垂直轴风力机上述结构，在低风速启动时不需要增加保护机构就能自启动，很好地解决了垂直轴风力机叶片与轮臂的撞击问题，避免了振动和噪声，同时实现叶片的自动调桨。

[0045] 当风小风机没有启动时，由于叶片整体是倾斜的，在当叶片围绕支撑杆2转动时，由于叶片重心与平面II的距离加大，叶片重心越来越高，重力产生的使叶片恢复原始状态的力矩T越来越大，直至每个叶片上风对叶片的推力产生的力矩与恢复力矩T平衡，叶片停止围绕支撑杆2转动。由于重力产生的使叶片恢复原始状态的力矩T的作用，减小了叶片的摆动幅度，避免了叶片大幅度摆动对风力机启动产生的不利影响，或与轮臂发生碰撞，产生损坏及能量损耗的影响。这一过程是完全自动的，而无任何附加装置和外加动力或结构。

[0046] 以上所述仅为本公开的优选实施例而已，并不用于限制本公开，对于本领域的技术人员来说，本公开可以有各种更改和变化。凡在本公开的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开的保护范围之内。

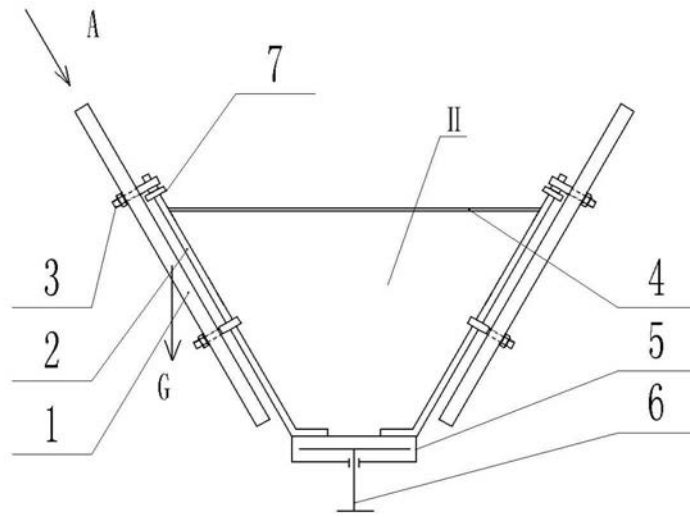


图1

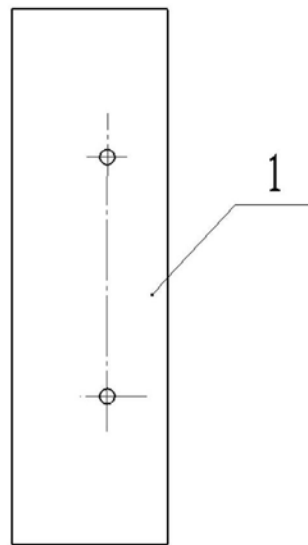


图2

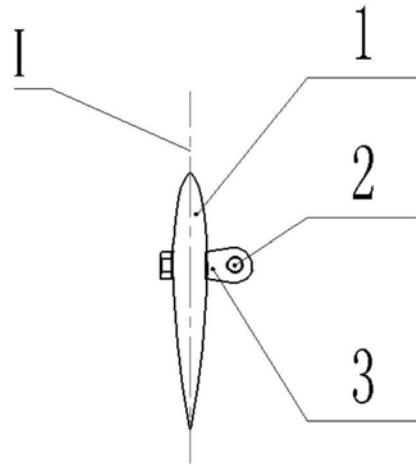


图3

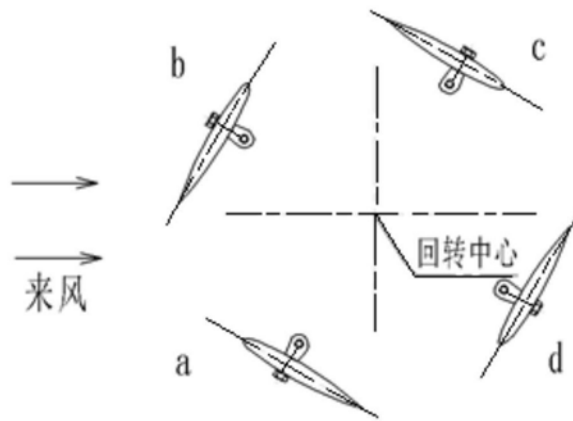


图4

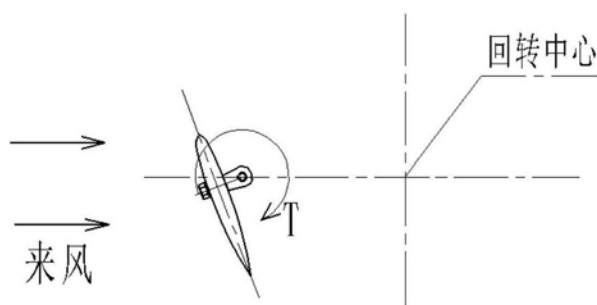


图5

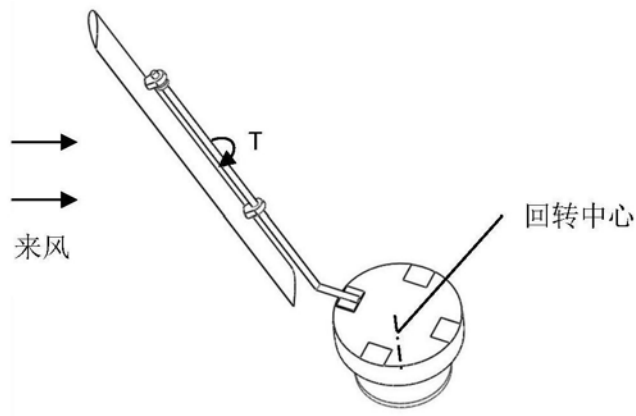


图6