(19)国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 218206910 U
(45)授权公告日 2023.01.03

(21)申请号 202222157820.4

(22)申请日 2022.08.16

(73)专利权人 上海理工大学
地址 200093 上海市杨浦区军工路516号

(72)发明人 孙晓晶 张馨艺

(74)专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司 31001
专利代理师 翁若莹 王晶

(51)Int.Cl.
F03D 3/06(2006.01)
F03D 3/00(2006.01)
F03D 9/25(2016.01)
F03D 17/00(2016.01)
F03D 7/06(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

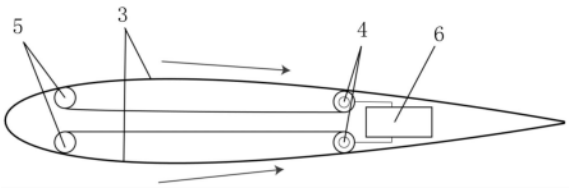
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)实用新型名称

升力型垂直轴风力机

(57)摘要

本实用新型涉及一种升力型垂直轴风力机，包括翼型叶片，所述翼型叶片上下表面距前缘4％c的位置对称布置70％c长度的局部运动表面，运动表面的速度最大能达到$7V_{\infty}$，其中：c为翼型叶片弦长，V_{∞}为来流风速。本实用新型的带局部运动表面叶片的垂直轴风力机在全尖速比范围下的输出功率与现有同类型风力机相比提升幅度都较为明显，能够有效达到在比较小的能耗需求下就能够使得该类型风力机保持高的风能利用效率。



CN 218206910 U

1.一种升力型垂直轴风力机，包括翼型叶片，其特征在于：所述翼型叶片上下表面距前缘4％c的位置对称布置70％c长度的局部运动表面，运动表面的速度最大能达到7V_Y，其中：c为翼型叶片弦长，V_Y为来流风速。

2.根据权利要求1所述的升力型垂直轴风力机，其特征在于：所述运动表面左侧连接转动辊，右侧连接管状电机，所述管状电机工作时直接驱动运动表面层产生直线运动。

3.根据权利要求2所述的升力型垂直轴风力机，其特征在于：所述管状电机包括内定子和外转子，所述内定子与翼型叶片内部固定连接，所述运动表面绕于外转子外围，外转子的长度大于运动表面的宽度。

4.根据权利要求1所述的升力型垂直轴风力机，其特征在于：所述翼型叶片上设有角度传感器，所述角度传感器通过处理器模块连接管状电机。

5.根据权利要求4所述的升力型垂直轴风力机，其特征在于：所述角度传感器将信号发送到处理器模块，处理器模块输出控制信号给管状电机，用于控制翼型叶片处于叶片吸力面一侧的局部表面产生运动而保持其压力面侧的运动表面静止。

升力型垂直轴风力机

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种风力机，尤其是一种升力型垂直轴风力机。

背景技术

[0002] 碳达峰、碳中和(简称“双碳”)是当前人类社会应对全球变暖而采取的新发展战略，可再生能源和碳汇资源的多元利用对于落实碳达峰和碳中和战略具有重要意义。可再生能源中，风能是最经济的发电资源之一，很环保，很洁净，风能量丰富、近乎无尽、广泛分布。发展风电对于保障能源安全，调整能源结构，减轻环境污染，实现可持续发展等都具有非常重要的意义。

[0003] 风力发电机将风能转化为机械能，机械能转化为电能，根据风力发电机主轴的方向可分为水平轴风力机和垂直轴风力机两种类型，水平轴风力发电机发展历史较长，风能利用率较高，与水平轴风力发电机相比，垂直轴风力发电机工艺简单，维修方便，噪音小，对风的转向没有要求，比较适合在空间比较密集的城市使用。垂直轴风力发电机根据叶片的工作原理又分为升力型垂直轴风力机和阻力型风力机。升力型垂直轴风力机(如附图1所示)利用叶片升力做功旋转，从而将风能转换成机械能，再通过联接发电机进行发电。升力型垂直轴风力机发展速度极快，市场占有率越来越高，尤其在城市的应用十分广泛，但启动性能差，且其风能利用效率仍然远低于水平轴风力发电机。因此进一步提高升力型垂直轴风力机的气动性能是这种风力机能够得到更广泛应用的关键。

[0004] 目前广泛采用的提高垂直轴风力机性能的方法多为利用不同的手段来改善叶片表面流动状态，抑制或推迟其表面边界层分离，从而提高叶片的升力减小阻力，增强叶片的做功性能。目前这些方法根据是否需要外界能量输入可分为被动式和主动式，其中主动控制需要在流动环境中直接注入合适的扰动，使之与系统内的流动相互作用达到控制目的，例如射流、等离子体激励等。由于主动控制可根据实际需要调节激励参数以控制流场，通常比被动控制技术的效果更好，并可根据环境的变化对控制参数进行灵活调整，使得风力机在不同工况下都能维持较为高效的风能转换效率，因此受到广大研究者和工程技术人员的广泛关注。

[0005] 现阶段采用的大部分主动控制方法通常需要较大的外部能量输入，因此能耗高。此外，研究表明当叶片在低尖速比(TSR)下运行下时这些方法由于可以抑制叶片表面产生的流动分离，因此风力机性能能够得到有效改善；而在高尖速比下叶片表面未存在大分离状态，继续采用这些方法则对叶片的气动性能影响不大，因此扣除施加主动控制所需的外部能量后风力机的实际风能利用效率C_{pnet}与传统风力机相比提升幅度小，有时甚至会有所下降。

发明内容

[0006] 针对目前这些现有技术中存在的缺陷，本实用新型提出一种新型的升力型垂直轴风力机。

[0007] 为实现上述目的，本实用新型的技术方案是：一种升力型垂直轴风力机，包括翼型叶片，所述翼型叶片上下表面距前缘4％c的位置对称布置70％c长度的局部运动表面，运动表面的速度最大能达到$7V_{¥}$，其中：c为翼型叶片弦长，$V_{¥}$为来流风速。

[0008] 进一步，所述运动表面左侧连接转动辊，右侧连接管状电机，所述管状电机工作时直接驱动运动表面层产生直线运动。

[0009] 进一步，所述管状电机包括内定子和外转子，所述内定子与翼型叶片内部固定连接，所述运动表面绕于外转子外围，外转子的长度大于运动表面的宽度。

[0010] 进一步，所述翼型叶片上设有角度传感器，所述角度传感器通过处理器模块连接管状电机。

[0011] 进一步，所述角度传感器将信号发送到处理器模块，处理器模块输出控制信号给管状电机，用于控制翼型叶片处于叶片吸力面一侧的局部表面产生运动而保持其压力面侧的运动表面静止。

[0012] 本实用新型的有益效果是：

[0013] 本实用新型的风力机叶片两侧的局部表面为对称布置的具有一定长度可以以一定速度进行运动的表面层：当叶片旋转时，保证始终其吸力面一侧的局部表面以一定速度进行匀速直线运动，而使其压力面侧的运动表面保持静止，采取这种间歇性控制方法，确保仅处在叶片吸力面侧的局部表面产生运动，从而尽可能减少对外部能量的消耗。采用局部表面运动的形式可以直接向固壁附近低能边界层输入能量，加速邻近区域流体的流动，以增强边界层抵抗分离的能力，从而提高叶片的升阻比，加大其做功性能，且目前研究结果表明这种带局部运动表面叶片的垂直轴风力机在全尖速比范围下的输出功率与现有同类型风力机相比提升幅度都较为明显，能够有效达到在比较小的能耗需求下就能够使得该类型风力机保持高的风能利用效率，具有广阔的应用前景。

附图说明

[0014] 图1是升力型垂直轴风力机叶轮形式示意图；

[0015] 图2是带局部运动表面的升力型垂直轴风力机叶片截面结构示意图；

[0016] 图3是带局部运动表面的升力型垂直轴风力机叶轮二维截面图；

[0017] 图4是本实用新型的风力机风能利用率(C_{pnet})随尖速比(TSR)变化曲线与同类型风力机的对比结果；

[0018] 图5是管状电机结构示意图；

[0019] 图6是控制模块示意图。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图与实施例对本实用新型作进一步说明。

[0021] 本实用新型提出了一种带局部运动表面叶片的升力型垂直轴风力机，如图1，2所示，包括翼型叶片1、转轴2。在翼型叶片1上下表面距前缘4％c的位置对称布置两个长度为70％c c(c为翼型叶片弦长)的运动表面3，运动表面3的速度最大达到$7V_{¥}$($V_{¥}$为来流风速)。运动表面3右端为管状电机4，左端为转动辊5。角度传感器监测叶片转过的角度，如图3，6所示，当翼型叶片1位于迎风区时，角度传感器将信号发送到处理器模块6，处理器模块6直接

连接到管状电机4,控制位于翼型叶片1内侧(吸力面A)的管状电机4开始工作,管状电机4工作时直接驱动运动表面3转动;当翼型叶片1位于逆风区时,角度传感器传送信号至处理器模块6,控制翼型叶片1外侧(吸力面B)的管状电机4开始工作。

[0022] 如图5所示,管状电机4包括内定子4-1和外转子4-2,内定子4-1与翼型叶片1内部固连,运动表面3绕于外转子4-2外围,外转子4-2的长度不小于运动表面3的宽度。

[0023] 该风力机叶片两侧的局部表面为对称布置的具有一定长度可以以一定速度进行运动的表面层(如图2所示):当叶片旋转时,保证始终其吸力面一侧的局部表面以一定速度进行匀速直线运动,而使其压力面侧的运动表面保持静止(如图3所示),采取这种间歇性控制方法,确保仅处在叶片吸力面侧的局部表面产生运动,从而尽可能减少对外部能量的消耗。采用局部表面运动的形式可以直接向固壁附近低能边界层输入能量,加速邻近区域流体的流动,以增强边界层抵抗分离的能力,从而提高叶片的升阻比,加大其做功性能,且目前研究结果表明这种带局部运动表面叶片的垂直轴风力机在全尖速比范围下的输出功率与现有同类型风力机相比提升幅度都较为明显(如图4所示),能够有效达到在比较小的能耗需求下就能够使得该类型风力机保持高的风能利用效率,具有广阔的应用前景。

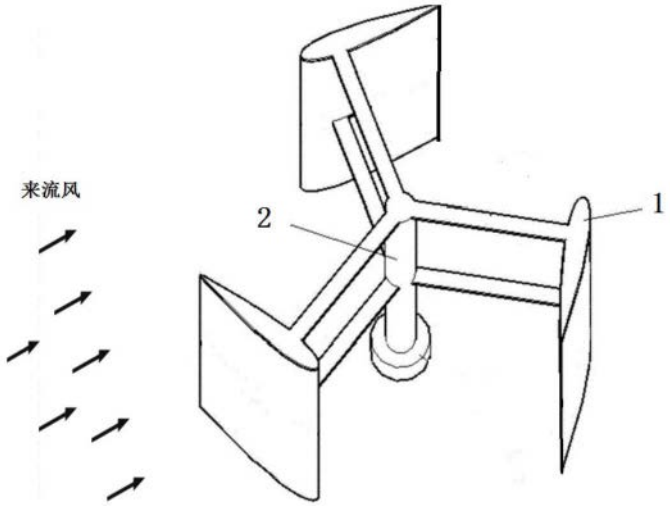


图1

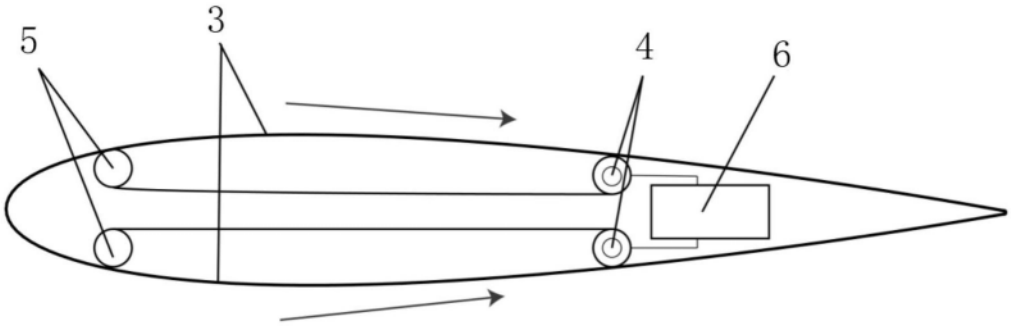


图2

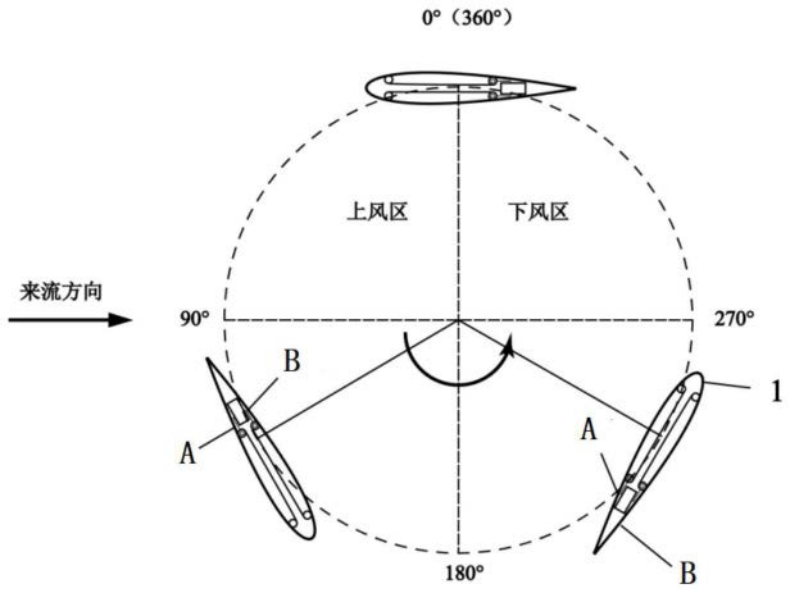


图3

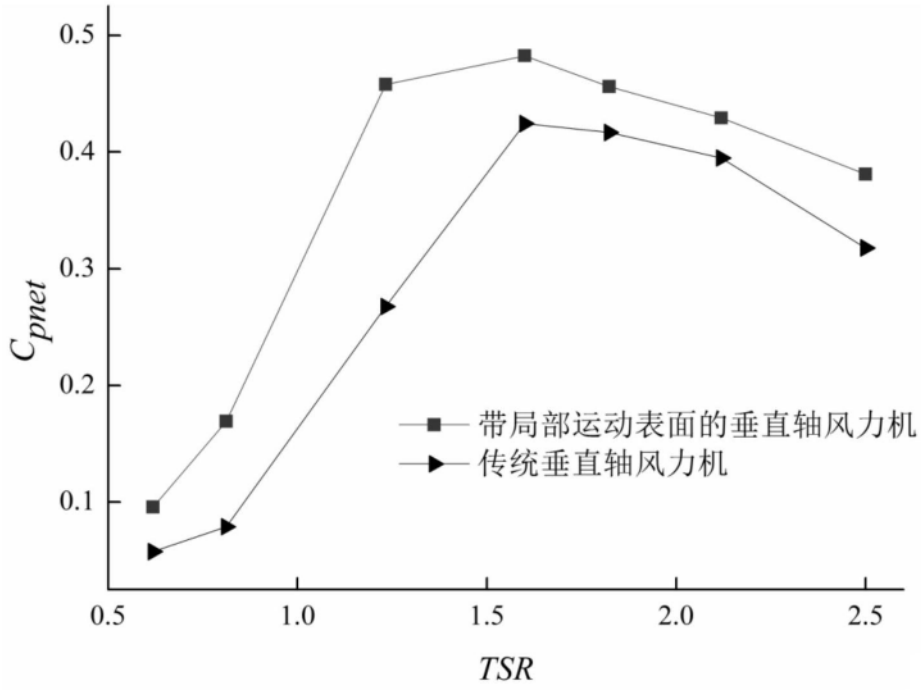

0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
C_{pnet}
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
TSR
带局部运动表面的垂直轴风力机
传统垂直轴风力机

图4

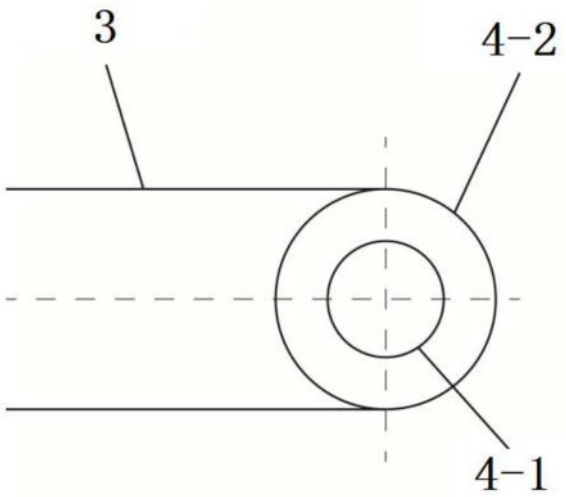

3
4-2
4-1

图5

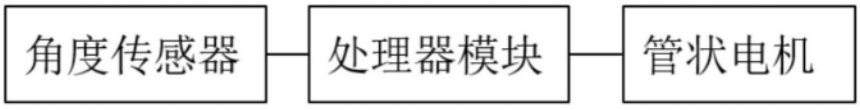

角度传感器
处理器模块
管状电机

图6