(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209510517 U
(45)授权公告日 2019.10.18

(21)申请号 201822163860.3

(22)申请日 2018.12.21

(73)专利权人 沈阳航空航天大学
地址 110136 辽宁省沈阳市道义经济开发区道义南大街37号

(72)发明人 李国文 朱建勇 张庆营

(74)专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限公司 21109
代理人 梁焱

(51)Int.Cl.
F03D 3/06(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

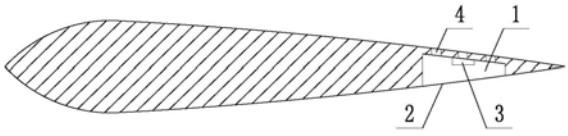
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)实用新型名称

一种薄膜声激励振动式垂直轴风力机叶片

(57)摘要

一种薄膜声激励振动式垂直轴风力机叶片，在叶片后缘段开设有凹槽，在凹槽的槽口覆盖有柔性薄膜，在凹槽的槽底安装有声波发生器，在声波发生器周围的槽底上均布有若干透压孔，通过柔性薄膜对凹槽进行密封遮盖，凹槽仅通过透压孔与大气连通；凹槽的数量若干，若干凹槽在叶片后缘段均匀分布；声波发生器的数量若干，若干声波发生器在槽底均匀分布；凹槽的形状为矩形，凹槽的长度为叶片弦长的50%～100%，凹槽的宽度为叶片弦长的25%～30%，凹槽的深度为叶片尾缘段厚度的60%～70%；当叶片与空气来流呈正攻角时，通过声波发生器发出脉动式声波，使柔性薄膜在脉动式声波的声压驱动下进行声激励振动，进一步使柔性薄膜在向外凸起状态与向内凹陷状态之间交替转换。



CN 209510517 U

1.一种薄膜声激励振动式垂直轴风力机叶片，其特征在于：在叶片后缘段开设有凹槽，在凹槽的槽口覆盖有柔性薄膜，在凹槽的槽底安装有声波发生器，在声波发生器周围的槽底上均布有若干透压孔，通过柔性薄膜对凹槽进行密封遮盖，凹槽仅通过透压孔与大气连通。

2.根据权利要求1所述的一种薄膜声激励振动式垂直轴风力机叶片，其特征在于：所述凹槽的数量若干，若干凹槽在叶片后缘段均匀分布。

3.根据权利要求1所述的一种薄膜声激励振动式垂直轴风力机叶片，其特征在于：所述声波发生器的数量若干，若干声波发生器在槽底均匀分布。

4.根据权利要求1所述的一种薄膜声激励振动式垂直轴风力机叶片，其特征在于：所述凹槽的形状为矩形，凹槽的长度为叶片弦长的50％～100％，凹槽的宽度为叶片弦长的25％～30％，凹槽的深度为叶片尾缘段厚度的60％～70％。

5.根据权利要求1所述的一种薄膜声激励振动式垂直轴风力机叶片，其特征在于：当叶片与空气来流呈正攻角时，通过声波发生器发出脉动式声波，使柔性薄膜在脉动式声波的声压驱动下进行声激励振动，进一步使柔性薄膜在向外凸起状态与向内凹陷状态之间交替转换。

一种薄膜声激励振动式垂直轴风力机叶片

技术领域

[0001] 本实用新型属于风力发电技术领域，特别是涉及一种薄膜声激励振动式垂直轴风力机叶片。

背景技术

[0002] 随着环境和能源问题日益突出，可再生能源的开发和利用得到世界各国的重视，而风能在可再生能源的利用中占有很大的比例，风力发电作为对风能利用的主要形式受到越来越多的重视。

[0003] 现阶段，用于并网运行的大型风力发电机组，大多为水平轴风力发电机组，但风能的最早利用形式则是垂直轴风车，而垂直轴风力发电机的出现时间则比较晚，主要是由于人们普遍认为垂直轴风力发电机的风能利用率低于水平轴风力发电机，因而导致垂直轴风力发电机长期得不到重视。

[0004] 随着升力型风轮技术的发展，使得垂直轴风力发电机的风能利用率不再低于水平轴风力发电机，并且与水平轴风力发电机相比，垂直轴风力发电机还具有维护方便、叶片设计制造简单、造价低、无需对风机构等优点。

[0005] 但是，如何进一步提高垂直轴风力发电机的风能利用率，现阶段有效的解决办法并不多，通过对边界层以外的主流流动控制来防止边界层发展和分离的方式，就是解决办法之一。

[0006] 由于垂直轴风力发电机的叶片阻力有两个来源，第一是由于空气流体与叶片表面摩擦所产生的剪应力，第二是叶片表面非对称压强分布所产生的压差阻力；实际中，边界层的作用类似于减小了流动通道(或可理解为增加了物体的等效厚度)，使叶片后部压力比无粘流时小，进而形成压差阻力；当流动发生分离时，分离区速度很小，从分离点开始，压力基本不变，分离将在叶片的后部形成分离区和尾流，它们都是低压区，将导致很强的压差阻力(分离阻力)。

[0007] 因此，为了使阻力减小就需要把边界层的发展控制在最小的限度内，并设法防止发生分离，而流线型的采用以及扩压器最适宜扩散角的选择等都是建立在这个观点上的，特别是在翼型的设计中更是如此，例如把叶片最厚的位置向后挪动，使叶片吸力面的压力梯度尽可能地变小，这时边界层会更加稳定且容易保持层流，层流边界层的壁面剪切应力较湍流的小，所以形成了阻力比较小的翼型(层流翼型)。

[0008] 但是，通过对边界层以外的主流流动控制来防止边界层发展和分离的方式，实施过程始终比较繁琐和复杂，如果可以在不改变主流状态而通过直接改变边界层性质来实现流动分离控制，将极大的简化实施过程，同时提高垂直轴风力发电机的风能利用率。

实用新型内容

[0009] 针对现有技术存在的问题，本实用新型提供一种薄膜声激励振动式垂直轴风力机叶片，可以在不改变主流状态而通过直接改变边界层性质来实现流动分离控制，本实用新

型的叶片仅通过对现有翼型叶片进行简单改造即可获得，当垂直轴风力机安装了本实用新型的叶片后，便可提高垂直轴风力发电机的风能利用率。

[0010] 为了实现上述目的，本实用新型采用如下技术方案：一种薄膜声激励振动式垂直轴风力机叶片，在叶片后缘段开设有凹槽，在凹槽的槽口覆盖有柔性薄膜，在凹槽的槽底安装有声波发生器，在声波发生器周围的槽底上均布有若干透压孔，通过柔性薄膜对凹槽进行密封遮盖，凹槽仅通过透压孔与大气连通。

[0011] 所述凹槽的数量若干，若干凹槽在叶片后缘段均匀分布。

[0012] 所述声波发生器的数量若干，若干声波发生器在槽底均匀分布。

[0013] 所述凹槽的形状为矩形，凹槽的长度为叶片弦长的50％～100％，凹槽的宽度为叶片弦长的25％～30％，凹槽的深度为叶片尾缘段厚度的60％～70％；

[0014] 当叶片与空气来流呈正攻角时，通过声波发生器发出脉动式声波，使柔性薄膜在脉动式声波的声压驱动下进行声激励振动，进一步使柔性薄膜在向外凸起状态与向内凹陷状态之间交替转换。

[0015] 本实用新型的有益效果：

[0016] 本实用新型的薄膜声激励振动式垂直轴风力机叶片，可以在不改变主流状态而通过直接改变边界层性质来实现流动分离控制，本实用新型的叶片仅通过对现有翼型叶片进行简单改造即可获得，当垂直轴风力机安装了本实用新型的叶片后，便可提高垂直轴风力发电机的风能利用率。

附图说明

[0017] 图1为本实用新型的一种薄膜声激励振动式垂直轴风力机叶片的结构示意图；

[0018] 图2为安装有本实用新型的垂直轴风力试验机的俯视图；

[0019] 图3为安装有本实用新型的垂直轴风力试验机的正视图；

[0020] 图中，1—凹槽，2—柔性薄膜，3—声波发生器，4—透压孔，5—叶片，6—垂直轴风力试验机机架。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型做进一步的详细说明。

[0022] 如图1～3所示，一种薄膜声激励振动式垂直轴风力机叶片，在叶片后缘段开设有凹槽1，在凹槽1的槽口覆盖有柔性薄膜2，在凹槽1的槽底安装有声波发生器3，在声波发生器3周围的槽底上均布有若干透压孔4，通过柔性薄膜2对凹槽1进行密封遮盖，凹槽1仅通过透压孔4与大气连通。

[0023] 所述凹槽1的数量为三个，三个凹槽1在叶片后缘段均匀分布。

[0024] 所述声波发生器3的数量为两个，两个声波发生器3在槽底均匀分布。

[0025] 所述凹槽1的形状为矩形，凹槽1的长度为叶片弦长的50％，凹槽1的宽度为叶片弦长的25％，凹槽1的深度为叶片尾缘段厚度的70％；

[0026] 当叶片与空气来流呈正攻角时，通过声波发生器3发出脉动式声波，使柔性薄膜2在脉动式声波的声压驱动下进行声激励振动，进一步使柔性薄膜2在向外凸起状态与向内凹陷状态之间交替转换。

[0027] 下面结合附图说明本实用新型的一次使用过程：

[0028] 通过查取翼型手册，选取叶片翼型为对称翼型0018，按照选取的翼型制作两组叶片，第一组叶片为传统叶片，第二种叶片在传统叶片基础上按照本实用新型进行改造，本实用新型叶片所用的柔性薄膜2选用0.2mm厚度的皮质薄膜，透压孔4的直径为0.8mm；两组叶片均为木质结构，叶片弦长为100mm，叶片展长为600mm；每组内的叶片数量均为四个；由于叶片为木质结构，为了降低开槽后对本实用新型叶片的强度造成影响，可以在凹槽1内装入刚性较好的金属加固件，同时为了保证垂直轴风力试验机在转动过程的平衡，每个叶片内的金属加固件的安装位置要保持一致。

[0029] 上述准备工作结束后，分别将两组叶片组装到垂直轴风力试验机上，先对安装有传统叶片的垂直轴风力试验机进行试验。在试验过程中，传统叶片进行工作时，叶片与空气来流的攻角是不断变化的，随着攻角的增大，叶片吸力面气流分离逐渐加剧，导致升力逐渐降低，切向分力也随之减小，导致叶片的做功能力也随之下降，此时也决定了传统叶片下的垂直轴风力试验机的风能利用率。

[0030] 接下来，对安装有本实用新型叶片的垂直轴风力试验机进行试验。在试验过程中，本实用新型的叶片工作时，当叶片与空气来流呈正攻角时，通过声波发生器3发出脉动式声波，使柔性薄膜2在脉动式声波的声压驱动下进行声激励振动，从而进一步使柔性薄膜2在向外凸起状态与向内凹陷状态之间交替转换；在此过程中，通过柔性薄膜2的声激励振动，直接提高了叶片分离区的气流能量，进而延迟了叶片上气流的分离，同时也降低了叶片的相对阻力，也就吸收了更多的风能，最终使直轴风力试验机的风能利用率得到提高。

[0031] 实施例中的方案并非用以限制本实用新型的专利保护范围，凡未脱离本实用新型所为的等效实施或变更，均包含于本案的专利范围中。

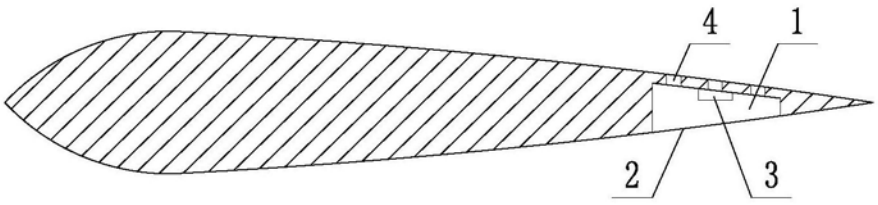


图1

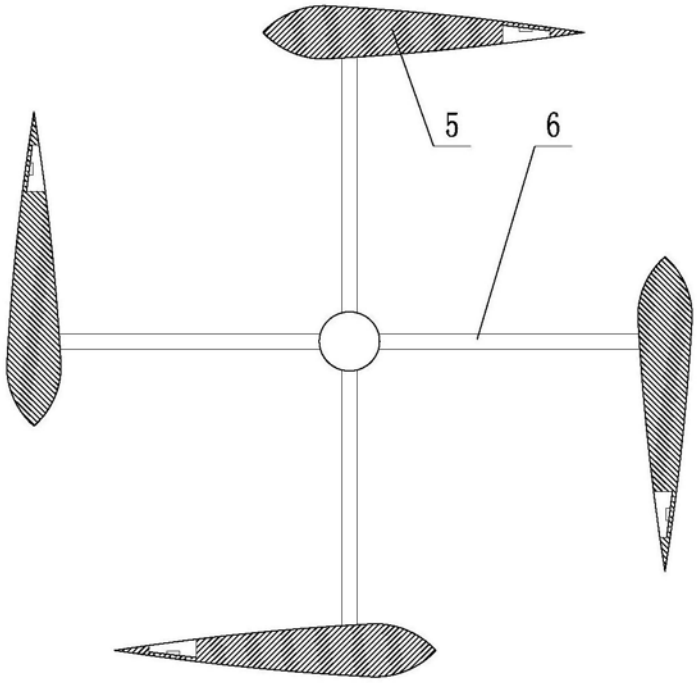


图2

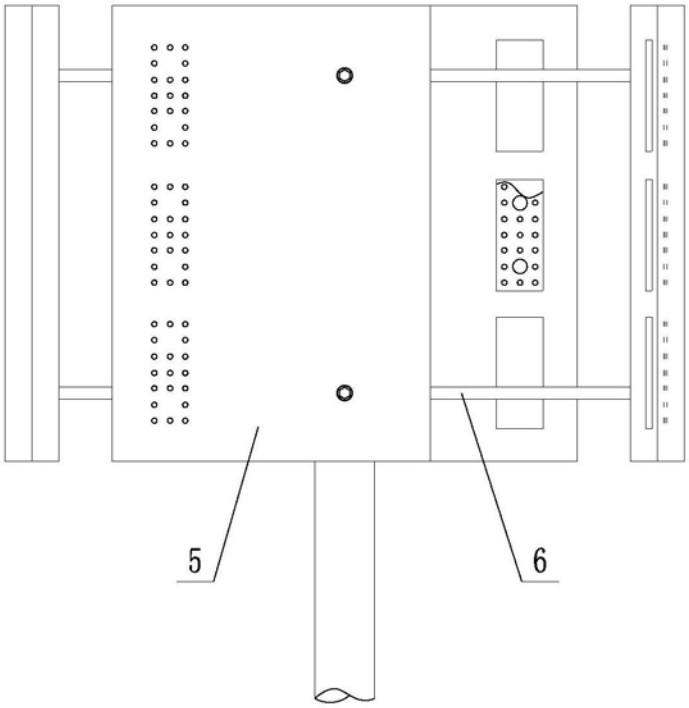


图3