(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 209510518 U
(45)授权公告日 2019.10.18

(21)申请号 201822163988.X

(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

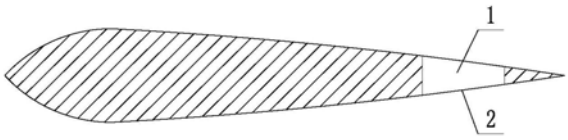
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)实用新型名称

一种薄膜自激励振动式垂直轴风力机叶片

(57)摘要

一种薄膜自激励振动式垂直轴风力机叶片，在叶片后缘段设有穿透式槽孔，孔口覆盖有柔性薄膜，使穿透式槽孔形成密闭腔体；穿透式槽孔数量若干且在叶片后缘段均匀分布；当叶片与空气来流呈正攻角时，叶片吸力面受负压，叶片压力面受正压，叶片吸力面侧的柔性薄膜为向外凸起状态，叶片压力面侧的柔性薄膜为向内凹陷状态；当叶片与空气来流呈负攻角时，叶片吸力面受正压，叶片压力面受负压，叶片吸力面侧的柔性薄膜为向内凹陷状态，叶片压力面侧的柔性薄膜为向外凸起状态；在垂直轴风力机转动过程中，穿透式槽孔孔口处的柔性薄膜交替受正压和负压，使柔性薄膜以相应的频率进行自激励振动，且自激励振动的频率与垂直轴风力机的叶轮转动频率相同。



CN 209510518 U

1.一种薄膜自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穿透式槽孔,在穿透式槽孔的两端孔口覆盖有柔性薄膜,通过柔性薄膜将穿透式槽孔进行密封,使穿透式槽孔形成密闭腔体。

2.根据权利要求1所述的一种薄膜自激励振动式垂直轴风力机叶片,其特征在于:所述穿透式槽孔数量为若干,若干穿透式槽孔在叶片后缘段均匀分布。

3.根据权利要求1所述的一种薄膜自激励振动式垂直轴风力机叶片,其特征在于:所述穿透式槽孔的形状为矩形,穿透式槽孔的长度为叶片弦长的50%～100%,穿透式槽孔的宽度为叶片弦长的25%～30%。

4.根据权利要求1所述的一种薄膜自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,叶片吸力面为受负压状态,叶片压力面为受正压状态,叶片吸力面侧的穿透式槽孔孔口处的柔性薄膜为向外凸起状态,叶片压力面侧的穿透式槽孔孔口处的柔性薄膜为向内凹陷状态。

5.根据权利要求4所述的一种薄膜自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负攻角时,叶片吸力面为受正压状态,叶片压力面为受负压状态,叶片吸力面侧的穿透式槽孔孔口处的柔性薄膜为向内凹陷状态,叶片压力面侧的穿透式槽孔孔口处的柔性薄膜为向外凸起状态。

6.根据权利要求5所述的一种薄膜自激励振动式垂直轴风力机叶片,其特征在于:在垂直轴风力机转动过程中,穿透式槽孔孔口处的柔性薄膜交替受正压和负压,使柔性薄膜以相应的频率进行自激励振动,且自激励振动的频率与垂直轴风力机的叶轮转动频率相同。

一种薄膜自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自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自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：一种薄膜自激励振动式垂直轴风力机叶片，在叶片后缘段开设有穿透式槽孔，在穿透式槽孔的两端孔口覆盖有柔性薄膜，通过柔性薄膜将穿透式槽孔进行密封，使穿透式槽孔形成密闭腔体。

[0011] 所述穿透式槽孔数量为若干，若干穿透式槽孔在叶片后缘段均匀分布。

[0012] 所述穿透式槽孔的形状为矩形，穿透式槽孔的长度为叶片尾缘弦长的50％～100％，穿透式槽孔的宽度为叶片弦长的25％～30％。

[0013] 当叶片与空气来流呈正攻角时，叶片吸力面为受负压状态，叶片压力面为受正压状态，叶片吸力面侧的穿透式槽孔孔口处的柔性薄膜为向外凸起状态，叶片压力面侧的穿透式槽孔孔口处的柔性薄膜为向内凹陷状态。

[0014] 当叶片与空气来流呈负攻角时，叶片吸力面为受正压状态，叶片压力面为受负压状态，叶片吸力面侧的穿透式槽孔孔口处的柔性薄膜为向内凹陷状态，叶片压力面侧的穿透式槽孔孔口处的柔性薄膜为向外凸起状态。

[0015] 在垂直轴风力机转动过程中，穿透式槽孔孔口处的柔性薄膜交替受正压和负压，使柔性薄膜以相应的频率进行自激励振动，且自激励振动的频率与垂直轴风力机的叶轮转动频率相同。

[0016] 本实用新型的有益效果：

[0017] 本实用新型的薄膜自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

[0018] 图1为本实用新型的一种薄膜自激励振动式垂直轴风力机叶片的结构示意图；

[0019] 图2为安装有本实用新型的垂直轴风力试验机的俯视图；

[0020] 图3为安装有本实用新型的垂直轴风力试验机的正视图；

[0021] 图中，1—穿透式槽孔，2—柔性薄膜，3—叶片，4—垂直轴风力试验机机架。

具体实施方式

[0022] 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。

[0023] 如图1～3所示，一种薄膜自激励振动式垂直轴风力机叶片，在叶片后缘段开设有穿透式槽孔1，在穿透式槽孔1的两端孔口覆盖有柔性薄膜2，通过柔性薄膜2将穿透式槽孔1进行密封，使穿透式槽孔1形成密闭腔体。

[0024] 所述穿透式槽孔1数量为三个，三个穿透式槽孔1在叶片后缘段均匀分布。

[0025] 所述穿透式槽孔1的形状为矩形，穿透式槽孔1的长度为叶片尾缘弦长的50％，穿透式槽孔1的宽度为叶片尾缘弦长的25％。

[0026] 当叶片与空气来流呈正攻角时，叶片吸力面为受负压状态，叶片压力面为受正压状态，叶片吸力面侧的穿透式槽孔1孔口处的柔性薄膜2为向外凸起状态，叶片压力面侧的

穿透式槽孔1孔口处的柔性薄膜2为向内凹陷状态。

[0027] 当叶片与空气来流呈负攻角时，叶片吸力面为受正压状态，叶片压力面为受负压状态，叶片吸力面侧的穿透式槽孔1孔口处的柔性薄膜2为向内凹陷状态，叶片压力面侧的穿透式槽孔1孔口处的柔性薄膜2为向外凸起状态。

[0028] 在垂直轴风力机转动过程中，穿透式槽孔1孔口处的柔性薄膜2交替受正压和负压，使柔性薄膜2以相应的频率进行自激励振动，且自激励振动的频率与垂直轴风力机的叶轮转动频率相同。

[0029] 下面结合附图说明本实用新型的一次应用过程：

[0030] 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；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，可以在穿透式槽孔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。

[0031] 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。

[0032] 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，叶片吸力面受负压，使叶片吸力面侧的柔性薄膜2向外凸起，而叶片压力面受正压，使叶片压力面侧的柔性薄膜2向内凹陷，此时叶片产生的升力会维持风轮旋转；随着风轮的继续旋转，直到叶片与空气来流呈负攻角时，叶片吸力面受正压，使叶片吸力面侧的柔性薄膜2向内凹陷，而叶片压力面受负压，使叶片吸力面侧的柔性薄膜2向外凸起；随着风轮的连续转动，柔性薄膜2将交替受正压和负压，进而使柔性薄膜2以相应的频率进行自激励振动，并且柔性薄膜2的自激励振动频率与叶轮的转动频率相同；在此过程中，通过柔性薄膜2的自激励振动，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。

[0033] 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。

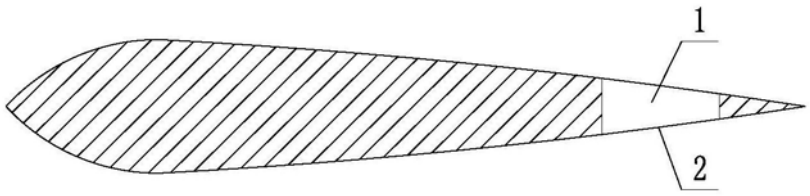


图1

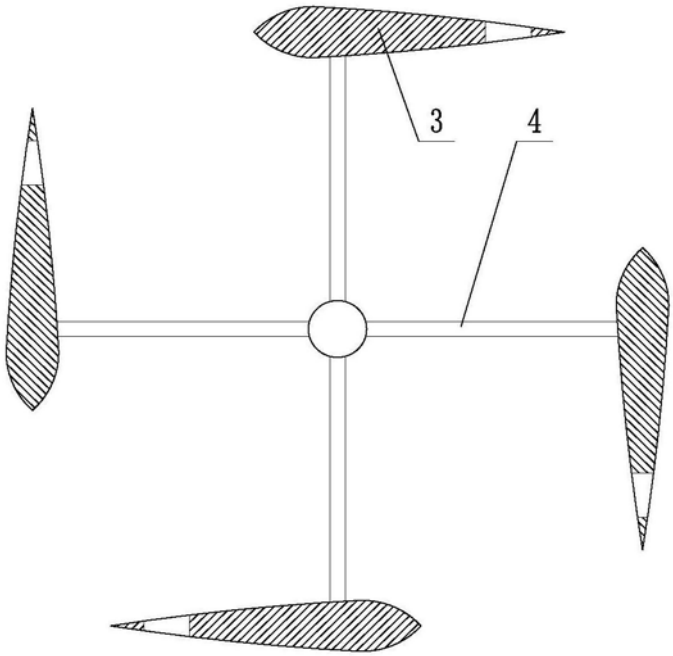


图2

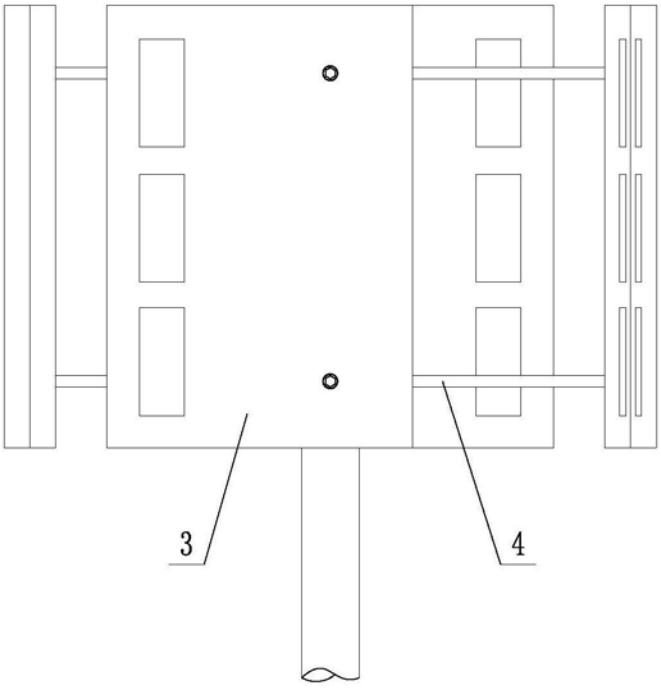


图3