



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105089925 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201510585444. 0

(22) 申请日 2015. 09. 15

(71) 申请人 韩万龙

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号哈工大动力楼 436 室

(72) 发明人 韩万龙

(51) Int. Cl.

F03D 1/06(2006. 01)

F03D 3/06(2006. 01)

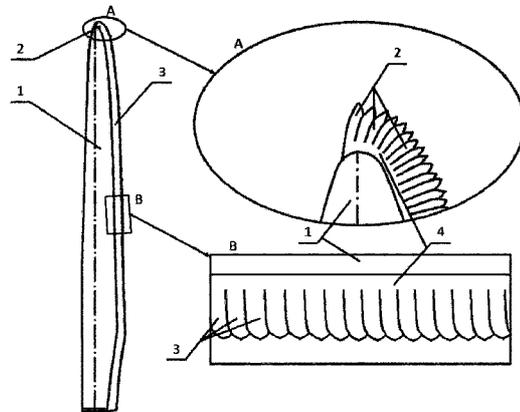
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

风力机叶片尾缘及叶尖增升降噪的柔性仿生羽毛带

(57) 摘要

一种风力机叶片尾缘及叶尖增升降噪的柔性仿生羽毛带。它是应用鹰通过羽翼在高速飞行时对叶尖涡、脱落涡及尾迹的控制机制,设计的可应用于现有风力机叶片尾缘及叶尖增升降噪的层叠状的柔性仿生羽毛带,它由轻质柔性材料制作,其一端固定于风力机叶片的尾部和叶尖部,另一端可由风力机尾部和叶尖部两侧压力差的作用下发生柔性变形,柔性仿生羽毛带中的仿生羽毛呈层叠状排列,后一片仿生羽毛压在前一片仿生羽毛的部分上,相邻的仿生羽毛间存在细小缝隙,仿生羽毛由柔性的承力支架和细密的柔性仿真羽丝构成。本发明可以有效增大风力机叶片的升力,削弱叶尖涡和脱落涡的强度,降低了尾迹中的湍动能,降低风力机的噪声等级。



1. 一种风力机叶片尾缘及叶尖增升降噪的柔性仿生羽毛带,其特征在于其由与风力机叶片的尾部连接的可在风力机尾部两侧压力差的作用下发生柔性变形的仿生羽毛带和与风力机叶片的叶尖部连接的可在风力机叶尖两侧压力差的作用下发生柔性变形的仿生羽毛带构成。

2. 根据权利要求 1 所述的风力机叶片尾缘及叶尖增升降噪的柔性仿生羽毛带,其特征在于其连接的柔性仿生羽毛带中的仿生羽毛呈层叠状排列,后一片仿生羽毛压在前一片仿生羽毛的部分上,仿生羽毛带为轻质柔性材料。

3. 根据权利要求 1 所述的叶尖部连接的柔性仿生羽毛带,其特征在于其承力支架是柔性的,位于仿生羽毛的迎风轮廓线上,仿生羽毛面上存在倾斜的细密的仿生羽丝,可以通过柔性细带固定于风力机叶尖部,也可以直接固定在风力机的叶尖部。

4. 根据权利要求 1 所述的尾部连接的柔性仿生羽毛带,其特征在于其承力支架是柔性的,位于仿生羽毛的迎风轮廓线的轴对称线上,仿生羽毛面上存在倾斜的细密的仿生羽丝,作为优选细密仿生羽丝与承力支架呈 30° 夹角,仿生羽毛可以通过柔性细带固定于风力机尾部,也可以直接固定在风力机尾部。

5. 根据权利要求 1 所述的柔性仿生羽毛带,其特征在于层叠的仿生羽毛间是有缝隙的,仿生羽毛是可以随两侧压力差的变化作小范围的柔性变形,风力机的压力面和吸力面的附面层流体可以从相邻的层叠在一起的仿生羽毛的缝隙里穿过后形成尾迹,也可以沿仿生羽毛带整体的外表面流过,在柔性仿生羽毛带形成的锯齿的间隙里面汇合后脱落形成尾迹,风力机翼尖压力面流体可以从相邻的层叠在一起的仿生羽毛的缝隙里穿过后形成尾迹,也可以沿仿生羽毛带整体的外表面流过后,再绕过柔性仿生羽毛带形成的锯齿的间隙形成叶尖涡。

风力机叶片尾缘及叶尖增升降噪的柔性仿生羽毛带

技术领域

[0001] 本发明属于风能利用领域,是一种通过仿生技术控制叶片脱落涡、尾迹和叶尖涡来提高叶片升力降低噪声的结构。

技术背景

[0002] 风力机是将风能转化为电能的机械装置。与其他清洁能源技术相比,风电技术更加成熟可靠,因此风能也被认为是 21 世纪最有可能替代化石能源的清洁能源。但是风力机仍然存在一些局部的技术问题,比如在叶片顶部存在叶尖涡,叶尖涡的产生降低了叶顶局部区域的升力,叶展绝大部分区域的尾缘处产生脱落涡和尾迹,这些涡量也是风力机噪声的主要来源。采用何种方式降低风力机叶尖涡强度、降低叶片脱落涡和尾迹的强度,达到不损害或较小的损害叶片升力又能降低风力机的噪声等级?这是所有风力机行业的研究人员都关心的问题。

[0003] 现有技术大致有三种解决方案:1、US7901189 和 US8043066 专利提出采用多孔的阻尼柔性材料吸收叶片表面、叶尖和尾缘的振动能量降低噪声;2、EP1886016A1、US8038396、US8157532 专利采用叶片吸力面壁面安放不同形状的涡流发生器的方式促进附面层的转捩,抑制分离降低脱落涡和尾迹的强度进而降低噪声等级;3、CN102465827 专利提出采用了锯齿和硬毛结构,US7976276 和 US8083488 专利提出采用锯齿结构替代叶片的传统尾缘。第一类方案在一定程度上可以起到降低了噪声的作用,但对叶片的升力性能并未有明显的改进;第二类方案虽然降低了噪声,但增加了叶片吸力面附面层损失,尾迹的强度会有所增加;第三类方案中紧贴尾缘部的锯齿在降低脱落涡和尾迹强度有一定的效果,主要起到降噪的作用,增加升力的效果不明显,叶尖涡的强度不能采用此方法改进加以抑制。

发明内容

[0004] 为了更好地解决风力机行业存在的降低叶尖涡强度、降低叶片脱落涡和尾迹的强度进而降低噪声等级的难题,本项发明考察了高空中飞行的鹰用羽翼后端羽毛控制脱落涡和尾迹、用羽翼尖部的控制翼尖涡的行为,鹰飞行所产生的噪声水平极低,从鹰使用翼后部和尖部的羽毛控制流动的机理上提出抑制风力机叶尖涡、降低叶片脱落涡和尾迹的强度的有效方法,与此同时降低风力机的气动噪声等级。具体地说,本项发明采用下述技术方案来提升风力机叶片的升力和降低风力机的噪声等级:

[0005] 本发明所述的风力机叶片尾缘及叶尖增升降噪的柔性仿生羽毛带,由轻质柔性材料制作,其一端固定于风力机叶片的尾部和叶尖部,另一端可由风力机尾部和叶尖部两侧压力差的作用下发生柔性变形。其中,柔性仿生羽毛带中的仿生羽毛呈层叠状排列,后一片仿生羽毛压在前一片仿生羽毛的部分上,相邻的仿生羽毛间存在细小缝隙,仿生羽毛是可以随两侧压力差的变化作小范围的柔性变形,风力机的压力面和吸力面的附面层流体可以从相邻的层叠在一起的仿生羽毛的缝隙里穿过后形成尾迹,也可以沿仿生羽毛带整体的外

表面流过,在柔性仿生羽毛带形成的锯齿的间隙里面汇合后脱落形成尾迹,风力机翼尖压力面流体可以从相邻的层叠在一起的仿生羽毛的缝隙里穿过后形成尾迹,也可以沿仿生羽毛带整体的外表面流过后,再绕过柔性仿生羽毛带形成的锯齿的间隙形成叶尖涡。

[0006] 叶尖部连接的柔性仿生羽毛带的承力支架是柔性的,位于仿生羽毛的迎风轮廓线上,仿生羽毛面上存在倾斜的细密的仿生羽丝,可以通过柔性细带固定于风力机叶尖部,也可以直接固定在风力机的叶尖部。

[0007] 尾部连接的柔性仿生羽毛带的承力支架也是柔性的,位于仿生羽毛的迎风轮廓线的轴对称线上,仿生羽毛面上存在倾斜的细密的仿生羽丝,作为优选细密仿生羽丝与承力支架呈 30° 夹角,仿生羽毛可以通过柔性细带固定于风力机尾部,也可以直接固定在风力机尾部。

[0008] 本项发明利用鹰通过羽翼在高速飞行时对叶尖涡、脱落涡及尾迹的控制机制,设计了可应用于现有风力机叶片的层叠状尾缘及叶尖增升降噪的柔性仿生羽毛带。叶尖部连接的柔性仿生羽毛带通过柔性变形延长了与叶尖压力面绕流气体的作用时间,柔性仿生羽毛带能产生升力,并提供了绕流气流从仿生羽毛层叠缝隙、仿生羽毛叶顶锯齿空隙、绕过仿生羽毛尖三种方式通过,极大地削弱了叶尖涡,可有效改善传统风力机叶片因产生较高强度的叶尖涡而带来叶顶区域升力下降的问题。尾部连接的柔性仿生羽毛带通过柔性变形延长了与叶展压力面附面层气体的作用时间,阻隔了原来尾缘处由压力面流向吸力面脱落涡形成,为附面层气体提供了从仿生羽毛层叠缝隙、仿生羽毛叶顶锯齿空隙、绕过仿生羽毛尖三种通过方式,极大地削弱了脱落涡,提高了叶展尾部的升力。仿生羽毛带表面的细密羽丝对流经其表面的叶尖和尾部的具有附面层气体进行了梳理,降低了尾迹中的湍动能,降低了尾迹的噪声等级,再结合叶尖和尾部的仿生羽毛带对叶尖涡、脱落涡强度的削弱,最终从整体上降低了风力机的噪声等级。

[0009] 本发明可以达到以下效果:

[0010] 采用风力机叶片尾缘及叶尖增升降噪的柔性仿生羽毛带,可以提高风力机叶尖、尾部的升力,削弱叶尖涡和脱落涡的强度,降低了尾迹中的湍动能,降低了风力机整体的噪声等级。

[0011] 上述说明是本发明方案的概述,为了能够更清楚的了解本发明的技术手段,并可依照说明书的内容予以实施。下面详细给出本发明的具体实施方式及其附图。

附图说明

[0012] 图 1 是本发明的外观轮廓示意图及叶尖柔性仿生羽毛带、尾部柔性仿生羽毛带的局部放大图

[0013] 图 2 是本发明的局部截面示意图

[0014] 图 3 是本发明的叶尖的柔性仿生羽毛结构示意图

[0015] 图 4 是本发明的尾部的柔性仿生羽毛结构示意图

[0016] 图中:1、风力机叶片;2、叶尖柔性仿生羽毛带;3、尾部柔性仿生羽毛带;4、柔性细带;5、叶尖柔性仿生羽毛的承力支架;6、叶尖柔性仿生羽毛的仿生羽丝;7、叶尖柔性仿生羽毛的非承力轮廓;8、尾部柔性仿生羽毛的承力支架;9、尾部柔性仿生羽毛的仿生羽丝;10、尾部柔性仿生羽毛的非承力轮廓。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图对本发明具体实施方式、结构、特征及其功效进行详细描述：

[0018] 在风力机叶片 1 的叶尖部和尾部区域分别安装叶尖柔性仿生羽毛带 2、尾部柔性仿生羽毛带 3，使叶尖柔性仿生羽毛带 2、尾部柔性仿生羽毛带 3 的一端固定于风力机叶片 1 的叶尖部和尾部，可参见图 1 和图 2，上述风力机叶片包括水平轴和垂直轴风力机叶片。

[0019] 上述叶尖柔性仿生羽毛带 2、尾部柔性仿生羽毛带 3 可以通过柔性细带 4 与风力机叶片 1 相连，也可以直接与风力机叶片 1 相连，作为优选叶尖柔性仿生羽毛带 2、尾部柔性仿生羽毛带 3 通过柔性细带 4 与风力机叶片 1 相连。

[0020] 上述仿生羽毛带中的仿生羽毛呈层叠状排列，由轻质柔性材料制作，后一片仿生羽毛压在前一片仿生羽毛的部分上，相邻的仿生羽毛间存在细小缝隙，仿生羽毛是可以随两侧压力差的变化作小范围的柔性变形。

[0021] 仿生羽毛带中的仿生羽毛由柔性承力支架和仿生羽丝构成，参见图 3 和图 4，叶尖柔性仿生羽毛带 2 包含叶尖柔性仿生羽毛的承力支架 5、叶尖柔性仿生羽毛的仿生羽丝 6，尾部柔性仿生羽毛带 3 包含尾部柔性仿生羽毛的承力支架 8、尾部柔性仿生羽毛的仿生羽丝 9。

[0022] 上述仿生羽丝非常细密，为柔性材料，叶尖柔性仿生羽毛的仿生羽丝 6 的一端连接在叶尖柔性仿生羽毛的承力支架 5，叶尖柔性仿生羽毛的仿生羽丝 6 的另一端为自由端，其构成了叶尖柔性仿生羽毛的非承力轮廓 7，尾部柔性仿生羽毛的仿生羽丝 9 的一端连接在尾部柔性仿生羽毛的承力支架 8，尾部柔性仿生羽毛的仿生羽丝 9 的另一端为自由端，其构成了尾部柔性仿生羽毛的非承力轮廓 10，尾部柔性仿生羽毛的承力支架 8 为尾部柔性仿生羽毛的轴对称线上。

[0023] 本发明的技术方案不限于上述具体实施例的限制，凡是根据本发明的技术方案做出的技术变形，均落入本发明的保护范围之内。

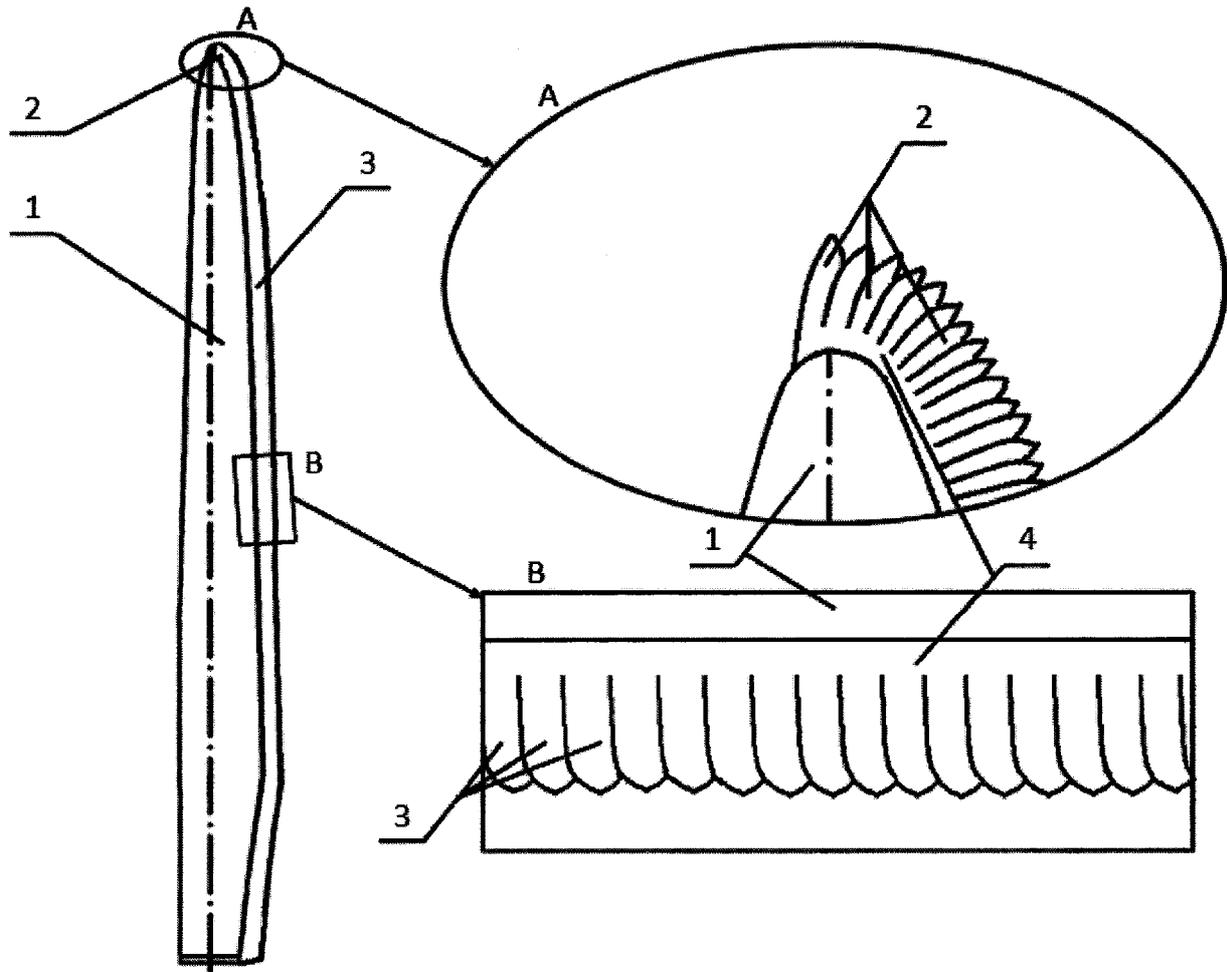


图 1

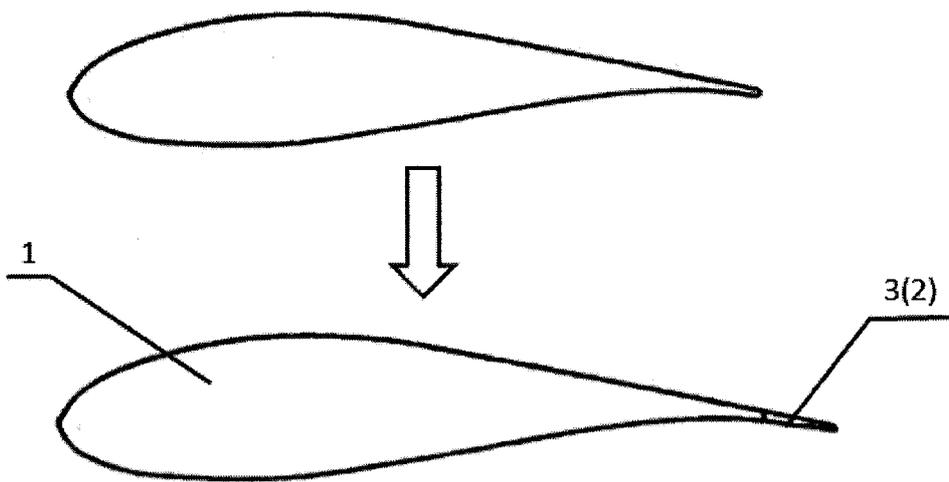


图 2

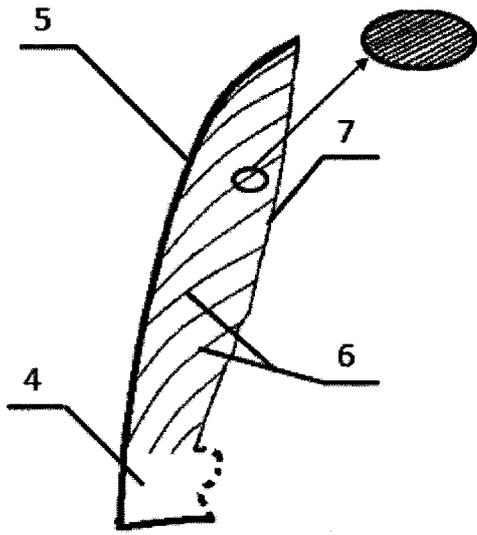


图 3

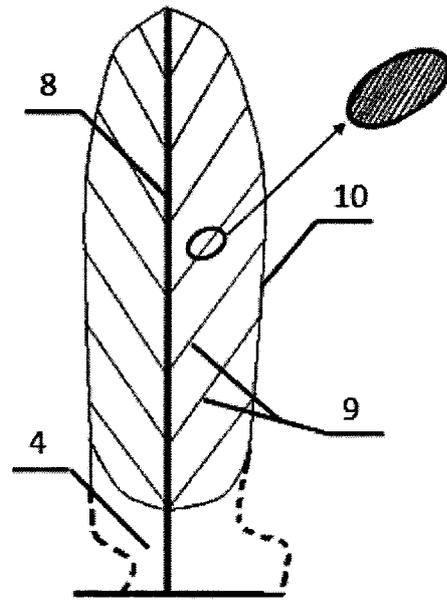


图 4