(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106351799 A
(43)申请公布日 2017.01.25

(21)申请号 201611007896.1

(22)申请日 2016.11.16

(71)申请人 西安鑫风动力科技有限公司
地址 710061 陕西省西安市曲江新区曲江池北路北侧金地湖城大境1号地第15座2单元11屋21101号房

(72)发明人 张海

(74)专利代理机构 西安弘理专利事务所 61214
代理人 常娥

(51)Int.Cl.
F03D 9/25(2016.01)
F03D 1/06(2006.01)
F03D 7/02(2006.01)

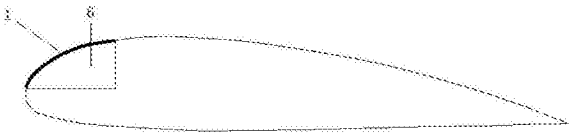
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种水平轴风力发电机

(57)摘要

本发明公开了一种水平轴风力发电机，属于风力发电设备领域，包括发电机、变速箱及风力机，风力机包括若干叶片以及水平方向安装的转轴，若干叶片周向等距离安装在转轴上；在叶片上至少设有一个空腔，且空腔的开口处覆盖柔性膜。本发明提供的水平轴风力发电机，采用局部柔性叶片，提高了风力机叶片升阻比，增大了风力机输出转矩，拓宽了风力机叶片有效工作工况范围，能够实现低风速下风能的有效利用，结构简单，便于控制。



CN 106351799 A

1.一种水平轴风力发电机，包括发电机、变速箱及风力机，所述风力机包括若干叶片以及水平方向安装的转轴，若干叶片周向等距离安装在转轴上；其特征在于，在叶片表面至少设有一个空腔(6)，且空腔(6)的开口处覆盖柔性膜(1)。

2.根据权利要求1所述的水平轴风力发电机，其特征在于，所述空腔(6)为设置在叶片内的凹槽，或者设置在叶片表面上的突出体，该突出体为空腔结构。

3.根据权利要求1所述的水平轴风力发电机，其特征在于，所述空腔(6)位于叶片压力面的前缘处和/或位于叶片吸力面的前缘处。

4.根据权利要求1所述的水平轴风力发电机，其特征在于，所述空腔(6)位于叶片吸力面的后缘处，且空腔距离前缘的距离沿叶片径向方向增大。

5.根据权利要求1～4中任意一项所述的水平轴风力发电机，其特征在于，在空腔(6)内至少设有一个能够使柔性膜强迫振动的激振装置；

所述激振装置包括激振器(3)、固定装置(4)及弹簧(2)，所述激振器(3)固定安装在空腔(6)底部，所述弹簧(2)的一端通过固定装置(4)连接在激振器(3)上，所述弹簧(2)的另一端固定在柔性膜(1)的中心，通过激振器(3)带动弹簧(2)动作，弹簧(2)动作带动柔性膜(1)进行强迫振动。

6.根据权利要求1～4中任意一项所述的水平轴风力发电机，其特征在于，所述空腔(6)内还设有用于支撑柔性膜(1)，且能够充、放气的气囊(5)。

7.根据权利要求1～4中任意一项所述的水平轴风力发电机，其特征在于，所述空腔(6)的长度为叶片长度的1/3～2/3。

8.根据权利要求1～4中任意一项所述的水平轴风力发电机，其特征在于，柔性膜(1)为聚酯纤维薄片。

9.根据权利要求1～4中任意一项所述的水平轴风力发电机，其特征在于，柔性膜(1)为压电材料制成的柔性膜。

10.根据权利要求9所述的水平轴风力发电机，其特征在于，所述空腔(6)内至少设有一个压电材料控制装置，所述压电材料控制装置包括压电传感器、压电控制单元，所述压电传感器用于测量柔性膜(1)的振动频率和位移，压电控制单元用于输出控制柔性膜(1)的电流信号。

一种水平轴风力发电机

技术领域

[0001] 本发明属于风力发电设备领域，具体涉及一种水平轴风力发电机。

背景技术

[0002] 风能是当前最有发展前景的一种新型能源，它是取之不尽用之不竭的能源，还是一种洁净、无污染、可再生的绿色能源。我国地域广阔，海岸线长、风力资源十分丰富。全国平均风能密度大约为100W/m^2，风能总量为3226GW，其中可供开发利用的陆上风能总量大约为253GW，加上海上风力资源，我国可利用风力资源近1000GW。在我国东南沿海及附近岛屿、内蒙和河西走廊，以及我国东北、西北、华北、海南及西青藏高原等部分地区，每年的年平均风速在3m/s以上时间近4000h，一些地区的年平均风速在6～7m/s以上，对于风力发电来说，具有很大的开发价值和广阔的利用空间。当前国内外各大型风电场均采用大直径水平轴风力机进行风能电能的转换。

[0003] 然而，一方面，由于风资源具有不确定性和多变性，在风力机实际运行中，风速有可能不断变化，风力机无法工作在最佳工作工况点，尤其是当风速变低时，来流攻角变小，风力机叶片上易出现流动分离现象，叶片上的升力变小阻力增大，不能获得最大的转矩，只能低负荷运行，或者风速过低导致风力机不能启动运行，造成风电设备年运行小时数低。虽然部分风力机带有叶片角度调整装置，但造价昂贵，频繁调整控制复杂且成本高。另一方面，目前风力机额定风速一般为12m/s，最小设计风速为5m/s左右，当风速低于5m/s时，风力机不能正常工作，风力发电设备无法有效输出电力，造成低风速资源的浪费。所以，亟需开发新型风力机，实现风力机叶片增升减阻，拓展高效工作工况范围，实现低风速下有效运转。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种水平轴风力发电机，该水平轴风力发电机采用局部柔性叶片，提高了风力机叶片升阻比，增大了风力机输出转矩，拓宽了风力机叶片有效工作工况范围，能够实现低风速下风能的有效利用。

[0005] 本发明所采用的技术方案是，一种水平轴风力发电机，包括发电机、变速箱及风力机，风力机包括若干叶片以及水平方向安装的转轴，若干叶片周向等距离安装在转轴上；在叶片上至少设有一个空腔，且空腔的开口处覆盖柔性膜。

[0006] 本发明的特点还在于，

[0007] 空腔为设置在叶片内的凹槽，或者设置在叶片表面上的突出体，该突出体为空腔结构。

[0008] 空腔位于叶片压力面的前缘处，和/或，位于叶片吸力面的前缘处。

[0009] 空腔位于叶片吸力面的后缘处，且空腔距离前缘的距离沿叶片径向方向增大。

[0010] 在空腔内至少设有一个能够使柔性膜强迫振动的激振装置；

[0011] 激振装置包括激振器、固定装置及弹簧，激振器固定安装在空腔底部，弹簧的一端

通过固定装置连接在激振器上，弹簧的另一端固定在柔性膜的中心，通过激振器带动弹簧动作，弹簧动作带动柔性膜进行强迫振动。

[0012] 空腔内还设有用于支撑柔性膜，且能够充、放气的气囊。

[0013] 空腔的长度为叶片长度的1/3～2/3。

[0014] 柔性膜为聚酯纤维薄片。

[0015] 柔性膜为压电材料制成的柔性膜。

[0016] 空腔内至少设有一个压电材料控制装置，压电材料控制装置包括压电传感器、压电控制单元，压电传感器用于测量柔性膜的振动频率和位移，压电控制单元用于输出控制柔性膜的电流信号。

[0017] 本发明的有益效果是，本发明水平轴风力发电机，采用局部柔性叶片，提高了风力机叶片升阻比，增大了风力机输出转矩，拓宽了风力机叶片有效工作工况范围，能够实现低风速下风能的有效利用，结构简单，便于控制。采用本发明中叶形的风力机叶片升力系数相对于刚性结构叶形最高提高67％，阻力系数的降低最高可达89％。

附图说明

[0018] 图1为本发明水平轴风力发电机整体结构示意图；

[0019] 图2为本发明实施例1的风力机叶片的剖面示意图；

[0020] 图3为实施例1中设有空腔和柔性膜结构的风力机叶片示意图；

[0021] 图4为本发明实施例2的风力机叶片的剖面示意图；

[0022] 图5为本发明实施例3的风力机叶片的剖面示意图；

[0023] 图6为本发明实施例5的风力机叶片的剖面示意图；

[0024] 图7为本发明实施例6的风力机叶片的剖面示意图；

[0025] 图8为本发明实施例7的风力机叶片的剖面示意图；

[0026] 图9为本发明实施例8的风力机叶片的剖面示意图。

[0027] 图中，1.柔性膜，2.弹簧，3.激振器，4.固定装置，5.气囊，6.空腔。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图和具体实施方式对本发明进行详细说明。

[0029] 实施例1

[0030] 如图1所示，风力发电机包括风力机、变速箱、发电机，风力机叶片包括转轴、至少两个叶片，转轴为水平方向安装，叶片环向等距安装在转轴上，叶片前缘压力面沿叶片径向设有一个长度约为叶片径向长度1/2的空腔6，图2为带空腔的风力机叶片截面图，图3为设有空腔和柔性膜结构的风力机叶片示意图，空腔6的开口用与空腔开口形状相同的柔性膜1覆盖，柔性膜1边缘与空腔6开口边缘紧密固定。

[0031] 空腔6为设置在叶片内的凹槽，或者设置在叶片表面上的突出体，该突出体为空腔结构。

[0032] 研究表明，风力机叶片产生的升力主要来源于叶片的前段，尤其是靠近叶片前缘1/3的地方，而风力机叶片前缘剪切对于不同的外部扰动具有丰富的响应谱。通过对这一区域施加适当的扰动，能够极大的改变流场结构。

[0033] 本实施例中开设空腔处叶形弦长为800mm，空腔前缘与叶片前缘重合，空腔后缘距风力机叶形前缘距离为120mm。柔性膜采用聚酯纤维材料。当有风力作用时，来流对柔性膜产生激励，从而使柔性膜产生自激振动，进一步，柔性膜的振动又反过来对叶型前缘附近的来流产生影响。风洞试验表明，在Ma数为0.01～0.1范围内，采用该结构叶形的风力机叶片升力系数相对于刚性结构叶形最高提高了67％，阻力系数的降低最高可达89％。

[0034] 实施例2

[0035] 如图4所示，与实施例1基本相同，不同之处在于空腔6内部还固定设有一个激振器3，激振器3上的固定装置(如曲轴)4与弹簧2一端连接，弹簧2另一端固定连接在柔性膜1上，通过激振器3使弹簧2产生一定频率的拉伸和压缩，进而使柔性膜1也以该频率振动。激振器3频率从0Hz～200Hz可调，从而柔性膜1的频率也可调，以适应流场，进一步优化流场结构。风洞试验表明，在Ma数为0.01～0.1范围内，采用该结构叶形的风力机叶片升力系数相对于刚性结构叶形提高了42％，阻力系数的降低最高可达56％。

[0036] 实施例3

[0037] 如图5所示，与实施例1基本相同，不同之处在于空腔6内部还设有一个体积与空腔相适应的气囊5，该气囊5一方面能起到柔性支撑柔性膜1的作用，另一方面可改善柔性膜1振动性能。进一步，该气囊5可充放气，通过对气囊5充气和放气达到改变叶片叶型的作用。

[0038] 实施例4

[0039] 与实施例1基本相同，不同之处在于空腔6处覆盖压电材料柔性膜1，柔性膜1上设有压电传感器，并在空腔6内设置压电控制单元，压电传感器采集柔性膜1的振动位移和频率，并将位移和频率数据传送给压电控制单元，由压电控制单元产生电流信号对压电材料柔性膜1进行主动控制。

[0040] 实施例5

[0041] 如图6所示，与实施例1基本相同，不同之处在于空腔6和柔性膜1设在叶片前缘的压力面处。

[0042] 实施例6

[0043] 如图7所示，与以上各实施例不同的是，叶片前缘的吸力面和压力面处均设有空腔6和柔性膜1。

[0044] 实施例7

[0045] 如图8所示，在叶形径向方向，设置3个依次相邻的独立空腔6，各个空腔6上覆盖有柔性膜1。多个相邻空腔6的设置使得柔性膜1在大尺寸时的强度问题得以优化，更加适用于大型风力机的应用。

[0046] 实施例8

[0047] 如图9所示，在叶形径向方向，设置1个独立空腔6，空腔6上覆盖有柔性膜1。实验和计算表明，风力机叶片吸力面流动分离点距叶片前缘的距离沿径向增大，所以将空腔6和柔性膜1的位置设置与流动分离点的位置吻合，通过自激或者外部激励的方式使流动分离延迟或消除，从而扩宽风力机叶片有效工作工况范围。

[0048] 风力机的效率和工况主要取决了叶片的性能，而影响叶片性能的关键因素是流动分离的发生。通过延迟甚至消除流动分离，能够有效增加叶片升力，减小叶片阻力，进而提高风力机效率，拓宽风力机工况范围。本发明通过在叶片表面适当位置设置柔性膜1来实现

这一目的。在风力机工作时，由于来流空气或者其他激振源的激励，叶片表面柔性膜1发生振动，通过振动促进边界层与主流的动量交换，将主流区域的能量迁移至边界层区域，籍此提高边界层的空气流速，降低边界层的压力，延迟甚至消除流动的分离。

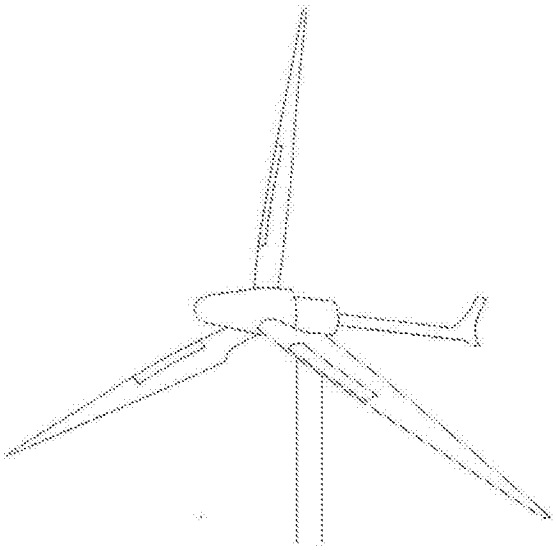


图1

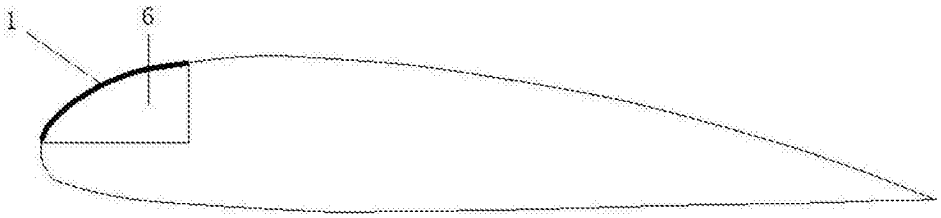


图2

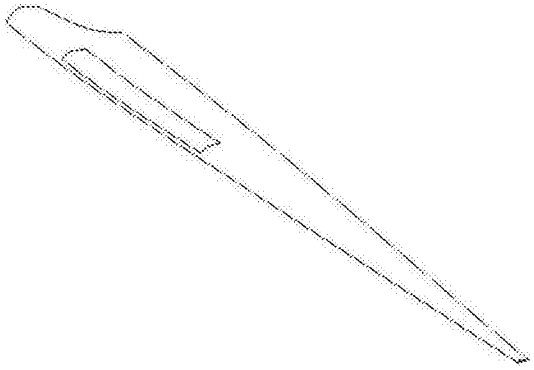


图3

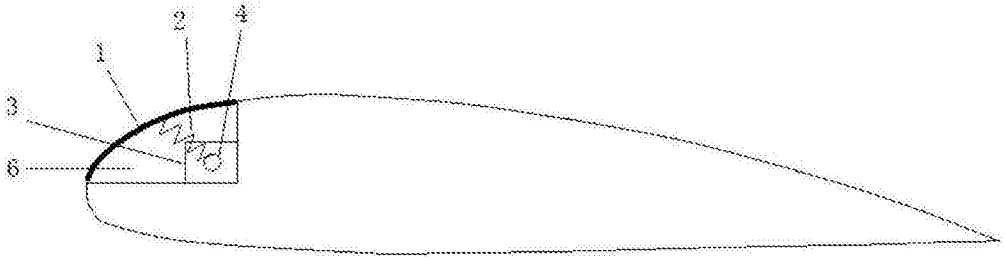


图4

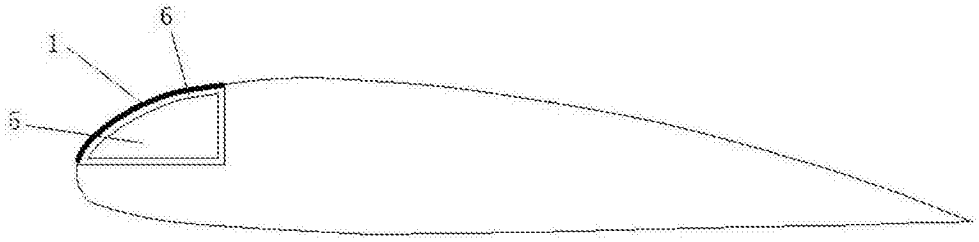


图5

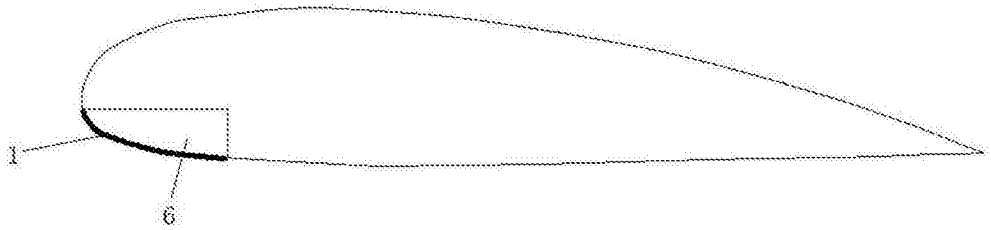


图6

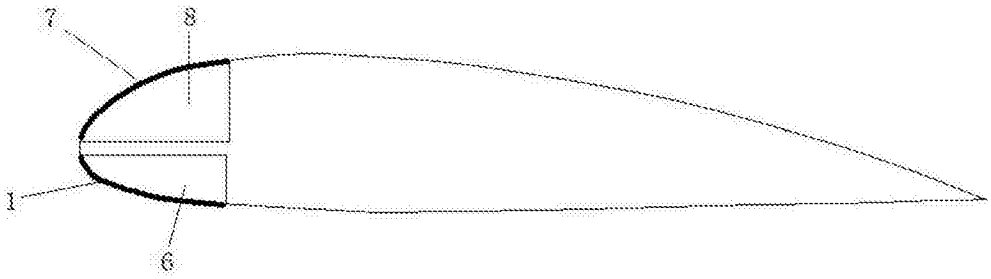


图7

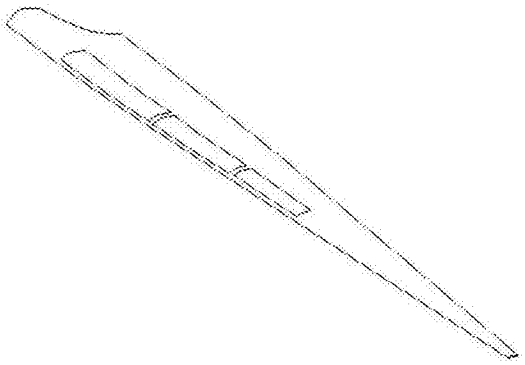


图8

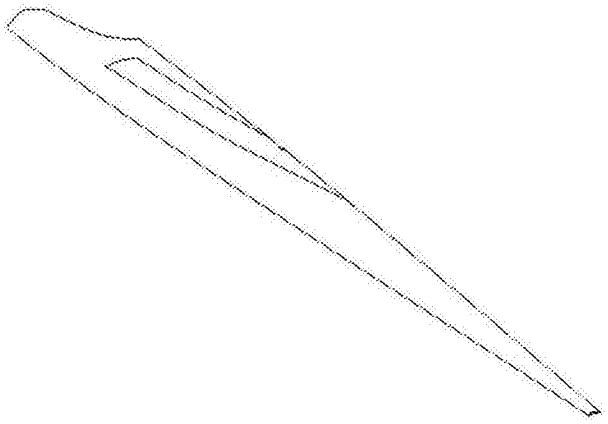


图9