

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
F03D 1/06 (2006.01)



## [12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200920110305.2

[45] 授权公告日 2010年3月24日

[11] 授权公告号 CN 201428551Y

[22] 申请日 2009.7.22

[21] 申请号 200920110305.2

[73] 专利权人 中国科学院工程热物理研究所  
地址 100190 北京市北四环西路 11 号

[72] 发明人 张明明 黄宸武 宋娟娟 徐建中

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公  
司  
代理人 周长兴

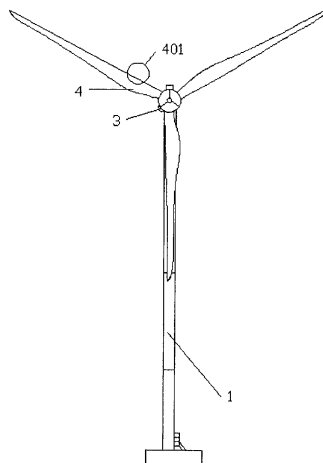
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 5 页

### [54] 实用新型名称

一种凹凸前缘结构的风力发电机叶片

### [57] 摘要

一种凹凸前缘结构的风力发电机叶片，其叶片的前缘部位为凹凸不平的结构；或叶片的叶根前缘部位、或叶中前缘部位、或叶尖前缘部位为凹凸不平的结构；或叶片的叶根和叶中前缘，或叶中和叶尖前缘，或叶根和叶尖前缘部位为凹凸不平的结构。本实用新型将风力发电机叶片的前缘设计为凹凸不平的表面，改变叶片工作时的流动状态。气流绕过凹凸结构之后，流动会加速，使气流在叶片上较长时间保持附着流动，气流被引导环绕凸峰运动，在叶片吸力面形成涡漩，将污染物扫离叶面，同时增强与自由层动量的交换，降低负压梯度。由于湍流边界层含能比层流边界层多，使得边界层分离推迟。



1、一种凹凸前缘结构的风力发电机叶片，其特征在于，叶片的前缘部位为凹凸不平的结构。

2、一种凹凸前缘结构的风力发电机叶片，其特征在于，叶片的叶根前缘部位、或叶中前缘部位、或叶尖前缘部位为凹凸不平的结构。

3、一种凹凸前缘结构的风力发电机叶片，其特征在于，叶片的叶根和叶中前缘，或叶中和叶尖前缘，或叶根和叶尖前缘部位为凹凸不平的结构。

4、如权利要求 1、2 或 3 所述的凹凸前缘结构的风力发电机叶片，其特征在于，凹凸结构为均匀分布或不均匀分布的波浪形、或梯形、或三角形形状。

5、如权利要求 1、2 或 3 所述的凹凸前缘结构的风力发电机叶片，其特征在于，凹凸结构为均匀分布或不均匀分布的波浪形、梯形和三角形形状的任意组合。

6、如权利要求 2 或 3 所述的凹凸前缘结构的风力发电机叶片，其特征在于，叶根是指 0-1/3 的叶片长度处，叶中是指 1/3-2/3 叶片长度处，叶尖是指 2/3-1 叶片长度处。

7、如权利要求 3 所述的凹凸前缘结构的风力发电机叶片，其特征在于，叶根和叶中是指 0-2/3 叶片长度处，叶中和叶尖是指 1/3-1 叶片长度处，叶根和叶尖是指 0-1/3 叶片长度处+2/3-1 叶片长度处。

## 一种凹凸前缘结构的风力发电机叶片

### 技术领域

本实用新型涉及一种风力发电机叶片，尤其是一种凹凸前缘结构的风力发电机叶片。该发电机叶片除具有抵抗昆虫污染、沙尘和雨雪侵蚀外，还有增升减阻，提高整机效率和延长使用寿命等特点。

### 背景技术

风力发电机的运行受环境影响较大，例如：昆虫污染、沙尘和雨雪的侵蚀都会对风力发电机叶片表面粗糙度产生影响，从而引起风力发电机叶片气动性能的恶化，最终导致整机效率的降低、发电量的减少和寿命的缩短。现有的解决方法是：对于雨雪结冰，通常在叶片上安装加热系统，采取直接电阻加热的方法防止叶片结冰，也有在叶片表面涂刷黑色涂层，通过光照吸热来使冰雪融化，此外，在叶片内部采用热空气或者其他一些热辐射的间接加热方式也有应用；对于昆虫和沙尘的污染，多采取停机清洗的方法，也有采用表面贴膜的方法来防止昆虫、沙尘在叶片上的附着以及对叶片的撞击和侵蚀；然而，这些方法均需耗费大量的人力和物力，对风力发电机的经济运行极其不利。

### 实用新型内容

本实用新型的目的是提供一种凹凸前缘结构的风力发电机叶片，以改善公知技术中存在的缺陷。

为实现上述目的，本实用新型提供的凹凸前缘结构的风力发电机叶片，其特点是，整个叶片的前缘部位为凹凸不平的结构；或叶片的叶根前缘、或叶片的叶中前缘、或叶片的叶尖前缘部位为凹凸不平的结构；或者叶片的叶根和叶中前缘，或叶片的叶中和叶尖前缘，或叶片的叶根和叶尖前缘部位为凹凸不平的结构。

本实用新型所指的叶根是指  $0-1/3$  的叶片长度处，叶中是指  $1/3-2/3$  叶

片长度处，叶尖是指  $2/3-1$  叶片长度处。

相应地，叶根和叶中是指  $0-2/3$  叶片长度处，叶中和叶尖是指  $1/3-1$  叶片长度处，叶根和叶尖是指  $0-1/3$  叶片长度处+ $2/3-1$  叶片长度处。

本实用新型的凹凸结构为均匀分布或不均匀分布的波浪形、或梯形、或三角形等各种形状，也可以是上述各种形状中的任意组合。

本实用新型将风力发电机叶片的前缘设计为凹凸不平的表面，改变叶片工作时的流动状态。气流绕过凹凸结构之后，流动会加速，使气流在叶片上较长时间保持附着流动，气流被引导环绕凸峰运动，在叶片吸力面形成涡漩，将污染物扫离叶面，同时增强与自由层动量的交换，降低负压梯度。由于湍流边界层含能比层流边界层多，使得边界层分离推迟。

#### 附图说明

图 1 为风力发电机整机侧面图；

图 2 为风力发电机整机正面图；

图 3a 为图 2 中 401 部分的平面放大示意图，显示了本实用新型前缘部位为波浪形的结构，图 3b 为图 2 中 401 部分旋转后的三维效果图；

图 4a 为图 2 中 401 部分的平面放大示意图；显示了本实用新型前缘部位为梯形的结构，图 4b 为图 2 中 401 部分旋转后的三维效果图；

图 5a 为图 2 中 401 部分的平面放大示意图，显示了本实用新型前缘部位为三角形的结构，图 5b 为图 2 中 401 部分旋转后的三维效果图。

#### 具体实施方式

请结合图 1 和图 2 所示，风力发电机由塔架 1，机舱 2，轮毂 3 和 2 个或多个叶片 4 组成，叶片 4 安装在轮毂 3 上，当图 1 风速  $V$  吹向风力发电机叶片 4 时，风作用在叶片 4 上，将一部分风的动能转化为推动叶片 4 旋转的力矩，使叶片 4 带动轮毂 3 绕机舱 2 的水平中心轴旋转，把风能转化为机械能，再通过机舱 2 中的发电机将机械能转化为电能输出。风流经叶片 4 时，是从叶片前缘 401 流入，然后往后缘发展，在某个位置气流发生分离，在后缘形成尾迹区，流出叶片。

本实用新型采用的发电机叶片组装在公知的风力发电机上，其组装技

术为公知技术，并且也不是本实用新型讲述的重点，因此不展开作详细地描述。

本实用新型的特点是，发电机叶片的前缘部位为凹凸不平的结构，该凹凸不平的结构可以是任何能想象出来的形状。本实用新型仅以常见的并且能够用文字描述出来的波浪形（如图 3a 和图 3b 所示）、梯形（如图 4a 和图 4b 所示）或三角形（如图 5a 和图 5b 所示）等结构形状为具体例作说明。

本实用新型的叶片的前缘部位可以全部设计成凹凸不平的结构，或者在叶片的叶根（是指 0-1/3 的叶片长度处）前缘、叶片的叶中（是指 1/3-2/3 叶片长度处）前缘或叶片的叶尖（是指 2/3-1 叶片长度处）前缘部位设计为凹凸不平的结构；也可以在叶片的叶根和叶中前缘，或叶片的叶中和叶尖前缘，或叶片的叶根和叶尖前缘部位为凹凸不平的结构。

本实用新型的凹凸结构可以设计成在叶片的前缘部位均匀地分布，也可以设计成非均匀地分布，其结构形状可以是波浪形、梯形和三角形等各种形状，也可以是上述各种形状中的任意组合。

相应地，叶根和叶中是指 0-2/3 叶片长度处，叶中和叶尖是指 1/3-1 叶片长度处，叶根和叶尖是指 0-1/3 叶片长度处+2/3-1 叶片长度处，但上述长度不是严格地限定，只是作为理解和实施本实用新型的一个大概尺寸。

通过风力发电机叶片前缘凹凸不平的结构，把气流中的污染物扫离叶面，并使叶片升力增加，阻力减小，从而提高风力发电机的整机效率，避免环境给风力发电机造成的不利影响，延长风力发电机的使用寿命。

与传统的风力发电机叶片相比，凹凸前缘结构叶片能够有效阻止昆虫、沙尘、雨雪在叶片上的粘附，并增加叶片的升力，减小叶片的阻力，增大叶片的升阻比，即具有自清洁和增升减阻的作用；可在克服环境对风力发电机气动性能影响的同时，使风力发电机的输出功率得到增加，并延长风力发电机的使用寿命。

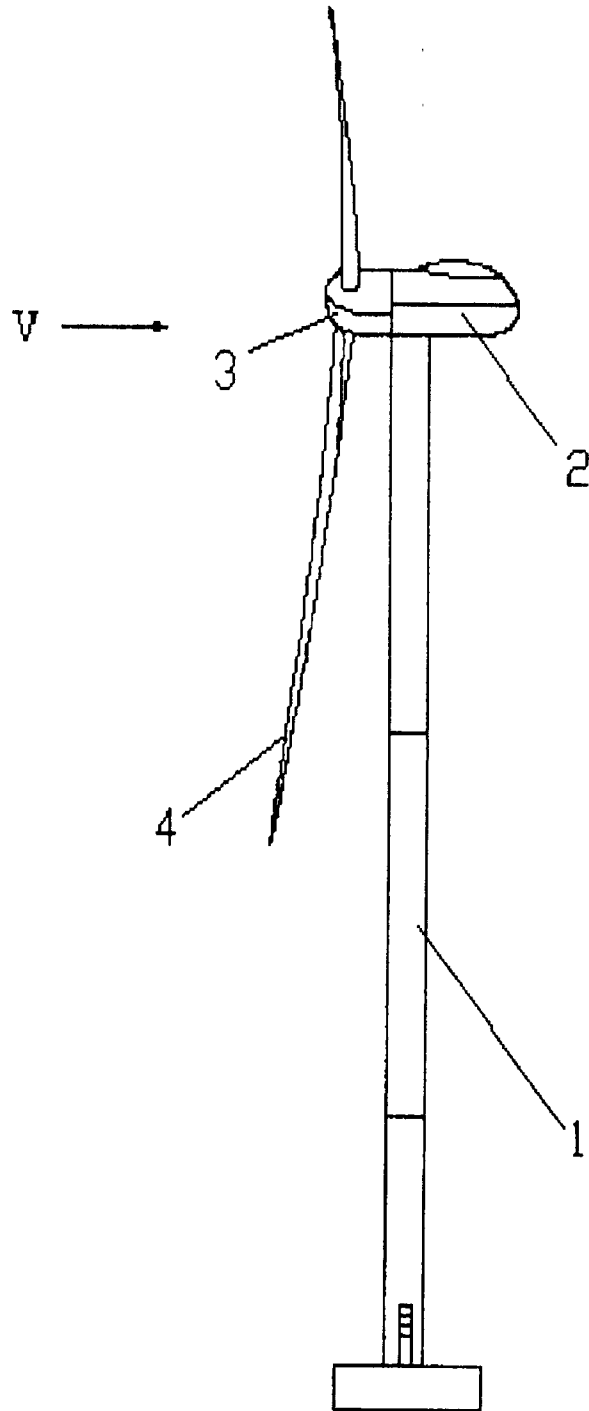


图 1

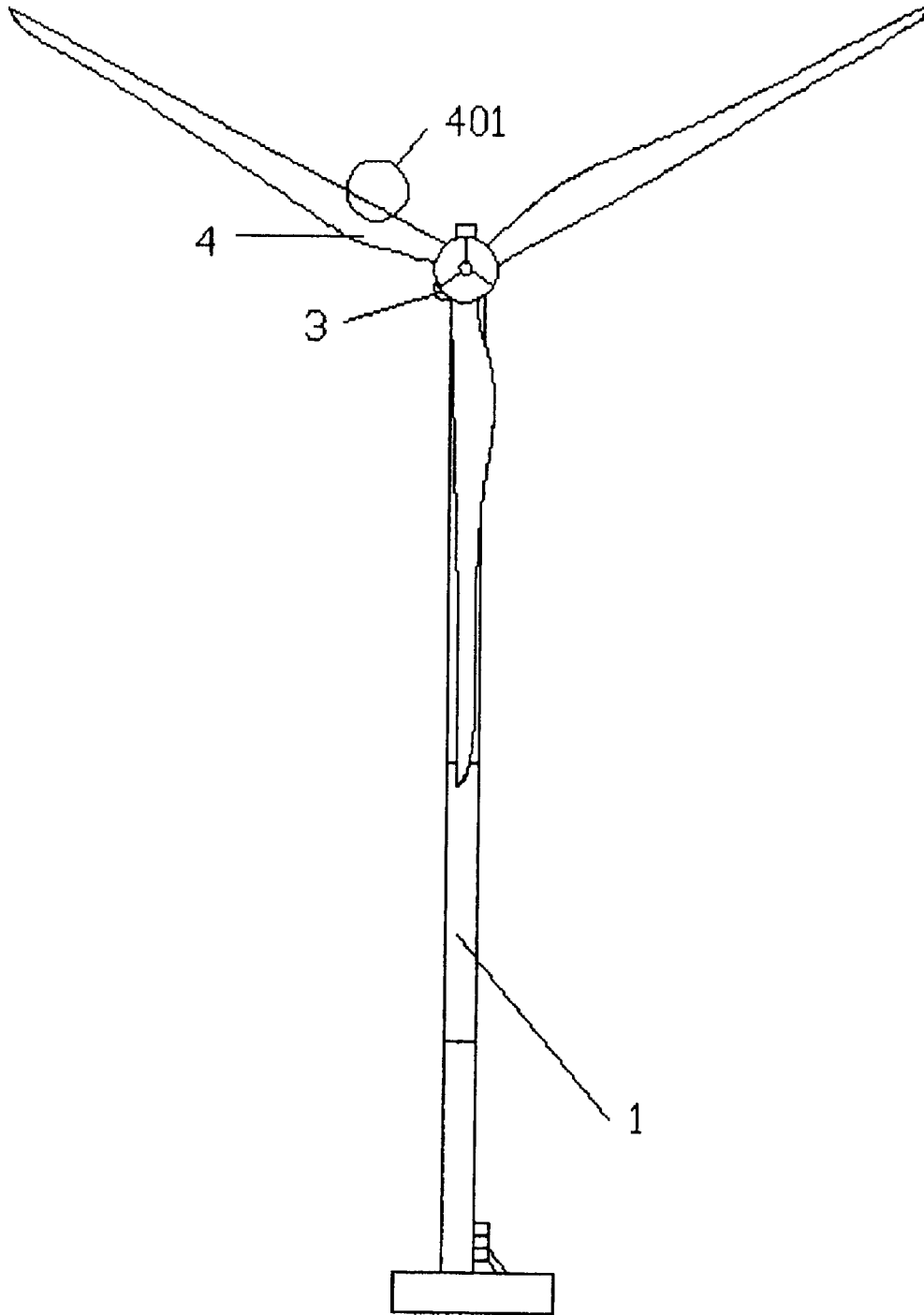


图 2

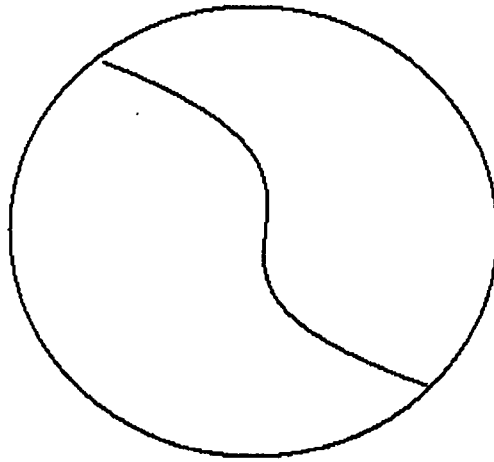


图 3a

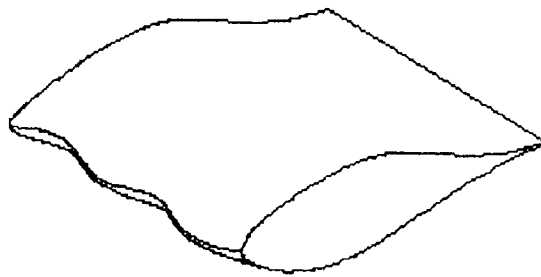


图 3b



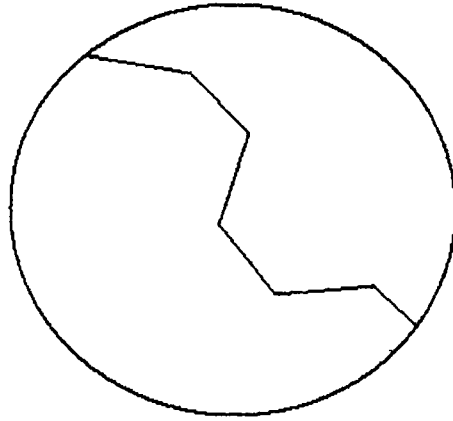


图 4a

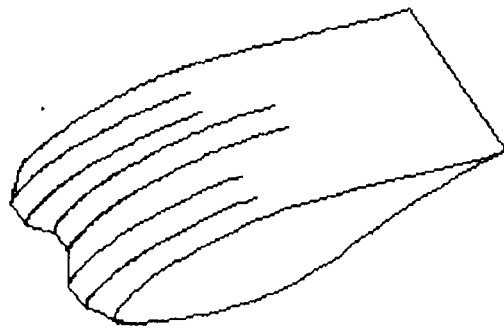


图 4b

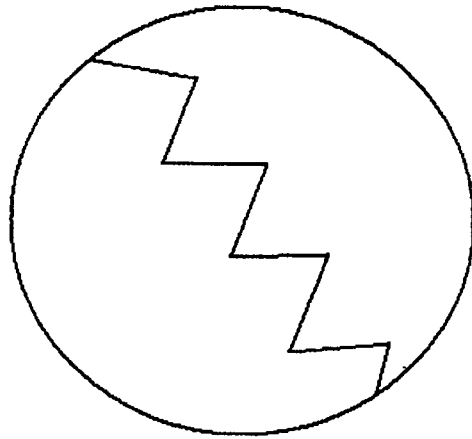


图 5a

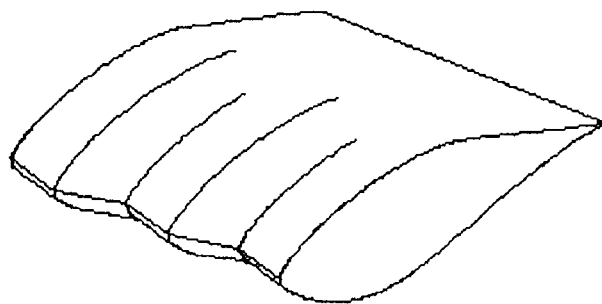


图 5b