



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102022259 A

(43) 申请公布日 2011. 04. 20

(21) 申请号 201010572822. 9

(22) 申请日 2010. 12. 04

(71) 申请人 河南科技大学

地址 471003 河南省洛阳市涧西区西苑路
48 号

申请人 侯书奇

(72) 发明人 杨宗霄 宋磊 侯书奇 王军

邓瑞涛 杨航航 王隆彪

(74) 专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限公司 41119

代理人 陈浩

(51) Int. Cl.

F03D 3/06 (2006. 01)

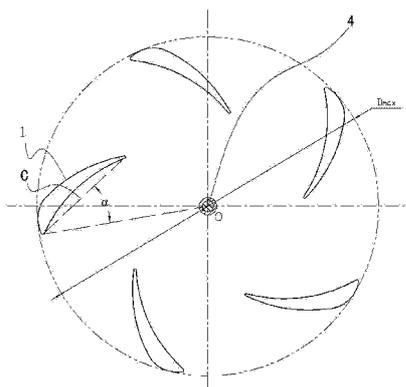
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

升阻融合翼板型垂直轴风轮

(57) 摘要

本发明公开了一种升阻融合翼板型垂直轴风轮,包括旋转轴和以旋转轴为中心沿圆周分布的多个叶片,所述的叶片是由升力凸面和阻力凹面融合为一体的升阻融合翼板,叶片的凹凸面结合部位设有可相互吻合的过渡圆弧柱面。该风轮融合了风能利用的阻力和升力特性,具有启动风速低、速度提升快、风能利用率高、成本低廉和运行可靠等优点。



1. 升阻融合翼板型垂直轴风轮，包括旋转轴和以旋转轴为中心沿圆周分布的多个叶片，其特征在于：各叶片是四周侧面的高度延伸方向与旋转轴轴向一致、且垂直于旋转轴的横截面的形状呈翼型的升阻融合翼板，所述叶片的四周侧面是由升力凸面柱面、阻力凹面柱面、连接于升力凸面柱面前端与阻力凹面柱面前端之间的前过渡圆弧柱面、连接于升力凸面柱面板后端与阻力凹面柱面板后端之间的后过渡圆弧柱面围合而成；升力凸面柱面是由前、后两段圆弧柱面段平滑过渡连接组成，阻力凹面柱面是由一段圆弧柱面构成。

2. 根据权利要求 1 所述的风轮，其特征在于：所述叶片的横截面基于叶片的翼型参数确定，所述翼型参数由弦线、弦长获得，将叶片的前过渡圆弧柱面与后过渡圆弧柱面之间的最大距离所在的线段定义为弦线，弦线的长度为叶片的弦长，翼型参数如下：所述升力凸面的前圆弧柱面段半径为弦长的 28.5%、弧角为 72° ，后圆弧柱面段 112 的半径为弦长的 126%、弧角为 35° ，所述阻力凹面的圆弧柱面的半径为弦长的 126%、弧角为 46° ，所述前缘过渡圆弧柱面 13 的半径为弦长的 1.5%，后缘过渡圆弧柱面 14 的半径为弦长的 1%，将升力凸面与阻力凹面之间的最大距离定义为叶片的最大拱厚，最大拱厚为弦长的 15%，将叶片横截面中的与升力凸面与阻力凹面距离相等的曲线定义为中弧线，中弧线与弦线之间的最大距离被定义为叶片的最大弯度，最大弯度为弦长的 16.5%。

3. 根据权利要求 2 所述的风轮，其特征在于：所述各叶片在安装时，叶片的弦线与弦线前 endpoint 与旋转轴的中心的连线之间具有安装角，安装角为 $60^\circ \sim 70^\circ$ ，各叶片的弦线前 endpoint 与转轴中心的连线按等分角度在圆周上布局配置；所述各叶片的最外端的所在圆周的直径为风轮的外圆直径，风轮的外圆直径为弦长的 286%。

4. 根据权利要求 3 所述的风轮，其特征在于：所述风轮叶片高度与风轮外圆直径的比例即高径比为 $1 \sim 3$ 。

5. 根据权利要求 4 所述的风轮，其特征在于：所述各叶片的上下两端分别固连在与旋转轴垂直相交固连设置的圆形的上盖板和下底板上，所述上盖板和下底板的外圆直径与风轮的外圆直径相等。

升阻融合翼板型垂直轴风轮

技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电用的垂直轴风轮，尤其涉及一种具有融合升阻双功能的翼板型垂直轴风轮。

背景技术

[0002] 风能是一种清洁、安全、再生绿色能源，取之不尽、用之不竭，已逐渐成为世界各国大力开发利用的一种新能源。风力发电机可分为水平轴风力发电机和垂直轴风力发电机两大类。水平轴风力机的结构特征是风轮的旋转平面与风向垂直，旋转轴和地面平行，是目前技术最成熟、生产应用最广泛的一种风力发电机。垂直轴风力机的特征是旋转轴与地面垂直，风轮的旋转平面与风向平行，具有风轮机塔架结构简单、操作和维修方便、叶片制造成本低以及不需迎风装置等优点，可分为升力型风轮和阻力型风轮两大类型。典型的升力型风轮是达里厄式（Darrieus Type）风力机，根据叶片的形状达里厄式风机具有 Φ 型、 Δ 型、H 型、Y 型和 \diamond 型多种形式，它具有转速高、旋转惯性大、结构简单等优点，但启动转矩小、启动性能较差，当尖速比（叶片的叶尖速度 / 风速）小于 3.5 时就难以启动，而需要消耗其他能量来启动风轮。而典型的阻力型风轮则是具有 S 形状的萨布纽斯式（Savonius Type）风力机，它具有结构简单、成本低、回转力矩大、启动性能好等优点，但转速和效率较低，尖速比永远小于 1。

[0003] 鉴于上述升力型和阻力型垂直轴风轮的特点和存在的不足，现有技术中存在一些解决方式，例如中国专利公开号 CN101566126A 所公开的“一种升阻互补型垂直轴风轮”是在 Φ 型升力风轮的内部加装一组螺旋型阻力型叶片，将升力型风轮和阻力型风轮利用机械组合方式组装为复合功能风轮来将风能转化为机械能，此种风轮采用两种结构不同的叶片分内外设置，结构复杂、制造困难。又如中国专利公开号 CN100347440C 所公开的“风力发电用的风车”则是对达里厄斯式 H 型风轮的升力翼板（雷诺数低且升力系数高）叶片下面的后缘部进行部分切除后而形成“空心逗号”截面形状的改良型翼板叶片来达到升力型风轮和阻力型风轮的综合效果，但此种风轮叶片的切缺部有损叶片结构的整体形并且在翼形的下面形成非流线形表面而不利于在该处的风的流动。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种结构简单、能更好的利用风能的垂直轴风轮。

[0005] 本发明的技术方案是，一种升阻融合翼板型垂直轴风轮，包括旋转轴和以旋转轴为中心沿圆周分布的多个叶片，各叶片是四周侧面的高度延伸方向与旋转轴轴向一致、且垂直于旋转轴的横截面的形状呈翼型的升阻融合翼板，所述叶片的四周侧面是由升力凸面柱面、阻力凹面柱面、连接于升力凸面柱面前端与阻力凹面柱面前端之间的前过渡圆弧柱面、连接于升力凸面柱面板后端与阻力凹面柱面板后端之间的后过渡圆弧柱面围合而成；升力凸面柱面是由前、后两段圆弧柱面段平滑过渡连接组成，阻力凹面柱面是由一段圆弧柱面构成。

[0006] 所述叶片的横截面基于叶片的翼型参数确定，所述翼型参数由弦线、弦长获得，将叶片的前过渡圆弧柱面与后过渡圆弧柱面之间的最大距离所在的线段定义为弦线，弦线的长度为叶片的弦长，翼型参数如下：所述升力凸面的前圆弧柱面段半径为弦长的 28.5%、弧角为 72° ，后圆弧柱面段 112 的半径为弦长的 126%、弧角为 35° ，所述阻力凹面的圆弧柱面的半径为弦长的 126%、弧角为 46° ，所述前缘过渡圆弧柱面 13 的半径为弦长的 1.5%，后缘过渡圆弧柱面 14 的半径为弦长的 1%，将升力凸面与阻力凹面之间的最大距离定义为叶片的最大拱厚，最大拱厚为弦长的 15%，将叶片横截面中的与升力凸面与阻力凹面距离相等的曲线定义为中弧线，中弧线与弦线之间的最大距离被定义为叶片的最大弯度，最大弯度为弦长的 16.5%。

[0007] 所述各叶片在安装时，叶片的弦线与弦线前 endpoint 与旋转轴的中心的连线之间具有安装角，安装角为 $60^\circ \sim 70^\circ$ ，各叶片的弦线前 endpoint 与转轴中心的连线按等分角度在圆周上布局配置；所述各叶片的最外端的所在圆周的直径为风轮的外圆直径，风轮的外圆直径为弦长的 286%。

[0008] 所述风轮叶片高度与风轮外圆直径的比例即高径比为 $1 \sim 3$ 。

[0009] 所述各叶片的上下两端分别固连在与旋转轴垂直相交固连设置的圆形的上盖板和下底板上，所述上盖板和下底板的外圆直径与风轮的外圆直径相等。

[0010] 本发明的叶片为升阻融合翼板，叶片的升力凸面在适合的攻角（弦线与气流方向的夹角）下呈现出升力叶片风轮的特性，而叶片的阻力凹面则在不同位置实现阻力叶片风轮的功能，由于升阻融合翼板叶片在风的作用下既可产生升力驱动风轮又可产生阻力驱动风轮，和现有的升阻互补型垂直轴风轮（CN101566126A）的组合式结构相比，从叶片构成要素本身出发融合升力和阻力功能为一体，使得结构简单、成本低廉且运行可靠；而且本发明的叶片的阻力凹面为圆弧柱面，与现有的后部具有切缺部的叶片所构成的风力发电用的风车（CN100347440C）相比在凹面迎风时形成更为平滑的空气流结构，有利于改善风能利用特性。本发明所涉及的升阻融合翼板风轮在低速运转时，具有阻力型风轮的驱动力矩大、启动风速小的特点且叶尖速比又高于传统的阻力型风轮，同时弥补了升力型风轮低速启动性能欠佳的不足之处。在高速运转情况下，升阻融合翼板风轮具有升力型风轮的转速高、风能利用率大的特性，同时改善了阻力型风轮运转速度不高的弱点。这样，升阻融合翼板风轮兼顾了阻力型风轮的低速性能和升力型风轮的高速性能，把风能转换为机械能的高效率特性扩展到 $1.6 \sim 30\text{m/s}$ 整个工作风速区，提高了风轮的风能转换效率。

[0011]

附图说明

[0012] 图 1 为本发明的风轮的具体实施例的翼板安装布局示意图（未显示上盖板、下底板）；

图 2 为图 1 中的翼板断截面的几何结构图；

图 3 为图 1 中的风轮与风机装配的结构示意图。

[0013] 图中：1、叶片；2、上盖板；3、密封盖；4、旋转轴；5、下底板；6、外转子永磁发电机。

具体实施方式

[0014] 如图 1 ~ 3 所示, 本发明的垂直轴风轮的具体实施例, 包括旋转轴 4 和以旋转轴 4 为中心沿圆周分布的五个叶片 1, 各叶片 1 的上下两端分别连接在与旋转轴 4 垂直相交固连设置的上盖板 2 和下底板 5 上, 各叶片 1 的上、下两端通过螺栓固定在上盖板 2、下底板 5 上, 叶片 1 受到的风力经上盖板 2 和下底板 5 传递至旋转轴 4。各叶片 1 是四周侧面的高度延伸方向与旋转轴 4 轴向一致、且垂直于旋转轴 4 的横截面的形状呈翼型的升阻融合翼板, 所述叶片 1 的四周侧面是由升力凸面柱面 11、阻力凹面柱面 12、连接于升力凸面柱面 11 前端与阻力凹面柱面 12 前端之间的前过渡圆弧柱面 13、连接于升力凸面柱面 11 后端与阻力凹面柱面 12 后端之间的后过渡圆弧柱面 14 围合而成, 升力凸面柱面 11 是由前、后两段圆弧柱面段 111、112 平滑过渡连接构成, 而阻力凹面柱面 12 是由一段圆弧柱面构成, 因此叶片 1 的侧面是由多段圆弧柱面组成, 结构简单, 设计制作方便, 并且升阻融合翼板风轮兼顾了阻力型风轮的低速性能和升力型风轮的高速性能。

[0015] 进一步的, 将叶片 1 的前过渡圆弧柱面 13 与后过渡圆弧柱面 14 之间的最大距离所在的线段定义为弦线, 弦线在图 2 中用 c 表示, 弦线的长度为叶片的弦长 L , 在本发明的实施例中叶片 1 的翼型参数基于叶片的弦长获得, 本发明的风轮的叶片 1 的翼型即横截面形状如图 2 所示, 弦长 L 与叶片的大小直接相关。翼型参数如下: 所述升力凸面 11 的前圆弧柱面段 111 的半径 R_1 为弦长的 28.5%、弧角 β_1 为 72° , 后圆弧柱面段 112 的半径 R_2 为弦长的 126%、弧角 β_2 为 35° , 所述阻力凹面 12 的圆弧柱面的半径 R_3 为弦长的 126%、弧角 β_3 为 46° , 所述前缘过渡圆弧柱面 13 的半径 R_4 为弦长的 1.5%, 后缘过渡圆弧柱面 14 的半径 R_5 为弦长的 1%, 将升力凸面 11 与阻力凹面 12 之间的最大距离定义为叶片的最大拱厚 T , 最大拱厚为弦长的 15%, 将叶片 1 横截面中的与升力凸面 11 与阻力凹面 12 距离相等的曲线定义为中弧线, 中弧线在图 2 中用 b 表示, 中弧线与弦线之间的最大距离被定义为叶片的最大弯度 f , 最大弯度为弦长的 16.5%, 在选定弦长后, 以上的各翼型参数综合在一起即可设计出本发明的叶片的横截面。

[0016] 进一步的为使本发明的风轮中的叶片在风场中更好的呈现升阻融合翼板的特性, 将本发明的实施例中的叶片 1 按照图 1 所示的装配关系组成叶片布局图, 使每个叶片 1 的弦线 c 与弦线前 endpoint 与旋转轴 4 的中心 O 的连线之间具有安装角 α , 叶片 1 的安装角 α 选取 $60^\circ \sim 70^\circ$, 各叶片 1 的弦线前 endpoint 与转轴中心的连线按等分角度在圆周上布局配置。这样使得叶片 1 的升力凸面具有 $40^\circ \sim 50^\circ$ 的攻角 (弦线与气流方向的夹角), 从而使叶片 1 呈现出升力叶片风轮的特性并在转动时具有与升力叶片风轮相同的尖速比, 而叶片的阻力凹面则在不同位置实现阻力叶片风轮的功能。而且在图 2 中的各叶片 1 的最外端的所在圆周的直径为 D_{\max} , 本发明的实施例中的上盖板 2 和下底板 5 的外圆直径也为 D_{\max} , 而叶片 1 的高度为 H , 叶片弦长截面积 $L \times H$ 在风轮扫风面积 $D_{\max} \times H$ 中所占的实度比 L / D_{\max} 为 0.35, 由此可获得 D_{\max} 为弦长的 286%。通过以上配置, 本发明的风轮在低转速工作区, 驱动力矩大、启动风速小, 体现出了阻力型风轮的优势, 而在高速工作区, 转速高、风能利用率大, 又体现出升力型风轮的优势。既克服了升力型风轮启动困难, 又弥补了阻力型风轮转速特性差的缺陷, 使得把风能转换为机械能的效率特性扩展到 $1.6 \sim 30\text{m/s}$ 整个工作风速区, 从而提高了风轮的整体风能转换效率。

[0017] 为使本发明的风轮在风场中获得更好的风能利用率，本发明的实施例中的风轮根据风场选址和风机功率大小选取风轮外圆直径 D_{\max} 和叶片高度 H 的比例即高径比 H/D_{\max} 为 $1 \sim 3$ ，由此可获得叶片高度。

[0018] 图 3 所示为本发明的垂直轴风轮与风力发电装置的装配结构示意图，上盖板 2 的中心部位安装有向心球轴承、而下底板 5 的中心部位则安装有向心推力圆柱轴承。风机顶部的密封盖 3 和上盖板 2 通过螺栓组件固联。下底板 5 与外转子永磁发电机 6 通过相对应的法兰盘由另一组螺栓组件固联。

[0019] 本发明的上述实施例中的叶片 1 是实心柱结构，而在本发明的其他实施例中的叶片 1 则可以是由升力凸面板、阻力凹面板和前、后过渡圆弧柱面板围合而成的中间带有纵横加强筋所构成的空心结构，但其翼型参数不变。

[0020] 本发明的上述实施例中的叶片也可以是三个、四个、六个以上。

[0021] 本发明的上述实施例中的叶片 1 与旋转轴间是通过上下两块板——上盖板、下底板固连而构成风轮，在本发明的其他实施例中，则可以通过旋转轴上径向延伸出的支撑臂来固连叶片 1 而构成风轮，叶片 1 受到的风力经支撑悬臂传递至旋转轴 4，在用支撑臂连接叶片 1 的风轮中，可根据选定的弦长、安装角、高径比和实度比的来设计支撑臂的长度和支撑臂与叶片 1 的连接位置。

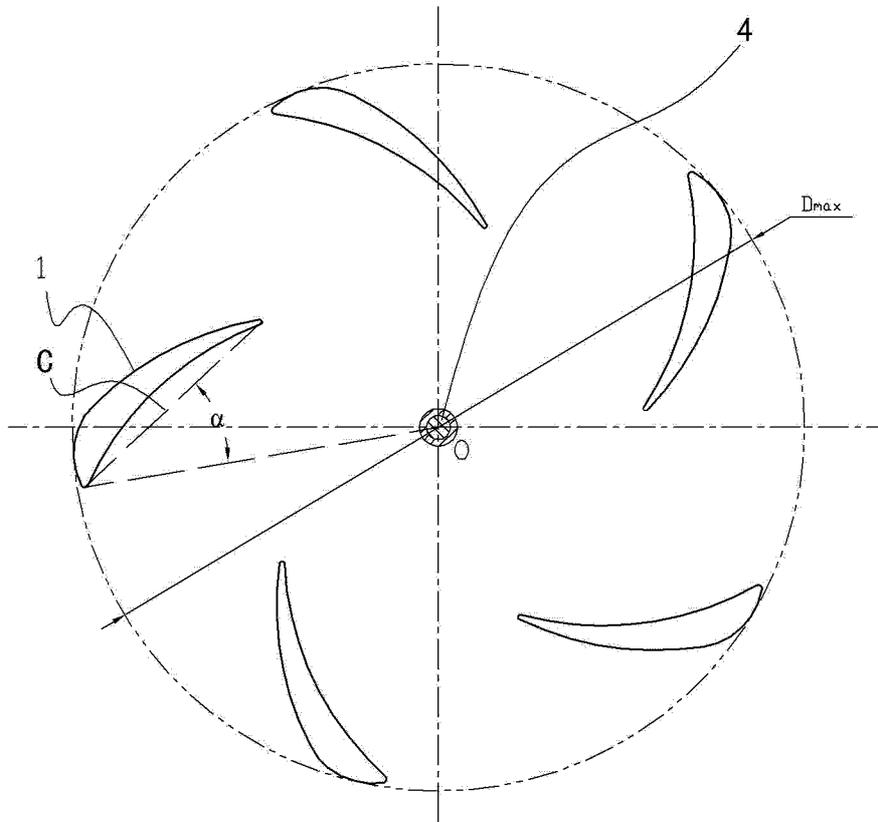


图 1

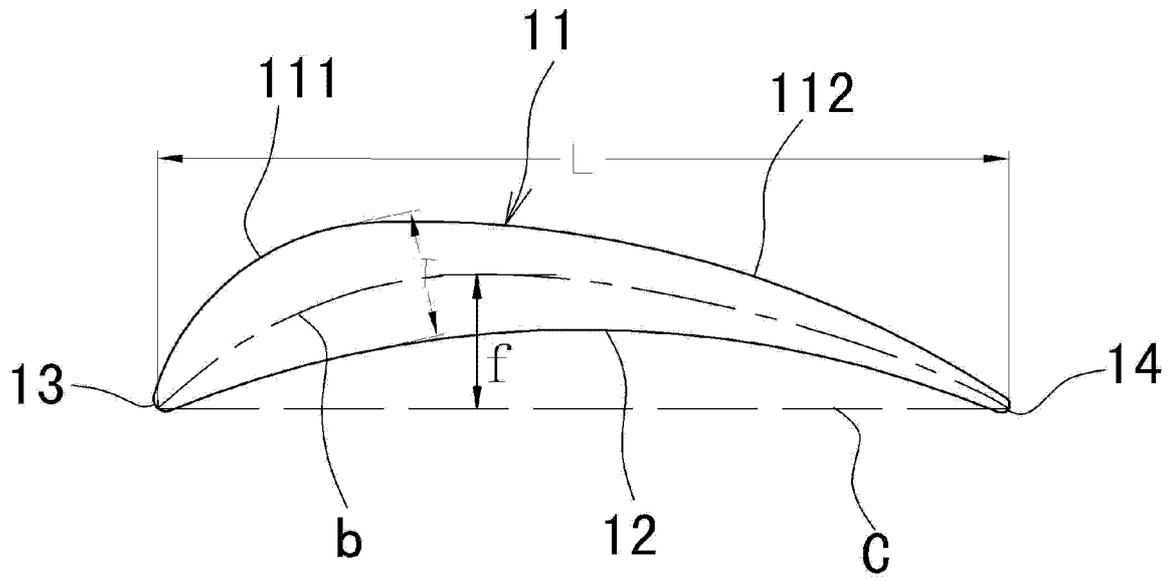


图 2

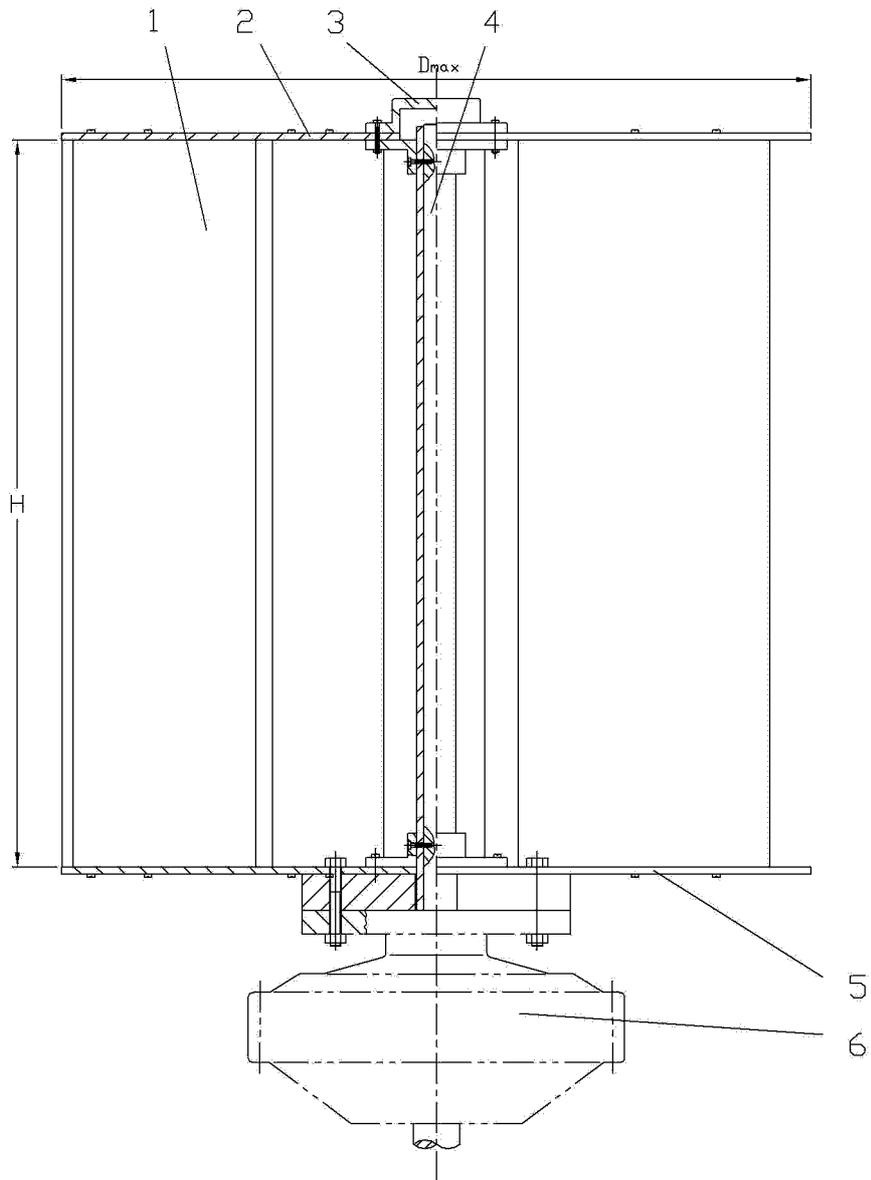


图 3