



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101839212 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 23

(21) 申请号 200910014593. 6

CN 2506786 Y, 2002. 08. 21, 全文.

(22) 申请日 2009. 03. 17

US 5676524 A, 1997. 10. 14, 全文.

(73) 专利权人 欧振玉

CN 2040168 U, 1989. 06. 28, 说明书第 4-6 段

地址 264200 山东省威海市高技术产业开发  
区初村镇职业学院机电系

及附图 1.

审查员 武利媛

(72) 发明人 刘慧 欧振玉

(74) 专利代理机构 威海科星专利事务所 37202

代理人 于涛

(51) Int. Cl.

F03D 3/06 (2006. 01)

F03D 11/00 (2006. 01)

F03D 9/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201314277 Y, 2009. 09. 23, 权利要求  
1-3.

CN 101233316 A, 2008. 07. 30, 全文.

CN 2900849 Y, 2007. 05. 16, 全文.

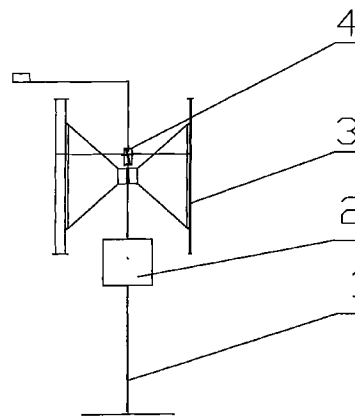
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 11 页

(54) 发明名称

垂直轴风力发电装置

(57) 摘要

本发明专利涉及风力发电, 特别是一种垂直轴风力发电装置, 其包括支架、发电机、叶轮, 叶轮由叶片、轮辐、轮毂和主轴组成, 叶片连接在轮辐上, 轮辐连接于轮毂上, 轮毂可绕主轴旋转, 特征在于叶轮呈 H 型并垂直安装, 发电机和主轴相连接, 主轴为垂直轴, 主轴上装有自动偏航刹车调速装置, 本发明专利具有结构简单、制造成本低、使用效率高、安全性好、操作维护方便、噪音低等优点。同时能够实现低风速时大力矩启动风机, 高风速时和高转速时高效率运行风机, 在超高风速时自动刹车调速保护风机的功能。



1. 一种垂直轴风力发电装置,包括支架、发电机、叶轮, 叶轮由叶片、轮辐、轮毂和主轴组成,叶片连接在轮辐上,轮辐连接于轮毂上,轮毂可绕主轴旋转,其特征在于叶片呈机翼型并H型垂直安装,发电机和主轴相连接,主轴为垂直轴,主轴上装有自动偏航刹车调速装置,自动偏航刹车调速装置由偏航立柱、滑块、弹簧、转盘、转轴、连杆、尾杆、尾翼组成,偏航立柱安装在主轴顶端,其上端安装尾杆,尾杆后端带有尾翼,偏航立柱上设有滑轨,所述滑轨与主轴有一夹角,滑轨上装有滑块,滑块下端安装有弹簧,滑块上安装可绕偏航立柱转动的转盘,转盘上设有转轴,连杆一端与转轴相连接,另一端与叶片铰链相连。

2. 根据权利要求1所述的一种垂直轴风力发电装置,其特征在于轮辐采用三角形轮辐,轮辐与轮毂上、下双支点连接,叶片与轮辐采用活动连接。

## 垂直轴风力发电装置

### 技术领域：

[0001] 本发明专利涉及风力发电,特别是一种启动风速低,发电效率高的垂直轴风力发电装置。

### 背景技术：

[0002] 众所周知,风力机是一种将风能转换成机械能、电能或热能的能量转换装置,按风轮轴的位置不同可分为水平轴风力机和垂直轴风力机,能量驱动链(即风轮、主轴、增速箱、发电机)呈水平方向的称之为水平轴风力机(Horizontal Axis Wind Turbine, HAWT)。能量驱动链成垂直方向的称之为垂直轴风力机(Vertical Axis Wind Turbine, VAWT)。

[0003] 水平轴风力机是目前国内外研制最多,最常见的一种风力机,也是技术最成熟的一种风力机,其风轮叶轮数一般为2~3叶,叶轮形状一般为翼形,该风轮启动力矩较大,风能利用系数高,为使扫风面随时对着风向,需装有调向装置。

[0004] 垂直轴风力机很早就被应用于人类的生活领域中,但是由于人们普遍认为垂直轴风轮的启动力矩小、风能利用率低,因而导致垂直轴风力机长期得不到重视。随着科技的发展和人类认识水平的不断提高,研究证明垂直轴风力发电机风能利用率并不低于水平轴风力发电机,目前许多国家的机构和个人正在研究各种垂直轴风力发电机。垂直轴风力机可分为两个主要类型:一类是利用空气动力的阻力做功,典型的结构是S型风力机;另一类是利用翼型的升力做功,最典型的是达里厄(Darrieus)型风力机,达里厄风力机有多种形式如:Φ型、H型、Y型和菱形,基本上是直叶轮和弯叶轮两种,以H型、Φ型风轮为典型。

[0005] 上述现有风力发电技术存在如下缺陷:

[0006] 1. 水平轴风力发电机结构复杂、安装调试维护困难、制造成本高,抗损能力差,并且有一定的噪声污染,表现为:(1)从叶轮受力分析来看,水平轴浆叶上受到正面风载荷力、离心力作用,随机风载荷达几十吨,而叶轮结构类似悬臂梁,叶轮根部受到的弯矩应力很大,大量事故都是叶轮根部折断;(2)当风速变化时,为了调节转速,安装有液压闭环调节控制系统来调节浆距,即在风载荷下转动浆叶一个角度,该系统精度高、价格贵、维护难;(3)为实现转速的合理匹配,设计有重达50~100吨的多级行星齿轮变速箱,其运输和安装起重的难度很大,成本很高;(4)水平轴机组机舱放置在高塔的顶部,是一个可旋转360°的活动联接系统。其重心高,结构不稳定,导致安装和维护不便。

[0007] 2. 垂直轴风力电机拥有比水平轴风力电机噪音低、安全性高等特点。一般垂直轴风力机不要迎风调节系统,可以接受360°方位中任何方向来风,并始终向着设计的方向转动;风机不需要闭环液压调距系统、不需要叶轮迎风调节系统、不需要任何自动控制调速系统或特殊设计的变速恒频发电机。在整个可发电风速范围内向电网输出同频率,同电压的电;不需要发电机的过载、过流保护系统及复杂昂贵的监控系统;发电机的齿轮箱放在底部,重心低,不仅稳定,而且维护方便;风机塔架可以用钢索进行固定,因而制造成本大大减小,但垂直轴风力发电机普遍存在启动性能差,运行效率低等缺点,这在全球风力发电设计领域来说都是一个比较难以跨越的课题。如S型风机(风阻型)由两个轴线错开的半圆柱

形组成,其优点是启动转矩大,缺点是(1) 风机转速低,其尖速比小于 1,故风能利用率低,转化效率系数  $C_p$  在 0.3 左右;(2) 由于围绕着风轮产生不对称气流,从而对它产生侧向推力。对于较大型的风力机,由于受偏转与极限应力的限制,采用这种结构形式是比较困难的。而升力型风机如达里厄风力机在高转速时(一般尖速比在 4~5)其风能利用率高,可达 0.45~0.55。但缺点是(1) 启动转矩小,不能自启动(2) 调速、限速困难。

#### 发明内容:

[0008] 本发明专利的目的是克服上述现有技术的不足,提供一种启动转矩大、发电效率高、使用寿命长的垂直轴风力发电装置。

[0009] 本发明专利可以通过如下措施达到:

[0010] 一种垂直轴风力发电装置,包括支架、发电机、叶轮,叶轮由叶片、轮辐、轮毂和主轴组成,叶片连接在轮辐上,轮辐连接于轮毂上,轮毂可绕主轴旋转,其特征在于叶轮呈 H 型并垂直安装,发电机和主轴相连接,主轴为垂直轴,主轴上装有自动偏航刹车调速装置。

[0011] 本发明自动偏航刹车调速装置安装在主轴的顶部,随风向及转速调节控制垂直安装的叶轮的迎风攻角;叶轮在风力驱动下旋转而带动发电机转动从而达到发电的目的。

[0012] 本发明专利叶轮采用 H 型翼型叶片,轮辐采用三角形轮辐,轮辐与轮毂上、下双支点连接,叶片与轮辐采用活动连接,并可绕销轴摆动,其摆动方向和位置受自动偏航刹车调速系统的控制,由于采用了垂直叶片和三角形双支点设计,使得主要受力点集中于轮毂,因此很好地解决了叶片脱落、断裂和叶片飞出等问题,使用寿命延长。

[0013] 本发明专利中的自动偏航刹车调速系统由偏航立柱、滑块、弹簧、转盘、转轴、连杆、尾杆、尾翼等组成,偏航立柱安装在主轴顶端,其上端安装尾杆,尾杆后端带有尾翼,偏航立柱在尾翼的作用下与风向始终保持一定的角度;偏航立柱上设有滑轨,上面安装滑块,滑块下端安装有弹簧,滑块外部安装转盘,转盘可绕偏航立柱转动;偏航立柱上设计的滑轨与主轴有一定的夹角,故安装于滑轨内的滑块在不同的高度相对主轴有不同的位置,除了在滑轨与主轴轴线相交处与主轴重合外,其余位置均偏离主轴一定距离,故安装在滑块上的转盘也就偏离主轴中心一个距离;此偏心距受叶轮转速的控制,在转速达到额定转速时,转盘中心与主轴中心重合,偏心距为零;而在转速低于或高于额定转速时,转盘中心则偏离主轴一定距离,即偏心距  $L$ ,转盘通过转轴、连杆与叶片铰链相连;叶片在轮辐前端通过销轴连接,可绕销轴做一定幅度的摆动,轮辐与轮毂相连并绕着主轴旋转;叶片、轮辐的回转中心为主轴,而连杆、转盘的回转中心是滑块中心;这样,叶片、轮辐、连杆、转盘就组成了一个以主轴为中心的随转角不同而夹角不断变化的四连杆机构,它根据风向的不同和转速的高低来不断调整叶片的迎风攻角,从而达到在低风速时以风阻型方式快速启动风机,在额定转速时以升力型方式高效运行风机,而在超过额定转速时自动刹车限速的目的。

[0014] 本发明专利使用时,在风力驱动下,自动偏航刹车调速系统的尾翼始终位于下风向处,尾杆与风向一致,尾杆控制偏航立柱与风向的角度;偏航立柱中的滑块处于主轴上方,滑块偏离主轴中心一定距离(偏心距  $L$  随转速增高而变小),因转盘安装于滑块上,故随滑块一起相对主轴移动一个偏心距  $L$ ;此时,对于处于顺风位置的叶片,连杆在偏心的相反方向,叶片上连杆的连接点到主轴的距离=连杆长度-偏心距;连杆拉动叶片向主轴中心转动,叶轮与轮辐基本平行,叶片的受风面积基本等于叶片的弦长;而处于逆风位置的叶

片,连杆与偏心的相同方向,叶片上连杆的连接点到主轴的距离=连杆长度+偏心距;连杆推动叶片旋转与轮辐约为 $90^{\circ}$ 角度,此叶片的受风面积基本等于叶片弦高;即叶片在顺风时张开最大从而获得最大的风能,而在逆风时叶片迎风面最小从而阻力最小;风机在两侧力矩差的作用下迅速启动,从而达到低速快速启动的目的;在叶轮转速低于设定转速时,此偏心距一直存在,叶片始终在顺风时张开而在逆风时合上,从而获得最佳的力学性能。随着叶轮转速的提高,叶片的离心力越大,施加于连杆上的力越大,连杆拉动滑块克服弹簧的压力而向下移动,滑块相对于主轴的偏心距逐步缩小,直至与主轴中心重合,此时,轮辐、叶片、连杆就组成一绕主轴旋转的固定的三角形,叶片角度不再变化,成为纯升力型风机,围绕主轴高速旋转,以获得高的风电转换效率。在叶轮转速超过额定转速时,叶片的离心力通过连杆拉动滑块继续向下移动,滑块相对于主轴出现一相反方向的偏心距,转速越高偏心距越大;与低速转动时的作用相反,此时,对于处于顺风位置的叶片,偏心的作用是加长连杆从而推动叶片旋转以减少受风面积;而处于逆风位置的叶片,偏心的作用是缩短连杆从而拉动叶片旋转以增大阻力;风机在两侧力矩差的作用下迅速刹车,从而达到刹车限速的目的。

[0015] 本发明专利发明所设计的风力发电机,是一种全新结构的垂直轴风力发电机。它集风阻型风机的大启动力矩、升力型风机的高风电转换效率及独有的超速刹车调速于一身,结构上使用垂直轴风机的基本形式,以达到结构简单、制造成本低、安全性高、操作维护方便、噪音低等优点;同时在其顶部安装有类似水平轴风机的自动偏航刹车调速系统来操纵风机的叶片,使叶片随着风向即转速的不同而在不同的位置拥有不同的迎风角,自动偏航刹车调速系统的作用是:在低风速时以风阻型方式启动风机,以获得大的启动力矩;而在高风速时和高转速时以升力型方式运行,以获得高的风电转换效率;在超高风速时实现自动刹车调速,以获得稳定的电力输出。

#### 附图说明:

- [0016] 图 1 是本发明专利的总体结构示意图。
- [0017] 图 2 是图 1 的俯视图。
- [0018] 图 3 是本发明专利中叶轮三角形双支点连接示意图
- [0019] 图 4 是本发明自动偏航刹车调速装置的结构示意图。
- [0020] 图 5 是图 4 的俯视图。
- [0021] 图 6 是本发明启动时自动偏航刹车调速装置的状态图。
- [0022] 图 7 是本发明启动时的叶片的状态图。
- [0023] 图 8 是本发明在额定转速时自动偏航刹车调速装置的状态图。
- [0024] 图 9 是本发明在额定转速时叶片的状态图。
- [0025] 图 10 是本发明在超速时自动偏航刹车调速装置的状态图。
- [0026] 图 11 是本发明在超速时叶片的状态图。

#### 具体实施方式

- [0027] 下面结合各附图对本发明专利作进一步描述:
- [0028] 如图 1、图 2 所示,一种垂直轴风力发电装置,包括支架 1、发电机 2、叶轮 3、自动偏

航刹车调速系统 4。叶轮 3 包括叶片 5、销轴 6、支耳 7、轮辐 8、轮毂 9、主轴 10(如图 3 所示);自动偏航刹车调速系统包括连杆 11、转轴 12、转盘 13、偏航立柱 14、滑块 15、弹簧 16、尾杆 17、尾翼 18、铰链 19(如图 4、图 5 所示),支架 1、发电机 2 的结构及相互连接关系与现有技术相同,此不赘述,本发明专利的特征在于叶轮 3 采用 H 型机翼型叶片 5,轮辐 8 采用三角形轮辐,轮辐与轮毂 9 上、下双支点连接,如图 3 所示。叶片 5 与轮辐 8 采用活动连接,一般采用销轴连接,叶片 5 可绕销轴 6 摆动,其摆动方向和位置受自动偏航刹车调速装置 4 的控制,由于采用了垂直叶轮 3 和三角形双支点连接设计,使得主要受力点集中于轮毂 9,因此很好地解决了叶片脱落、断裂和叶片飞出等问题,使用寿命延长。

[0029] 如图 4、图 5 所示,自动偏航刹车调速系统由偏航立柱 14、滑块 15、弹簧 16、转盘 13、转轴 12、连杆 11、尾杆 17、尾翼 18 等组成,偏航立柱 14 安装在主轴 10 顶端,其上端安装尾杆 17,尾杆后端带有尾翼 18;偏航立柱 14 上设有滑轨,滑轨上面安装滑块 15,滑块 15 下端安装有弹簧 16,滑块 15 外部安装转盘 13,转盘 13 可绕偏航立柱 14 转动;偏航立柱 14 上设计的滑轨与主轴 10 有一定的夹角,故安装于滑轨内的滑块 15 在不同的高度相对主轴 10 有不同的位置,除了在滑轨与主轴轴线相交处与主轴中心重合外,其余位置均偏离主轴一定距离,故安装在滑块 15 上的转盘 13 也就偏离主轴中心一个距离 L;此偏心距受叶轮转速的控制,在转速达到额定转速时,转盘中心与主轴中心重合,偏心距为零;而在转速低于或高于额定转速时,转盘中心则偏离主轴一定距离,即偏心距 L。转盘 13 通过转轴 12、连杆 11 与叶片 5 用铰链 19 相连;叶片 5 在轮辐 8 前端通过销轴 6 连接,可绕销轴做一定幅度的摆动,轮辐 8 与轮毂 9 相连并绕着主轴旋转;叶片、轮辐的回转中心为主轴,而连杆、转盘的回转中心是滑块中心;这样,叶片 5、轮辐 8、连杆 11、转盘 13 就组成了一个以主轴 10 为中心的随转角不同而夹角不断变化的四连杆机构,它根据风向的不同和转速的高低来不断调整叶片的迎风攻角,从而达到在低风速时以风阻型方式快速启动风机,在额定转速时以升力型方式高效运行风机,而在超过额定转速时自动刹车限速的目的。

[0030] 如图 6、图 7 所示在风力驱动下,自动偏航刹车调速系统的尾翼 18 始终位于下风向处,尾杆 17 与风向一致,尾杆控制偏航立柱 14 与风向的角度;偏航立柱中的滑块 15 处于主轴 10 上方,滑块偏离主轴中心一个偏心距 L,因转盘 13 安装于滑块上,故随滑块一起相对主轴移动一个偏心距 L;此时,对于处于顺风位置的叶片 5,偏心在连杆与主轴的反方向,偏心的作用是缩短叶片上连杆的连接点到主轴的距离,中心距=连杆长度-偏心距,连杆拉动叶片向主轴中心摆动,叶片 5 与轮辐 8 基本平行,叶片的受风面积基本等于叶片的弦长;而处于逆风位置的叶片,连杆与滑块偏心的相同方向,偏心的作用是加长叶片上连杆的连接点到主轴的距离,叶片上连杆的连接点到主轴的距离=连杆长度+偏心距,连杆推动叶片 5 旋转到与轮辐 8 约为  $90^\circ$  角度,此叶片的受风面积基本等于叶片弦高;因叶片的弦长大于弦高,故叶片在顺风方向上获得的风力大于在逆风方向上获得的风力,叶轮在两侧力矩差的作用下迅速启动,从而达到低速快速启动的目的。在叶轮启动及转速低于额定转速时,此偏心距一直存在,叶片始终在顺风时张开而在逆风时合上,从而获得最佳的力学性能。

[0031] 如图 8、图 9 所示,随着叶轮转速的提高,叶片 5 的离心力越大,离心力迫使叶片绕销轴 6 转动,叶片上将通过铰链 19 拉动连杆 11 向外移动,连杆 11 与叶片 5 在垂直方向的夹角变小,在连杆另一端的转盘 13 与滑块 15 一起在连杆拉动下克服弹簧 16 的弹力而向下移动,滑块 15 相对于主轴 10 的偏心距逐步缩小,直至与主轴中心重合,此时,轮辐 8、叶片 5、

连杆 11 就组成一绕主轴 10 旋转的固定的三角形,叶片角度不再变化,成为纯升力型风机,围绕主轴高速旋转,以获得高的风电转换效率。翼型叶片的升力做功原理与其它 H 型升力型风机的工作机理一样,在此不再赘述。

[0032] 本发明专利的超速自动刹车调速原理如图 10、图 11 所示,在叶轮转速超过额定转速时,叶片 5 的离心力通过连杆 11 拉动滑块 15 继续向下移动(驱动原理如前所述),滑块 15 相对于主轴 10 出现一反方向的偏心距(-L),转速越高偏心距越大;与低速转动时偏心距的作用相反,此时,对于处于顺风位置的叶片,偏心的作用是加长连杆从而推动叶片旋转以减少受风面积;而处于逆风位置的叶片,偏心的作用是缩短连杆从而拉动叶片旋转以增大阻力;风机在两侧力矩差的作用下迅速刹车,从而恢复到额定转速时的工作状态,以达到自动刹车调速的目的。

[0033] 如前所述,本发明专利所设计的风力发电装置,是一种全新结构的垂直轴风力发电机。它集风阻型风机的大启动力矩、升力型风机的高风电转换效率及独有的超速刹车调速于一身,结构上使用垂直轴风机的基本形式,以达到结构简单、制造成本低、安全性高、操作维护方便、噪音低等优点;同时在其顶部安装有类似水平轴风机的自动偏航刹车调速系统来操纵风机的叶片,使叶片随着风向及转速的不同而在不同的位置拥有不同的迎风角,以达到在低风速时以风阻型方式快速启动风机,在高风速时和高转速时以升力型方式高效率运行风机,在超高风速时自动刹车调速保护风机的目的。自动偏航刹车调速系统的使用解决了目前垂直轴风机普遍存在的不能自动调速、刹车困难等难题,同时在使用电液控制自动偏航刹车调速系统时,因液压作动筒中的液体具有阻尼作用,可有效的减弱风机的振动。此技术是对垂直轴风力发电机一种较大的更新。

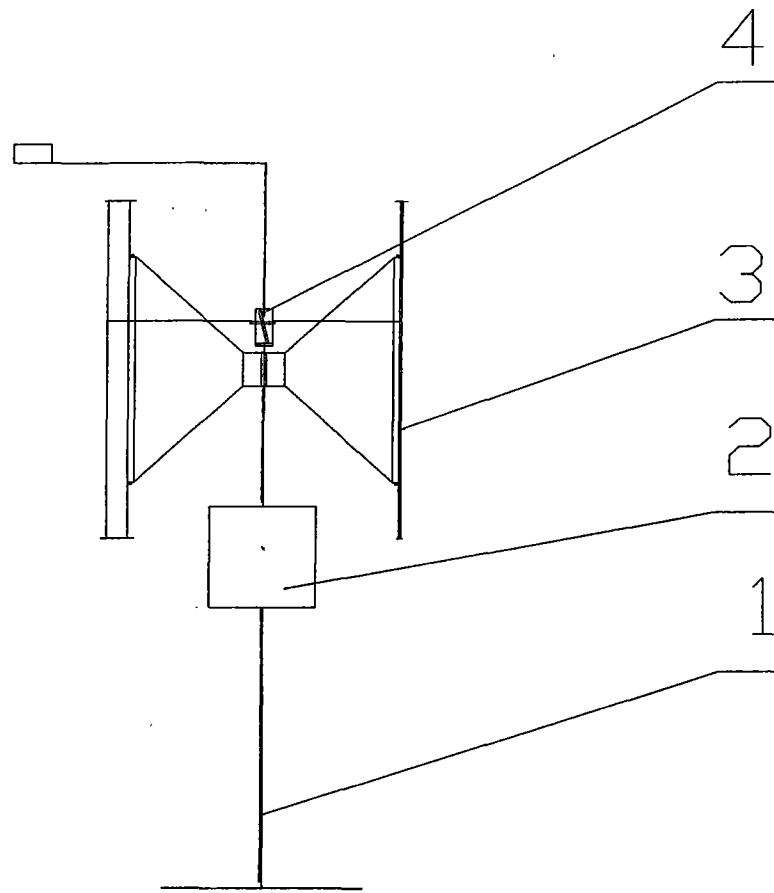


图 1

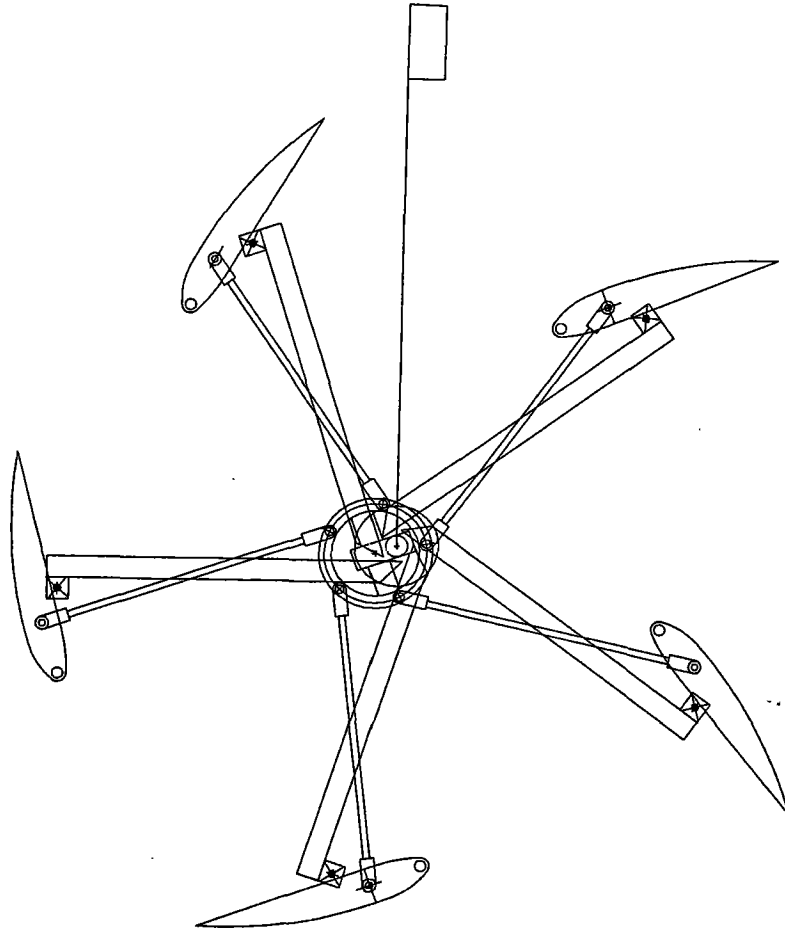


图 2

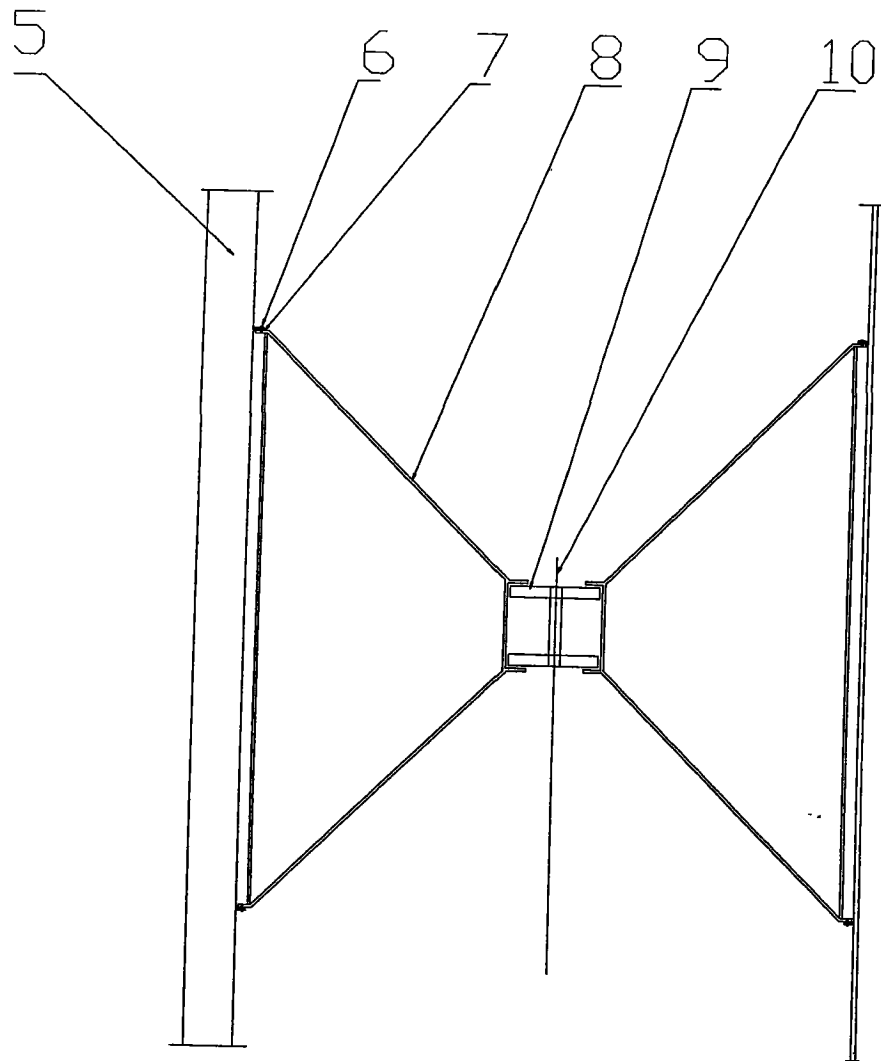


图 3



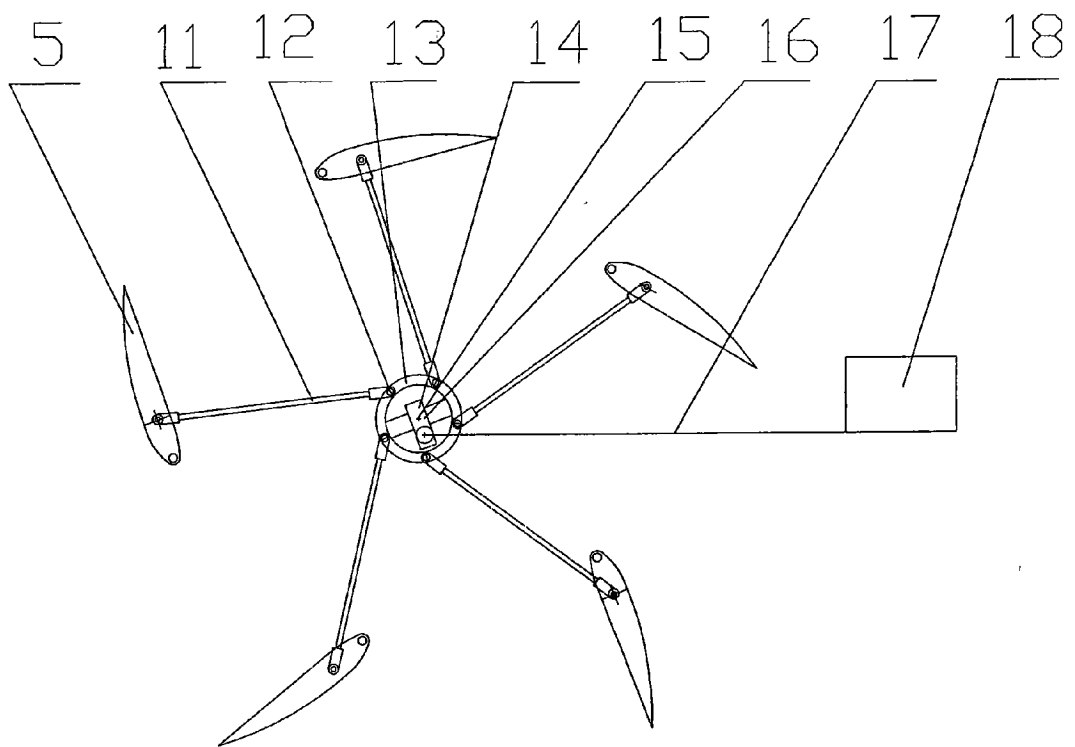


图 5

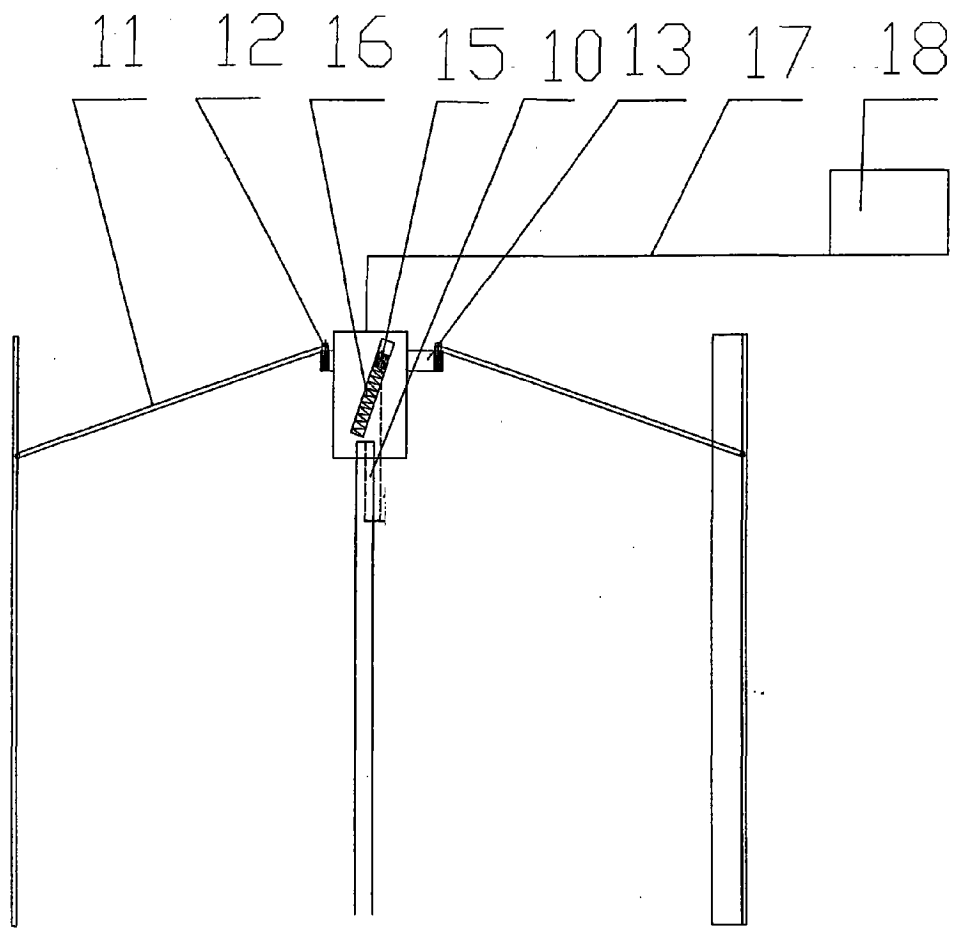


图 6

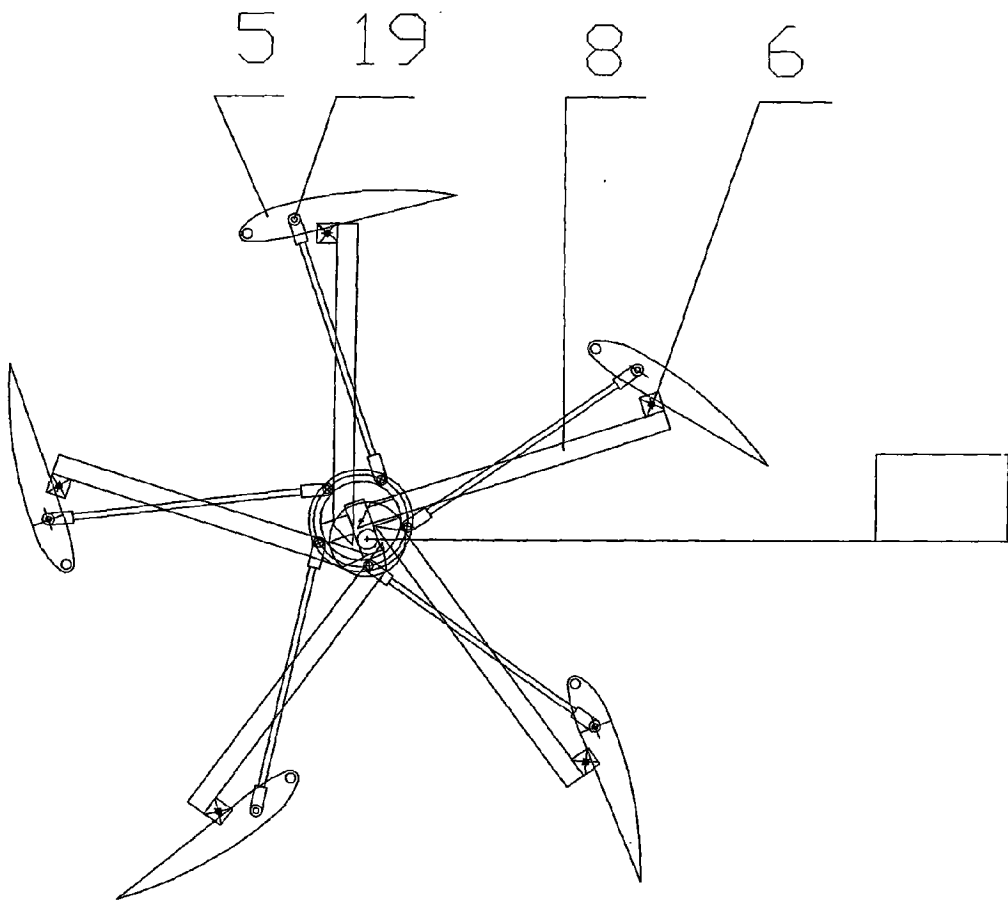


图 7

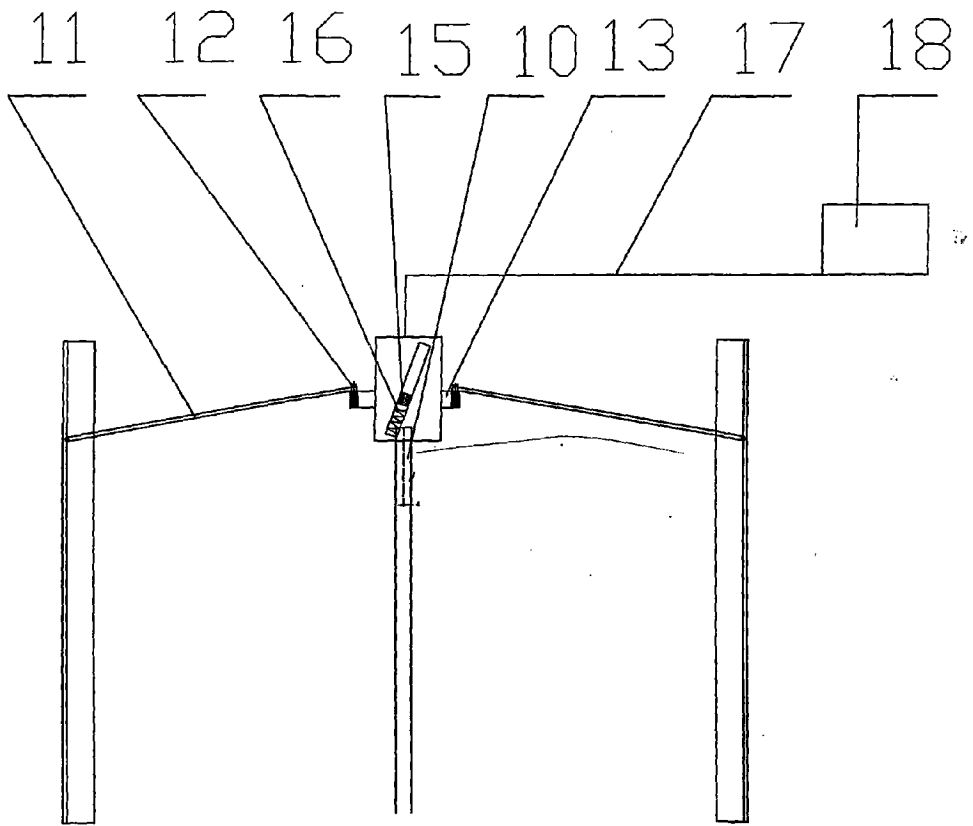


图 8

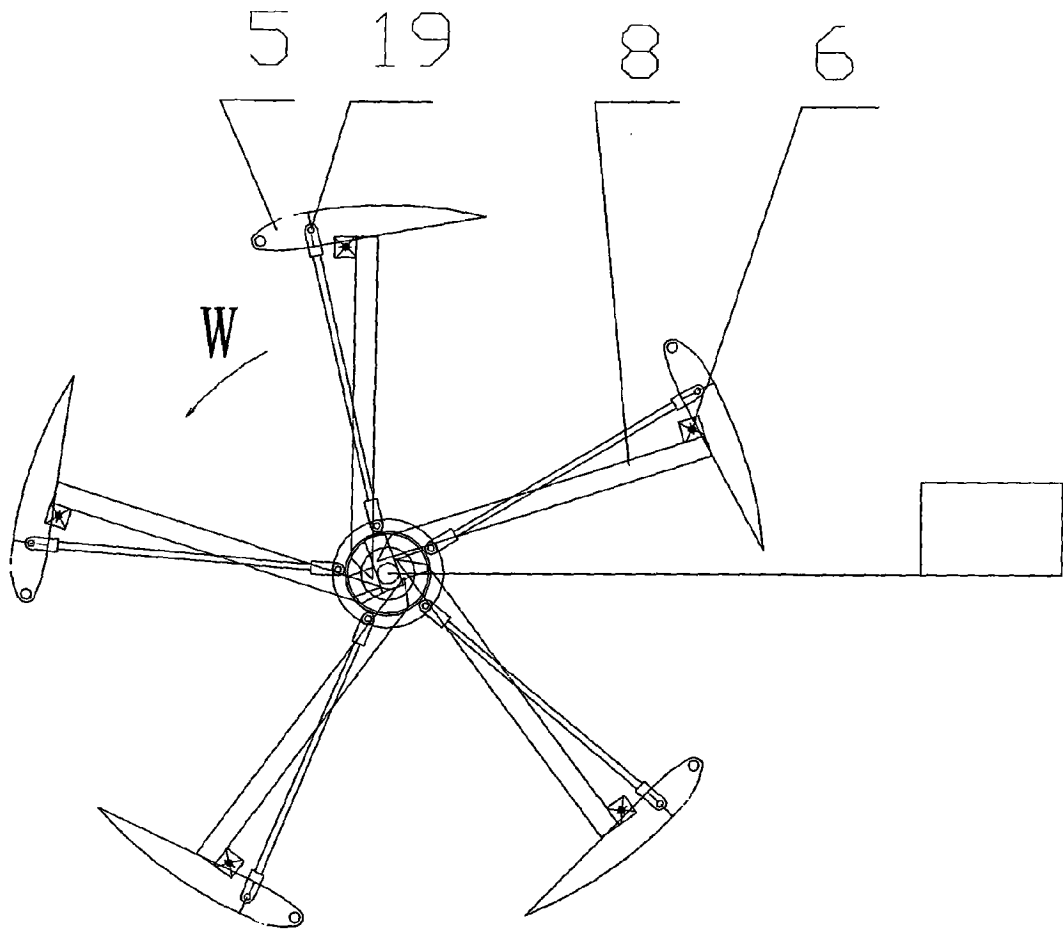


图 9

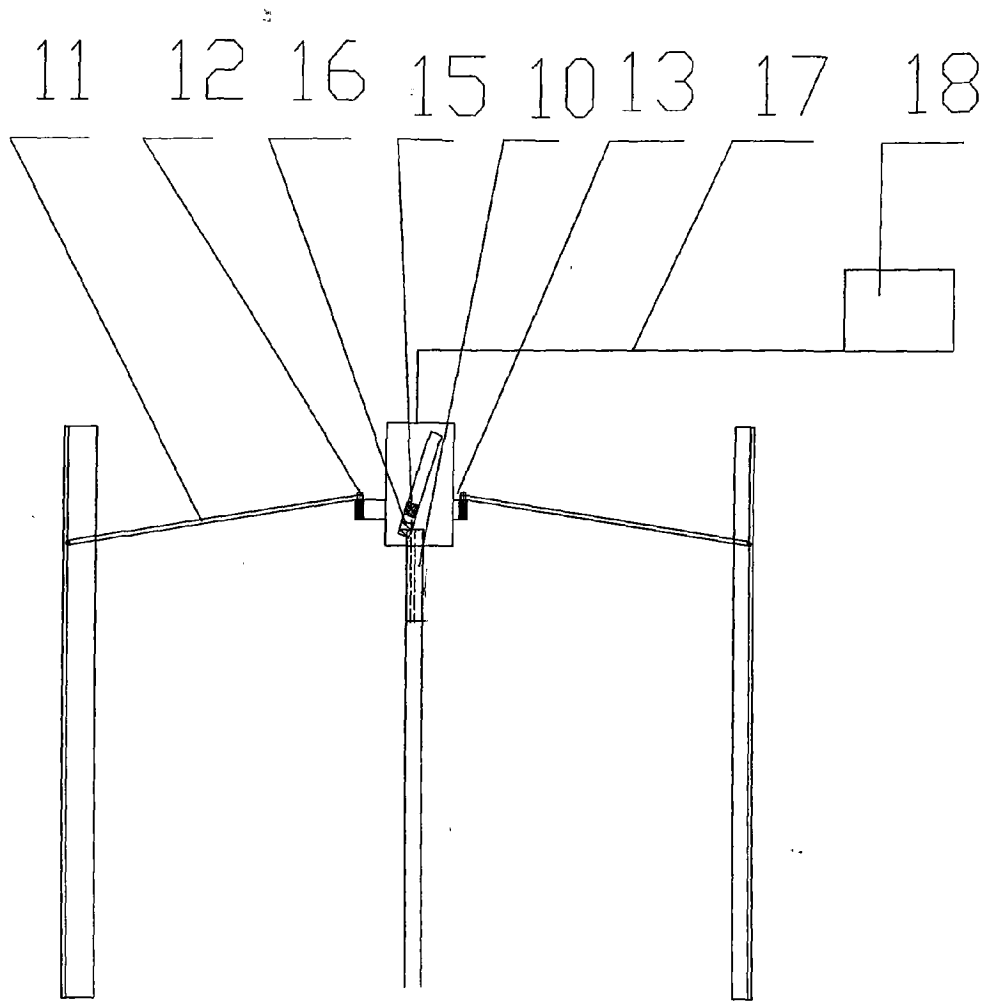


图 10

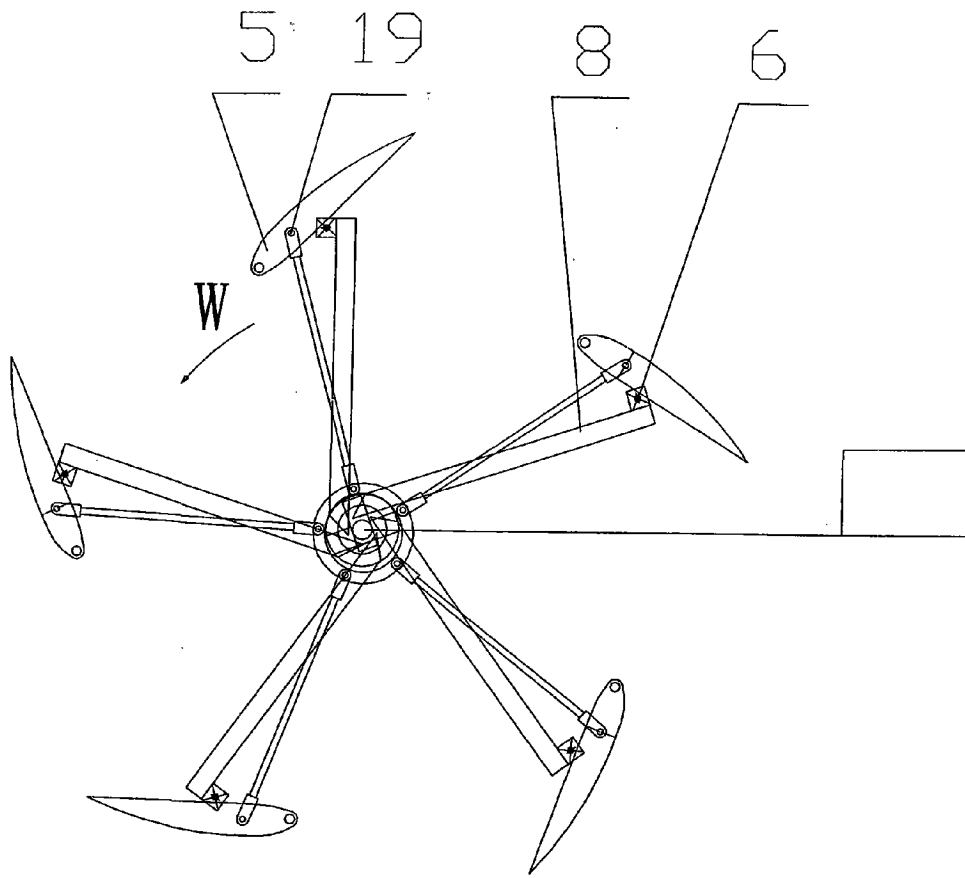


图 11