

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F03D 11/04 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02813810.4

[45] 授权公告日 2007年3月14日

[11] 授权公告号 CN 1304753C

[22] 申请日 2002.6.11 [21] 申请号 02813810.4

[30] 优先权

[32] 2001.6.12 [33] ES [31] P200101404

[86] 国际申请 PCT/ES2002/000303 2002.6.11

[87] 国际公布 WO2002/101234 西 2002.12.19

[85] 进入国家阶段日期 2004.1.9

[73] 专利权人 伊万·拉韦尔塔·安东

地址 西班牙萨拉戈萨

共同专利权人 塞瓦斯蒂安·曼努埃尔·拉韦尔塔·安东

玛丽亚·拉韦尔塔·安东

[72] 发明人 塞瓦斯蒂安·曼努埃尔·拉韦尔塔·安东

玛丽亚·拉韦尔塔·安东

[56] 参考文献

US4242043A 1980.12.30

DE4029932A1 1992.3.26

DE2916878A1 1980.11.6

WO0036299A1 2000.6.22

US4533297A 1985.8.6

US4630996A 1986.12.23

审查员 安辉

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所

代理人 黄必青

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 8 页

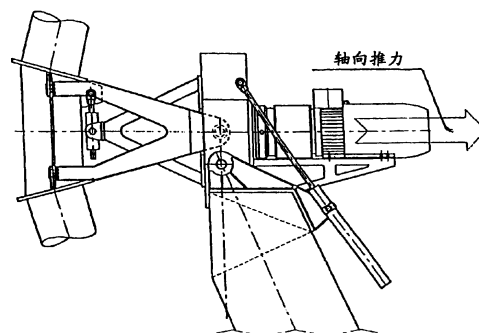
[54] 发明名称

自导向风力涡轮机

[57] 摘要

本发明涉及一种迎风式或背风式风力涡轮机，其具有一自导向构架，该构架是由两平行的加强梁构成的，两平行梁形成了一个“格架”。所述构架侧向压力的中心偏离立柱的轴线，构架落座在其中的立柱上，并在其上转动。涡轮机上呈二面角形状的双叶风轮是自稳定的，原因在于其压力中心位于其重心和涡轮机导向轴的后方，从而可改善在运行时的自导向性。当利用反向液压压力使轴头和风轮倾斜时，可对轴向推力进行控制，从而确保推力不会超过所能收集的功率、以及作用在构架、底座和地基上的力矩。可利用液压作用将自导向构架倾斜，以放低其轴头和风轮，从而便于进行组装，且只需要很少的维护。当其不工作时，使构架保持“平躺”姿态，这样就减弱了对视觉的影响。该涡轮机利用风能来实现自我控制，从而简化了与电网

联接的、或用在孤立场合中的大型风力涡轮机的制造。



1. 风力涡轮机，其特征在于：该涡轮机为自导向的迎风式构造，其是由一“回飞镖”形状的构架构成的，在其底端处，所述构架被一平台进行平衡，所述平台作为配重，而在所述构架的顶端处，有轴头和风轮，它们这样设置，使得风轮的重心位于垂直的立柱轴线上，所述风轮在该立柱轴线上枢转，从而消除了陀螺回旋效应，并且，当由于受到轴向推力而需要摆动时，所述风轮和轴头在所述构架上摆动，而所述构架则保持不动。

2. 根据权利要求1所述的风力涡轮机，其特征在于：设置有一自稳定的两叶风轮（13），由于所述风轮具有二面角形状，这将改善在工作中的涡轮机的自导向性能，在偶发风的方向上，所述风轮的轴向推力中心（20）位于所述风轮的重心（17）的后方，从而使其具有自稳定性，且由于轴向推力的作用点位于所述立柱的转动轴线（19）的后方，从而使整个涡轮机在工作时的自导向性得到改善，其中，所述风轮在所述立柱上枢转；该自稳定的两叶风轮由一叉架—栓杆组件（10）支撑着——所述组件位于穿过所述风轮重心的轴线上，从而可使所述风轮摆动，且通过减震器（3）减小仰俯力矩，所述仰俯力矩是由于处于小攻角的风流不断变化的方向、以及上桨叶和下桨叶之间的速度差而产生；在需要将所述风轮的重心保持在其构架范围内的情形下，该双叶风轮可具有海鸥翅膀式的“W”形。

3. 根据权利要求1所述的风力涡轮机，其特征在于：所述风力涡轮机的设计使得增速器的内部元件（11）不承受轴向推力、仰俯力矩以及风轮振动的作用，其设计方式在于：负责传递来自所述风轮的扭力矩、轴向推力、仰俯力矩、以及振动的叉架（10）被固定到一大轴承（12）的活动环圈上，所述轴承的固定环圈在外部与夹压件（3）相联接，所述夹压件固定着一个外摆线增速器（11）的壳架，从而那些力——除了扭力矩之外——从所述叉架传递至所述增速器的壳架，而不会经过主轴。

4. 根据权利要求1所述的风力涡轮机，其特征在于：发电机、泵、

压缩机或其它要被驱动的元素(2)可被组装到所述轴承(12)的固定环圈上,所述轴承被设置在立柱的头部(6)上,并在该立柱上与其同心地转动,以便于能取消设置在所述轴承活动环圈上、与自导向构件相连接且用于传递动力的转动连接件,设置了一台定速或变速的缸式油质液压伺服马达(14),用于将动力传递给要被驱动的元素(9)的转轴;在此情况下,一位于所述风轮的轴头上的油质液压设备(4)将所述风轮的机械能转变为液压油的液压能,并通过压力管线(15)将动力传递给伺服马达,从而形成一封闭回路。

## 自导向风力涡轮机

### 技术领域

本发明涉及一种针对自导向风力涡轮机的设计方案，在该设计方案中，本发明致力于简化此类机组的运行、使其具有更大的自由度、并为其提供了自导向构架和自稳定风轮，在这种设计方案中，利用风力本身来保护风力涡轮机，而不是使其被风力破坏，如果风力涡轮机已经用于产生“风力电流”，则能更好地利用所述风力，且确保涡轮机的构架、底座或地基能抵御大于额定值的作用力。本发明的一项特性能减少进行组装和维护的工时和成本，并减少了建造所必需的基础设施的时间和成本，因而，本发明的风力涡轮机是一种具有很高市场竞争力和经济效益的产品，其适于用来建造与电网相联的风力发电机和/或用在利用风能来进行泵送、节省能源的情况，以及用在孤立于电网之外的情况中，其中，所述特性是指：机组的构架可发生倾斜，甚至倾斜到使轴头和风轮非常接近于地面的位置点。

### 背景技术

世界上大部分风力机组采用的都是三叶式水平轴风力发电机。然而，现有技术中也存在大量低功率的风力泵和风力发电机，但它们只占总装机量中很小的一部分（无太大重要意义）。

对于一般尺寸规格的各种机组，技术的完备程度也是不同的。风力发电机组的规格尺寸已经从功率 75kW、直径 15m 逐渐增大到直径 40—65m、标定功率为 500—1500kW，所有这些机组均带有迎风（上风式）的三个桨叶、和背风（下风）的管架。在风力涡轮机的技术发展过程中，尚未出现任何重大的革新。整个技术发展过程是由几个方面的进展组成的：在提高生产收益方面，进展体现在对设计及制造工艺的优化和改进，

从而使风力发电机的实用性提高；在降低安装、工作和维护成本方面，进展体现在降低比重量（比重量=[风轮+吊舱的总重量]/风轮的扫掠面积），但结构参数则始终保持不变（塔架高度=3/4 风轮直径+10 米以内）。

具体来讲，目前风力系统的情况是这样的：

- 带有两速异步发电机的、可调节气动损耗的三桨叶风力发电机，其中的异步发电机是利用处于正则系的连接电极而实现双速的；
- 带有定速异步发电机、且可调节气动损耗的三桨叶风力发电机；
- 对风的改变具有调节功能的、并带有小范围变速系统（优选为滑差式系统）的三桨叶风力发电机；
- 在风发生改变时能保持定速的调节系统；
- 利用多极式（multi-poled）同步发电机、且不带有任何增速箱的三桨叶风力发电机，其对风的改变具有调节功能，并带有变速系统。

风力发电机通常是管架处于背风位置的三桨叶系统，其对风力损耗和/或风的改变具有调节功能，并带有主动的定向系统。风轮带动一增速器，该增速器反过来再驱动发电机；在增速器的外露转轴上设置一制动盘。

尽管已经验证了目前的系统在产生和利用风力方面具有很好的功能，但在结构上则存在很多问题，这些问题的原因在于：塔架对桨叶造成了遮挡；由于风轮的重心相对于转动轴线存在偏移而产生了回转力矩；比重量在  $14\text{kg/m}^2$  的数量级上；由于风向的不断变化、以及上方桨叶与下方桨叶之间速度差而产生的俯仰力矩，这些结构问题会对整个构架产生影响，当在构架上安装刚性的风轮时，这些问题会将构架削弱，而且，在很大的高度处执行组装工作和维护工作也是不方便的。

对于大型风力发电机，很重要的是要注重比重量的增大。如果将直径为 45m 的风力发电机（标定功率为 600kW）与直径为 60m 的风力发电机（标定功率为 1MW）进行数值比较，则发现比成本（总成本/扫掠面积）的增加大于 30%，而每一装机千瓦的成本增大了 35%。

下文将对某些基本构件进行描述：

风轮

风轮通常具有三个桨叶，并具有一个轴套，轴套被固定到转轴上，转轴被安装到两轴承上，轴承或者被牢固地固定到吊舱机架上，或者被直接安装到增速器的输入轴上。这些桨叶为慢速桨叶，桨端的线速度为55m/s，桨叶的旋转面距离这些桨叶所枢接的转轴立柱的距离为5米，这将会产生回转陀螺效应，该效应趋于使机组失稳。在大多数情况下，风轮位于塔架的迎风面（上风方向）。这种设计的优点是：通过减小塔架的遮挡效应而降低了风对桨叶的应力，并消除了桨叶处于背风面时所产生的空气动力学噪音。三叶式风力发电机在目前占总装机量的80%。然而，随着风轮直径的增大—在达到双桨叶风力发电机的数值时，这些风轮通常就被设计成用在背风处，此情况下，塔架对桨叶的遮挡影响将更为显著，从而会产生很大的应力和振动。

### 导向

大多数风力发电机采用了一套导向系统，该系统利用一伺服马达来驱动一些齿轮，这些齿轮会对吊舱与支撑塔架所联接的带孔顶部施加作用。该系统还具有制动盘和夹钳，当制动盘就位之后，夹钳可将其固定好。由于风向会不断地发生变化，所以这将产生回转力矩和仰俯力矩，力矩将通过风轮作用到增速器和整个构架上。在功率控制方面，可按照两种方式来对所发出的功率进行控制—即基于气动损耗和基于风的改变。后一方式可在很大的风速范围内发出最大的功率，并具有一安全系统来抵御强风（保护空气中的桨叶），而前者则需要提供另外的制动作用。变风控制需要装备复杂的活动部件，且存在相应的故障风险，而且需要更大程度地进行维护。

### 塔架

至于塔架的结构，其主要部分是独立的钢质垂直管体。为了优化其结构，采用了管筒形状，且其直径在基部与吊舱之间是逐渐缩细的。当要对塔架进行组装和维护时，塔架的高度会造成不便。另外，发动机位于可旋转吊舱内的这一事实也会带来一个问题：如何通过电缆将电力传输到地面上。直到最近，大多数制造商都是用电缆形成一个环圈，以减小由于导向方向的改变而导致的卷缠效应，这反过来就需要有一套由计

计算机操作的控制系统，该系统可对转过的总圈数进行计数，并命令吊舱在相反方向旋转，从而可松开对电缆的卷缠。虽然现有技术中已经逐步针对于电力线、可变桨距和速度、控制系统、材料以及其它方面作出了一些技术进步，但这可能是大型机组所能达到的最好结果。归功于塔架高度的增加（在大多数情况下，高度的增加与风速的增大是同步的），风轮直径的增大会带来比功率（ $\text{kWh/m}^2$ ）的提高。但是，如果维持目前的技术设计理念—致力于设计风轮直径大于50m的机组，则风速的增大可能并不能抵偿制造成本的提高。

出现上述现象的原因在于这样的事实：风力发电机的主要压力是风轮直径的立方关系，重量和制造成本的增加也符合同样的关系，而产生能量的则是随风轮面积的增大而增大的。在另一方面，对高功率机组进行运输、组装、运行和维护的单位成本要大于目前市场上常用风力发电机的成本。

制造市场竞争力更大的机组将取决于合适的新型设计方案的进展，这样的设计方案应当使机组比重量没有显著的增加。

## 发明内容

对于本专利申请中的发明，目的在于：使用比常规涡轮机更为简单的涡轮机来利用风能；提出一种自导向设计，当将自导向构架定位在风流方向中时，其使涡轮机具有完全的自由度；能更好地利用偶发气流的能量，偶发气流的作用力不但被用来产生功率，而且还被用于保护风力涡轮机，避免了要使机组能耐受超出计算值的作用力和力矩的必要性。

本发明为此提出一风力涡轮机，其特征在于：其具有一自导向构架（图1中的标号8），所述构架是由两个或多个桁构梁构成的，所述桁构梁按“格栅”形式侧立布置，构架在偶发风流方向上的投影面积达到最小，从而降低了对桨叶的遮挡效应，由于所述构架被一个位于底端的配重（图1中的标号7）所平衡，所以仅在风力的作用下，所述构架就可绕一高度可变立柱（图1中标号6）的轴线（图1中标号19）枢转，所述构架支撑在所述立柱上；轴头和风轮位于所述构架的顶端，该风力涡轮机可以是迎风式的设计、或背风式设计（见图1）。

优选地，所有应力的原发作用力—即轴向推力（见图 2），所述作用力来源于风轮（图 1 中标号 13）前面与后面动压的差值，它是可控的，从而可防止涡轮、底座（图 1 中标号 16）和地基受到过大的应力；此控制是这样来实现的：利用两液压缸的逆向作用，使轴头—风轮组件摆动，其中，所述液压缸的压力被调配到某一数值点，在该数值点上，由轴向推力引起的倾覆力矩与液压缸阻力的力矩达到平衡，从而可采用适当的工作倾角，而无须中止机组的工作（见图 2、6 和图 7）；这样就实现了机组自身利用风力在结构上保护自己，且不会影响输出功率。

优选地，所述功率控制的实现是对轴向推力进行控制的直接结果，对轴向推力的控制源于使风轮产生倾斜，原因在于风轮的倾斜会使风轮在风流方向上的投影截面减小（见图 2、6 和图 7）；上述特征使机组能实现平稳的启机和停机，取消了紧急锁止系统，同时利于将发电机与电网联接起来，且不会出现超速飞车的危险。

优选地，其具有一自稳定两叶风轮（图 1 中的标号 13），这将改善涡轮机在工作中的自导向性能，该效果是由于这样的事实：风轮为二面角形状，在偶发风的方向上，推力的轴向中心（图 3 中的标号 20）位于风轮重心（图 3 中的标号 17）的后方，从而使其具有独立的稳定性，且由于轴向推力的作用点位于立柱转动轴线（图 3 中的标号 19）的后方，从而使整个涡轮机在工作时的自导向性得到改善，其中，风轮在该立柱上枢转；独立稳定的该两叶风轮被一叉架—栓桩组件（图 3 中的标号 10）支撑着，该组件位于穿过风轮重心的轴线上，从而可使风轮发生摆动，且由于设置了减震器（图 3 中的标号 3），可减小其振动，利用处于小攻角的风流和不断变化的方向，上桨叶和下桨叶之间的速度差会产生仰俯力矩；如果需要将风轮的重心保持在其构架范围内，则双叶风轮的形状可变为类似于海鸥翅膀的“W”形。

优选地，所述机组的设计使得增速器的内部元件（图 4 中的标号 11）不会受到轴向推力、仰俯力矩以及风轮振动的作用，原因在于：可传动力力偶、递轴向推力、仰俯力矩、以及振动的叉架（图 4 中的标号 10）被固定到大轴承（图 4 中的标号 12）的活动环圈上，轴承的固定环圈在



外部与夹压件（图4中的标号3）相联接，夹压件固定着一个外摆线增速器（图4中的标号11）的壳架，所述的那些应力（除了动力力偶之外）被从叉架传递给增速器壳架，而不会经过主轴，这一事实有利于提高增速器转轴、轴承和齿轮的耐久性。

优选地，发电机、泵、压缩机或其它要被驱动的元件（图5中的标号2）可被组装到轴承（图5中标号12）的固定环圈上，轴承被设置在立柱的头部（图5中标号6）上，并在该立柱上与其同心地转动，以便于能取消设置在所述轴承活动环圈上、与自导向构件相连接且用于传递动力的转动连接件，设置了一台定速或变速的气缸型油工质液压伺服马达（图5中的标号14），用于将动力传递给要被驱动元件（图5中标号9）的转轴；在此情况下，一位于风轮轴头上的油质液压设备（图5中的标号4）将风轮的机械能转变为液压油的液压能，并通过压力管线（图5中的标号15）传递给伺服马达，从而形成一封闭回路。

优选地，当该涡轮机为自导向的迎风式构造时，其是由一“回飞鏢”形状的构架构成的，在该其底端处，该构架被一可使用的平台进行平衡，该平台作为配重，而在构架的顶端处，风轮的轴头被按照某种方式设置，使得风轮的重心位于立柱轴线的垂向上，构架在该立柱轴线上枢转，从而消除了陀螺回旋效应，当机组由于受到轴向推力而倾斜时，风轮和轴头可发生倾斜，而构架则保持不动（图6）。

优选地，机组为自导向的背风式构造，其是由一竖立的构架组成的，构架被按照倾斜方式组装到立柱上，以便于在构架由于受到轴向推力而应当发生倾斜时，使其在侧风作用下变为不平衡，从而保证了自导向作用的条件；风轮、轴头、构架和配重能同时发生倾斜。

优选地，自导向构架的上部可随意进行倾斜，从而使轴头和风轮可被放低，便于在较低的高度处执行组装和维护工作；在非工作期间，两种设计（迎风式和背风式）均可保持“平躺姿态”，从而减小了对所处环境的影响（见图8）。

## 附图说明

图1a中的侧面图示出迎风式的风力涡轮机；

图 1b 中的侧面图示出背风式的风力涡轮机;

图 1a 和图 1b 所示的风力涡轮机的规格对应于 1MW、11m/s 的机组, 其中的各个标号为:

标号 6: 立柱;

标号 7: 配重;

标号 8: 自导向构架;

标号 12: 轴承;

标号 13: 风轮;

标号 16: 底座;

标号 19: 枢转轴线;

标号 21: 风轮轴头,

图 2a 和图 2b 示出对于迎风式机组、轴头和风轮由于受轴向推力而发生倾斜的情形, 其中, 轴头和风轮的倾斜与液压缸的作用相逆;

图 3a 的侧视图和图 3b 的俯视图示出位于自导向构架上部的轴头与风轮, 从图可见, 基底结构是由两平行的增强桁架构成的, 桁架位于边缘上, 整套结构在该桁架上发生倾斜, 图中的各个标号为:

标号 1: 减震器;

标号 5: 液压缸;

标号 8: 自导向构架;

标号 18: 倾斜轴;

标号 19: 枢转轴;

标号 20: 轴向推力的作用点

图 4 示出风轮轴头, 图中示出由风轮叉架通过关节轴承与外摆线增速器机架相连接而形成的组件。图中的各个标号为:

标号 2: 液压泵;

标号 3: 紧固夹压件;

标号 4: 液压设备;

标号 8: 自导向构架;

标号 10: 叉架;

标号 12: 轴承;

标号 13: 摆振风轮

图 5 示出位于轴承固定圈上的发电机组件, 轴承位于立柱的顶端上, 并可在顶端上转动, 伺服马达位于活动圈上, 其通过静液压传动装置带动发电机, 传动系统将动力从风轮轴头上的液压设备传递到自导向构架的顶端处, 图中的各个标号为:

标号 4: 液压设备;

标号 6: 立柱;

标号 8: 自导向构架;

标号 9: 发电机;

标号 12: 轴承;

标号 14: 液压伺服马达;

标号 15: 静液压传动装置;

标号 16: 底座

图 6 示出“回飞镖”形状的自导向迎风式风力涡轮机, 其中的风轮处于半倾斜姿态;

图 7 示出处于半倾斜姿态的背风式自导向风力涡轮机; 以及

图 8a 示出均已完全倾倒、处于维护状态的迎风式的风力涡轮机;

图 8b 示出均已完全倾倒、处于维护状态的背风式的风力涡轮机。

### 具体实施方式

对于本专利申请中的发明, 目的在于: 使用比常规涡轮机更为简单的涡轮机来利用风能; 提出一种自导向设计, 当将自导向构架定位在风流方向中时, 其使涡轮机具有完全的自由度; 能更好地利用偶发气流的能量, 偶发气流的作用力不但被用来产生功率, 而且还被用于保护风力涡轮机, 避免了要使机组能耐受超出计算值的作用力和力矩的必要性。所述自导向构架的设计方案是这样的: 自导向构架是由两个平行的增强桁架构成的, 在它们各自所在的那一侧, 两桁架为“格栅”的形式, 在风向的迎风方向上, 自导向构架的投影截面较小(在机组就位之后), 这样就使风能穿过该结构, 且所遇到的阻力很小, 同时还能降低对桨叶

的遮挡效应，由于推力的作用中心相对于支撑该结构的立柱的转动轴线是移向侧旁的，所以可实现自导向功能。在迎风运行过程中，“回飞镖”结构形状使得构架能远离桨叶的旋转面，该旋转面保持为二面角的形式；并能使风轮的重心位于垂直的立柱轴线上，因而就消除了通常会使风轮失稳的陀螺回转效应（进动）。

在背风运行过程中，风轮表现为圆锥曲线的形式，自导向构架则是倾斜的，因而使它们之间产生区别，这样就可消除结构对桨叶的遮挡效应。上述的两种设计形成了两种机组，一种带有低速风轮（迎风式）、另一种带有高速风轮（背风式），具体采用那一种取决于在任意给定时刻需要那一种机组。至于比重量（风轮+吊舱的重量/扫掠面积），本发明将该数值从  $14\text{Kg/m}^2$  显著降低到  $4.5\text{Kg/m}^2$ ，因而：

a) 设置了两个桨叶，而非三个桨叶，且形成更轻的气动桨叶，该桨叶的核心部是用密度为  $2.65\text{Kg/dm}^3$  的铝制成的管筒体，其上带有铝制的气动学肋条，肋条带有  $1.2\text{mm}$  厚的聚碳酸酯薄层，其填平了所述肋条，该聚碳酸酯材料的密度为  $1.2\text{Kg/dm}^3$ 。桨叶的重心（图 3 中的标记 17）位于距离紧固夹压件的长度为总长 39% 的部位处；

b) 假定风轮处于二面角形状，且支撑力补偿了离心作用力，这将导致：桨叶核心部所形成的整个椭圆形截面承担了主导性的拉伸应力，因而实现了采用刚性风轮的设计方案，使桨叶的切线速度从传统桨叶的  $55\text{m/s}$  增大到  $75\text{m/s}$  的数量级，这将能减少增速器的输入力偶，并降低增速器的等级，这样就导致  $1\text{MW}$  级机组中增速器的量级为  $2.2\text{Tm}$ ，而非  $7.6\text{Tm}$ ，风轮的直径为  $60\text{m}$ ，风速为  $11\text{m/s}$ 。在此情况下，构成二面角的桨叶与垂直方向的交角为  $12^\circ$  到  $14^\circ$ ，施加推力的轴向中心处于沿二面角平分线 70% 的位置处，从而位于其重心（图 3 中的标记 17）之后很远的位置处，这样就可独立地实现稳定。

c) 采用了带有四组电极的发电机（ $1500\text{rpm}$ ），其半电压为  $6\text{KV}$ ，从而减轻了重量，并去掉了要被设置在机组基部的变压器，同时还减少了电力传输电缆的用量。当发电机被安装到立柱的转轴（图 5 中标号 9）上时（固定到立柱顶端上、而非安装到风轮轴头上），为了避免采用旋

转连接件来传输动力，由风轮收集到的动力通过一油质液压回路（图 5 中的标号 15）进行传输，该回路的设备和泵被设置在风轮的轴头中，因而降低了风轮的比重量，假如风轮具有高压液压泵（ $350\text{Kg/m}^2$ ），则重量/功率比在  $0.4\text{kg/kW}$  的数量级上，而不是在带着发电机时的  $5.5\text{kg/kW}$ 。大功率机组中所用的旋转连接件是昂贵而复杂的。

一种备选方案是采用静液压传动装置，该系统是由一定速的转动泵（图 4 中的标号 2）与一可变速的伺服转动马达（图 5 中的标号 14）构成的，泵与马达之间由对应的液压回路连接起来，从而可用变速风轮按照一个常数（ $\lambda$ ）的关系来驱动定速发电机，从而在任何速度上都能提高输出能量，并能采用同步发电机，而同步发电机向电网输送的电力具有更好的质量。如果发电机被安装在轴承的固定圈上，其与立柱同心，并被固定到立柱上，且驱动该发电机的伺服马达被同心地安装在活动圈的上方，自导向构架落座在其中的活动圈上，则就能获得很大的竞争优势，原因在于：这样的设计能获得一种自导向风力发电机，其比重量很低，并能输出高质量的电力。

如上文对现有技术进行描述的那样，各个制造商的努力集中在对收集到的能量进行控制，以确保其不会超过风轮的输入力偶的范围。在本发明中，对推力的轴线进行控制，该推力是作用在机组、底座和地基上的所有动力学力矩的实际原动力。轴向推力（图 2）是由于风轮前面的动压力与后面上的动压力的不同而产生的，该推力也是被风轮转变为机械能的实际原动能。因而，通过采用轴向推力可控的方案，不但能对涡轮机收集的动力进行控制，而且可确保构架、底座和地基的安全，使它们的受力不会超过预计的应力。作为结果，本发明可减少民用建筑的占地，并建造更轻便的机组。通过采用轻量化的风轮和轴头而降低了比重量，由此可在接近地面的位置处对倾斜的构架进行组装和维护，因而使风力机组具有更大的经济收益。可开发平均风速为  $5.4\text{m/s}$  的地区，从而进一步拓展了市场。

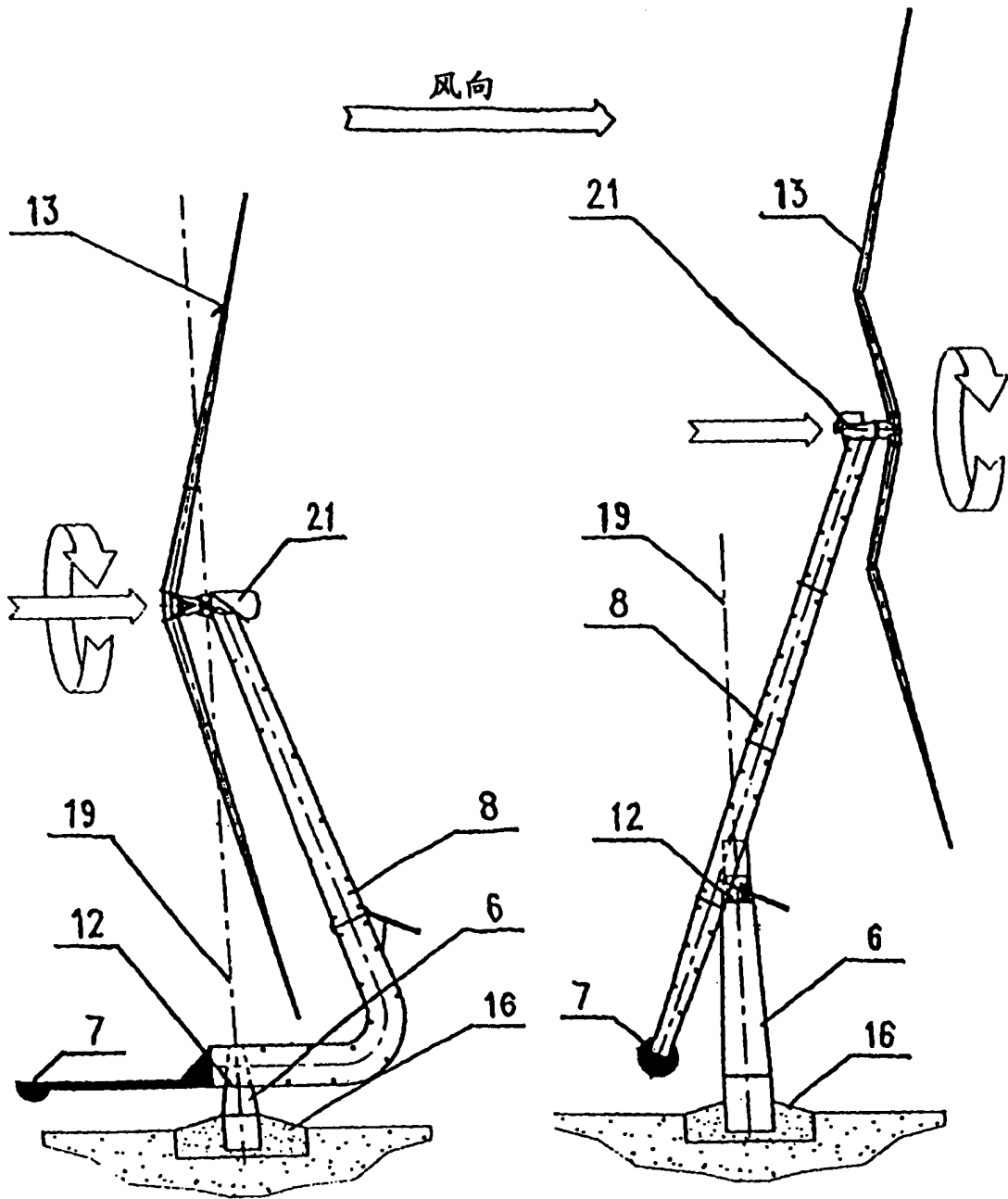
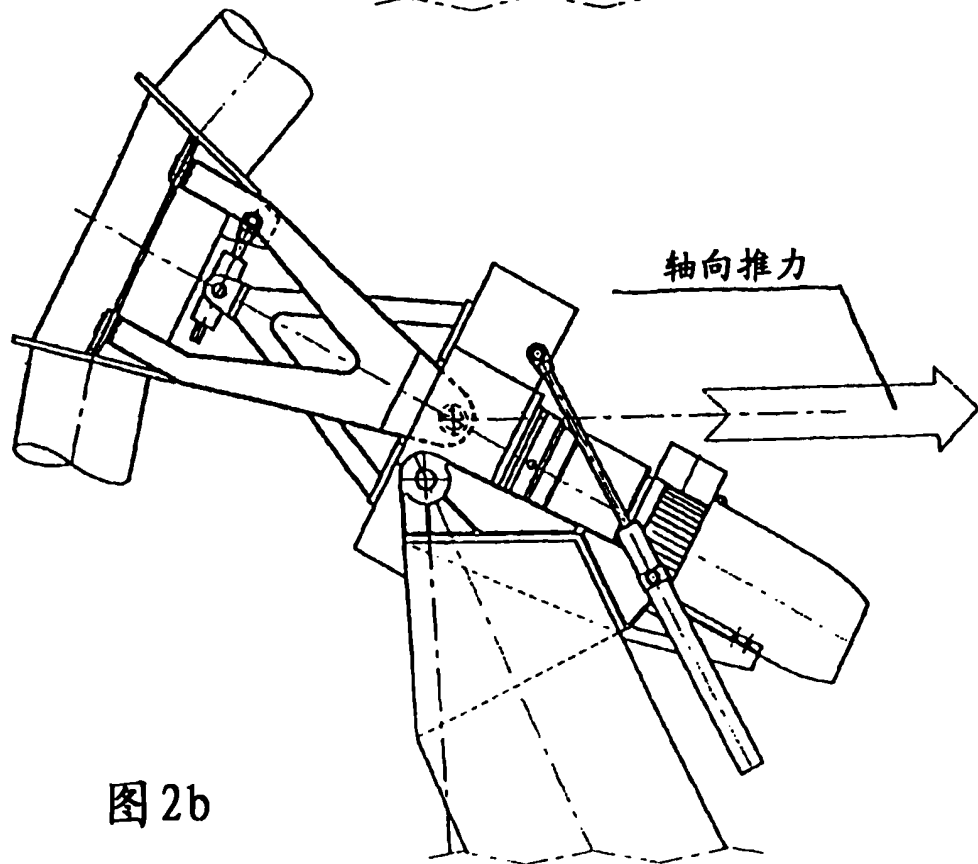
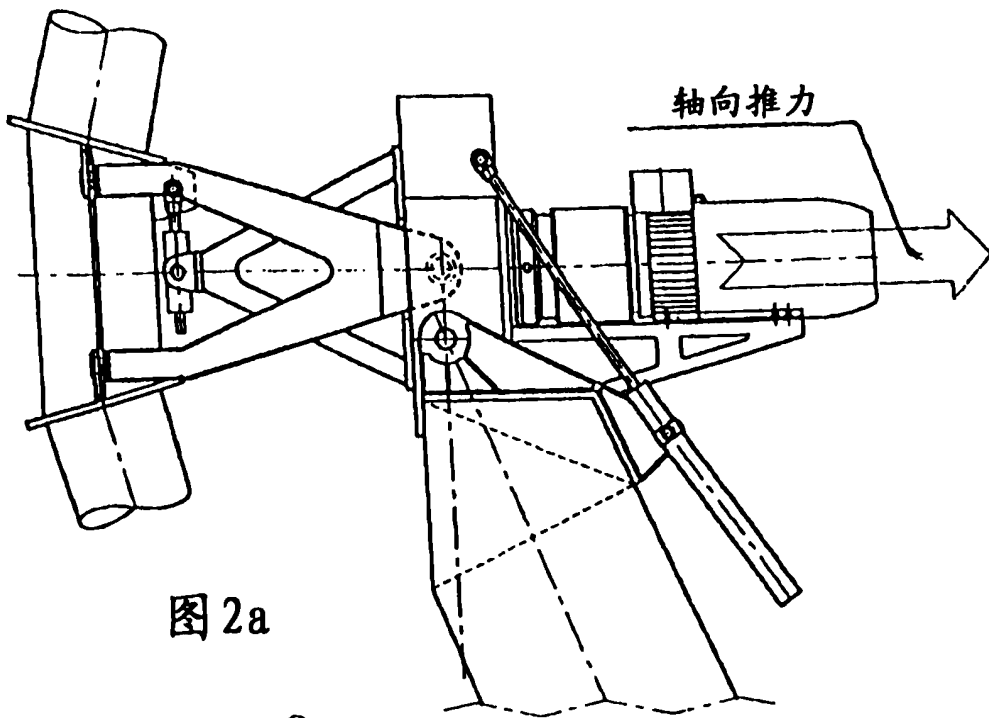


图1a

图1b



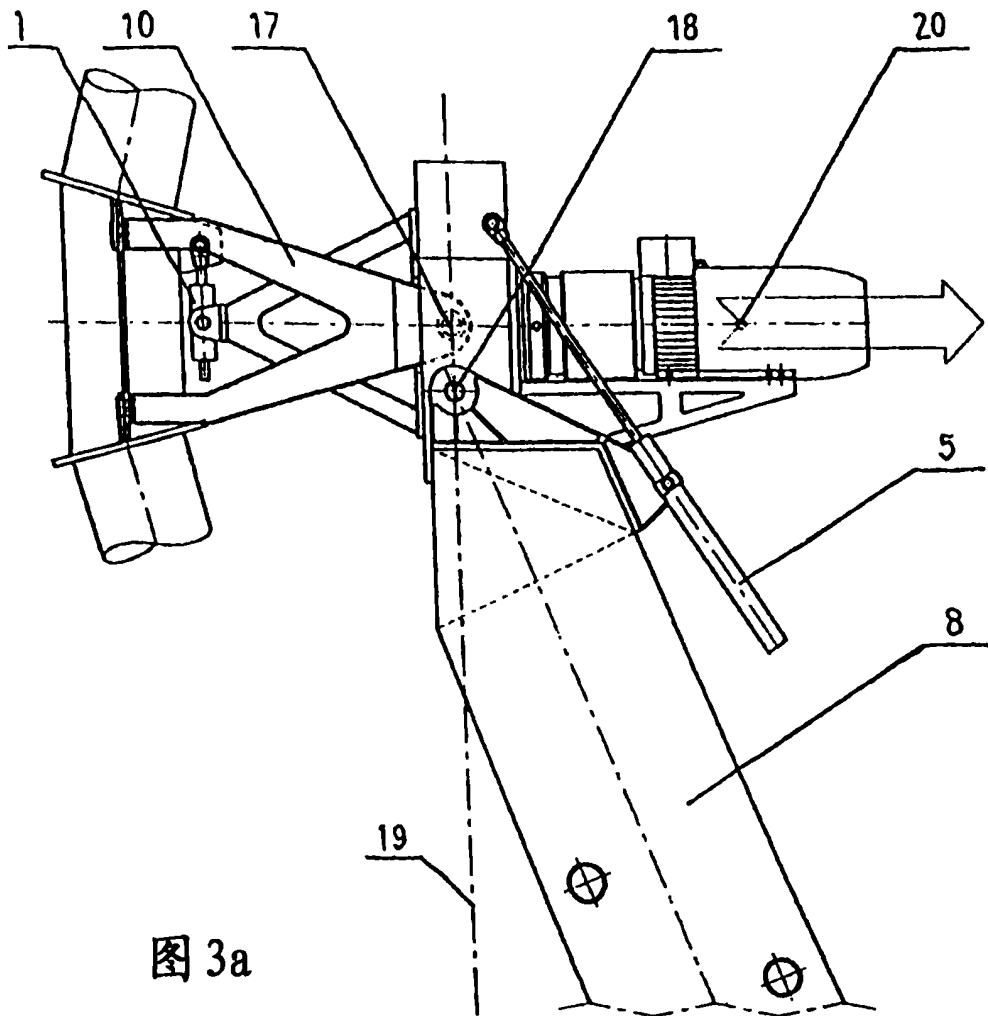


图 3a

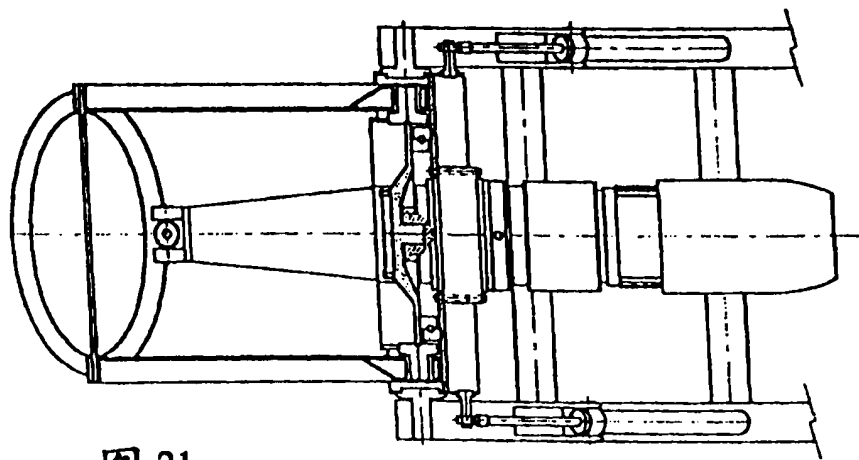
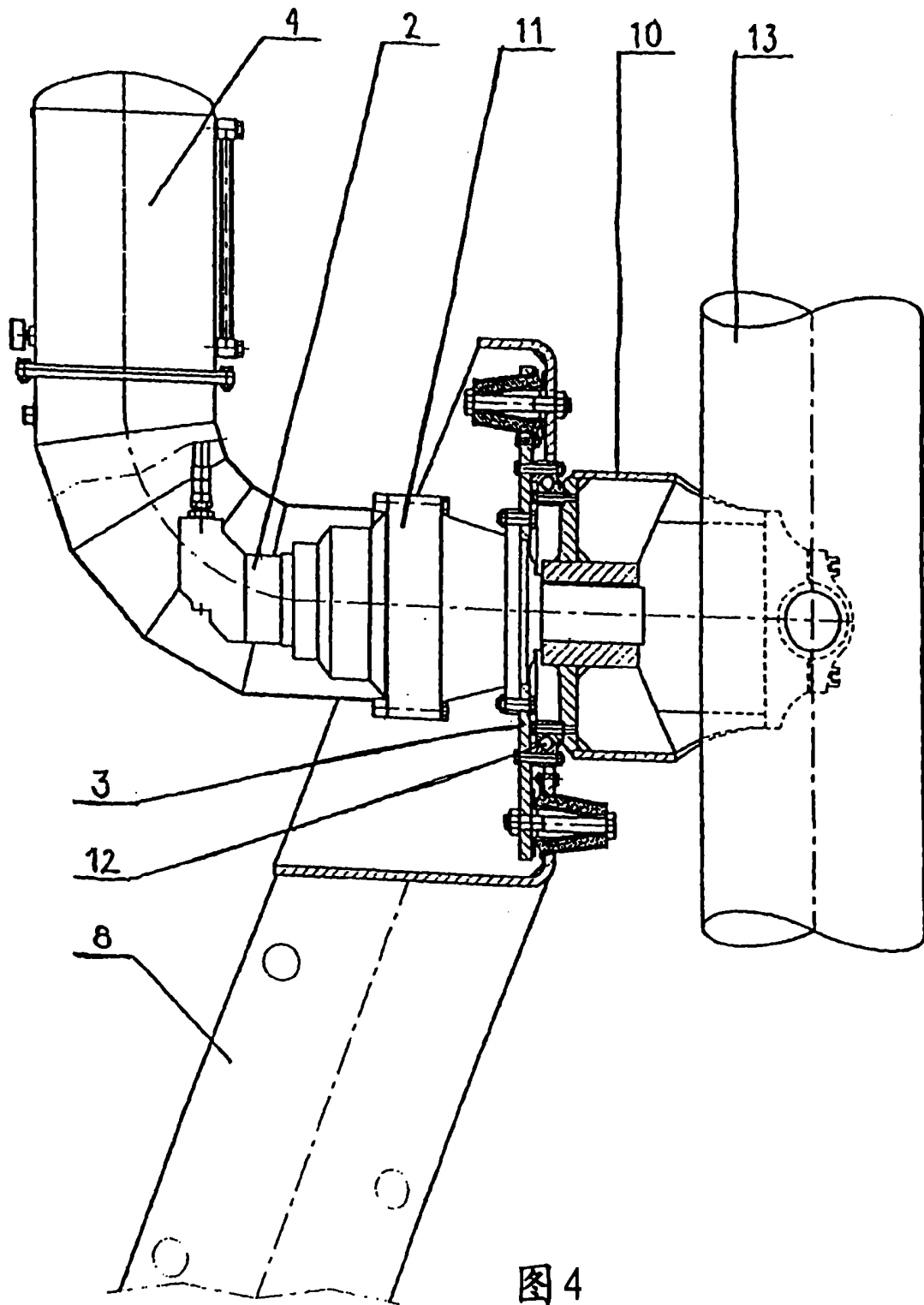
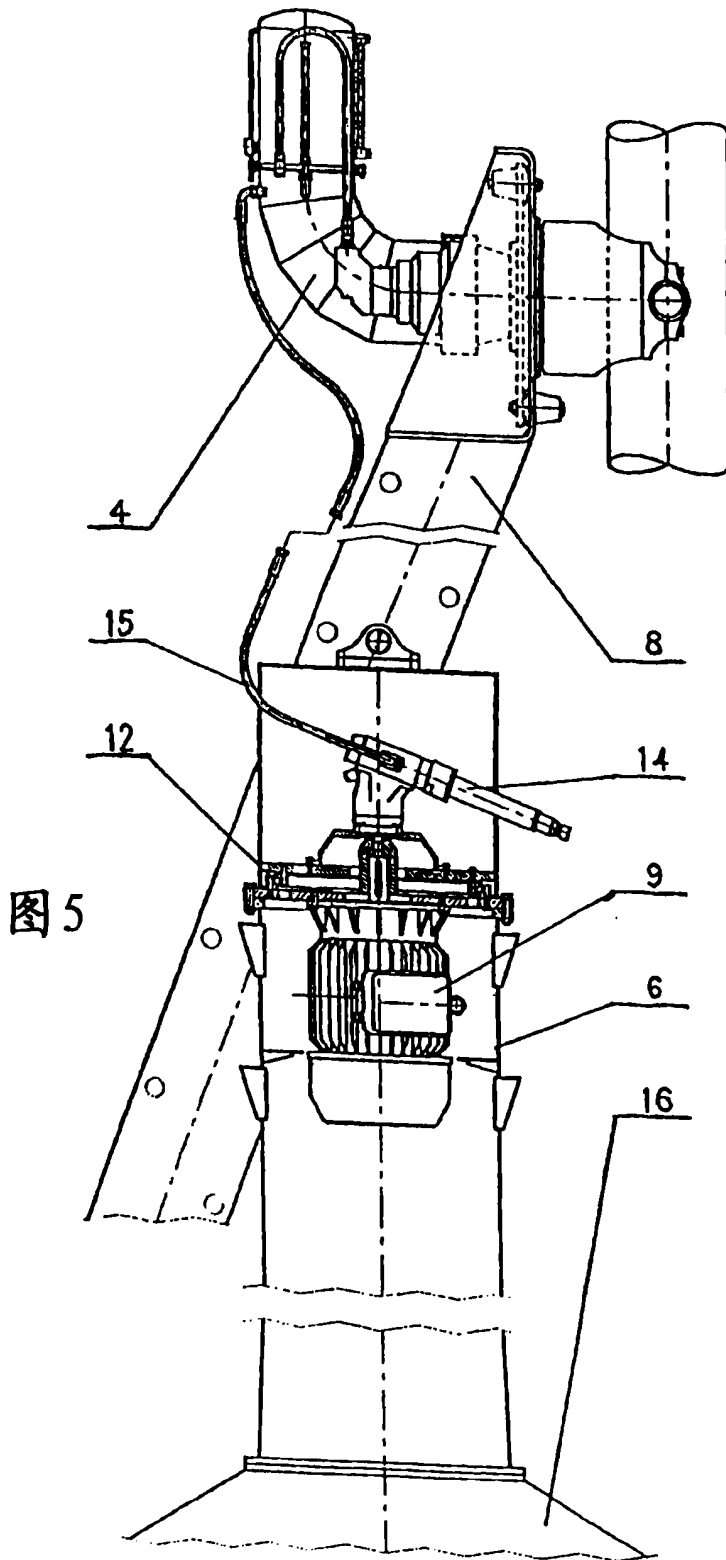


图 3b







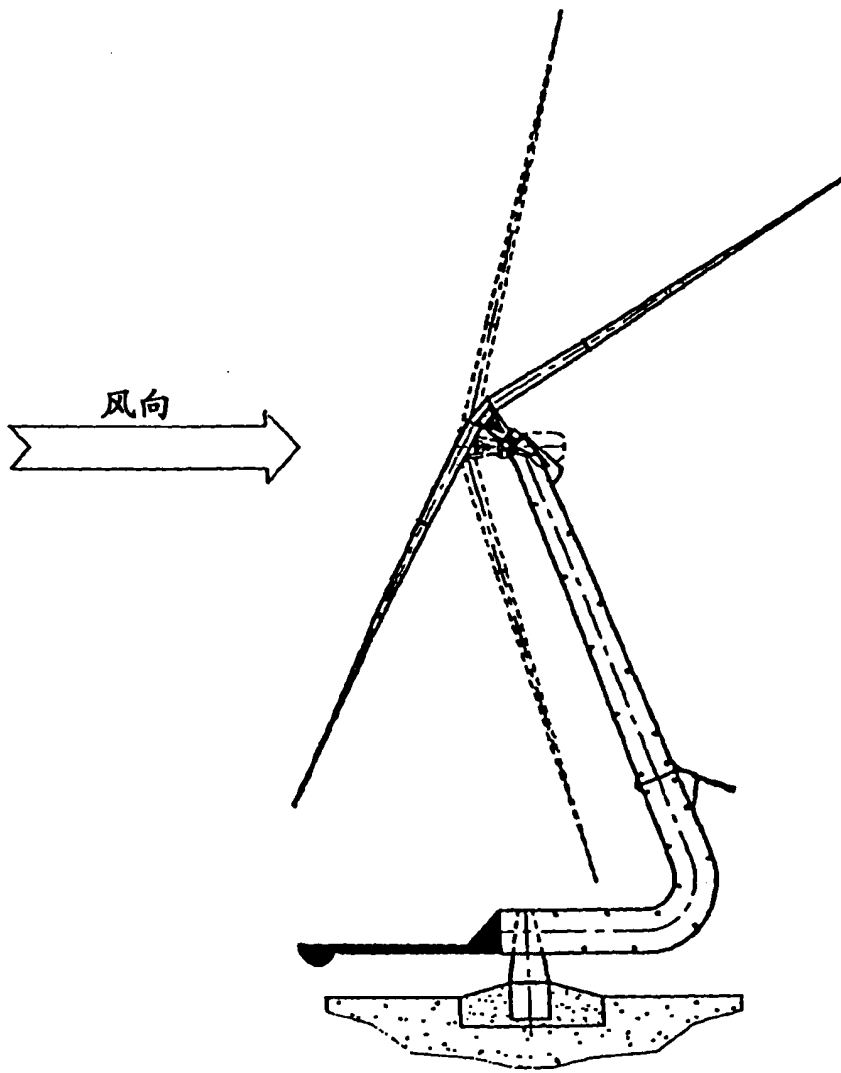


图6

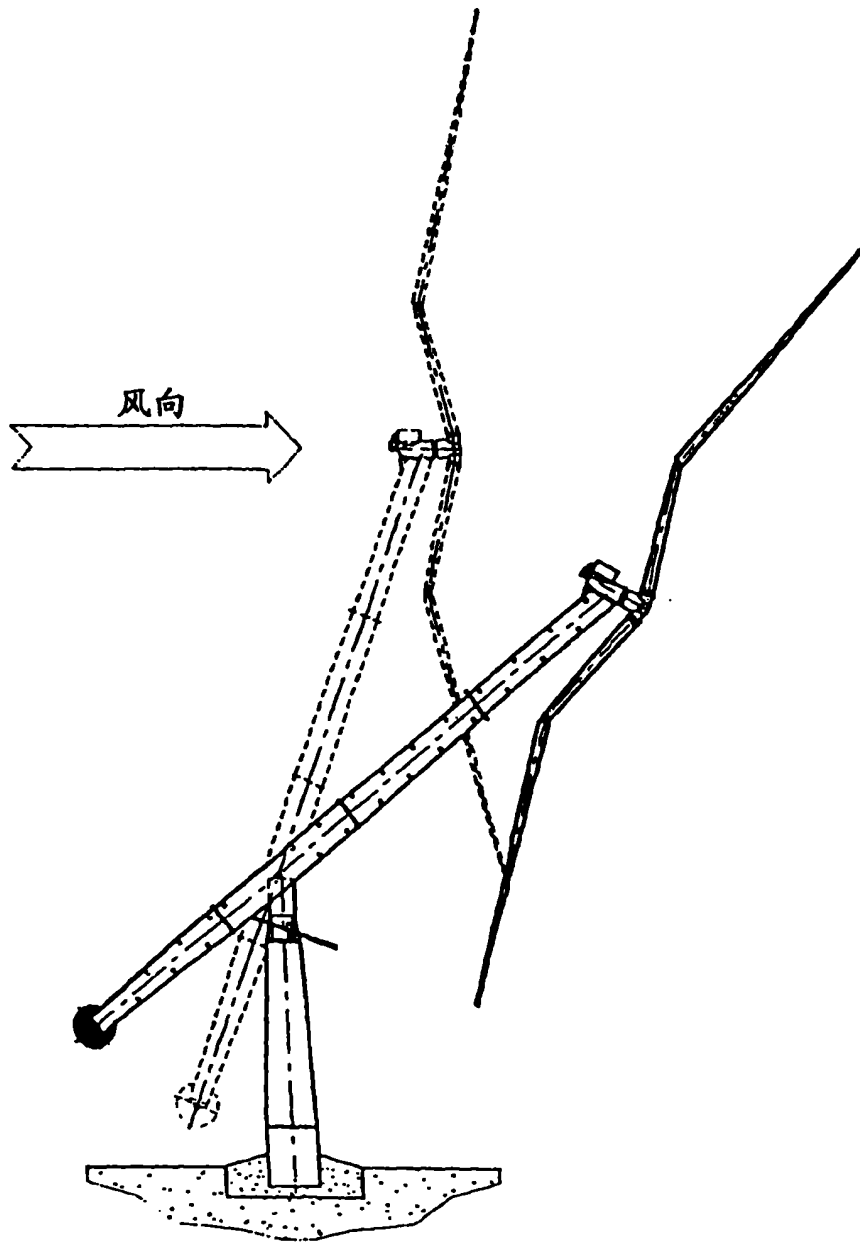


图7

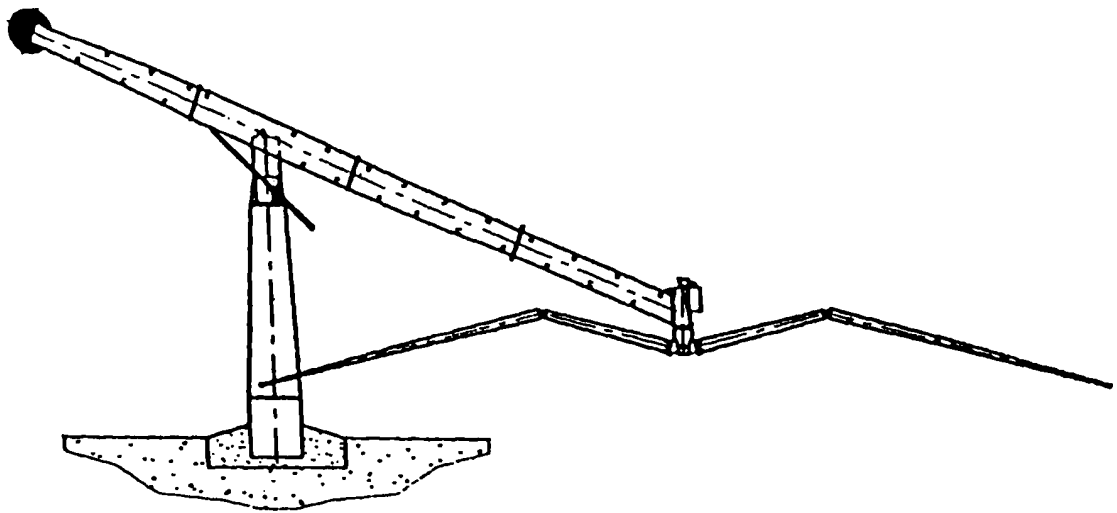


图 8a

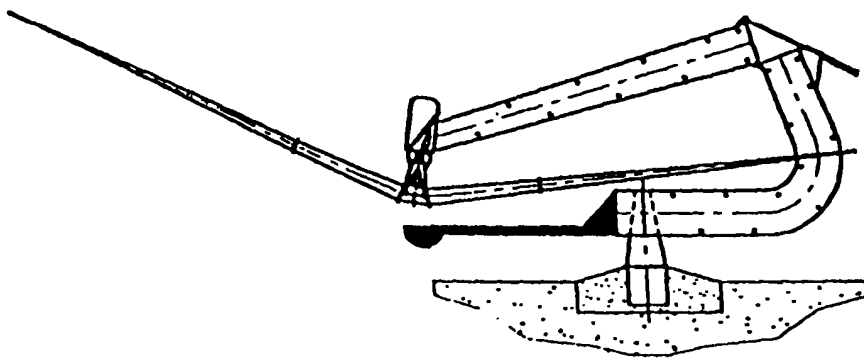


图 8b