



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105510633 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201510830294. 5

(22) 申请日 2015. 11. 25

(71) 申请人 江苏天赋新能源工程技术有限公司  
地址 226000 江苏省南通市南通经济技术开发区广州路 42 号 505 室

(72) 发明人 金明 李储江

(74) 专利代理机构 苏州华博知识产权代理有限公司 32232

代理人 张芹

(51) Int. Cl.

G01P 21/00(2006. 01)

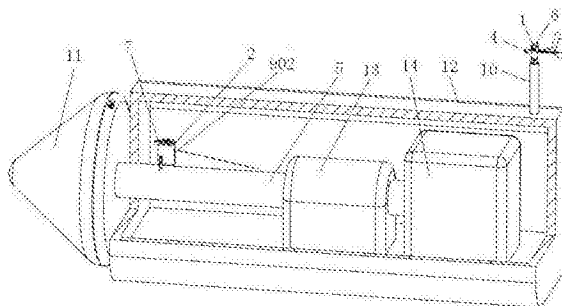
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

## (54) 发明名称

风向标零位校正系统

## (57) 摘要

本发明公开了一种风向标零位校正系统,包括风向标零位校正装置和测试装置,所述校正装置包括风向标角度校正部件、主轴角度校正部件和角度调节部件,所述风向标角度校正部件安装在所述测试装置的外部,并与所述测试装置上的风向标连接,所述风向标角度校正部件用于调节风向标上的风向标的角度;所述主轴角度校正部件安装在测试装置内的主轴上,所述主轴角度校正部件用于调节主轴的角度,所述角度调节部件分别与所述风向标、主轴角度校正部件连接,并通过调节所述风向标的角度和所述主轴的角度,使得风向标与所述主轴相平行。



1. 一种风向标零位校正系统,其特征在于,包括风向标零位校正装置和测试装置,所述校正装置包括风向标角度校正部件、主轴角度校正部件和角度调节部件,所述风向标角度校正部件安装在所述测试装置的外部,并与所述测试装置上的风向标连接,所述风向标角度校正部件用于调节风向标上的风向标的角度;所述主轴角度校正部件安装在测试装置内的主轴上,所述主轴角度校正部件用于测量主轴的角度,所述角度调节部件分别与所述风向标、主轴角度校正部件连接,并通过主轴角度校正部件测量的主轴角度调节所述风向标的角度,使得风向标的零刻度线与所述主轴相平行。

2. 根据权利要求1所述的风向标零位校正系统,其特征在于,所述风向标角度校正部件包括风向标电子罗盘,所述风向标电子罗盘与风向标的零刻度线对齐,并用于测量所述风向标的角度;所述主轴校正部件包括主轴电子罗盘,所述主轴电子罗盘与所述主轴的方向平行,所述主轴电子罗盘用于测量所述主轴的角度,所述角度调节部件分别与所述风向标、主轴电子罗盘连接,并通过主轴电子罗盘的测量的主轴角度调节风向标电子罗盘的测量角度,使得风向标与所述主轴相平行。

3. 根据权利要求2所述的风向标零位校正系统,其特征在于,所述风向标角度校正部件还包括第一支架,所述第一支架设在测试装置的风向标上,并与所述风向标的零刻度线对齐,所述风向标电子罗盘卡设在所述第一支架上。

4. 根据权利要求3所述的风向标零位校正系统,其特征在于,所述第一支架的底部设有第一卡槽,所述第一支架通过第一卡槽卡装在所述风向标上,所述第一支架的顶部还设有第二卡槽,所述风向标电子罗盘卡装在第二卡槽中,并且所述第二卡槽的水平方向与所述风向标的零刻度线对齐。

5. 根据权利要求3所述的风向标零位校正系统,其特征在于,所述主轴角度校正部件还包括第二支架,所述第二支架设在所述主轴上,并与所述主轴相平行,所述主轴电子罗盘卡设在所述第二支架上。

6. 根据权利要求5所述的风向标零位校正系统,其特征在于,所述第二支架的顶部设有凹槽,所述主轴电子罗盘卡装在所述凹槽中,所述第二支架的底部卡装在所述主轴上,并且所述凹槽的水平方向与所述主轴平行。

7. 根据权利要求6所述的风向标零位校正系统,其特征在于,所述第二支架上还设有激光发生器,所述激光发生器用于调节所述第二支架与所述主轴相平行。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的风向标零位校正系统,其特征在于,所述测试装置为风机机组,所述风电机组包括机舱和风向标,风向标角度校正部件安装在机舱外部的风向标上,所述主轴角度校正部件安装在机舱内部的主轴上。

9. 根据权利要求8所述的风向标零位校正系统,其特征在于,所述风向标包括机械式风向标和超声波式风向标,所述风向标都包括测量部件和内装风向码信号发生器的壳体底座,所述风向标角度校正部件安装在所述风向标测量部件上,所述壳体底座安装在所述风电机组上。

10. 根据权利要求8所述的风向标零位校正系统,其特征在于,所述机舱内部还设有发电机,机舱一侧还设有叶轮,所述叶轮在风的驱动下通过主轴或主轴和齿轮箱带动发电机转动发电。

## 风向标零位校正系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种校正系统,具体涉及一种风向标零位校正系统。

### 背景技术

[0002] 风电机组偏航对风不准对机组发电量会产生明显影响,直接影响了风电场发经济效益。引起机组对风不准的主要原因是由于位于机舱上测采集风向的传感器采集到的零方向并不是机头实际方向。目前在维护和安装中风向标零位校正采用观察法,靠维护人员的直观感受将风向标零刻度所指方向与机头方向校正平行,由于每个人感观差异易导致校正的误差,使传感器采集到的零方向并不是机头的实际方向,从而导致机组对风不准,直接导致机组捕获的风能减少,机组发电量减少,使风电场的经济效益受到巨大的影响。

[0003] 为解决这种需求,已有根据激光找水平的原理,通过激光和铅垂线等进行风向标校正的装置。但是这种装置不能直观显示数值,操作受天气和人为因素影响。因此急需一种装置可以快速定量的检测风向标零位误差,为风向标零位校正提供依据。

[0004] 风向标由风向标转动部件4'(头部401'、水平杆402'和尾翼403')、内装风向角度信号发生器的壳体底座2'和信号输出插座等组成,如图1所示。通过底座固定安装在机舱罩壳顶部的气象架上,底座上设置有风向标的零刻度线,当风向标与零刻度所指方向一致时,风向标的传感器输出零度信号。因此风向标输出的角度代表了风向与机组机头方向的夹角,风电机组通过偏航使夹角尽量保持在零度,实现机组的追风动作。在实际风电场运行中由于机组晃动等原因会导致风向标出现松动产生误差。导致风向零刻度线出现偏离,导致机组捕获的风能下降。

[0005] 机舱罩壳顶部的气象架形式分两种:横杆式,竖管式。横杆式支架通过风速计、风向标下面的螺母与横杆加紧固定。竖管式主要依靠风向标套管外侧的拧紧螺钉固定。

[0006] 由于风向标需要将风向标的底座上的零刻度位与机头方向对齐,对零操作一般为维护员工目测风向标零位与支架的位置来完成,从视觉效果上来看,横杆式支架的风向标由于具有方形特征,在对零误差一般在 $5-10^{\circ}$ 左右,而竖杆式固定的风向标由于参考点在圆柱形竖杆上,确认难度大,单从肉眼找误差比较困难,因而会造成对零的误差较大,导致测量误差增大。

[0007] 当来风 $V_0$ 与机头方向成一定夹角 $\alpha_w$ 时,如图2所示,评价机组的出力损失需要从来流风功率与能量利用系数两方面进行考虑。通过矢量分解将绝对来风分解,机头正方向来流速度 $V_w = V_0 \cos(\alpha_w)$ 。因此机组机头方向风轮横截面内流过的风的功率 $P_w = \rho V_0^3 \cos^3(\alpha_w) A / 2$ 。由于对风角度引起的风能能量损失如图3所示。

[0008] 而电子罗盘,又称数字罗盘,在现代技术条件中电子罗盘作为导航仪器或姿态传感器已被广泛应用。电子罗盘与传统指针式和平衡架结构罗盘相比能耗低、体积小、重量轻、精度高、可微型化,其输出信号通过处理可以实现数码显示,不仅可以用来指向,其数字信号可直接送到自动舵,控制船舶的操纵。目前,广为使用的是三轴捷联磁阻式数字磁罗盘,这种罗盘具有抗摇动和抗振性、航向精度较高、对干扰场有电子补偿、可以集成到控制

回路中进行数据链接等优点,因而广泛应用于航空、航天、机器人、航海、车辆自主导航等领域。

[0009] 因此将电子罗盘和设计的风向标及主轴专用夹具相结合,引出了这种应用电子罗盘进行风电机组风向标的零位校正的装置。

### 发明内容

[0010] 为解决上述技术问题,本发明的目的在于提供一种风向标零位校正系统,能够通过调节风向标角度校正部件和主轴角度校正部件的角度,使得风向标与所述主轴相平行,从而将风向标零位误差得以量化,同时提高了风向标零位校正的速度和精确度,从而降低了风电机组偏航对风不准的程度,促进机组发电量的提升,增加了风电场的经济效益,并且由于手持调节部件可以实时观测实施调整,降低了额外操作所带来的不必要地测量误差。

[0011] 为达到上述目的,本发明的技术方案如下:

[0012] 一方面,本发明提供一种风向标零位校正系统,包括风向标零位校正装置和测试装置,所述校正装置包括风向标角度校正部件、主轴角度校正部件和角度调节部件,所述风向标角度校正部件安装在所述测试装置的外部,并与所述测试装置上的风向标连接,所述风向标角度校正部件用于调节风向标上的风向标的角度;所述主轴角度校正部件安装在测试装置内的主轴上,所述主轴角度校正部件用于测量主轴的角度,所述角度调节部件分别与所述风向标、主轴角度校正部件连接,并通过主轴角度校正部件测量的主轴角度调节所述风向标的角度,使得风向标的零刻度线与所述主轴相平行。

[0013] 本发明的风向标零位校正装置系统,通过角度调节部件,可以调节所述风向标的角度,使得风向标的零刻度线与所述主轴相平行,从而将风向标的零刻度线的误差得以量化,同时提高了风向标零位校正的速度和精确度,从而降低了风电机组偏航对风不准的程度,促进机组发电量的提升,增加了风电场的经济效益,并且由于手持调节部件可以实时观测实施调整,降低了额外操作所带来的不必要地测量误差。

[0014] 在上述技术方案的基础上,本发明还可作出如下改进:

[0015] 作为优选的方案,所述风向标角度校正部件包括风向标电子罗盘,所述风向标电子罗盘与风向标的零刻度线对齐,并用于测量所述风向标的角度;所述主轴校正部件包括主轴电子罗盘,所述主轴电子罗盘与所述主轴的方向平行,所述主轴电子罗盘用于测量所述主轴的角度,所述角度调节部件分别与所述风向标、主轴电子罗盘连接,并通过主轴电子罗盘测量的角度调节风向标电子罗盘的测量角度,使得风向标的零刻度线与所述主轴相平行。

[0016] 采用上述优选的方案,电子罗盘与传统指针式和平衡架结构罗盘相比能耗低、体积小、重量轻、精度高、可微型化,其输出信号通过处理可以实现数码显示,不仅可以用来指向,其数字信号可直接送到自动舵,控制船舶的操纵,从而易于通过角度调节部件来控制。

[0017] 作为优选的方案,所述风向标角度校正部件还包括第一支架,所述第一支架设在测试装置的风向标上,并与所述风向标的零刻度线对齐,所述风向标电子罗盘卡设在所述第一支架上。

[0018] 采用上述优选的方案,便于安装,方便调节。

[0019] 作为优选的方案,所述第一支架的底部设有第一卡槽,所述第一支架通过第一卡

槽卡装在所述风向标上,所述第一支架的顶部还设有第二卡槽,所述风向标电子罗盘卡装在第二卡槽中,并且所述第二卡槽的水平方向与所述风向标的零刻度线对齐。

[0020] 作为优选的方案,所述主轴角度校正部件还包括第二支架,所述第二支架设在所述主轴上,并与所述主轴相平行,所述主轴电子罗盘卡设在所述第二支架上。

[0021] 采用上述优选的方案,便于安装,方便调节。

[0022] 作为优选的方案,所述第二支架的顶部设有凹槽,所述主轴电子罗盘卡装在所述凹槽中,所述第二支架的底部卡装在所述主轴上,并且所述凹槽的水平方向与所述主轴平行。

[0023] 作为优选的方案,所述第二支架上还设有激光发生器,所述激光发生器用于调节所述第二支架与所述主轴相平行。

[0024] 采用上述优选的方案,能够更准确地调整第二支架,使其与主轴平行。

[0025] 作为优选的方案,所述测试装置为风机机组,所述风电机组包括机舱和风向标,风向标角度校正部件安装在机舱外部的风向标上,所述主轴角度校正部件安装在机舱内部的主轴上。

[0026] 作为优选的方案,所述风向标包括机械式风向标和超声波式风向标。

[0027] 作为优选的方案,当风向标为超声波式风向标时,风向标包括风向标测量部件和内装风向码信号发生器的壳体底座,风向标角度校正部件通过第一支架安装在风向标测量部件上,壳体底座安装在风电机组上。

[0028] 作为优选的方案,当风向标可为机械式风向标时,风向标测量部件包括测量部件和与其连接的风向标转动部件,角度校正部件通过第一支架安装在风向标转动部件上。

[0029] 作为优选的方案,风电机组可为双馈和直驱风电机组。

[0030] 作为优选的方案,当风电机组为双馈风电机组时,当风电机组为直驱风电机组时,机舱内部还设有发电机,机舱一侧还设有叶轮,叶轮在风的驱动下通过主轴和齿轮箱带动发电机转动发电。

[0031] 作为优选的方案,当风电机组为直驱风电机组时,机舱内部还设有发电机,机舱一侧还设有叶轮,叶轮在风的驱动下通过主轴带动发电机转动发电。

[0032] 作为优选的方案,所述第一支架和第二支架均由非磁性材料制成。

[0033] 采用上述优选的方案,由非磁性材料支撑的第一、二支架能够防止干扰,使得测定结果更为准确。

[0034] 另一方面,本发明还提供一种风向标零位校正系统的校正方法,包括以下步骤:

[0035] 1)将风向标角度校正部件安装在所述风向标上,旋转调节所述风向标角度校正部件使其与所述风向标的零刻度线对齐,然后将风向标角度校正部件固定在风向标上;

[0036] 2)再将主轴角度校正部件安装在所述测试装置的主轴上,旋转调节所述主轴角度校正部件,使其与所述主轴平行,然后将所述主轴角度校正部件固定在主轴上;

[0037] 3)所述风向标角度校正部件测量的风向标角度的信号和所述主轴角度校正部件测量的主轴角度的信号输入角度调节部件,当所述风向标角度和主轴角度相差 $4^{\circ}$ 以上时,调节风向标的方向,使得风向标的零刻度线与所述主轴相平行。

[0038] 在上述技术方案的基础上,本发明还可作出如下改进:

[0039] 作为优选的方案,在步骤1)中,所述风向标角度校正部件包括风向标电子罗盘,旋

转调节所述风向标电子罗盘的方向使其与所述风向标的零刻度线对齐。

[0040] 作为优选的方案,所述风向标角度校正部件还包括第一支架,先将第一支架卡装在所述风向标上,然后再将所述风向标电子罗盘卡装在所述第一支架上,旋转调节第一支架使其与所述风向标的零刻度线对齐。

[0041] 作为优选的方案,通过调节所述风向标电子罗盘的磁场环境,使得所述风向标电子罗盘的方向使其与所述风向标的零刻度线对齐。

[0042] 作为优选的方案,在步骤2)中,所述主轴角度校正部件包括主轴电子罗盘,旋转调节所述主轴电子罗盘使其与所述主轴的方向平行。

[0043] 作为优选的方案,所述主轴角度校正部件还包括第二支架,先将第二支架卡装在所述主轴上,然后再将所述主轴电子罗盘卡装在所述第二支架上,旋转调节主轴电子罗盘使其与所述主轴的方向相平行。

[0044] 作为优选的方案,通过调节所述主轴电子罗盘的磁场环境,使得所述主轴电子罗盘的方向使其与所述主轴相平行。

[0045] 作为优选的方案,所述第二支架上还设有激光发生器,将第二支架卡装在所述主轴上后,先通过激光发生器发出的射线作为参照调整所述第二支架,使其与所述主轴相平行。

## 附图说明

[0046] 图1为现有技术中的风向标的结构示意图;

[0047] 图2为测试装置的机舱的主轴与来流成一定夹角示意图;

[0048] 图3为测试装置的机舱对风误差引起的风能损失图;

[0049] 图4为本发明的风向标零位校正系统的结构示意图;

[0050] 图5为本发明的风向标零位校正系统中的风向标角度校正部件中的第一支架的结构示意图;

[0051] 图6为本发明的风向标零位校正系统中的主轴角度校正部件的结构示意图;

[0052] 图7风向标零位校正系统的校正方法零位校正的流程图;

[0053] 其中:

[0054] 1. 风向标角度校正部件,2. 主轴角度校正部件,3. 测试装置,4. 风向标转动部件,5. 主轴,6. 风向标电子罗盘,7. 主轴电子罗盘,8. 第一支架,801. 第一卡槽,802. 第二卡槽,9. 第二支架,901. 凹槽,902. 激光发生器,903. 射线,10. 风向标,11. 叶轮,12. 机舱,13. 齿轮箱,14. 发电机。

## 具体实施方式

[0055] 下面结合附图详细说明本发明的优选实施方式。

[0056] 为了达到本发明的目的,如图4至6所示,本发明的风向标零位校正系统,包括风向标零位校正装置和测试装置,校正装置包括风向标角度校正部件1、主轴角度校正部件2和角度调节部件,风向标角度校正部件1安装在测试装置3外部,并与测试装置3上的风向标10连接,风向标角度校正部件1用于调节风向标10的角度;主轴角度校正部件2安装在测试装置1内的主轴5上;主轴角度校正部件2用于调节主轴5的角度,角度调节部件分别与风向标、主

轴角度校正部件1、2连接,并通过主轴角度校正部件2测量的主轴角度调节风向标的角度,使得风向标10的零刻度线与主轴5相平行。该风向标零位校正系统,通过角度调节部件,可以调节所述风向标的角度,使得风向标的零刻度线与所述主轴相平行,从而将风向标的零刻度线的误差得以量化,同时提高了风向标零位校正的速度和精确度,从而降低了风电机组偏航对风不准的程度,促进机组发电量的提升,增加了风电场的经济效益,并且由于手持调节部件可以实时观测实施调整,降低了额外操作所带来的不必要地测量误差。

[0057] 为了进一步地优化本发明的实施效果,风向标角度校正部件1包括风向标电子罗盘6,风向标电子罗盘6与风向标的零刻度线对齐,并用于测量风向标的角度;主轴校正部件2包括主轴电子罗盘7,主轴电子罗盘7与主轴5的方向平行,主轴电子罗盘7用于测量主轴的角度,角度调节部件分别与风向标、主轴电子罗盘6、7连接,并通过主轴电子罗盘7测量的主轴角度调节风向标电子罗盘6的测量角度,使得风向标10的零刻度线与主轴5相平行。电子罗盘与传统指针式和平平衡架结构罗盘相比能耗低、体积小、重量轻、精度高、可微型化,其输出信号通过处理可以实现数码显示,不仅可以用来指向,其数字信号可直接送到自动舵,控制船舶的操纵,从而易于通过角度调节部件来控制。

[0058] 为了进一步地优化本发明的实施效果,风向标角度校正部件1还包括第一支架8,所述第一支架8设在测试装置3的风向标10上,并与风向标的零刻度线对齐,风向标电子罗盘6卡设在第一支架8上。便于安装,方便调节。

[0059] 为了进一步地优化本发明的实施效果,第一支架8的底部设有第一卡槽801,第一支架8通过第一卡槽801卡装在风向标10上,第一支架8的顶部还设有第二卡槽802,风向标电子罗盘6卡装在第二卡槽802中,并且第二卡槽802的水平方向与风向标的零刻度线对齐。

[0060] 为了进一步地优化本发明的实施效果,主轴角度校正部件2还包括第二支架9,第二支架9设在主轴5上,并与主轴5相平行,主轴电子罗盘7卡设在第二支架9上。便于安装,方便调节。

[0061] 为了进一步地优化本发明的实施效果,第二支架9的顶部设有凹槽901,主轴电子罗盘7卡装在凹槽901中,第二支架9的底部卡装在主轴5上,并且凹槽901的水平方向与主轴5平行。

[0062] 为了进一步地优化本发明的实施效果,第二支架9上还设有激光发生器902,激光发生器902用于调节第二支架9与主轴5相平行。能够更准确地调整第二支架,使其与主轴平行。

[0063] 为了进一步地优化本发明的实施效果,所述角度调节部件为手持调节仪。手持调节仪方便调节,使用更为便捷。

[0064] 为了进一步地优化本发明的实施效果,本发明的测试装置为风电机组,风电机组包括机舱12和风向标10,风向标角度校正部件1安装在机舱12外部的风向标10上,主轴角度校正部件安装在机舱12内部的主轴5上。

[0065] 为了进一步地优化本发明的实施效果,风向标可为机械式风向标或超声波式风向标。

[0066] 为了进一步地优化本发明的实施效果,当风向标为超声波式风向标时,风向标包括风向标测量部件和内装风向码信号发生器的壳体底座,风向标角度校正部件1通过第一支架8安装在风向标测量部件上,壳体底座安装在风电机组上。

[0067] 为了进一步地优化本发明的实施效果,当风向标可为机械式风向标时,风向标测量部件包括测量部件和与其连接的风向标转动部件4,角度校正部件1通过第一支架8安装在风向标转动部件4上。

[0068] 为了进一步地优化本发明的实施效果,第一支架8和第二支架9均由非磁性材料制成。由非磁性材料支撑的第一、二支架能够防止干扰,使得测定结果更为准确。

[0069] 为了进一步地优化本发明的实施效果,为了进一步地优化本发明的实施效果,风电机组可为双馈和直驱风电机组。

[0070] 为了进一步地优化本发明的实施效果,当风电机组为双馈风电机组时,机舱12内部还设有发电机14,机舱12一侧还设有叶轮11,叶轮11在风的驱动下通过主轴5和齿轮箱13带动发电机14转动发电。

[0071] 为了进一步地优化本发明的实施效果,当风电机组为直驱风电机组时,机舱12内部还设有发电机14,机舱12一侧还设有叶轮11,叶轮11在风的驱动下通过主轴5带动发电机14转动发电。

[0072] 为了达到本发明的目的,本发明的风向标零位校正系统的校正方法,用于实现本发明的检测装置的风向标的零位校正,包括以下步骤:

[0073] 1)将风向标角度校正部件1安装在风向标10上,旋转调节风向标角度校正部件1使其与风向标的零刻度线对齐;

[0074] 2)再将主轴角度校正部件2安装在所述测试装置的主轴5上,旋转调节主轴角度校正部件1使其与主轴5的方向平行;

[0075] 3)风向标角度校正部件的风向标角度信号和所述主轴角度校正部件的主轴角度信号输入角度调节部件,当风向标角度和主轴角度相差 $4^{\circ}$ 以上时,调节风向标10的方向,使得风向标10与主轴5相平行。

[0076] 为了进一步地优化本发明的实施效果,在步骤1)中,风向标角度校正部件1包括风向标电子罗盘6,旋转调节风向标电子罗盘6的方向使其与风向标10的零刻度线对齐。

[0077] 为了进一步地优化本发明的实施效果,风向标角度校正部件1还包括第一支架8,先将第一支架8卡装在风向标10上,然后再将风向标电子罗盘6卡装在第一支架8上,旋转调节第一支架8使其与风向标的零刻度线对齐。

[0078] 为了进一步地优化本发明的实施效果,通过调节风向标电子罗盘6的磁场环境,使得风向标电子罗盘6的方向使其与风向标的零刻度线对齐。

[0079] 为了进一步地优化本发明的实施效果,在步骤2)中,主轴角度校正部件2包括主轴电子罗盘7,旋转调节主轴电子罗盘7使其与主轴5的方向平行。

[0080] 为了进一步地优化本发明的实施效果,主轴角度校正部件2还包括第二支架9,先将第二支架9卡装在主轴5上,然后再将主轴电子罗盘7卡装在第二支架9上,旋转调节主轴电子罗盘7使其与主轴5的方向相平行。

[0081] 为了进一步地优化本发明的实施效果,过调节主轴电子罗盘7的磁场环境,使得主轴电子罗盘7的方向使其与主轴5相平行。

[0082] 为了进一步地优化本发明的实施效果,第二支架9上还设有激光发生器902,将第二支架9卡装在主轴5上后,先通过激光发生器902发出的射线903作为参照调整第二支架9,使其与主轴5相平行。



[0083] 以上所述的仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明创造构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。

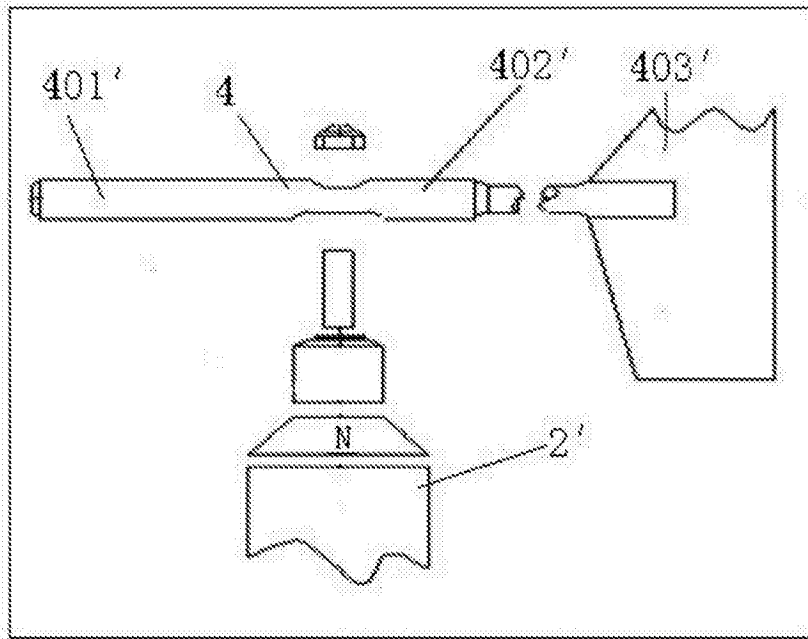


图1

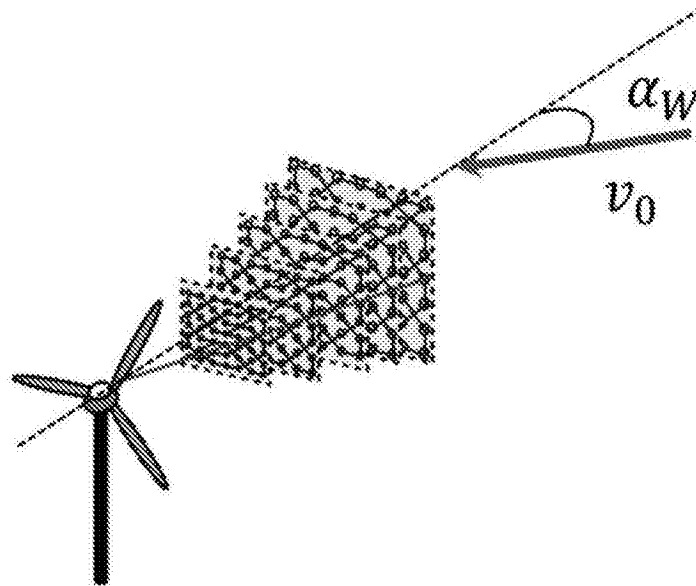


图2

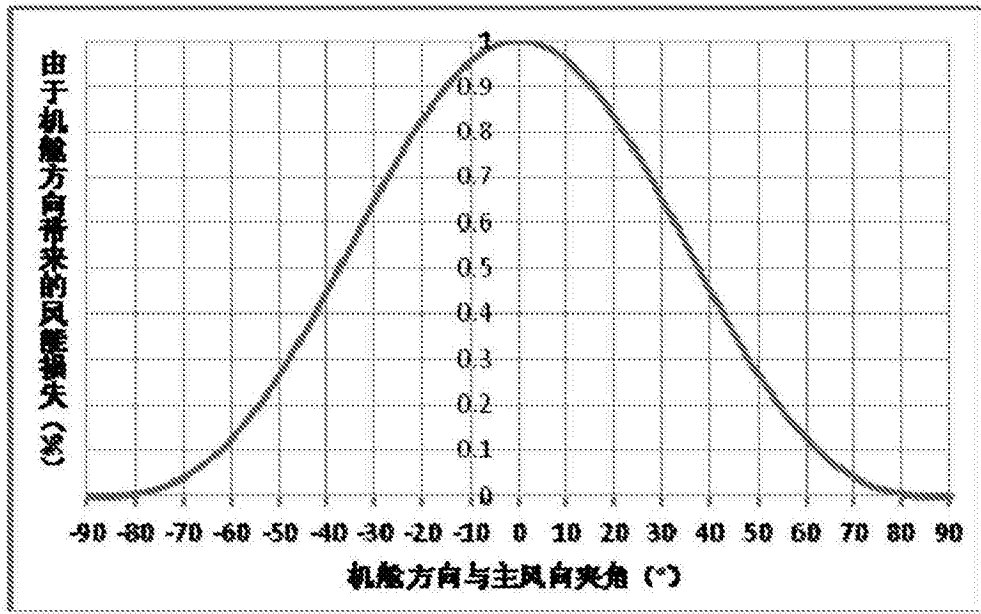


图3

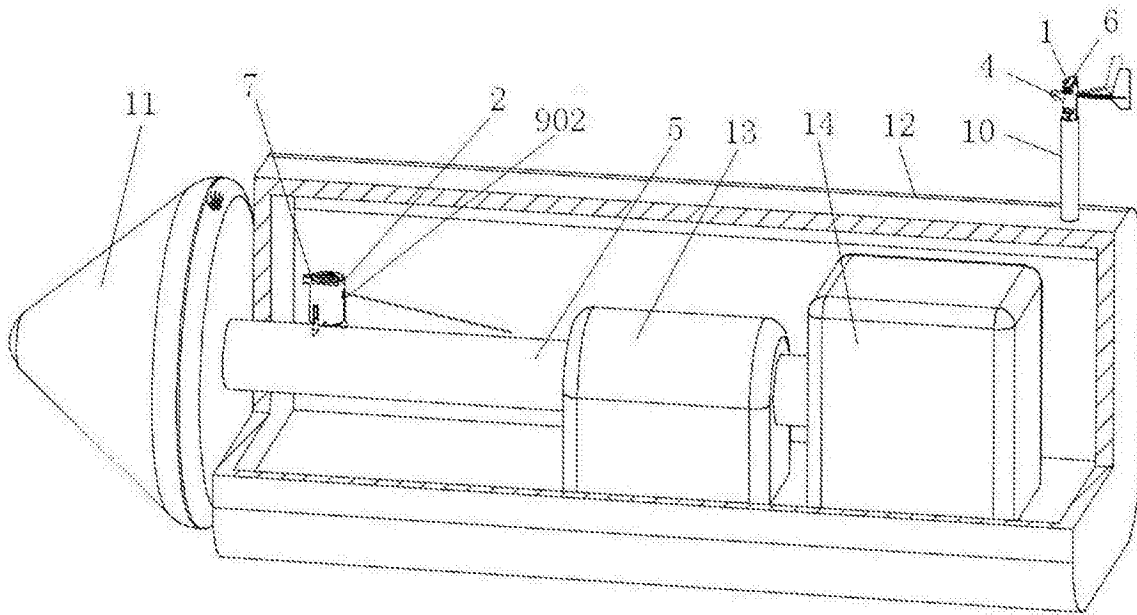


图4

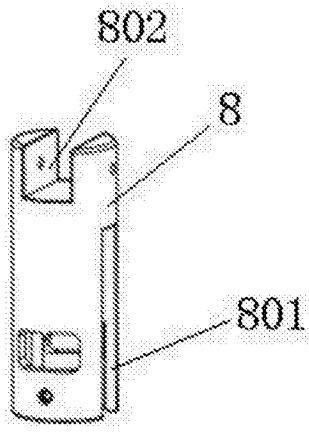


图5

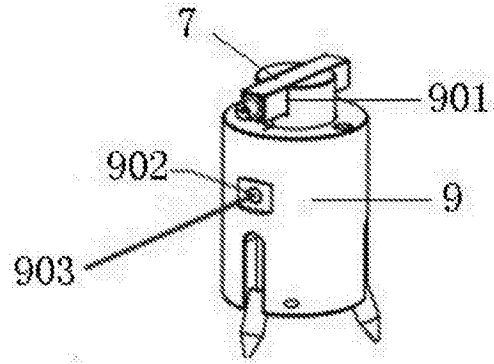


图6

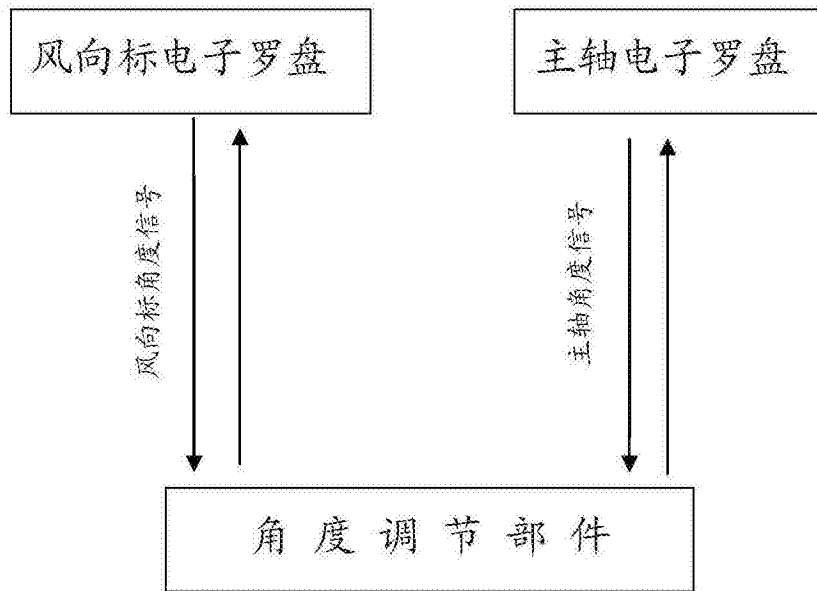


图7