

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102022275 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 25

(21) 申请号 200910187301. 9

(22) 申请日 2009. 09. 09

(73) 专利权人 韩树君

地址 110003 辽宁省沈阳市和平区十四纬路
五号辽宁省水利厅

(72) 发明人 韩树君 韩洋

(74) 专利代理机构 沈阳利泰专利商标代理有限
公司 21209

代理人 王东煜

(51) Int. Cl.

F03D 9/00 (2006. 01)

H02J 3/00 (2006. 01)

F03D 1/00 (2006. 01)

审查员 刘煜

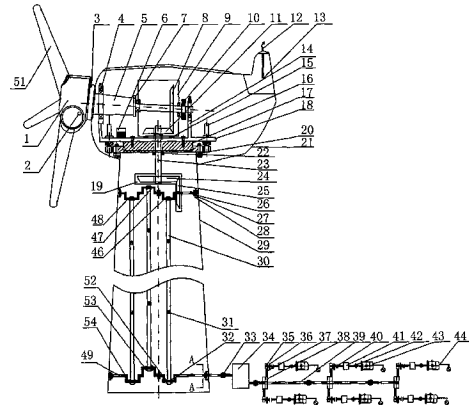
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

底驱式风力发电机组

(57) 摘要

底驱式风力发电机组,包括风力传动部分、机械传动部分、增速部分、调速发电部分、控制部分。叶片在风力作用下产生旋转通过轮毂传递给主轴。主轴与两组锥齿轮相连,进行两次变相增速后,其输出轴为一段曲轴,由三个连杆颈组成,通过传动钢管将叶轮产生的扭转力矩传递到塔筒底部的曲轴。塔筒底部的输出轴连接齿轮箱进行增速,其后分成 6 组,每组包括两套调速发电装置,由链轮、离合器、无级变速器、发电机组成。本发明造价低,省去了价格较高的变频器,同时发电频率稳定,可直接入网,有很大的经济效益和市场前景,便于市场的推广。



1. 底驱式风力发电机组,包括风力传动部分、机械传动部分、增速部分、调速发电部分、控制部分、机舱(21)和塔筒(29);整个机舱(21)坐落到与塔筒(29)相连的回转轴承(17)上,通过塔筒法兰(20)与塔筒(29)连接;上述风力传动部分包括叶片(51)和轮毂(1);叶片(51)通过法兰与轮毂(1)相连,轮毂(1)装设在机舱(21)的前端;其特征在于:

所述机械传动部分包括主轴(5)、机械刹车装置(10)、齿轮箱 I(9)、垂直轴(23)、曲轴(26)、传动钢管(30)、前轴承座(4)、后轴承座(14)、垂直轴承座(22);轮毂(1)通过后法兰(3)与主轴(5)相连,主轴(5)的前部通过前轴承座(4)固定在机舱(21)底板(18)上,主轴(5)连接齿轮箱 I(9),齿轮箱 I(9)安装在弹性减振器(15)上固定在机舱(21)底板(18)上,主轴(5)的末端用后轴承座(14)固定连接在机舱(21)底板(18)上,后轴承座(14)前面装设有机械刹车装置(10);

齿轮箱 I(9)内装设有大锥齿轮(8)和小锥齿轮(11),大锥齿轮(8)和小锥齿轮(11)相啮合,大锥齿轮(8)与主轴(5)固定连接,小锥齿轮(11)与垂直轴(23)固定连接,垂直轴(23)位于塔筒(29)内,垂直轴(23)通过轴承(22)与塔筒(29)的上端转动连接;垂直轴(23)的下端与锥齿轮箱(19)的锥形大齿轮(24)固定连接,锥形大齿轮(24)和锥形小齿轮(25)相互啮合,锥形小齿轮(25)与一上曲轴(26)的一端部固定连接,上曲轴(26)由三个互成 120° 的上一号连杆颈(46)、上二号连杆颈(47)和上三号连杆颈(48)顺时针排布而成;上曲轴(26)通过连接在固定架(28)上结构相同的多个转动轴承(27)进行轴向固定,塔筒(29)的下部设有一下曲轴(49),下曲轴(49)设有与上曲轴(26)结构相同的下一号连杆颈(52)、下二号连杆颈(53)和下三号连杆颈(54),并分别与上曲轴(26)的三个连杆颈的几何位置相对应;上曲轴(26)和下曲轴(49)的三个连杆颈分别对应连接结构相同的三个传动钢管(30);

所述增速部分由联轴器(33)和齿轮箱 II(34)组成;下曲轴(49)的输出轴头通过联轴器(33)与齿轮箱 II(34)相连接;

所述调速发电部分由结构相同的多组调速发电装置所组成,每组调速发电装置包括大链轮(38)、多个小链轮(35),离合器(40),无级变速器(41),发电机(43),入网线路(44);上述齿轮箱 II(34)的输出轴上分别通过多个联轴器(33)相连接的多段结构相同水平传动轴(39),在多段水平传动轴(39)上分别对应装设多组调速发电装置,每组调速发电装置的大链轮(38)通过传动链(37)与多个小链轮(35)转动连接,小链轮(35)带动后段传动轴(50),后段传动轴(50)通过传动轴承座(36)固定,后段传动轴(50)与离合器(40)连接,离合器(40)连接无级变速器(41),无级变速器(41)通过联轴器(42)与发电机(43)相连,发电机(43)的输出端与电网(44)连接。

2. 根据权利要求 1 所述的底驱式风力发电机组,其特征在于:上述小锥齿轮(11)与塔筒(29)同心安装。

3. 根据权利要求 1 所述的底驱式风力发电机组,其特征在于:上述上曲轴(26)的三个连杆颈与下曲轴(49)的三个连杆颈的转速与安装角度保持一致。

4. 根据权利要求 1 所述的底驱式风力发电机组,其特征在于:上述调速发电装置的多段水平传动轴(39)保持同心,并通过联轴器相连接。

底驱式风力发电机组

技术领域

[0001] 本发明涉及的是风力发电机组,具体涉及的是一种与市场上的风力发电机有所不同:一是本发明风力发电机省去了并网所用的变频装置,采用无级变速器进行转速的调控;二是本发明采用动力下移,发电设备在地面设置的结构,可以降低设备成本 30%~50%;三是本发明发电电流稳定,可直接并入国家电网,改变了原有设备发电质量差,不能直接发电并网的弊端的底驱式水平轴风力发电机组。

背景技术

[0002] 在人类面临的能源、环境两大紧迫问题的今天,被人们誉为绿色、环保能源,如风能,水能以及太阳能等洁净能源的利用日益受到人们的重视。风能是地球与生俱来的资源,作为可再生的绿色能源,凭借其巨大的商业潜力和环保效益,在全球的新能源和可再生能源行业中创造了最快的增速。目前世界风能发电厂以每年 32%的增速在发展。

[0003] 风力发电与火电、核电、水电等其他发电方式相比有诸多优点。一台单机容量为 1000kw 的风机与同容量火电装机相比,每年可减排 200t 二氧化碳、10t 二氧化硫、6t 二氧化氮。自 19 世纪末丹麦建成全球第一个风力发电装置以来,世界风电装机容量迅猛增长,1981 年为 15MW,1992 年已达 2652MW,2003 年初,全球风力发电机容量达 3200MW,其总量已经相当于 32 座标准核电站。据 1999 年欧洲风能协会发表的一项国际能源研究报告称,风力发电到 2020 年可提供世界电力需求的 10%,并在全球范围内减少 100 多亿吨二氧化碳废气。

[0004] 虽然风力发电技术的发展相对比较成熟,但是其中也存在着很多的问题,如:价格较高,大中型风力发电机初期投资较大,回收期长;发出的电流不稳定,需要变频。在采用失速型风机时,对电网冲击太大,现在采用变桨风机,对电网的冲击减少,仍有一定的冲击。针对以上所提到的问题,目前风力发电行业还没有一种很好的实施方法。

[0005] 本发明采用无级变速器进行调速,有效的控制了发电机的转速,使发电频率稳定;同时本发明通过传动系统将发电机放置在地面,这样既减轻了机舱内部的重量又大大降低了投资成本。

发明内容

[0006] 本发明的目的是针对目前国内外市场上风力发电机价格普遍较高,并网技术路线复杂,投资较大的问题而提供一种新型的发电频率稳定、投资较小的底驱式风力发电机组。

[0007] 采用的技术方案是:

[0008] 底驱式风力发电机组,包括风力传动部分、机械传动部分、增速部分、调速发电部分、控制部分、机舱和塔筒;整个机舱坐落到与塔筒相连的回转轴承上,通过法兰盘与塔筒转动连接。上述风力传动部分包括叶片和轮毂;叶片通过法兰与轮毂相连,轮毂装设在机舱的前端;叶片在风力作用下进行旋转,产生动力,轮毂与后面的机械传动部分连接,将叶片产生的旋转动力传递下去;其结构特点是:

[0009] 所述机械传动部分包括主轴、机械刹车装置、锥齿轮、垂直轴、上、下曲轴、传动钢管、轴承座。轮毂通过法兰与主轴连接, 主轴的前部通过轴承座固定在机舱底板上, 主轴连接第一组齿轮箱, 第一组齿轮箱安装在弹性减振器上固定在机舱底板上, 主轴的末端用轴承座固定, 连接在机舱底板上, 轴承座前面装设有机械刹车装置;

[0010] 第一组齿轮箱内装设有大锥齿轮和小锥齿轮, 大锥齿轮和小锥齿轮相啮合, 大锥齿轮与主轴固定连接, 小锥齿轮与垂直轴固定连接, 垂直轴位于塔筒内, 垂直轴通过轴承与塔筒的上端转动连接; 将叶片产生的旋转动力传给一组锥齿轮进行增速与变向。通过锥齿轮的变向作用, 传动轴已由水平轴变成垂直轴, 同时在此第一步增速后, 传动轴的转速已达到 30r/min。

[0011] 第一组齿轮箱内装设有大锥齿轮和小锥齿轮, 大锥齿轮和小锥齿轮相啮合, 大锥齿轮与主轴固定连接, 小锥齿轮与垂直轴固定连接, 垂直轴位于塔筒内, 垂直轴通过轴承与塔筒的上端转动连接; 垂直轴的下端与第二组锥齿轮箱的锥形大齿轮固定连接, 锥形大齿轮和锥形小齿轮相互啮合, 锥形小齿轮与上曲轴的一端部固定连接, 上曲轴由三个互成 120° 的上一号连杆颈、上二号连杆颈和上三号连杆颈顺时针排布而成; 上曲轴通过连接在固定架上结构相同的三个转动轴承进行轴向固定, 塔筒的下部设有一下曲轴, 下曲轴的固定方式与上曲轴相同, 即通过连接在固定架上与上曲轴结构相同的三个转动轴承进行轴向固定, 下曲轴设有与上曲轴结构相同的下一号连杆颈、下二号连杆颈和下三号连杆颈, 并分别与上曲轴的三个连杆颈的几何位置相对应; 因传动轴的下端连接第二组锥齿轮箱, 便再次进行变向与增速。再次变向增速后, 将轮毂的扭转力矩传递到塔筒下端的下曲轴。每根传动钢管都由两个活动连接件连接, 可实现传动钢管的自由弯曲。

[0012] 所述增速部分由联轴器、第三组齿轮箱组成。塔筒下端的下曲轴通过联轴器与齿轮箱连接。经过第三组齿轮箱的输出轴与后面的调速发电装置连接。

[0013] 所述调速发电部分由结构相同的多组调速发电装置所组成, 每组调速发电装置包括大链轮、多个小链轮、离合器、无级变速器、发电机和入网线路; 上述齿轮箱的输出轴上分别通过多个联轴器相连接的多段结构相同水平传动轴, 在多段水平传动轴上分别对应装设多组调速发电装置, 每组调速发电装置的大链轮通过传动链与多个小链轮转动连接, 小链轮带动后段传动轴, 后段传动轴通过轴承座固定, 后段传动轴与离合器连接, 离合器连接无级变速器, 无级变速器通过联轴器与发电机相连, 发电机的输出端与电网连接。在无级变速器的控制下, 发电机的转速稳定, 发出的电流频率也很稳定, 可直接并网发电。

[0014] 所述控制部分包括机舱内控制与地面控制两部分。机舱控制部分主要控制底驱式风力发电机组的变桨装置、偏航装置与机械刹车装置。采用大功率整流逆变控制器, 以及有源滤波和无功补偿。信号处理采用两个独立的主计算机和辅助计算机或高速数字信号处理芯片来进行。主计算机在地面控制室的开关柜内, 辅助计算机设在机舱内; 机舱上部的风向仪、风速仪及相应的传感起通过导线与辅助计算机的输入端口连接, 辅助计算机的输出端口分别与机械刹车装置、偏航装置变桨距装置的输入端口相连接, 辅助计算机的通讯接口与主计算机的通讯接口通过导线相连接, 主计算机的输出端口分别与离合器和无级变速器相连接; 所有来自传感器和变送器的输入信号都由辅助计算汇集和处理, 再传送给主计算机。主计算机监控风轮所有的运行状态, 并根据机舱内的微处理器汇集来的信息控制地面上离合器的开启与无级变速器的工作。

[0015] 上述锥齿轮与塔筒同心安装。

[0016] 上述上曲轴的三个连杆颈与下曲轴的三个连杆颈的转速与安装角度保持一致。

[0017] 上述调速发电装置各段轴保持同心,并通过联轴器相连接。

[0018] 上述的变桨装置、偏航装置、机械刹车装置和无级变速器均为市售成品件。

[0019] 本发明的工作原理:

[0020] 底驱式风力发电机组一般用在指定的风场中工作,风场中的风能丰富,且风向稳定。连在轮毂上的叶片具有空气动力外形,在风力的作用下产生旋转,同时带动轮毂旋转。轮毂通过法兰与主轴相连,主轴通过轴承座固定在机舱底板上。主轴的另一端连接齿轮箱,齿轮箱中是一组锥齿轮,用于增速与变向。在齿轮箱之前有一个降噪装置,为了减小齿轮箱传到机舱机座的振动,齿轮箱安装在弹性减振器上固定在机舱底板上,弹性减振器是用高强度橡胶和刚垫做成的弹性支座块。输出轴用轴承固定,连接在机舱底板上,轴承座前连接机械刹车装置,机械刹车装置往往与变桨矩系统配合使用,先调节桨距,降低风轮转速,再进行机械刹车,这样可以减少制动载荷,减少对齿轮箱的冲击。

[0021] 通过锥齿轮的变向,传动轴已由水平轴变成垂直轴,垂直轴伸入到塔筒内,通过轴承固定。垂直轴的下端接一组锥齿轮,再次进行变向增速。变向后的传动轴为一段水平的曲轴,该曲轴由三个互成 120° 的连杆颈顺时针排布而成,并通过连接在固定架上的 3 个轴承进行轴向固定,固定架安装在塔筒上。曲轴的连杆颈连接传动钢管,并通过套筒进行固定。传动钢管共分为三段,由两个活动连接件连接而成,这样可实现传动钢管的自由弯曲。传动钢管的下端用同样的方式连接在塔筒下方的曲轴上。曲轴的输出端通过联轴器接入齿轮箱进行增速。通过齿轮箱的高速轴连入 6 组并排连接的调速发电装置,每组都通过大链轮接入,在传动链带的带动下带动小链轮旋转,每个大链轮带动两个小链轮。小链轮带动的传动轴用轴承座固定,其后连接离合器,离合器后接入 200kw 的无级变速器,无级变速器通过联轴器与一台 200kw 的发电机相连。在无级变速器的控制下,发电机的转速稳定,发出的电流频率也很稳定,可直接并网发电。

[0022] 本发明的最大优势:

[0023] 1. 克服了原设备造价高的弊端:由于采用新的传输动力结构和设置,机械制造成本可降低 30%~50%。

[0024] 2. 解决了原设备发电质量差的弊端:风力发电质量差一直是困扰风力发电发展的重大技术问题,俗称“垃圾电”。本发明通过变桨距装置调桨变速;多机组根据风力变化开停调速;单机加装无级变速器实现了微调。这样就从根本上解决了风力发电质量差的问题。

[0025] 3. 为开发大功率风电设备创造了条件:影响大功率风力发电的最大困扰就是难以解决塔筒负重问题,本发明将原设备许多部件装放在地面。这就大大减轻了塔筒的负重,为实现大功率和超大功率风力发电创造了条件。

[0026] 4. 设备结构简单,制造维修方便,完全实现国产化:本设备虽然结构简单,但力的传输损失很小。在动力传输过程中,曲轴与曲轴之间的距离比较长,连接曲轴之间的拉力件自身重量很大。但由于是“三向”曲轴,当“一向”向上拉的时候,另“两向”曲轴带动的拉力件向下施压,这样就实现了拉力件自身消耗的力与相对应的另“两向”向下施压的力相平衡。本设计的发电机安置在地面,对设备的体积和重量要求相对低一些,这样设备就可完全

实现国产化。

[0027] 本发明的特点：

[0028] 1. 经济效益巨大：整个系统造价较低，采用无级变速器进行调速控制，省去了原有底驱式风力发电机组的变频环节；同时，本发明选用的齿轮箱、发电机等设备均可使用普通的国产设备，省去了原有的底驱式风力发电机组的齿轮箱、发电机等价格昂贵的设备。这样就大大的节约了成本，有很大的经济效益和市场前景，便于市场的推广。

[0029] 2. 社会效益巨大：有利于地方经济建设，增加地方税收，增加当地人员就业。本发明所使用的齿轮箱、发电机、无级变速器等设备可实现全部国产化，给国内的中小企业提供了市场。有利于拉动内需，促进国内经济发展。

[0030] 3. 入网电流稳定：由于本发明采用多机组开停，无级变速器调速等形式，这就使输入发电机的转速稳定，进而使其发电机发电频率稳定，可直并入网发电。

[0031] 4. 维护、维护方便：本发明通过传动机构把底驱式风力发电机组产生的动力传递到地面上，同时也将齿轮箱、发电机等设备移到了地面上，这样就可以使一部分设备的维修、维护工作在地面上进行。

[0032] 5. 本发明通过传动机构将水平轴底驱式风力发电机组产生的动力传递到地面；并用无级变速器进行速度的调控，使发电机发出的电流稳定。目前，世界上尚没有此项技术的使用。

附图说明

[0033] 图 1 是本发明的整体结构示意图。

[0034] 图 2 是本发明机舱内结构示意图。

[0035] 图 3 是图 1 的 A-A 剖视示意图。

[0036] 图 4 是本发明塔筒内传动示意图。

[0037] 图 5 是本发明调速发电结构示意图。

[0038] 图 6 是本发明控制部分示意图。

具体实施方式

[0039] 底驱式风力发电机组，包括风力传动部分、机械传动部分、增速部分、调速发电部分、控制部分、机舱和塔筒；整个机舱 21 坐落到与塔筒 29 相连的回转轴承 17 上，通过塔筒法兰 20 与塔筒 29 连接。上述风力传动部分包括叶片 51 和轮毂 1；叶片 51 通过法兰与轮毂 1 相连，轮毂 1 装设在机舱 21 的前端；叶片 51 在风力作用下进行旋转，产生动力，轮毂 1 与后面的机械传动部分连接，将叶片 51 产生的旋转动力传递下去；

[0040] 在叶片 51 的根部装设变桨距装置 2，变桨距装置 2 与叶片 51 活动连接，在变桨距装置 2 的作用下叶片 51 可绕着轮毂 1 做圆周转动，在启动风速与额定风速之间叶片 51 变换角度，找到最佳的攻角，提高风能利用率。同时在暴风状态下，变桨距装置 2 进行变桨，使叶片 51 垂直对风，迎风面积达到最小。

[0041] 所述机械传动部分包括主轴 5、机械刹车装置 10、第一组齿轮箱 9、垂直轴 23、锥齿轮 24、25、上曲轴 26、传动钢管 30、活动连接件 31、套筒 32、前轴承座 4、垂直轴承座 22；轮毂 1 通过后法兰 3 与主轴 5 相连，主轴 5 的前端通过前前轴承座 4 固定在机舱 21 底板 18 上。

主轴 5 装设一个降噪装置 7,并与第一组齿轮箱 9 连接,第一组齿轮箱 9 中是一组大锥齿轮 8 和小锥齿轮 11 相啮合,用于增速与变向。加装降噪装置 7 是为了减小第一组齿轮箱 9 传到机舱 21 机座的振动,第一组齿轮箱 9 安装在弹性减振器 15 上,第一组齿轮箱 9 通过弹性减振器 15 固定在机舱 21 底板 18 上。主轴 5 的末端用后轴承座 14 固定连接在机舱 21 底板 18 上,在后轴承座 14 和第一组齿轮箱 9 之间的主轴 5 上装设有机械刹车装置 10,机械刹车装置 10 往往与变桨距装置 2 配合使用,先调节桨距,降低轮毂 1 转速,再进行机械刹车,这样可以减少制动载荷,减少对第一组齿轮箱 9 的冲击。

[0042] 通过大锥齿轮 8 和小锥齿轮 11 的变向,传动方向已由水平转动的主轴 5 变成垂直轴 23,垂直轴 23 的上端与小锥齿轮 11 固定连接,垂直轴 23 装设在塔筒 29 内,通过垂直轴承 22 与塔筒 29 的上端转动连接。垂直轴 23 的下端连接第二组锥齿轮箱 19,第二组锥齿轮箱 19 中的锥形大齿轮 24 和锥形小齿轮 25 相互啮合,再次进行变向增速。垂直轴 23 的下端与锥形大齿轮 24 连接,锥形小齿轮 25 与一上曲轴 26 的一端部固定连接。

[0043] 上曲轴 26 由三个互成 120° 的上一号连杆颈 46、上二号连杆颈 47 和上三号连杆颈 48 顺时针排布而成;上曲轴 26 通过连接在结构相同的固定架 28 上结构相同的三个转动轴承 27 进行轴向固定,固定架连接在塔筒 29 上。塔筒 29 的下部设有一下曲轴 49,下曲轴 49 的固定方式与上曲轴 26 相同,即通过连接在固定架 28 上结构相同的三个转动轴承 27 进行轴向固定,下曲轴 49 设有与上曲轴 26 结构相同的下一号连杆颈 52、下二号连杆颈 53 和下三号连杆颈 54,并分别与上曲轴 26 的三个连杆颈的几何位置相对应;上曲轴 26 和下曲轴 49 的三个连杆颈 46、47、48 和 52、53、54 分别连接结构相同的传动钢管 30,三个传动钢管 30 的上、下两端分别与套筒 32 固定连接,套筒 32 分别对应套设在上、下曲轴 26、49 的上、下一号连杆颈 46 和 52、上、下二号连杆颈 47 和 53、上、下三号连杆颈 48 和 54 上,每根传动钢管 30 由三段钢管组成,并由结构相同的活动连接件 31 连接,可实现自由弯曲。

[0044] 所述增速部分由联轴器 33、齿轮箱 34 组成;下曲轴 49 的输出轴头通过联轴器 33 接入第三组齿轮箱 34 进行增速。经过第三组齿轮箱 34 增速的输出轴连接多个调速发电部分。

[0045] 所述调速发电部分由多组调速发电装置组成;所述调速发电装置包括多个结构相同的大链轮 38、多个结构相同的小链轮 35,离合器 40,无级变速器 41,发电机 43,入网线路 44;上述第三组齿轮箱 34 的输出轴上分别通过多个联轴器 33 相连接的多段结构相同的水平传动轴 39,在多段水平传动轴 39 上分别对应装设多组调速发电装置,每组调速发电装置的大链轮 38 通过传动链 37 与多个小链轮 35 转动连接,每个大链轮 38 带动两个小链轮 35;小链轮 35 带动的后段传动轴 50,后段传动轴 50 通过传动轴承座 36 固定,后段传动轴 50 与离合器 40 连接,当风速较低时,可控制离合器 40 的闭合,这样就可以关闭一部分发电机 43,使适应该风速条件的发电机数量先工作,等风速达到额定风速或在额定风速以上时再使发电机全部开始工作,这样就可以控制发电机发电的稳定性。离合器 40 连接一台 200kw 的无级变速器 41,无级变速器 41 通过联轴器 42 与一台 200kw 的发电机 43 相连。在无级变速器 41 的调速下,发电机 43 的转速稳定,发出的电流频率也很稳定,可直接并网 44 发电。

[0046] 所述控制部分包括机舱 21 内控制与地面控制两部分。机舱 21 控制部分包括风速仪与风向仪 12、变桨装置 2、偏航装置 16 和机械刹车 10。机舱 21 顶部设有的风速仪与风向仪 12 及相应的传感器通过导线与辅助计算机 6 的输入端口连接,风速仪与风向仪 12 的

下端设有散热装置 13 ;根据当时的风力和风向情况把信息传输给机舱 21 上的辅助计算机 6,辅助计算机 6 将信号汇集处理,辅助计算机 6 的输出端口分别与机械刹车装置 11、偏航装置 16、变桨距装置 2 的输入端口相连接,辅助计算机 6 的通讯接口与主计算机 45 的通讯接口通过光纤相连接,通过光纤可靠、快速地交换信息再传给地面上的主计算机 45,主计算机 45 在地面控制室的开关柜内,监控整个机组所有的运行状态。对偏航装置 16、变桨距装置 2、机械刹车装置 10 进行控制。主计算机 45 的输出端口分别与离合器 40 和无级变速器 41 相连接 ;所有来自传感器和变送器的输入信号都由辅助计算汇集和处理,再发送给主计算机 45。主计算机 45 根据机舱 21 内的辅助计算机 6 汇集来的信息控制地面上离合器 40 的开启与无级变速器 41 的工作。

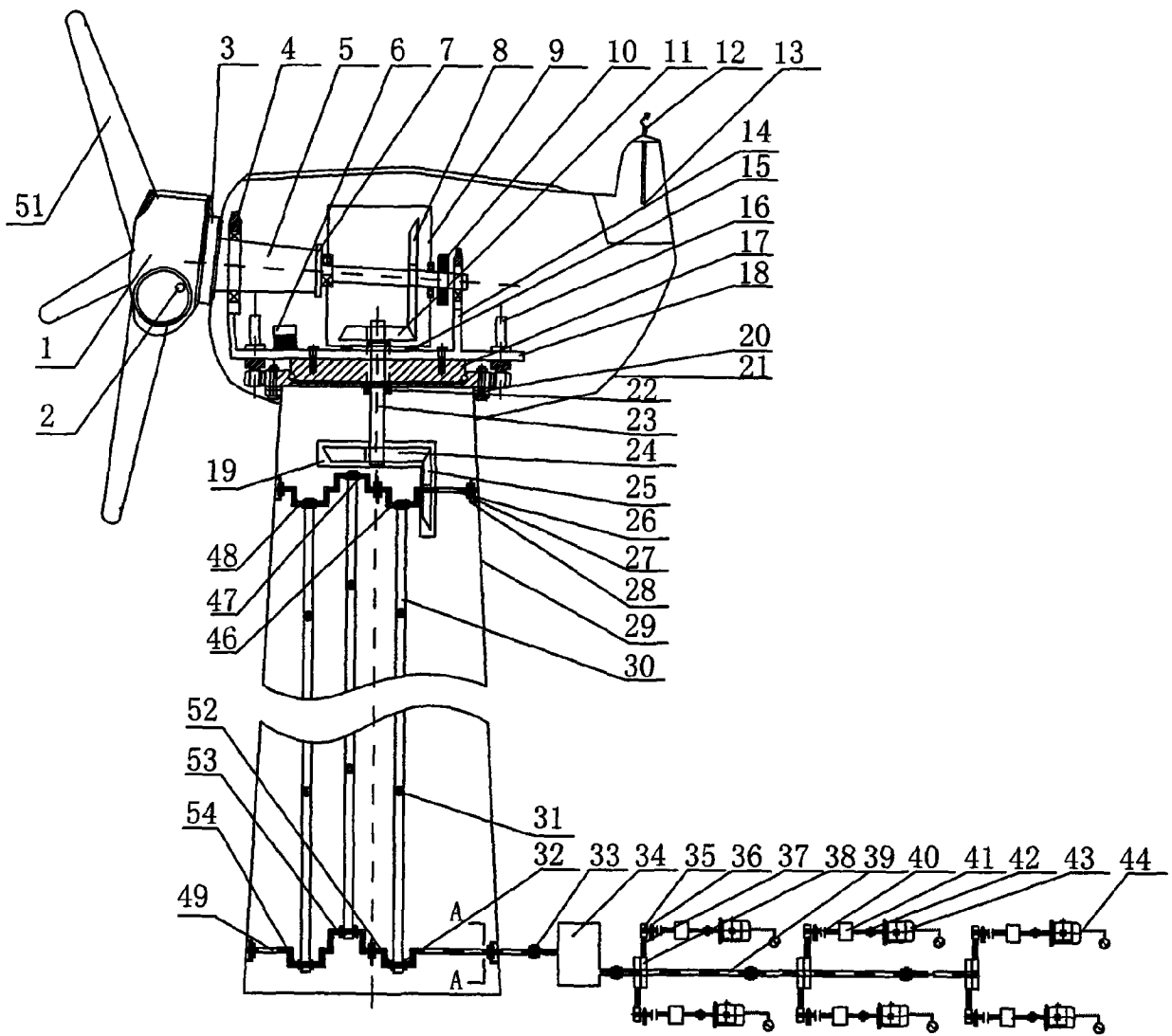


图 1

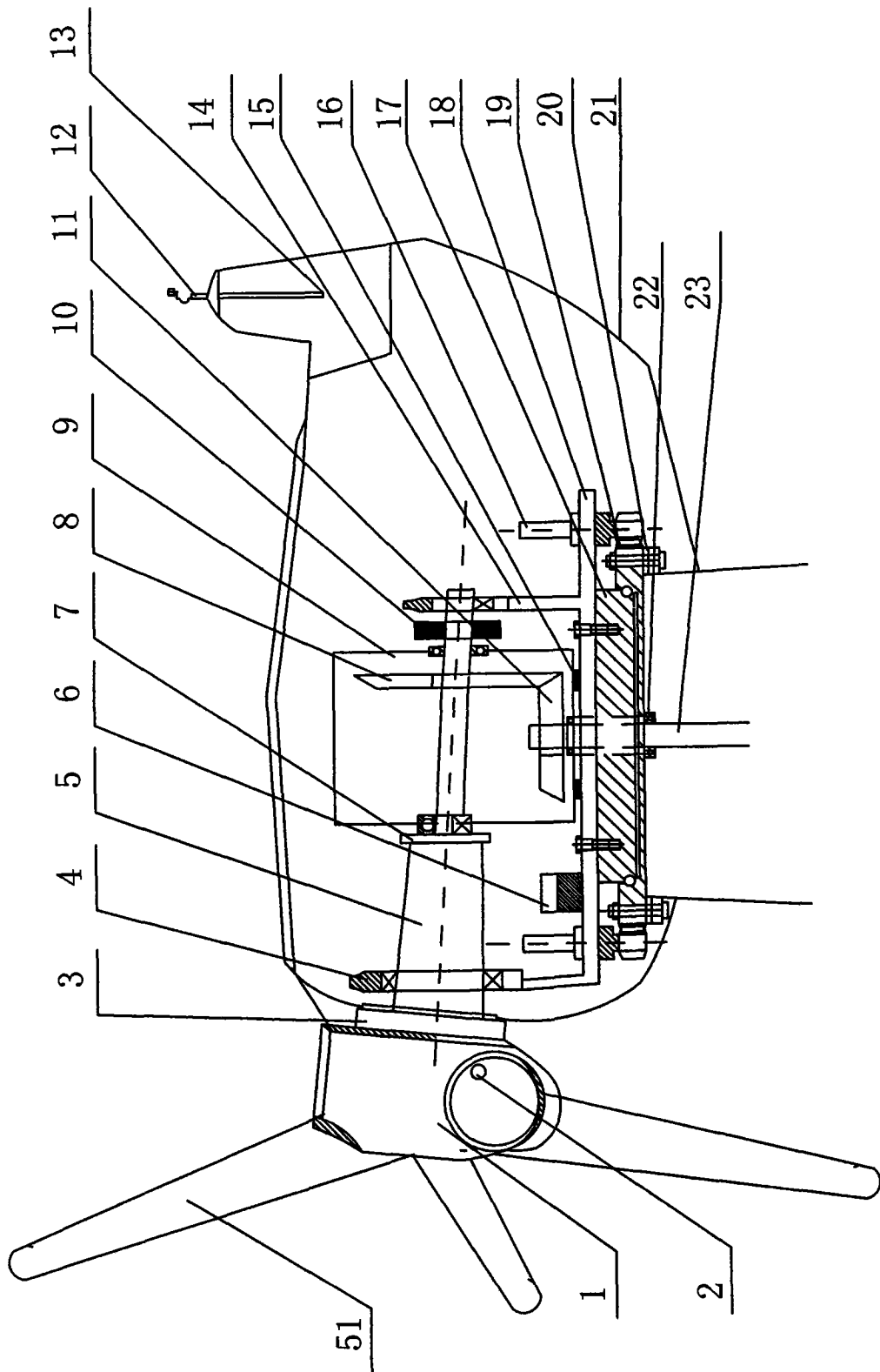


图 2

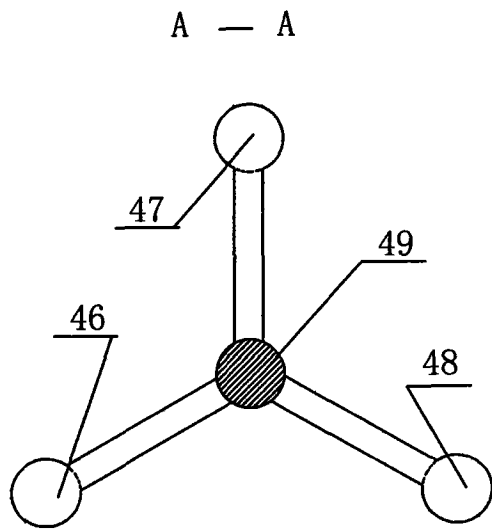


图 3

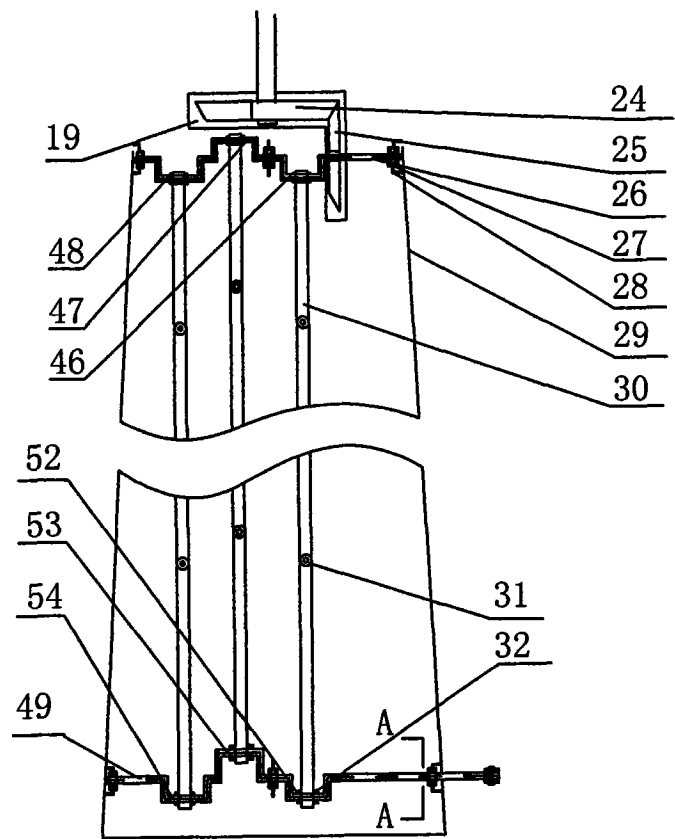


图 4

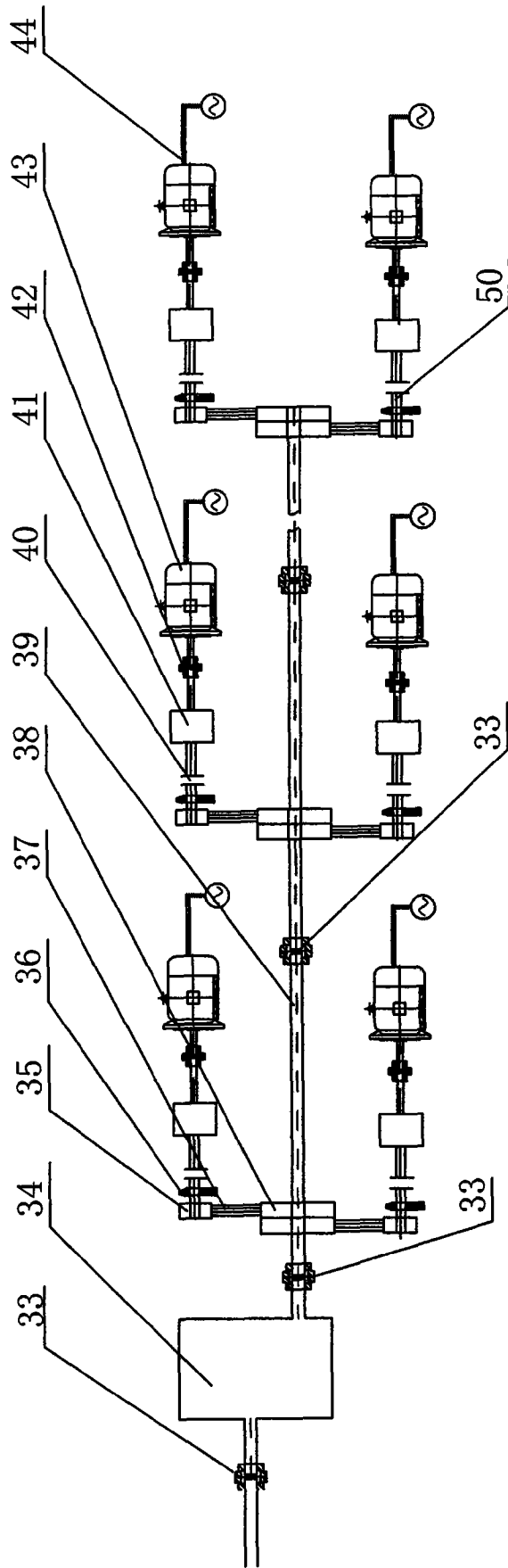


图 5

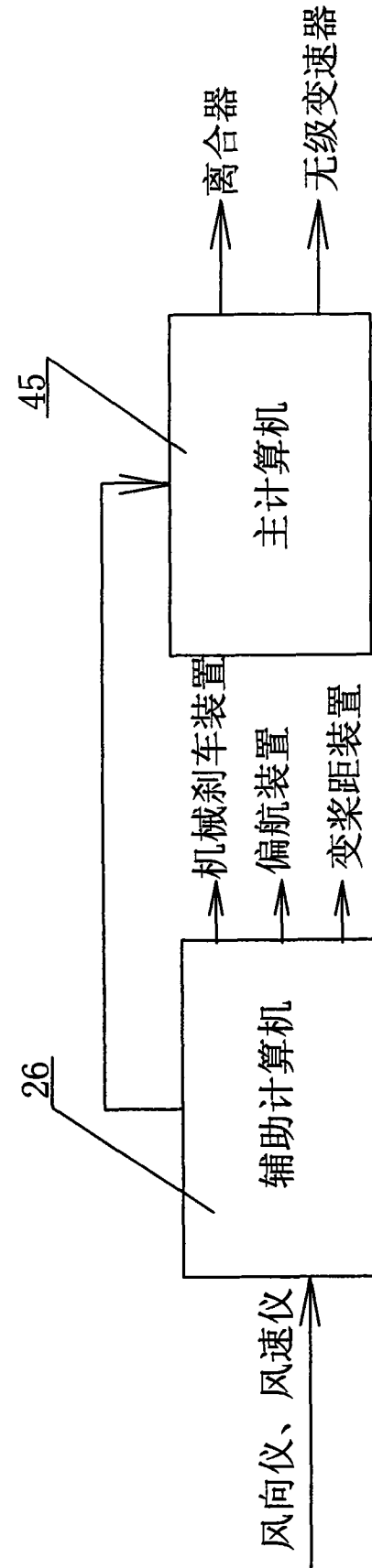


图 6