



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 205036510 U

(45) 授权公告日 2016. 02. 17

(21) 申请号 201520798925. 5

(22) 申请日 2015. 10. 16

(73) 专利权人 岑益南

地址 250013 山东省济南市山大路 57 号神  
光花园 3-1-202

(72) 发明人 岑益南

(74) 专利代理机构 济南泉城专利商标事务所  
37218

代理人 张贵宾

(51) Int. Cl.

F03D 9/25(2016. 01)

F03D 1/02(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

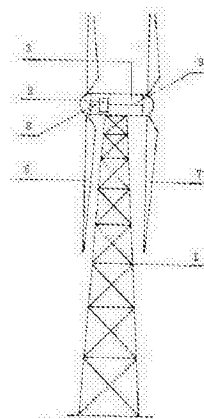
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 实用新型名称

双风轮直驱风力发电机

(57) 摘要

本实用新型属于新能源应用技术领域, 特别涉及一种双风轮直驱风力发电机。该双风轮直驱风力发电机包括塔架, 塔架上端设有发电机, 发电机上端设有机舱, 其特征在于: 所述的发电机包括转子和定子, 转子连接前风轮, 定子连接后风轮, 前风轮的转动方向与后风轮转动方向相反, 使得转子与定子相对转速增加, 发电机直径大幅减小。结构简单, 使用方便; 成本也大幅度下降, 克服了直驱风力发电机成本高的缺点; 增大发电功率, 提高风场的效率。



1. 一种双风轮直驱风力发电机,包括塔架(1),塔架(1)上端设有发电机(2),发电机(2)上端设有机舱(3),其特征在于:所述的发电机(2)包括转子(4)和定子(5),转子(4)连接前风轮(6),定子(5)连接后风轮(7),前风轮(6)的转动方向与后风轮(7)转动方向相反。

2. 根据权利要求1所述的双风轮直驱风力发电机,其特征在于所述的前风轮(6)通过前风轮轴(8)与转子(4)连接,后风轮(7)通过后风轮轴(9)与定子(5)连接。

3. 根据权利要求1所述的双风轮直驱风力发电机,其特征在于所述的定子(5)安装在轴承上随后风轮(7)一起转动。

4. 根据权利要求1所述的双风轮直驱风力发电机,其特征在于所述的发电机(2)为励磁同步发电机,转子(4)为绕线式转子。

## 双风轮直驱风力发电机

[0001] (一) 技术领域

[0002] 本实用新型涉及一种双风轮直驱风力发电机,属于新能源应用技术领域。

[0003] (二) 背景技术

[0004] 直驱风力发电是近年兴起风力发电技术,是一种以风轮直接驱动发电机的设计,也称无齿轮风力发电机,由于齿轮和轴承都是易损零件,在风力发电机塔杆顶上,机舱面积狭小维修困难,为了避免齿轮维护和换件困难,从而催生直驱风力发电机,其在国内风场已部分应用,齿轮箱已成功被取消了,机械制造工作量减少,机械故障和维护工作量显著减少,机械传动被取消,机械效率高,全功率变流,交流直流交流变频,电效率也高了。但是直驱风力发电机目前也存在突出问题;发电机的成本太高,由于风轮低速,发电机的旋转磁场转速也低,要保证旋转磁场发电临界速度,采用多极永磁同步发电机,发电机的直径超出常规,给制造、运输、安装和维护带来一系列困难,造成费用升高,致使整个机组成本增高,风电本来就因其成本高而须政府补贴才得以实施,在此关键问题上竞争力下降了,若不改进则前景甚忧。

[0005] (三) 实用新型内容

[0006] 本实用新型为了弥补现有技术的缺陷,提供了一种结构简单,可省去价格昂贵的稀土永磁材料,和免除退磁现象,克服直驱风力发电机成本高,增大发电功率的双风轮直驱风力发电机。

[0007] 本实用新型是通过如下技术方案实现的:

[0008] 一种双风轮直驱风力发电机,包括塔架,塔架上端设有发电机,发电机上端设有机舱,其特征在于:所述的发电机包括转子和定子,转子连接前风轮,定子连接后风轮,前风轮的转动方向与后风轮转动方向相反。

[0009] 其中:

[0010] 所述的前风轮通过前风轮轴与转子连接,后风轮通过后风轮轴与定子连接,定子安装在轴承上随后风轮一起转动。

[0011] 所述的发电机为励磁同步发电机,转子为绕线式转子,可省去价格昂贵的稀土永磁材料,和免除退磁现象,发电机的用材、运输、安装和制造工艺都和普通电机相同,其成本也大幅度下降,克服了直驱风力发电机成本高的缺点。

[0012] 本实用新型是通过如下工作原理实现的:本实用新型转子是磁极,定子是感应绕组,风轮转速  $n_1$  直接带动转子磁场旋转,切割定子绕组导线产生电压电流发出功率  $N$ ,功率  $N$  与转速  $n_1$  成正比与力矩  $M$  也成正比,若保持功率  $N$  不变,则增加转速  $n$  可以减小力矩  $M$ ,力矩是电磁力  $F$  成正比与电磁半径也成正比,如果定子绕组不变,转子磁场强度不变,若要电磁力矩改变,只有电磁半径可变,前风轮的转速  $n_1$ ,后风轮的转速  $n_2$ ,方向是相反的,故定子绕组线的切割速度是相加了,发电功率也增加,要保持发电功率  $N$  不变,则电磁场半径要减小,也就是说发电机的直径减小,其理论数值可减少百分之五十以上,从而其成本也大幅度下降,克服了直驱风力发电机成本高的缺点。

[0013] 当本实用新型用于半直驱风力发电机,效果会更佳,前后风轮有了增速比的输入,

使得发电机尺寸大为缩小,可用普通交流发电机,力矩半径不用缩小,而风力发电机功率增大。

[0014] 本实用新型同时可用普通多速交流电机,实现可变速直驱风力发电机,使得发电机适应风轮的速度范围更大,可使风力发电在相同的迎风面积多发出电能,从而大幅度降低风力发电机的成本和提高风场的效率。

[0015] 本实用新型的有益效果是:结构简单,使用方便;成本也大幅度下降,克服了直驱风力发电机成本高的缺点;增大发电功率,提高风场的效率。

[0016] (四)附图说明

[0017] 下面结合附图对本实用新型作进一步的说明。

[0018] 附图1为本实用新型结构示意图;

[0019] 附图2为传动原理结构示意图;

[0020] 附图3为半直驱风力发电机原理示意图。

[0021] 图中:1、塔架;2、发电机;3、机舱;4、转子;5、定子;6、前风轮;7、后风轮;8、前风轮轴;9、后风轮轴。

### 具体实施方式

[0022] 附图为本实用新型的具体实施例。

[0023] 如图1所示的本实用新型双风轮直驱风力发电机,包括塔架1,塔架1上端设有发电机2,发电机2上端设有机舱3,所述的发电机1包括转子4和定子5,转子4连接前风轮6,定子5连接后风轮7,前风轮6的转动方向与后风轮7转动方向相反,前风轮6通过前风轮轴8与转子4连接,后风轮7通过后风轮轴9与定子5连接,定子5安装在轴承上随后风轮7一起转动。

[0024] 如图2所示,前风轮6吸收来风动能做功传给发电机2的转子4,其转速为 $n_1$ ,产生磁场力矩是 $M$ ,后风轮7吸收尾流动能做功为 $N_2$ ,传给直驱发电机的定子5,其转速为 $n_2$ ,磁场力矩也是 $M$ ,以下是转速、力矩和功率的标准公式

[0025]  $nM=CN$ ,公式中 $C$ 是常数与公式参数采用单位制有关,现有技术直驱风力发电机的磁场转速 $n=n_1$ ,本实用新型多了个 $n_2$ , $n=n_1+n_2$ ,并设 $n_2=i*n_1$ , $i$ 是前后风轮转速比,则以下

公式: $n_1(1+i)M=CN$ ,  $M=FR=\frac{CN}{n_1(1+i)}$ ,公式中 $F$ 是磁场力, $R$ 的磁场半径,由公式

可知磁场力 $F$ 未变,要保持 $N$ 不变,只有磁场半径 $R$ 变小, $r=\frac{R}{1+i}$ ,也就是说直驱风力发电机的直径减小了,减小多少与前后风轮转速比 $i$ 有关,根据前后风轮的功率分配和风能利用系数可求得 $i$ ,设:来风动能 $E$ ,前风轮做功 $N_1$ ,后风轮做功 $N_2$ ,来风速度为 $V_1$ ,尾流动能为 $E_2$ ,风速为 $V_2$ ,根据流体力学动能公式则有:

$E_1 = \frac{mV_1^2}{2}$

[0026]

$$E_2 = \frac{mV_2^2}{2} = E_1 - C_p E_1 = E_1(1 - C_p)$$

[0027]

$$N_1 = C_p E_1 = C_p \frac{m v_1^3}{2} = \frac{m}{2} (v_1^3 - v_2^3)$$

[0028]

$$C_p v_1^3 = v_1^3 - v_2^3$$

[0029]

$$v_2^3 = v_1^3 - C_p v_1^3 = v_1^3 (1 - C_p)$$

[0030]

$$\frac{v_1^3}{v_2^3} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{\sqrt[3]{1 - C_p}} = i$$

[0031] 取  $C_p = 0.4$ , 则  $i = 1.29$  代入公式则  $r = 0.44R$ , 也就是说本实用新型的双风轮直驱风力发电机直径可以比现有技术单风轮直驱发电机直径减小 56%, 小一半还多。为了补偿后风轮的费用, 可以在机舱尺寸允许情况下, 适当增大  $r$  以求机组多发出电能, 以补偿后风轮的建造费用。

[0032] 如图 3 所示, 半直驱与直驱区别在于风轮与发电机 2 之间设齿轮增速箱, 其增速比是双馈风力发电机齿轮增速比大小的一半以下, 现有技术半直驱电力发电增速箱增的速比常用在 40 以下, 有了这级增速, 发电机的尺寸已经不大了, 成本已经降下来, 没必要把电机尺寸再缩小了, 而双风轮所增加效益将是同等迎风面积的功率增大。

$$N = N_1 + N_2 = C_p E_1 + C_p E_2$$

[0033]

$$E_2 = E_1 - C_p E_1 = E_1 (1 - C_p)$$

[0034] 代入  $N$  的公式得  $N = N_1 + N_2 = E_1 C_p + E_1 C_p (1 - C_p) = E_1 C_p (2 - C_p)$

[0035]  $N_1$  是前风轮的功率, 也是现有技术半直驱风力发电机的功率, 将  $N_1$  与本实用新型

合成功率  $N$  相比可得本实用新型功率增加比例系数  $Q = \frac{N}{N_1} = \frac{E_1 C_p (2 - C_p)}{E_1 C_p} = 2 - C_p$

[0036] 取  $C_p = 0.4$ , 则  $Q = 1.6$ , 就是说本实用新型比现有技术半直驱力发电机功率增加百分之六十。

[0037] 半直驱风力发电机的前增速箱 7 的速比  $i_1$ , 与后变速箱 8 的速比是不相同的, 因为前后风轮的风速不同, 从前风轮到后风轮有速比  $i$ :

$$[0038] \quad i = \frac{i_1}{i_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

[0039] 本实施例取  $C_p = 0.4$ , 得  $i = 1.29$ , 取  $i_1 = 36$ , 得  $i_2 = 27.9$ , 速比是根据风能利用系数算出, 但是要达  $C_p$  值, 需用变距角  $\beta$  调整前后风轮的实际转速, 当  $\beta = 0$ , 转速  $n = 0$ , 当变距角达到某一数值, 达到最大功率, 前风轮的功率  $N_1$  是前风轮变距角  $\beta_1$  的函数,  $N_1 = f(\beta_1)$ , 而后风轮的功率  $N_2$  是后风轮变距角  $\beta_2$  的函数, 同时后风轮的来风与前风轮的变距角  $\beta_1$  也有关系, 因此  $N_2 = f(\beta_1, \beta_2)$  机组的功率  $N$  是前后风轮做功之和, 则有:

[0040]

$$N = N_1 + N_2 = f(\beta_1) + f(\beta_1, \beta_2)$$

[0041] 取偏导数,并令其等于零即得 N 的极大值;

[0042]

$$dN = \partial f(\beta_1) + \partial f(\beta_1, \beta_2) = 0$$

[0043] 求解偏微分方程公式 6 用一般方法有困难,但是公式 6 有个边界条件,即前风轮必须是最大功率,即  $f'(\beta_1) = 0$ ,先解出  $\beta_1$  代入  $f'(\beta_1, \beta_2) = 0$  解出  $\beta_2$ ,利用  $\beta_1$  与  $\beta_2$  控制前和后风轮的转动,使得本实用新型达到最大功率 N。

[0044] 当本实用新型用于半直驱风力发电机,效果会更佳,前后风轮有了增速比的输入,使得发电机 2 尺寸大为缩小,可用普通交流发电机,力矩半径不用缩小,而风力发电机功率增大;本实用新型同时可用普通多速交流电机,实现可变速直驱风力发电机,使得发电机适应风轮的速度范围更大,可使风力发电在相同的迎风面积多发出电能,从而大幅度降低风力发电机的成本和提高风场的效率。

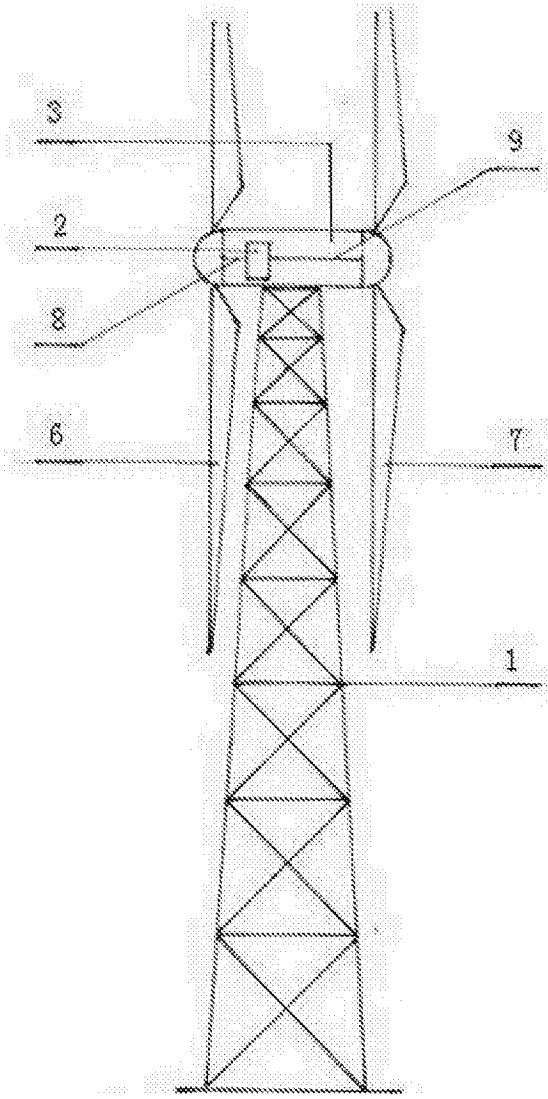


图 1

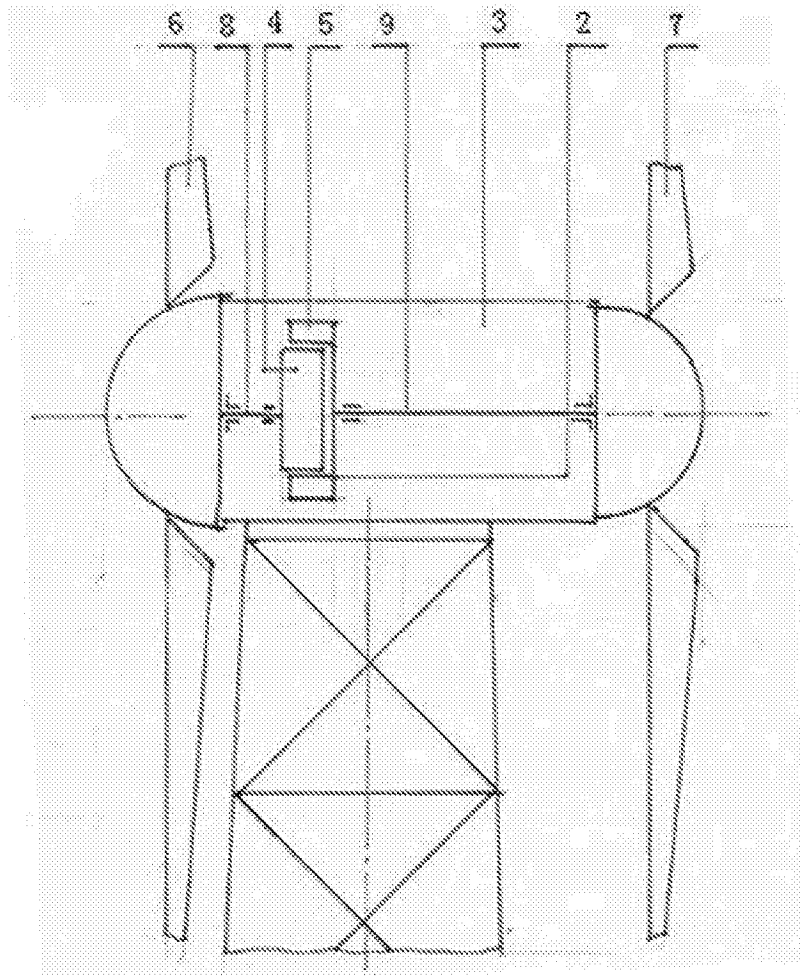


图 2



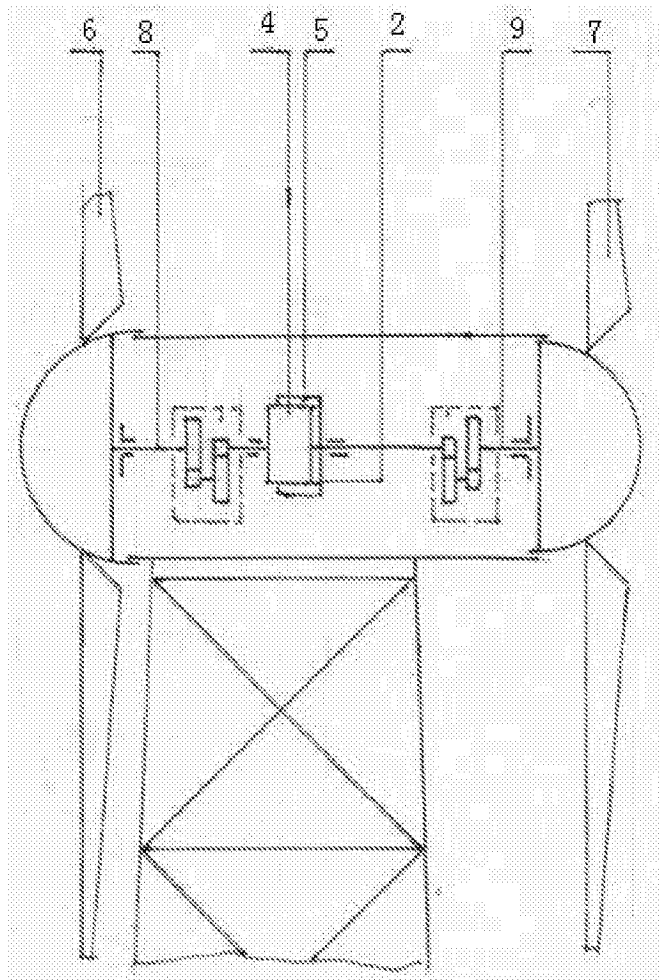


图 3