

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710020545.9

[51] Int. Cl.

H02K 16/00 (2006.01)

H02K 16/04 (2006.01)

H02K 21/12 (2006.01)

H02K 1/27 (2006.01)

H02K 3/28 (2006.01)

[43] 公开日 2007年8月15日

[11] 公开号 CN 101017998A

[22] 申请日 2007.3.12

[21] 申请号 200710020545.9

[71] 申请人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市四牌楼2号

[72] 发明人 林鹤云 刘细平 杨成峰

[74] 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司
代理人 叶连生

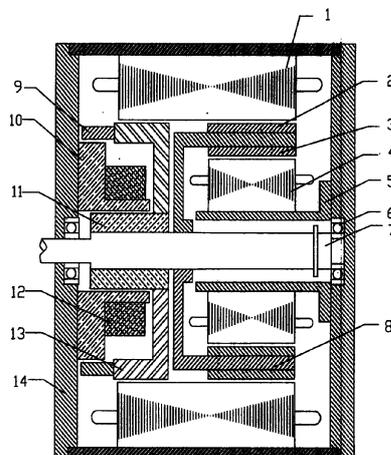
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

[54] 发明名称

直驱式混合励磁双定子风力发电机

[57] 摘要

直驱式混合励磁双定子风力发电机是一种定子空间大、低速高输出电压、实时捕获最大风能的风力发电机，该发电机的定子为双定子，双定子部分包括内定子(4)、外定子(1)和内定子支架(5)；电励磁绕组部分包括电励磁绕组(12)和励磁绕组支架(10)；转子包括杯形转子(8)、内永磁体(3)、外永磁体(2)、转子背轭(11)和转轴(7)；该电机取消了齿轮箱，采用双定子结构提高了功率密度，通过调节励磁电流的大小和方向可方便地调节气隙磁场的大小，调节电机转速，捕获最大风能。



1. 一种直驱式混合励磁双定子风力发电机，由定子、转子和电励磁绕组部分构成，其特征是该发电机的定子为双定子，双定子部分包括内定子（4）、外定子（1）和内定子支架（5）；电励磁绕组部分包括电励磁绕组（12）和励磁绕组支架（10）；转子包括杯形转子（8）、内永磁体（3）、外永磁体（2）、转子背轭（11）和转轴（7）；其中，外定子（1）固定于电机外壳内，内定子（4）固定于内定子支架（5）上，内定子支架（5）固定在电机端盖（14）上；极性相异的外永磁体（2）交错排列分布在杯形转子（8）的外壁，极性相异的内永磁体（3）交错排列分布在杯形转子（8）的内壁，并位于内定子（4）和外定子（1）之间，外永磁体（2）和内永磁体（3）互相串联，杯形转子（8）和转子背轭（11）固定于转轴（7）上；电励磁绕组（12）套在电励磁绕组支架（10）中，电励磁绕组支架（10）固定于端盖（14）上；悬臂爪极（9）固定在爪极（13）上，爪极（13）固定在转子背轭（11）上。

2. 根据权利要求1所述的直驱式混合励磁双定子风力发电机，其特征是内定子（4）、外定子（1）电枢绕组互相串联。

3. 根据权利要求1所述的直驱式混合励磁双定子风力发电机，其特征是所述的悬臂爪极（9）和爪极（13）为瓦片形状。

4. 根据权利要求1所述的直驱式混合励磁双定子风力发电机，其特征在于所述的杯形转子（8）外壁内永磁体（3）和外永磁体（2）采用钕铁硼永磁材料制成，转轴采用非导磁钢。

直驱式混合励磁双定子风力发电机

技术领域

本发明涉及一种直驱式混合励磁双定子风力发电机，属于发电机制造的技术领域。

背景技术

风能作为一种洁净的可再生能源，随着技术逐步成熟，今后的运行成本会低于水电和火电，发展前景非常广阔。风力发电机是风能开发中至关重要的核心环节。大型风轮机的转速低至几十转甚至十几转，所以不得不借助于升速齿轮箱，才能通过普通转速的发电机发出工频的交流电。由于风机安装在野外高空几十米处，经受酷暑严冬，环境条件苛刻，升速齿轮箱工况严酷、造价高昂、维护保养工作量大，是目前 MW 级风力发电机组中过载和过早损坏率较高的部件，成为制约风力发电经济性的瓶颈。为此，各国瞄准直驱式永磁风力发电机加以开发研究，直驱式永磁风力发电机成为当今发电领域的首选最新尖端技术。

风力发电机的低速运行特性，要求发电机组采取多极的特殊结构，极组需要在发电机的圆周展开，发电机直径增大。而盘式永磁发电机由于定子空间大，定子利用率低，限制了其在低速大型风力发电机中的应用。因此，对于直驱式风力发电机还需要研究新的电机结构以获得较高的输出电压，较低的输出电流，提高发电机运行效率。

由于风速变化的随机性，为捕获最大风能，要求风力机实时追踪风能变化，输出最大功率，为此风力发电机需变速运行，并且保持最佳叶尖速比。因此，对于直驱式风力发电机还需要研究新的电机结构以实现发电机变速运行，捕获最大风能，提高发电机的输出功率。

混合励磁发电机励磁部分由永磁体励磁和电励磁组成。永磁体产生的气隙磁场是恒定的，难以进行调节；电励磁部分产生的气隙磁场可通过改变励磁电流大小和方向进行调节，从而改变合成气隙磁场的大小。根据这个原理，在一般混合励磁发电机系统中，电励磁部分主要是稳定发电机输出电压的作用；而

在风力发电系统中，风速经常变化，当风速在起动风速与额定风速之间变化时，为捕获最大风能，使风力机实时输出最大功率，发电机输出电压和输出功率需实时变化，发电机转速与风速才能保持最佳叶尖速比，因此，通过引入混合励磁，可使风力发电机通过励磁电流的调节，改变气隙磁场的大小，达到改变输出功率，调节发电机转速进而实现捕获最大风能的目的；而当风速超过额定转速时，可通过调节风力机桨距角的大小使发电机在额定转速下运行。

发明内容

技术问题：本发明所要解决的技术问题是提供一种定子空间大、低速高输出电压、实时捕获最大风能的直驱式双定子混合励磁风力发电机。

技术方案：为了在低速运行时获得较高的输出电压，本发明采用了特殊的电机结构，即在较大的发电机机体空间内根据实际应用需要设置双定子，内外定子和普通电机定子结构类似，定子绕组串联供电；为了使发电机实时输出最大功率，捕获最大风能，本发明引入了电励磁部分。

外定子同时作为永磁磁路及电励磁磁路的一部分，永磁磁路和电励磁磁路相互独立，两者之间互不影响，无电磁关系，磁路并联。

本发明的直驱式混合励磁双定子风力发电机，由定子、转子和电励磁绕组部分构成，该发电机的定子为双定子，双定子部分包括内定子、外定子和内定子支架；电励磁绕组部分包括电励磁绕组和励磁绕组支架；转子包括杯形转子、内永磁体、外永磁体、转子背轭和转轴；其中，外定子固定于电机外壳内，内定子固定于内定子支架上，内定子支架固定在电机端盖上；极性相异的外永磁体交错排列分布在杯形转子的外壁，极性相异的内永磁体交错排列分布在杯形转子的内壁，并位于内定子和外定子之间，外永磁体和内永磁体互相串联，杯形转子和转子背轭固定于转轴上；电励磁绕组套在电励磁绕组支架中，电励磁绕组支架固定于端盖上；悬臂爪极固定在爪极上，爪极固定在转子背轭上。内定子、外定子电枢绕组互相串联。所述的悬臂爪极和爪极为瓦片形状。所述的杯形转子外壁内永磁体和外永磁体采用钕铁硼永磁材料制成，转轴采用非导磁钢。

有益效果：由于内外定子电枢绕组串联连接，可获得比普通单定子发电机更高的输出电压，从而提高功率密度。此外，由于电机定子槽深减小，可减少

电机定子漏抗，提高气隙磁密，从而提高电机的功率密度。由于电励磁部分可以调节气隙磁场，捕获最大风能，因此发电机能够实时输出最大功率。

有益效果： 本发明与普通单定子电机相比，由于采用此特殊电机结构，在相同直径情况下，电机可获得较高的输出电压；而与无电励磁的情况相比，通过适当调节励磁电流的大小，能够使发电机转速实时追踪风速变化，输出最大功率，捕获最大风能。

由于发电机实现了直接驱动发电，免去了价格高昂且效率较低的升速齿轮箱，电机定子空间大，利用率高，在低速时可获得较高的输出电压。具有无需机械变速，低速高效，结构合理，空间利用率高，制造成本低、电机部件更趋向普通电机的特点。

考虑到风力发电系统中的整流滤波环节，为减小滤波电容，本专利采用瓦片形状爪极，以得到方波输出电压波形。此外，该结构简单、易于加工。

附图说明

图 1 是新型直驱式混合励磁双定子风力发电机剖面示意图；

图 2 是本发明发电机永磁部分磁路示意图；

以上的图中有：外定子 1，外永磁体 2，内永磁体 3，内定子 4，内定子支架 5，轴承 6，转轴 7，杯形转子 8，悬臂爪极 9，电励磁绕组支架 10，转子背轭 11，电励磁绕组 12，爪极 13，电机端盖 14。

具体实施方式

本发明采用了特殊的电机结构，即在较大的发电机机体空间内根据实际应用需要设置内外两个定子，定子和普通外转子内转子电机的定子结构类似。外定子 1 固定在电机的外壳上；极性相异的外永磁体 2 和内永磁体 3 交错排列粘贴在杯形转子 8 的内壁上；内定子 4 固定于内定子支架 5 上；内定子支架 5 固定在端盖 14 上；杯形转子 8 和转子背轭 11 固定在转轴 7 上；悬臂爪极 9、爪极 13 通过螺丝和转子圆环固定在一起；电励磁绕组支架 10 固定在电机端盖 14 上；电励磁绕组 12 套在电励磁绕组支架 10 中。

通过在杯形转子 8 内外壁上粘贴永磁体，内外壁上极性相异且交错排列的永磁体所形成的磁场通过相邻的外定子 1、内定子 4 和杯形转子 8 等形成串联

磁路，如附图 2 所示。该磁通路径为：杯形转子 8 外壁永磁体 3、外定子 1、相邻杯形转子内壁永磁体 2、杯形转子 8、杯形转子内壁永磁体 3、内定子 4、相邻杯形转子内壁永磁体 3、杯形转子 8，最后回到杯形转子外壁永磁体 2。

通过在转子背轭 11 上布置爪极 13 和悬臂爪极 9 等形成电励磁磁路，如附图 1 所示。该磁通路径为：外定子 1、悬臂爪极 9、电励磁绕组支架 10、转子背轭 11、爪极 13，最后回到外定子 1。

此外，从提高电机气隙磁密和磁钢的热稳定性考虑，选择具有较高内禀矫顽力的钕铁硼永磁材料作为电机杯形转子外壁永磁体 2 和杯形转子内壁永磁体 3 的材料。

内外定子电枢绕组串联连接，从而可获得比传统发电机更高的输出电压。调节励磁电流使发电机实时跟踪风速变化，输出最大功率，最后，使用一台全功率变频器将频率变化的风电变换为工频电送入电网。

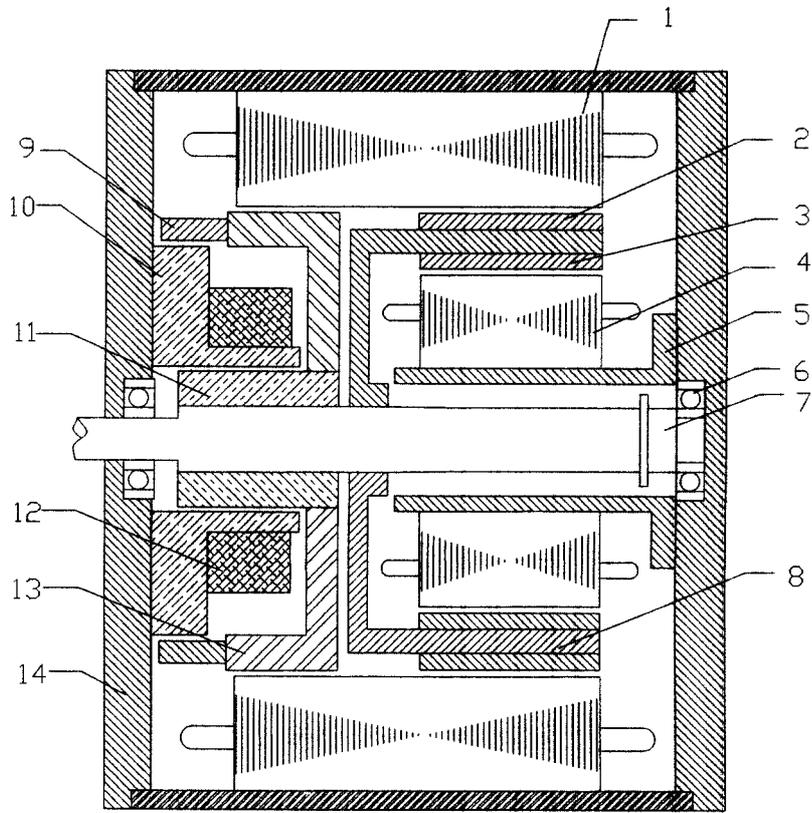


图 1

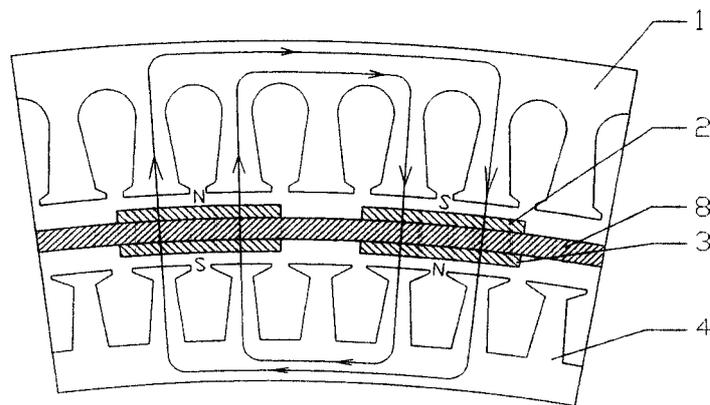


图 2