



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106949018 A

(43)申请公布日 2017.07.14

(21)申请号 201710236575.7

(22)申请日 2017.04.12

(71)申请人 河海大学

地址 211100 江苏省南京市江宁开发区佛
城西路8号

(72)发明人 张远 蔡新 郭兴文 丁文祥
赵骞 徐志丹 朱凤霞 朱保印
王辰宇 沈蔚康 顾水涛 江泉

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限
公司 32200

代理人 马严龙

(51)Int.Cl.

F03D 15/10(2016.01)

H02K 7/116(2006.01)

H02K 7/18(2006.01)

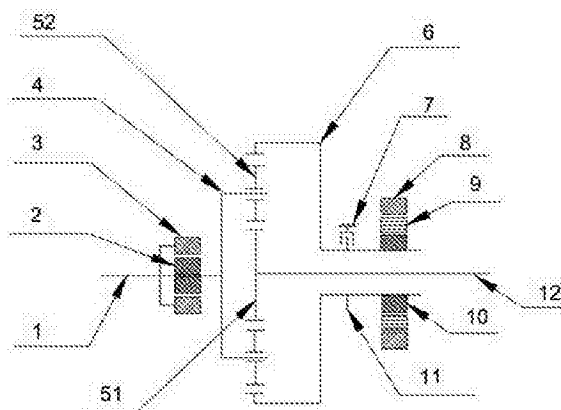
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种风力机机械电磁复合主传动系统

(57)摘要

本发明公开了一种风力机机械电磁复合主传动系统,输入传动轴上设有低速轴永磁发电机转子和低速轴永磁发电机定子,行星齿轮架的边缘上设置有行星齿轮,行星齿轮之间具有有太阳轮,太阳轮上还设置有输出传动轴,行星齿轮的外部设置有外齿圈,磁场调制磁齿轮电机内转子固定在外齿圈上。与现有技术相比,本发明的充分利用行星齿轮系自身特性,使内外齿圈与磁场调制式磁齿轮相结合,通过调整磁齿轮磁场,使传动系统在变转速输入环境下实现恒转速输出。该类型传动系统可以实现无级变速,特别地,由于风力机需要实现不稳定风能转化为稳定能量输出的特性,该传动系统在风能开发方面具有良好的转化应用前景。



1. 一种风力机机械电磁复合主传动系统,其特征在于:包括输入传动轴(1)、低速轴永磁发电机转子(3)、低速轴永磁发电机定子(2)、行星齿轮架(4)、外齿圈(6)、磁场调制式磁齿轮外转子(8)、磁场调制磁齿轮电机内转子(10),所述输入传动轴(1)一端连接在风力机的风轮轮毂上,风轮轮毂带动输入传动轴(1)转动,输入传动轴(1)上设置有低速轴永磁发电机转子(3),低速轴永磁发电机转子(3)与输入传动轴(1)之间设置有低速轴永磁发电机定子(2),所述输入传动轴(1)的另一端连接在行星齿轮架(4)上,所述行星齿轮架(4)的边缘上设置有至少两个行星齿轮(52),行星齿轮(52)在行星齿轮架(4)上转动设置,两个行星齿轮(52)之间具有有太阳轮(51),行星齿轮(52)与太阳轮(51)啮合,所述太阳轮(51)上还设置有输出传动轴(12),输出传动轴(12)背离输入传动轴(1)一侧设置,所述行星齿轮(52)的外部设置有外齿圈(6),外齿圈(6)包裹在行星齿轮(52)外围,外齿圈(6)与行星齿轮(52)啮合,所述磁场调制磁齿轮电机内转子(10)固定在外齿圈(6)上,所述磁场调制式磁齿轮外转子(8)包围在磁场调制磁齿轮电机内转子(10)外部。

2. 根据权利要求1所述的一种风力机机械电磁复合主传动系统,其特征在于:所述低速轴永磁发电机转子(3)位于低速轴永磁发电机定子(2)内,低速轴永磁发电机转子(3)固定在输入传动轴(1)上。

3. 根据权利要求1所述的一种风力机机械电磁复合主传动系统,其特征在于:所述磁场调制式磁齿轮外转子(8)和磁场调制磁齿轮电机内转子(10)之间设置有调磁系统(9)。

4. 根据权利要求1所述的一种风力机机械电磁复合主传动系统,其特征在于:所述外齿圈(6)上设置有制动盘(11),所述制动盘(11)外设置有用控制外齿圈(6)转速的制动器(7)。

一种风力机机械电磁复合主传动系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种传动系统,特别是一种风力机机械电磁复合主传动系统,属于风力发电领域。

背景技术

[0002] 目前,市场主流风力机主要为永磁直驱风力机型、双馈型变速风力型,他们的主传动系统速比都是恒定的,永磁直驱风力机速比为1:1,双馈型风力机利用增速齿轮箱速比大约为1:100,这使得与风力机传动系统输出轴连接的发电机转子速度随风速波动而波动,输出稳定频率电能主要依赖于电力电子设备。相关资料显示,风机年失效频率最高的部件集中在相关电力电子设备及控制设备上,另外双馈机组因为齿轮箱故障,造成的停机时间最长,这些都影响整个风电场的稳定运行及其盈利。

[0003] 另外,永磁直驱型风力机发电机体积庞大,电机部分用铜量高,稀土永磁材料成本高,导致整机成本相对较高,特别针对风机开发生产越来越追求大功率的趋势,大型永磁直驱型风力机发电机部分也会变得十分沉重,技术与成本会面临很大挑战。双馈型风力机由于使用了增速齿轮箱主传动系统,面对功率越来越大的挑战,增速齿轮箱强度、寿命、制造等多方面也面临很大挑战,目前国外厂商为了应对相关挑战,在8MW以上商业应用的风力机上主要应用了半直驱技术,即减少齿轮箱增速级数的方法,如VESTAS-V164风机。

发明内容

[0004] 本发明需要解决的技术问题是针对上述现有技术的不足,而提供一种充分利用行星齿轮系和磁场调制式磁齿轮特性,提供一种速比可变,输出轴速度恒定的风力机传动系统。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:

一种风力机机械电磁复合主传动系统,包括输入传动轴、低速轴永磁发电机转子、低速轴永磁发电机定子、行星齿轮架、外齿圈、磁场调制式磁齿轮外转子、磁场调制磁齿轮电机内转子,所述输入传动轴一端连接在风力机的风轮轮毂上,风轮轮毂带动输入传动轴转动,输入传动轴上设置有低速轴永磁发电机转子,低速轴永磁发电机转子与输入传动轴之间设置有低速轴永磁发电机定子,所述输入传动轴的另一端连接在行星齿轮架上,所述行星齿轮架的边缘上设置有至少两个行星齿轮,行星齿轮在行星齿轮架上转动设置,两个行星齿轮之间具有有太阳轮,行星齿轮与太阳轮啮合,所述太阳轮上还设置有输出传动轴,输出传动轴背离输入传动轴一侧设置,所述行星齿轮的外部设置有外齿圈,外齿圈包裹在行星齿轮外围,外齿圈与行星齿轮啮合,所述磁场调制磁齿轮电机内转子固定在外齿圈上,所述磁场调制式磁齿轮外转子包围在磁场调制磁齿轮电机内转子外部。

[0006] 作为进一步的优选方案,所述低速轴永磁发电机转子位于低速轴永磁发电机定子内,低速轴永磁发电机转子固定在输入传动轴上。

[0007] 作为进一步的优选方案,所述磁场调制式磁齿轮外转子和磁场调制磁齿轮电机内

转子之间设置有调磁系统。

[0008] 作为进一步的优选方案,所述外齿圈上设置有制动盘,所述制动盘外设置有用控制外齿圈转速的制动器。

[0009] 有益效果

与现有技术相比,本发明的一种风力机机械电磁复合主传动系统,充分利用行星齿轮系和永磁电机及磁场调制技术,使风机主传动系统实现风轮吸收机械功率的分流,实现功率的多级输出和调节,降低整机对整流和逆变等电力电子设备的依赖程度,减小单机功率输出的波动,同时减少永磁材料使用和降低传动齿轮的设计强度要求,当输出轴所接发电机故障时可降低功率不停机进行检修,提升了主传动系统可靠性。相比传统大型直驱永磁风机的发电机,拥有较小的径向尺寸,减少永磁材料的使用,使用较小功率的全功率整流逆变设备,降低设计成本,低速轴永磁发电机可采用现有机型设计元件进行小改进获得;相对于双馈型风机,输出轴可接同步励磁电机,并且可以把转速稳定在同步转速,获得电网相同频率的交流电,减少了电力电子设备的依赖,并且因为有低速轴发电机提供的转矩,行星齿轮系受力相对于双馈机组齿轮箱有明显改善,从而降低对齿轮强度的要求,减小设计难度和降低制造成本,输出轴也可以接功率较小的双馈发电机,利用现有的产业链进行组合利用,降低整机研发成本。

[0010] 低速轴永磁发电机转子和低速轴永磁发电机定子通过输入传动轴的转动可产生电功率,由于一部分机械功率被永磁发电机吸收转化为电功率,使得该部分具有较强低电压穿越能力,在电网故障时,能保证一部分功率输出,不使风机解列,另一部分电功率传输到行星齿轮架,当制动器对制动盘作用时,外齿圈为卡死状态,行星齿轮架的转动带动行星齿轮围绕太阳轮公转,行星齿轮带动太阳轮转动,太阳轮则直接带动输出传动轴转动输出电功率,当制动器解除对制动盘作用时,行星齿轮架的转动带动行星齿轮围绕太阳轮公转,行星齿轮不仅可带动太阳轮转动,也可带动外齿圈转动,此时利用调磁系统,通过磁场调制式磁齿轮外转子和磁场调制磁齿轮电机内转子的配合作用可以增加或减小外齿圈的转动速度,而外齿圈的转动速度增加时则相对减小了对行星齿轮的制动控制,反之,外齿圈的转动速度减小时则相对增加了对行星齿轮的制动控制,通过这个方式调节磁场改变该系统传动比,从而总体实现转速恒稳输出。特别地,当输入轴转速较低时,传统风机此时不发电,一直等待风轮到达风机设计的切入转速才吸收风能转换成电能,使用本发明专利,可在风速较低时对输出轴进行制动,此时功率单独传向磁齿轮电机系统,可利用储能装置吸收该工况的风能;另当风速较低,储能装置中存储较多能量时,可调节磁齿轮电机系统,带动齿圈反向运动,加速行星齿轮自转速度,从而让输出轴更快达到稳定发电转速,相对于传统风力机能降低风机并网发电的切入转速。

附图说明

[0011] 图1是本发明的结构示意图;

图2是本发明工作流程图;

其中,1-输入传动轴,2-低速轴永磁发电机定子,3-低速轴永磁发电机转子,4-行星齿轮架,51-太阳轮,52-行星齿轮,6-外齿圈,7-制动器,8-磁场调制式磁齿轮外转子,9-调磁系统,10-磁场调制磁齿轮电机内转子,11-制动盘,12-输出传动轴。

具体实施方式

[0012] 下面结合附图详细说明本发明的优选技术方案。

[0013] 如图1所示,本发明的一种风力机机械电磁复合主传动系统,属于风力发电领域,特别涉及大型并网式风力机,利用永磁发电机、行星齿轮系、磁场调制式磁齿轮电机,实现风力机主传动系统可调速比传动,达到提升风机可靠性、使得风机并网更友好的目的,并减小增速齿轮载荷,为大功率风力机主传动系统设计开发提供一种新的技术路线;

具体包括输入传动轴1、低速轴永磁发电机转子2、低速轴永磁发电机定子3、行星齿轮架4、外齿圈6、磁场调制式磁齿轮外转子8、磁场调制磁齿轮电机内转子10,所述输入传动轴1一端连接在风力机的风轮轮毂上,风轮轮毂带动输入传动轴1转动,与输入传动轴1集成一体的无刷发电机,该发电机一般采用外转子结构,也可以采用内转子结构,输入传动轴1上设置有低速轴永磁发电机转子2和低速轴永磁发电机定子3,所述输入传动轴1的另一端连接在行星齿轮架4上;

所述行星齿轮架4的边缘上设置有至少两个行星齿轮52,行星齿轮52在行星齿轮架4上转动设置,两个行星齿轮52之间具有有太阳轮51,行星齿轮52与太阳轮51啮合;

所述太阳轮51上还设置有输出传动轴12,输出传动轴12背离输入传动轴1一侧设置,所述行星齿轮52的外部设置有外齿圈6,外齿圈6包裹在行星齿轮52外围,外齿圈6与行星齿轮52啮合,所述磁场调制磁齿轮电机内转子10固定在外齿圈6上,所述磁场调制式磁齿轮外转子8包围在磁场调制磁齿轮电机内转子10外部外齿圈6与磁场调制式磁齿轮外转子8、调磁系统9、磁场调制磁齿轮电机内转子10相连,调磁系统9根据输入传动轴1、输出传动轴12的转速和转矩动态调整磁场状态。

[0014] 所述低速轴永磁发电机转子2位于低速轴永磁发电机定子3内,低速轴永磁发电机转子2固定在输入传动轴1上,低速轴永磁发电机转子2集成在输入传动轴1上,拥有相同的转速,行星齿轮架4与输入传动轴1连接,拥有相同转速,输入传动轴1转速波动范围很小,可视为恒转速输出。

[0015] 所述磁场调制式磁齿轮外转子8和磁场调制磁齿轮电机内转子10之间设置有调磁系统9。

[0016] 所述外齿圈6上设置有制动盘11,所述制动盘11外设置有用于控制外齿圈6转速的制动器7,具体的,制动器7接触跟随外齿圈6转动的制动盘11,实现减速制动。

[0017] 所述磁场调制式磁齿轮外转子8,可以作为输出和输入端,对主传动链的功率进行分流输出和输入调节,可以根据具体方案连接泵然后接蓄能器等液压或气压装置,也可以连接电机然后连接整流电路输入/输出电池等其它功率调节装置。因为输入轴转速可由风机滑环实时测得,输出轴转速由整机设计确定为恒定值,所以不同输入轴转速可确定外齿圈转速,其转速由如下公式确定:

$$n_1 + an_2 - (1+a)n_3 = 0,$$

其中 n_1 为太阳轮转速, n_2 为外齿圈转速, n_3 为行星架转速, a 为外齿圈齿数与太阳轮齿数之比。

[0018] 所述调磁系统9主要调节磁齿轮电机系统(由磁场调制式磁齿轮外转子8、调磁系统9、磁场调制磁齿轮电机内转子10构成)中的磁场达到调整外齿圈6转速的目的。所述调磁

系统9根据具体设计既可旋转也可轴向移动来调节磁齿轮电机系统内部的磁场。所述调磁系统9的目标为使外齿圈6达到满足前述公式计算所得外齿圈6转速值。

[0019] 如图2,一种风力机机械电磁复合主传动系统动力传递路线,箭头表示动力传输方向,双箭头表示该部分可以实现动力的双向传递。

[0020] 本发明基于行星齿轮系的调速技术和磁场调制式磁齿轮电机技术,提出了一种风力机机械电磁复合主传动系统,使得风力机传动系统可以工作在多种模式,适应风速多变的特性,并可在一定范围内更改速比,减少永磁材料的使用,一定程度降低成本,同时降低大型增速装置对齿轮强度的要求、提升增速机构可靠性,并且通过该主传动系统可以进行串并联设计,以现有技术为基础实现更大功率风机传动的需求;本发明提供了一种风机主传动设计路线,通过对本发明相关系统的选择、设计,以及有机组合(并联/串联),可以实现丰富的主传动型式和调节方式,对降低大功率风力机(特别是8MW以上风机)主传动链设计、制造难度,有极其重要的参考、应用价值。

[0021] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

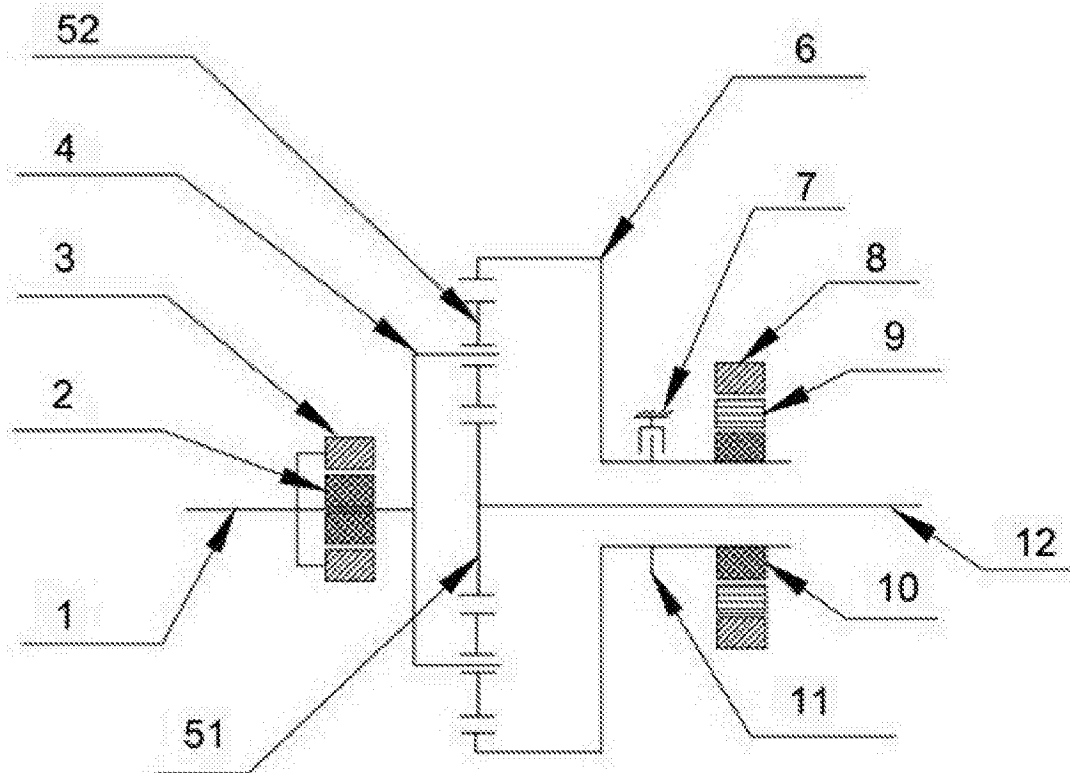


图1

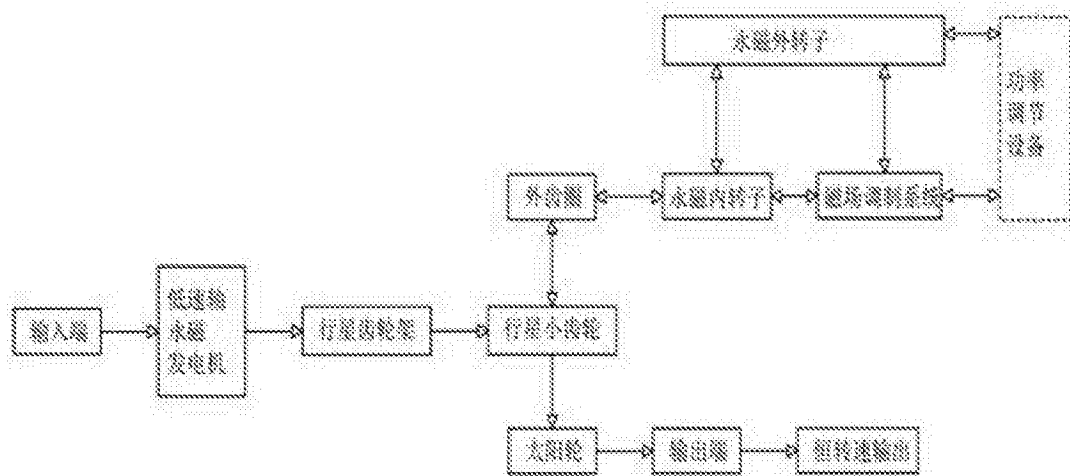


图2