



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114123710 B

(45) 授权公告日 2022.12.20

(21) 申请号 202111396254.6

H02K 16/04 (2006.01)

(22) 申请日 2021.11.23

H02K 1/27 (2022.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H02M 1/12 (2006.01)

申请公布号 CN 114123710 A

H02M 5/32 (2006.01)

H02K 19/14 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.03.01

(73) 专利权人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72) 发明人 王曙鸿 张寅捷 张那明 段娜娜

张军 王锡凡 王秀丽 骆力州

寇可焱

(56) 对比文件

CN 211377853 U, 2020.08.28

CN 202978667 U, 2013.06.05

CN 111509938 A, 2020.08.07

US 2013292941 A1, 2013.11.07

CN 106026583 A, 2016.10.12

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

公司 61200

专利代理师 张宇鹤

审查员 李娜

(51) Int. Cl.

H02K 47/18 (2006.01)

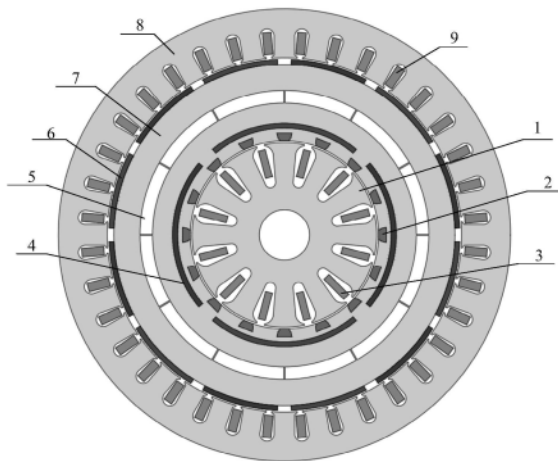
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于双定子永磁同步电机设计的变压变频器

(57) 摘要

本发明公开了一种基于双定子永磁同步电机设计的变压变频器,包括输入侧定子铁芯、转子铁芯及输出侧定子铁芯;输入侧定子铁芯、转子铁芯及输出侧定子铁芯由内到外依次分布,其中,输入侧定子铁芯上缠绕有输入侧定子绕组,输出侧定子铁芯的内壁上缠绕有输出侧定子绕组,所述转子铁芯的内侧作为输入侧转子铁芯,转子铁芯的外侧作为输出侧转子铁芯,其中,所述输入侧转子铁芯与输出侧转子铁芯之间设置有隔磁区域,所述输入侧转子铁芯的内侧设置有起动笼,输入侧转子铁芯内部设置有输入侧永磁体,输出侧转子铁芯的外壁上设置有输出侧永磁体,该变压变频器能够满足输送电能频率和电压的变换要求,同时经济性及可靠性较高。



1. 一种基于双定子永磁同步电机设计的变压变频器,其特征在于,包括输入侧定子铁芯(1)、转子铁芯(7)及输出侧定子铁芯(8);

输入侧定子铁芯(1)、转子铁芯(7)及输出侧定子铁芯(8)由内到外依次分布,其中,输入侧定子铁芯(1)上缠绕有输入侧定子绕组(3),输出侧定子铁芯(8)的内壁上缠绕有输出侧定子绕组(9),所述转子铁芯(7)的内侧作为输入侧转子铁芯,转子铁芯(7)的外侧作为输出侧转子铁芯,其中,所述输入侧转子铁芯与输出侧转子铁芯之间设置有隔磁区域(5),所述输入侧转子铁芯的内侧设置有起动笼(2),输入侧转子铁芯内部设置有输入侧永磁体(4),输出侧转子铁芯的外壁上设置有输出侧永磁体(6);

输入侧定子绕组(3)的三相绕组为 p 对极排布;

在原始频率变换为 N 倍频率的条件下,所述输出侧定子绕组(9)的三相绕组为 Np 对极排布;

输入侧永磁体(4)与输出侧永磁体(6)的极对数不同,在原始频率变换为 N 倍频率的条件下,输出侧永磁体(6)的极对数为输入侧永磁体(4)极对数的 N 倍。

2. 根据权利要求1所述的基于双定子永磁同步电机设计的变压变频器,其特征在于,该变压变频器的输出端连接有三相滤波电路。

3. 根据权利要求1所述的基于双定子永磁同步电机设计的变压变频器,其特征在于,隔磁区域采用低磁导率材料。

4. 根据权利要求1所述的基于双定子永磁同步电机设计的变压变频器,其特征在于,转子铁芯(1)与输入侧定子铁芯(1)之间均有气隙。

5. 根据权利要求1所述的基于双定子永磁同步电机设计的变压变频器,其特征在于,转子铁芯(1)与输出侧定子铁芯(8)之间均有气隙。

一种基于双定子永磁同步电机设计的变压变频器

技术领域

[0001] 本发明属于新能源及电力工程技术领域,涉及一种基于双定子永磁同步电机设计的变压变频器。

背景技术

[0002] 近年来,我国的风电、光伏等电力电子电源发电事业进入大规模发展阶段,传统电力系统正快速呈现出高比例电力电子化和高比例新能源电源的新特征。可再生能源发电机组与传统同步发电机、柔性交直流输变电与传统输变电有重大区别,导致系统动态行为发生深刻变化,不仅对经典稳定性侧面(如功角稳定、电压稳定和频率稳定)产生重大影响,而且会引发诸如次超同步控制相互作用、谐波谐振等新型稳定性问题,使得此前的稳定性分类在内涵和覆盖性上难以适应当前“双高”的新情况。

[0003] 1994年,西安交通大学王锡凡院士在国际上公开提出一种全新的输电方式——分频输电(Fractional Frequency Transmission System,FFTS)。在传统的电力运输和配送中,只是改变了电压等级,实际上可以在较低频率条件下输电,在较高频率下用电,改变电压频率在输电中可以实现巨大经济效益。这种输电方式在保留交流输电不用整流和逆变环节的的优点的前提下,通过降低系统频率减小输电线路的电抗,从而大幅度提高远距离输电线路的输电能力。以分频输电方式即送电频率由50赫兹降为 $50/3$ 赫兹时,理论上线路送电容量可达前者的三倍,由此能大大减少输电回路数和占地走廊。这种输电方式具有令人满意的技术经济指标,显示出广阔的应用前景,如能实现,对于需要远距离输电的我国将具有十分重要的意义。该技术的唯一限制就在于倍频器。基于电力电子装置的大功率倍频电能转换装置可靠性低,投资成本高,维护难度大,容易给电网带来谐波危害。目前急需大功率电磁型倍频电能转换装置的研究。

[0004] 在大功率电磁型电能转换装置的研究方面,美国GE公司于20世纪90年代开始研发变频变压器,21世纪初成功应用于电网,核心技术是在定子与转子侧都有三相绕组的旋转变压器,并通过直流电机驱动系统确保等效转子磁场与定子磁场在旋转空间上的同步,来调节转子磁场相比较定子磁场的相位差,从而改变由变频变压器传输的有功功率方向和大小。但是该装置需要外加直流电机驱动转子,可靠性及经济性较差,大功率电磁型电能转换装置在我国具有广阔的应用空间,目前国内对这方面的研究较少,应深化研究并适时推广应用该技术。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点,提供了一种基于双定子永磁同步电机设计的变压变频器,该变压变频器能够满足输送电能频率和电压的变换要求,同时经济性及可靠性较高。

[0006] 为达到上述目的,本发明所述的基于双定子永磁同步电机设计的变压变频器包括输入侧定子铁芯、转子铁芯及输出侧定子铁芯;

[0007] 输入侧定子铁芯、转子铁芯及输出侧定子铁芯由内到外依次分布,其中,输入侧定子铁芯上缠绕有输入侧定子绕组,输出侧定子铁芯的内壁上缠绕有输出侧定子绕组,所述转子铁芯的内侧作为输入侧转子铁芯,转子铁芯的外侧作为输出侧转子铁芯,其中,所述输入侧转子铁芯与输出侧转子铁芯之间设置有隔磁区域,所述输入侧转子铁芯的内侧设置有起动笼,输入侧转子铁芯内部设置有输入侧永磁体,输出侧转子铁芯的外壁上设置有输出侧永磁体。

[0008] 输入侧定子绕组的三相绕组为 p 对极排布。

[0009] 在原始频率变换为 N 倍频率的条件下,所述输出侧定子绕组的三相绕组为 Np 对极排布。

[0010] 该变压变频器的输出端连接有三相滤波电路。

[0011] 隔磁区域采用低磁导率材料。

[0012] 输入侧永磁体与输出侧永磁体的极对数不同,在原始频率变换为 N 倍频率的条件下,输出侧永磁体的极对数为输入侧永磁体极对数的 N 倍。

[0013] 转子铁芯与输入侧定子铁芯之间均有气隙。

[0014] 转子铁芯与输出侧定子铁芯之间均有气隙。

[0015] 本发明具有以下有益效果:

[0016] 本发明所述的基于双定子永磁同步电机设计的变压变频器在具体操作时,基于永磁同步电机设计原理,采用隔磁区域进行磁场分隔,根据输入侧和输出侧的极对数不同,同时基于同步转速相同的原理来实现频率变换的功能,能够根据实际需要实现电信号频率和电压的转换,满足输送电能频率和电压的变换要求,采用转子铁芯添加起动笼的异步起动方法进行启动,从而完全脱离电力电子装置独立工作,经济性及可靠性较高。另外,本发明中输入侧与输出侧共用一个转子铁芯,装置的空间利用率较高。

[0017] 进一步,本发明设置有三相滤波电路,可以滤除高次谐波,减小每一相相电压和线电流的波形畸变率,其中的滤波电阻很小,几乎不会造成输出电压的降低。

附图说明

[0018] 图1为本发明的结构示意图;

[0019] 图2为本发明的工作电路图;

[0020] 图3为本发明仿真计算后的电压变频效果图。

[0021] 其中,1为输入侧定子铁芯、2为起动笼、3为输入侧定子绕组、4 为输入侧永磁体、5为隔磁区域、6为输出侧永磁体、7为转子铁芯、8 为输出侧定子铁芯、9为输出侧定子绕组。

具体实施方式

[0022] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,不是全部的实施例,而并非要限制本发明公开的范围。此外,在以下说明中,省略了对公知结构和技术的描述,以避免不必要的混淆本发明公开的概念。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0023] 在附图中示出了根据本发明公开实施例的结构示意图。这些图并非是按比例绘制的,其中为了清楚表达的目的,放大了某些细节,并且可能省略了某些细节。图中所示出的各种区域、层的形状及它们之间的相对大小、位置关系仅是示例性的,实际中可能由于制造公差或技术限制而有所偏差,并且本领域技术人员根据实际所需可以另外设计具有不同形状、大小、相对位置的区域/层。

[0024] 参考图1,本发明所述的基于双定子永磁同步电机设计的变压变频器包括输入侧定子铁芯1、转子铁芯7及输出侧定子铁芯8;

[0025] 输入侧定子铁芯1、转子铁芯7及输出侧定子铁芯8由内到外依次分布,其中,输入侧定子铁芯1上缠绕有输入侧定子绕组3,输出侧定子铁芯8的内壁上缠绕有输出侧定子绕组9,所述转子铁芯7的内侧作为输入侧转子铁芯,转子铁芯7的外侧作为输出侧转子铁芯,其中,所述输入侧转子铁芯与输出侧转子铁芯之间设置有隔磁区域5,所述输入侧转子铁芯的内侧设置有起动笼2,输入侧转子铁芯内部设置有输入侧永磁体4,输出侧转子铁芯的外壁上设置有输出侧永磁体6。

[0026] 为实现N倍的频率变换,利用隔磁区域5将本发明分为内外侧两部分,p对极的输入侧定子绕组3产生旋转磁动势,在起动笼2中产生感应电流,与输入侧定子绕组3相互作用产生异步转矩,转子铁芯7在起动笼2和输入侧永磁体4同时作用下开始旋转直至牵入同步转速,同步转速为:

$$[0027] \quad n = \frac{60f}{p}$$

[0028] 其中,f为输入侧的频率,p为输入侧永磁体4及输入侧定子绕组3的极对数。

[0029] 输入侧和输出侧共用一个转子铁芯7,输出侧永磁体6的极对数为 N_p ,在同步转速下,在输出侧气隙产生为 N_p 对极的旋转磁场,与输出侧定子绕组9的 N_p 对极相对应,可以在输出侧定子绕组9中感应出N倍频的对称三相交流电压,从而实现输入侧到输出侧电能频率的转换。

[0030] 本发明将三相交流电压源的频率变换为N倍,然后从输出端输出给负载,对于图1的拓扑结构来说就是变换为3倍,频率变换的倍数可以通过改变输入侧定子绕组3的极对数、输入侧永磁体4的极对数、输出侧定子绕组9的极对数和输出侧永磁体6的极对数来改变。

[0031] 图2为本发明的工作电路图, U_A 、 U_B 、 U_C 为输入侧三相定子输入电压,PhaseA_{in}、PhaseB_{in}、PhaseC_{in}为输入侧定子三相绕组,PhaseA_{out}、PhaseB_{out}、PhaseC_{out}为输出侧定子三相绕组, Z_{load} 为输出端的负载阻抗。进一步的,在永磁电机中,永磁体和有槽电枢铁心相互作用产生齿槽转矩谐波,相电压存在一定的波形畸变,在电路中的滤波器与滤波电阻配合下实现滤除相电压谐波的作用。选择滤波电阻的阻值应远大于滤波器支路的阻抗,且远小于负载电阻的阻值,以保证滤波效果且不降低输出电压的幅值。

[0032] 利用有限元仿真软件将本发明运用到采用分频输电的电力系统中,图3为本发明运行仿真的电压变换效果图,输入端的电压频率为50/3Hz,经过变压变频器,输出端的电压频率为50Hz,实现三倍频的电能转换。

[0033] 最后需要说明的是,本发明采用隔磁区域5进行磁场分隔,根据输入侧和输出侧极对数不同,同步转速相同的原理来实现频率变换的功能,能够根据实际需要实现电信号频

率和电压的转换,采用转子铁芯7添加起动笼2的异步起动方法进行启动,从而完全脱离电力电子装置独立工作;输入侧和输出侧共用一个转子铁芯7,装置的空间利用率高。进一步的,本发明基于永磁同步电机设计原理,技术成熟,工程中可靠性高,技术成本非常低,具有较好经济性。进一步的,本发明应用于电力系统中,可以缓和新一代电力系统高电力电子设备的趋势,提高电力系统稳定性。

[0034] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,所属领域的技术人员阅读本申请后,参照上述实施例对本发明进行的各种修改或变更的行为,均在本发明专利的权利要求要求保护范围之内。

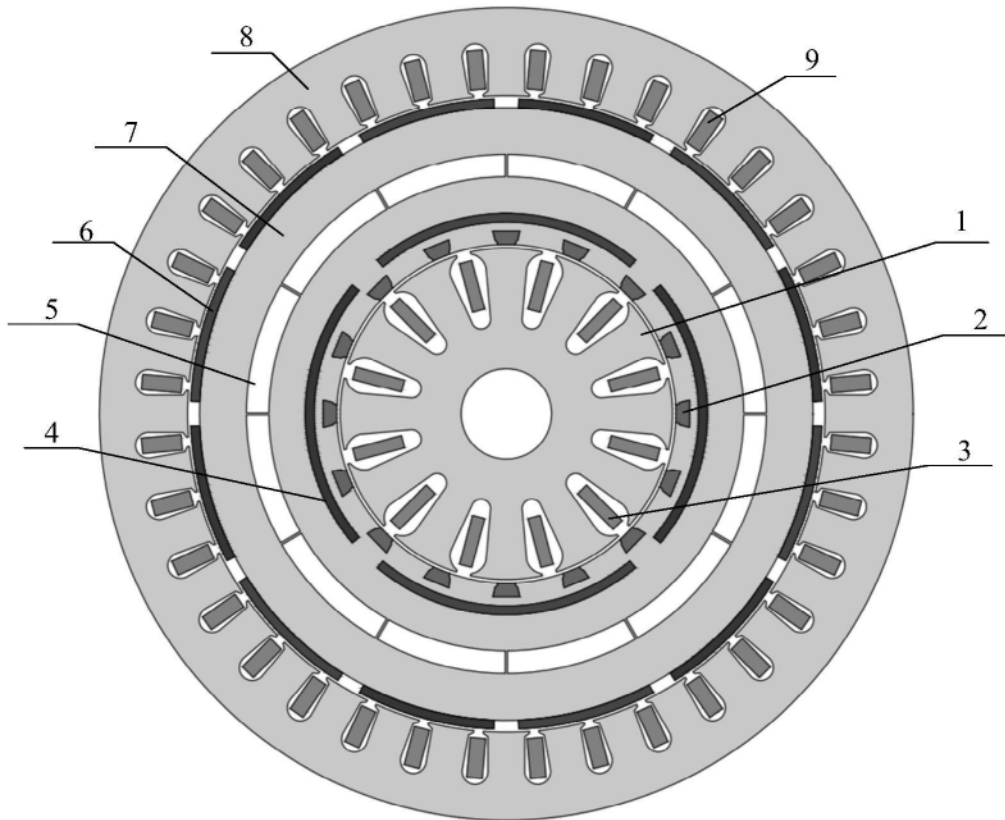


图1

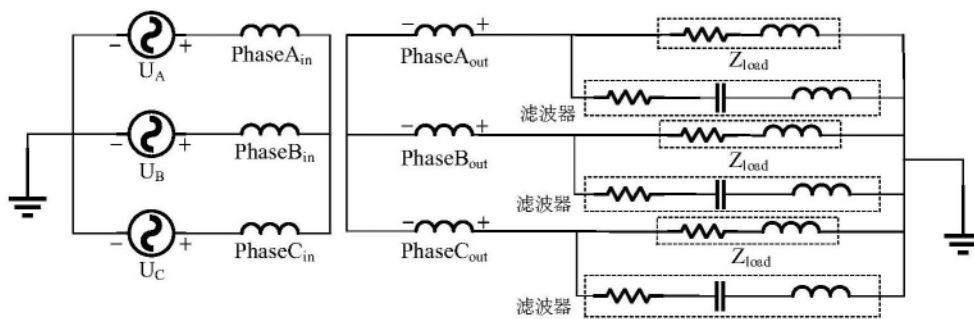


图2

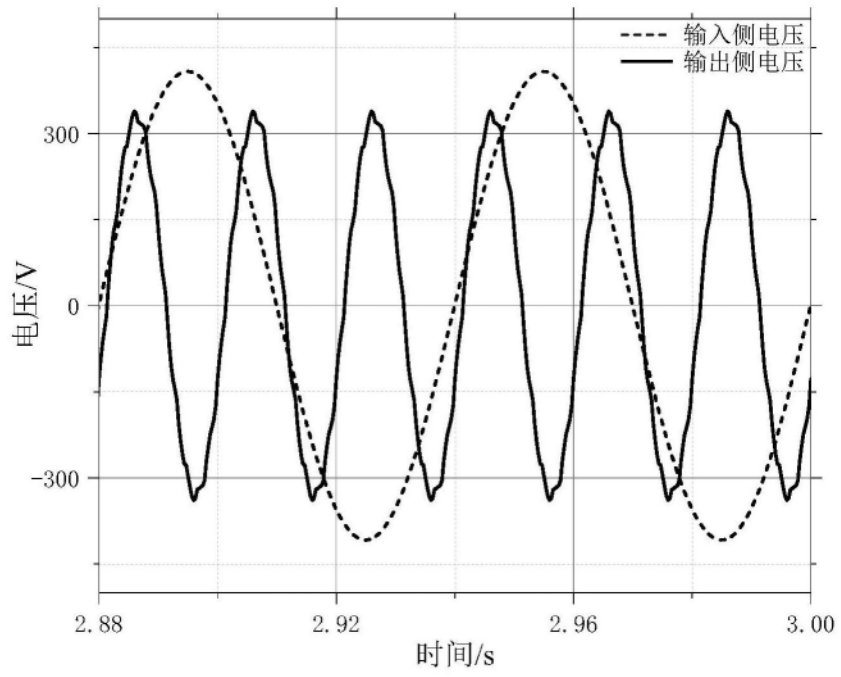


图3