



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114123711 B

(45) 授权公告日 2022. 12. 20

(21) 申请号 202111397763.0

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

H02K 1/24 (2006.01)

申请公布号 CN 114123711 A

H02M 5/32 (2006.01)

H02M 1/12 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.03.01

H02K 15/00 (2006.01)

(73) 专利权人 西安交通大学

H02K 19/14 (2006.01)

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(56) 对比文件

(72) 发明人 王曙鸿 骆力州 寇可焱 段娜娜

CN 202978667 U, 2013.06.05

张那明 张军 王锡凡 王秀丽

CN 111509938 A, 2020.08.07

张寅捷

US 2013292941 A1, 2013.11.07

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

CN 211377853 U, 2020.08.28

公司 61200

审查员 李娜

专利代理师 张宇鸽

(51) Int. Cl.

H02K 47/18 (2006.01)

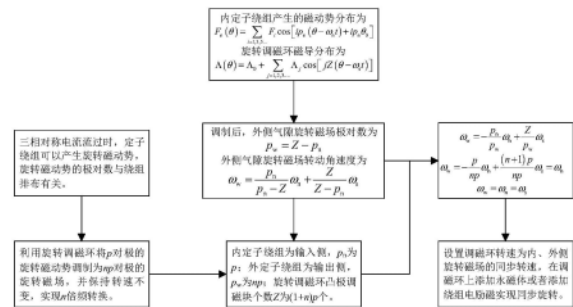
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频

(57) 摘要

本发明公开了一种基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频... 基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频变器及设计方法



1. 一种基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器设计方法,其特征在于,包括以下步骤:

在内定子铁芯(6)与外定子铁芯(1)之间增设旋转调磁环,旋转调磁环的外壁上设置有凸极调磁块(3),旋转调磁环的内壁上设置有表贴式永磁体(5);

利用旋转调磁环将p对极的内定子绕组(7)产生的旋转磁动势调制为np对极的旋转磁场,与外定子绕组(2)的np对极相对应,且使内定子绕组(7)产生的旋转磁动势与调制后的三相旋转磁场以同步转速旋转,调制后的旋转磁场在外定子绕组(2)中感应出n倍频的对称三相交流电压。

2. 一种基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器,其特征在于,包括外定子铁芯(1)、外定子绕组(2)、旋转调磁环、内定子铁芯(6)以及内定子绕组(7);

内定子铁芯(6)、旋转调磁环及外定子铁芯(1)由内到外依次分布,且内定子绕组(7)缠绕于内定子铁芯(6)上,外定子绕组(2)缠绕于外定子铁芯(1)内,旋转调磁环的外壁上设置有凸极调磁块(3),旋转调磁环的内壁上设置有表贴式永磁体(5),外定子绕组的极数对为内定子绕组的极数对的n倍。

3. 根据权利要求2所述的基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器,其特征在于,凸极调磁块(3)的个数为外定子绕组(2)的极对数与内定子绕组(7)的极对数之和。

4. 根据权利要求2所述的基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器,其特征在于,表贴式永磁体(5)的极对数与内定子绕组(7)的极对数相同。

5. 根据权利要求2所述的基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器,其特征在于,调制后的三相旋转磁场的角速度 ω_w 、旋转调磁环角速度 ω_s 及内定子绕组产生的旋转磁场的角速度 ω_n 满足以下关系式:

$$\omega_w = \omega_n = \omega_s。$$

6. 根据权利要求2所述的基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器,其特征在于,表贴式永磁体(5)与旋转调磁环的内壁之间设置有起动笼(4)。

7. 根据权利要求2所述的基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器,其特征在于,外定子绕组(2)连接有三相滤波电路。

8. 根据权利要求2所述的基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器,其特征在于,内定子绕组(7)的极对数为2;外定子绕组(2)的极对数为6,凸极调磁块(3)的个数为8,表贴式永磁体(5)的极对数为2。

基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器及设计方法

技术领域

[0001] 本发明属于新能源及电力工程技术领域,具体涉及一种基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器及设计方法。

背景技术

[0002] 电网是关系国民经济的重要基础设施,是电力传输的载体和能源资源优化配置的重要平台。近年来,特别是随着清洁能源的加快发展,以及电网智能化技术的推广应用,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。由于我国依次能源与生产力呈逆向分布,且能源生产远离用电负荷中心,为了满足经济社会发展不断增长的用电需要,对加强电网互联和灵活控制,提高电网优化配置能源资源的能力提出了更为紧迫的要求。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,在不同频率电网之间异步互联方面需要变频器的介入,导致系统动态行为发生深刻变化,对系统稳定性(如功角稳定、电压稳定和频率稳定)产生重大影响。

[0003] 目前,电网频率变换基本上使用电力电子设备来实现,在大功率的应用背景下大规模的电力电子设备造价十分昂贵,且系统需控制电路配合运行,系统复杂且容易发生故障。也有应用变频变压器来实现频率变换的功能,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变压变频器,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,效率难以进一步提高。

[0004] 大功率电磁型电能转换装置在我国具有广阔的应用空间,但目前国内对这方面的研究较少,在电能频率变换领域尚未有一种经济性高、运行可靠性高、性能优越的装置被应用,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,提供了一种基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器及设计方法,该变压器及其设计方法能够实现电能频率变换,且具有经济性高、运行可靠性高以及性能优越的特点。

[0006] 为达到上述目的,本发明所述的基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器设计方法包括以下步骤:

[0007] 在内定子铁芯与外定子铁芯之间增设旋转调磁环,旋转调磁环的外壁上设置有凸极调磁块,旋转调磁环的内壁上设置有表贴式永磁体;

[0008] 利用旋转调磁环将 p 对极的内定子绕组产生的旋转磁动势调制为 n_p 对极的旋转磁场,与外定子绕组的 n_p 对极相对应,且使内定子绕组产生的旋转磁动势与调制后的三相旋转磁场以同步转速旋转,调制后的旋转磁场在外定子绕组中感应出 n 倍频的对称三相交流电压。

[0009] 本发明所述的基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器,包括外定子铁芯、外定子绕组、旋转调磁环、内定子铁芯以及内定子绕组;

[0010] 内定子铁芯、旋转调磁环及外定子铁芯由内到外依次分布,且内定子绕组缠绕于内定子铁芯上,外定子绕组缠绕于外定子铁芯内,旋转调磁环的外壁上设置有凸极调磁块,旋转调磁环的内壁上设置有表贴式永磁体。

[0011] 凸极调磁块的个数为外定子绕组的极对数与内定子绕组的极对数之和。

[0012] 表贴式永磁体的极对数与内定子绕组的极对数相同。

[0013] 调制后的三相旋转磁场的角速度 ω_w 、旋转调磁环角速度 ω_s 及内定子绕组产生的旋转磁场的角速度 ω_n 满足以下关系式:

$$[0014] \quad \omega_w = \omega_n = \omega_s。$$

[0015] 表贴式永磁体与旋转调磁环的内壁之间设置有起动笼。

[0016] 外定子绕组连接有三相滤波电路。

[0017] 内定子绕组的极对数为2;外定子绕组的极对数为6,凸极调磁块的个数为8,表贴式永磁体的极对数为2。

[0018] 本发明具有以下有益效果:

[0019] 本发明所述的基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器及其设计方法在具体操作时,在内定子铁芯与外定子铁芯之间增设旋转调磁环,利用旋转调磁环将p对极的内定子绕组产生的旋转磁动势调制为np对极的旋转磁场,与外定子绕组的np对极相对应,且使内定子绕组产生的旋转磁动势与调制后的三相旋转磁场以同步转速旋转,调制后的旋转磁场在外定子绕组中感应出n倍频的对称三相交流电压,以实现n倍的频率变换,可以完全脱离电力电子设备实现频率和电压变换,具有经济性高、运行可靠性高以及性能优越的特点。最后需要说明的是,本发明可以实现输送电能频率和电压的变换,能够完全脱离电力电子设备实现频率变换,且可以保证在额定功率下输入输出功率因数大于0.95,同时保证输出电压电流波形畸变率满足国标要求,具有良好的稳定性,可以用于很多恶劣的工作环境下,且可以适用于分频输电等各个领域。

[0020] 进一步,本发明设置有起动笼,通过起动笼可以帮助旋转调磁环实现自启动,然后自动迁入同步速,无需控制电路辅助。

[0021] 进一步,设置有三相滤波电路,可以滤除谐波,减小每一相相电压和线电流的波形畸变率,其中,滤波电阻很小,几乎不会造成输出电压的降低。

附图说明

[0022] 图1为本发明的设计原理图;

[0023] 图2为实施例一的结构示意图;

[0024] 图3为实施例一的工作电路图;

[0025] 图4为实施例一的输入及输出电压波形图。

[0026] 其中,1为外定子铁芯、2为外定子绕组、3为凸极调磁块、4为起动笼、5为表贴式永磁体、6为内定子铁芯、7为内定子绕组。

具体实施方式

[0027] 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。

[0028] 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。

[0029] 参考图1,本发明所述基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器的设计方法包括以下步骤:

[0030] 在内定子铁芯6与外定子铁芯1之间增设旋转调磁环,旋转调磁环的外壁上设置有凸极调磁块3,旋转调磁环的内壁上设置有表贴式永磁体5;

[0031] 为实现n倍的频率变换,利用旋转调磁环将p对极的内定子绕组7产生的旋转磁动势调制为np对极的旋转磁场,与外定子绕组2的np对极相对应,且使内定子绕组7产生的旋转磁动势与调制后的三相旋转磁场以同步转速旋转,调制后的旋转磁场在外定子绕组2中感应出n倍频的对称三相交流电压,并进行输出。

[0032] 三相对称电流流过时,内定子绕组7产生旋转磁动势,所述旋转磁动势的极对数与绕组排布有关,内定子绕组7产生的旋转磁动势在空间的分布 $F_n(\theta)$ 表示为:

$$[0033] \quad F_n(\theta) = \sum_{i=1,3,5,\dots} F_i \cos[ip_n(\theta - \omega_n t) + ip_n \theta_0]$$

[0034] 其中,i为谐波的次数, F_i 为相应次数谐波磁动势的幅值, p_n 为内定子绕组7的极对数, ω_n 为内定子绕组7产生的旋转磁动势的角速度, θ_0 为初始位置的角度, θ 为空间角度,t为此刻的时间。

[0035] 旋转调磁环的磁导 $\Lambda(\theta)$ 在空间的分布表示为:

$$[0036] \quad \Lambda(\theta) = \Lambda_0 + \sum_{j=1,2,3,\dots} \Lambda_j \cos[jZ(\theta - \omega_s t)]$$

[0037] 其中,j为谐波的次数, Λ_0 为磁导中的恒定分量, Λ_j 为相应次数谐波磁动势的幅值,Z为凸极调磁块3的个数, ω_s 为旋转调磁环的角速度, θ 为空间角度,t为此刻的时间。

[0038] 调制后的磁通为 $F_n(\theta)$ 与 $\Lambda(\theta)$ 的乘积;调制后的旋转磁场极对数 p_w (即外定子绕组2的极对数)、内定子绕组7产生的旋转磁动势的极对数 p_n 以及凸极调磁块3的个数Z满足以下关系式:

$$[0039] \quad p_w + p_n = np + p = (n+1)p = Z$$

[0040] 调制后的三相旋转磁场的角速度 ω_w (即外定子绕组2中感应电流产生的旋转磁动势的角速度)、旋转调磁环的角速度 ω_s 和内定子绕组7产生的旋转磁场的角速度 ω_n 满足以下关系式:

$$[0041] \quad \omega_w = \frac{p_n}{p_n - Z} \omega_n + \frac{Z}{Z - p_n} \omega_s = -\frac{p_n}{p_w} \omega_n + \frac{Z}{p_w} \omega_s$$

[0042] 为实现上述目的,设置凸极调磁块3的个数Z为(n+1)p,旋转调磁环的角速度 ω_s 满足以下关系式:

$$[0043] \quad \omega_w = -\frac{p_n}{p_w} \omega_n + \frac{Z}{p_w} \omega_s = -\frac{p}{np} \omega_n + \frac{(n+1)p}{np} \omega_s = \omega_n$$

[0044] 即

$$[0045] \quad \omega_w = \omega_n = \omega_s$$

[0046] 进一步的,为了保证旋转调磁环的角速度满足关系,表贴式永磁体5与内定子绕组7的极对数相同,在稳定运行中使旋转调磁环保持同步转速。

[0047] 实施例一

[0048] 参考图2,本实施例以3倍频率变换为例,所述基于磁场调制原理的表贴式永磁体变压变频器包括外定子铁芯1、外定子绕组2、旋转调磁环、起动笼4、内定子铁芯6以及内定子绕组7。

[0049] 其中,内定子铁芯6、旋转调磁环及外定子铁芯1由内到外依次分布,且内定子绕组7缠绕于内定子铁芯6上,外定子绕组2缠绕于外定子铁芯1内,旋转调磁环的外壁上设置有凸极调磁块3,旋转调磁环的内壁上设置有表贴式永磁体5,表贴式永磁体5与旋转调磁环的内壁之间设置有起动笼4。

[0050] 本实施例中内定子绕组7为输入端,极对数为2;外定子绕组2为输出端,极对数为6。极对数之间满足3倍的关系,凸极调磁块3个数为8,表贴式永磁体5的极对数为2,与内定子绕组7的极对数相同,各部分的数量关系均满足设计原理,调制后的三相旋转磁场的角速度 ω_w 、旋转调磁环角速度 ω_s 以及内定子绕组7产生的旋转磁场的角速度 ω_n 满足以下关系式:

$$[0051] \quad \omega_w = -\frac{2}{6} \omega_n + \frac{8}{6} \omega_s = \omega_n$$

[0052] 即

$$[0053] \quad \omega_w = \omega_n = \omega_s$$

[0054] 本实施例可以实现将输出端电压频率变换为输入端电压频率的3倍,并且改变绕组匝数可以实现电压幅值的变换。由于安装有起动笼,也可以实现异步自起动,然后迁入同步速旋转,在起动到稳定运行过程里不需要任何控制电路的参与,装置结构较为简单,在运行过程中具有很强的稳定性和可靠性,可以适应比较恶劣的工作环境。

[0055] 图3为变压变频器的工作电路。在电路中,变压变频器包括输入端A、B、C三相绕组和输出端A、B、C三相绕组,输入端和输出端的三相绕组都是星型连接。输入端三相绕组分别连接A、B、C三相交流电压源,三相交流电压源公共点接地;输出端三相绕组接滤波电阻,然后接三相负载电阻,负载电阻上并联滤波器,负载电阻连接到接地的公共点上。

[0056] 变压变频器可以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,对于实施例一来说,即可实现3倍的变换,频率变换的倍数可以通过改变内定子绕组7的极对数、外定子绕组2的极对数和凸极调磁块3的个数来改变,并且同时要改变表贴式永磁体5

的极对数,以便实现同步旋转。

[0057] 现有线电压的波形畸变率很小,但相电压存在一定的波形畸变,在电路中的滤波器和滤波电阻配合可以实现滤除相电压谐波的作用。选择滤波电阻的阻值应当远大于滤波器支路的阻抗,且远小于负载电阻的阻值,这样可以保证滤波效果且不降低输出电压的幅值。

[0058] 图4所示为变压变频器的输入和输出电压波形,该电压波形为拓扑结构为图2所述变压变频器的输入和输出电压波形,由图4可知,输出线电压频率为输入线电压频率的3倍,变压变频器实现了3倍频率变换的功能,且可以改变电压的幅值。

[0059] 最后需要说明的是,本发明采用旋转调磁环来进行磁场调制,实现频率变换的功能,且在旋转调磁环上安装永磁体,实现旋转调磁环的同步旋转。可以完全脱离电力电子设备实现频率和电压变换,装置中仅包含铁心、绕组、永磁体等部件,具有良好的经济性。根据不同的频率变换和电压变换需求,可以通过改变内定子绕组极对数和匝数、外定子绕组极对数和匝数、旋转调磁环凸极调磁块个数来实现相应的功能。具有自起动的功能,无需控制电路的参与,系统结构比较简单。本装置输出功率因数高,输出电压电流波形畸变率小,不会对电网造成污染,工作可靠性高,运行稳定,可以适应比较恶劣的工作环境。

[0060] 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。

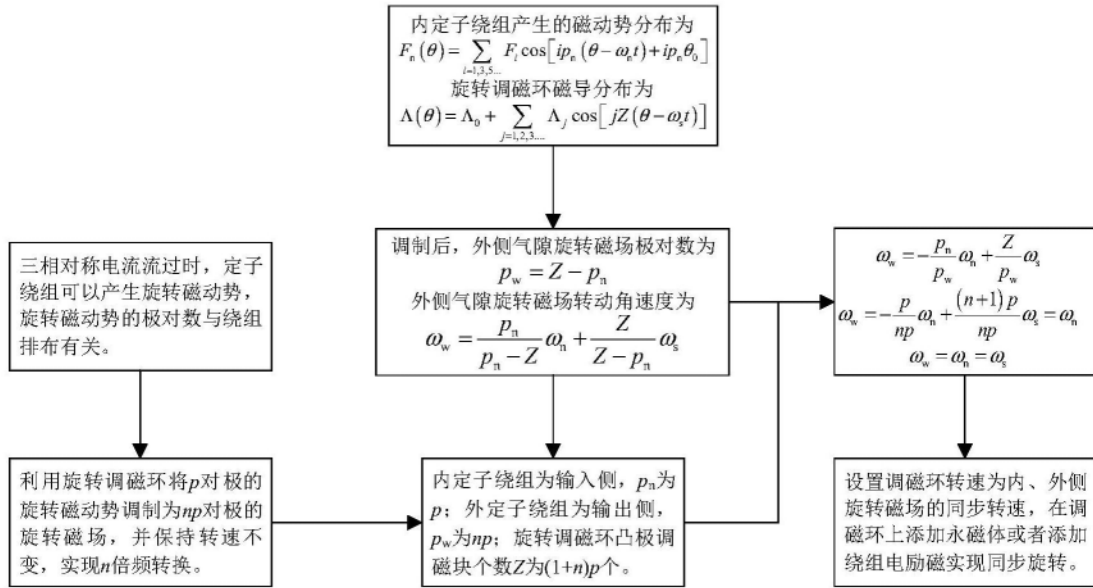


图1

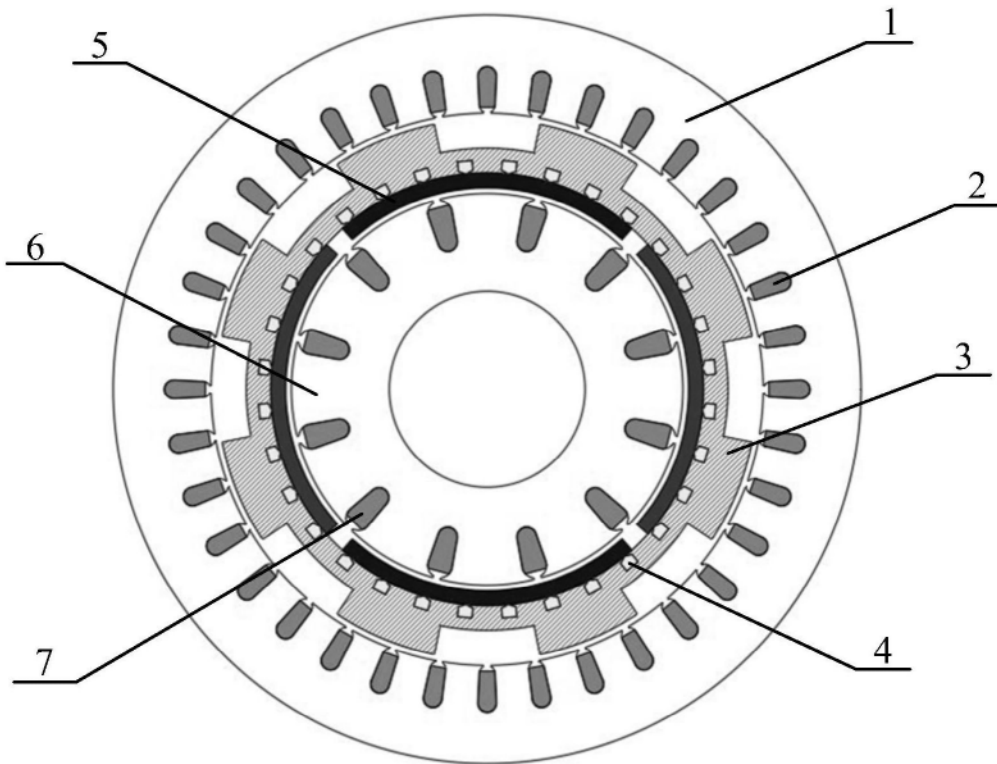


图2

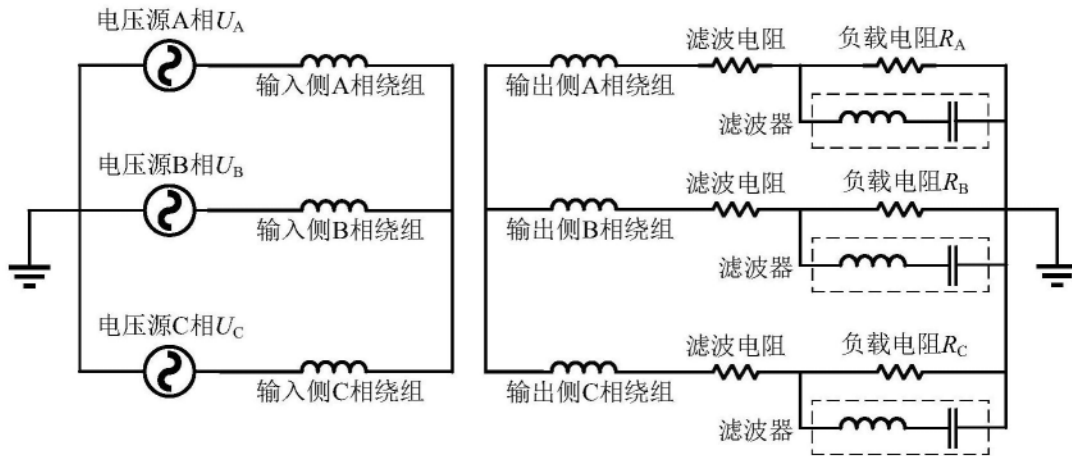


图3

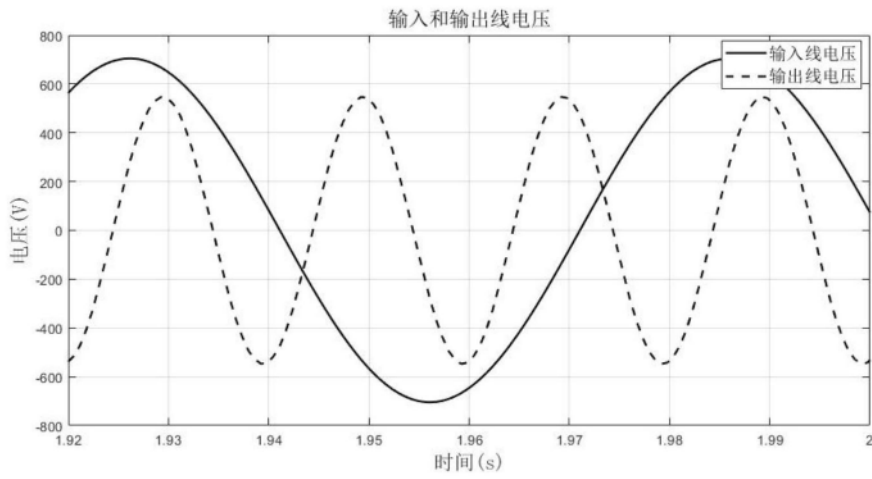


图4