



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110912486 A

(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201911164817.1

H02P 6/16(2016.01)

(22)申请日 2019.11.25

(71)申请人 泉州装备制造研究所

地址 362000 福建省泉州市台商投资区洛  
阳镇上浦村吉贝511号

(72)发明人 夏安俊 汪凤翔 解伟 于新红  
陶鹏

(74)专利代理机构 泉州市文华专利代理有限公  
司 35205

代理人 陈雪莹

(51)Int.Cl.

H02P 21/34(2016.01)

H02P 21/32(2016.01)

H02P 21/18(2016.01)

H02P 6/20(2016.01)

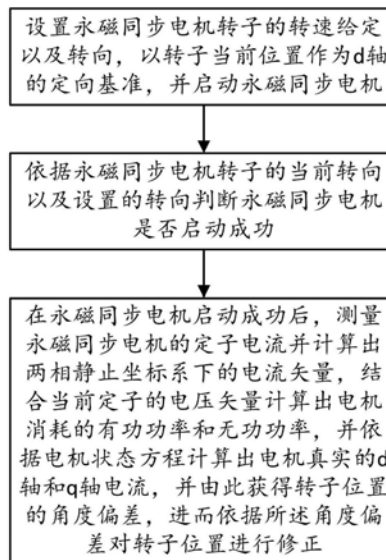
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法

(57)摘要

本发明提供了电机控制领域的一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法,包括:步骤S10、设置电机的转速给定以及转向,以转子当前位置作为d轴的定向基准,并启动永磁同步电机;步骤S20、依据转子的当前转向以及设置的转向判断电机是否启动成功;步骤S30、启动成功后,测量电机的定子电流并计算出两相静止坐标系下的电流矢量,结合当前定子的电压矢量计算出电机消耗的有功功率和无功功率,并依据电机状态方程计算出电机真实的d轴和q轴电流,并由此获得转子位置的角度偏差,进而对转子位置进行修正。本发明的优点在于:能够缩短转子定位的耗时、简化定位步骤、提高转子定位精度同时消除电机在运行过程中转子的定位累积偏差。



1. 一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法,其特征在于:包括如下步骤:

步骤S10、设置永磁同步电机转子的转速给定以及转向,以转子当前位置作为d轴的定向基准,并启动永磁同步电机;

步骤S20、依据永磁同步电机转子的当前转向以及设置的转向判断永磁同步电机是否启动成功;

步骤S30、在永磁同步电机启动成功后,测量永磁同步电机的定子电流并计算出两相静止坐标系下的电流矢量,结合当前定子的电压矢量计算出电机消耗的有功功率和无功功率,并依据电机状态方程计算出电机真实的d轴和q轴电流,并由此获得转子位置的角度偏差,进而依据所述角度偏差对转子位置进行修正。

2. 如权利要求1所述的一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法,其特征在于:所述步骤S10具体为:

设置永磁同步电机转子的转速给定以及转向,设置的转速给定与实际测量的转速相减后的差值经过速度调节器以及限幅器后转化为电机d轴及q轴的电流给定,将电流给定分别与当前转子位置下的d轴及q轴电流相减,所得电流差值分别经过各自的电流调节器转化为d轴及q轴的电压,再通过坐标变换,获得两相静止坐标系下的电压矢量,利用变频器对该电压矢量进行调制,启动永磁同步电机。

3. 如权利要求2所述的一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法,其特征在于:所述d轴电流的给定取值为0。

4. 如权利要求1所述的一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法,其特征在于:所述步骤S20具体包括:

步骤S21、获取永磁同步电机转子的当前位置信息;

步骤S22、判断转子是否发生转动,若否,则进入步骤S23;若是,则进入步骤S24;

步骤S23、将转子d轴的定位角度增加设定的角度,进入步骤S22;

步骤S24、判断转子的当前转向与设置的转向是否相同,若是,则进入步骤S30;若否,则将转子d轴的定位角度增加 $180^\circ$ ,并进入步骤S22。

5. 如权利要求1所述的一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法,其特征在于:所述步骤S30具体为:

在永磁同步电机运行过程中,测量永磁同步电机的定子电流并计算出两相静止坐标系下的电流矢量,结合当前定子的电压矢量计算出电机消耗的有功功率和无功功率,并依据电机状态方程计算出电机真实的d轴和q轴电流,并由此获得转子位置的角度偏差,进而依据所述角度偏差对转子位置进行修正。

6. 如权利要求5所述的一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法,其特征在于:在对转子位置进行自修正的过程中对角度偏差进行线性或者非线性平滑补偿。

## 一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电机控制领域,特别指一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法。

### 背景技术

[0002] 在使用增量式编码器测量永磁同步电机转子位置的伺服系统中,在永磁同步电机启动时,需要预先获得转子的初始位置。

[0003] 转子初始位置的准确度不仅影响伺服系统的控制精度,而且会影响永磁同步电机的运行稳定性,进而决定了系统整体控制性能。若估测的转子位置与实际转子位置误差过大,将造成转子逆转或控制失败,进而导致永磁同步电机在控制上的不稳定。另外,永磁同步电机在运行过程中,由于温度等外界影响或转子位置反馈信号的误差,也会造成转子位置的不准确,使转子定位出现偏差,进而导致伺服系统控制性能下降。

[0004] 而传统的转子定位方法耗时较长,且难以消除电机在运行过程中产生的转子位置累积偏差。

[0005] 经检索,申请日为2009.07.02,申请号为CN200910072448.3的中国发明专利公开了永磁同步电机转子初始位置角的确定方法;申请日为1996.08.08,申请号为CN96106988.0的中国发明专利公开了交流伺服系统中电机转子初始位置的检测方法及装置;上述两篇专利所提出的转子位置检测方法均是通过控制定子电流矢量的幅值和相位,使定子磁场逐步逼近转子磁场,由于存在判断偏差和逐步逼近的过程,因此转子定位存在耗时较长的缺点。申请日为2013.08.06,申请号为CN201310339651.9的中国发明专利公开了一种永磁同步电机转子初始位置的修正方法,该方法采用施加正负脉冲电流矢量的方法使转子产生高频抖动,通过抖动量大小判断转子初始位置的偏差,再由此修改电流矢量逐步减小偏差。该方法同样存在逐步逼近的过程,使得转子定位耗时较长且存在高频抖动现象。

[0006] 因此,提供一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法,缩短转子定位的耗时、简化定位步骤、提高转子定位精度同时能够消除电机在运行过程中产生的转子定位累积偏差,成为一个亟待解决的问题。

### 发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题,在于提供一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法,实现缩短转子定位的耗时、简化定位步骤、提高转子定位精度同时消除电机在运行过程中产生的转子定位累积偏差。

[0008] 本发明是这样实现的:一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法,包括如下步骤:

[0009] 步骤S10、设置永磁同步电机转子的转速给定以及转向,以转子当前位置作为d轴的定向基准,并启动永磁同步电机;

[0010] 步骤S20、依据永磁同步电机转子的当前转向以及设置的转向判断永磁同步电机是否启动成功；

[0011] 步骤S30、在永磁同步电机启动成功后，测量永磁同步电机的定子电流并计算出两相静止坐标系下的电流矢量，结合当前定子的电压矢量计算出电机消耗的有功功率和无功功率，并依据电机状态方程计算出电机真实的d轴和q轴电流，并由此获得转子位置的角度偏差，进而依据所述角度偏差对转子位置进行修正。

[0012] 进一步地，所述步骤S10具体为：

[0013] 设置永磁同步电机转子的转速给定以及转向，设置的转速给定与实际测量的转速相减后的差值经过速度调节器以及限幅器后转化为电机d轴及q轴的电流给定，将电流给定分别与当前转子位置下的d轴及q轴电流相减，所得电流差值分别经过各自的电流调节器转化为d轴及q轴的电压，再通过坐标变换，获得两相静止坐标系下的电压矢量，利用变频器对该电压矢量进行调制，启动永磁同步电机。

[0014] 进一步地，所述d轴电流的给定取值为0。

[0015] 进一步地，所述步骤S20具体包括：

[0016] 步骤S21、获取永磁同步电机转子的当前位置信息；

[0017] 步骤S22、判断转子是否发生转动，若否，则进入步骤S23；若是，则进入步骤S24；

[0018] 步骤S23、将转子d轴的定位角度增加设定的角度，进入步骤S22；

[0019] 步骤S24、判断转子的当前转向与设置的转向是否相同，若是，则进入步骤S30；若否，则将转子d轴的定位角度增加 $180^\circ$ ，并进入步骤S22。

[0020] 进一步地，所述步骤S30具体为：

[0021] 在永磁同步电机运行过程中，测量永磁同步电机的定子电流并计算出两相静止坐标系下的电流矢量，结合当前定子的电压矢量计算出电机消耗的有功功率和无功功率，并依据电机状态方程计算出电机真实的d轴和q轴电流，并由此获得转子位置的角度偏差，进而依据所述角度偏差对转子位置进行修正。

[0022] 进一步地，在对转子位置进行自修正的过程中对角度偏差进行线性或者非线性平滑补偿。

[0023] 本发明的优点在于：

[0024] 1、提高了转子的定位精度。2、简化了转子定位步骤。3、相缩短了转子定位时间。4、能够消除电机运行过程中转子的定位累积偏差。5、在不增加硬件成本的基础上能够实现永磁同步电机零转速恒转矩启动。

## 附图说明

[0025] 下面参照附图结合实施例对本发明作进一步的说明。

[0026] 图1是本发明一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法的流程图。

[0027] 图2是本发明一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法的系统架构图。

## 具体实施方式

[0028] 本申请实施例中的技术方案，总体思路如下：

[0029] 在启动永磁同步电机时，以转子当前位置作为d轴的定向基准，直接对电机转速或

转矩进行控制,同时测量永磁同步电机的定子电流并计算出两相静止坐标系下的电流矢量,结合当前定子的电压矢量计算出电机消耗的有功功率和无功功率;根据转子的当前转向以及设置的转向判断电机是否启动成功;依据电机状态方程计算出电机真实的d轴和q轴电流,并由此获得转子位置的角度偏差,进而依据所述角度偏差对转子位置进行线性或非线性平滑补偿。

[0030] 请参照图1至图2所示,本发明一种永磁同步电机启动及转子位置自修正方法的较佳实施例,包括如下步骤:

[0031] 步骤S10、设置永磁同步电机转子的转速给定 $\Omega^*$ 以及转向,以转子当前位置作为d轴的定向基准,并启动永磁同步电机;

[0032] 步骤S20、依据永磁同步电机转子的当前转向以及设置的转向判断永磁同步电机是否启动成功;

[0033] 步骤S30、在永磁同步电机启动成功后,测量永磁同步电机的定子电流并计算出两相静止坐标系下的电流矢量 $(i_\alpha, i_\beta)$ ,结合当前定子的电压矢量 $(u_\alpha, u_\beta)$ 计算出电机消耗的有功功率和无功功率,并依据电机状态方程计算出电机真实的d轴和q轴电流,并由此获得转子位置的角度偏差 $\Delta\theta$ ,进而依据所述角度偏差 $\Delta\theta$ 对转子位置进行修正。

[0034] 所述步骤S10具体为:

[0035] 设置永磁同步电机转子的转速给定 $\Omega^*$ 以及转向,设置的转速给定 $\Omega^*$ 与实际测量的转速 $\Omega$ 相减后的差值经过速度调节器以及限幅器后转化为电机d轴及q轴的电流给定 $i_d^*$ 、 $i_q^*$ ,再分别与当前转子位置下的d轴及q轴电流 $i_d$ 、 $i_q$ 相减,所得电流差值分别经过各自的电流调节器转化为d轴及q轴的电压 $u_d$ 、 $u_q$ ,再通过坐标变换,获得两相静止坐标系下的电压矢量 $(u_\alpha, u_\beta)$ ,利用变频器对该电压矢量进行调制,启动永磁同步电机。

[0036] 所述d轴电流的给定 $i_d^*$ 取值为0。

[0037] 所述d轴为永磁同步电机的直轴,所述q轴为永磁同步电机的交轴。限幅器(Limiter)是指能按限定的范围削平信号波幅的电路,又称削波器。限幅器的作用是把输出信号幅度限定在一定的范围内,亦即当输入信号超过或低于某一参考值后,输出信号将被限制,且再不随输入信号变化。

[0038] 所述步骤S20具体包括:

[0039] 步骤S21、获取永磁同步电机转子的当前位置信息;

[0040] 步骤S22、判断转子是否发生转动,若否,则进入步骤S23;若是,则进入步骤S24;

[0041] 步骤S23、将转子d轴的定位角度增加设定的角度,进入步骤S22;设定的角度为一个小角度,例如 $30^\circ$ 、 $10^\circ$ 等,若电机在重载情况下启动,可适当减小增加的角度;

[0042] 步骤S24、判断转子的当前转向与设置的转向是否相同,若是,则进入步骤S30;若否,则将转子d轴的定位角度增加 $180^\circ$ 或者增加的角度值能够使电机的转向发生改变,并进入步骤S22。

[0043] 所述步骤S30具体为:

[0044] 在有功电流最小化控制过程中,d轴电流维持为0,q轴电流用来产生电场转矩,当转子位置出现偏差时,q轴电流将会增加。

[0045] 在永磁同步电机运行过程中,测量永磁同步电机的定子电流并计算出两相静止坐标系下的电流矢量 $(i_\alpha, i_\beta)$ ,结合当前定子的电压矢量 $(u_\alpha, u_\beta)$ 计算出电机消耗的有功功率

和无功功率,并依据电机状态方程计算出电机真实的d轴和q轴电流,并由此获得转子位置的角度偏差 $\Delta\theta$ ,进而依据所述角度偏差 $\Delta\theta$ 对转子位置进行修正。

[0046] 在对转子位置进行自修正的过程中对角度偏差进行线性或者非线性平滑补偿,避免出现转速或者转矩的大幅度波动。

[0047] 虽然以上描述了本发明的具体实施方式,但是熟悉本技术领域的技术人员应当理解,我们所描述的具体的实施例只是说明性的,而不是用于对本发明的范围的限定,熟悉本领域的技术人员在依照本发明的精神所作的等效的修饰以及变化,都应当涵盖在本发明的权利要求所保护的范围内。

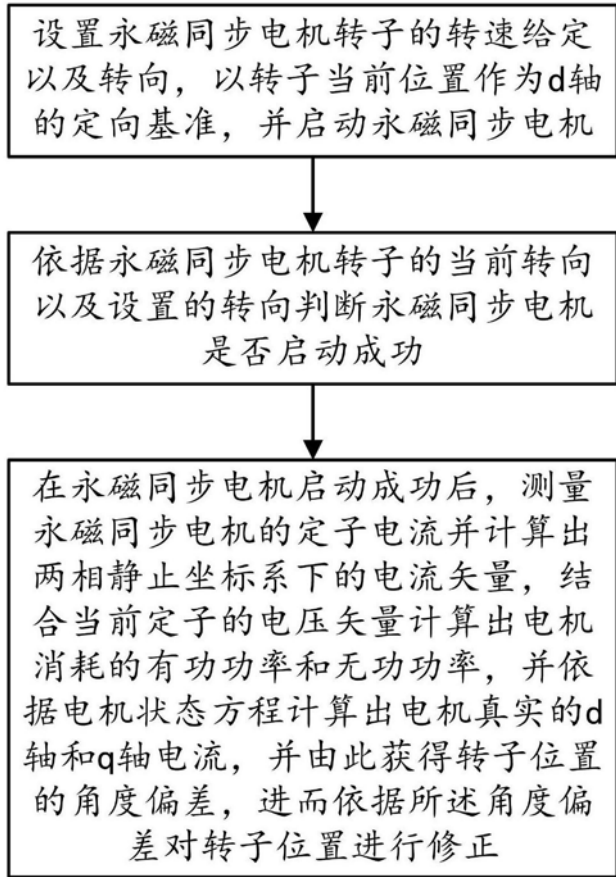


图1

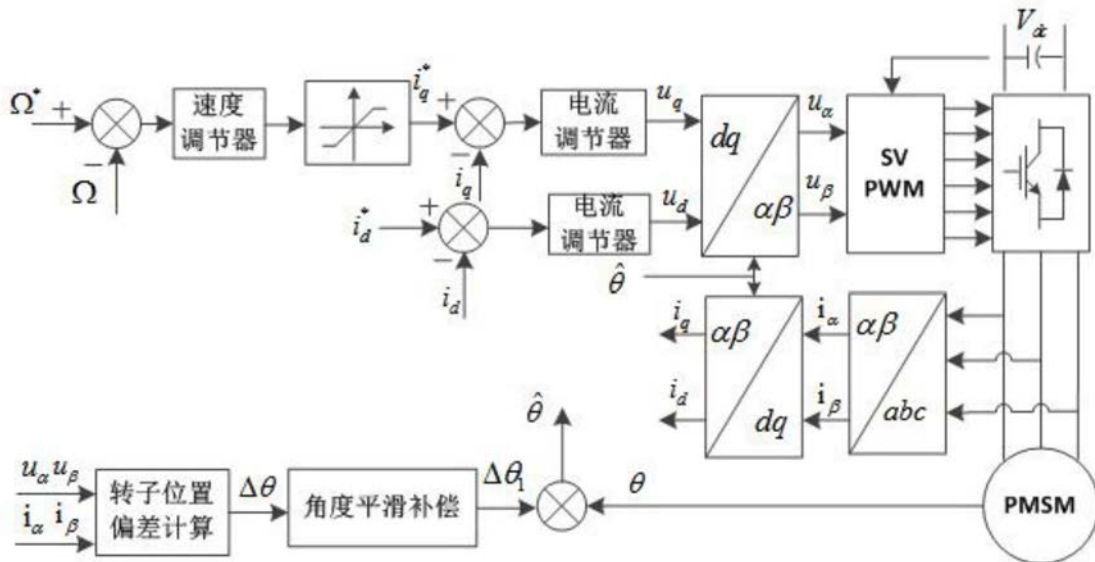


图2