



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106253783 B

(45)授权公告日 2018.07.03

(21)申请号 201610860395.1

审查员 余雯雯

(22)申请日 2016.09.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106253783 A

(43)申请公布日 2016.12.21

(73)专利权人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路127号

(72)发明人 王锐 刘卫国 彭纪昌 孟涛

(74)专利代理机构 西北工业大学专利中心

61204

代理人 王鲜凯

(51)Int.Cl.

H02P 21/32(2016.01)

H02P 21/18(2016.01)

H02P 6/18(2016.01)

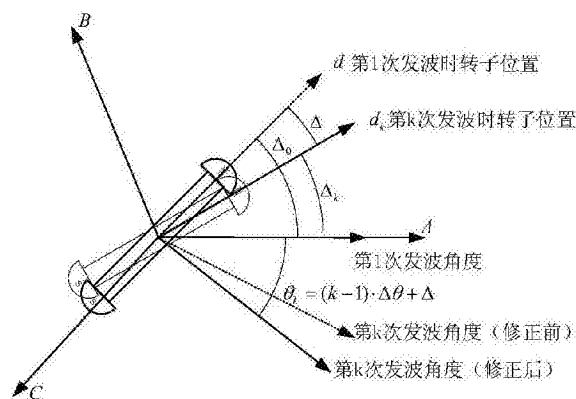
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

## (54)发明名称

电励磁同步电机转子振动下初始位置估算方法

## (57)摘要

本发明涉及一种电励磁同步电机转子振动下初始位置估算方法,通过对定子电压空间矢量发波角度的补偿,提高电励磁同步电机在转子振动下估算转子初始位置的精度。本发明方法具有以下有益效果:(1)能够减小电励磁同步电机在利用电感饱和效应估算转子初始位置时由于转子位置波动带来的估算误差。(2)利用傅里叶分解的信号处理方法,去除电流噪声,精确定位转子位置。



1. 一种电励磁同步电机转子振动下初始位置估算方法,其特征在于步骤如下:

步骤1:对电励磁同步电机转子施加励磁电压;

步骤2:给电励磁同步电机定子A相的方向施加一固定幅值的电压空间矢量,并测量当前旋转变压器的采集值  $\Delta_0$ ;

步骤3:当定子上的响应电流降为零时,在第k次发波前测量当前旋转变压器的采集值  $\Delta_k$ ;

然后计算  $\Delta = \Delta_0 - \Delta_k$ ,  $\theta_k = (k-1) \cdot \Delta\theta + \Delta$ , 其中:  $\Delta\theta$  为每次增加电压空间矢量电角度的步长,且整除360;

同时给距离定子A轴  $\theta_k$  电角度的方向施加一相同幅值的电压空间矢量;

重复本步骤,采集每次施加电压空间矢量过程中定子的最大响应电流值  $i_a$ 、 $i_b$ 、 $i_c$ ,直到施加完一圈电压空间矢量时结束;

步骤4:通过坐标变换计算出每次施加电压空间矢量过程中dq坐标系下的  $i_d$ ,得到  $\frac{360}{\Delta\theta}$  个  $i_d$ ;

步骤5:对  $\frac{360}{\Delta\theta}$  个  $i_d$  值用三阶傅里叶分解的方法进行拟合,找出拟合后的数值的峰值  $i_{dmax}$ ,此  $i_{dmax}$  对应的角度  $\theta$  即为转子初始位置。

## 电励磁同步电机转子振动下初始位置估算方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于同步电机控制技术领域,具体涉及一种电励磁同步电机转子振动下初始位置估算方法。

### 背景技术

[0002] 在电励磁同步电机的控制技术中,转子的初始位置是一个很重要的量,不准确的初始位置会导致电机出现带载能力下降、电机反转等现象。位置传感器虽然能够检测转子的实时位置,但在大部分情况下,由于安装精度的原因,位置传感器与转子的配装会有一定的安装误差。所以,转子的初始位置必须由旋转变压器的值与安装误差共同决定,并且在有些场合下,由于电励磁同步电机安装和使用场合的限制,很多时候需要在转子振动的情况下得到转子的初始位置。

[0003] 目前,电机转子初始位置估算的方法有很多,简单实用的方法主要有下面两种:

[0004] (1) 施加恒定电压矢量法。这种方法是在定子上加一恒定方向的电压空间矢量,从而使转子转向特定的位置,此时便可以得到转子的初始位置。但是在某些场合下,要求电机静止或者小幅度振动,这种方法就不再适用。

[0005] (2) 利用定子电感的饱和效应检测转子位置的方法。这种方法是对定子360电角度的范围内,施加一圈幅值相同的电压矢量,施加过程中采集定子三相电流,通过坐标变换计算并比较不同电角度下的电流响应值,寻找电流峰值处所对应的转子位置,即为转子初始位置。但是由于有些场合下,电机转子并不是完全静止,而在某一小范围内轻微振动,这样会导致定子上施加的电压空间矢量相对于转子并不以均匀电角度分布,从而降低估算精度。所以在这种情况下,要想得到比较精确的转子位置,需要对此方法加以改进。

### 发明内容

[0006] 要解决的技术问题

[0007] 为了避免现有技术的不足之处,本发明提出一种电励磁同步电机转子振动下初始位置估算方法,通过对定子电压空间矢量发波角度的补偿,提高电励磁同步电机在转子振动下估算转子初始位置的精度。

[0008] 技术方案

[0009] 一种电励磁同步电机转子振动下初始位置估算方法,其特征在于步骤如下:

[0010] 步骤1:对电励磁同步电机转子施加励磁电压;

[0011] 步骤2:给电励磁同步电机定子A相的方向施加一固定幅值的电压空间矢量,并测量当前旋转变压器的采集值  $\Delta_0$ ;

[0012] 步骤3:当定子上的响应电流降为零时,在第k次发波前测量当前旋转变压器的采集值  $\Delta_k$ ;

[0013] 然后计算  $\Delta = \Delta_0 - \Delta_k$ ,  $\theta_k = (k-1) \cdot \Delta\theta + \Delta$ , 其中:  $\Delta\theta$  为每次增加电压空间矢量电角度的步长,且整除360;

[0014] 同时给距离定子A轴 $\theta_k$ 电角度的方向施加一相同幅值的电压空间矢量；

[0015] 重复本步骤，采集每次施加电压空间矢量过程中定子的最大响应电流值 $i_a$ 、 $i_b$ 、 $i_c$ ，直到施加完一圈电压空间矢量时结束；

[0016] 步骤4：通过坐标变换计算出每次施加电压空间矢量过程中dq坐标系下的 $i_d$ ，得到 $\frac{360}{\Delta\theta}$ 个 $i_d$ ；

[0017] 步骤5：对 $\frac{360}{\Delta\theta}$ 个 $i_d$ 值用三阶傅里叶分解的方法进行拟合，找出拟合后的数值的峰值 $i_{dmax}$ ，此 $i_{dmax}$ 对应的角度 $\theta$ 即为转子初始位置。

[0018] 有益效果

[0019] 本发明提出的一种电励磁同步电机转子振动下初始位置估算方法，通过对定子电压空间矢量发波角度的补偿，提高电励磁同步电机在转子振动下估算转子初始位置的精度。

[0020] 本发明方法具有以下有益效果：

[0021] (1) 能够减小电励磁同步电机在利用电感饱和效应估算转子初始位置时由于转子位置波动带来的估算误差。

[0022] (2) 利用傅里叶分解的信号处理方法，去除电流噪声，精确定位转子位置。

## 附图说明

[0023] 图1：施加电压矢量示意图

[0024] 图2：补偿电压空间矢量示意图

[0025] 图3：定子三相电流响应曲线

[0026] 图4：使用三阶快速傅里叶分解方法拟合后的拟合曲线

[0027] 图5：单次发波示波器波形

## 具体实施方式

[0028] 现结合实施例、附图对本发明作进一步描述：

[0029] (1) 对电励磁同步电机转子施加励磁电压。

[0030] (2) 如图1所示，给电励磁同步电机定子A相的方向施加一固定幅值的电压空间矢量，并记录当前旋转变压器的采集值 $\Delta_0$ 。

[0031] (3) 以 $\Delta\theta$ 为步长从A相开始连续施加一圈绕定子360电角度的幅值相等的电压矢量。如图2所示，每次发波前修正 $\theta_k$ 的值以保证定子上施加的电压空间矢量相对于转子实际位置以均匀电角度分布，修正公式如下：待定子上的响应电流降为零时，在第k次发波前记录当前旋转变压器的采集值 $\Delta_k$ ，计算 $\Delta = \Delta_0 - \Delta_k$ ；

[0032]  $\theta_k = (k-1) \cdot \Delta\theta + \Delta$ ；

[0033] 其中， $\theta$ 为每次增加电压空间矢量电角度的步长，且可以整除360。

[0034] (4) 采集每次施加电压空间矢量过程中定子的最大响应电流值 $i_a$ 、 $i_b$ 、 $i_c$ ，如图3所示，通过坐标变换计算出dq坐标系下的 $i_d$ ，得到 $\frac{360}{\Delta\theta}$ 个 $i_d$ ，坐标变换如下式所示：

[0035] 
$$i_d = \frac{2}{3} [i_A \cos \theta + i_B \cos(\theta - 120^\circ) + i_C \cos(\theta + 120^\circ)]$$

[0036] 其中,  $\theta$  为第  $k$  次发波时相对应的发波角度  $\theta_k$ 。

[0037] (6) 结果如图4中离散点所示。

[0038] (7) 当所施加的电压空间矢量的电角度越靠近转子  $d$  轴的位置, 由于凸极电机的电感饱和效应, 对应的电感值就最小, 响应的电流值最大。

[0039] (8) 使用三阶快速傅里叶分解方法拟合响应电流曲线, 拟合曲线如图4所示, 并寻找拟合曲线中最大电流点所对应电角度, 此电角度即为当前转子位置。

[0040] (9) 本实例中估算出的转子初始位置为  $\theta = 88.5^\circ$ ,

[0041] 采用本发明所估算的转子初始位置与实际转子位置  $89.3^\circ$  相差  $0.8$  个电角度, 完全可以满足驱动控制的要求。

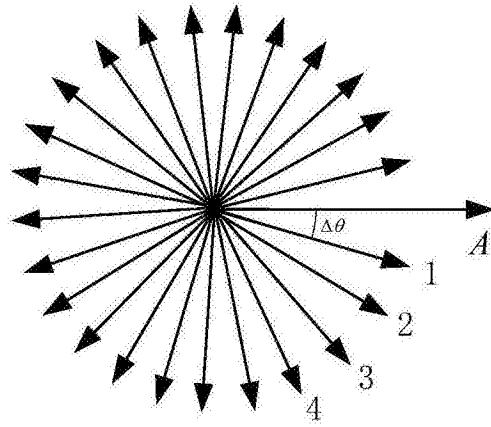


图1

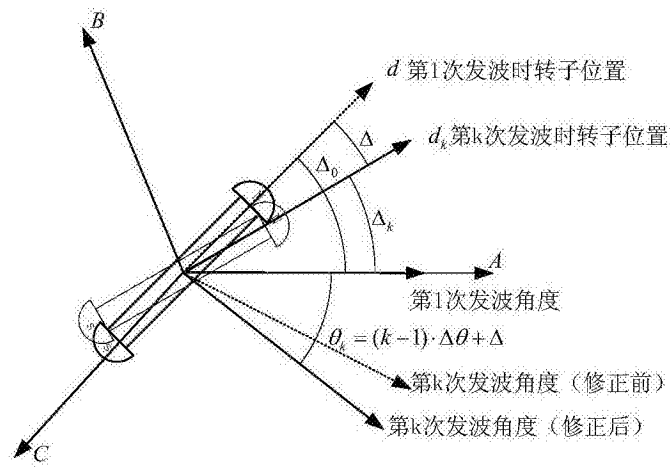


图2

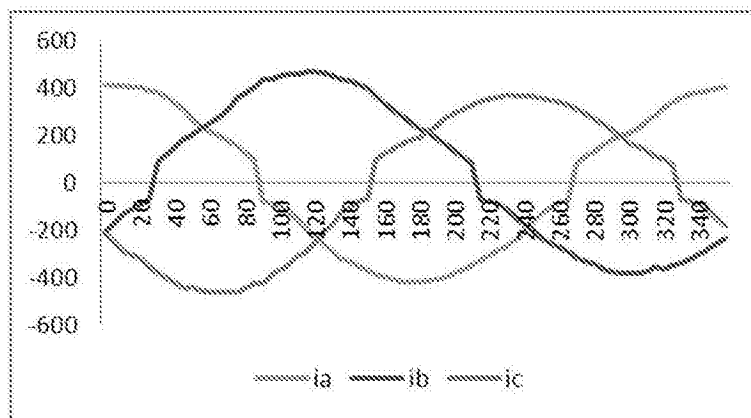


图3

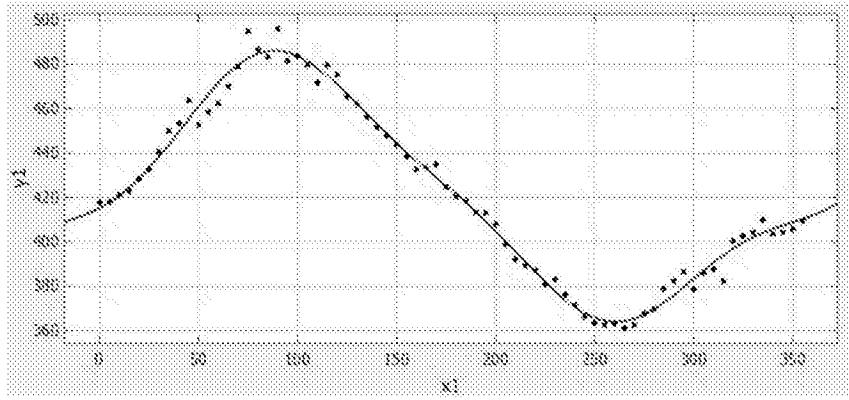


图4

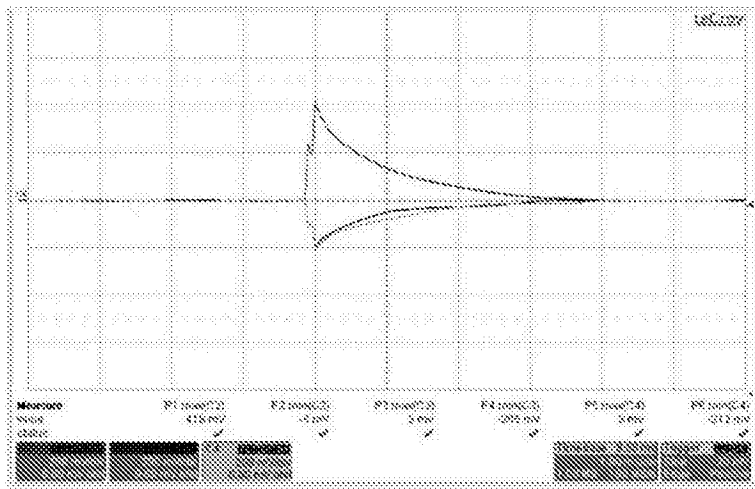


图5