



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105391363 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 09

(21) 申请号 201510786383. 4

(22) 申请日 2015. 11. 16

(71) 申请人 重庆长安汽车股份有限公司

地址 400023 重庆市江北区建新东路 260 号

申请人 重庆长安新能源汽车有限公司

(72) 发明人 陈健 朱天宇 任勇 范旭红

贾俊玲

(74) 专利代理机构 北京信远达知识产权代理事

务所(普通合伙) 11304

代理人 魏晓波

(51) Int. Cl.

H02P 21/18(2016. 01)

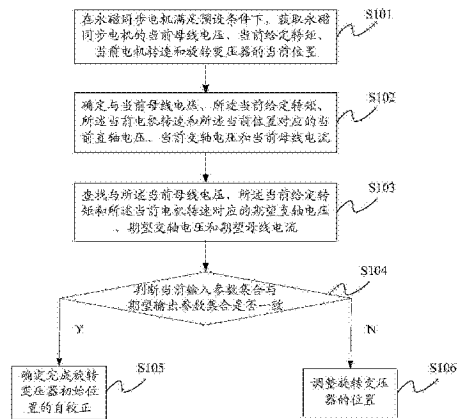
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

一种旋转变压器初始位置自校正方法及装置

(57) 摘要

本申请提供一种旋转变压器初始位置自校正方法及装置,包括:获取永磁同步电机的当前母线电压、当前给定转矩、当前电机转速和旋转变压器的当前位置;确定与当前母线电压、当前给定转矩、当前电机转速和所述当前位置对应的当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流;查找与当前母线电压、当前给定转矩和当前电机转速对应的期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流;若当前直轴电压与期望直轴电压的差值在预设范围内、当前交轴电压与期望交轴电压的差值在预设范围内,并且,当前母线电流与期望母线电流的差值在预设范围内,则确定完成旋转变压器初始位置的自校正。本申请可以自动调整旋转变压器初始位置,以便旋转变压器的零位置与电机磁极位置对应。



1. 一种旋转变压器初始位置自校正方法,其特征在于,包括:

在永磁同步电机满足预设条件下,获取永磁同步电机的当前母线电压、当前给定转矩、当前电机转速和旋转变压器的当前位置;

确定与所述当前母线电压、所述当前给定转矩、所述当前电机转速和所述当前位置对应的当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流;

查找与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流;

若所述当前直轴电压与所述期望直轴电压的差值在预设范围内、所述当前交轴电压与所述期望交轴电压的差值在预设范围内,并且,所述当前母线电流与所述期望母线电流的差值在预设范围内,则确定完成旋转变压器初始位置的自校正;

其中,所述期望直轴电压、所述期望交轴电压、所述期望母线电流,为在旋转变压器的零位置与电机磁极重合的情况下,与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的永磁同步电机的直轴电压、交轴电压和母线电流。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括:

若所述当前直轴电压与期望直轴电压的差值未在预设范围内、所述当前交轴电压与期望交轴电压的差值未在预设范围内,或,所述当前母线电流与期望母线电流的差值未预设范围内,则调整旋转变压器的位置,重新进入所述在满足预设条件下,获取永磁同步电机的母线电压、给定转矩、电机转速和旋转变压器的当前位置的步骤。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述查找与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流,包括:

在预设对应关系中,查找与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的直轴电压、交轴电压和母线电流;

将所述直轴电压、所述交轴电压和所述母线电流,确定为所述期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流;

其中,所述预设对应关系中存储有在旋转变压器的零位置与电机磁极重合的情况下,与各个母线电压、各个给定转矩和各个电机转速对应的直轴电压、交轴电压和母线电流。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述确定与所述当前母线电压、所述当前给定转矩、所述当前电机转速和所述当前位置对应的当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流,包括:

将旋转变压器的当前位置与旋转变压器的初始位置的差值,确定为永磁同步电机的转子位置;

利用所述转子位置和所述当前母线电压所转换获得的三相交流电流,按第一预设公式计算当前直轴电流、当前交轴电流和所述当前母线电流;

利用所述当前直轴电流和所述当前交轴电流,按第二预设公式计算所述当前直轴电压和所述当前交轴电压。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述永磁同步电机满足预设条件的确定过程包括:

在所述永磁同步电机的电机转速大于预设转速的情况下,确定所述永磁同步电机满足预设条件。

6. 如权利要求 1-5 任一项所述的方法,其特征在于,所述当前给定转矩为零转矩。

7. 一种旋转变压器初始位置自校正装置,其特征在于,包括:

获取单元,用于在永磁同步电机满足预设条件下,获取永磁同步电机的当前母线电压、当前给定转矩、当前电机转速和旋转变压器的当前位置;

第一确定单元,用于确定与所述当前母线电压、所述当前给定转矩、所述当前电机转速和所述当前位置对应的当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流;

第一查找单元,用于查找与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流;

第一处理单元,用于若所述当前直轴电压与所述期望直轴电压的差值在预设范围内、所述当前交轴电压与所述期望交轴电压的差值在预设范围内,并且,所述当前母线电流与所述期望母线电流的差值在预设范围内,则确定完成旋转变压器初始位置的自校正;

其中,所述期望直轴电压、所述期望交轴电压、所述期望母线电流,为在旋转变压器的零位置与电机磁极重合的情况下,与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的永磁同步电机的直轴电压、交轴电压和母线电流。

8. 如权利要求 7 所述的装置,其特征在于,还包括:

第二处理单元,用于若所述当前直轴电压与期望直轴电压的差值未在预设范围内、所述当前交轴电压与期望交轴电压的差值未在预设范围内,或,所述当前母线电流与期望母线电流的差值未在预设范围内,则调整旋转变压器的位置,重新进入所述在满足预设条件下,获取永磁同步电机的母线电压、给定转矩、电机转速和旋转变压器的当前位置的步骤。

9. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述第一查找单元,包括:

第二查找单元,用于在预设对应关系中,查找与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的直轴电压、交轴电压和母线电流;

第二确定单元,用于将所述直轴电压、所述交轴电压和所述母线电流,确定为所述期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流;

其中,所述预设对应关系中存储有在旋转变压器的零位置与电机磁极重合的情况下,与各个母线电压、各个给定转矩和各个电机转速对应的直轴电压、交轴电压和母线电流。

10. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于,所述第一确定单元,包括:

第二确定单元,用于将旋转变压器的当前位置与旋转变压器的初始位置的差值,确定为永磁同步电机的转子位置;

第一计算单元,用于利用所述转子位置和所述当前母线电压所转换获得的三相交流电流,按第一预设公式计算当前直轴电流、当前交轴电流和所述当前母线电流;

第二计算单元,用于利用所述当前直轴电流和所述当前交轴电流,按第二预设公式计算所述当前直轴电压和所述当前交轴电压。

一种旋转变压器初始位置自校正方法及装置

技术领域

[0001] 本申请涉及自动化技术领域,尤其涉及一种旋转变压器初始位置自校正方法及装置。

背景技术

[0002] 目前,电动汽车在市场上使用日趋广泛,通常情况下电动汽车具备永磁同步电机、电机控制器、高压动力电池、整车控制器。电动汽车大概原理为:高压动力电池用于储存能量,为各个部分提供能量。整车控制器可以向电机控制器输入需求转矩命令,电机控制器用于响应整车控制器的需求转矩命令,控制永磁同步电机输出相应的转矩,以便永磁同步电机驱动整车前进。

[0003] 永磁同步电机包括转子和定子。由于永磁同步电机通常采用矢量控制技术,在矢量控制技术需要准确的转子位置,以便利用转子位置得到电机磁极位置。所以通常情况下需要利用旋转变压器的位置,来计算永磁同步电机的转子位置。

[0004] 为了方便利用旋转变压器来计算转子位置,可使得旋转变压器的零位置与电机磁极位置对应。这样在电机旋转后,旋转变压器的实时位置即为电机磁极位置。

[0005] 因此,在实际批量生产电机时,需要人工针对每个永磁同步电机,需要反复调整旋转变压器的零位置与电机磁极位置,以便旋转变压器的零位置与电机磁极位置对应。但是,整个调整过程效率极低,且无法保证永磁同步电机大批量生产。

[0006] 因此,现在需要一种自动化调整旋转变压器初始位置的方法,以便旋转变压器的零位置与电机磁极位置对应。

发明内容

[0007] 本申请提供了一种旋转变压器初始位置自校正方法及装置,本申请可以自动化调整旋转变压器初始位置,以便旋转变压器的零位置与电机磁极位置对应。

[0008] 为了实现上述目的,本申请提供了以下技术手段:

[0009] 一种旋转变压器初始位置自校正方法,包括:

[0010] 在永磁同步电机满足预设条件下,获取永磁同步电机的当前母线电压、当前给定转矩、当前电机转速和旋转变压器的当前位置;

[0011] 确定与所述当前母线电压、所述当前给定转矩、所述当前电机转速和所述当前位置对应的当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流;

[0012] 查找与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流;

[0013] 若所述当前直轴电压与所述期望直轴电压的差值在预设范围内、所述当前交轴电压与所述期望交轴电压的差值在预设范围内,并且,所述当前母线电流与所述期望母线电流的差值在预设范围内,则确定完成旋转变压器初始位置的自校正;

[0014] 其中,所述期望直轴电压、所述期望交轴电压、所述期望母线电流,为在旋转变压

器的零位置与电机磁极重合的情况下,与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的永磁同步电机的直轴电压、交轴电压和母线电流。

[0015] 优选的,还包括:

[0016] 若所述当前直轴电压与期望直轴电压的差值未在预设范围内、所述当前交轴电压与期望交轴电压的差值未在预设范围内,或,所述当前母线电流与期望母线电流的差值未在预设范围内,则调整旋转变压器的位置,重新进入所述在满足预设条件下,获取永磁同步电机的母线电压、给定转矩、电机转速和旋转变压器的当前位置的步骤。

[0017] 优选的,所述查找与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流,包括:

[0018] 在预设对应关系中,查找与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的直轴电压、交轴电压和母线电流;

[0019] 将所述直轴电压、所述交轴电压和所述母线电流,确定为所述期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流;

[0020] 其中,所述预设对应关系中存储有在旋转变压器的零位置与电机磁极重合的情况下,与各个母线电压、各个给定转矩和各个电机转速对应的直轴电压、交轴电压和母线电流。

[0021] 优选的,所述确定与所述当前母线电压、所述当前给定转矩、所述当前电机转速和所述当前位置对应的当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流,包括:

[0022] 将旋转变压器的当前位置与旋转变压器的初始位置的差值,确定为永磁同步电机的转子位置;

[0023] 利用所述转子位置和所述当前母线电压所转换获得的三相交流电流,按第一预设公式计算当前直轴电流、当前交轴电流和所述当前母线电流;

[0024] 利用所述当前直轴电流和所述当前交轴电流,按第二预设公式计算所述当前直轴电压和所述当前交轴电压。

[0025] 优选的,所述永磁同步电机满足预设条件的确定过程包括:

[0026] 在所述永磁同步电机的电机转速大于预设转速的情况下,确定所述永磁同步电机满足预设条件。

[0027] 优选的,所述当前给定转矩为零转矩。

[0028] 一种旋转变压器初始位置自校正装置,包括:

[0029] 获取单元,用于在永磁同步电机满足预设条件下,获取永磁同步电机的当前母线电压、当前给定转矩、当前电机转速和旋转变压器的当前位置;

[0030] 第一确定单元,用于确定与所述当前母线电压、所述当前给定转矩、所述当前电机转速和所述当前位置对应的当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流;

[0031] 第一查找单元,用于查找与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流;

[0032] 第一处理单元,用于若所述当前直轴电压与所述期望直轴电压的差值在预设范围内、所述当前交轴电压与所述期望交轴电压的差值在预设范围内,并且,所述当前母线电流与所述期望母线电流的差值在预设范围内,则确定完成旋转变压器初始位置的自校正;

[0033] 其中,所述期望直轴电压、所述期望交轴电压、所述期望母线电流,为在旋转变压

器的零位置与电机磁极重合的情况下,与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的永磁同步电机的直轴电压、交轴电压和母线电流。

[0034] 优选的,还包括:

[0035] 第二处理单元,用于若所述当前直轴电压与期望直轴电压的差值未在预设范围内、所述当前交轴电压与期望交轴电压的差值未在预设范围内,或,所述当前母线电流与期望母线电流的差值未在预设范围内,则调整旋转变压器的位置,重新进入所述在满足预设条件下,获取永磁同步电机的母线电压、给定转矩、电机转速和旋转变压器的当前位置的步骤。

[0036] 优选的,所述第一查找单元,包括:

[0037] 第二查找单元,用于在预设对应关系中,查找与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的直轴电压、交轴电压和母线电流;

[0038] 第二确定单元,用于将所述直轴电压、所述交轴电压和所述母线电流,确定为所述期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流;

[0039] 其中,所述预设对应关系中存储有在旋转变压器的零位置与电机磁极重合的情况下,与各个母线电压、各个给定转矩和各个电机转速对应的直轴电压、交轴电压和母线电流。

[0040] 优选的,所述第一确定单元,包括:

[0041] 第二确定单元,用于将旋转变压器的当前位置与旋转变压器的初始位置的差值,确定为永磁同步电机的转子位置;

[0042] 第一计算单元,用于利用所述转子位置和所述当前母线电压所转换获得的三相交流电流,按第一预设公式计算当前直轴电流、当前交轴电流和所述当前母线电流;

[0043] 第二计算单元,用于利用所述当前直轴电流和所述当前交轴电流,按第二预设公式计算所述当前直轴电压和所述当前交轴电压。

[0044] 从以上技术内容,可以看出本申请具有以下有益效果:

[0045] 本申请预先存储旋转变压器的零位置与电机磁极位置对应的情况下,与各个母线电压、各个给定转矩和各个电机转速对应的直轴电压、交轴电压和母线电流。永磁同步电机的当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流会随着旋转变压器初始位置的变化而变化,所以,在当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流与预先存储的期望交轴电压、期望直轴电压和期望母线电流一致时,则可以确定旋转变压器的零位置已经与电机磁极位置对应。此时,便完成了旋转变压器初始位置的自校正过程。

[0046] 本申请中整个过程自动化执行,无需人工执行,因此提高了调整旋转变压器的效率和准确率。

附图说明

[0047] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0048] 图1为本申请实施例公开的一种旋转变压器初始位置自校正方法的流程图;

[0049] 图 2 为本申请实施例公开的又一种旋转变压器初始位置自校正方法的流程图；
 [0050] 图 3 为本申请实施例公开的一种旋转变压器初始位置自校正装置的结构图；
 [0051] 图 4 为本申请实施例公开的一种旋转变压器初始位置自校正装置中第一查找单元的结构图；
 [0052] 图 5 为本申请实施例公开的一种旋转变压器初始位置自校正装置中第一确定单元的结构图。

具体实施方式

[0053] 下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请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申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，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，都属于本申请保护的范围。

[0054] 在执行旋转变压器初始位置自校正方法之前，首先介绍本申请预先执行过程：

[0055] 通过人工多次精确调整永磁同步电机之后，可以得到旋转变压器的零位置与电机磁极位置重合的永磁同步电机。在进行初始位置校正的永磁同步电机上，将各个母线电压、各个给定转矩和各个电机转速输入永磁同步电机，可以获得永磁同步电机输出的各个直轴电压、各个交轴电压和各个母线电流。

[0056] 然后，将各个母线电压、各个给定转矩、各个电机转速、各个直轴电压、各个交轴电压和各个母线电流对应存储在电机控制器中。可以理解的是，母线电压、给定转矩和电机转速可以作为永磁同步电机的输入参数集合，与输入参数集合对应的直轴电压、交轴电压和母线电流可以作为输出参数集合。输入参数集合和输出参数集合之间具有对应关系。

[0057] 参见表 1 为各个母线电压、各个给定转矩、各个电机转速、各个直轴电压、各个交轴电压和各个母线电流对应关系。其中，n 为非零自然数。

[0058]

序号	输入参数集合			输出参数集合		
1	母线电压 1	给定转矩 1	电机转速 1	直轴电压 1	交轴电压 1	母线电流 1
2	母线电压 2	给定转矩 2	电机转速 2	直轴电压 2	交轴电压 2	母线电流 2
...
n	母线电压 n	给定转矩 n	电机转速 n	直轴电压 n	交轴电压 n	母线电流 n

[0059] 为了减少对应关系的存储空间，可以仅仅存储给永磁同步电机为零转矩的情况下输入参数集合和输出参数集合之间的对应关系。此时，输入传输集合和输出参数集合的对应关系参见表 2 所示：

[0060] 表 2

[0061]

序号	输入参数集合		输出参数集合			
1	母线电压 1	0	电机转速 1	直轴电压 1	交轴电压 1	母线电流 1
2	母线电压 2	0	电机转速 2	直轴电压 2	交轴电压 2	母线电流 2
.....	0
N	母线电压 n	0	电机转速 n	直轴电压 n	交轴电压 n	母线电流 n

[0062] 在表 1 和表 2 中的输入参数集合和输出参数集合的数据,均是在进行初始位置校正的永磁同步电机上获得的。所以,表 1 和表 2 中的输入参数集合和输出参数集合的数据,可以作为校正旋转变压器初始位置的校准数据。

[0063] 例如,如果一个永磁同步电机的输入参数集合为母线电压 1、给定转矩 1、电机转速 1 时,该永磁同步电机的输出参数集合为直轴电压 1、交轴电压 1、母线电流 1 的情况下,则说明该永磁同步电机的旋转变压器的零位置与电机磁极位置重合,即完成旋转变压器的自校正过程。

[0064] 下面介绍旋转变压器初始位置自校正方法,本申请应用在电机控制器中。如图 1 所示,具体包括以下步骤:

[0065] 步骤 S101:在永磁同步电机满足预设条件下,获取永磁同步电机的当前母线电压、当前给定转矩、当前电机转速和旋转变压器的当前位置。

[0066] 在永磁同步电机的电机速度较慢的情况下,永磁同步电机的各个方面均不稳定,所以执行旋转变压器自校正方法的过程可能会出现偏差。所以,可以在永磁同步电机的电机转速达到预设转速的情况下,确定永磁同步电机满足预设条件,在满足预设条件下执行旋转变压器自校正方法。

[0067] 在实际应用过程中,预设转速可以为二分之一的最高转速,具体值可以根据实际情况而定,在此不做限定。

[0068] 当然,预设条件还可是空条件,即电机转速在任何情况下,均可以执行旋转变压器的自校正方法,只是在电机转速未达到预设转速的情况下,旋转变压器校正方法的准确率略微较低,但不影响旋转变压器自校正方法的具体执行。

[0069] 在永磁同步电机满足预设条件下,电机控制器利用电压传感器获取当前母线电压。电机控制器可以获取整车控制器传输而来的当前给定转矩。电机控制器还可以周期性的测量转子位置,并利用转子位置计算得到永磁同步电机的电机转速。电机控制器还可以测量旋转变压器的当前位置。

[0070] 可以理解的是,为了保证永磁同步电机的当前母线电压、当前给定转矩、当前电机转速和旋转变压器的当前位置的准确性,可以将连续多次获得的母线电压的平均值作为当前母线电压。同理,可以将连续多次获得的给定转矩的平均值作为当前给定转矩。可以将连续多次获得的电机转速的平均值作为当前电机转速。可以将连续多次获得的旋转变压器的位置的平均值作为当前位置。

[0071] 在使用表 1 所示的对应关系时,由于表 1 中存储了所有转矩对应的具体数值,所以本申请中的当前给定转矩可以是整车控制器输出的任意转矩。在使用表 2 所示的对应关系时,由于表 2 中仅存储了零转矩对应的具体数值,所以本申请中的当前给定转矩为零转矩。

在表 2 中仅存储零转矩下各个电机转速和各个母线电压对应的直轴电压、交轴电压和母线电流即可,从而可以大大减少存储内容,提高后续过程中的查找效率。

[0072] 步骤 S102:确定与所述当前母线电压、所述当前给定转矩、所述当前电机转速和所述当前位置对应的当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流。

[0073] 如图 2 所示,本步骤具体包括以下过程:

[0074] 步骤 S201:将旋转变压器的当前位置与旋转变压器的初始位置的差值,确定为永磁同步电机的转子位置。

[0075] 电机的转子位置 θ 的计算公式为: $\theta = \theta_1 - \theta_0$ 。

[0076] 其中, θ_1 是电机旋变实际测量位置,也即为旋转变压器的当前位置, θ_0 是旋转变压器的初始位置。

[0077] 在未校正旋转变压器之前,旋转变压器的零位置无法保证与电机的磁极位置完全重合。因此需要测量电机磁极位置对应的旋转变压器的位置作为旋转变压器的初始位置 θ_0 。利用旋转变压器的当前位置 θ_1 ,减去旋转变压器的初始位置 θ_0 ,即可计算出准确的电机磁极位置,也即转子位置。

[0078] 步骤 S202:利用所述转子位置和所述当前母线电压所转换获得的三相交流电流,按第一预设公式计算当前直轴电流、当前交轴电流和所述当前母线电流。

[0079] 第一预设公式如下:

$$[0080] \quad \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \\ i_0 \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \sin\theta & -\cos\theta & 0 \\ \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$$

[0081] 其中, i_A 、 i_B 、 i_C 为根据当前直轴电压转换而来的三相交流电流, i_d 为直轴电流、 i_q 为交轴电流、 i_0 为母线电流; θ 为电机的转子位置。

[0082] 依据电流传感器可以获得 i_A 、 i_B 、 i_C 的具体值,根据步骤 S201 可以获得电机的转子位置 θ ,将 i_A 、 i_B 、 i_C 的具体值以及电机的转子位置 θ ,代入至第一预设公式中,便可以计算得到当前直轴电流 i_d 、当前交轴电流 i_q 、当前母线电流 i_0 。

[0083] 步骤 S203:利用所述当前直轴电流和所述当前交轴电流,按第二预设公式计算所述当前直轴电压和所述当前交轴电压。

[0084] 第二预设公式为:

$$[0085] \quad U_d = R_s i_d + L_d \frac{di_d}{dt} - \omega L_q i_q$$

$$[0086] \quad U_q = R_s i_q + L_q \frac{di_q}{dt} + \omega L_d i_d + \omega \psi_{PM}$$

[0087] 其中 U_d 为直轴电压, U_q 为交轴电压, R_s 为电机相电阻, I_d 为直轴电流, I_q 为交轴电流, L_d 为直轴电感, L_q 为交轴电感, di_d/dt 为直轴电流变化率, di_q/dt 为交轴电流变化率, ω 为电机转速, ψ_{PM} 为永磁磁链。

[0088] 当永磁同步电机运行过程中,处于稳定状态时,直轴电流 I_d 、交轴电流 I_q 、直轴电

压 U_d 、交轴电压 U_q 将处于稳定状态。因电机 R_s 、 L_d 、 L_q 、 ψ_{PM} 在相同状态下为常数, 故稳态工况时, 直轴电压 U_d 、交轴电压 U_q 、直轴电流 I_d 、交轴电流 I_q 之间是固定的对应关系。

[0089] 将步骤 S202 中计算得到的当前直轴电流 i_d 和当前交轴电流 i_q 代入至第二预设公式中, 计算得到当前直轴电压 U_d 和当前交轴电压 U_q 。

[0090] 通过图 2 所示的步骤, 可以获得与所述当前母线电压、所述当前给定转矩、所述当前电机转速和所述当前位置对应的当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流。

[0091] 当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流与旋转变压器的当前位置对应。

[0092] 接着返回图 1, 进入步骤 S103: 查找与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流。

[0093] 在图 1 之前已经介绍本申请中预先存储有已校正旋转变压器的初始位置之后, 永磁同步电机输入参数集合和输出参数集合的对应关系。输入参数集合为母线电压、给定转矩和电机转速; 输出参数集合为直轴电压、交轴电压和母线电流。

[0094] 所以, 本步骤在输入参数集合和输出参数集合的预设对应关系中, 查找与当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流。

[0095] 期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流, 可以作为校正旋转变压器的校准数据。即在当前直轴电压与期望直轴电压一致, 当前交轴电压与期望交轴电压一致, 并且, 当前母线电流与期望母线电流一致时, 则可以表明旋转变压器的零位置与电机磁极位置完全重合。

[0096] 步骤 S104: 判断当前输入参数集合与期望输出参数集合是否一致; 即判断所述当前直轴电压与所述期望直轴电压的差值是否在预设范围内、所述当前交轴电压与所述期望交轴电压的差值是否在预设范围内, 并且, 所述当前母线电流与所述期望母线电流的差值是否在预设范围内; 若是, 则进入步骤 S105, 否则进入步骤 S106。

[0097] 本申请通过判断当前直轴电压与所述期望直轴电压的差值是否在预设范围内, 若当前直轴电压与所述期望直轴电压的差值在预设范围内, 则确定当前直轴电压与期望直轴电压一致。

[0098] 本申请通过判断当前交轴电压与所述期望交轴电压的差值是否在预设范围内, 若当前交轴电压与所述期望交轴电压的差值在预设范围内, 则确定当前交轴电压与期望交轴电压一致。

[0099] 本申请通过判断当前母线电流与所述期望母线电流的差值是否在预设范围内, 若当前母线电流与所述期望母线电流的差值在预设范围内, 则确定当前母线电流与期望母线电流一致。

[0100] 当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流可以统称为当前输入参数集合, 期望前直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流可以统称为当前输出参数集合。

[0101] 本申请利用判断当前输出参数集合与期望输出参数集合是否一致的方式, 来判断判断旋转变压器的零位置是否与电机磁极位置是否重合。若当前输出参数集合与输出参数集合一致, 则表示旋转变压器的零位置与电机磁极位置重合, 若当前输出参数集合与输出参数集合不一致, 则表示旋转变压器的零位置与电机磁极位置不重合。

[0102] 步骤 S105: 若所述当前直轴电压与所述期望直轴电压的差值在预设范围内、所述

当前交轴电压与所述期望交轴电压的差值在预设范围内,并且,所述当前母线电流与所述期望母线电流的差值在预设范围内,则确定完成旋转变压器初始位置的自校正。

[0103] 若当前直轴电压与所述期望直轴电压的差值在预设范围内、所述当前交轴电压与所述期望交轴电压的差值在预设范围内,并且,所述当前母线电流与所述期望母线电流的差值在预设范围内,则表示当前输入参数集合与当前输出参数集合一致,此时表明旋转变压器的零位置已与电机磁极位置接近重合或者完全重合,此时则说明旋转变压器初始位置校正完成。

[0104] 进一步的,可以将旋转变压器的当前位置,确定为旋转变压器在后续使用过程中的初始位置。

[0105] 步骤 S106:若所述当前直轴电压与期望直轴电压的差值未在预设范围内、所述当前交轴电压与期望交轴电压的差值未在预设范围内,或,所述当前母线电流与期望母线电流的差值未预设范围内,则调整旋转变压器的位置,进入步骤 S101。

[0106] 若所述当前直轴电压与期望直轴电压的差值未在预设范围内、所述当前交轴电压与期望交轴电压的差值未在预设范围内,或,所述当前母线电流与期望母线电流的差值未预设范围内,则说明当前输入参数集合与期望输出参数集合不一致,即表明旋转变压器的零位置未与电机磁极位置对应。

[0107] 此时,可以调整旋转变压器的位置,然后重新进入步骤 S101,重新执行如 1 所示的步骤,直到当前输入参数集合与期望输出参数集合一致。

[0108] 从以上内容可以看出,本申请具有以下有益效果:

[0109] 本申请预先存储旋转变压器的零位置与电机磁极位置对应的情况下,与各个母线电压、各个给定转矩和各个电机转速对应的直轴电压、交轴电压和母线电流。永磁同步电机的当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流会随着旋转变压器初始位置的变化而变化,所以,在当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流与预先存储的期望交轴电压、期望直轴电压和期望母线电流一致时,则可以确定旋转变压器的零位置已经与电机磁极位置对应。此时,便完成了旋转变压器初始位置的自校正过程。

[0110] 本申请中整个过程自动化执行,无需人工执行,因此提高了调整旋转变压器的效率和准确率。

[0111] 与图 1 所示的一种旋转变压器初始位置自校正方法对应,本申请还提供了一种旋转变压器初始位置自校正装置。如图 3 所示,包括:

[0112] 获取单元 31,用于在永磁同步电机满足预设条件下,获取永磁同步电机的当前母线电压、当前给定转矩、当前电机转速和旋转变压器的当前位置。

[0113] 其中,所述永磁同步电机满足预设条件的确定过程包括:在所述永磁同步电机的电机转速大于预设转速的情况下,确定所述永磁同步电机满足预设条件。所述当前给定转矩可以为零转矩。

[0114] 第一确定单元 32,用于确定与所述当前母线电压、所述当前给定转矩、所述当前电机转速和所述当前位置对应的当前直轴电压、当前交轴电压和当前母线电流;

[0115] 第一查找单元 33,用于查找与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流;

[0116] 第一处理单元 34,用于若所述当前直轴电压与所述期望直轴电压的差值在预设范

围内、所述当前交轴电压与所述期望交轴电压的差值在预设范围内,并且,所述当前母线电流与所述期望母线电流的差值在预设范围内,则确定完成旋转变压器初始位置的自校正;

[0117] 其中,所述期望直轴电压、所述期望交轴电压、所述期望母线电流,为在旋转变压器的零位置与电机磁极重合的情况下,与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的永磁同步电机的直轴电压、交轴电压和母线电流。

[0118] 第二处理单元 35,用于若所述当前直轴电压与期望直轴电压的差值未在预设范围内、所述当前交轴电压与期望交轴电压的差值未在预设范围内,或,所述当前母线电流与期望母线电流的差值未预设范围内,则调整旋转变压器的位置,重新进入所述在满足预设条件下,获取永磁同步电机的母线电压、给定转矩、电机转速和旋转变压器的当前位置的步骤。

[0119] 如图 4 所示,本申请提供的所述第一查找单元 33,包括:

[0120] 第二查找单元 41,用于在预设对应关系中,查找与所述当前母线电压、所述当前给定转矩和所述当前电机转速对应的直轴电压、交轴电压和母线电流;

[0121] 第二确定单元 42,用于将所述直轴电压、所述交轴电压和所述母线电流,确定为所述期望直轴电压、期望交轴电压和期望母线电流;

[0122] 其中,所述预设对应关系中存储有在旋转变压器的零位置与电机磁极重合的情况下,与各个母线电压、各个给定转矩和各个电机转速对应的直轴电压、交轴电压和母线电流。

[0123] 如图 5 所示,本申请提供的所述第一确定单元 32,包括:

[0124] 第二确定单元 51,用于将旋转变压器的当前位置与旋转变压器的初始位置的差值,确定为永磁同步电机的转子位置;

[0125] 第一计算单元 52,用于利用所述转子位置和所述当前母线电压所转换获得的三相交流电流,按第一预设公式计算当前直轴电流、当前交轴电流和所述当前母线电流;

[0126] 第二计算单元 53,用于利用所述当前直轴电流和所述当前交轴电流,按第二预设公式计算所述当前直轴电压和所述当前交轴电压。

[0127] 本实施例方法所述的功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算设备可读取存储介质中。基于这样的理解,本申请实施例对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算设备(可以是个人计算机,服务器,移动计算设备或者网络设备等)执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U 盘、移动硬盘、只读存储器 (ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器 (RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0128] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其它实施例的不同之处,各个实施例之间相同或相似部分互相参见即可。

[0129] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本申请。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本申请的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本申请将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一

致的最宽的范围。

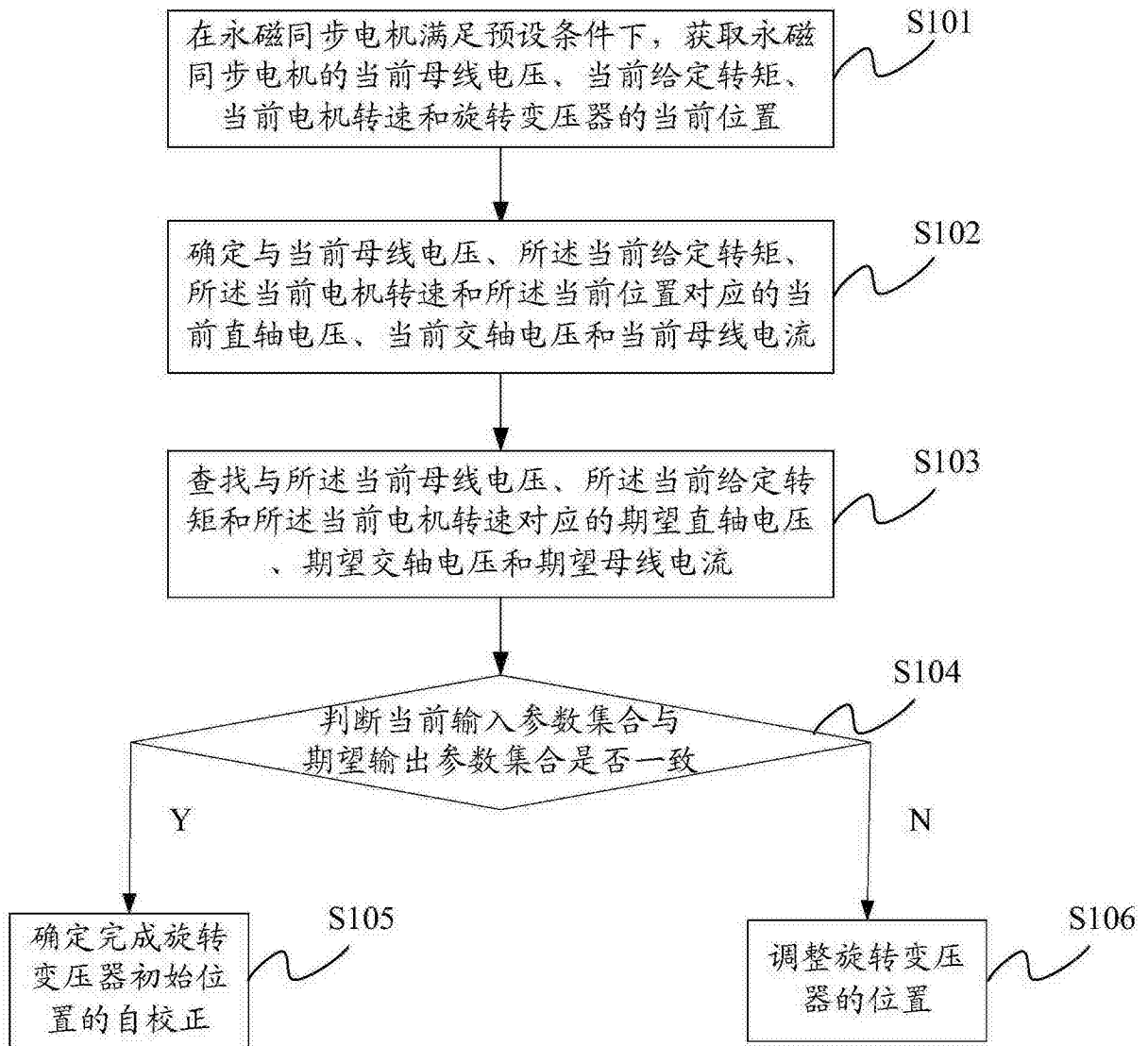


图 1

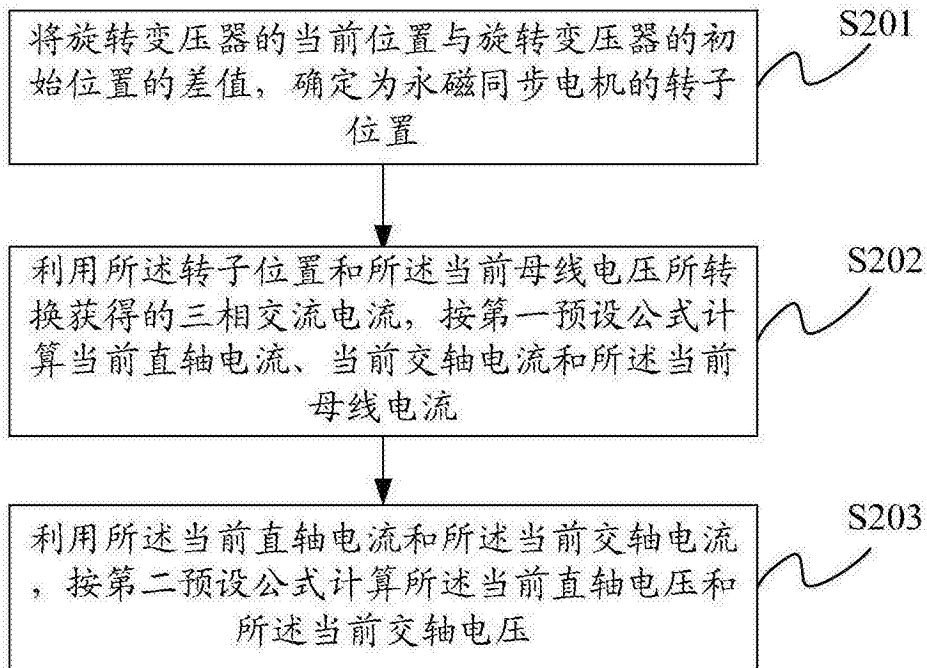


图 2

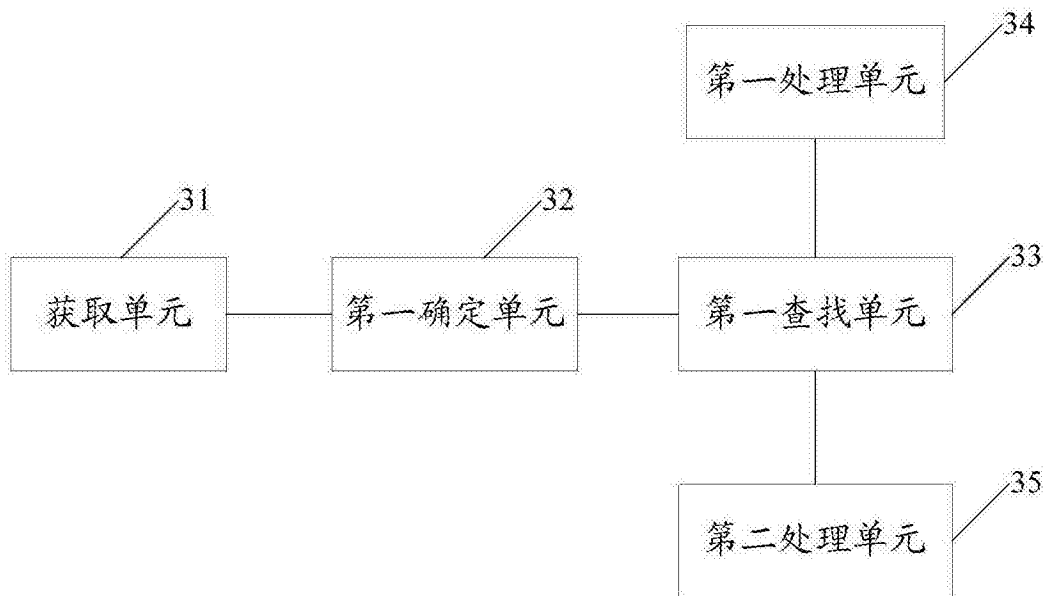


图 3

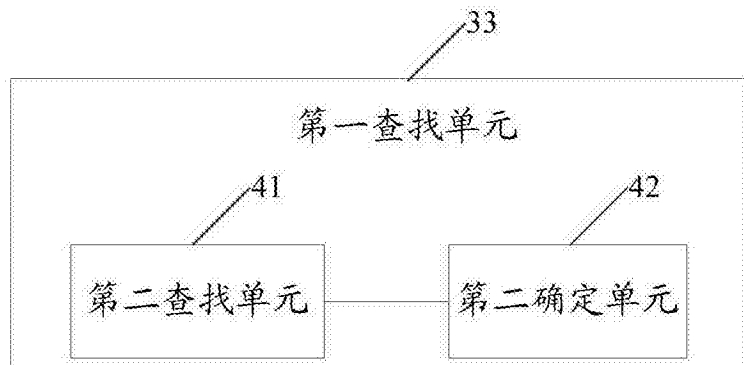


图 4

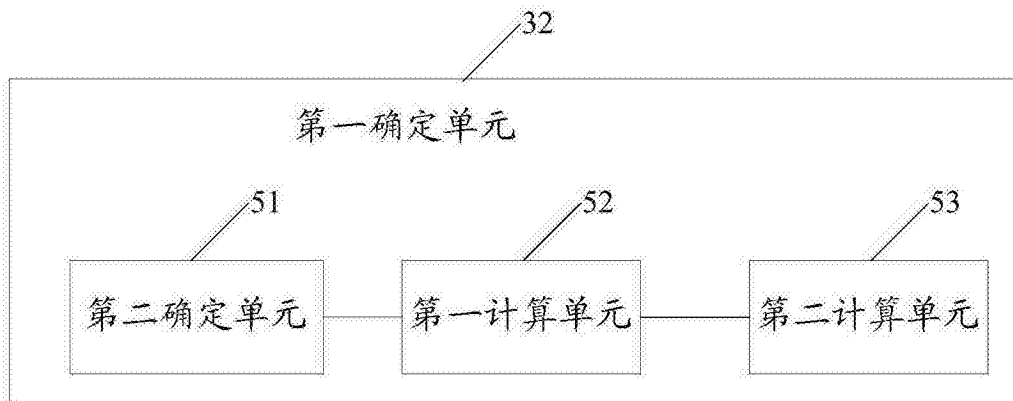


图 5