



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114362624 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 15

(21) 申请号 202111653046.X

H02P 27/12 (2006.01)

(22) 申请日 2021.12.30

(71) 申请人 蜂巢传动科技河北有限公司

地址 071000 河北省保定市莲池区东盛路  
75号

(72) 发明人 王海亮 王倩男 王琦 郭超

金耀鑫

(74) 专利代理机构 石家庄旭昌知识产权代理事

务所(特殊普通合伙) 13126

代理人 张会强

(51) Int. Cl.

H02P 21/22 (2016.01)

H02P 21/32 (2016.01)

H02P 21/00 (2016.01)

H02P 25/026 (2016.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

永磁同步电机的控制方法、系统及电机控制器

(57) 摘要

本发明提供了一种永磁同步电机的控制方法、系统及电机控制器,本发明的控制方法包括车辆正常行驶过程中,在永磁同步电机的当前运行模式、当前转速、当前直轴电流指令值和反馈值、当前交轴电流指令值和反馈值同时满足预设条件时,获取永磁同步电机的当前直轴电压和当前交轴电压,根据获取的永磁同步电机的当前直轴电压和当前交轴电压,计算永磁同步电机的零位偏差值,对计算的永磁同步电机的零位偏差值进行滤波处理,得到滤波后的电机零位偏差值,将滤波后的电机零位偏差值与预设阈值进行比较,确定永磁同步电机是否存在电机零位偏差故障,根据滤波后的电机零位偏差值进行永磁同步电机零位偏差的校正。本发明的控制方法能够在车辆正常行驶过程中,进行永磁同步电机零位偏差故障的判断及校正,能够保证电机控制性能。



1. 一种永磁同步电机的控制方法,其特征在于,该控制方法包括:

车辆正常行驶过程中,获取永磁同步电机的当前运行模式、当前转速、当前直轴电流指令值和反馈值、当前交轴电流指令值和反馈值;

在获取的永磁同步电机的当前运行模式、当前转速、当前直轴电流指令值和反馈值、当前交轴电流指令值和反馈值同时满足预设条件时,获取永磁同步电机的当前直轴电压和当前交轴电压;

根据获取的永磁同步电机的当前直轴电压和当前交轴电压,计算永磁同步电机的零位偏差值;

对计算的永磁同步电机的零位偏差值进行滤波处理,得到滤波后的电机零位偏差值;

将滤波后的电机零位偏差值与预设阈值进行比较,确定永磁同步电机是否存在电机零位偏差故障;

在确定永磁同步电机存在电机零位偏差故障时,根据滤波后的电机零位偏差值进行永磁同步电机零位偏差的校正。

2. 根据权利要求1所述的永磁同步电机的控制方法,其特征在于:

所述获取的永磁同步电机的当前运行模式、当前转速、当前直轴电流指令值和反馈值、当前交轴电流指令值和反馈值同时满足预设条件包括:

永磁同步电机的当前运行模式为扭矩模式,当前转速大于预设电机转速,当前直轴电流指令值的绝对值小于第一预设电流阈值,当前交轴电流指令值的绝对值小于第二预设电流阈值,当前直轴电流反馈值的绝对值小于第三预设电流阈值,当前交轴电流反馈值的绝对值小于第四预设电流阈值。

3. 根据权利要求1所述的永磁同步电机的控制方法,其特征在于:

所述永磁同步电机的零位偏差值 $\theta_r = \tan^{-1}(U_d/U_q)$ ,其中, $U_d$ 为永磁同步电机的当前直轴电压, $U_q$ 为永磁同步电机的当前交轴电压。

4. 根据权利要求1所述的永磁同步电机的控制方法,其特征在于:

所述对计算的永磁同步电机的零位偏差值进行滤波处理包括:

对计算的永磁同步电机的零位偏差值进行一阶低通滤波、或二阶低通滤波、或平均值滤波。

5. 根据权利要求1所述的永磁同步电机的控制方法,其特征在于:

所述将滤波后的电机零位偏差值与预设阈值进行比较,确定永磁同步电机是否存在电机零位偏差故障包括:

滤波后的电机零位偏差值大于预设阈值,确定永磁同步电机存在电机零位偏差故障。

6. 根据权利要求1所述的永磁同步电机的控制方法,其特征在于,所述控制方法还包括:

在确定永磁同步电机存在电机零位偏差故障时,进行故障报警,并存储故障。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的永磁同步电机的控制方法,其特征在于:

所述根据滤波后的电机零位偏差值进行永磁同步电机零位偏差的校正包括:

在永磁同步电机当前运行模式为下电模式时,存储滤波后的电机零位偏差值;

在车辆再次上电时,读取已存储的电机零位偏差值,并将所述电机零位偏差值叠加到旋转变压器采集的角度。

8. 根据权利要求1至6中任一项所述的永磁同步电机的控制方法,其特征在于:  
所述根据滤波后的电机零位偏差值进行永磁同步电机零位偏差的校正包括:  
将滤波后的电机零位偏差值按照预设的步长逐渐叠加到旋转变压器采集的角度。

9. 一种永磁同步电机的控制系统(100),其特征在于:

包括存储单元(101)和处理器(102),所述存储单元(101)存储有程序,当所述程序被处理器(102)执行时,使得所述处理器(102)实现权利要求1-8中任一项所述的永磁同步电机的控制方法。

10. 一种电机控制器(10),其特征在于:所述电机控制器(10)具有权利要求9所述的永磁同步电机的控制系统(100)。

## 永磁同步电机的控制方法、系统及电机控制器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及永磁同步电机技术领域,特别涉及一种永磁同步电机的控制方法,同时,本发明也涉及一种永磁同步电机的控制系统,以及一种电机控制器。

### 背景技术

[0002] 永磁同步电机作为新能源汽车主要采用的电机种类之一,对其的高性能控制离不开对电机转子位置的高精度检测。目前,电机转子的准确位置通常利用同轴安装的旋转变压器来获得,并且,一般在电机下线交检时会测量旋转变压器电气零位与电机转子电气零位之间的初始零位偏差,以此来获得电机转子的真实位置。

[0003] 不过,在电机使用过程中由于环境温度变化,以及震动等因素的影响,会导致电机下线交检时测量的初始零位偏差错误,无法获取真实的转子位置,从而导致电机控制性能下降。电机控制性能的下降不仅会导致车辆加速时间变长,无法达到最高车速,系统效率降低,可行里程变短,也容易导致车辆发生抖动,甚至出现动力输出中断。因而需要后期对永磁同步电机的零位偏差故障进行检测判断及校准。

[0004] 现有技术中,对于永磁同步电机零位偏差故障,一种处理方法为在车辆主动放电过程中估算电机扭矩,然后计算扭矩波动系数,以此来判断永磁同步电机转子位置偏差故障。该方法由于主动放电给定电流不会太大,电机零位偏差产生的扭矩很小,并且整个放电过程时间很短,因而很难计算出正确的扭矩波动系数,容易造成发生电机零位偏差故障后无法检测或误检测。

[0005] 除此之外,现有技术中也有通过电机效率的计算和分析,在电机效率降低超过一定幅值时,激活电机零位校准程序,并通过适时检测电机效率,利用电机效率进行电机零位偏差故障的判断与校准。但由于电机效率受电机参数变化,以及环境温度变化影响较大,很难计算出电机准确的效率,因而该方法也很难准确的判断电机零位偏差故障并进行校准。

[0006] 此外,现有技术中还有在需求扭矩方向变化后,强制将输出到永磁同步电机的需求扭矩调整为零,并持续一定时间,然后进行旋变零点偏差角计算,以此进行电机零位偏差故障的判断。不过,由于需要强制把需求扭矩调整为零,该方法会导致在车辆正常运行过程中出现实际扭矩中断,车辆发生抖动。并且,在拥堵路况,司机来回松踩油门和刹车时,抖动会更加严重。因此,该方法并不适合在车辆正常行驶过程中进行电机零位偏差故障的判断。

### 发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明旨在提出一种永磁同步电机的控制方法,以能够在车辆正常行驶过程中,实现对永磁同步电机零位偏差故障的判断及校正。

[0008] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0009] 一种永磁同步电机的控制方法,该控制方法包括:

[0010] 车辆正常行驶过程中,获取永磁同步电机的当前运行模式、当前转速、当前直轴电流指令值和反馈值、当前交轴电流指令值和反馈值;

[0011] 在获取的永磁同步电机的当前运行模式、当前转速、当前直轴电流指令值和反馈值、当前交轴电流指令值和反馈值同时满足预设条件时,获取永磁同步电机的当前直轴电压和当前交轴电压;

[0012] 根据获取的永磁同步电机的当前直轴电压和当前交轴电压,计算永磁同步电机的零位偏差值;

[0013] 对计算的永磁同步电机的零位偏差值进行滤波处理,得到滤波后的电机零位偏差值;

[0014] 将滤波后的电机零位偏差值与预设阈值进行比较,确定永磁同步电机是否存在电机零位偏差故障;

[0015] 在确定永磁同步电机存在电机零位偏差故障时,根据滤波后的电机零位偏差值进行永磁同步电机零位偏差的校正。

[0016] 进一步的,所述获取的永磁同步电机的当前运行模式、当前转速、当前直轴电流指令值和反馈值、当前交轴电流指令值和反馈值同时满足预设条件包括:

[0017] 永磁同步电机的当前运行模式为扭矩模式,当前转速大于预设电机转速,当前直轴电流指令值的绝对值小于第一预设电流阈值,当前交轴电流指令值的绝对值小于第二预设电流阈值,当前直轴电流反馈值的绝对值小于第三预设电流阈值,当前交轴电流反馈值的绝对值小于第四预设电流阈值。

[0018] 进一步的,所述永磁同步电机的零位偏差值 $\theta_r = \tan^{-1}(U_d/U_q)$ ,其中, $U_d$ 为永磁同步电机的当前直轴电压, $U_q$ 为永磁同步电机的当前交轴电压。

[0019] 进一步的,所述对计算的永磁同步电机的零位偏差值进行滤波处理包括:

[0020] 对计算的永磁同步电机的零位偏差值进行一阶低通滤波、或二阶低通滤波、或平均值滤波。

[0021] 进一步的,所述将滤波后的电机零位偏差值与预设阈值进行比较,确定永磁同步电机是否存在电机零位偏差故障包括:

[0022] 滤波后的电机零位偏差值大于预设阈值,确定永磁同步电机存在电机零位偏差故障。

[0023] 进一步的,所述控制方法还包括:

[0024] 在确定永磁同步电机存在电机零位偏差故障时,进行故障报警,并存储故障。

[0025] 进一步的,所述根据滤波后的电机零位偏差值进行永磁同步电机零位偏差的校正包括:

[0026] 在永磁同步电机当前运行模式为下电模式时,存储滤波后的电机零位偏差值;

[0027] 在车辆再次上电时,读取已存储的电机零位偏差值,并将所述电机零位偏差值叠加到旋转变压器采集的角度。

[0028] 进一步的,所述根据滤波后的电机零位偏差值进行永磁同步电机零位偏差的校正包括:

[0029] 将滤波后的电机零位偏差值按照预设的步长逐渐叠加到旋转变压器采集的角度。

[0030] 相对于现有技术,本发明具有以下优势:

[0031] 本发明的永磁同步电机的控制方法,通过在车辆正常行驶过程中,当获取永磁同步电机的当前运行模式、当前转速、当前直轴电流指令值和反馈值,和当前交轴电流指令值

和反馈值同时满足预设条件时,根据获取永磁同步电机的当前直轴电压和当前交轴电压计算永磁同步电机的零位偏差值,并对计算的零位偏差值进行滤波处理,以及将滤波后的电机零位偏差值与预设阈值进行比较,能够实现对永磁同步电机零位偏差故障的判断,且在判断有故障时能够根据滤波后的电机零位偏差值进行永磁同步电机零位偏差的校正。

[0032] 由此,本发明可实现在车辆正常行驶过程中,对永磁同步电机零位偏差故障的判断及校正。而且相较于现有技术,本发明的方法不用在车辆主动放电过程中估算电机扭矩,也不用计算扭矩波动系数,可确保实现对永磁同步电机零位偏差故障的判断。同时,本发明的方法不用考虑电机扭矩波动和电机效率无法准确检测的问题,并且由于不需改变电机的需求扭矩,本发明的方法也不会导致车辆动力丢失、抖动的问题。

[0033] 因此,本发明的永磁同步电机的控制方法,适合在车辆正常行驶时使用,且其能够通过零位偏差故障的判断及校正保证永磁同步电机控制性能,而有着很好的实用性。

[0034] 本发明同时也提出一种永磁同步电机的控制系统,其包括存储单元和处理器,所述存储单元存储有程序,当所述程序被处理器执行时,使得所述处理器实现如上所述的永磁同步电机的控制方法。

[0035] 此外,本发明还提出了一种电机控制器,所述电机控制器具有以上所述的永磁同步电机的控制系统。

[0036] 本发明的永磁同步电机的控制系统以及电机控制器相对于现有技术具有的有益效果和上述控制方法相同,在此不再赘述。

## 附图说明

[0037] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0038] 图1为本发明实施例一所述的永磁同步电机的控制方法的流程图;

[0039] 图2为本发明实施例二所述的永磁同步电机的控制系统的构成示意图;

[0040] 附图标记说明:

[0041] 10、电机控制器;

[0042] 100、控制系统;101、存储单元;102处理器。

## 具体实施方式

[0043] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0044] 在本发明的描述中,需要说明的是,若出现“上”、“下”、“内”、“外”等指示方位或位置关系的术语,其为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,若出现“第一”、“第二”等术语,其也仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0045] 此外,在本发明的描述中,除非另有明确的限定,术语“安装”、“相连”、“连接”“连接件”应做广义理解。例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个

元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以结合具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0046] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0047] 实施例一

[0048] 本实施例涉及一种永磁同步电机的控制方法,以能够在车辆正常行驶过程中,实现对永磁同步电机零位偏差故障的判断及校正。

[0049] 结合图1所示的,本实施例的永磁同步电机的控制方法包括如下的步骤:

[0050] 步骤s1、在车辆正常行驶过程中,获取永磁同步电机的当前运行模式、当前转速、当前直轴电流指令值和反馈值、当前交轴电流指令值和反馈值。

[0051] 其中,永磁同步电机的当前运行模式、永磁同步电机的当前转速,以及永磁同步电机的当前直轴电流指令值和反馈值,和当前交轴电流指令值和反馈值的获取,均可从永磁同步电机的控制器获得。

[0052] 步骤s2、在获取的永磁同步电机的当前运行模式、当前转速、当前直轴电流指令值和反馈值、当前交轴电流指令值和反馈值同时满足预设条件时,获取永磁同步电机的当前直轴电压和当前交轴电压。

[0053] 本实施例,具体的,上述同时满足预设条件包括永磁同步电机的当前运行模式为扭矩模式,当前转速大于预设电机转速,当前直轴电流指令值的绝对值小于第一预设电流阈值,当前交轴电流指令值的绝对值小于第二预设电流阈值,当前直轴电流反馈值的绝对值小于第三预设电流阈值,当前交轴电流反馈值的绝对值小于第四预设电流阈值。

[0054] 其中,上述预设电机转速、第一预设电流阈值、第二预设电流阈值、第三预设电流阈值和第四预设电流阈值,根据永磁同步电机自身参数,以及永磁同步电机整体控制需求进行设定便可。

[0055] 步骤s3、根据获取的永磁同步电机的当前直轴电压和当前交轴电压,计算永磁同步电机的零位偏差值。

[0056] 此时,在本实施例中,具体的,上述永磁同步电机的零位偏差值 $\theta_r = \tan^{-1}(U_d/U_q)$ 。其中, $U_d$ 为永磁同步电机的当前直轴电压, $U_q$ 为永磁同步电机的当前交轴电压。

[0057] 步骤s4、对计算的永磁同步电机的零位偏差值进行滤波处理,得到滤波后的电机零位偏差值。

[0058] 本实施例通过对计算的永磁同步电机的零位偏差值进行滤波处理,可去除高频干扰信号,并且经滤波处理后的电机零位偏差值便为所需的永磁同步电机的零位偏差值。

[0059] 具体实施时,上述对计算的永磁同步电机的零位偏差值进行滤波处理可采用常规的一阶低通滤波方式,或者除了一阶低通滤波方式,也能够采用常规的二阶低通滤波、平均值滤波或其它类似的滤波方式。

[0060] 步骤s5、将滤波后的电机零位偏差值与预设阈值进行比较,确定永磁同步电机是否存在电机零位偏差故障。

[0061] 此时,本实施例具体为滤波后的电机零位偏差值大于预设阈值时,能够确定永磁同步电机存在电机零位偏差故障。

[0062] 步骤s6、在确定永磁同步电机存在电机零位偏差故障时,根据滤波后的电机零位偏差值进行永磁同步电机零位偏差的校正。

[0063] 本实施例,在具体实施时,上述根据滤波后的电机零位偏差值进行永磁同步电机零位偏差的校正,其例如可为在永磁同步电机当前运行模式为下电模式时,存储滤波后的电机零位偏差值,并在车辆再次上电时,读取已存储的电机零位偏差值,且将所述电机零位偏差值叠加到旋转变压器采集的角度,由此实现对永磁同步电机零位偏差的校正。

[0064] 同时,需要注意的是,除了以上的校正方式,当然本实施例中例如也可在确定存在电机零位偏差故障时,将滤波后的电机零位偏差值按照预设的步长逐渐叠加到旋转变压器采集的角度,以此同样实现对永磁同步电机零位偏差的校正。而且上述预设的步长可根据具体设计需求进行设定,以能够在数个采集周期内完成校正即可。

[0065] 此外,还需要说明的是,本实施例中在确定永磁同步电机存在电机零位偏差故障时,本实施例的控制方法还可包括进行故障报警,并存储故障,由此向驾驶人员提示电机存在的故障,并留存故障代码以供后期调取查询。

[0066] 本实施例的永磁同步电机的控制方法,通过在车辆正常行驶过程中,获取永磁同步电机的当前运行模式、当前转速、当前直轴电流指令值和反馈值,和当前交轴电流指令值和反馈值,并在上述获取参数同时满足预设条件时,根据获取永磁同步电机的当前直轴电压和当前交轴电压计算永磁同步电机的零位偏差值,且对计算的零位偏差值进行滤波处理,以及将滤波后的电机零位偏差值与预设阈值进行比较,能够实现对永磁同步电机零位偏差故障的判断。

[0067] 与此同时,在判断有故障时,也能够根据滤波后的电机零位偏差值进行永磁同步电机零位偏差的校正。由此,本实施例的控制方法能够在车辆正常行驶过程中,对永磁同步电机零位偏差故障的判断及校正。

[0068] 而且,相较于现有技术中的控制处理方式,本实施例的控制方法不用在车辆主动放电过程中估算电机扭矩,也不用计算扭矩波动系数,便能够确保实现对永磁同步电机零位偏差故障的判断。另外,本实施例的控制方法亦不用考虑电机扭矩波动和电机效率无法准确检测的问题,且由于不需改变电机的需求扭矩,本实施例的控制方法也不会导致车辆动力丢失、抖动的问题。

[0069] 因此,综上所述,本实施例的永磁同步电机的控制方法,不仅适合在车辆正常行驶时使用,并且也能够通过对永磁同步电机零位偏差故障的判断及校正,保证永磁同步电机控制性能,而有着很好的实用性。

[0070] 实施例二

[0071] 本实施例涉及一种永磁同步电机的控制系统100,如图2所示,其包括存储单元101和处理器102,所述存储单元101存储有程序,当所述程序被处理器102执行时,使得所述处理器102实现实施例一中的永磁同步电机的控制方法。

[0072] 此外,本实施例也涉及一种电机控制器10,所述电机控制器10即具有如上所述的永磁同步电机的控制系统100。

[0073] 本实施例的永磁同步电机的控制系统100以及电机控制器10,可在车辆正常行驶时对永磁同步电机零位偏差故障进行判断,并能够在判断存储故障时对零位偏差故障进行校正,其可保证永磁同步电机的控制性能,而有着很好的实用性。

[0074] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



图1

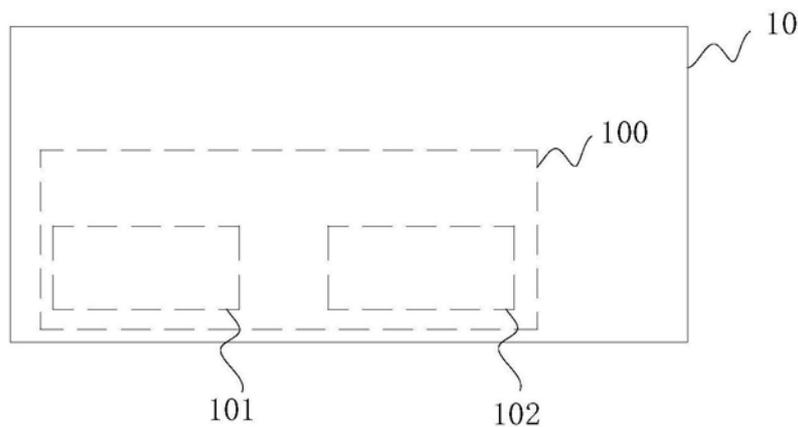


图2