



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110277953 A

(43)申请公布日 2019.09.24

(21)申请号 201910532961.X

(22)申请日 2019.06.19

(71)申请人 宁波诺丁汉大学

地址 315000 浙江省宁波市鄞州区泰康东路199号

(72)发明人 闫浩 姜保罗 赵伟铎 张何 克里斯·杰拉德

(74)专利代理机构 哈尔滨龙科专利代理有限公司 23206

代理人 高媛

(51)Int.Cl.

H02P 29/68(2016.01)

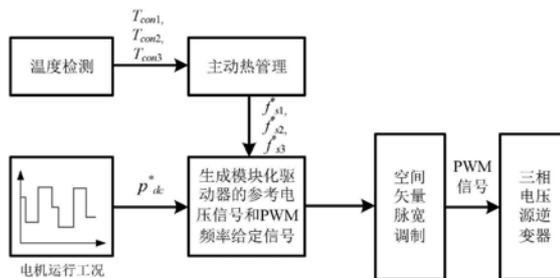
权利要求书1页 说明书2页 附图2页

(54)发明名称

基于变PWM频率法的永磁同步电机模块化驱动器的主动热管理方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于变PWM频率法的永磁同步电机模块化驱动器的主动热管理方法,所述包括如下步骤:一、在永磁同步电机的每个电压源逆变器的散热器上各放置一个温度传感器;二、检测永磁同步电机的每个三相电压源逆变器,得到温度采样值;三、经过主动热管理算法,依据温度高的驱动器给定频率应该较低的原则,得到驱动每个三相电压源逆变器的给定PWM频率;四、依据电机功率和给定PWM频率得到每个驱动器的参考电压矢量和PWM频率给定信号;五、经过空间矢量脉宽调制技术生成驱动三相电压源逆变器的PWM信号,从而实现模块化驱动器的主动热管理。本发明延长了多单元永磁同步电机的模块化驱动器使用寿命,提高了电机控制系统的可靠性。



1. 一种基于变PWM频率法的永磁同步电机模块化驱动器的主动热管理方法,其特征在于所述方法包括如下步骤:

步骤一、永磁同步电机模块化驱动器的每个单元电机驱动器由一个三相电压源逆变器构成,在永磁同步电机的每个电压源逆变器的散热器上各放置一个温度传感器;

步骤二、检测永磁同步电机的每个三相电压源逆变器,得到每个三相电压源逆变器的温度采样值 $T_{con1}$ 、 $T_{con2}$ ..... $T_{conn}$ , $n$ 为正整数;

步骤三、根据步骤二得到的温度采样值,经过主动热管理算法,依据温度高的驱动器给定频率应该较低的原则,得到驱动每个三相电压源逆变器的给定PWM频率 $f^*_{s1}$ 、 $f^*_{s2}$ ..... $f^*_{sn}$ ;

步骤四、依据电机功率和给定PWM频率得到每个驱动器的参考电压矢量和PWM频率给定信号;

步骤五、经过空间矢量脉宽调制技术生成驱动三相电压源逆变器的PWM信号,从而实现多单元永磁同步电机的模块化驱动器的主动热管理。

2. 根据权利要求1所述的基于变PWM频率法的永磁同步电机模块化驱动器的主动热管理方法,其特征在于所述主动热管理算法的原则为:计算温度平均值 $T_{conav}$ ,假设逆变器温度值大小顺序为 $T_{con1} > T_{con2} > \dots > T_{conn}$ ,则逆变器的给定PWM频率应为 $f^*_{s1} < f^*_{s2} < \dots < f^*_{sn}$ 。

## 基于变PWM频率法的永磁同步电机模块化驱动器的主动热管理方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于电机驱动及电力电子领域,涉及一种采用改变模块化驱动器的PWM频率来实现永磁同步电机控制系统主动热管理的方法。

### 背景技术

[0002] 永磁同步电机(PMSM)相比其他电机具有高可靠性、高功率密度、高控制精度等优点,故其在数控机床、机器人伺服控制、电动汽车、军用武器、深水伺服系统以及航空航天等领域得到了飞速的发展。为提高电机控制系统的可靠性,降低转矩脉动,永磁同步电机可采用多个单元电机的绕组结构,其中每个单元电机由一套三相绕组构成。

[0003] 在驱动具有多个单元绕组结构的永磁同步电机时,需要多个三相电压源逆变器,由于每个三相电压源逆变器构成一个功率模块,所以形成了模块化结构的电机驱动器。

[0004] 在驱动这种电机时,理论上每个模块化电机驱动器的输出功率应该相同,从而保证电机供电均衡。但在实际工况中,由于绕组参数必然存在差异,且驱动器中的功率开关器件存在差异,会导致每个单元电机中的功率不均衡。若功率存在不均衡,则会导致流经每个驱动器的电流不同。电力电子器件的寿命很大程度上取决于其开关损耗的大小,而电流的不同直接影响其开关损耗,从而影响电力电子器件的结温(junction temperature),进而影响器件的使用寿命。

### 发明内容

[0005] 本发明为了延长多单元永磁同步电机的模块化驱动器使用寿命,提高电机控制系统的可靠性,提供了一种基于变PWM频率法的永磁同步电机模块化驱动器的主动热管理方法。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0007] 一种基于变PWM频率法的永磁同步电机模块化驱动器的主动热管理方法,包括如下步骤:

[0008] 步骤一、永磁同步电机模块化驱动器的每个单元电机驱动器由一个三相电压源逆变器构成,在永磁同步电机的每个电压源逆变器的散热器上各放置一个温度传感器;

[0009] 步骤二、检测永磁同步电机的每个三相电压源逆变器,得到每个三相电压源逆变器的温度采样值 $T_{con1}$ 、 $T_{con2}$ 、...、 $T_{con n}$ , $n$ 为正整数;

[0010] 步骤三、根据步骤二得到的温度采样值,经过主动热管理算法,依据温度高的驱动器给定频率应该较低的原则,得到驱动每个三相电压源逆变器的给定PWM频率 $f_{s1}$ 、 $f_{s2}$ 、...、 $f_{sn}$ ,其中:主动热管理算法的原则为:计算温度平均值 $T_{conav}$ ,假设逆变器温度值大小顺序为 $T_{con1} > T_{con2} > \dots > T_{con n}$ ,则逆变器的给定PWM频率应为 $f_{s1} < f_{s2} < \dots < f_{sn}$ ;

[0011] 步骤四、电机运行工况时刻在变化,所以给定的总功率 $p_{dc}$ 也随着工况的变化而变

化,依据电机功率和给定PWM频率得到每个驱动器的参考电压矢量和PWM频率给定信号;

[0012] 步骤五、经过空间矢量脉宽调制技术生成驱动三相电压源逆变器的PWM信号,从而实现多单元永磁同步电机的模块化驱动器的主动热管理。

[0013] 本发明中,每个单元电机驱动器由一个三相电压源逆变器构成,当某个逆变器温度过高时,从而可能减少该单元使用寿命,降低驱动该逆变器的PWM频率,从而减少功率器件的开关损耗,降低该逆变器的温度,实现基于温度检测的永磁同步电机模块化驱动器主动热管理。

[0014] 相比于现有技术,本发明具有如下优点:

[0015] 本发明在多个模块化驱动器中,通过主动热管理技术,降低使用寿命最低的驱动器中的能量与开关损耗,从而提高整个电机驱动器的使用寿命和整个电机系统的可靠性。

### 附图说明

[0016] 图1为九相永磁同步电机的电气连接图;

[0017] 图2为基于变PWM频率法的主动热管理技术原理框图;

[0018] 图3为未采用本发明提出方法的逆变器温度曲线;

[0019] 图4为采用本发明提出的方法的逆变器温度曲线。

### 具体实施方式

[0020] 下面结合附图对本发明的技术方案作进一步的说明,但并不局限于此,凡是对本发明技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围,均应涵盖在本发明的保护范围中。

[0021] 以具有三个单元电机的九相永磁同步电机为例,驱动该电机需要三个三相电压源逆变器,构成如图1所示的电气连接图。 $V_{dc}$ 是直流母线电源,负载电机有九个引出端,构成具有三个单元电机结构的永磁同步电机,该电机由三个三相电压源逆变器独立驱动,每个逆变器为一个模块化电机驱动器,驱动永磁同步电机的一个单元,逆变器的三相输出端A、B、C接在电机的三相绕组上。

[0022] 在三个电压源逆变器的散热器上各放置一个温度传感器,用来检测每个模块化驱动器的温度。利用温度控制驱动逆变器的PWM信号频率,当某个驱动器温度过高时,降低该驱动器PWM信号频率,降低其开关损耗,从而实现模块化驱动器的主动热管理。

[0023] 本发明基于变PWM频率法的主动热管理方法的原理框图如图2所示。首先检测三个三相电压源逆变器,得到采样值 $T_{con1}$ 、 $T_{con2}$ 、 $T_{con3}$ 。再经过主动热管理算法,依据温度高的驱动器给定频率应该较低的原则,得到驱动三个逆变器的给定PWM频率 $f_{s1}^*$ 、 $f_{s2}^*$ 、 $f_{s3}^*$ 。电机运行工况时刻在变化,所以给定的总功率 $p_{dc}$ 也随着工况的变化而变化,依据电机功率和给定PWM频率得到每个驱动器的参考电压矢量和PWM频率给定信号。最后再经过空间矢量脉宽调制技术生成驱动三相电压源逆变器的PWM信号,从而实现多单元永磁同步电机的模块化驱动器的主动热管理。

[0024] 由图3和图4可知,采用本发明提出的方法后逆变器1的温度降低。

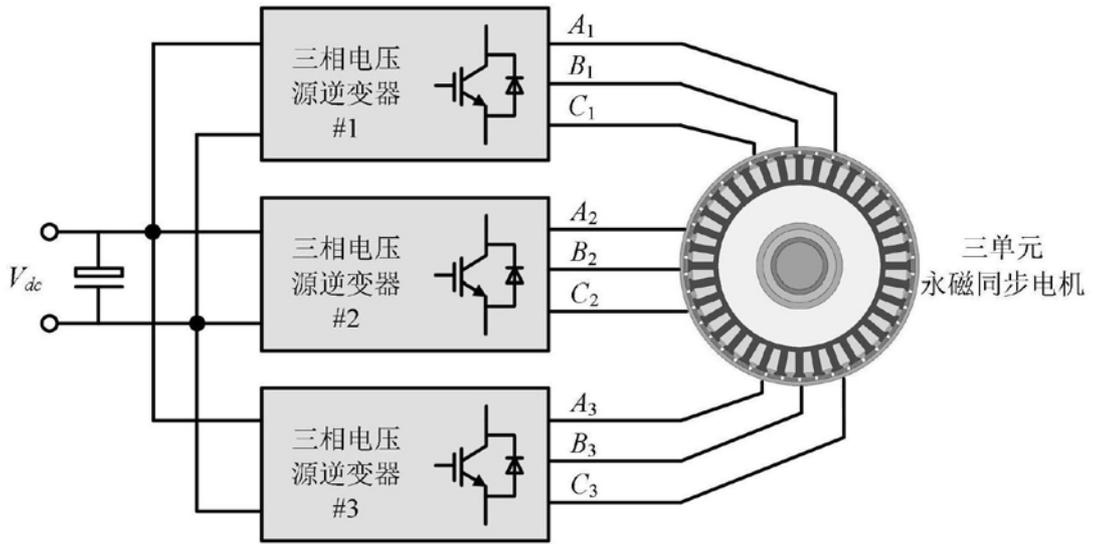


图1

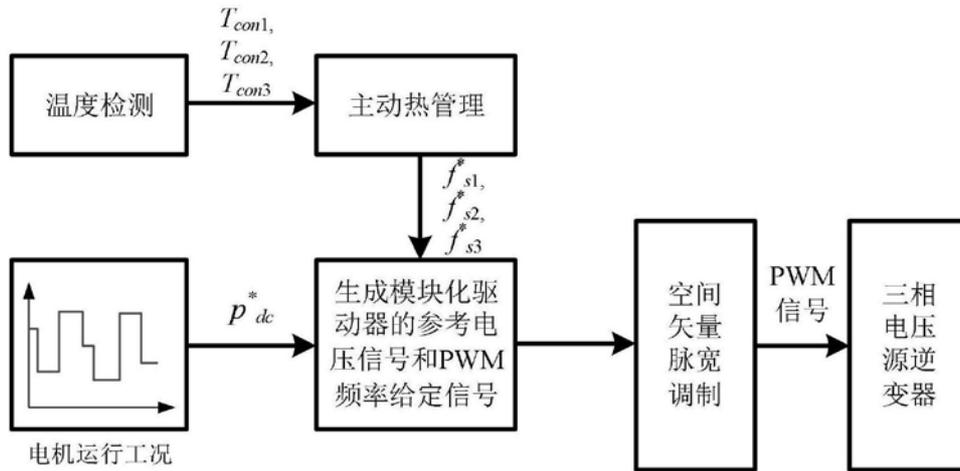


图2

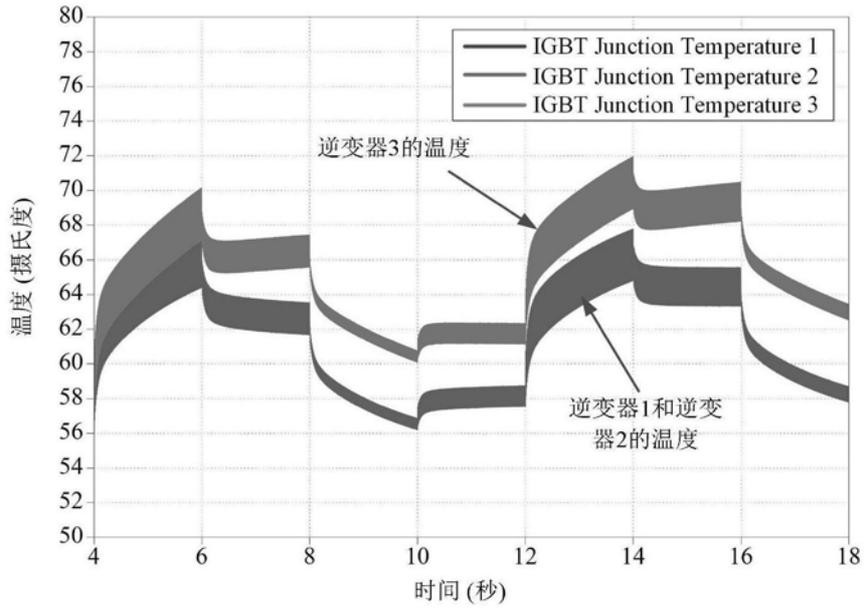


图3

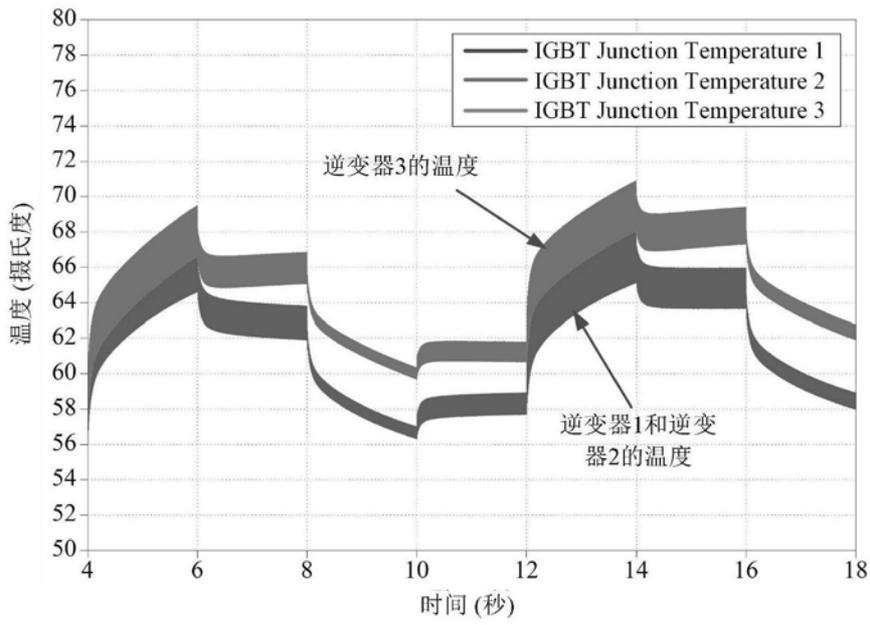


图4