



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106505527 A

(43)申请公布日 2017. 03. 15

(21)申请号 201611181749.6

(22)申请日 2016.12.19

(71)申请人 广东美的制冷设备有限公司

地址 528311 广东省佛山市顺德区北滘镇美的
大道6号美的总部大楼B区26-28楼

(72)发明人 霍军亚 张国柱

(74)专利代理机构 深圳市世纪恒程知识产权代
理事务所 44287

代理人 胡海国

(51)Int.Cl.

H02H 7/09(2006.01)

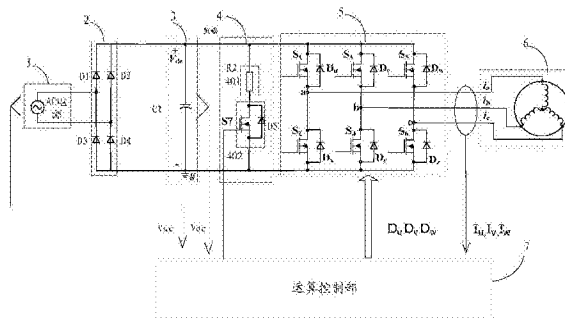
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

电机驱动保护装置、过压保护方法及变频空
调器

(57)摘要

本发明提供一种电机驱动保护装置、过压保
护方法和变频空调器,通过在电机驱动保护装置
增加过压保护电路,其过压保护电路并联在直流
母线上,运算控制部通过获取直流母线电压值,
当直流母线电压值超过第一预设值时,运算控制
部控制可控开关导通使得负载接入过压保护电
路以降低直流母线电压值;当直流母线电压低于
第二预设值时,运算控制部控制可控开关断开使
得负载从过压保护电路中断开。使得脉动的直
流母线电压的高电压波动被过压保护电路吸收,
避免脉动的直流母线电压上出现过压导致逆变
器和直流平滑电路中的滤波电容器损坏。



1. 一种电机驱动保护装置,其特征在于,所述电机驱动保护装置包括:

整流器、直流平滑电路、过压保护电路、逆变器、运算控制部及电机;所述整流器对交流电源的交流输入电压进行全波整流,所述整流器的两输出端连接直流母线;所述直流平滑电路、逆变器依次与所述直流母线并联,且所述直流平滑电路包括与所述直流母线并联的电容器,所述交流输入电压通过所述整流器、直流平滑电路输出脉动的直流母线电压,以为所述逆变器提供电源;所述运算控制部对逆变器进行控制以驱动电机运行;

过压保护电路,位于所述整流器和逆变器之间且与所述直流母线并联,包括可控开关和与所述可控开关串联的负载;所述可控开关的控制端与所述运算控制部连接,所述运算控制部实时获取所述直流母线电压值,当所述直流母线电压值超过第一预设值时,所述运算控制部控制所述可控开关导通,使得所述负载接入所述过压保护电路以降低所述直流母线电压值;当所述直流母线电压低于第二预设值时,所述运算控制部控制所述可控开关断开,使得所述负载从过压保护电路中断开;

其中,所述第一预设值大于第二预设值。

2. 如权利要求1所述的电机驱动保护装置,其特征在于,所述运算控制部通过PWM信号控制可控开关导通。

3. 如权利要求1所述的电机驱动保护装置,其特征在于,所述直流平滑电路的电容器为薄膜电容或陶瓷电容,电容量为10-30 μ F。

4. 如权利要求1所述的电机驱动保护装置,其特征在于,所述可控开关包括第一晶体管,所述负载包括第一电阻,所述第一晶体管的基极连接所述运算控制部,所述第一晶体管的发射极连接所述直流母线负极,所述第一电阻的一端连接所述第一晶体管的集电极,另一端连接所述直流母线正极。

5. 如权利要求1所述的电机驱动保护装置,其特征在于,所述运算控制部包括:

输入电压相位检测锁相环模块,用于获取输入的交流电源的电压瞬时值,并根据所述交流电源的电压瞬时值计算输入电压相位估计值;

位置/速度估计器,用于对所述电机的转子位置进行估计以获得转子角度估计值和电机速度估计值;

Q轴给定电流值计算模块,用于根据电机目标转速值、所述电机速度估计值和所述输入电压相位估计值计算Q轴给定电流值;

D轴给定电流值计算模块,用于根据所述逆变器的最大输出电压和所述逆变器的输出电压幅值计算D轴给定电流值;

电流控制器,用于根据所述Q轴给定电流值、所述D轴给定电流值以及Q轴实际电流和D轴实际电流获取Q轴给定电压值和D轴给定电压值,以根据所述Q轴给定电压值和D轴给定电压值、所述转子角度估计值生成占空比控制信号,并通过控制所述逆变器以对所述电机进行控制。

6. 如权利要求5所述的电机驱动保护装置,其特征在于,所述Q轴给定电流值计算模块包括:

第二PI调节器,用于对所述电机目标转速值与所述电机速度估计值之差进行PI调节以输出转矩幅值给定值;

波形发生器,用于根据所述输入电压相位估计值生成输出变量;

初始电流计算单元,用于将所述输出变量与所述转矩幅值给定值相乘后除以电机转矩系数以获得Q轴给定电流值初始值;

电容电流补偿单元,用于根据所述输入电压相位估计值生成补偿电流;

叠加单元,用于将所述补偿电流叠加到所述Q轴给定电流值初始值以获得所述Q轴给定电流值。

7.如权利要求5所述的电机驱动保护装置,其特征在于,所述D轴给定电流值计算模块包括:

弱磁控制器,用于对所述逆变器的最大输出电压与所述逆变器的输出电压幅值进行计算以获得D轴给定电流值初始值;

限幅单元,用于对所述D轴给定电流值初始值进行限幅处理以获得所述D轴给定电流值。

8.一种变频空调器,其特征在于,所述变频空调器包括如权利要求1至7任一所述电机驱动保护装置。

9.一种如权利要求8所述的变频空调器的过压保护方法,其特征在于,所述变频空调器的过压保护方法包括以下步骤:

实时检测直流母线电压值;

当所述直流母线电压值超过第一预设值时,控制所述可控开关导通使得所述负载接入所述过压保护电路以降低所述直流母线电压值;当所述直流母线电压低于第二预设值时,控制所述可控开关断开使得所述负载从过压保护电路中断开,其中所述第一预设值大于第二预设值。

10.如权利要求8所述的变频空调器的过压保护方法,其特征在于,所述运算控制部通过PWM信号控制可控开关导通。

电机驱动保护装置、过压保护方法及变频空调器

技术领域

[0001] 本发明涉及电机控制技术领域,尤其涉及一种电机驱动保护装置、过压保护方法和变频空调器。

背景技术

[0002] 随着消费者对机电产品节能性要求的提升,效率更高的变频电机驱动器得到了越来越广泛的应用。常规变频驱动器的直流母线电压处于稳定状态,逆变部分与输入交流电压相对独立,从而使逆变部分的控制无需考虑输入电压的瞬时变化,便于控制方法的实现。然而,这种设计方法需要配备容值较大的电解电容,使得驱动器体积变大,成本提升。此外,电解电容的寿命有限,其有效工作时间往往是驱动器寿命的瓶颈。

[0003] 针对上述问题,相关方案提出了以小容值的薄膜电容或陶瓷电容取代电解电容的策略,与常规的交直交驱动电路相比,省去了PFC部分,而且小型化的电容既能实现降成本,又能消除电解电容引起的使用寿命瓶颈。但是,由于直流母线电压上的薄膜电容或陶瓷电容容值很小,通常只有常规高压电解电容容值的1%-2%,在电机高速运转时,如果发生停电或者其它异常停机,则电机反向发电使直流母线电压出现高电压波动,由于小型化的电容不能吸收高电压波动,导致直流母线电压超出电机逆变模块和电容的耐压值时,容易过压损坏。

[0004] 上述内容仅用于辅助理解本发明的技术方案,并不代表承认上述内容是现有技术。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于提供一种电机驱动保护装置、过压保护方法和变频空调器,目的在于解决针对电容小型化的电机驱动装置中,当直流母线出现高电压波动时,导致直流母线电压过高引起电机逆变模块和电容过压损坏问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了一种电机驱动保护装置,所述电机驱动保护装置包括:

[0007] 整流器、直流平滑电路、过压保护电路、逆变器、运算控制部及电机;所述整流器对交流电源的交流输入电压进行全波整流,所述整流器的两输出端连接直流母线;所述直流平滑电路、逆变器依次与所述直流母线并联,且所述直流平滑电路包括与所述直流母线并联的电容器,所述交流输入电压通过所述整流器、直流平滑电路输出脉动的直流母线电压,以为所述逆变器提供电源;所述运算控制部对逆变器进行控制以驱动电机运行;

[0008] 过压保护电路,位于所述整流器和逆变器之间且与所述直流母线并联,包括可控开关和与所述可控开关串联的负载;所述可控开关的控制端与所述运算控制部连接,所述运算控制部实时获取所述直流母线电压值,当所述直流母线电压值超过第一预设值时,所述运算控制部控制所述可控开关导通,使得所述负载接入所述过压保护电路以降低所述直流母线电压值;当所述直流母线电压低于第二预设值时,所述运算控制部控制所述可控开

关断开,使得所述负载从过压保护电路中断开;

[0009] 其中,所述第一预设值大于第二预设值。

[0010] 优选的,所述运算控制部通过PWM信号控制可控开关导通。

[0011] 优选的,所述直流平滑电路的电容器为薄膜电容或陶瓷电容,电容量为10-30uF。

[0012] 优选的,所述可控开关包括第一晶体管,所述负载包括第一电阻,所述第一晶体管的基极连接所述运算控制部,所述第一晶体管的发射极连接所述直流母线负极,所述第一电阻的一端连接所述第一晶体管的集电极,另一端连接所述直流母线正极。

[0013] 优选的,所述运算控制部包括:

[0014] 输入电压相位检测锁相环模块,用于获取输入的交流电源的电压瞬时值,并根据所述交流电源的电压瞬时值计算输入电压相位估计值;

[0015] 位置/速度估计器,用于对所述电机的转子位置进行估计以获得转子角度估计值和电机速度估计值;

[0016] Q轴给定电流值计算模块,用于根据电机目标转速值、所述电机速度估计值和所述输入电压相位估计值计算Q轴给定电流值;

[0017] D轴给定电流值计算模块,用于根据所述逆变器的最大输出电压和所述逆变器的输出电压幅值计算D轴给定电流值;

[0018] 电流控制器,用于根据所述Q轴给定电流值、所述D轴给定电流值以及Q轴实际电流和D轴实际电流获取Q轴给定电压值和D轴给定电压值,以根据所述Q轴给定电压值和D轴给定电压值、所述转子角度估计值生成占空比控制信号,并通过控制所述逆变器以对所述电机进行控制。

[0019] 优选的,所述Q轴给定电流值计算模块包括:

[0020] 第二PI调节器,用于对所述电机目标转速值与所述电机速度估计值之差进行PI调节以输出转矩幅值给定值;

[0021] 波形发生器,用于根据所述输入电压相位估计值生成输出变量;

[0022] 初始电流计算单元,用于将所述输出变量与所述转矩幅值给定值相乘后除以电机转矩系数以获得Q轴给定电流值初始值;

[0023] 电容电流补偿单元,用于根据所述输入电压相位估计值生成补偿电流;

[0024] 叠加单元,用于将所述补偿电流叠加到所述Q轴给定电流值初始值以获得所述Q轴给定电流值。

[0025] 优选的,所述D轴给定电流值计算模块包括:

[0026] 弱磁控制器,用于对所述逆变器的最大输出电压与所述逆变器的输出电压幅值进行计算以获得D轴给定电流值初始值;

[0027] 限幅单元,用于对所述D轴给定电流值初始值进行限幅处理以获得所述D轴给定电流值。

[0028] 为实现上述目的,本发明还提供一种变频空调器,所述变频空调器包括上述电机驱动保护装置。

[0029] 为实现上述目的,本发明还提供一种变频空调器的过压保护方法,所述变频空调器的过压保护方法包括以下步骤:

[0030] 实时检测直流母线电压值;

[0031] 当所述直流母线电压值超过第一预设值时,控制所述可控开关导通使得所述负载接入所述过压保护电路以降低所述直流母线电压值;当所述直流母线电压低于第二预设值时,控制所述可控开关断开使得所述负载从过压保护电路中断开,其中所述第一预设值大于第二预设值。

[0032] 优选的,所述运算控制部通过PWM信号控制可控开关导通。

[0033] 本发明提供的电机驱动系统的电机驱动保护装置,通过在电机驱动保护装置增加过压保护电路,其过压保护电路并联在直流母线上,运算控制部通过获取直流母线电压值,当直流母线电压值超过第一预设值时,运算控制部控制可控开关导通使得负载接入过压保护电路以降低直流母线电压值;当直流母线电压低于第二预设值时,运算控制部控制可控开关断开使得负载从过压保护电路中断开,其中第一预设值大于第二预设值,使得针对电容小型化电机驱动装置中,针对直流母线上出现高电压波动时,通过过压保护电路的实时接入,使得直流母线的高电压波动被过压保护电路吸收,进而使得直流脉动电压保持在安全的电压值以下,避免直流脉动电压上出现过压导致逆变器 and 直流平滑电路中的滤波电容器损坏,进而提高了整个电机驱动电路的工作可靠性。

附图说明

[0034] 图1为本发明电机驱动保护装置结构示意图;

[0035] 图2为本发明电机驱动保护装置的运算控制部的结构示意图;

[0036] 图3为本发明电机驱动保护装置的电压相位检测锁相环模块的结构示意图;

[0037] 图4为本发明变频空调的过压保护方法流程图。

具体实施方式

[0038] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0039] 图1为本发明提供的电机驱动保护装置结构示意图,为了便于说明,仅示出了与本实施例相关的部分,如图所示:

[0040] 本发明第一实施例提供一种电机驱动保护装置,包括由交流输入电源1、整流器2、直流平滑电路3、过压保护电路4、逆变器5、运算控制部7及电机6组成的电机驱动装置,其中整流器2连接交流输入电源1,由二极管D1-D4组成的全桥整流,对交流输入电压1进行整流,整流器的两输出端连接直流母线,直流平滑电路3、逆变器5依次与直流母线并联;直流平滑电路3包括与直流母线并联的电容器C1,由于电容器C1电容量相对较小,因此整流器输出的直流电压经直流平滑电路滤波后是脉动直流母线电压,不能滤波成稳定的直流母线电压,此脉动直流母线电压为逆变器5提供工作的电源,逆变器5的通过运算控制部7对其六个开关管S1-S6进行控制,输出三相电流驱动电机6运行,逆变器5由逆变模块即IPM(智能功率模块)构成。由于上述电机驱动装置中直流平滑电路3中的电容器比其他的电机驱动装置的直流平滑电路中的电容器要小很多,一般只有其电容值的1%-2%,电容量为10-30uF如只有20uF,因为其电容值小,可以选择为薄膜电容或陶瓷电容,而其他直流平滑电路中的电容器总容量一般可达到800uF,一般都是大容量的电解电容,因此简称为电容小型化的驱动装

置,基于此电容小型化的电机驱动装置,相比其他电容量大的电机驱动装置,其主要区别是电容小型化电机驱动装置中的直流母线电压是脉动电压,其电压时刻处于周期性波动状态,而电容量大的电机驱动装置中直流母线电压是稳定电压,不存在脉动电压对应的周期性波动。

[0041] 上述电机驱动保护装置的过压保护电路4并联于直流母线上,位于逆变器5之前,可以位于直流平滑电路3之后,也可以位于整流器2之后,过压保护电路4可控开关402和与可控开关402串联的负载401,可控开关402的控制端与运算控制部7连接,可控开关402为大功率的晶体管如MOS管或者IGBT,负载401可以是电阻性器件,如大功率的电阻。具体的如图1所示的过压保护电路4的具体电路,可控开关包括第一晶体管S7,负载402包括第一电阻R2,第一晶体管S7的基极连接运算控制部,第一晶体管的发射极连接所述直流母线负极,第一电阻R2的一端连接第一晶体管S7的集电极,另一端连接所述直流母线正极。当晶体管导通时,第一电阻R2接入过压保护电路4中,由于第一电阻R2为大功率电阻,因此可以承担直流母线所提供电源对应的一部分负载,进而分担一部分工作电流,当直流母线上出现电压过高的波动时,第一电阻R2的接入就能分担直流母线过高电压波动带来的电流,进而降低其过高部分的波动电压。

[0042] 具体的,运算控制部7通过电压检测电路获取直流母线电压值,此电压检测电路为现有技术,不在赘述,当直流母线电压值超过第一预设值时,运算控制部7控制可控开关402导通使得负载401接入过压保护电路4,由于过压保护电路4承担了一部分直流母线电压供给逆变器的电流,因此能使得直流母线电压降低,;当直流母线电压低于第二预设值时,所述运算控制部控制所述可控开关断开使得所述负载从过压保护电路中断开,其中第一预设值大于第二预设值。第一预设值和第二预设值可根据具体的实验确定,如第一预设值设置为480V,第二预设值设置为460V,通过过压保护电路4,能实时的对直流脉动电压的出现的过压起到调节作用。

[0043] 由于电容小型化电机驱动装置中,直流平滑电路中的电容器小,不能平滑稳定直流母线上出现的高电压峰值,如在电机高速运转由于停电或者其他异常导致突然停机,电机在停机下继续运转时会反向发电使得直流母线电压升高,出现高电压波动,而此高电压波动不能被平滑电路的电容器吸收,因此当直流脉动电压出现高的电压值时,通过压保护电路4接入直流母线,使得直流母线的高电压波动被过压保护电路吸收,进而使得直流脉动电压保持在安全的电压值以下,避免直流脉动电压上出现过压导致逆变器和直流平滑电路3中的滤波电容器C1损坏,进而提高了整个电机驱动电路的工作可靠性。

[0044] 进一步的,在运算控制部7控制可控开关402导通使得负载401接入过压保护电路4时,运算控制部7可通过PWM信号控制开关402导通,如以高电平占空比为50%,周期为10KHz的PWM信号控制开关402的导通,由于用PWM控制时开关402出于断续开关状态,其通过开关的平均电流要比用恒定的导通状态小,如以高电平占空比为50%的PWM控制开关402,则其通过的电流理论为以恒定高电平控制开关402导通时电流的50%,由于402导通时通过电流相对较高,这样以PWM控制开关402就时就能减少通过开关的平均电流,进而可以降低控制开关402所使用的器件规格,可以使用相对小电流的功率管,降低成本。

[0045] 根据本发明实施例提供的电机驱动保护装置,通过在电机驱动保护装置增加过压保护电路,其过压保护电路并联在直流母线上,运算控制部通过获取直流母线电压值,当直

流母线电压值超过第一预设值时,运算控制部控制可控开关导通使得负载接入过压保护电路以降低直流母线电压值;当直流母线电压低于第二预设值时,运算控制部控制可控开关断开使得负载从过压保护电路中断开,其中第一预设值大于第二预设值,使得针对电容小型化电机驱动装置中,针对脉动的直流母线电压上出现高电压波动时,通过过压保护电路的实时接入,使得脉动的直流母线电压的高电压波动被过压保护电路吸收,进而使得脉动的直流母线电压保持在安全的电压值以下,避免脉动的直流母线电压上出现过压导致逆变器和直流平滑电路中的滤波电容器损坏,进而提高了整个电机驱动电路的工作可靠性。

[0046] 进一步的,做为本发明提供的电机驱动保护装置的第二实施例,基于本发明的电机驱动保护装置的第一实施例,图2为本发明提供的电机驱动保护装置的第二实施例的运算控制部的结构示意图,在本实施例中,运算控制部7包括:

[0047] 输入电压相位检测锁相环模块71,用于获取输入的交流电源的电压瞬时值,并根据交流电源的电压瞬时值计算输入电压相位估计值;

[0048] 位置/速度估计器74,用于对电机的转子位置进行估计以获得转子角度估计值和电机速度估计值;

[0049] Q轴给定电流值计算模块72,用于根据电机目标转速值、电机速度估计值和输入电压相位估计值计算Q轴给定电流值;

[0050] D轴给定电流值计算模块73,用于根据逆变器的最大输出电压和逆变器的输出电压幅值计算D轴给定电流值;

[0051] 电流控制器75,用于根据Q轴给定电流值、D轴给定电流值以及Q轴实际电流和D轴实际电流获取Q轴给定电压值和D轴给定电压值,以根据Q轴给定电压值和D轴给定电压值、转子角度估计值生成占空比控制信号,并通过控制逆变器以对电机进行控制。

[0052] 其中输入电压相位检测锁相环模块71可包括余弦计算器714、第一乘法器711、低通滤波器712、第一PI调节器713和积分器715,如图3所示,余弦计算器714用于对上一计算周期的输入电压相位估计值 θ_{ge} 进行余弦计算以获得第一计算值,第一乘法器711用于将交流电源的电压瞬时值 V_{ac} 与第一计算值相乘以获得第二计算值。低通滤波器712用于对第二计算值进行低通滤波以获得第三计算值,其中,该低通滤波器712的带宽低于交流电源的电压频率,在本发明的一个实施例中,该低通滤波器712的带宽低于交流电源的电压频率 ω_g 的1/5。第一PI调节器713用于对第三计算值进行PI调节以输出第四计算值,积分器715用于对第四计算值与交流电源的电压频率 ω_g 之和进行积分计算以获得当前计算周期的输入电压相位估计值 θ_{ge} 。

[0053] 位置/速度估计器74用于对电机的转子位置进行估计以获得转子角度估计值 θ_{est} 和电机速度估计值 ω_{est} 。本发明实施例的电机可为无位置传感器的电机,在本发明的一个实施例中,可通过磁链观测法实现位置/速度估计器74的上述功能。

[0054] 具体而言,首先可根据两相静止坐标系上的电压 V_α 、 V_β 和电流 I_α 、 I_β 计算压缩机电机在两相静止坐标系 α 和 β 轴方向上有效磁通的估计值,具体根据以下公式(1)计算如下:

$$[0055] \begin{cases} \hat{\lambda}_\alpha = \frac{1}{s} [V_\alpha - I_\alpha R] - L_q I_\alpha \\ \hat{\lambda}_\beta = \frac{1}{s} [V_\beta - I_\beta R] - L_q I_\beta \end{cases} \quad (1)$$

[0056] 其中, $\hat{\lambda}_\alpha$ 和 $\hat{\lambda}_\beta$ 分别为电机在 α 和 β 轴方向上有效磁通的估计值, V_α 和 V_β 分别为 α 和 β 轴方向上的电压, I_α 和 I_β 分别为 α 和 β 轴方向上的电流, R 为定子电阻, L_q 为电机的 q 轴磁链。

[0057] 然后, 根据下述公式 (2) 计算压缩机电机的转子角度估计值 θ_{est} 和电机实际转速值 ω_{est} :

$$[0058] \quad \begin{cases} \omega_{e0} = (K_{p_pll} + \frac{K_{i_pll}}{s}) \theta_{err} \\ \theta_e = \frac{1}{s} \omega_{e0} \\ \omega_{est} = \frac{\omega_f}{s + \omega_f} \omega_{e0} \end{cases} \quad (2)$$

[0059] 其中, K_{p_pll} 和 K_{i_pll} 分别为比例积分参数, θ_{err} 为偏差角度估计值, ω_f 为速度低通滤波器的带宽。

[0060] Q 轴给定电流值计算模块 72 用于根据电机目标转速值 ω_{ref} 、电机速度估计值 ω_{est} 和输入电压相位估计值 θ_{ge} 计算 Q 轴给定电流值 I_{qref} 。

[0061] 具体的, 如图 2 所示, Q 轴给定电流值计算模块 72 包括第二 PI 调节器、波形发生器、初始电流计算单元、电容电流补偿单元和叠加单元。其中, 第二 PI 调节器用于对电机目标转速值 ω_{ref} 与电机速度估计值 ω_{est} 之差进行 PI 调节以输出转矩幅值给定值 T_0 , 波形发生器用于根据输入电压相位估计值 θ_{ge} 生成输出变量 W_f 。初始电流计算单元用于将输出变量 W_f 与转矩幅值给定值 T_0 相乘后除以电机转矩系数 K_t 以获得 Q 轴给定电流值初始值 I_{q0} 。电容电流补偿单元用于根据输入电压相位估计值 θ_{ge} 生成补偿电流 I_{qcom} , 叠加单元用于将补偿电流 I_{qcom} 叠加到 Q 轴给定电流值初始值 I_{q0} 以获得 Q 轴给定电流值 I_{qref} 。

[0062] 在本发明的实施例中, 波形发生器可根据以下公式计算输出变量:

$$[0063] \quad W_f(\theta_{ge}) = \begin{cases} \sin \frac{\pi(\theta_{ge} - \theta_d)}{\pi - 2\theta_d} & \theta_{ge} \in [\theta_d, \pi - \theta_d] \\ 0 & \theta_{ge} \in [0, \theta_d) \cup (\pi - \theta_d, \pi] \end{cases} \quad (3)$$

[0064] 其中, $W_f(\theta_{ge})$ 为根据输入电压相位估计值 θ_{ge} 生成的输出变量, θ_{ge} 为输入电压相位估计值, θ_d 为设定相位参数。

[0065] 在本发明的实施例中, 电容电流补偿单元可根据以下公式计算补偿电流:

$$[0066] \quad I_{qcom} = \begin{cases} \frac{0.5CV_{acmag}^2 \omega_g \sin(2\theta_{ge})}{K_t \omega_g} & \theta_{ge} \in [\theta_d, \pi - \theta_d] \\ 0 & \theta_{ge} \in [0, \theta_d) \cup (\pi - \theta_d, \pi] \end{cases} \quad (4)$$

[0067] 其中, I_{qcom} 为补偿电流, θ_{ge} 为输入电压相位估计值, θ_d 为设定相位参数, C 为并联在逆变器的输入端之间的电容容值, V_{acmag} 为交流电源的电压幅值, ω_g 为交流电源的电压频率, K_t 为电机转矩系数, ω_e 为电机转子速度。

[0068] 在本发明的一个实施例中, 设定相位参数 θ_d 可为电流死区所对应的相位, 具体可取 $0.1 \sim 0.2 \text{ rad}$ 。

[0069] D 轴给定电流值计算模块 73 用于根据逆变器的最大输出电压 V_{max} 和逆变器的输出电压幅值 V_1 计算 D 轴给定电流值 I_{dref} 。

[0070] 具体地,如图2所示,D轴给定电流值计算模块73包括弱磁控制器和限幅单元,其中,弱磁控制器用于对逆变器的最大输出电压 V_{\max} 与逆变器的输出电压幅值 V_1 进行计算以获得D轴给定电流值初始值 I_{d0} ,限幅单元用于对D轴给定电流值初始值 I_{d0} 进行限幅处理以获得D轴给定电流值 I_{dref} 。

[0071] 在本发明的实施例中,弱磁控制器可根据以下公式计算D轴给定电流值初始值 I_{d0} :

$$[0072] \quad I_{d0} = \frac{K_i}{s} [(V_1 - V_{\max})] \quad (5)$$

[0073] 其中, I_{d0} 为D轴给定电流值初始值, K_i 为积分控制系数, $V_1 = \sqrt{v_d^2 + v_q^2}$, $V_{\max} = \frac{\sqrt{3}}{2} V_{dc}$, V_1 为逆变器的输出电压幅值, v_d 为D轴电压, v_q 为Q轴电压, V_{\max} 为逆变器的最大输出电压, V_{dc} 为电机的直流母线电压。

[0074] 在本发明的实施例中,限幅单元根据以下公式获得D轴给定电流值:

$$[0075] \quad I_{dref} = \begin{cases} 0 & I_{d0} > 0 \\ I_{d0} & I_{demag} < I_{d0} \leq 0 \\ I_{demag} & I_{d0} \leq I_{demag} \end{cases} \quad (6)$$

[0076] 其中, I_{dref} 为D轴给定电流值, I_{demag} 为电机退磁电流限制值。

[0077] 电流控制器75用于根据Q轴给定电流值 I_{qref} 、D轴给定电流值 I_{dref} 以及Q轴实际电流 I_q 和D轴实际电流 I_d 获取Q轴给定电压值 V_q 和D轴给定电压值 V_d ,以根据Q轴给定电压值 V_q 和D轴给定电压值 V_d 、转子角度估计值 θ_{est} 生成占空比控制信号,并通过控制逆变器5以对电机进行控制。

[0078] 其中,三相电流进行坐标变换获得d轴和q轴实际电流值,具体如下:

[0079] 根据检测获得的永磁同步电机U、V、W三相电流值 I_u 、 I_v 、 I_w ,并通过进行Clark变换,基于下述公式,得到电机在两相静止坐标系 α 和 β 轴方向上的电流 I_α 和 I_β

$$[0080] \quad I_\alpha = I_u$$

$$[0081] \quad I_\beta = \frac{I_u + 2I_v}{\sqrt{3}} \quad (7)$$

[0082] 再根据转子角度估计值 θ_{est} 进行Park变换,通过下述公式计算得到两相旋转坐标系下的d轴和q轴的实际电流值 I_q 、 I_d 。

$$[0083] \quad I_d = I_\alpha \cos \theta_{est} + I_\beta \sin \theta_{est}$$

$$[0084] \quad I_q = -I_\alpha \sin \theta_{est} + I_\beta \cos \theta_{est}$$

[0085] 进一步的,电流控制器75可根据以下公式计算Q轴给定电压值和D轴给定电压值:

$$[0086] \quad V_{d0} = K_{pd} \cdot (I_{dref} - I_d) + K_{id} \int_0^t [I_{dref}(\tau) - I_d(\tau)] d\tau$$

$$[0087] \quad V_{q0} = K_{pq} \cdot (I_{qref} - I_q) + K_{iq} \int_0^t [I_{qref}(\tau) - I_q(\tau)] d\tau$$

$$[0088] \quad V_d = V_{d0} - \omega L_q I_q$$

$$[0089] \quad V_q = V_{q0} + \omega L_d I_d + \omega K_e \quad (8)$$

[0090] 其中, V_q 为Q轴给定电压值, V_d 为D轴给定电压值, I_{qref} 为Q轴给定电流值、 I_{dref} 为

D轴给定电流值, I_q 为Q轴实际电流, I_d 为D轴实际电流, K_{pd} 和 K_{id} 分别为D轴电流控制比例增益与积分增益, K_{pq} 和 K_{iq} 分别为Q轴电流控制比例增益与积分增益, ω 为电机转速, K_e 为电机反电势系数, L_d 和 L_q 分别为D轴和Q轴电感, $\int_0^t [x(\tau)] d\tau$ 表示 $x(\tau)$ 在时间上的积分。

[0091] 在获取到Q轴给定电压值 V_q 和D轴给定电压值 V_d 后,可根据电机转子角度估计值 θ_{est} 对 V_q 和 V_d 进行Park逆变换,得到固定坐标系上的电压值 V_α 和 V_β ,具体变换公式如下:

$$[0092] \quad \begin{cases} V_\alpha = V_d \cos \theta_{est} - V_q \sin \theta_{est} \\ V_\beta = V_d \sin \theta_{est} + V_q \cos \theta_{est} \end{cases} \quad (9)$$

[0093] 其中, θ 为电机转子角度,在此可取上述的转子角度估计值 θ_{est} 。

[0094] 进一步地,可根据固定坐标系上的电压值 V_α 和 V_β 进行Clark逆变换,得到三相电压 V_u 、 V_v 和 V_w ,具体变换公式如下:

$$[0095] \quad V_u = V_\alpha$$

$$[0096] \quad V_v = \frac{-V_\alpha + \sqrt{3}V_\beta}{2}$$

$$[0097] \quad V_w = \frac{-V_\alpha - \sqrt{3}V_\beta}{2} \quad (10)$$

[0098] 然后占空比计算单元可根据直流母线电压和三相电压进行占空比计算,得到占空比控制信号,即三相占空比 D_u 、 D_v 和 D_w ,具体计算公式如下:

$$[0099] \quad D_u = (V_u + 0.5V_{dc}) / V_{dc}$$

$$[0100] \quad D_v = (V_v + 0.5V_{dc}) / V_{dc}$$

$$[0101] \quad D_w = (V_w + 0.5V_{dc}) / V_{dc} \quad (11)$$

[0102] 其中, V_{dc} 为直流母线电压。

[0103] 最后,根据三相占空比 D_u 、 D_v 、 D_w 对逆变器的开关管进行控制,以实现电机的控制。

[0104] 此外,本发明还提供一种变频空调器,包括上述电机驱动保护装置,其变频空调器的电机可以是直流风机或者压缩机,其具体的实施方式可参考上述电机驱动保护装置实施例,在此不再赘述。

[0105] 本发明实施例提供的变频空调器,通过增加过压保护电路,其过压保护电路并联在直流母线上,运算控制部通过获取直流母线电压值,当直流母线电压值超过第一预设值时,运算控制部控制可控开关导通使得负载接入过压保护电路以降低直流母线电压值;当直流母线电压低于第二预设值时,运算控制部控制可控开关断开使得负载从过压保护电路中断开,其中第一预设值大于第二预设值,使得针对应用电容小型化电机驱动装置的变频空调器中,针对直流母线上出现高电压波动时,通过过压保护电路的实时接入,使得直流母线的高电压波动被过压保护电路吸收,进而使得脉动的直流母线电压保持在安全的电压值以下,避免脉动的直流母线电压上出现过压导致逆变器和直流平滑电路中的滤波电容器损坏,提高了整个变频空调的工作可靠性。

[0106] 进一步的,基于本发明实施例的变频空调器,本发明实施例还提供一种变频空调的过压保护方法,图4为本发明实施例提供的变频空调的过压保护方法的流程图,该变频空调的过压保护方法包括以下步骤:

[0107] S10,实时检测直流母线电压值;

[0108] S20,当直流母线电压值超过第一预设值时,控制可控开关导通使得负载接入过压保护电路以降低直流母线电压值;当直流母线电压低于第二预设值时,控制可控开关断开使得所述负载从过压保护电路中断开,其中第一预设值大于第二预设值。

[0109] 其变频空调的过压保护方法的具体实施例见电机驱动保护装置实施例,在此不再赘述。

[0110] 根据本发明实施例提供的变频空调的过压保护方法,通过实时检测直流母线电压值,当直流母线电压值超过第一预设值时,控制可控开关导通使得负载接入过压保护电路以降低直流母线电压值;当直流母线电压低于第二预设值时,控制可控开关断开使得所述负载从过压保护电路中断开,其中第一预设值大于第二预设值,使得针对应用电容小型化电机驱动装置的变频空调器中,针对直流母线上出现高电压波动时,通过过压保护电路的实时接入,使得脉动的直流母线电压的高电压波动被过压保护电路吸收,进而使得脉动的直流母线电压保持在安全的电压值以下,避免脉动的直流母线电压上出现过压导致逆变器和直流平滑电路中的滤波电容器损坏,提高了整个变频空调的工作可靠性。

[0111] 以上仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

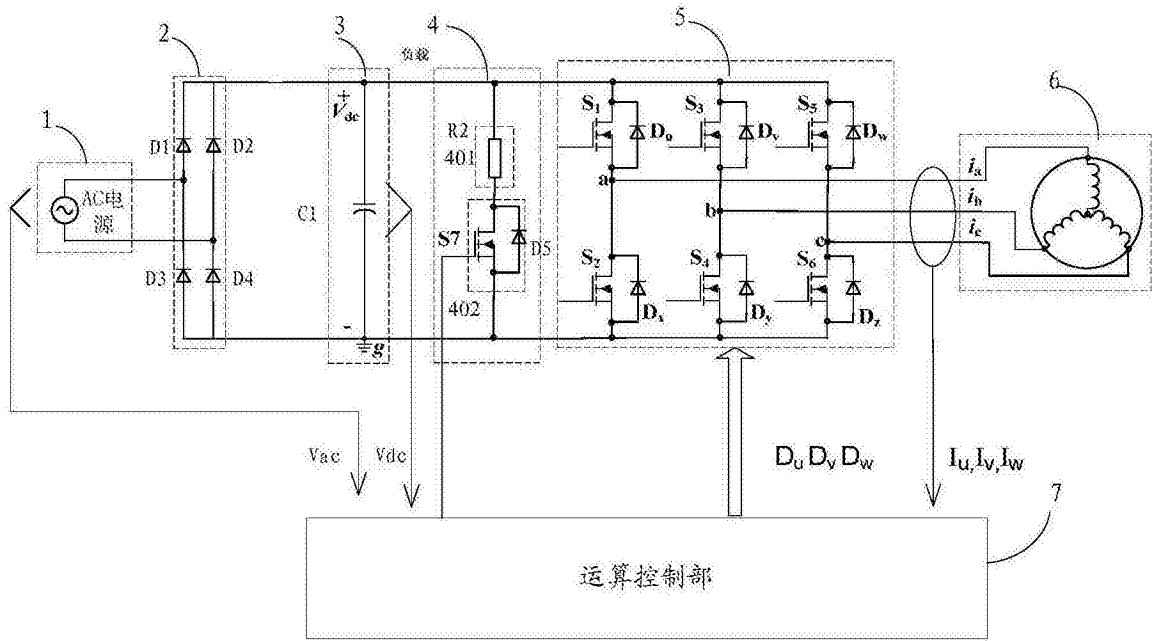


图1

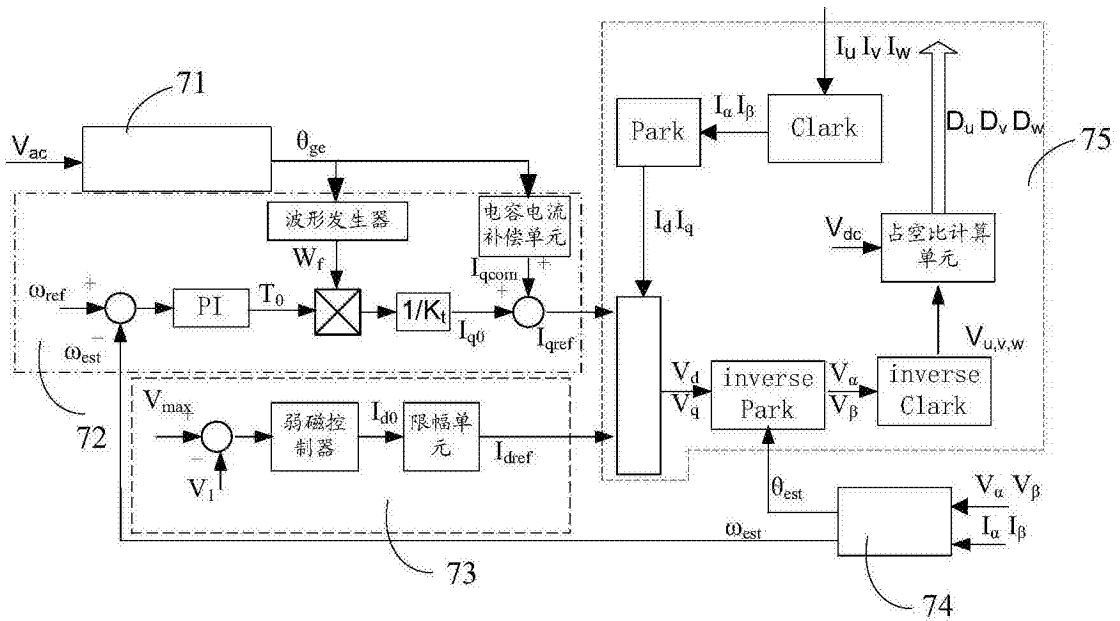


图2

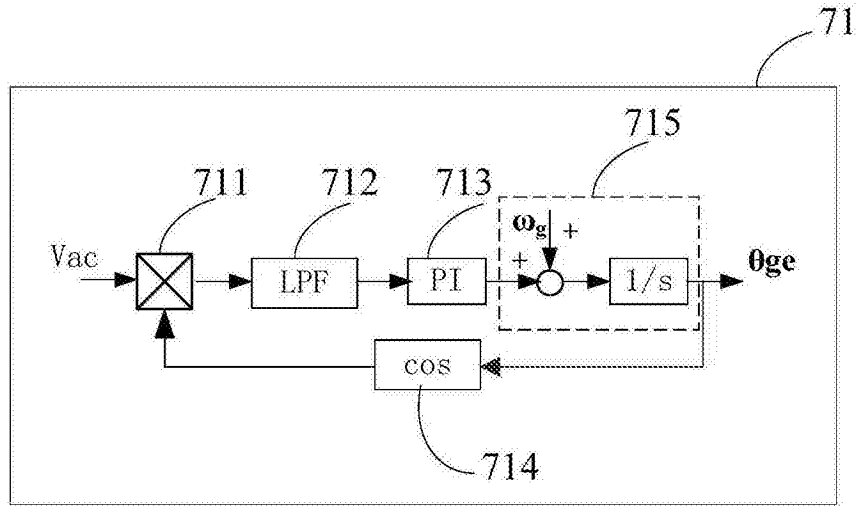


图3

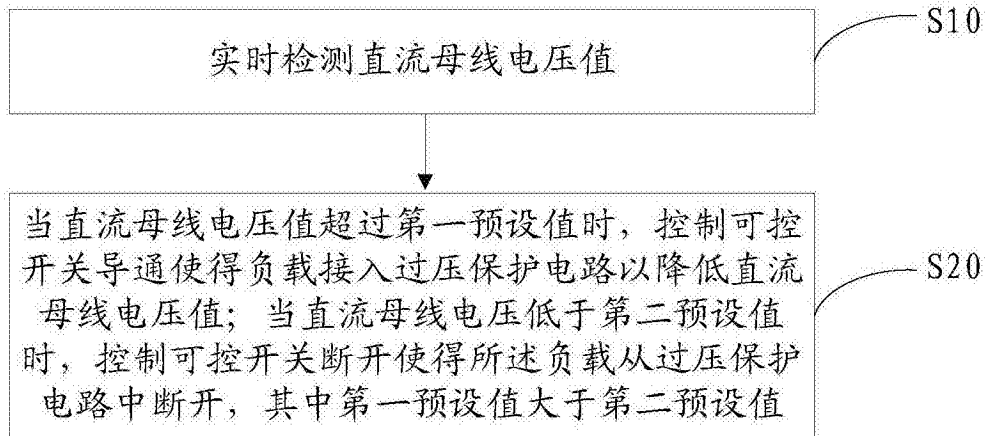


图4