



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104901593 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201510358184. 3

H02P 21/00(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 06. 24

(71) 申请人 广东威灵电机制造有限公司

地址 528311 广东省佛山市顺德区北滘镇工业园

申请人 美的威灵电机技术(上海)有限公司

(72) 发明人 王超 赵小安 吴玉飞 龚黎明

(74) 专利代理机构 深圳中一专利商标事务所 44237

代理人 张全文

(51) Int. Cl.

H02P 6/10(2006. 01)

H02P 6/16(2006. 01)

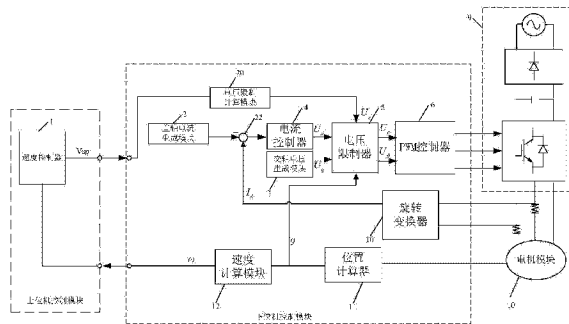
权利要求书3页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

电机驱动装置、方法及电机

(57) 摘要

本发明涉及电机控制技术领域, 本发明提供一种电机驱动装置、方法及电机, 电机驱动装置包括: 旋转变换器、位置计算器、速度计算模块以及速度控制器; 电机驱动装置还包括: 电压限制计算模块, 将速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压; 第一减法器, 用于获得直轴电流差; 电流控制器, 输出直轴电压分量; 交轴电压生成模块, 用于输出预设交轴电压分量; 电压限制器, 对直轴电压分量和预设交轴电压分量进行电压限幅和坐标变换后输出直轴电压和交轴电压; PWM 控制器, 将直轴电压和交轴电压转换成三相交流电压, 通过将限制电压作为驱动装置输出电压的限制, 并通过设定交轴电压分量值, 实现了对交轴电流的限制, 从而实现了对电机电流的控制。



1. 一种电机驱动装置,所述电机驱动装置包括:
 - 旋转变换器,用于将定子电流经过坐标旋转变换后输出交轴电流分量和直轴电流分量;
 - 位置计算器,用于检测电机转子的位置,并根据所述电机转子的位置输出位置反馈信号;
 - 速度计算模块,用于根据所述位置反馈信号输出转子电角速度;
 - 速度控制器,用于输出使所述转子电角速度和所输入的速度指令趋向于零的速度控制器输出信号;
 - 其特征在于,所述电机驱动装置还包括:
 - 电压限制计算模块,用于将所述速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压;
 - 直轴电流生成模块,用于生成预设直轴电流;
 - 第一减法器,用于将所述预设直轴电流与所述直轴电流分量进行减法运算后得到直轴电流差;
 - 电流控制器,用于输出使所述直轴电流差趋向于零的直轴电压分量;
 - 交轴电压生成模块,用于生成预设交轴电压分量;
 - 电压限制器,用于根据所述限制电压和所述位置反馈信号对所述直轴电压分量和所述预设交轴电压分量进行电压限幅和坐标变换后输出直轴电压和交轴电压;
 - PWM 控制器,用于将所述直轴电压和所述交轴电压转换成三相交流电压。
2. 如权利要求 1 所述的电机驱动装置,其特征在于,所述交轴电压生成模块生成预设交轴电压分量的过程具体为:
 - 根据以下算式进行计算后输出预设交轴电压分量:

$$U_q = \omega (I_d \times L_d + \psi_f);$$
 - 其中, U_q 为预设交轴电压分量, I_d 为直轴电流分量, ω 为转子电角速度, L_d 为电子直轴电感分量, ψ_f 为永磁体磁链。
3. 如权利要求 1 所述的电机驱动装置,其特征在于,所述交轴电压生成模块生成预设交轴电压分量的过程具体为:
 - 根据以下算式进行计算后输出预设交轴电压分量:

$$U_q = \sqrt{(K \times U_s)^2 - U_d^2};$$
 - 其中, U_q 为预设交轴电压分量, K 为电压系数, U_d 为直轴电压分量, U_s 为限制电压。
4. 如权利要求 1 所述的电机驱动装置,其特征在于,所述电压限制器根据所述限制电压对所述直轴电压分量和所述预设交轴电压分量进行电压限幅后,再根据所述位置反馈信号进行坐标变换输出直轴电压和交轴电压;
 - 或者,所述电压限制器根据所述位置反馈信号进行坐标变换后,再根据所述限制电压对所述直轴电压分量和所述预设交轴电压分量进行电压限幅输出直轴电压和交轴电压。
5. 一种电机驱动方法,其特征在于,所述电机驱动方法包括:
 - 将定子电流经过坐标旋转变换后输出交轴电流分量和直轴电流分量;
 - 检测电机转子的位置,并根据所述电机转子的位置输出位置反馈信号;

根据所述位置反馈信号输出转子电角速度,并根据所述转子电角速度和速度指令输出使所述转子电角速度和速度指令趋向于零的速度控制器输出信号;

将所述速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压;

生成预设直轴电流,将所述预设直轴电流与所述直轴电流分量进行减法运算后得到直轴电流差,并根据所述直轴电流差输出使所述直轴电流差趋向于零的直轴电压分量;

生成预设交轴电压分量,并根据所述限制电压和所述位置反馈信号对所述直轴电压分量和所述预设交轴电压分量进行电压限幅和坐标变换后输出直轴电压和交轴电压;

将所述直轴电压和所述交轴电压转换成三相交流电压。

6. 如权利要求 5 所述的电机驱动方法,其特征在于,所述生成预设交轴电压分量的步骤具体为:

根据以下算式进行计算后输出预设交轴电压分量:

$$U_q = \omega (I_d \times L_d + \psi_f);$$

其中, U_q 为预设交轴电压分量, I_d 为预设直轴电流分量, ω 为转子电角速度, L_d 为电子直轴电感分量, ψ_f 为永磁体磁链。

7. 如权利要求 5 所述的电机驱动方法,其特征在于,所述生成预设交轴电压分量的步骤具体为:

根据以下算式进行计算后输出预设交轴电压分量:

$$U_q = \sqrt{(K \times U_s)^2 - U_d^2}$$

其中, U_q 为预设交轴电压分量, K 为电压系数, U_d 为直轴电压分量, U_s 为限制电压。

8. 一种电机驱动装置,所述电机驱动装置包括:

旋转变换器,用于将定子电流经过坐标旋转变换后输出交轴电流分量和直轴电流分量;

位置计算器,用于检测电机转子的位置,并根据所述电机转子的位置输出位置反馈信号;

速度计算模块,用于根据所述位置反馈信号输出转子电角速度;

速度控制器,用于输出使所述转子电角速度和所输入的速度指令趋向于零的速度控制器输出信号;

其特征在于,所述电机驱动装置还包括:

电压限制计算模块,用于将所述速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压;

直轴电流生成模块,用于生成预设直轴电流;

交轴电流生成模块,用于生成预设交轴电流;

第一减法器,用于将所述预设直轴电流与所述直轴电流分量进行减法运算后得到直轴电流差;

第二减法器,用于将所述预设交轴电流与所述交轴电流分量进行减法运算后得到交轴电流差;

电流控制器,用于输出使所述直轴电流差和所述交轴电流差趋向于零的直轴电压分量和交轴电压分量;

电压限制器,用于根据所述限制电压和所述位置反馈信号对所述直轴电压分量和所述交轴电压分量进行电压限幅和坐标变换后输出直轴电压和交轴电压;

PWM 控制器,用于将所述直轴电压和所述交轴电压转换成三相交流电压。

9. 如权利要求 8 所述的电机驱动装置,其特征在于,所述预设交轴电流为固定值。

10. 如权利要求 8 所述的电机驱动装置,其特征在于,所述预设交轴电流与所述速度控制器输出信号的大小成正比关系。

11. 如权利要求 8 所述的电机驱动装置,其特征在于,所述电压限制器根据所述限制电压对所述直轴电压分量和所述交轴电压分量进行电压限幅后,再根据所述位置反馈信号进行坐标变换输出直轴电压和交轴电压;

或者,所述电压限制器根据所述位置反馈信号进行坐标变换后,再根据所述限制电压对所述直轴电压分量和所述交轴电压分量进行电压限幅输出直轴电压和交轴电压。

12. 一种电机驱动方法,其特征在于,所述电机驱动方法包括以下步骤:

将定子电流经过坐标旋转变换后输出交轴电流分量和直轴电流分量;

检测电机转子的位置,根据所述电机转子的位置输出位置反馈信号;

根据所述位置反馈信号输出转子电角速度,并根据所述转子电角速度和所输入的速度指令输出使所述转子电角速度和速度指令趋向于零的速度控制器输出信号;

将所述速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压;

生成预设直轴电流,将所述预设直轴电流与所述直轴电流分量进行减法运算后得到直轴电流差;

生成预设交轴电流,将所述预设交轴电流与所述交轴电流分量进行减法运算后得到交轴电流差;

根据所述直轴电流差和所述交轴电流差输出使所述直轴电流差和所述交轴电流差趋向于零的直轴电压分量和交轴电压分量;

根据所述限制电压和所述位置反馈信号对所述直轴电压分量和所述预设交轴电压分量进行电压限幅和坐标变换后输出直轴电压和交轴电压;

将所述直轴电压和所述交轴电压转换成三相交流电压。

13. 如权利要求 12 所述的电机驱动方法,其特征在于,所述生成预设交轴电流的步骤具体为:

将所述预设交轴电流设定为固定值。

14. 如权利要求 12 所述的电机驱动方法,其特征在于,所述生成预设交轴电流的步骤具体为:

将所述预设交轴电流设定为与所述速度控制器输出信号大小成正比关系。

15. 一种电机,其包括逆变器模块和电机模块,其特征在于,所述电机还包括权利要求 1 至 4 以及权利要求 8 至 11 中任一项所述的电机驱动装置。

电机驱动装置、方法及电机

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装置、方法及电机。

背景技术

[0002] 目前,无刷电动机主要采用经典矢量控制方案,如图 1 和图 2 所示,电机驱动装置包括上位机控制模块和下位机控制模块,其中,上位机控制模块实现转速闭环控制,下位机控制模块实现调速功能,如图 1 所示,位置计算模块 11 输出位置反馈信号和速度反馈信号,速度计算模块 12 根据所述位置反馈信号输出转子电角速度,速度控制器 1 根据转子电角速度输出调节指令给交轴电流计算模块 3,直轴电流计算模块 2 输出指定直轴电流,电流控制器 4 输出直轴电压分量和交轴电压分量,电压限制器 5 输出直轴电压和交轴电压,PWM 控制器 6 输出三相交流电压给逆变驱动模块 9 以驱动电动机 10。

[0003] 图 2 与图 1 的不同点在于速度指令模块 14 转换成电机速度指令,速度控制器接收所述电机速度指令与速度计算模块 12 的速度反馈指令生成电机的交轴指令,电流控制器 4 再输出直轴电压分量和交轴电压分量。

[0004] 图 1 中的技术方案的优点在于矢量控制效率高,能耗小,结构简单,并且易于实现,但是下位机控制模块不能实现空载调速,甚至即使带上位机控制模块时,由于上位机控制模块调节精度和相应不够,空载调速也比较困难。

[0005] 图 2 中的技术方案除了具有图 1 中技术方案的优点外,其下位机控制模块在单独给定调节指令时,也能进行调速,但是由于下位机控制模块用到转速指令,导致采用霍尔传感器和无位置传感器转速在低速时调速困难。

[0006] 图 1 和图 2 的技术方案在编码器精度低特别是霍尔传感器的控制中,负载抗扰能力很差。

[0007] 为了解决图 1 和图 2 中技术方案的缺陷,如图 3 所示,现有技术提出一种解决方案,即将速度控制器 1 输出的调节指令经过电压指令生成模块 17 后生成电压指令,PWM 控制器根据电压指令驱动逆变器模块 9 以驱动电机,该技术方案虽然能够实现空载调速,但是电流波形较差,转矩脉动大并且输出给电机的电流不可控。综上所述,现有技术中的电机驱动装置存在转矩脉动大并且输出给电机的电流不可控的问题,同时由于现有方案的技术特点在大负载情况下,特别是对于负载突变情况下,有良好的抗负载变化能力。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种电机驱动装置、方法及电机,旨在解决针对现有技术中的电机驱动装置存在转矩脉动大并且输出给电机的电流不可控,抗负载扰动能力差的问题。

[0009] 本发明是这样实现的,第一方面提供一种电机驱动装置,所述电机驱动装置包括:

[0010] 旋转变换器,用于将所述定子电流经过坐标旋转变换后输出交轴电流分量和直轴

电流分量；

[0011] 位置计算器,用于检测电机转子的位置,并根据所述电机转子的位置输出位置反馈信号；

[0012] 速度计算模块,用于根据所述位置反馈信号输出转子电角速度；

[0013] 速度控制器,用于输出使所述转子电角速度和转速指令趋向于零的速度控制器输出信号；

[0014] 所述电机驱动装置还包括：

[0015] 电压限制计算模块,用于将所述速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压；

[0016] 直轴电流生成模块,用于生成预设直轴电流；

[0017] 第一减法器,用于将所述预设直轴电流与所述直轴电流分量进行减法运算后得到直轴电流差；

[0018] 电流控制器,用于输出使所述直轴电流差趋向于零直轴电压分量；

[0019] 交轴电压生成模块,用于生成预设交轴电压分量；

[0020] 电压限制器,用于根据所述限制电压和所述位置反馈信号对所述直轴电压分量和所述预设交轴电压分量进行电压限幅和坐标变换后输出直轴电压和交轴电压；

[0021] PWM 控制器,用于将所述直轴电压和所述交轴电压转换成三相交流电压。

[0022] 结合第一方面,作为第一方面的第一种实施方式,所述交轴电压生成模块生成预设交轴电压分量的过程具体为：

[0023] 根据以下算式进行计算后输出预设交轴电压分量：

[0024] $U_q = \omega (I_d \times L_d + \psi_f)$ ；

[0025] 其中, U_q 为预设交轴电压分量, I_d 为直轴电流分量, ω 为转子电角速度, L_d 为电子直轴电感分量, ψ_f 为永磁体磁链。

[0026] 结合第一方面,作为第一方面的第二种实施方式,所述交轴电压生成模块生成预设交轴电压分量的过程具体为：

[0027] 根据以下算式进行计算后输出预设交轴电压分量：

[0028] $U_q = \sqrt{(K \times U_s)^2 - U_d^2}$

[0029] 其中, U_q 为预设交轴电压分量, K 为电压系数, U_d 为直轴电压分量, U_s 为限制电压。

[0030] 结合第一方面,作为第一方面的第三种实施方式,所述电压限制器根据所述限制电压对所述直轴电压分量和所述预设交轴电压分量进行电压限幅后,再根据所述位置反馈信号进行坐标变换输出直轴电压和交轴电压；

[0031] 或者,所述电压限制器根据所述位置反馈信号进行坐标变换后,再根据所述限制电压对所述直轴电压分量和所述预设交轴电压分量进行电压限幅输出直轴电压和交轴电压。

[0032] 本发明第二方面提供一种电机驱动方法,所述电机驱动方法包括：

[0033] 将定子电流经过坐标旋转变换后输出交轴电流分量和直轴电流分量；

[0034] 检测电机转子的位置,并根据所述电机转子的位置输出位置反馈信号；

[0035] 根据所述位置反馈信号输出转子电角速度,并根据所述转子电角速度和速度指令

输出使所述转子电角速度和速度指令趋向于零的速度控制器输出信号；

[0036] 将所述速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压；

[0037] 生成预设直轴电流，将所述预设直轴电流与所述直轴电流分量进行减法运算后得到直轴电流差，并根据所述直轴电流差输出使所述直轴电流差趋向于零的直轴电压分量；

[0038] 生成预设交轴电压分量，并根据所述限制电压和所述位置反馈信号对所述直轴电压分量和所述预设交轴电压分量进行电压限幅和坐标变换后输出直轴电压和交轴电压；

[0039] 将所述直轴电压和所述交轴电压转换成三相交流电压。

[0040] 结合第二方面，作为第二方面的第一种实施方式，所述生成预设交轴电压分量的步骤具体为：

[0041] 根据以下算式进行计算后输出预设交轴电压分量：

$$[0042] \quad U_q = \omega (I_d \times L_d + \psi_f) ;$$

[0043] 其中， U_q 为预设交轴电压分量， I_d 为直轴电流分量， ω 为转子电角速度， L_d 为电子直轴电感分量， ψ_f 为永磁体磁链。

[0044] 结合第二方面，作为第二方面的第二种实施方式，所述生成预设交轴电压分量的步骤具体为：

[0045] 根据以下算式进行计算后输出预设交轴电压分量：

$$[0046] \quad U_q = \sqrt{(K \times U_s)^2 - U_d^2}$$

[0047] 其中， U_q 为预设交轴电压分量， K 为电压系数， U_d 为直轴电压分量， U_s 为限制电压。

[0048] 本发明第三方面提供一种电机驱动装置，所述电机驱动装置包括：

[0049] 旋转变换器，用于将定子电流经过坐标旋转变换后输出交轴电流分量和直轴电流分量；

[0050] 位置计算器，用于检测电机转子的位置，并根据所述电机转子的位置输出位置反馈信号；

[0051] 速度计算模块，用于根据所述位置反馈信号输出转子电角速度；

[0052] 速度控制器，用于输出使所述转子电角速度和所输入的速度指令趋向于零的速度控制器输出信号；

[0053] 所述电机驱动装置还包括：

[0054] 电压限制计算模块，用于将所述速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压；

[0055] 直轴电流生成模块，用于生成预设直轴电流；

[0056] 交轴电流生成模块，用于生成预设交轴电流；

[0057] 第一减法器，用于将所述预设直轴电流与所述直轴电流分量进行减法运算后得到直轴电流差；

[0058] 第二减法器，用于将所述预设交轴电流与所述交轴电流分量进行减法运算后得到交轴电流差；

[0059] 电流控制器，用于输出所述直轴电流差和所述交轴电流差趋向于零的直轴电压分量和交轴电压分量；

[0060] 电压限制器，用于根据所述限制电压和所述位置反馈信号对所述直轴电压分量和

所述交轴电压分量进行电压限幅和坐标变换后输出直轴电压和交轴电压；

[0061] PWM 控制器,用于将所述直轴电压和所述交轴电压转换成三相交流电压。

[0062] 结合第三方面,作为第三方面的第一种实施方式,所述预设交轴电流为固定值。

[0063] 结合第三方面,作为第三方面的第二种实施方式,所述预设交轴电流与所述速度控制器输出信号的大小成正比关系。

[0064] 结合第三方面,作为第三方面的第三种实施方式,所述电压限制器根据所述限制电压对所述直轴电压分量和所述预设交轴电压分量进行电压限幅后,再根据所述位置反馈信号进行坐标变换输出直轴电压和交轴电压；

[0065] 或者,所述电压限制器根据所述位置反馈信号进行坐标变换后,再根据所述限制电压对所述直轴电压分量和所述预设交轴电压分量进行电压限幅输出直轴电压和交轴电压。

[0066] 本发明第四方面提供一种电机驱动方法,所述电机驱动方法包括以下步骤：

[0067] 将所述定子电流经过坐标旋转变换后输出交轴电流分量和直轴电流分量；

[0068] 检测电机转子的位置,根据所述电机转子的位置输出位置反馈信号和速度反馈信号；

[0069] 根据所述位置反馈信号输出转子电角速度,并根据所述转子电角速度和所输入的速度指令输出使所述转子电角速度和速度指令趋向于零的速度控制器输出信号；

[0070] 将所述速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压；

[0071] 生成预设直轴电流,将所述预设直轴电流与所述直轴电流分量进行减法运算后得到直轴电流差；

[0072] 生成预设交轴电流,将所述预设交轴电流与所述交轴电流分量进行减法运算后得到交轴电流差；

[0073] 根据所述直轴电流差和所述交轴电流差输出使所述直轴电流差和所述交轴电流差趋向于零的直轴电压分量和交轴电压分量；

[0074] 根据所述限制电压和所述位置反馈信号对所述直轴电压分量和所述预设交轴电压分量进行电压限幅和坐标变换后输出直轴电压和交轴电压；

[0075] 将所述直轴电压和所述交轴电压转换成三相交流电压。

[0076] 结合第四方面,作为第四方面的第一种实施方式,所述生成预设交轴电流的步骤具体为：

[0077] 将所述预设交轴电流设定为固定值。

[0078] 结合第四方面,作为第四方面的第二种实施方式,所述生成预设交轴电流的步骤具体为：

[0079] 将所述预设交轴电流设定为与所述速度控制器输出信号的大小成正比关系。

[0080] 本发明第五方面提供一种电机,其包括逆变器模块和电机模块,其特征在于,所述电机还包括第一方面以及第四方面提供的电机驱动装置。

[0081] 本发明提供的电机驱动装置、方法及电机,通过将限制电压作为驱动装置输出电压的限制,并通过设定交轴电压分量值,实现了对交轴电流的限制,从而实现了电机电流的控制,解决了单独转矩控制的空载调速问题,同时解决了单独转速控制负载的抗干扰能力强弱的问题和单独转速控制启动转矩小和启动速度响应慢的问题。

附图说明

[0082] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,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发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0083] 图 1 是现有技术中提供的一种电机驱动装置的结构示意图;

[0084] 图 2 是现有技术中提供的另一种电机驱动装置的结构示意图;

[0085] 图 3 是现有技术中提供的另一种电机驱动装置的结构示意图;

[0086] 图 4 是本发明一种实施例提供的电机驱动装置的结构示意图;

[0087] 图 5 是本发明一种实施例提供的电机驱动装置中的电压限制器的工作方法示意图;

[0088] 图 6 是本发明一种实施例提供的电机驱动方法的流程图;

[0089] 图 7 是本发明另一种实施例提供的电机驱动装置的结构示意图;

[0090] 图 8 是本发明另一种实施例提供的电机驱动装置的结构示意图;

[0091] 图 9 是本发明另一种实施例提供的电机驱动方法的流程图。

具体实施方式

[0092] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0093] 为了说明本发明的技术方案,下面通过具体实施例来进行说明。

[0094] 本发明一种实施例提供一种电机驱动装置,如图 4 所示,电机驱动装置包括:

[0095] 旋转变换器 10,用于将检测到的定子电流经过坐标旋转变换后输出交轴电流分量和直轴电流分量。

[0096] 位置计算器 11,用于检测电机转子的位置,并根据电机转子的位置输出位置反馈信号。

[0097] 速度计算模块 12,用于根据位置反馈信号输出转子电角速度。

[0098] 速度控制器 1,用于根据转子电角速度输出和转速指令输出使转子电角速度和所输入的速度指令趋向于零的速度控制器输出信号。

[0099] 电机驱动装置还包括:

[0100] 电压限制计算模块 20,用于将速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压。

[0101] 直轴电流生成模块 2,用于生成预设直轴电流。

[0102] 第一减法器 22,用于将预设直轴电流与直轴电流分量进行减法运算后得到直轴电流差。

[0103] 电流控制器 4,用于输出使直轴电流差趋向于零的直轴电压分量。

[0104] 交轴电压生成模块 3,用于生成预设交轴电压分量。

[0105] 电压限制器 5,用于根据限制电压和位置反馈信号对直轴电压分量和预设交轴电

压分量进行电压限幅和坐标变换后输出直轴电压和交轴电压。

[0106] PWM 控制器 6, 用于将直轴电压和交轴电压转换成三相交流电压。

[0107] 具体的, 速度控制器输出信号是速度控制器 1 输出的调节指令, 其可以以电压值或电压范围值的形式存在, 或者该速度控制器输出信号在软件中以数字的形式存在; 电压限制计算模块将速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压, 该电压限制计算模块的计算方式可以通过人为设定, 例如, 以速度控制器输出信号为电压信号为例, 速度控制器输出信号的范围为 0 至 6 伏, 经过对电压限制计算模块进行设定后, 其输出的限制电压可以为 0 至 220 伏, 此处仅为举例, 不构成对本发明的限定。

[0108] 具体的, 交轴电压生成模块 3 用于输出预设交轴电压分量, 该交轴电压生成模块 3 根据人为设定的计算公式计算得出预设交轴电压分量。

[0109] 具体的, 电压限制器 5 根据限制电压对直轴电压分量和预设交轴电压分量进行电压限幅, 以实现对其输出电流的控制。

[0110] 作为本发明实施例中预设交轴电压分量计算方式的一个实施例, 交轴电压生成模块 3 生成预设交轴电压分量的过程具体为:

[0111] 根据以下算式进行计算后输出预设交轴电压分量:

$$[0112] \quad U_q = \omega (I_d \times L_d + \psi_f);$$

[0113] 其中, U_q 为预设交轴电压分量, I_d 为预设直轴电流分量, ω 为转子电角速度, L_d 为电子直轴电感分量, ψ_f 为永磁体磁链。

[0114] 作为本发明实施例中预设交轴电压分量计算方式的另一个实施例, 交轴电压生成模块 3 生成预设交轴电压分量的过程具体为:

[0115] 根据以下算式进行计算后输出预设交轴电压分量:

$$[0116] \quad U_q = \sqrt{(K \times U_s)^2 - U_d^2};$$

[0117] 其中, U_q 为预设交轴电压分量, K 为电压系数, U_d 为直轴电压分量, U_s 为限制电压。

[0118] 通过上述两个实施方式提供的公式, 可以获取预设交轴电压分量。

[0119] 本发明实施例通过将限制电压作为驱动装置输出电压的限制, 并通过设定交轴电压分量值, 实现了对交轴电流的限制, 从而实现了对电机电流的控制, 解决了单独转矩控制的调速问题, 同时解决了单独转速控制负载的抗干扰能力强弱的问题和单独转速控制启动转矩小和启动速度响应慢的问题。

[0120] 进一步地, 如图 5 所示, 电压限制器 5 进行电压限制后输出直轴电压和交轴电压的一种实施方式为:

[0121] 电压限制器 5 根据限制电压对直轴电压分量和预设交轴电压分量进行电压限幅后, 再根据位置反馈信号进行坐标变换输出直轴电压和交轴电压。

[0122] 电压限制器 5 进行电压限制后输出直轴电压和交轴电压的另一种实施方式为:

[0123] 电压限制器 5 根据位置反馈信号进行坐标变换后, 再根据限制电压对直轴电压分量和预设交轴电压分量进行电压限幅输出直轴电压和交轴电压。

[0124] 上述两种实施方式中可通过以下算式获得:

[0125] $\sqrt{U'_{\alpha}{}^2 + U'_{\beta}{}^2} > K \times U_s$, 或者 $\sqrt{U'_d{}^2 + U'_q{}^2} > K \times U_s$ 时,

$$[0126] \quad U_{\alpha} = \frac{U'_{\alpha} \times K \times U_s}{\sqrt{U'_{\alpha}{}^2 + U'_{\beta}{}^2}}, \quad U_{\beta} = \frac{U'_{\beta} \times K \times U_s}{\sqrt{U'_{\alpha}{}^2 + U'_{\beta}{}^2}}$$

$$[0127] \quad U_d = \frac{U_d \times K \times U_s}{\sqrt{U_d^2 + U_q^2}}, \quad U_q = \frac{U_q \times K \times U_s}{\sqrt{U_d^2 + U_q^2}}$$

[0128] 其中, U_s 为限制电压, U_d 和 U_q 分别为旋转坐标系下的直轴和交轴电压分量, U_{α} 和 U_{β} 为静止坐标系下的直轴和交轴电压分量, K 为电压系数。

[0129] 本发明另一种实施例提供一种电机驱动方法, 如图 6 所示, 电机驱动方法包括:

[0130] 步骤 S101. 将定子电流经过坐标旋转变换后输出交轴电流分量和直轴电流分量。

[0131] 步骤 S102. 检测电机转子的位置, 并根据电机转子的位置输出位置反馈信号。

[0132] 步骤 S103. 根据位置反馈信号输出转子电角速度, 并根据转子电角速度和速度指令输出使所述转子电角速度和速度指令趋向于零的速度控制器输出信号。

[0133] 步骤 S104. 将速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压。

[0134] 步骤 S105. 生成预设直轴电流, 将预设直轴电流与直轴电流分量进行减法运算后得到直轴电流差, 并根据直轴电流差输出使所述直轴电流差趋向于零的输出直轴电压分量。

[0135] 步骤 S106. 生成预设交轴电压分量, 并根据限制电压和位置反馈信号对直轴电压分量和预设交轴电压分量进行电压限幅和坐标变换后输出直轴电压和交轴电压;

[0136] 步骤 S107. 将直轴电压和交轴电压转换成三相交流电压。

[0137] 其中, 在步骤 S106 中, 作为一种实施方式, 生成预设交轴电压分量的步骤具体为:

[0138] 根据以下算式进行计算后输出预设交轴电压分量:

$$[0139] \quad U_q = \omega (I_d \times L_d + \psi_f);$$

[0140] 其中, U_q 为预设交轴电压分量, I_d 为预设直轴电流分量, ω 为转子电角速度, L_d 为电子直轴电感分量, ψ_f 为永磁体磁链。

[0141] 其中, 在步骤 S106 中, 作为另一种实施方式, 生成预设交轴电压分量的步骤具体为:

[0142] 根据以下算式进行计算后输出预设交轴电压分量:

$$[0143] \quad U_q = \sqrt{(K \times U_s)^2 - U_d^2}$$

[0144] 其中, U_q 为预设交轴电压分量, K 为电压系数, U_d 为直轴电压分量, U_s 为限制电压。

[0145] 本发明另一种实施例提供一种电机驱动装置, 电机驱动装置包括:

[0146] 旋转变换器 10, 用于将定子电流经过坐标旋转变换后输出交轴电流分量和直轴电流分量;

[0147] 位置计算器 11, 用于检测电机转子的位置, 并根据电机转子的位置输出位置反馈

信号；

[0148] 速度计算模块 12,用于根据位置反馈信号输出转子电角速度；

[0149] 速度控制器 1,用于输出使转子电角速度和速度指令趋向于零的速度控制器输出信号；

[0150] 电机驱动装置还包括；

[0151] 电压限制计算模块 20,用于将速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压；

[0152] 直轴电流生成模块 2,用于生成预设直轴电流；

[0153] 交轴电流生成模块 8,用于生成预设交轴电流；

[0154] 第一减法器 22,用于将预设直轴电流与直轴电流分量进行减法运算后得到直轴电流差；

[0155] 第二减法器 23,用于将预设交轴电流与交轴电流分量进行减法运算后得到交轴电流差；

[0156] 电流控制器 4,用于输出使直轴电流差和交轴电流差趋向于零的输出直轴电压分量和交轴电压分量；

[0157] 电压限制器 5,用于根据限制电压和位置反馈信号对直轴电压分量和交轴电压分量进行电压限幅和坐标变换后输出直轴电压和交轴电压；

[0158] PWM 控制器 6,用于将直轴电压和交轴电压转换成三相交流电压。

[0159] 具体的,速度控制器输出信号是速度控制器 1 输出的调节指令,其可以以电压值或电压范围值的形式存在,或者该速度控制器输出信号在软件中以数字的形式存在;电压限制计算模块 20 将速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压,该电压限制计算模块的计算方式可以通过人为设定,例如,以速度控制器输出信号为电压信号为例,速度控制器输出信号的范围为 0 至 6 伏,经过对电压限制计算模块进行设定后,其输出的限制电压可以为 0 至 220 伏,此处仅为举例,不构成对本发明的限定。

[0160] 进一步地,如图 7 所示,交轴电流生成模块 8 根据速度控制器输出信号输出预设交轴电流的一种实施方式为：

[0161] 预设交轴电流为固定值。

[0162] 具体的,通过将交轴电流设定为某个固定值,以用来限制最大输出电流值。

[0163] 进一步地,如图 8 所示,交轴电流生成模块 8 根据速度控制器输出信号输出预设交轴电流的一种实施方式为：

[0164] 预设交轴电流与速度控制器输出信号的大小成正比关系。

[0165] 具体的,预设交轴电流为经过速度控制器输出信号转换后得到的电流值,其中一种实现方案是将速度控制器输出信号中电压的最大值和最小值与预设交轴电流值的最大值和最小值相对应,可以采用线性插值关系进行对应。

[0166] 进一步地,电压限制器 5 进行电压限制后输出直轴电压和交轴电压的一种实施方式为：

[0167] 电压限制器 5 根据限制电压对直轴电压分量和交轴电压分量进行电压限幅后,再根据位置反馈信号进行坐标变换输出直轴电压和交轴电压。

[0168] 进一步地,电压限制器 5 进行电压限制后输出直轴电压和交轴电压的一种实施方

式为：

[0169] 电压限制器 5 根据位置反馈信号进行坐标变换后,再根据限制电压对直轴电压分量和交轴电压分量进行电压限幅输出直轴电压和交轴电压。

[0170] 上述两种实施方式中可通过以下算式获得：

$$[0171] \quad \sqrt{U'_{\alpha}{}^2 + U'_{\beta}{}^2} > K \times U_s, \text{ 或者 } \sqrt{U'_d{}^2 + U'_q{}^2} > K \times U_s \text{ 时,}$$

$$[0172] \quad U_{\alpha} = \frac{U'_{\alpha} \times K \times U_s}{\sqrt{U'_{\alpha}{}^2 + U'_{\beta}{}^2}}, \quad U_{\beta} = \frac{U'_{\beta} \times K \times U_s}{\sqrt{U'_{\alpha}{}^2 + U'_{\beta}{}^2}}$$

$$[0173] \quad U_d = \frac{U_d \times K \times U_s}{\sqrt{U_d^2 + U_q^2}}, \quad U_q = \frac{U_q \times K \times U_s}{\sqrt{U_d^2 + U_q^2}}$$

[0174] 其中, U_s 为限制电压, U_d 和 U_q 分别为旋转坐标系下的直轴和交轴电压分量, U_{α} 和 U_{β} 为静止坐标系下的直轴和交轴电压分量, K 为电压系数。

[0175] 本发明另一种实施例提供一种电机驱动方法,如图 9 所示,电机驱动方法包括以下步骤：

[0176] 步骤 S201. 将定子电流经过坐标旋转变换后输出交轴电流分量和直轴电流分量。

[0177] 步骤 S202. 检测电机转子的位置,根据电机转子的位置输出位置反馈信号。

[0178] 步骤 S203. 根据位置反馈信号输出转子电角速度,并根据转子电角速度和所输入的速度指令输出使转子电角速度和速度指令趋向于零的转子电角速度输出速度控制器输出信号。

[0179] 步骤 S204. 将速度控制器输出信号经过电压限制计算后输出限制电压。

[0180] 步骤 S205. 生成预设直轴电流,将预设直轴电流与直轴电流分量进行减法运算后得到直轴电流差。

[0181] 步骤 S206. 生成预设交轴电流,将预设交轴电流与交轴电流分量进行减法运算后得到交轴电流差。

[0182] 步骤 S207. 根据所述直轴电流差和所述交轴电流差输出使所述直轴电流差和所述交轴电流差趋向于零的直轴电压分量和交轴电压分量；

[0183] 步骤 S208. 根据限制电压和位置反馈信号对直轴电压分量和交轴电压分量进行电压限幅和坐标变换后输出直轴电压和交轴电压。

[0184] 步骤 S209. 将直轴电压和交轴电压转换成三相交流电压。

[0185] 作为一种实施方式,步骤 S206 中,生成预设交轴电流的步骤具体为：

[0186] 将预设交轴电流设定为固定值。

[0187] 作为另一种实施方式,步骤 S206 中,生成预设交轴电流的步骤具体为：

[0188] 将预设交轴电流设定为与速度控制器输出信号速度控制器输出信号大小成正比关系。

[0189] 本发明另一种实施例提供一种电机,其包括逆变器模块 9 和电机模块 10,还包括上述的电机驱动装置。

[0190] 本发明提供的电机驱动装置、方法及电机,通过将限制电压作为驱动装置输出电压的限制,并通过设定交轴电压分量值,实现了对交轴电流的限制,解决了单独转矩控制的调速问题,同时解决了单独转速控制负载的抗干扰能力强弱的问题和单独转速控制启动转矩小和启动速度响应慢的问题。

[0191] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下做出若干等同替代或明显变型,而且性能或用途相同,都应当视为属于本发明由所提交的权利要求书确定的专利保护范围。

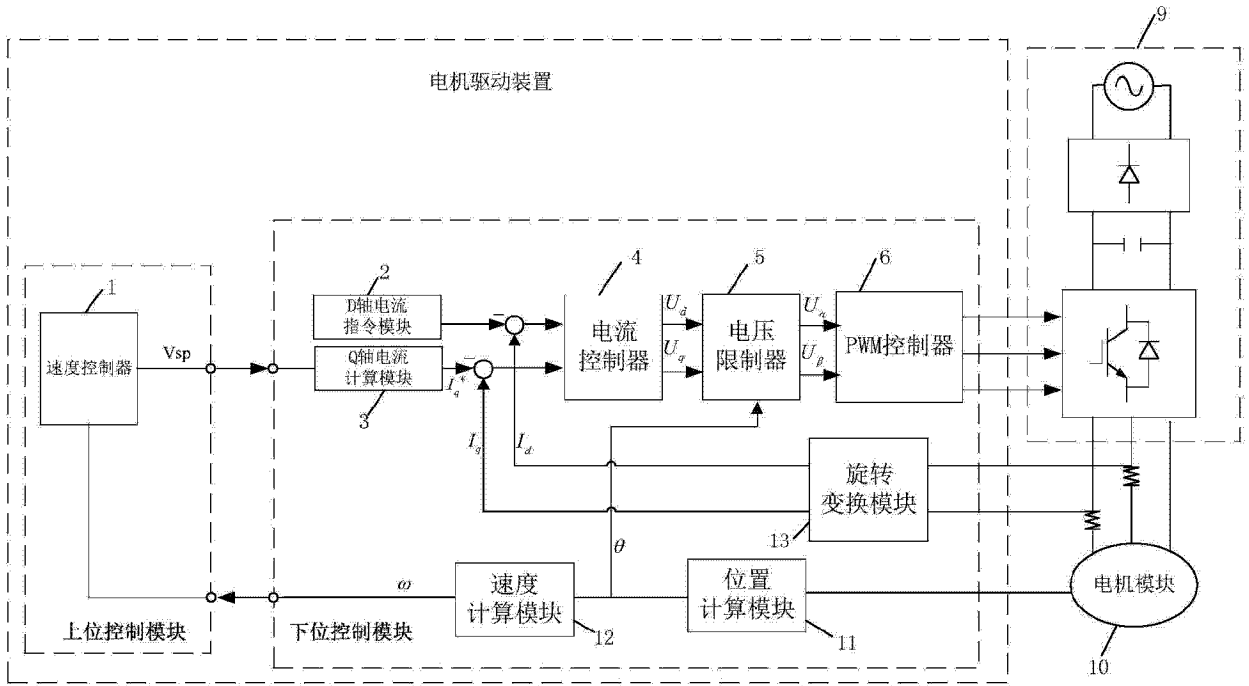


图 1

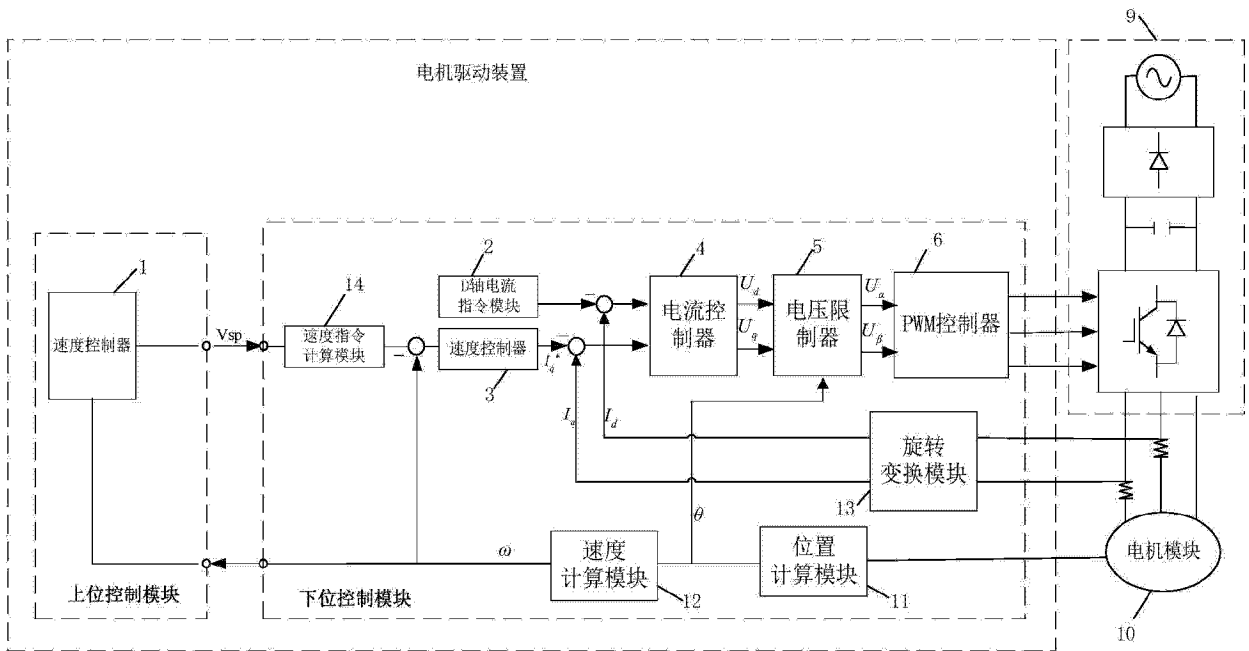


图 2

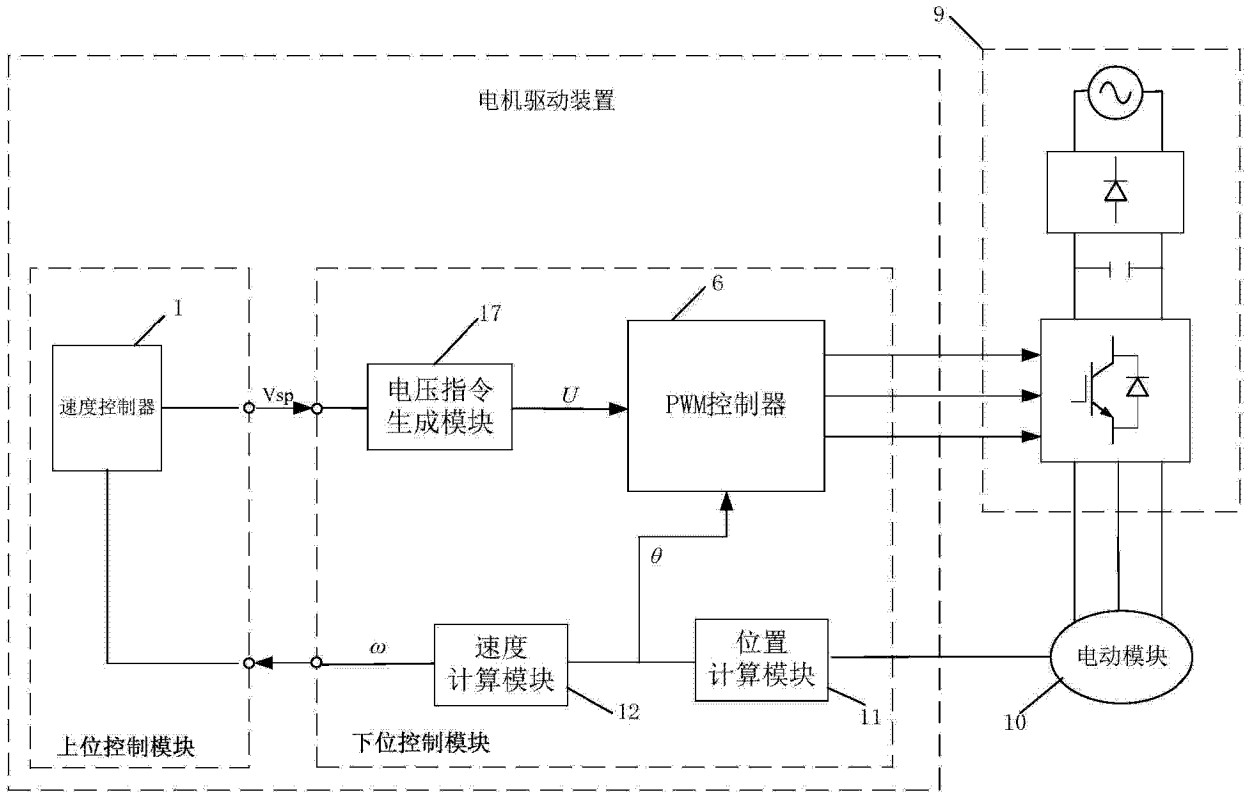


图 3

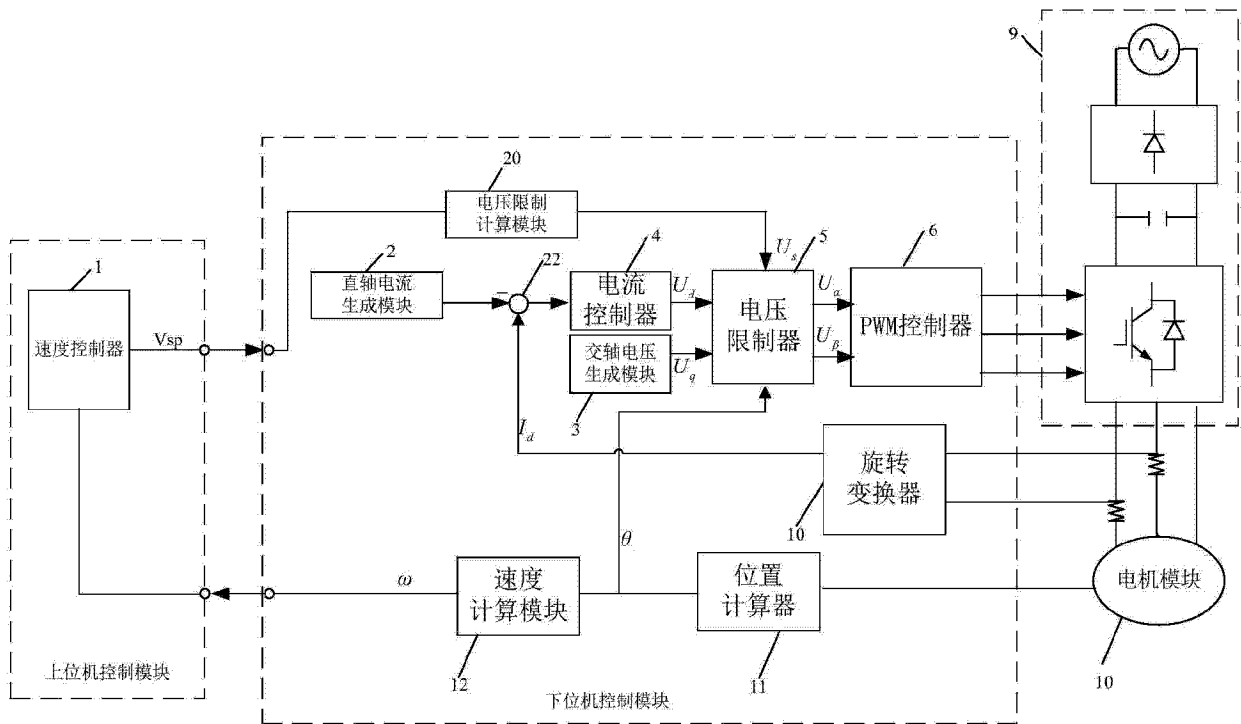


图 4

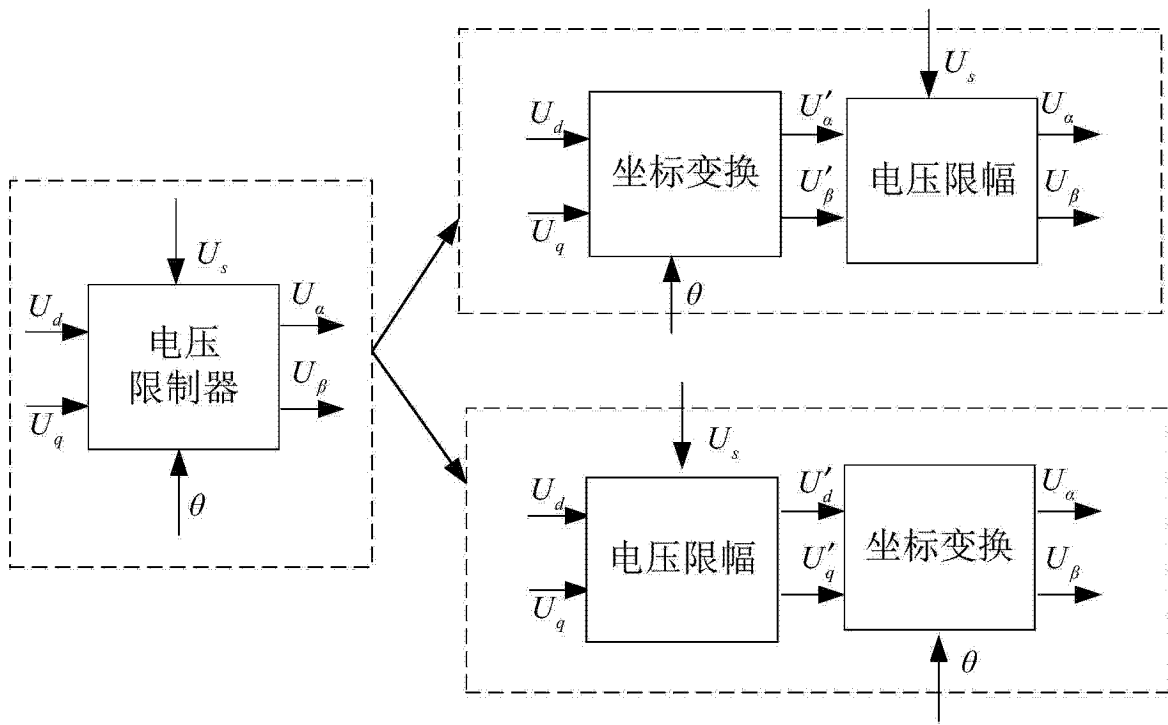


图 5

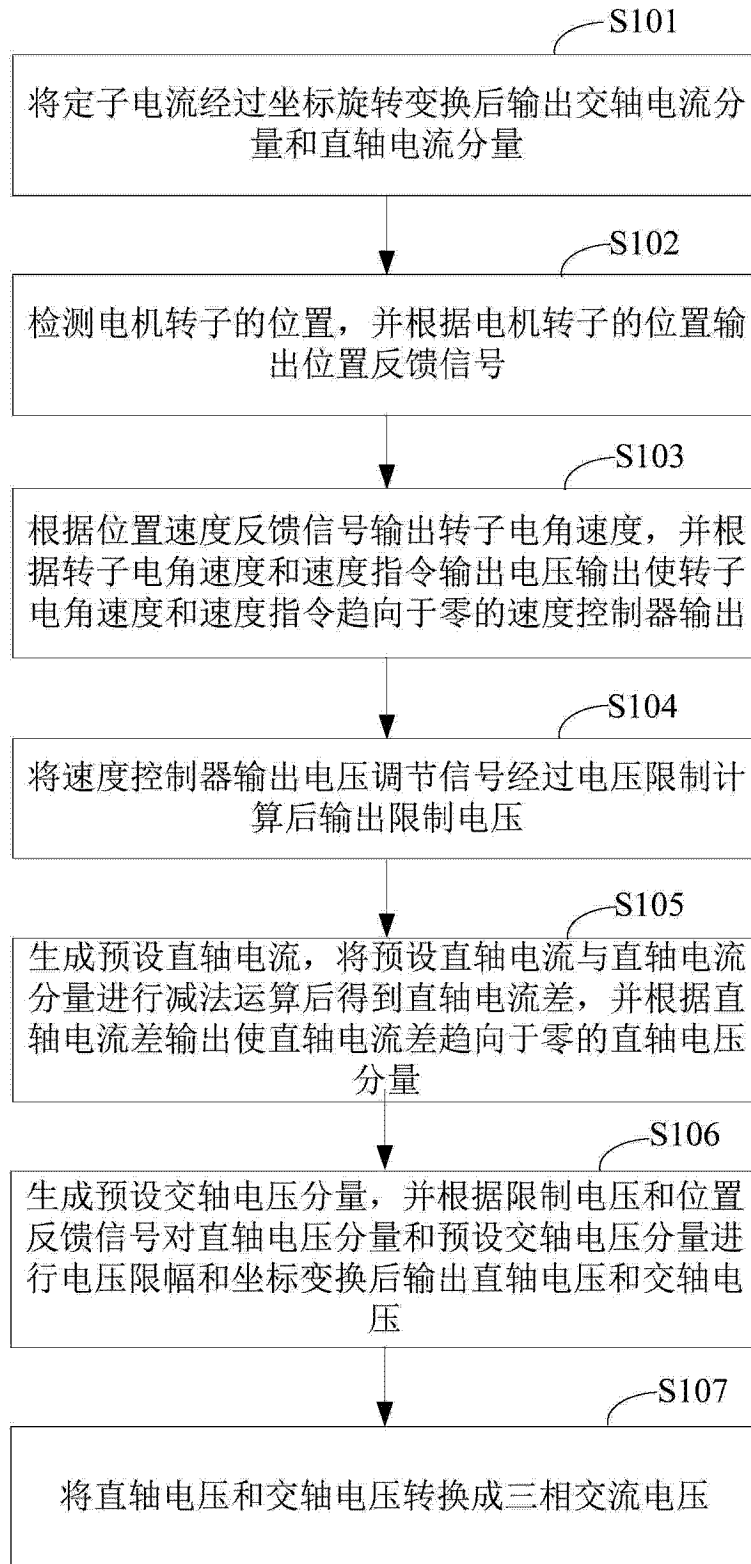


图 6

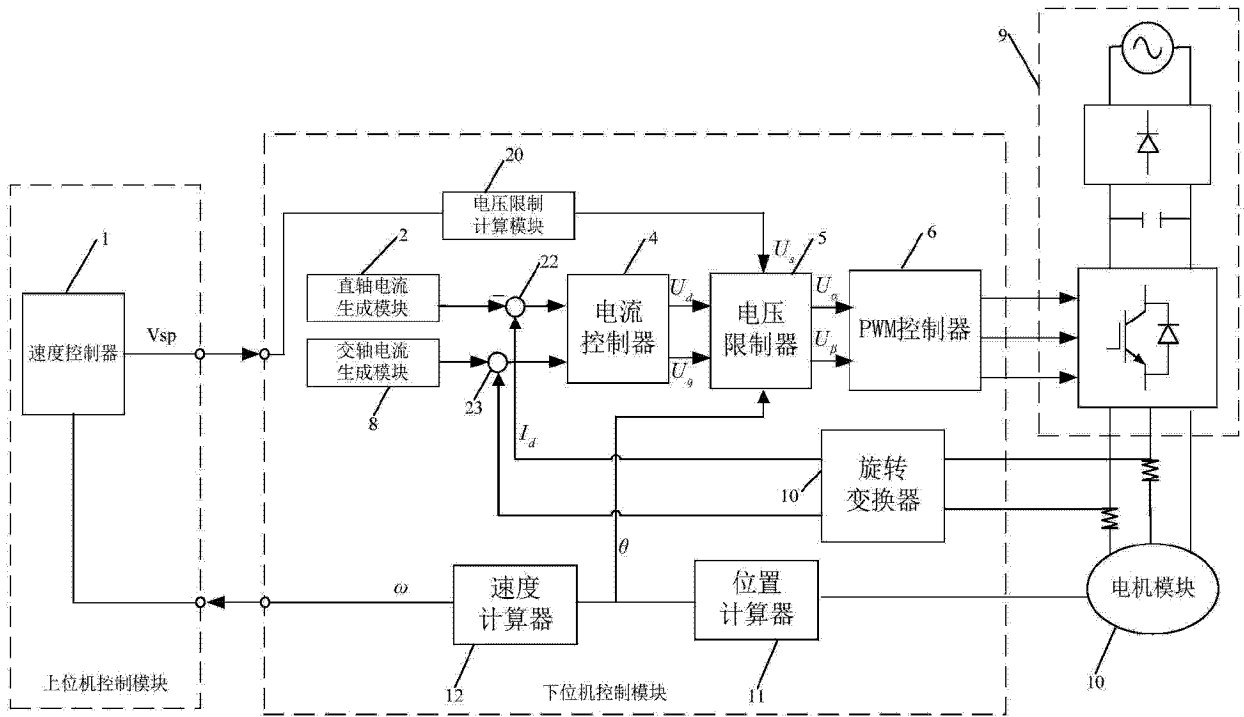


图 7

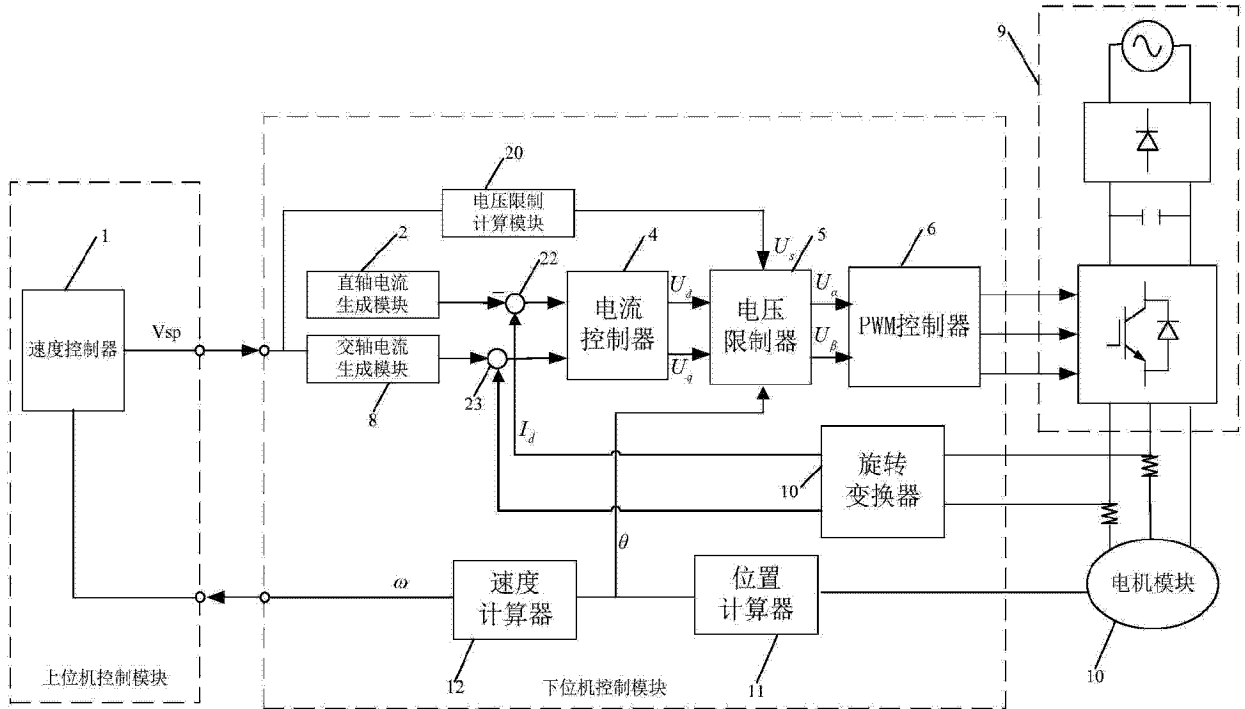


图 8

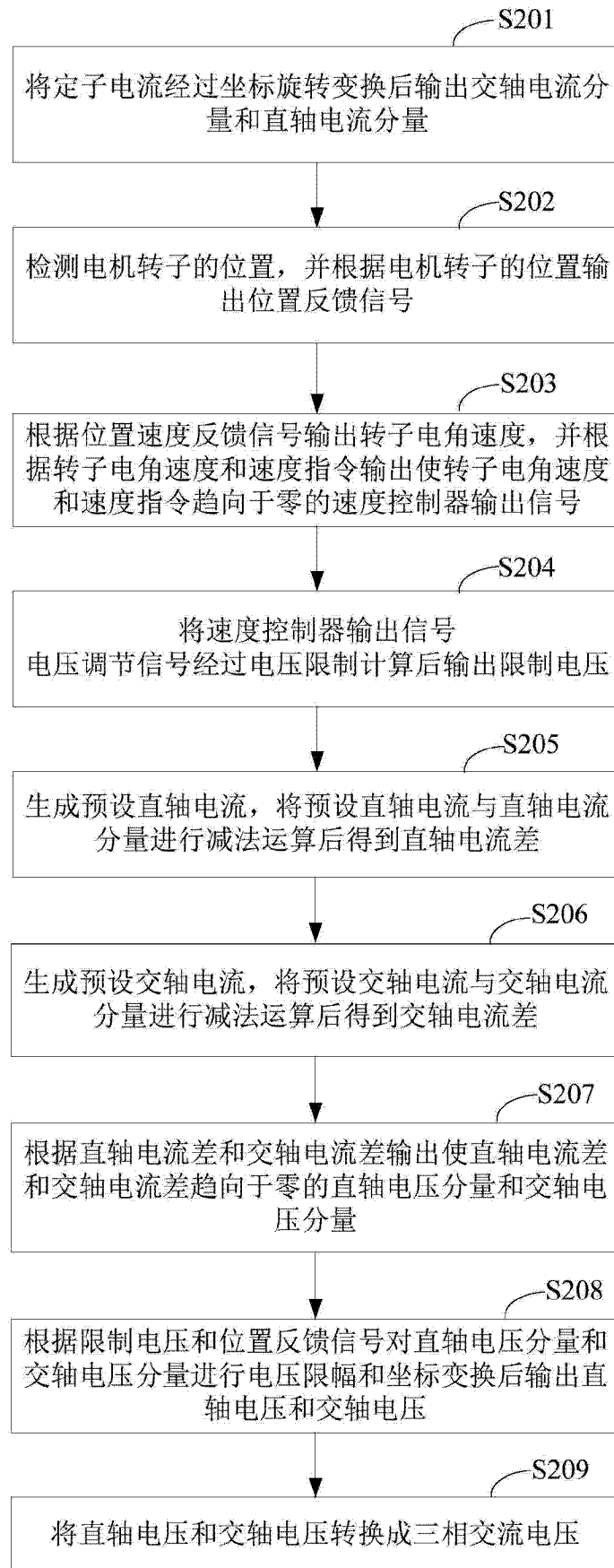


图 9