



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104617828 B

(45)授权公告日 2017.06.06

(21)申请号 201510071677.9

(22)申请日 2015.02.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104617828 A

(43)申请公布日 2015.05.13

(73)专利权人 武汉宝久创美科技有限公司
地址 430200 湖北省武汉市东湖新技术开
发区国家地球空间信息产业基地二区
(6期)A-1幢5层1号

(72)发明人 涂云志 王传雄 朱海涛 袁明

(74)专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限
公司 42104
代理人 杨柳林

(51)Int.Cl.
H02P 6/17(2016.01)

(56)对比文件

CN 202068370 U,2011.12.07,
CN 204498029 U,2015.07.22,
CN 204131435 U,2015.01.28,
US 2003/0090262 A1,2003.05.15,
US 2004/0189243 A1,2004.09.30,

审查员 赵兴帮

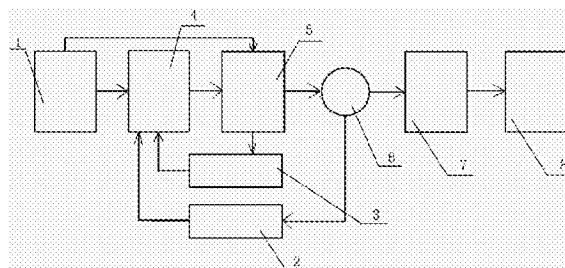
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统
及控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统,包括开关电源模块、电机位置检测模块、电机电流检测模块、控制模块、电机驱动逆变桥、交流永磁同步电机、减速机及传动机构、道闸道杆;开关电源模块的输入端连接有电源,开关电源模块的输出端连接控制模块的供电输入端和电机驱动逆变桥的供电输入端,控制模块的信号输出端连接电机驱动逆变桥的信号输入端,电机驱动逆变桥的输出端连接交流永磁同步电机,交流永磁同步电机输出端连接减速机及传动机构,减速机及传动机构输出端连接道闸道杆。本发明采用正弦波驱动电机,转矩脉动小、速度控制更平稳精准,控制道闸杆在启动、运行、停止时的加、减速曲线平稳。



1. 一种道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统的控制方法,其特征在于,所述道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统包括:开关电源模块(1)、电机位置检测模块(2)、电机电流检测模块(3)、控制模块(4)、电机驱动逆变桥(5)、交流永磁同步电机(6)、减速机及传动机构(7)、道闸道杆(8);

所述开关电源模块(1)的输入端连接有电源,所述开关电源模块(1)的输出端连接控制模块(4)的供电输入端和电机驱动逆变桥(5)的供电输入端,所述控制模块(4)的信号输出端连接电机驱动逆变桥(5)的信号输入端,所述电机驱动逆变桥(5)的输出端连接交流永磁同步电机(6)的输入端,所述交流永磁同步电机(6)输出端连接减速机及传动机构(7)的输入端,所述减速机及传动机构(7)的输出端连接道闸道杆(8)的输入端;

所述电机驱动逆变桥(5)的电机相电流信号输出端连接电机电流检测模块(3)的输入端,所述电机电流检测模块(3)的输出端连接控制模块(4)的输入端;所述交流永磁同步电机(6)的电机转子位置信号输出端连接电机位置检测模块(2)的输入端,所述电机位置检测模块(2)的输出端连接控制模块(4)的输入端;

所述控制方法包括以下步骤:

①:控制模块(4)接收上位机发出的抬杆命令;

②:电机位置检测模块(2)检测交流永磁同步电机(6)的转子位置信息和电机电流检测模块(3)检测交流永磁同步电机(6)的相电流输入到控制模块(4);

③:控制模块(4)根据设定的道闸道杆(8)运行角速度 $0.3\text{rad/s}\sim 1.2\text{rad/s}$,计算出PWM控制信号并输出6路PWM信号给电机驱动逆变桥(5);

④:电机驱动逆变桥(5)的六个绝缘栅双极晶体管根据6路PWM信号开启或关闭,驱动交流永磁同步电机(6)正向转动;

⑤:交流永磁同步电机(6)的转动通过减速机及传动机构(7)带动道闸道杆(8)向上抬起;

⑥:在运行到抬杆动作总行程的 $0\sim 20\%$ 时,控制模块(4)根据设定的道闸道杆(8)运行角速度 $0.7\text{rad/s}\sim 2.4\text{rad/s}$ 进行加速并保持该速度;

⑦:在运行到抬杆动作总行程的 $60\sim 80\%$ 时,控制模块(4)根据设定的道闸道杆(8)运行角速度 $0.3\text{rad/s}\sim 0.7\text{rad/s}$ 进行减速,并在完成全部抬杆行程时逐步减速到0,完成抬杆动作;

⑧:控制模块(4)接收上位机发出的落杆命令;

⑨:电机位置检测模块(2)检测交流永磁同步电机转子位置信息和电机电流检测模块(3)检测交流永磁同步电机(6)的相电流输入到控制模块(4);

⑩:控制模块(4)根据设定的道闸道杆(8)运行角速度 $0.3\text{rad/s}\sim 1.2\text{rad/s}$,计算出PWM控制信号并输出6路PWM信号给电机驱动逆变桥(5);

⑪:电机驱动逆变桥(5)的六个绝缘栅双极晶体管根据6路PWM信号开启或关闭,驱动交流永磁同步电机(6)反向转动;

⑫:交流永磁同步电机(6)的转动通过减速机及传动机构(7)带动道闸道杆(8)向下落下;

⑬:在运行到落杆动作总行程的 $0\sim 20\%$ 时,控制模块(4)根据设定的道闸道杆(8)运行

角速度 $0.7\text{rad/s}\sim 2.4\text{rad/s}$ 进行加速并保持该速度;

⑭:在运行到落杆动作总行程的 $60\sim 80\%$ 时,控制模块(4)根据设定的道闸道杆(8)运行角速度 $0.3\text{rad/s}\sim 0.7\text{rad/s}$ 进行减速,并在完成全部落杆行程时逐步减速到0,完成落杆动作。

2.根据权利要求1所述的道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统的控制方法,其特征在于:所述控制模块(4)通过IO接口或RS485/RS232通讯接口接收的抬杆或落杆控制命令、转子位置信号、电机电流信号后输出驱动信号至电机驱动逆变桥(5)的驱动信号输入端。

3.根据权利要求1或2所述的道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统的控制方法,其特征在于:所述电机驱动逆变桥(5)的电源信号输入端连接开关电源模块(1)的 310V 直流电压输出端。

4.根据权利要求3所述的道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统的控制方法,其特征在于:所述电机驱动逆变桥(5)的输出端连接到交流永磁同步电机(6)的U、V、W相。

5.根据权利要求4所述的道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统的控制方法,其特征在于:所述交流永磁同步电机(6)的转子通过减速机及传动机构(7)与道闸道杆(8)连接,控制道闸道杆(8)的抬、落动作。

6.根据权利要求4所述的道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统的控制方法,其特征在于:所述交流永磁同步电机(6)的电机转子位置传感器为霍尔元件位置传感器或电磁式位置传感器或光电式位置传感器。

7.根据权利要求1所述的道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统的控制方法,其特征在于:所述电机电流检测模块(3)的电流检测模块为桥臂电阻采样模块或霍尔效应电流互感器。

8.根据权利要求1所述的道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统的控制方法,其特征在于:所述控制模块(4)通过IO口或RS485/RS232通讯接口接收上位机发出的抬杆命令和落杆命令。

9.根据权利要求1所述的道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统的控制方法,其特征在于:所述控制模块(4)根据设定的道闸道杆(8)运行角速度 $0.3\text{rad/s}\sim 1.2\text{rad/s}$,采用磁场定向控制策略,使用空间矢量脉宽调制算法,计算出PWM控制信号,输出6路PWM信号给电机驱动逆变桥(5)。

道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于道闸机的机电控制技术领域,具体涉及一种道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统。

背景技术

[0002] 现有道闸一般采用普通直流电机或异步交流电机进行驱动,整个运行过程基本保持恒定速度,导致抬杆或落杆在启动、到位时没有加减速过程,道杆刚性启动或停止,会造成道杆晃动剧烈,对机械传动机构等造成损伤;部分采用变频器或结合变频技术的专用控制器驱动异步交流电机的道闸,虽然抬杆或落杆在启动或到位时可以进行加、减速控制,但由于交流异步电机没有反馈系统,且电机本身特性原因导致调速性能差,实际使用效果不理想;以上两种技术在驱动道杆遇到障碍物如人或车辆时都不会自动停止,造成事故。《一种道闸机的直流变频控制系统》实用新型专利授权公告号CN 202068370 U,申请号201120129905.0;《直流无刷电机驱动电路、通道闸和控制方法》实用新型专利授权公告号CN 202535300 U,申请号201220038493.4,发明专利授权公告号CN 102545741 A,申请号201210026419.5;以上两个专利都是一种采用直流变频控制器控制直流无刷电机的道闸,该方案采用带霍尔位置传感器的直流无刷电机,使用三相六步方波控制技术,虽然在速度控制方面相对于异步电机有了很大提高,但由于电机和控制方法的特点,导致的电机运行噪音大和速度反馈不精准,驱动道杆遇到障碍物如人或车辆时虽然可以检测到阻碍,但由于速度或位置反馈精度较低,反应时间较长,还需要进一步改善。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种道闸运行平稳,对电机和机械传动机构冲击感小,遇障碍物停机或反转迅速的道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供的道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统,包括开关电源模块、电机位置检测模块、电机电流检测模块、控制模块、电机驱动逆变桥、交流永磁同步电机、减速机及传动机构、道闸道杆;所述开关电源模块的输入端连接有电源,所述开关电源模块的输出端连接控制模块的供电输入端和电机驱动逆变桥的供电输入端,所述控制模块的信号输出端连接电机驱动逆变桥的信号输入端,所述电机驱动逆变桥的输出端连接交流永磁同步电机的输入端,所述交流永磁同步电机输出端连接减速机及传动机构的输入端,所述减速机及传动机构的输出端连接道闸道杆的输入端;所述电机驱动逆变桥的电机相电流信号输出端连接电机电流检测模块的输入端,所述电机电流检测模块的输出端连接控制模块的输入端;所述交流永磁同步电机的电机转子位置信号输出端连接电机位置检测模块的输入端,所述电机位置检测模块的输出端连接控制模块的输入端。

[0005] 在上述技术方案中,所述控制模块通过IO接口或RS485/RS232通讯接口接收的抬杆或落杆控制命令、转子位置信号、电机电流信号后输出驱动信号至电机驱动逆变桥的驱动信号输入端。

[0006] 在上述技术方案中,所述电机驱动逆变桥的电源信号输入端连接开关电源模块的310V直流电压输出端。

[0007] 在上述技术方案中,所述电机驱动逆变桥的输出端连接到交流永磁同步电机的U、V、W相。

[0008] 在上述技术方案中,所述交流永磁同步电机的转子通过减速机及传动机构与道闸道杆连接,控制道闸道杆的抬、落动作。

[0009] 在上述技术方案中,所述交流永磁同步电机的电机转子位置传感器为霍尔元件位置传感器或电磁式位置传感器或光电式位置传感器。

[0010] 在上述技术方案中,所述电机电流检测模块的电流检测模块为桥臂电阻采样模块或霍尔效应电流互感器。

[0011] 本发明还提供了一种道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统的控制方法,包括以下步骤:

[0012] ①:控制模块接收上位机发出的抬杆命令;

[0013] ②:电机位置检测模块检测交流永磁同步电机的转子位置信息和电机电流检测模块检测交流永磁同步电机的相电流输入到控制模块;

[0014] ③:控制模块根据设定的道闸道杆运行角速度 $0.3\text{rad/s}\sim 1.2\text{rad/s}$,计算出PWM控制信号并输出6路PWM信号给电机驱动逆变桥;

[0015] ④:电机驱动逆变桥的六个绝缘栅双极晶体管(IGBT)根据6路PWM信号开启或关闭,驱动交流永磁同步电机正向转动;

[0016] ⑤:交流永磁同步电机的转动通过减速机及传动机构带动道闸道杆向上抬起;

[0017] ⑥:在运行到抬杆动作总行程的 $0\sim 20\%$ 时,控制模块根据设定的道闸道杆运行角速度 $0.7\text{rad/s}\sim 2.4\text{rad/s}$ 进行加速并保持该速度;

[0018] ⑦:在运行到抬杆动作总行程的 $60\sim 80\%$ 时,控制模块根据设定的道闸道杆运行角速度 $0.3\text{rad/s}\sim 0.7\text{rad/s}$ 进行减速,并在完成全部抬杆行程时逐步减速到0,完成抬杆动作;

[0019] ⑧:控制模块接收上位机发出的落杆命令;

[0020] ⑨:电机位置检测模块检测交流永磁同步电机转子位置信息和电机电流检测模块检测交流永磁同步电机的相电流输入到控制模块;

[0021] ⑩:控制模块根据设定的道闸道杆运行角速度 $0.3\text{rad/s}\sim 1.2\text{rad/s}$,计算出PWM控制信号并输出6路PWM信号给电机驱动逆变桥(5);

[0022] ⑪:电机驱动逆变桥(5)的六个绝缘栅双极晶体管根据6路PWM信号开启或关闭,驱动交流永磁同步电机(6)反向转动;

[0023] ⑫:交流永磁同步电机(6)的转动通过减速机及传动机构(7)带动道闸道杆(8)向下落下;

[0024] ⑬:在运行到落杆动作总行程的 $0\sim 20\%$ 时,控制模块(4)根据设定的道闸道杆(8)运行角速度 $0.7\text{rad/s}\sim 2.4\text{rad/s}$ 进行加速并保持该速度;

[0025] ⑭:在运行到落杆动作总行程的 $60\sim 80\%$ 时,控制模块(4)根据设定的道闸道杆(8)运行角速度 $0.3\text{rad/s}\sim 0.7\text{rad/s}$ 进行减速,并在完成全部落杆行程时逐步减速到0,完成落杆动作。

[0026] 上述的道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统的控制方法中,所述控制模块(4)通过IO口或RS485/RS232通讯接口接收上位机发出的抬杆命令和落杆命令。

[0027] 上述的道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统的控制方法中,所述控制模块(4)根据设定的道闸道杆(8)运行角速度 $0.3\text{rad/s}\sim 1.2\text{rad/s}$,采用磁场定向控制策略,使用空间矢量脉宽调制算法,计算出PWM控制信号,输出6路PWM信号给电机驱动逆变桥(5)。

[0028] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:整个系统在抬杆或落杆过程中采用区段的曲线速度设定,在启动阶段采用较低的启动速度,使启动机械冲击较小;在中间运行阶段,采用较高的运行速度加快整个抬杆或落杆过程的时间;在缓停阶段,采用较低的缓停速度,使道闸杆停止平稳减小机械冲击。在整个运行过程中速度变化都是连续的,如果发生阻碍,控制系统为了达到既定的运行速度会快速增大驱动电机的工作电流,从而有一个电流突变的过程,控制模块通过电机电流检测模块检测到该过程即可判定道杆在运行过程中碰到阻碍,系统自动停止工作或反转,起到保护作用。

[0029] 本发明采用开关电源和控制系统一体化设计,体积更小更稳定,采用正弦波驱动电机,转矩脉动小、速度控制更平稳精准,控制道闸杆在启动、运行、停止时的加、减速曲线平稳。

附图说明

[0030] 图1是本发明道闸机交流永磁同步伺服电机控制系统的结构示意图;

[0031] 图2是本发明的交流永磁同步电机(6)的磁场定向控制策略图;

[0032] 图3是本发明的电机驱动逆变桥(5)主要由六个绝缘栅双极晶体管(IGBT)组成结构图;

[0033] 图4是本发明的电机驱动逆变桥(5)的六种状态中每一状态间旋转60度电角度的基本矢量示意图;

[0034] 图5是本发明的电机驱动逆变桥(5)的基本矢量合成新的空间电压矢量 V_{sref} 的合成示意图;

[0035] 图6是本发明的道闸道杆(8)在抬杆或落杆过程中速度采用S曲线设置示意图;

[0036] 图中:1—开关电源模块;2—电机位置检测模块;3—电机电流检测模块;4—控制模块;5—电机驱动逆变桥;6—交流永磁同步电机;7—减速机及传动机构;8—道闸道杆;21—参考速度;22—PI控制器;23—Clarke变换;24—Park变换;25—Park逆变换;26—空间矢量脉宽调制算法;27—310V直流母线电压。

具体实施方式

[0037] 以下结合附图和实施例进一步描述本发明的技术方案。

[0038] 如图1所示的道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统,包括开关电源模块1、电机位置检测模块2、电机电流检测模块3、控制模块4、电机驱动逆变桥5、交流永磁同步电机6、减速机及传动机构7、道闸道杆8;开关电源模块1的输入端连接有电源,开关电源模块1的输出端连接控制模块4的供电输入端和电机驱动逆变桥5的供电输入端,控制模块4的信号输出端连接电机驱动逆变桥5的信号输入端,电机驱动逆变桥5的输出端连接交流永磁同步电机6的输入端,交流永磁同步电机6输出端连接减速机及传动机构7的输入端,减速机及传

动机构7的输出端连接道闸道杆8的输入端;电机驱动逆变桥5的电机相电流信号输出端连接电机电流检测模块3的输入端,电机电流检测模块3的输出端连接控制模块4的输入端;交流永磁同步电机6的电机转子位置信号输出端连接电机位置检测模块2的输入端,电机位置检测模块2的输出端连接控制模块4的输入端。

[0039] 控制模块4通过I/O接口或RS485/RS232等通讯接口接收的抬杆或落杆控制命令、转子位置信号、电机电流信号后输出驱动信号至电机驱动逆变桥5的驱动信号输入端。电机驱动逆变桥5的电源信号输入端连接开关电源模块1的310V直流电压输出端。电机驱动逆变桥5的输出端连接到交流永磁同步电机6的U、V、W相。

[0040] 交流永磁同步电机6的转子通过减速机及传动机构7与道闸道杆8连接,控制道闸道杆8的抬、落动作。交流永磁同步电机6的电机转子位置传感器可为霍尔元件位置传感器或电磁式位置传感器或光电式位置传感器。电机电流检测模块3的电流检测模块为桥臂电阻采样模块或霍尔效应电流互感器。

[0041] 系统接入单相220V交流电压,通过开关电源1转为交流永磁同步电机工作所需的310V直流母线电压,以及控制电路需要的其它直流电压。

[0042] 道闸机的交流永磁同步伺服电机控制系统的控制方法,包括以下步骤:

[0043] ①:控制模块4通过I/O口或RS485/RS232等通讯接口接收上位机发出的抬杆命令;

[0044] ②:电机位置检测模块2检测交流永磁同步电机6的转子位置信息和电机电流检测模块3检测交流永磁同步电机6的相电流输入到控制模块4;

[0045] ③:控制模块4根据设定的道闸道杆8运行角速度 $0.3\text{rad/s}\sim 1.2\text{rad/s}$,采用磁场定向FOC控制策略,使用空间矢量脉宽调制SVPWM算法,输出6路PWM信号给电机驱动逆变桥5;

[0046] ④:电机驱动逆变桥5的六个绝缘栅双极晶体管IGBT根据6路PWM信号开启或关闭,驱动交流永磁同步电机6正向转动;

[0047] ⑤:交流永磁同步电机6的转动通过减速机及传动机构7带动道闸道杆8向上抬起;

[0048] ⑥:在运行到抬杆动作总行程的 $0\sim 20\%$ 时,控制模块4根据设定的道闸道杆8运行角速度 $0.7\text{rad/s}\sim 2.4\text{rad/s}$ 进行加速并保持该速度;

[0049] ⑦:在运行到抬杆动作总行程的 $60\sim 80\%$ 时,控制模块4根据设定的道闸道杆8运行角速度 $0.3\text{rad/s}\sim 0.7\text{rad/s}$ 进行减速,并在完成全部抬杆行程时逐步减速到0,完成抬杆动作;

[0050] ⑧:控制模块4通过I/O口或RS485/RS232等通讯接口接收上位机发出的落杆命令;

[0051] ⑨:电机位置检测模块2检测交流永磁同步电机转子位置信息和电机电流检测模块3检测交流永磁同步电机6的相电流输入到控制模块4;

[0052] ⑩:控制模块4根据设定的道闸道杆8运行角速度 $0.3\text{rad/s}\sim 1.2\text{rad/s}$,采用磁场定向FOC控制策略,使用空间矢量脉宽调制SVPWM算法,输出6路PWM信号给电机驱动逆变桥5;

[0053] ⑪:电机驱动逆变桥5的六个绝缘栅双极晶体管IGBT根据6路PWM信号开启或关闭,驱动交流永磁同步电机6反向转动;

[0054] ⑫:交流永磁同步电机6的转动通过减速机及传动机构7带动道闸道杆8向下落下;

[0055] ⑬:在运行到落杆动作总行程的 $0\sim 20\%$ 时,控制模块4根据设定的道闸道杆8运行

角速度 $0.7\text{rad/s}\sim 2.4\text{rad/s}$ 进行加速并保持该速度;

[0056] ⑭:在运行到落杆动作总行程的 $60\sim 80\%$ 时,控制模块4根据设定的道闸道杆8运行角速度 $0.3\text{rad/s}\sim 0.7\text{rad/s}$ 进行减速,并在完成全部落杆行程时逐步减速到0,完成落杆动作。

[0057] 具体为:控制模块4接收外部抬杆或落杆控制信号根据电机位置反馈信号、电机电流反馈信号,采用磁场定向(FOC)控制策略,使用空间矢量脉宽调制(SVPWM)算法,输出6路PWM信号给电机驱动逆变桥5。磁场定向控制策略见图2,通过电机位置检测模块2获得转子位置计算当前电机转子转速,和输入的参考速度 21 通过速度环PI控制器22得到定子电流参考输入 $i_{S\text{qref}}$ 。通过电机电流检测模块采样的电机定子相电流 i_a 和 i_b ,然后用Clarke变换23将它们转换到定子两相坐标中,再使用Park变换24将它们转换到d-q旋转坐标系中。用d-q旋转坐标系中的电流信号在和它们的参考输入 $i_{S\text{qref}}$ 和 $i_{S\text{dref}}$ 相比较,通过电流环PI控制器22获得控制量。控制量信号再进行Park逆变换25获得空间矢量脉宽调制算法26的输入量。最后通过空间矢量脉宽调制算法26得到三相电机3对上下桥臂的脉宽调制信号输入给电机驱动逆变桥5。电机驱动逆变桥5根据3对上下桥臂的脉宽调制信号连接到310V直流母线电压27驱动交流永磁同步电机6。外环速度环产生了定子电流的参考值,内环电流环得到实际控制信号,从而构成一个完整的速度FOC双闭环系统。

[0058] 电机驱动逆变桥5主要由六个绝缘栅双极晶体管(IGBT)组成(图3所示),U相上桥臂开关Q1、U相下桥臂开关Q2、V相上桥臂开关Q3、V相下桥臂开关Q4、W相上桥臂开关Q5、W相下桥臂开关Q6。控制模块4输出的6路PWM信号分别控制这六个开关,三相逆变桥的每相输出有两种状态,一种为上桥臂导通逆变桥输出连接到310V直流母线电压,另一种是下桥臂导通逆变桥输出连接到电源负极,在电机运行时同相的上、下桥臂的开关在任一时刻导通、关断状态正好相反,所以只需3个上桥臂的开关的状态来描述逆变桥的工作状态即可,上桥臂功率开关器件导通状态用“1”表示,关断状态用“0”表示,所以3相共有8种状态。其中Q1、Q3、Q5全导通或全关断时电机任一相绕组两端不存在电压差,在SVPWM星型图中为原点,既0矢量位置,其它六种状态为每一状态间旋转 60° 电角度的基本矢量,如图4所示。在空间矢量脉宽调制中,使用相邻两个基本矢量的组合来表示任意的空间矢量电压。在图5中, $V_{s\text{ref}}$ 由 $V_4(100)$, $V_6(110)$, $V_0(000)$, $V_7(111)$ 组合而成,四种开关状态相应的作用时间为 T_4 , T_6 , T_0 ;空间矢量电压 $V_{s\text{ref}} = (T_4 * V_4 + T_6 * V_6) / T$,其中 T 是电压空间矢量 $V_{s\text{ref}}$ 的作用时间;得到图2中的 $U_{s\alpha\text{ref}}$ 和 $U_{s\beta\text{ref}}$ 的值就获得了生成新的电压矢量所需的基本电压矢量的作用时间,从而获得了新的电压矢量 $V_{s\text{ref}}$ 。正转时,扇区的顺序为I→II→III→IV→V→VI→I;反转时,扇区的顺序为VI→V→IV→III→II→I→VI。

[0059] 交流永磁同步电机6被电机驱动逆变桥5驱动实现正、反转功能,从而带动道闸道杆8,实现抬杆杆、落杆动作。

[0060] 整个系统在抬杆杆或落杆过程中采用S曲线速度设定(如图6所示),在启动阶段,总行程的 $0\sim 20\%$,采用较低的启动速度控制道闸杆的运行角速度为 $0.3\text{rad/s}\sim 1.2\text{rad/s}$,使启动机械冲击较小;在中间运行阶段,总行程的 $60\sim 80\%$,采用较高的运行速度控制道闸杆的运行角速度为 $0.7\text{rad/s}\sim 2.4\text{rad/s}$ 加快整个抬杆杆或落杆过程的时间;在缓停阶段,总行程的剩余部分,采用较低的缓停速度控制道闸杆的运行角速度为 $0.3\text{rad/s}\sim 0.7\text{rad/s}$,使道闸杆停止平稳减小机械冲击。在整个运行过程中速度变化都是连续的,如果

发生阻碍,控制系统为了达到既定的运行速度会快速增大驱动电机的工作电流,从而有一个电流突变的过程,控制模块4通过电机电流检测模块3检测到该过程即可判定道杆在运行过程中碰到阻碍,系统自动停止工作或反转,起到保护作用。

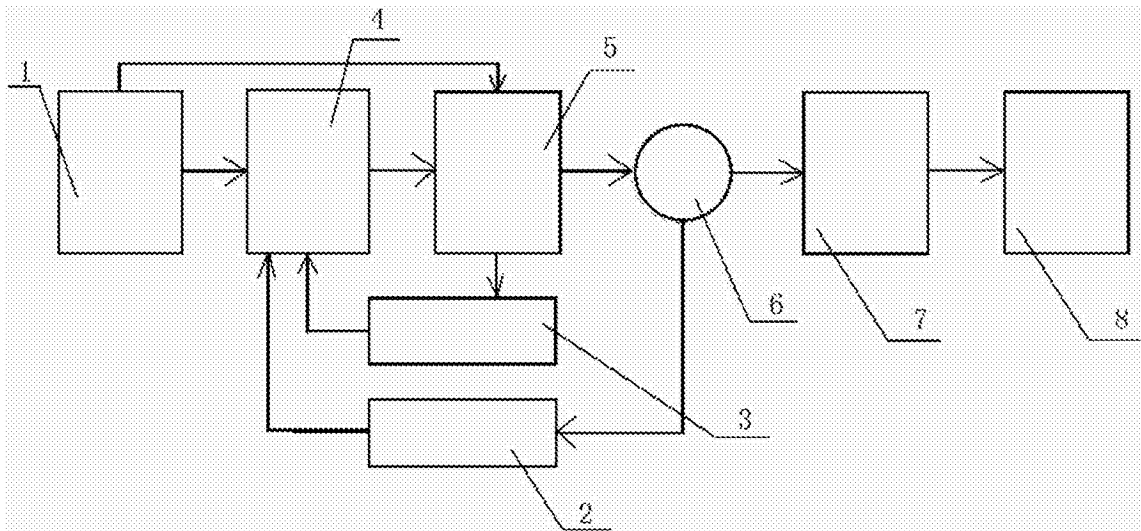


图1

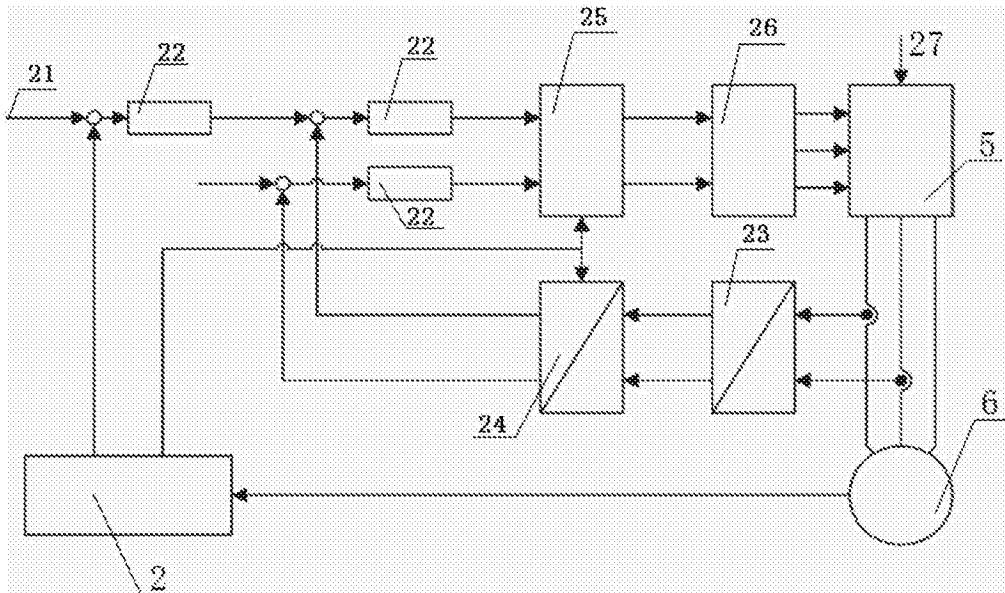


图2

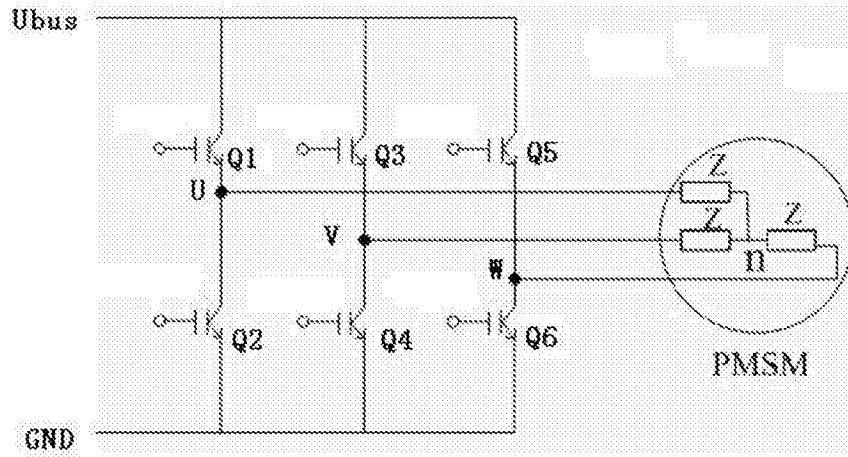


图3

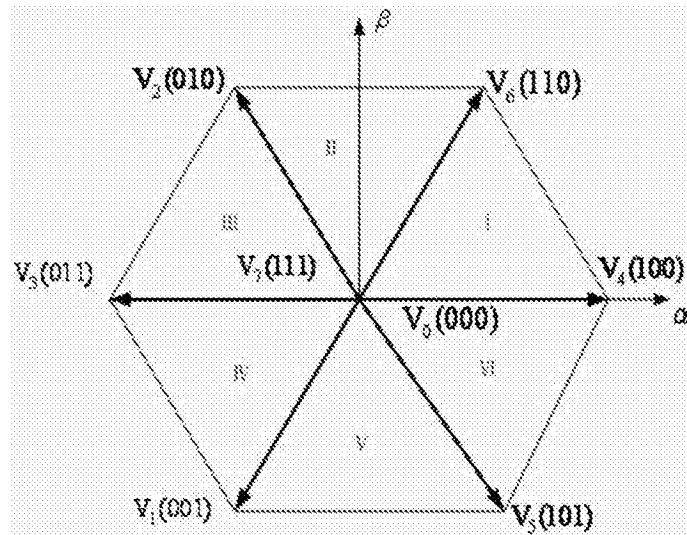


图4

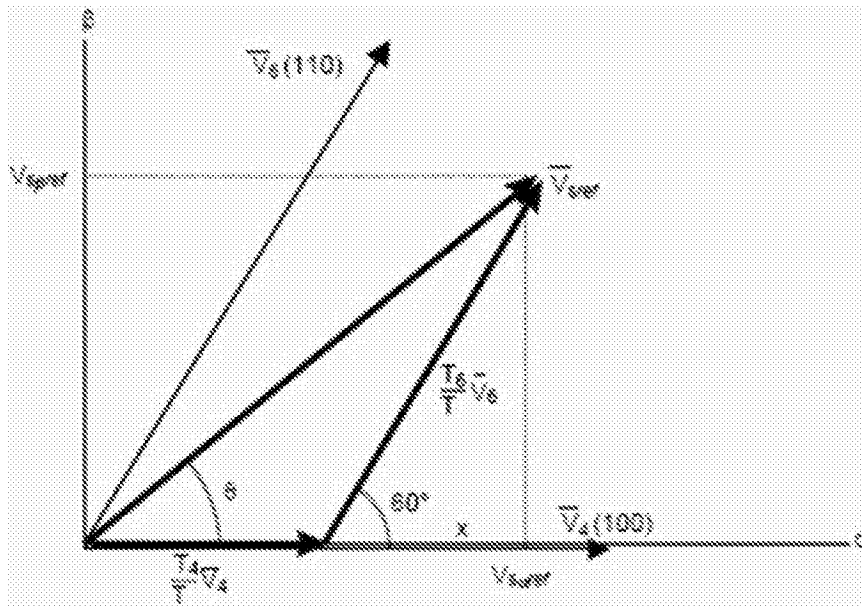


图5

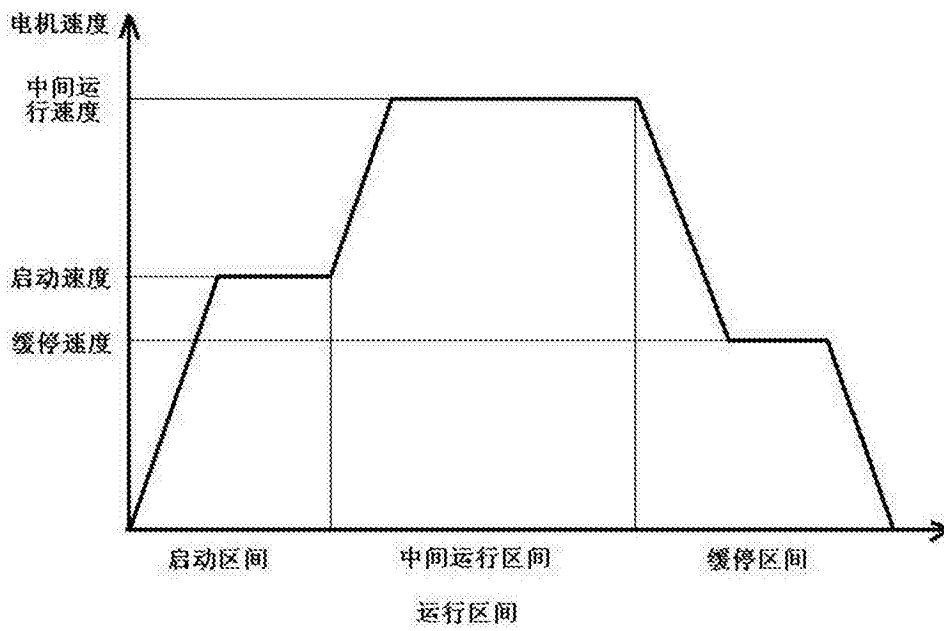


图6