

基于矢量控制的永磁交流伺服系统运行性能分析

刘 虎,袁嫣红,鲁文其

(浙江理工大学机械与自动控制学院,杭州 310018)

摘 要: 永磁同步电机矢量控制系统在很多场合得到了应用,但由于矢量控制技术依托于永磁同步电机的数学模型,其系统性能受电机参数影响较大。研究利用 SIMULINK 搭建基于矢量控制的电流、转速双闭环矢量控制系统,采用 $I_d=0$ 磁场定向矢量控制理论分析电机的电参数和机械参数对永磁同步电机调速控制系统性能的影响。在不同给定转速、不同参数下对电机运行性能的影响进行了仿真分析。仿真结果表明:定子电阻突加对电机运行性能影响不明显,机械参数的突加会使电机动态性能变差,转速波形的上升时间明显变长,电参数对电机动态性能影响较小。该研究为后续电机参数辨识和补偿研究提供了基础。

关键词: 矢量控制; 永磁同步电机; 伺服控制系统

中图分类号: TM341

文献标志码: A

0 引 言

PMSM 矢量控制系统在很多场合得到了应用,如孙承波等^[1]将矢量控制系统应用于空调直流压缩机,提高了系统效率;刘诗敏等^[2]将矢量控制应用在电动汽车上,满足了电动汽车对驱动系统宽调速范围、高可靠性与高效率的特点;干永革等^[3]采用矢量控制对变速恒频发电系统进行了研究,提高了发电效率。

矢量控制系统对参数依赖性较大,为了提高系统的抗扰动性能和满足高控制精度的需求,需要对各参数进行观测补偿。为此国内外学者提出了较多改进算法,如李景灿等^[4]通过利用磁链观测器获得的电机交直轴磁链,实时计算解耦电压,降低了传统方法对电机参数的依赖性,提高了矢量控制系统的调节能力,以及对电机参数变化的鲁棒性;陈硕等^[5]提出了一个结构简单的定子电阻在线辨识方法,提高了速度控制精度稳定性,扩大了调速范围;齐放

等^[6]研究了一种基于 MRAS 的永磁同步电机速度辨识方案,该方案在高、低速及转速突变时均能准确检测转子的速度及在线辨识定子电阻,系统具有良好的静、动态调速性能;鲁文其等^[7]为了抑制负载力矩和惯量变化对 PMSM 伺服系统性能的影响,着眼于速度伺服系统,提出了一种具有抗扰动作用的自适应转矩控制方法,可应用在惯量变化较缓慢、负载阻力随机变化的场合,分别针对时变负荷和时变惯量提出相应的辨识方法,改善了速度的动态响应性能并提高了系统的鲁棒性。这些文献都对其中一种参数变化进行了抑制研究,但目前国内对电和机械的所有参数影响分析的研究并不多见。

为了使矢量控制系统获得更好的抗扰动性能,有必要对影响电机动静态性能的各参数进行分析。本文首先对 PMSM 数学模型进行分析,然后搭建 $I_d=0$ 双闭环矢量控制系统仿真模型,最后对电参数和机械参数变化进行性能参数的影响分析,并给出各参数对相应电机运行性能指标影响的结论。

收稿日期: 2013-11-26

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目(51307151);浙江省自然科学基金一般项目(LY13E070005)、浙江理工大学科研启动基金(1103823-Y);机械设计及理论浙江省重中之重学科和浙江理工大学重点实验室优秀青年人才培养基金(ZSTUMD2011B005);浙江省重点科技创新团队计划(111329A4E09354)

作者简介: 刘 虎(1990-),男,湖北咸宁人,硕士研究生,主要从事电机控制的研究。

通信作者: 鲁文其, E-mail: luwenqi@zstu.edu.cn

1 PMSM 数学模型分析

假定磁路不饱和,不计磁滞及涡流的影响,空间磁势及磁通为正弦分布,在 $d-q$ 坐标系中 PMSM 的数学模型根据下面四个方程建立。

a) 电压方程

$$\begin{cases} u_d = Ri_d - \omega_e L_q i_q \\ u_q = Ri_q + \omega_e L_d i_d + e_0 \end{cases} \quad (1)$$

其中: $e_0 = \omega_e \psi_f$ 为空载电动势, u_d 、 u_q 分别为定子 d 、 q 轴电压, R 为定子电阻, ω_e 为转子电角速度。

b) 磁链方程

$$\begin{cases} \psi_d = L_d i_d + \psi_f \\ \psi_q = L_q i_q \end{cases} \quad (2)$$

其中: i_d 、 i_q 分别为定子 d 、 q 轴电流, L_d 、 L_q 分别为定子 d 、 q 轴电感, ψ_d 、 ψ_q 分别为 d 、 q 轴气隙磁链, ψ_f 为永磁体磁链。

c) 机械运动方程

$$J \frac{d\omega_r}{dt} = T_e - B\omega_r - T_L \quad (3)$$

其中: J 为转动惯量, T_L 为负载转矩, B 为粘滞摩擦系数, ω_r 为机械角速度。

d) 转矩方程

$$T_e = \frac{3}{2} p (\psi_d i_q - \psi_q i_d) = \frac{3}{2} p [\psi_f i_q - (L_q - L_d) i_d i_q] \quad (4)$$

其中: T_e 为电磁转矩, p 为电机极对数。

2 矢量控制原理分析

电机调速的关键是对转矩的控制,矢量控制的目标是改善转矩控制性能,通过控制三相定子电流间接有效的控制转矩。下面分析了矢量控制的电流控制方式和空间矢量调制算法。

2.1 矢量控制电流控制方式

矢量控制有四种电流控制方式: $I_d=0$ 模式, $\cos\theta=1$ 模式^[8], 恒磁链控制模式^[9], 以及定子电流最小控制模式^[10]。由于 $I_d=0$ 控制模式不存在直轴电磁分量,没有退磁现象产生,对于面贴式永磁同步电机,电磁转矩始终与交轴电流保持线性关系,转矩控制方便,因此, $I_d=0$ 模式是一种实现简单的电流控制方式。

2.2 空间矢量调制算法^[11]

为了使三相永磁同步电机能够正常运转,需要电机转子产生圆形旋转磁场,三相桥式逆变电路在一个工作周期内可以产生 6 个基本的电压空间矢量和 2 个零矢量,进而形成正六边形磁链。显然,如果

使用这 8 个基本电压矢量去控制电机的旋转,电机反电势波形的脉动很大,而且电压利用率和开关管利用率都很低。所以,为使反电势波形更加平滑,提高效率,电压空间矢量脉宽调制技术(space vector pulse width modulation, SVPWM)被提出, SVPWM 引入“一个开关时间周期内的平均电压空间矢量”的概念,并设法使平均电压空间矢量等于期望的电压空间矢量。通过选取同一扇区相邻的两个非零矢量和相应的零矢量来合成一个等效的空间旋转电压矢量,这样就能形成更加逼近圆形的旋转磁场。该算法主要有以下实现流程:

a) 判断当前电压所在的扇区

假设定子三相电压分别是 U_A 、 U_B 、 U_C ,静止坐标系下两相电压为 U_α 、 U_β ,三相电压通过式(5)变换矩阵变换为 U_α 、 U_β 。

$$C_{\frac{3}{2}} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \quad (5)$$

再通过式(6)求得 V_{ref1} 、 V_{ref2} 、 V_{ref3} 。

$$\begin{cases} V_{ref1} = U_\beta \\ V_{ref2} = \frac{-U_\beta + \sqrt{3}U_\alpha}{2} \\ V_{ref3} = \frac{-U_\beta - \sqrt{3}U_\alpha}{2} \end{cases} \quad (6)$$

其中,当 $V_{ref1} > 0$, $A=1$, 否则 $A=0$; 当 $V_{ref2} > 0$, $B=1$, 否则 $B=0$; 当 $V_{ref3} > 0$, $C=1$, 否则 $C=0$ 。控制电压对应的扇区号 $N=4C+2B+A$ 。

b) 计算开关电压矢量作用时间

首先定义变量 X 、 Y 、 Z 。已知采样周期 T 和直流母线电压 U_{dc} ,

$$\begin{cases} X = \frac{\sqrt{3}T}{U_{dc}} U_\beta \\ Y = \frac{T}{U_{dc}} \left(\frac{3}{2} U_\alpha + \frac{\sqrt{3}}{2} U_\beta \right) \\ Z = \frac{T}{U_{dc}} \left(\frac{3}{2} U_\alpha - \frac{\sqrt{3}}{2} U_\beta \right) \end{cases} \quad (7)$$

则各扇区相邻电压矢量作用时间为 t_1 、 t_2 ,其取值如表 1 所示。

c) 计算空间矢量比较器的切换点定义

$$\begin{cases} T_a = \frac{(T-t_1-t_2)}{4} \\ T_b = T_a + \frac{t_1}{2} \\ T_c = T_b + \frac{t_2}{2} \end{cases} \quad (8)$$

则矢量切换点 T_{CM1} 、 T_{CM2} 、 T_{CM3} 根据表 2 赋值,从而得到三相桥臂的开关驱动信号。

表 1 各扇区电压矢量作用时间

扇区 N	3	1	5	4	6	2
t_1	Z	Y	X	$-Z$	$-Y$	$-X$
t_2	X	$-Z$	$-Y$	$-X$	Z	Y

表 2 各扇区开关切换时间

扇区 N	3	1	5	4	6	2
T_{CM1}	T_a	T_b	T_c	T_c	T_b	T_a
T_{CM2}	T_b	T_a	T_a	T_b	T_c	T_c
T_{CM3}	T_c	T_c	T_b	T_a	T_b	T_b

3 $I_d=0$ 双闭环伺服系统建模

速度控制器通过 MATLAB 进行编程,采用了积分分离算法。当实际转速与给定转速之差在设定误差范围之内时,对误差进行积分处理;当实际转速与给定转速偏差较大时,对误差不进行积分。这样可以有效地提高系统的动态和稳态性能。积分分离数学表达如下:

$$u(k) = k_p e(k) + \beta k_i \sum_{j=0}^k e(j)T + k_d(e(k) - e(k-1))/T \tag{9}$$

其中 T 为采样时间; β 项为积分项的开系数, $\beta = \begin{cases} 1, |e(k)| \leq \epsilon \\ 0, |e(k)| > \epsilon \end{cases}$

电流控制器也通过 MATLAB 进行编程,对交直流电流误差分别运用 PI 算法和限幅处理,得到交直流电压。基于上述空间矢量调制算法流程,搭建了 MATLAB/SIMULINK 仿真模型,如图 1 所示。给定转速与电机观测转速相减,通过速度控制器处理后得到交轴电流 I_q ,然后将 I_d 、 I_q 分别减去检测变换得到的交直流电流,经过电流控制器和限幅环节以后得到交直流电压值,交直流电压值和检测到的转子位置信息一起经过 PARK 逆变换得到静止两相坐标系下电压,最后经过 SVPWM 得到六路 PWM 波,分别控制电机输出三相电压,进而控制电机转速。

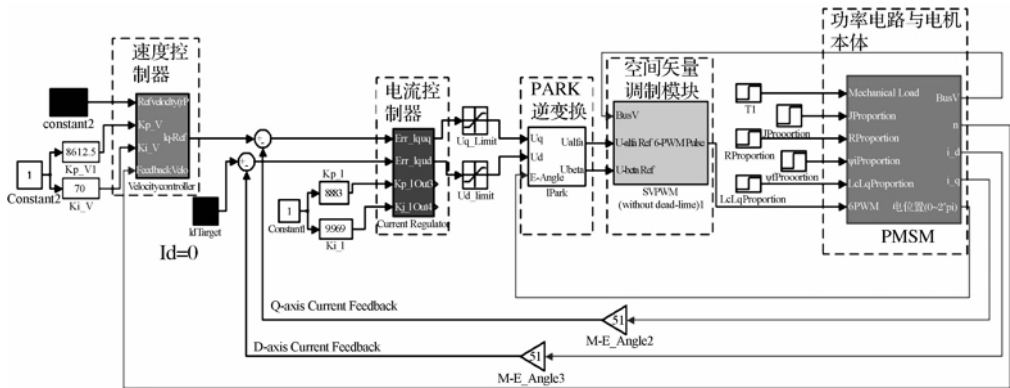


图 1 $I_d=0$ 矢量控制伺服系统仿真模型

4 变参数仿真

根据仿真模型,对参数变化影响进行分析。电机参数有电参数和机械参数,电参数为定子磁链、定子电阻、交直流电感;机械参数为负载和转动惯量。分别在给定转速 1 r/min 和 1 000 r/min 时,启动改变电机参数和 0.1 s 改变电机参数四种情况进行仿真。由于篇幅问题,仅给出给定转速 1 000 r/min 下电机实际转速仿真波形。通过交流伺服系统通用技术条件^[12]中的技术指标:转动波动系数、超调量,比较电机额定参数与变参数后转速波动和上升时间的变化,定性分析电机参数变化对电机性能的影响。

4.1 电参数影响

4.1.1 定子磁链

图 2 为电机按照额定参数空载运行,给定转速

在 1 000 r/min 时得到的速度仿真波形。观察波形可知,电机经 5.7 ms 左右上升到给定转速,转速波动系数 $K_f=0.35\%$,超调量 $\sigma=0$ 。图 3 为给定转

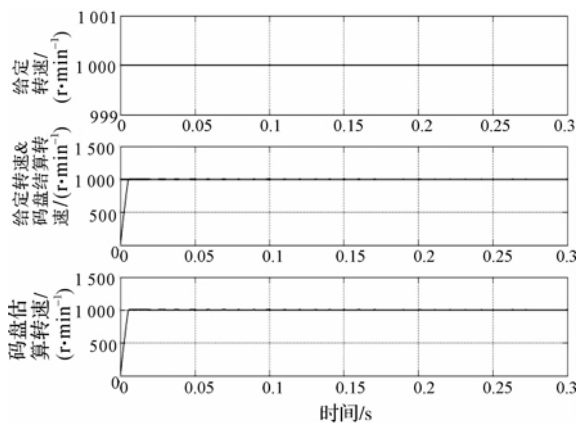


图 2 1 000 r/min 额定参数空载下仿真的转速波形

速 1000 r/min 时,电机磁链减 0.5 倍启动得到的速度仿真波形。电机经 10.3 ms 左右上升到给定转速,较额定电机参数运行上升时间略有延长; $K_f=0.15\%$,转速波动比额定电机参数运行时有所降低; $\sigma=2.5\%$,超调量比额定电机参数运行时变大。通过对比可以发现,磁链减 0.5 倍启动运行时,电机转速波动有所缓和,超调量却有增加。

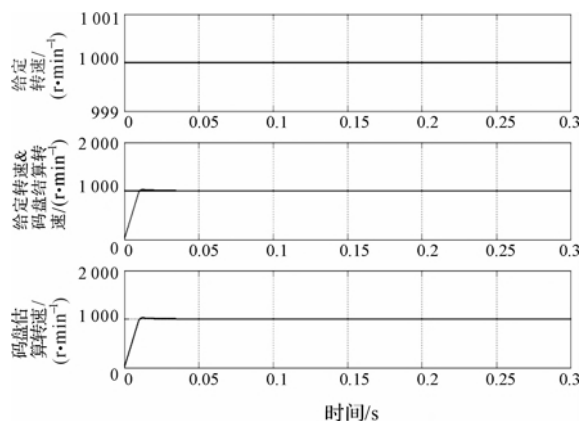


图3 1000 r/min 磁链减 0.5 倍启动仿真的转速波形

4.1.2 定子电阻

给定转速 1000 r/min 时,电机定子电阻变 2 倍额定值启动得到的转速仿真波形见图 4。从图 4 可知,电阻变 2 倍额定值启动时电机实际转速较额定电机参数运行时基本没有变化。

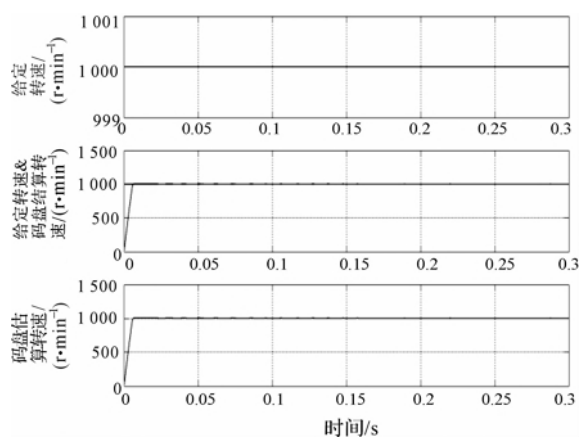


图4 定子电阻变 2 倍额定值启动仿真所得波形

4.1.3 交直流电感

给定转速 1000 r/min 时,电机交直流电感变 2 倍启动得到的转速仿真波形见图 5。从图 5 可知: $K_f=0.15\%$,转速波动比额定电机参数运行时有所降低; $\sigma=1.7\%$,超调量比额定电机参数运行有所增大。

4.2 机械参数影响

4.2.1 负载

给定转速 1000 r/min 时,电机额定负载启动得到的速度仿真波形见图 6。从图 6 可知:实际转速

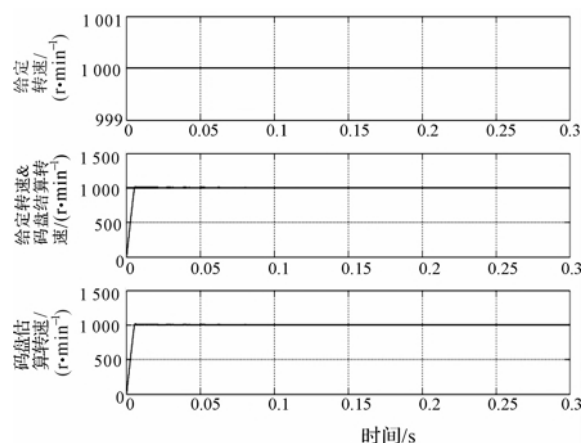


图5 交直流电感变 2 倍额定值启动仿真所得波形

经过 31.7 ms 达到给定转速,上升时间比电机额定参数运行时大大延长,降低了系统的快速性能; $K_f=0.4\%$,转速波动比额定电机参数运行时有所提升; $\sigma=1.2\%$,转速较额定参数运行时超调量变大。

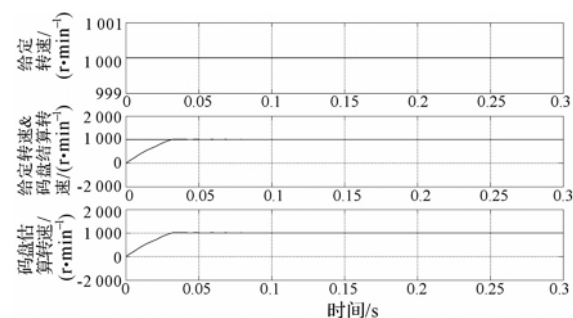


图6 额定负载启动仿真得到的转速波形

4.2.2 转动惯量

给定转速 1000 r/min 时,电机 5 倍惯量启动得到的转速仿真波形见图 7。从图 7 可知:实际转速经过 25.9 ms 达到给定转速,上升时间较变参数时大大延长; $K_f=0.15\%$,转速波动比额定电机参数运行时有所改善; $\sigma=6.5\%$,转速较额定参数运行时超调量明显变大。

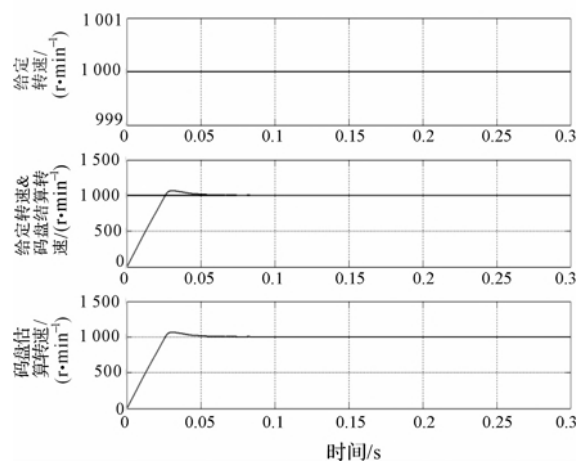


图7 5 倍惯量启动仿真得到的转速波形

电机运行性能好坏很大程度上是在低速情况下才能反应出来,对给定转速 1 000 r/min 的仿真发现,电参数的变化对转速波动影响不明显。为了观察电机的低速性能并且突显电参数对电机运行性能的影响,通过表格反映给定转速 1 000 r/min 和 1 r/min 各参数变化对电机转速的影响:表 3 是给定转速 1 000 r/min 启动变参和给定转速 1 000 r/min 0.1 s 变参(如表 3 括号内数据所示)电机性能的影响;表 4 是给定转速 1 r/min 启动变参和给定转速 1 r/min 0.1 s 变参(如表 4 括号内数据所示)电机性能的影响。其中各参数变化分别是:磁链突减 2 倍,电感、电阻突加 2 倍,惯量突加 5 倍,负载突加额定负载。

表 3 1 000 r/min,突变参数控制系统性能影响

	转速波动 $K_f/\%$	超调量 $\sigma/\%$	上升时间/ms
磁链	51.0(45.7)	0.0(11.0)	0.3(0.8)
电感	8.6(6.6)	22.0(10.0)	1.0(0.8)
电阻	9.8(11.5)	0.0(10.0)	1.4(0.8)
惯量	5.0(4.3)	14.0(10.0)	8.7(0.8)
负载	128.6(167)	—(—)	85.0(0.8)

表 4 1 r/min,突变参数控制系统性能影响

	转速波动 $K_f/\%$	超调量 $\sigma/\%$	上升时间/ms
磁链	0.2(0.2)	2.5(0.7)	10.3(5.7)
电感	0.2(2.0)	1.7(0)	5.6(5.7)
电阻	0.3(0.3)	0.0(0)	6.2(5.7)
惯量	0.2(0.2)	6.5(0)	25.9(5.7)
负载	0.4(0.4)	1.2(0)	31.7(5.7)

由表 3 可知,当启动变参为 1 000 r/min 时,其中,当 5 倍惯量启动时会有较大的超调量,其它参数变化作用时也会有较小的超调。改变电参数启动后,上升时间基本与电机额定参数运行时一样;电机改变机械参数运行比改变电参数运行的上升时间明显变长。0.1 s 突加额定负载时,转速有大幅跌落(最低达到 932.8 r/min)。交直流电感变 2 倍启动后有一定的超调量。0.1 s 突加磁链、电阻、惯量和额定负载对转速波动影响不大。

分析表 4 可知,1 r/min 变参启动时,电参数对转速波动影响较大,磁链减 0.5 倍启动,转速有明显的波动;额定负载启动时,电机出现反转。电参数作用上升时间较原参数变化不明显;5 倍惯量启动时,上升时间超过原来的 10 倍,而额定负载启动时,上升时间超过原来的 100 倍。在给定转速 1 r/min、0.1 s 突减 0.5 倍磁链运行的情况下,转速波动明显变大;在给定转速 1 r/min、0.1 s 突加两倍电感运行的情况下,转速波动略微减小。改变电阻、惯量对转

速影响不明显,0.1 s 突加额定转矩运行会使电机反转(反向转速达到 102 r/min)。

5 结 论

结合电机的数学模型以及矢量控制相关理论,建立了 $I_d=0$ 矢量控制转速电流双闭环系统模型,在此模型的基础上对电机的机械参数和电参数进行变参仿真研究,可以有以下结论:

- 改变电机的同一个参数,低速运行时电机转速波动明显比高速运行时要剧烈;
- 各参数变化时,弱磁启动、增大交直流电感启动以及大惯量启动更容易使电机超调量变大;
- 在变参启动时,机械参数更能影响电机的快速性能,大惯量启动和带额定负载启动会使上升时间明显延长。

参考文献:

- [1] 孙承波,宋 丹,陈国呈,等. 基于锁相环的空调直流压缩机矢量控制系统[J]. 电工技术学报, 2009, 24(4): 78-84.
- [2] 刘诗敏,李优新,黎 勉,等. 电动汽车无速度传感器矢量控制系统[J]. 电机与控制应用, 2013, 40(6): 40-44.
- [3] 干永革,王 文,李发海,等. 交交变频同步电机矢量控制系统供电电网谐波分析[J]. 中国电机工程学报, 1999, 19(6): 21-25.
- [4] 李景灿,廖 勇. 基于磁链观测器的 PMSM 反馈解耦矢量控制系统[J]. 微电机, 2011, 44(7): 55-58.
- [5] 陈 硕,辻峰男,三田英二. 感应电机无位置传感器矢量控制系统的定子电阻在线辨识[J]. 中国电机工程学报, 2003, 23(2): 88-92.
- [6] 齐 放,邓智泉,仇志坚,等. 一种永磁同步电机无速度传感器的矢量控制[J]. 电工技术学报, 2007, 22(10): 30-34.
- [7] 鲁文其,胡育文,梁骄雁,等. 永磁同步电机伺服系统抗扰动自适应控制[J]. 中国电机工程学报, 2011, 31(3): 75-81.
- [8] 曾朝晖,陈志杰,周 鸢,等. 内永磁同步电机的电流控制策略[J]. 电气传动, 1996(2): 11-16.
- [9] 朱 瑛,程 明,花 为. 电流控制策略及凸极系数对 IPM 电机的影响[J]. 微电机, 2010, 43(9): 1-5.
- [10] 王成元,夏加宽,杨俊友,等. 电机现代控制技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2006.
- [11] 张兴华. 空间矢量调制算法的 DSP 实现[J]. 微特电机, 2004(1): 37-42.
- [12] GB/T 16439—2009 交流伺服系统通用技术条件[S].

(下转第 286 页)

一种基于电流控制的提花机选针器驱动电路的设计与分析

范建国, 袁嫣红, 张建义

(浙江理工大学教育部现代纺织装备技术工程研发中心, 杭州 310018)

摘要: 电磁选针器的响应速度和能耗是关系大针数电子提花机性能的两个重要因素。从理论上分析了电磁铁吸合的过程, 讨论了两种常见的加速电磁铁快速响应的方法, 在此基础上设计了一种基于电流控制的提花机选针器驱动电路, 给出了驱动电路平均电流的计算方法。实验结果表明, 该电流控制方法能使电磁铁在吸合阶段实现高电流快速有效吸合, 在保持阶段实现低电流低功耗保持。

关键词: 电子提花机; 选针器; 响应速度; 能耗; 电流控制方法

中图分类号: TS183.6 **文献标志码:** A

0 引言

随着电子提花机产业的高速发展, 提花机针数越来越多, 市场上现有的电子提花机针数一般在几千针左右, 有些高达上万针。电子提花机选针器是提花机系统组成的一个重要部分, 其中电磁铁是选针器的关键执行元件。选针器接受控制系统的触发信号, 控制每个电磁铁对选针片的快速吸合及快速分离。电磁铁的响应速度直接影响了提花机是否能够可靠地选针; 每个电磁铁的能耗决定了整台提花机的能耗。因此在设计提花机选针器驱动电路时, 快速响应和低能耗成为了设计中的重点。

目前国内的电磁阀控制技术主要有可调式电阻驱动电路和双电压驱动电路。可调式驱动电路是通过改变不同阶段电路回路中的电阻值, 来实现对电流波形的控制, 但是这种电路在电流维持阶段的功率, 很大部分消耗在分压电阻上, 造成了功率的无效损耗^[1]; 双电压驱动电路通过改变工作过程不同阶段的工作电压幅值, 达到提供较小保持电流, 减小能量消耗的目的。目前提花机选针器驱动电路主要采用了基于电压控制的双电压驱动电路, 可以降低提

花机的能量损耗^[2], 但其也有不足之处, 例如保持电流不能控制, 在不同工况下应变能力差等。

本研究从理论上分析了电磁铁吸合的过程, 讨论了两种常见的加快电磁铁快速响应方法, 在此基础上设计了一种基于电流控制的提花机选针器驱动电路, 并给出了驱动电路平均电流的计算方法。

1 电磁铁吸合过程分析

1.1 提高快速响应的方法

电磁铁的运动过程可以分为吸合与释放过程, 其中吸合过程的时间可以分为吸合阶段和保持阶段, 吸合阶段是指从电磁铁开始通电到选针片吸合到位的阶段。保持阶段是指选针片吸合后一直到脱离吸合位置的阶段。

本研究通过 Ansoft Maxwell 电磁仿真软件模拟提花机电磁铁瞬态吸合过程。该电磁铁的电阻为 $96\ \Omega$, 电感为 $21.5\ \text{mH}$, 匝数为 1 060 匝, 品质参数为 1.56。图 1 为外部电路电压为 $15\ \text{V}$ 时的仿真电流曲线, 图 2 为该仿真所加的外部电路图。在吸合阶段, 电磁铁回路导通之后, 电流从零值逐渐升高。由于线圈中不仅有电阻, 而且还有一定的电感值, 所以电流的上升不能

收稿日期: 2013-10-09

基金项目: 现代纺织装备技术创新团队(2009R50018); 浙江省自然科学基金(Z1110750)

作者简介: 范建国(1988-), 男, 浙江丽水人, 硕士生, 主要从事嵌入式控制系统方面的研究。

通信作者: 袁嫣红, E-mail: yyh@zstu.edu.cn

Design and Analysis of Driving Circuit of Needle Selector of Jacquard Machine Based on Current Control

FAN Jian-guo, YUAN Yan-hong, ZHANG Jian-yi

(Modern Textile Equipment and Technology Engineering Research Center of Ministry of Education,
Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The response speed and energy consumption of electromagnetic needle selector are two important factors concerning the performance of electronic jacquard machine with high number of threads. This paper theoretically analyzes the process of electromagnet actuation, discusses two common methods of accelerating rapid response of electromagnet, designs a driving circuit of needle selector of jacquard machine based on current control on this basis and gives the computing method of average current of driving circuit. The experimental result shows that this current control method can make electromagnet realize high-current, rapid and effective actuation in actuation stage and realize the maintenance of low current and low energy consumption in the stage of maintenance.

Key words: electronic jacquard machine; needle selector; response speed; energy consumption; current control method

(责任编辑: 康 锋)

(上接第 280 页)

Analysis on Operating Performance of Permanent Magnet AC Servo System Based on Vector Control

LIU Hu, YUAN Yan-hong, LU Wen-qi

(School of Mechanical Engineering & Automation, Zhejiang Sci-Tech University,
Hangzhou 310018, China)

Abstract: Permanent magnet synchronous motor vector control system has been applied in many situations. However, as vector control technology relies on the mathematical model of permanent magnet synchronous motor, its system performance is greatly influenced by motor parameters. This paper uses SIMULINK to establish current and revolving speed double closed-loop vector control system based on vector control, uses $I_d=0$ magnetic field oriented vector control theory to analyze the influence of electrical parameters and mechanical parameters of motor on speed control system performance of PMSM and conducts simulation analysis on the influence of different given revolving speeds and parameters on the operating performance of motor. The simulation result shows that sudden increase of stator resistance does not have significant influence on the operating performance of motor, sudden increase of mechanical parameters impairs the dynamic performance of motor, the rise time of revolving speed waveform becomes obviously longer and electrical parameters have little influence on dynamic performance of motor. This research provides foundation for subsequent motor parameter identification and compensation researches.

Key words: vector control; permanent magnet synchronous motor (PMSM); servo control system

(责任编辑: 康 锋)