

基于MATLAB的直流电机建模与控制的研究

胡芷瑜 刘斐愉 张菊红 陈瑞 熊泽亮 曹有方 付威

(华东交通大学理工学院 江西 南昌 330100)

[摘要] 直流电机在控制系统的仿真建模中占据着重要的一个环节, 为了合理的选择参数, 在直流电机的基础运行上, 选择了MATLAB这一模型, 采用单环速度控制, 分别对建模的实验上和仿真上的真实可靠性进行分析。MATLAB这个模型有一个新的假设, 就是在MATLAB模型的原有模型的基础上, 更改反向电动势参数, 然后在外面建立一个测试系统, 这样就可以构建出直流电机的仿真模型。对仿真模型进行结果分析, 看结果是否与实验的结果相似, 如果结果基本一致, 那么MATLAB这个模型的新方式就可以通过检测, 可以构建直流电机仿真模型。

[关键词] 直流电机; 建模; 系统仿真; 控制; 研究; MATLAB

一、直流电机的构建基础

直流电机采用的是三相六状态两两导通的星型连接, 由三相绕组、永磁转子、转子位置检测传感器组成。针对对模型的有效分析做出了几个假设, (1) BLDCM的气隙磁场为方波, 三相绕组、电流、定子磁场均相互对称; (2) 不考虑电枢反应对气隙磁场的影响; (3) 不考虑转子的转速波动; (4) 不考虑转子的感应电流作用。

直流电机的构建组成包括本体, 换相模块, 逆变器模块。电机本体通过电机运动学方程、电压方程、电磁转矩方程共同组成。它操作更方便, 简单易懂, 所以应用的较广泛, 历史悠久。MATLAB模型是一种物理综合模型, 应用广泛, 一般在液压, 电子电力模型中应用较多, 它是一种比较接近于真实模型的一种模型, 通过物理网络方式构建, 这种模型就相当于一个物理东西, 模块就是这个器具的枢纽, 电机的能量就是通过这个枢纽传导的, 这为直流电机模型的建立提供了研究基础。

(1) 建立一个新项目, 选择永磁同步电机模型, 最后保存。(2) 在永磁同步电机模型中, 设置反电动势为 120, 并设置好相关参数; (3) 假设位置传感器与换相模块, 选择正确的传感器位置。通过MATLAB构建的直流电机仿真模型, 得出的结果, 与实验结果相比基本一致, 所以MATLAB模型对于构建的仿真模型是有效的, 能够准确地检测直流电机的性能是否符合标准。同时为直流电机的建立的构建方法和选择的参数都做出结论。直流电机功率变换器有多种电路结构, 其中最简单的原理的就是单电源供电方式采用三相桥式逆变器结构, 然后直接驱动电机, 直流电机是靠转子位置信号进行运行的, 为三相电流提供正确的换相信息逆变器的触发信号的运行条件是位置检测信号和速度给定信号。电源模块为恒定电压源, 根据电机额定参数, 幅值为 480V。

本文通过对MATLAB模型对直流电机仿真模型的假设检验, 最后得出MATLAB模型是能够有效的检测, 基本参数都符合条件, 具有一定的精准性, 这为以后直流电机模型的仿真建模奠定了基础, 也为后续的研究提供了参数和经验。但是虽然建立了MATLAB这个模型, 最终也得出了结果, 但是由于工业的发展过于迅速, 对于电机的要求也越来越严苛, 所以不能在未来都仅靠这和MATLAB模型进行实验, 所以应该不断地通过直流电机的变换, 标准的提升而对模型进行调整, 随着科技的进步, 智能化水平越来越高, 基本的控制系统已经不能满足现状了, 所以要做到电机的精准, 还需要不断对仿真模型进行深入的研究探索, 研究出适合现状的模型, 探索出一条高效的仿真模型构建道路。

二、逻辑建模

直流电动机: 是一种永磁励磁, 它具备高功率, 调速快的性能, 它的组成结构简单, 是将直流电能转换为机械能的电动机。它是由定子和转子组成, 定子包括: 基座, 主磁极, 换向极, 电刷装置等; 转子包括: 电枢铁心, 电枢绕组, 换向器, 转轴和风扇等。

1、直流电动机静态公式:

$$\begin{aligned}
 U_a &= E_a + R_a i_a(t) + L_a \frac{di_a(t)}{dt} \\
 E_a &= C_e \phi \omega(t) \\
 M &= C_m \phi i_a(t) \\
 M &= M_0 + M_L + J \frac{d\omega(t)}{dt}
 \end{aligned}$$

2、直流电动机调速原理公式:

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{U_a}{C_e \phi} - \frac{R_a}{C_e C_m \phi^2} \cdot M \\
 &= n_0 - KM
 \end{aligned}$$

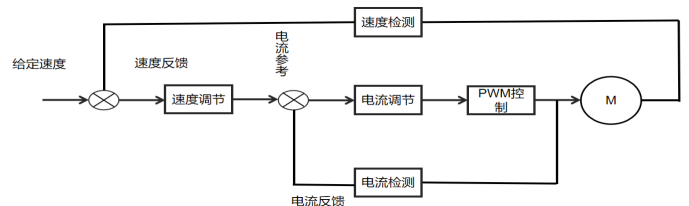
$$S = \frac{\Delta n_e}{n_{0min}}$$

$$n_{min} = n_{0min} - \Delta n_e = \Delta n_e \cdot \frac{1-S}{S}$$

$$D = \frac{n_{max}}{n_{min}} = \frac{n_e}{n_{min}}$$

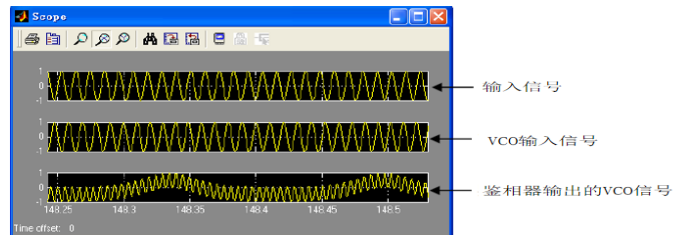
$$D = \frac{n_e S}{\Delta n_e (1-S)}$$

3、直流电动机控制原理建模图

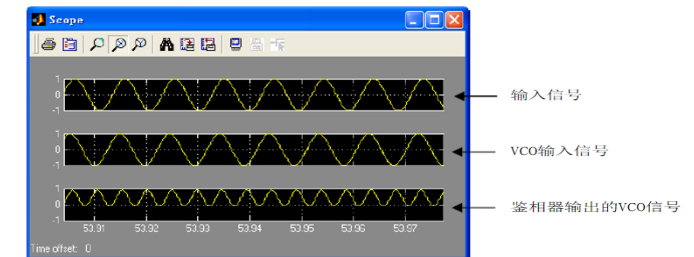


三、MATLAB建模分析

1、输入信号频率在90Hz到95Hz范围时的系统波形, 示波器上输入信号和VCO输出信号不能保持同步滑动, VCO控制电压周期均值极性不断变化, 如下图:



2、输入信号频率为104Hz时的系统波形, 示波器上输入信号和VCO输出信号保持同步滑动, VCO控制电压周期均值为正, 如下图:



四、结语

随着我国工业化进程的加快, 工业化程度越来越高, 因此在工业中也要跟随着时代发展趋势, 采用现今的新技术, 将工业变得智能化, 在工业中的智能化最典型的代表就是驱动, 直流电机作为驱动的基础, 在各个领域都有一席之地, 应用的越来越广泛, 直流电机自身也具备质量小, 运行稳定, 使用周期长等特点, 因此对于直流电机的构建模型是应该研究的方面, 如何构建一个精准的直流电机模型这个问题尤为重要。在当今竞争压力见长的市场中, 产品更新换代速度非常快, 对于直流电机的创新也不断更替, 所以对于直流电机模型的研究越来越多。但是对于构建一个精准模型来说, 需要的参数太精准, 太复杂, 对于市场和部件有着很高的要求。所以即使构建出来了一个模型, 也不一定能够经过检测, 对于直流电机系统的检测是一个重要问题, 因此采用MATLAB这个模型对直流电机的系统进行检测。

参考文献

[1] 基于Simulink的无刷直流电机控制系统仿真研究[J]. 孟姝, 张学峰. 智慧工厂. 2017(02)

[2] 基于MATLAB的无刷直流电动机控制系统的建模与仿真[J]. 刘陆. 新技术新工艺. 2015(02)