

文章编号: 1005-0523(2002)03-0075-03

# 基于 MATLAB 的双定子感应电动机仿真研究

张桂新, 陈特放

(中南大学铁道校区 信息工程学院, 湖南 长沙 410075)

**摘要:** 将双定子感应电机等效折算为常规感应电动机, 利用 Matlab 中的 Simulink 及 Power System Blockset 对双定子感应电动机的起动及调速性能进行仿真研究.

**关 键 词:** 双定子; 感应电动机; 仿真; MATLAB

**中图分类号:** TM922

**文献标识码:** A

## 0 引 言

双定子感应电动机[1]是一种新型的感应电机, 它具有良好的起动与调速性能, 能够较好地克服普通笼型感应电动机存在的问题. 该种电机用于流量变化的风机水泵的调速控制, 具有显著的节能效果, 因而得到广泛的关注和重视.

Power System Blockset 是 Mathworks 公司推出的 Matlab 在 5.2 版本后增加的一个电力系统模块集. 是一种非常好的电气系统仿真软件.

本文将双定子感应电动机等效折算为常规感应电动机, 利用 Matlab 中的 Power System Blockset 对双定子感应电动机的起动及调速性能进行仿真研究. 为电机的进一步设计、参数计算和调速系统设计提供一定的依据.

## 2 结构及工作原理

双定子感应电动机由两个定子和一个笼型转子构成, 转子的每根导条具有两个定子的全部长度. 两个定子中一个固定, 另一个则可以相对固定定子旋转一个角度, 称为调节定子. 当调节定子旋转角度时, 两个定子绕组所产生的旋转磁通势将产

生相应的相位差, 引起转子导条合成感应电动势随  $\alpha$  改变, 从而使转子转速也随之改变. 这样, 通过改变调节定子的位置, 即可达到平滑调速的目的.

## 3 等效电路及分析

在参考文献[2]中, 作者引入“旋转等效”和“相位折算”的概念, 推导出折算到转子边的双定子感应电动机的“T”型等效电路.

为了能利用 Power System Blockset 中的电机模型, 需要将转子侧的物理量, 折算到定子侧的等效电路如图 1 所示.

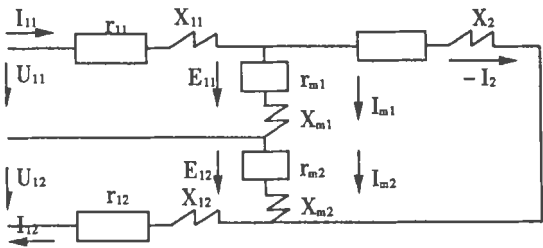


图 1 以定感应电动机“T”形等效电路(折算到定子侧)

符号说明:  $U, I, E$  分别表示电源电压、电流和反电动势,  $r, x, w$  分别表示绕组电阻、漏抗和一相串联匝数. 下标中第一个数字 1 或 2 分别表示定子或转子, 第二个数字 1 或 2 用以区分两个定子及与

之相关的量,  $S$  和  $\alpha$  分别表示转差率和两定子之间的相对旋转电角度.

经过相位折算后,  $\dot{E}_{21}$  和  $\dot{E}_{22}$  与  $\dot{E}_{11}$  和  $\dot{E}_{12}$  同相位, 转子相绕组等效匝数为  $W_{21} K_{W21} K_\alpha$  和  $W_{22} K_{W22} K_\alpha$ , 折算后转子电动势应满足:

$$\frac{E'_{21}}{E_{21}} = \frac{E_{11}}{E_{21}} = \frac{W_{11} K_{W11}}{E_{21} K_{W21} K_\alpha} = \frac{K_{e1}}{K_\alpha} = K_{e1\alpha}$$

$$\frac{E'_{22}}{E_{22}} = \frac{E_{12}}{E_{22}} = \frac{W_{12} K_{W12}}{W_{22} K_{W22} K_\alpha} = \frac{K_{e2}}{K_\alpha} = K_{e2\alpha}$$

其中,  $K_\alpha = \frac{\sqrt{1+k^2+2k\cos\alpha}}{1+k}$  为相位折算系数.

$$k = \frac{E_{22\alpha}}{E_{21\alpha}} = \frac{B_{\delta12} l_{12}}{B_{\delta11} l_{11}}, l_{11}, l_{12} \text{ 为两定子的轴向长度,}$$

$B_{\delta11}, B_{\delta12}$  为气隙磁.

$K_{e1\alpha}, K_{e2\alpha}$  为两个转子电动势折算系数.

同样, 两个转子绕组的电流折算系数为:

$$K_{i2\alpha} = \frac{K_{i2}}{K_\alpha} = \frac{m_1 W_{12} K_{W12}}{m_2 W_{22} K_{W22} K_\alpha}$$

$$K_{i1\alpha} = \frac{K_{i1}}{K_\alpha} = \frac{m_1 W_{11} K_{W11}}{m_2 W_{21} K_{W21} K_\alpha}$$

运行时,  $I_m \ll I_1$ , 可得如图 2 所示的近似等效电路.

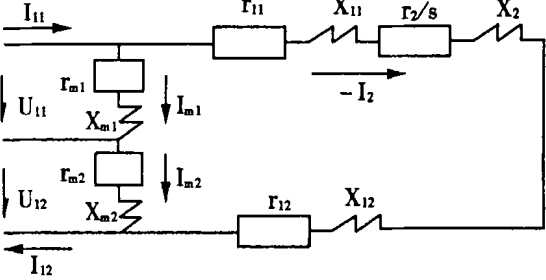


图 2 双定子感应电动机近似等效电路

由于:

$$r'_2 = K_{e1\alpha} K_{i1\alpha} r_2 = K_{e1} K_{i1} r_2 / K_\alpha^2 = r_2 / K_\alpha^2$$

$$x'_2 = K_{e1\alpha} K_{i1\alpha} x_2 = K_{e1} K_{i1} x_2 / K_\alpha^2 = x_2 / K_\alpha^2$$

这里:  $r'_2$  和  $x'_2$  分别为  $\alpha=0^\circ$  时转子电阻与漏抗的折算值.

由此可知, 两定子间的  $\alpha$  角度改变, 引起转子等效参数的改变, 从而导致电机的性能改变.

由近似等效电路, 有

$$T = \frac{m_1}{\Omega_0 \Omega_0} \frac{(U_{11} + U_{12})^2 r'_2 / s}{(r_{11} + r_{12} + r'_2 / s)^2 + (x_{11} + x_{12} + x'_2)^2}$$

忽略定子边漏阻抗, 上式为

$$T = \frac{m_1 (U_{11} + U_{12})^2 r'_2 / s}{\Omega_0 \Omega_0 (r_2 / s)^2 + (x_2)^2} = \frac{m_1 (U_{11} + U_{12})^2 r_2 k_\alpha^2 / s}{\Omega_0 \Omega_0 (r_2 / s)^2 + (x_2)^2}$$

可见, 运行时, 双定子感应电动机的转矩与电源电压  $(U_{11} + U_{12})$  和  $K_\alpha^2$  成正比.

4 仿真模型 参数及结果

根据以上分析及讨论, 我们利用 Matlab 中的 Power System Blockset 对双定子感应电动机的起动及调速性能进行了仿真研究. 仿真模型如图 3 所示.

仿真所用双定子电机两部分结构和参数完全相同, 均为 6 极三相笼型电机, 参数为:

$$r_s = 1.04 \, \Omega, r_r = 0.763 \, \Omega, L_s = 0.1035 \, \text{H}, L_r = 0.1053 \, \text{H}, L_m = 0.0985 \, \text{H}, J = 0.08 \, \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

调速系统采用速度闭环控制, 速度调节器由 PI 调节器与限幅环节组成.

仿真结果如下:

5 结束语

从仿真结果可以看出, 双定子感应电动机两定子间的旋转角  $\alpha \neq 0$  时, 可以很好地限制起动电流, 尤其在  $\alpha=120^\circ$  时, 效果较好. 因此, 在起动时使  $\alpha=120^\circ$ , 起动完毕切换到  $\alpha=0^\circ$ , 可得到良好的起动性能. 给定转速和负载分别在 2s 时突变, 动态响应快, 调速性能好.

本文利用 Matlab 中的 Simulink 及 Power System Blockset 模块集对双定子感应电动机调速系统进行建模与仿真. 结果表明这种方法简单、实用, 可以大大缩短建模时间, 提高研究效率, 为实际系统的设计与调试提供帮助.

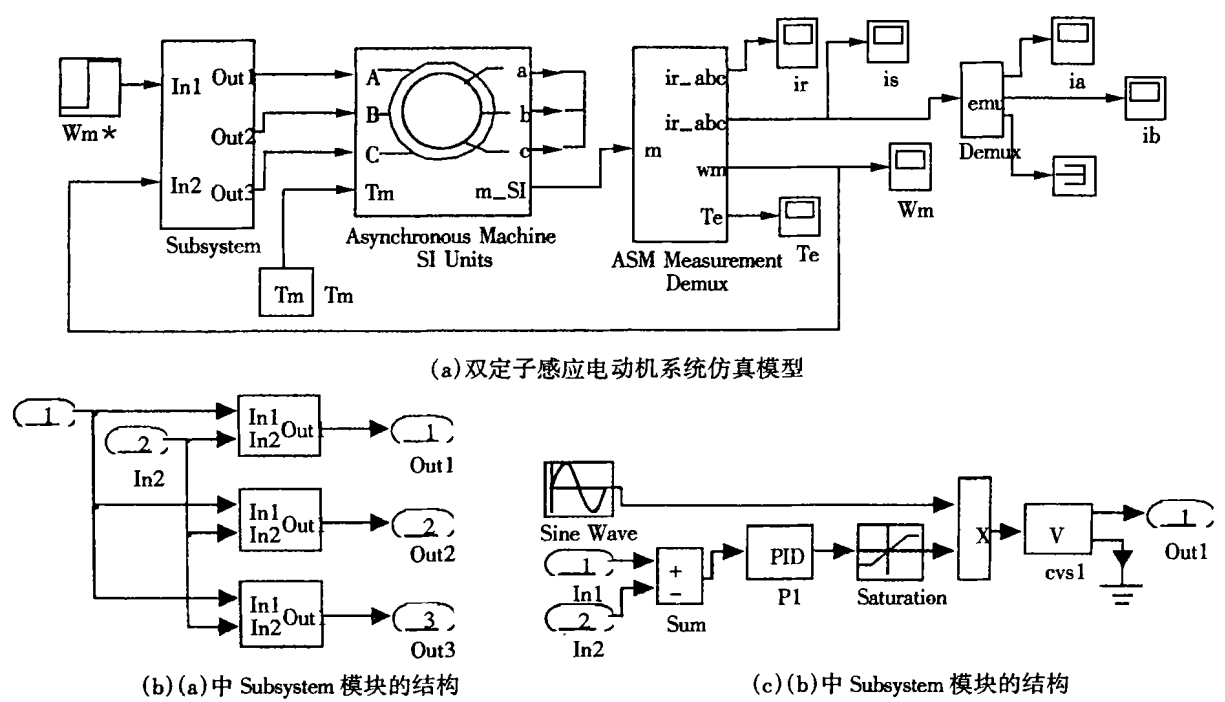


图 3 双定子感应电动机系统仿真模型

参考文献:

[1] B. H. Smith. Theory and Performance of a Twin Stator Induction Machine. IEEE Transactions on Power Apparatus and System, 1966, 85(2).

[2] J. Peraha, C. V. Nayar. Generalized machine theory applied to a three twin stator squirrel-cage induction motor. Int. J. Elect. Enging Educ, 1994, 31.

[3] 王雪帆. 双定子感应电动机等效电路分析[J]. 中国电机工程学报, 1999, 19(5): 39~43.

Simulating Research on Twin-stator Induction Motor Based on MATLAB

ZHANG Gui-xin, CHEN Te-fang

(Information Engineering College, Central South University, Changsha, 410075 China)

**Abstract:** In this paper the equivalent circuit of twin-stator induction motor is given. Based on Matlab's Simulink and Power System Blockset function, the result of simulating research on the motor's starting and speed adjusting performances are offered.

**Key Words:** twin stator; induction motor; simulation; MATLAB