

# Simulink 仿真软件在机电传动控制教学中的探索

邵伟<sup>1</sup> 梁汉优<sup>1</sup> 胡彩云<sup>2</sup>

(1 荆州学院机械工程学院 湖北 荆州 434000; 2 长江艺术工程职业学院 湖北 荆州 434000)

**摘要:** 本文介绍 MATLAB/Simulink 仿真软件的特点及电动机仿真模型的建立方法, 并说明 Simulink 仿真软件在机电传动控制课程教学中的应用。实践证明, 在机电传动控制课程的电动机章节中运用 Simulink 建立电动机模型进行仿真教学, 有助于学生理解电动机各参数对电动机转速、转矩的影响, 以及电动机运行过程中各参数之间的联系, 输出的数据通过图表表现出来, 将抽象的理论知识变得更加形象, 提高学生学习动力和教学效果。

**关键词:** 机电传动与控制; 虚拟仿真; Simulink

## 0 引言

“机电传动控制”课程是机械电子工程专业的一门必修的专业基础课, 它是机电一体化人才所需电知识结构的躯体。机电传动控制课程中重点难点包含直流电动机、交流电动机的启动、调速、制动。这些知识学习难度大, 主要是由该课程的特点及教学方式引起的。电动机的运行过程、电动机的反馈制动、电动机在电动状态和制动状态反电动势的方向发生变化, 这些知识在传统教学中是通过理论计算及固有图表讲解, 如此, 理论和实践是脱节的, 学生理解比较困难, 进而失去学习信心, 最终放弃学习。

运用 Simulink 软件建立电动机仿真模型进行仿真模拟, 打破传统僵化教学方式, 将理论与实践结合起来。通过改变 Simulink 仿真软件建立的电动机相关的仿真模型的参数, 用图表展现对应参数的运行结果, 能够帮助学生更好学习电动机, 从而提高学生的学习兴趣和。

## 1 MATLAB/Simulink 仿真软件

由美国 MathWorks 公司推出的 Matlab 软件是目前国内外流行的计算机仿真软件, 旗下的 Simulink 动态建模仿真工具, 具有建模方便、直观, 更改参数容易, 能动态显示图形等优点, 在自动控制、电动机拖动仿真领域得到了广泛应用, 在电动机课程的教学上也能发挥作用。

建立电动机控制系统仿真模型, 建模所需要的模块主要在 Simulink 下的 SimPowerSystems 库选用。其主要由 6 个子模块库组成, 分别为: ① Electrical Sources 电源模块子库, 主要包含直流电压源、单相交流电源、受控源、三相交流电源等; ② Elements 元件模块子库, 主要包含各种负载、开关和支路、变压器等主要电力设备元件; ③ Extra Library 附加模块子库, 主要包含各种附加的测量、控制模块和特殊变压器等模块; ④ Machines

电动机模块子库, 主要包含直流电动机、交流电动机、控制电动机等; ⑤ Measurement 测量模块子库, 主要包含电流、电压和阻抗等测量元件; ⑥ PowerElectronics 电力电子模块子库, 主要包含各种电力电子元器件。

建立电动机控制系统仿真模型时, 点击相关模块拖拽到新建窗口, 选择所需要的模块后, 将各个模型用线连接起来, 完成仿真模型的建立, 然后在相关模型里设置实际参数后, 点击运行就可以对仿真模型进行仿真。使用 Scope 示波器模型, 可显示所测参数的信号波形, 从而使得复杂的系统建模和仿真变得十分容易, 而且这种方式非常直观、灵活, 特别适合初学者。

## 2 Simulink 教学仿真实例

### 2.1 直流电动机串电阻启动分析

根据直流电动机直接启动可以看出, 启动电流特别大, 因此, 直流电动机启动时需要限制启动电流, 一般有降压启动及电枢回路串电阻启动两种方法。在机电传动控制课程讲授该节知识点时, 为了让学生更加容易理解, 运用 Simulink 仿真软件进行实例仿真教学, 可以将电流变化过程直观地表现出来。

他励直流电动机串电阻启动仿真模型如图 1 所示, 在 Simulink 模块库里直接选择直流电压源 (DC Voltage Source)、常数 (Constant)、理想开关 (Ideal Switch)、断路器 (Breaker)、电阻 (Series RLC Branch)、阶跃函数 (Step)、直流电动机 (DC Machine)、集线器 (Demux) 和示波器 (Scope) 等模型, 按图 1 进行连线, 建立仿真模型。然后把直流电动机的励磁电源和电枢电源的电压幅值都设置为 240V, 按照实际计算的切断电阻的时间设置三个阶跃函数 (Step) 的时间, 其他模块按照实际计算的数据设置。

图 2 为仿真波形, 四个波形图分别为: 电动机转速波形图、电枢电流波形图、励磁电流波形图、电动机转

矩波形图，通过仿真能够形象表现出直流电动机串电阻启动的特点。

### 2.2 三相异步电动机能耗制动分析

三相异步电动机能耗制动：电动机在电动状态运行时，首先将定子绕组从三相交流电源断开，接着立即将一低压直流电源通入定子绕组，这时进入能耗制动状态。能耗制动过程理论概念比较抽象，在讲授该节内容时，多数学生反应学习难度大，运用 Simulink 仿真软件模拟能耗制动过程，能将抽象的理论知识形象化，提高学生学习兴趣。

选择单相交流电源(AC Voltage Source)、直流电压源 (DC Voltage Source)、断路器 (Breaker)、常数 (Constant)、理想开关 (Ideal Switch)、电阻 (Series RLC Branch)、阶跃函数 (Step)、三相交流电动机 (Asynchronous MachineSI Units)、集线器 (Demux) 和示波器 (Scope) 等模型。

按图 3 所示连接仿真模型，按照仿真例题数据设置仿真模块，将三个单相交流电源的幅值设置为 400V，初相位分别设置为 0°、-120°、120°，三相异步电动机设置为鼠笼型 (Squirrel-cage)，直流电源设置为 200V，制动电阻设置为 1Ω 等。

图 4 为仿真波形，4 个波形图分别为：异步电动机转子电流波形图、异步电动机定子电流波形图、异步电动机转速波形图、异步电动机转矩波形图。在 0 ~ 1 秒时间段是三相异步电动机正常运行状态波形图，1 秒时候切断三相交流电，并在电动机定子里接入直流电源及能耗电阻，电动机的转速不断减小，到第 7 秒时电动机转速下降为零。通过仿真结果波形图能够清楚表现出异步电动机各参数在能耗制动过程中的变化。同时，能够输入不同的参数值，得到相应的仿真结果波形图，很直观地表现出影响能耗制动的因素，学生可以非常容易地理解、掌握该知识点，也提高了学生分析问题的能力。

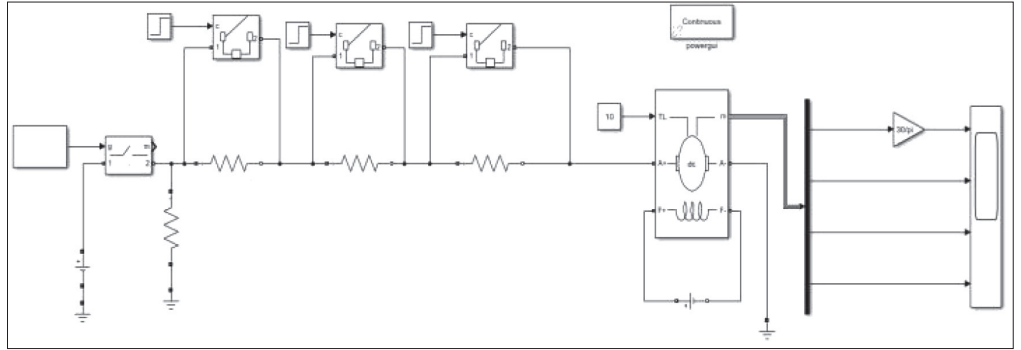


图 1 他励直流电动机串电阻启动模型

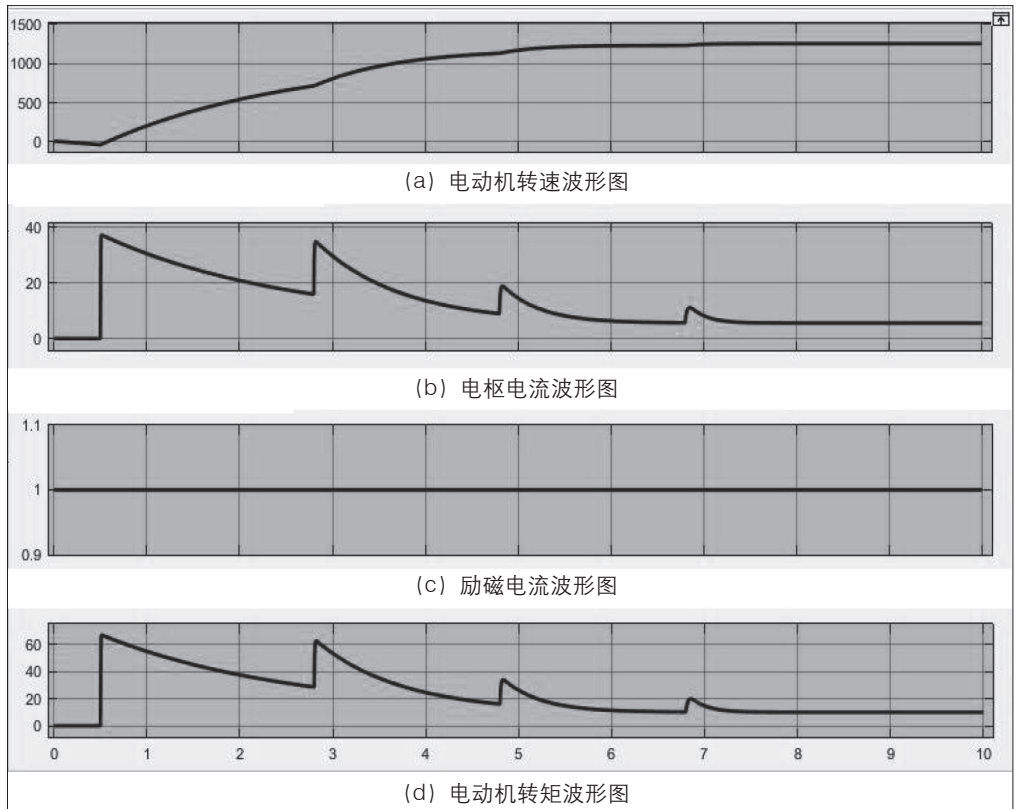


图 2 他励直流电动机串电阻启动仿真波形

在机电传动控制课程的直流电动机和交流电动机章节里，需要仿真的例题很多，主要有直流电动机串电阻调速方法、直流电动机制动方法、交流电动机的降压启动、交流电动机调速方法、交流电动机制动方法等例题。在这里由于篇幅原因，只列举了几个有代表性的实例。在教学过程中采用 Simulink 仿真辅助教学，提高教学效果非常明显。

### 3 Simulink 仿真教学效果

笔者在今年机电传动控制教学中首次运用 Simulink 仿真模拟软件进行辅助教学，教学效果非常好，提高了学生的学习兴趣。

Simulink 仿真教学只要一台计算机，不需要更多的实验设备，是非常经济、便捷的一种教学方式，学生可

以做各种电动机的仿真模拟实验。

通过仿真模型将抽象的理论知识非常直观地展现出来，能够将电动机的相关因素形象地表现出来，学生更容易掌握电动机相关知识。

Simulink 是系统建模、仿真和综合分析的集成环境虚拟仿真软件，成为多学科领域必不可少的研究平台。该软件容易学习和掌握，学生可以在课后学习 Simulink 软件，然后对课本上的例题进行仿真模拟，提高对电动机理论知识的理解，从而激发学生的学习兴趣。

### 4 结语

虚拟仿真实验不仅可以完成传统实验模式的要求，还可以克服传统实验模式的缺点和不足，并且可以提供传统方式无法实现的实验模型。实验操作技能的培养为学生创造了新的学习环境，能够更好地调动学生的学习积极性、主动性和创造性，有效地提高课程教学的质量和效果。

基金项目：湖北省教育科学规划 2020 年度一般课题。新时代民办高校课程思政实施策略研究，2020GB107。

### 参考文献：

- [1] 冯清秀, 邓星钟. 机电传动与控制 [M]. 5 版. 武汉: 华中科技大学出版社, 2010.
- [2] 徐志佳, 邓晓红. 基于 MATLAB 的机电传动控制仿真教学 [J]. 贵阳学院学报 (自然科学版), 2014, 9(03): 69-71.
- [3] 薛定宇, 陈阳泉. 基于 MATLAB/Simulink 的系统仿

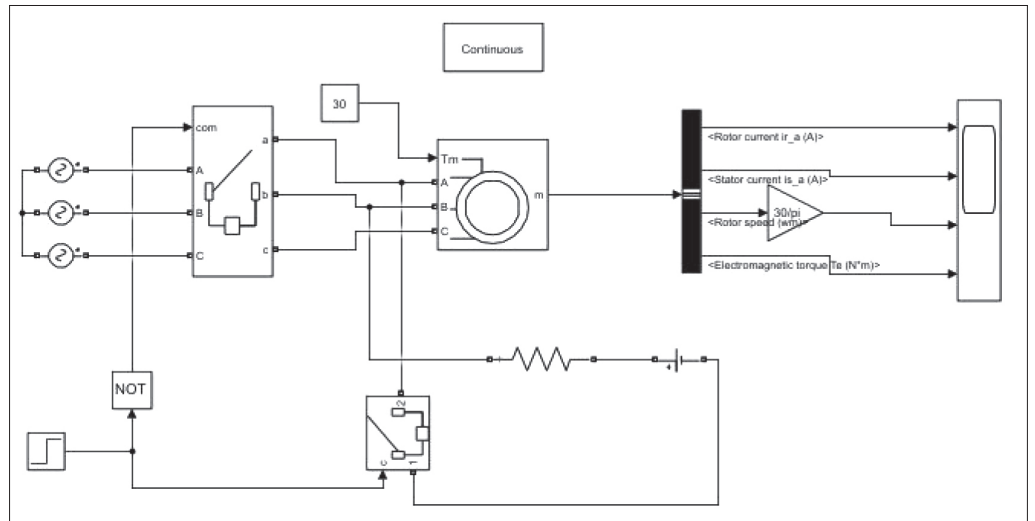


图 3 三相异步电动机能耗制动仿真模型

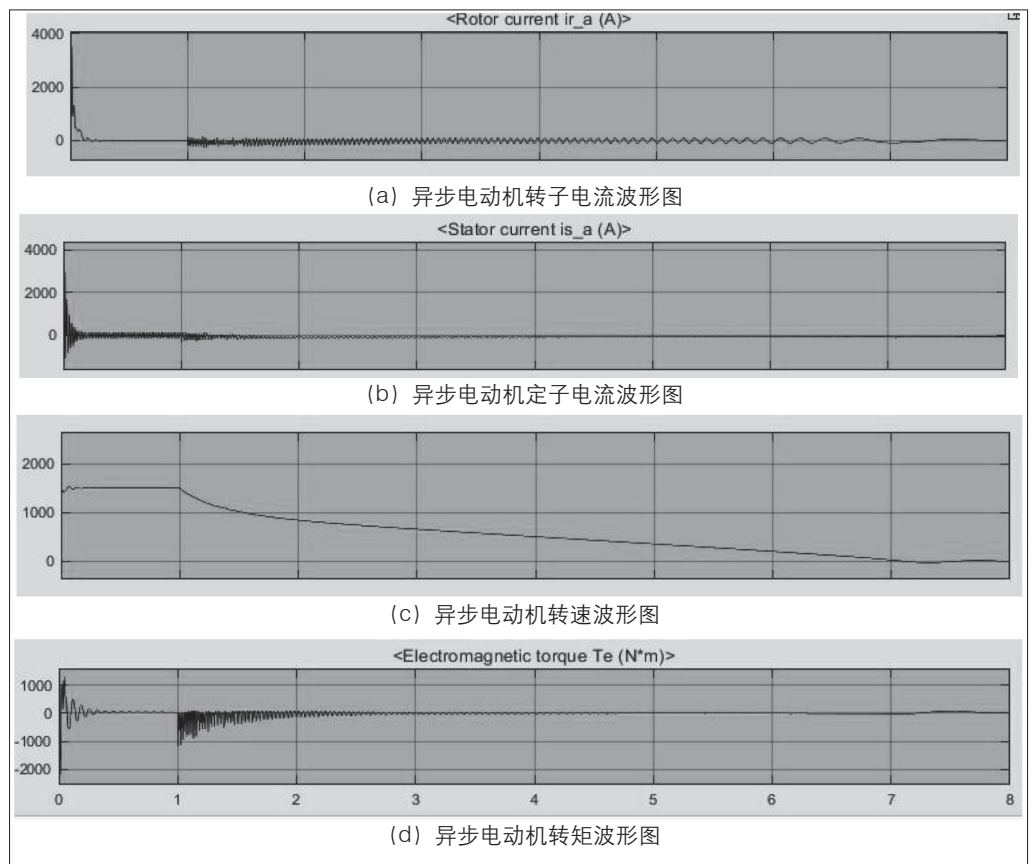


图 4 三相异步电动机能耗制动仿真模型

真技术与应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.

作者简介：邵伟 (1983.05-)，男，汉族，湖北荆州人，硕士研究生，讲师，研究方向：石油机械设计研究；梁汉优 (1979.07-)，女，壮族，广西来宾人，本科，副教授，研究方向：机械类专业课程教学改革；胡彩云 (1986.05-) 男，汉族，湖北襄阳人，硕士研究生，讲师，研究方向：工程机械研究。