昆明学院学报 2012,34(6):84~87 CN 53-1211/G4 ISSN 1674-5639
Journal of Kunming University

基于 MATLAB/SPS 的电力系统短路故障仿真与分析

王荔芳[1],周晓华[2],沈明秀[1]
(1. 昆明学院 自动控制与机械工程学院,云南 昆明 650214;
2. 广西工学院 电子信息与控制工程系,广西 柳州 545006)

摘要:应用 Matlab/Simulink 中的电力系统元件库 SimPowerSystems 构建电力系统仿真模型,设置了模型中各元件参数并对该电力系统发生多种短路故障进行仿真与分析. 结果表明,其结果符合实际理论,波形能够准确直观地考察电力系统故障的动态特性. 另外,通过不同故障间的仿真对比与分析可知,三相短路故障是电力系统中最为严重的故障,在实际生产生活中要极力避免. 由此说明 Matlab 是电力系统仿真研究的有力工具.

关键词:电力系统;短路故障;Matlab 软件;Simpowersystems 模型库
中图分类号:TP391.9;TM713 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-5639(2012)06-0084-04

Simulation and Analysis of Power System Short Circuit Fault Based on Matlab/SPS

WANG Li-fang[1], ZHOU Xiao-hua[2], SHENG Ming-xiu[1]
(1. College of Automatic Control and Mechanical Engineering, Kunming University, Yunnan Kunming 650214, China;
2. Department of Electronic Information and Control Engineering, Guangxi University of Technology, Guangxi Liuzhou 545006, China)

Abstract: We established a power system simulation model by using SimPowerSystems Block set in Matlab/Simulink, and set the parameters of various components in the model and simulated and analyzed various faults of the power system. The results show that the results are in line with the actual theory and the waveform can be accurately and visually inspect the dynamic characteristics of the power system fault. In addition, by the contrast and analysis between different short circuit faults, we can obtain a result that the three-phase short circuit fault is the worst situation in the faults of power system. So this situation should be avoided as far as possible in actual manufacture and life. So it showed that Matlab is a powerful tool for the simulation studies of power system.

Key words: power systems; short circuit fault; Matlab software; Simpowersystems model base

随着电力工业的迅速发展,电力系统的规模不断扩大,系统的结构和运行方式越来越复杂,由此也导致了许多大型电力科研实验很难进行,特别是电力系统中对设备和人员等危害较大的事故故障实验,例如短路故障. 因而电力系统数字仿真就成为电力系统研究、规划和设计的重要手段. 在 Matlab 软件中,电力系统模型可以在 Simulink 环境下直接搭建,也可以进行封装和自定义模块库,充分显现了其仿真平台的优越性[1].

1 电力系统模型

电力系统由发电厂、变电所、输电线、配电系统及负荷组成,是现代社会中最重要、最庞杂的工程系统之一. 在电力系统中,将输送和分配电能的部分称为电力网(简称为电网),它包括升压变压器、降压变压器和各种电压等级的输电线路[2],图 1[3]是动力系统、电力系统和电力网的简单示意图. 图 2 是本文选择的供电系统. 其中,发电机 G1:50 MVA,25 kV,保持恒定,Y 连接;线路 L 为 50 km;变压器 T 为 Yn/d 接法,$S_N = 20$ MVA,$U_k\% = 10.5$,$K = 110/11$ kV,在 k 处发生短路故障.

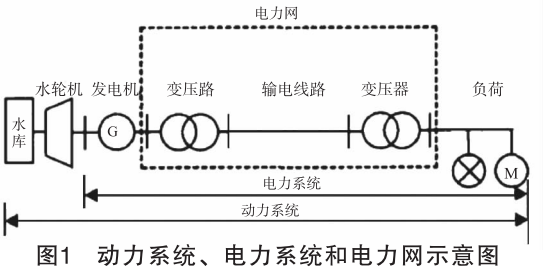


图1 动力系统、电力系统和电力网示意图

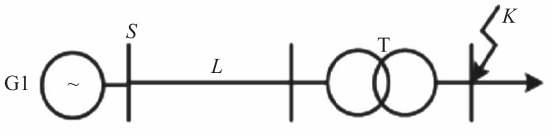


图2 电力系统接线图

收稿日期:2012-10-25
基金项目:云南省应用基础研究面上资助项目(2010ZC161);云南省教育厅科学研究基金重点资助项目(2010Z027)
作者简介:王荔芳(1976—),女,云南宣威人,副教授,硕士,主要从事电力系统运行与控制研究;周晓华(1976—),男,云南牟定人,副教授,硕士,主要从事供配电技术、智能优化控制研究.

2　电力系统仿真模型的建立与分析

2.1　电力系统仿真模型

在 Matlab 环境下,键入 Simulink 命令后,打开 Simpowersystems 模型库,在新建模型窗口中直接加入所需要的模块,经模块连接后得到图 2 所示电力系统的仿真模型[4],如图 3 所示.

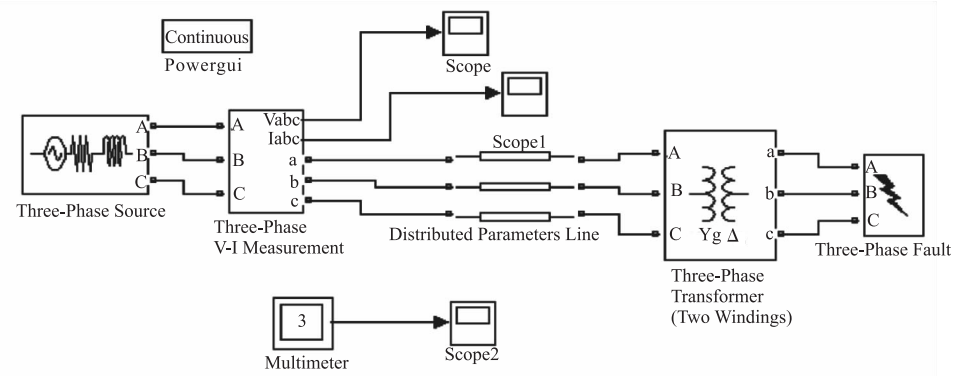


图3　电力系统仿真模型

2.2　仿真参数设置

参数的设置将影响仿真结果的可靠性. 系统中元件的主要参数设置如下:

1)三相电源:额定容量电压 50 MVA,额定电压为 25 kV,A 相初始相位为 0,频率为默认 60 Hz 不变,Y 型接法.

2)输电线路:线路长度 50 km,其余参数保持为默认值不变.

3)双绕组变压器 T:110/11 kV,SN = 20 MVA.

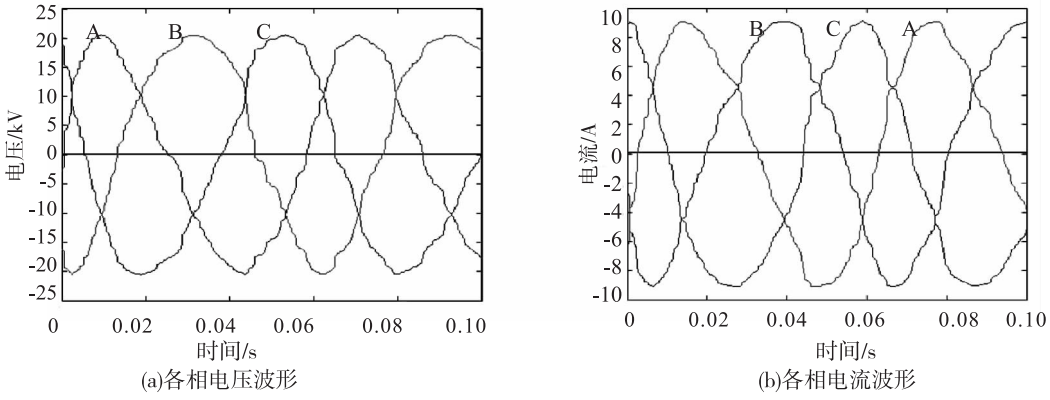
4)三相短路故障发生器:0.02 s 发生短路,0.05 s 排除故障.

5)仿真参数的设置:起始时间为 0 s,终止时间为 0.1 s,变步长,Matlab 针对刚性系统(如发电机等)提供了 ode15s,ode23s,ode23t 与 ode23tb 等算法. 本文采用 ode15s 算法[5-6].

2.3　仿真结果分析

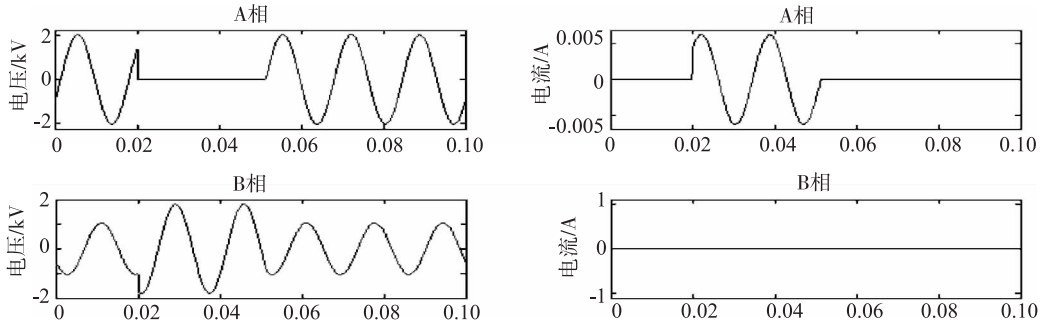
2.3.1　A 相接地短路故障分析

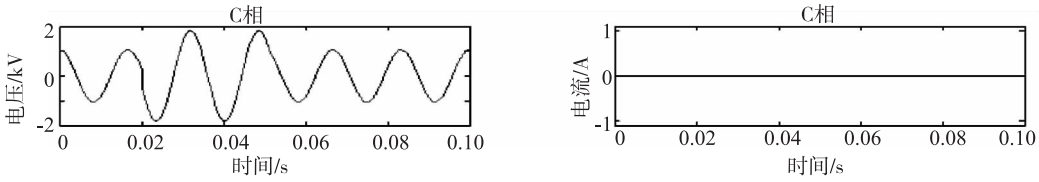
在三相故障模块中,勾选 Phase A Fault,Ground Fault 选项即可实现 A 相接地短路模型. 仿真结果如图 4、图 5 所示.



(a)各相电压波形　　(b)各相电流波形

图4　A相接地短路时发电机端的各相电压、相电流波形





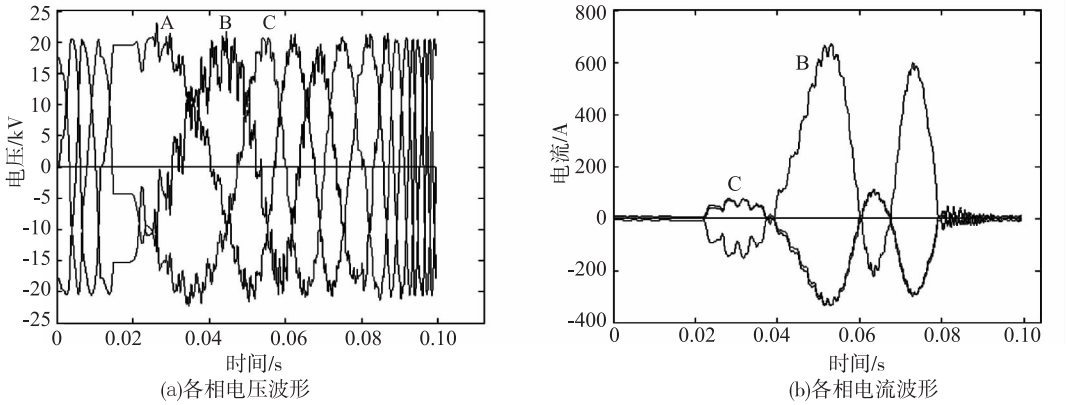
(a)各相电压波形 (b)各相电流波形

图5 A相接地短路时故障点的各相电压、相电流波形

由图 4、图 5 可知，当在 0.02 ~ 0.05 s 时间内发生 A 相接地短路时，则 A 相对地电压迅速降为零，B 相和 C 相的相电压波形基本上没有发生变化；A 相电流迅速增大为短路电流，B 相和 C 相电流没有变化，始终为 0 A；发电机端的电压、电流有一些波动，但是没有发生显著的变化. 故障切除后，故障点 A 相电压波动恢复正弦波形，电流迅速变为 0 A.

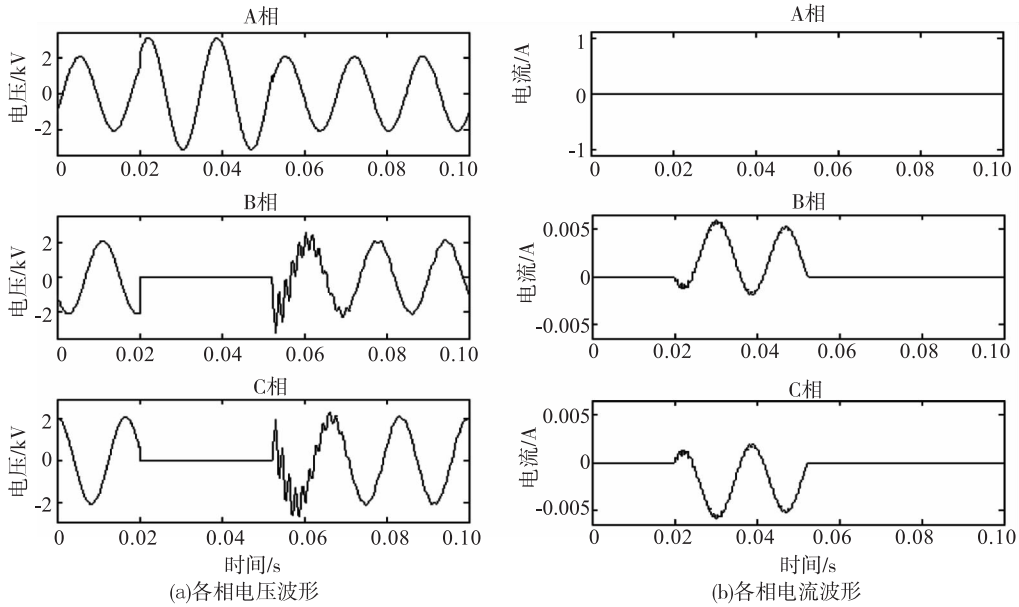
2.3.2 BC 两相接地短路故障分析

在三相故障模块中，勾选 Phase B Fault，Phase C Fault，Ground Fault 选项即可实现 BC 两相接地短路模型. 仿真结果如图 6、图 7 所示.



(a)各相电压波形 (b)各相电流波形

图6 BC两相接地短路时发电机端的各相电压、相电流波形



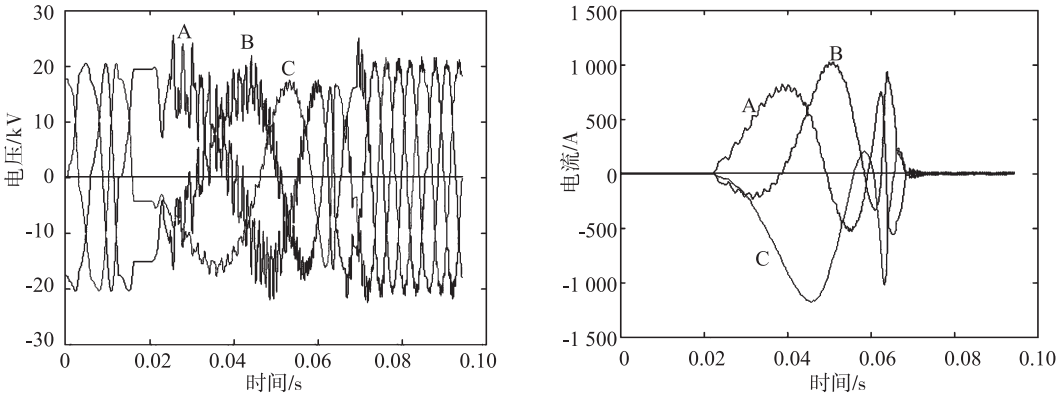
(a)各相电压波形 (b)各相电流波形

图7 BC两相接地短路时故障点的各相电压、相电流波形

由图 6、图 7 可知，在稳态时，由于三相电路短路故障发生器处于断开状态，所以故障点 B 相、C 相电流幅值为 0 A. 在 0.02 ~ 0.05 s 故障时间内，故障点 B，C 两相电压突然变为 0 V，电流发生变化，B，C 两相相中的短路电流总是大小相等，方向相反，呈正弦波形变化. 在 0.05 s 时，排除了故障，此时故障点 B 相、C 相电流迅速变为 0 A，电压恢复为正弦波. 另外，故障期间发电机端的电压、电流发生急剧的变化.

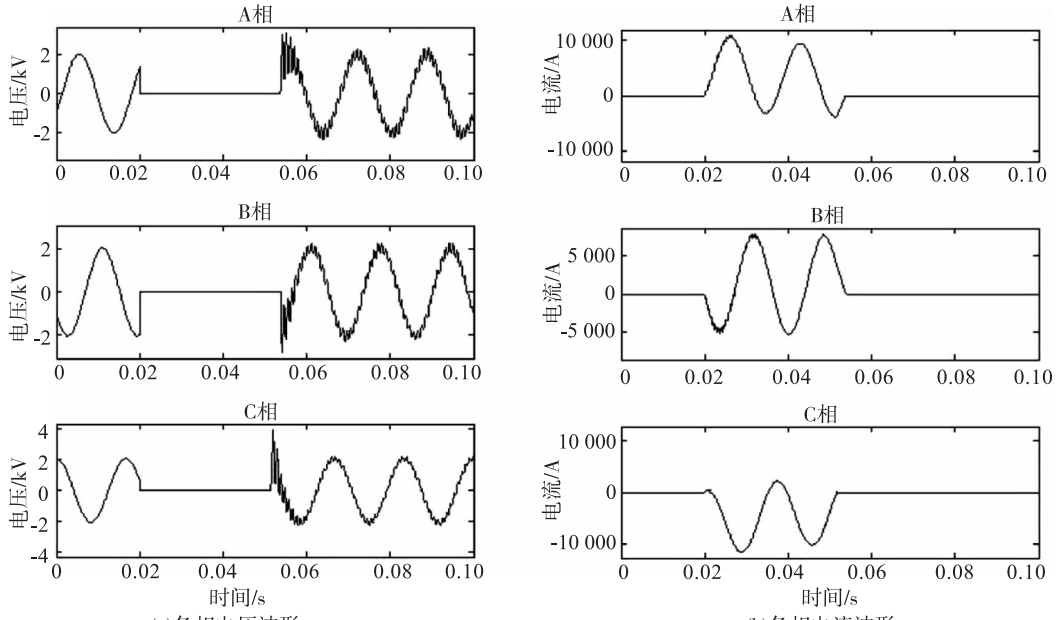
2.3.3 三相短路故障分析

在三相故障模块中，勾选 Phase A Fault，Phase B Fault，Phase C Fault 选项即可实现三相短路模型. 仿真结果如图 8、图 9 所示.



(a)各相电压波形　　(b)各相电流波形

图8　ABC三相短路时发电机端的各相电压、相电流波形



(a)各相电压波形　　(b)各相电流波形

图9　ABC三相短路时故障点的各相电压、相电流波形

由图 8、图 9 可知,发生三相短路之前,系统处于稳定运行的工作状态,三相电流、电压对称. 在 0.02 s 时发生三相短路故障,A 相、B 相、C 相三相电压迅速下降为 0 V;A 相、B 相、C 相三相电流迅速上升为短路电流,且保持三相对称,由此可知此三相短路为对称性短路. 故障排除后,三相电压、电流迅速恢复到新的稳态,此时系统又恢复到三相对称运行的工作状态. 另外,由图 8 可知,故障发生后,发电机端电压下降,而且三相电压不再保持对称.

从以上的仿真结果可知, A 相接地短路、两相短路接地、三相短路时的波形图符合实际理论分析. 另外,通过不同故障间的仿真对比与分析可知,三相短路故障是电力系统中最为严重的故障,在实际生产生活中要极力避免.

3　结语

本文以一个简单电力系统为建模对象,在 Simulink下,建立了电力系统的基本模型,并对 3 种短路故障进行了仿真分析. 结果表明,仿真波形能够准确直观地考察电力系统故障的动态特性,得到了理想的仿真效果,仿真波形结果符合实际理论分析,由此说明,Matlab 是进行电力系统仿真和系统研究的有力工具,能为电气工作者提供了一种简便、直观、有效的仿真研究手段.

[参考文献]

[1]于群,曹娜. MATLAB/Simulink 电力系统建模与仿真[M]. 北京:机械工业出版社,2011.

[2]于永源,杨绮雯. 电力系统分析[M]. 中国电力出版社,2007.

[3]孟祥萍,高嬿. 电力系统分析[M]. 北京:高等教育出版社,2004.

[4]陈众,文艺,陈小林. 基于 SimPowerSystems 的电力系统仿真与潮流分析[J]. 长沙电力学院学报:自然科学版,2004,19(3):27-34.

[5]吴天明,谢小竹,彭彬. MATLAB 电力系统设计与分析[M]. 北京:国防工业出版社,2006.

[6]何仰赞,温增银. 电力系统分析[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2002.