[打印本页] [关闭]

**电力系统**

# 基于VST的电压稳定分岔分析

**韦延方，卫志农，孙国强，周鹏程，叶芳**

河海大学 能源与电气学院，江苏省 南京市 210098

**摘要：**

介绍了一种新颖的基于Matlab的电压稳定分岔分析工具包—电压稳定工具包(voltage stability toolbox，VST)。详述了该工具包用户友好图形接口界面和源代码开放的特点。基于数值和符号计算，该工具包采用Newton-Raphson和Newton-Raphson-Seydel 的组合算法，旨在研究电力系统中的电压稳定和分岔问题，其主要功能包括潮流计算、分岔分析、奇异性和特征根分析、动态时域仿真等。VST非常有助于理解电力系统的电压稳定和非线性分岔现象，使用该工具对一个3机5节点系统和IEEE 30节点系统进行仿真，结果验证了该工具包用于电压稳定分析的实用性和有效性。

**关键词：** Matlab 电压稳定分析工具包 牛顿-拉夫逊法 牛顿-拉夫逊-塞德尔法 分岔分析

# A VST-Based Analysis for Voltage Bifurcation Stability

WEI Yanfang, WEI Zhinong, SUN Guoqiang, ZHOU Pengcheng, YE Fang

College of Energy and Electrical Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, Jiangsu Province, China

Abstract:

A novel Matlab-based bifurcation analysis toolbox for voltage stability, named voltage stability analysis toolbox (VST), is presented. The features of its friendly graphic interface and open source are described in detail. Based on numerical and symbolic computation, a combinational algorithm integrating Newton-Raphson method and Newton-Raphson-Seydel method is adopted to research the bifurcation and voltage stability problems. Main functions of VST include power flow calculation, bifurcation analysis, singularity and eigenroot analysis, dynamic time-domain simulation and so on. VST contributes to understand power system voltage stability and nonlinear bifurcation phenomena. Simulation results of a 3-machine 5-bus system and IEEE 30-bus system verify the practicability and effectiveness of the presented toolbox in voltage stability analysis.

Keywords: Matlab voltage stability analysis toolbox (VST) Newton-Raphson method Newton-Raphson-Seydel method bifurcation analysis

**通讯作者：** 卫志农

**作者简介：**

**作者Email:** Wzn_nj@263.net.

**参考文献：**

[1] 赵兴勇，张秀彬，苏小林．电力系统电压稳定性研究与分岔理论[J]．电工技术学报，2008，23(2)：87-95． Zhao Xingyong，Zhang Xiubin，Su Xiaolin．Voltage stability studies and bifurcation theory in power systems[J]．Transactions of China Electrotechnical Society，2008，23(2)：87-95(in Chinese)．

[2] 彭志炜，胡国根，韩祯祥．基于分叉理论的电力系统电压稳定性分析[M]．北京：中国电力出版社，2005：1-39． [3] 李华强，刘亚梅，Yorino N．鞍结分岔与极限诱导分岔的电压稳定性评估[J]．中国电机工程学报，2005，25(24)：56-60． Li Huaqiang，Liu Yamei，Yorino N．Voltage stability assessment for saddle node bifurcation and limit induced bifurcation[J]．Proceedings of the CSEE，2005，25(24)：56-60(in Chinese)． [4] 王庆红，周双喜．电力系统微分代数模型奇异诱导分岔分析[J]．中国电机工程学报，2003，23(7)：18-22． Wang Qinghong，Zhou Shuangxi．Singularity induced bifurcation in power system

differential algebraic model[J]. Proceedings of the CSEE，2003，23(7)：18-22(in Chinese)． [5] 薛禹胜，周海强，顾晓荣．电力系统分岔与混沌研究述评[J]．电力系统自动化，2002，26(16)：9-15． Xue Yusheng，Zhou Haiqiang，Gu Xiaorong. A review of bifurcation and chaos researches in power systems[J]. Automation of Electric Power Systems，2002，26(16)：9-15(in Chinese)． [6] 庄慧敏，肖建．直接计算动态电压稳定Hopf分岔点的方法[J]．电网技术，2009，33(17)：91-95． Zhuang Huimin，Xiao Jian. A method to directly calculate Hopf bifurcation point of dynamic voltage stability[J]. Power System Technology，2009，33(17)：91-95(in Chinese)． [7] 王庆红，周双喜，胡国根．电力系统微分代数模型奇异诱导分岔点的搜索及其理论分析[J]．电网技术，2003，27(11)：13-17． Wang Qinghong，Zhou Shuangxi，Hu Guogen. Tracing of singularity induced bifurcation in power system differential algebraic equation model and its theoretical analysis[J]. Power System Technology，2003，27(11)：13-17(in Chinese)． [8] 徐琼璟，徐政．PSS/E中的风电机组通用模型概述[J]．电网技术，2010，34(8)：176-182. Xu Qiongjing，Xu Zheng. A survey on general models of wind turbine generators in PSS/E[J]. Power System Technology，2010，34(8)：176-182(in Chinese)． [9] 徐伟宗，唐昆明．基于导数法的故障行波波头识别改进算法[J]．电网技术，2010，34(1)：198-202． Xu Weizong，Tang Kunming. An improving derivation algorithm to recognize wave heads of fault generated traveling waves[J]. Power System Technology，2010，34(1)：198-202(in Chinese)． [10] 冯双磊，赵海翔，任普春，等．基于PSCAD/EMTDC的双馈式变速恒频风电机组动态模型仿真[J]．电网技术，2007，31(17)：30-35． Feng Shuanglei，Zhao Haixiang，Ren Puchun，et al. PSCAD/EMTDC based simulation study on dynamic model of doubly-fed variable speed wind turbine[J]. Power System Technology，2007，31(17)：30-35 (in Chinese)． [11] Milano F. An open source power system analysis toolbox[J]. IEEE Transactions on Power Systems，2005，20(3)：1199-1206． [12] 常勇，徐政，王超．基于Matlab 的电力系统分析工具包PSAT及其有效性检验[J]．电力自动化设备，2007，27(7)：102-105． Chang Yong，Xu Zheng，Wang Chao. Matlab-based power system analysis toolbox and its validity check[J]. Automation of Electric Power Systems，2007，27(7)：102-105(in Chinese)． [13] Zimmerman R D，Murillo-Sanchez C E，Thomas R J. MATPOWER：steady-state operations，planning and analysis tools for power systems research and education[J]. IEEE Transactions on Power Systems，2010，26(1)：12-19． [14] The Mathworks. SimPowerSystems User's Guide (Version 4.0)[Z]. USA：The Mathworks，2004． [15] Chow J H，Cheung K W. A toolbox for power system dynamics and control engineering education and research[J]. IEEE Transactions on Power Systems，1992，7(4)：1559-1564． [16] Abur A，Magnago F，Lu Y. Educational toolbox for power system analysis[J]. IEEE Computer Applications in Power，2000，13(4)：31-35． [17] Kwatny H G，Yu Xiaoming，Nwankpa C. Local bifurcation analysis of power systems using MATLAB[C]//Proceedings of the 4th IEEE Conference on Control Applications. New York：IEEE，1995：57-62． [18] Ayasun S，Nwankpa C O，Kwantny H G. Numerical issues in the location of singularity-induced bifurcation points[C]//IEEE Power Engineering Society 1999 Winter Meeting. New York：IEEE，1999：707-712． [19] Ayasun S，Nwankpa C，Kwatny H G. Enhanced visualization of power system stability limits imposed by singularity induced bifurcations [C]//Proceedings of the 2000 IEEE International Symposium on Circuits and Systems. Geneva，Switzerland：IEEE，2000：229-232． [20] Ayasun S，Dafis C，Nwankpa C O，et al. Symbolic analysis and simulation for power system dynamic performance assessment[C]// IEEE Power Engineering Society General Meeting. Atlanta，GA：IEEE，2005：823-831． [21] Ayasun S，Nwankpa C O，Kwatny H G. Voltage stability toolbox for power system education and research[J]. IEEE Transactions on Education，2006，49(4)：432-442． [22] Seydel R. Numerical computation of branch points in nonlinear equations[J]. Numerische Mathematik，1979，33：339-352． [23] Praprost K L，Loparo K A. An energy function method for determining voltage collapse during a power-system transient[J]. IEEE Transactions on Circuits System，1994，41(10)：635-651． [24] Ayasun S，Nwankpa C O，Kwatny H G. Computation of singular and singularity induced bifurcation points of differential algebraic power system model[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems，2004，51 (8)：1525-1538.

## 本刊中的类似文章

1．胡亚平 吕飞鹏 李运坤 钟俊毅 肖海宝.带快速接地开关的线路单相自动重合闸判别原理[J]. 电网技术, 2010,34(3)：178-182

2．李亚楼 吴中习 .Matlab模型接入PSASP暂态稳定计算模块的方法[J]. 电网技术, 2008,32(19)：31-36

3．张 蕊|刘新正|毕潇昳|郭 英.YN/V联结阻抗匹配平衡牵引变压器的仿真建模[J]. 电网技术, 2007,31 (Supp2)：43-46

4．李 刚|黄海桥.基于MATLAB的永磁无刷直流电机仿真研究[J]. 电网技术, 2007,31(Supp)：224-226

5．唐 虹|黄茜汀|唐万忠 |许自杰 |李安奇 .基于Simulink的飞机电源系统建模与仿真[J]. 电网技术, 2007,31 (19)：87-90

6．王冰 张润和 韩铮 刘晓宇 .开关电源系统仿真研究[J]. 电网技术, 2008,32(26)：16-19

7．王建元|师 旭|师耀林|赵 阳.VB与Matlab混合编程在电力系统短路计算中的应用[J]. 电网技术, 2007,31 (Supp2)：143-146

8．李亚楼 吴中习 .Matlab模型接入PSASP潮流计算模块的方法[J]. 电网技术, 2008,32(13)：20-24

9．王蕊1 刘肇旭 宋新立 孙华东.基于Matlab的大型火电机组一次调频特性仿真[J]. 电网技术, 2009,33(14)：

10. 吴义纯 丁明.风电引起的电压波动与闪变的仿真研究[J]. 电网技术, 2009,33(20): 125-130