电网技术 2011, 35(4) 40-45 DOI: ISSN: 1000-3673 CN: 11-2410/TM



电力系统

# 基于辛龙格-库塔-奈斯通方法的电力系统暂态稳定性并行计算方法

**汪芳宗,何一帆**

三峡大学 电气与新能源学院，湖北省 宜昌市 443002

**摘要:**

并行计算是实现大规模电力系统实时分析计算及控制的有效途径。将s级2s阶的辛Runnge-Kutta-Nystrom方法用于经典模型情况下的电力系统暂态稳定性计算，利用矩阵分裂技巧以及矩阵求逆运算的松弛方法，导出了一种新的暂态稳定性并行计算方法。该方法具有内在的时间并行特性和超线性收敛性。基于IEEE 145节点系统的仿真测试结果表明，该算法在保持相同或更高的计算精度的前提下，具有与传统的时间并行严格牛顿计算方法相当的收敛性。有关算法具体的并行装配及相关验证结果另文发表。

**关键词:** 电力系统暂态稳定性 辛几何算法 并行算法 矩阵分裂 松弛牛顿法

## A Parallel Computational Method for Power System Transient Stability Based on Symplectic Runge-Kutta-Nystr?m Method

WANG Fangzong ,HE Yifan

School of Electrical Engineering and Renewable Energy, China Three Gorges University, Yichang 443002, Hubei Province, China

Abstract:

Parallel computation is an effective approach to real-time simulation and on-line control of large-scale power systems. In this paper, the s-stage 2s-order symplectic Runge-Kutta-Nystrom method is adopted for transient stability computation of power system using classic model. By an artful splitting of Jacobian matrix and using relaxation technique of matrix inverse, a new parallel algorithm has been derived. The proposed algorithm is of inherently parallel-in-time, and has super-linear convergence. Through numerical simulation where the IEEE 145-bus power system is used, the proposed algorithm has been tested and compared with the conventional parallel-in-time Newton approach using implicit trapezoidal rule. The simulation results show that, the proposed algorithm has the compatible convergence rate and better accuracy with conventional parallel-in-time Newton method. The practical implementation results respectively based on GPU and reconfigurable FPGA will be presented in another paper.

Keywords: power system transient stability symplectic algorithm parallel algorithm matrix splitting relaxed Newton method

**收稿日期** 2010-04-12 **修回日期** 2010-09-10 **网络版发布日期** 2011-04-12

DOI:

**基金项目**:

国家自然科学基金项目(50977052)。

**通讯作者**: 汪芳宗

**作者简介**:

**作者Email**: fzwang@ctgu.edu.cn



**参考文献:**

[1] 常辉，刘文颖，行舟，等．电力系统暂态稳定计算的在线应用[J]．电网技术，2007，31(13)：54-58．Chang Hui，Liu Wenying，Xing Zhou，et al．Online application of power system transient stability computation[J]．Power System Technology，2007，31(13)：54-58(in Chinese)． [2] 孙闻，房大中，薛振宇．电力系统在线暂态稳定分析方法[J]．电网技术，2009，33(14)：16-20． Sun Wen，Fang Dazhong，Xue Zhenyu．A method for on-line analysis of power system transient stability[J]．Power System Technology，2009，33(14)：16-20(in Chinese)． [3] 李亚楼，周孝信，吴中习．基于PC机群的电力系统机电暂态仿真并行算法[J]．电网技术，2003，27(11)：6-12． Li Yalou，Zhou Xiaoxin，Wu Zhongxi．

Personal computer cluster based parallel algorithms for power system electromechanical transient stability simulation[J]．Power System Technology，2003，27(11)：6-12(in Chinese)． [4] 洪潮，沈俊明．电力系统暂态稳定计算的一种空间并行算法[J]．电网技术，2000，24(5)：20-24． Hong Chao，Shen Junming．A parallel-in-space algorithm for power system transient stability simulation[J]．Power System Technology，2000，24(5)：20-24(in Chinese)． [5] 王成山，张家安．基于支路分割和区域迭代的暂态稳定性仿真并行算法[J]．电网技术，2004，28(1)：22-26． Wang Chengshan，Zhang Jia'an．Parallel algorithm for transient stability simulation based on branch cutting and subsystem iterating [J]．Power System Technology，2004，28(1)：22-26(in Chinese)． [6] 吉兴全，王成山．电力系统并行计算方法比较研究[J]．电网技术，2003，27(4)：22-26． Ji Xingquan，Wang Chengshan．A comparative study on parallel processing applied in power system[J]．Power System Technology，2003，27(4)：22-26(in Chinese)． [7] Feng K．Difference schemes for Hamiltonian formalism and symplectic geometry[J]．Journal of Computational Mathematics，1986，4(3)：279-289． [8] Feng K，Qin M Z．Hamiltonian algorithms for Hamiltonian dynamical systems[J]．Progress in Natural Science，1991，1(2)：105-116． [9] 冯康，秦孟兆．哈密尔顿系统的辛几何算法[M]．杭州：浙江科学技术出版社，2003：185-239． [10] Sun Geng．Construction of high order symplectic Runge-Kutta methods[J]．Journal of Computational Mathematics，1993，11(3)：250-260． [11] 肖爱国，李寿佛．辛Runge-Kutta方法的特征与构造[J]．高等学校计算数学学报，1995，17(3)：213-222． Xiao Aiguo，Li Shoufu．Characterization and construction of symplectic Runge-Kutta methods[J]．Numerical Mathematics Journal of Chinese Universities，1995，17(3)：213-222(in Chinese)． [12] Sun Geng．A simple way constructing symplectic Runge-Kutta methods[J]．Journal of Computational Mathematics，2000，18(1)：61-68． [13] 肖爱国．辛Runge-Kutta-Nystr?m方法[J]．湘潭大学自然科学学报，1997，19(1)：5-7． Xiao Aiguo．Symplectic Runge-Kutta-Nystr?m methods[J]．Natural Science Journal of Xiangtan University，1997，19(1)：5-7(in Chinese)． [14] 文立平．一类对角隐式辛Runge-Kutta-Nystr?m方法[J]．湘潭大学自然科学学报，1998，20(2)：1-4． Wen Liping．A class of diagonally implicit symplectic Runge-Kutta- Nystr?m methods[J]．Natural Science Journal of Xiangtan University，1998，20(2)：1-4(in Chinese)． [15] 陈全发，肖爱国．Runge-Kutta-Nystr?m方法的若干新性质[J]．计算数学，2008，30(2)：201-212． Chen Quanfa，Xiao Aiguo．Some new properties of Runge-Kutta- Nystr?m methods[J]．Mathematica Numerica Sinica，2008，30(2)：201-212(in Chinese)． [16] 李寿佛．刚性微分方程算法理论[M]．长沙：湖南科学技术出版社，1997：161-162． [17] 汪芳宗，何一帆．电力系统暂态稳定性数值计算的几种新方法及其比较[J]．电力系统保护与控制，2009，37(23)：15-19． Wang Fangzong，He Yifan．Several new numerical methods and their comparative studies for power system transient stability analysis[J]．Power System Protection and Control，2009，37(23)：15-19(in Chinese)． [18] 汪芳宗．基于高度并行松驰牛顿方法的暂态稳定性实时分析计算的并行算法[J]．中国电机工程学报，1999，19(11)：14-18． Wang Fangzong．Parallel algorithm of highly parallel relaxed Newton method for real time simulation of transient stability[J]．Proceedings of the CSEE，1999，19(11)：14-18(in Chinese)． [19] 贾志东．Hamilton系统的数值迭代方法理论[D]．北京：中国工程物理研究院，2002．

**本刊中的类似文章**

1．汪芳宗 何一帆 叶婧 .基于稀疏近似逆预处理的牛顿－广义极小残余潮流计算方法[J]. 电网技术, 2008,32(14): 50-53

2．王成山，张家安.基于支路分割和区域迭代的暂态稳定性仿真并行算法[J]. 电网技术, 2004,28(01): 22-26