

电力系统扰动后稳态频率预测直接法改进

王晓茹, 阮铮, 刘克天

(西南交通大学电气工程学院, 成都 610031)

摘要: 提出了一种新的扰动后系统稳态频率预测算法。根据直角坐标潮流二次方程及其泰勒展开式, 推导了节点注入功率增量表达式, 结合发电机调速器和负荷静态特性建立了稳态频率预测方程。利用扰动后瞬间系统广域量测数据, 直接计算系统扰动后的稳态频率。相比已有的频率稳定分析直接法, 该算法预测稳态频率的精度更高。最后, 利用 PSS/E 仿真软件, 在 WSCC9 节点系统上对提出的算法进行仿真试验, 验证了所提出算法的正确性。

关键词: 电力系统; 频率稳定; 广域测量系统; 直角坐标; 预测算法

中图分类号: TM764

Improvement of Direct Predictive Algorithm of Power System Steady Frequency after Disturbances

WANG Xiao-ru, RUAN Zheng, LIU Ke-tian

(School of Electrical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

ABSTRACT: An algorithm to predict the steady frequency of the Power System after disturbances is proposed in this paper. According to the quadratic formulation of load flow equations in rectangular coordinates and its Taylor series expansion, the expression of the increment power injected to the nodes is derived. Combined it with generators governor characteristics and loads static characteristics, the equation to solve steady frequency is set up. The WAMS data right after disturbances is used to calculate the steady frequency. Compared with the existing direct predictive algorithm of steady frequency, the proposed algorithm can provide more accurate predictive result. Finally, a simulation is conducted on a WSCC9-bus power system using PSS/E, which demonstrates the correctness of the proposed algorithm.

KEY WORDS: power system; frequency stability; wide area measurement system; rectangular coordinates; predictive algorithm

1. 引言

频率是电力系统运行的一项重要指标。历史上曾多次发生因为频率失稳导致的大停电事故。低频减载作为电力系统安全稳定控制的最后一道防线, 在国内外已经得到了广泛的应用^[1-3]。在系统或地区功率缺额严重时, 低频减载可能来不及动作导致频率崩溃^[4,5]。因此, 快速判断扰动后系统稳态频率, 有效地进行自动切负荷, 对防止频率崩溃事故具有十分重要的意义。

发电机退出运行或负荷发生较大变化时, 系统

出现有功功率不平衡, 导致发电机产生加速或减速。经过一个频率动态过程, 如果系统是稳定的, 系统频率将达到新的稳态。此时, 发电机调速器动作使得发电机机械功率发生了变化, 负荷静态频率和电压特性使得负荷功率发生了变化, 网损也相应地发生了变化, 系统达到新的有功功率平衡。

电力系统频率稳定分析可应用逐步积分法, 将潮流方程和频率动态方程迭代求解。文献^[6,7]利用动态潮流最近一次计算的雅可比矩阵因子表, 求得系统在扰动后的稳态频率, 称为电力系统频率稳定分析的直接法。广域测量系统(WAMS)为电力系统