

地区电网实时风险评估和预警模式研究

章立宗¹, 张锋明¹, 沈 谷¹, 潘凯岩², 全 瑜³, 张玉友²

(1. 绍兴电力局, 浙江 绍兴 312000; 2. 东方电子股份有限公司, 山东 烟台 264000;
3. 绍兴市科技信息研究院, 浙江 绍兴 312000)

摘要: 针对地区电网EMS在风险实时评估、预警和策略应对上的问题,研究了基于交流潮流与直流潮流混合校核技术和Web交互式风险发布技术的电网风险评估与运行方式安排辅助决策系统。结合地区电网的实际情况,重点对电网检修方式和正常方式进行了分析,提出了电网风险评估的全面解决方案和模式,包括确定检修设备、确定薄弱设备、制订风险库、确定风险等级、风险发布等关键节点技术,提出了适合地区电网应用的系统构架。现场运行情况表明,电网风险评估和预警模式方法适用于地、县两级调度系统的风险控制分析和电网运行方式安排校核,具有广泛的实用性,可以保证电网安全、稳定地运行,较好地提升用户对电网风险管控的能力。

关键词: 风险评估;检修;薄弱设备;N-1

中图分类号: TM7 文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2012)06-0705-04

Real-time risk rrsessment and pre-alarm mode study for district power grid

ZHANG Li-zong¹, ZHANG Feng-ming¹, SHEN Gu¹, PAN Kai-yan², QUAN Yu³, ZHANG Yu-you²

(1. Shaoxing Electric Power Bureau, Shaoxing 312000, China;

2. Dongfang Electronics Co., Ltd., Yantai 264000, China;

3. Shaoxing Science and Technology Information Institute, Shaoxing 312000, China)

Abstract: Aiming at the shortage of traditional energy management system in providing reasonable strategies and plans while grid equipments are in maintenance status, the algorithm mixed AC and DC flow checking technology and the interactive risk release pattern based on Web application technology were used in power grid auxiliary risk analysis system. Combining with the actual situation of district power grid and taking analysis of phenomenon that grid equipments need regular maintenance in normal operation, a comprehensive solution for grid risk assessment was presented, which contains the dealing program that composed of maintenance equipments determining, weak equipments determining, risk library building, risk level determining, risk publication and so on. The results indicate that the method of grid risk assessment and pre-alarm mode has a wide application range, and is available in risk control and analysis and grid operation mode arrangement and examination in region and county dispatching system, and grid safety and steady operation can be ensured, and user's ability to control and manage the risk in grid can also be roundly improved.

Key words: risk assessment; maintenance; weak equipment; N-1

0 引 言

随着国民经济和电网规模的发展,对地区电网电力系统运行的可靠性和经济性提出了更高的要求。一方面,电网规模不断扩大,结构越来越复杂,运行方

式灵活多变,在这种复杂的环境下,确保系统安全运行变得越来越困难;另一方面,随着电力市场化改革的推进,以及对节能降耗、环境保护的重视,作为指挥控制中心,电网掌控难度和工作量陡增,安全运行压力亟需智能化决策、快速反应能力支撑^[1-4]。

本研究分析地区电网调度对电网实时风险管控和评估的需求,提出地区电网风险评估和预警系统的建设模式和方案。地区电网风险评估和预警系统建设以电网的安全稳定控制为目标,构建基于地区电网EMS、PI数据库、SAP数据库等多数据源信息整合的电网风险评估综合数据平台,采用检修方式约束下的交流潮流与直流潮流交互算法,对电网正常运行、检修或模拟检修时分析系统可能出现的风险情况,并针对风险情况给出相应的控制措施,以有效提高电网设备运行的安全性。

1 地区电网网架分析

我国电网调度机构根据功能及管辖范围分为5级调度,即国家调度中心、网局调度中心、省级调度中心、地区调度中心及县级调度中心。其中地区调度中心主要负责采集当地网的各种信息,进行安全检测以及执行相关站点开关的远方操作、变压器分接头的调节、电力电容器的投切等。地调管辖的地区电网的网的电压等级通常由220 kV设备至10 kV设备构成。其中220 kV线路一般以环网供电方式运行,110 kV主变或线路等通常按辐射网供电方式运行。本研究提出的电网实时风险评估及预警模式处理方法充分考虑了地区电网的网架特点,具有一定的通用性。

2 基于Web的风险评估和预警模式

基于Web的风险评估和预警模式包括在线N-1安全预警、确定检修设备、确定检修设备的转移方案、确定薄弱设备、确定风险等级及风险发布等几个模块。

2.1 在线N-1安全预警

电网风险评估与运行方式安排辅助决策系统需要进行全网N-1扫描,针对全网的主要设备(包括变压器、线路、母线等)自动进行N-1扫描,计算出由每个故障引起的全网设备状态的变化,同时可根据N-1扫描结果分析当前电网可能存在的安全问题,也可以预测电网运行状态的发展趋势,得出系统在将来运行状态下潜在的不安全状况,并为选择正确的校正对策提供依据。

2.2 检修风险流程

检修风险流程如图1所示,从图1中可以看出针对检修设备的处理流程是:首先需要确定检修设备,然后根据检修设备确定相应的薄弱设备及针对检修设备制订相应的转移方案,在用户选择具体的针对检修设备的转移方案后,系统进一步给出针对薄弱设备

的转移方案,给出的原则是控制电网的风险等级在指定的风险等级范围内。

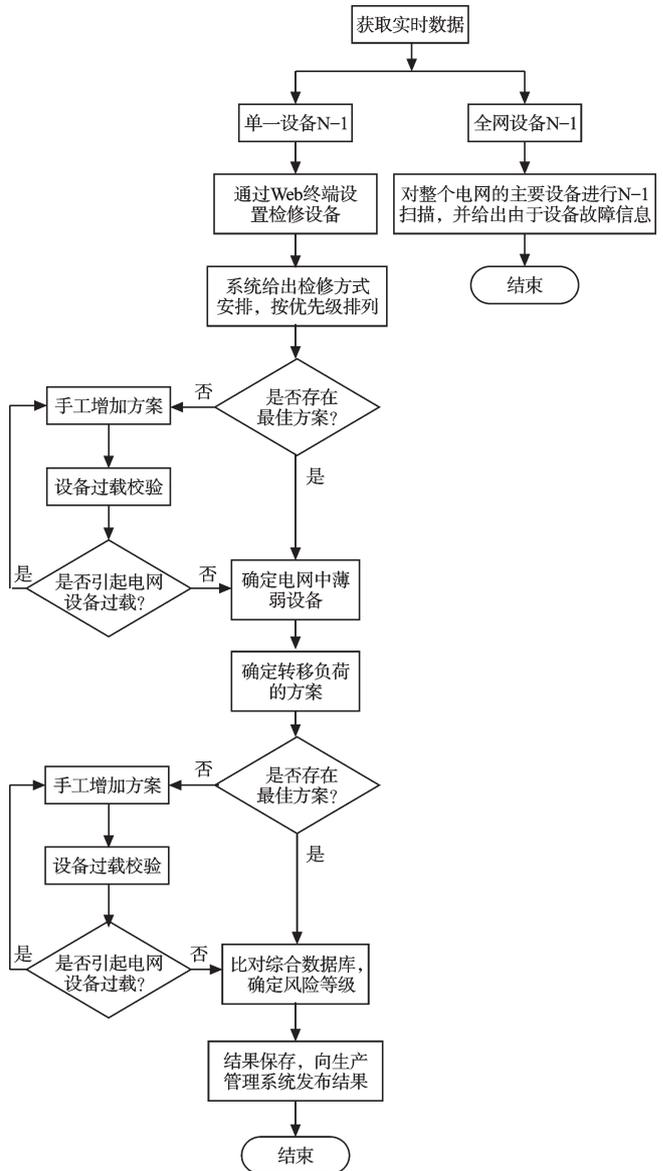


图1 检修风险分析流程

2.3 检修风险分析详细过程

2.3.1 确定检修设备及对应的转移方案

在电网拓扑基础上,断开检修设备后,本研究可根据系统接线方式、设备限额等参数及系统预安排方式进行运行方式自动安排,并通过计算得出几套方案,按优劣程度进行排名,在安排方式时充分考虑了负荷转移后另一变电所设备限额允许范围,如果超过限值,则需要进行负荷转移,文献[5-7]提出了针对过载的不同处理方法,本研究给出的方法适用于地区电网并且考虑了备自投的正确动作,调度员可以根据电网实际情况选定一套方案或通过修改得出一套最佳方案。

2.3.1.1 主变检修

如果检修设备是变压器,风险评估系统会将检修

变压器退出运行,然后进行潮流计算,判断与检修设备并行的变压器是否过载^[8],如果过载则给出过载方案(根据过载量的大小将相应的过载负荷进行转移,由别的电源点进行供电)^[9]。针对每个过载方案,本研究再进行潮流计算,校验整个网络是否还存在其他设备过载的现象。例如针对两台变压器(1#变与2#变)并列运行的情况,如果检修1#变压器,则判断2#变压器是否会发生过载,如果过载,则根据2#变压器的过载量的大小将一部分负荷进行转移,如果检修的是220 kV变压器,则操作的是对应的110 kV线路开关,将一部分110 kV变电站进行负荷转移,以消除过载现象。

如果检修的是110 kV主变,则当与其并列运行的变压器出现过载情况时,无法进行负荷转移。

2.3.1.2 110 kV线路检修

线路检修无相应的过载转移方案,第1步不需要进行潮流校核。

对双回线运行的情况,可给出相应的过载方案,即检修某条线路,校验与其并列运行的线路是否过载并给出相应的过载方案。

如果不是双回线及以上运行的情况,则无相应的过载方案。

2.3.1.3 220 kV站内110 kV母线检修

母线检修无相应的过载转移方案,第1步不需要进行潮流校核。

针对不同的检修设备,给出的转移方案通常如图2所示。

2.3.2 确定薄弱设备

所谓薄弱设备,是指电网中出现单变压器、单线路运行、单母线运行的情况。

本研究根据检修设备的类型、所属厂站、电压等级以及与检修设备同类型的设备个数来确定薄弱设备:

(1) 如果检修的是变压器,则薄弱设备是另一台与其并列运行的变压器,如果有超过2台变压器并列运行,则无薄弱设备;

(2) 如果检修设备是110 kV线路,则在确定薄弱设备时考虑功率方向,除检修线路外的另一条线路,如果功率是流向110 kV变电站的就确定其为薄弱设备,如果进线超过2条,则无相应的薄弱设备;

(3) 如果检修的是220 kV的线路,那么在确定薄弱设备时不考虑功率的方向。只要超过2条线路(不包含)即只有功率为进线方向的线路才可能为薄弱设备,如果功率为进线方向的线路超过2条,则无薄弱设备;

(4) 如果检修的设备是母线,则与母线并列运行的另外一条母线即为薄弱设备。

2.3.3 确定薄弱设备转移方案

在用户选择了不同的转移方案后,软件根据薄弱设备的不同确定最终的针对薄弱设备的转移方案^[10],方案确定的原则是控制风险等级在3星以内,将其他的负荷进行转移。

2.3.4 定义风险库

以下为浙江地区电网的典型风险库,等级越高,表明相应的风险越高,五至一星风险定义如下:

满足下列情况之一,即为五星级电网风险:

- (1) 可能造成城区减供负荷60%及以上或可能造成各县(市)城区减供负荷80%及以上;
- (2) 可能造成1座500 kV变电所全停;
- (3) 可能造成1座220 kV枢纽变电所全停或3座及以上220 kV非枢纽变电所全停;
- (4) 其他可能造成相当后果的情况。

未构成五星级电网风险,满足下列情况之一,定为四星级电网风险:

- (1) 可能造成1座500 kV变电所内220 kV及以上任一电压等级母线全停;
- (2) 可能造成2座及以上220 kV非枢纽变电所全停;
- (3) 可能造成4座及以上110 kV变电所全停;
- (4) 其他可能造成相当后果的情况。

过载方案1 (删除该方案)			
操作开关	开关名称	目标状态	操作
	直家变 直诸1514线开关	分	删除
	诸暨变 双诸1121线开关	合	删除
调整操作顺序 模拟操作			
过载描述	方案不引起设备过载		
方案信息	断开检修设备后, [直家变 2#主变]: 高端有功153.7MW, 容量180.0MVA, 以下厂站负荷被转移: 诸暨变(19.43MW); 直家变还剩下负荷值: 137.30MW.		
过载方案2 (删除该方案)			
操作开关	开关名称	目标状态	操作
	直家变 直平1515线开关	分	删除
	安平变 110kV桥开关	合	删除
	安平变 双安1120线开关	合	删除
调整操作顺序 模拟操作			
过载描述	方案不引起设备过载		
方案信息	断开检修设备后, [直家变 2#主变]: 高端有功153.7MW, 容量180.0MVA, 以下厂站负荷被转移: 安平变(<<安平变 1#主变>>: 27.14MW); 直家变还剩下负荷值: 128.54MW.		
过载方案3 (删除该方案)			
操作开关	开关名称	目标状态	操作
	直家变 直大1503线开关	分	删除
	大唐变 110kV母分开关	合	删除
调整操作顺序 模拟操作			
过载描述	方案会引起设备过载, 过载设备[暨阳变 1#主变_H], 电流为365.7A, 最大值(%80, 0)为314.9A		
方案信息	断开检修设备后, [直家变 2#主变]: 高端有功153.7MW, 容量180.0MVA, 以下厂站负荷被转移: 大唐变(<<大唐变 1#主变>>: 38.00MW); 直家变还剩下负荷值: 90.77MW.		
确定薄弱设备 过载校验			

图2 设备检修后的转移方案

未构成四星级电网风险,满足下列情况之一,定为三星级电网风险:

- (1) 可能引起1座220 kV非枢纽变电所全停;
- (2) 可能引起3座110 kV变电所全停;
- (3) 其他可能造成相当后果的情况。

未构成三星级电网风险,满足下列情况之一,定为二星级电网风险:

- (1) 可能造成1座220 kV变电所内110 kV及以上任一电压等级母线全停;
- (2) 可能造成2座110 kV变电所全停;
- (3) 可能造成35 kV高危用户停电。
- (4) 因设备停役,影响其他相关设备的稳定控制。
- (5) 其他可能造成相当后果的情况。

未构成二星级电网风险,满足下列情况之一,定为一星级电网风险:

- (1) 可能造成1座110 kV变电所全停;
- (2) 造成220 kV变电所所有110 kV联络线停役;
- (3) 220 kV变电所的110 kV母线由并列改分列,且无110 kV母联或母分备用电源自动投入装置;
- (4) 220 kV及以上双重化配置的保护中一套保护停用;
- (5) 单套备用电源自动投入装置退出;
- (6) 其他可能造成相当后果的情况。

2.3.5 确定风险等级

过载方案、薄弱设备和转移方案确定完成之后,通过选定过载方案和转移方案,便可以确定最终的风险等级。最终的风险等级的判定是根据地区电网风险预警管理办法中的风险等级的划分标准来确定的。

2.3.6 风险发布

电网风险评估结果可以在Web上进行发布,专业人员可以通过点击风险等级标志来查看相应的检修设备、薄弱设备、过载方案、转移方案、过载校验的结果以及该风险影响范围,待风险结束后,调度员可以取消风险等级标志。

3 系统构架和关键技术

3.1 系统构架

电网风险评估与运行方式安排辅助决策系统网络结构图如图3所示,由图3可见电网安全风险评估系统服务器从SCADA系统取电网模型,从PI数据库取实时数据和历史数据,实时数据主要包括遥测量和遥信量,历史数据主要为历史负荷,计算所需的设备参数取自SAP系统。风险评估服务器有独立的数据

库,因此风险评估的计算结果信息存储在自己的服务器中。系统服务器位于安全Ⅲ区,通过防火墙可以供安全Ⅳ区的用户浏览访问。

电网风险评估系统主要包括风险评估、运行方式自行安排、系统接口、Web交互、预警和参数设置模块。

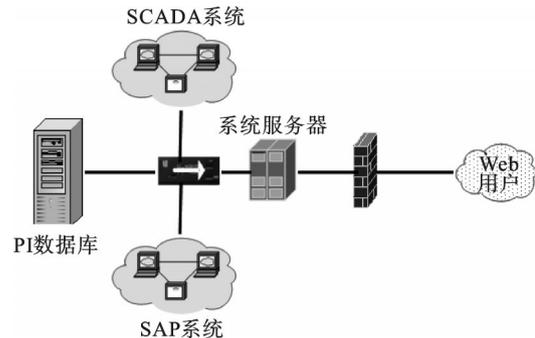


图3 系统构架

3.2 交流潮流与直流混合校核技术

由于地区电网的特点,若对220 kV主变检修或更高电压等级的设备进行检修,对应的方案往往有几十种,为了提高对方案的校核时间,本研究在潮流校核时先通过直流潮流对所有的方案进行扫描,只有在直流潮流中有越限的情况下才进行更详细的交流潮流校核^[11],从而大大提高了方案校核时间。

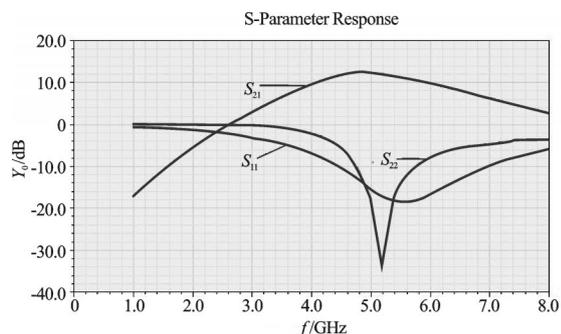
3.3 交互式风险发布技术

远方人员将风险评估结果通过Web方式发布至生产管理MIS系统,启动电网安全风险评估与控制流程。各业务部门在Web交互流程中制订相应控制措施,完成整个流程。在电网风险开始实施前,调度员在Web上发布电网风险等级标志,该标志关联显示该风险影响范围和具体的控制措施(控制措施从电网安全风险评估与控制流程中取得),待该实际风险结束后,调度员取消该标志。

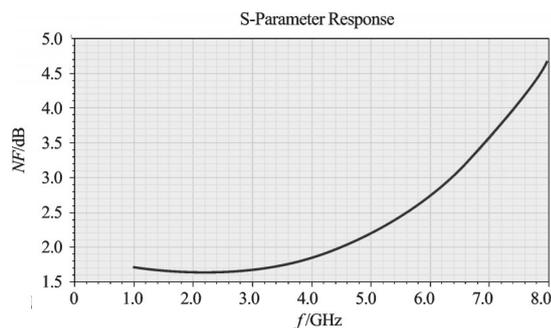
4 结束语

电网风险管理系统是确保电网安全、稳定运行的一项重要措施,通过采取技术、组织和管理上的应对措施,来控制电网异常情况,防止事故的发生,真正做到安全生产。本研究针对地区电网的实际情况提出的电网风险评估和预警模式方法适用于地、县两级调度系统的风险控制分析和校验电网运行方式安排是否适当,具有广泛的应用性。该方法是在电网检修方式下的运行方式安排和风险评估覆盖程度上具有突破性进展的研究成果,具备在同行业安全领域内的推广价值。

(下转第717页)



(a) 低噪声放大器S参数



(b) 低噪声放大器噪声系数

图5 测试结果

4 结束语

本研究设计了一个基于CHRT 0.18 μm 工艺的源级电感退化低噪声放大器,其工作于5 GHz。该低噪声放大器通过采用共源共栅结构,以及级间电感峰振技术,使得其在高频工作条件下,有效地减缓了寄生电容对信号通路的旁路,从而造成低噪声放大器关键性能的下降。本研究通过流片测试,证明了该电路拓扑方案的有效性。

参考文献(References):

- [1] LEE T. The Design of CMOS Radio Frequency Integrated Circuits[M]. 2nd ed. Cambridge University Press, 2004.
- [2] PARK J, LEE C H, KIM B S, et al. Design and analysis of low flicker noise CMOS mixers for direct down conversion receivers[J]. **IEEE Transactions on Microwave Theory and Technique**, 2006, 54(12): 4372 - 4380.
- [3] DAO V K, CHOI B G, PARK C S. Dual-band LNA for 2.4/5.2 GHz applications [C]//IEEE Asia-Pacific Microwave Conference, 2006: 413-416.
- [4] SHAEFFER D K, LEE T H. A 1.5-V, 1.5-GHz CMOS Low Noise Amplifier [C]//Symposium on VLSI Circuits, 1996: 32-33.
- [5] XUAN K, TSANG K F, LEE W C, et al. 0.18 μm CMOS dual-band low-noise amplifier for ZigBee development[J]. **Electronics Letters**, 2010, 46(1): 85-86.
- [6] NOH N M, ZULKIFLI T Z A. Study and analysis of a 0.18 μm single-ended inductively-degenerated common-source cascode LNA under post-layout corner conditions[C]//International Conference on Intelligent and Advanced Systems, 2007: 1312-1317.
- [7] HU B, YU X P, HE L N. 0.9~10 GHz low noise amplifier with capacitive cross coupling[C]//Proc. of IEEE International Conference on Ultra-wideband. Nanjing, China: [s.n.], 2010: 245-248.
- [8] FAN Xiao-hua, ZHANG Heng, SANCHEZ-SINENCIO E. A noise reduction and linearity improvement technique for a differential cascode LNA [J]. **IEEE Journal of Solid State Circuits**, 2008, 43(3): 588-599.

[编辑:张翔]

(上接第708页)

参考文献(References):

- [1] 常康, 薛峰, 杨卫东. 中国智能电网基本特征及其技术进展评述[J]. **电力系统自动化**, 2009, 33(17): 10-15.
- [2] 万秋兰. 大电网实现自愈的理论研究方向[J]. **电力系统自动化**, 2009, 33(17): 29-32.
- [3] 姚建国, 严胜, 杨胜春. 中国特色智能调度的实践与展望[J]. **电力系统自动化**, 2009, 33(17): 16-20.
- [4] 中国标准出版社第四编辑室. GB/T 13730-2002. 地区电网调度自动化系统. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [5] 郑延海, 张小白, 钱玉妹, 等. 电力系统实际时安全约束调度的混合算法[J]. **电力系统自动化**, 2005, 29(12): 49-52.
- [6] 潘凯岩, 刘仲尧, 宋学清, 等. 自动负荷控制系统在佛山电网中的应用[J]. **电力系统自动化**, 2009, 33(22): 94-97.
- [7] 李少谦, 张孟君, 妮小惠, 等. 消除330kV变压器过载的自动负荷转移控制技术[J]. **电力系统保护与控制**, 2009, 37(11): 106-108.
- [8] 潘凯岩, 刘仲尧, 宋学清, 等. 自动负荷控制系统在佛山电网中的应用[J]. **电力系统自动化**, 2009, 33(22): 94-97.
- [9] 李少谦, 张孟君, 妮小惠, 等. 消除330kV变压器过载的自动负荷转移控制技术[J]. **电力系统保护与控制**, 2007, 31(20): 106-108.
- [10] 王成相, 赵玮, 王成山, 等. 等计及不确定性的预想事故自动选择区间方法[J]. **电力系统自动化**, 2009, 33(22): 27-30.
- [11] 许自纲, 王洪, 秦晓平, 等. 直流潮流法在西部电网可靠性评估中的应用[J]. **电力系统自动化**, 2009, 25(7): 31-35.

[编辑:李辉]