

基于 WAMS 系统的甘肃陇南电网大负荷扰动试验

周喜超¹, 智勇¹, 郑伟¹, 杨梅², 王维洲¹

(1. 甘肃电力科学研究院, 甘肃 兰州 730050; 2. 甘肃省电力设计院, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 甘肃电网基于 WAMS 系统在 220 kV 早成可控串补线路进行了大负荷扰动试验。通过试验实测数据和系统稳定计算结果对比分析, 验证了系统稳定计算分析的正确性, 校验了可控串补、PSS 参数设置的合理性, 考验了成碧串补站带负荷能力。同时对甘肃陇南地区进行了小干扰稳定分析, 为早成线带 380 MW 功率运行积累了第一手资料, 保证了将碧口地区更多水电送入甘肃主网, 同时为今后科学、合理地进行电网稳定计算、运行方式安排、借助多种手段提高电网输送能力提供了理论参考依据。

关键词: 广域测量系统 (WAMS); TCSC; 大负荷; 大扰动; 稳定性

Large load disturbance test based on WAMS in Long Nan of Gansu power grid

ZHOU Xi-chao¹, ZHI Yong¹, ZHENG Wei¹, YANG Mei², WANG Wei-zhou¹

(1. Gansu Electric Power Research Institute, Lanzhou 730050, China;

2. Gansu Province Electric Power Design Institute, Lanzhou 730050, China)

Abstract: Large load disturbance of WAMS-based systems in 220 kV Zaocheng line is made. By comparing the stability calculation result and test data, the correctness of the calculation and analysis is verified, rationality of controlled series compensation and PSS parameter setting is checked, and the Cheng Bi series compensation stations with a load capacity is tested. And small disturbance stability test is made to accumulate first-hand information of 220 kV Zao Cheng line with 380 MW power operation. It will ensure more water power of the Bi Kou area be transmitted into Gansu main network, at the same time, provide a theoretical reference for the science and rational calculation of power system stability, operation mode arrangement, using various means to improve the power transmission capacity in future.

Key words: WAMS; TCSC; large load; large disturbance; stabilization

中图分类号: TM712 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)12-0129-03

0 引言

甘肃陇南南部地区水电资源丰富且开发便利, 整个甘肃南部区域矿产资源丰富, 工业发展迅猛, 但是陇南南部地区与南部主网只有一条 220 kV 早成线相连, 输送通道受阻, 制约了电力和其它工业的发展, 如何利用现有条件, 最大限度提高 220 kV 早成线输送能力便是电网的紧急课题。

目前甘肃电网大部分运行节点都已配置了同步相量测量单元 (Phasor Measurement Unit, PMU), 基于此构成了厂站、省调、网调三级 WAMS 系统, 且已有一定的 WAMS 运行和使用经验, 能够准确实现电力系统各节点动态数据的同步采集^[1-2], 为此次大

负荷扰动分析奠定了坚实的基础。本文通过对比仿真计算结果和现场试验数据, 验证了计算分析的正确性, 校验了可控串补、PSS 参数设置的合理性, 为早成线带 380 MW 功率的能力积累了第一手资料, 保证了将碧口地区更多水电送入甘肃主网, 同时也为今后科学地、合理地、正确地进行电网稳定计算、安排运行方式积累宝贵的基础资料。

1 陇南电网简介

220 kV 早成线全长 136.9 km, 2004 年 12 月国内第 1 套可控度以及综合补偿度最高的串补装置在其成县侧的成县变投运, 容量 95.3 Mvar, 可控串补度 50%, 可控功能可以投退。其早阳侧的早阳变通过 220 kV 早碧线与 2 km 之隔陇南南部最大电源支撑点碧口水电厂(3×100 MW)相连, 通过 110 kV 系

基金项目: 甘肃省电力公司科技项目 (2008406022)

统与汉坪嘴水电站(3×24 MW)、金口坝水电站(2×14 MW)相连(具体见图1),上述电站均可进行机组 PSS 功能投退。

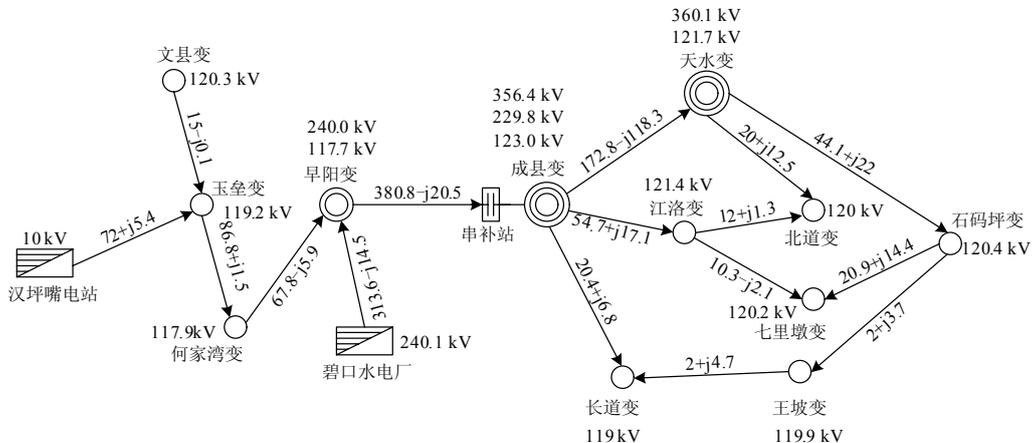


图1 陇南南部电网系统试验初始潮流

Fig. 1 Original flow of south of Longnan power grid test

2 仿真分析与现场试验

2.1 仿真计算条件

a) 发电机模型

碧口水电厂#1~#3 机组和汉坪嘴电站#1~#3 机组的发电机励磁调节器及 PSS 模型采用了实测参数。

b) 负荷模型

稳定计算中采用了 2007 年西北网调整后的负荷模型,发电厂:恒定阻抗 40%+电动机 60%;普通变电站:恒定阻抗 70%+电动机 30%;高耗能负荷:恒定电流 90%+电动机 10%;铁合金负荷:恒定阻抗 90%+电动机 10%。

c) 故障类型和故障切除时间

故障类型:早成线单相瞬跳故障。计算中单相瞬跳故障的重合时间为 0.9 s。

2.2 稳定判据

电力系统稳定包括功角稳定、电压稳定和频率稳定。

a) 功角稳定

系统发生故障后,在同一交流系统中任意两台机组间的相对角度摇摆曲线呈减幅振荡。

b) 电压稳定

系统发生故障后,电网枢纽点和主要负荷节点的电压低于 0.75 pu 的持续时间在 1 s 以内,而且动态过程中,枢纽点母线和主要负荷结点的电压都能够恢复到 0.8 pu 以上,视为稳定,否则视为不稳定。

c) 频率稳定

在采取切机、切负荷措施后,不发生系统频率

崩溃,并且频率能够恢复到正常范围,不影响大机组的安全。

2.3 数据分析

早成线的功率极限与串补的投退密切相关,通过 PSASP 软件计算结果暂稳极限如表 1。

表 1 早成线输电能力仿真结果

Tab.1 Simulation result of Zao Cheng line transmission limit

序号	运行方式	暂稳极限/MW	备注
1	串补退出	245	按热稳定极限控制
2	串补投固定	310	按热稳定极限控制
3	串补投可控	380	按热稳定极限控制

通过扰动试验观察系统动态响应,是了解和掌握系统特性,从而提高输送能力的重要手段^[3-5]。本扰动试验为校验早成线带 380 MW 功率运行的能力,在 220 kV 早成线成县变侧进行了单相瞬跳故障扰动试验,可控串补投可控,分别在汉坪嘴、碧口水电厂机组 PSS 投入和退出运行两种方式、早成线潮流 380 MW 工况下进行了现场试验,试验初始潮流见图 1。借助于 WAMS 中碧口水电厂、早阳变和成县变的 PMU 装置及其它测试手段录取了大扰动时系统实际的动态过程

WAMS 系统的记录功能实时、准确的反映了跳闸瞬间各发电机及母线功角波动的情况,为电网的实时监控提供了准确的数据,图 2 为碧口水厂机组 PSS 全部投入运行时早成线成县侧开关 A 相点跳一。

重合试验的理论计算值与实际测量值对比图,图中母线电压和早成线有功功率呈现出较好的一致性。

大负荷试验期间, 可控串补装置一次设备、二次控保系统以及水冷系统均运行良好, 无任何异常现象。点跳试验中, 可控串补装置调节行为正确, 强补功能和 POD 功能均正常发挥了作用, 提高了系统的稳定水平, 抑制了功率振荡。

大负荷试验数据显示结果校验了在 PSS 及 TCSC 的有利支撑下, 早成线潮流增加到 380 MW 后, 系统仍然可以保持稳定、经济运行。

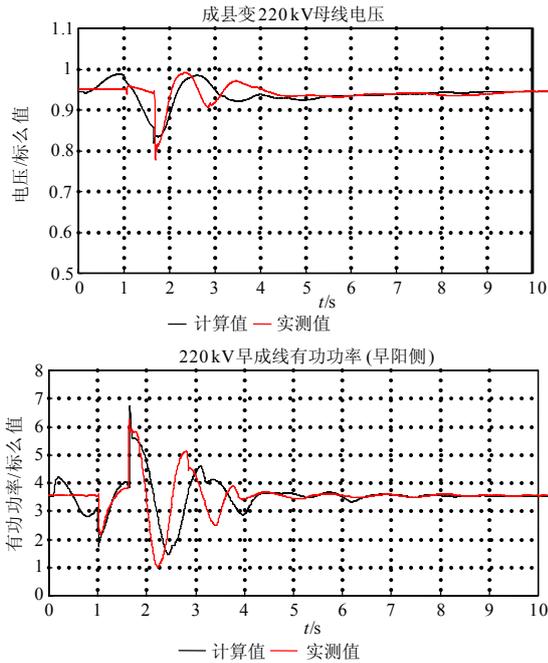


图 2 碧口 PSS 投入运行时对比图

Fig.2 Comparison chart of Bikou PSS put into operation

220 kV 早成线输电距离长, 负荷重, 与主网联系弱, 低频振荡是影响输送功率的又一问题, 为该校核地区的低频振荡问题, 特在下面工况下进行了该地区小干扰稳定分析: 碧口水电厂 #1 机出力 80 MW, #2、#3 机及汉坪嘴水电均满发, 220 kV 早成线潮流 380 MW, 碧口 #1 机突增 20 MW 出力, PSS 投入和退出条件下计算结果如表 2 所示。仿真结果显示碧口水电厂及汉坪嘴电厂 PSS 对振荡有显著抑制作用。

表 2 小干扰稳定特征值简表

Tab.2 Small signal stability characteristics value

PSS	实部	虚部	频率/Hz	阻尼比/%	机电回路相关比
投入	-0.140 6	3.695	0.588 1	3.799 2	2.805 4
退出	0.303 2	3.762	0.598 7	-8.028 1	1.385 6

3 结论

通过仿真数据和现场实测试验数据的对比分

析, 校验了 220 kV 早成线最大动稳极限可以达到 380 MW, 能够有效解决目前已建成水电站的出力外送瓶颈问题。同时验证了水电机组 PSS 参数的合理性, 说明了 TCSC 是提高现有条件下电力通道输送能力的有效手段, 尤其在线路走廊建设相对困难的地区经济作用更为突出。

参考文献

- [1] 丁剑, 白晓民, 王文平, 等. 电力系统中基于 PMU 同步数据的应用研究综述[J]. 继电器, 2006, 34 (6): 78-84.
DING Jian, BAI Xiao-min, WANG Wen-ping, et al. Overview of application researches based on synchronous data measured by PMUs in power system[J]. Relay, 2006, 34 (6): 78-84.
- [2] 付强, 王少荣, 程时杰, 等. 基于 PMU 同步数据的电力系统暂态稳定分析方法综述[J]. 继电器, 2003, 31 (1): 7-83.
FU Qiang, WANG Shao-rong, CHENG Shi-jie, et al. Summary on the methods of power system transient stability analysis based on the synchronously sampled Data of PMU[J]. Relay, 2003, 31 (1): 76-83.
- [3] 汤涌, 张东霞, 张红斌, 等. 东北电网大扰动试验仿真计算中综合负荷模型及其拟合参数[J]. 电网技术, 2007, 31 (4): 75-78.
TANG Yong, ZHANG Dong-xia, ZHANG Hong-bin, et al. Synthesis load model and its fitting parameters in simulation of large disturbance test carried out in northeast China power grid[J]. Power System Technology, 2007, 31 (4): 75-78.
- [4] 朱方, 汤涌, 张东霞, 等. 发电机励磁和调速器模型参数对东北电网大扰动试验仿真计算的影响[J]. 电网技术, 2007, 31 (4): 69-74.
ZHU Fang, TANG Yong, ZHANG Dong-xia, et al. Influence of excitation and governor model parameters on simulation of large-disturbance test in northeast China power grid[J]. Power System Technology, 2007, 31 (4): 69-74.
- [5] 肖晋宇, 谢小荣, 李建, 等. 电网广域动态安全监测系统及其动态模拟试验[J]. 电网技术, 2004, 28 (6): 6-9.
XIAO Jin-yu, XIE Xiao-rong, LI Jian, et al. Wide-area dynamic security monitoring system for power network and its dynamic simulation[J]. Power System Technology, 2004, 28 (6): 6-9.

收稿日期: 2009-08-10; 修回日期: 2009-11-02

作者简介:

周喜超 (1982-), 男, 工程师, 从事电力系统稳定性分析及电能质量方面的研究工作; E-mail: zxc3509@163.com

智勇 (1973-), 男, 高级工程师, 从事电力系统稳定性分析及继电保护方面的研究工作;

郑伟 (1973-), 男, 高级工程师, 从事电力系统稳定性分析及继电保护方面的研究工作。