

分布式稳定控制装置在西北电网中的应用

范越,段来越,史可琴,尚勇,李焰,于峥

(国电西北公司调通中心,陕西 西安 710004)

摘要:介绍了在三条重要联络线故障时,为提高西北电网东电西送稳定水平采用分布式稳定控制装置,计算表明,通过采取切机措施,可以在联络线故障时,提高西北电网的东电西送稳定水平 10%。

关键词:稳定控制; 稳定计算; 联络线故障

中图分类号: TM712, TM761

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2004)01-0040-03

0 引言

西北电网包括陕西、甘肃、青海、宁夏四省(区),通过 330 kV 线路实现省际间的互联。西北电网的电源点的分布是西水东火,西水是指黄河上游青海、甘肃的梯级水电站,火电主要集中在陕西。近几年来,陕西的火电建设加快,虽然黄河上游的梯级水电站的开发速度也在加快,但水电的建设周期长,且近几年黄河来水偏枯,以及黄河水能的利用受防汛、灌溉等条件的限制,从而水电机组的出力受到一定的制约,因此,在某些条件下,必然要增加东部火电机组的开机;另一方面,东部电网中也有部分水电,且在汉江流域,在汉江丰水期,实现跨区域调节时,东部电网也有较大的功率送往西部电网。

充分发挥西北网水火互济的特点,实现跨区域调节,就要充分挖掘现有电网的潜力,采取措施,提高重要联络线故障时,电网的稳定水平。在电网的稳定控制中常用的方法主要有:切除送端机组,切负荷,投入电气制动等。经过反复研究与论证,我们采用了切除送端机组的措施,选用分布式稳定控制装置,通过监视联络线的功率及判断线路的故障类型,确定稳定控制的策略。

1 系统结构

分布式稳定控制装置由渭河、桃曲、雍城三个站组成,在每个站安装一个分布式稳定控制屏,其中渭河为发电厂,也是切机执行的站,桃曲、雍城为西北电网东西部互联的变电站,东西部三回联络线为桃西线、雍秦线、雍天线。桃曲站的 FWK 监视桃西线的功率及判别桃西线的故障类型,决定在桃西线故障时要采取的措施,并转发雍城变的切机命令;雍城站的 FWK 监视雍秦、雍天线的功率及判别雍秦、雍天线的故障类型,决定在雍秦、雍天线故障时要采取

的措施,并转发桃曲变的切机命令。电厂出线故障往往是比较严重的故障,因此,在渭河电厂的 FWK 监视渭河电厂所有出线的故障,决定是否切机。网调端有集中监控系统,能够实时监控三条联络线的功率及渭河电厂的发电功率,在系统动作时能调看 FWK 装置动作的记录。系统的结构如图 1 所示。

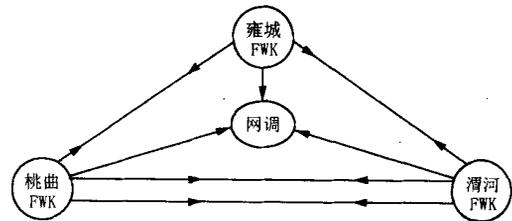


图 1 系统结构简图

Fig. 1 Sketch of system structure

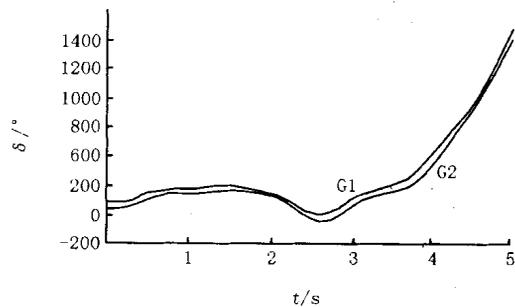


图 2 $P_{ETW} = 1.01 P$, 故障无措施功角曲线

Fig. 2 $P_{ETW} = 1.01 P$, $\delta - t$ curve without control

2 控制策略

控制策略即在东西部三回联络线任意一条故障或渭河电厂出线故障时,通过故障前装置实时测量的联络线功率,并求联络线功率的和,来决定是否需要切除渭河电厂的机组,在需要切除机组时,根据联络线功率的大小及故障类型确定保证系统稳定时需要切除一台机组还是两台机组;同时考虑在任意一

条联络线检修的情况下,另外一条联络线故障的稳定控制策略,策略表中的功率定值通过离线计算得到。桃曲变的控制策略如表 1 所示,同样可以得到雍城变及渭河电厂的控制策略(文中从略)。

3 算例

稳定计算选取冬小运行方式,此时,西北电网的功率方向为东电西送,预想故障为东电西送严重故障点桃西线出口三相短路,故障后 0.1 s 切除,采取

切机措施时切机时间为故障发生后 0.3 s。计算表明,不采取切机措施时,东电西送的功率极限为 P ,图 2 为 $P_{ETW} = 1.01 P$,不采取切机措施时,发电机的功角曲线,图 3 为 $P_{ETW} = 1.05 P$,故障发生后,切渭河电厂一台机时的功角曲线,图 4 为 $P_{ETW} = 1.06 P$,故障发生后,切渭河电厂一台机时的功角曲线,图 5 为 $P_{ETW} = 1.1 P$,故障发生后,切渭河电厂两台机时的功角曲线。

表 1 桃曲控制策略表

Tab. 1 Control strategy of Taoqu

运行方式	故障线路	故障类型	P_{Smn}	P_{Smn}	控制策略
正常方式	桃西线	单相永久	P_{S11}	P_{S12}	$P_{ETW} < P_{S11}$, 不切机, $P_{S11} < P_{ETW} < P_{S12}$ 且 $OG > 2$, 切一台机, $P_{ETW} > P_{S12}$ 且 $OG > 2$, 切二台机
		无故障三跳	P_{S13}	P_{S14}	$P_{ETW} < P_{S13}$, 不切机, $P_{S13} < P_{ETW} < P_{S14}$ 且 $OG > 2$, 切一台机, $P_{ETW} > P_{S14}$ 且 $OG > 2$, 切二台机
		三相短路	P_{S15}	P_{S16}	$P_{ETW} < P_{S15}$, 不切机, $P_{S15} < P_{ETW} < P_{S16}$ 且 $OG > 2$, 切一台机, $P_{ETW} > P_{S16}$ 且 $OG > 2$, 切二台机
固西线	无故障三跳	P_{S17}	P_{S18}	$P_{ETW} < P_{S17}$, 不切机, $P_{S17} < P_{ETW} < P_{S18}$ 且 $OG > 2$, 切一台机, $P_{ETW} > P_{S18}$ 且 $OG > 2$, 切二台机	
雍天线停运	桃西线	单相永久	P_{S21}	P_{S22}	$P_{ETW} < P_{S21}$, 不切机, $P_{S21} < P_{ETW} < P_{S22}$ 且 $OG > 2$, 切一台机, $P_{ETW} > P_{S22}$ 且 $OG > 2$, 切二台机
		无故障三跳	P_{S23}	P_{S24}	$P_{ETW} < P_{S23}$, 不切机, $P_{S23} < P_{ETW} < P_{S24}$ 且 $OG > 2$, 切一台机, $P_{ETW} > P_{S24}$ 且 $OG > 2$, 切二台机
		三相短路	P_{S25}	P_{S26}	$P_{ETW} < P_{S25}$, 不切机, $P_{S25} < P_{ETW} < P_{S26}$ 且 $OG > 2$, 切一台机, $P_{ETW} > P_{S26}$ 且 $OG > 2$, 切二台机
固西线	无故障三跳	P_{S27}	P_{S28}	$P_{ETW} < P_{S27}$, 不切机, $P_{S27} < P_{ETW} < P_{S28}$ 且 $OG > 2$, 切一台机, $P_{ETW} > P_{S28}$ 且 $OG > 2$, 切二台机	
雍秦线停运	桃西线	单相永久	P_{S31}	P_{S32}	$P_{ETW} < P_{S31}$, 不切机, $P_{S31} < P_{ETW} < P_{S32}$ 且 $OG > 2$, 切一台机, $P_{ETW} > P_{S32}$ 且 $OG > 2$, 切二台机
		无故障三跳	P_{S33}	P_{S34}	$P_{ETW} < P_{S33}$, 不切机, $P_{S33} < P_{ETW} < P_{S34}$ 且 $OG > 2$, 切一台机, $P_{ETW} > P_{S34}$ 且 $OG > 2$, 切二台机
		三相短路	P_{S35}	P_{S36}	$P_{ETW} < P_{S35}$, 不切机, $P_{S35} < P_{ETW} < P_{S36}$ 且 $OG > 2$, 切一台机, $P_{ETW} > P_{S36}$ 且 $OG > 2$, 切二台机
固西线	无故障三跳	P_{S37}	P_{S38}	$P_{ETW} < P_{S37}$, 不切机, $P_{S37} < P_{ETW} < P_{S38}$ 且 $OG > 2$, 切一台机, $P_{ETW} > P_{S38}$ 且 $OG > 2$, 切二台机	

注: P_{ETW} :东电西送断面功率(万千瓦); P_{Smn} :装置定值(万千瓦, m, n 为定值下标); OG :渭河电厂开机台数

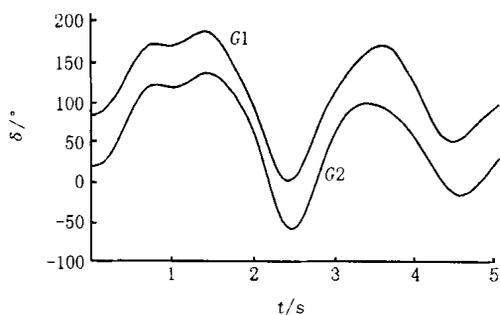


图 3 $P_{ETW} = 1.05 P$, 故障切渭河一台机功角曲线

Fig. 3 $P_{ETW} = 1.05 P$, - t curve with one generator tripped

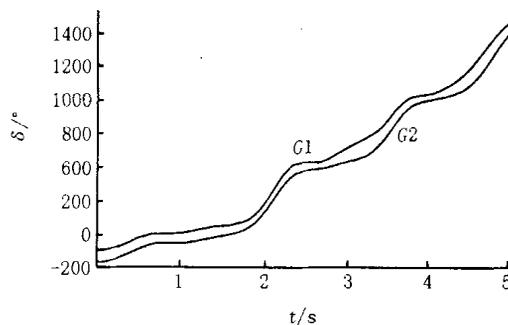


图 4 $P_{ETW} = 1.06 P$, 故障切渭河一台机功角曲线

Fig. 4 $P_{ETW} = 1.06 P$, - t curve with one generator tripped

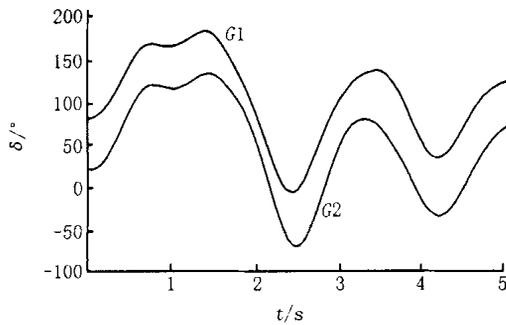


图5 $P_{ETW} = 1.1 P$, 故障切渭河两台机功角曲线

ig.5 $P_{ETW} = 1.1 P$, - t curve with two generators tripped

4 结语

在电网结构不变时,通过采取电网紧急情况下的控制措施能够提高电网的稳定水平。本例所采取的控制措施,实际上是在机组加速时,减少机组的加速功率,从而提高稳定水平,因此,稳定水平的提高与切除机组的时间及功率有关,切除时间越短越好,切除功率越大越好。西北电网采用分布式稳定控制

装置,能在三条联络线故障时,提高东电西送稳定水平约10%。

参考文献:

- [1] Kundur. 电力系统稳定与控制 (Stability and Control of Power System) [M]. 北京:中国电力出版社 (Beijing: China Electric Power Press), 2002.
- [2] 电科院 (China Electric Power Research). 电力系统分析综合程序用户手册 (User's Manual for Comprehensive Procedure of Power Systems Analysis) [Z]. 电力科学研究院 (China Electric Power Research Institute), 2000.

收稿日期: 2003-03-24; 修回日期: 2003-05-29;

作者简介:

范越(1970-),男,西北电力调度中心运行方式处专工,研究方向为电力系统稳定控制;

段来越(1965-),男,西北电力调度中心副主任,硕士,高级工程师,研究方向为电力系统稳定控制;

史可琴(1963-),女,西北电力调度中心运行方式副处长,硕士,高级工程师,研究方向为电力系统稳定控制。

Application of distributed transient stability control device in northwest power grid

FAN Yue, DUAN Lai-yue, SHI Ke-qin, SHANG Yong, LI Yan, YU Zheng

(Dispatching and Communication Center of Northwest Electric Power Company, Xi'an 710004, China)

Abstract: To respond to the fault of three important interconnected transmission lines of northwest power grid, a distributed transient stability control device is adopted to increase the transient stability level. Stability calculation demonstrates that the transient stability level increases by 10 percent in case of the fault of three important interconnected transmission lines when the above mentioned stability control is employed.

Key words: stability control; stability calculation; fault of interconnected transmission line

(上接第15页 continued from page 15)

- [9] 汪建,代仕勇(WANG Jian, DAI Shi-yong). 发电机功角的微机测量系统(The Generator Power Angle Measurement System based on Microcomputer) [J]. 仪表与仪表(Instrument and Apparatus), 2001, (4): 17-18.

收稿日期: 2003-04-28; 修回日期: 2003-07-21

作者简介:

梁振光(1967-),男,博士,副教授,主要从事电力系统稳定分析、电机理论、工程电磁场数值分析等方面的研究。

Real-time calculation method of generator power angle

LIANG Zhen-guang

(Shandong University, Jinan 250061, China)

Abstract: The importance of generator power angle is described briefly. Measurement method and calculation method to determine generator power angle are introduced. A generator power angle calculation model based on synchronous phasor measurement is presented. It makes use of generator's sampling data of voltage and current. The method is simple to master, easy to realize, and good to model adaptability, which can be used in real-time power angle calculation. Simulation results reveal that the method has fine accuracy while meeting engineering demand. When the method is used in whole net phasor measurement systems, dynamic variations of power angle can be monitored accurately. It lays a foundation for the safety and stability monitoring of system.

Key words: generator; power angle; algorithm; real-time