

DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2016.02.006

广东电网失步解列策略研究

赵雪竹

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: 分析了广东电网失步解列现状, 根据广东电网十三五输电网规划确定的典型运行方式, 按照《南方电网安全稳定分析计算导则》的要求, 对典型运行方式下第 II 类和第 III 类大扰动进行计算仿真, 研究电网故障后的稳定特性, 研究振荡中心位置, 确定最佳解列方案。

关键词: 失步解列; 第三道防线; 振荡中心

中图分类号: TM712

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2016)02-0032-04

Tactics Study on Step Splitting of Guangdong Power Grid

ZHAO Xuezhu

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: Analysis the status of Step splitting of Guangdong power grid, according to the Typical Run way of the planning of Thirteen Five grid Transmission and Security and the requestment of China Southern Power Grid Stability Analyze Calculation Guide, simulate the second and the third Large disturbance, study Stability characteristics after the power failure, the position Center of oscillation, and determine The best solution of Splitting.

Key words: step splitting; third line defense; oscillation center

电力系统第三道防线作为电力系统的最后一道防线^[1], 其作用是在关键时刻防止事故连锁扩大, 防止系统发生频率及电压崩溃或其他长期稳定破坏事故, 避免大规模停电的发生。大停电事故虽然概率很小, 但是一旦发生影响和损失巨大, 后果极其严重。因此对于电力系统而言, 第三道防线是至关重要的控制措施, 有必要根据电网的特点和情况对第三道防线的控制策略进行深入的研究和分析。

广东电网作为南方电网远距离、大容量“西电东送”的受端, 多回直流落点较为集中, 交、直流系统的相互作用对电网稳定性影响明显, 交、直流混合系统的稳定性问题比较突出, 为了保证广东电网的安全运行, 预防大面积停电事故的发生, 需要对第三道防线控制策略进行研究。

1 失步解列装置现状

2015 年, 南方电网 500 kV 主网在主要送受电断面配置了失步解列装置, 广东电网在两广断面和海南联网断面配置了失步解列装置, 失步解列装置主要利用 Ucos(原理(RCS993B 型号)或相位角判别原理(CSC、UFV 型号)来判别系统发生失步振荡, 并根据测量点电压值及振荡周期决定是否解列相关线路。现状广东电网在海门电厂、红海湾电厂、平海电厂、靖海 B 电厂、柘林 B 电厂、白沙电厂、新田电厂、云浮 C 电厂、双水电厂等加装了失步解列装置, 按双重化配置^[2]。

2 仿真计算原则

本项目以 2014 年现状为基础, 考虑 2015 年项目建设情况, 设计水平年为“十三五”期间。

2.1 计算模型

发电机模型: 采用考虑次暂态过程的“Eq”和“Ed”变化模型, 计及调速系统和励磁系统的作用,

收稿日期: 2016-03-21

作者简介: 赵雪竹(1985), 女, 山东烟台人, 工程师, 硕士, 主要从事电力系统安全稳定分析的工作 (e-mail) zhaoxuezu@gedi.com.cn。

对大型机组考虑了电力系统稳定器的作用。

负荷模型：采用考虑频率特性的 ZIP 静态模型，有功频率因子均为 3.0。

直流模型：直流系统采用 BPA 程序中的两端直流详细模型，考虑直流控制系统作用，直流控制系统采用新模型。

2.2 西电东送水平

根据一次规划研究的主要结论，“十三五”期间，新增滇西北至广东特高压直流输变电工程，落点深圳丛林换流站，2018 年投产。“十三五”期间，西电东送主要送电水平大致如表 1 所示：

表 1 西电东送主要断面送电水平^[2-4]

Table 1 The Main Power Transmission Level Between West Section and East Section

断面	丰大极限/MW	丰大/MW
广东交流入口	8 500 ±200	6 080
贵州交流出口	3 700	2 600
天广直流	1 800	1 800
高肇直流	3 000	3 000
兴安直流	3 000	3 000
江城直流	2 810	2 810
楚穗直流	5 000	5 000
普侨直流	5 000	5 000
牛从直流	6 400	6 400
金中直流	3 200	3 200
观音岩直流	3 000	1 500
鲁西背靠背	2 000	1 500
滇西北直流	5 000	5 000

3 电网失步解列措施研究

电网失步解列主要研究严重故障下的两广断面及广东内部各送受电断面的稳定特性并校核现有解列装置的适应性。

3.1 单回或多回直流闭锁稳控拒动分析

西电东送单回或多回直流发生双极闭锁，稳控拒动后，系统振荡中心一般位于两广断面。两广断面失稳的模式，振荡中心一般位于桂山(山花)、贺罗(或柳贺)、梧罗(或来梧)和茂蝶(或玉茂)双线。现状两广断面贤令山、贺州、罗洞、梧州、玉林、茂名站配置有基于 $\mu\cos\phi$ 原理的失步解列装置，来宾、蝶岭站配置有基于相位角原理的失步解列装置。其中贤令山、贺州、罗洞、梧州、蝶岭站失步解列装置“投跳闸”运行，其他两广断面厂站失步解列装置“投信号”运行。

3.1.1 云南电网与南方电网同步联网

实际系统在失步过程中，系统频率和电压大幅波动，过频切机、低频/低压减负荷装置均会动作。根据规划，2016 年云南电网与南方电网主网实施异步联网，在异步联网工程投运之前，丰大极限方式下，考虑过频切机、低频/低压减负荷措施后，以楚穗直流双极闭锁稳控装置拒动为例，故障后系统失稳，两广断面主要线路两侧母线的相角差如图 1~图 4 所示，可以看出，两广断面振荡中心在桂山线、贺罗(柳贺)线、梧罗(来梧)线、茂蝶线上。

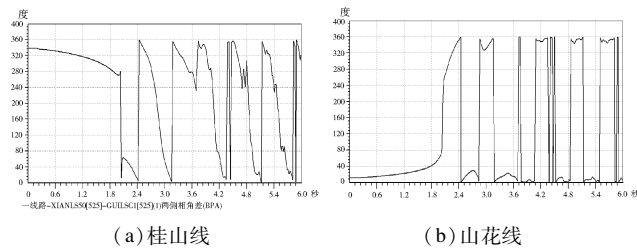


图 1 桂山线(山花线)两侧相角差
Fig. 1 Phase Angle Difference of Guishan Line (Shanhua Line)

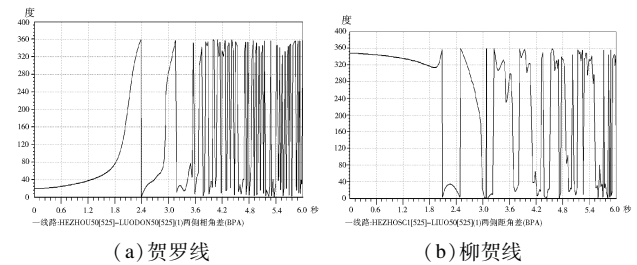


图 2 贺罗线(柳贺线)两侧相角差
Fig. 2 Phase Angle Difference of Heluo Line (Liuhe Line)

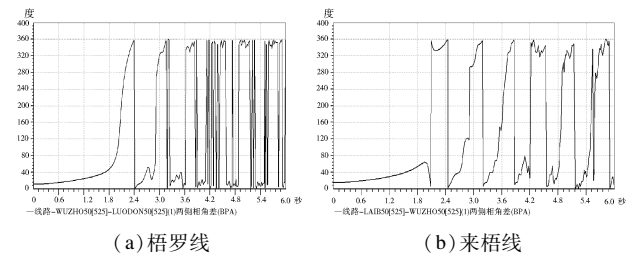


图 3 梧罗线(来梧线)两侧相角差
Fig. 3 Phase Angle Difference of Wuluo Line (Laiwu Line)

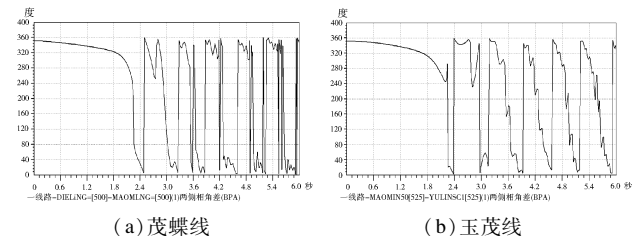


图 4 茂蝶线(玉茂线)两侧相角差
Fig. 4 Phase Angle Difference of Maodie Line (Yumao Line)

故障期间, 贤令山、贺州、罗洞、梧州、蝶岭站失步解列装置动作判别特征曲线如图 5 所示:

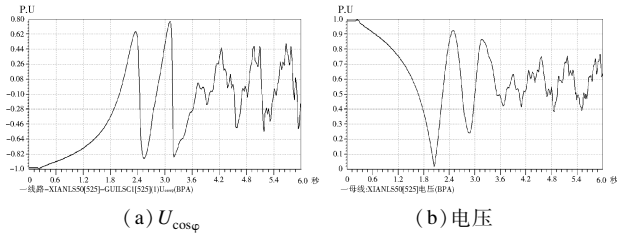


图 5 贤令山站失步解列装置动作判别曲线
Fig. 5 Motion Discriminating Curve of Step Splitting Device of Xianlingshan Station

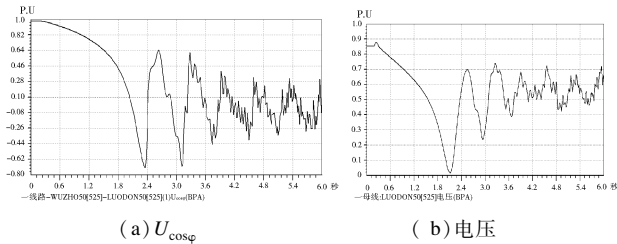


图 6 罗洞站失步解列装置动作判别曲线
Fig. 6 Motion Discriminating Curve of Step Splitting Device of Luodong Station

可见贤令山、罗洞的失步解列装置在故障后约 2.82 s 时可以正确判出失步, 解列两广断面。

3.1.2 云南电网与南方电网异步联网

云南电网与主网异步联网后, 以兴安 + 高肇 + 天广直流双极闭锁稳控装置拒动为例, 两广断面主要联络线两侧母线的相角差如下图所示, 可以看出, 故障后振荡中心在桂山线、贺罗(柳贺)线、梧罗(来梧、云罗)线、茂蝶线上。

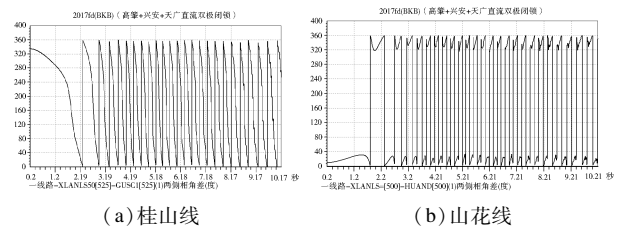


图 7 桂山线(山花线)两侧相角差
Fig. 7 Phase Angle Difference of Guishan Line (Shanhua Line)

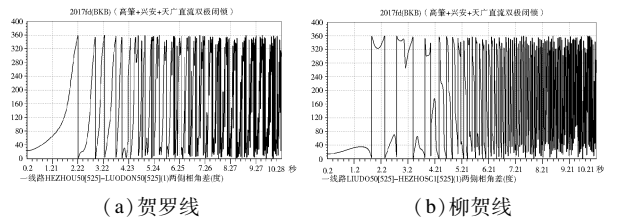


图 8 贺罗线(柳贺线)两侧相角差
Fig. 8 Phase Angle Difference of Heluo Line (Liuheluo Line)

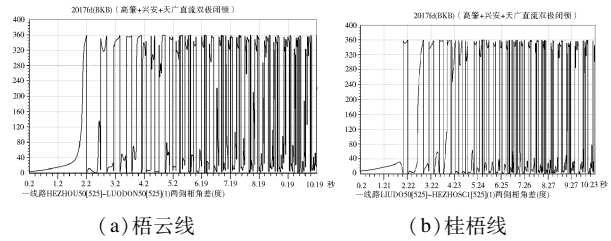


图 9 梧云线(桂梧线)两侧相角差
Fig. 9 Phase Angle Difference of Wuyun Line (Guiwu Line)

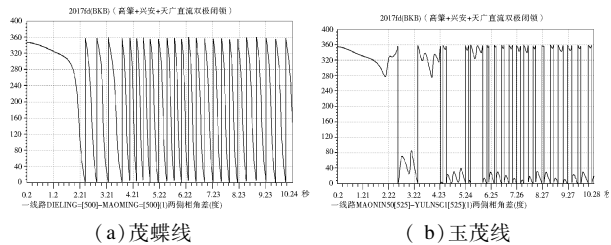


图 10 茂蝶线(玉茂线)两侧相角差
Fig. 10 Phase Angle Difference of Wuyun Line (Guiwu Line)

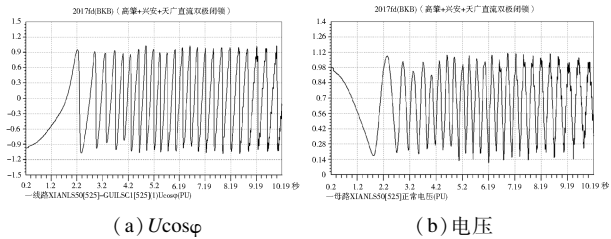


图 11 贤令山站失步解列装置动作判别曲线
Fig. 11 Motion Discriminating Curve of Step Splitting Device of Xianlingshan Station

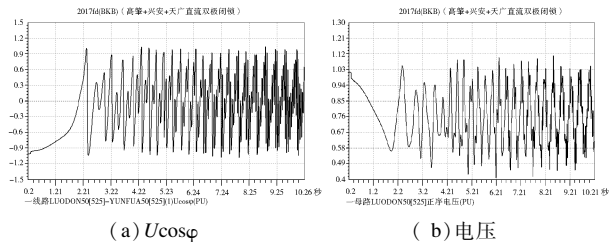


图 12 罗洞站失步解列装置动作判别曲线
Fig. 12 Motion Discriminating Curve of Step Splitting Device of Luodong Station

可见, 贤令山、罗洞的失步解列装置在故障后约 105 周波左右判出失步。根据仿真计算结果: “十三五”期间, 两广断面现有失步解列装置满足电网多重严重故障下失步解列需要。

3.2 主要送受电断面组合故障

3.2.1 东西断面

取“从博双线 + 北(罗)增双线 + 沙广(狮)双线 + 蓄能 AB 联络线”为研究断面, 以下简称“东西断面”。当东西断面潮流大于 5 000 MW 后, 东西断面发

生严重故障，剩余线路出现失步振荡，具体如下：

1) 东西断面剩余一回蓄能电厂一回联络线(从博双线+北增线+罗增线+沙广双线故障)，振荡中心位于蓄北线上。

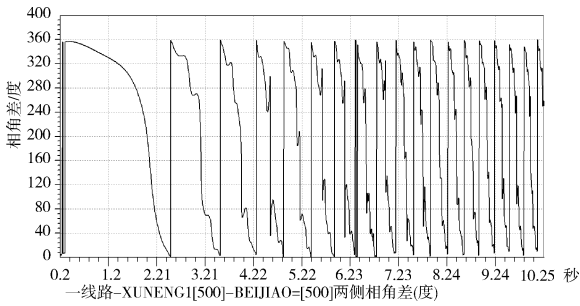


图 13 振荡中心(蓄北线)

Fig. 13 Center of Oscillation(Xubei Line)

2) 东西断面剩余一回蓄能电厂一回联络线(从博双线+北增线+蓄北线+沙广双线故障)，振荡中心位于罗增线上。

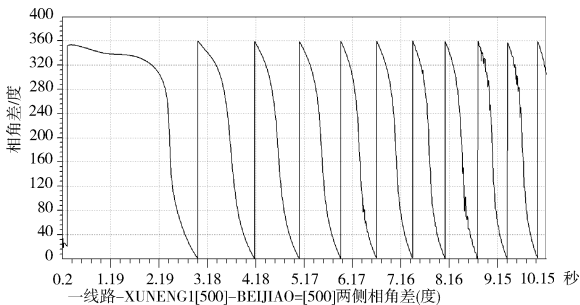


图 14 振荡中心(罗增线)

Fig. 14 Center of Oscillation(Luozeng Line)

3) 东西断面剩余从博一回联络线(从博单线+北增单线+蓄北线+罗增单线+沙广双线故障)，振荡中心位于从博另一回线上。

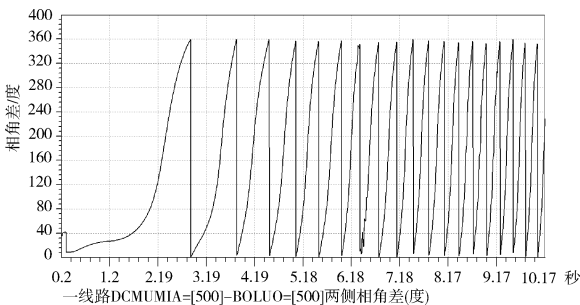


图 15 振荡中心(从博线)

Fig. 15 Center of Oscillation(Congbo Line)

4) 东西断面剩余沙广一回联络线(从博双线+北增单线+蓄北线+罗增单线+沙广单线故障)，振荡中心位于沙广另一回线上。

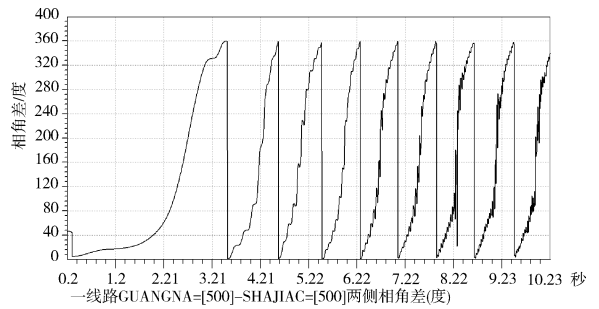


图 16 振荡中心(沙广线)

Fig. 16 Center of Oscillation(Shaguang Line)

根据仿真分析结果，东西断面功率大于 4 000~5 000 MW(取自西向东为正)，东西断面剩余一回线时，振荡中心落在东西断面及附近联络线上。需要在从西、博罗、北郊、增城新增失步解列装置，建议结合沙广解口进狮洋及广东电网即将实施异步联网等工程建设情况进一步统筹考虑，暂不新增装置。

4 结论

本文对云南电网与南方电网同步和异步情况下西电东送单回或多回直流发生双极闭锁，稳控拒动故障下，两广断面主要线路两侧母线的相角差进行比较，系统振荡中心位置一般位于两广断面上，异步联网方式计算结果表明，系统振荡中心同样位于两广断面上。另外对取“从博双线+北(罗)增双线+沙广(狮)双线+蓄能 AB 联络线”为研究断面，仿真组合故障情况下，振荡中心位置，得出当东西断面功率大于 4 000~5 000 MW，东西断面剩余一回线时，振荡中心落在东西断面及附近联络线上。

参考文献：

- [1] DL/T 723—2000. 电力系统安全稳定控制技术导则 [M]. 北京：中国电力出版社，2000.
- [2] 中国南方电网有限责任公司. 南方电网 2016—2018 中长期运行方式 [R]. 广州：2015.
- [3] 中国南方电网有限责任公司. 广东电网 2016—2018 中长期运行方式 [R]. 广州：2015.
- [4] 中国南方电网有限责任公司. 广东电网“十三五”输电网规划 [R]. 广州：2015.
- [5] ZHANG Baohui The Research of Grid Security and Emergency Control on Wide-area Dynamic Information [J]. Electric Power Automation Equipment. 2005, 25(8): 1-8.