

湖北黄冈、黄石地区安全稳定控制系统方案设计

张立平, 殷幼军, 马怡晴, 马进霞

(中南电力设计院, 湖北 武汉 430071)

摘要: 针对 2008 年~2010 年黄冈及黄石地区电网结构、地区负荷和电源装机情况, 详细分析了典型的 500 kV/220 kV 电磁环网结构对湖北黄冈及黄石电网安全稳定的影响, 分析提出了黄冈及黄石电网安全稳定控制措施、控制策略的配合要求, 以及电网安全稳定控制系统的配置方案。对类似电网安全稳定控制系统设计和实施有参考和借鉴作用。

关键词: 电磁环网; 安全稳定; 控制措施; 控制策略; 安全稳定控制系统

Security and stability control system for Huanggang and Huangshi network of Hubei Province

ZHANG Li-ping, YIN You-jun, MA Yi-qing, MA Jin-xia

(Central Southern China Electric Power Design Institute, Wuhan 430071, China)

Abstract: According to the structure, the load and the power generator capacity of the Huanggang and Huangshi electric power network from 2008 to 2010, the paper gives a detailed analysis about the typical 500kV/220kV electromagnetic loop network structure which influences the region network's security and stability, and proposes the cooperation requirement of control measures and strategies as well as the configuration precept of the electric power network's security and stability control system. It may offer a reference to the design and practice of the similar electric power network's security and stability control system.

Key words: electromagnetic loop network; safety and stability; control measure; control strategy; safety and stability control system

中图分类号: TM762 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)01-0079-04

0 引言

高低压电磁环网运行是电网发展过程中的一种过渡运行方式, 电网稳定导则^[1]明确指出应尽量避免电磁环网运行方式的出现。由于电网发展的不平衡, 在许多地方为提高电网供电的可靠性, 在一定时间内还会存在 500 kV/220 kV 电磁环网运行的情况。本文通过对一地区电网进行仿真计算, 详细分析电磁环网运行对地区稳定的影响, 稳定控制措施之间的配合关系, 按照电力系统三道防线的要求^[2], 提出地区电网需要采取的稳定控制措施以及稳定控制系统方案。

湖北黄冈和黄石电网位于湖北省鄂东负荷中心, 各有一座 500 kV 变电站和多座 220 kV 变电站, 两地区电网通过两回 500 kV 线路和两回 220 kV 线路互连, 属于典型的 500 kV/220 kV 电磁环网结构。2010 年黄冈与黄石电网规划结构示意图如图 1 所示。两地区电源装机少, 接入 220 kV 电网的机组仅西塞山电厂 2×330 MW 机组、黄石老厂 1×200 MW 机组和 2×35 MW 水电机组, 地区负荷主要通

过 500 kV 黄冈、黄石主变供给。2008 年黄冈和黄石地区最大负荷分别为 1 000 MW 和 1 492 MW, 丰大正常方式下, 黄冈、黄石四台主变下网负荷达 1 700 MW^[3]。

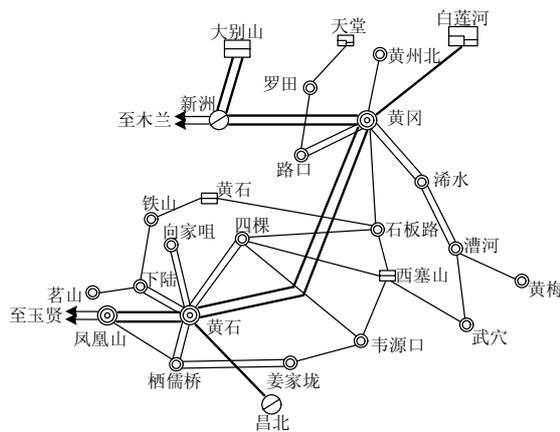


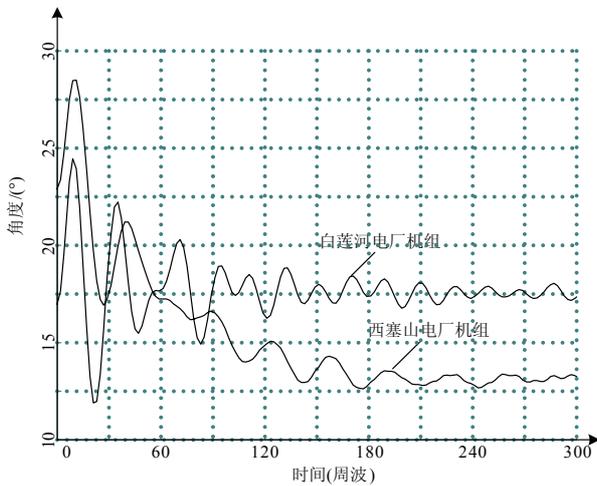
图 1 2010 年黄冈与黄石电网规划结构示意图
Fig.1 2010 schematic diagram of the Huanggang and Huangshi electric power network

1 系统稳定计算结论及分析

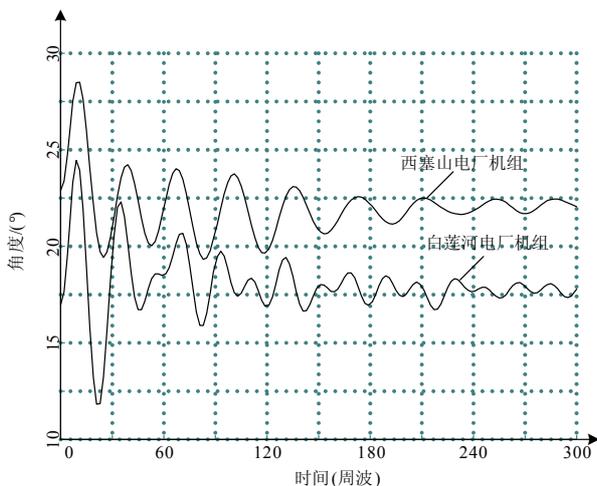
根据电网稳定导则^[1]第二级安全稳定标准的要求,对该地区 2008~2010 年正常丰大及检修方式的仿真计算,系统存在以下暂态稳定及热稳定问题。

1.1 暂态稳定

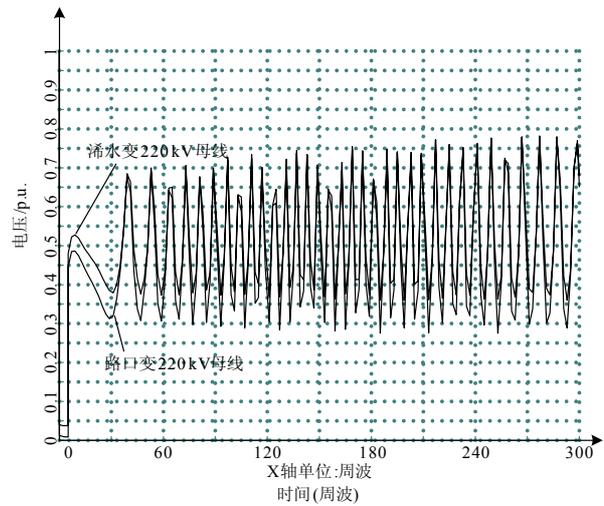
黄冈变电站一台主变检修方式下,当发生 220 kV 单母故障时(故障同时跳开另一台主变及黄冈石板路 220 kV 线路),黄冈 220 kV 系统只剩下天堂抽水蓄能电厂 2 台 35 MW 机组及西塞山电厂一武穴 220 kV 线路迂回供电,导致大量潮流转移,电网无功消耗剧增,地区无功备用不能满足无功消耗要求,引起黄冈地区电网电压失稳,需采取切除黄冈地区负荷的稳定控制措施,切负荷控制量与地区负荷大小有关。采取稳定措施前后曲线如图 2 所示。



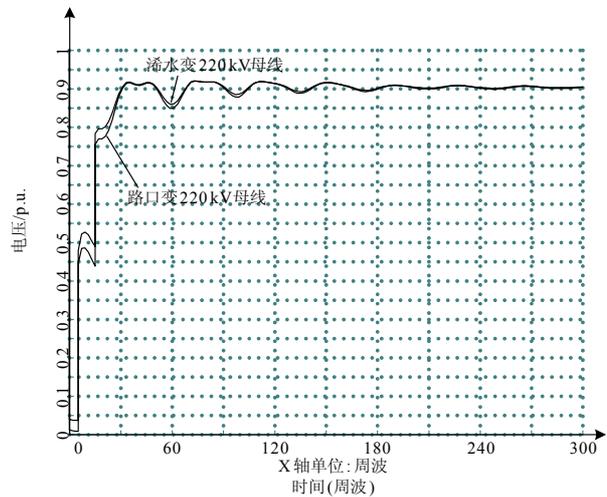
(a) 切负荷前机组功角曲线



(b) 切负荷后机组功角曲线



(c) 切负荷前电压曲线



(d) 切负荷后电压曲线

图 2 采取稳定控制措施前后机组功角和电压曲线

Fig.2 Curve of power angle&voltage with/without safety and stability control measure

同时,通过仿真计算表明,在检修方式下,若在事故前采取调整运行方式,如主变和黄冈-石板路线路分母运行,或将 220 kV 阳路线合环运行等,均可避免系统严重故障后发生暂态失稳情况。

1.2 热稳定

根据稳定计算结果,黄冈、黄石主变及 220 kV 黄冈-石板路、西塞山电厂-武穴、黄冈-浠水线路均存在热稳定问题,在某些故障条件下还存在几个元件同时过载的情况。

1.2.1 黄冈主变过载

黄冈主变过载分为以下三种情况:

(1) 由于地区负荷增加,黄冈主变 N-1 故障会引起另一台主变过载,此方式可采取切除黄冈地

区负荷的控制措施。

(2) 由于黄冈、黄石联网运行, 在黄冈一台主变检修方式, 当黄石一台主变故障时, 会引起黄冈剩余主变过载; 此故障同时还会造成黄石另一台主变过载, 若采取切除黄石地区负荷, 当黄石主变过载情况消除时, 黄冈主变也不再过载, 因此建议采取切黄石地区负荷的控制措施。

(3) 黄冈一台主变检修方式下, 发生 500 kV 黄冈黄石线路 N-2 故障, 会导致黄冈主变过载。此种过载情况是输送功率从 500 kV 电网穿越至 220 kV 电网而形成, 切除附近 500 kV 电网机组或者切除地区 220 kV 变电站负荷均不能取得较好的效果, 而解列地区间 220 kV 联络线即黄冈一石板路线路, 则可以消除主变及线路的过载, 且不会引起其它 220 kV 联络线的过载。为了尽量少切或不切负荷^[2], 宜采取解列线路的控制措施。

1.2.2 黄石主变过载

由于黄石地区负荷较重, 在大多数方式下, 黄石一台主变故障会导致另一台主变过载。需要采取切除黄石地区负荷的控制措施。

某些运行方式下, 黄石主变故障后, 除黄石另一台主变过载外, 同时黄冈主变或黄冈一石板路线路也过载。但这些情况下采取切黄石地区负荷的措施, 当黄石主变过载问题消除时, 黄冈主变或黄冈一石板路线路的过载问题也会消除。因此, 黄石变电站需将黄石主变的运行信息发送至黄冈变电站安全稳定控制装置, 避免黄冈装置误动作。

1.2.3 220 kV 黄冈一石板路线路过载

作为两地区 220 kV 联络线的黄冈一石板路线路导线截面较小 (LGJ-400), 输送潮流的极限较低 (导线环境温度为 40℃, 最高允许温度为 70℃时为 220 MW), 因此, 严重故障后引起地区间 220 kV 潮流大量转移时极易引起该联络线的过载。通过计算和分析, 220 kV 黄冈一石板路线路过载主要分为三类:

第一类是在某些方式下, 鄂东环网 500 kV 黄冈一黄石、汉阳一凤凰山等线路 N-2 故障, 会导致黄冈一石板路线路过载; 由于为鄂东环网上输送功率穿越而导致过载, 采取切除环网 500 kV 机组及地区 220 kV 负荷均不能达到较好效果, 而通过解列该联络线则可以消除过载问题, 且不会带来其它线路的过载。

第二类是黄石主变故障引起黄冈一石板路线路过载, 此时采取解列措施会加重黄石另一台主变下网潮流、甚至过载, 而采取切除黄石地区负荷措施可以消除线路过载。

第三类是黄冈两台主变同时退出运行时, 会导致黄冈一石板路线反向过载, 需采取切黄冈地区负荷的控制措施。

1.2.4 220 kV 西塞山电厂一武穴线路过载

220 kV 西塞山电厂一武穴线路为黄冈与黄石地区 220 kV 电网联络线, 正常情况下西塞山电厂通过该联络线向黄冈地区输送潮流。由于黄冈地区的 220 kV 浠水、漕河、黄梅及武穴变电站主要电源供给仅为 220 kV 黄冈一浠水双回及西塞山电厂一武穴线路, 因此当发生 220 kV 黄冈一浠水双回线路 N-2 故障或黄冈双主变故障退出时, 这几个变电站仅通过 220 kV 西塞山电厂一武穴线路迂回供电, 从而很容易引起该线路的过载。因此, 220 kV 西塞山电厂一武穴线路的过载需根据线路的过载程度来切除黄冈地区对应 220 kV 变电站负荷的控制措施。

2 控制措施及策略分析

对于检修方式下发生严重引起的黄冈地区暂态失稳情况, 可以通过调整运行方式避免失稳情况, 不需采取稳定控制措施。

对于黄冈主变、黄石主变过载, 以及 220 kV 黄冈一石板路、西塞山电厂一武穴、黄冈一浠水线路过载问题, 由于黄冈、黄石地区为典型的 500 kV / 220 kV 电磁环网电网, 某个元件故障可能导致多个元件过载, 采取措施消除各元件过载时需要相互协调配合。具体分析如下:

(1) 黄冈主变过载与黄石主变过载

在黄冈一台主变检修方式, 黄石一台主变故障时, 黄冈、黄石的第二台主变同时过载; 根据 1.2.2 节稳定计算结论, 采取黄石主变过载切除黄石地区负荷的稳定控制措施; 为了防止黄冈主变过载策略动作误切黄冈地区负荷, 黄冈主变过载切本地负荷策略应带一定延时, 同时黄石变安稳装置应将黄石主变故障情况发送到黄冈安稳装置, 以闭锁装置主变过载策略出口。

(2) 黄冈主变过载与黄冈一石板路过载

在黄冈一台主变检修方式, 500 kV 黄冈一黄石线路 N-2 故障时, 黄冈第二台主变、220 kV 黄冈一石板路线路会同时过载; 根据稳定计算结论 1.2.1 节的第三条和 1.2.3 节的第一条, 此时黄冈主变过载策略和 220 kV 黄冈一石板路线路过载策略均会执行解列黄冈一石板路线路措施; 为了避免黄冈站两个控制策略同时动作, 以及真正消除黄冈主变过载, 黄冈主变仅设定主变过载切本地负荷的控制措施, 上述情况由黄冈一石板路线路过载策略执行本线路解列措施, 且根据解列线路后的黄冈主变过载程度

实施追加切本地负荷的控制措施。

(3) 黄石主变过载与黄冈一石板路过载

在某些方式下, 黄石主变故障时, 会同时引起黄石第二台主变和黄冈一石板路线路过载; 根据稳定计算结论 1.2.2 节和 1.2.3 节的第二条, 此时黄石主变过载策略和黄冈一石板路线路过载策略均会执行切黄石地区负荷的稳定控制措施; 为了避免以上情况, 建议黄冈一石板路线路仅设定过载解列措施, 当出现上述故障时, 由黄石主变过载策略执行切负荷措施, 并发闭锁命令至黄冈安稳闭锁黄冈一石板路线路解列本地线路策略。

(4) 黄冈一石板路线路反向过载与西塞山电厂一武穴线路过载

在某些方式下, 黄冈两主变同时退出运行(或一台运行、一台故障方式)时, 会引起黄冈一石板路和西塞山电厂一武穴线路同时过载; 根据稳定计算结论 1.2.3 节的第三条和 1.2.4 节, 此时黄冈变的黄冈一石板路线路反向过载策略和武穴变的西塞山电厂一武穴线路过载策略均会执行切除黄冈地区负荷的稳定控制措施; 为了避免以上情况过切负荷, 建议武穴变线路过载策略动作出口需经适当的延时。

黄冈主变过载、黄石主变过载、220 kV 黄冈一石板路线路过载等除在控制策略需要协调配合外, 为了防止误动作过切负荷, 在切负荷延时整定上也需配合。如黄石主变过载、黄冈一石板路线路过载、以及西塞山一武穴线路过载等控制策略出口动作时间应满足: 黄石主变过载第一时间切本地负荷, 黄冈一石板路过载第二时间解列本线路, 黄冈主变第三时间切本地负荷; 黄冈一石板路反向过载第一时间切黄冈负荷, 西塞山一武穴过载第二时间切黄冈负荷。

根据以上分析, 确定黄冈主变过载、220 kV 黄冈一石板路线路过载、220 kV 黄冈一浠水线路过载策略在黄冈变检测实施, 黄石主变过载策略在黄石变检测实施, 西塞山电厂一武穴线路过载策略在武穴变检测实施。

3 系统配置

正确地装设稳定控制装置, 能够提高电网安全稳定运行水平, 增加安排方式的灵活性, 给电网带来较好的经济效益^[4]。根据前述章节的分析和结论, 黄冈及黄石地区电网需要配置一套安全稳定控制系统, 通过检测系统运行工况及故障信息, 采取解列 220 kV 黄冈一石板路线路与切黄冈黄石地区负荷相结合的控制措施来解决 500 kV 主变及 220 kV 线路的过载问题。具体配置如下:

(1) 在 500 kV 黄冈变电站配置综合稳定控制装置, 主要实现黄冈主变过载切负荷、黄冈一石板路线路过载解列、切负荷, 黄冈一浠水线路过载切负荷, 以及地区切负荷主站等功能。

(2) 在 500 kV 黄石变电站配置综合稳定控制装置, 主要实现黄石主变过载切负荷功能。

(3) 在黄冈和黄石地区的 220 kV 浠水、漕河、四棵、下陆等变电站配置切负荷执行站, 切负荷执行站主要接收并执行地区切负荷主站发来的切负荷命令。

4 结论

在工程实施过程中, 为简化控制方式以及投资问题, 同意通过调整运行方式解决部分检修方式下黄石主变的过载问题, 未在黄石地区设置相应的切负荷主站和执行站; 因此, 黄冈地区稳定控制系统涉及黄石地区切负荷配合的控制策略应做适当调整。

本文结合实际地区电网详细分析了 500 kV / 220 kV 电磁环网运行对地区稳定的影响, 分析了各种稳定控制措施及控制策略之间的配合关系, 并提出地区稳定控制系统配置方案。对类似电网的安全稳定控制系统设计及实施有指导和参考作用。

参考文献

- [1] 电力系统安全稳定导则(DL-755), 中华人民共和国国家经济贸易委员会[S].
- [2] 电力系统安全稳定控制技术导则(DL-T-723), 中华人民共和国国家经济贸易委员会[S].
- [3] 500kV 黄冈、黄石变电站安全自动装置工程专题研究[Z].武汉: 中南电力设计院, 2008.
- [4] 牟宏, 邱夕兆, 马志波. 山东 500kV 电网安全稳定控制系统[J]. 电力系统自动化, 2000, 24 (3): 45-47. MOU Hong, QIU Xi-zhao, MA Zhi-bo. Security and Stability Control System of Shandong 500 kV Power Network[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24 (3): 45-47.

收稿日期: 2009-01-08; 修回日期: 2009-11-05

作者简介:

张立平(1973-), 男, 高级工程师, 从事电力系统安全与控制方面的研究和设计工作; E-mail: zhangliping@csepd.com

殷幼军(1982-), 男, 硕士, 助理工程师, 从事电力系统安全与控制方面的设计工作;

马怡晴(1975-), 女, 高级工程师, 从事电力系统安全与控制方面的研究和设计工作。