

地区电网中环网短时合环操作分析研究

杨桂兴¹, 王维庆¹, 王 晟², 熊 波³, 王 堃⁴

(1. 新疆大学电气工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830008; 2. 新疆克拉玛依电力调度所, 新疆 克拉玛依 834000;
3. 乌鲁木齐电业局, 新疆 乌鲁木齐 830011; 4. 奎屯电业局, 新疆 奎屯 833200)

摘 要:针对地区电网中存在的双电源或多电源供电网络结构, 分区供电方式下, 负荷转移过程中产生的电磁环网现象, 分析了电网短时合环操作过程中潮流变化情况及对系统的影响。讨论了在合环操作过程中影响潮流分布和电压变化的因素, 给出了量化指标。提出了在满足电网安全稳定运行的前提下短时合环操作过程中需要关注的问题。最后以某石油电网为例, 通过仿真分析计算出了在各种外部条件下的潮流转移比以及合环后对电网的影响, 验证了相关结论, 得到了短时合环操作的边界条件, 对地区电网进行短时合环操作具有一定的参考意义。

关键词:短时合环操作; 供电可靠性; 潮流转移比; 地区电网

Abstract: Aiming at a network structure with double or more power sources in regional power grid and the electromagnetic loop network during load transfer, under the divisional power supply, the changing of power flow during short-time loop closing operation and its effects on system are analyzed. The factors that affect power flow and voltage variation in the process of loop closing operation are discussed. The quantitative indicators are given, and what to be concerned during loop closing operation on the premise of satisfying the safe and stable operation of power grid are proposed. Finally, taking an oil power grid for example, according to the simulation, the power flow transfer ratio is calculated as well as the effects on power grid after loop closing, the relevant conclusions are verified, and the boundary conditions of short-time loop closing operation are obtained. There is a certain reference value for short-time loop closing operation of regional power grid.

Key words: short-time loop closing operation; power supply reliability; power flow transfer ratio; regional power grid

中图分类号: TM732 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2011)05-0043-03

0 引 言

随着电网的迅速发展, 网架结构的不断加强, 地区电网中主要变电站存在双电源或多电源供电的情况, 正常运行方式下, 均为单通道供电, 以避免与上级电网形成电磁环网, 同时也能降低本级电网运行时的复杂程度^[1, 2]。但由于线路正常检修时需要对线路进行停电/送电操作, 在此过程中, 解环与合环的先后顺序往往是一个复杂的过程^[3, 4]。目前对该问题的研究已得到电网运行部门的高度关注, 西北网调、浙江省调、河南省调、北京市调等均对此做了相应的工作和研究。这里立足于合环操作时应注意的问题, 以西北某电网为例, 分析研究地区电网合环时的操作条件和相关指标。

1 研究对象

以西北某电网为例, 该电网最高电压等级为 750

kV, 省级调度系统内主要电压等级为 220 kV, 地区调度最高电压等级为 110 kV。这里研究对象为: 在 220 kV 系统下研究地区电网 110 kV 系统的合环条件。

2 短时合环对电网的影响

电磁环网是指不同电压等级的输电线路通过变压器磁或电磁耦合构成的环形网络^[5], 电力系统正常运行方式下, 由于电磁环网合环运行的诸多弊端, 因此多偏向于开环运行, 特殊情况下, 尤其是设备检修时, 为保障供电可靠性, 需考虑电磁环网短时合环问题, 但应注意合环操作对电网的影响^[6]。

2.1 对潮流分布的影响

影响电力系统潮流分布的主要因素^[7, 8]有: ①系统阻抗分布; ②电源和负荷分布; ③系统运行方式。电磁环网短时合环运行将使系统阻抗在短时间内发生变化, 如图 1 所示。

正常方式下, 系统 2 与系统 3 线路开断运行, 潮

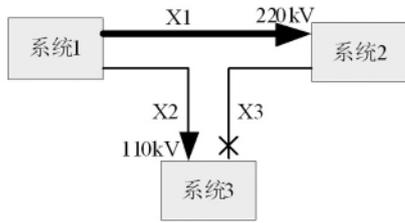


图1 正常运行方式

流流动方向如图1所示, $X_{12} = X_1$, $X_{13} = X_2$, 3个系统之间不形成高低压电磁环网, 若系统2与系统3合环运行, 则系统1与系统2之间的阻抗变为

$$X'_{12} = \frac{X_1 \times (X_2 + X_3)}{X_1 + X_2 + X_3} \quad (1)$$

由于合环操作对阻抗的影响, 系统潮流将可能出现两种情况, 如图2、3所示。

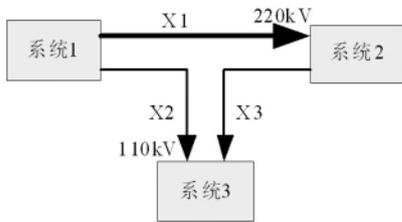


图2 合环操作对潮流的影响 a

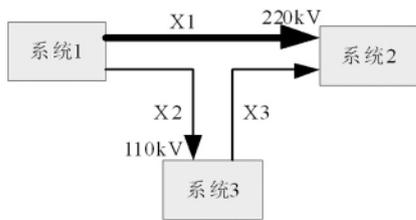


图3 合环操作对潮流的影响 b

2.2 对节点电压的影响

如图2所示, 系统3作为受端系统, 合环后, 形成双电源供电模式, 线路 L_{12} 潮流增加, 由公式(2)知, 系统2由于下网负荷的增加, 电压将随之发生波动, 式(2)具体描述了潮流中各电气量的关系。

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{\sum X} \quad (2)$$

式中 P 、 R 、 Q 、 X 分别为线路有功功率、无功功率、电阻、电抗; $\sum X$ 为系统阻抗。

若潮流如图3所示, 则在系统3中潮流的穿越率增加, 系统3的电压将发生相应的波动, 同时, 线路 L_{13} 负荷增加, 稳定裕度降低。

3 合环操作条件

为保证供电可靠性, 在有备用电源的情况下对设

备进行检修, 可采用短时合环操作倒负荷的措施向负荷持续供电, 但应注意操作结果是否能够满足系统安全稳定条件。下面用潮流转移比和转移功率两个指标作为合环操作能否进行的判据。

潮流转移比(ε) 定义为合环后线路的有功功率变化量与合环前有功功率的比值。

转移功率(ΔP) 指合环前后线路潮流的变化量。

3.1 量化指标

两个指标分别量化了合环操作前的计算结果, 对实际操作有一定的借鉴意义。

设线路极限功率为该线路最大传输功率 P_L , 可以为热稳定极限或动稳定极限, 转移功率由式(3)给出。

$$\Delta P = P_L - P_0 \quad (3)$$

其中 P_0 为合环前线路功率, 线路潮流最大转移比由式(4)给出。

$$\varepsilon = \frac{P_L - P_0}{P_0} \quad (4)$$

如上式所示, 由于线路合环前功率具有随机性, 因此, ε 将随着 P_L 变化, P_0 取最小值时, 对线路极限功率而言对应着该方式下的最大潮流转移比, 若在合环过程中计算结果小于最大潮流转移比, 则合环操作可以进行。

将潮流转移比和转移功率作为合环操作的两个定量指标各有优点, 转移功率是对线路功率波动情况进行定量分析, 对功率变化情况进行直观描述。潮流转移比用来衡量潮流波动的幅度, 评价指标由横/纵坐标下的面积大小决定, 为了减小地区电网合环操作对主网潮流和运行方式的影响程度, 横/纵坐标的乘积应尽量小。

4 实际电网仿真分析

为了验证两个量化指标的可行性, 现以西北某地区电网为例进行仿真验证。

4.1 电网概况

算例中, 地区电网属于典型弱联电网, 现与主网通过两个 110 kV 通道联络, 网内装机容量约 360 MW, 年度运行最大下网负荷约 145 MW, 最小下网负荷约 50 MW, 基本不考虑功率上送情况。电网结构如图4所示。

KTB 为 220 kV 系统主要电源点, 潮流方向由

KTB至EB,最大潮流172 MW;地区电网内环网数多,正常方式下均解环运行,双回联络线传输极限由热稳定极限给出,约220 MW,如图4所示。

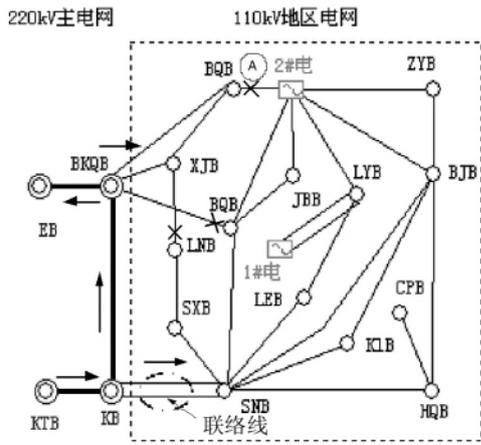


图4 某地区电网示意图

4.2 大方式下合环操作

按照电力系统考虑电网严重情况下对系统安全稳定进行分析,算例考虑大负荷期间的合环操作对电网的影响。

由式(4)计算出,在最大负荷方式下,潮流转移比

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\max} &= (P_L - P_{\min}) / P_{\min} \\ &= (220 \text{ MW} - 50 \text{ MW}) / 50 \text{ MW} \\ &= 3.4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\min} &= (P_L - P_{\max}) / P_{\max} \\ &= (220 \text{ MW} - 145 \text{ MW}) / 145 \text{ MW} \\ &= 0.571 \end{aligned}$$

实验在联络线各种不同下网功率的基础上对A点进行合环分析,得到联络线的合环操作曲线,如图5、图6所示。

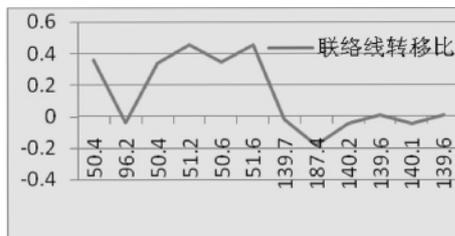


图5 地区电网联络线转移比分析

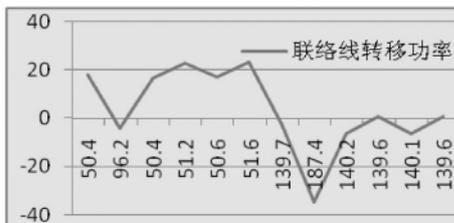


图6 地区电网联络线转移功率分析

如图5、图6所示,在地区联络线下网功率较少情况下进行短时合环操作,联络线转移功率较少,同时对应潮流转移比幅值也较小,但随着下网功率的增长,转移功率增加率也逐渐减小,说明在潮流转移比较小时进行合环操作安全性更大。经过与实际电网对比分析,在联络线功率较大时,地区电网可以通过短时合环操作转移负荷。

5 结论

在电网迅速发展的背景下,尤其是高电压等级电网的不断发展,与下级电网之间形成的高低电压电磁环网成为电力系统安全稳定运行的隐患,而电磁环网开环运行降低了系统的供电可靠性,因此,在提高供电可靠性和排除电网安全隐患成为一对矛盾体,前面研究将满足安全运行要求、开环运行的电磁环网在短时间进行合环操作,可以避免在正常检修时进行短时停电,提高了供电可靠性,同时对合环操作指标的定义对地区电网进行方式安排具有一定的参考意义。

参考文献

- [1] 王加庆,吴迪,叶彬,等.安徽电网2008—2015年电磁环网的解环方案[J].华东电力,2008(12):59-60.
- [2] 白宏坤,李干生.关于电磁环网弱开环方式的探讨[J].电力系统保护与控制,2010(2):60-63.
- [3] 张慧玲,张军.宁夏750 kV电网初期网架下电磁环网运行方式研究[J].宁夏电力,2009(21):7-10.
- [4] 杨勇,郑晶晶.甘肃330 kV、220 kV电网电磁环网解环研究[J].电网与清洁能源,2009(6):11-13.
- [5] 李旭霞.山西中部电磁环网解环研究[J].山西电力,2009(21):40-43,97.
- [6] 苏志扬.湖南西部电网高低电压电磁环网解环研究[J].电力建设,2002(7):35-37.
- [7] 王翠霞.关于110 kV电磁环网合环开关保护的应用及定值整定原则[J].电气传动自动化,2008,30(5):56-58.
- [8] 吴刚,李群英,吴祚江.吉林省电网500 kV/220 kV电磁环网解环研究[J].吉林电力,2009,37(2):1-5.

作者简介:

杨桂兴(1985),男,硕士研究生,主要研究方向为电力系统继电保护与风机控制;

王 晟(1974),男,工程师,主要从事方式保护专业。

(收稿日期:2011-06-01)