

西北新疆交流联网后新疆电网控制模式 变化机理及对策研究

常喜强¹, 孙谊娟¹, 姚秀萍¹, 梁静², 赵明君¹

(1. 新疆电力调度通信中心, 新疆 乌鲁木齐 830002; 2. 新疆电力科学研究院, 新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:通过对新疆西北联网后新疆电网内部稳定水平的分析、新疆控制模式变化情况的深入研究,分析出控制模式变化的机理、关联因素,提出控制模式调整的方向及措施,为保证新疆电网安全稳定运行提出技术保障。

关键词:电网互联; 稳定水平; 控制模式; 对策

Abstract: Based on the analyses of internal stability level of Xinjiang Power Grid after its interconnection with Northwest Power Grid and the researches on the change of its control mode, the control mode change mechanism and the associated factors are analyzed, and the direction and measures to adjust the control mode are proposed, which provides the technical support to ensure the safe and stable operation of Xinjiang Power Grid.

Key words: grid interconnection; stability level; control mode; countermeasure

中图分类号: TM712 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2011)05-0050-04

0 引言

大区交流联网形成初期弱联系阶段,原电网内部运行特性的变化一直是电网安全分析的焦点。该文深入分析研究了新疆西北交流联网后的电网特性变化影响机理,梳理新疆750/220 kV电网运行控制模式,确定了调整方向,重点对电网电磁环网解环,分区互供方式,调度运行控制模式进行调整,同时对区域稳定控制模式和优化方案等进行分析研究,并提出了相应保证系统稳定运行的解决措施。

1 新疆电网内部稳定水平变化情况

新疆西北联网后,新疆电网稳定性发生了变化,呈现出“两个加强,四个改善,四个加剧,三个新增,三个不变”的特点。

两个加强体现在新疆与西北电网联网结构得到了加强(凤乌升压工程),新疆南北部电网网架结构得到了加强(吐巴工程)。

四个改善体现在送端“窝电”状况得到改善,系统频率稳定性得到改善,系统暂态稳定性得到了改善,部分地区供电可靠性得到了改善。

四个加剧体现在电压控制难度加剧,解网后的频率、电压稳定问题交织,复杂程度加剧,联络线控制与

风电控制难度加剧,电网运行方式调整灵活,安排配合复杂程度加剧。

三个新增体现在新增西北外送通道(750 kV哈敦双线),新增南疆750 kV送电通道(750 kV吐巴通道),新增动态稳定低频振动网间模式一个(新疆机组对西北主网机组模式)。

三个不变体现在新疆电网局部地区供大于求发电不平衡状况不变;新疆电网基本潮流走向没有改变,部分断面的稳定问题不变;稳定极限基本不变。

2 控制模式变化分析

新疆与西北联网后,新疆电网电压控制模式、电磁环网控制模式、调峰、调频控制模式、区域性电网稳定控制模式、调度管理模式均发生了较大的变化。

2.1 电压控制模式

750/220 kV电压级差较西北主网750/330 kV以及国内其他地区500/220 kV或1 000/500/220 kV大,且在国内无先例,根据电压变化经验公式,电压变化与联络线传输功率大小、潮流波动水平、线路阻抗以及母线短路容量相关。联网的750 kV线路充电功率大(百公里充电功率280 Mvar,是500 kV线路的2.8倍),沿线网架结构较弱,短路容量小,接力送电的联网通道上,潮流波动频繁并且幅度大,从而导致联网通道近区220 kV母线电压波动较大。而750 kV

电网缺少动态无功调节手段,采用高、低抗固定补偿,正常运行中电压控制较为困难。对联网通道近区220 kV电压控制要求苛刻。通过计算分析,若按750 kV母线电压不超过800 kV控制,需将近区220 kV母线运行电压控制在230~238 kV范围内,在现有调节手段下运行控制难度大。

由于新疆境内750 kV变电站均为单主变压器运行,轻潮流下,联网通道上750 kV母线初始电压偏高。主变压器N-1故障后,电网将失去220 kV电网的电压钳制作用,同时失去750 kV主变压器低压侧低抗;同时失去低压补偿,导致750 kV母线出线运行过电压,需进行综合考虑电压调整和控制问题。

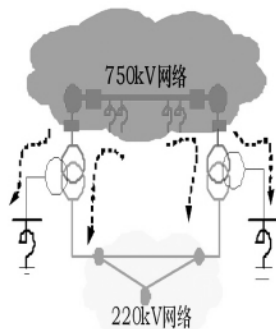


图1 750/220 kV电磁环网示意图

乌北主变压器跳闸,乌北750 kV母线电压升高幅度约为50~70 kV,为抑制部分主变压器特别是末端馈供主变压器跳闸后750 kV母线高电压,需联切750 kV线路,从而电网运行从N-1问题升级为N-2问题,还需要调控电压同时需控制各750、220 kV断面潮流,关联因素较多。

220 kV电网面临正常小负荷方式下电压偏高需消化吸收750 kV系统未补偿的容性无功,750 kV主变压器N-1故障情况下,750 kV系统变化的容性无功被切除,220 kV系统因失去容性无功造成感性无功偏多,电压偏低,而750 kV设备又因为缺少的感性无功补偿而电压偏高,不论750 kV还是220 kV电网,电压反复波动问题突出。

此外,新疆电网内750 kV系统的电压水平与西北电网内750 kV系统的电压水平相关联,链式网络的电压调整随联络线传输功率变化而变化,并相互制约,使得电压调整控制延伸面扩大。

由于上述因素造成电压调整和控制关联因素增多,电压控制模式变化较大,需进行调整。

2.2 电磁环网控制模式

新疆电网出现多个大型电磁环网,分别为凤乌电

磁环网,乌吐电磁环网,吐哈电磁环网,吐巴电磁环网,电磁环网带来的是系统短路水平的不断上升,热稳定、动稳定、暂态稳定引起的控制问题。采取分区分片的运行方式是解决短路电流问题的发展趋势,但是在分区运行后需考虑设备检修、电力电量平衡、设备过载等问题,同时还带来不同情况下的运行方式多变,保护定值方案多套,事故支援能力变弱,运行方式调整困难、调度运行操作复杂等问题。

在环网方式下部分220 kV输电断面制约着750 kV系统送出功率,同时750 kV系统设备运行和停运也造成220 kV线路穿越潮流的变化。上述设备的检修需相互配合,相互兼顾。此外新疆电网因网架结构薄弱,疆内750 kV设备停运相互之间也影响较大,需统一考虑。

2.3 调峰、调频控制模式

新疆电网由孤网运行转为联网运行,由独立电网转为西北区域电网一部分。新疆电网调峰、调频控制模式将发生较大的变化,电网AGC控制模式需要调整。通常AGC有四个基本目标及其分别对应的四个控制模式。

(1) 负荷平衡控制模式:使整个互联系统的发电与负荷基本平衡。

(2) 定频率控制模式:保证电力系统的频率偏差在某一范围内,并使均值为零。

(3) 联络线控制模式:在各控制区域内调节发电出力,使联络线功率偏差积分为零。

(4) 经济调度控制模式:控制本区域内的分配发电,使发电成本最小。

新疆电网在与西北电网联网后,采用联络线频率控制模式,但由于是联网设备均为单主变压器,还需考虑主变压器跳闸,解网方式下的定频率控制模式,解网方式还存在不同地区,不同机组参与,需要进行调整和改变,在两者之间切换。如:在750 kV哈敦双线断开,吐哈一二线断开,乌吐一二线断开方式下,天光电厂、察汗乌苏电厂、库车电厂等机组的AGC控制模式需做相应的调整。

AGC控制模式复杂程度增加,控制模式多变,需考虑和完善相关功能定义。

对于系统旋转备用容量的制定,电力、电量平衡、机组开机方式等均进行了多种情况的考虑。既要满足系统外送要求,又要满足联网通道故障后稳控切机要求,满足系统故障情况下的快速响应调节能力,负

荷变化、风电出力变化要求。

2.4 区域性电网稳定控制模式

联网后电网具有明显的区域性特征:乌北地区、吐鲁番地区、哈密地区局部电力系统各自由多个电源节点构成,分区内稳定性与分区内电源具有强相关性。对于这样的系统,其安全稳定控制,需综合考虑这些电源的运行状态,因而往往需要大量的远方信息传递。这样就使得区域性电力系统的安全稳定控制复杂程度增加,尤其是在各种情况下如何保证全套装置动作的可靠动作。

区域稳控控制模式也需适应多种情况进行调整优化,对于750 kV/220 kV,由原有的集中控制模式调整为采取750 kV/220 kV分层控制模式。形成以三个变电站六套装置为枢纽的108套系统分区分层进行控制。

2.5 调度管理模式

联网后,新疆省调调度管理由单一的孤网运行管理变为联网运行管理与孤网运行管理双重方式,需积极适应新的联网方式,将新疆电网在孤网运行过程中形成了一套适应新疆电网实际情况的调度管理模式进行优化、转型、转变,在调度运行、运行方式、调度计划、继电保护、通信、自动化专业的工作标准、工作制度、专业流程、标准、规程、制度,全面梳理。

对于调度运行方面,转变孤网运行管理,加强电网的负荷预测,合理安排系统旋转备用容量、事故备用容量、检修备用容量及其分布,要求具备相应的响应调节能力,对于电网稳定工作,联合网调、省调、地调制定协调一致的稳定规定,拉路限电序位表,制定紧急来路限电措施。调度运行人员及时准确调整有关调频厂,重视联网工程系统的过电压问题,保持发电机组自动电压调节在运行状态,采用快速励磁,合理使用并联电抗器,控制系统运行电压在正常范围内,对可能发生的各类严重故障,平时制定相应预案和反事故演习,在二次系统方面,加强网省继电保护的运行管理工作,完善规章制度,整定方案,整定原则,现场实施、定期检验、设备维护等环节。对电网第三道防线需统一考虑,对于重要设备的电网通信,调度自动化系统和各枢纽站的自动化设备、加强运行维护和管理。

3 提高电网安全稳定水平控制模式调整措施

为提高新疆电网联网后的安全稳定水平,在深入分析了电网稳定性变化情况,电网控制模式存在不足,提出以下控制模式调整措施。

3.1 针对电压控制

合理选择750 kV主变压器分接头档位,缩小变比,优化确定750 kV无载调压变压器分接头位置,做到750 kV、220 kV系统同时优化,联合调压。加强常规电源并网管理,充分发挥其调压能力。静态电压故障前做好控制预案和相应控制策略,故障情况下电压控制需稳控系统与人员控制相结合。

3.2 针对电磁环网

加快电网建设,为电磁环网方式解环提供条件,开展新疆电网规划网架及过渡期间电磁环网解环专题研究,优化电磁环网解环方案,优化电源分区互供,减少潮流迂回转供,减少电网相互制约因素。优化区域稳控策略的优化工作,增加相应的区域稳控策略。

3.3 针对调峰、调频

根据电网运行情况,针对电网故障解列孤网运行后不同AGC“挂起”措施。优化现有AGC策略,结合运行开展相关的优化。制定多种AGC控制模式。合理确定系统备用容量,将风电、水电、火电、联络线备用统筹考虑,充分发挥区域联网综合效益。将电源按AGC区域贡献率进行划分,与不同方式下频率调整控制进行关联。

3.4 针对区域稳控

研究切负荷执行站、切机执行站接入方式变更,切负荷功能闭锁程序优化,策略改进,做到“自适应”。

3.5 针对调度管理

尽快融入网省一体化运作,加强沟通,建立协作机制。建立统一和谐的调度协调机制。

4 结 论

新疆与西北电网联网后,可以充分发挥大电网、大机组、大容量远距离输电的规模经济效益,实现能源、电力资源的优化配置;可以实现水电、火电、核电、风电等不同特性电力资源的互补,实现更大的经济和安全效益。但电网大范围互联又会使电网事故影响范围扩大,如果处理不当,有造成大面积停电的风险。需要在电网运行控制各个方面的模式进行调整和转换,梳理新疆750/220 kV电网运行控制模式,确定调

整方向,迅速改进和转变,以满足电网各种运行工况的需求,此外,电网在规划设计方面也需要进行综合考虑,开展电磁环网解环研究、电源分区消纳研究、电源接入地方式研究、750 ~ 220 kV 电压控制专题研究等,建设坚强的各级电网,各级电网统一协调统筹发展,为电网运行提供坚强的物理保障。

作者简介:

常喜强(1976),男,硕士,高级工程师,从事电力系统安全稳定运行控制工作;

孙谊婧(1974),女,硕士,高级工程师,从事电力系统安全稳定运行控制工作。

(收稿日期:2011-07-10)

(上接第25页)

[15] 于继来,汤奕. 交流支路和节点的联合电气剖分[J]. 中国电机工程学报, 2007, 27(16): 37-42.

[16] 王锡凡. 电网可靠性评估的随机网流模型[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(12): 1-6, 22.

[17] 汤奕,于继来. 一种新的输电线路阻塞责任定量分析方法[J]. 电力系统及其自动化学报, 2008, 20(4): 98-103.

[18] 汤奕,于继来,周苏荃. 电力网络源流路径电气剖分算法[J]. 2006, 30(22): 28-33.

[19] Baoding Liu, Uncertainty Theory [M]. Beijing: Uncertainty Theory Laboratory, 2010. <http://orsc.edu.cn/liu>.

[20] 管霖,郑传材. 线路 $N-K$ 停运机理及其概率模型[J]. 电力系统自动化学报, 2009, 21(4): 115-119.

[21] 宋毅,王成山. 双重故障模式下基于证据理论和功能组分解的 $N-K$ 事故辨识方法[J]. 中国电机工程学报, 2008, 28(28): 47-53.

[22] 薛禹胜. 综合防御由偶然故障演化为电力灾难[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(18): 1-5.

(收稿日期:2011-04-10)

(上接第42页)

[6] Kandil M S, El-Debeiky S M, Hasanien N E. Long-term Load Forecasting for Fast Developing Utility Using a Knowledge-based Expert System [J]. IEEE Transactions on Power Systems, 2002, 17(2): 491-496.

[7] 张民,鲍海,晏玲. 基于卡尔曼滤波的短期负荷预测方法的研究[J]. 电网技术, 2003, 27(10): 39-42.

[8] 陈泽淮,张尧,武志刚. RBF神经网络在中长期负荷预测中的应用[J]. 电力系统及其自动化学报, 2006, 18(1): 15-19.

[9] 钱卫华,姚建刚,龙立波,等. 基于短期相关性和负荷增长的中长期负荷预测[J]. 电力系统自动化, 2007, 31(11): 59-64.

[10] 谢敬东,唐国庆,徐高飞,等. 组合预测方法在电力负荷预测中的应用[J]. 中国电力, 1998, 31(6): 3-5.

[11] 吉培荣,张玉文,赵青. 组合预测方法在电力系统负荷预测中的应用[J]. 三峡大学学报, 2005, 27(5): 398-400.

[12] 牛东晓,陈志业,邢棉,等. 具有二重趋势性的季节性电力负荷预测组合优化灰色神经网络模型[J]. 中国电机工程学报, 2002, 22(1): 29-32.

[13] 李金超,牛东晓,李金颖,等. 基于熵权的中长期电力负荷组合预测[J]. 华东电力, 2005, 33(8): 27-29.

[14] 李春生,王耀南. 基于条件熵的电力负荷组合预测模型[J]. 电力系统及其自动化学报, 2007, 19(4): 55-58.

[15] 肖先勇,葛嘉,何德胜. 基于支持向量机的中长期电力负荷组合预测[J]. 电力系统及其自动化学报, 2008, 20(1): 84-88.

[16] 丁巧林,潘学华,杨薛明. 最优组合预测方法在电力负荷预测中的应用[J]. 电网技术, 2008, 32(增刊1): 127-130.

[17] 苗增强,武宏波,李婷,等. 基于最小一乘法的组合赋权法在中长期负荷预测中的应用[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(2): 28-32.

[18] 周涑,任海军,李健,等. 层次结构下的中长期电力负荷变权组合预测方法[J]. 2010, 30(6): 47-52.

[19] 孙见荆. 组合预测参数估计方法研究[J]. 预测, 1996, 15(6): 54-56.

[20] 陈守煜. 系统模糊决策理论与应用[M]. 大连:大连理工大学, 1994.

[21] 陈守煜. 工程模糊集理论与应用[M]. 北京:国防工业出版社, 1998.

[22] 陈守煜,赵瑛琪. 模糊优选(优化)理论与模型[J]. 应用数学, 1993, 6(1): 1-6.

[23] 康海贵,刘艳,孙敏. 施工方案评价中的多级模糊优化及非结构性模糊决策分析[J]. 四川建筑科学研究, 2007, 33(6): 228-231.

[24] 杨实俊,刘健夫. 模糊优选考核方法在企业人力资源管理中的应用[J]. 华北电力大学学报, 2007, 34(4): 110-112.

[25] 王世儒,雷伟丽. 基于模糊数学的多级泵站老化评价[J]. 甘肃水利水电技术, 2009, 45(1): 22-23.

[26] 李海龙. 基于熵权的多级模糊优选模型在软基处理中的应用[J]. 西部探矿工程, 2009(4): 50-53.

[27] 毛季帆,姚建刚,金永顺. 中长期电力组合预测模型的理论研究[J]. 中国电机工程学报, 2010, 30(16): 53-59.

(收稿日期:2011-04-28)