

水电机组调速特性对联络线 极限传输功率影响分析

吴茂乾¹, 白宇辉¹, 任锡林², 钱霞¹, 王胜利², 张锋²

(1. 奎屯市电业局, 新疆 奎屯 833200; 2. 新疆电力调度通信中心, 新疆 乌鲁木齐 830008)

摘要: 在某地区电网现有网架基础上分别就考虑和不考虑水电机组调速特性两种工况进行了仿真分析, 得出了两种工况下的联络线极限传输功率。考虑水电机组调速特性时联络线的极限传输功率有一定程度的提高; 但对于纯水电机组构成的电网, 水电机组在故障情况下的动态反调特性对联络线的极限传输功率也有一定的制约作用。

关键词: 调速特性; 联络线; 极限传输功率

Abstract: The simulation and analysis of two operating conditions are carried out with and without the speed - regulating characteristics of hydroelectric generating set in the current power grid, and the tie - line transmission power limits under both conditions are obtained. According to the results, the tie - line transmission power limit with speed - regulating characteristics of hydroelectric generating set is higher than the tie - line transmission power limit without speed - regulating characteristics of hydroelectric generating set. But as the current power grid is consisted merely of hydroelectric generating set, the tie - line transmission power limit will also be restricted by the anti - regulation characteristics of hydroelectric generating set under faulted condition.

Key words: speed - regulating characteristic; tie line; transmission power limit

中图分类号: TM714 文献标志码: A 文章编号: 1003 - 6954(2012)06 - 0001 - 03

0 引言

近两年奎屯地区经济增长迅速, 负荷增长较快, 但电源和网架建设相对滞后。受网内电源结构不合理以及用电负荷季节性、时段性的影响, 地区电网呈现季节性电力供需不平衡的现象。在枯水季节, 一旦地区电网与主网唯一联络线——220 kV 联络线(A站至B站)事故跳闸, 地区电网将成为了一个孤立电网, 届时, 孤网内水电机组的调速特性对地区电网的安全稳定运行有很大影响。

1 地区电网简介

地区电网目前通过单回 286.3 km 的 220 kV 联络线和单回 167.87 km 的 110 kV 叶皮线(正常方式下断开备用)与主网相连, 距离主系统 2 000 km 以上, 与主系统联系极其薄弱, 网内统调发电机组总装机容量虽然达到 331 MW, 但电源结构不合理, 78% 的电

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51067009); 新疆教育厅重点资助项目(XJEDU2009104)

源为水电机组, 受季节变化影响, 存在“以水定电”问题。电网地理接线示意图如图 1 所示。

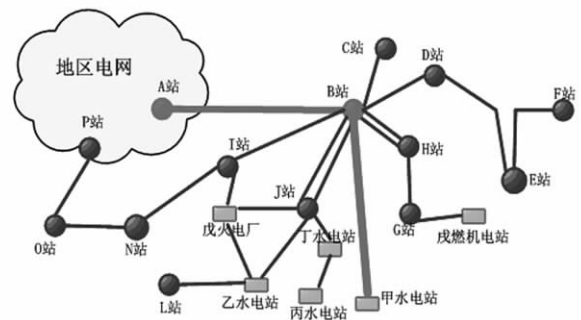


图 1 电网地理接线图

地区电网存在着季节性供需不平衡问题, 本地区电源供电能力和从主网受电能力均有不足, 主要原因如下。

(1) 全地区水能发电站受河床来水不足的制约, 发电能力十分有限, 存在与负荷增长反时限特性。

(2) 网内应急电源燃机电站出力不稳定, 因设备缺陷的种种原因(气源不足、气候太冷等)无法投运, 造成冬季负荷高峰时段无法提供稳定的电力支

撑和电力供应。

(3) 冬季期间,地区最大的A水电站受B水电站大坝蓄水的制约,不能在负荷高峰时段发挥最大效益。

上述3种因素造成冬季地区网内所有电厂的最大发电出力仅为90 MW,缺额部分全部通过220 kV联络线从主网下网功率来弥补。

因此220 kV联络线的极限传输功率对地区电网的供电能力有着直接影响。

2 水电机组控制特性

水电机组控制特性与火电机组不同,当一次调频投入,网频下降时,水电机组的出力变化特性是先下降后上升,这种特性为水轮机的动态反调特性。如图2所示的即为某水电机组在一次调频试验过程中的负荷与导叶开度的录波曲线,可以清晰地看到水轮机的动态反调特性,水电机组的动态反调特性对全部由水电机组构成的区域电网频率稳定性有很强的影响作用。

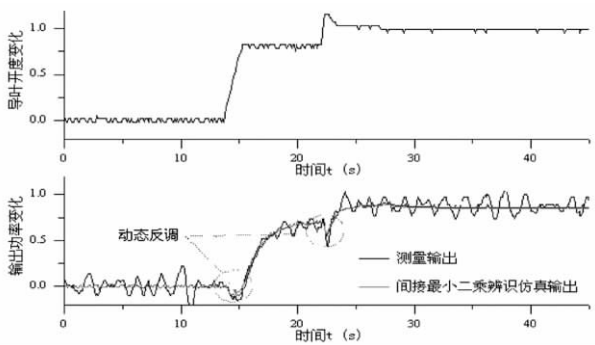


图2 水电机组动态调节特性图

3 仿真分析

为保证220 kV联络线跳闸后,孤网频率稳定,电网安全稳定运行,同时最大限度地提高地区电网受电能力,本着提高联络线下网功率和在电网发生不可预见事故时将造成的危害、损失降低到最小程度的原则,对220 kV联络线跳闸后的孤网进行了仿真分析,求得联络线的极限传输功率。

3.1 计算条件

3.1.1 计算手段

稳定计算采用电科院电力系统计算综合程序PSASP 6.28版。计算中A水电站按照考虑与不考

虑调速器特性两种情况分析,地区电网内其余机组不考虑调速器特性,但所有机组均考虑了调压器特性,发电机采用实测的励磁系统模型和PSS模型。负荷模型采用40%~70%的感应电动机负荷模型,厂用电模型采用80%的感应电动机模型。发电机励磁系统,线路快速保护、重合闸,厂、站母线母差保护均可靠投入。

3.1.2 稳定判据

(1) 电网遭受每一次大扰动后,引起系统各机组之间功角相对增大,在经过第1、第2摇摆不失步;相对功角为减幅振荡。

(2) 在电力系统受到扰动后的暂态过程中,220 kV变电站的110 kV母线电压能够恢复到0.80 p. u.以上。

(3) 联络线功率振荡呈衰减趋势。

(4) 系统低频率时,正常情况下应不导致低频率减负荷装置动作,特殊情况下可以考虑低频率减负荷装置动作,但系统不能发生频率崩溃,即系统最低频率不应低至低频率减负荷装置最低频率的频率值;系统高频率时,最高频率不应高于电网中发电机组高频率保护最低频率整定值,一般应不高于50.5~51 Hz。

3.1.3 边界条件

(1) 220 kV联络线潮流方向为B→A。

(2) 220~110 kV电磁环网解环运行。

(3) 地区电网内机组开机方式安排如表1。

表1 机组开机安排

电厂名称	机组台数容量	总容量	开机台数
	/MW	/MW	
甲水电站	3×50	150	2×50
乙水电站	4×15	60	2×15
戊火电厂	2×12	24	按关停考虑
戊燃机电站	1×50	50	1×50

(4) 地区电网负荷为185 MW。

3.2 仿真分析

3.2.1 甲水电站水电机组考虑调速特性

220 kV联络线(A→B)的传输功率为100 MW时发生三永故障,0.12 s切除线路两侧断路器,地区电网与主网解列。地区电网孤网频率变化特性如图3所示,甲水电站2号机组的有功变化特性如图4所示,220 kV B站的110 kV侧电压变化特性如图5所示。

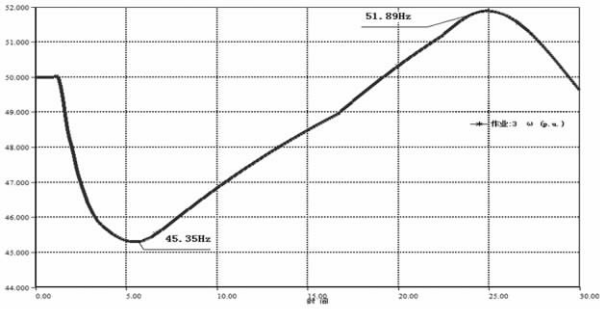


图3 解网后地区电网的频率曲线(Hz)

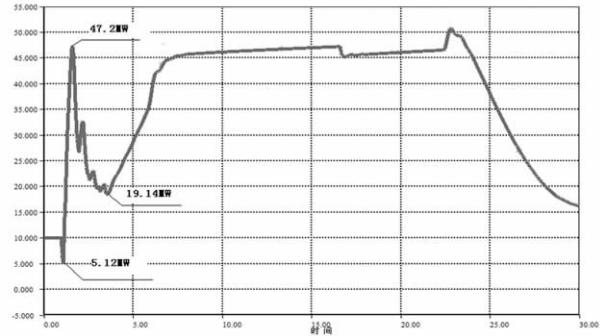


图4 甲水电站2号机有功曲线(MW)

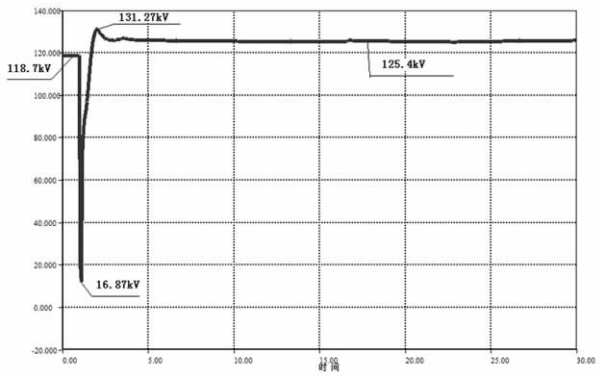


图5 220 kV B站110 kV 母线电压曲线

从上述3张图可以看出220 kV 联络线(A→B)的传输功率为100 MW 时发生三永故障 线路被切除 地区电网与主网解列。依靠甲水电站水电机组的调节特性和低频减载装置动作特性(动作4轮切除了72 MW 负荷) 最终频率可以恢复到合理范围之内 地区电网110 kV 电压上升6~8 kV 需注意电压控制。

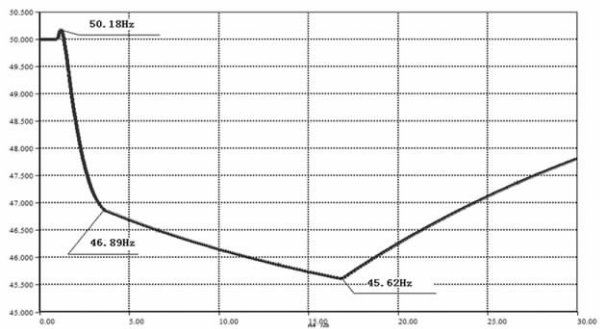


图6 解网后地区电网的频率曲线

3.2.2 不考虑甲水电站水电机组调速特性

220 kV 联络线(A→B)的传输功率为80 MW 时发生三永故障 0.12 s 切除线路两侧断路器 地区电网与主网解列。地区电网孤网频率变化特性如图6所示,甲水电站2号机组的有功变化特性如图7所示 220 kV B站的110 kV 侧电压变化特性如图8所示。

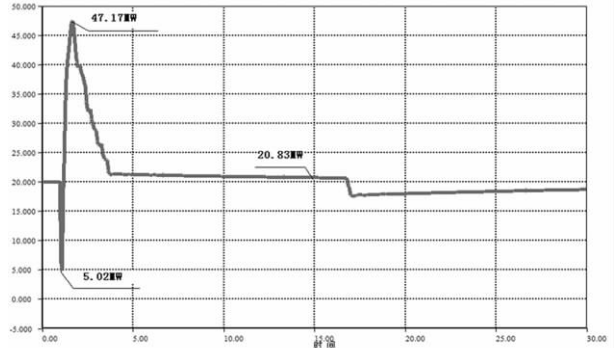


图7 甲水电站2号机有功曲线

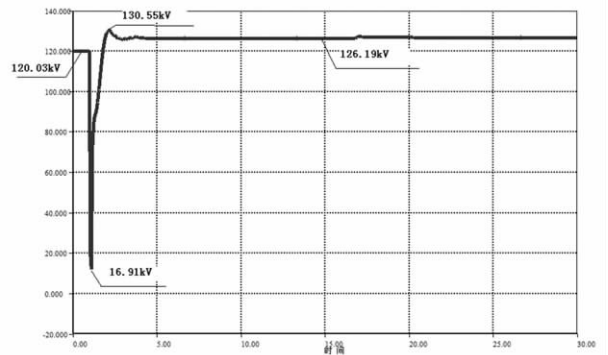


图8 220 kV B站110 kV 母线电压曲线

从上述3张图可以看出220 kV 联络线(A→B)的传输功率为80 MW 时发生三永故障 线路被切除 地区电网与主网解列。依靠低频减载装置动作特性(切除了83 MW 负荷),最终频率可以恢复到合理范围之内 地区电网110 kV 电压上升6~8 kV。

对比图7和图4可以看出:图7中由于没有考虑甲水电站水电机组的调速特性 联络线跳闸前后,有功功率变化不大。地区电网的频率主要依靠低频减载装置动作和负荷自身的频率特性来寻找功率平衡 最终达到频率稳定。图4中考虑了甲水电站水电机组的调速特性 联络线跳闸后 水电机组调速器动作 增加了水电机组的有功出力 同时低频减载装置动作切除部分负荷 加之负荷自身的频率特性,三者共同作用达到频率稳定。

通过上述分析可知:由于考虑了水电机组调速特性 联络线的极限功率比不考虑水电机组调速特

(下转第72页)

表5 各种吸声材料价格对比表

序号	名称	参数	单位	价格
1	玻璃棉	密度: 48 kg/m ³ , 厚度: 50 mm	元 /m ²	20
2	聚氨酯泡沫	开孔型	元 /m ²	160
3	三聚氰胺泡沫	300 × 200 × 50 (mm)	元 /m ²	160
4	K-13 喷涂材料	植物纤维 (50 mm 厚) 45 kg/m ³	元 /m ²	300
5	多孔泡沫铝	密度: 1.16 孔隙率: 57.04	元 /m ²	800
6	铝纤维吸声材料	密度: 38.2 kg/m ³ , 厚度为 10 mm, 臂后空腔深度为 40 mm	元 /m ²	220 ~ 500

5 结 语

城区变电站的噪声治理应根据噪声特性、变电站结构及其所处位置、噪声水平、周围敏感点等具体情况,运用不同的治理手段;同时应通过计算、技术经济比较,科学选材,制定综合治理的具体方案,以达到环境噪声标准的要求。并应进行试点整治,典型分析,跟踪监测,总结提炼,根据治理效果进行总结推广。

(收稿日期: 2012-09-12)

(上接第3页)

性时有所提高。但从图4中也可以明显看出:联络线跳开的瞬间,水电机组的功率并非直接上升,而是因为水电机组的动态反调特性作用,机组出力先下降后上升。在机组出力下降过程中,地区电网频率加速下降,有可能造成低频减载装置滑差闭锁或者切荷量不足,最终造成频率失稳,电压崩溃。

4 结论与建议

4.1 结 论

(1) 考虑水电机组调速特性时,联络线(220 kV 联络线)极限传输功率为100 MW,略大于不考虑水电机组调速特性时的极限传输功率80 MW。

(2) 地区电网绝大部分电源为水电机组,由于水电机组动态反调特性的影响,考虑水电机组调速特性时联络极限传输功率提高幅度有限。

4.2 建 议

(1) 加快建设与主网联系第二通道,增强地区电网与主网联络。

(2) 尽快在地区电网内建设火电机组,利用火电机组一次调频作用中和水电机组动态反调特性,提高地区电网与主网解列后频率稳定性。

(3) 加强对应急燃机电源的维护及相关工作,确保应急电源在关键时刻可以起到电源作用。

参考文献

[1] 时珊珊,鲁宗相,闵勇,等. 微电网孤网运行时的频率

特性分析[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(9): 36-41.

[2] 赵强,张丽,王琦,等. 系统负荷频率特性对电网频率稳定性的影响[J]. 电网技术, 2011, 35(3): 69-73.

[3] 陈桥平,蔡泽洋,李爱民,等. 互联电网的地区频率特性差异性及其对低频减载的影响研究[J]. 中国电力, 2009, 42(8): 1-5.

[4] 熊小伏,周永忠,周家启. 计及负荷频率特性的低频减载方案研究[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(19): 48-51.

[5] 赵庆波,曾鸣,刘敏,等. 电力市场中的负荷频率控制方案研究[J]. 中国电机工程学报, 2002, 22(11): 45-50.

[6] 曾启明,陈伟乐,谢志堂,等. 电力系统频率新的跟踪算法[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(19): 48-51.

[7] 秦明亮,杨秀朝. 减少低频减载方案过切的措施的研究[J]. 电网技术, 2002, 26(2): 83-86.

[8] 肖遥,孟·让·柯洛德. 电力系统频率测量误差成因分析[J]. 电网技术, 2002, 26(1): 29-42.

[9] 新疆电力调度通信中心. 2011年度运行方式[R]. 2011.

[10] QIU Bin, LIU Yi-yu. Lan-based Control for Load Shedding[J]. IEEE Computer Applications in Power, 2001, 14(12): 38-43.

作者简介:

吴茂乾(1988),男,江苏连云港人,硕士研究生,从事电力市场及电力系统安全稳定分析研究。

(收稿日期: 2012-09-13)