

新疆电网采取集中切负荷出现的特殊问题的思考

常喜强, 张 娟, 黄 净, 孙谊嫻

(新疆电力公司, 新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:切机、切负荷功能作为电网发生故障时,是保证电网安全稳定运行的重要措施,它发挥着重要的作用,尤其是切负荷功能,这在很多大区电网的区域稳定控制系统中被广泛采用,但是对于特殊的电网系统,切负荷功能虽然在保证频率稳定、电压稳定起到了很大的作用,消除故障后受端系统的不稳定问题,但同时也带来了新的问题——高电压引起的问题,需要进行研究分析。在总结了新疆电网稳控系统切负荷措施之后,对局部地区切负荷出现的特殊电压问题进行了深入分析研究,提出了相关的技术措施。

关键词:电力系统;切负荷;高电压;区域稳控

Abstract: Switching off generator or load rejection works as an important function to ensure the safe and stable operation of power grid when power grid runs improperly. Especially, load rejection is widely adopted in stabilization control system of region grid. Whereas for special grid system, load rejection can ensure the steady frequency and voltage and clear the unstable problem in the receiving end of power system after the fault, but it brings on a new issue——high voltage which needs analyzing deeply. The load rejection measures are summarized in stabilization control technique of Xinjiang Power Grid, the special voltage issue occurring in load rejection for partial area is analyzed deeply and the related technical measures are put forward.

Key words: power system; load rejection; high voltage; area stabilization control

中图分类号: TM732 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2010)02-0045-04

0 引言

电力系统的不断发展和安全稳定运行为国民经济和社会发展带来了巨大的动力和效益。从国内外长期积累的电力系统运行事故统计分析中可以看出,电力系统稳定破坏事故是危害性最大的事故之一。它严重威胁电力系统的安全运行和供电可靠性。若不能及时有效地加以控制会使电网失去稳定运行、甚至瓦解,造成大面积停电事故,给社会带来灾难性的后果。中国电力系统本属于弱联系统,但却面临着大区域互联和电力市场改革的严峻挑战,互联后的系统也将同目前的西方电网一样潜伏着大停电的危险,因此大电网的安全自动装置对推动电力系统可持续发展、保证电力系统安全稳定运行有着重要意义。

《电力系统安全稳定导则》和《电力系统安全稳定控制技术导则》对保证电网安全稳定起到了重要的作用,提出了保证电网安全稳定运行的研究方法、研究内容和研究措施,明确提出了对于电网在正常方式下受到第二类扰动后,保护、开关及重合闸正确动作,应能保证系统稳定运行,必要时允许采取切机和

切负荷等控制措施,在防止频率、电压崩溃的措施中也明确提出了集中切负荷和利用低频低压减负荷装置的措施,这些对保证电网安全稳定运行起了很大的作用。

集中切负荷对保证受端系统安全运行意义重大,但是对于特殊的受端电网将会带来新的问题,在切除负荷后,将可能造成电压升高,引起相关机组进相,而造成新的稳定问题,下面就此问题进行了研究分析,并结合实际电网进行了验证分析。

1 集中切负荷作用

集中切负荷主要用于以下两个方面的问题:第一,线路停运故障,主要影响是引起网络结构的变化,使得系统与某些负荷节点的联系相对脆弱,导致负荷无法从系统获得能够维持其电压水平的足够的功率支持;第二,发电机的突然停运,会引起系统频率的下降,导致功角形式的不稳定。这两种故障都可以通过相应的切负荷措施得到缓解。

针对以上故障的切负荷措施主要有两种:一为预防性切负荷,是指电力系统运行在临近崩溃点而没有

发生崩溃的时候,切除一部分负荷以保证系统一定的频率、电压稳定裕度;二为校正性切负荷,是指在电力系统因故障而处于频率、电压崩溃过程中或电压不可接受的紧急情况下快速切除一部分负荷,使故障后的系统能够恢复到稳定状态。

对不同故障类型采取的切负荷策略的结果不同。

对于线路停运的故障,导致频率、电压崩溃的原因不是负荷所需的功率超过了系统能够发出的功率,而是系统的传输能力无法满足负荷的功率需求。这种情况下切负荷的目的是降低负荷对系统传输能力的要求,并且在切负荷的同时也要相应地减少发电机的有功输出,保持系统的功率平衡。

对于发电机停运故障,这种情况下系统中的功率将会不平衡,这时应切除与退出运行的发电机容量相当的负荷。

2 集中切负荷需考虑的问题

集中切负荷相对于低频低压减负荷的功能来讲,更有助于频率电压的快速恢复,同时也可以有效回避低频低压减负荷中滑差参数设置问题,是有效的方法,但切负荷的动作情况不仅直接关系到系统的稳定以及频率、电压质量情况,而且与经济效益直接挂钩。在实现集中切负荷时,应进行相关的模拟分析计算,充分考虑切负荷地点、切负荷装置设置、切负荷数量的问题,综合优化实现系统快速恢复所需的切负荷最小、切负荷装置最少、系统恢复最快。

利用电力系统分析程序对切负荷动作模型模拟

应注意切负荷装置模型的原理及建立过程。需考虑整个电网的变化规律、所切负荷的负荷特性、电网经济效益与可操作性。短路切负荷地点选择和切负荷量的确定是切负荷策略中的核心问题。

3 集中切负荷应注意的问题

对于网架结构坚强的系统,短路容量较大的系统,集中切负荷能有效抑制电压的降低、频率的变化,同时电网对于集中切负荷中引起系统特性(特别是受端系统特性)变化产生的负面影响能进行有效地缓冲和化解。但是对于网架结构相对薄弱的系统、短路容量较小的系统,集中切负荷则可能引起系统特性变化较大,特别是负荷对电压敏感性较大的地区,集中切负荷后系统电压变化波动较大,会引起联络线无功潮流、地区系统无功分布发生较大波动,从而造成电压升高,造成系统联络线充电功率增大,此时受端系统负荷由于集中切负荷后负荷减少,消耗无功减小,则受端系统机组需吸收过量无功,而可能进相,造成系统稳定性降低,严重时,在系统恢复过程中会造成新的稳定问题。具体过程见图 1。

故障分析如下:当线路 L1 传输大功率时,发生故障跳闸,需集中切除负荷以保证受端系统的快速恢复,则切除负荷 2、负荷 3、负荷 5。但由于线路 L1、L2 均为长线路,则由于受端系统负荷的减小,吸收无功减少,此时 C2、C3、C5 还在投入位置, U1、U2 电压升高, Q2 增大,系统电压连锁上升,引起 G1、G2 机组进相,系统暂态稳定性又有所下降,恢复过程中可能造

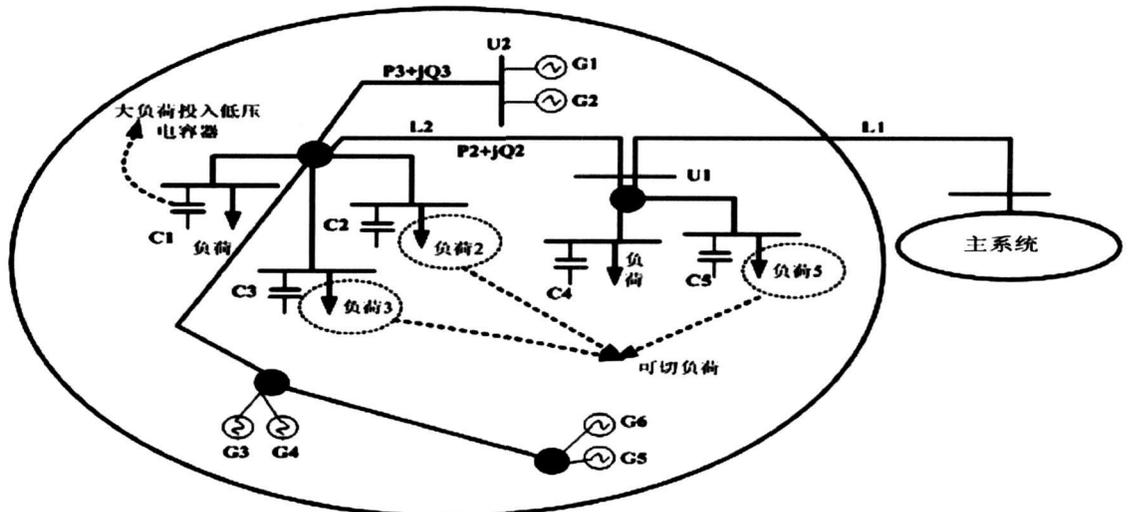


图 1 集中切负荷的连锁反应示意图

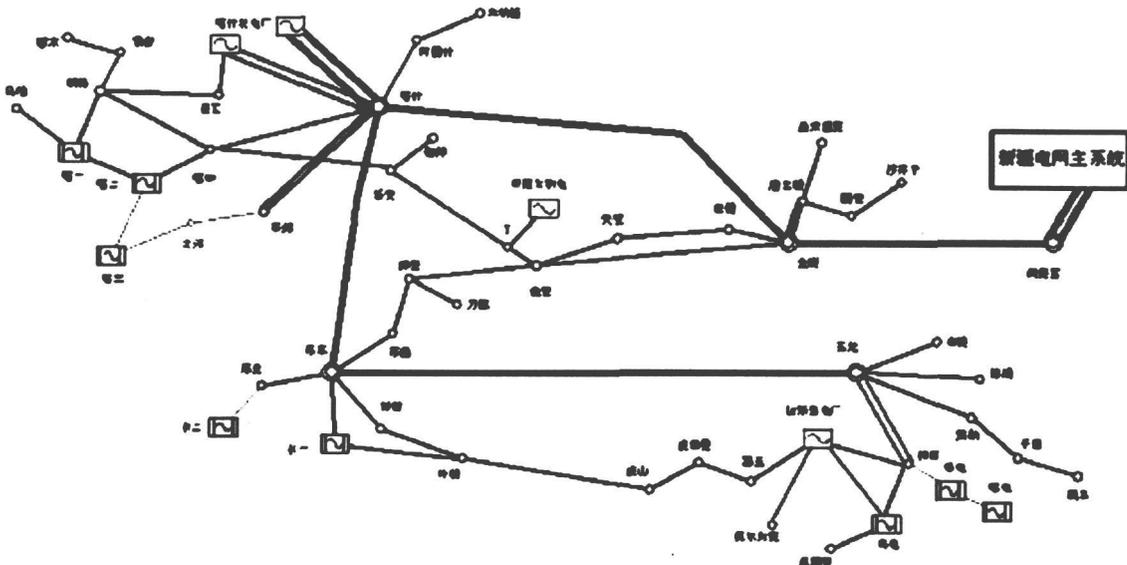


图 2 新疆南间电网示意图

表 1 系统稳定运行模拟计算结果

序号	方案	稳定性	频率	220 kV 最高电压	喀发 4 号机组进相深度	
1	不集中切负荷	功角失稳	频率失稳	47.5 Hz	245	-25
2	集中切负荷, 不联切电容器	功角失稳	频率稳定	50 Hz 并波动	250	-32
3	集中切负荷, 联切电容器	功角稳定	频率稳定	50 Hz	243	-18

备注: 方案 2、方案 3 集中切负荷量相同, 方案 3 切除了 220 kV 喀什变电站、莎车变电站、金鹿变电站低压电容器和部分 110 kV 变电站的低压电容器。

成 G1、G2 机组与 G5、G6 机组失去稳定, 产生新的稳定问题。

此种情况下, 是由于受端系统长线路, 短路容量较小, 受端系统电压敏感性大, 造成无功功率波动引起, 因此, 在集中切负荷时, 应进行详细的分析计算和校核, 注意此问题, 常规模拟计算分析中往往对于低压电容器的考虑关注不足, 因此对于切负荷的模拟也存在一定的误差, 需要分析。

为避免此种情况的发生, 在集中切负荷时, 若出现此种问题, 应进行深入的分析模拟讨论, 并结合电压的敏感性分析, 采取一定的措施——加装快切低压电容器, 或配置限制电压升高的装置, 或者增设电容器电压过高的保护装置, 快速投电抗器装置。

4 实例分析

新疆南部电网包括阿克苏电网、喀克电网、和田电网三地区电网, 电网间为 220 kV 联系的弱联电网, 其联网线 220 kV 苏鹿线为 LGJ-2×300/【227.671 km】, 220 kV 鹿喀线 LGJ-2×300/【225.857 km】, 220 kV 喀莎线 LGJ-300/【180.035 km】, 220 kV 玉

莎线 LGJ-400/【286.278 km】, 电网网架相对薄弱, 稳定问题突出, 目前已装设了区域稳控系统, 具体网络结构如图 2。

在 220 kV 苏鹿线传输 190 MW 时, 由于在 220 kV 苏鹿线传输大功率, 系统电压较低, 投入大量的低压电容器, 发生 220 kV 苏鹿线跳闸, 此时喀克一和田电网缺少功率达到 1/3, 为保证喀克一和田系统安全稳定运行, 快速切除部分负荷, 但是从网络结构中可以看出, 金鹿地区、莎车地区缺少大电源支撑, 电压稳定性较低, 同时与喀什发电厂联络的 220 kV 喀什变电所联络的 220 kV 线路均较长, 切负荷后造成喀什地区电压过高, 喀什发电厂机组迅速进相, 引起喀什发电厂机组与和田电网机组功率失稳, 系统由低频、低压问题转换为暂态功角问题, 故此时需要切除部分低压电容器, 来消除高电压和喀什发电厂的深度进相问题, 从而保证系统稳定运行, 具体模拟计算结果如表 1。

220 kV 母线电压对比如图 3。

通过对不同方式下的研究分析, 对于受端系统电压受负荷影响敏感性较大的受端地区, 切负荷将造成电压波动升高较大, 因此需要在切除负荷的同时, 切

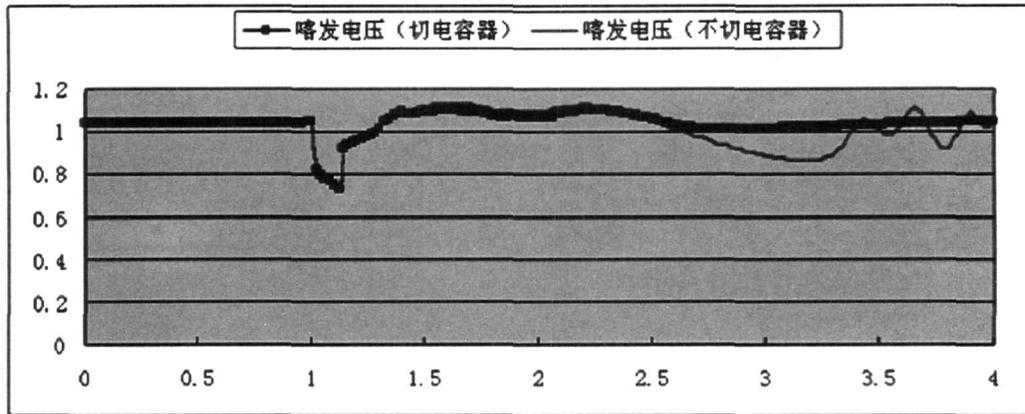


图 3 苏鹿线跳闸集中切负荷后喀什发电厂 220 kV 母线电压

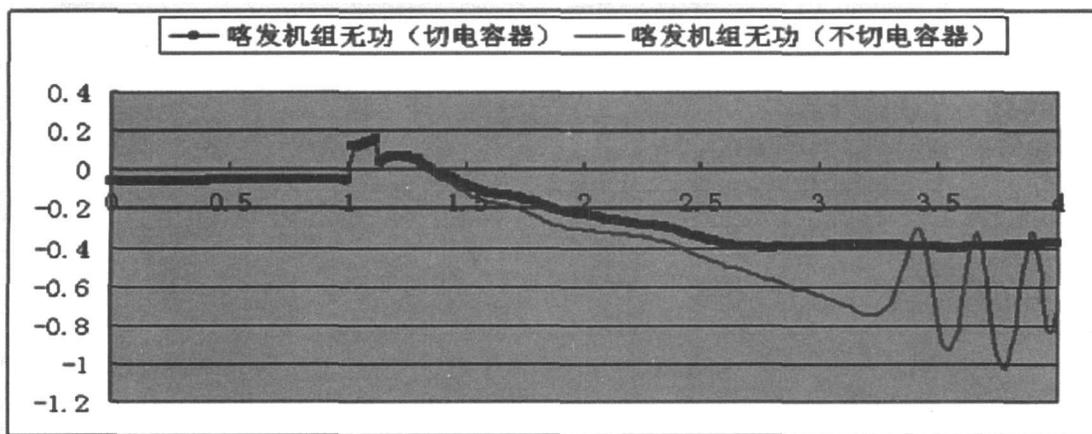


图 4 苏鹿线跳闸集中切负荷后喀什发电厂机组无功出力

除部分电容器抑制电压升高,从而减少受端系统发电机的有功、无功波动,特别是避免发电机的深度进相。因此,在新疆南部区域稳控系统中,增加了喀克受端电网在联络线跳闸后,联切负荷同时联切低压电容器功能,以此在消除发电机的深度进相和电压升高,同时对低压电容器的过电压保护定值进行了调整。

目前还在进一步的研究快切负荷后电压升高,快投高压电抗器和低压电抗器的措施。

5 结 论

新疆电网为避免此种情况的发生,在集中切负荷时,若出现此种问题,应进行深入的分析模拟讨论,并结合电压的敏感性分析,采取一定的措施——加装快切低压电容器,调整增设了电容器电压过高的保护定值,同时再进一步研究限制快切负荷后电压升高的措施。

在采用稳控装置集中快切负荷的受端系统中,建议在模拟计算分析中详细模拟负荷和低压电容器模型,对受端系统电压敏感的地区,深入研究分析电压升高问题及其带来的相关的新问题,并加以解决,确

保受端电网的安全稳定运行。

参考文献

- [1] 杨昆,陈丹思.论切负荷动作模型的建立[J].广东电力,2007,20(12):20-22.
- [2] Hill D J Nonlinear Dynamical Load Models with Recovery for Voltage Stability Studies[J]. IEEE Trans on Power Systems 1993, 8(1): 166-176.
- [3] 周易,李东明,仇玉萍.电压稳定性问题浅析[J].安徽电力,2001,18(1):9-14.
- [4] 王守冬,王强,张军.电力系统电压稳定问题分析研究[J].电工技术杂志,2001(10):54-56.
- [5] 张元鹏,黄要桂.静态电压稳定分析中的动态元件模型及其实现[J].中国电机工程学报,2000,2(3):66-70.
- [6] P·M·安德逊, A·A·佛阿德.电力系统稳定与控制(第一卷)[M].北京:水利电力出版社,2001.

作者简介:

常喜强(1976—),男,硕士,高级工程师,从事电力系统稳定与控制、电力系统调度运行与控制方面的研究。

张娟(1977—),女,工程师,从事电力系统稳定与控制、电力系统调度运行与控制方面的研究。

(收稿日期:2010-01-23)