

特高压接入对江苏电网的影响展望

刘建坤¹, 胡亚山², 赵静波¹, 周前¹

(1.江苏省电力试验研究院有限公司,江苏南京 211102;2.江苏省电力公司,江苏南京 210024)

摘要:根据国家电网公司特高压骨干网架规划,特高压将于2012年进入江苏电网。展望了特高压对江苏电网运行和规划的影响,重点研究了特高压接入对江苏电网潮流、短路电流、稳定性的影响,分析了对江苏电网网架结构规划、电源接入方式和沿海风电开发的影响。

关键词:特高压电网;潮流;短路电流;稳定性

中图分类号:TM89

文献标志码:A

文章编号:1009-0665(2010)01-0001-0003

根据国家电网公司发展规划,2009年,国家电网公司将全面加快向家坝—上海、锦屏—苏南特高压直流工程建设,并开工建设淮南—上海、锡盟—上海、陕北—长沙特高压交流工程。2012年,国家电网公司将建成“两纵两横”特高压交流同步电网,向家坝—上海、锦屏—苏南特高压直流工程也将建成投运。2020年,国家电网公司将形成以华北、华中、华东电网为核心的特高压同步电网,东北电网特高压主网架形成,特高压电网传输容量将达到3亿kW。

根据特高压电网在江苏电网的规划,到2012年,“两纵两横”规划中的锡盟—上海和雅安—南京工程将使特高压交流系统直接进入江苏电网,并将分别在南京北、泰州、苏州和徐州建立落点,同时形成徐州—南京北双回线路和芜湖—南京北—泰州—苏州—上海双回线路。2012年特高压直流锦屏—苏南工程将在江苏吴江落点,直流输送容量为7200MW。

随着特高压电网逐步建设,江苏电网将于2012年开始同特高压交直流电网密切衔接,并成为特高压交直流大同步电网的一部分。届时,江苏电网将逐步开始由500kV骨干网架转变为特高压骨干网架,对外受电容量和距离将分别大幅增加,同外界电网的联系更趋紧密,这些情况的出现将对江苏电网带来巨大的影响。

1 特高压接入对江苏电网运行的影响

1.1 特高压接入对江苏电网潮流影响

目前,江苏电网内潮流主要呈现北电南送和西电东送的趋势,其中过江通道4条,2010年最大输送电力约为9000MW;2012~2013年,过江通道输送压力将达到12000~13000MW,江苏500kV电网需全线打通北电南送“第五通道”,并且升压徐连泰工程;西电东送方面,2010年常锡断面输电需求为8000~9000MW,苏锡断面为7600~9300MW,2011~2015年常锡断面输电需求为7000~10000

MW,苏锡断面为8700~10100MW^[1]。

特高压交流系统接入江苏电网以后,将对江苏500kV电网的潮流分布产生较大的影响。“皖电东送”的电力将更多的从特高压通道送入江苏电网,安徽同江苏之间的500kV省间联络线潮流将减轻;北电南送和西电东送的电力,可以通过特高压通道进行大容量传输,从而导致部分500kV输送通道的潮流降低,但特高压落点周边的500kV送出线路的潮流会加重。

随着特高压电网的逐渐增强,江苏500kV电网潮流将从原先的“北电南送”和“西电东送”方式下的单方向流动,逐渐转变为以特高压变电站为中心的多点辐射。

在特高压交流电网进入初期,将同目前江苏电网的500kV网架形成电磁环网。当特高压输电通道发生单线故障,电力可以大部分通过剩余一条线路传输,对500kV电网潮流输送影响相对较小,当发生跨线故障时,特高压整个通道退出,电力将全部通过500kV电网传输,大幅增加同方向500kV线路的输电压力,并可能导致500kV线路过载,此时需要通过切机等手段缓解500kV线路输送压力。

锦屏—苏南特高压直流的接入,相当于在苏州地区建立了一座容量为7200MW的大型电源,将对苏南地区的500kV电网潮流产生较大的影响,苏州500kV电网将为特高压直流送出发挥作用,苏锡断面潮流将发生较大变化,正常运行时苏南地区500kV西电东送的潮流将减轻。在锦屏—苏南特高压直流发生故障退出的情况下,苏南东西向输电断面、安徽送出通道、过江通道的潮流将发生较大影响,尤其是苏南东西向输电断面,其中惠泉—梅里—木渎南输电通道可能发生潮流重载^[2]。

1.2 特高压接入对江苏电网短路电流的影响

特高压交流系统进入江苏电网后,江苏电网的短路电流水平将有一定程度的提高。

1.2.1 主要因素

(1) 江苏电网同外界电网之间的电气连接更加紧密,系统阻抗减小;(2)“三华”电网的互联,使得整个系统容量更大;(3)特高压建设初期,特高压电网将同 500 kV 电网之间构成电磁环网。

1.2.2 主要措施

目前江苏苏南电网 500 kV 母线的短路电流水平已经处于较高的水平,部分母线的短路电流已经超过或接近开关额定遮断容量,如武南、石牌等变电站 500 kV 母线,为了保证在特高压电网接入后江苏电网的短路电流水平仍限制在额定范围之内,可采取以下措施:(1)适时开断部分 500 kV 线路或将 500 kV 母线分排;(2)新建大容量机组考虑接入特高压电网;(3)积极采用限制短路电流的新技术,如在 500 kV 电网安装串联电抗器、故障电流限制器等;(4)增大特高压变电站主变的短路阻抗,降低特高压电网的下送短路电流。

1.3 特高压接入对江苏电网稳定性的影响

对于江苏电网而言,特高压交直流系统接入之后,无论是区外来电的规模和受电比例,还是江苏电网的网架结构、潮流分布以及同外界电网的电气联系,都将同接入之前发生巨大的变化,这些因素将对江苏电网的稳定性产生影响。

特高压接入对江苏电网稳定性影响主要表现在以下几个方面:(1)特高压交流系统接入后对江苏电网功角和电压稳定性的影响;(2)特高压直流系统双极闭锁对江苏电网电压和频率稳定性的影响;(3)江苏电网 500 kV 系统故障对特高压直流系统的影响;(4)特高压交直流系统之间的相互影响。

目前,江苏电网的暂态稳定性主要体现在阳城电厂送出电气距离长、输送容量大而产生的功角稳定问题,并集中在阳城—江苏断面、徐宿外送断面和苏北五市南送断面等。

特高压交流系统接入后,由于徐州落点没有同 500 kV 电网的连接,阳城电厂送出暂态稳定问题将依然存在,但由于整个系统容量和机组间电气距离的变化,输送功率极限和极限切机时间等具体指标可能会发生变化。另外,由于特高压交直流接入引起的 500 kV 潮流分布发生改变,还应关注其他断面 500 kV 线路发生故障和特高压交流线路本身故障后产生的暂态稳定问题。

经计算,每百千米特高压交流线路产生的容性无功约为 530 Mvar,单位长度产生的容性无功约为 500 kV 线路的 4.4 倍以上,大量的容性无功主要依靠线路两侧高抗补偿,也同时需要两侧站内低压无功补偿装置的密切配合。根据规划,江苏电网内特高压交流落点和线路多,线路因故障退出时,无功功率的大幅度变化可能会对 500 kV 系统电压带来较大影响,需要对线路退出后和正常运行时特高压

站内低压无功补偿装置投切策略进行研究,防止产生电压稳定问题。另外,特高压线路输送功率大,并将华北、华中电网同华东电网直接相连,正常运行时联络线功率可能会有一定范围的波动,从而造成特高压母线和 500 kV 母线电压的波动,可考虑装设动态无功补偿装置提高电压控制的灵活性。

在锦屏—苏南特高压直流系统发生故障时,由于苏州地区受端系统动态电压支撑能力相对较弱,可能会引起苏州地区电网电压降低,从而产生电压稳定问题。为提高电压稳定性,可以考虑在苏州电网配置一定容量的动态无功补偿设备,对电网提供动态无功支撑,提高电压稳定裕度。另外,锦屏—苏南特高压直流发生双极闭锁时,经研究不会造成江苏电网频率失稳,在特高压交流系统接入之后,同步电网容量进一步增大,频率稳定性将更强。

锦屏—苏南特高压直流落点附近 500 kV 线路发生故障时,可能会引起直流换相失败甚至导致双极闭锁,为保证特高压直流可以恢复正常换相,500 kV 交流故障时保护应正确动作,将故障及时清除。

在苏州电网内,特高压交直流落点并存,交直流系统电气距离近,而且锦屏—苏南直流和雅安—南京交流通道的送端均在四川境内,属于平行的交直流通道,相互之间影响大。当特高压交流系统发生短路故障时,可能引起特高压直流换相失败,而特高压直流发生双极闭锁时,可能造成送端电网输出功率转通过特高压交流通道传输,引起特高压交流线路传输功率增加,无功损耗增大,而在落点产生较大的电压降落,从而可能导致电压稳定问题,此时需采取相应措施进行电压控制。

2 特高压接入对江苏电网规划的影响

2.1 特高压接入对江苏网架结构规划的影响

特高压交直流系统接入江苏电网前,江苏 500 kV 电网网架结构规划应充分考虑特高压接入后对系统运行带来的问题,与特高压系统合理衔接,尽量使得潮流分布合理、短路电流可控、稳定水平高。

在与特高压交流系统衔接方面,一方面应优化特高压落点附近的 500 kV 电网接入方案,另一方面应在适时考虑 1 000/500 kV 电磁环网的解环,考虑 500 kV 电网的合理分区。

在与特高压直流系统衔接方面,锦屏—苏南特高压直流落点江苏后,苏南 500 kV 规划网架一方面应考虑苏南输电断面有足够裕度,满足在直流故障后的突发输电增量,另一方面可结合苏通大跨越的建设,优化苏州南部和苏北电网的联络结构,加强交流电源的直接支撑^[3]。

2.2 特高压电网对电源接入方式的影响

特高压交流系统接入江苏电网后,江苏电网最

高电压等级将从 500 kV 跃升为 1 000 kV,江苏境内新建机组的接入方式将有更多选择,尤其是徐州煤电基地和连云港核电新建机组等,应当合理选择机组接入电压等级,合理分配 500 kV 和特高压电网输送功率,提高 500 kV 输送通道的稳定水平,充分发挥特高压和 500 kV 电网的输电作用。

2.3 特高压系统对沿海风电开发的影响

“十一五”至“十二五”期间,由于江苏境内长江以北电网负荷的逐步增长以及“徐连泰”、“沿海通道”等电网输变电工程项目的建设,沿海大型风电场的投运不会对电网潮流分布产生大的影响。连云港、盐城、南通地区电网正常方式的潮流分布合理、可控;在系统高峰、低谷负荷时段,北电南送主网以及连云港、盐城、南通电网的输电能力绝大部分均能满足风电场全额满功率送出的需求,不会出现线路过载的问题^[4]。

随着江苏省风电的进一步开发,尤其是海上风电的大规模开发,长江输电断面、苏北沿海输电网架都存在大规模输电瓶颈,将对电网产生重大影响,一般性的结构调整和加强将无法满输电需求。

在这一形势下,研究苏北沿海南北向的特高压输电通道,以及新的特高压过江输电通道,寻求更大的输电空间,提高苏北地区电力的外送能力是非常必要的,特高压通道的建立不但可以大幅提高输电能力,而且可以节省输电走廊以及十分宝贵的过江通道资源。

另外,由于风电的反调峰特性,大规模风电并网需要大量的旋转备用容量和较强的调频支撑能力,特高压系统的接入能够加强江苏风电基地和外界电网的连接,提高整个系统容量,增大系统的旋

转备用和调频能力,降低风电的不确定性对江苏电网的干扰作用,这对江苏电网内沿海风电开发和运行是非常有利的,特高压系统产生的规模效应将对江苏大规模风电的运行起到良好的作用。

3 结束语

特高压进入江苏电网,将加速促进江苏电网原有网架的发展,有效提高江苏电网的受电能力,并使江苏电网同外界电网的联系更加紧密。同时,特高压系统对江苏电网的运行和规划也带来了较大的影响,针对这些影响,可及时采取有效方案和措施,为特高压进入江苏电网做好准备,充分发挥特高压电网的输电效益。

参考文献:

- [1] 江苏省电力公司电网规划研究中心. 2009/2010 年—2013/2014 年江苏 500 kV 电网发展规划研究报告[R].2008.
- [2] 王晓晖,杨增辉,郭明星,等. 特高压直交流接入对华东受端交流系统稳定性影响的研究[J]. 华东电力,2009,37(1): 86-90.
- [3] 赵良,郭强,覃琴,等. 特高压同步电网稳定特性分析[J]. 中国电机工程学报,2008,28(34): 52-58.
- [4] 江苏省电力公司电网发展策划部. 江苏省沿海千万级风电基地并网及输电问题的研究[R].2008.

作者简介:

刘建坤(1980-),男,山东潍坊人,工程师,主要从事电力系统计算和分析工作;

赵静波(1982-),男,重庆市人,工程师,主要从事电力系统计算和分析工作;

胡亚山(1975-),男,江苏泗阳人,工程师,主要从事电网技术研究工作;

周前(1978-),男,江苏宜兴人,工程师,主要从事电力系统计算和分析工作。

Prospects to the Influences of the Ultra High Voltage Grid on Jiangsu Power System

LIU Jian-kun¹, HU Ya-shan², ZHAO Jing-bo¹, ZHOU Qian¹

(1. Jiangsu Electric Power Research Institute Corporation Limited, NanJing 211102, China; 2. Jiangsu Electric Power Company, Nanjing 210024, China)

Abstract: According to SGCC's general plan of backbone UHV grid, UHV grid will be constructed in JiangSu power grid around 2012, which has great and far reaching significance to JiangSu power system. The impacts of the UHV grid on the operating and planning of JiangSu power system are viewed in this paper. And the paper emphatically analyzes the influences of the UHV Grid on the power flow, short circuit current, stability of JiangSu power system, and the influences of the UHV grid to the grid structure planning, supply source connecting mode, coastal wind power station development of JiangSu power system are also analyzed.

Key words: UHV grid; power flow; short circuit current; stability

广告索引

江苏华电戚墅堰发电有限公司	封面	江苏省电力公司 江苏省电机工程学会	前插 2、3
无锡恒驰电器制造有限公司	封二	江苏省电力试验研究院有限公司	前插 4、5
淮安淮胜电缆有限责任公司	封三	《江苏电机工程》协办单位	前插 6、7
江阴胜源华电高压电器有限公司(黑白)	文前 1	《江苏电机工程》协办单位	前插 8
南京南瑞继保电气有限公司	前插 1	远东电缆有限公司	封底