电网技术 2011, 35(10) 9-15 DOI: ISSN: 1000-3673 CN: 11-2410/TM

特高压输电

2015年特高压规划电网华北和华东地区多馈入直流输电系统的换相失败分析

邵瑶,汤涌,郭小江,周勤勇

中国电力科学研究院，北京市 海淀区 100192

摘要:

基于2015年“三华”特高压规划电网的丰大运行方式，采用机电暂态仿真软件PSD-BPA，对华北、华东地区多馈入直流输电系统换相失败问题进行深入研究。研究结果表明，华北、华东地区任一直流发生单/双极闭锁故障时，均不会引起其他直流发生换相失败；华北地区大部分直流逆变站换流母线附近三永故障，不会导致其他直流换相失败；华东地区重要交流通道和逆变站换流母线附近三永故障会导致多回直流同时发生换相失败，但这些换相失败持续时间较短，直流系统能快速恢复正常运行，系统能在不采取任何措施下保持稳定；采用静止无功补偿器进行无功补偿，可有效抑制华东地区直流输电系统换相失败的发生。

关键词: “三华”电网 多馈入直流输电系统 换相失败 无功补偿 静止无功补偿器

Analysis on Commutation Failures in Multi-Infeed HVDC Transmission Systems in North China and East China Power Grids Planned for UHV Power Grids in 2015

SHAO Yao ,TANG Yong ,GUO Xiaojiang ,ZHOU Qinyong

China Electric Power Research Institute, Haidian District, Beijing 100192, China

Abstract:

Based on the summer peak load operation mode in the planning of UHV power grids in North China, Central China and East China in 2015, the commutation failures in multi-infeed HVDC transmission systems in North China and East China power grids are researched in depth by the electromechanical transient simulation software PSD-BPA. Research results show that the unipolar/bipolar blocking occurring in any DC line in North China and East China UHV power grids will not lead to commutation failure in other DC lines of these power grids; three phase-to-ground faults occurring near converter buses in majority DC inverter stations in North China power grid will not lead to commutation failure in other DC lines; three phase-to-ground faults occurring in main transmission channels of East China power grid and that occurring near the converter buses of inverter stations may lead to simultaneous commutation failures in multi DC lines. However, the durations of these ensuing commutation failures are very short, and the DC system can resume normal operation rapidly and the power grid can remain stable without taking any measures. The occurrence of commutation failures at DC transmission lines in East China power grid can be effectively suppressed by reactive power compensation with static var compensators (SVC).

Keywords: the project interconnecting North China Power Grid with Central China Power Grid and East China Power Grid multi-infeed HVDC transmission system commutation failure reactive power compensation static var compensator (SVC)

收稿日期 2011-01-04 **修回日期** 2011-02-28 **网络版发布日期** 2011-10-12

DOI:

基金项目:

国家电网公司科技项目(XT71-10-024)。

通讯作者: 邵瑶

作者简介:

作者Email: yaoshao@epri.sgcc.com.cn

参考文献:

[1] 吴敬儒，徐永禧．我国特高压交流输电发展前景[J]．电网技术，2005，29(3)：1-4． Wu Jingru，Xu Yongxi．EHV AC transmission's development prospects in our country[J]．Power System Technology，2005，29(3)：1-4(in Chinese)． [2] 郭强，张运洲，吕健．我国未来同步电网构建研究[J]．电网技术，

2005，29(22)：14-18，60． Guo Qiang，Zhang Yunzhou，Lü Jian．Study on scheme for structure and construction of synchronous power grid in China from 2010 to 2020[J]．Power System Technology，2005，29(22)：14-18，60(in Chinese)． [3] 舒印彪，刘泽洪，高理迎，等．?800?kV 6?400?MW 特高压直流输电工程设计初探[J]．电网技术，2006，30(1)：1-8． Shu Yinbiao，Liu Zehong，Gao Liying，et a1．A preliminary exploration for design of ?800?kV UHVDC project with transmission capacity of 6?400?MW [J]．Power System Technology，2006，30(1)：1-8(in Chinese)． [4] 郭强，申洪，周勤勇，等．2015年国家电网主网架结构稳定性研究与评估[R]．北京：中国电力科学研究院，2010． [5] 郭小江，邵瑶，周勤勇，等．多馈入直流地区电网安全稳定性研究[R]．北京：中国电力科学研究院，2010． [6] 林凌雪，张尧，钟庆，等．多馈入直流输电系统中换相失败研究综述[J]．电网技术，2006，30(17)：40-46． Lin Lingxue，Zhang Yao，Zhong Qing，et al．A survey on commutation failures in multi-infeed HVDC transmission systems [J]．Power System Technology，2006，30(17)：40-46(in Chinese)． [7] 邵瑶，汤涌．多馈入交直流混合电力系统研究的综述[J]．电网技术，2009，33(17)：24-30． Shao Yao，Tang Yong．Current situation of research on multi-infeed AC/DC power systems[J]．Power System Technology，2009，33(17)：24-30 (in Chinese)． [8] 李兴源．高压直流输电系统的运行和控制[M]．北京：科学出版社，1998：193-194． [9] Kundur P．电力系统稳定和控制[M]．北京：中国电力出版社，2002：331-332． [10] 赵畹君．高压直流输电工程技术[M]．北京：中国电力出版社，2004：125-127． [11] 张晋华，蒋卫平，印永华，等．特高压规划电网安全稳定性研究[J]．中国电机工程学报，2008，28(22)：64-68． Zhang Jinhua，Jiang Weiping，Yin Yonghua，et al．Security and stability study on planned ultra high voltage power grid[J]．Proceedings of the CSEE，2008，28(22)：64-68(in Chinese)． [12] 孙景强，郭小江，张健，等．多馈入直流输电系统受端电网动态特性[J]．电网技术，2009，33(4)：57-60，87． Sun Jingqiang，Guo Xiaojiang，Zhang Jian，et al．Dynamic characteristics of receiving-end of multi-infeed HVDC power transmission system [J]．Power System Technology，2009，33(4)：57-60，87(in Chinese)． [13] Zhou Changchun，Xu Zheng．Study on commutation failure of multi-infeed HVDC system[C]//IEEE Proceedings of International Conference on Power System Technology，2002：2462-2466． [14] 蔡泽祥，朱浩骏，白雪峰．多馈入直流输电系统的动态特性及稳定控制与分析[J]．华北电力大学学报，2004，31(5)：1-8． Cai Zexiang，Zhu Haojun，Bai Xuefeng．Dynamic characteristics stability control and analysis of multi-infeed HVDC transmission systems[J]．Journal of North China Electric Power University，2004，31 (5)：1-8(in Chinese)． [15] 陈树勇，李新年，余军，等．基于正余弦分量检测的高压直流换相失败预防方法[J]．中国电机工程学报，2005，25(14)：1-6． Chen Shuyong，Li Xinnian，Yu Jun，et al．A method based on the sin-cos components detection mitigates commutation failure in HVDC[J]．Proceedings of the CSEE，2005，25(14)：1-6(in Chinese)． [16] 项玲，郑建勇，胡敏强．多端和多馈入直流输电系统中换相失败的研究[J]．电力系统自动化，2005，29(11)：29-33． Xiang Ling，Zheng Jianyong，Hu Minqiang．Study on commutation failure in MTDC and MIDC systems[J]．Automation of Electric Power Systems，2005，29(11)：29-33(in Chinese)． [17] 何朝荣，李兴源，金小明，等．高压直流输电系统换相失败的判断标准的仿真分析[J]．电网技术，2007，31(1)：20-24． He Chaorong，Li Xingyuan，Jin Xiaoming，et al．Criteria for Simulation analysis on commutation failure in criteria for HVDC transmission systems[J]．Power System Technology，2007，31(1)：20-24(in Chinese)． [18] CIGRE Working Group B4．41．Systems with multiple DC infeed[R]．Paris：CIGRE，2008． [19] 何朝荣，李兴源．影响多馈入高压直流换相失败的耦合导纳研究[J]．中国电机工程学报，2008，28(7)：51-57． He Chaorong，Li Xingyuan．Study on mutual admittance and commutation failure for mulit-infeed HVDC transmission systems[J]．Proceedings of the CSEE，2008，28(7)：51-57 (in Chinese)． [20] 刘建，李兴源，傅孝韬，等．多馈入短路比及多馈入交互作用因子与换相失败的关系[J]．电网技术，2009，33(12)：20-25． Liu Jian，Li Xingyuan，Fu Xiaotao，et al．Relationship of multi-infeed short circuit ratio and multi-infeed interaction factor with commutation failure[J]．Power System Technology，2009，33(12)：20-25(in Chinese)． [21] Rahimi E，Gole A M，Davies J B，et al．Commutation failure analysis in mulit-infeed HVDC systems[J]．IEEE Trans on Power Delivery，2011，26(1)：378-384． [22] Szechtman N，Thio C V．First benchmark model for HVDC control studies[J]．Electra，1991(135)：374-378． [23] 周长春，徐政．直流输电准稳态模型有效性的仿真验证[J]．中国电机工程学报，2003，23(12)：33-36． Zhou Changchun，Xu Zheng．Simulation validity test of the HVDC quasi-steady-state model[J]．Proceedings of the CSEE，2003，23(12)：33-36(in Chinese)． [24] 汤涌，卜广全，侯俊贤，等．PSD-BPA暂态稳定程序用户手册[R]．北京：中国电力科学研究院，2008． [25] 吴红斌，丁明，刘波．交直流系统暂态仿真中换流器的换相过程分析[J]．电网技术，2004，28(17)：11-14． Wu Hongbin，Ding Ming，Liu Bo．Analysis on commutation process of converters in transient simulation of hybrid AC/DC systems[J]．Power System Technology，2004，28(17)：11-14(in Chinese)． [26] 何朝荣，李兴源，金小明，等．高压直流输电换相失败的判断标准[J]．电网技术，2006，30(22)：19-24． He Chaorong，Li Xingyuan，Jin Xiaoming，et al．Criteria for commutation failure in HVDC transmission systems[J]．Power System Technology，2006，30(22)：19-24(in Chinese)． [27] Thio C V，Davies J B，Kent K L．Commutation failures in HVDC transmission systems[J]．IEEE Trans on Power Delivery，1996，11(2)：946-957． [28] 荆勇，任震，欧开健．天广直流输电系统换相失败的研究[J]．继电器，2003，31(10)：32-36． Jing Yong，Ren Zhen，Ou Kaijian．Research on commutation failure in Tian-Guang HVDC transmission system[J]．Relay，2003，31(10)：32-36(in Chinese)． [29] 周长春，徐政．联于弱交流系统的HVDC故障恢复特性仿真分析[J]．电网技术，2003，27(11)：19-21． Zhou Changchun，Xu Zheng．Simulation and analysis of recovery characteristics of HVDC connected to AC system with weak strength [J]．Power System Technology，2003，27(11)：19-21(in Chinese)． [30] 赵贺．电力电子学在电力系统中的应用：灵活交流输电系统[M]．北

京：中国电力出版社，2001：44-52.

本刊中的类似文章

1．刘建 李兴源 吴冲 艾飞.HVDC系统换相失败的临界指标[J]. 电网技术, 2009,33(8): 8-12

2．徐先勇 罗安 方璐 李欣然 涂春鸣 彭双剑.配电网综合电气节能关键技术研究[J]. 电网技术, 2009,33(7): 47-54

3．盘宏斌 罗安 涂春鸣 帅智康 彭双剑 .蚁群优化PI控制器在静止无功补偿器电压控制中的应用[J]. 电网技术, 2008,32(18): 41-46

4．张丽艳 李群湛 徐英雷 .牵引变电站无功与负序分量的综合补偿[J]. 电网技术, 2008,32(21): 17-21

5．鄂志君|房大中|陈家荣|李传栋 .基于晶闸管控制电抗器的FACTS动态相量模型[J]. 电网技术, 2009,33(1): 26-30

6．姚金雄 张涛 林榕 罗迪 .牵引供电系统负序电流和谐波对电力系统的影响及其补偿措施[J]. 电网技术, 2008,32(9): 60-64

7．张定华|桂卫华|王卫安|刘连根 .大型电弧炉无功补偿与谐波抑制的综合补偿系统[J]. 电网技术, 2008,32(12): 23-29

8．邓家泽 王奔 黄崇鑫 吴章辉 .基于晶闸管STATCOM的无功补偿控制[J]. 电网技术, 2009,33(1): 48-51

9．赵 刚|张 皎|李长宇 .静止无功补偿器在川渝电网500 kV单相瞬时对地短路试验中的控制效果[J]. 电网技术, 2008,32(3): 66-69

10．李妍红，刘明波，陈 荃.配电网低压动态无功补偿降损效果评估[J]. 电网技术, 2006,30(19): 80-84

11．邹 强，李兴源.基于最优变目标策略的励磁系统与SVC协调控制[J]. 电网技术, 2006,30(10): 24-28

12．周胜军 姚大伟 .鞍山红一变SVC国产化示范工程介绍[J]. 电网技术, 2008,32(22): 45-49

13．范高锋|王纯琦|乔 元|赵海翔|薛 锋|王伟胜.SVC补偿型定速风电机组模型及其特性分析[J]. 电网技术, 2007,31(22): 64-68

14．刘君华|江秀臣|方鸽飞.一种确定无功源最佳配置地点与数量的新方法[J]. 电网技术, 2007,31(16): 72-76

15．常 勇，徐 政.基于射影控制的直流输电和静态无功补偿器协调控制[J]. 电网技术, 2006,30(16): 40-44