

## 电力系统

### 多种控制方式下HVDC系统的潮流计算

杨彬<sup>1</sup>, 叶鹏<sup>1</sup>, 孙保功<sup>1</sup>, 高校文<sup>2</sup>

1. 沈阳工业大学 电气工程学院, 辽宁省 沈阳市 110178; 2. 辽宁省电力有限公司, 辽宁省 沈阳市 110006

#### 摘要:

在PSASP中, 直流系统模型不能有效描述实际直流输电系统控制方式转换的问题。本文利用其用户自定义建模(UD)环境, 根据注入功率法理论, 在考虑多种控制方式的控制作用和转换条件的基础上, 建立了高压直流输电系统潮流计算的数学模型。主要包括换流器模型、电流调节器模型、关断角调节器模型和换流变压器分接头调节器模型。对EPRI—36算例进行了详细地计算与分析。结果表明, 自定义模型能够处理运行条件改变导致的运行方式发生的转换, 并且有利于大规模电力系统的潮流计算和仿真研究。

**关键词:** 高压直流输电 控制方式转换 潮流计算 电力系统分析综合程序(PSASP) 自定义建模

### A Power Flow Calculation Model for HVDC Power Transmission System Under Various Regulation and Control Modes

YANG Bin<sup>1</sup>, YE Peng<sup>1</sup>, SUN Bao-gong<sup>1</sup>, GAO Xiao-wen<sup>2</sup>

1. School of Electrical Engineering, Shenyang University of Technology, Shenyang 110178, Liaoning Province, China; 2. Liaoning Electric Power Limited Company, Shenyang 110006, Liaoning Province, China

#### Abstract:

The actual control method transformation of HVDC system is not accurately described by the DC system models in Power System Analysis Software Package (PSASP). Firstly, the mathematic models including converter models, current regulator models, extinction angle regulator models and tap regulator of converter transformer models for power flow calculation of HVDC system were established applying user-defined (UD) models and injected power method based on control effects and conversion conditions of various control methods. Then, EPRI-36 was taken as an example for detailed calculation and analysis. Finally, the result shows that user-defined model can both deal with transformation of operating mode caused by operating conditions and be propitious to power flow calculation and simulation of large scale power systems.

**Keywords:** HVDC power transmission control mode conversion power flow calculation power system analysis software package (PSASP) user-defined modeling

收稿日期 2009-06-17 修回日期 2009-07-08 网络版发布日期 2010-06-11

DOI:

基金项目:

通讯作者: 杨彬

作者简介:

作者Email: \_xiao\_fei\_xia\_@163.com

#### 参考文献:

- [1] 郑美特. 全国联网和大区形成主干网架的研究[J]. 电网技术, 1999, 23(1): 63-66. Zheng Meite. Research on nationwide integrated power system and regional trunk network planning[J]. Power System Technology, 1999, 23(1): 63-66(in Chinese).
- [2] 叶廷路. 葛南直流输电系统的运行与控制[J]. 电网技术, 1994, 18(1): 20-25. Ye Tinglu. The operation and control of Ge-Nan HVDC Transmission SYStem[J]. Power System Technology, 1994, 18(1): 20-25(in Chinese).
- [3] Thukaram D, Jenkins L, Visakha K. Optimum allocation of reactive power for voltage stability improvement in AC-DC power systems [J]. IEE Proceedings-Generation, Transmission and Distribution, 2006, 153(2): 237-246.
- [4] 杜治. 龙一政高压直流输电分接头控制[J]. 湖北电力, 2003, 27(增刊): 59-60. Du Zhi. The tap changer control system[J]. Hubei Electric Power, 2003, 27(Supplement): 59-60(in Chinese).
- [5] 许

#### 扩展功能

##### 本文信息

- ▶ Supporting info
- ▶ PDF(388KB)
- ▶ [HTML全文]
- ▶ 参考文献[PDF]
- ▶ 参考文献

##### 服务与反馈

- ▶ 把本文推荐给朋友
- ▶ 加入我的书架
- ▶ 加入引用管理器
- ▶ 引用本文
- ▶ Email Alert
- ▶ 文章反馈
- ▶ 浏览反馈信息

##### 本文关键词相关文章

- ▶ 高压直流输电
- ▶ 控制方式转换
- ▶ 潮流计算
- ▶ 电力系统分析综合程序(PSASP)
- ▶ 自定义建模

##### 本文作者相关文章

PubMed

文浩, 廖志伟, 黄少先, 等. 基于混合Petri网的HVDC控制系统模型的研究[J]. 系统仿真学报, 2006, 18(11): 3187-3191. Xu Wenhao, Liao Zhiwei, Huang Shaoxian, et al. Model of HVDC control system based on hybrid Petri net[J]. Journal of System Simulation, 2006, 18(11): 3187-3191(in Chinese).

[6] Singh B, Singh B N, Chandra A, et al. A review of three-phase improved power quality AC-DC converters[J]. IEEE Trans on Industrial Electronics, 2004, 51(3): 641-660. [7] 周双喜, 吕佳丽, 张元鹏. 直流输电对电压稳定性的影响[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 1999, 39(3): 4-7. Zhou Shuangxi, Lü Jiali, Zhang Yuanpeng. Influence of HVDC on voltage stability[J]. Journal of Tsinghua University: Science and Technology, 1999, 39(3): 4-7(in Chinese).

[8] 吴红斌, 丁明, 李生虎. 直流输电模型和调节方式对暂态稳定影响的统计研究[J]. 中国电机工程学报, 2003, 23(10): 32-37. Wu Hongbin, Ding Ming, Li Shenghu. Statistical research on the effects of HVDC models and controls to transient stability of power systems[J]. Proceedings of the CSEE, 2003, 23(10): 32-37(in Chinese).

[9] 刘崇茹, 张伯明. 交直流输电系统潮流计算中换流器运行方式的转换策略[J]. 电网技术, 2007, 31(9): 17-21. Liu Chongru, Zhang Boming. Transformation strategy for operation mode of converter in power flow calculation of AC/DC power systems[J]. Power System Technology, 2007, 31(9): 17-21(in Chinese).

[10] 刘崇茹, 张伯明, 孙宏斌. 交直流系统潮流计算中换流变压器分接头的调整方法[J]. 电网技术, 2006, 30(9): 22-26. Liu Chongru, Zhang Boming, Sun Hongbin. A method of adjusting tap of converter transformer for load flow calculation of AC/DC power system[J]. Power System Technology, 2006, 30(9): 22-26(in Chinese).

[11] 徐政. 交直流电力系统动态行为分析[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004: 36-37. [12] 殷威扬, 文俊, 刘洪涛, 等. 葛一南直流输电工程无功及电压控制的研究[J]. 高电压技术, 2006, 32(9): 62-66. Yin Weiyang, Wen Jun, Liu Hongtao, et al. Research on the control of reactive power & AC voltage in Ge-Nan HVDC transmission project[J]. High Voltage Engineering, 2006, 32(9): 62-66(in Chinese).

[13] 邵震霞, 李兴源. 高压直流输电系统控制器数字仿真实现方法[J]. 四川大学学报: 工程科学版, 2002, 34(2): 80-83. Shao Zhenxia, Li Xingyuan. Method of implementating digital simulation for HVDC controller[J]. Journal of Sichuan University: Engineering Science Edition, 2002, 34(2): 80-83(in Chinese).

[14] 武守远, 周孝信, 赵贺, 等. 电力系统新型设备的一种用户自定义建模方法[J]. 电网技术, 1997, 21(6): 1-4. Wu Shouyuan, Zhou Xiaoxin, Zhao He, et al. User-defined modeling for new control equipment in power system[J]. Power System Technology, 1997, 21(6): 1-4(in Chinese).

[15] 张跃锋, 颜伟, 朱蕾蕾, 等. 交直流混合输电系统的换流变压器分接头控制[J]. 中国电力, 2008, 41(4): 20-24. Zhang Yuefeng, Yan Wei, Zhu Leilei, et al. Tap change control of converter transformers for hybrid AC/DC power transmission systems[J]. Electric Power, 2008, 41(4): 20-24(in Chinese).

#### 本刊中的类似文章

1. 邢洁, 韩学山, 武鹏. 使潮流方程直接可解的PMU配置方法的改进[J]. 电网技术, 2006, 30(11): 30-34
2. 宋墩文, 马世英. 电力仿真软件数据编辑环境中的智能感知技术[J]. 电网技术, 2009, 33(17): 76-80
3. 赵成勇, 胡冬良, 李广凯, 龙文. 多端VSC-HVDC用于风电场联网时的控制策略[J]. 电网技术, 2009, 33(17): 135-140
4. 常浩, 樊纪超. 特高压直流输电工程成套设计及其国产化[J]. 电网技术, 2006, 30(16): 1-5
5. 丁冠军<sup>1</sup>, 丁明<sup>1</sup>, 汤广福<sup>2</sup>, 贺之渊<sup>2</sup>, 温家良<sup>2</sup>. 应用于VSC-HVDC输电系统中的新型混合脉宽调制技术[J]. 电网技术, 2009, 33(7): 7-13
6. 梁海峰, 王松, 李庚银, 赵成勇. VSC-HVDC系统H<sub>∞</sub>控制器设计[J]. 电网技术, 2009, 33(9): 35-39
7. 陈颖|陈葛松|袁荣湘. 可变频变压器数学模型及仿真分析[J]. 电网技术, 2008, 32(17): 73-77
8. 丁中民|李光范|李鹏|周文俊. 极性反转时典型油纸复合绝缘的电场特性[J]. 电网技术, 2008, 32(23): 82-85
9. 孙景强|郭小江|张健|陈志刚|卜广全|陈家荣. 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
10. 陈汉雄|胡劲松. 金沙江一期送端特高压直流输电系统协调控制[J]. 电网技术, 2008, 32(8): 10-14
11. 刘树勇|顾强|张丽娟|刘聪. “十一五”期间天津500/220 kV电网分区供电方案[J]. 电网技术, 2008, 32(9): 51-55
12. 吕虎|朱艺颖|杨铭. 多个特高压直流系统送端共用接地极的内过电压研究[J]. 电网技术, 2008, 32(10): 5-10
13. 李亚楼, 吴中习. Matlab模型接入PSASP暂态稳定计算模块的方法[J]. 电网技术, 2008, 32(19): 31-36
14. 李季|罗隆福|许加柱|李勇|张杰|刘福生. HVDC滤波换相换流器的阻抗频率特性[J]. 电网技术, 2008, 32(12): 45-50
15. 林伟芳, 汤涌, 卜广全. 多馈入交直流系统电压稳定性研究[J]. 电网技术, 2008, 32(11): 7-12