电网技术 2011, 35(5) 223-227 DOI: ISSN: 1000-3673 CN: 11-2410/TM

高电压技术

应用伽辽金边界元法的直流换流站屏蔽罩表面场强计算

刘士利1，王泽忠1，孙超2

1．高电压与电磁兼容北京市重点实验室(华北电力大学)，北京市 昌平区 102206；2．中核能源科技有限公司设计部，北京市 海淀区 100084

摘要：

直流换流站阀塔的三维电场计算对阀塔屏蔽罩设计与表面场强控制具有重要的指导作用；但由于阀塔屏蔽罩体积庞大、结构复杂，其几何建模与数值仿真都存在相当的难度。为节省计算资源，首先应用ANSYS参数化设计语言(APDL)建立阀塔的整体剖分模型，然后采用伽辽金曲面间接边界元法对屏蔽罩表面场强进行分析，计算阀塔屏蔽罩表面的三维电场分布。计算结果表明：在当前设计方案下，屏蔽罩表面最大场强为20.2 kV/cm，以30 kV/cm作为起晕场强判据，屏蔽罩无起晕现象。该数据为换流站阀塔屏蔽罩的设计规划提供了参考依据。

关键词： 直流换流站 屏蔽罩 伽辽金边界元 表面场强 起晕

Surface Electric Field Intensity Calculation of Shielding Case for Valve Tower of DC Converter Station With Galerkin Boundary Element Method

LIU Shili1, WANG Zezhong1, SUN Chao2

1. Beijing Key Laboratory of High Voltage & EMC (North China Electric Power University), Changping District, Beijing 102206, China; 2. Chinergy Co. Ltd., Haidian District, Beijing 100084, China

Abstract:

The calculation results of three-dimensional electric field of valve tower in DC converter station plays important directive role in the design of shielding case for valve towers and the control of its surface field intensity. However, due to its enormous volume and complex structure, there are difficulties in the geometrical modeling and digital simulation of shielding case for valve tower. To save computing resource, firstly utilizing ANSYS parametric design language (APDL) an integral dissection model is built; then by use of Galerkin indirect boundary element the electric field intensity at the surface of shielding case is analyzed and the distribution of three-dimensional electric field at the surface of shielding case is calculated. Calculation results show that under current design scheme the maximum field intensity at the surface of shielding case is 20.2 kV/cm, so if the value of 30 kV/cm is taken as the criterion for corona onset field intensity, there is no corona on the shielding case. This criterion is available for reference in the design and planning of shielding case for valve tower in DC converter station.

Keywords: DC converter station shielding case Galerkin boundary element method surface electric field intensity corona onset

收稿日期 2010-09-08 **修回日期** 2010-11-11 **网络版发布日期** 2011-05-18

DOI:

基金项目:

通讯作者: 刘士利

作者简介:

作者Email: liushili994102@yahoo.com.cn

参考文献：

[1] 张文亮，于永清，李光苑，等．特高压直流技术研究[J]．中国电机工程学报，2007，27(22)：1-7. Zhang Wenliang，Yu Yongqing，Li Guangyuan，et al．Research on UHVDC technology[J]．Proceedings of the CSEE，2007，27(22)：1-7(in Chinese)． [2] 刘泽洪，高理迎，余军．?800 kV特高压直流输电技术研究[J]．电力建设，2007，28(10)：17-23． Liu Zehong，Gao Liying，Yu Jun．Study on ?800 kV UHVDC transmission technology[J]．Electric Power Construction，2007，28(10)：17-23(in Chinese)． [3] 张文亮，汤涌，曾南超．多端高压直流输电技术及应用前景[J]．电网技术，2010，34(9)：1-6． Zhang

Wenliang，Tang Yong，Zeng Nanchao．Multi-terminal HVDC transmission technologies and its application prospects in China[J]．Power System Technology，2010，34(9)：1-6(in Chinese)． [4] 刘士利，王泽忠，孙静．高压直流输电换流系统屏蔽罩寄生电容的数值计算方法[J]．高电压技术，2010，36(12)：2970-2975． Liu Shili，Wang Zezhong，Sun Jing．Numerical method for parasitic capacitance of shield in HVDC converter stations[J]．High Voltage Engineering，2010，36(12)：2970-2975(in Chinese)． [5] 刘士利，王泽忠，孙静．HVDC换流系统屏蔽罩寄生电容提取[J]．电工技术学报，2011，26(2)：201-206． Liu Shili，Wang Zezhong，Sun Jing．Extraction of parasitic capacitance of shield in HVDC converter stations[J]．Transactions of China Electrotechnical Society，2011，26(2)：201-206(in Chinese)． [6] 罗湘，汤广福，查鲲鹏，等．电压源换流器高压直流输电换流阀的试验方法[J]．电网技术，2010，34(5)：25-29． Luo Xiang，Tang Guangfu，Zha Kunpeng，et al．Test methods of converter valves in VSC-HVDC power transmission[J]．Power System Technology，2010，34(5)：25-29(in Chinese)． [7] 解婷，查鲲鹏，汤广福，等．过电流导致的HVDC 换流阀失效机制研究[J]．电网技术，2010，34(10)：71-75． Xie Ting，Zha Kunpeng，Tang Guangfu，et al．Study on failure mechanism of HVDC valves caused by overcurrent in UHVDC power transmission devices[J]．Power System Technology，2010，34(10)：71-75(in Chinese)． [8] 范建斌，于永清，刘泽洪，等．?800 kV 特高压直流输电标准体系的建立[J]．电网技术，2006，30(14)：1-6． Fan Jianbin，Yu Yongqing，Liu Zehong，et al．Introduction of ?800kV HVDC transmission standards system[J]．Power System Technology，2006，30(14)：1-6(in Chinese)． [9] 蓝元良，汤广福，印永华，等．串联晶闸管反向恢复暂态过程的研究[J]．电网技术，2006，30(16)：15-19． Lan Yuanliang，Tang Guangfu，Yin Yonghua，et al．al．Study on transient of reverse recovery of series thyristors[J]．Power System Technology，2006，30(16)：15-19(in Chinese)． [10] 刘耀，王明新，曾南超．高压直流输电保护装置冗余配置可靠性的接续分析[J]．电网技术，2010，34(11)：93-99． Liu Yao，Wang Mingxin，Zeng Nanchao．Sequential reliability analysis on redundant configuration of protective devices for HVDC power transmission system[J]．Power System Technology，2010，34(11)：93-99(in Chinese)． [11] 郭贤珊，高理迎．特高压直流输电工程节能设计实践[J]．电网技术，2011，35(2)：212-215． Guo Xianshan，Gao Liying．Practice of energy conservation design for UHV DC power transmission project[J]．Power System Technology，2011，35(2)：212-215(in Chinese)． [12] 李智勇，张国华，张国威，等．2009 年国家电网公司直流输电系统可靠性分析[J]．电网技术，2010，34(11)：77-81． Li Zhiyong，Zhang Guohua，Zhang Guowei，et al．Analysis on reliability of HVDC power transmission systems of State Grid Corporation of China in 2009 [J]．Power System Technology，2010，34(11)：77-81(in Chinese)． [13] 孙海峰，刘磊．高压直流换流站换流系统宽频建模研究[J]．中国电机工程学报，2009，29(12)：24-29． Sun Haifeng，Liu Lei．Wide-band modeling of converter systems in HVDC converter stations[J]．Proceedings of the CSEE，2009，29(12)：24-29(in Chinese)． [14] 张文亮，汤广福．?800 kV/4 750 A 特高压直流换流阀宽频建模及电压分布特性研究[J]．中国电机工程学报，2010，30(31)：1-6． Zhang Wenliang，Tang Guangfu．Study on wide-band model and voltage distribution of ±800kV/4750A UHVDC valves [J]．Proceedings of the CSEE，2010，30(31)：1-6(in Chinese)． [15] 张凌，杨金根，曾静．特高压阀厅电气设计研究[J]．电力建设， 2007，28(5)：12-16． Zhang Ling，Yang Jingen，Zeng Jing．Study on electric design of UHV valve hall[J]．Electric Power Construction，2007，28(5)：12-16(in Chinese)． [16] Deng Tao，Li Qingfeng，Zhang Xuejun，et al．The optimization of grading ring design for ±800 kV UHV DC transmission lines [J]．Proceedings of the CSEE，2009，29(22)：100-105． [17] 张志军，郑劲，陈东．特高压直流输电工程高端阀厅空调通风系统的设计[J]．电力建设，2009，30(9)：15-19． Zhang Zhijun，Zheng Jin，Chen Dong．HVAC system design for UHVDC valve hall[J]．Electric Power Construction，2009，30(9)：15-19(in Chinese)． [18] 田冀焕，周远翔．直流换流站阀厅内三维电场的分布式并行计算[J]．高电压技术，2010，36(5)：1205-1210． Tian Jihuan，Zhou Yuanxiang．Distributed parallel computation of the 3D electric field in the HVDC converter valve hall[J]．High Voltage Engineering，2010，36(5)：1205-1210(in Chinese)． [19] 李季，罗隆福，许加柱，等．换流变压器阀侧绝缘电场特性研究[J]．高电压技术，2006，32(9)：121-124． Li Ji，Luo Longfu，Xu Jiazhu，et al．Study on electric field characteristics at ends of valve-side winding in converter transformer [J]．High Voltage Engineering，2006，32(9)：121-124(in Chinese)． [20] 陈庆国，张杰，高源，等．混合电场作用下换流变压器阀侧绕组电场分析[J]．高电压技术，2008，34(3)：484-488． Chen Qingguo，Zhang Jie，Gao Yuan，et al．Analysis of complex electrical field on valve side winding of converter transformer [J]．High Voltage Engineering，2008，34(3)：484-488(in Chinese)． [21] 张燕秉，郑劲，汪德华，等．特高压直流换流变压器的研制[J]．高电压技术，2010，36(1)：255-264． Zhang Yanbing，Zheng Jin，Wand Dehua，et al．Development of UHVDC converter transformer[J]．High Voltage Engineering，2010，36(1)：255-264(in Chinese)． [22] 张喜乐，王建民，吴增泊，等．超高压直流换流变压器阀侧引出线电场的数值分析[J]．变压器，2009，46(7)：1-4． Zhang Xile，Wang Jianmin，Wu Zengbo，et al．Numerical analysis of electric field in valve side lead-out wire for UHVDC converter transformer[J]．Transformer，2009，46(7)：1-4(in Chinese)． [23] 李文平，章忠国，黎小林，等．直流输电用800kV换流变压器的场域分析[J]．变压器，2009，46(6)：1-5． Li Wenping，Zhang Zhongguo，Li Xiaolin，et al．Field analysis of 800kV converter transformer for DC transmission [J]．Transformer， 2009，46(6)：1-5(in Chinese)． [24] 王建民，张喜乐，吴增泊，等 高压直流换流变压器电磁场特性的数值应用研究[J]．变压器，2007，44(3)：1-5． Wang Jianmin，Zhang Xile，Wu Zengbo，et al．Research on numerical value application of electro- magnetic field characteristics of HVDC converter transformer[J]．Transformer，2007，44(3)：1-5(in Chinese)． [25] 刘姜玲，王泽忠．三维静电场边界元法的积分精度问 题[J]．高电压技术，2005，31(9)：21-24． Liu Jiangling，Wang Zezhong．Integral precision of the BEM of 3-D electric field[J]．High Voltage Engineering，2005，31(9)：21-24(in

Chinese)． [26] 李亚莎，王泽忠．基于圆环坐标系的三维静电场曲边三角形边界元法[J]．电工技术学报，2006，21(9)：122-126． Li Yasha，Wang Zezhong．Curve element BEM in 3-D electrostatic fields based on ring coordinate systems[J]．Transactions of China Electrotechnical Society，2006，21(9)：122-126(in Chinese)． [27] 王泽忠，李亚莎，邓春华．基于球坐标的三维静电场曲边四边形边界元方法[J]．电工技术学报，2007，22(4)：33-36． Wang Zezhong，Li Yasha，Deng Chunhua．Curve quadrangular BEM in 3-D electrostatic fields based on spherical systems[J]．Transactions of China Electrotechnical Society，2007，22(4)：33-36(in Chinese)． [28] 李亚莎，王泽忠．基于柱坐标的三维静电场曲边四形边界元方法[J]．高电压技术，2007，33(1)：132-134． Li Yasha，Wang Zezhong．Curve quadrangular BEM in 3-D electrostatic fields based on cylinder coordinate transforms[J]．High Voltage Engineering，2007，33(1)：132-134(in Chinese)． [29] 王泽忠，全玉生，卢斌先．工程电磁场[M]．北京：清华大学出版社，2004：145-155.

本刊中的类似文章

1．郭贤珊,宿志一,乐 波 .特高压直流换流站支柱绝缘子设计[J]. 电网技术, 2007,31(24): 1-6

2．孙才华，宗 伟，李世琼，彭跃辉，任巍巍.分裂导线表面场强的一种较准确计算方法[J]. 电网技术, 2006,30(4): 92-96

3．薛辰东|瞿雪弟|杨一鸣.±800 kV换流站无线电干扰研究[J]. 电网技术, 2008,32(2): 1-5