

楚雄换流站接地极线路加强绝缘研究

胡全鄯 艺

(中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司,四川成都 610021)

摘要:在接地极线路设计中,其绝缘配合水平选择的合理性关系到整个直流输电系统的安全可靠运行。以楚雄换流站接地极线路为例,简述了按照两端换流站及直流输电线路本体故障后在接地极线路上引起的操作过电压提高接地极线路绝缘配置的方法。

关键词:接地极线路;操作过电压;绝缘配置

Abstract: In the design of electrode lines, the selection of insulation coordination level relates to the safe and reliable operation of DC transmission system. Taking the electrode line of Chuxiong converter station for example, the method for enhancing the insulation level of electrode lines according to the condition of switching overvoltage caused by ontology fault of converter stations and DC transmission line is briefly described.

Key words: electrode line; switching overvoltage; insulation configuration

中图分类号: TM721 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2017)05-0044-03

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2017.05.011

0 引言

接地极线路是直流输电系统的重要组成部分,不但可以限制中性点电位,还可以为直流电流提供通路。在接地极线路设计中,其绝缘配合水平选择的合理性关系到整个直流输电系统的安全可靠运行。DL/T 5224-2014《高压直流输电大地返回运行系统设计技术规定》对接地极线路的绝缘配置进行了规定:1) 接地极线路的绝缘子片数不得少于2片;2) 工作电压、雷电过电压情况下的空气间隙分别不得小于0.1 m、0.4 m;3) 招弧角间隙应小于0.85倍绝缘子有效长度。

楚雄换流站接地极线路起于楚雄换流站,止于马街接地极中心塔,线路长106.4 km,原设计按照DL/T 5224-2005的相关要求,同时参考已建接地极线路设计经验,绝缘配置如下:

1) 全线悬垂绝缘子串和跳线串采用3片XZP-160(高度为170 mm)直流绝缘子,耐张串采用4片XZP-210(高度为170 mm)直流绝缘子;

2) 工作电压、雷电过电压情况下的空气间隙分别取值0.12 m、0.5 m;

3) 悬垂和耐张绝缘子串的招弧角间隙统一取0.4 m。

按此计算,该工程接地极线路绝缘耐压情况见表1。

表1 接地极线路绝缘耐压一览表

试验项目	绝缘子串	塔头间隙	招弧角间隙	最小值
直流耐压/kV	165(420)	58.4	200	58.4
操作冲击耐压/kV	363	146	200	146
雷电冲击耐压/kV	450	250	200	200

注:①绝缘子干湿1 min 耐受电压分别取值140 kV/片和55 kV/片;②直流线路导线-塔头取487 kV/m,棒-棒取500 kV/m考虑^[1];③操作冲击耐压参照直流耐压值×2.2考虑。

1 楚雄接地极线路故障试验及仿真

2012年12月,±800 kV 楚雄换流站在孤岛调试试验过程中,测得楚雄接地极线路极I中性母线电压达160.72 kV,极II中性母线电压达174 kV,致使接地极线路008号塔左侧导线绝缘子串闪络,招弧角烧伤明显。这表明在直流输电线路特定的运行工况下,原±800 kV 换流站中性母线和接地极线路之间绝缘操作冲击电压耐受水平不匹配^[2],楚雄接地极线路绝缘配置将不满足过电压要求,需要提高接地极线路绝缘水平,以适应换流站中性母线避雷器操作过电压保护水平要求。

1.1 楚雄站内接地故障在接地线路上产生的操作过电压计算

采用 EMTDC 模型^[3] ,将接地极线路按照 E0 - E10 进行 10 等分后 ,考虑了除滤波器避雷器外的所有避雷器 ,同时在不考虑接地极线路闪络的情况下 ,对各种可能引起中性母线过电压的典型工况进行了计算 ,楚雄接地极线路 10 等分点处引起的操作过电压水平及操作耐受水平要求见图 1。

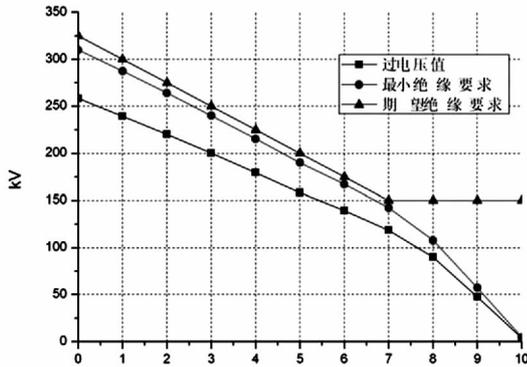


图1 10 等分点处操作过电压及耐受水平要求曲线

1.2 楚雄—穗东 ±800 kV 线路接地故障在接地线路上产生的操作过电压计算

采用 EMTDC 模型 ,将接地极线路按照 E0 - E10 进行 10 等分后 ,模拟了不同故障情况下 ,楚雄接地极线路 10 等分点处引起的操作过电压水平及操作耐受水平见图 2、图 3。

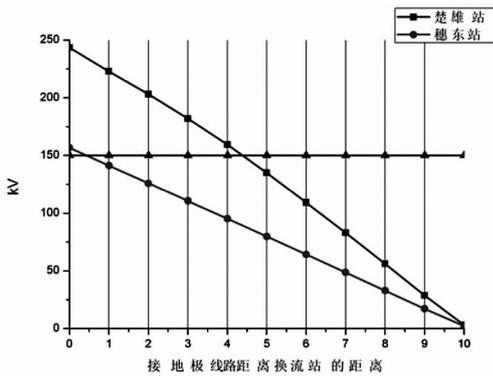


图2 楚雄站出口故障后 ,楚雄接地极线路沿线个点的最大电压分布(黑线)

1.3 仿真小结

根据以上仿真结果可见 ,当楚雄站或楚雄站出口处发生接地故障时 ,楚雄接地极线路沿线各点操作过电压水平都比较高 ,沿线过电压水平与距接地极的距离基本成正比 ,按原绝缘配置能满足的 146 kV 的操作过电压进行校核 ,仅有约 30% 远离楚雄站的接地极线路满足要求。

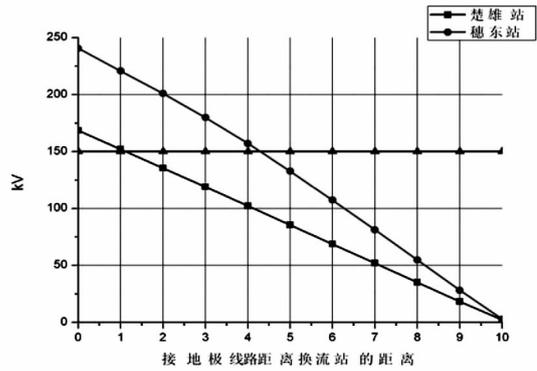


图3 穗东出口故障后 ,楚雄接地极线路沿线个点的最大电压分布(黑线)

2 楚雄接地极线路加强绝缘配置方案

按照以上仿真计算结果 ,考虑操作过电压的分布特性 ,楚雄接地极线路主要在招弧角间隙、绝缘子片数配置两个方面进行加强配置以满足操作过电压要求。

2.1 招弧角间隙

参照相关试验成果 ,棒 - 棒间隙直流操作过电压耐压水平暂按 500 kV/m 考虑 ,故接地极线路换流站端招弧角间隙需加大到 $325/500 = 0.65$ m。略留裕度后 ,接地极线路换流站端招弧角间隙按 0.7 m 考虑(即与交流 110 kV 线路的操作过电压间隙相同) ,经海拔修正后 ,取值为 0.91 m。

随着与换流站间距的增大 ,接地极线路上的操作过电压随之降低。在考虑 20% 安全裕度后 ,距换流站 40% 线路长度时 ,操作过电压要求值约为 225 kV; 距换流站 70% 线路长度时 ,操作过电压要求值约为 150 kV(该值与接地极线路现有间隙的耐压水平相当)。相对应地 ,海拔修正后的招弧角间隙取值分别为 0.63 m 和 0.4 m。考虑到产品供货和施工的统一性 ,全线招弧角间隙取值为 0.91 m。

2.2 绝缘子片数配置

由于塔头间隙受操作过电压限制 ,根据绝缘配合要求 ,绝缘子串有效长度需大于塔头间隙 ,即接地极线路换流站端的绝缘子片数按由 3 片增加到 7 片 ($0.7 \times 500/55 \approx 7$) 考虑 ,随着距换流站间距的增大 ,绝缘子片数应随操作过电压的降低而减少。距换流站 40% 和 70% 线路长度时 ,对应的绝缘子片数为 5 片和 3 片。考虑到施工和运维方便 ,距换流站 0 ~ 40% 范围内 ,悬垂串、耐张串和跳线串均按 7 片

考虑;距换流站40%~70%范围内,悬垂串和跳线串按5片、耐张串6片考虑;其余段悬垂串和跳线串按3片、耐张串4片考虑。

2.3 绝缘间隙

1) 塔头间隙:按绝缘配合要求,塔头的间隙不应小于招弧角间隙值,即在相应风偏情况下塔头间隙暂按招弧角间隙的相同值考虑。

2) 直流耐压间隙:由于接地极线路的最高工作电压(即直流运行电压)未变,故直流耐压间隙仍按原设计值0.12 m考虑。

3) 雷电过电压间隙:由于接地极线路的雷电过电压耐受水平低,雷电间隙仍按原设计值0.5 m考虑。

3 结 语

通过对楚雄站内、楚雄—穗东±800 kV线路各种故障工况下,在楚雄接地极线路上引起的操作过电压进行仿真计算,提出了楚雄接地极线路提高绝缘应满足的要求,同时考虑操作过电压的分布特性,

(上接第17页)

数,提高预测模型的精度。

3 结 语

智能电网中的大数据产生于电力系统的各个环节,通过有效地利用数据挖掘技术,从电力企业积累的数据中获得有助于管理决策的知识,帮助企业解决面临的现实问题,提高企业基于数据的业务管控能力和运营效率。

数据挖掘在智能电网的很多方面都有应用,并且效果明显。以数据挖掘在细分用户电力负荷预测中的应用为切入点,分析在售电侧改革的背景下,利用数据挖掘技术提高电网企业的经济效益、实现管理创新。

从中国目前的应用来看,数据挖掘技术在智能电网中还没有大规模和普遍使用,并且数据挖掘在实际的实现过程中仍然存在着一些亟待解决的问题。因此,仍需要进一步开展数据挖掘技术理论与应用方面的研究。

参考文献

[1] 温满华. 刍议大数据时代数据挖掘技术在电力企业中的应用[J]. 现代国企研究, 2015(24): 26.

对原线路的招弧角间隙、绝缘子片数、塔头间隙进行了加强改造,进一步加强了楚雄接地极线路的绝缘配置水平,保证了楚雄—穗东±800 kV线路的安全运行。

参考文献

[1] 赵婉君. 高压直流输电工程技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
[2] 周沛洪, 修木洪, 谷定燮, 等. ±800 kV直流系统过电压保护和绝缘配合研究[J]. 高电压技术, 2006, 32(12): 125-383.
[3] 王彩芝, 姜映辉, 王俊江, 等. 基于PSCAD/EMTDC的HVDC接地极线路故障仿真[J]. 中国电力, 2014, 47(2): 69-72.

作者简介:

胡全(1980), 硕士研究生、高级工程师, 从事输电线路设计工作;
鄢艺(1987), 硕士研究生、工程师, 从事输电线路设计工作。

(收稿日期: 2017-09-15)

[2] 于之虹, 郭志忠. 数据挖掘与电力系统[J]. 电网技术, 2001, 25(8): 58-62.
[3] 陈星莺, 张晓花, 瞿峰, 等. 数据挖掘在电力系统中的应用综述[J]. 电力科学与技术学报, 2007, 22(3): 51-56.
[4] 罗辑, 杨劲锋, 肖勇, 等. 用电数据挖掘技术与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2015.
[5] 宋亚奇, 周国亮, 朱永利. 智能电网大数据处理技术现状与挑战[J]. 电网技术, 2013, 37(4): 927-935.
[6] 邓焱琪. 智能电网大数据处理技术现状与挑战[J]. 中外企业家, 2015(6): 126.
[7] 中国电机工程学会信息化专业委员会. 中国电力大数据发展白皮书[M]. 北京: 中国电力出版社, 2013.
[8] 白杨, 谢乐, 夏清, 等. 中国推进售电侧市场化的制度设计与建议[J]. 电力系统自动化, 2015, 39(14): 104-109.
[9] 张晓萱, 薛松, 杨素, 等. 售电侧市场放开国际经验及其启示[J]. 电力系统自动化, 2016, 40(9): 1-8.
[10] 张晓春, 倪红芳, 李娜. 基于数据挖掘的供电企业客户细分方法及模型研究[J]. 科技与管理, 2013, 15(6): 104-109.

作者简介:

袁丽娟(1981), 大学本科, 从事电力通信工作;
袁方(1990), 硕士研究生, 从事信号与信息处理。

(收稿日期: 2017-06-27)