

基于光传感器技术的500 kV交直流输电线路 盐密在线监测研究及对比分析

范强¹, 蒋丽²

(1. 四川省电力公司超(特)高压运行检修公司, 四川 成都 610041;

2. 武汉康普常青软件技术有限公司, 湖北 武汉 430074)

摘要:为分析四川典型地理环境交、直流线路积污特性,掌握交、直流线路积污规律,应用光传感器盐密在线监测技术对途经四川地区的±500 kV 德宝直流0064号杆塔、0387号杆塔、500 kV 坡山二线交流012号杆塔、500 kV 资洪一线交流043号杆塔盐密进行在线监测,数据分析结果表明光传感器盐密在线监测装置能准确反映现场污秽变化,实现了交、直流线路盐密实时在线准确测取,为四川地区交、直流线路积污特性分析提供了数据支撑,为掌握四川地区交、直流线路积污规律提供了科学的技术手段。

关键词:光传感; 直流输电线路; 盐密; 在线监测

Abstract: In order to analyze the characteristics of pollution deposits of AC/DC transmission line in typical geographical conditions of Sichuan and master the rules of pollution deposits of AC/DC line, the online monitoring of salt density of No. 0064 and No. 0387 pole turrets in ±500 kV Deyang - Baoji 500 kV direct - current transmission project, No. 012 pole turret in 500 kV Poshan II AC line and No. 043 pole turret in 500 kV Ziyang - Honggou I AC line which are by way of Sichuan are carried out by using salt density online monitoring technology based on light sensor. The results of data analysis show that online monitoring device of salt density based on light sensor can reflect the change of pollution deposits in the field accurately, and realize the real - time and accurate online measurement of salt density in AC/DC line, which provides the data support for analyzing the characteristics of pollution deposits and the scientific technical measures for mastering the rules of pollution deposits of AC/DC transmission line in Sichuan area.

Key words: light sensor; direct current; salt density; online monitoring

中图分类号: TM855 文献标志码: A 文章编号: 1003 - 6954(2012)01 - 0069 - 04

0 引言

与交流输电工程相比,直流输电线路绝缘子的污秽度高于交流系统^[1],而且在相同污秽条件下直流线路绝缘子的污秽闪络电压要低于交流线路绝缘子^[2]。架空交、直流线路积污存在一定差别,不能完全按照架空交流上的工作经验来指导架空直流线路上的防污闪工作^[3]。由于架空直流线路占中国架空线路的比例很小,因此对于架空直流线路上的防污工作开展也较少,架空直流线路上盐密的在线测量更是少有研究。本课题就是利用光传感器盐密在线监测装置,实现直流线路盐密的在线测取,对比分析交、直流线路积污过程中盐密值的变化规律,为架空直流线路现场污秽度研究提供可靠的数据支持^[4]。

1 技术方案

1.1 技术原理

图1为光传感器测量盐密原理示意图。光传感器测量盐污的基本原理,简单来说就是基于介质光波

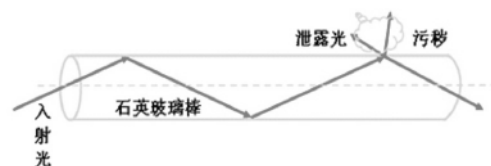


图1 盐密测量原理

导中的光场分布理论和光能损耗机理。置于大气中的低损耗石英玻璃棒就是一个以棒为芯、大气为包层的多模介质光波导^[5]。在石英棒上无污染时,由光波导中的基模和高次模共同传输光的能量,其中绝大

部分光能在光波导的芯中传输,但有小部分光能将沿芯包界面的包层传输,即有小部分光能进入大气传输,光波传输过程中光的损耗很小。当石英玻璃棒上有污染时,它将对光能产生损耗,其原因有:①是由于

污染粒子的折射率大于石英的折射率,破坏了高次模的全反射传输条件,产生光能损耗;②是由于污染粒子对光能的吸收和散射使光能产生损耗,光能损耗的程度就可以反映出污染的大小。因此,通过检测光能

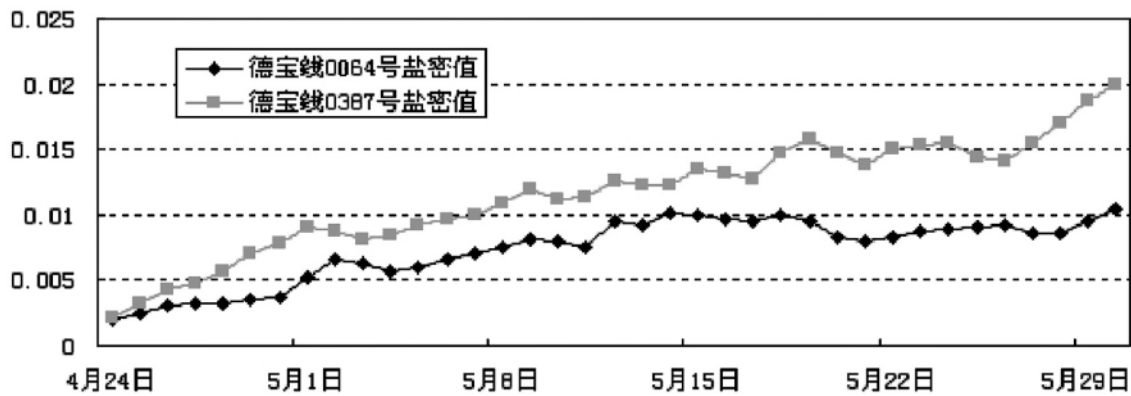


图2 德宝线0064号、0387号杆塔盐密曲线

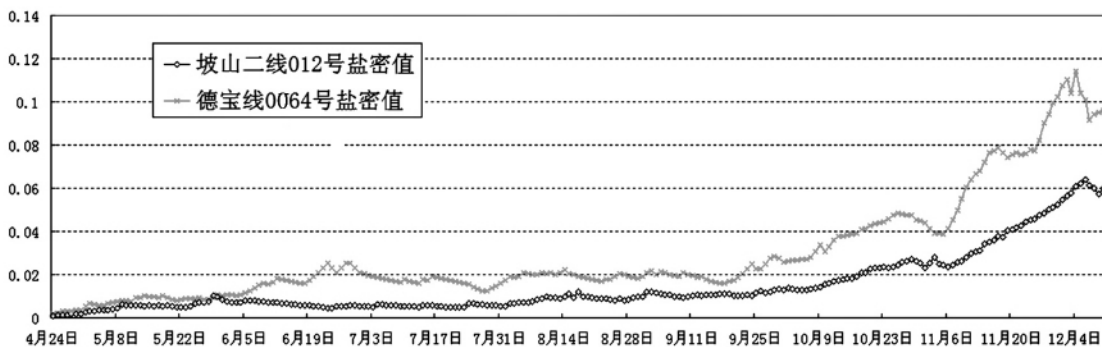


图3 农业型污秽盐密曲线

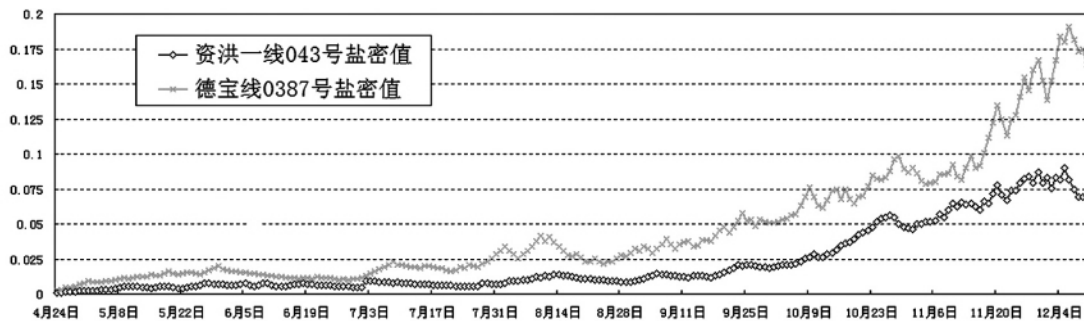


图4 工业型污秽盐密曲线

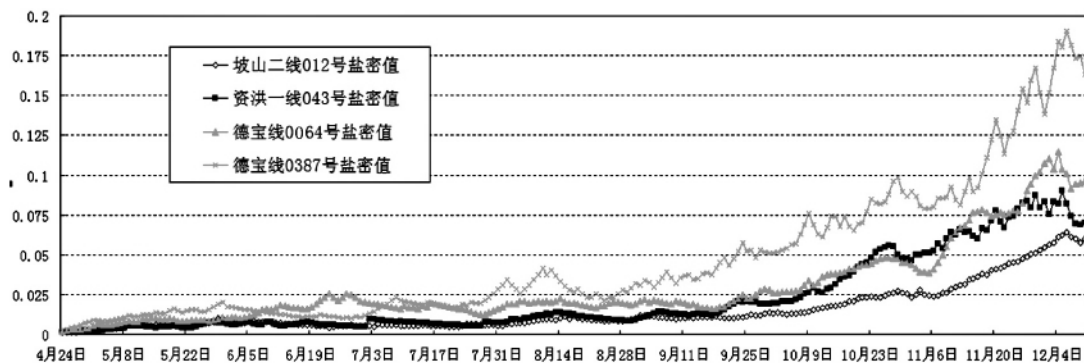


图5 4个监测点盐密对比曲线

的损耗就可以检测出污染的大小^[6]。

1.2 布点方案

2011 年 4 月底分别在 ±500 kV 德宝线 0064 号、0387 号杆塔、500 kV 坡山二线 012 号杆塔、500 kV 资洪一线 043 号杆塔安装了光传感器盐密在线监测装置。安装信息如表 1 所示。

为了有针对性的对交、直流线路积污特性进行分析 根据污秽环境类型进行区别性选点 ,分别选择处于农业污秽环境类型的德宝直流 0064 号杆塔与坡山二线 012 号杆塔为农业型对比监测点 ,以及处于工业污秽环境类型的德宝线 0387 号杆塔与资洪一线 043 号杆塔为工业型对比监测点。

表 1 安装信息表

电压等级 /kV	输电类型	线路名称	杆塔号	污秽环境类型
500	直流	德宝线	0064 号	农业型
500	直流	德宝线	0387 号	工业型
500	交流	坡山二线	012 号	农业型
500	交流	资洪一线	043 号	工业型

2 监测数据

为了更好地分析盐密数据 ,收集每天当地天气预报信息作为数据分析参考。图 2 为 ±500 kV 德宝线 0064 号、0387 号杆塔 2011 年 4 月 24 日至 5 月 30 日盐密曲线。气象信息见表 2。

表 2 绵阳气象信息记录表

地区	日期 /月.日	白天天气	夜间天气
绵阳	4-23	阴	多云
绵阳	4-24	多云	多云
绵阳	4-25	多云	晴
绵阳	4-26	晴	晴
绵阳	4-27	晴	晴
绵阳	4-28	晴	阵雨
绵阳	4-29	多云	阴
绵阳	4-30	多云	阵雨
绵阳	5-1	雷阵雨	中雨
绵阳	5-2	阵雨	阴
绵阳	5-3	多云	多云
绵阳	5-4	晴	晴
绵阳	5-5	晴	多云
绵阳	5-6	多云	多云
绵阳	5-7	多云	多云
绵阳	5-8	阴	中雨
绵阳	5-9	小雨	中雨
绵阳	5-10	阴	阵雨

续表 2

地区	日期 /月.日	白天天气	夜间天气
绵阳	5-11	多云	阴
绵阳	5-12	阵雨	小到中雨
绵阳	5-13	阴	中雨
绵阳	5-14	阴	多云
绵阳	5-15	阴	晴
绵阳	5-16	多云	晴
绵阳	5-17	多云	晴
绵阳	5-18	晴	晴
绵阳	5-19	多云	多云
绵阳	5-20	阴	大到暴雨
绵阳	5-21	阵雨	小雨
绵阳	5-22	多云	多云
绵阳	5-23	多云	阵雨
绵阳	5-24	阴	多云
绵阳	5-25	多云	多云
绵阳	5-26	晴	多云
绵阳	5-27	多云	多云
绵阳	5-28	阴	中雨
绵阳	5-29	阵雨	小雨
绵阳	5-30	阵雨	阵雨

如图 2 所示 ,德宝直流 0064 号及 0387 号杆塔盐密监测点于 2011 年 4 月 24 日安装后开始积污 ,污秽值缓慢上升 ,5 月初两个监测点盐密值均有所下降 ,其后 3 天盐密值又上升 ,5 月 10 日左右盐密值又出现下降值 ,直到 5 月 20 日盐密有一个明显的下降 ,对比表 1 绵阳地区气象记录表可以发现盐密值的变化与降雨量保持很好的一致性 ,且两个监测点盐密值变化趋势也基本相同 ,处于工业型污秽环境的德宝线 0387 号监测点的盐密值也约高于处于农业型污秽环境的德宝线 0064 号监测点盐密值 ,这与运行经验一致。

图 3、图 4 分别为交、直流线路监测点不同污染类型盐密对比曲线图 ,如图所示 ,无论是农业型盐密对比监测点还是工业型盐密对比监测点 ,直流线路监测点积污速度均高于交流线路监测点积污速度 ,这与以往研究结论一致。

图 5 为 4 个监测点盐密对比曲线 ,如图 5 所示 ,2011 年 5、6、7、8、9 月降雨较多 ,降雨对盐密值起到很好的清洗作用 ,使 4 个监测点前期盐密值一直保持较小 ,9 月下旬雨水慢慢减少 ,进入积污期 ,盐密值有很明显的增长过程 ,特别是处于工业型污秽环境的直流监测点 ,德宝线 0387 号监测点 10 月份一个月内盐密增长值与前面 5 个月增长值相当。图 5 中直流监

测点盐密值变化与交流监测点也有所不同,交流线路邻近几天的盐密值变化均较为平滑,直流线路却是呈波动变化。

3 结论及展望

±500 kV 德宝线 0064 号、0387 号杆塔、500 kV 坡山二线 012 号杆塔、500 kV 资洪一线 043 号杆塔 4 个监测点盐密数据与当地气象数据分析结果表明,盐密值变化与天气变化具有很好的一致性,利用光传感器盐密在线监测装置可以实现交、直流线路盐密值实时在线测取,能准确反映现场污秽环境。交、直流线路盐密分析结果表明,直流线路盐密增长速度高于交流线路,与以往研究结论一致。下一步,会每三个月对交、直流线路监测点盐密值进行对比分析,并记录分析结果,直到盐密值达到饱和。从而确定四川典型地理环境下交、直流线路积污特性,掌握四川地区交、直流线路积污规律。

参考文献

- [1] 宿志一,刘燕生.我国北方内陆地区线路与变电站用绝缘子的直、交流自然积污试验结果的比较[J].电网技术 2004,28(10):13-17.
- [2] 高海峰,樊灵孟,李庆峰,等.±500 kV 高肇直流线路绝缘子积污特性对比分析.高电压技术 2010,36(3):672-677.
- [3] 宿志一.北方内陆地区线路悬式绝缘子串的直流自然积污特性[R].北京:中国电力科学研究院,1990.
- [4] Su Z, Liang X, Yin Y, et al. Outdoor Insulation Selection Method of HVDC Lines [C]. //14th International Symposium on High Voltage Engineering. Beijing, China [s. n.], 2007.
- [5] 吴光亚,宋伟,蔡炜,等.光谱法检测输变电设备盐密的实验室研究[J].高电压技术 2001,27(5):57-58.
- [6] 谢强,朱瑞刚,熊鹏.晋中地区输电线路微气象及盐密监测系统应用[J].电网技术 2010,159(2):21-23.

(收稿日期:2011-11-21)

(上接第 21 页)

网频率的动态响应产生严重的影响,甚至会影响到新疆电网的低频减载方案。因此,要采取合适的措施来防止这种事故的发生,近一步提高新疆电网频率的安全稳定性。

参考文献

- [1] 时珊珊,鲁宗相,闵勇,等.微电网孤网运行时的频率特性分析[J].电力系统自动化 2011,35(9):36-41.
- [2] 熊小付,周永忠,周家启.计及负荷频率特性的低频减载方案研究[J].中国电机工程学报 2005,25(19):48-51.
- [3] 赵庆波,曾鸣,刘敏,等.电力市场中的负荷频率控制方案研究[J].中国电机工程学报 2002,22(11):45-50.
- [4] 曾启明,陈伟乐,谢志堂,等.电力系统频率新的跟踪算法[J].中国电机工程学报 2005,25(19):48-51.
- [5] 赵强,张丽,王琦,等.系统负荷频率特性对电网频率稳定性的影响[J].电网技术 2011,35(3):69-73.
- [6] 王合帧,李向容,陈栋新.电网频率特性及负荷反馈 df/dt 的实测分析[J].电网技术 1995,19(12):43-47.
- [7] 肖遥,孟·让·柯洛德.电力系统频率测量误差成因分析[J].电网技术 2002,26(1):29-42.
- [8] 秦明亮,杨秀朝.减少低频减载方案过切的措施的研究[J].电网技术 2002,26(2):83-86.
- [9] 赵强,王丽敏,刘肇旭.全国电网互联系统频率特性及低

频减载方案[J].电网技术 2009,33(8):35-40.

- [10] 陈桥平,蔡泽洋,李爱民,等.互联电网的地区频率特性差异性及其对低频减载的影响研究[J].中国电力,2009,42(8):1-5.
- [11] 古丽扎提·海拉提,加码力汗·库马什,常喜强.新疆地区电网频率特性仿真分析[J].中国电力,2008,43(8):45-48.
- [12] 周海峰,倪腊琴,徐泰山.电力系统功率频率动态特性研究[J].电网技术 2009(16):58-62.
- [13] 张恒旭,庄佩沁,祝瑞金,等.大受端电网频率稳定性研究[J].华东电力 2009(10):1644-1649.
- [14] 云雷,刘涤尘,张琳,等.负荷特性对跨区大电网低频振荡的影响研究[J].电力自动化设备 2009,29(8):41-45.
- [15] 张忠林.关于电网频率若干问题的浅析[J].东北电力技术 1996(10):16-20,12.
- [16] 赵勇,胡剑琛,顾志东,等.海南电网孤网运行时的频率特性分析[J].南方电网技术 2009,3(5):27-30.
- [17] Bin Qiu, Yiyu Liu. Lan-based Control for Load Shedding [J]. IEEE Computer Applications in Power 2002,12:38-43
- [18] Under-frequency Load Shedding Relay Application Guide [R]. Salt Lake City, UT, USA: Western Systems Coordinating Council, 1974.

(收稿日期:2011-10-17)