

双传感盐密在线监测系统的设计及结果分析

王 晴

(陕西工业职业技术学院 咸阳 712000)

摘要: 光传感盐密在线监测系统是一种新型的在线监测绝缘子污秽度的技术,而光传感盐密在线监测设备由于上方有遮挡,对雨水的反映情况不是很明显,导致光传感器测量到的盐密值几乎没有响应。本文对原有的设备进行了改进设计,即双传感盐密在线监测设备。当出现阵雨或暴雨对绝缘子有冲刷作用时,改进后的设备对测量数据有响应。通过对测量到的数据分析得出,测量得到的基础数据相差无几,而通过对比数据发现,上方传感器测量得到的测量数据符合绝缘子得到的测量数据的整体趋势,验证了本系统的必要性和可行性。

关键词: 双传感器;光传感器;绝缘子;在线监测

中图分类号: TN91 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 51050

Design of double optic sensor salt density on-line monitoring system and analysis of results

Wang Qing

(Shaanxi Polytechnic Institute, Xianyang 712000, China)

Abstract: The optic sensor salt density on-line monitoring system is a new technology of on-line monitoring insulator pollution. Due to the baffle above, the optic sensor salt density on-line monitoring system is not obvious to the reflection of rain. In this paper, the original equipment is improved, that is, double optic sensor salt density on-line monitoring system. When continuous shower or heavy rain, it has response that the equivalent salt deposit density measured by the light sensor. By analyzing the measured data, the basic data obtained from the measurement are almost the same, while by comparing the data, it is the same that the overall trend of the measurement data obtained by the upper sensor and the insulators. finally, the necessity and feasibility of the system are verified.

Keywords: double optic sensor; optic sensor; insulators; online monitoring

0 引 言

近年来,电力科技水平突飞猛进,因局部故障造成的大面积电网崩溃的可能性已微乎其微^[1],但是,如果有大批输电线路发生跳闸,将会无可避免地发生大面积外绝缘污秽闪络,导致电网瓦解的严重后果^[2]。因此,有效减小污闪事故的发生概率对电力设备的安全运行有着至关重要的意义。

在实际应用中,即便实时监测污秽变化情况,发现污闪风险较高的线路,但典型防污措施如定期清扫、调整爬距、使用防污涂料或耐污绝缘子^[3]等,都需停电作业。

光纤传感技术测量盐密^[4]是一种新型的在线监测绝缘子污秽度的技术,实现了对运行中的绝缘子在线连续测取等值附盐密度和不溶物密度,是一种方法科学、简单、准确并实现了实时监测的测量手段^[5]。近些年对光传感器盐密

在线监测系统的研究发现,在积污期,其测量结果的误差在 $\pm 10.0\%$ 内;在清洗期,其测量结果的误差在 $-10.0\% \sim 20\%$ 内^[6]。

光传感器由于上方有一定的遮挡,对雨水的反映情况不是很明显,导致在阵雨或暴雨天气时,绝缘子的盐密值有响应,而光传感器测量到的盐密值几乎没有响应。本文设计的双传感盐密在线监测设备是在原有光传感盐密在线监测设备上的一个改进,反映出阵雨或暴雨对绝缘子有冲刷时,测量数据有所响应,后期得到的测量结果的误差更小。

1 光传感器测量原理

光传感盐密在线监测系统主要由数据监测终端和数据监测中心两部分组成,是一种智能化大范围远程分布式盐密实时监测系统^[7]。数据采集终端安装在输变电线路杆

(塔)或变电站绝缘子附近,实现对现场污秽度(盐密)、温度、湿度的实时监测^[8]。通过 GSM/GPRS 通信方式,向监测中心发送监测数据,数据监测中心完成对监测数据的转换和处理^[9]。

光传感器的作用^[10]是全方位接收输变电线路上绝缘子周围环境中的盐分等污秽物,因而采用与绝缘子形状相似的圆形石英棒并完全暴露在空气中。测量系统结构如图 1 所示。光传感器选用激光器做光源,激光器发出的光经发送器变成一束平行光,并按特定入射角进入石英棒。衰减后的光经光/电转换器转换为电信号,由光功率计显示。石英棒表面纯净时的光功率值为测量盐密时的初始值^[11]。

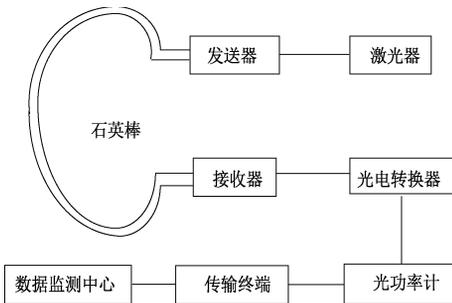


图 1 光传感测量系统

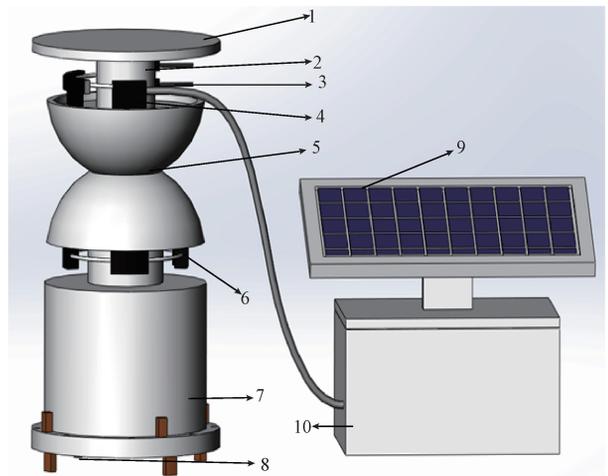
在计算机的控制下,控制器自动按时对光传感器进行监测,将获得的光衰减量数据和相关环境气象数据如现场环境下的温度、湿度等存储在数据存储器中,通过 GSM/GPRS 的数据通信模块,将现场采集的数据传送到数据监测中心^[12],盐密监测中心的工作站根据模型,计算得到盐密数据,并利用数据库管理数据,实现自动、连续在线监测绝缘子污秽状况。

2 双传感盐密在线监测系统的设计

双传感盐密在线监测设备设计的主要目的是研究雨水分别对绝缘子和光传感器的影响情况。由于雨水对绝缘子会有一定冲刷,而光传感器由于上方有一定的遮挡,对雨水的反映情况不是很明显,导致在阵雨或暴雨天气时,绝缘子的盐密值有响应,而光传感器测量到的盐密值几乎没有响应。

本文设计的双传感盐密在线监测设备是在原有光传感盐密在线监测设备上的一个改进,期望可反映出阵雨或暴雨对绝缘子有冲刷时,测量数据有所响应。所增加的光传感器依旧设计成类似于绝缘子的形状,增加的光传感器直接朝上,和原有的光传感器组成的形状与绝缘子串的形状类似。

双传感盐密在线监测设备是由顶板、通信天线、上温湿度传感器、上传感器、上下盖板、下传感器、机箱、下温湿度传感器、太阳能板和蓄电池箱构成,其外形如图 2 所示。



1—顶板;2—上温湿度传感器;3—通信天线;4—上传感器;
5—上下盖板;6—下传感器;7—机箱;8—下温湿度传感器;
9—太阳能板;10—蓄电池箱

图 2 双传感盐密实时监测系统外观图

3 双传感盐密在线监测系统的实验结果分析

本次实验地点选在处于华中地区的武汉市,属亚热带季风(湿润)气候,且常年雨量充沛,旱涝更替。总的来说,武汉市夏季空气中相对湿度较大,雨季时间较长,发生暴雨现象较多,容易引起污秽闪络事故的发生。

3.1 绝缘子要求

由于是非带电条件下的实验,本文所做的实验并非是在杆塔上完成的,实验点是在村庄周边的小片农田处,旁边有公路,污染源主要为汽车的尾气排放以及降尘。关于对比绝缘子的要求主要包括以下几点:

- 1)绝缘子的型号:XP-70 的标准悬式绝缘子。
- 2)绝缘子的悬挂方式:在非带电的条件下悬垂绝缘子。
- 3)绝缘子的片数选择:在双传感盐密在线监测设备的 4 个方向分别悬挂 4 串,每串 5 片对比绝缘子,同时对每串绝缘子编号,以便后期取样工作的正常进行。
- 4)绝缘子的悬挂事项:悬挂绝缘子前,必须确保绝缘子是干净且全新的。选取规定的每串 5 片绝缘子,分别悬挂在设备支架四周的横杆上(安装完成后需再次清洗绝缘子串,以确保结果准确性)。

在选取对比绝缘子的串数和片数时,考虑到同行业中一般在作对比实验时,对第 1 片和最后 1 片对比绝缘子选择不清洗^[13],同时依据对比绝缘子串的高度以及双传感盐密在线监测设备中两个光传感器的实际位置,选取第 2 片绝缘子和第 4 片绝缘子。主要是因为位置第 2 片绝缘子与上方的光传感器处于同一水平线上,而第 4 片绝缘子与下方的光传感器处于同一水平线上。

3.2 绝缘子取样计划

本实验中认为安装完成后的 2~3 个月是绝缘子和双传感盐密在线监测设备的积污期^[14],在这段时间不进行取

样工作。由于本次实验条件的关系,前期的积污期较短,且依据武汉的天气特征,取样思路如下:

1)在预报连续几日有雨夹雪,小雨等天气前,选取编号为南串第 4 片的对比绝缘子和北串第 2 片的对比绝缘子进行取样工作。

2)连续降雨后,选取为南串第 2 片的绝缘子和北串第 4 片的绝缘子进行取样工作。

3)在预报有阵雨的天气前期,选取编号为东串第 2 片的对比绝缘子和西串第 4 片的对比绝缘子进行取样工作。

4)预报梅雨季节前期,选取编号为东串第 3 片的对比绝缘子进行取样工作。

5)在连续近 20 天的梅雨季节后,选取编号为西串第 3 片的对比绝缘子进行取样工作。

6)在预测有特大暴雨前期,选取编号为南串第 3 片的对比绝缘子进行取样工作。

7)特大暴雨过后,选取编号为北串第 3 片的对比绝缘子进行取样工作。

3.3 系统测量结果分析

对双传感盐密在线监测设备经过半年的实验运行,中间陆续进行了几次采样工作,现对双传感盐密在线监测设备的数据结果进行分析。

测量数据包括基础数据和计算数据两部分。基础数据包括温度、相对湿度。计算数据包括光衰减量、盐密值。

1)温度

对于温度而言,探测到的上下两个传感器的温度差异很小,只有 $1\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,如图 3 所示,同时温度探测器本身也存在一定的误差范围。随着温度的变化,光衰减量基本不变^[15],因此对后台软件系统计算出的数据结果影响较小。

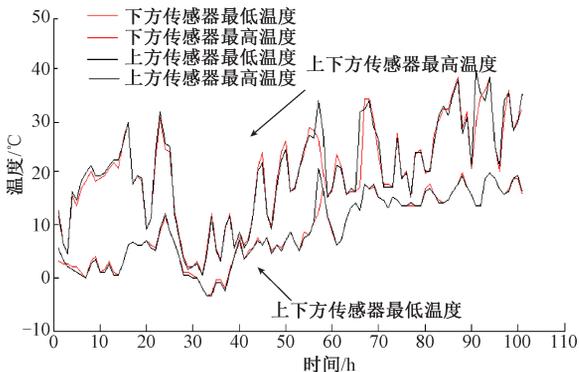


图 3 光传感器监测到的每日最高温度与最低温度

2)相对湿度

对于相对湿度而言,如图 4 所示,可以看出,上下两个光传感器探测到的相对湿度曲线基本重合,每日的最低湿度数据差异相对较大。主要原因有,一是由于温湿度传感器本身存在误差,而是由于温湿度探头的安装位置有差异。

当相对湿度达到 60% 以上时,相对湿度对光衰减量的影响较大^[16]。但相对湿度大多低于 60% 的情况下,相对湿

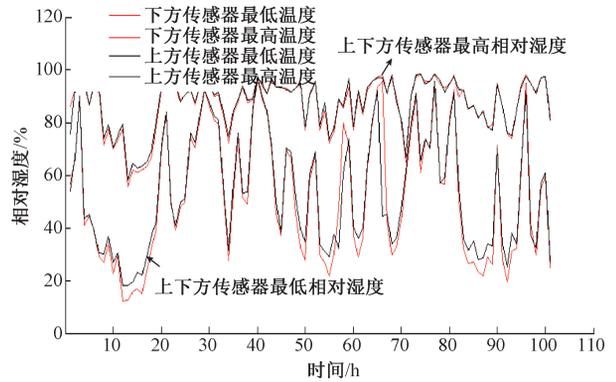


图 4 光传感器监测到的每日最低相对湿度和最高相对湿度

度较低时光衰减量基本不受相对湿度的影响。因此,在以后选用一个温湿度传感器即可。

3)光衰减量

光衰减量是双传感盐密在线监测设备估算绝缘子盐密值的最主要数据^[17],上下光传感器探测到的光衰减量对计算出来的盐密值起着至关重要的作用。当遇到雨雪天气时,得到的光传感器每日光衰减量如图 5 所示。

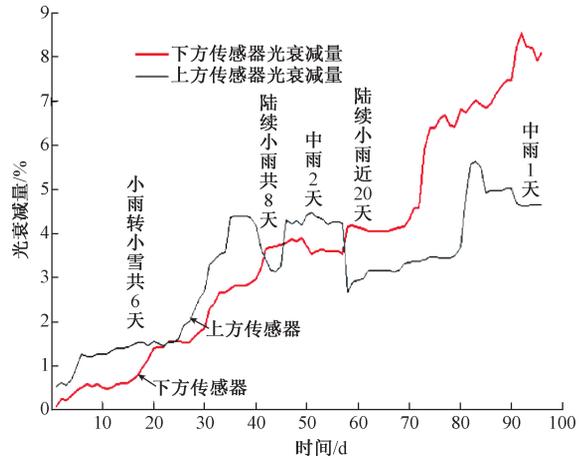


图 5 光传感器测量得到的每日光衰减量

从图 5 的走势可观察到,下方传感器的光衰减量曲线基本呈上升趋势且相对平稳,而上方传感器的光衰减量曲线呈缓慢上升趋势,且中间出现几次相对较大的下降趋势,整体变化相对较剧烈。由此分析出,只要有降雨,上方传感器的光衰减量曲线都会有一定幅度的下降趋势,而下方传感器的光衰减量曲线并没有与上方传感器一样有下降,反而有时会有小幅度的上升趋势。

4)盐密值

结合天气情况,分别对计算出的上下传感器的盐密值做数据分析,图 6 所示为上下传感器分别对应的计算出的盐密值。

从图 6 的盐密值趋势观察出,计算得到的上下传感器的盐密值都较小;上方传感器的盐密值曲线图在降雨天气下有

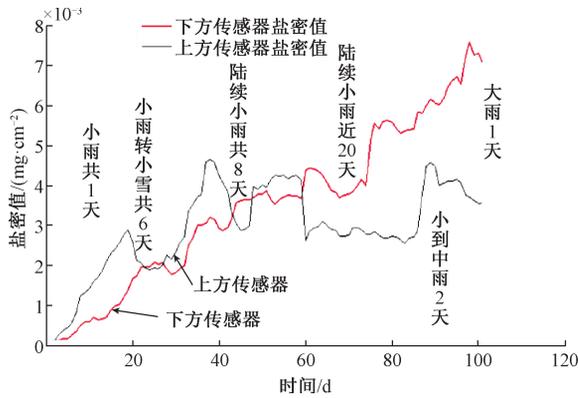


图 6 计算得到的上下传感器的盐密值

较大的下降走势,而下方传感器的盐密值曲线并未有明显变动,且整体上呈上升走势。计算得到的上下传感器的盐密值较小的主要原因是实验的积污期较短。由此可得,降雨对方传感器有响应,而下方传感器对降雨并未有响应。

3.4 测量结果对比分析

实验期近两个月后,按照取样计划对绝缘子共进行 8 次取样任务,计算得到对比绝缘子的盐密值,并与计算得到的上下传感器的盐密值进行对比,如图 7 所示。

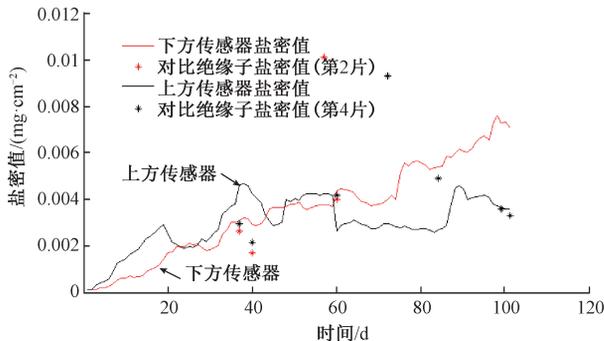


图 7 对比绝缘子与上下传感器的盐密值

通过图 7 所示的对比绝缘子盐密值与上下传感器盐密值对比发现,上方传感器的盐密值曲线较符合对比绝缘子的盐密值的整体走势。常用的下方传感器,其计算出的盐密结果偏差相对较大,尤其是在降雨量较多的梅雨季节后,下方传感器的盐密值呈增长趋势,而对比绝缘子的盐密值趋势恰恰相反。

4 结 论

双传感盐密在线监测设备是在原有光传感盐密在线监测设备上的一个改进,通过在上方增加光传感器,期望可反映出阵雨或暴雨对绝缘子的冲刷情况,最终达到减小测量误差的目的。通过对双传感盐密在线监测系统实验,并对双传感盐密在线监测系统测量得到的基础数据进行分析发现:

1) 上下方传感器测量得到的温度、相对湿度数据相差无几;

2) 上方传感器计算得到的光衰减量数据和盐密值数据对雨水响应明显;

3) 上方传感器计算得到的盐密值和绝缘子的盐密值整体趋势相同。通过以上分析,最终验证了本系统的必要性和可行性。

参考文献

- [1] 宿志一,李庆峰.电网大面积污闪事故及提高电网抗污闪能力的历史回顾和总结[J].电网技术,2010,34(12):124-130.
- [2] WANG S J, LUO W B, LIU S Q. Error analysis and control measures of power transmission line insulator ESDD and NSDD measurement [J]. China Electric Power, 2011; 690-692.
- [3] 石世峰,郭永林,刘海燕.变电站绝缘设备的污闪及防治措施[J].山西电力,2004(2):47-49.
- [4] 许宏锦,陈浩生.光纤传感器在输电线路盐密在线监测的研究[J].北京电力高等专科学校学报,2011(7):128-129.
- [5] 马训福,孙国苹,李欣哲.光传感器输变电设备盐密在线监测系统[J].农村电气化,2007(11):36-37.
- [6] 李恒真.高压输电线路外绝缘动态积污机理及在线监测研究[D].广州:华南理工大学,2012.
- [7] 谢黎鹏.高压输电线路在线监测系统研究[D].大庆:东北石油大学,2013.
- [8] 韩玉康,宁森福,杨帅,等.基于光传感技术的特高压直流输电线路污秽度在线监测[J].水电自动化与大坝监测,2013,37(2):13-16.
- [9] 吴尚.光传感器在绝缘子盐密测试中的应用[J].华北电力技术,2012(9):38-40,43.
- [10] 骆东松,黄靖梅.绝缘子盐密在线监测系统及其应用[J].中国电力,2013,46(8):123-127.
- [11] 廖胜辉.光纤激光器及其在传感中的应用[D].武汉:武汉理工大学,2005.
- [12] 张锐,吴光亚,刘亚新,等.光技术在线监测绝缘子盐密和灰密的实现及应用[J].高电压技术,2010,36(6):1513-1519.
- [13] 吴光亚,蔡炜,卢燕龙,等.交流输电线路绝缘子串片数的选择[J].高电压技术,2002,28(2):21-23.
- [14] 何世龙.基于光传感器的架空线路绝缘子盐密在线监测系统研究[J].宿州学院学报,2013,28(7):84-86.
- [15] 张端明,李化,郁伯铭,等.单模光纤的传输衰减随温度变化的研究[J].量子电子学报,1997(4):335-340.
- [16] 邓焯泳.光纤温/湿度传感系统的研究与应用[D].广州:华南理工大学,2013.
- [17] 何耀佳,刘毅刚,刘晓东,等.高压输变电设备绝缘子盐密的在线监测[J].电力设备,2006,7(12):22-25.

作者简介

王晴,硕士、助教,主要研究方向为智能电网污秽分析等。
E-mail:382112342@com