



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102768183 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 07

(21) 申请号 201210246378. 0

(22) 申请日 2012. 07. 16

(71) 申请人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区朱辛庄北农路 2 号

(72) 发明人 马国明 李成榕 穆瑞铎

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 黄家俊

(51) Int. Cl.

G01N 21/17(2006. 01)

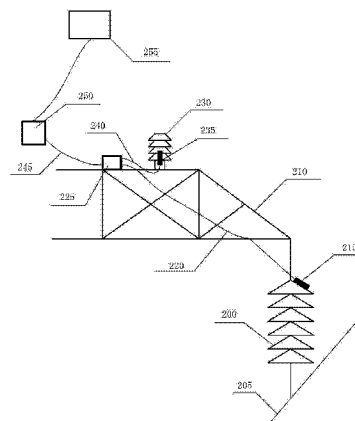
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种光纤布喇格光栅输电线路污秽在线监测系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了电力线路在线监测技术领域的一种光纤布喇格光栅输电线路污秽在线监测系统。本发明包括计算机、波长解调系统、接线盒、接线盒输出光缆、百叶箱、第一引出光纤、第二引出光纤、光纤布喇格光栅污秽传感器阵列和光纤布喇格光栅补偿传感器；波长解调系统包括太阳能发电模块和无线通讯模块。本系统准确的盐密和灰密测量,适合于在绝缘子所处的强电磁环境和恶劣温湿度环境中使用。



1. 一种光纤布喇格光栅输电线路污秽在线监测系统,其特征是该系统包括计算机、波长解调系统、接线盒、接线盒输出光缆、百叶箱、第一引出光纤、第二引出光纤、光纤布喇格光栅污秽传感器阵列和光纤布喇格光栅补偿传感器;

所述波长解调系统包括太阳能发电模块和无线通讯模块;

所述计算机和波长解调系统连接;波长解调系统通过接线盒输出光缆和接线盒连接;接线盒通过第一引出光纤和第二引出光纤分别与光纤布喇格光栅污秽传感器阵列和光纤布喇格光栅补偿传感器连接;光纤布喇格光栅补偿传感器置于百叶箱内;

所述光纤布喇格光栅污秽传感器阵列由第一光纤布喇格光栅污秽传感器和第二光纤布喇格光栅污秽传感器组成,第一光纤布喇格光栅污秽传感器为涂覆第一设定厚度湿敏材料的光纤布喇格光栅;第二光纤布喇格光栅污秽传感器为涂覆第二设定厚度湿敏材料的光纤布喇格光栅;

所述光纤布喇格光栅补偿传感器的一半为涂覆第三设定厚度湿敏材料的光纤布喇格光栅,光纤布喇格光栅补偿传感器的另一半为没有涂覆湿敏材料的光纤布喇格光栅,光纤布喇格光栅补偿传感器加装有透湿防尘护套;

所述波长解调系统用于对光纤布喇格光栅污秽传感器阵列和光纤布喇格光栅补偿传感器采集的波长进行解调;

所述计算机利用波长数据计算获得盐密和灰密。

2. 根据权利要求 1 所述的一种光纤布喇格光栅输电线路污秽在线监测系统,其特征是所述接线盒输出光缆为光纤复合架空地线 OPGW、全介质自承式光缆 ADSS、OPPC 光缆或铠装光缆。

3. 根据权利要求 1 所述的一种光纤布喇格光栅输电线路污秽在线监测系统,其特征是所述第一光纤布喇格光栅污秽传感器和第二光纤布喇格光栅污秽传感器的连接方式为串联或并联。

4. 根据权利要求 1 所述的一种光纤布喇格光栅输电线路污秽在线监测系统,其特征是所述湿敏材料为聚酰亚胺或水凝胶。

5. 根据权利要求 1 所述的一种光纤布喇格光栅输电线路污秽在线监测系统,其特征是所述计算机和波长解调系统通过网线或无线通讯模块连接。

6. 根据权利要求 5 所述的一种光纤布喇格光栅输电线路污秽在线监测系统,其特征是所述计算机和波长解调系统通过网线连接时,波长解调系统通过市电供电。

7. 根据权利要求 5 所述的一种光纤布喇格光栅输电线路污秽在线监测系统,其特征是所述计算机和波长解调系统通过无线通讯模块连接时,波长解调系统通过太阳能发电模块供电。

8. 一种根据权利要求 1 所述系统进行输电线路污秽在线监测的方法,其特征是该方法包括以下步骤:

步骤 1:将所述接线盒、百叶箱、光纤布喇格光栅污秽传感器阵列和光纤布喇格光栅补偿传感器置于输电线的指定位置;

步骤 2:将所述光纤布喇格光栅污秽传感器阵列和光纤布喇格光栅补偿传感器采集的数据,通过所述接线盒发送至所述波长解调系统;

步骤 3:所述波长解调系统将解调出来的布喇格波长数据发送至所述计算机;

步骤 4:所述计算机根据解调出来的布喇格波长数据计算盐密和灰密。

9. 根据权利要求 8 所述的一种输电线路污秽在线监测的方法,其特征是所述光纤布喇格光栅补偿传感器温度和湿度的计算公式为:

$$\begin{cases} \lambda_3 = \alpha_{T3}T + \alpha_{H3}H \\ \lambda_4 = \alpha_{T4}T + \alpha_{H4}H \end{cases}$$

λ_3 为光纤布喇格光栅补偿传感器涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长;

λ_4 为光纤布喇格光栅补偿传感器没有涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长;

α_{T3} 为光纤布喇格光栅补偿传感器涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长对温度的敏感系数;

α_{T4} 为光纤布喇格光栅补偿传感器没有涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长对温度的敏感系数;

α_{H3} 为光纤布喇格光栅补偿传感器涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长对湿度的敏感系数;

α_{H4} 为光纤布喇格光栅补偿传感器没有涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长对湿度的敏感系数;

T 为温度;

H 为湿度。

10. 根据权利要求 9 所述的一种输电线路污秽在线监测的方法,其特征是所述盐密和灰密的计算公式为:

$$\begin{cases} \lambda_1 = \alpha_{T1}T + \alpha_{H1}H + \alpha_{S1}S + \alpha_{A1}A \\ \lambda_2 = \alpha_{T2}T + \alpha_{H2}H + \alpha_{S2}S + \alpha_{A2}A \end{cases}$$

其中:

λ_1 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长;

λ_2 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长;

α_{T1} 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对温度的敏感系数;

α_{T2} 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对温度的敏感系数;

α_{H1} 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对湿度的敏感系数;

α_{H2} 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对湿度的敏感系数;

α_{S1} 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对盐度的敏感系数;

α_{S2} 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对盐度的敏感系数;

α_{A1} 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对灰度的敏感系数;

α_{A2} 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对灰度的敏感系数;

S 为盐度;

A 为灰度。

一种光纤布喇格光栅输电线路污秽在线监测系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于电力线路在线监测技术领域,尤其涉及一种光纤布喇格光栅输电线路污秽在线监测系统及方法。

背景技术

[0002] 20 世纪 90 年代以来电网大面积污闪事故在全国大范围内频频发生,严重威胁着电力系统的安全运行。输电线路污闪事故的根本原因是绝缘子表面沉积了污秽物质,当它吸收了潮湿空气中的水分后,使绝缘强度急剧下降,承受不住工作电压而发生闪络。绝缘子污秽程度的可靠检测有利于电力维护人员及时准确地掌握绝缘子污秽状况,是防污闪工作中非常重要的一环。同时,可靠的污秽程度检测可以确保污区划分准确,从而为输变电设备外绝缘设计和绝缘子选型提供科学依据,是防止大面积污闪事故的基本保证。

[0003] 在线监测能有效跟踪绝缘子污秽的变化过程,使之在污秽程度达到临界状态时能先期预警,便于电力工作人员及早采取应对措施,防止污闪事故的发生。国内清华大学、中国电科院、重庆大学、华北电力大学、西安交通大学、华南理工大学、哈尔滨理工大学能多所高等院校和研究机构的许多专家学者在此领域里开展了大量卓有成效的工作,并开发了大量的在线检测装置。目前,国内外高压绝缘子污秽检测手段和方法包括:微波辐射法、紫外脉冲法、红外成像法、声发射法、泄露电流法以及光强法。微波辐射法,由于污秽成分复杂,测量结果难以与污秽成分对应;紫外法和红外法,由于紫外、红外等光学测量设备价格昂贵,易损坏且需要功耗较大,不适合于长期在线监测;声发射法,由于输电附近电磁环境恶劣,噪声较大,声发射法接收信号很容易被淹没,难以获得真实污秽情况。在现场应用较多的是泄露电流法和光谱法。

[0004] 泄露电流是运行电压、污秽程度、气候条件三要素综合作用的结果,是动态参数,适宜在线监测。通过泄露电流传感器实时获取流过绝缘子表面的泄露电流,形成了大量的输电线路绝缘子污秽在线监测系统。清华大学关志成教授课题组大量试验研究表明:对所研究型号绝缘子,泄露电流最大值和污秽状态关系明显,可用于污秽度的评估。

[0005] 泄露电流在线监测技术的研究已开展多年,但在实际应用中仍存在大量问题。主要问题有:1) 泄露电流的大小与所用绝缘子的类型(材料、伞型、盘径)、污秽成分、等值盐密(ESDD)、灰密、气象条件等多种因素有关,很难利用泄露电流评估绝缘子污秽水平;2) 根据泄露电流判定绝缘子运行状况及预警区间,目前还没有权威的标准可循,也没有积累足够多的运行数据,还要依靠操作人员的经验来确定清洗或维修临界值,其准确度不高;3) 装置的运行环境较恶劣,可靠性不高;4) 由于测量系统没有针对户外输电线路附近环境进行专门设计,存在易受电磁干扰,老化速度快等缺点。

[0006] 光强法成功的解决了泄露电流法不能直接对污秽量进行测量以及抗电磁干扰能力弱的缺点,其理论基础是介质光波导中的光场分布理论和光能损耗机理。当石英玻璃棒上有污染时,由于污染物改变了高次模及基模的传输条件,同时,污染粒子对光能的吸收和散射等会产生光能损耗,通过检测光能参数可计算出传感器表面盐分的多少。曾有学者试

图通过神经网络建立光通量、湿度、尘埃比率与 ESDD 的关系,但由于样本数量较少,该研究尚不充分。

[0007] 光谱法盐密在线监测系统近几年已在我国北方部分地区挂网运行,但该系统目前尚未在各电力公司推广使用,主要是等值盐密测量的准确性有待验证,同时光强测量存在致命缺点,由于采用了光强作为监测量,光学元器件的不稳定因素对测量结果有较大影响。同时,该系统不能对灰密进行直接测量,对于光通量衰减与湿度、尘埃比率和 ESDD 之间的关系也需进一步研究。

发明内容

[0008] 针对上述背景技术中提到现有在线监测系统无法测量灰密、测量结果易受干扰等不足,本发明提出了一种光纤布喇格光栅输电线路污秽在线监测系统及方法。

[0009] 本发明的技术方案是,一种光纤布喇格光栅输电线路污秽在线监测系统,其特征是该系统包括计算机、波长解调系统、接线盒、接线盒输出光缆、百叶箱、第一引出光纤、第二引出光纤、光纤布喇格光栅污秽传感器阵列和光纤布喇格光栅补偿传感器;

[0010] 所述波长解调系统包括太阳能发电模块和无线通讯模块;

[0011] 所述计算机和波长解调系统连接;波长解调系统通过接线盒输出光缆和接线盒连接;接线盒通过第一引出光纤和第二引出光纤分别与光纤布喇格光栅污秽传感器阵列和光纤布喇格光栅补偿传感器连接;光纤布喇格光栅补偿传感器置于百叶箱内;

[0012] 所述光纤布喇格光栅污秽传感器阵列由第一光纤布喇格光栅污秽传感器和第二光纤布喇格光栅污秽传感器组成,第一光纤布喇格光栅污秽传感器为涂覆第一设定厚度湿敏材料的光纤布喇格光栅;第二光纤布喇格光栅污秽传感器为涂覆第二设定厚度湿敏材料的光纤布喇格光栅;

[0013] 所述光纤布喇格光栅补偿传感器的一半为涂覆第三设定厚度湿敏材料的光纤布喇格光栅,光纤布喇格光栅补偿传感器的另一半为没有涂覆湿敏材料的光纤布喇格光栅,光纤布喇格光栅补偿传感器加装有透湿防尘护套;

[0014] 所述波长解调系统用于对光纤布喇格光栅污秽传感器阵列和光纤布喇格光栅补偿传感器采集的波长进行解调;

[0015] 所述计算机利用波长数据计算获得盐密和灰密。

[0016] 所述接线盒输出光缆为光纤复合架空地线 OPGW、全介质自承式光缆 ADSS、OPPC 光缆或铠装光缆。

[0017] 所述第一光纤布喇格光栅污秽传感器和第二光纤布喇格光栅污秽传感器的连接方式为串联或并联。

[0018] 所述湿敏材料为聚酰亚胺或水凝胶。

[0019] 所述计算机和波长解调系统通过网线或无线通讯模块连接。

[0020] 所述计算机和波长解调系统通过网线连接时,波长解调系统通过市电供电。

[0021] 所述计算机和波长解调系统通过无线通讯模块连接时,波长解调系统通过太阳能发电模块供电。

[0022] 一种输电线路污秽在线监测的方法,其特征是该方法包括以下步骤:

[0023] 步骤 1:将所述接线盒、百叶箱、光纤布喇格光栅污秽传感器阵列和光纤布喇格光

栅补偿传感器置于输电线的指定位置；

[0024] 步骤 2:将所述光纤布喇格光栅污秽传感器阵列和光纤布喇格光栅补偿传感器采集的数据,通过所述接线盒发送至所述波长解调系统；

[0025] 步骤 3:所述波长解调系统将解调出来的布喇格波长数据发送至所述计算机；

[0026] 步骤 4:所述计算机根据解调出来的布喇格波长数据计算盐密和灰密。

[0027] 所述光纤布喇格光栅补偿传感器温度和湿度的计算公式为：

$$[0028] \quad \begin{cases} \lambda_3 = \alpha_{T3}T + \alpha_{H3}H \\ \lambda_4 = \alpha_{T4}T + \alpha_{H4}H \end{cases}$$

[0029] λ_3 为光纤布喇格光栅补偿传感器涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长；

[0030] λ_4 为光纤布喇格光栅补偿传感器没有涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长；

[0031] α_{T3} 为光纤布喇格光栅补偿传感器涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长对温度的敏感系数；

[0032] α_{T4} 为光纤布喇格光栅补偿传感器没有涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长对温度的敏感系数；

[0033] α_{H3} 为光纤布喇格光栅补偿传感器涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长对湿度的敏感系数；

[0034] α_{H4} 为光纤布喇格光栅补偿传感器没有涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长对湿度的敏感系数；

[0035] T 为温度；

[0036] H 为湿度。

[0037] 所述盐密和灰密的计算公式为：

$$[0038] \quad \begin{cases} \lambda_1 = \alpha_{T1}T + \alpha_{H1}H + \alpha_{S1}S + \alpha_{A1}A \\ \lambda_2 = \alpha_{T2}T + \alpha_{H2}H + \alpha_{S2}S + \alpha_{A2}A \end{cases}$$

[0039] 其中：

[0040] λ_1 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长；

[0041] λ_2 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长；

[0042] α_{T1} 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对温度的敏感系数；

[0043] α_{T2} 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对温度的敏感系数；

[0044] α_{H1} 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对湿度的敏感系数；

[0045] α_{H2} 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对湿度的敏感系数；

[0046] α_{S1} 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对盐度的敏感系数；

[0047] α_{S2} 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对盐度的敏感系数；

[0048] α_{A1} 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对灰度的敏感系数；

[0049] α_{A2} 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对灰度的敏感系数；

[0050] S 为盐度；

[0051] A 为灰度。

[0052] 本发明解决了现有技术准确性差,不能进行准确的盐密和灰密测量的缺点。本系统抗电磁干扰、性能稳定、监测距离长、不受光强影响等诸多优点,特别适合于在绝缘子所处的强电磁环境和恶劣温湿度环境中使用。

附图说明

[0053] 图 1 是光纤布喇格光栅污秽传感器原理图；

[0054] 图 2 是光纤布喇格光栅污秽传感器现场布置图；

[0055] 图 3 是“湿敏涂覆厚度 - 湿度 - 盐密 - 灰密 - 红移幅度 - 红移响应时间”数据库内部分数据。

具体实施方式

[0056] 下面结合附图,对优选实施例作详细说明。应该强调的是,下述说明仅仅是示例性的,而不是为了限制本发明的范围及其应用。

[0057] 为克服现有技术存在的上述问题,本发明采用光纤布喇格光栅(FBG)进行输电线路绝缘子污秽在线监测。由于 FBG 具有抗电磁干扰、性能稳定、监测距离长、不受光强影响等诸多优点,特别适合于在绝缘子所处的强电磁环境和恶劣温湿度环境中使用。但由于 FBG 的特征量布喇格波长仅对温度和应变敏感,目前没有办法直接应用 FBG 对进行盐分或灰分的测量。

[0058] 波长解调系统的安装位置有杆塔和变电站中两种方式,波长解调系统位于杆塔上时,波长解调系统通过无线方式与计算机相连,波长解调系统位于变电站中时,波长解调系统通过无线方式与计算机相连。波长解调系统将输出的波长信号发送给计算机,计算机利用波长数据根据内置算法计算获得盐密和灰密。

[0059] 光纤布喇格光栅污秽传感器的原理是盐分或灰分会抑制光纤布喇格光栅表面湿敏材料吸水量和吸水速度,通过对光纤布喇格光栅传感器波长的监测反映盐密和灰密。

[0060] 本发明包括包括计算机、波长解调系统、接线盒、接线盒输出光缆、百叶箱、第一引出光纤、第二引出光纤、光纤布喇格光栅污秽传感器阵列和光纤布喇格光栅补偿传感器;波长解调系统包括太阳能发电模块和无线通讯模块;计算机和波长解调系统连接;波长解调系统通过接线盒输出光缆和接线盒连接;接线盒通过第一引出光纤和第二引出光纤分别与光纤布喇格光栅污秽传感器阵列和光纤布喇格光栅补偿传感器连接;光纤布喇格光栅补偿传感器置于百叶箱内;光纤布喇格光栅污秽传感器阵列由第一光纤布喇格光栅污秽传感器和第二光纤布喇格光栅污秽传感器组成,第一光纤布喇格光栅污秽传感器为涂覆第一设定厚度湿敏材料的光纤布喇格光栅;第二光纤布喇格光栅污秽传感器为涂覆第二设定厚度湿敏材料的光纤布喇格光栅;光纤布喇格光栅补偿传感器的一半为涂覆第三设定厚度湿敏材料的光纤布喇格光栅,光纤布喇格光栅补偿传感器的另一半为没有涂覆湿敏材料的光纤布喇格光栅,光纤布喇格光栅补偿传感器加装有透湿防尘护套;波长解调系统用于对光纤布喇格光栅污秽传感器阵列和光纤布喇格光栅补偿传感器采集的波长进行解调;计算机利用波长数据计算获得盐密和灰密。

[0061] 接线盒输出光缆为光纤复合架空地线 OPGW、全介质自承式光缆 ADSS 或 OPPC 光缆;第一光纤布喇格光栅污秽传感器和第二光纤布喇格光栅污秽传感器的连接方式为串联或并联;湿敏材料为聚酰亚胺或水凝胶;计算机和波长解调系统通过网线或无线通讯模块连接;计算机和波长解调系统通过网线连接时,波长解调系统通过市电供电;计算机和波长解调系统通过无线通讯模块连接时,波长解调系统通过太阳能发电模块供电。

[0062] 第一光纤布喇格光栅污秽传感器和第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对污秽中盐密和灰密的敏感程度不同；

[0063] 光纤布喇格光栅污秽传感器为涂覆湿敏材料的光纤布喇格光栅，传感器布喇格波长的影响因素包括湿度、温度、盐分和灰分。

[0064] 光纤布喇格光栅补偿传感器的布喇格波长随湿度的增加发生红移，且红移幅度随湿度和温度的增加而增大。

[0065] 光纤布喇格光栅污秽传感器

[0066] 1) 无污秽情况，布喇格波长红移幅度随湿度和温度的增加而增大。

[0067] 2) 有污秽情况，污秽包括盐分和灰分两种

[0068] 温度和湿度增加，光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长发生红移。

[0069] 盐分增加，光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长红移量减小。响应时间变化可忽略。

[0070] 灰分增加，光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长红移量减小，响应时间增长。

[0071] 盐密是指沉积在绝缘子一给定表面(金属部分和胶合材料不计入此表面)上的盐量除以该表面面积的结果。

[0072] 灰密是指沉积在绝缘子一给定表面(金属部分和胶合材料不计入此表面)上的不能溶于水的物质除以该表面面积的结果。

[0073] 盐分和灰分造成的光纤布喇格光栅污秽传感器波长红移量减小量程度不同，响应时间变化也不同。

[0074] 不同湿敏材料涂覆厚度情况下，FBG 污秽传感器的灵敏度不同。

[0075] 本发明利用污秽对特定湿敏 FBG 的抑制作用研制开发了 FBG 污秽测量传感器。湿敏 FBG 的原理为湿敏材料吸水膨胀导致 FBG 应变增大，进而使 FBG 布喇格波长红移。通过使用特定的涂覆和改性方法使本发明中的湿敏材料(例如聚酰亚胺)吸水性受到污秽成分的影响。本传感器布置在输电线路绝缘子上，无污秽情况，当空气湿度增大时，传感器受应变增大，波长发生红移。仅盐分覆盖绝缘子和传感器时，当空气湿度增大时，由于盐分接触 FBG 污秽传感器，相比无污秽情况，FBG 布喇格波长红移幅度减小，但响应时间没有变化；仅灰分覆盖绝缘子和传感器时，当空气湿度增大时，由于灰分接触 FBG 污秽传感器，相比无污秽情况，FBG 布喇格波长红移响应时间增长，红移幅度小于无污秽情况也小于盐分覆盖情况。

[0076] 同等盐密或灰密下，随着湿度的增加，所研制 FBG 污秽传感器的布喇格波长红移幅度增大。同等灰密下，随着湿度的增加，所研制 FBG 污秽传感器的布喇格波长红移响应时间减小。而同等湿度下，随着盐密和灰密的增大，所研制 FBG 污秽传感器的布喇格波长红移幅度减小。而同等湿度下，随着灰密的增大，所研制 FBG 污秽传感器的布喇格波长红移响应时间增长。不同湿敏材料涂覆厚度情况下，FBG 污秽传感器的灵敏度不同。

[0077] 光纤布喇格光栅补偿传感器温度和湿度的计算公式为：

$$[0078] \quad \begin{cases} \lambda_3 = \alpha_{T3}T + \alpha_{H3}H \\ \lambda_4 = \alpha_{T4}T + \alpha_{H4}H \end{cases}$$

[0079] λ_3 为光纤布喇格光栅补偿传感器涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长；

[0080] λ_4 为光纤布喇格光栅补偿传感器没有涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长；

[0081] α_{T3} 为光纤布喇格光栅补偿传感器涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长对温度的敏感系数；

[0082] α_{T4} 为光纤布喇格光栅补偿传感器没有涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长对温度的敏感系数；

[0083] α_{H3} 为光纤布喇格光栅补偿传感器涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长对湿度的敏感系数；

[0084] α_{H4} 为光纤布喇格光栅补偿传感器没有涂覆湿敏材料部分得到的布喇格波长对湿度的敏感系数；

[0085] T 为温度；

[0086] H 为湿度。

[0087] 盐密和灰密的计算公式为：

$$[0088] \begin{cases} \lambda_1 = \alpha_{T1}T + \alpha_{H1}H + \alpha_{S1}S + \alpha_{A1}A \\ \lambda_2 = \alpha_{T2}T + \alpha_{H2}H + \alpha_{S2}S + \alpha_{A2}A \end{cases}$$

[0089] 其中：

[0090] λ_1 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长；

[0091] λ_2 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长；

[0092] α_{T1} 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对温度的敏感系数；

[0093] α_{T2} 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对温度的敏感系数；

[0094] α_{H1} 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对湿度的敏感系数；

[0095] α_{H2} 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对湿度的敏感系数；

[0096] α_{S1} 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对盐度的敏感系数；

[0097] α_{S2} 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对盐度的敏感系数；

[0098] α_{A1} 为第一光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对灰度的敏感系数；

[0099] α_{A2} 为第二光纤布喇格光栅污秽传感器的布喇格波长对灰度的敏感系数；

[0100] T 为温度；

[0101] H 为湿度；

[0102] S 为盐度；

[0103] A 为灰度。

[0104] 本发明含有“湿敏涂覆厚度 - 湿度 - 盐密 - 灰密 - 红移幅度 - 红移响应时间”数据库，在测量中，利用 FBG 污秽传感器的红移幅度和红移响应时间，结合 FBG 补偿传感器测量结果和数据库获得被测点的盐密和灰密情况。

[0105] 本发明中 FBG 污秽传感器可以布置在不同杆塔的绝缘子上，通过波分复用和时分复用方式实现大范围输电线线路污秽的分布式测量。

[0106] 图 1 是光纤布喇格光栅污秽传感器原理图，特定湿敏材料 100 涂覆在光纤布喇格光栅 105 表面，本传感器布置在输电线路绝缘子上，无污秽情况，当空气湿度增大时，传感器受应变增大，波长发生红移。仅盐分覆盖绝缘子和传感器时，当空气湿度增大时，由于盐分接触 FBG 污秽传感器，相比无污秽情况，FBG 布喇格波长红移幅度减小，但响应时间没有变化；仅灰分覆盖绝缘子和传感器时，当空气湿度增大时，由于灰分接触 FBG 污秽传感器，相比无污秽情况，FBG 布喇格波长红移响应时间增长，红移幅度小于无污秽情况也小于盐分

覆盖情况。

[0107] 图 2 是根据本发明一个实施例的光纤布喇格光栅污秽传感器现场布置图,绝缘子 200 用于连接导线 205 和横担 210,本发明系统的目的是测量绝缘子 200 上的污秽,光纤布喇格光栅污秽传感器阵列(215)布置在绝缘子表面,通过第一引出光纤 220 将其连接到接线盒 225 上;布置于百叶箱 230 内的光纤布喇格光栅补偿传感器 235 用于测量环境湿度和温度,通过第二引出光纤 240 将其连接到接线盒 225 上。接线盒输出光缆 245 与 OPGW 或 ADSS 相连,或通过特制绝缘子与 OPPC 相连。计算机 255 通过有线或无线方式和波长解调系统 250 连接;波长解调系统 250 通过光纤复合架空地线 OPGW、全介质自承式光缆 ADSS、OPPC 光缆或铠装光缆与接线盒和光纤布喇格光栅传感器相连接。

[0108] 图 3 是“湿敏涂覆厚度-湿度-盐密-灰密-红移幅度-红移响应时间”数据库内部分数据,数据显示的是不同盐密情况下 FBG 布喇格波长随相对湿度的变化,同等湿度下,随着盐密的增大,所研制 FBG 污秽传感器的布喇格波长红移幅度减小。同等盐密下,随着湿度的增加,所研制 FBG 污秽传感器的布喇格波长红移幅度增大。

[0109] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

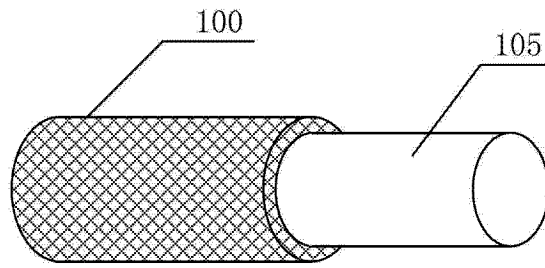


图 1

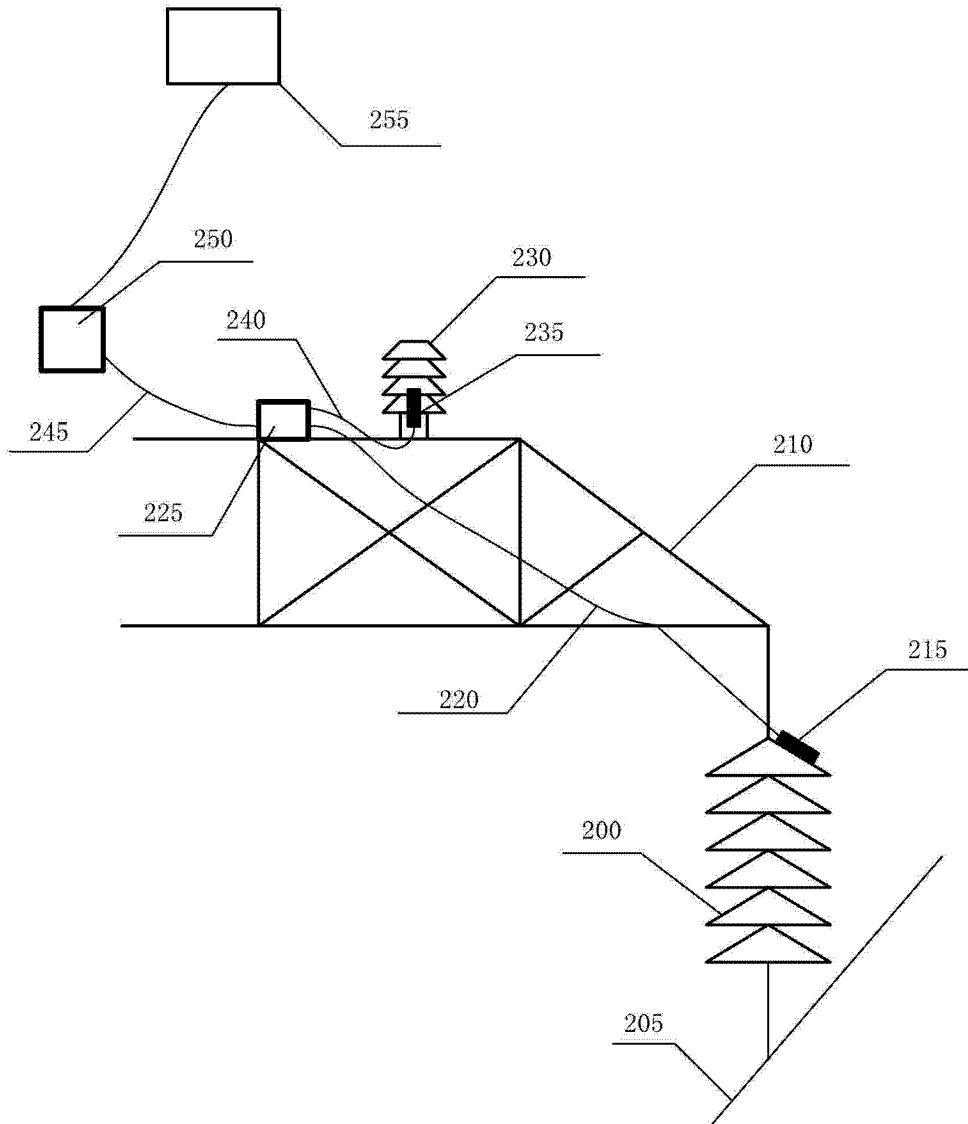


图 2

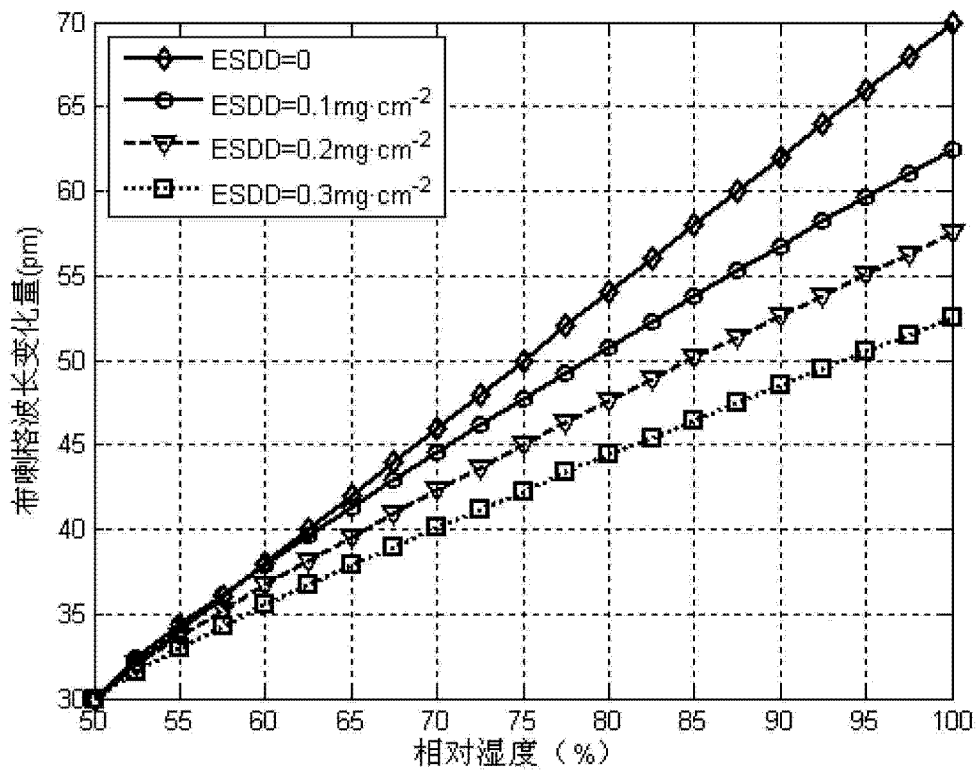


图 3