



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106153097 A

(43)申请公布日 2016.11.23

(21)申请号 201610480318.3

(22)申请日 2016.06.27

(71)申请人 中国电力科学研究院

地址 100192 北京市海淀区清河小营东路
15号

申请人 国家电网公司
国网山西省电力公司

(72)发明人 于昕哲 周军 姜艺楠 刘博
徐跃能 邓禹

(74)专利代理机构 北京工信联合知识产权代理
事务所(普通合伙) 11266

代理人 张荣

(51)Int.Cl.

G01D 21/00(2006.01)

G01B 21/08(2006.01)

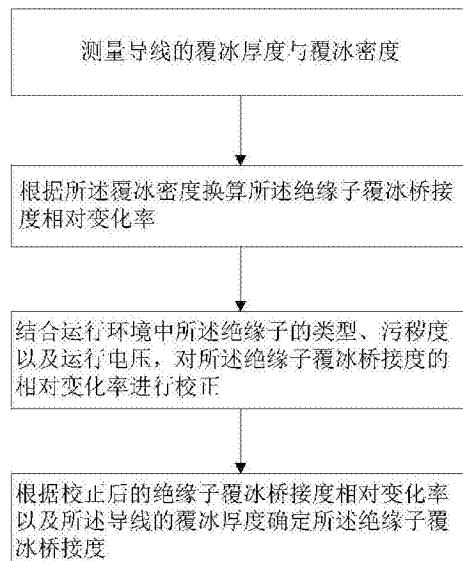
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法

(57)摘要

本发明涉及覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,根据所述覆冰密度换算所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率,然后结合运行环境对所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率进行校正,最后根据校正后的绝缘子覆冰桥接度相对变化率以及所述导线的覆冰厚度确定所述绝缘子覆冰桥接度。本发明通过测量所述导线的覆冰厚度和覆冰密度从而换算出所述绝缘子的覆冰桥接度,克服了实际线路监测时不能直接监测所述绝缘子覆冰桥接程度的问题,有效表征了绝缘子覆冰程度。



1. 一种覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,其中所述绝缘子与导线相连,其步骤如下:
 - 步骤S1:测量所述导线的覆冰厚度与覆冰密度;
 - 步骤S2:根据所述覆冰密度换算所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率;
 - 步骤S3:结合运行环境中所述绝缘子的类型、污秽度以及运行电压,对所述绝缘子覆冰桥接度的相对变化率进行校正;
 - 步骤S4:根据校正后的绝缘子覆冰桥接度相对变化率以及所述导线的覆冰厚度确定所述绝缘子覆冰桥接度。
2. 根据权利要求1所述的覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,其特征在于:所述步骤S2是将所述导线和绝缘子在相同环境下进行覆冰实验。
3. 根据权利要求2所述的覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,其特征在于:进行覆冰实验时,将所述导线和绝缘子置放在人工气候室中,通过调整环境温度和喷水量模拟不同环境下所述绝缘子覆冰桥接度与导线覆冰厚度的关系。
4. 根据权利要求2或3所述的覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,其特征在于:进行覆冰实验时,比较带电条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率与不带电条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率的关系。
5. 根据权利要求4所述的覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,其特征在于:进行覆冰实验时,带电条件下覆冰初期的绝缘子覆冰桥接度相对变化率与不带电条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率相近。
6. 根据权利要求4所述的覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,其特征在于:进行覆冰实验时,带电条件下覆冰中期的绝缘子覆冰桥接度相对变化率与不带电条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率有差距,根据绝缘子表面污秽度、覆冰水电导率、电压等级各个因素对所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率进行校正。
7. 根据权利要求6所述的覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,其特征在于:对所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率进行校正时利用修正系数可以准确得出带电条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率。
8. 根据权利要求7所述的覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,其特征在于:所述修正系数为与盐密、灰密、电压以及覆冰水电导率多个因素相关的函数。
9. 根据权利要求1所述的覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,其特征在于:所述步骤S2中,所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率与所述覆冰密度呈幂函数关系。
10. 根据权利要求1所述的覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,其特征在于:所述步骤S4中,所述绝缘子覆冰桥接度由校正后的绝缘子覆冰桥接度相对变化率与所述导线覆冰厚度的乘积决定。

覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力应用领域,尤其是指覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法。

背景技术

[0002] 根据国家电网公司发展特高压骨干网架的总体思路,通过建设更高电压等级的国家电网,促进跨大区跨流域的水火互济和更大范围的资源优化配置,满足国民经济发展的需要。超特高压交直流输电线路具有线路路径长,穿越地区环境条件复杂的特点,将不可避免地经过峡谷、河流、微气象等各种复杂的地理环境,以及雨凇和大雪等恶劣的气象条件区域,而且输电线路在面临大气和工业环境污染的同时,还要面对一定的高海拔问题。输电线路覆冰及大雪现象是输电线路外绝缘设计必须要考虑的问题之一,国内外长期运行及设计经验也表明,重覆冰/雪区的外绝缘可靠性已经成为高压输电线路外绝缘设计的关键因素,需要在设计时考虑绝缘子的耐冰闪/雪闪能力。

[0003] 我国的冰区一般按照导线上的覆冰厚度作为依据来划分,冰厚达到20mm以上为重冰区,10~20mm为中冰区,不足10mm为轻冰区。根据我国超特高压输电线路设计惯例,在小于10mm覆冰条件下,绝缘配置是按照污秽外绝缘耐受水平来考虑的。但现场调研结果显示,一些地区已经发生了导线5~10mm轻覆冰条件下的绝缘子覆冰闪络事故,如某些杆塔覆冰闪络故障发生后,发现故障地区导线覆冰厚度测量值仅为5mm左右,而绝缘子串却形成了较严重的桥接。可见仅按照污秽外绝缘耐受水平进行外绝缘设计存在配置不足的可能,而对导线覆冰厚度和绝缘子串覆冰桥接情况的观测也说明导线覆冰厚度与绝缘子上的覆冰并不能直接等价,在导线轻覆冰厚度的条件下也有可能造成绝缘子串被覆冰严重桥接。但在实际线路监测时,由于无法直接监测所述绝缘子覆冰桥接程度,目前均是通过检测所述导线的覆冰厚度来判断所述绝缘子是否发生闪络事故,导致仍旧存在发生覆冰闪络事故的风险。

发明内容

[0004] 为此,本发明所要解决的技术问题在于克服现有技术中绝缘子发生覆冰闪络事故的问题从而提供一种可以有效避免覆冰闪络事故的覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明的一种覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,其中所述绝缘子与导线相连,其步骤如下:步骤S1:测量所述导线的覆冰厚度与覆冰密度;步骤S2:根据所述覆冰密度换算所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率;步骤S3:结合运行环境中所述绝缘子的类型、污秽度以及运行电压,对所述绝缘子覆冰桥接度的相对变化率进行校正;步骤S4:根据校正后的绝缘子覆冰桥接度相对变化率以及所述导线的覆冰厚度确定所述绝缘子覆冰桥接度。

[0006] 在本发明的一个实施例中,所述步骤S2是将所述导线和绝缘子在相同环境下进行覆冰实验。

[0007] 在本发明的一个实施例中,进行覆冰实验时,将所述导线和绝缘子置放在人工气候室中,通过调整环境温度和喷水量模拟不同环境下所述绝缘子覆冰桥接度与导线覆冰厚

度的关系。

[0008] 在本发明的一个实施例中,进行覆冰实验时,比较带电条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率与不带电条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率的关系。

[0009] 在本发明的一个实施例中,进行覆冰实验时,带电条件下覆冰初期的绝缘子覆冰桥接度相对变化率与不带电条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率相近。

[0010] 在本发明的一个实施例中,进行覆冰实验时,带电条件下覆冰中期的绝缘子覆冰桥接度相对变化率与不带电条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率有差距,根据绝缘子表面污秽度、覆冰水电导率、电压等级各个因素对所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率进行校正。

[0011] 在本发明的一个实施例中,对所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率进行校正时利用修正系数可以准确得出带电条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率。

[0012] 在本发明的一个实施例中,所述修正系数为与盐密、灰密、电压以及覆冰水电导率多个因素相关的函数。

[0013] 在本发明的一个实施例中,所述步骤S2中,所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率与所述覆冰密度呈幂函数关系。

[0014] 在本发明的一个实施例中,所述步骤S4中,所述绝缘子覆冰桥接度由校正后的绝缘子覆冰桥接度相对变化率与所述导线覆冰厚度的乘积决定。

[0015] 本发明的上述技术方案相比现有技术具有以下优点:

本发明所述覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,利用绝缘子覆冰桥接度相对变化率来表征绝缘子桥接程度与导线覆冰厚度的关系,且绝缘子覆冰桥接度相对变化率是关于覆冰密度的幂函数,本发明通过测量所述导线的覆冰厚度和覆冰密度从而换算出所述绝缘子的覆冰桥接度,克服了实际线路监测时不能直接监测所述绝缘子覆冰桥接程度的问题,有效避免了覆冰闪络事故的发生。

附图说明

[0016] 为了使本发明的内容更容易被清楚的理解,下面根据本发明的具体实施例并结合附图,对本发明作进一步详细的说明,其中

图1是本发明所述覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法的流程图;

图2是本发明所述覆冰实验的示意图。

具体实施方式

[0017] 请参考图1所示,本实施例提供一种覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,其中所述绝缘子与导线相连,其步骤如下:步骤S1:测量所述导线的覆冰厚度与覆冰密度;步骤S2:根据所述覆冰密度换算所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率;步骤S3:结合运行环境中所述绝缘子的类型、污秽度以及运行电压,对所述绝缘子覆冰桥接度的相对变化率进行校正;步骤S4:根据校正后的绝缘子覆冰桥接度相对变化率以及所述导线的覆冰厚度确定所述绝缘子覆冰桥接度。

[0018] 上述是本发明所述的核心技术领域,本发明所述覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,其中所述绝缘子与导线相连,所述步骤S1中,测量所述导线的覆冰厚度与覆冰密度;所述步骤S2中,根据所述覆冰密度换算所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率,由于同一覆冰环

境下所述覆冰密度是一定的,因此根据不同条件下的覆冰密度与所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率的关系就可以建立两者间的函数关系;所述步骤S3中,结合运行环境中所述绝缘子的类型、污秽度以及运行电压,对所述绝缘子覆冰桥接度的相对变化率进行校正,从而有利于模拟实际运行环境中覆冰绝缘子串的覆冰程度;所述步骤S4中,根据校正后的绝缘子覆冰桥接度相对变化率以及所述导线的覆冰厚度可对同一覆冰环境内的绝缘子覆冰桥接程度进行换算,从而确定所述绝缘子覆冰桥接度,本发明通过测量所述导线的覆冰厚度和覆冰密度从而换算出所述绝缘子的覆冰桥接度,克服了实际线路监测时不能直接监测所述绝缘子覆冰桥接程度的问题,有效地表征了绝缘子覆冰严重程度,规避了覆冰闪络事故发生的风险。

[0019] 本实施中,所述步骤S2是将所述导线和绝缘子在相同环境下进行覆冰实验。具体的,如图2所示,所述导线11和绝缘子12置放在人工气候室13中,其中所述导线11与所述绝缘子12并联,所述人工气候室13的下端设有套管14,所述套管14内通过导体与所述导线11相连,所述人工气候室13内还设有喷头15,通过所述喷头15可以为室内降水降温,通过调整室内环境温度和喷水量模拟不同环境下所述绝缘子覆冰桥接度与导线覆冰厚度的关系。

[0020] 本实施中,由于同一条件下所述覆冰密度 ρ 是一定的,为此根据不同条件下覆冰密度 ρ 与所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率K的关系可以建立两者间的函数关系。具体通过实验可得到,所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率K与所述覆冰密度 ρ 呈幂函数关系,用公式表示为 $K=C\rho^n$;其中C和n是与绝缘子类型以及环境因素相关的常数。

[0021] 上述进行的是不带电的覆冰实验,为验证该规律在带电条件下的有效性,还需进行带电覆冰试验,并将试验结果与相同条件下进行的不带电覆冰试验结果对比。具体地,进行覆冰实验时,比较带电条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率与不带电条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率的关系。其中,所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率在带电条件下分为覆冰初期,覆冰中期,覆冰稳定时期三个阶段。覆冰初期所述导线和所述绝缘子开始生长冰凌,实验表明:所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率与不带电条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率相近。覆冰中期,由于冰凌生长导致的电场畸变使得在高场强区域发生放电,这些区域冰凌生长放缓,实验表明:该阶段所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率与不带电覆冰条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率有差距,此时的相对变化率需根据绝缘子表面污秽度、覆冰水电导率、电压等级等因素进行校正。具体地,根据绝缘子表面污秽度、覆冰水电导率、电压等级各个因素对所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率进行校正,通常利用修正系数可以准确得出带电条件下绝缘子覆冰桥接度相对变化率,用公式表示为: $K=C\rho^nM$,其中所述修正系数M为与盐密(ESDD)、灰密(NSDD)、电压U以及覆冰水电导率 σ 等多个因素相关的函数,用公式表示为: $M=f(U, \sigma, NSDD, ESDD \dots)$ 。对于覆冰稳定时期,由于所述导线和所述绝缘子的冰凌不再变化,实验表明:所述绝缘子覆冰桥接度已达饱和程度,绝缘子覆冰桥接程度不再随所述导线覆冰厚度的增加而增加。

[0022] 为了验证对不同温度下所述绝缘子覆冰桥接度S与所述导线覆冰厚度D的关系,在不带电条件下进行覆冰实验,经过实验得出:所述绝缘子覆冰桥接度S与所述导线覆冰厚度D呈线性增长关系,且随着温度的下降,所述导线覆冰厚度D也随之下降,从而对应的所述绝缘子覆冰桥接度S越低。同时由实验得出:随着温度的下降,所述导线和所述绝缘子的表面覆冰密度下降。为对所述绝缘子覆冰桥接度S与导线覆冰厚度D关系进行定量表征,若所述

绝缘子覆冰桥接度相对变化率为K,则用公式表达为: $K=\Delta S/\Delta D$ 。

[0023] 为了模拟现场运行环境,需要结合运行环境中所述绝缘子的类型、污秽度以及运行电压等因素,对所述绝缘子覆冰桥接度的相对变化率进行校正,从而更有利于使覆冰绝缘子串的覆冰程度更接近实际运行环境。所述步骤S4中,对于校正后的绝缘子覆冰桥接度S由所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率K与所述导线覆冰厚度D的乘积决定。

[0024] 综上,本发明所述技术方案具有以下优点:

1. 本发明所述覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,其中所述绝缘子与导线相连,所述步骤S1中,测量所述导线的覆冰厚度与覆冰密度;所述步骤S2中,根据所述覆冰密度换算所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率,由于同一覆冰环境下所述覆冰密度是一定的,因此根据不同条件下的覆冰密度与所述绝缘子覆冰桥接度相对变化率的关系就可以建立两者间的函数关系;所述步骤S3中,结合运行环境中所述绝缘子的类型、污秽度以及运行电压,对所述绝缘子覆冰桥接度的相对变化率进行校正,有利于模拟实际运行环境中覆冰绝缘子串的覆冰程度;所述步骤S4中,根据校正后的绝缘子覆冰桥接度相对变化率以及所述导线的覆冰厚度可对同一覆冰环境内的绝缘子覆冰桥接程度进行换算,从而确定所述绝缘子覆冰桥接度,本发明通过测量所述导线的覆冰厚度和覆冰密度从而换算出所述绝缘子的覆冰桥接度,克服了实际线路监测时不能直接监测所述绝缘子覆冰桥接程度的问题,有效地表征了绝缘子覆冰严重程度。

[0025] 2. 本发明所述覆冰绝缘子串覆冰程度表征方法,所述步骤S2是将所述导线和绝缘子在相同环境下进行覆冰实验,通过调整人工气候室内环境温度和喷水量模拟不同环境下所述绝缘子覆冰桥接度与导线覆冰厚度的关系。

[0026] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之中。

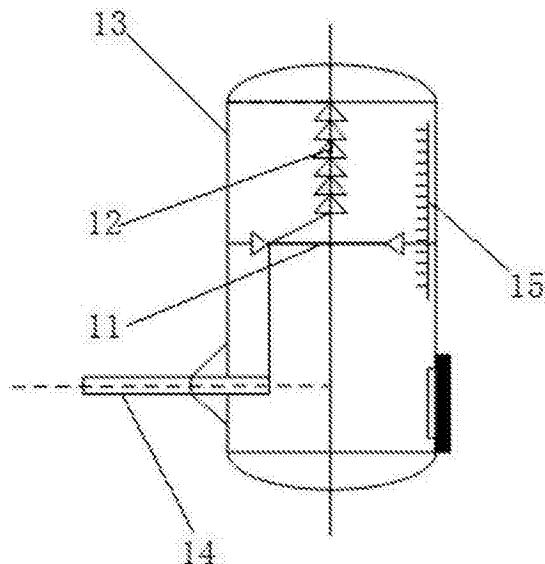
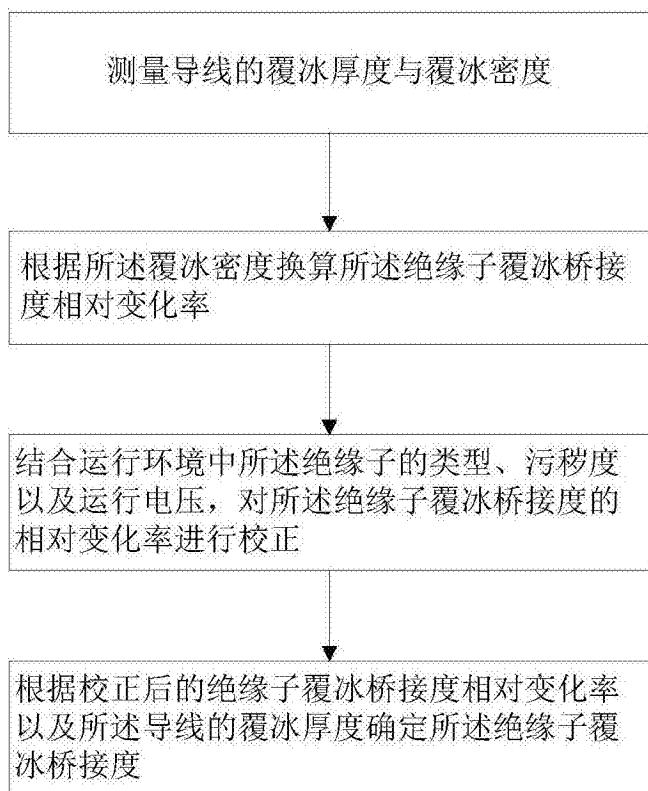


图2

图1