



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111025091 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 26

(21) 申请号 201911136876.8

(22) 申请日 2019.11.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111025091 A

(43) 申请公布日 2020.04.17

(73) 专利权人 云南电网有限责任公司临沧供电局

地址 677099 云南省临沧市临翔区南天路991号

专利权人 云南电网有限责任公司电力科学研究院

(72) 发明人 项恩新 黄继盛 王科 赵现平
聂鼎 刘红文

(74) 专利代理机构 北京弘权知识产权代理有限公司 11363

代理人 逯长明 许伟群

(51) Int.Cl.

G01R 31/12 (2006.01)

G01R 27/26 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 108051712 A, 2018.05.18

CN 109061416 A, 2018.12.21

CN 103792262 A, 2014.05.14

CN 105277856 A, 2016.01.27

US 2012255760 A1, 2012.10.11

审查员 李海榕

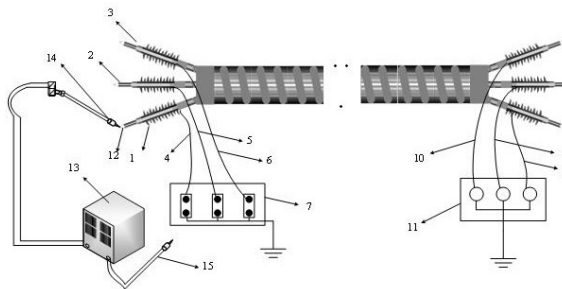
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种城市配电网电缆不均匀受潮状态的智能测评方法

(57) 摘要

本发明公开了一种城市配电网电缆不均匀受潮状态的智能测评方法。城市配电网电缆不均匀受潮状态的智能测评方法可实现城市配电网三相电缆受潮程度不均匀现象出现时快速测试和判断的目的,智能测评方法包括现场测评准备、连接配电网电缆受潮状态的测试回路、进行A相电缆介电测试结果的函数分析、计算A相电缆受潮特征参量、分别计算B相电缆和C相电缆受潮特征参量、配电网电缆不均匀受潮状态的判断,进而判断出三相电缆的不均匀受潮状态与服役性能等。本发明的有益效果在于,可高效、准确、实时、方便地对城市电缆沟、变电站等区域使用的三相电缆不均匀受潮现象进行测评,避免因三相电缆不均匀受潮导致的击穿问题,实现配电网的可靠运行。



1. 一种城市配电网电缆不均匀受潮状态的智能测评方法,其特征在于,包括如下步骤:

第一步:现场测评准备

根据电网公司例行检查要求,结合现场检测需要,确定待测的城市配电网中敷设于电缆沟中的三相户内电缆终端或连接于变压器等电气设备出线端的三相户外电缆终端头,断开各单芯电缆终端与其他电气设备的连接,分别确定出该电缆终端的A相端头(1)、B相端头(2)和C相端头(3),然后寻找到该处的接地线,断开A相1号接地线(4)、B相1号接地线(5)、C相1号接地线(6)与直接接地箱(7)的连接,并断开A相2号接地线(8)、B相2号接地线(9)、C相2号接地线(10)与接地保护箱(11)的连接;

第二步:连接配电网电缆受潮状态的测试回路

将A相端头(1)的金属铜鼻子(12)与宽频低压介电测试仪(13)的高压测试端(14)相连,将A相1号接地线(4)与宽频低压介电测试仪(13)的低压采集端(15)相连,设置宽频低压介电测试仪(13)的测试频率点 f_k 依次为0.001Hz、0.002Hz、0.005Hz、0.01Hz、0.02Hz、0.05Hz、0.1Hz、0.2Hz、0.5Hz、1Hz、5Hz、50Hz,取 $k=1,2,\dots,12$,启动宽频低压介电测试仪(13),分别得到对应的复介电常数实部 ϵ_k' 与复介电常数虚部 ϵ_k'' ;

第三步:进行A相电缆介电测试结果的函数分析

3.1根据第二步中所得到的在频率点 $f_1\sim f_{12}$ 处测试得到的复介电常数实部 ϵ_k' 与复介电常数虚部 ϵ_k'' 曲线,对其进行表达函数的拟合,首先进行中间变换参数的求解,方法如下:

$$q_k(f) = \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^m \frac{f - f_j}{f_k - f_j}, m=12 \quad (k=1,2,\dots,12) \quad (1)$$

其中, $q_k(f)$ 表示插值基函数,作为介电测试结果的函数拟合中间变换参数,继续进行以下处理;

3.2将在频率点 $f_1\sim f_{12}$ 处测试得到的复介电常数实部 ϵ_k' (即 $\epsilon_1'\sim\epsilon_{12}'$)的数值,分别一一对应,并带入求解式(2)中,得到实部函数 $\epsilon'(f)$:

$$\epsilon'(f) = q_0(f) \epsilon_0' + q_1(f) \epsilon_1' + \dots + q_m(f) \epsilon_m', m=12 \quad (2)$$

然后,将在频率点 $f_1\sim f_{12}$ 处测试得到的复介电常数虚部 ϵ_k'' (即 $\epsilon_1''\sim\epsilon_{12}''$)的数值,分别一一对应,并带入求解式(3)中,得到虚部函数 $\epsilon''(f)$:

$$\epsilon''(f) = q_0(f) \cdot \epsilon_0'' + q_1(f) \cdot \epsilon_1'' + \dots + q_m(f) \cdot \epsilon_m'', m=12 \quad (3)$$

3.3通过步骤3.1与3.2中的处理,分别得到介电测试函数,实部函数 $\epsilon'(f)$,虚部函数 $\epsilon''(f)$;

第四步:计算A相电缆受潮特征参量

利用所拟合得到的介电测试函数 $\epsilon'(f)$ 和 $\epsilon''(f)$,分别选取0.001Hz~0.01Hz、0.02Hz~0.2Hz、0.5Hz~50Hz,作为分区区间,分别记为 S_1 、 S_2 、 S_3 ,进行A相电缆受潮特征参量的计算:

$$s_A' = \frac{\int_{S_1} \epsilon'(f) df - \int_{S_2} \epsilon'(f) df}{\int_{S_2} \epsilon'(f) df - \int_{S_3} \epsilon'(f) df} \quad (4)$$

$$s_A'' = \frac{\int_{s_1} \varepsilon''(f)df - \int_{s_2} \varepsilon''(f)df}{\int_{s_2} \varepsilon''(f)df - \int_{s_3} \varepsilon''(f)df} \quad (5)$$

其中, s_A' 为A相电缆介电测试实部特征参量, s_A'' 为A相电缆介电测试虚部特征参量;

第五步: 分别计算B相电缆和C相电缆受潮特征参量

断开宽频低压介电测试仪 (13) 与A相电缆的连接, 对B相电缆和C相电缆分别重复第二步至第四步的操作, 分别计算出B相电缆介电测试实部特征参量 s_B' 和虚部特征参量 s_B'' , C相电缆介电测试实部特征参量 s_C' 和虚部特征参量 s_C'' ;

第六步: 配电网电缆不均匀受潮状态的判断

计算三相电缆受潮特征参量的对比值, 计算方式为:

$$J_A = \frac{s_A'}{s_A' + s_B' + s_C'} \times \frac{s_A''}{s_A'' + s_B'' + s_C''} \quad (6)$$

$$J_B = \frac{s_B'}{s_A' + s_B' + s_C'} \times \frac{s_B''}{s_A'' + s_B'' + s_C''} \quad (7)$$

$$J_C = \frac{s_C'}{s_A' + s_B' + s_C'} \times \frac{s_C''}{s_A'' + s_B'' + s_C''} \quad (8)$$

对 J_A 、 J_B 、 J_C 进行排序, 并进行配电网电缆不均匀受潮状态的判断:

若排序中 J_A 为最大, 则待测配电网电缆中A相受潮程度最为严重;

若排序中 J_B 为最大, 则待测配电网电缆中B相受潮程度最为严重;

若排序中 J_C 为最大, 则待测配电网电缆中C相受潮程度最为严重;

若排序中 J_A 、 J_B 、 J_C 相等, 则待测配电网电缆均未受潮, 可正常使用。

一种城市配电网电缆不均匀受潮状态的智能测评方法

技术领域

[0001] 本发明涉及城市配电网电缆测评领域,特别是一种城市配电网电缆不均匀受潮状态的智能测评方法。

背景技术

[0002] 在城市配电网中,三相电缆由于负荷不一致,经常会导致不同相电缆绝缘状态不一致的情况出现,导致三相电缆运行状态不平衡,进而造成电缆抵抗外界环境中水分、潮气等侵入的能力出现明显差异。随着电缆运行年限的延长,这种不平衡现象将会越来越严重,进而导致三相电缆的受潮程度出现显著差别,出现配电网三相电缆不均匀受潮的问题,严重影响了配电网的安全可靠运行,因此需要对其进行重点监测。

[0003] 目前,在实际中检测中,对于配电网三相电缆不均匀受潮状态的检测,大多使用泄露电流、绝缘电阻等的检测方法,但这些方法均需要将电缆整根取下,送至实验室中进行专门的实验测试,费时费力,且检测效果并不理想。因此,为了减少现场检测工作的工作量,并提高检测的效率和准确性,需要针对配电网三相电缆不均匀受潮状态的具体情况开展研究,并提出一种可以高效、准确测评配电网三相电缆不均匀受潮状态的智能方法。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种城市配电网电缆不均匀受潮状态的智能测评方法,用于实现城市配电网三相电缆受潮程度不均匀现象出现时快速测试和判断,是一种可以高效、准确测评配电网三相电缆不均匀受潮状态的智能方法。

[0005] 本发明目的的技术方案如下:

[0006] 一种城市配电网电缆不均匀受潮状态的智能测评方法,包括如下步骤:

[0007] 第一步:现场测评准备

[0008] 根据电网公司例行检查要求,结合现场检测需要,确定待测的城市配电网中敷设于电缆沟中的三相户内电缆终端或连接于变压器等电气设备出线端的三相户外电缆终端头,断开各单芯电缆终端与其他电气设备的连接,分别确定出该电缆终端的A相端头、B相端头和C相端头,然后寻找到该处的接地线,断开A相1号接地线、B相1号接地线、C相1号接地线与直接接地箱的连接,并断开A相2号接地线、B相2号接地线、C相2号接地线与接地保护箱的连接;

[0009] 第二步:连接配电网电缆受潮状态的测试回路

[0010] 将A相端头的金属铜鼻子与宽频低压介电测试仪的高压测试端相连,将A相1号接地线与宽频低压介电测试仪的低压采集端相连,设置宽频低压介电测试仪的测试频率点 f_k 依次为0.001Hz、0.002Hz、0.005Hz、0.01Hz、0.02Hz、0.05Hz、0.1Hz、0.2Hz、0.5Hz、1Hz、5Hz、50Hz,取 $k=1,2,\dots,12$,启动宽频低压介电测试仪,分别得到对应的复介电常数实部 ϵ_k' 与复介电常数虚部 ϵ_k'' ;

[0011] 第三步:进行A相电缆介电测试结果的函数分析

[0012] 3.1根据第二步中所得到的在频率点 $f_1 \sim f_{12}$ 处测试得到的复介电常数实部 ε_k' 与复介电常数虚部 ε_k'' 曲线,对其进行表达函数的拟合,首先进行中间变换参数的求解,方法如下:

$$[0013] \quad q_k(f) = \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^m \frac{f - f_j}{f_k - f_j}, m=12 \quad (k=1,2,\dots,12) \quad (1)$$

[0014] 其中, $q_k(f)$ 表示插值基函数,作为介电测试结果的函数拟合中间变换参数,继续进行以下处理:

[0015] 3.2将在频率点 $f_1 \sim f_{12}$ 处测试得到的复介电常数实部 ε_k' (即 $\varepsilon_1' \sim \varepsilon_{12}'$)的数值,分别一一对应,并带入求解式(2)中,得到实部函数 $\varepsilon'(f)$:

$$[0016] \quad \varepsilon'(f) = q_0(f) \cdot \varepsilon_0' + q_1(f) \cdot \varepsilon_1' + \dots + q_m(f) \cdot \varepsilon_m', m=12 \quad (2)$$

[0017] 然后,将在频率点 $f_1 \sim f_{12}$ 处测试得到的复介电常数虚部 ε_k'' (即 $\varepsilon_1'' \sim \varepsilon_{12}''$)的数值,分别一一对应,并带入求解式(3)中,得到虚部函数 $\varepsilon''(f)$:

$$[0018] \quad \varepsilon''(f) = q_0(f) \cdot \varepsilon_0'' + q_1(f) \cdot \varepsilon_1'' + \dots + q_m(f) \cdot \varepsilon_m'', m=12 \quad (3)$$

[0019] 3.3通过步骤3.1与3.2中的处理,分别得到介电测试函数,实部函数 $\varepsilon'(f)$,虚部函数 $\varepsilon''(f)$;

[0020] 第四步:计算A相电缆受潮特征参量

[0021] 利用所拟合得到的介电测试函数 $\varepsilon'(f)$ 和 $\varepsilon''(f)$,分别选取0.001Hz~0.01Hz、0.02Hz~0.2Hz、0.5Hz~50Hz,作为分区区间,分别记为 S_1 、 S_2 、 S_3 ,进行A相电缆受潮特征参量的计算:

$$[0022] \quad s_A' = \frac{\int_{S_1} \varepsilon'(f)df - \int_{S_2} \varepsilon'(f)df}{\int_{S_2} \varepsilon'(f)df - \int_{S_3} \varepsilon'(f)df} \quad (4)$$

$$[0023] \quad s_A'' = \frac{\int_{S_1} \varepsilon''(f)df - \int_{S_2} \varepsilon''(f)df}{\int_{S_2} \varepsilon''(f)df - \int_{S_3} \varepsilon''(f)df} \quad (5)$$

[0024] 其中, s_A' 为A相电缆介电测试实部特征参量, s_A'' 为A相电缆介电测试虚部特征参量;

[0025] 第五步:分别计算B相电缆和C相电缆受潮特征参量

[0026] 断开宽频低压介电测试仪与A相电缆的连接,对B相电缆和C相电缆分别重复第二步至第四步的操作,分别计算出B相电缆介电测试实部特征参量 s_B' 和虚部特征参量 s_B'' ,C相电缆介电测试实部特征参量 s_C' 和虚部特征参量 s_C'' ;

[0027] 第六步:配电网电缆不均匀受潮状态的判断

[0028] 计算三相电缆受潮特征参量的对比值,计算方式为:

$$[0029] \quad J_A = \frac{s_A'}{s_A' + s_B' + s_C'} \times \frac{s_A''}{s_A'' + s_B'' + s_C''} \quad (6)$$

$$[0030] \quad J_B = \frac{S_B'}{S_A' + S_B' + S_C'} \times \frac{S_B''}{S_A'' + S_B'' + S_C''} \quad (7)$$

$$[0031] \quad J_C = \frac{S_C'}{S_A' + S_B' + S_C'} \times \frac{S_C''}{S_A'' + S_B'' + S_C''} \quad (8)$$

[0032] 对 J_A 、 J_B 、 J_C 进行排序,并进行配电网电缆不均匀受潮状态的判断:

[0033] 若排序中 J_A 为最大,则待测配电网电缆中A相受潮程度最为严重;

[0034] 若排序中 J_B 为最大,则待测配电网电缆中B相受潮程度最为严重;

[0035] 若排序中 J_C 为最大,则待测配电网电缆中C相受潮程度最为严重;

[0036] 若排序中 J_A 、 J_B 、 J_C 相等,则待测配电网电缆均未受潮,可正常使用。

[0037] 本发明的有益效果在于:

[0038] 1、本发明的城市配电网电缆不均匀受潮状态的智能测评方法可高效、准确、实时、方便地对城市电缆沟、变电站等区域使用的三相电缆不均匀受潮现象进行测评,避免因三相电缆不均匀受潮导致的击穿问题,实现配电网的可靠运行。

[0039] 2、本发明的城市配电网电缆不均匀受潮状态的智能测评方法能够对相电缆不均匀受潮现象进行提前预警,通过在现场的测试与分析,并为现场人员进一步探究三相电缆的服役性能提供依据。

附图说明

[0040] 图1为本发明的三相电缆不均匀受潮状态智能测评方法的测试连接示意图;

具体实施方式

[0041] 下面结合附图对本发明作出进一步的说明。

[0042] 图1为本发明的三相电缆不均匀受潮状态智能测评方法的测试连接示意图,用于实现城市配电网三相电缆受潮程度不均匀现象出现时快速测试和判断的目的,其测试连接关系与使用方式包括以下内容:

[0043] 第一步:现场测评准备

[0044] 根据电网公司例行检查要求,结合现场检测需要,确定待测的城市配电网中敷设于电缆沟中的三相户内电缆终端或连接于变压器等电气设备出线端的三相户外电缆终端头,断开各单芯电缆终端与其他电气设备的连接,分别确定出该电缆终端的A相端头1、B相端头2和C相端头3,然后寻找到该处的接地线,断开A相1号接地线4、B相1号接地线5、C相1号接地线6与直接接地箱7的连接,并断开A相2号接地线8、B相2号接地线9、C相2号接地线10与接地保护箱11的连接;

[0045] 第二步:连接配电网电缆受潮状态的测试回路

[0046] 将A相端头1的金属铜鼻子12与宽频低压介电测试仪13的高压测试端14相连,将A相1号接地线4与宽频低压介电测试仪13的低压采集端15相连,设置宽频低压介电测试仪13的测试频率点 f_k 依次为0.001Hz、0.002Hz、0.005Hz、0.01Hz、0.02Hz、0.05Hz、0.1Hz、0.2Hz、0.5Hz、1Hz、5Hz、50Hz,取 $k=1, 2, \dots, 12$,启动宽频低压介电测试仪13,分别得到对应的复介电常数实部 ϵ_k' 与复介电常数虚部 ϵ_k'' ;

[0047] 第三步:进行A相电缆介电测试结果的函数分析

[0048] 3.1根据第二步中所得到的在频率点 $f_1 \sim f_{12}$ 处测试得到的复介电常数实部 ε_k' 与复介电常数虚部 ε_k'' 曲线,对其进行表达函数的拟合,首先进行中间变换参数的求解,方法如下:

$$[0049] \quad q_k(f) = \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^m \frac{f - f_j}{f_k - f_j}, m=12 \quad (k=1,2,\dots,12) \quad (1)$$

[0050] 其中, $q_k(f)$ 表示插值基函数,作为介电测试结果的函数拟合中间变换参数,继续进行以下处理;

[0051] 3.2将在频率点 $f_1 \sim f_{12}$ 处测试得到的复介电常数实部 ε_k' (即 $\varepsilon_1' \sim \varepsilon_{12}'$)的数值,分别一一对应,并带入求解式(2)中,得到复介电常数实部函数 $\varepsilon'(f)$:

$$[0052] \quad \varepsilon'(f) = q_0(f) \cdot \varepsilon'_0 + q_1(f) \cdot \varepsilon'_1 + \dots + q_m(f) \cdot \varepsilon'_m, m=12 \quad (2)$$

[0053] 然后,将在频率点 $f_1 \sim f_{12}$ 处测试得到的复介电常数虚部 ε_k'' (即 $\varepsilon_1'' \sim \varepsilon_{12}''$)的数值,分别一一对应,并带入求解式(3)中,得到复介电常数虚部函数 $\varepsilon''(f)$:

$$[0054] \quad \varepsilon''(f) = q_0(f) \cdot \varepsilon''_0 + q_1(f) \cdot \varepsilon''_1 + \dots + q_m(f) \cdot \varepsilon''_m, m=12 \quad (3)$$

[0055] 3.3通过步骤3.1与3.2中的处理,分别得到介电测试函数,实部函数 $\varepsilon'(f)$,虚部函数 $\varepsilon''(f)$;

[0056] 第四步:计算A相电缆受潮特征参量

[0057] 利用所拟合得到的介电测试函数 $\varepsilon'(f)$ 和 $\varepsilon''(f)$,分别选取0.001Hz~0.01Hz、0.02Hz~0.2Hz、0.5Hz~50Hz,作为分区区间,分别记为 S_1 、 S_2 、 S_3 ,进行A相电缆受潮特征参量的计算:

$$[0058] \quad s_A' = \frac{\int_{S_1} \varepsilon'(f)df - \int_{S_2} \varepsilon'(f)df}{\int_{S_2} \varepsilon'(f)df - \int_{S_3} \varepsilon'(f)df} \quad (4)$$

$$[0059] \quad s_A'' = \frac{\int_{S_1} \varepsilon''(f)df - \int_{S_2} \varepsilon''(f)df}{\int_{S_2} \varepsilon''(f)df - \int_{S_3} \varepsilon''(f)df} \quad (5)$$

[0060] 其中, s_A' 为A相电缆介电测试实部特征参量, s_A'' 为A相电缆介电测试虚部特征参量;

[0061] 第五步:分别计算B相电缆和C相电缆受潮特征参量

[0062] 断开宽频低压介电测试仪13与A相电缆的连接,对B相电缆和C相电缆分别重复第二步至第四步的操作,分别计算出B相电缆介电测试实部特征参量 s_B' 和虚部特征参量 s_B'' ,C相电缆介电测试实部特征参量 s_C' 和虚部特征参量 s_C'' ;

[0063] 第六步:配电网电缆不均匀受潮状态的判断

[0064] 计算三相电缆受潮特征参量的对比值,计算方式为:

$$[0065] \quad J_A = \frac{s_A'}{s_A' + s_B' + s_C'} \times \frac{s_A''}{s_A'' + s_B'' + s_C''} \quad (6)$$

$$[0066] \quad J_B = \frac{S_B'}{S_A' + S_B' + S_C'} \times \frac{S_B''}{S_A'' + S_B'' + S_C''} \quad (7)$$

$$[0067] \quad J_C = \frac{S_C'}{S_A' + S_B' + S_C'} \times \frac{S_C''}{S_A'' + S_B'' + S_C''} \quad (8)$$

[0068] 对 J_A 、 J_B 、 J_C 进行排序,并进行配电网电缆不均匀受潮状态的判断:

[0069] 若排序中 J_A 为最大,则待测配电网电缆中A相受潮程度最为严重;

[0070] 若排序中 J_B 为最大,则待测配电网电缆中B相受潮程度最为严重;

[0071] 若排序中 J_C 为最大,则待测配电网电缆中C相受潮程度最为严重;

[0072] 若排序中 J_A 、 J_B 、 J_C 相等,则待测配电网电缆均未受潮,可正常使用。

[0073] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

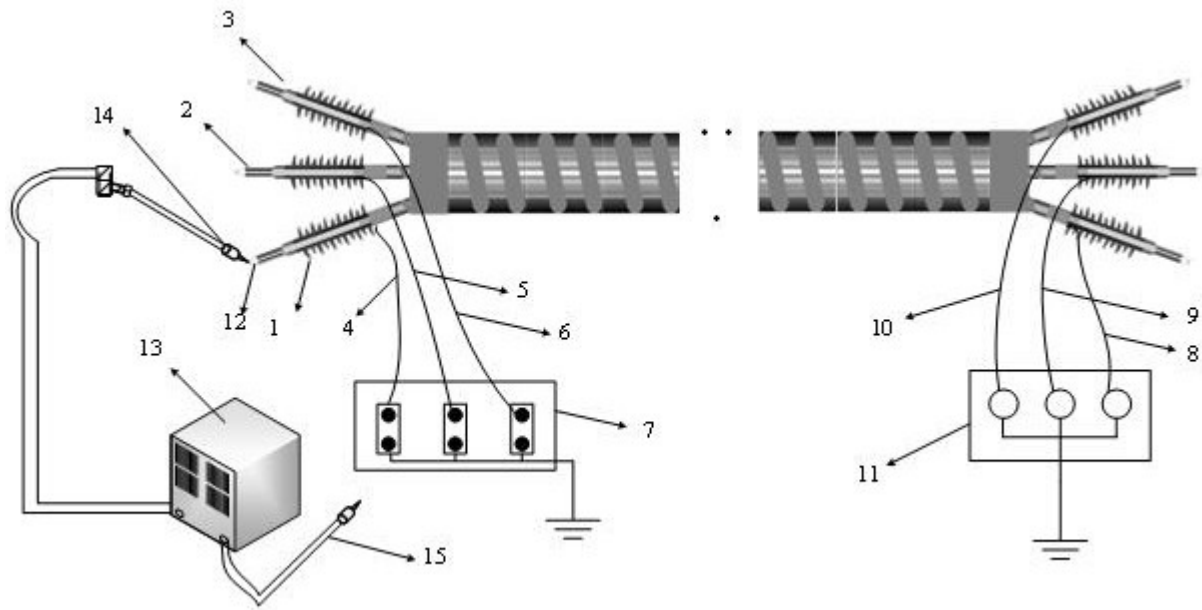


图1