



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104678246 A

(43) 申请公布日 2015.06.03

(21) 申请号 201510056616.5

G01R 27/20(2006.01)

(22) 申请日 2015.02.03

(71) 申请人 国网上海市电力公司

地址 200002 上海市黄浦区南京东路 181 号

申请人 华东电力试验研究院有限公司

(72) 发明人 司文荣 傅晨钊 黄华 杨凌辉

陆启宇 顾承昱

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限

公司 31225

代理人 赵志远

(51) Int. Cl.

G01R 31/02(2006.01)

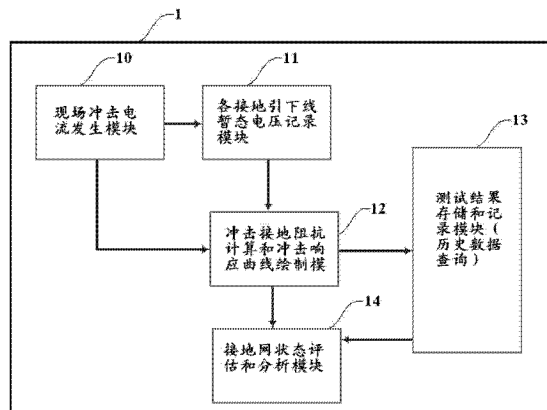
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种变电站接地网腐蚀状态评估方法及其系统

(57) 摘要

本发明涉及一种变电站接地网腐蚀状态评估方法及其系统,包括现场冲击电流发生模块、各接地引下线暂态电流和电压记录模块、冲击接地阻抗计算和冲击响应曲线绘制模块、测试结果存储和记录模块以及接地网状态评估和分析模块;现场冲击电流发生模块产生冲击电流,各接地引下线暂态电流和电压记录模块采集冲击电流、输入接地引下线的暂态响应电压波形以及不同位置的输出接地引下线的冲击响应电压波形;冲击接地阻抗计算和冲击响应曲线绘制模块对各电流和电压数据进行处理得到接地网冲击阻抗和不同位置的冲击响应曲线;接地网状态评估和分析模块评估该变电站接地网的腐蚀状态。与现有技术相比,本发明具有简单、准确和不受现场运行条件的限制等优点。



1. 一种变电站接地网腐蚀状态评估方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 选定变电站接地网冲击阻抗测试点作为冲击响应输入端,并根据接地网对角线长度放置电压和电流测试线;

2) 现场冲击电流发生模块产生冲击电流作用在接地网上的输入接地引下线上,各接地引下线暂态电流和电压记录模块采集现场冲击电流发生模块产生的冲击电流、输入接地引下线的暂态响应电压波形以及不同位置的输出接地引下线的冲击响应电压波形;

3) 冲击接地阻抗计算和冲击响应曲线绘制模块对各接地引下线暂态电流和电压记录模块提供的电流和电压数据进行处理得到接地网冲击阻抗和不同位置的冲击响应曲线,并将结果存储于测试结果存储和记录模块;

4) 接地网状态评估和分析模块利用冲击接地阻抗计算和冲击响应曲线绘制模块的当前数据和测试结果存储和记录模块的历史数据,对冲击接地阻抗进行趋势分析和冲击响应曲线进行相关系数分析,从而评估该变电站接地网的腐蚀状态。

2. 根据权利要求 1 所述的一种变电站接地网腐蚀状态评估方法,其特征在于,所述的冲击接地阻抗 Z 计算如下:

$$Z = \max(U_{\text{out}_G}(i)) / \max(I_{\text{in}_G}(i)), i = 1 \cdots n$$

其中 \max 为取峰值;

I_{in_G} 为冲击响应输入端 G 输入的标准冲击电流波形序列,共 n 点,幅值 A ;

U_{out_G} 为冲击响应输入端 G 输出的暂态冲击电压波形序列,共 n 点,幅值 V 。

3. 根据权利要求 1 所述的一种变电站接地网腐蚀状态评估方法,其特征在于,所述的冲击响应曲线 Im_p :

$$\text{Im}_{p_A}(i) = U_{\text{out}_A}(i) / U_{\text{out}_G}(i), i = 1 \cdots n$$

其中 Im_{p_A} 为冲击响应输出端 A 的冲击响应序列;

U_{out_A} 为冲击响应输出端 A 的暂态冲击电压波形序列,共 n 点,幅值 V ;

U_{out_G} 为冲击响应输入端 G 输出的暂态冲击电压波形序列,共 n 点,幅值 V 。

4. 根据权利要求 1 所述的一种变电站接地网腐蚀状态评估方法,其特征在于,所述的当前曲线 x 和历史曲线 y 相关系数 R_{xy} 计算如下:

计算两个序列的标准方差,

$$D_x = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} [X(k) - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} X(k)]^2, D_y = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} [Y(k) - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} Y(k)]^2$$

计算两个序列的协方差,

$$C_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} [X(k) - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} X(k)] \times [Y(k) - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} Y(k)]$$

计算两个序列的归一化协方差系数,

$$LR_{xy} = C_{xy} / \sqrt{D_x D_y}$$

按照如下公式计算出符合工程需要的相关系数 R_{xy} ,

$$R_{xy} = \begin{cases} 10 & 1 - LR_{xy} < 10^{-10} \\ -\lg(1 - LR_{xy}) & \text{其它} \end{cases}$$

。

5. 一种实施权利要求 1 所述的变电站接地网腐蚀状态评估方法的系统, 其特征在于, 包括现场冲击电流发生模块、各接地引下线暂态电流和电压记录模块、冲击接地阻抗计算和冲击响应曲线绘制模块、测试结果存储和记录模块以及接地网状态评估和分析模块, 所述的现场冲击电流发生模块分别与各接地引下线暂态电流和电压记录模块、冲击接地阻抗计算和冲击响应曲线绘制模块连接, 所述的冲击接地阻抗计算和冲击响应曲线绘制模块分别与各接地引下线暂态电流和电压记录模块、测试结果存储和记录模块以及接地网状态评估和分析模块连接, 所述的测试结果存储和记录模块与接地网状态评估和分析模块连接。

一种变电站接地网腐蚀状态评估方法及其系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种变电站接地网腐蚀状态评估技术,尤其是涉及一种基于冲击接地阻抗和响应的变电站接地网腐蚀状态评估方法及其系统。

背景技术

[0002] 变电站接地网是确保电气设备和人身安全的重要设施。由于接地网埋设在地下,常因土壤多年的腐蚀,导致接地体变细甚至断裂,使接地网接地性能变坏。目前,工程上对接地网接地性能好坏的检测一般通过工频接地电阻来间接判断,但无法了解接地网的腐蚀情况。因为只要测量处的接地体不发生断路,即使接地网被严重腐蚀,工频接地电阻通常也能达到规程要求。所以工程上一般都是在发现地网工频接地电阻不合格或发生由于地网缺陷引起的事故后,通过大面积开挖查找接地网断点和腐蚀段,这种工作方法带有盲目性,工作量极大。

[0003] 此外,目前常用的工频接地电阻测试得到的接地阻抗值为 50Hz 或接近 50Hz 下的工频接地阻抗值,但实际上变电站内发生短路接地故障,或者雷电侵入波或操作波作用下,接地网的暂态冲击接地阻抗起决定作用。因此仅仅测量工频接地阻抗不能代表变电站接地网在故障工况下可以安全运行。

发明内容

[0004] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种基于冲击接地阻抗和响应的变电站接地网腐蚀状态评估方法及其系统,即使用现场冲击电流发生器输出标准 8/20 μ s 冲击电流波形,施加于被评估的变电站接地网,测量被选定输入接地引下线的冲击接地阻抗,以及输入和不同输出位置接地引下线的冲击暂态电压波形,绘制接地网冲击响应曲线,并与历年测量的该变电站接地网同一位置冲击接地阻抗进行趋势分析和冲击响应曲线进行相关系数分析,从而评估该变电站接地网的腐蚀状态。

[0005] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0006] 一种变电站接地网腐蚀状态评估方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0007] 1) 选定变电站接地网冲击阻抗测试点作为冲击响应输入端,并根据接地网对角线长度放置电压和电流测试线;

[0008] 2) 现场冲击电流发生模块产生冲击电流作用在接地网上的输入接地引下线上,各接地引下线暂态电流和电压记录模块采集现场冲击电流发生模块产生的冲击电流、输入接地引下线的暂态响应电压波形以及不同位置的输出接地引下线的冲击响应电压波形;

[0009] 3) 冲击接地阻抗计算和冲击响应曲线绘制模块对各接地引下线暂态电流和电压记录模块提供的电流和电压数据进行处理得到接地网冲击阻抗和不同位置的冲击响应曲线,并将结果存储于测试结果存储和记录模块;

[0010] 4) 接地网状态评估和分析模块利用冲击接地阻抗计算和冲击响应曲线绘制模块的当前数据和测试结果存储和记录模块的历史数据,对冲击接地阻抗进行趋势分析和冲击

响应曲线进行相关系数分析,从而评估该变电站接地网的腐蚀状态。

[0011] 所述的冲击接地阻抗 Z 计算如下:

[0012] $Z = \max(U_{\text{out}_G}(i)) / \max(I_{\text{in}_G}(i)), i = 1 \cdots n$

[0013] 其中 \max 为取峰值;

[0014] I_{in_G} 为冲击响应输入端 G 输入的标准冲击电流波形序列,共 n 点,幅值 A ;

[0015] U_{out_G} 为冲击响应输入端 G 输出的暂态冲击电压波形序列,共 n 点,幅值 V 。

[0016] 所述的冲击响应曲线 Imp :

[0017] $\text{Imp}_A(i) = U_{\text{out}_A}(i) / U_{\text{out}_G}(i), i = 1 \cdots n$

[0018] 其中 Imp_A 为冲击响应输出端 A 的冲击响应序列;

[0019] U_{out_A} 为冲击响应输出端 A 的暂态冲击电压波形序列,共 n 点,幅值 V ;

[0020] U_{out_G} 为冲击响应输入端 G 输出的暂态冲击电压波形序列,共 n 点,幅值 V 。

[0021] 所述的当前曲线 x 和历史曲线 y 相关系数 R_{xy} 计算如下:

[0022] 计算两个序列的标准方差,

[0023] $D_x = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} [X(k) - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} X(k)]^2, D_y = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} [Y(k) - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} Y(k)]^2$

[0024] 计算两个序列的协方差,

[0025] $C_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} [X(k) - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} X(k)] \times [Y(k) - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} Y(k)]$

[0026] 计算两个序列的归一化协方差系数,

[0027] $LR_{xy} = C_{xy} / \sqrt{D_x D_y}$

[0028] 按照如下公式计算出符合工程需要的相关系数 R_{xy} ,

[0029]

$$R_{xy} = \begin{cases} 10 & 1 - LR_{xy} < 10^{-10} \\ -\lg(1 - LR_{xy}) & \text{其它} \end{cases}$$

[0030] 一种变电站接地网腐蚀状态评估方法的系统,其特征在于,包括现场冲击电流发生模块、各接地引下线暂态电流和电压记录模块、冲击接地阻抗计算和冲击响应曲线绘制模块、测试结果存储和记录模块以及接地网状态评估和分析模块,所述的现场冲击电流发生模块分别与各接地引下线暂态电流和电压记录模块、冲击接地阻抗计算和冲击响应曲线绘制模块连接,所述的冲击接地阻抗计算和冲击响应曲线绘制模块分别与各接地引下线暂态电流和电压记录模块、测试结果存储和记录模块以及接地网状态评估和分析模块连接,所述的测试结果存储和记录模块与接地网状态评估和分析模块连接。

[0031] 与现有技术相比,本发明可在不停电和不对地网开挖的情况下,了解接地网的运行状态,判定接地网是否发生腐蚀,保障电力系统的安全、可靠运行,且具有简单、准确和不受现场运行条件的限制等优点。

附图说明

- [0032] 图 1 为本发明的系统方框示意图；
[0033] 图 2 为本发明方法流程图；
[0034] 图 3 为本发明的现场测试接线图。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0036] 实施例

[0037] 本发明的具体结果可参照附图，图 1 是本发明一较佳实施例的基于冲击接地阻抗和响应的变电站接地网腐蚀状态评估方法的主要模块方框图，如图 1 所示，该变电站接地网腐蚀状态评估系统 1 至少包括：现场冲击电流发生模块 10、各接地引下线暂态电流和电压记录模块 11、冲击接地阻抗计算和冲击响应曲线绘制模块 12、测试结果存储和记录（历史数据查询）模块 13、接地网状态评估和分析模块 14。模块之间联接关系：现场冲击电流发生模块 10 产生冲击电流作用在变电站接地网上的输入接地引下线，各接地引下线暂态电流和电压记录模块 11 采集现场冲击电流发生模块 10 产生的冲击电流、输入接地引下线的暂态响应电压波形和不同位置的输出接地引下线的的冲击响应电压波形，模块 12 对各接地引下线暂态电流和电压记录模块 11 提供的电流和电压数据进行处理得到接地网冲击阻抗和不同位置的冲击响应曲线，结果存储于测试结果存储和记录模块 13，接地网状态评估和分析模块 14 利用冲击接地阻抗计算和冲击响应曲线绘制模块 12 的当前数据和测试结果存储和记录模块 13 的历史数据，对冲击接地阻抗进行趋势分析和冲击响应曲线进行相关系数分析，从而评估该变电站接地网的腐蚀状态。

[0038] 本发明提供了一种现场冲击电流发生器产生 $8/20 \mu s$ 标准冲击电流作用在变电站接地网上，并记录输入和输出接地引下线的冲击响应电压，进行数据处理和计算分析，得到接地网的冲击阻抗和选定接地引下线作为输入输出得到的接地网冲击响应曲线，通过冲击接地阻抗的趋势分析和曲线之间的对比，排除了单一频率下阻抗值比较带来的不确定性，可以发现接地网导体由于腐蚀或断裂导致整个接地网状态发生的变化。

[0039] 本发明提供了一种不需要对接地网进行大面积开挖，不需要进行接地网接地导体取样以及土壤取样，大大减少了变电站接地网腐蚀取样测量的工作量，大大简便了对接地网腐蚀状态进行评估的一种先进方法。

[0040] 本发明提供了一种能够代表接地网暂态短路故障情况下接地网的暂态冲击接地阻抗测量方法，比传统工频接地阻抗更加能够反映接地网的真实运行状态。

[0041] 本发明提供了一种在测量接地网冲击接地阻抗的同时，还能得到接地网不同位置接地引下线的冲击响应曲线，不受现场运行条件限制，使用电信号测量，可在不停电下进行，而且为高频激励源，不受变电站工频电磁场的干扰。

[0042] 如图 2 所示，一种基于冲击接地阻抗和响应的变电站接地网腐蚀状态评估方法，包括以下步骤：

[0043] 步骤 1，进入变电站，选定变电站接地网冲击阻抗测试点也是冲击响应输入端，并根据接地网对角线长度放电压、电流测试线；

[0044] 步骤 2，连接现场冲击电流发装置，选择接地网冲击响应测试接地引下线即接地网冲击响应输出端，并连接至暂态波形记录仪，根据变电站规模选择重要接地引下线，数量

可 2 ~ 3 个；

[0045] 步骤 3, 测试记录并进行计算和分析, 绘制冲击响应曲线, 得到接地网冲击接地阻抗和各输出端的冲击响应曲线；

[0046] 步骤 4, 比较和分析, 查看历史测量的接地网同一位置冲击阻抗和冲击响应曲线, 对冲击接地阻抗进行趋势分析和冲击响应曲线进行相关系数分析；

[0047] 步骤 5, 根据当前冲击接地阻抗值变化和当前冲击响应曲线与历史曲线的相关系数大小评估接地网腐蚀状态。

[0048] 如图 3 所示, 进入一 35kV 变电站, 选定该变电站 2# 主变接地排为接地网冲击阻抗测试点即冲击响应输入端 G, 根据接地网对角线长度 25m 依据 DL/T475-2006 放电压测试线 100m、电流测试线 120m。连接现场冲击电流发装置 (输出标准电流波形 8/20 μ s, 峰值大于 10A), 选择出线开关避雷器 A、围墙边角 B 接地引下线作为接地网冲击响应输出端, 连接至多通道暂态波形记录仪 (采样率设置为 100MS/s)。测试记录并进行计算和分析, 绘制冲击响应曲线, 得到接地网冲击接地阻抗和各输出端的冲击响应曲线; 即可根据当前冲击接地阻抗值变化和当前冲击响应曲线与历史曲线的相关系数大小评估接地网腐蚀状态。其中, 冲击接地阻抗计算、冲击响应曲线绘制和相关系数计算分别如下定义。

[0049] (1) 冲击接地阻抗 Z :

[0050] $Z = \max(U_{out_G}(i)) / \max(I_{in_G}(i)), i = 1 \cdots n$

[0051] 其中 :max——取峰值；

[0052] I_{in_G} ——输入端 G 输入的标准冲击电流波形序列, 共 n 点, 幅值 A；

[0053] U_{out_G} ——输入端 G 输出的暂态冲击电压波形序列, 共 n 点, 幅值 V；

[0054] (2) 冲击响应曲线 Imp :

[0055] $Imp_A(i) = U_{out_A}(i) / U_{out_G}(i), i = 1 \cdots n$

[0056] 其中 :Imp_A——输出端 A 的冲击响应序列；

[0057] U_{out_A} ——输出端 A 的暂态冲击电压波形序列, 共 n 点, 幅值 V；

[0058] U_{out_G} ——输入端 G 输出的暂态冲击电压波形序列, 共 n 点, 幅值 V；

[0059] (3) 当前曲线 x 和历史曲线 y 相关系数 R_{xy} 计算如下：

[0060] 计算两个序列的标准方差，

[0061] $D_x = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} [X(k) - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} X(k)]^2, D_y = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} [Y(k) - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} Y(k)]^2$

[0062] 计算两个序列的协方差，

[0063] $C_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} [X(k) - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} X(k)] \times [Y(k) - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} Y(k)]$

[0064] 计算两个序列的归一化协方差系数，

[0065] $LR_{xy} = C_{xy} / \sqrt{D_x D_y}$

[0066] 按照如下公司计算出符合工程需要的相关系数 R_{xy} ，

[0067]

$$R_{xy} = \begin{cases} 10 & 1 - LR_{xy} < 10^{-10} \\ -\lg(1 - LR_{xy}) & \text{其它} \end{cases}。$$

[0068] 变化例

[0069] 就 1) 现场冲击电流发生模块和 2) 冲击响应输出端接地引下线的选择,二个环节做以下说明:

[0070] 1) 现场冲击电流发生模块

[0071] 本发明基于的现场冲击电流发生模块,推荐使用 $8/20 \mu s$ 标准电流波,但也可以使用 $1/20 \mu s$ 、 $4/10 \mu s$ 、 $30/80 \mu s$ 等非标准冲击电流波,此外峰值大小也可以变化。

[0072] 2) 冲击响应输出端接地引下线的选择

[0073] 上述描述的冲击响应输出端接地引下线的选择位置是可以变化的,选取个数也可以变化。

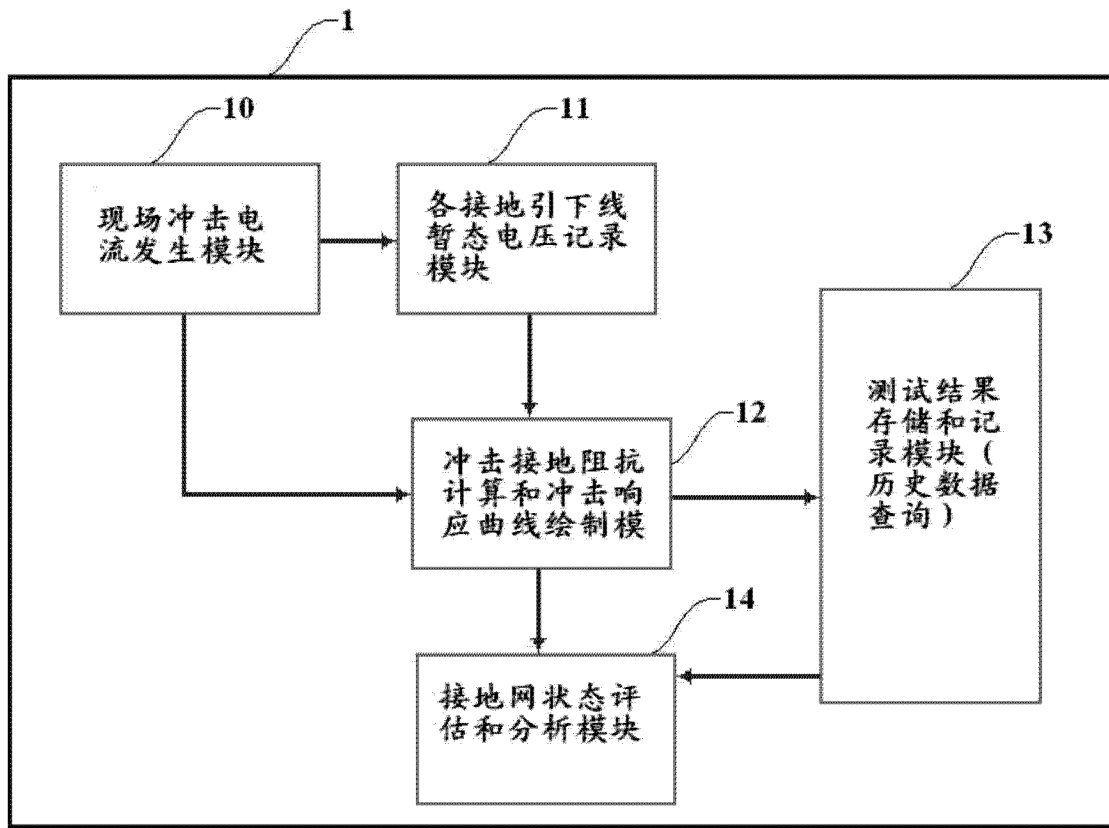


图 1

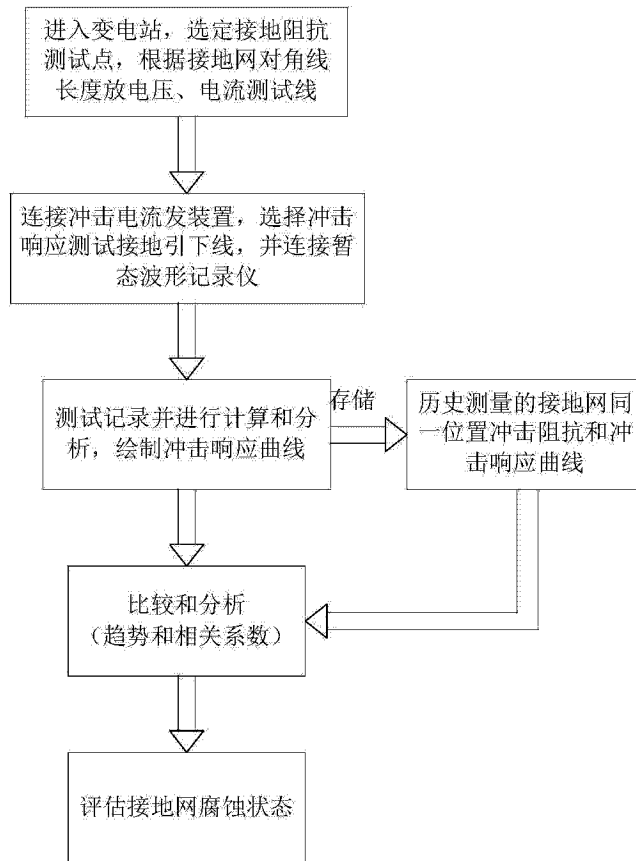


图 2

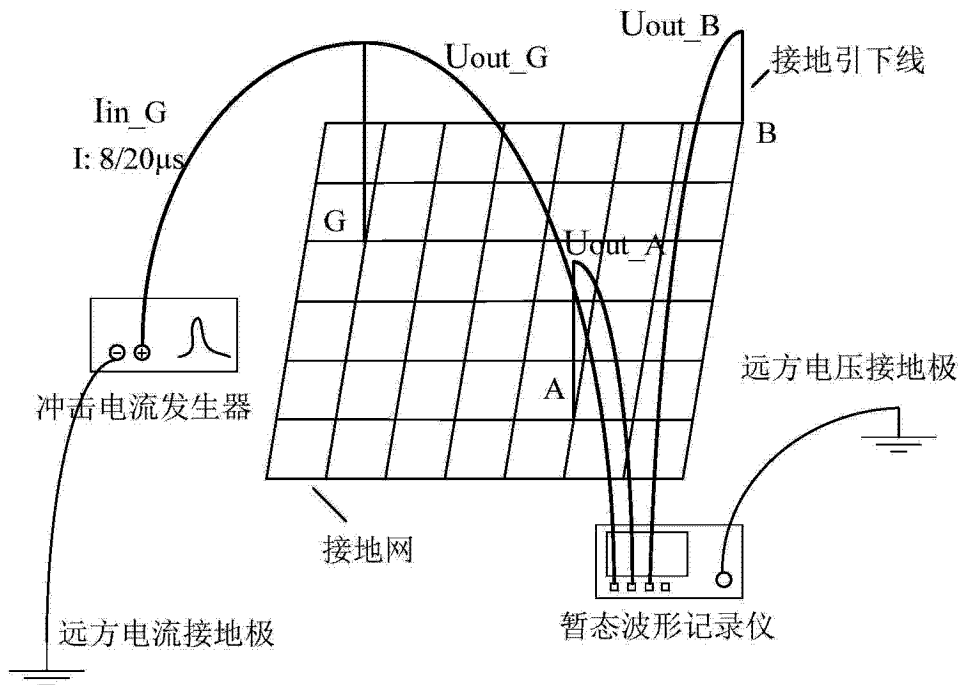


图 3