



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104155526 B

(45)授权公告日 2017.09.22

(21)申请号 201410377130.7

(74)专利代理机构 昆明大百科专利事务所  
53106

(22)申请日 2014.08.01

代理人 何健

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104155526 A

(51)Int.Cl.

G01R 27/20(2006.01)

(43)申请公布日 2014.11.19

审查员 胡书红

(73)专利权人 云南电力试验研究院(集团)有限  
公司电力研究院

地址 650217 云南省昆明市经济技术开发  
区云大西路中段云电科技园

专利权人 云南电网公司技术分公司  
西南交通大学

(72)发明人 马御棠 曹晓斌 王磊 马仪  
候亚非 周仿荣 申元 黄然

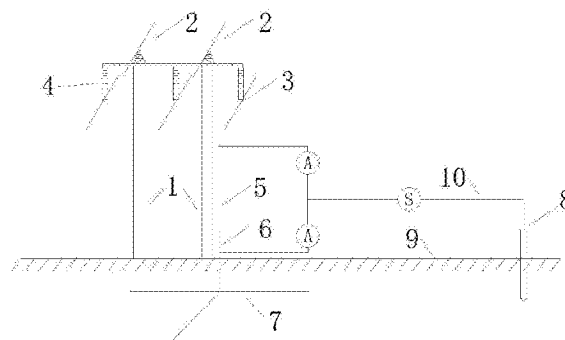
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

## (54)发明名称

一种测量带避雷线的输电线路杆塔接地装置冲击接地阻抗的方法

## (57)摘要

一种测量带避雷线的输电线路杆塔接地装置冲击接地阻抗的方法,该方法的输电线路杆塔架设有避雷线或其它类型的架空地线;杆塔的接地装置和杆塔或避雷线、架空地线之间通过引下线相连,引下线与接地装置通过螺栓连接,二者在电气连接上可以拆开。使用该方法可以直接测量输电线路杆塔接地极的冲击接地阻抗,避免土壤结构不均匀和测量电极位置偏差造成的测量误差,布线方式更简单,测量结果更准确。并且通过增大电源输出电压波形或电流波形的幅值,或乘以火花放电系数等方法,还可以得到发生火花放电后的输电线路杆塔接地装置的冲击接地阻抗。



1. 一种测量带避雷线的输电线路杆塔接地装置冲击接地阻抗的方法,其特征是,该方法的输电线路杆塔架设有避雷线;杆塔的接地装置和避雷线之间通过引下线相连,引下线与接地装置通过螺栓连接,二者在电气连接上可以拆开;包括以下步骤:

第一步,拆开所有接地装置引下线与避雷线接地引下线之间的螺栓电气连接点,杆塔接地装置任意一条引下线与避雷线接地引下线之间施加测试用的冲击电源,测得施加的冲击电压波形的最大值 $U_1$ 以及通过避雷线接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_1$ ;

第二步,在杆塔附近打下辅助接地极,辅助接地极到杆塔的距离应在接地装置对角线长度的2倍以上,辅助接地极通过冲击电源与接地装置引下线以及避雷线接地引下线相连,测量流过杆塔接地装置引下线的冲击电流波形最大值 $I_2$ 和流过避雷线接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_3$ ;

第三步,通过以下表达式得到杆塔接地装置的冲击接地阻抗 $R$ :

$$R = \frac{U_1 I_2}{I_1 (I_2 + I_3)}$$

第四步,拆除所有的测量装置,恢复原有的输电线路杆塔接地装置引下线与避雷线接地引下线之间的电气连接。

2. 根据权利要求1所述的一种测量带避雷线的输电线路杆塔接地装置冲击接地阻抗的方法,其特征是,第三步测得通过杆塔接地装置接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_2$ 和通过辅助接地极的冲击电流波形最大值 $I$ ,然后通过以下表达式得到杆塔接地装置的冲击接地阻抗 $R$ :

$$R = \frac{U_1 I_2}{I_1 I}$$

3. 根据权利要求1所述的一种测量带避雷线的输电线路杆塔接地装置冲击接地阻抗的方法,其特征是,第三步测得通过避雷线接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_3$ 和通过辅助接地极的冲击电流波形最大值 $I$ ,然后通过以下表达式得到杆塔接地装置的冲击接地阻抗 $R$ :

$$R = \frac{U_1 (I - I_3)}{I_1 I}$$

4. 根据权利要求1或2或3所述的一种测量带避雷线的输电线路杆塔接地装置冲击接地阻抗的方法,其特征是,施加的冲击电源,其输出波形根据实际进行调整,或是标准的雷电流波形,或是标准的操作过电压波形,测得的冲击接地阻抗分别对应雷电过电压冲击接地阻抗和操作过电压冲击接地阻抗。

5. 根据权利要求1或2或3所述的一种测量带避雷线的输电线路杆塔接地装置冲击接地阻抗的方法,其特征是,得到的冲击接地阻抗没有考虑接地极的火花放电效应,要得到考虑接地极的火花放电效应后的冲击接地阻抗,采用增大测试用的冲击电源输出电压或电流的幅值,直至接地装置中的接地极发生火花放电,此时得到的就是考虑接地极的火花放电效应后的冲击接地阻抗;或将上述没有发生火花放电时测得的冲击接地阻抗的值乘以火花放电系数,即得到考虑接地极的火花放电效应后的冲击接地阻抗。

## 一种测量带避雷线的输电线路杆塔接地装置冲击接地阻抗的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种测量带避雷线或其它类型架空地线的输电线路杆塔接地装置冲击接地阻抗方法,该方法适用于输电线路杆塔的防雷设计和防雷改造,属于电力系统过电压测试领域。

### 背景技术

[0002] 输电线路的雷击跳闸严重影响了我国电网的安全运行。为了提高输电线路的运行可靠性,降低线路杆塔在雷击时产生的反击电压,从而使输电线路的雷击跳闸率维持在正常的水平,因此需要对线路杆塔接地装置的冲击接地阻抗进行测量。目前,根据我国出版的大量高电压技术以及接地相关的教学书籍,以及电力系统行业规范中接地的相关规定记载,杆塔接地装置的冲击接地阻抗主要的获得方法是:通过测量杆塔接地装置的工频接地电阻,再乘以冲击系数得到,该方法无法直接直观得到杆塔接地装置的冲击接地阻抗。标准DL/T 266-2012接地装置冲击特性参数测试导则中给出的测量方法是以传统的接地电阻测量中的三极法为基础,测量时需要布置两根测量线,而且通过接地相关的书籍及标准DL/T 266-2012给出的基本知识可知,三极法源于均匀土壤中地表电位分布的规律,因此当土壤结构不均匀或测量电极位置有偏差时,均会给测量结果带来误差。本发明中提出的一种测量输电线路杆塔接地装置冲击接地阻抗的方法,该方法利用接地装置冲击接地阻抗、避雷线的波阻抗以及辅助电极冲击接地阻抗组成的电路模型,通过测量三者的电流与电压关系从而得到输电线路杆塔接地装置的冲击接地阻抗,避免土壤结构不均匀和测量电极位置偏差造成的测量误差,布线方式更简单,测量结果更准确。

[0003] 该方法不仅可以直接测量输电线路杆塔接地装置的冲击接地阻抗,通过增大电源输出电压波形或电流波形的幅值,还可以测量发生火花放电后的输电线路杆塔接地极的冲击接地阻抗;通过改变冲击电源以输出操作过电压波形时,还可以测得操作过电压作用下的输电线路杆塔冲击接地阻抗。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种测量带避雷线或其它类型架空地线的输电线路杆塔接地装置冲击接地阻抗方法,使用该方法可以直接测量输电线路杆塔接地装置的冲击接地阻抗,通过增大电源输出电压波形或电流波形的幅值,还可以测量发生火花放电后的输电线路杆塔接地极的冲击接地阻抗;冲击电源输出操作过电压波形时,还可以测得操作过电压冲击接地阻抗。

[0005] 本发明实现上述目的的技术原理是利用输电线路杆塔接地装置对输入的响应情况,采用电路分析法来计算接地阻抗。其原理如附图1与图2所示:图中S为测量用的冲击电源;V为电压波形测量装置;A为电流波形测量装置;R为输电线路杆塔的冲击接地阻抗,其实质为杆塔处接地装置的冲击接地阻抗;Z为输电线路杆塔和避雷线等效阻抗; $R_2$ 为辅助接地

极的等效冲击接地阻抗。

[0006] 如附图1所示,当在输电线路杆塔接地装置的引下线与避雷线或架空地线接地引下线之间施加测试用冲击电源时,电流通过杆塔接地装置的电阻 $R$ ,以及杆塔和避雷线或架空地线的等效波阻抗 $Z$ ;此时根据冲击阻抗的定义,电源输出电压波形的最大值 $U_1$ 和冲击电流波形最大值 $I_1$ 之间满足以下关系:

$$[0007] \quad U_1 = I_1 (R+Z)$$

[0008] 如附图2所示,当在辅助接地极与杆塔接地引下线及避雷线或架空地线的接地引下线之间施加测试用冲击电源时,设此部分电流波形最大值为 $I$ ;电流一部分通过杆塔接地装置的冲击接地阻抗 $R$ ,设此部分电流波形最大值为 $I_2$ ;另一部分通过杆塔和避雷线的等效波阻抗 $Z$ ,设此部分电流波形最大值为 $I_3$ ;此时施加在 $R$ 和 $Z$ 上的电压波形最大值相同,即冲击电源与辅助接地极上的冲击电压波形叠加后的最大值,设为 $U_2$ ;则根据冲击阻抗的定义,有:

$$[0009] \quad U_2 = I_2 R$$

$$[0010] \quad U_2 = I_3 Z$$

[0011] 又根据并联电路分流定律,可以得到以下关系

$$[0012] \quad I = I_2 + I_3$$

[0013] 所以根据上述测得的电流和电压波型最大值,可以得到输电线路的杆塔冲击接地阻抗 $R$ 。

[0014] 本发明可以应用于所有具有以下特征的输电线路杆塔:

[0015] 一种测量带避雷线的输电线路杆塔接地装置冲击接地阻抗的方法,本发明特征在于,该方法的输电线路杆塔架设有避雷线;杆塔的接地装置和避雷线之间通过引下线相连,引下线与接地装置通过螺栓连接,二者在电气连接上可以拆开;

[0016] 本发明方法包括以下步骤:

[0017] 第一步,拆开所有接地装置引下线与避雷线接地引下线之间的螺栓电气连接点,杆塔接地装置任意一条引下线与避雷线接地引下线之间施加测试用的冲击电源,测得施加的冲击电压波形的最大值 $U_1$ 以及通过避雷线接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_1$ ;

[0018] 第二步,在杆塔附近打下辅助接地极,辅助接地极到杆塔的距离应在接地装置对角线长度的2倍以上,辅助接地极通过冲击电源与接地装置引下线以及避雷线接地引下线相连,测量流过杆塔接地装置引下线的冲击电流波形最大值 $I_2$ 和流过避雷线接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_3$ ;

[0019] 第三步,通过以下表达式得到杆塔接地装置的冲击接地阻抗 $R$ :

$$[0020] \quad R = \frac{U_1 I_2}{I_1 (I_2 + I_3)}$$

[0021] 第四步,拆除所有的测量装置,恢复原有的输电线路杆塔接地装置引下线与避雷线接地引下线之间的电气连接。

[0022] 本发明第三步测得通过杆塔接地装置的接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_2$ 和通过辅助接地极的冲击电流波形最大值 $I$ ,然后通过以下表达式得到杆塔接地装置的冲击接地阻抗 $R$ :

$$[0023] \quad R = \frac{U_1 I_2}{I_1 I}$$

[0024] 本发明第三步测得通过避雷线接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_3$ 和通过辅助接地极的冲击电流波形最大值 $I$ ,然后通过以下表达式得到杆塔接地装置的冲击接地阻抗 $R$ :

$$[0025] \quad R = \frac{U_1(I - I_3)}{I_1 I}$$

[0026] 本发明施加的冲击电源,其输出波形根据实际进行调整,或是标准的雷电流波形,或是标准的操作过电压波形,测得的冲击接地阻抗分别对应雷电过电压冲击接地阻抗和操作过电压冲击接地阻抗。

[0027] 本发明得到的冲击接地阻抗没有考虑接地极的火花放电效应,要得到考虑接地极的火花放电效应后的冲击接地阻抗,采用增大测试用的冲击电源输出电压或电流的幅值,直至接地装置中的接地极发生火花放电,此时得到的就是考虑接地极的火花放电效应后的冲击接地阻抗;或将上述没有发生火花放电时测得的冲击接地阻抗的值乘以火花放电系数,即得到考虑火花放电效应后的冲击接地阻抗。火花放电系数可以从相关规范以及公开发表的书籍、文章、论文中得到。

[0028] 本发明中的测量用冲击电源、电压波形测量装置和电流波形测量装置可以是独立的设备,也可以是能实现输入冲击电源,并测量电压和电流波形的两个或多个功能的组合设备。

#### 附图说明

[0029] 下面结合附图和实施例进一步说明本发明。

[0030] 图1是第一步的测量原理图;

[0031] 图2是第二步的测量原理图;

[0032] 图3是第一步测量接线方式的示意图;

[0033] 图4是第二步测量接线方式的示意图。

[0034] 其中1为输电线路杆塔;2为避雷线或其它类型的架空地线;3为导线;4为绝缘子串;5为避雷线接地引下线;6为杆塔接地装置的引下线;7为杆塔接地装置;8为辅助接地极;9为地面;10为测量线;S为测量电源;V为电压测量设备;A为电流测量设备。

#### 具体实施方式

[0035] 一种测量带避雷线的输电线路杆塔接地装置冲击接地阻抗的方法,本发明特征在于,该方法的输电线路杆塔架设有避雷线;杆塔的接地装置和避雷线之间通过引下线相连,引下线与接地装置通过螺栓连接,二者在电气连接上可以拆开;

[0036] 本发明方法包括以下步骤:

[0037] 第一步,拆开所有接地装置引下线与避雷线接地引下线之间的螺栓电气连接点,杆塔接地装置任意一条引下线与避雷线接地引下线之间施加测试用的冲击电源,测得施加的冲击电压波形的最大值 $U_1$ 以及通过避雷线接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_1$ ;

[0038] 第二步,在杆塔附近打下辅助接地极,辅助接地极到杆塔的距离应在接地装置对

角线长度的2倍以上,辅助接地极通过冲击电源与接地装置引下线以及避雷线接地引下线相连,测量流过杆塔接地装置引下线的冲击电流波形最大值 $I_2$ 和流过避雷线接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_3$ ;

[0039] 第三步,通过以下表达式得到杆塔接地装置的冲击接地阻抗 $R$ :

$$[0040] \quad R = \frac{U_1 I_2}{I_1 (I_2 + I_3)}$$

[0041] 第四步,拆除所有的测量装置,恢复原有的输电线路杆塔接地装置引下线与避雷线接地引下线之间的电气连接。

[0042] 本发明第三步测得通过杆塔接地装置的接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_2$ 和通过辅助接地极的冲击电流波形最大值 $I$ ,然后通过以下表达式得到杆塔接地装置的冲击接地阻抗 $R$ :

$$[0043] \quad R = \frac{U_1 I_2}{I_1 I}$$

[0044] 本发明第三步测得通过避雷线接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_3$ 和通过辅助接地极的冲击电流波形最大值 $I$ ,然后通过以下表达式得到杆塔接地装置的冲击接地阻抗 $R$ :

$$[0045] \quad R = \frac{U_1 (I - I_3)}{I_1 I}$$

[0046] 本发明施加的冲击电源,其输出波形根据实际进行调整,或是标准的雷电流波形,或是标准的操作过电压波形,测得的冲击接地阻抗分别对应雷电过电压冲击接地阻抗和操作过电压冲击接地阻抗。

[0047] 本发明得到的冲击接地阻抗没有考虑接地极的火花放电效应,要得到考虑接地极的火花放电效应后的冲击接地阻抗,采用增大测试用的冲击电源输出电压或电流的幅值,直至接地装置中的接地极发生火花放电,此时得到的就是考虑接地极的火花放电效应后的冲击接地阻抗;或将上述没有发生火花放电时测得的冲击接地阻抗的值乘以火花放电系数,即得到考虑火花放电效应后的冲击接地阻抗。火花放电系数可以从相关规范以及公开发表的书籍、文章、论文中得到。

[0048] 下面通过实例,结合附图3及图4,对本发明的技术方案进行进一步说明。

[0049] 第一步,使用扳手拆开所有输电线路杆塔接地装置的引下线6与避雷线接地引下线5之间的电气连接点螺栓,在5与6之间施加测试用的冲击电源,测得图中冲击电压波形的最大值 $U_1$ 以及通过避雷线接地引下线的冲击电流波形的最大值 $I_1$ ;

[0050] 如测量得到 $U_1 = 30000$ 伏特, $I_1 = 2000$ 安培;

[0051] 第二步,在杆塔附近打下辅助接地极,辅助接地极到杆塔的距离应在杆塔接地装置对角线长度的2倍以上;将第一步中被测量的杆塔接地装置引下线及避雷线的接地引下线相连,在连接点与辅助接地极之间施加测试用的冲击电源,测得流过杆塔接地装置的引下线的冲击电流波形最大值 $I_2$ 和流过避雷线接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_3$ ;

[0052] 如测量得到 $I_2 = 1000$ 安培, $I_3 = 500$ 安培;

[0053] 第三步,通过以下公式计算得到杆塔接地装置的冲击接地阻抗 $R$ :

$$[0054] \quad R = \frac{U_1 I_2}{I_1 (I_2 + I_3)}$$

[0055] 代入算得 $R=10$ 欧姆。

[0056] 上述步骤中,第三步,可以将其中一个冲击电流波形测量装置与测量用冲击电源串联,如:测得通过杆塔接地装置的接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_2$ 和通过辅助接地极的冲击电流波形最大值 $I$ ,然后通过以下公式计算得到杆塔的冲击接地阻抗 $R$ :

$$[0057] \quad R = \frac{U_1 I_2}{I_1 I}$$

[0058] 如测量得到 $I_2=1000$ 安培, $I=1500$ 安培;代入算得 $R=10$ 欧姆。

[0059] 或者可以测得通过避雷线接地引下线的冲击电流波形最大值 $I_3$ 和通过辅助接地极的冲击电流波形最大值 $I$ ,然后通过以下公式计算得到杆塔的冲击接地阻抗 $R$ :

$$[0060] \quad R = \frac{U_1 (I - I_3)}{I_1 I}$$

[0061] 如测量得到 $I_3=500$ 安培, $I=1500$ 安培;代入算得 $R=10$ 欧姆。

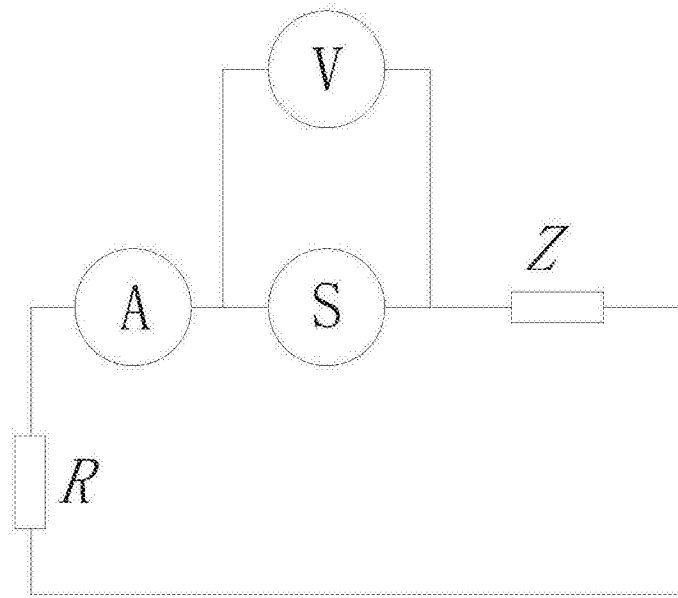


图1

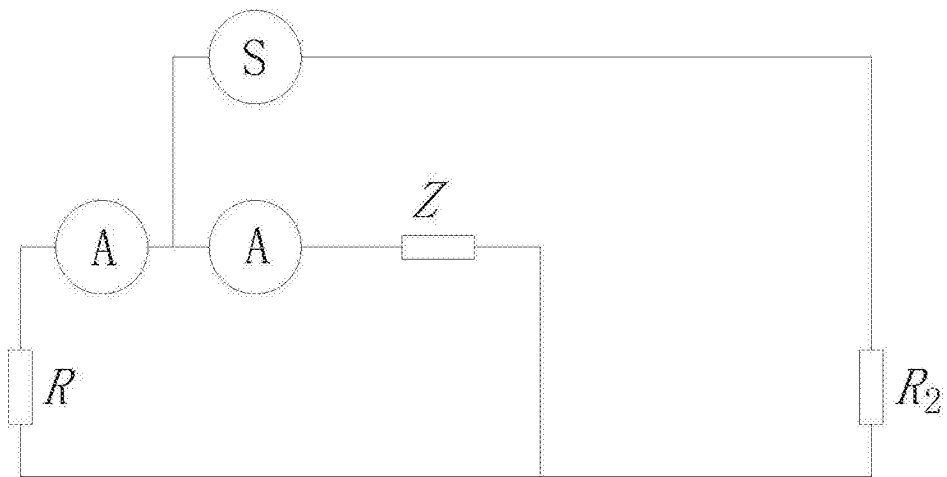


图2



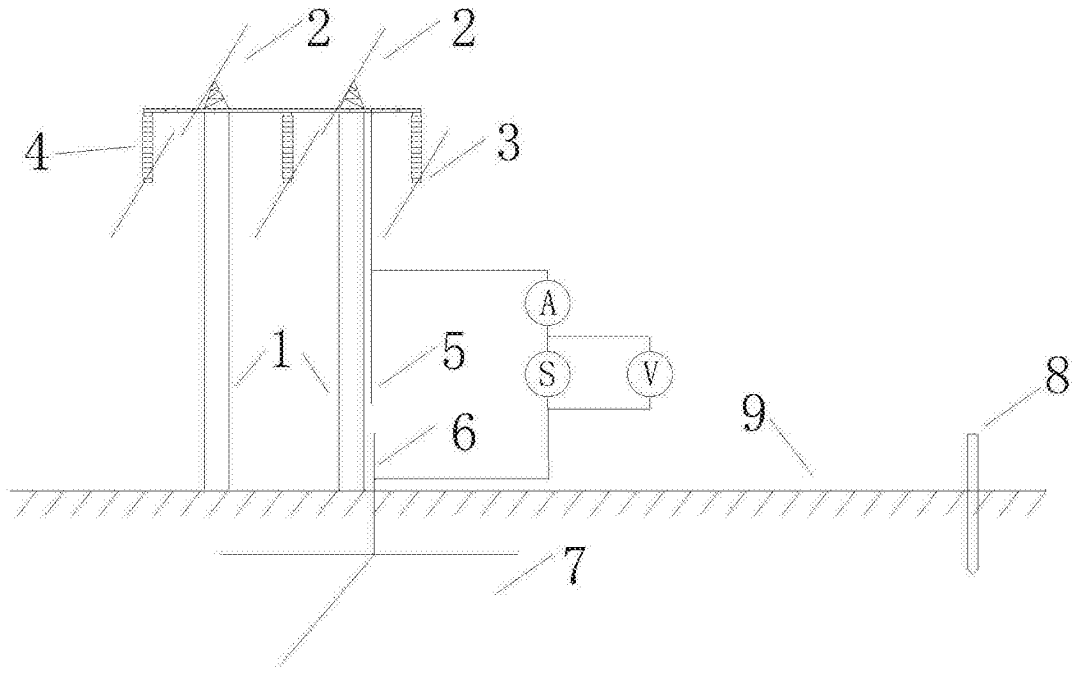


图3

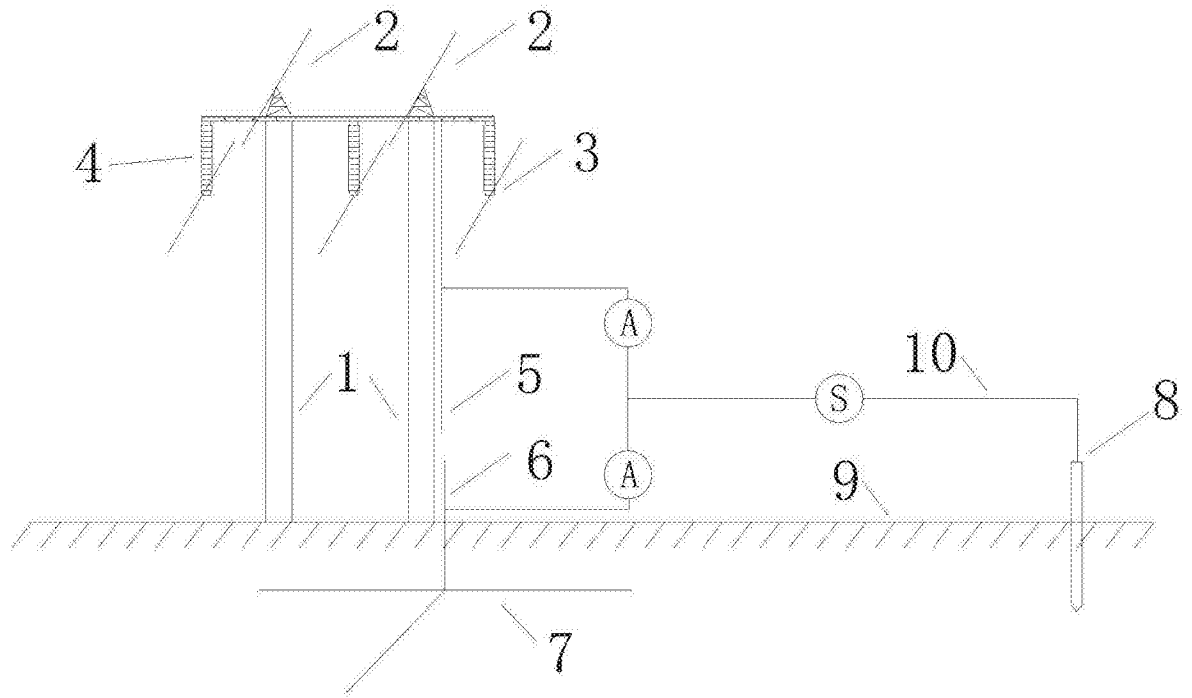


图4