



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103344891 B

(45)授权公告日 2017.02.15

(21)申请号 201310288598.4

(22)申请日 2013.07.10

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103344891 A

(43)申请公布日 2013.10.09

(73)专利权人 苏州光格设备有限公司

地址 215123 江苏省苏州市苏州工业园区

星湖街328号创意产业园2栋B704室

(72)发明人 姜明武 陈志标 张树龙 韩叶祥

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理

有限公司 44224

代理人 付涛

(51)Int.Cl.

G01R 31/12(2006.01)

(56)对比文件

CN 102749558 A,2012.10.24,

CN 1777814 A,2006.05.24,

CN 102385026 A,2012.03.21,

CN 102288883 A,2011.12.21,

US 6091237 A,2000.07.18,

审查员 刘晶

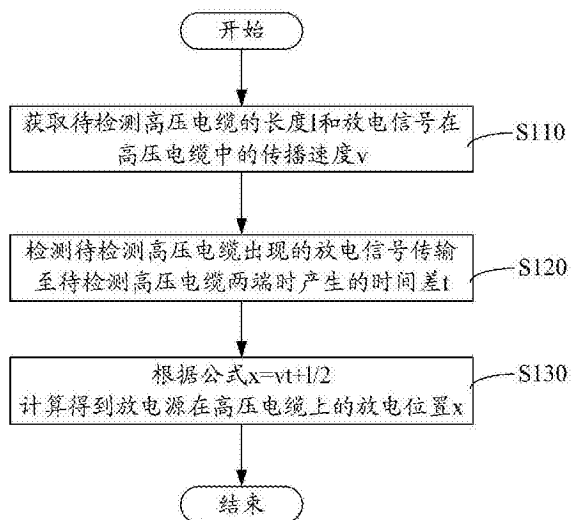
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

高压电缆局部放电定位方法与装置

(57)摘要

本发明提供一种高压电缆局部放电定位方法与装置,该高压电缆局部放电定位方法首先检测待检测高压电缆出现的放电信号传输至待检测高压电缆两端时产生的时间差t,然后根据公式 $x=vt+l/2$ 计算得到放电源在高压电缆上的放电位置x。这样就能够准确检测出高压电缆局部放电的位置。



1. 一种高压电缆局部放电定位装置,其特征在于,包括至少两组用于采集高压电缆不同位置放电信号的传感器、分别与每组传感器相连的多个监测终端、与多个监测终端同时相连的网络交换机以及与网络交换机相连的放电监测集中器,所述传感器与监测终端之间通过同轴电缆相连,所述监测终端、网络交换机和放电监测集中器之间通过光纤相连,每相邻两个监测终端检测它们之间的高压电缆出现的放电信号传输至相邻两个监测终端的时间差 $t$ ,所述放电监测集中器根据相邻两组传感器之间的高压电缆的长度 $l$ 、放电信号在高压电缆中的传播速度 $v$ 和公式 $x=vt+l/2$ 计算放电源在高压电缆中的放电位置 $x$ ,所述多个监测终端依次串联再与所述网络交换机连接,所述放电监测集中器对任意两个相邻的监测终端传来的时间差 $t$ 作为一组数据进行分析处理后再进行统一处理,所述监测终端相互串联在一起,其中一个监测终端与所述网络交换机相连,每相邻两个监测终端中的一个监测终端为主监测终端,另一个为从监测终端,光脉冲信号从主监测终端传输至从监测终端接再返回到主监测终端所花费的时间的一半为采样延时时间,主监测终端在向从监测终端发出开始采样的信号后,等待一个采样延时时间开始对高压电缆进行局部放电采样,从监测终端收到主监测终端发出的开始采样信号后对高压电缆进行局部放电采样。

2. 根据权利要求1所述的高压电缆局部放电定位装置,其特征在于,所述每组传感器均套接在高压电缆的电缆接地线或交叉互联线上,所述每组传感器与每个监测终端之间相连的同轴电缆的长度相同。

3. 根据权利要求2所述的高压电缆局部放电定位装置,其特征在于,所述放电监测集中器控制所述监测终端同时开始对高压电缆进行检测。

4. 根据权利要求1所述的高压电缆局部放电定位装置,其特征在于,所述每一组传感器包括三个传感器,所述三个传感器分别监测高压电缆上同一位置的三相高压电缆中的一相高压电缆。

5. 根据权利要求1至4中任一权利要求所述的高压电缆局部放电定位装置,其特征在于,所述高压电缆局部放电定位装置包括至少三组传感器,所述至少三组传感器在高压电缆线路上呈等间距排列。

## 高压电缆局部放电定位方法与装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种高压电缆检测领域,特别是涉及一种高压电缆局部放电定位方法与装置。

### 背景技术

[0002] 随着电网的不断发展和城市电网改造的需要,我国高压电缆线路的使用量正逐年上升。实际经验表明,高压电缆线路故障是引发电网事故,造成重大经济损失的重要原因。因此,准确、及时掌握电缆线路的运行状态,对合理处理故障隐患,保障电网稳定运行具有重要的意义。

[0003] 当前,常用的对高压电缆运行检测的方式是:在投运前或对运行中的高压电缆周期性停运,进行离线耐压试验。比如利用电缆振荡波局部放电检测技术。这种检测方式虽然可以解决局部放电的检测和放电源的定位,但这种检测方式实施起来比较麻烦,而且定位精确度较差。这样不仅造成了不必要的经济损失,而且对一些安装缺陷以及需要数年发展才能逐步显现的电缆缺陷难以及时的发现。所以,目前的装置及方法不能对高压电缆本体上的放电源进行准确定位。

### 发明内容

[0004] 基于此,有必要提供一种高压电缆局部放电定位方法与装置,其能够准确检测出高压电缆出现局部放电的位置。

[0005] 一种高压电缆局部放电定位方法,包括以下步骤:获取待检测高压电缆的长度 $l$ 和放电信号在高压电缆中的传播速度 $v$ ;检测待检测高压电缆出现的放电信号传输至待检测高压电缆两端时产生的时间差 $t$ ;根据公式 $x=vt+l/2$ 计算得到放电源在高压电缆上的放电位置 $x$ 。

[0006] 在其中一个实施例中,所述检测待检测高压电缆出现的放电信号传输至待检测高压电缆两端时产生的时间差 $t$ 的步骤包括:在待检测高压电缆的两端同时检测待检测高压电缆产生的放电信号;测得待检测高压电缆的两端从开始检测至检测到放电信号所花的检测时间 $t_1$ 和 $t_2$ ;将待检测高压电缆两端测得的检测时间 $t_1$ 和 $t_2$ 相减得到时间差 $t$ , $t=t_1-t_2$ 。

[0007] 一种高压电缆局部放电定位方法,包括以下步骤:将高压电缆分成多段待检测高压电缆;获取待检测高压电缆的长度 $l$ 和放电信号在高压电缆中的传播速度 $v$ ;分别检测每段待检测高压电缆出现的放电信号传输至待检测高压电缆两端时产生的时间差 $t$ ;根据公式 $x=vt+l/2$ 计算得到放电源相对于每段待检测高压电缆的放电位置 $x$ ;得到放电源在高压电缆上的放电位置。

[0008] 在其中一个实施例中,所述将高压电缆分成多段待检测高压电缆中,所述多段待检测高压电缆的长度相等。

[0009] 一种高压电缆局部放电定位装置,包括至少两组用于采集高压电缆不同位置放电信号的传感器、分别与每组传感器相连的多个监测终端、与多个监测终端同时相连的网络

交换机以及与网络交换机相连的放电监测集中器,所述传感器与监测终端之间通过同轴电缆相连,所述监测终端、网络交换机和放电监测集中器之间通过光纤相连,每相邻两个监测终端检测它们之间的高压电缆出现的放电信号传输至相邻两个监测终端的时间差 $t$ ,所述放电集中器根据相邻两组传感器之间的高压电缆的长度 $l$ 、放电信号在高压电缆中的传播速度 $v$ 和公式 $x=vt+l/2$ 计算放电源在高压电缆中的放电位置 $x$ 。

[0010] 在其中一个实施例中,所述每组传感器均套接在高压电缆的电缆接地线或交叉互联线上,所述每组传感器与每个监测终端之间相连的同轴电缆的长度相同。

[0011] 在其中一个实施例中,所述放电监测集中器控制所述监测终端同时开始对高压电缆进行检测。

[0012] 在其中一个实施例中,所述监测终端相互串联在一起,其中一个监测终端与所述网络交换机相连。

[0013] 在其中一个实施例中,所述每一组传感器包括三个传感器,所述三个传感器分别监测高压电缆上同一位置的三相高压电缆中的一相高压电缆。

[0014] 在其中一个实施例中,所述高压电缆局部放电定位装置包括至少三组传感器,所述至少三组传感器在高压电缆线路上呈等间距排列。

[0015] 上述高压电缆局部放电定位方法与装置首先检测待检测高压电缆出现的放电信号传输至待检测高压电缆两端时产生的时间差 $t$ ,然后根据公式 $x=vt+l/2$ 计算得到放电源在高压电缆上的放电位置 $x$ 。这样就能够准确检测出高压电缆局部放电的位置。

## 附图说明

[0016] 图1为一个实施例的高压电缆局部放电定位方法流程图;

[0017] 图2为高压电缆上放电源局部放电示意图;

[0018] 图3为另一个实施例的高压电缆局部放电定位方法流程图;

[0019] 图4为高压电缆局部放电定位装置示意图。

## 具体实施方式

[0020] 请参考图1,一个实施例提供一种高压电缆局部放电定位方法。该高压电缆局部放电定位方法能够准确判断放电源产生的位置,该高压电缆局部放电定位方法包括以下步骤:

[0021] 步骤S110,获取待检测高压电缆的长度 $l$ 和放电信号在高压电缆中的传播速度 $v$ 。高压电缆的长度 $l$ 可以通过实际的测量得到。放电信号在高压电缆中的传播速度 $v$ 可以通过测试放电信号在某段已知长度的高压电缆里传播的时间得到。得到高压电缆的长度 $l$ 和放电信号在高压电缆中的传播速度 $v$ 是为了后续计算放电源的位置做准备。

[0022] 步骤S120,检测待检测高压电缆出现的放电信号传输至待检测高压电缆两端时产生的时间差 $t$ 。在该实施例中,该步骤S120包括以下步骤:在待检测高压电缆的两端同时检测待检测高压电缆产生的放电信号;测得待检测高压电缆的两端从开始检测至检测到放电信号所花的检测时间 $t_1$ 和 $t_2$ ;将待检测高压电缆两端测得的检测时间 $t_1$ 和 $t_2$ 相减得到时间差 $t$ , $t=t_1-t_2$ 。由于 $t_1$ 和 $t_2$ 的大小关系不确定,所以根据公式 $t=t_1-t_2$ 得到的时间差 $t$ 就可能是正值或者负值。但这不会影响对放电源位置的判断。下面会在步骤S130中进一步介绍时

间差 $t$ 的正负为何不影响放电源位置的确定。

[0023] 另外,该步骤S120是周期性进行的,实施该步骤S120的周期可以根据实际的检测需要进行设定。这样可以达到及时发现高压电缆故障,尽早排除故障的目的。

[0024] 步骤S130,根据公式 $x=vt+1/2$ 计算得到放电源在高压电缆上的放电位置 $x$ 。

[0025] 请参考图2,为了便于说明,将图中高压电缆的两端分别标记为A端和B端。当A端到放电源的距离大于B端到放电源的距离时, $t_1$ 大于 $t_2$ 。此时时间差 $t$ 为正值。得到的放电位置 $x$ 代表放电源距离高压电缆的A端的距离为 $x$ ,此时的 $x$ 大于 $1/2$ 。反之,当A端到放电源的距离小于B端到放电源的距离时, $t_1$ 小于 $t_2$ 。此时时间差 $t$ 为负值。得到的放电位置 $x$ 代表放电源距离高压电缆的A端的距离为 $x$ ,此时的 $x$ 小于 $1/2$ 。

[0026] 经过上述步骤,就可以准确检测出高压电缆放电源的位置,也就是能够确定局部放电的位置。

[0027] 请参考图3,本发明的另一个实施例提供一种高压电缆局部放电定位方法。该高压电缆局部放电定位方法包括以下步骤:

[0028] 步骤S210,将高压电缆分成多段待检测高压电缆。对于较长的高压电缆,为了防止放电信号传输到高压电缆两端时信号衰减较大、信号噪声较大等原因导致信号难以检测的现象发生,此处在进行局部放电定位前先将高压电缆分成多段待检测高压电缆来分别进行检测。为了使检测更加方便和方便后续判断放电源的位置,在该实施例中多段待检测高压电缆的长度相等,也就是说高压电缆被平均分成多段待检测高压电缆。

[0029] 步骤S220,获取待检测高压电缆的长度 $l$ 和放电信号在高压电缆中的传播速度 $v$ 。该步骤S220是获取被分段的所有待检测高压电缆的长度 $l$ 和放电信号在高压电缆中的传播速度 $v$ 。由于高压电缆被平均分成多段待检测高压电缆,所有所有待检测高压电缆的长度 $l$ 和放电信号在高压电缆中的传播速度 $v$ 都是相同的。

[0030] 步骤S230,分别检测每段待检测高压电缆出现的放电信号传输至待检测高压电缆两端时产生的时间差 $t$ 。该步骤S230对每段待检测高压电缆进行检测获得时间差 $t$ 的步骤与上一个实施例的步骤S120所采用的具体步骤相同,此处不再描述。

[0031] 另外,这些所有待检测高压电缆的时间差 $t$ 可以是同时获得的,也可以是分步获得的。在该实施例中,所有待检测高压电缆的时间差 $t$ 是同时获得的。

[0032] 步骤S240,根据公式 $x=vt+1/2$ 计算得到放电源相对于每段待检测高压电缆的放电位置 $x$ 。与上一个实施例相同,时间差 $t$ 的正负不会影响对放电位置 $x$ 的确定。

[0033] 步骤S250,得到放电源在高压电缆上的放电位置。此处可以先确定出放电源是在那段待检测高压电缆中以及在该段待检测高压电缆中的具体位置,然后再确定放电源在整个高压电缆上的具体位置。确定放电源在那段待检测高压电缆中的方法比较多,例如可以通过检测放电信号衰减的程度或者通过放电位置 $x$ 的值来进行判断等。确定了放电源在那段待检测高压电缆中,对应计算出的该段待检测高压电缆的放电位置 $x$ 就是放电源在该段待检测高压电缆中的位置,然后该段待检测高压电缆在整个高压电缆中的位置是已知的,这样就能够确定放电源在整个高压电缆上的位置。从而实现了对放电源位置的准确确定。

[0034] 请参考图4,本发明的又一个实施例提供一种高压电缆局部放电定位装置。该高压电缆局部放电定位装置包括至少两组用于采集高压电缆不同位置放电信号的传感器、分别与每组传感器相连的多个监测终端120、与多个监测终端120同时相连的网络交换机140以

及与网络交换机140相连的放电监测集中器150。传感器与监测终端120之间通过同轴电缆相连,监测终端120、网络交换机140和放电监测集中器150之间通过光纤130相连。每相邻两个监测终端120检测它们之间的高压电缆200出现的放电信号传输至相邻两个监测终端120的时间差 $t$ 。放电集中器150根据相邻两组传感器之间的高压电缆的长度 $l$ 、放电信号在高压电缆中的传播速度 $v$ 和公式 $x=vt+l/2$ 计算放电源在高压电缆200中的放电位置 $x$ 。

[0035] 该高压电缆局部放电定位装置包括至少三组传感器。每组传感器均套接在高压电缆200的电缆接地线或交叉互联线上。每组传感器与每个监测终端120之间相连的同轴电缆的长度相同。这样可以保证信号传输时间相同。监测终端120相互串联在一起。监测终端120包括多个网络通信接口,这样多个监测终端120就可以通过网络通信接口串联在一起。例如,此处的监测终端120的数量为四个,分别为第一监测终端、第二监测终端、第三监测终端和第四监测终端。其中,第一监测终端和第二监测终端通过网络通信接口连在一起,第二监测终端和第三监测终端通过网络通信接口连在一起,第三监测终端和第四监测终端通过网络通信接口连在一起,第一监测终端和网络交换机140通过网络通信接口连在一起。每个监测终端120与一组传感器相对应连接。此处每一组传感器包括三个传感器,这三个传感器分别监测高压电缆200上同一位置的三相高压电缆中的一相高压电缆。各组传感器在高压电缆200线路上呈等间距排列。这样,这样可以方便计算放电源的位置,且有利于管理。

[0036] 相对于每个监测终端120均直接与网络交换机140相连接的方式,采用将监测终端120依次串联再与网络交换机140相连接的方式,可以方便现场的安装和后期的扩展,灵活性较高。这是因为,现场安装时,只需将各个监测终端120串接在一起,然后再与网络交换机140连接即可,无需每个监测终端120都去和网络交换机140连接;后期扩展时,只需将需要扩展的监测终端120串联进串联好的监测终端120即可,十分方便。

[0037] 该高压电缆局部放电定位装置的放电监测集中器150对任意两个相邻的监测终端120传来的数据作为一组数据进行分析处理后再进行统一处理。这样就可以将放电源的位置定位到对应的相邻两个监测终端120之间。

[0038] 该高压电缆局部放电在线监测装置的监测终端120包括模拟滤波放大电路、基于FPGA(Field-Programmable Gate Array,即现场可编程门阵列)的大容量高速数据采集电路、计时单元、高速处理器以及网络通信接口。监测终端120的滤波放大电路、基于FPGA的大容量高速数据采集电路和高速处理器的主要功能是完成局部放电信号的模拟放大、滤波降噪、高速数据采样、局放信号重构等预处理。计时单元可以记录接收到局部放电信号的时间。另外,监测终端120还可以对采集分析后的局部放电数据进行一定期限的数据保存,并可以通过主动或被动的方式与放电监测集中器150进行通讯,并将数据上传至放电监测集中器150作进一步处理。此处的监测终端120可以将与其相邻的一个监测终端测得的接收到局部放电信号的时间相减得到一个时间差 $t$ ,然后将该时间差 $t$ 传输到放电监测集中器150,由放电集中器计算放电源的位置。监测终端120也可以直接将接收到局部放电信号的时间传送给放电监测集中器150,由放电监测集中器150去计算时间差 $t$ 。

[0039] 该高压电缆局部放电定位装置在工作前会先进行对时,即至少保证相邻两个监测终端120同时开始对局部放电信号进行检测。此处是使所有监测终端120同时开始工作。这是由于放电监测集中器150发出的控制信号到各个监测终端120的时间不同造成的。经过对时步骤,放电监测集中器150发出的控制信号就能够使所有监测终端120同时开始工作。此

处可以通过放电监测集中器150分时发送控制信号到各个监测终端120以保证各个监测终端120同时接受到控制信号,然后各个监测终端120接受到控制信号即开始检测来实现所有监测终端120同时开始工作;也可以通过使放电监测集中器150同时发送控制信号到各个监测终端120,然后各个监测终端120接受到控制信号后延时相应的时间才即开始检测来实现所有监测终端120同时开始工作。

[0040] 在该实施例中,该高压电缆局部放电定位装置采用将监测终端120依次串联再与网络交换机140相连接的方式,该高压电缆局部放电定位装置在工作前进行对时的方法如下。定义每相邻两个监测终端120中的一个监测终端120作为主监测终端,另一个作为从监测终端。主监测终端会产生并发射一个光脉冲,同时开始计数。该脉冲沿光纤200传播到从监测终端。从监测终端获取到主监测终端发射的光脉冲后立即向主监测终端回复一个光脉冲信号。主监测终端接收到从监测终端发送过来的回复光脉冲信号,停止计数。根据计数的频率,可以得到光脉冲信号从主监测终端到从监测终端然后返回到主监测终端这一来一回所花费的总时间 $T_1$ 。主监测终端和从监测终端两端采用的电路可以近似为完全对称,那么采样延时时间 $T$ 就正好是 $T_1$ 的一半。此处的采样延时时间 $T$ 是指主监测终端发出采样光脉冲信号到从监测终端获取到这个光脉冲信号所需的时间。该高压电缆局部放电定位装置在进行局部放电检测与定位时,主监测终端在向从监测终端发出开始采样的信号后,需要等待一个采样延时时间 $T$ 才开始对高压电缆进行局部放电采样,从监测终端收到主监测终端发出的开始采样信号后对高压电缆进行局部放电采样,这样能保证主监测终端和从监测终端在同一时刻进行采样。

[0041] 该高压电缆局部放电定位装置在对时结束后就可以进行局部放电检测与定位。该高压电缆局部放电定位装置会周期性的对高压电缆200进行检测。检测时,放电监测集中器150会发出控制信号,控制信号通过网络交换机140和光纤传递给各个监测终端120;各个监测终端120同时开始检测有无接收到局部放电信号,当有局部放电产生时,相应的监测终端120会接收到局部放电信号,并记下接收到局部放电信号的时间,此处相邻两个监测终端120接收到局部放电信号的时间分别为 $t_1$ 和 $t_2$ ;接着,相邻两个监测终端120中的其中一个监测终端120会计算出它们接收到局部放电信号的时间差 $t$ (此处也可以由放电监测集中器150计算出时间差 $t$ )并将时间差 $t$ 传输给放电监测集中器150;放电集中器150根据相邻两组传感器之间的高压电缆的长度 $l$ 、放电信号在高压电缆中的传播速度 $v$ 和公式 $x=vt+l/2$ 计算放电源在相邻两组传感器之间的高压电缆200的放电位置 $x$ 。由于每组传感器的位置是知道的,所以放电源在整个高压电缆200中的位置也就可以确定。所以,该高压电缆局部放电定位装置能够准确确定高压电缆200上放电源的位置。

[0042] 上述高压电缆局部放电定位方法与装置首先检测待检测高压电缆出现的放电信号传输至待检测高压电缆两端时产生的时间差 $t$ ,然后根据公式 $x=vt+l/2$ 计算得到放电源在高压电缆上的放电位置 $x$ 。这样就能够准确检测出高压电缆局部放电的位置。

[0043] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

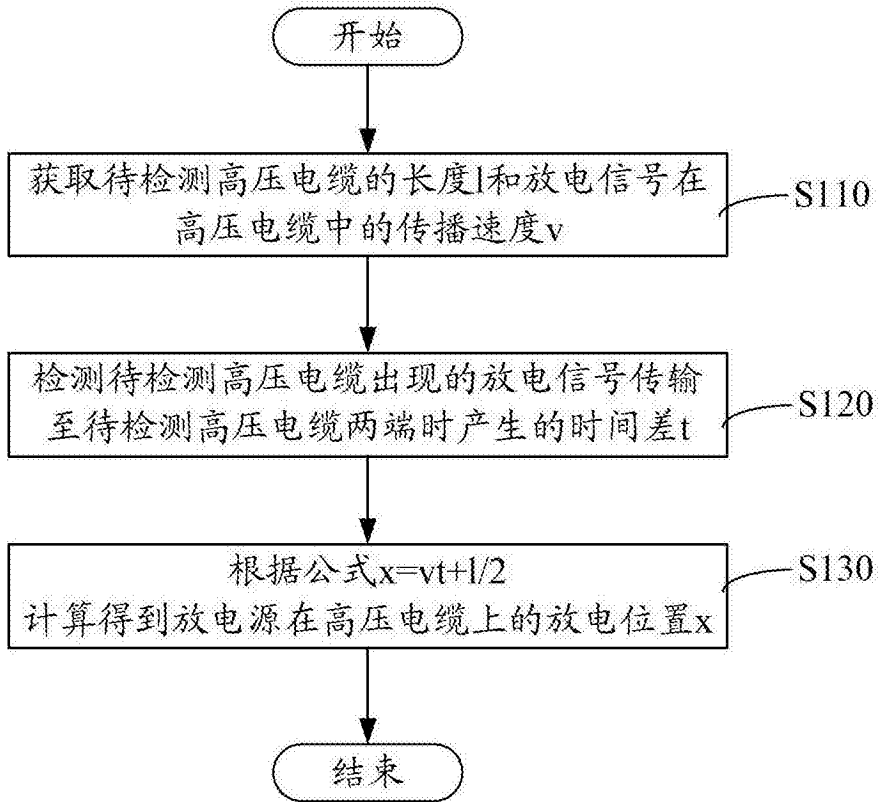


图1

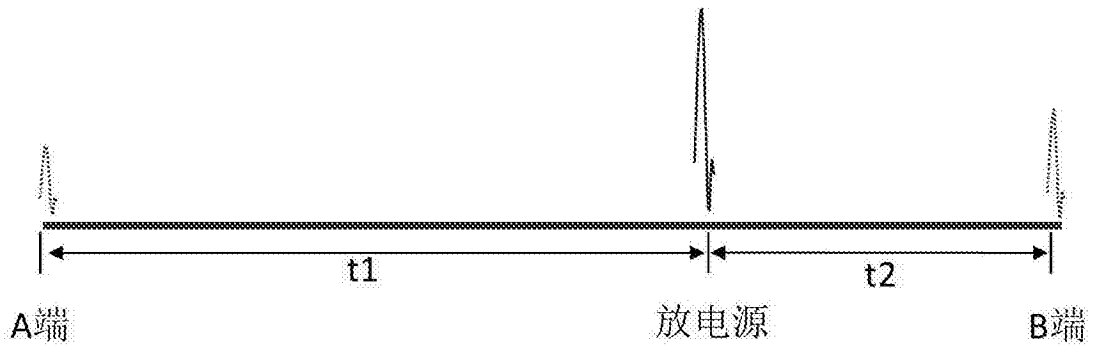


图2



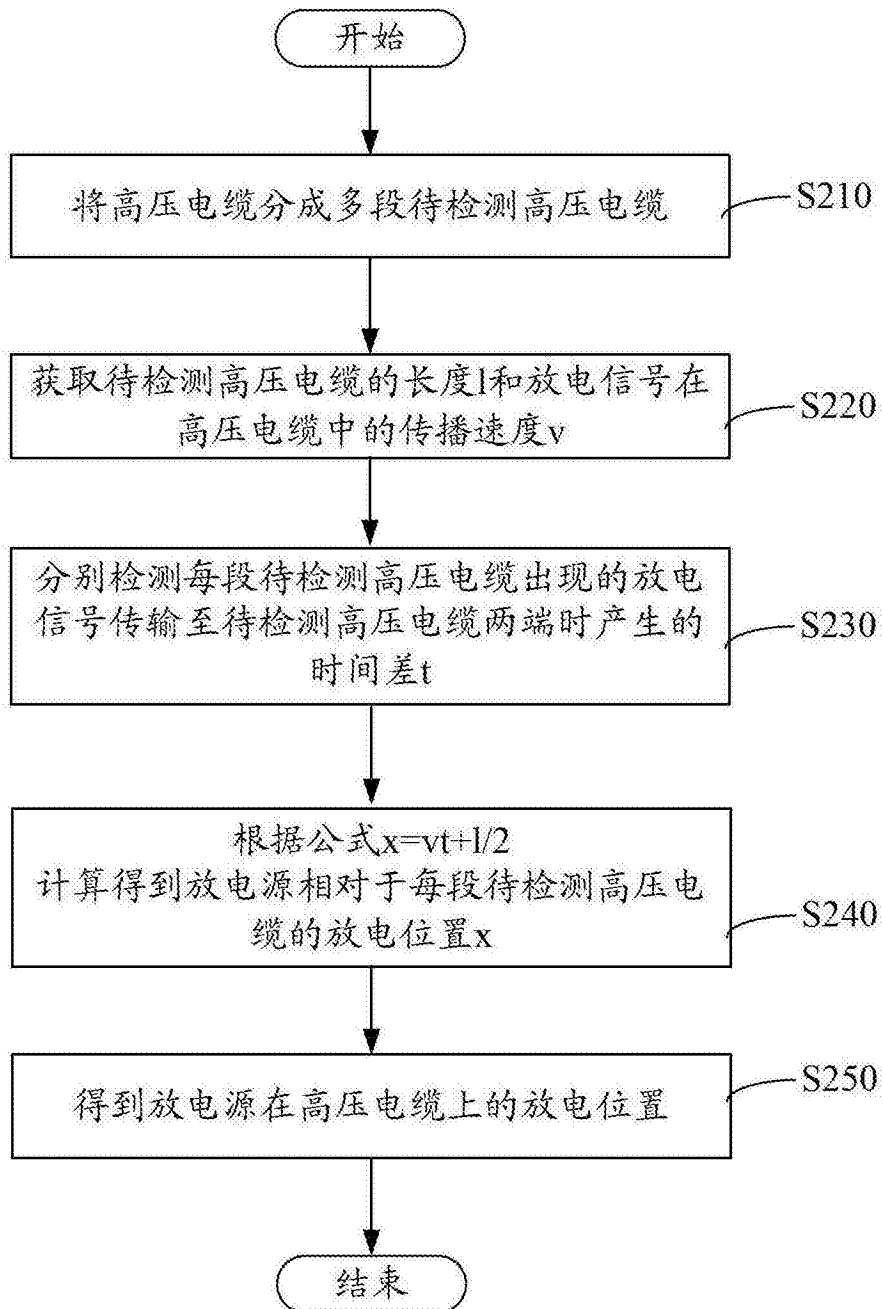


图3

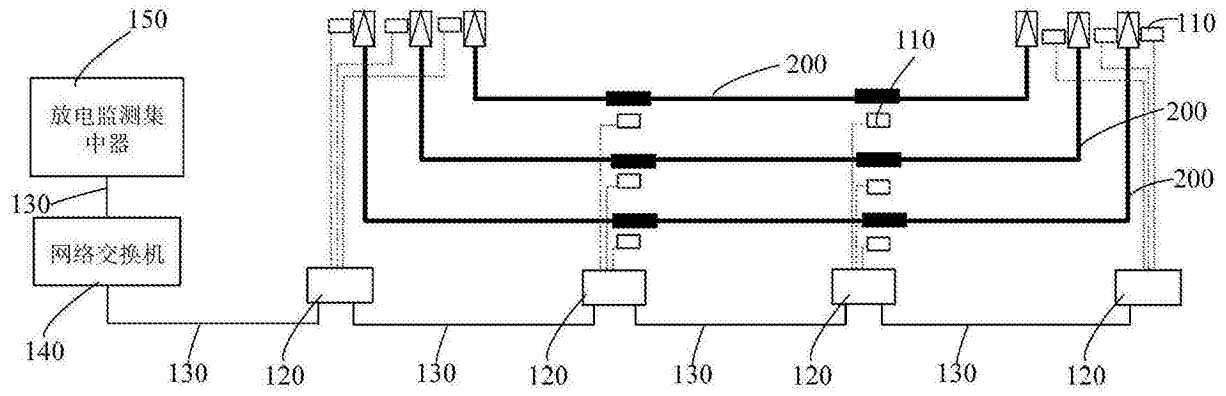


图4