



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102628903 A

(43) 申请公布日 2012.08.08

(21) 申请号 201210116045.6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012.04.19

G01R 31/00(2006.01)

G01R 33/02(2006.01)

(71) 申请人 河北省电力公司超高压输变电分公司

地址 050070 河北省石家庄市新华区钟盛路
66号

(72) 发明人 武建华 付伟平 隋少臣 赵京武
葛乃榕 张智 白剑忠 李增福
尹子会 邢建刚 霍春燕 段剑
常浩

(74) 专利代理机构 石家庄新世纪专利商标事务
所有限公司 13100

代理人 张杰

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种变电站接地网导体位置及网格结构探测方法

(57) 摘要

本发明涉及一种能在变电站正常运行的情况下探测变电站接地网地下导体的位置及网格结构的探测方法,其步骤为:1、利用地表面已有的下引导体线,在位置适当的两个下引导体线间接入正弦波电流源;2、以电流注入点为原点构建一个水平方向的直角坐标系;3、分别沿 x 和 y 方向测量地表面磁感应强度,并同时记录下出现峰值的位置坐标;4、依据测量结果,根据峰值坐标反推接地网结构,并绘制出接地网结构图,据此可以判断埋入地下的导体位置及接地网网格结构。其探测系统由探测信号发生部分和信号探测部分组成。本发明可在变电站正常运行的情况下,快速、准确地对变电站接地网地下导体、位置及结构进行探测,解决变电站接地网图纸丢失和缺损问题。

1. 一种变电站接地网导体位置及网格结构探测方法,其特征在于其操作步骤为:

(1) 利用地表面已有的下引导体线,在位置适当的两个下引导体线间接入正弦波电流源,向接地网注入电流,所述导体引线是指水平均压接地网与地表面设备相连的导体引线,所述位置适当其选择的的原则是:探测南北方向的地下导体,则尽量选择东西方向成直线或接近直线的两条上引导体线;探测东西方向的地下导体,则尽量选择南北方向成直线或接近直线的两条上引导体线;

(2) 以电流注入点为原点构建一个水平方向的直角坐标系;

(3) 分别沿 x 和 y 方向测量地表面磁感应强度,并同时记录下出现峰值的位置坐标;

(4) 依据测量结果,根据峰值坐标反推接地网结构,并绘制出接地网结构图:垂直于导体电流方向的地表面磁感应强度分量分布具有呈现波浪式变化的特征,每根导体上方对应出现一个峰值,即出现峰值的地方,其对应的地下存在导体,据此可以判断埋入地下的导体位置及接地网网格结构。

一种变电站接地网导体位置及网格结构探测方法

技术领域

[0001] 本发明属检测技术领域,具体涉及一种能在变电站正常运行的情况下,高效、简便、准确地探测变电站接地网地下导体的位置及网格结构的探测方法。

背景技术

[0002] 接地网在变电站安全运行中起着十分重要的作用,它不仅为变电站内各种电气设备提供一个公共的参考地,在系统故障或遭受雷击时还能迅速排泄故障电流并降低变电站内的地电位升,保护变电站内工作人员的人身安全和各种电气设备的安全和正常运行。接地装置一般为网格状的接地体,常常利用扁钢、圆钢、角钢、钢管或铜质材料等焊接组成网格,该网格常常埋于地下0.6~1米的深度,以便实现均压、散流和减小接地电阻的作用,根据需要在不同的网格位置处有接地导体与地面的电气设备相连。当变电站发生短路或遭受雷击等故障时,瞬间的大电流经接地网分散入地,接地电阻越小,接地网的电位升就越低,这样地表面的电位以及与接地网相连的电气设备的电位就低,从而保护电气设备和变电站内工作人员的人身安全。但是,由于腐蚀等原因,可能导致网格导体变细或者出现断点,破坏了接地网的原有结构,降低了接地性能,丧失了保护功能。

[0003] 接地网的设计和铺设图纸是查找接地网断点和严重腐蚀段,以及进行安全性能评估的前提,在实际工程中,有时会遇到接地网图纸与实际铺设存在偏差、图纸丢失或缺损的情况,从而给接地网的状态诊断和安全性能评估带来极大的困难。此时,常常通过大面积挖开检查,浪费大量的人力、物力和财力。

发明内容

[0004] 本发明的目的就在于提供一种探测变电站接地网地下导体的位置及网格结构的探测方法,其克服了现有技术的不足,操作简便,能够实现准确测量变电站接地网导体位置及网格结构。

[0005] 实现上述发明目的本发明采用的技术方案为:

一种变电站接地网导体位置及网格结构探测方法,其步骤为:

1、利用地表面已有的下引导体线,在位置适当的两个下引导体线间接入正弦波电流源,向接地网注入电流,所述导体引线是指水平均压接地网与地表面设备相连的导体引线,所述位置适当其选择的的原则是:探测南北方向的地下导体,则尽量选择东西方向成直线或接近直线的两条上引导体线;探测东西方向的地下导体,则尽量选择南北方向成直线或接近直线的两条上引导体线(因为,我们在地表面测量的是垂直于导体支路电流的磁感应强度分量,作为判断地下导体存在与否的判据);

2、以电流注入点为原点构建一个水平方向的直角坐标系;

3、分别沿x和y方向测量地表面磁感应强度,并同时记录下出现峰值的位置坐标;

4、依据测量结果,根据峰值坐标反推接地网结构,并绘制出接地网结构图:垂直于导体电流方向的地表面磁感应强度分量分布具有呈现波浪式变化的特征,每根导体上方对应出

现一个峰值,即出现峰值的地方,其对应的地下存在导体,据此可以判断埋入地下的导体位置及接地网网格结构。

[0006] 一种根据本发明上述方法所发明的变电站接地网导体位置及网格结构探测系统,其包括探测信号发生装置和信号探测装置,所述探测信号发生装置为采用正弦波工作方式的用于接在接地网地表面位置适当的两条下引导体线处之间产生磁感应强度的电流源 4;所述信号探测装置包括一探测小车 6 和安装在探测小车上的测距电路、探测线圈、信号调理电路和数据采集卡以及信号采集分析系统 7;所述探测线圈的信号输出端接信号调理电路的输入端,信号调理电路的输出端接数据采集卡的信号输入端,测距电路输出的测距脉冲接数据采集卡的触发输入端,数据采集卡的输出端接终端的采集分析系统。

[0007] 本发明中所述测距电路由包括安装在探测小车轮上的触发开关 K 和设在探测小车内电源 E 及电阻 R,开关 K、电源 E 及电阻 R 串联,电路脉冲输出端接数据采集卡的触发输入端。

[0008] 本发明中所述信号调理电路包括第一运算放大器 U1、第一二运算放大器 U2、滤波器 MF 及相应电阻元件,均接成电压跟随器;所述第一运算放大器 U1 的输入端接探测线圈,第一运算放大器 U1 的输出端通过电阻 R2 接滤波器 MF 的管脚 1,滤波器 MF 的管脚 2 接地,滤波器 MF 的管脚 3 通过电阻 R4 接第二运算放大器 U2 的管脚 3,滤波器 MF 的管脚 3 通过电阻 R3 接地,第二运算放大器 U2 的管脚 3 依次通过电阻 R4、R3 接地,运算放大器 U1、U2 的 1、8 管脚之间分别接调节电阻 R1、R6 接于运放的 1、8 管脚之间,电阻 R2 接于第一运算放大器 U1 和滤波器 MF 之间,第二运算放大器 U2 的输出端经电阻 R7 接采集分析系统的输入端口。

[0009] 本发明变电站接地网导体及网格结构探测系统,所述电流源采用 HAC-100A-50V 正弦波交流源,带通滤波器 MF 采用 MF-300 机械滤波器,所述运算放大器 U1、U2 采用 AD620,所述数据采集卡采用 PCI2322。本发明中设置在采集分析系统中的软件系统为基于数据采集卡和笔记本终端设计,利用 Labview 语言平台实现磁感应强度信号和测距信息的同时采集、记录与分析。

[0010] 本发明的有益效果为:

本发明用正弦波电流源,直接向接地网注入电流,利用探测线圈和相应的软件系统测量注入电流在地表面激发的磁感应强度分布,同时记录探测小车的位置。根据地表面磁感应强度的分布特征和规律,判断埋入地下的接地网导体位置及均压导体网格结构。本专利操作简便,在变电站复杂电磁环境下,可在变电站正常运行以及不挖开接地网的情况下,快速、准确地探测接地网地下导体位置,判断接地网水平均压导体网格结构,能够满足实际工程的检测需要。本专利解决了现有技术的难题,为接地网的状态检测和安全性能评估奠定了基础,节省了大量的人力、物力和财力。采用本发明在模拟接地网和多个变电站进行现场测试,其探测结果与实际情况非常一致,误差在 5% 以内,能够快速有效地寻找接地网地下导体位置,进而判断接地网网格结构。

[0011] 本发明在变电站复杂电磁环境下,基于仪表运放和机械滤波技术,通过与电流工作信号频率的配合调节,能够有效地抑制现场的电磁干扰,避开主要干扰频点,使测量精度和分辨率能够满足探测要求。

[0012] 本发明的创新包括以下方面:

- 1) 采用正弦波电流源,通过变电站接地网的两下引导体,直接注入电流;
 - 2) 基于电磁感应原理,利用探测小车(测距电路、探测线圈、信号调理电路、数据采集卡、软件系统),将接地网网格导体在地表激发的磁感应强度转变为感应电压信号,在变电站复杂电磁环境下,对信号进行滤波、放大和提取处理,进而得到注入电流在地表激发的磁感应强度分布;
 - 3) 实现了地表面磁感应强度的测量和探测小车移动距离的同步测量。
- [0013] 4) 在变电站不停电,不挖开接地网的情况下,依据测量得到的地表磁感应强度分布特征和规律,快速、准确地探测地下接地网导体位置和网格结构。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明实施例所述电流注入连接示意图;

图 2 为本发明实施例磁场测量时示意图;

图 3 为本发明实施例所述为测距电路原理图;

图 4 为本发明实施例所述信号调理电路原理图;

图 5 为本发明实施例所述软件系统流程图;

图 6 为本发明一具体实施例磁感应强度地表分布图;

图 7 为本发明一具体实施例 220kV 变电站主接地网探测结果。

[0015] 图中各标号为:1、接地网,2、下引导体线,3、地表面,4、电流源,5、地表回流线,6、探测小车,7、终端监视器,U、仪表放大器,MF、机械滤波器,R1 ~ R7、电阻。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图对专利作进一步详述。

[0017] 如附图 1、2 所示本发明实施例一种变电站接地网导体位置及网格结构探测方法,其步骤为:

- 1、利用地表面 3 已有的下引导体线 2,在位置适当的两个下引导体线 2 间通过地表回流线 5 接入正弦波电流源 4,向接地网 1 注入电流,所述下引导体线 2 是指水平均压接地网与地表面设备相连的导体引线,所述位置适当其选择的原则是:探测南北方向的地下导体,则尽量选择东西方向成直线或接近直线的两条上引导体线;探测东西方向的地下导体,则尽量选择南北方向成直线或接近直线的两条上引导体线;

- 2、以电流注入点为原点构建一个水平方向的直角坐标系;

- 3、分别沿 x 和 y 方向测量地表面磁感应强度,并同时记录下出现峰值的位置坐标,采用装配有信号探测装置的小车 6 实现地表面磁感应强度的测量和探测小车移动距离的同步测量;

- 4、依据测量结果,根据峰值坐标反推接地网结构,并绘制出接地网结构图:垂直于导体电流方向的地表面磁感应强度分量分布具有呈现波浪式变化的特征,每根导体上方对应出现一个峰值,即出现峰值的地方,其对应的地下存在导体,据此可以判断埋入地下的导体位置及接地网网格结构。

[0018] 如图 1、2、3、4、5 所示本发明实施例变电站接地网导体位置及网格结构探测系统,其包括探测信号发生装置和信号探测装置,所述探测信号发生装置为采用正弦波工作方式

的用于接在接地网地表面位置适当的两条下引导导体线处之间产生磁感应强度的电流源 4；所述信号探测装置包括一如图 2 所示的探测小车 6 和安装在探测小车上的测距电路、探测线圈、信号调理电路和数据采集卡以及信号采集分析系统；所述探测线圈的信号输出端接信号调理电路的输入端，信号调理电路的输出端接数据采集卡的信号输入端，测距电路输出的测距脉冲接数据采集卡的触发输入端，数据采集卡的输出端接终端的采集分析系统。

[0019] 本发明中所述测距电路由包括安装在探测小车轮上的触发开关 K 和设在探测小车 6 内的电源 E 及电阻 R，开关 K、电源 E 及电阻 R 串联，测距电路的脉冲输出端接数据采集卡的触发输入端。

[0020] 本发明中所述信号调理电路包括第一运算放大器 U1、第一二运算放大器 U2、滤波器 MF 及相应电阻元件，均接成电压跟随器；所述第一运算放大器 U1 的输入端接探测线圈，第一运算放大器 U1 的输出端通过电阻 R2 接滤波器 MF 的管脚 1，滤波器 MF 的管脚 2 接地，滤波器 MF 的管脚 3 通过电阻 R4 接第二运算放大器 U2 的管脚 3，滤波器 MF 的管脚 3 通过电阻 R3 接地，第二运算放大器 U2 的管脚 3 依次通过电阻 R4、R3 接地，运算放大器 U1、U2 的 1、8 管脚之间分别接调节电阻 R1、R6 接于运放的 1、8 管脚之间，电阻 R2 接于第一运算放大器 U1 和滤波器 MF 之间，第二运算放大器 U2 的输出端经电阻 R7 接采集分析系统的输入端口。

[0021] 本发明实施例中变电站接地网导体及网格结构探测系统，所述电流源采用 HAC-100A-50V 正弦波交流源，带通滤波器 MF 采用 MF-300 机械滤波器，所述运算放大器 U1、U2 采用 AD620，所述数据采集卡采用 PCI2322。所述电流源采用正弦波工作方式，工作频率采用 200 ~ 1kHz 范围内均可，输出电流 0 ~ 50A，负载范围 0.2 ~ 10 Ω ，总功率 5kW，可以在大电流工作状态下连续工作，满足了变电站接地网接地性能检测与故障诊断的多种需要。

[0022] 本发明将地表磁感应强度与测距定位测量与分析相结合，通过软件系统，根据地表磁感应强度的分布特征，显示地下导体及网格结构，其程序框图如图 5 所示首先进行初始化，然后创建欲存储数据的文件名，移动探测小车，轮子上的开关启动测距脉冲电路产生触发脉冲，在此脉冲的触发下，数据采集卡同步采集磁感应强度信号并存储到预先指定的数据文件中。测量结束后，自动分析测量数据，根据如前所述的技术方案，分别判断 x 和 y 方向的导体位置，并给出出现导体的位置坐标，绘制地网图。

[0023] 采用本发明在模拟接地网和多个变电站进行现场测试，其探测结果与实际情况非常一致，误差在 5% 以内，能够快速有效地寻找接地网地下导体位置，进而判断接地网网格结构。

[0024] 本发明的一个应用实例是：

如图 6 所示为在某 220kV 变电站主接地网地表面测量得到的 y 方向磁感应强度分布规律，由于垂直于导体电流方向的地表面磁感应强度分量分布具有波浪式变化的特征，每根导体上方对应出现一个峰值，反之，每个峰值下方将有一根导体存在的规律，可以据此判断出地下导体的位置以及沿 x 方向网格导体的分布情况，类似的也可以判断出 x 方向导体的位置以及研 y 方向网格导体的分布情况。图 7 是探测出的接地网主体网格结构。

[0025] 本发明的创新包括以下方面：

- 1) 采用正弦波电流源，通过变电站接地网的两下引导导体，直接注入电流；
- 2) 基于电磁感应原理，利用探测小车(测距电路、探测线圈、信号调理电路、数据采集

卡、软件系统),将接地网网格导体在地表激发的磁感应强度转变为感应电压信号,在变电站复杂电磁环境下,对信号进行滤波、放大和提取处理,进而得到注入电流在地表激发的磁感应强度分布;

3) 实现了地表面磁感应强度的测量和探测小车移动距离的同步测量。

[0026] 4) 在变电站不停电,不挖开接地网的情况下,依据测量得到的地表磁感应强度分布特征和规律,快速、准确地探测地下接地网导体位置和网格结构。

[0027] 本发明在变电站复杂电磁环境下,基于仪表运放和机械滤波技术,通过与电流工作信号频率的配合调节,能够有效地抑制现场的电磁干扰,避开主要干扰频点,使测量精度和分辨率能够满足探测要求。

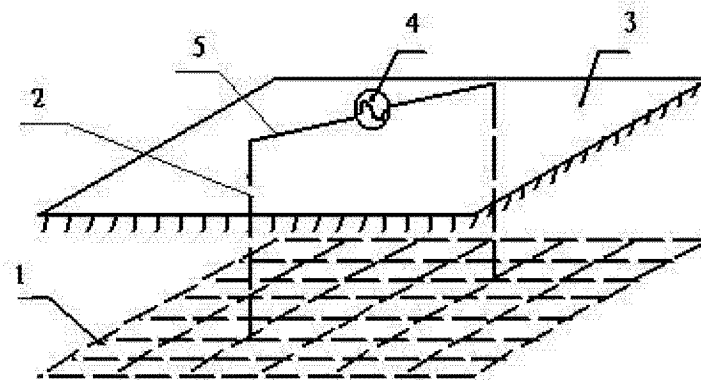


图 1

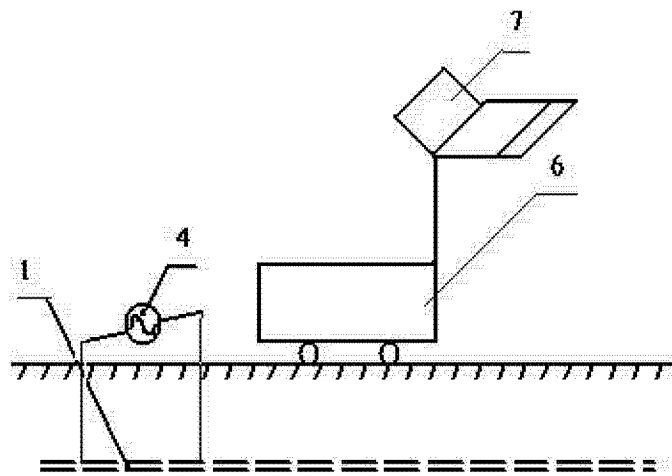


图 2

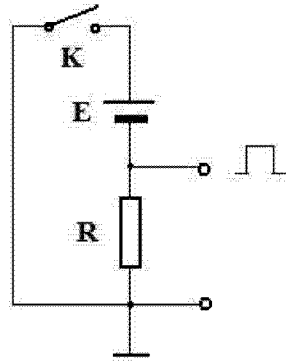


图 3

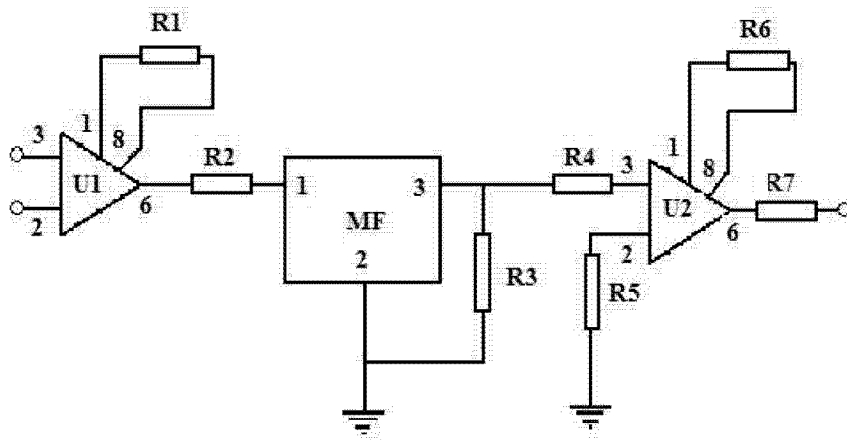


图 4

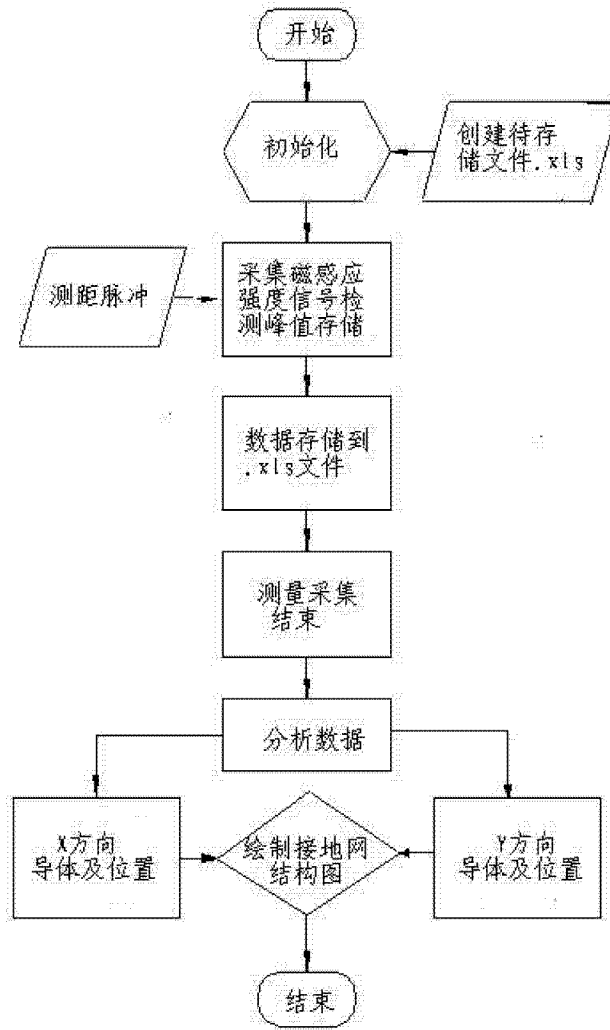


图 5

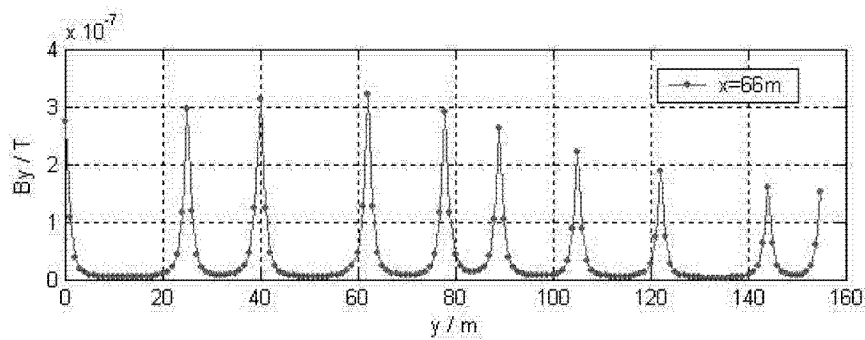


图 6

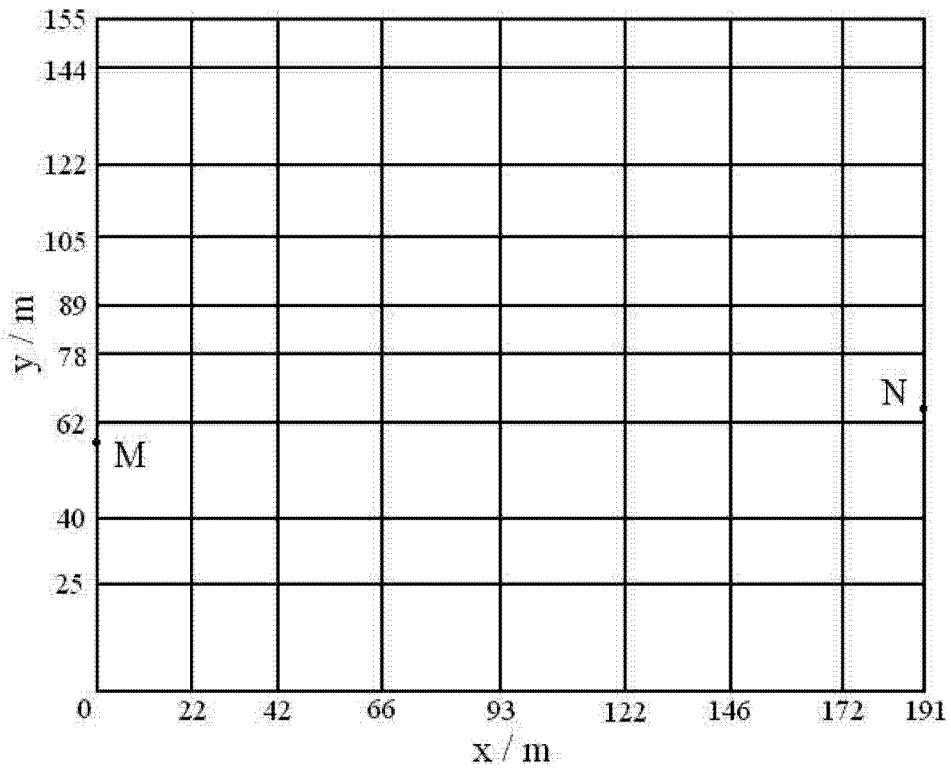


图 7