



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105929454 A

(43)申请公布日 2016.09.07

(21)申请号 201610296343.6

(22)申请日 2016.05.06

(71)申请人 中国科学院地球化学研究所

地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72)发明人 刘云 王赞 宋滔

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 裴娜

(51)Int.Cl.

G01V 3/04(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

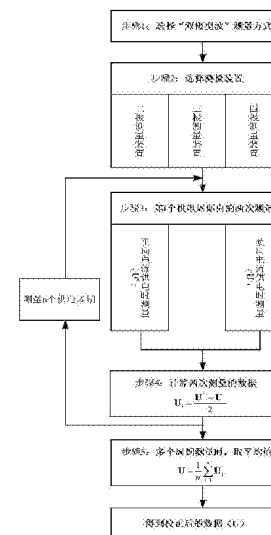
“双极性波”直流电法勘探方法

(57)摘要

本发明公开一种“双极性波”直流电法勘探方法,包括:选择仪器的发射电流形式为双极性波,双极性波在一个供电周期内供入一次正向电流+I和一次负向电流-I;在第i个供电周期内的正、负向电流供电的 t_1 、 t_2 时间点分别进行两次测量,其中 $i=1,2,3\cdots n$,n为正整数;将第i个供电周期内的正、负向电流供电时测量的数据

U^+ 、 U^- 按下式进行计算, $U_i = \frac{U^+ - U^-}{2}$; 选择n个

供电周期,得到n组一维数组 $U_1, U_2, \cdots, U_i, \cdots, U_n$, 计算平均值。



1. 一种“双极性波”直流电法勘探方法,其特征在于,包括:

选择仪器的发射电流形式为双极性波,双极性波在一个供电周期内供入一次正向电流+I和一次负向电流-I;

在第i个供电周期内的正、负向电流供电的 t_1 、 t_2 时间点分别进行两次测量,其中 $i=1, 2, 3, \dots, n$, n 为正整数;将第i个供电周期内的正、负向电流供电时测量的数据 U^+ 、 U^- 按下式进行计算,

$$U_i = \frac{U^+ - U^-}{2};$$

选择n个供电周期,得到n组一维数组 $U_1, U_2, \dots, U_i, \dots, U_n$,则按照下式进行计算平均值,即多次测量取平均值, $n=1, 2, 3, \dots, n$ 为正整数

$$U = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i。$$

2. 根据权利要求1所述的“双极性波”直流电法勘探方法,其特征在于,所述的第i个周期内的两次测量具体包括:在第i个供电周期内,正向电流供电时测量(U^+)

地面上设置一条测线,其中A为供电点,供入正向电流+I, $M_1 \sim M_n$ 为测点,在 t_1 时间点测量,有一干扰信号位于第i号测点处,所有测点测量的数据可以表示为一个一维数组 $U^+ = (u_1^+, u_2^+, \dots, u_i^+, \dots, u_n^+)$ 其中 n 为正整数;

负向电流供电时测量(U^-);

当在A供电点供入负向电流-I时,在 t_2 时间点测量,所有测点测量的数据可以表示为一个一维数组 $U^- = (u_1^-, u_2^-, \dots, u_i^-, \dots, u_n^-)$ 。

3. 根据权利要求1所述的“双极性波”直流电法勘探方法,其特征在于,直流电法的测量装置为二极测量装置、三极测量装置、四极测量装置。

“双极性波”直流电法勘探方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种“双极性波”直流电法勘探方法。

背景技术

[0002] 直流电法的勘探原理是：发射电极A、B(A为正电流极，B为负电流极)向地下供入直流电流，在地下介质中形成稳定的直流电场，再通过测量电极M、N测量出地面上各个测点的电位或电压(单个电极测量时，测量的参数为电位。多个电极测量时，既可以测量测点的电位，也可以测量出测点间的电位差，即电压)，根据测量的数据分析得出地下介质中直流电场的分布特点。

[0003] 目前，国内外直流电法的仪器发送电流形式为单极性波，测量装置形式有二极测量装置、三极测量装置、四极测量装置。详见如下：

[0004] (1)单极性波，单极性波形如图1所示，单极性波在一个供电周期(T)内只供入一次正向电流(+I)。其中，+I表示供入正向电流(A为正电流极，B为负电流极，正电流从A极供入)， t_1 为测量时间点，T为供电周期。单极性波的供电形式在一个供电周期内只测量一次。

[0005] (2)二极测量装置，二极测量装置如图2所示，其中，A为正向供电电极(正电流极)，供入正向电流；B极(负电流极)在无穷远处(B极与地面测线的距离大约为3~5倍测线长度)；M为测量电极，可以测量出M点处的电位值。

[0006] (3)三极测量装置，三极测量装置如图2所示，其中，A为正向供电电极(正电流极)，供入正向电流；B极(负电流极)在无穷远处(B极与地面测线的距离大约为5倍测线长度)；M、N为测量电极，可以测量出M、N点处的电位值，也可测量出M、N两点的电位值差，即电压值。

[0007] (4)四极测量装置，四极测量装置如图4所示，其中，A为正向供电电极(正电流极)，供入正向电流；B为负向供电电极(负电流极)，供入负向电流；M、N为测量电极，可以测量出M、N点处的电位值，也可测量出M、N两点的电位值差，即电压值。

[0008] 在以上介绍的直流电法中，都存在着抗干扰的技术难题：由于在自然界中存在着大量不规则运动的游离电流、自然电位等干扰信号，这些干扰信号与稳定直流电场往往迭加在一起，直接会影响到直流电法的测量结果，致使直流电法的数据处理和资料解释不准确。因此，如何有效消除直流电法中的干扰信号成为了地球物理勘探工作的技术难题。

[0009] 目前，国内外在直流电法消除干扰信号方面，主要是采用如下两种滤波技术：

[0010] (1)测量仪器中的电子滤波技术

[0011] 电子滤波技术是通过电子元器件对测量值进行筛选、剔除和平滑，主要包括有低通滤波法、高通滤波法、带通滤波法，以及限幅滤波法。用户在实际使用中，要根据实际情况选择不同的滤波器和滤波器参数。

[0012] 电子滤波技术只能消除有规则的干扰信号，如50Hz的工业、民用电流信号。但是，这种技术不能够消除随机干扰信号。

[0013] (2)数据处理中的数值滤波技术

[0014] 数值滤波技术是采用数学计算的方法剔除或平滑畸变数据，主要包括有中值滤波

法、“多点式”滤波法、样条平滑法。用户在数据预处理中,根据实际情况选择不同的数值滤波计算方式,剔除或平滑畸变数据,从而达到校正数据的目的。

[0015] 数值滤波技术在使用过程中,只能对数据进行平滑作用,不能有效识别出有用信号,对有用信号会产生一定破坏作用,对干扰信号也不能够完全剔除。

发明内容

[0016] 针对上述问题,本发明提供一种能够把有用信号无损提取出来,同时可以有效消除随机干扰信号的“双极性波”直流电法勘探方法。

[0017] 为达到上述目的,本发明“双极性波”直流电法勘探方法,包括:选择仪器的发射电流形式为双极性波,双极性波在一个供电周期内供入一次正向电流+I和一次负向电流-I;

[0018] 在第i个供电周期内的正、负向电流供电的 t_1 、 t_2 时间点分别进行两次测量,其中 $i=1,2,3,\dots,n$,n为正整数;将第i个供电周期内的正、负向电流供电时测量的数据 U^+ 、 U^- 按下式进行计算,

$$[0019] \quad U_i = \frac{U^+ - U^-}{2};$$

[0020] 选择n个供电周期,得到n组一维数组 $U_1, U_2, \dots, U_i, \dots, U_n$,则按照下式进行计算平均值,即多次测量取平均值, $n=1,2,3,\dots,n$ 为正整数

$$[0021] \quad U = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i。$$

[0022] 进一步地,所述的第i个周期内的两次测量具体包括:在第i个供电周期内,正向电流供电时测量(U^+)

[0023] 地面上设置一条测线,其中A为供电点,供入正向电流+I, $M_1 \sim M_n$ 为测点,在 t_1 时间点测量,有一干扰信号位于第i号测点处,所有测点测量的数据可以表示为一个一维数组 $U^+ = (u_1^+, u_2^+, \dots, u_i^+, \dots, u_n^+)$,其中,n为正整数;

[0024] 负向电流供电时测量(U^-);

[0025] 当在A供电点供入负向电流-I时,在 t_2 时间点测量,所有测点测量的数据可以表示为一个一维数组 $U^- = (u_1^-, u_2^-, \dots, u_i^-, \dots, u_n^-)$ 。

[0026] 进一步地,直流电法的测量装置为二极测量装置、三极测量装置、四极测量装置。

[0027] 有益效果

[0028] 本发明“双极性波”直流电法勘探方法与现有技术具备如下有益效果:

[0029] 本发明“双极性波”直流电法勘探方法:在直流电法基础上,把发射电流的“单极性波”电流改进为“双极性波”电流。根据干扰信号对正、负电流影响相同的原理,直流电法在正、负电流供电期间各测量一次数据,通过简单的数学计算,简单易行,直接可以在现行的测量仪器上改动实现,无需在后期的数据预处理上进行计算得到,其测量效率和测量精度都大大高于目前的技术方法。

附图说明

[0030] 图1是单极性波示意图;

- [0031] 图2是二极测量装置示意图；
[0032] 图3是三极测量装置示意图；
[0033] 图4是四极测量装置示意图；
[0034] 图5本发明“双极性波”直流电法勘探方法的流程图；
[0035] 图6本发明“双极性波”直流电法勘探方法的双极性波示意图；
[0036] 图7本发明“双极性波”直流电法勘探方法的正向电流供电时测量示意图；
[0037] 图8本发明“双极性波”直流电法勘探方法的正向电流供电时测量结果曲线图；
[0038] 图9本发明“双极性波”直流电法勘探方法的负向电流供电时测量示意图；
[0039] 图10本发明“双极性波”直流电法勘探方法的负向电流供电时测量结果曲线图；
[0040] 图11本发明“双极性波”直流电法勘探方法的第*i*个供电周期内的数据结果 U_i 曲线图；
[0041] 图12本发明“双极性波”直流电法勘探方法的地电模型示意图；
[0042] 图13“单极性波”直流电法测量结果；
[0043] 图14“双极性波”直流电法测量结果；
[0044] 图15“单极性波”直流电法测量结果；
[0045] 图16“双极性波”直流电法测量结果；
[0046] 图17“单极性波”直流电法测量结果；
[0047] 图18“双极性波”直流电法测量结果。

具体实施方式

- [0048] 下面结合附图对本发明做进一步的描述。
[0049] 实施例
[0050] 本实施例“双极性波”直流电法勘探方法,包括:
[0051] 步骤1:选择“双极性波”测量方式
[0052] 此步骤内容为选择仪器的发射电流形式为双极性波。双极性波形如图6所示,双极性波在一个供电周期(T)内供入一次正向电流($+I$)和一次负向电流($-I$)。
[0053] 图6双极性波示意图,其中, $+I$ 表示供入正向电流(A 为正电流极, B 为负电流极,正电流从 A 极供入), $-I$ 表示供入负向电流(A 为负电流极, B 为正电流极,负电流从 A 极供入), t_1 、 t_2 分别为供入正、负向电流的测量时间点, T 为供电周期。双极性波的供电形式在一个供电周期内测量两次。
[0054] 步骤2:选择“测量装置
[0055] 此步骤内容为选择直流电法的测量装置。如图2、3、4所示,直流电法的测量装置常见的有:二极测量装置、三极测量装置、四极测量装置。
[0056] 步骤3:第*i*个周期内的两次测量
[0057] 此步骤内容为当采用双极性波形供电时,如图6所示,在第*i*个供电周期内的正、负向电流供电的 t_1 、 t_2 时间点分别进行两次测量,其中 $i=1,2,3\cdots n$, n 为正整数。
[0058] (1)正向电流供电时测量(U^+)
[0059] 如图7所示,地面上有一条测线,其中 A 为供电点,供入正向电流 $+I$, $M_1\sim M_7$ 为测点,在 t_1 时间点测量。

[0060] 图7正向电流供电时测量示意图,有一干扰信号位于第4号测点处,干扰信号为0.2mv,各个测点的测量结果如图8正向电流供电时测量结果曲线图所示,其中,横坐标为测点(1~7),纵坐标为各个测点的电位值 U^+ (单位mv),上标“+”表示正向电流供电,所有测点测量的数据可以表示为一个一维数组 $\mathbf{U}^+ = (u_1^+, u_2^+, u_3^+, u_4^+, u_5^+, u_6^+, u_7^+)$ 。显然,在第4号测点处有一畸变信号值。

[0061] (2)负向电流供电时测量(U^-)

[0062] 如图9负向电流供电时测量示意图所示,当在A供电点供入负向电流 $-I$ 时,在 t_2 时间点测量。

[0063] 测量结果如图10负向电流供电时测量结果曲线图所示,其中,横坐标为测点(1~7),纵坐标为各个测点的电位值 U^- (单位mv),上标“-”表示负向电流供电,所有测点测量的数据可以表示为一个一维数组 $\mathbf{U}^- = (u_1^-, u_2^-, u_3^-, u_4^-, u_5^-, u_6^-, u_7^-)$ 。显然,在第4号测点处同样也有一畸变信号值。

[0064] 步骤4:计算两次测量的数据

[0065] 此步骤内容为将第 i 个供电周期内的正、负向电流供电时测量的数据 U^+ 、 U^- 按下式进行计算,

$$[0066] \quad U_i = \frac{U^+ - U^-}{2}$$

[0067] 则,这两次测量的数据的具体计算方式可为,

$$[0068] \quad u_1 = \frac{u_1^+ - u_1^-}{2}, \quad u_2 = \frac{u_2^+ - u_2^-}{2}, \quad u_3 = \frac{u_3^+ - u_3^-}{2}, \quad u_4 = \frac{u_4^+ - u_4^-}{2}, \quad u_5 = \frac{u_5^+ - u_5^-}{2},$$

$$u_6 = \frac{u_6^+ - u_6^-}{2}, \quad u_7 = \frac{u_7^+ - u_7^-}{2}。$$

[0069] 则,可以计算得到第 i 个供电周期内的数据结果 U_i ,如图11第 i 个供电周期内的数据结果 U_i 曲线图所示,其中,横坐标为测点(1~7),纵坐标为各个测点的电位值 U_i (单位mv),下标“ i ”表示第 i 个供电周期,所有测点测量的数据可以表示为一个一维数组 $U_i = (u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7)$ 。显然,在第4号测点处的畸变信号完全被消除,所有的有用信号都无损提取出来。

[0070] 如果用户选择了多个测量周期时,则重复步骤3、步骤4,便得到多组数据 $U_1, U_2, \dots, U_i, \dots, U_n$ 。

[0071] 步骤5:多个周期测量时,取平均值

[0072] 在一般情况下,选择一个供电周期即可以达到较好的消除干扰信号效果。为了达到较高的消除干扰信号效果,也可以选择多个供电周期,如3个或更多。

[0073] 如果用户选择了 n 个供电周期时,得到 n 组一维数组 $U_1, U_2, \dots, U_i, \dots, U_n$ 。则按照下式进行计算平均值,即多次测量取平均值。

$$[0074] \quad U = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i。$$

[0075] 为验证本发明技术的有效性,采用计算机仿真模拟方式设计一个地电模型,并在地下加入了随机干扰信号,以二极测量装置、三极测量装置、四极测量装置分别采用“单极

性波”直流电法和“双极性波”直流电法进行测量和对比分析。

[0076] 如图12地电模型示意图所示,在地下围岩中有一低阻体,已知围岩的电阻率 $\rho_0=100\ \Omega\cdot\text{m}$,低阻体的电阻率 $\rho_1=10\ \Omega\cdot\text{m}$ 。

[0077] (1)二极测量装置

[0078] 二极测量装置采用“单极性波”直流电法测量结果如图13“单极性波”直流电法测量结果所示,采用“双极性波”直流电法测量结果如图14“双极性波”直流电法测量结果所示。

[0079] (2)三极测量装置

[0080] 三极测量装置采用“单极性波”直流电法测量结果如图15“单极性波”直流电法测量结果所示,采用“双极性波”直流电法测量结果如图16“双极性波”直流电法测量结果所示。

[0081] (3)四极测量装置

[0082] 四极测量装置采用“单极性波”直流电法测量结果如图17“单极性波”直流电法测量结果所示,采用“双极性波”直流电法测量结果如图18“双极性波”直流电法测量结果所示。

[0083] 如图13、15、17和图14、16、17所示,采用“单极性波”直流电法测量结果由于受到随机干扰信号的影响,曲线形态发生较大畸变;然而,采用“双极性波”直流电法测量结果,随机干扰信号已完全被消除,曲线形态恢复正常。

[0084] 本发明简单易行,直接可以在现行的测量仪器上改动实现,无需在后期的数据预处理上进行计算得到,其测量效率和测量精度都大大高于目前的技术方法。

[0085] 对本发明应当理解的是,以上所述的实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细的说明,以上仅为本发明的实施例而已,并不用于限定本发明,凡是在本发明的精神原则之内,所作出的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内,本发明的保护范围应该以权利要求所界定的保护范围为准。

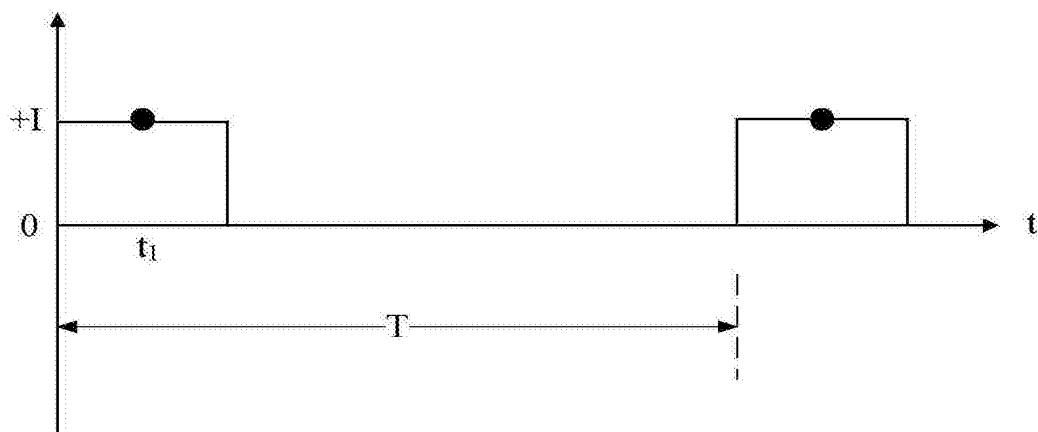


图1

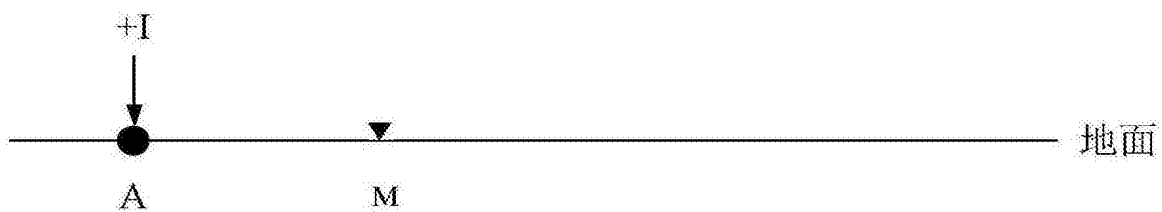


图2

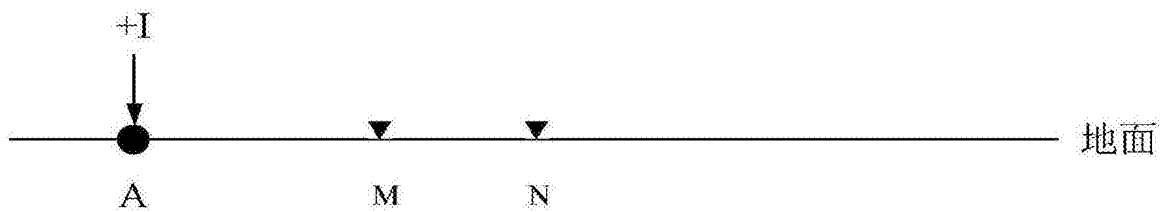


图3

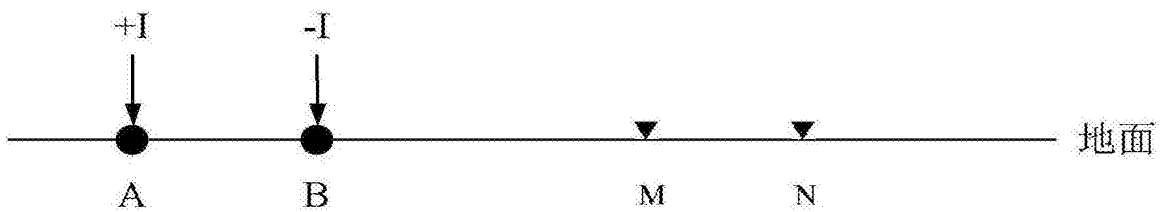


图4

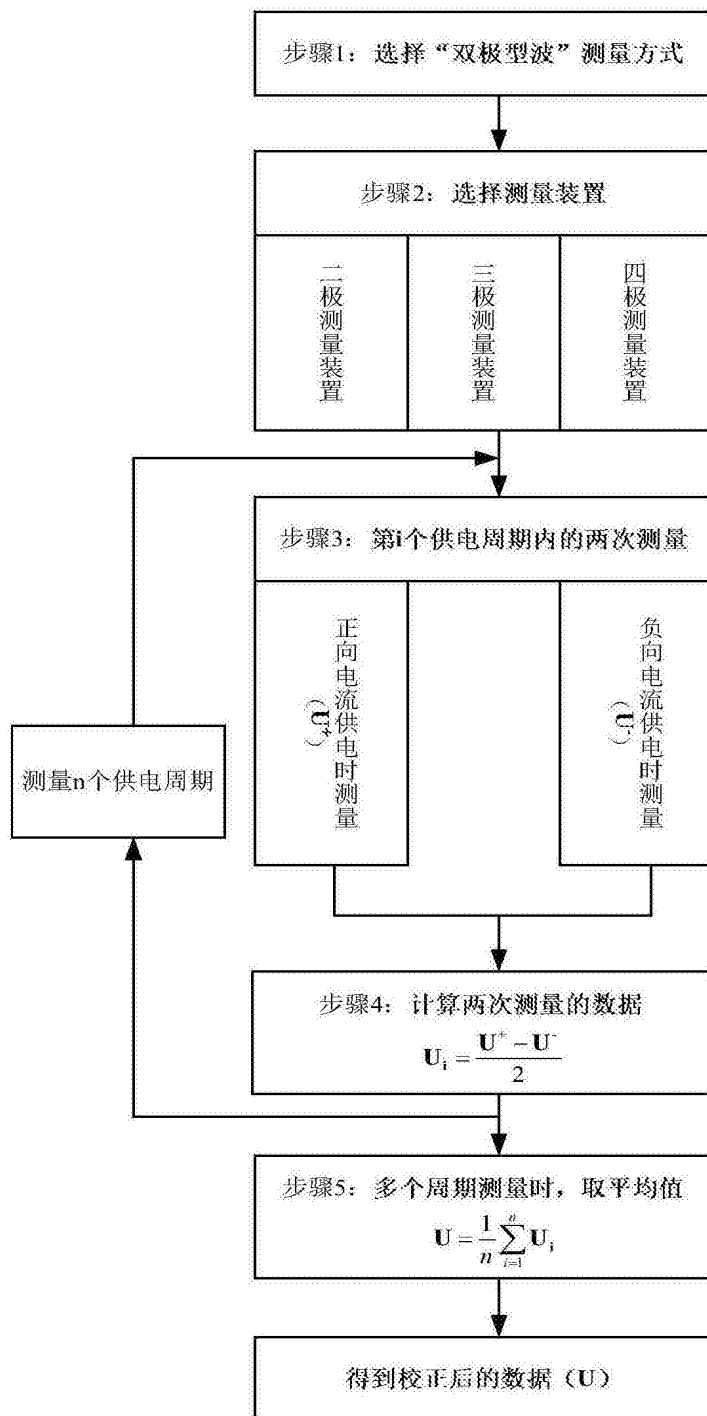


图5

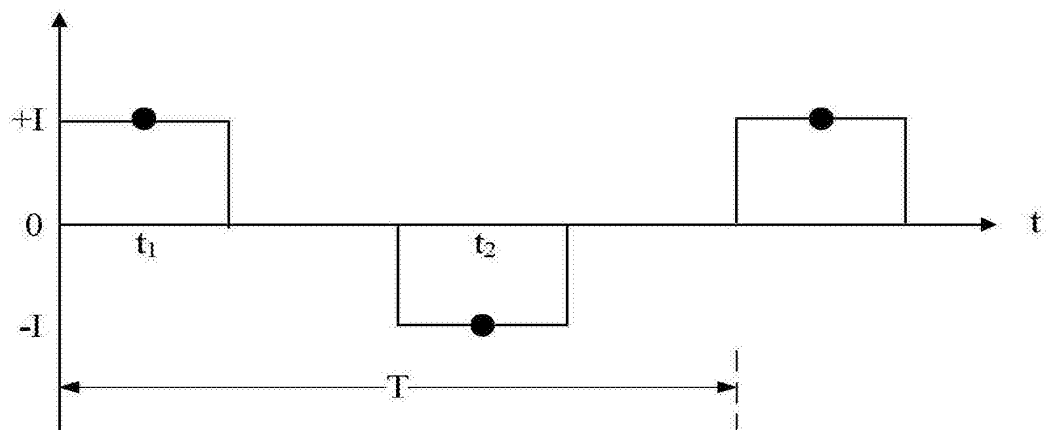


图6

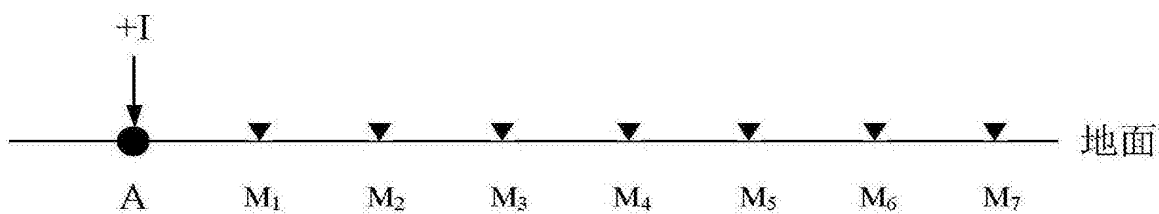


图7

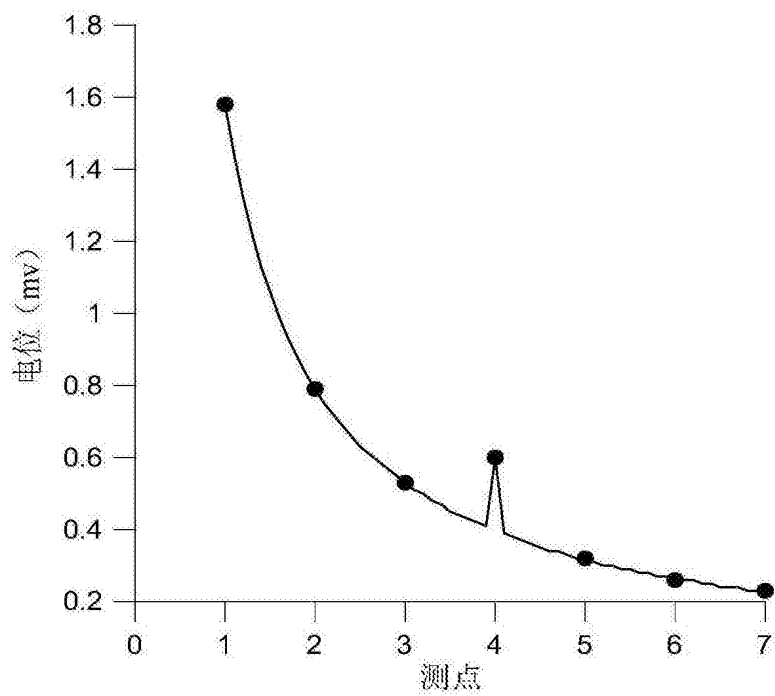


图8

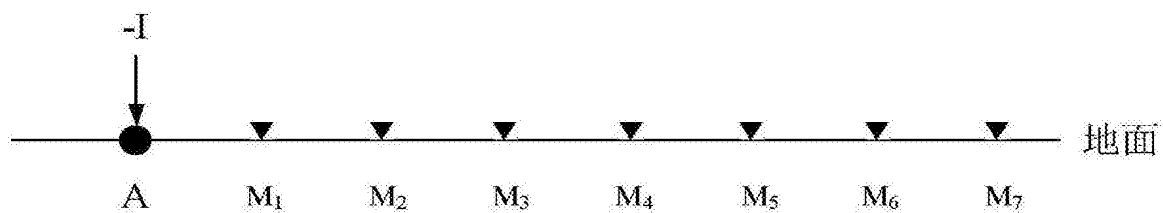


图9

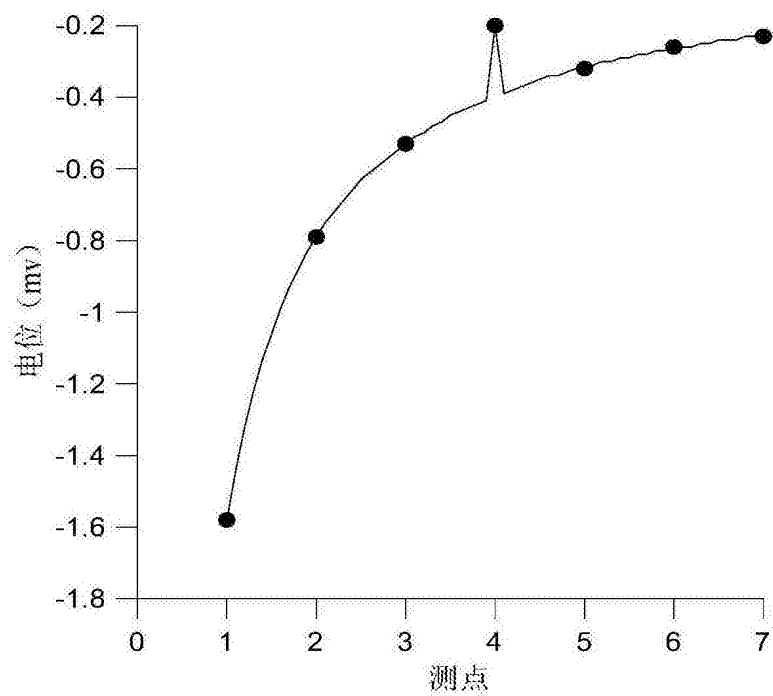


图10

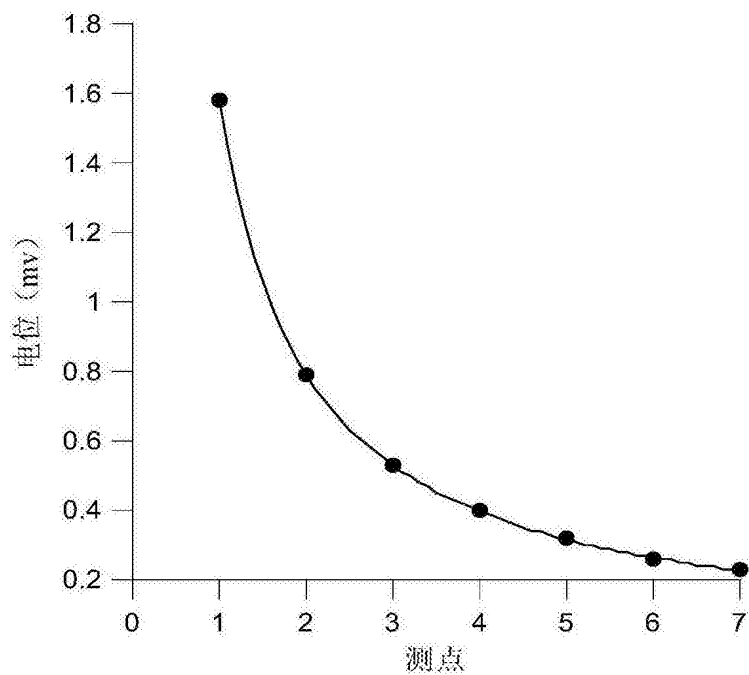


图11

地面

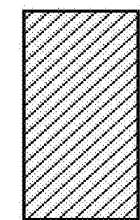
 $\rho_1 = 10\Omega \cdot m$ $\rho_0 = 100\Omega \cdot m$

图12

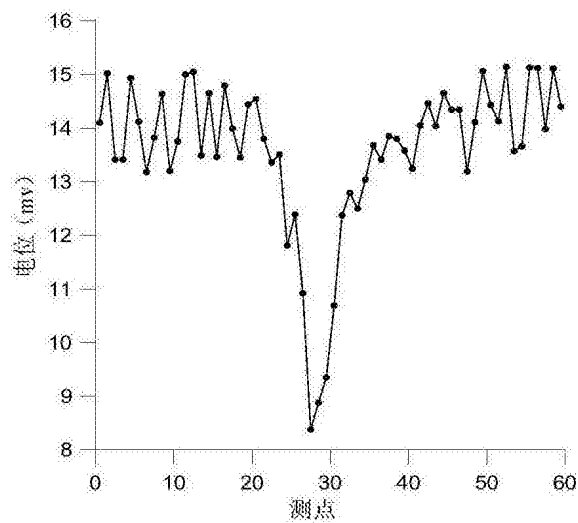


图13

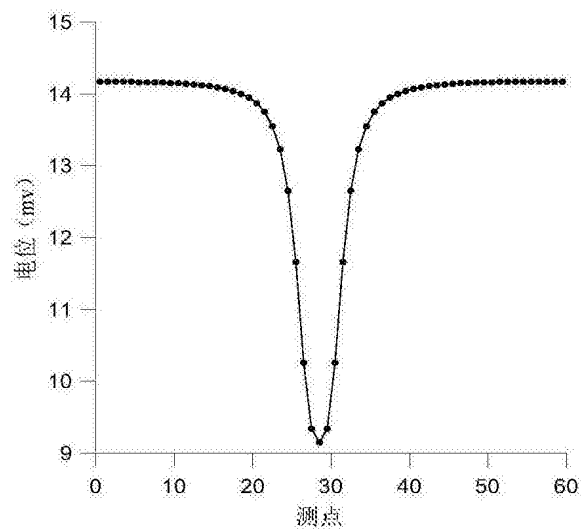


图14

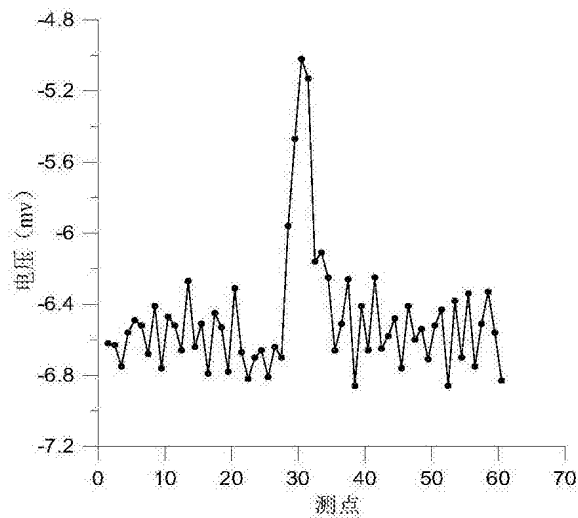


图15

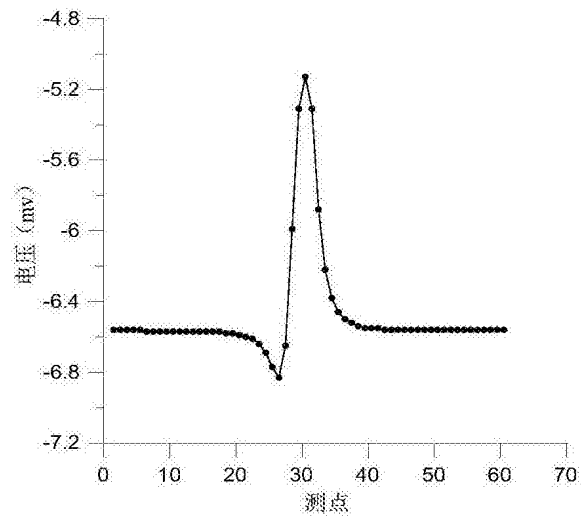


图16

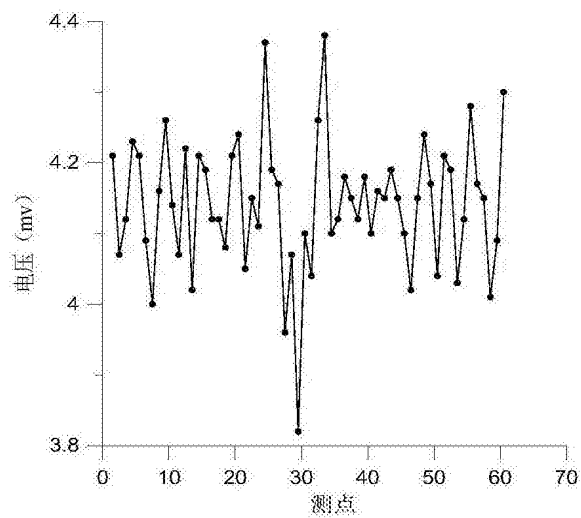


图17

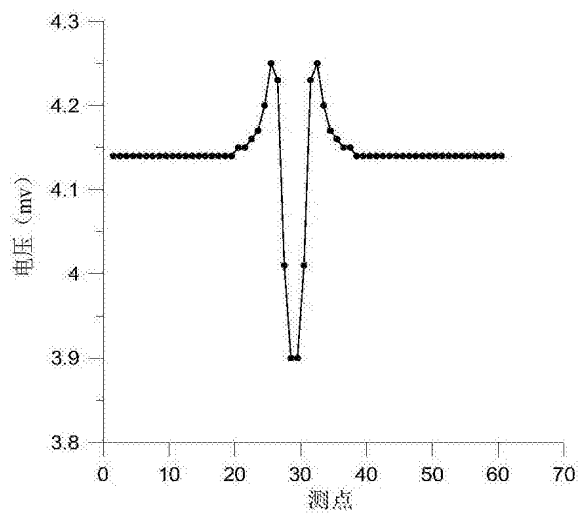


图18