



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108345719 B

(45) 授权公告日 2021.09.17

(21) 申请号 201810042576.2

E21B 49/00 (2006.01)

(22) 申请日 2018.01.17

G06F 111/10 (2020.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108345719 A

(56) 对比文件
CN 103573250 A, 2014.02.12
CN 107045154 A, 2017.08.15

(43) 申请公布日 2018.07.31

审查员 李会

(73) 专利权人 中国石油大学(华东)
地址 266580 山东省青岛市黄岛区经济技术开发区长江西路66号

(72) 发明人 王磊 范宜仁 霍立壮 邓少贵 邢涛

(74) 专利代理机构 青岛润集专利代理事务所
(普通合伙) 37327
代理人 赵以芳

(51) Int. Cl.
G06F 30/20 (2020.01)

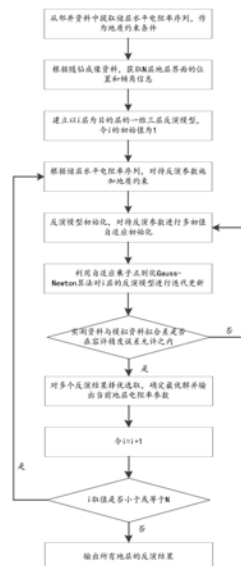
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种大斜度井/水平井随钻电磁波测井资料
钻后反演方法

(57) 摘要

本发明公开了一种大斜度井/水平井随钻电磁波测井资料钻后反演方法。所述反演方法包括如下步骤:s1.获取邻近导眼井测井资料,提取储层水平电阻率序列;s2.基于大斜度井/水平井随钻成像资料,确定地层界面位置、倾角信息;s3.对步骤s2划分后的地层进行逐层处理,并建立简化的一维三层反演模型以减少反演参数个数;s4.根据步骤s1提取的储层水平电阻率序列变化范围,对反演参数施加地质约束;s5.对反演参数进行多初值自适应初始化;s6.利用自适应乘子正则化Gauss-Newton算法对地层模型进行迭代更新;s7.优选并输出反演结果。本发明方法提高了大斜度井/水平井随钻电磁波测井钻后反演的速度与精度。



CN 108345719 B

1. 一种大斜度井/水平井随钻电磁波测井资料钻后反演方法,其特征在于,包括如下步骤:

s1. 从邻井资料中提取储层水平电阻率序列,作为地质约束条件;

s2. 根据随钻成像资料,获取N层地层界面的位置和倾角信息;

s3. 对步骤s2划分的N层地层进行逐层处理,建立以i层为目的层的一维三层反演模型,其中,第i层倾角信息已知,井眼与地层位置关系明确;令i的初始值为1;

上述反演模型中,待反演参数包括上/下围岩电阻率以及当前地层的水平电阻率和垂直电阻率;

s4. 根据步骤s1提取的储层水平电阻率序列,对待反演参数施加地质约束;

s5. 反演模型初始化,对待反演参数进行多初值自适应初始化;

s6. 利用自适应乘子正则化Gauss-Newton算法对i层的反演模型进行迭代更新;

利用自适应乘子正则化Gauss-Newton算法,对随钻电磁波测井资料进行反演,若实测资料与模拟资料拟合差在容许精度误差允许之内,执行步骤s7;若误差较大,执行步骤s5;

s7. 对步骤s6得到的多个反演结果择优选取,确定最优解并输出当前地层电阻率参数;

s8. 令 $i = i + 1$,判断新的i取值是否小于或等于N,若是,则建立以该新的i层为目的层的一维三层反演模型,重复执行上述步骤s4-s7;若否,则执行步骤s9;

s9. 输出所有地层的反演结果;

所述步骤s5具体为:

s5.1. 基于步骤s1和s2给出的地层信息,分别确定各待反演参数初值的选取数量;各待反演参数初值选取方式,具体步骤参照s5.2-s5.4:

s5.2. 根据层界面位置及分层信息,确定目的层厚度,根据目的层厚度选取多组水平电阻率 $\mathbf{R}_h = [R_h^1 \cdots R_h^{n1}]$,n1表示初值总数;

s5.3. 根据目的层水平电阻率初值确定垂直电阻率 R_v ;

s5.4. 三层反演模型分为三种,即高阻模型 $R_h > R_{up}, R_h > R_{dn}$ 、低阻模型 $R_h < R_{up}, R_h < R_{dn}$ 和阶梯状模型 $R_{up} < R_h < R_{dn}, R_{dn} < R_h < R_{up}$;

基于上述模型假设,对上/下围岩电阻率选取多组初值 $\mathbf{R}_{up} = [R_{up}^1 \cdots R_{up}^{n2}]$, $\mathbf{R}_{dn} = [R_{dn}^1 \cdots R_{dn}^{n3}]$,n2和n3分别表示上/下围岩电阻率初值总个数;

s5.5. 对s5.2-s5.4给出的多组初值进行随机组合,得到 $n1 * n2 * n3$ 组初始模型;对初始模型进行自适应乘子正则化Gauss-Newton反演迭代,获取多组反演结果;

所述步骤s5.2中,水平电阻率 R_h 的选取规则为:

1) 目的层层厚 $> 2m$ 时,选取 R_h 初值1个,为视电阻率曲线中间部分平均值;

2) $1m < 目的层层厚 < 2m$ 时,选取初值3个,其中一个初值为电阻率曲线中间部分平均值,另外两个初值的选取保证一个初值大于平均值,另一个小于平均值;

3) 目的层层厚 $< 1m$ 时,选取初值5个;

所述步骤s6具体为:

基于最小二乘方法,采用代价函数 $C(x)$,第k步迭代中可表示为:

$$C_k(\mathbf{x}) = \frac{1}{2} \|\mathbf{W}_d \cdot (\mathbf{S}(\mathbf{x}_k) - \mathbf{d})\|^2 \cdot R_k(\mathbf{x}) \quad (1)$$

式中,代价函数的第一项表示实测数据 d 与正演响应 $S(x)$ 的 L_2 范数;

x 为待反演的参数矢量, $x = \{R_{up}, R_{dn}, R_h, R_v\}^T$,其中, R_{up}, R_{dn} 表示上下围岩电阻率, R_h, R_v 表示当前地层的各向异性电阻率;

W_d 为不同测量模式数据的权重系数矩阵, $R_k(x)$ 表示自适应正则化项:

$$\begin{cases} R_k(x) = \eta_k \\ \eta_k = (\|x - x_k\|^2 + \delta)^{-1} \end{cases} \quad (2)$$

式中, δ 为实验值;

采用Gauss-Newton最优化方法对(1)求解,另其对 x 导数为零,得到 $\frac{\partial C_k(x)}{\partial x} = 0$,经过第 k 次迭代得到:

$$x^{k+1} = x^k - \frac{J^T(x^k) \cdot W_d^T \cdot W_d \cdot (S(x^k) - d) + \eta_k F(x^k) \cdot (x^k - x^{k-1})}{J^T(x^k) \cdot W_d^T \cdot W_d \cdot J(x^k) + \eta_k F(x^k) + \eta_k (x^k - x^{k-1}) \cdot J^T(x^k) \cdot W_d^T \cdot W_d \cdot (S(x^k) - d)} \quad (3)$$

式中, J 为雅克比矩阵, T 表示矩阵的转置, $F(x^k) = \frac{1}{2} \|W_d \cdot (S(x) - d)\|^2$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种大斜度井/水平井随钻电磁波测井资料钻后反演方法,其特征在于,所述步骤s5.3中,垂直电阻率 $R_v =$ 水平电阻率 $R_h \times 3$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种大斜度井/水平井随钻电磁波测井资料钻后反演方法,其特征在于,所述步骤s5.4中,若有上一层反演结果 $R_{h_{i-1}}$,则令 $R_{up} = R_{h_{i-1}}, n2 = 1$ 。

一种大斜度井/水平井随钻电磁波测井资料钻后反演方法

技术领域

[0001] 本发明涉及石油勘探开发领域,属于电测井方法范畴,具体的说是涉及一种大斜度井/水平井随钻电磁波测井资料钻后反演方法。

背景技术

[0002] 大斜度井/水平井钻井过程中,随钻电磁波测井视电阻率曲线“犄角”是地层界面的良好指示,但其远高于储层真实电阻率,这对储层精确测井评价提出了巨大的挑战。同时,受地层邻近地层界面、相对倾角及各向异性等影响,不同探测深度的视电阻率曲线分离严重,地层真实电阻率获取困难。因此,地层真实电阻率信息的准确反演是储层评价首要解决的关键问题之一。截至目前,随钻电磁波测井资料快速反演在钻后储层精细评价方面主要存在以下四个问题:1)反演计算中采用的多层模型速度慢;2)多层模型反演参数多, Jacobian 计算量大;3)多层反演模型假定各个层倾角一致,其在倾角快速变化的地层结构中的反演结果精度降低;4)从最优化角度考虑,目标函数存在多个局部极小值,反演结果易困于局部极小值。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提出一种大斜度井/水平井随钻电磁波测井资料钻后反演方法,以期为储层评价提供准确地层信息。

[0004] 本发明为了实现上述目的,采用如下技术方案:

[0005] 一种大斜度井/水平井随钻电磁波测井资料钻后反演方法,包括如下步骤:

[0006] s1. 从邻井资料中提取储层水平电阻率序列,作为地质约束条件;

[0007] s2. 根据随钻成像资料,获取N层地层界面的位置和倾角信息;

[0008] s3. 对步骤s2划分的N层地层进行逐层处理,建立以i层为目的层的一维三层反演模型,其中,第i层倾角信息已知,井眼与地层位置关系明确;令i的初始值为1;

[0009] 上述反演模型中,待反演参数包括上/下围岩电阻率以及当前地层的水平电阻率和垂直电阻率;

[0010] s4. 根据步骤s1提取的储层水平电阻率序列,对待反演参数施加地质约束;

[0011] s5. 反演模型初始化,对待反演参数进行多初值自适应初始化;

[0012] s6. 利用自适应乘子正则化Gauss-Newton算法对i层的反演模型进行迭代更新;

[0013] 利用自适应乘子正则化Gauss-Newton算法,对随钻电磁波测井资料进行反演,若实测资料与模拟资料拟合差在容许精度误差允许之内,执行步骤s7;若误差较大,执行步骤s5;

[0014] s7. 对步骤s6得到的多个反演结果择优选取,确定最优解并输出当前地层电阻率参数;

[0015] s8. 令 $i = i + 1$,判断新的i取值是否小于或等于N,若是,则建立以该新的i层为目的层的一维三层反演模型,重复执行上述步骤s4-s7;若否,则执行步骤s9;

[0016] s9.输出所有地层的反演结果。

[0017] 优选地,所述步骤s5具体为:

[0018] s5.1.基于步骤s1和s2给出的地层信息,分别确定各待反演参数初值的选取数量;各待反演参数初值选取方式,具体步骤参照s5.2-s5.4:

[0019] s5.2.根据层界面位置及分层信息,确定目的层厚度,根据目的层厚度选取多组水平电阻率 $R_h = [R_h^1 \cdots R_h^{n1}]$,n1表示初值总数;

[0020] s5.3.根据目的层水平电阻率初值确定垂直电阻率 R_v ;

[0021] s5.4.三层反演模型分为三种,即高阻模型 $R_h > R_{up}, R_h > R_{dn}$ 、低阻模型 $R_h < R_{up}, R_h < R_{dn}$ 和阶梯状模型 $R_{up} < R_h < R_{dn}, R_{dn} < R_h < R_{up}$;

[0022] 基于上述模型假设,对上/下围岩电阻率选取多组初值 $R_{up} = [R_{up}^1 \cdots R_{up}^{n2}]$, $R_{dn} = [R_{dn}^1 \cdots R_{dn}^{n3}]$,n2和n3分别表示上/下围岩电阻率初值总个数;

[0023] s5.5.对s5.2-s5.4给出的多组初值进行随机组合,得到n1*n2*n3组初始模型;对初始模型进行自适应乘子正则化Gauss-Newton反演迭代,获取多组反演结果。

[0024] 优选地,所述步骤s5.2中,水平电阻率 R_h 的选取规则为:

[0025] 1)目的层层厚>2m时,选取 R_h 初值1个,为视电阻率曲线中间部分平均值;

[0026] 2)1m<目的层层厚<2m时,选取初值3个,其中一个初值为电阻率曲线中间部分平均值,另外两个初值的选取保证一个初值大于平均值,另一个小于平均值;

[0027] 3)目的层层厚<1m时,选取初值5个。

[0028] 优选地,所述步骤s5.3中,垂直电阻率 $R_v = \text{水平电阻率} R_h \times 3$ 。

[0029] 优选地,所述步骤s5.4中,若有上一层反演结果 $R_{h_{i-1}}$,则令 $R_{up} = R_{h_{i-1}}, n2 = 1$ 。

[0030] 优选地,所述步骤s6具体为:

[0031] 基于最小二乘方法,采用代价函数 $C(x)$,第k步迭代中可表示为:

$$[0032] \quad C_k(x) = \frac{1}{2} \|W_d \cdot (S(x_k) - d)\|^2 \cdot R_k(x) \quad (1)$$

[0033] 式中,代价函数的第一项表示实测数据d与正演响应 $S(x)$ 的 L_2 范数;

[0034] x为待反演的参数矢量, $x = \{R_{up}, R_{dn}, R_h, R_v\}^T$,其中, R_{up}, R_{dn} 表示上下围岩电阻率, R_h, R_v 表示当前地层的各向异性电阻率;

[0035] W_d 为不同测量模式数据的权重系数矩阵, $R_k(x)$ 表示自适应正则化项:

$$[0036] \quad \begin{cases} R_k(x) = \eta_k \\ \eta_k = (\|x - x_k\|^2 + \delta)^{-1} \end{cases} \quad (2)$$

[0037] 式中, δ 为实验值;

[0038] 采用Gauss-Newton最优化方法对(1)求解,另其对x导数为零,得到 $\frac{\partial C_k(x)}{\partial x} = 0$,经过第k次迭代得到:

$$[0039] \quad x^{k+1} = x^k - \frac{J^T(x^k) \cdot W_d^T \cdot W_d \cdot (S(x^k) - d) + \eta_k F(x^k) \cdot (x^k - x^{k-1})}{J^T(x^k) \cdot W_d^T \cdot W_d \cdot J(x^k) + \eta_k F(x^k) + \eta_k (x^k - x^{k-1}) \cdot J^T(x^k) \cdot W_d^T \cdot W_d \cdot (S(x^k) - d)} \quad (3)$$

[0040] 式中,J为雅克比矩阵,T表示矩阵的转置, $F(x^k) = \frac{1}{2} \|W_d \cdot (S(x) - d)\|^2$ 。

[0041] 本发明具有如下优点:

[0042] 本发明通过建立一维三层反演模型,结合自适应乘子正则化Gauss-Newton算法,实现了地层各向异性电阻率逐层快速提取,解决了现有反演技术速度慢、精度低的问题,满足了大斜度井/水平井随钻电磁波测井资料快速、精确评价的需求。在逐层反演过程中,待反演参数仅包括当前层水平、垂直电阻率和上、下围岩电阻率四个参数,极大的减少了Jacobian计算量,提高了反演速度。同时对围岩电阻率和目的层电阻率进行多初值选取,保证了反演结果的全局最优性和准确性。数值实验表明,利用该算法反演视深为10m的水平井井段仅需5秒钟,可以满足钻后随钻电磁波测井资料实时处理的需求。此外,本发明可以明确各个层与仪器的相对倾角,对倾角快速变化的地层也比较适用。

附图说明

[0043] 图1为本发明中一种大斜度井/水平井随钻电磁波测井资料钻后反演方法的流程图;

[0044] 图2为大斜度井/水平井测井资料图;

[0045] 图3为地层界面的位置和倾角信息示意图;

[0046] 图4为一维三层反演地层模型示意图;

[0047] 图5为三种电阻率模型示意图;

[0048] 图6为反演实例中地层模型示意图;

[0049] 图7为反演实例中随钻电磁波测井响应示意图;

[0050] 图8为反演实例中随钻电磁波反演结果示意图。

具体实施方式

[0051] 下面结合附图以及具体实施方式对本发明作进一步详细说明:

[0052] 结合图1所示,一种大斜度井/水平井随钻电磁波测井资料钻后反演方法,包括如下步骤:

[0053] s1.从邻井资料中提取储层水平电阻率序列,作为地质约束条件。

[0054] s2.获取大斜度井/水平井测井资料,如图2所示,根据随钻伽马成像、或中子密度成像等资料,获取N层地层界面的位置和倾角信息,如图3所示。

[0055] s3.对步骤s2划分的N层地层进行逐层处理。

[0056] 以第i层为例,建立以i层为目的层的一维三层反演模型,如图4所示,T表示发射线圈, R_1 、 R_2 分别表示近、远接收线圈。

[0057] 其中,第i层倾角信息已知,井眼与地层位置关系明确;令i的初始值为1。

[0058] 对一维三层反演模型而言,待反演参数包括上下围岩电阻率 R_{up} 、 R_{dn} 、当前层的各向异性电阻率 R_h 、 R_v 四个参数,从而减少了反演参数个数、降低反演难度。

[0059] s4.根据步骤s1提取的储层水平电阻率序列,对待反演参数施加地质约束。

[0060] s5.反演模型初始化,对待反演参数进行多初值自适应初始化。

[0061] 该步骤包括以下两个部分:基于层厚确定当前层电阻率初值个数;分别基于中间层为高阻模型、低阻模型与阶梯状模型的假设给定围岩初值。

[0062] 下面对该步骤s5作进一步详细描述:

[0063] s5.1.基于步骤s1和s2给出的地层信息,分别确定各待反演参数初值的选取数量;

各待反演参数初值选取方式,具体步骤参照s5.2-s5.4:

[0064] s5.2.根据层界面位置及分层信息,确定目的层厚度,根据目的层厚度选取多组水平电阻率 $\mathbf{R}_h = [R_h^1 \cdots R_h^{n1}]$,n1表示初值总数。

[0065] 其中,水平电阻率 R_h 的选取规则为:

[0066] 1) 目的层层厚 $>2\text{m}$ 时,选取 R_h 初值1个,为视电阻率曲线中间部分平均值;

[0067] 2) $1\text{m} < \text{目的层层厚} < 2\text{m}$ 时,选取初值3个,其中一个初值为电阻率曲线中间部分平均值,另外两个初值的选取保证一个初值大于平均值,另一个小于平均值;

[0068] 3) 目的层层厚 $<1\text{m}$ 时,选取初值5个, $R_h = [0.6, 4, 16, 30, 70]$ 。

[0069] s5.3.根据目的层水平电阻率初值确定垂直电阻率 R_v ;一般令 $R_v = R_h \times 3$ 。

[0070] s5.4.三层反演模型分为三种,即:

[0071] 高阻模型 $R_h > R_{up}, R_h > R_{dn}$,如图5的a部分所示;

[0072] 低阻模型 $R_h < R_{up}, R_h < R_{dn}$,如图5的b部分所示;以及

[0073] 阶梯状模型 $R_{up} < R_h < R_{dn}$,如图5的c部分所示, $R_{dn} < R_h < R_{up}$,如图5的d部分所示。

[0074] 基于上述模型假设,对上/下围岩电阻率选取多组初值 $\mathbf{R}_{up} = [R_{up}^1 \cdots R_{up}^{n2}]$, $\mathbf{R}_{dn} = [R_{dn}^1 \cdots R_{dn}^{n3}]$,n2和n3分别表示上/下围岩电阻率初值总个数。

[0075] 此处,可令 $R_{up} = [R_h/5, R_h*5]$; $R_{dn} = [R_h/5, R_h*5]$ 。

[0076] 在该步骤中,若有上一层反演结果 $R_{h,i-1}$,则令 $R_{up} = R_{h,i-1}$,n2=1。

[0077] s5.5.对s5.2-s5.4给出的多组初值进行随机组合,得到 $n1*n2*n3$ 组初始模型;对初始模型进行自适应乘子正则化Gauss-Newton反演迭代,获取多组反演结果。

[0078] s6.利用自适应乘子正则化Gauss-Newton算法对i层的反演模型进行迭代更新:

[0079] 利用自适应乘子正则化Gauss-Newton算法,对随钻电磁波测井资料进行反演,若实测资料与模拟资料拟合差在容许精度误差允许之内,执行步骤s7;若误差较大,执行步骤s5。

[0080] 该步骤s6具体为:针对随钻电磁波测井资料的非线性反演问题,基于最小二乘法,采用代价函数 $C(x)$,第k步迭代中可表示为:

$$[0081] \quad C_k(\mathbf{x}) = \frac{1}{2} \|\mathbf{W}_d \cdot (\mathbf{S}(\mathbf{x}_k) - \mathbf{d})\|^2 \cdot R_k(\mathbf{x}) \quad (1)$$

[0082] 式中,代价函数的第一项表示实测数据 \mathbf{d} 与正演响应 $\mathbf{S}(\mathbf{x})$ 的 L_2 范数;其中,实测数据 \mathbf{d} 表示相位差和幅度比视电阻率曲线。

[0083] \mathbf{x} 为待反演的参数矢量, $\mathbf{x} = \{R_{up}, R_{dn}, R_h, R_v\}^T$,其中, R_{up}, R_{dn} 表示上下围岩电阻率, R_h, R_v 表示当前地层的各向异性电阻率。

[0084] \mathbf{W}_d 为不同测量模式数据的权重系数矩阵, $R_k(\mathbf{x})$ 表示自适应正则化项:

$$[0085] \quad \begin{cases} R_k(\mathbf{x}) = \eta_k \\ \eta_k = (\|\mathbf{x} - \mathbf{x}_k\|^2 + \delta)^{-1} \end{cases} \quad (2)$$

[0086] 式中, δ 为实验值。

[0087] 采用Gauss-Newton最优化方法对(1)求解,另其对 \mathbf{x} 导数为零,得到 $\frac{\partial C_k(\mathbf{x})}{\partial \mathbf{x}} = 0$,经过第k次迭代得到:

$$[0088] \quad \mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - \frac{\mathbf{J}^T(\mathbf{x}^k) \cdot \mathbf{W}_d^T \cdot \mathbf{W}_d \cdot (\mathbf{S}(\mathbf{x}^k) - \mathbf{d}) + \eta_k F(\mathbf{x}^k) \cdot (\mathbf{x}^k - \mathbf{x}^{k-1})}{\mathbf{J}^T(\mathbf{x}^k) \cdot \mathbf{W}_d^T \cdot \mathbf{W}_d \cdot \mathbf{J}(\mathbf{x}^k) + \eta_k F(\mathbf{x}^k) + \eta_k (\mathbf{x}^k - \mathbf{x}^{k-1}) \cdot \mathbf{J}^T(\mathbf{x}^k) \cdot \mathbf{W}_d^T \cdot \mathbf{W}_d \cdot (\mathbf{S}(\mathbf{x}^k) - \mathbf{d})} \quad (3)$$

[0089] 式中, \mathbf{J} 为雅克比矩阵, \mathbf{T} 表示矩阵的转置, $F(\mathbf{x}^k) = \frac{1}{2} \|\mathbf{W}_d \cdot (\mathbf{S}(\mathbf{x}) - \mathbf{d})\|^2$ 。

[0090] s7. 对步骤s6得到的多个反演结果择优选取, 确定最优解并输出当前地层电阻率参数。

[0091] s8. 令 $i = i + 1$, 判断新的 i 取值是否小于或等于 N , 若是, 则建立以该新的 i 层为目的层的一维三层反演模型, 重复执行上述步骤s4-s7; 若否, 则执行步骤s9。

[0092] s9. 输出所有地层的反演结果。

[0093] 下面给出具体的反演实例, 仪器自上而下穿过地层, 与地层法向的相对倾角为82度。

[0094] 图6表示反演实例中地层模型示意图, 图6中 α 表示仪器与地层相对倾角。

[0095] 图7为反演实例中随钻电磁波测井响应示意图, 实线为相位差和幅度比视电阻率曲线, 虚线为原始地层模型水平电阻率和垂直电阻率。

[0096] 图8为反演实例中随钻电磁波反演结果示意图, 实线为原始地层模型水平电阻率和垂直电阻率, 加点实线代表反演得到的水平电阻率和垂直电阻率。

[0097] 反演结果与地层模型一致性高, 验证了本发明中反演算法准确性和可靠性。

[0098] 其中, 图2、图7和图8中, 各个参数的表示含义如下:

[0099] A28H和P28H表示频率为2MHz, 源距为28inch的幅度比和相位差电阻率;

[0100] A40H和P40H表示频率为2MHz, 源距为40inch的幅度比和相位差电阻率;

[0101] Rh (Model) 和Rv (Model) 表示原始地层模型水平和垂直电阻率;

[0102] Rh (Inv) 和Rv (Inv) 表示反演得到的水平和垂直电阻率。

[0103] 当然, 以上说明仅仅为本发明的较佳实施例, 本发明并不限于列举上述实施例, 应当说明的是, 任何熟悉本领域的技术人员在本说明书的教导下, 所做出的所有等同替代、明显变形形式, 均落在本说明书的实质范围之内, 理应受到本发明的保护。

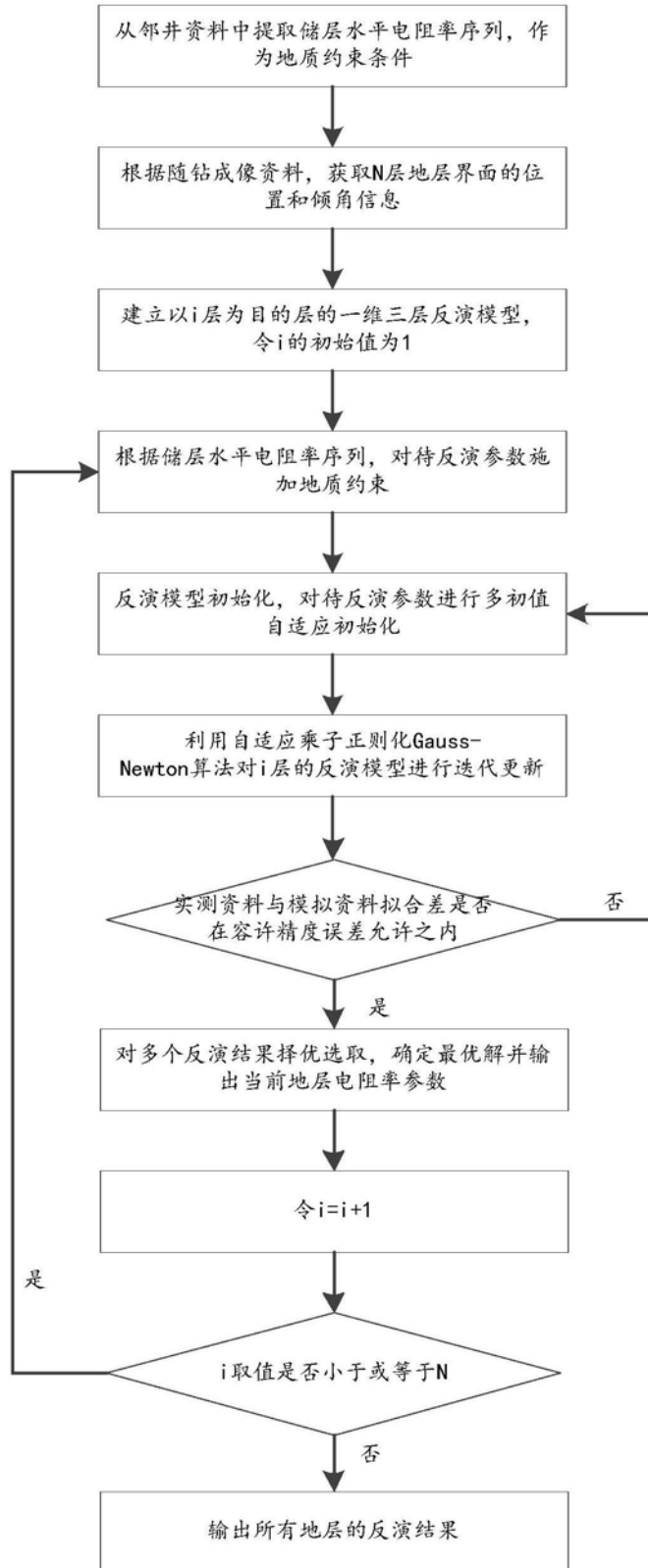


图1

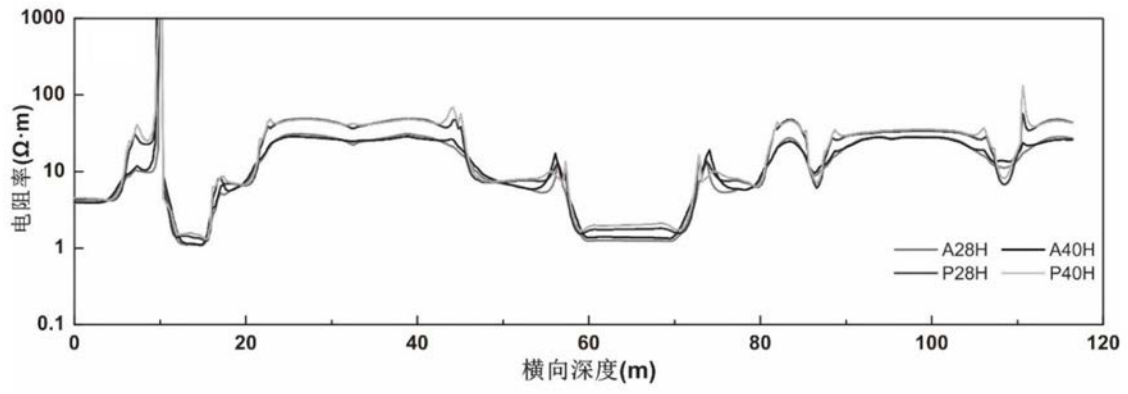


图2

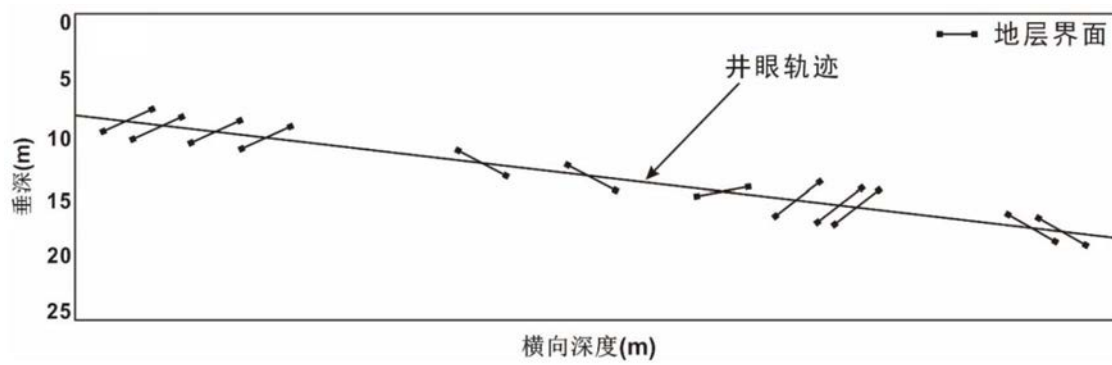


图3

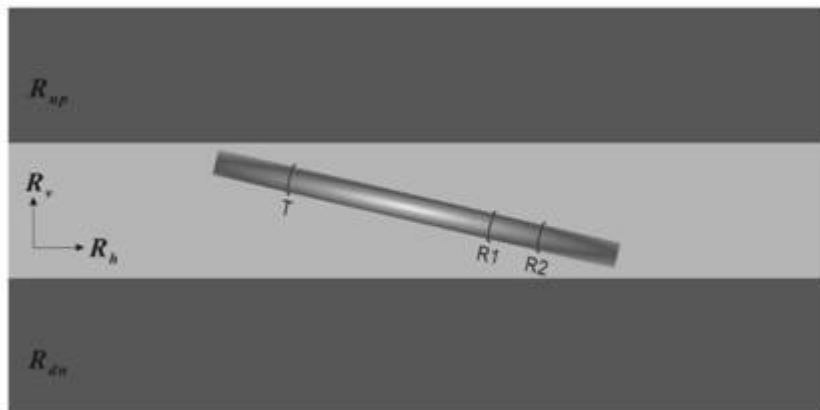


图4

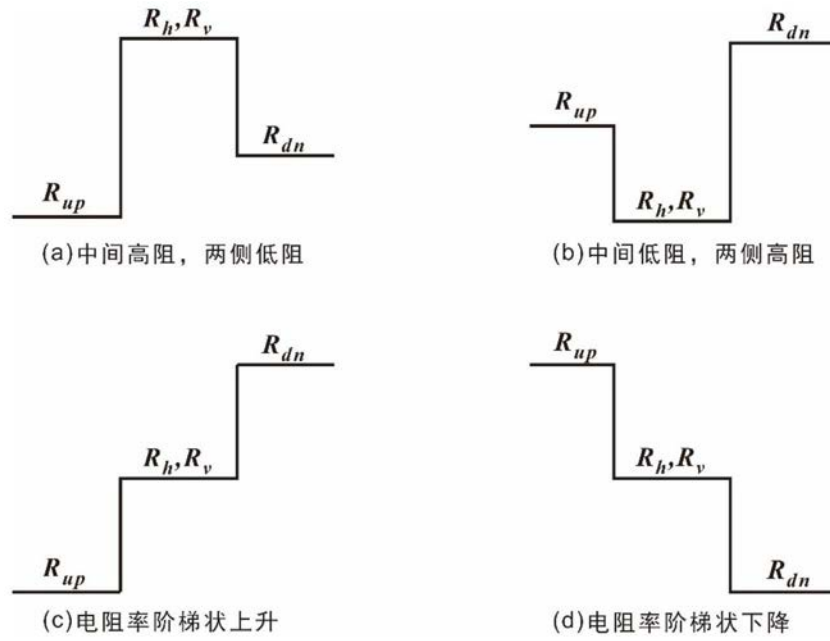


图5

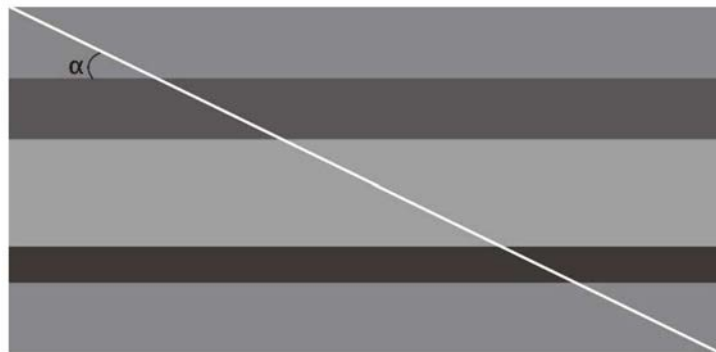


图6

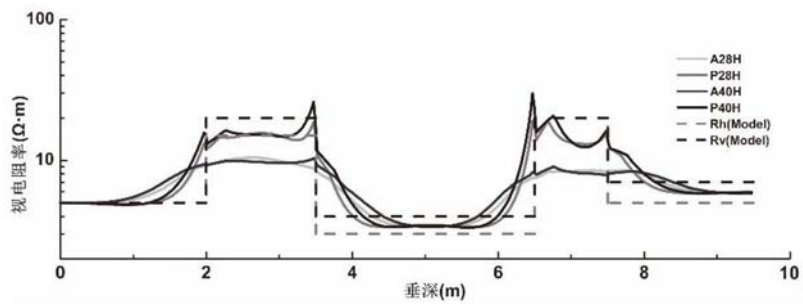


图7

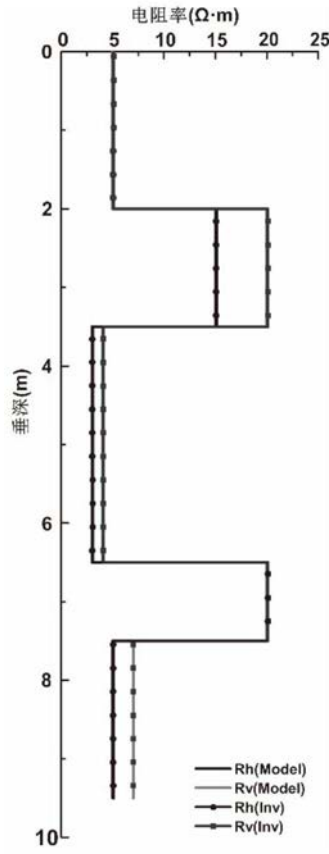


图8