



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104635265 B

(45)授权公告日 2017.07.07

(21)申请号 201410854218.3

(22)申请日 2014.12.31

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104635265 A

(43)申请公布日 2015.05.20

(73)专利权人 中国石油天然气集团公司

地址 100007 北京市东城区东直门北大街9号

专利权人 中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司

(72)发明人 刘雷颂 高军 代双河 韩宇春
赵玉光

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 贾磊

(51)Int.Cl.

G01V 1/28(2006.01)

(56)对比文件

CN 103364831 A, 2013.10.23,

CN 103279651 A, 2013.09.04,

CN 103485770 A, 2014.01.01,

US 2011307899 A1, 2011.12.15,

CN 103424772 A, 2013.12.04,

CN 103293551 A, 2013.09.11,

审查员 李振振

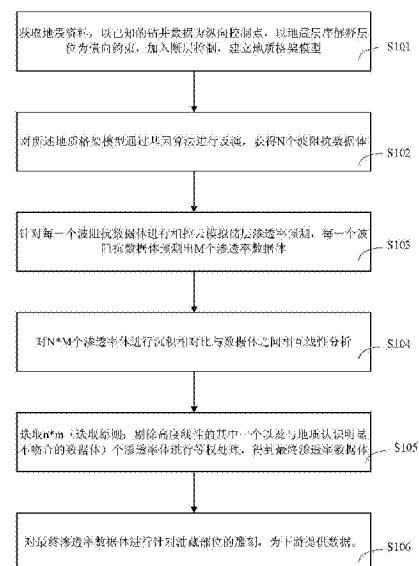
权利要求书1页 说明书5页 附图8页

(54)发明名称

一种可控神经网络式预测储层渗透率的方法

(57)摘要

本发明提供了一种可控神经网络式预测储层渗透率的方法,所述方法包含:步骤一:获取地震资料,以已知的钻井数据为纵向控制点,以地震层序解释层位为横向约束,加入断层控制,建立地质格架模型;步骤二:在所述地质格架模型控制下通过基因算法进行地震反演,获得N个波阻抗数据体;步骤三:针对每一个波阻抗数据体进行相控云模拟储层渗透率预测,每一个波阻抗数据体预测出M个渗透率数据体;步骤四:对N*M个渗透率体进行沉积相对比与数据体之间相互线性分析;步骤五:选取n*m个渗透率体进行等权处理,得到最终渗透率数据体;步骤六:对最终渗透率数据体进行针对油藏部位的雕刻,为下游提供数据。



1. 一种可控神经网络式预测储层渗透率的方法,其特征在于,所述方法包含:

步骤一:获取地震资料,以已知的钻井数据为纵向控制点,以地震层序解释层位为横向约束,加入断层控制,建立地质格架模型;

步骤二:结合测井资料在所述地质格架模型控制下通过基因算法进行地震反演,获得N个波阻抗数据体;

步骤三:针对每一个波阻抗数据体进行相控云模拟储层渗透率预测,每一个波阻抗数据体预测出M个渗透率数据体;

步骤四:选取 $n*m$ 个渗透率体进行等权处理,得到最终渗透率数据体;

步骤五:对最终渗透率数据体进行针对油藏部位的雕刻,为下游提供数据;

上述N,M,n,m为自然数;

所述选取 $n*m$ 个渗透率体进行等权处理,得到最终渗透率数据体包含:选取 $n*m$ 个渗透率体进行等权处理,对选取的每个数据体,分配为权系数为1,在频率域进行融合,得到最终渗透率数据体。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述步骤一之前还包含:对原始地震资料进行三高处理,所述三高处理为高分辨率、高保真、高信噪比处理。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤一与所述步骤二之间还包含:对测井曲线数据进行重采样,使采样率与地震资料一致。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤二中基因算法进行反演包含:采用贝叶斯推论。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤三与步骤四之间还包含:对 $N*M$ 个渗透率体进行沉积相对比与数据体之间相互线性分析。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述步骤三中针对每一个波阻抗数据体进行相控云模拟储层渗透率预测包含:渗透率平面图与振幅平面图对比,剔除与地震相不吻合的结果。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述步骤三中针对每一个波阻抗数据体进行相控云模拟储层渗透率预测还包含:将渗透率平面图与振幅平面图两两相互交汇,剔除高度线性结果。

一种可控神经网络式预测储层渗透率的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地球物理勘探储层预测方法,具体的为利用地震资料有效信息预测储层渗透率的方法,尤指一种可控神经网络式预测储层渗透率的方法。

背景技术

[0002] 油田开发进入中后期阶段,数字建模的准确性对开发井网设计、注采收益最大化起着越来越重要的作用,而储层物性参数中储层渗透率的准确预测则为数字建模最为关键的步骤,如何精确预测储层渗透率一直是油藏地球物理人员的追求目标。目前储层渗透率预测的方法主要是借助地震资料进行反演以及一些振幅信息的处理等技术,而储层渗透率的预测主要有两大类,一类是地质统计模拟,一类是借助反演资料进行线性转换。这两类储层物性预测方法都有各自的优缺点,地质统计模拟预测结果充分利用了测井信息,但在无井区的不可控因素比较多;反演资料进行线性转换的方法虽然利用了地震资料的信息,在无井区有一定的约束,但缺点是预测精度低。另外还有一种方法是直接用地震信息与测井信息(如渗透率数据)建立井震关系,借助地震预测渗透率,但地震道与渗透率曲线通常难以找到匹配的线性关系,预测的结果很难达到满意效果。

[0003] 上述储层渗透率预测方法均涉及测井资料与地震资料。如何把地震资料信息和测井信息以及地质信息有机的结合是渗透率预测精度的关键环节。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于,通过可控神经网络式储层渗透率预测方法借助地震提高储层渗透率预测的精度,间接推动油田开发布局,达到为油田生存发展服务的需求。

[0005] 本发明所提供的可控神经网络式预测储层渗透率的方法,具体包含:步骤一:获取地震资料,以已知的钻井数据为纵向控制点,以地震层序解释层位为横向约束,加入断层控制,建立地质格架模型;步骤二:对所述地质格架模型通过基因算法进行反演,获得N个波阻抗数据体;步骤三:针对每一个波阻抗数据体进行相控云模拟储层渗透率预测,每一个波阻抗数据体预测出M个渗透率数据体;步骤四:对N*M个渗透率体进行沉积相对比与数据体之间相互线性分析;步骤五:选取n*m(选取原则:剔除高度线性的其中一个以及与地质认识明显不吻合的数据体)个渗透率体进行等权处理,得到最终渗透率数据体;步骤六:对最终渗透率数据体进行针对油藏部位的雕刻,为下游提供数据。

[0006] 在上述实施例中,优选的还包含:在所述步骤一之前还包含:分析原始地震资料,看是否为高分辨率、高保真、高饱幅处理资料,如不是,对所述原始地震资料进行高分辨率、高保真、高信噪比处理。

[0007] 在上述实施例中,优选的还包含:在所述分析原始地震资料与步骤一之间还包含:对测井资料进行分析、整理和编辑,如果没有测井解释数据,则对所述测井资料进行常规测井解释,获得解释数据,并进行解释数据的校政。

[0008] 在上述实施例中,优选的还包含:所述基因算法进行反演之前还包含:对测井曲线

数据进行重采样,使采样率与地震资料一致。

[0009] 在上述实施例中,优选的还包含:所述步骤二中基因算法进行反演包含:采用贝叶斯推论。

[0010] 在上述实施例中,优选的还包含:所述选取 $n*m$ 个渗透率体进行等权处理,得到最终渗透率数据体包含:选取 $n*m$ 个渗透率体进行等权处理,对选取的每个数据体,分配为权系数为1,在频率域进行融合,得到最终渗透率数据体。

[0011] 在上述实施例中,优选的还包含:所述步骤三中针对每一个波阻抗数据体进行相控云模拟储层渗透率预测包含:渗透率平面图与振幅平面图对比,剔除与地震相不吻合的结果。

[0012] 在上述实施例中,优选的还包含:所述步骤三中针对每一个波阻抗数据体进行相控云模拟储层渗透率预测还包含:将渗透率平面图与振幅平面图两两相互交汇,剔除高度线性结果。

[0013] 本发明的有益技术效果在于:通过本发明所提供的可控神经网络式预测储层渗透率的方法,使得新钻符合率达到80%以上,为开发提供有效的数据与支持。

附图说明

[0014] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0015] 图1为本发明所提供的可控神经网络式预测储层渗透率的方法流程图。

[0016] 图2为本发明所提供的可控神经网络式预测储层渗透率的方法的结构流程图。

[0017] 图3为本发明所提供的一实施例中地震资料剖面图。

[0018] 图4为本发明所提供的一实施例中地震资料振幅谱图。

[0019] 图5为本发明所提供的一实施例中地震资料频谱剖面图。

[0020] 图6为本发明所提供的一实施例中测井剖面图。

[0021] 图7为通过地震、地质数据建立的地层格架模型剖面图。

[0022] 图8为通过现代基因算法反演得到的波阻抗反演结果之一的剖面图。

[0023] 图9为在波阻抗反演数据基础上通过相控云变换预测出的储层渗透率剖面图。

[0024] 图10为储层渗透率预测平面图与地震资料平面图的对比图。

[0025] 图11为预测储层渗透率目的层段的高渗透率雕刻显示图。

[0026] 图12为地震资料平面图与三种方法渗透率预测平面图的对比图。

具体实施方式

[0027] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0028] 请参考图1所示,图为本发明所提供的可控神经网络式预测储层渗透率的方法的

流程图,具体包含:

[0029] 步骤S101:获取地震资料,以已知的钻井数据为纵向控制点,以地震层序解释层位为横向约束,加入断层控制,建立地质格架模型,在此处地质格架模型是基于easymodel、ft等模块结果优选获得的;

[0030] 步骤S102:对所述地质格架模型通过基因算法进行反演,获得N个波阻抗数据体;

[0031] 在该处基因算法进行反演包含: $O(B|A) = O(B) \cdot A(B|A)$,这里 $O(B|A)$ 表示在事件A发生的条件下,事件B的后验几率, $O(B)$ 是事件B的先验几率,通过反演 $A(B|A)$ 获得对应波阻抗数据体;

[0032] 步骤S103:针对每一个波阻抗数据体进行相控云模拟储层渗透率预测,每一个波阻抗数据体预测出M个渗透率数据体;

[0033] 在上述渗透率预测上,本申请主要通过公式:

[0034] $f(X) \rightarrow \sum_{i=1}^n a_i * C(Ex_i, En_i, He_i)$ 获得;

[0035] 在上述公式中,给定论域中某个数据属性X的频率分布函数 $f(x)$,根据X的属性值频率的实际分布自动生成若干个粒度不同的云 $C(Ex_i, En_i, He_i)$ 的叠加。 a_i 为幅度系数, n 为变换后生成离散概念的个数。 Ex_i 为云模型估计值, En_i 为期望的云模型的熵, He_i 为期望的云模型的超熵。

[0036] 步骤S104:对N*M个渗透率体进行沉积相对比与数据体之间相互线性分析;

[0037] 步骤S105:选取n*m个渗透率体进行等权处理,得到最终渗透率数据体;

[0038] 步骤S106:对最终渗透率数据体进行针对油藏部位的雕刻,为下游提供数据。

[0039] 在上述步骤S105中,选取n*m的选取原则为:剔除高度线性的其中一个以及与地质认识明显不吻合的数据体后剩下的数据体。

[0040] 在上述实施例中,优选的还包含:在所述步骤S101之前还包含:分析原始地震资料,看是否为高分辨率、高保真、高饱幅处理资料,如不是,对所述原始地震资料进行高分辨率、高保真、高信噪比处理。

[0041] 在上述实施例中,优选的还包含:在所述分析原始地震资料与步骤S101之间还包含:对测井资料进行分析、整理和编辑,如果没有测井解释数据,则对所述测井资料进行常规测井解释,获得解释数据,并进行解释数据的校政。

[0042] 在上述实施例中,优选的还包含:在步骤S102的所述基因算法进行反演之前还包含:对测井曲线数据进行重采样,使采样率与地震资料一致。

[0043] 在上述实施例中,优选的还包含:所述步骤S102中基因算法进行反演包含:采用贝叶斯推论来进行反演。

[0044] 上述贝叶斯推论主要包含以下公式:

[0045] $P(O|E, H) = \frac{P(E|O)P(O|H)}{P(E|H)}$;

[0046] 其中,H为地质统计,E为测井、录井和地震数据,O为油藏信息即反演结果。

[0047] 在上述实施例中,优选的还包含:所述选取n*m个渗透率体进行等权处理,得到最终渗透率数据体包含:选取n*m个渗透率体进行等权处理,对选取的每个数据体,分配为权系数为1,在频率域进行融合,得到最终渗透率数据体。

[0048] 在上述实施例中,优选的还包含:所述步骤三中针对每一个波阻抗数据体进行相控云模拟储层渗透率预测包含:渗透率平面图与振幅平面图对比,剔除与地震相不吻合的结果。

[0049] 在上述实施例中,优选的还包含:所述步骤三中针对每一个波阻抗数据体进行相控云模拟储层渗透率预测还包含:将渗透率平面图与振幅平面图两两相互交汇,剔除高度线性结果。

[0050] 将上述实施例运用到实际工作中,具体的实施流程请参考图2所示,图2为本发明所提供的可控神经网络式预测储层渗透率的方法的结构流程图,具体流程如下:

[0051] 分析地震资料,看是否是三高,例如高分辨率、高保真、高信噪比处理资料。首先看地震剖面,如图3所示,从剖面上判断能量是否均衡,是否纯波资料,该剖面浅层能量强、深层能量弱符合纯波资料特征。看深浅能量是否有区别,一般纯波资料深层比浅层能量弱,如果深浅能量一致,说明做过能量一致性处理,非高保真资料。其次看振幅谱,如图4所示,从振幅谱上看到能量比较集中,属于饱幅资料。看是否能量集中,高低能量是否差别大来判断是否高饱幅资料。再次看频谱剖面,如图5所示,看不同位置是否频谱有差别,如果没差别说明非高信噪比资料。通过分析,如果是三高处理的纯波资料就可以进行下一步了,如不是,需要重新从处理部门拷贝数据。在图5中,可看出从剖面上看中间频谱宽、两侧频谱窄,频谱能量与频宽随着炮检距在变化,说明具有高信噪比信息。

[0052] 整理、分析测井资料,首先看是否十全测井,常规测井曲线是否齐全,是否有分段、奇异点等现象,然后采取针对的处理。其次看是否有测井解释数据,如果没有,进行测井解释,最后把测井数据整理成图6模式。

[0053] 由大到小分析地质情况,先从区域地质分析,然后着眼于油田区块,理清构造形态与格局,建立地质格架模型,具体请参考如图7所示。

[0054] 做好现代蒙特卡洛随机反演是精确预测储层渗透率的一个关键环节。本发明采用非线性反演家族新成员——基因遗传法进行反演,核心算法为贝叶斯推论。在做反演之前首先对测井曲线数据,具体包括阻抗、岩性、渗透率等曲线数据,进行重采样,使采样率与地震资料一致,把测井数据通过时深转换到时间域,测井数据一般采样率较高,达到零点几毫秒,而地震一般为4毫秒,有的是2毫秒或1毫秒,为了样点的匹配,从而需要把测井数据重采样,使之与地震数据采样率一致。利用贝叶斯推论有机的把测井、地质、地震资料结合,进行随机反演,产生N个结果,在该步骤中,本申请把地震进行90度相移,子波用90度井旁道子波,如图8为结果之一剖面。

[0055] 针对每一个非线性反演结果,即波阻抗数据,进行相控云模拟储层渗透率预测。产生M个渗透率预测结果,图9为预测结果之一。

[0056] 对每一个储层渗透率预测结果进行分析;在该步骤中,有两种方法可进行分析:

[0057] 方法一是渗透率平面图与振幅平面图对比,具体如图10所示,剔除与地震相不吻合的结果;在请参考图10所示,在图10中,左侧为目的层段地震资料均方根振幅图,右侧为目的层段预测渗透率数据均方根渗透率平面图,地震资料能反演储层物性信息,反之储层渗透率信息能在地震资料上有体现,从两张平面图来看,能量分布特征具有一定的相似性,因此预测结果正确。

[0058] 方法二为两两相互交汇,剔除高度线性结果。

[0059] 将剔除不合理的储层渗透率结果之后的数据进行等权处理,即每个预测结果为相同系数进行整合,这样结果的精确性基本能达到80%以上。

[0060] 根据需要对储层渗透率数据进行雕刻,即可视化三维目标数据提取,获得预测结果,请参考图11所示,图11为预测储层渗透率目的层段的高渗透率雕刻显示图,在此步骤中,还可以根据需要采用阈值限制的方法,输出相应的渗透率数据。

[0061] 最后请参考图12,图12为是地震资料平面图与三种方法渗透率预测平面图的对比,A为目的层段地震资料均方根振幅图,B为线性转换目的层段储层渗透率预测平面图,D本发明提供的目的层段储层渗透率预测平面图,D为地质统计随机模拟储层渗透率预测平面图。通过三种预测结果与地震资料信息对比,本发明预测结果与地震相明显优于其它两种方法,进一步证明本方法预测储层渗透率的准确性。

[0062] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

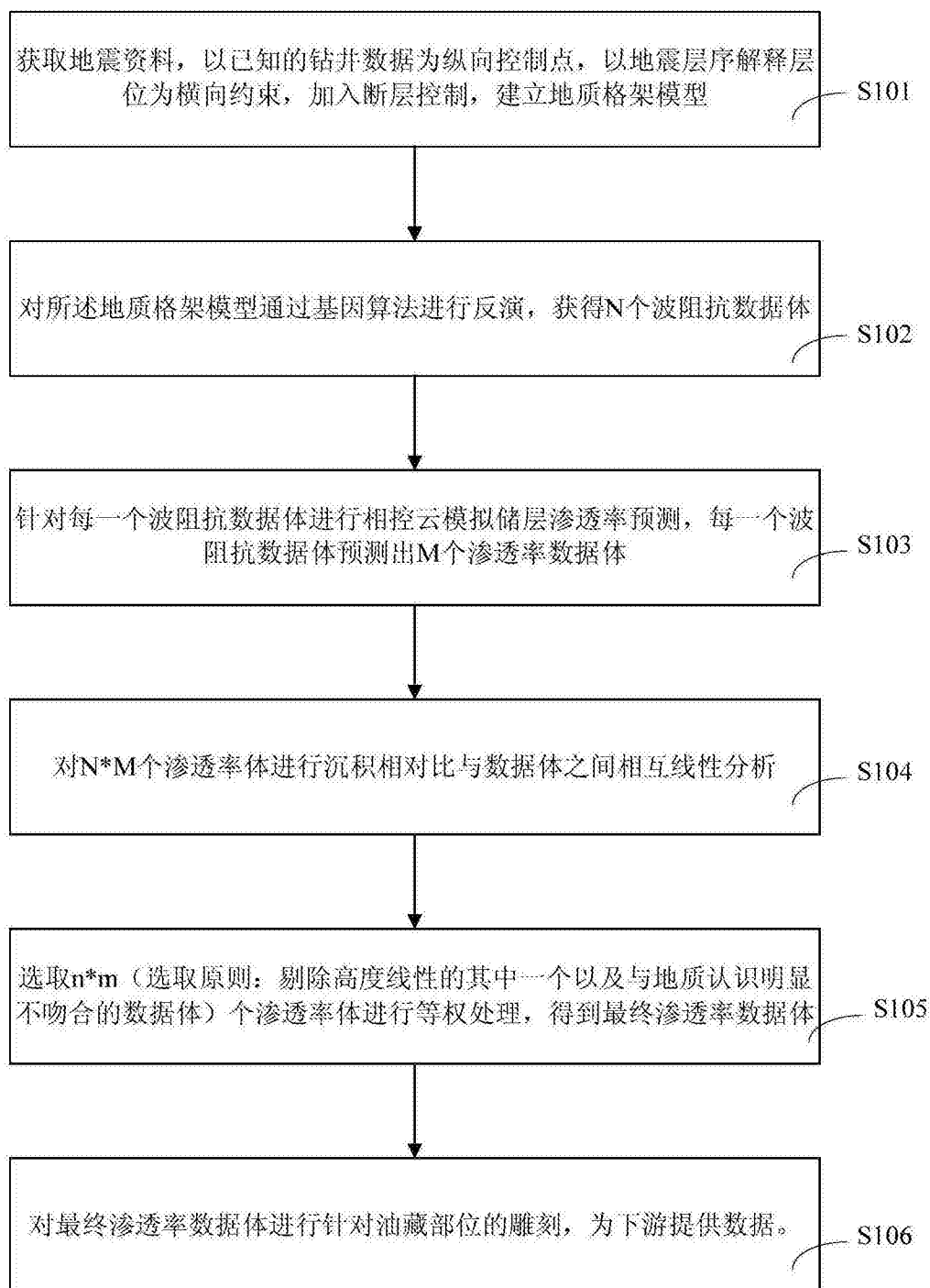


图1

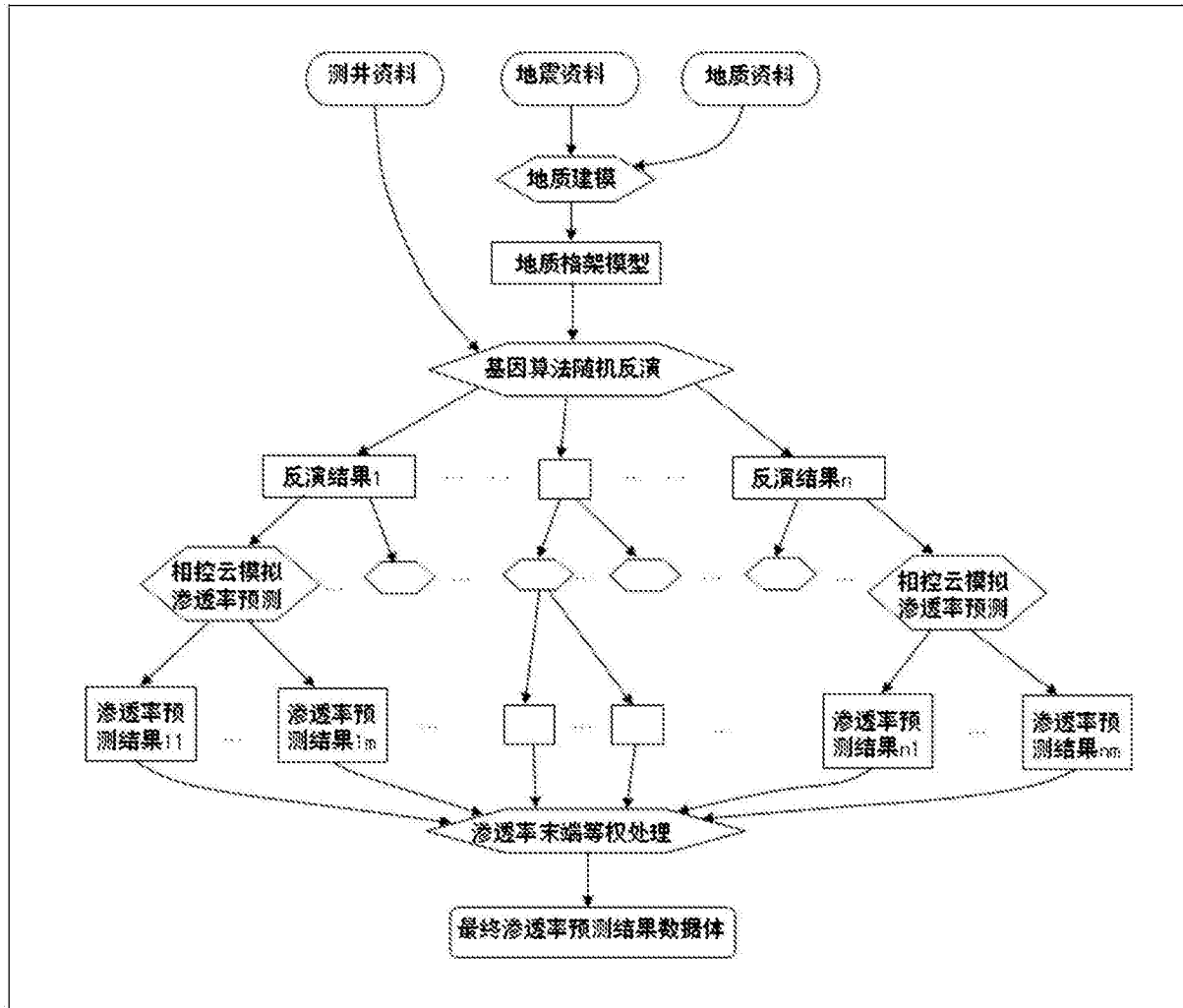


图2

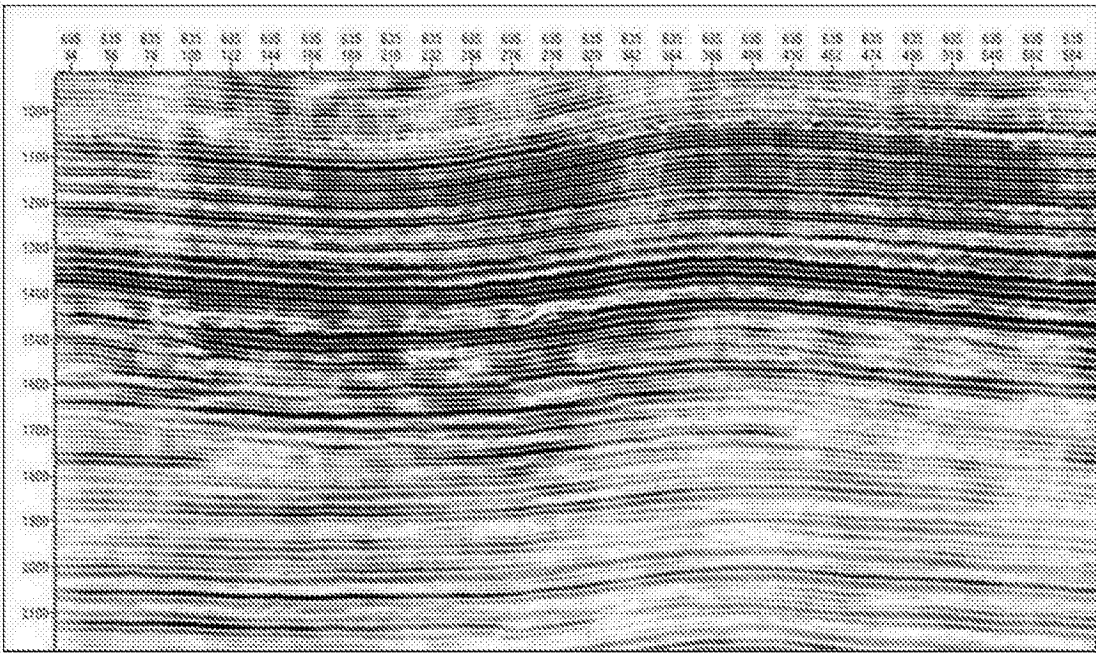


图3

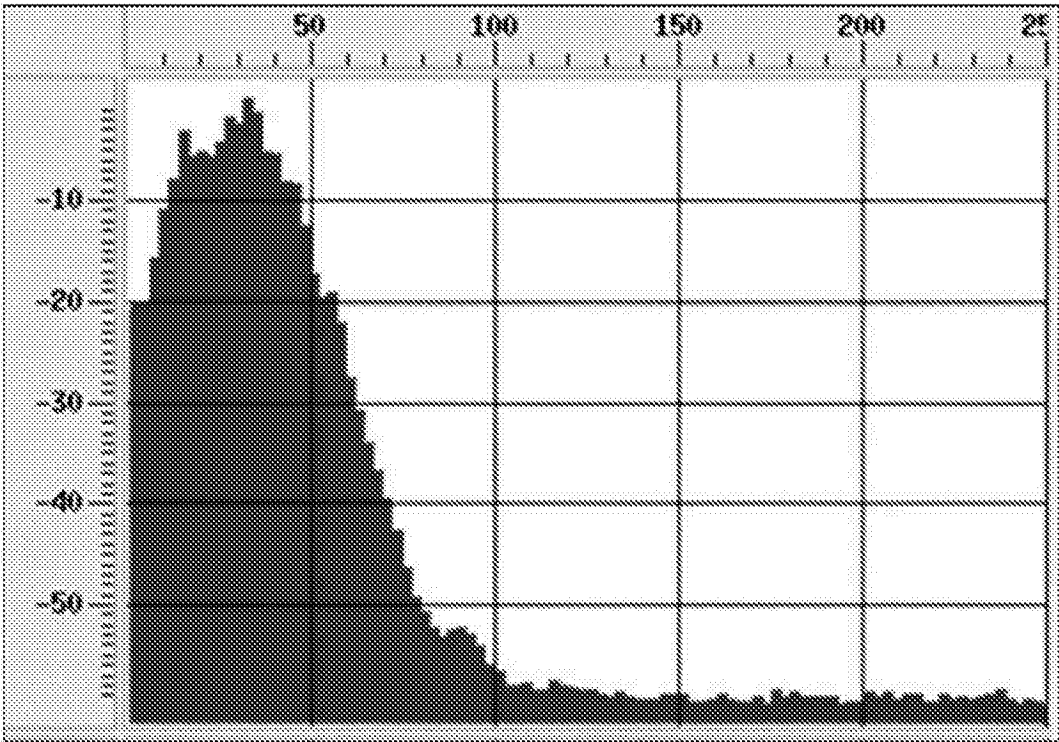


图4

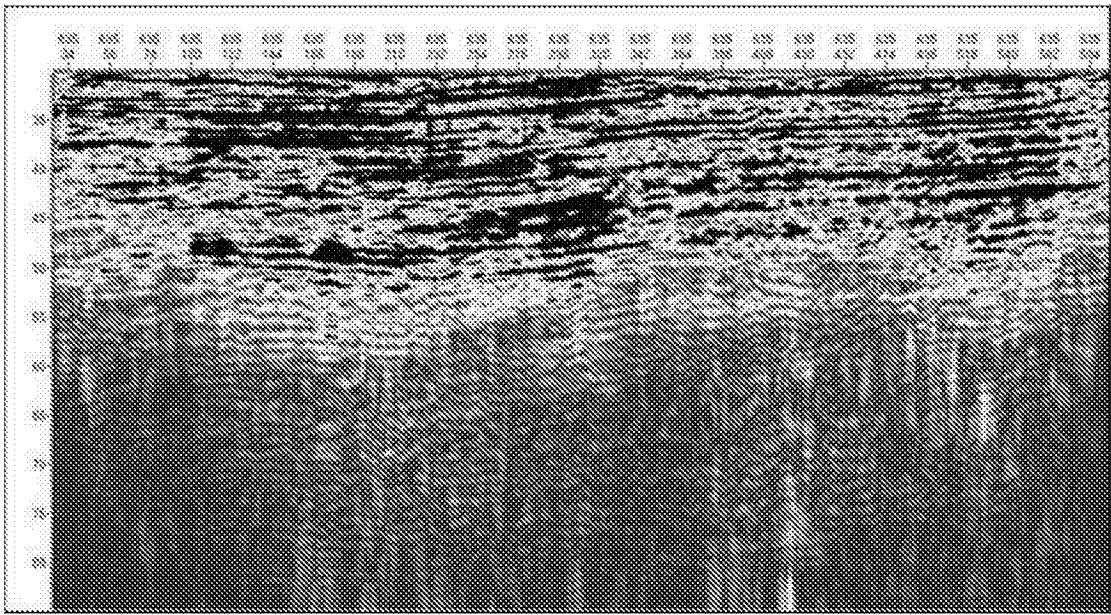


图5

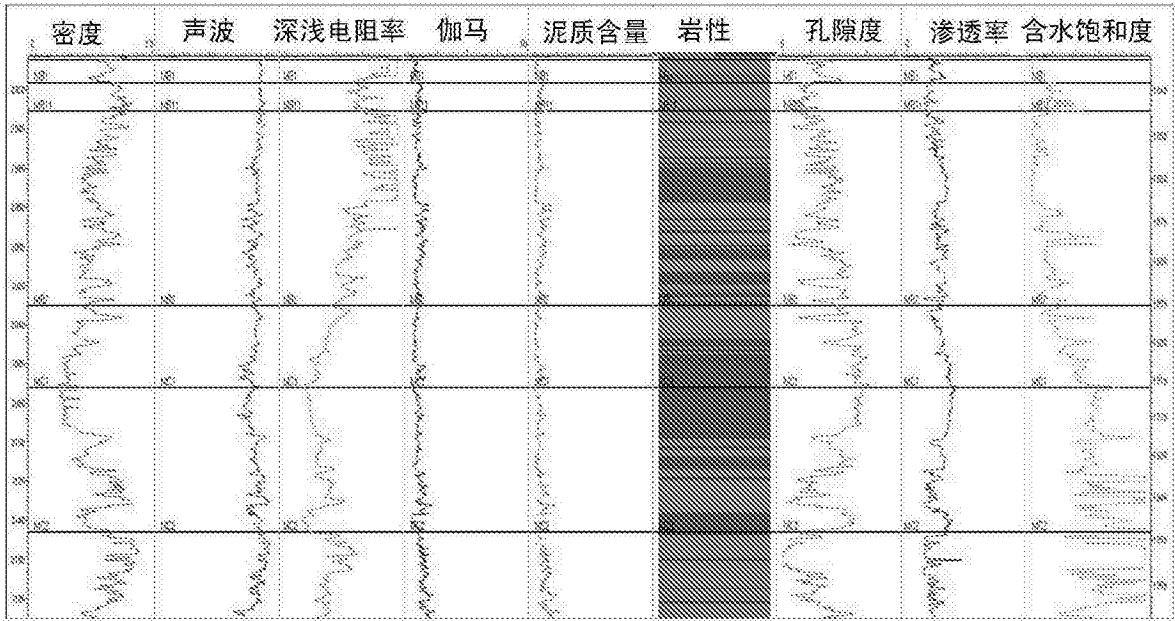


图6

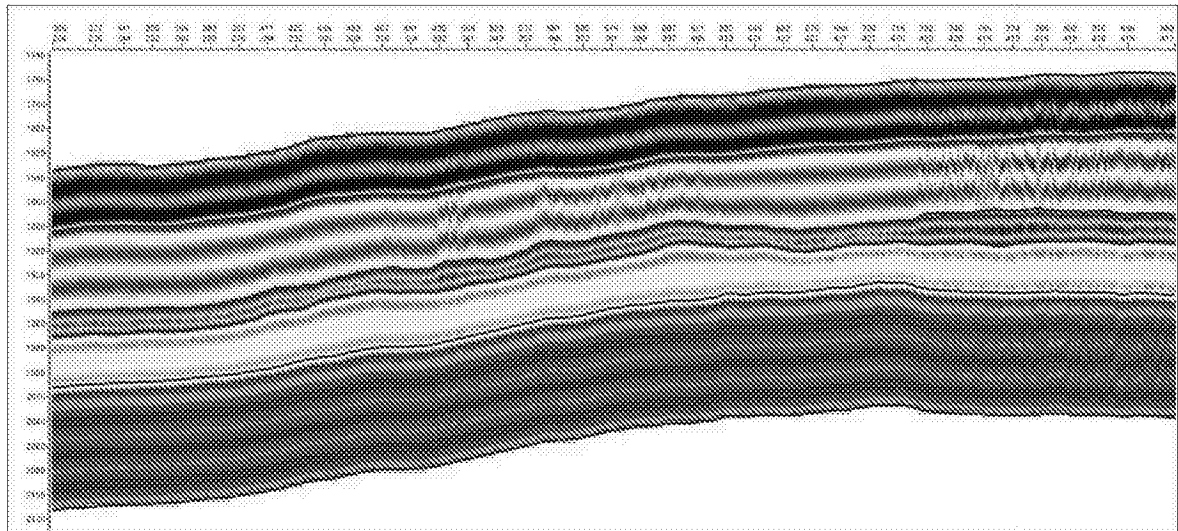


图7

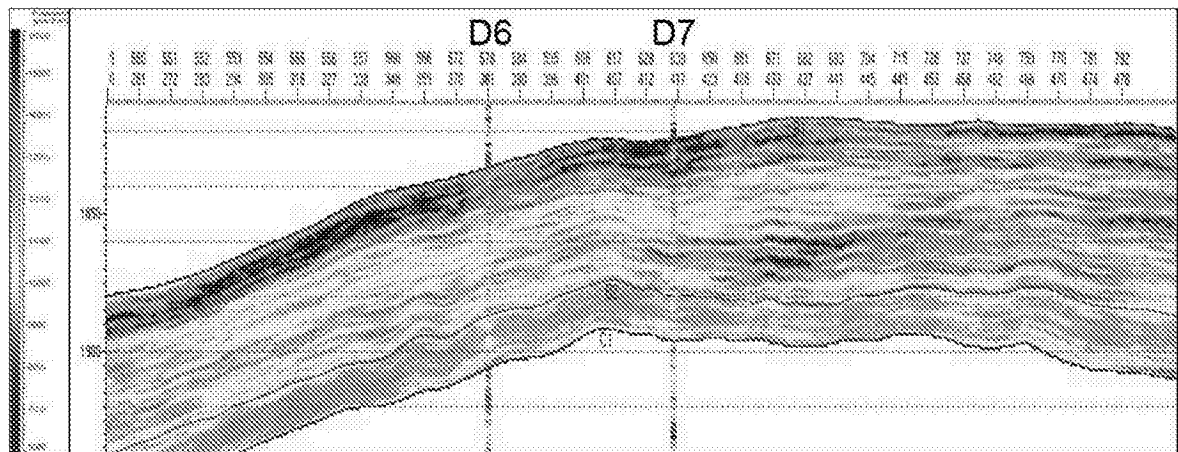


图8

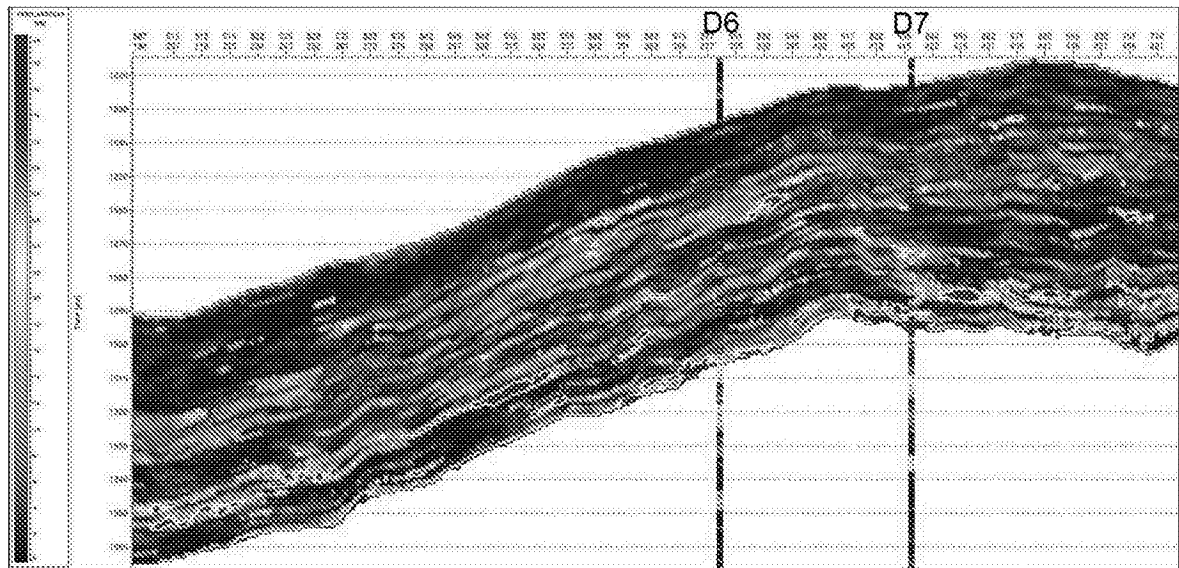


图9

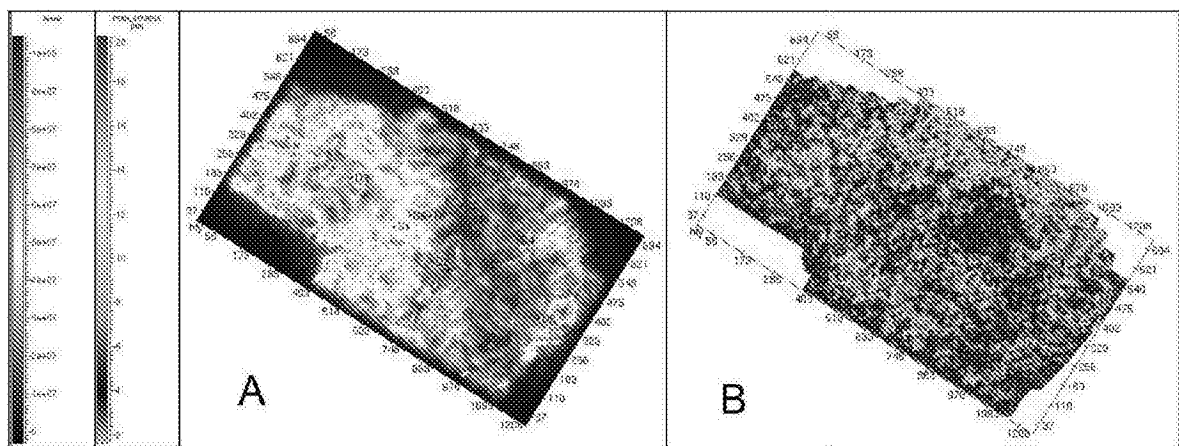


图10

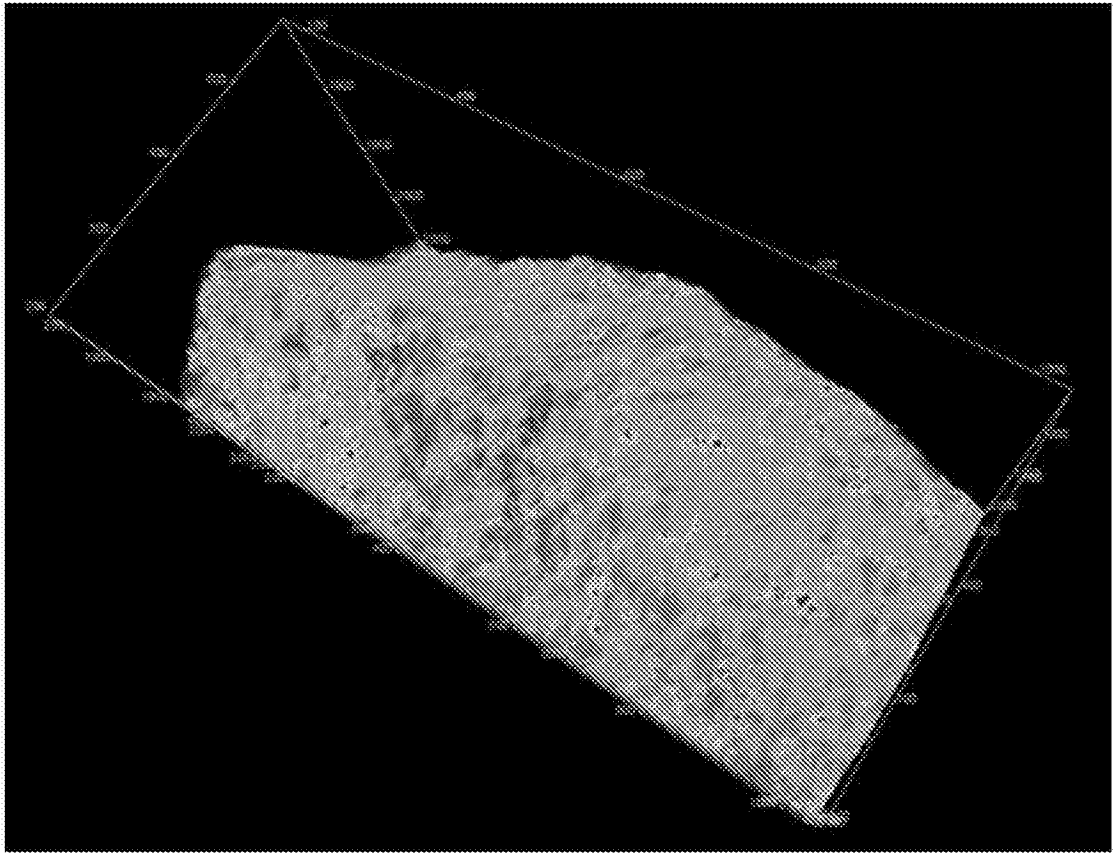


图11

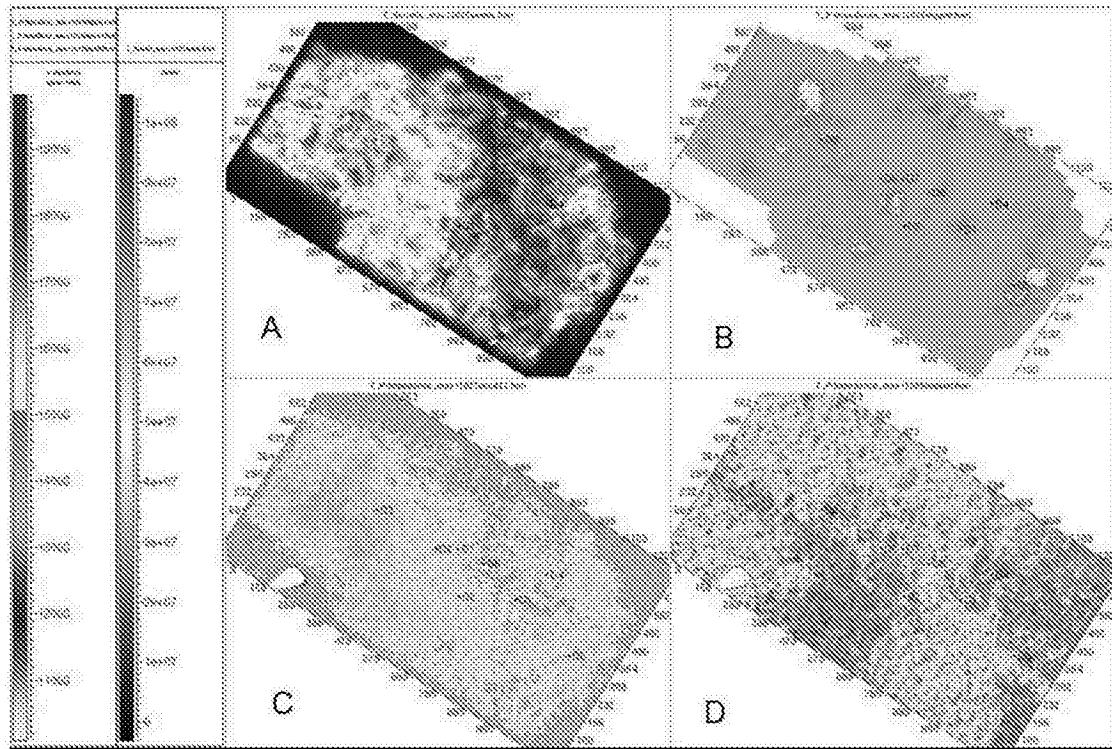


图12