

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102057373 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 11

(21) 申请号 200980120384. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 04. 14

G06F 17/30(2006. 01)

G01V 1/28(2006. 01)

(30) 优先权数据

12/132, 503 2008. 06. 03 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 12. 03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/040535 2009. 04. 14

(87) PCT申请的公布数据

W02009/148705 EN 2009. 12. 10

(71) 申请人 雪佛龙美国公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 刘建昌

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 高青

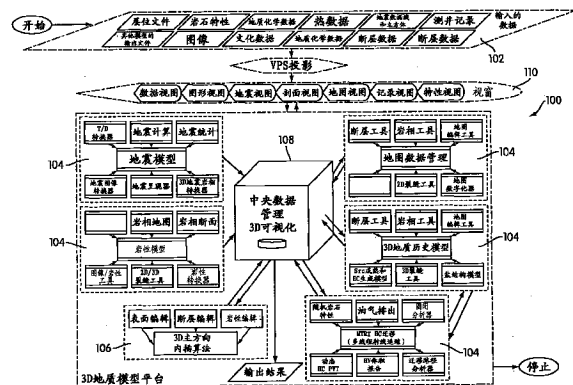
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 12 页

(54) 发明名称

虚拟石油系统

(57) 摘要

一种管理、可视化和分析地球物理和地质数据的综合系统,包括:输入模块,用于接收与地质区域有关的数据;模拟模块,用于根据所述数据来模拟地质区域的物理、地球物理和/或地质特性;接口模块,操作用于输入参数和选择部分输入数据供所述模拟模块使用;数据管理模块,用于接收来自输入模块的数据以及将数据提供给模拟模块。当输入模块接收到数据的变化或接口模块接收到参数的变化时,数据管理模块依此调用所述模拟模块以便重新处理。显示模块创建基于地质区域的模拟特性的图形显示和依照所述重新处理来更新所述图形显示。



1. 一种用于处理和显示地球数据的系统,包含:  
输入模块,被配置成接收指示地质区域的多个特性的多个类型的数据;  
多个模拟模块,每个模拟模块被配置成根据所述数据的至少一部分,来模拟所述地质区域的物理、地球物理和 / 或地质特性;  
接口模块,可供用户操作,以输入参数和选择输入数据的相关部分供所述模拟模块使用;  
数据管理模块,被配置成接收来自所述输入模块的数据以及将数据提供给所述模拟模块,其中,对于所述输入模块所接收的数据的变化或所述接口模块所接收的参数的变化,所述数据管理模块将改变的数据传递给所述模拟模块,以便依照改变的数据或参数重新处理;以及  
显示模块,被配置和安排成创建基于地质区域的模拟特性的图形显示和依照所述重新处理来更新所述图形显示。
2. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述数据管理模块被配置成响应于接收到特定类别的改变的数据,将所述改变传递给所述特定类别的所有数据。
3. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述模拟模块和所述显示模块相互协作来处理数据,以使用二维地质模拟来生成多个二维图像,并在各自的位置和取向上显示所述二维图像以模仿三维图像。
4. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述模拟模块包括地震模型、岩性模型和地质模型。
5. 如权利要求 4 所述的系统,其中,所述模拟模块进一步包括烃迁移模型。
6. 如权利要求 4 所述的系统,其中,所述接口模块包括从所述图形显示中选择特定层位作为基准面或展平所述层位的功能,其它显示对象相对于所述基准面或被展平层位而被相应地调整。
7. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述显示模块操作用于使被其它图形显示部分遮蔽的图形显示部分露出来。
8. 如权利要求 7 所述的系统,其中,通过对所述图形显示进行旋转而使所述被遮蔽部分露出来。
9. 如权利要求 7 所述的系统,其中,通过消除所述其它部分之一的至少一部分而使所述被遮蔽部分露出来。
10. 一种用于三维模拟地球数据的系统,包含:  
数据存储系统,被配置和安排成存储与地质区域的多个特性有关的数据;  
模拟模块,被配置和安排成处理存储的数据和生成所述地质区域的至少一部分的模拟属性;以及  
三维显示模块,被配置和安排成根据所述模拟属性,来生成所述地质区域的至少一部分的三维表示,所述三维显示模块被进一步配置成对所述模拟属性施加地质约束,使得当生成三维表示时排除不真实的地质可视化。
11. 一种用于显示地球数据的方法,包含:  
接收指示地质区域的多个特性的多个类型的数据;  
根据所述数据的至少一部分来模拟所述地质区域的物理、地球物理和 / 或地质特性;

从修改供模拟模块使用的部分数据的用户可操作输入模块接收数据；  
将修改后的数据提供给所述模拟模块，以便依照修改后的数据重新处理；  
显示代表基于地质区域的模拟特性的数据的图像；以及  
依照所述重新处理来更新所述图形显示。

## 虚拟石油系统

### 技术领域

[0001] 本发明一般涉及地质数据的处理,尤其涉及用于三维分析和可视化的系统。

### 背景技术

[0002] 与石油和天然气勘探有关的数据的分析和可视化一般涉及具有特定的窄功能的定制软件工具。许多数据分析仍然需要由人来解释模糊信息。当操作人员决定对图像数据作出适当解释时,那种信息一般受到操作人员当前正在使用的特定解释工具的限制,并且不传输给其它软件工具。同样,可能难以在各个物理位置之间共享,这在来自各个学科的专家位于不同位置但需要协作的情况下会产生问题。

### 发明内容

[0003] 本发明的实施例的各个方面提供了一种用于处理和显示地球数据的系统,包括:输入模块,被配置成接收指示地质区域的多个特性的多个类型的数据;多个模拟模块,每个模拟模块被配置成根据至少一部分数据来模拟地质区域的物理、地球物理和/或地质特性;接口模块,可供用户操作以输入参数和选择输入数据的相关部分供所述模拟模块使用;数据管理模块,被配置成接收来自所述输入模块的数据并将数据提供给所述模拟模块,其中,对于所述输入模块所接收的数据的变化或所述接口模块所接收的参数的变化,所述数据管理模块将改变的数据传递给所述模拟模块,以便依照改变的数据或参数重新处理;以及显示模块,被配置和安排成创建基于地质区域的模拟特性的图形显示并依照所述重新处理来更新所述图形显示。

[0004] 本发明的实施例的各个方面可以包括一种用于处理和显示地球数据的方法,包括:接收指示地质区域的多个特性的多个类型的数据;根据至少一部分数据来模拟地质区域的物理、地球物理和/或地质特性;从修改部分数据的用户可操作输入模块接收数据供模拟模块使用;将修改的数据提供给所述模拟模块,以便依照修改的数据重新处理;显示代表基于地质区域的模拟特性的数据的图像;以及依照所述重新处理来更新图形显示。

[0005] 本发明的实施例的各个方面可以包括一种用于三维模拟地球数据的系统,包括:数据存储系统,被配置和安排成存储与地质区域的多个特性有关的数据;模拟模块,被配置和安排成处理存储的数据并生成至少一部分地质区域的模拟属性;以及三维显示模块,被配置和安排成根据所述模拟属性,生成至少一部分地质区域的三维表示,所述三维显示模块被进一步配置成对所述模拟属性施加地质约束,使得当生成三维表示时,排除不真实的地质可视化。

[0006] 本发明的实施例的各个方面可以包括用执行上述方法或控制上述系统的计算机可执行指令编码的计算机可读介质。

[0007] 本发明的实施例的各个方面可以包括并入上述系统并被配置和安排成依照上述方法提供对系统的控制的系统。这样的系统可以并入例如被编程以允许用户依照所述方法或其它方法来控制设备的计算机。

[0008] 通过参照形成本说明书的一部分、相同标号在各个图形中表示相应部件的附图对如下描述和所附权利要求书加以研究,本发明的这些和其它目的、特征、和特性,以及操作方法、结构的相关元件的功能、部件的组合、和制造成本将变得显而易见。但是,不言而喻,这些附图只用于例示和描述的目的,而无意作为限制本发明的定义。正如用在说明书和权利要求书中的那样,除非上下文另有明确指明,单数形式“一个”、“一种”、和“该”也包括复数指示物。

#### 附图说明

- [0009] 图 1 是依照本发明实施例的系统的体系结构的示意图；  
[0010] 图 2A-2E 是集成可视化功能的实施例的例示；  
[0011] 图 3 是依照本发明实施例的伪 3D 可视化的例示；  
[0012] 图 4 是依照本发明实施例的伪 3D 可视化的例示；  
[0013] 图 5A-C 是盐恢复功能的实施例的例示；  
[0014] 图 6A-B 是岩相解释功能的实施例的例示；以及  
[0015] 图 7 是执行依照本发明实施例的方法的系统的实施例的示意性例示。

#### 具体实施方式

[0016] 依照本发明实施例的虚拟石油系统包括为了有效共享和处理数据而互连的许多软件模块。如图 1 所示意性例示,该系统 100 包括输入模块 102,其被配置成接收可以包括多个类型的数据(例如,地震数据、测井记录等)的相关数据。该数据指示被调查的地质区域的一种或多种特性。

[0017] 在一个例子中,输入模块 102 可以配置成接收包括如下的数据:层位文件、岩石特性、地球化学数据、热数据、地震数据(可以是例如原始地震数据、2-d 线、和 / 或 3-d 立方体)、测井记录、图像、文化数据(例如行政边界,地理位置,土地所有权,与包括道路、建筑物、石油钻井平台等的人造结构有关的信息,和 / 或环境特征)、和断层数据。

[0018] 这些数据类型一般来自多个源,因此以不同格式存储并具有不同数据结构,但一般说来,它们可以存储在像盘驱动器或驱动器阵列那样的普通存储介质上。存储的数据对于系统的其余部分可以是本地的,或者例如可以通过 LAN、WAN、或经由因特网或其它网络被远程访问。

[0019] 配置成根据数据来模拟地质区域的物理、地球物理和 / 或地质特性的模拟模块 104 接收部分或全部数据作为输入,并且对其进行处理,以生成使用户能够了解地质区域的性质的模型。该模拟模块可以包括例如岩相模拟、地震模拟、地图数据管理、地质历史模拟、和烃迁移模拟。应该理解,存在多种可以使用的模拟技术,并且可以根据适当的设计考虑来选择特定的模拟功能。

[0020] 接口模块 106 可供用户操作,以输入参数和选择输入数据的相关部分供模拟模块使用。例如,该接口可以包括图形用户界面。例如,它可以包括允许用户选择看起来存在断层线的区域的功能。同样,用户可以根据他对于例如测井记录数据的专家解释,向数据的各部分指定特定岩性标记。在一个实施例中,可以包括在 3-d 可视图内选取层位的功能。

[0021] 接口模块 106 还可以包括控制数据管理的功能。举例来说,该接口模块可以包括

组合各个类型的数据、选择要显示的数据的类型或源、或修正数据可视化的功能。

[0022] 中央数据管理模块 108 与模拟模块 104 和接口模块 106 交互。当用户对与数据的专家解释有关的参数或信息做出改变时,这些变化经由数据管理模块传播到其它模拟模块。返回到断层线的例子,当使用接口模块 106 将断层线加入可视图或修改断层线时,该信息被传递给中央数据管理模块 108。然后,中央数据管理模块 108 将断层位置传递给各种模拟模块 104,这些模拟模块 104 将断层信息并入它们的模块。因此,当模拟模块接收到新信息时,根据改变的数据或参数来重新处理数据。在一个实施例中,实时地重新处理这样的变化。

[0023] 继续讨论断层的例子,可以将断层信息传递给模拟烃迁移的模块。断层将被并入模型并可被视为烃迁移的圈闭或管道,改变模型的烃储层预期位置。如果模型被配置成在二维中处理新数据,那么,与需要三维计算的情况相比,可以相对较快地处理模拟计算。

[0024] 本身可以包含接口模块的各个部分或包含在接口模块的各个部分中的许多显示模块或视窗 110 实现了各种数据视图。就本公开的目的而言,术语视窗、可视化模块和 / 或显示模块可交换地用于指代视窗 110。关于这一点,模拟模块 104 将与区域的模拟特性有关的信息传递给据此呈现图形显示的显示模块。作为存储器管理方案,可以将中央数据管理模块编程为把数据推送给显示模块以便显示,然后保证从活动存储器中除去生成正在显示的图像数据所需的计算。

[0025] 图 2A 示出了可以代表例如来自三个不同源的盆地模型的 3-D 盆地模拟数据 200、202、204。另一个显示模块可以呈现俯视图或地图视图。如图 2B 所示,储层区 208 的地图 206 可以包括盆地模拟数据 200 被复制在其上的、指出钻井的位置 212 的块边界的叠层。

[0026] 在这个实施例中,该系统包括经由接口模块 106 来选择感兴趣的区域,并且从一个视图粘贴到另一个视图,使得可以将盆地模型信息在所选区域内粘贴到地图 206 中的工具。在图 2C 中,已经将第二区域 202 粘贴到地图 206' 上,而在图 2D 中,将第三区域 204 粘贴到地图 206'' 上。这样,将表示在图 2A 中的信息叠加在图 2B-D 的地图视图上,使分析人员可以同时观看几种类型的信息,并在进行盆地分析时整合这些信息。

[0027] 接口模块还可以包括允许地图编辑、着色、多边形填充等的功能。这种编辑后的地图的一个例子显示在图 2E 中,其中地图 206'' 被显示成包括来自所有三个区域 200、202、204 的信息。可以看出,用户经由曲线 230 和 232 以及经由宽着色区域 234 指出了盆地地形信息。输入的盆地地形信息可以从其它数据源中导出,或可以例如基于相邻区域的专家解释。另外,还指定了感兴趣的截面 A-A。在一个实施例中,可以选择指定的截面以便显示在显示模块或视窗 110 中。

[0028] 在一个实施例中,显示模块实时地呈现经过重新处理的特性,使用户可以随着参数的改变被输入系统中而看到参数改变的效果。

[0029] 如上简述,加速这种实时重新处理的一种方法是在二维中进行所有或大多数的模拟。然后,可以将二维模型用于创建二维图像。通过在伪三维空间中显示所述二维图像,可以传达三维信息的外观。

[0030] 而且,甚至可以和二维信息相关联地包括和显示三维信息。关于这一点,可以通过将三维信息限制成二维表示来加速显示和模拟。

[0031] 如图 3 所示,许多条二维地震线 300 根据它们的三维相对取向和位置而排列。而

且,这种显示以三维盆地模型的一个层位 302 的形式包括一些三维信息。通过将三维信息限制成相对薄的片,可以将其视为二维并可以相对迅速地加以评估和更新。

[0032] 在一个实施例中,可以通过提供剖面图来提高感兴趣信息的可视性。从图 3 中可以看出,具有减小的高度的许多地震线 300' 被显示成细条。如果每条地震线都以完整高度显示出来,那么前景中的那些线将挡住背景中的那些线的视图。可替代地,接口可以允许用户旋转可视显示,以便使以前被遮蔽的显示部分露出来。

[0033] 此外,图 3 中还示出两个相交二维图像 310、312。这两个图像代表例如可以通过将来自地震成像的信息与来自其它模拟模块的岩性和地质信息相结合而确定的地质信息。应该理解,这种信息的一些部分可以从专家解释中导出,并且该解释的结果可以使用接口模块 106 被输入。

[0034] 接口模块可以进一步包括在显示的数据内选择感兴趣的层位的功能。一旦作出选择,可以进行各种操作,包括例如将所选层位展平。如图 4 所示,层位 400 已经被展平,其结果是改变了其它层位的垂直位置,导致升高的部分 402 以及 404 处的底部层位的相应升起。其它显示对象(例如地震 2D 线)同样可以相应地相对于展平的层位或基准表面而被调整。应该理解,这样的有选择展平可被用于许多目的,包括例如调查在地层单元之间是否存在交叠。在注意到这种交叠的情况下,用户可以使用接口模块来输入校正,并且该校正将经由中央数据管理模块被传播回到每个模拟模块。

[0035] 在一个实施例中,可以包括盐史模拟作为模拟模块 104 之一。在这个实施例中,通过在三维中定义盐体积和沉积物体积的初始几何形状来模拟包含覆盖在沉积物区域上的盐层的区域。采用多个时步,在每个时步,在保持沉积物顶部和盐体积不变的同时改变盐顶部的几何形状。

[0036] 在模拟期间,包括其它模型的结果作为盐体积模拟的输入。例如,当其它模型指示断层或像折叠或形变那样的其它地质活动时,将这些变化并入盐模型中。应该理解,在这些活动影响盐基部形状的情况下,盐基部具有不变几何形状的初始假设是不正确的。其结果是,根据毗邻地层的变化来更新盐基部的几何形状。

[0037] 另外,取决于盐体积对于可能发生溶解的环境的暴露,可以包括模拟溶解的盐(即,去除的盐)和沉积的盐的功能。

[0038] 在叠代过程中,用户可以控制盐史进程。尤其是,用户可以指导来自断层和其它模型的数据的上述整合。同样,用户可以提供用于模拟复杂基性盐结构和盐重新进入问题的指导。

[0039] 作为输出,可以生成各自代表时步之一的一系列三维图像。而且,可以将时步用作包括时间分量的其它模型的时变输入。例如,在包括烃迁移模型的情况下,可以随着盐模型的变化随时间调整流动参数。

[0040] 如图 5A-C 所示,盐底部 500 形成以两个截面区的形式显示的盐层 502 的底层。图 5B 代表从如图 5A 所示的初始地层开始的时步。在基部 500 基本上保持不变的同时,附加沉积物层 504 覆盖在盐层 502 上。盐顶部发生显著变化,但盐的总体积保持不变。图 5C 代表进程中的最后时间间隔,实际上代表例如通过地震成像测量的盐盆地的当天状态。

[0041] 在一个实施例中,可以包括通过概率手段来内插岩相的功能。在这种手段中,为内插选择特定间隔,并且为该间隔定义顶部相和底部相。源可以是例如地震截面或包括地震

图像、地震地图、地震地层切片等的其它地震数据。

[0042] 用户通过例如刷涂、多边形填充或像岩相与地震属性、沉积物厚度之间的关联性那样的其它典型转换方法、古测海学等,为顶部岩相和底部岩相选择岩性解释。然后,将间隔划分成许多薄层供随机方法内插。

[0043] 在随机内插手段中,根据顶层和底层对每个薄层指定岩性群,其中引入随机变化。可以应用顶层的组成与底层的组成之间的梯度,使得随着层与层越来越接近,它们在组成上同样越来越接近。举例来说,可以将给定层的距离用于生成该层的组成相对于顶层和底层的权重。然后,例如,通过正态分布来应用和约束随机分量。

[0044] 对于每个层,分量的总和由顶部和基部岩相决定,但通过对它们应用正态分布函数来重新安排这些分量沿着该层的任何给定部分的横向分布。可选的是,可以进行应用正态分布函数的多次叠代。叠代次数例如可以通过对照地震属性或测井记录来检验岩相来确定。如果有必要,可以进行人工调整。同样,可以引入位移,使得所述间隔更接近地与实际组成相匹配。最后,可以使用像跨过相同区域的地震线那样的来自其它数据源的信息来修正所述层与这种数据相交的部分的内插结果。

[0045] 图 6A 例示了根据上文实施例的岩性模型的三维视图。可以看出,除了用 600 总体表示的岩相信息之外,这个视图可以包括来自其它源的综合信息。如图所示,许多钻井 602 和它们各自的测井记录 604 可以叠加在岩相信息上。由随机过程引起的随机变化可以被看成在顶层中看得最清楚的长方形可变阴影区。

[0046] 取代图 6A 的三维视图,图 6B 例示了单个层位 610。该层位与可看见随机变化层的两个截面 612、614 相交。

[0047] 在一个实施例中,模拟模块之一可以针对烃迁移模拟。应该理解,迁移模块可以将来自与烃迁移有关的任何其它数据源的信息用作输入。举例来说,与渗透性(像可以从测井、岩性等导出的)、可以起通道或密封作用的断层、盐层和历史、以及沉积历史有关的信息都可以形成迁移模型的输入。

[0048] 尤其,该模型可以将像基于渗透率和饱和度的流动模型那样的高分辨率模型用作输入。该模型可以包括石油和天然气的迁移和圈闭。

[0049] 在该实施例中,不是随时间通过整个盆地逐步运动,而是独立地对待每个源点。对于随机源点,该迁移沿着试图使势能减小最大化的路径(即最小能量路径)随时间进展,其中流动阻力与浮力相反。在时变地质已知(或被模拟)的情况下,例如在盐史或沉积历史已知的情况下,该时变被包括在评估势能减小的流动模型中。

[0050] 由于独立地评估所有源,所以认为它们在到达圈闭之前与其它源没有交互。对于每个源,一旦到达圈闭就停止计算。由于圈闭可能具有最大填充体积,所以必须在进行溢出评估的圈闭处暂停独立的处置。如果到达特定圈闭的烃的总体积超过体积容量,那么额外的部分可以使用该模型被进一步迁移。

[0051] 在图 7 中示意性地例示了执行该方法的系统 700。该系统包括数据存储设备或存储器 702。可以使存储的数据可用于像可编程通用计算机那样的处理器 704。处理器 704 可以包括像显示器 706 和图形用户界面 708 那样的接口组件。图形用户界面可以用于显示数据和处理后的数据产物,和允许用户在实现该方法的各个方面的选项当中进行选择。数据可以经由总线 710 直接从数据获取设备,或从中间存储或处理设施(未示出)传递给系



统 700。

[0052] 应该理解,各个数据源、模拟模块和观察模块可以是根据通常做法的典型软件程序。中央数据管理模块根据这些模块的输入和输出要求来设计。在一个实施例中,用根据规定类别来定义特性的面向对象的编程语言来实现各种模块。当模块之一开始改变特定数据项时,响应于用户输入作出或作为模拟计算的结果,所述改变被返回到中央数据管理模块,然后中央数据管理模块将所述改变传递给与改变的数据类别相同的数据,从而保证所有模块都同步。

[0053] 尽管为了例示的目的,根据当前认为最实用的优选实施例对本发明做了详细描述,但应该明白,这样的细节仅仅为了该目的,本发明不局限于所公开的实施例,而是相反,打算涵盖在所附权利要求书的精神和范围之内所有修改和等同安排。例如,尽管本文提到计算机,但是该计算机可以包括通用计算机、专用计算机、编程成执行这些方法的 ASIC、计算机阵列或网络、或其它适当计算设备。作为进一步的例子,还应该明白,本发明设想,可以尽可能地将任何实施例的一个或多个特征与任何其它实施例的一个或多个特征组合。

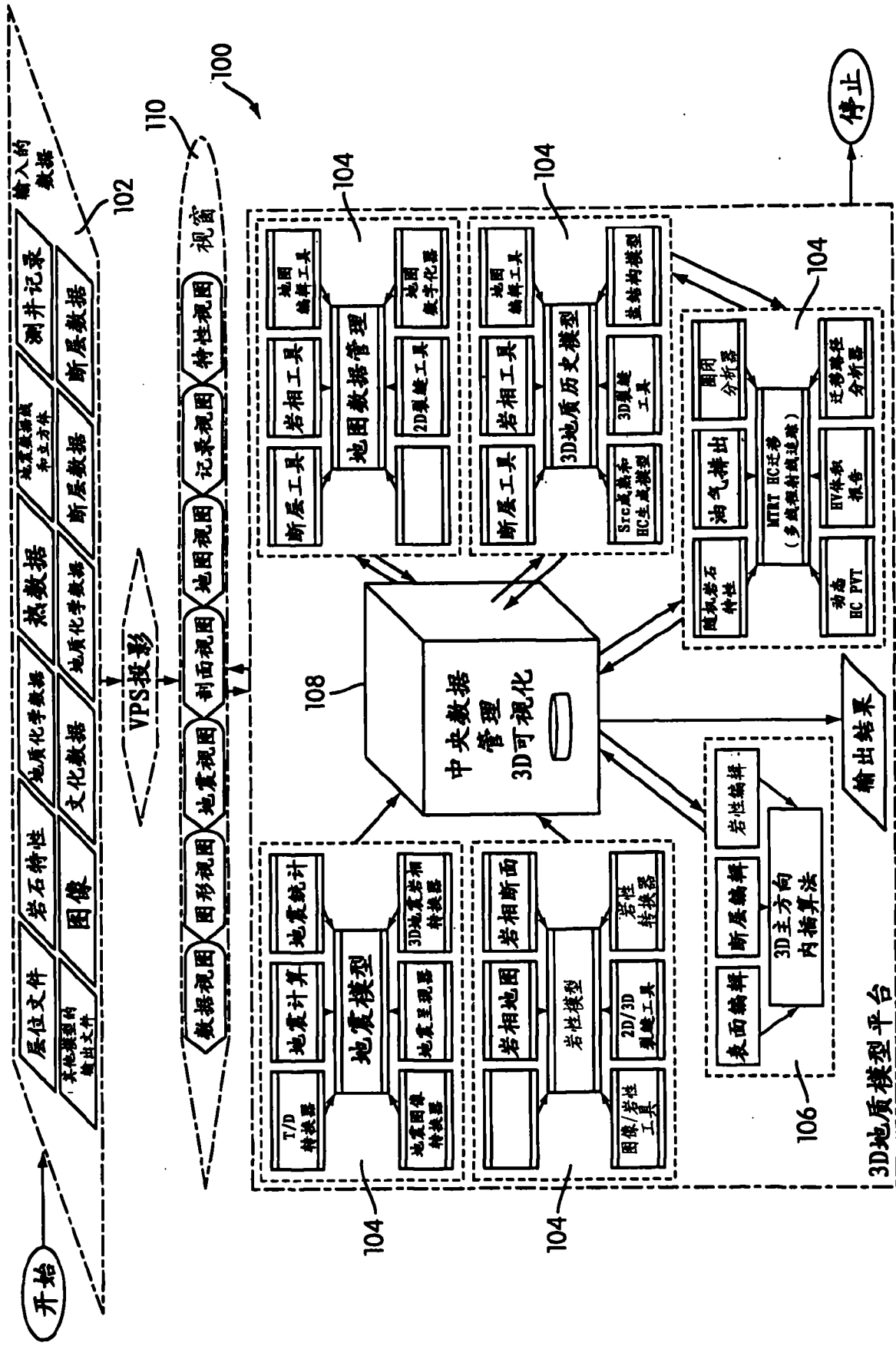


图 1

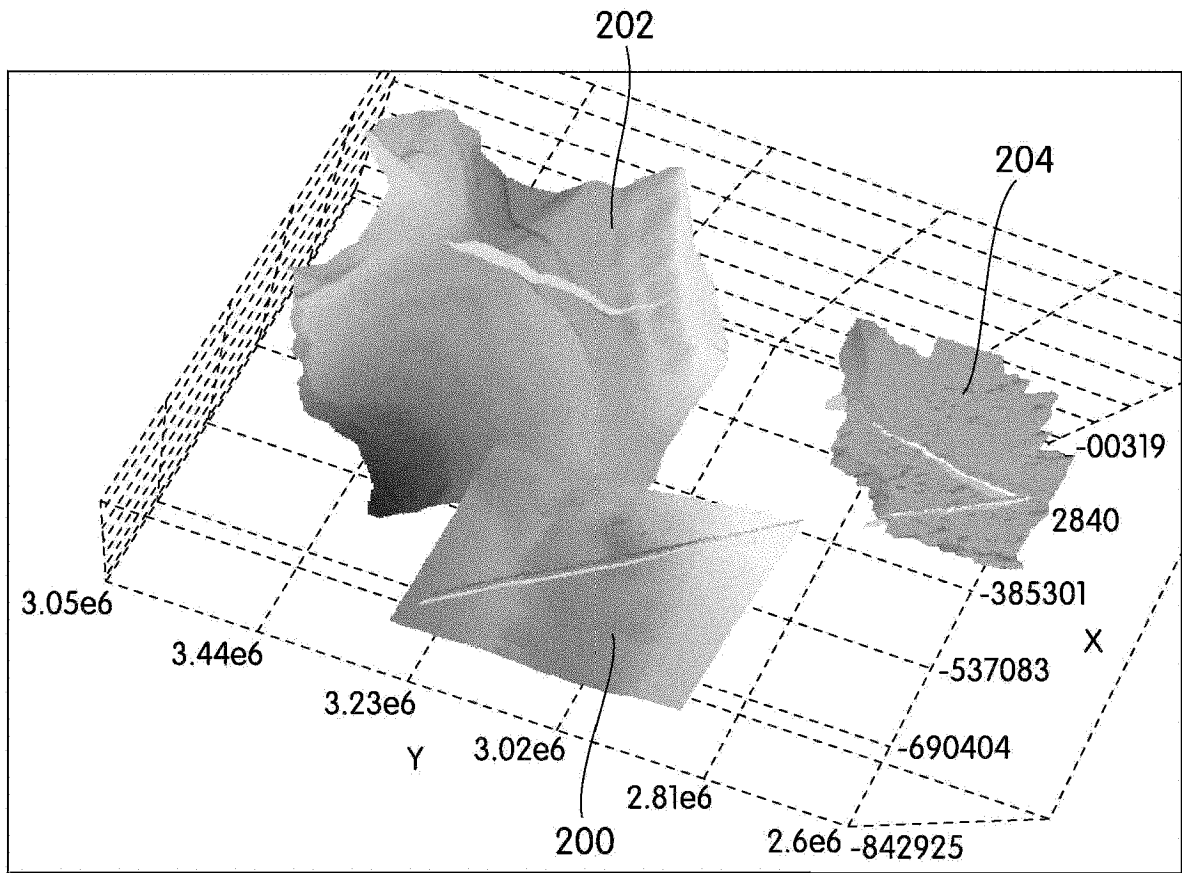


图 2A

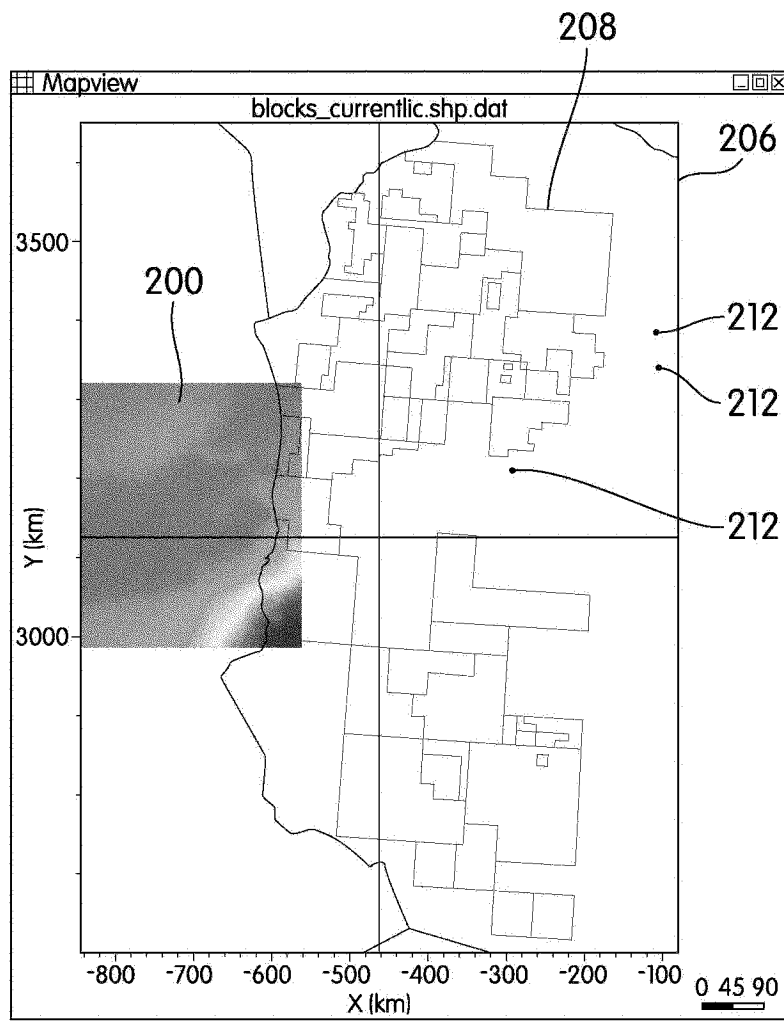


图 2B

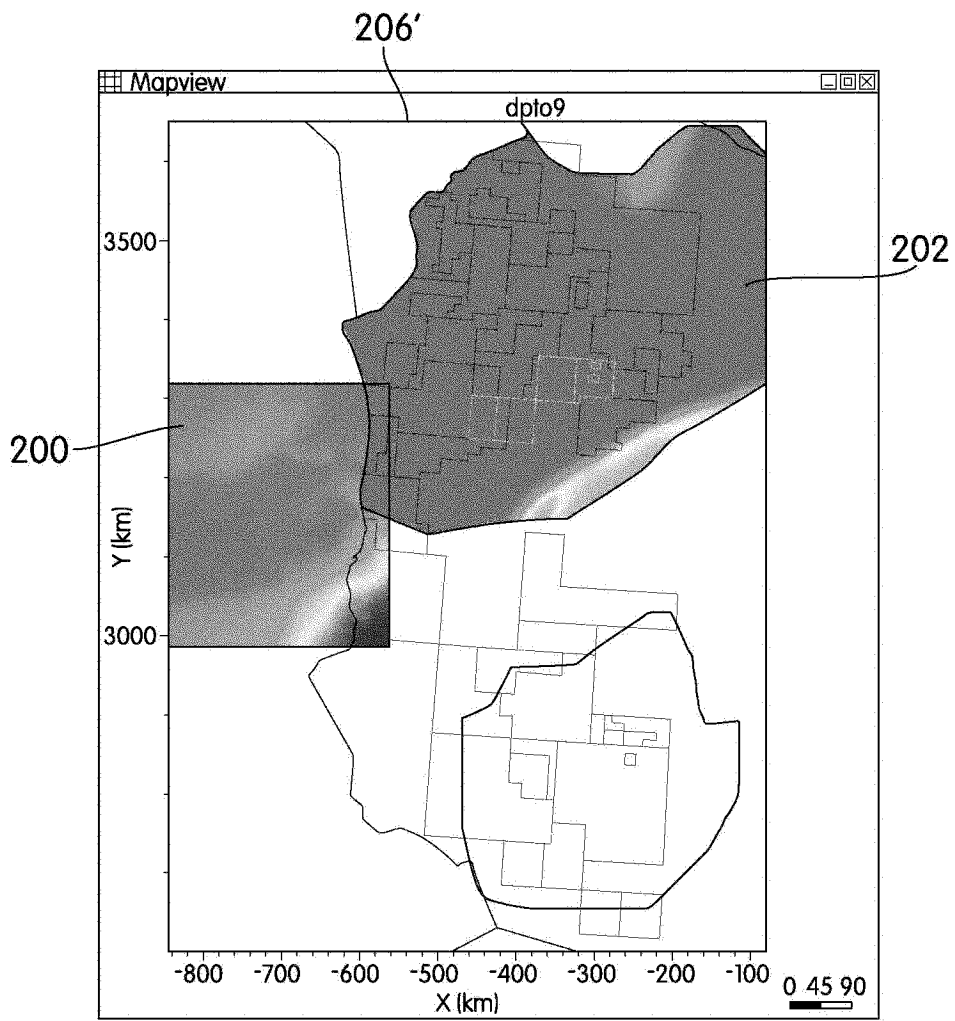


图 2C

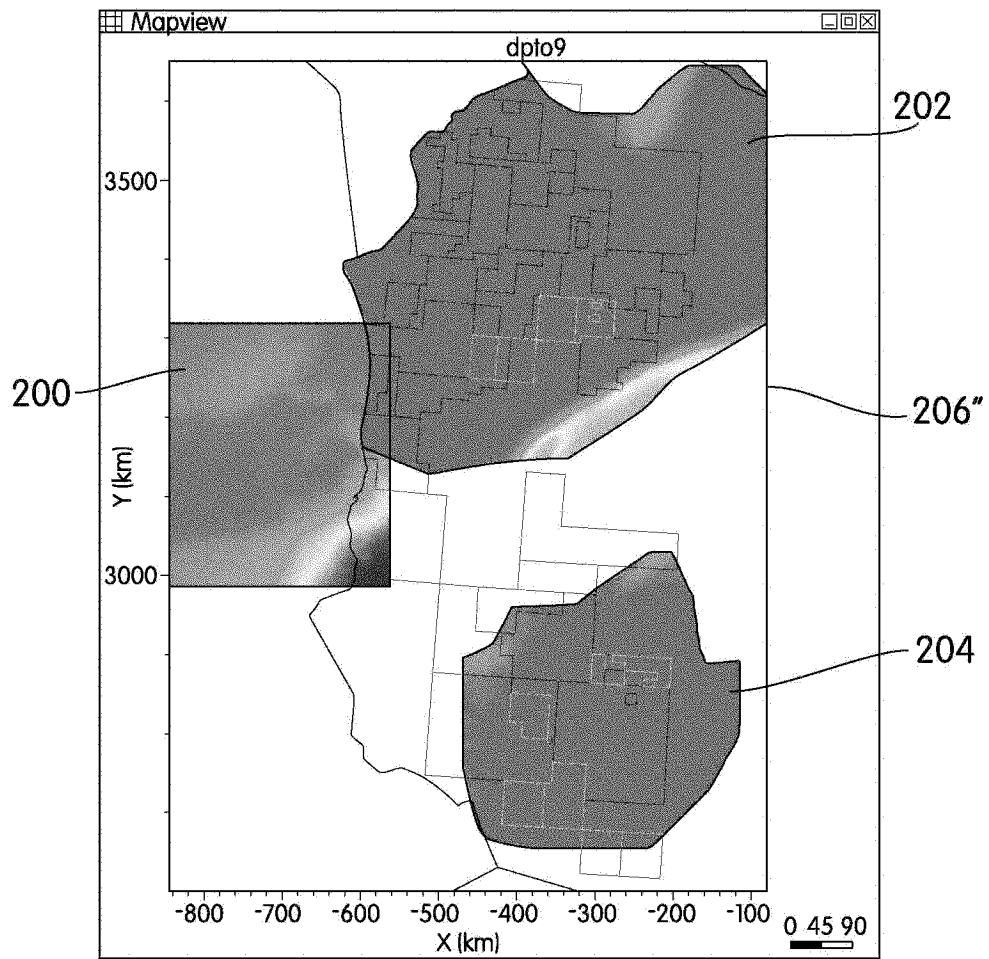


图 2D

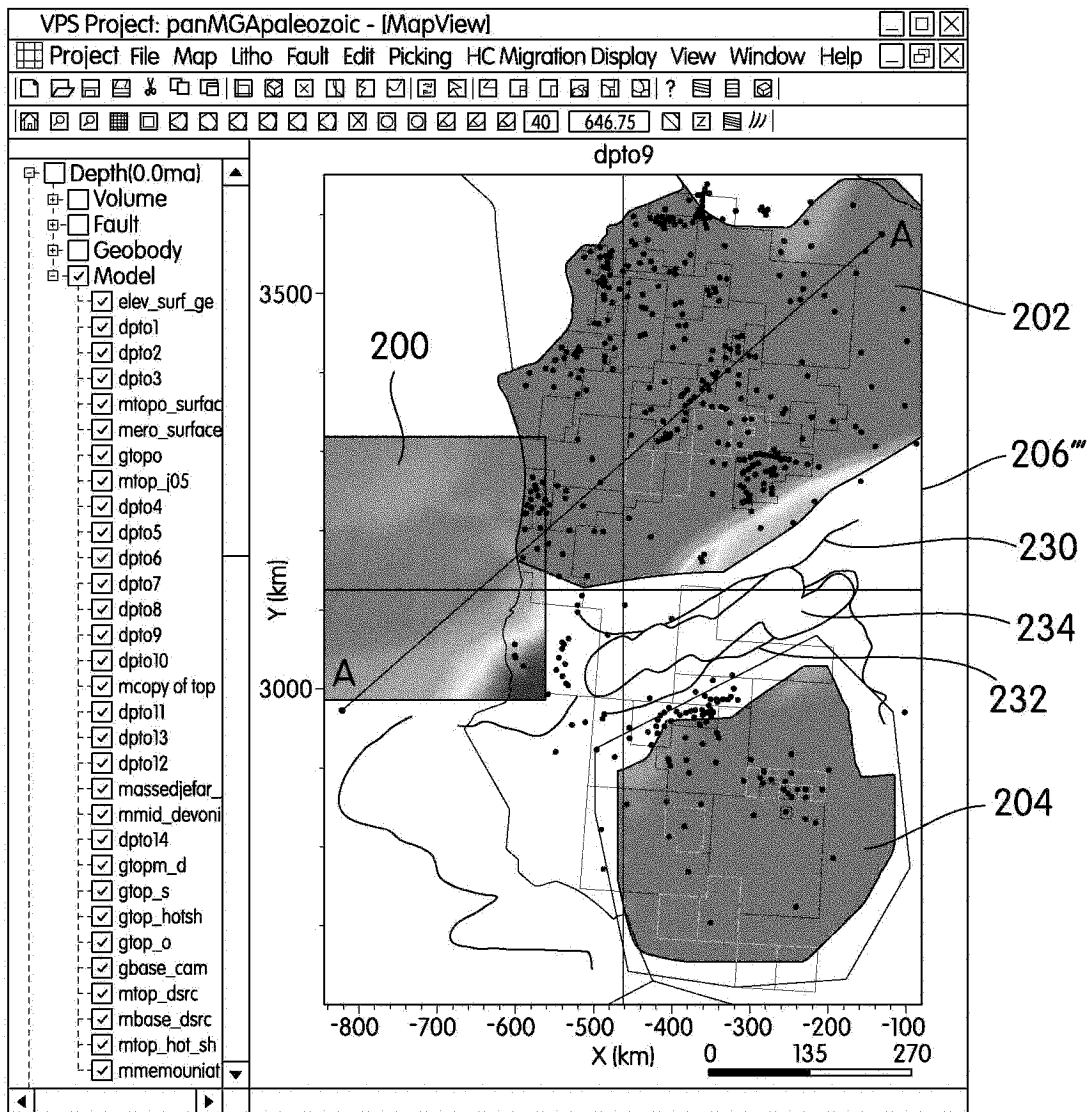


图 2E

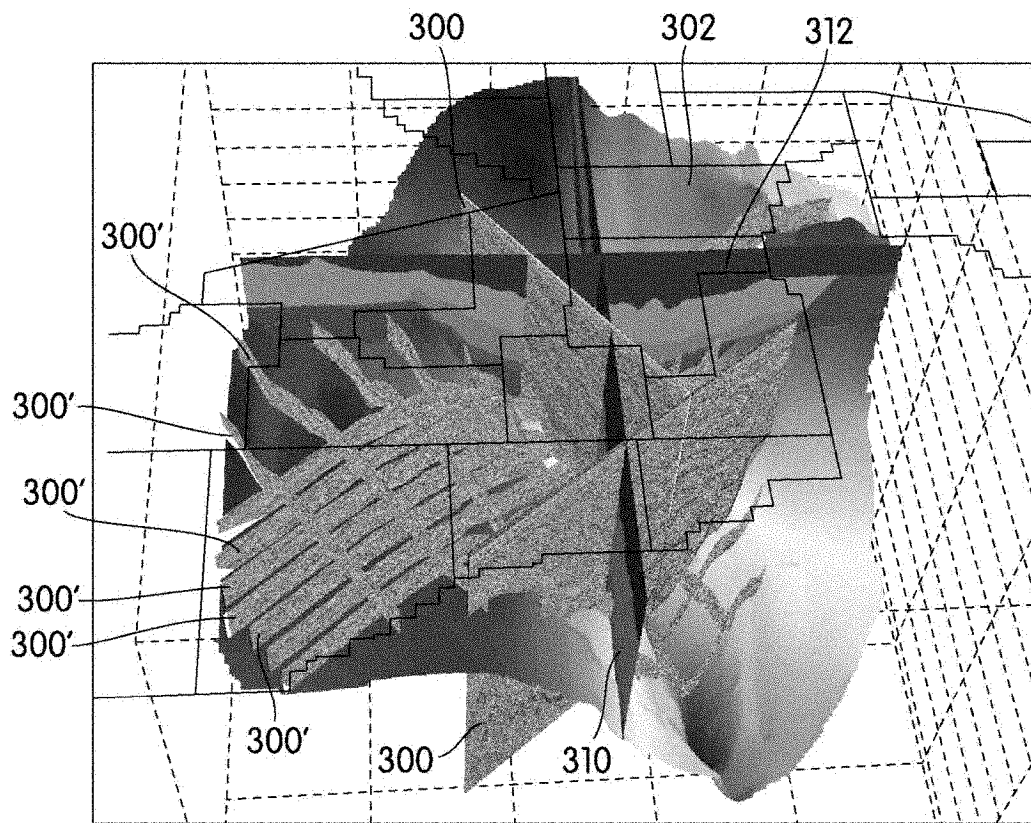


图 3



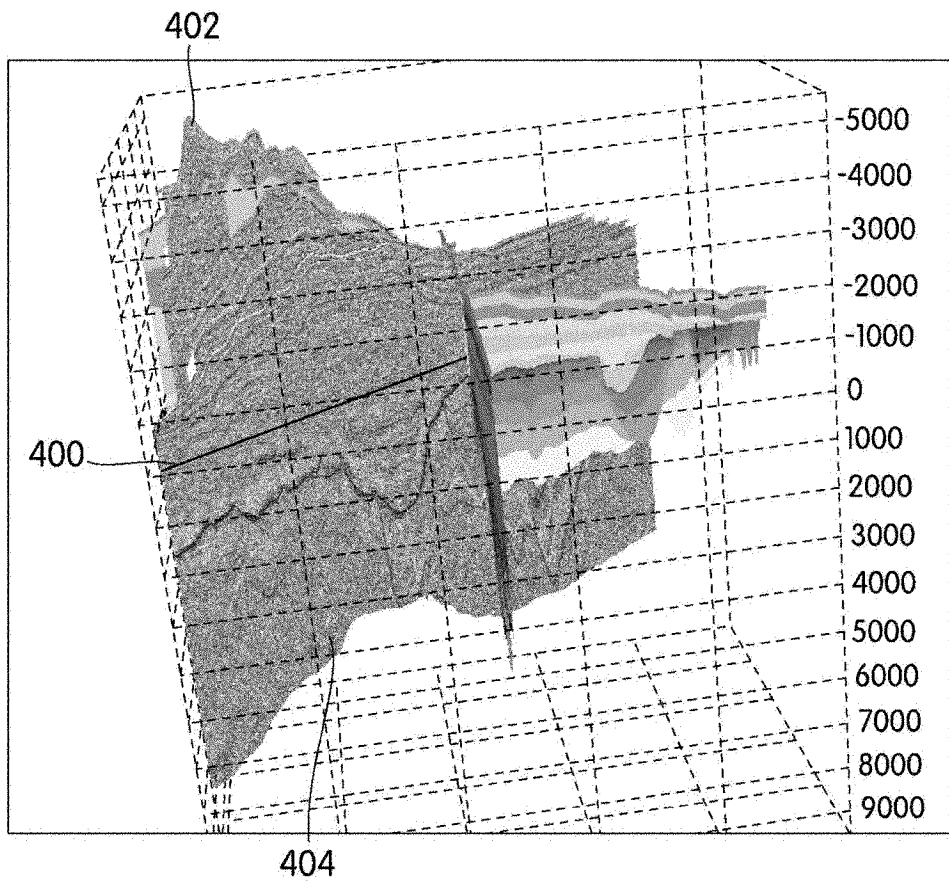


图 4

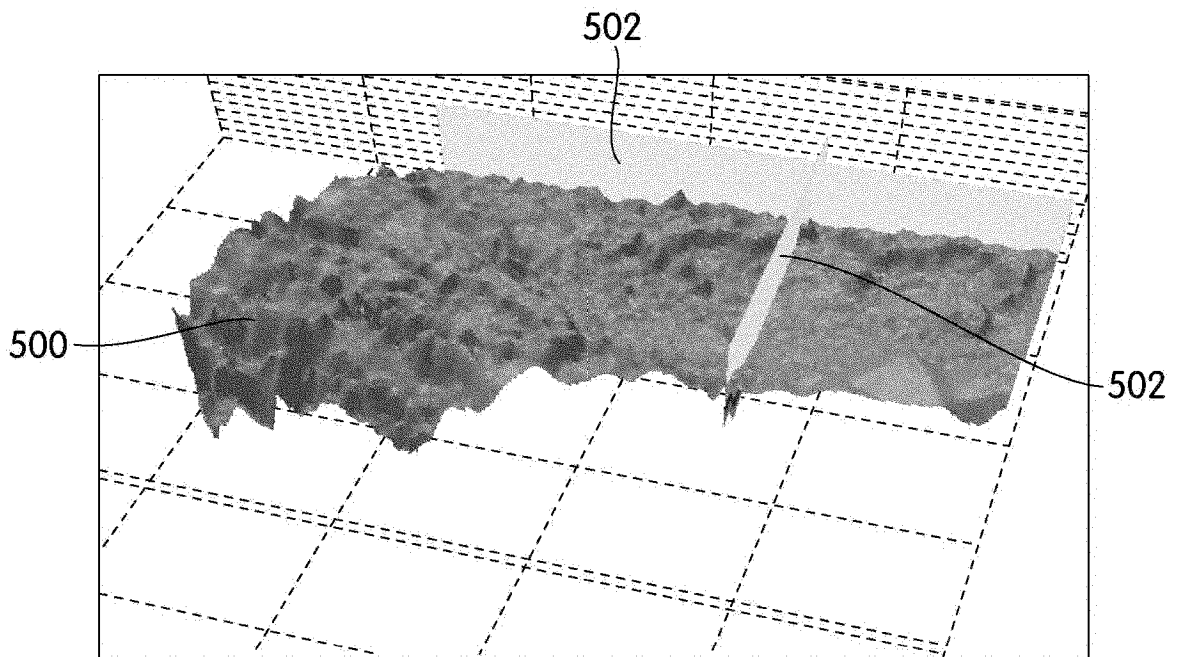


图 5A

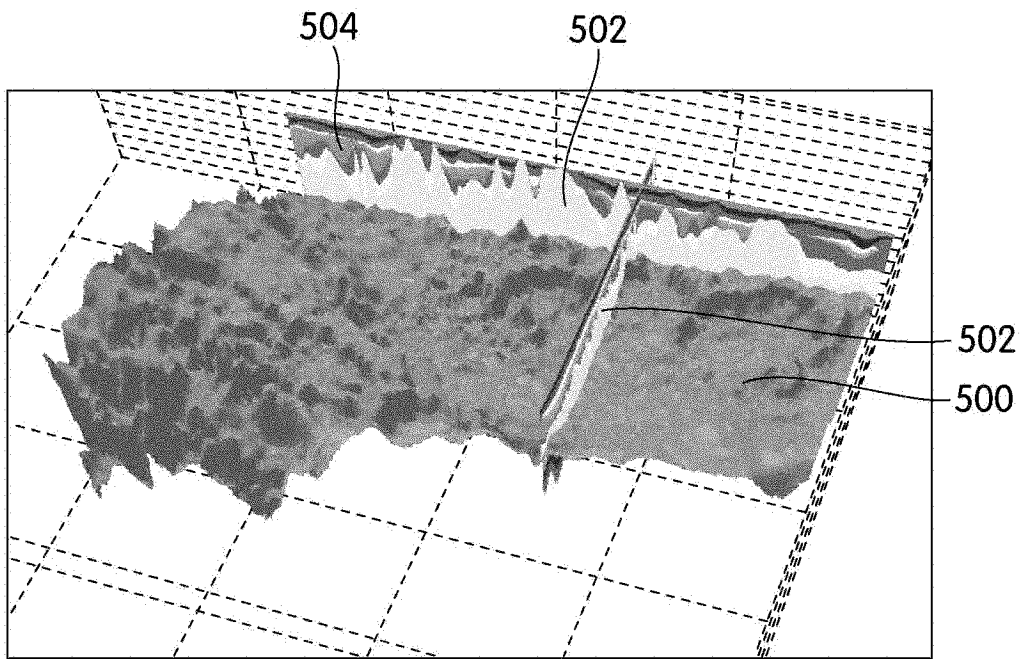


图 5B

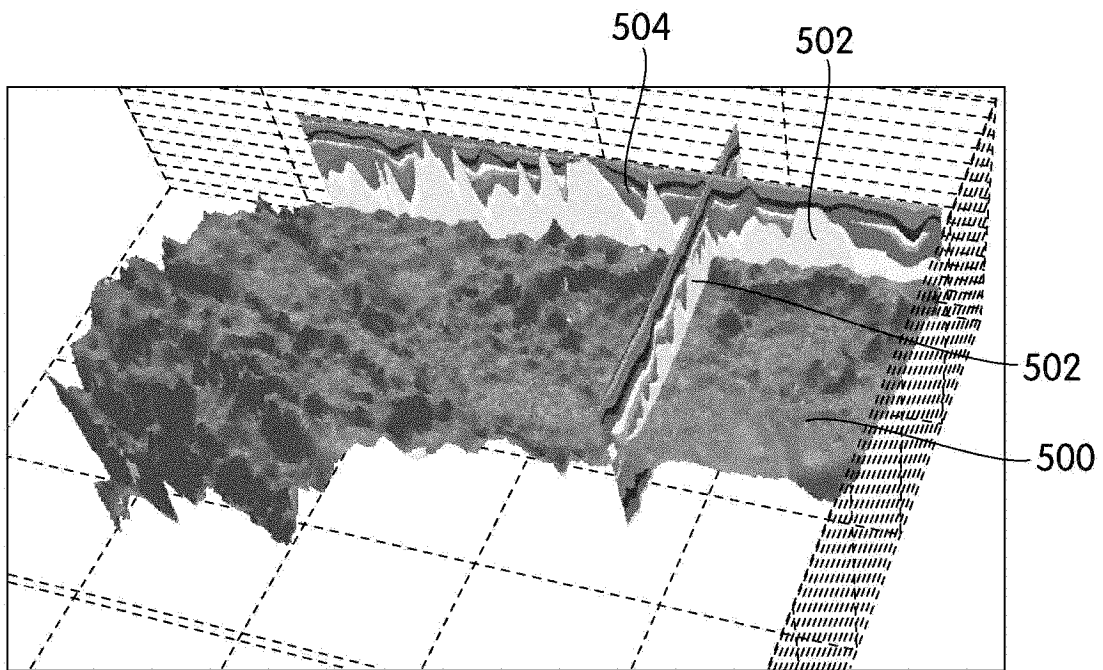


图 5C

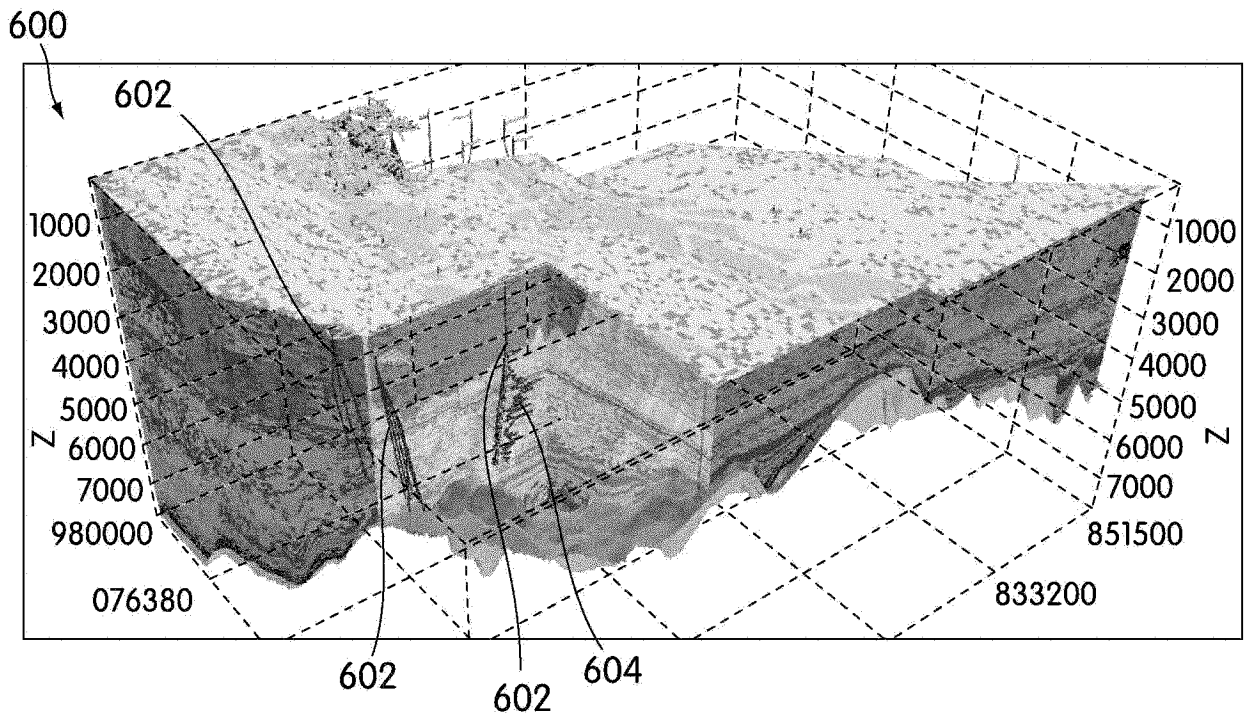


图 6A

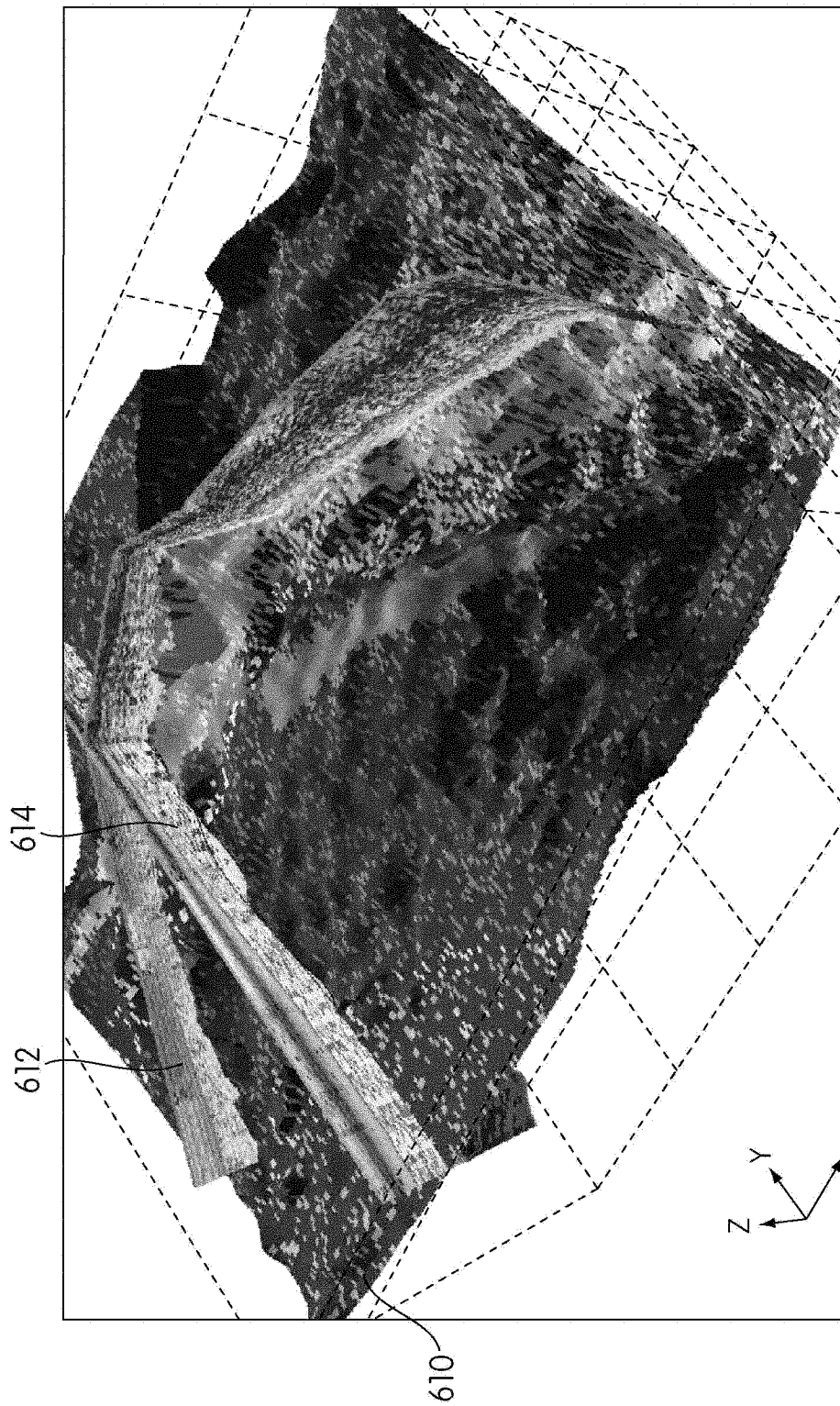


图 6B

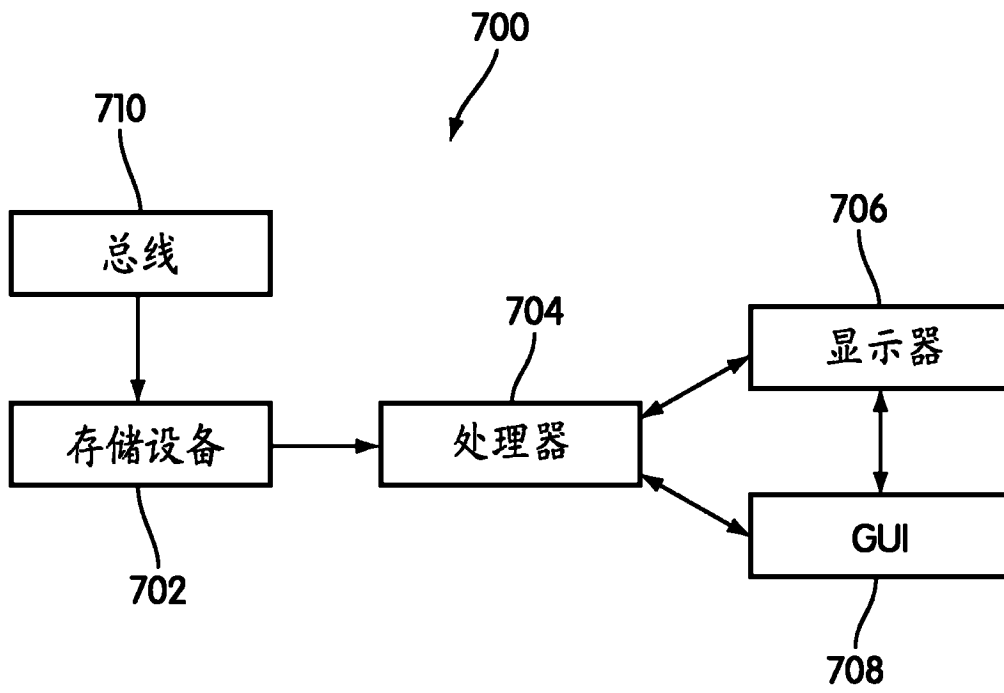


图 7