الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

المملكة العربية السعودية
Kingdom of Saudi Arabia

براءة اختراع

إن الرئيس التنفيذي للهيئة السعودية للملكية الفكرية و بموجب أحكام نظام براءات الإختراع و التصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة و الأصناف النباتية و النماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/27 وتاريخ 1425/05/29هـ و المعدل بقرار مجلس الوزراء رقم 536 و تاريخ 1439/10/19هـ ، و لائحته التنفيذية.
يقرر منح :

شركه الزيت العربية السعودية
SAUDI ARABIAN OIL COMPANY

براءة اختراع رقم : SA 11357

بتاريخ : 1444/04/19 هـ
الموافق : 2022/11/13 م

عن الإختراع المسمى :

توليد بيانات تصوير تحت الأرض مبنية على بيانات هيئة زلزالية رأسية وبيانات مستشعر بقاع المحيط

Generating Subterranean Imaging Data Based on Vertical Seismic Profile Data and Ocean Bottom Sensor Data

وفق ما هو موضح في وصف الاختراع المرفق، ولمالك البراءة الحق في الانتفاع بكامل الحقوق النظامية في المملكة العربية السعودية خلال فترة سريان الحماية.

الرئيس التنفيذي

د. عبدالعزيز بن محمد السويلم

الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

[19] **الهيئة السعودية للملكية الفكرية**
[11] **رقم البراءة:** SA 11357 B1

[12] **براءة اختراع**

[45] **تاريخ المنح:** 1444/04/19 هـ
الموافق: 2022/11/13 م

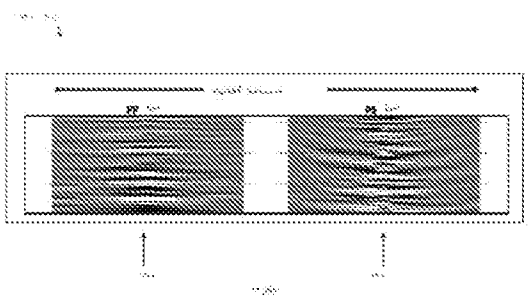
[21] رقم الطلب: 519401498
[22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1440/08/01 هـ
الموافق: 2019/04/06 م
[30] بيانات الأسبقية:
US 15/298.135 2016/10/19 م
[72] اسم المخترع: ليون لاينغ زي هو
[73] مالك البراءة: شركه الزيت العربية السعودية
عنـــــوانه: ص ب 3437 الرياض 11471، المملكة العربية السعودية
جنسيته: سعودية
[74] الوكيل: مكتب المحامي سليمان ابراهيم العمار
[86] رقم الطلب الدولي: PCT/US2017/057335
تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2017/10/19 م
[87] رقم النشر الدولي: WO 2018/075738
تاريخ النشر الدولي: 2018/04/26 م
[51] التصنيف الدولي(IPC®):
G01V 001/028, G01V 001/030
G01V 001/042
[56] المراجع:
WO 2015/160652
YU ZHANG ET AL, "Angle gathers from reverse time migration", THE LEADING EDGE, SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS, US, (20101101), vol. 29, no. 11, doi:10.1190/1.3517308, ISSN 1070-485X, pages 1364 - 1371, XP002742765 [X] 1,2,4-6,10-15,19 * page 1364 * * page 1368 - page 1371 * [Y] 2-18,20
SHENG XU ET AL, "3D angle gathers from reverse time migration", GEOPHYSICS, SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS, US, vol. 76, no. 2, doi:10.1190/1.3536527, ISSN 0016-8033, (20110301), pages S77 - S92, (20110310), XP001574309 [X] 1,2,4-6,10-15,19 * abstract * * page S79 - page S82 * [Y] 2-18,20
الفاحص: فاتن بنت مهدي آل معمر

[54] اسم الاختراع: توليد بيانات تصوير تحت الأرض مبنية على بيانات هيئة زلزالية رأسية وبيانات مستشعر بقاع المحيط

Generating Subterranean Imaging Data Based on Vertical Seismic Profile Data and Ocean Bottom Sensor Data

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بوصف طريقة تمثيلية يتم تنفيذها بالحاسب الآلي computer-readable media، وأوساط قابلة للقراءة بالحاسب الآلي، ونظام حاسب آلي لتوليد بيانات تصوير تحت الأرض generating subterranean imaging data based بناءً على نماذج سرعة موحدة الخواص و/أو غير موحدة الخواص أولية لبيانات هيئة زلزالية رأسية vertical seismic profile (VSP) وبيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المخزنة. في بعض الجوانب، يمكن استقبال بيانات VSP وبيانات OBS لمنطقة تحت الأرض. ويتم حساب خصائص الزاوية لكل نقطة صورة لتصوير الانعكاس الأولي ومضاعفات السطح الحر لبيانات VSP وبيانات OBS التي تم استقبالها، على الترتيب. يمكن توليد تجميعات صورة مشتركة لنطاق زاوي (ADCIG) Angle-domain common-image gathers طبقاً لطريقة معادلة-إشعاع بناءً على خصائص الزوايا التي تم حسابها بناء على بيانات VSP وبيانات OBS التي تم استقبالها، على الترتيب. يتم كذلك إجراء معالجة بعدية لـ ADCIG. في بعض الجوانب، يمكن استقبال بيانات VSP لمنطقة تحت الأرض. الشكل (13)

عدد عناصر الحماية (16)، عدد الأشكال (23)



توليد بيانات تصوير تحت الأرض مبنية على بيانات هيئة زلزالية رأسية وبيانات مستشعر بقاع المحيط

Generating Subterranean Imaging Data Based on Vertical Seismic Profile Data and Ocean Bottom Sensor Data

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق هذا الكشف بتصوير البنية والحصول على معلومات حول تحت الأرض عن منطقة تحت الأرض subterranean region (على سبيل المثال، منطقة يمكن استخراج الهيدروكربونات منها) بناءً على بيانات زلزالية تم الحصول عليها في ثقب حفرة البئر borehole.

إن الارتحال الزلزالي عبارة عن تقنية معالجة بيانات تعمل على تكوين صورة لبنية الأرض من البيانات المسجلة بواسطة المسح الميداني للانعكاس الزلزالي. يعمل الارتحال الزلزالي هندسياً على إعادة تحديد موقع الأحداث الزلزالية المسجلة في بيانات المتواجدة في الحيز والزمن إلى موقع حيث وقوع الحدث تحت سطح الأرض، وبناءً عليه يعمل على تكوين صورة لتحت السطح. تشتمل بعض طرق الارتحال التمثيلية، على سبيل المثال، على ارتحال الإزاحة الصفرية، ارتحال التراص المسبق، ارتحال الفرق المحدود. كمثال على ذلك، يكون ارتحال عمق التراص المسبق (PSDM) Pre-Stack Depth Migration طريقة ارتحال للتصوير عالي الدقة لبيانات زلزالية تم الحصول عليها إما من سطح الأرض أو ضمن ثقب حفرة البئر borehole الفردي أو العديد من ثقوب حفرة البئر.

البراءة الدولية رقم 2015/160652 تحت عنوان "إنشاء بيانات التصوير الجوفي بناءً على بيانات المخطط الزلزالي الرأسي." يصف هذا المنشور توليد بيانات التصوير الجوفية بناءً على بيانات المخطط الزلزالي الرأسي vertical seismic profile (VSP). يتم تلقي بيانات VSP من منطقة جوفية. يتم حوسبة خصائص أربعة زوايا لكل نقطة صورة بناءً على بيانات VSP التي تم استقبالها. يتم إنشاء تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) خماسية الأبعاد طبقاً لطريقة معادلة-إشعاع بناءً على خصائص الزوايا. لا

يكشف المنشور عن حوسبة دالة Green متعددة المتغيرات استنادًا إلى تتبع إشعاعي خاص بنموذج سرعة مركب.

ترد وثيقة Cheng تحت عنوان "انتقال زمني سابق على التراكم لنطاق زاوية محلي محفوظ في السمت في وسائط موحدة الخواص، وموحدة الخواص مستعرضة رأسية، ومتباينة الخواص سمتية". يصف Cheng نهج Kirchhoff PSTM لنطاق الزاوية المحلي المحفوظ في السمت للتصوير الزلزالي والحالة المسبقة للبيانات الزلزالية لتغيرات السعة مع تحليل الإزاحة أو زاوية السقوط amplitude variations with offset or incident-angle (AVO / AVA)، واكتشاف الكسر، وتوصيف الخزان. لم يكشف Cheng عن حوسبة دالة Green متعددة المتغيرات استنادًا إلى تتبع إشعاعي لنموذج سرعة مركب.

يطلق على وثيقة Hu عنوان "انتقال عمق سابق على التراكم المتكامل لبيانات VSP و OBS في مجال الزاوية." يصف Hu عمليات مسح المخطط الزلزالي الرأسي vertical seismic profiling (VSP) التي تولد بيانات عالية الدقة عند مقارنتها بأجهزة استشعار قاع المحيط ocean bottom sensors (OBS) والتي يمكن تحليلها لخصائص الخزان عبر التصوير والانعكاس للخصائص الزلزالية. يصف Hu أيضًا تقنية Kirchhoff لانتقال عمق سابق على التراكم prestack depth migration (PSDM) لكل من بيانات VSP و OBS باستخدام نموذج سرعة مشترك لإنتاج تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle domain common image gathers (ADCIGs) على شبكة موحدة. لم يكشف Hu عن حساب دالة Green متعددة المتغيرات استنادًا إلى تتبع إشعاعي لنموذج سرعة مركب.

<u>الوصف العام للاختراع</u>

يتعلق هذا الكشف بتصوير البنية والحصول على معلومات تحت الأرض بناءً على بيانات زلزالية لثقب حفرة البئر borehole تم الحصول عليها من عمليات مسح خصائص زلزالية رأسية ثلاثية الأبعاد vertical seismic profiling (VSP) لتحليل الخزان reservoir analysis لمنطقة تحت الأرض subterranean region.

بوجه عام، يمكن تنفيذ الجوانب المبتكرة التمثيلية للموضوع الموصوف في الطلب الحالي كطريقة يتم تنفيذها بالحاسب الآلي، يتم تنفيذها في أوساط يمكن قراءتها بالحاسب الآلي و/ أو يتم تنفيذها في نظام حاسب آلي computer system، لتوليد بيانات تصوير تحت الأرض بناءً على بيانات هيئة زلزالية رأسية vertical seismic profile (VSP). يمكن استقبال بيانات VSP لمنطقة تحت الأرض subterranean region ومعالجتها. يمكن حساب أربع خصائص زاوية لكل نقطة صورة بناءً على نماذج السرعة الأولية الخاصة ببيانات VSP المستلمة. يمكن توليد تجميعات صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد angle-domain common-image gathers (ADCIG) مشترك طبقاً لطريقة إشعاع – معادلة بناءً على الخصائص رباعية الزوايا. في بعض التطبيقات، يمكن تحليل ADCIG كذلك من أجل العديد من التطبيقات بواسطة حزمة معالجة لاحقة شاملة.

ويمكن أن يشتمل هذا الجانب، وجوانب أخرى، على سمة واحدة أو أكثر من السمات التالية. قد تشتمل طريقة الإشعاع – المعادلة على طريقة Kirchhoff المتكاملة. في بعض الحالات، يمكن حساب دالة Green متعددة المتغيرات بناءً على تتبع الإشعاع إما في العمق أو النطاق الزمني المحول / الممتد. في بعض التطبيقات، يتم استخدام طريقة Kirchhoff المتكاملة المستندة إلى الإشعاع-المعادلة الخاصة بنموذج السرعة المركبة لتصوير كل من مضاعفات السطح الحرة والانعكاسات الأولية لبيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) بالتزامن. في بعض الحالات، يمكن حساب متغيرات الإشعاع بناءً على تدرجات حقول زمن الانتقال المحسوبة بناءً على نموذج السرعة الخاص بهندسة بيانات VSP، وأربع خصائص زاوية لكل نقطة صورة يمكن حسابها بناءً على متغيرات الإشعاع. قد تشتمل أربع خصائص زاوية لكل نقطة صورة على زاوية الانعكاس reflection angle، زاوية السمت لكل زاوية انعكاس، زاوية الميل لكل زوج زاوية انعكاس- سمت، وزاوية السمت لكل زاوية ميل لكل زوج زاوية انعكاس- سمت.

في بعض الجوانب، يمكن توليد الجداول متعددة المتغيرات لدالة في ملفات منفصلة خاصة بنماذج السرعة ومتغيرات Thomsen متباينة الخواص لتصوير البيانات عديدة المكون. في بعض الحالات، يمكن تعبئة مناطق ظل زمن الانتقال بناءً على خوارزم تتبع الإشعاع. في بعض الجوانب، قد ترتحل بيانات PS للطاقة متحولة الوضع في النطاق الزمني لتجنب تحويل العمق-

إلى- الزمن في عملية ما بعد المعالجة. في بعض التطبيقات، يساعد ذلك على تحديث نموذج السرعة المتضمن الآثار متباينة الخواص باستخدام (1) السرعة الرأسية، و (2) السرعة الأفقية و(3) ودالة وصول الموجات الثمالية.

في بعض الجوانب، يمكن معالجة صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد -ANGLE (ADCIG) DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS المتولد بعدياً لتحسين صور البنية وتجميعات الزاوية الخاصة بعكس خواص الصخر. المعالجة البعدية ADCIG المتولدة قد تشتمل على واحد أو أكثر من تصوير الطاقات الهابطة المرتبطة بمضاعفات السطح الحرة للترتيب الأول، تصوير الطاقات الصاعدة المرتبطة بالانعكاسات الأولية، أو تصوير البيانات عديدة المكون. قد تشتمل البيانات عديدة المكون على واحد أو أكثر من بيانات PP، بيانات SS، أو بيانات PS. في بعض الحالات، قد تشتمل المعالجة البعدية لـ صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد -ANGLE (ADCIG) DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS المتولدة على إجراء المعالجة البعدية التي أساسها التفسير بناءً على واحد أو أكثر من خواص الزاوية من لقطات الأفق من بيانات زلزالية سطحية أو زوايا الانعكاس المقدرة من سجلات الحفر أو طرق النمذجة بناءً على الأشعة. يتم تطبيق بيانات الانعكاس المستكمل داخليًا وزاوية الميل المشتقة من لقطات الأفق، والنمذجة، وسجلات البئر كدليل على استخلاص الآثار ذا الصلة في ADCIG لإنتاج صور بنيوية مستمرة خاصة بسلسلة من زوايا الانعكاس التي تكون مفيدة فيما يتعلق بتقدير الخواص الصخرية.

على الرغم من وصفه العام كبرنامج يتم تنفيذه بواسطة الحاسب الآلي متجسد في وسائط ملموسة تعمل على معالجة وتحويل البيانات المناظرة، قد تكون بعض أو جميع الجوانب عبارة عن طرق يتم تنفيذها بالحاسب الآلي أو متضمنة على نحو إضافي في النظم المناظرة أو الأجهزة الأخرى لإجراء هذه الوظائف الموصوفة. يتم عرض تفاصيل هذه الجوانب وغيرها وطرق تنفيذ الكشف الحالي في الأشكال الملحقة والوصف التالي. ستتضح السمات والمزايا الأخرى للكشف من الوصف والأشكال، ومن عناصر الحماية.

<u>شرح مختصر للرسومات</u>

تشتمل براءة الاختراع أو ملف الطلب على شكل واحد ملون على الأقل يتم تنفيذه بالألوان. سوف يتم توفير نسخ من منشور طلب براءة الاختراع الحالي بأشكال ملونة من قبل مكتب براءات الاختراع والعلامات التجارية عند الطلب ودفع الرسومات اللازمة.

شكل رقم 1 يمثل مخطط بياني يوضح نظام مسح البئر well survey system التمثيلي ونظام حاسب آلي computer system خاص بالبيانات الزلزالية لثقب الحفر.

شكل رقم 2 يمثل مخطط بياني يوضح الخصائص الزاوية التمثيلية لبيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP).

شكل رقم 3 يمثل مخطط بياني يوضح طريقة تمثيلية لحساب زوايا الفتحة باستخدام متغيرات الإشعاع المقدرة باستخدام متدرج حقول زمن الانتقال.

شكل رقم 4 يمثل مخطط بياني يوضح الخصائص الزاوية التمثيلية لبيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP).

شكل رقم 5 يمثل مخطط بياني يوضح التسلسل الهرمي للبيانات التمثيلي لمكعبات تجميعات صورة مشتركة لنطاق زاوي angle-domain common-image gathers (ADCIG) لتصوير بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP).

شكل 6 عبارة عن مخطط يشتمل على مخططات توضح ADCIG كامل تمثيلي وADCIG خاص ببيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) التخليقية، على التوالي.

شكل رقم 7 يمثل مخطط يوضح مثال على تراص زوايا الميل المرتفعة لإنتاج صور البنية المرتبطة بمضاعفات السطح الحرة كموجات هابطة.

شكل رقم 8 يمثل مخطط يوضح مثال على تراص زوايا الميل المنخفضة لإنتاج صور البنية المرتبطة بالانعكاسات الأولية كموجات صاعدة.

شكل رقم 9 يمثل مخطط انسيابي يوضح طريقة تمثيلية لدمج نموذج السرعة المعتادة ومكون صورة طبق الأصل في حجم فردي للتصوير المركب لمضاعفات السطح الحرة والانعكاسات الأولية.

شكل رقم 10 يمثل مخطط يوضح تجميعات زاوية الانعكاس reflection-angle المعالجة التمثيلية بعد تطبيق مرشح محاذاة الطور.

شكل رقم 11 يشتمل على ثلاثة مخططات توضح النتيجة التمثيلية لمنع أعمال الارتحال بالميل المنتقى وزوايا الفتح.

شكل رقم 12 يشتمل على مخططات توضح عرض خريطة قيم السعة الرئيسية للشرائح الزمنية الثابتة بطول اثنين من قيم المدى الزاوي للانعكاس.

شكل رقم 13 يشتمل على مخططات توضح أمثلة على تصوير بيانات PS في نطاق زمني محول/ممدد.

شكل رقم 14 يمثل مخطط انسيابي يوضح عملية تمثيلية لمعالجة بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) ثلاثية الأبعاد لتحليل الخزان reservoir analysis.

شكل رقم 15 يمثل رسم تخطيطي يوضح نظام حاسب آلي computer system تمثيلي من الشكل رقم 1.

شكل رقم 16 يمثل مخطط بياني يوضح نظام مسح البئر well survey system وبيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) مرتبطة وبيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS).

شكل رقم 17 عبارة عن مخطط يوضح جدول زمن انتقال توضيحي محوسب من أجل مستقبل لنموذج سرعة موجة S خاص ببيانات VSP PS.

شكل رقم 17ب عبارة عن مخطط يوضح جدول زمن انتقال توضيحي محوسب من أجل مصدر خاص بنموذج سرعة موجة P خاص ببيانات VSP PS.

شكل رقم 18أ عبارة عن مخطط يوضح جدول زمن انتقال توضيحي محوسب من أجل مستقبل لنموذج سرعة موجة S خاص ببيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM (OBS) SENSOR PS.

شكل رقم 18ب عبارة عن مخطط يوضح جدول زمن انتقال توضيحي محوسب من أجل مصدر خاص بنموذج سرعة موجة P خاص ببيانات OBS PS.

شكل رقم 19 عبارة عن مخطط يوضح بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL (VSP) SEISMIC PROFILE ومستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS) توضيحية لنظام مسح بئر خاص بالمعالجة في نطاق زاوٍ.

شكل رقم 20 يمثل مخطط انسيابي يوضح عملية تمثيلية لمعالجة لاحقة لبيانات VSP وبيانات OBS لتحليل الخزان reservoir analysis.

شكل رقم 21 عبارة عن مخطط يوضح تأثيرًا توضيحيًا على تطبيع المدى لبيانات الصورة.

شكل رقم 22 عبارة عن مخطط يوضح تأثيرًا توضيحيًا على مطابقة التردد لبيانات الصورة.

شكل رقم 23 عبارة عن مخطط يوضح مقارنة توضيحية بين صور البنية التي تم الحصول عليها بواسطة تراص مختلف لبيانات الصورة.

تشير الأرقام المرجعية والتسميات المتشابهة في الأشكال المتنوعة إلى عناصر مشابهة.

الوصف التفصيلي:

يصف هذا الكشف طرق يتم تنفيذها بالحاسب الآلي، برامج، ونظم لتوليد تجميعات صورة مشتركة لنطاق زاوي angle-domain common-image gathers (ADCIG) من بيانات هيئة زلزالية رأسية vertical seismic profile (VSP) ثلاثية الأبعاد متعددة المكون (D3) لتصوير البنية وللحصول على معلومات تحت الأرض لتحليل الخزان reservoir analysis. على سبيل المثال، يمكن استخدام تصوير البنية لتحليل موقع والتكوين الجيولوجي للخزانات التي تحتوي على الهيدروكربونات ويمكن استخدامه لتصميم عملية الحفر لوضع ثقوب حفرة البئر في الرض لزيادة

إنتاج النفط أو الغاز. على النقيض من البيانات الزلزالية السطحية التي تنتج من مصدر موجة زلزالية وجهاز استقبال يوجد على كل من السطح (على سبيل المثال، سطح البحر sea surface أو سطح الأرض)، تنتج بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) من إما مصدر ثقب حفرة البئر borehole، جهاز استقبال بثقب حفرة البئر، أو كلاهما. على سبيل المثال، قد يتم الحصول على بيانات VSP في ثقب حفرة البئر. بإزالة جهاز الاستقبال (على سبيل المثال، السماعات الأرضية) إلى أسفل في ثقب حفرة البئر borehole بعيداً عن الطبقات الضحلة، يمكن لبيانات VSP التي تم تجميعها تجنب مختلف التحديات قريباً من السطح التي تتم مواجهتها بسبب عمليات المسح الزلزالي على السطح وبالتالي تكون الضوضاءً والانعكاسات المشوهة أقل (على سبيل المثال بسبب نسبة إشارة إلى ضوضاء (S/N) أكثر ارتفاعًا.

يكون تحليل بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) عالي الدقة أكثر فائدة من بيانات زلزالية سطحية. على سبيل المثال، بالنسبة لبيانات VSP، يمكن استخراج مويجات لفك الطي والقلب مباشرة من الشكل الموجي المسجل؛ يمكن تقدير متغيرات تباين الخواص من البيانات ذات السمت الكامل عديدة المكون؛ ويمكن قياس متوسط السرعة عبر السماعات الأرضية لثقب حفرة البئر borehole مباشرة. للتصوير البنيوي تحت السطح المتطور، يمكن تجميع السمت واسع النطاق والإزاحة، البيانات VSP ثلاثية الأبعاد بواسطة وضع أعداد ضخمة من لقطات السطح حول، وبعيداً عن، ثقب حفرة البئر borehole المستقبل.

تتعلق التقنيات التمثيلية الموصوفة في الطلب الحالي بتوليد صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) من بيانات VSP ثلاثية الأبعاد متعددة المكون والمعالجة اللاحقة لـ ADCIG لتحسين صورة البنية. قد تكون طريقة توليد ADCIG بناءً على طريقة Kirchhoff المتكاملة. قد تشتمل طريقة توليد ADCIG على حساب خماسي الأبعاد ADCIG في كل نقطة صورة وحساب دالة Green بناءً على تتبع الإشعاع. تمثل تجميعات زاوية متعددة الخصائص الصور الزلزالية كدالة على (1) زاوية الانعكاس reflection angle في كل نقطة تحت الأرض، (2) زاوية السمت المناظرة لكل زاوية الانعكاس

reflection angle، (3) زاوية الميل لكل زوج زاوية انعكاس- سمت، و(4) زاوية السمت لكل زاوية ميل لكل زوج زاوية انعكاس- سمت.

يمكن معالجة صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد (ADCIG) ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS المتولد بعدياً، على سبيل المثال، لتعزيز صور البنية، فصل الصور للموجات الصاعدة والهابطة لتحسين الانعكاسات الضحلة، تصوير البيانات المتحولة بالوضع مثل الطاقات المتحولة بوضع PS الخاصة بتحليل الخواص الصخرية بالدقة المتطورة، تحسين إضاءة تحت السطح غير المنتظمة، تعزيزات البنية الموجهة بالهدف، أو التطبيقات الأخرى. قد تكون تقنيات المعالجة البعدية التمثيلية لـ صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد (ADCIG) ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS بناءً على لقطات الأفق من بيانات زلزالية سطحية، زوايا الانعكاس التي تم تقديرها من سجلات الحفر وطرق النمذجة بناءً على الأشعة، أو المعلومات والتقنيات الأخرى.

في بعض التطبيقات، تسمح التقنيات الموصوفة في الطلب الحالي بالمعالجة التفصيلية لبيانات هيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE ويمكنها التأثير على قرارات الاستكشاف والحفر حسب الحاجة. يمكن أن تساعد التقنيات في الحصول على صور البنية عالية الدقة والمتغيرات المرنة التي تم تقديرها، و، بدورها، تساعد في تحسين وضع الآبار الأفقية لتحقيق أقصى قدر من الاستخراج والحد من أعمال حفر حُفر البئر الناضبة. على سبيل المثال، يمكن للتقنيات الموصوفة في الطلب الحالي المساعدة في رسم الرمال الطولية في حقول خزان البحرية ودعم مشروعات الحفر الأفقي بواسطة توفير ليس فقط الصور عالية الدقة ولكن أيضاً الخصائص الزاوية للتحليل الكمي للخزان. على نحو إضافي، يمكن تطبيق التقنيات على صدوع الصور ونظم التصدع الضخمة قريباً من ثقوب حفرة البئر بدقة مكانية لا يمكن الحصول عليها بسهولة عن طريق القياسات الزلزالية السطحية. علاوة على ما سبق، يمكن تطبيق التقنيات لتصوير الجوانب الملحية والترسبات تحت الملحية باستخدام إما أحد قياسات ثقب حفرة البئر borehole المتعددة لإما مصدر ثقب حفرة البئر borehole أو هيئات مصدر السطح surface source.

شكل رقم 1 يمثل مخطط بياني يوضح نظام مسح البئر well survey system 100 التمثيلي ونظام حاسب آلي computer system 150. يمكن استخدام نظام مسح البئر well survey

system التمثيلي 100 ونظام حاسب آلي computer system 150 للحصول على بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) ثلاثية الأبعاد. في المثال الموضح، يوجد نظام مسح البئر well survey system 100 بعيداً عن الشاطئ فوق قاع البحر sea bed 104 للحصول على بيانات بحرية VSP ثلاثية الأبعاد. يمكن تنفيذ نظام مسح البئر well survey system أيضاً على الأرض أو في منطقة تحت الأرض subterranean region أخرى.

قد يشتمل نظام حاسب آلي computer system 150 على واحد أو أكثر من الأجهزة الحاسوبية أو النظم. يمكن أن يتواجد نظام حاسب آلي computer system 150 أو أي من مكوناته بعيداً عن المكونات الأخرى الموضحة في الشكل رقم 1. . على سبيل المثال، قد يتواجد نظام حاسب آلي computer system 150 في مركز معالجة البيانات، مرفق حاسوبي، أو موقع آخر مناسب. قد يشتمل على نظام مسح البئر well survey system 100 سمات إضافية أو مختلفة، ويمكن ترتيب خصائص نظام مسح البئر well survey system وفقاً للموضح في الشكل رقم 1 أو في هيئة أخرى.

يشتمل نظام مسح البئر well survey system التمثيلي 100 على مركبة مصدرية source vehicle 101 (على سبيل المثال، قارب) تحمل معدة الإبحار ومصدر طاقة energy source 102 (على سبيل المثال، مدفعة برشامة هوائية زلزالية). يتم حفر ثقب حفرة البئر borehole 105 من خلال قاع البحر sea bed 104 أسفل سطح البحر sea surface 103. يتم تجميع العديد من أجهزة الاستقبال receivers 120، على سبيل المثال، السماعات الأرضية، في كبل الحفر wire-line cable 110 المنتشر في ثقب حفرة البئر borehole 105. يشتمل ثقب حفرة البئر 105 التمثيلي الموضح في الشكل رقم 1 على ثقب حفرة البئر الرأسي. مع ذلك، قد يشتمل نظام مسح البئر well survey system على أية توليفة من اتجاهات ثقب حفرة البئر الأفقي، الرأسي، المائل، المنحني، أو الاتجاهات الأخرى. قد يشتمل نظام مسح البئر well survey system 100 على المكونات الإضافية أو المختلفة.

بواسطة إطلاق طاقة مدفعة برشام هوائية أسفل سطح المحيط sea surface 103، يمكن للموجات الصوتية الانتقال عبر الأرض الصلبة solid earth 114، وتنعكس بواسطة عاكس

زلزالي (معروف أيضاً بالاسم، نقطة الانعكاس أو نقطة صورة) 130 من حدود الطبقة layer boundaries 135، والمسجلة بواسطة جهاز استقبال بثقوب حفرة البئر 120. يوضح التخطيط الفرعي 161 من الشكل رقم 1 بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) مسجلة تمثيلية 160 توضح كل من الطاقات الهابطة والصاعدة التي يمكن تصويرها في نطاق زاوي باستخدام خاصية زاوية الانعكاس reflection angle. في بعض التطبيقات، يمكن الحصول على بيانات VSP 160 في مستويات عمق متنوعة بطول ثقب حفرة البئر borehole 105. بوجه عام، تتم إضاءة العواكس الزلزالية قريباً من ثقب حفرة البئر borehole 105 بزوايا أقل من تلك العواكس ذات الإزاحات المصدرية البعيدة.

مقارنة ببيانات زلزالية سطحية مسجلة بناءً على الموجات الزلزالية الناشئة من جهاز مصدري وجهاز استقبال التي تتواجد كل منها على السطح (على سبيل المثال، سطح البحر sea surface 103 أو سطح الأرض)، يمكن أن تشتمل بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) على ضوضاء أقل ودقة أداء أعلى، ويمكن تحليلها لخواص الخزان عن طريق التصوير، النمذجة وقلب الخصائص الزلزالية المتنوعة. في بعض التطبيقات، على النقيض من ارتحال البيانات الزلزالية السطحية، يتطلب الشكل الهندسي لـ VSP ارتحال بياناتهيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) 160 باستخدام الخصائص الزاوية واسعة النطاق. قد تشتمل الخصائص الزاوية، على سبيل المثال، على (1) زاوية الانعكاس reflection angle بالقيم (min)، (0° ~ 90°) = (max)، (2) زاوية سمت الانعكاس بالقيم (min)، (0° ~ 360°) = (max)، (3) زاوية الميل المطلقة بالقيم (min)، (max = (0°~180°) و(4) زاوية سمت الميل بالقيم (min)، (max = (0° ~ 360°).

شكل رقم 2 يمثل مخطط بياني 200 يوضح التعريفات التمثيلية للخصائص الزاوية لبيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP). يوضح الشكل رقم 2 مصدر السطح surface source(S) 210، جهاز استقبال (r) 220 يوجد في ثقب حفرة البئر borehole 205، وعاكس reflector أو نقطة صورة (x) 230. في بعض التطبيقات، يمكن لمصدر السطح surface source 210، جهاز استقبال بثقب حفرة البئر borehole 220، ونقطة الصورة image point 230 أن تمثل مركبة مصدرية source vehicle 101 تضم

مصدر طاقة energy source 102، جهاز استقبال بثقب حفرة البئر borehole 120، وعاكس reflector 130 من حدود الطبقة layer boundaries 135، على الترتيب. يمكن لمصدر السطح surface source 210، جهاز استقبال بثقب حفرة البئر borehole 220، ونقطة الصورة image point 230 أن تمثل مصادر أخرى، أجهزة الاستقبال receivers، والعواكس في التطبيقات الأخرى.

يمكن تمثيل مواقع مصدر السطح surface source 210 وجهاز استقبال بثقب حفرة البئر borehole 220 بواسطة (Xs، Xr). زمن الانتقال من مصدر السطح surface source 210 إلى جهاز استقبال بثقب حفرة البئر borehole 220 يمكن تمثيله بواسطة t. . على النقيض من طرق المعادلة – الموجة (على سبيل المثال، طريقة ارتحال الزمن العكسي)، طريقة Kirchhoff المتكاملة تكون طريقة الإشعاع – المعادلة. قد يشتمل خوارزم ارتحال Kirchhoff على خطوتين رئيسيتين: (1) حساب جداول زمن الانتقال (أي، دالة Green g(x، t في المعادلة (1)) لجميع مواضع جهاز مصدري وجهاز استقبال (Xr،Xs) مع تتبع الإشعاع و(2) توزيع قيم سعة بيانات زلزالية دخل D(Xs، Xr، t) بطول إجمالي مسارات مقذوف زمن الانتقال وفقاً لما تم تعريفه في الخطوة 1، وبعد ذلك تراكم هذه لكل نقاط الصورة I(x) في تحت السطح وفقاً للموضح في المعادلة (1). الدالة W(x،t) تكون تعويض السعة.

$$I(x) = \sum_{Xs}\sum_{Xr} W(x,t)D(Xs,Xr,t)g[t(Xs,x)+t(Xr,x)] \quad (1)$$

في بعض الحالات يكون مسار مقذوف زمن الانتقال الكلي دالة إهليجية (على سبيل المثال، الموضحة كقطع ناقص 270 في الشكل رقم 2) أينما كانت سرعة الوسط ثابتة؛ مع ذلك، وقد يكون لها شكل غير منتظم عند مواجهة أوساط السرعة المعقدة.

شكل الشكل رقم 2 يوضح إشعاع ساقط incident ray 213 من مصدر السطح surface source 210 على عاكس reflector 230، وإشعاع انعكاس reflection ray 232 من العاكس reflector 230 على جهاز استقبال بثقب حفرة البئر borehole 220. يمكن للشكل الهندسي للموجات الزلزالية تعريف الخصائص الزاوية لبيانات هيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE. على سبيل المثال، يمكن تعريف زاوية الانعكاس

reflection angle 240 على أنها زاوية الفتحة بين الإشعاع الساقط 213 وإشعاع الانعكاس reflection ray 232. زاوية الميل 250 يمكن تعريفها كالزاوية بين اتجاه العمق الرأسي (أي، المحور z) والسطح العادي 234 إلى السطح الإهليجي 270 عند نقطة الصورة image point 230. في بعض التطبيقات، يساعد امتداد زاوية الميل الذي يتجاوز 90° ارتحال مضاعفات السطح الحرة (أي، الطاقة الهابطة) إضافة إلى الانعكاسات الصاعدة بواسطة استخدام قيمة مدى زاوية الميل المختلفة لنفس المشغل. على سبيل المثال، الشكل رقم 2 يوضح زاوية الانعكاس reflection angle 245 وزاوية الميل 255 (الأكبر من 90°) للطاقة الهابطة؛ بينما زاوية الانعكاس 240 وزاوية الميل 250 (أقل من 90°) يتم توضيحها للطاقة الصاعدة. تتيح التغطية الزاوية للميل المشار إليها إمكانية تصوير كل من مضاعفات السطح الحرة والانعكاس الأولي في آن واحد.

في بعض التطبيقات، يمكن اشتقاق الخصائص الزاوية بناءً على متغيرات الإشعاع مباشرة من مسار الإشعاع. على نحو بديل، يمكن تقدير متغيرات الإشعاع من تدرج حقول زمن الانتقال. في بعض الحالات، يمكن تتبع جبهات الموجة/حقول الأشعة الكاملة من السطح (على سبيل المثال، طبقة الانعكاس 235) لكل نقطة صورة تحت السطح واستكمالها لكل أزواج جهاز مصدري وجهاز استقبال عن طريق الاستكمال. يمكن استخدام أساليب إضافية أو مختلفة لحساب الخواص الزاوية من نقطة الصورة image point تحت السطح حتى السطح كوسيلة تحييد مدفونة، على الرغم من ذلك، يمكن أن يكون الأسلوب المشار إليه أكثر تكلفة من الطريقة الحالية.

شكل رقم 3 يمثل مخطط بياني 300 يوضح طريقة تمثيلية لحساب زوايا الانعكاس (أو زوايا الفتحة) باستخدام متغيرات الإشعاع المقدرة باستخدام حقول زمن الانتقال الخاصة بمصدر ووسيلة استقبال، على الترتيب. على سبيل المثال، يمكن الحصول على متجه الوحدة (متغير الإشعاع) Ps من مصدر (S) 310 إلى نقطة صورة عاكسة (x) 360 من تدرج زمن الانتقال المصدري Ts 351 في الموضع (x) 360 كـ ∇Ts= Ps. يمكن الحصول على متجه الوحدة (متغير الإشعاع) Pr من جهاز استقبال (r) 320 إلى نفس نقطة صورة عاكسة (x) 360 من تدرج جهاز استقبال زمن الانتقال Tr 352 في الموضع (x) 360 كـ .∇Tr= Pr تطبيق قاعدة المنتح

الداخلي بين هذين المتجه Ps 361 و Pr 362، يمكن اشتقاق زاوية الانعكاس reflection angle 360.

شكل رقم 4 يمثل مخطط بياني 400 يوضح الخصائص الزاوية التمثيلية لبيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) الصاعدة فقط في منظور ثلاثي الأبعاد.

الخواص الزاوية التوضيحية الخاصة ببيانات هيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE الهابطة في المنظور ثلاثي الأبعاد لا يتم توضيحها؛ على الرغم من ذلك، فإنها يجب أن تكون مشابهة لشكل 2، فيما عدا أن تغطياتها الزاوية في حيز العمق السالب فوق السطح تكون مختلفة عن تغطياتها في حيز العمق الموجب. وفقاً لما توضيحه، الشكل رقم 4 يشتمل على مصدرين (S1) 410أ و (S2) 410ب وجهاز استقبال سماعة أرضية بقاع البئر (r) 420 موجود في ثقب الحفرة 405. يوجد المصدران (S1) 410أ و (S2) 410ب على سطح 403 (على سبيل المثال، سطح البحر sea surface 103 في الشكل رقم 1، سطح الأرض، إلخ) ويطلق الطاقة أسفل السطح 403. شكل رقم 4 يوضح نقطة صورة (X) 430 تكون موجودة على طبقة انعكاس 434 وكرة وحدة 437 مركزها عند نقطة الصورة image point (X) 430. يكون متغير الشعاع Ps 431 متجه الوحدة عند نقطة الصورة image point (X) 430 متجه إلى مصدر السطح surface source (S1) 410أ، ويكون متغير الشعاع Pr 432 متجه وحدة متجه إلى جهاز الاستقبال بثقب حفرة البئر borehole 420(r). يمكن اشتقاق اثنين من متغيرات الإشعاع Ps 431 و Pr 432، على سبيل المثال، بناءً على متدرج من اثنين من حقول زمن الانتقال طبقاً لما تم وصفه بالنسبة إلى الشكل 3.

تتضمن الخصائص الزاوية لنقطة الصورة image point (X) 430 زاوية انعكاس θ2 440أ، وزاوية سمت 450 لزاوية الانعكاس reflection angle 440أ، وزاوية ميل 460، وزاوية السمت 470 لزاوية الميل 460؛ ويتم توضيح جميع الزوايا الأربع في أجزاء مظللة في الشكل 4. رقم 4. يمكن تعريف الخصائص الزاوية والحصول عليها، على سبيل المثال، بناءً على متغيرات الإشعاع التي تم الحصول عليها Ps431 و Pr432 وإحداثيات نقطة الصورة image point (x، y، z) 430(X) . وهنا يكون محور 413z المحور الراسي أو محور العمق ومحور x 411ومحور y 412 اثنين من المحاور الأفقية المتعامدة التي تمتد في السطح 403. في بعض التطبيقات،

يمكن أن يكون محور y 412 الاتجاه الموازي في حين يمكن أن يكون محور x 411 في اتجاه الخط المتقاطع (x-خط)، أو العكس صحيح، أو أي اتجاهات أخرى مناسبة.

يمكن تحديد زاوية الانعكاس reflection angle 440θ2أ بوصفها زاوية الفتح بين متغير شعاع المصدر Ps 431 وجهاز الاستقبال متغير الشعاع Pr 432. على سبيل المثال، يمكن الحصول على زاوية الانعكاس 2 440θأ بناءً على الناتج الداخلي لمتغيرات الإشعاع Ps 431 و Pr 432 طبقاً للمعادلة (2). تعين المعادلة (3) متغير شعاع نقطة المنتصف Pm 433 الذي يكون متجه الوحدة لمجموعة الكميات الموجهة Ps + Pr. يمكن تعريف زاوية السمت α 450 لزاوية الانعكاس reflection angle 440أ باعتبارها الزاوية المشكلة بواسطة المتجهين العاديين. يكون أحد المتجهين الطبيعيين طبيعياً بالنسبة للمستوى الممتد بواسطة متغيرات الإشعاع Ps 431 و Pr 432؛ في حين يكون المتجه الطبيعي الآخر طبيعياً بالنسبة لمتغير شعاع نقطة المنتصف Pm 433 والمحور y 412 (على سبيل المثال، محور خط التشغيل). كمثال على ذلك، يمكن الحصول على زاوية السمت α 450 لزاوية الانعكاس reflection angle 440θ2أ بناءً على الناتج الداخلي لمتجه المنتج العرضي (Pr×Ps) ومتجه المنتج العرضي (Pm×y)، طبقاً للمعادلة (4). يمكن تعريف زاوية الميل ϕ 460بأنها الزاوية المشكلة بواسطة اتجاه العمق (أي، محور-z) ويمكن الحصول على متغير شعاع نقطة المنتصف Pm 433، وبناءً على الناتج الداخلي ل Pm 433 ومحور- 413z طبقاً للمعادلة (5). يمكن تعريف زاوية السمت β 470 لزاوية الميل ϕ 460 بأنها الزاوية المشكلة بواسطة المحور y 412 مع المتجه الطبيعي للوحدة بالنسبة للمستوى الممتد بواسطة محور z 413 ومتغير شعاع نقطة المنتصف Pm 433. ويمكن الحصول على زاوية السمت β 470بناءً على قواعد المنتج الداخلي والمنتج العرضي طبقاً للمعادلة (6). في بعض التطبيقات الأخرى، يمكن استخدام تقنيات إضافية ومختلفة لحساب الخصائص الزاوية لبيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP).

باستخدام الخصائص رباعية الزوايا، يمكن تنظيم صورة VSP في حيز خماسي الأبعاد (D5) بمحاور (الانعكاس، الانعكاس السمت، الميل، الميل- الأفق، العمق). على سبيل المثال، يمكن الحصول على مكعب بيانات خماسي الأبعاد $(\theta, \alpha, \phi, \beta, z)$ لنقطة الصورة image point (x) 430 بناءً على المعادلات (2) – (6). يمكن أن يحتوي صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد

ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) على مجموعة من المسحات الزلزالية المصورة عند كل موقع (x, y, z) يوضح اتساعات الانعكاس كدالة في الخصائص رباعية الزوايا.

$$\cos(2\theta) = \frac{Ps \cdot Pr}{|Ps||Pr|}، (2)$$

$$Pm = \frac{Ps+Pr}{|Ps+Pr|}، (3)$$

$$\cos(\alpha) = \frac{(Pm \times y) \cdot (Pr \times Ps)}{|Pm \times y||Pr \times Ps|}، (4)$$

$$\cos(\phi) = \frac{Pm \cdot z}{|Pm||z|}، (5)$$

$$\cos(\beta) = \frac{(z \times Pm) \cdot y}{|z \times Pm||y|}. (6)$$

شكل الشكل رقم 5 يمثل مخطط بياني يوضح التسلسل الهرمي التمثيلي للبيانات 500 لمكعبات صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE (ADCIG) GATHERS لتخزين صورة هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC (VSP) PROFILE. التسلسل الهرمي للبيانات 500 لـ ADCIG يبدأ بطبقة عليا 510 لمكعب صورة الخرج (x، y، z). لكل موضع (x، y)، هناك حجم(θ, α, z) مناظر 522 في الطبقة المتوسطة 520 لتمثيل زاوية الانعكاس reflection angle θ وزاوية الانعكاس- السمت α لكل عينة من العمق. وبعد ذلك لكل زوج زاوية (x, y) (أو محدد-مؤشر) لكل حجم 522، هناك حجم مناظر (θ, α) (532z) في الطبقة السفلى 530 لتمثيل زاوية الميل ϕ وزاوية الميل-السمت β لكل عينة من العمق. يمكن ترتيب مكعب البيانات خماسي الأبعاد $(\theta, \alpha, \phi, \beta, z)$ بطريقة أخرى بناء على تطبيقات المعالجة البعدية أو المعايير الأخرى، للعديد من التطبيقات. لتصوير بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP)، نظرًا لأن زاوية الميل تلعب دورًا مهمًا من أجل الطاقة الهابطة، يمكن حفظها بصورة كاملة (0° ~ 180°). .

شكل الشكل رقم 6 عبارة عن مخطط 600 يشتمل على مخططات 610 و650 يوضح صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE (ADCIG) GATHERS تام نموذجي وADCIG معالج، على الترتيب، بناءً على بيانات هيئة زلزالية رأسية

VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) اصطناعية لنموذج السرعة 625. يشتمل النموذج الاصطناعي التمثيلي 625 على عاكس reflector مفرد 601 بميلين متعاكسين 602 و603 ممتدة على طبقة سفلية بسرعة عالية 604. المخطط 610 يوضح صور ADCIG التامة التي تم الحصول عليها بطريقة Kirchhoff المتكاملة لبيانات VSP الاصطناعية بزوايا الميل وزوايا الانعكاس التي تتراوح من 0 درجة إلى 90 درجة، على الترتيب. المخطط الفرعي 615 فوق صورة صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON- (ADCIG) IMAGE GATHERS التامة 610 يوضح منحنى سلسلة 620 يمثل زوايا الميل والخط المتدرج 630 يمثل زوايا الانعكاس لمسحات مناظرة من ADCIG. في المثال الموضح، تتفاوت زوايا الميل بسرعة أكبر من زوايا الانعكاس. المخطط 650 يوضح صورة ADCIG المعالجة التي تم الحصول عليها بتراص (على سبيل المثال، تجميع) زوايا الميل التي تتراوح بين 0 درجة إلى 50 درجة لزوايا الانعكاس التي تتراوح بين 0 درجة و60 درجة. لتقليل تأثيرات الحافة، يتم تقدير تتبعات زاوية الميل بدالة نافذة قبل التجميع (يشار إليها أيضاً باسم طريقة تجميع تنوع). المخطط الفرعي 615 فوق صورة صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN (ADCIG) COMMON-IMAGE GATHERS المتراصة جزئياً 650 يوضح خط 635 يمثل زوايا الانعكاس التي تتراوح من 0 درجة إلى 60 درجة. يمكن استخدام تجميعات زاوية الانعكاس reflection angle المتراصة جزئياً، على سبيل المثال، لتقدير معلومات الخواص الصخرية.

يتمثل تطبيق تمثيلي آخر للمعالجة البعدية لـ صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد (ADCIG) ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS في انتقاء قيم مدى زاوية الميل المطلوبة لإنتاج صور مرتبطة بالطاقات الهابطة والطاقات الصاعدة. شكل الشكل رقم 7 يمثل مخطط 700 يوضح مثال على تجميع زوايا الميل العالية (120° ~ 180°) لإنتاج صور البنية 750 المرتبطة بالموجات الهابطة (أي، مضاعفات السطح الحرة لبيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP)). يتم توضيح البئر الخاص بالمستقبلات أسفل البئر كـ 730. شكل الشكل رقم 8 يمثل مخطط 800 يوضح مثال على تجميع زوايا الميل المنخفضة (0° ~ 60°) لإنتاج صور البنية 850 المرتبطة بالموجات الصاعدة (أي، الانعكاسات الأولية).

في بعض الحالات، يتم في الأساس توفير الصور "المطابقة" 750 المنتجة فوق السطح الحر 710 من مضاعفات السطح الحر التي يمكن أن توسع منطقة الإضاءة للانعكاسات الأكثر ضحالة، ويمكن تجميعها بنائياً بعكس قطبي للصور الصاعدة 850 طبقاً لما هو موضح في الشكل رقم 8 لزيادة التغطية الزاوية للصورة الإجمالية تحت السطح الحر 810. وبالتالي، يمكن استخدام كل من بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) الصاعدة والهابطة من أجل التصوير المتزامن والفصل التقليدي بين صعود وهبوط بيانات VSP أثناء عملية معالجة مسبقة لم يعد مطلوبًا.

في بعض التطبيقات، لتطبيق طريقة Kirchhoff المتكاملة للنقل، يمكن الحوسبة المسبقة لدالة Greenمتعددة المتغيرات وتخزينها في جداول من أجل النقل. في بعض الحالات، يمكن إنتاج أو حساب جداول دالة Greenمتعددة المتغيرات بناءً على خوارزم ديناميكي لتتبع الإشعاع. لكل موضع مصدر أو جهاز استقبال، يمكن أن يحسب خوارزم تتبع الإشعاع الديناميكي كل من معلومات زمن التحرك والاتساع بطول مسارات الشعاع المتعددة التي يتم تتبعها من ذلك الوضع الأولي في سائر نموذج سرعة ثلاثي الأبعاد موحد الخواص و/أو متباين الخواص. يمكن الحصول على المعلومات الديناميكية عند كل نقطة صورة للحيز ثلاثي الأبعاد بالاستقراء بين مسارات الشعاع المتعددة وتخزينها في جداول بيانات متعددة الأبعاد. يمكن أن يكون نموذج السرعة للفاصل أو الآني نموذج السرعة نموذج متساوي الخواص أو متباين الخواص أو نوع آخر من نموذج السرعة في نطاق العمق. في بعض التطبيقات، نظراً لأن هندسة هيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE يمكن أن تتطلب وضع مصدر مطمور في مواضع عمق متنوعة، يمكن أن يحتاج تتبع الإشعاع حسابه باتجاهات زاوية سمت كاملة 360 درجة وزوايا ميل 180 درجة لكل من المكونات الصاعدة والهابطة في نفس الوقت بدون أي معايير انتهاء.

في بعض التطبيقات، الجداول متعددة المتغيرات لدالة Green قد تشتمل على ثلاث خصائص أساسية: (1) زمن التحرك، (2) الاتساع، و(3) إجمالي دورات 90 درجة طور–دوران لكل موقع تحت السطح. يمكن انتقاء دالة Green G(x، y، z، الزمن + الاتساع + الطور) بناءً على معايير الذروة–الاتساع. على سبيل المثال، يمكن أن يكون هناك مسارات شعاع متعددة تصل في نفس (x،y،z)وقت نقطة صورة موقع بخصائص مثل (1) أزمان التحرك، (2) قيم الاتساع النسبية

(على سبيل المثال، في نسبة مئوية من قوة المصدر الأولية) و(3) دورانات طورها لجميع حالات الوصول. يمكن أن تنتقي معايير الذروة-الاتساع فقط الخاصية المرتبطة بأقصى اتساع (أو الطاقة) عند موقع تحت السطح للحوسبة التالية.

في بعض التطبيقات، لتسهيل تصوير بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL (VSP) SEISMIC PROFILE متعددة المكونات مثل PP، SS، وبيانات PS، يمكن تخزين الجداول متعددة المتغيرات لدالة Green في ملفات مختلفة لتمييز استخدام أي نوع من نماذج السرعة لتتبع الإشعاع. على سبيل المثال، PS تعني أن الموجة الزلزالية العارضة من المصدر إلى نقطة الصورة image point تكون موجة P (موجة انضغاطية)، وتنعكس كموجة S (موجة قص). يمكن استخدام نماذج السرعة المختلفة لموجة P وموجة S. بناء عليه، لتصوير بيانات PS، يمكن تخزين الجداول متعددة المتغيرات للمصدر S في الملف-1 لموجة P لنموذج السرعة، في حين يمكن تخزين الجداول متعددة المتغيرات لجهاز الاستقبال R في المف-2 لنموذج سرعة الموجة S. من ناحية أخرى، PP تعني أن الموجة الزلزالية العارضة تكون موجة P، وتنعكس بهيئة موجة P؛ SS تعني أن الموجة الزلزالية العارضة تكون موجة S، وتنعكس بهيئة موجة S. لتصوير بيانات PP أو بيانات SS، يمكن استخدام نفس ملف الجدول بين المصدر S وجهاز الاستقبال R.

في بعض التطبيقات، يمكن نقل بيانات PS للطاقة متحولة الوضع في نطاق زمني لهندسة هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) لتجنب تحويل العمق-إلى- الزمن في المعالجة البعدية. على سبيل المثال، يمكن تحويل الجداول متعددة الخصائص لدالة Green من العمق إلى محور الزمن الرأسي (TAU) ليسمح بتصور بيانات صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) في النطاق الزمني مباشرة. يمكن أن يكون هذا التحويل هاما لتمرير المعالجة البعدية لـ PS-ADCIG، نظراً لأنه من الصعب تمديد العمق إلى الزمن بواسطة قياس المقياس فقط لنموذج السرعة لموجة S بمفرده. المعادلة (7) توضح العلاق بين (τ) tau والعمق (z)، حيث يمكن الحصول على TAU عند كل عينة عمق بتراكم الإسهامات من تزايد عمق أدق dζ من خلال دالة سرعة رأسية $V_v(\zeta)$:

$$\tau(z) = \int_0^z \frac{2}{V_v(\zeta)} d\zeta \quad .(7)$$

في بعض الحالات، نظراً لأنه يتم حساب الخصائص الزاوية مباشرة من تدرجات مجال زمن التحرك، يمكن أن يخفق أي تجنب في مناطق زمن التحرك (مناطق الظلال) في المساهمة ببيانات المدخلات إلى صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN (ADCIG) COMMON-IMAGE GATHERS للخرج وتوفير صور بجودة منخفضة. لملء مناطق ظل زمن الانتقال، ويمكن استخدام العديد من الطرق التمثيلية. على سبيل المثال، (1) تطبيق خوارزم تتبع الإشعاع مزدوج النقطة بين جميع العينات في مناطق الظلال وموضع المصدر المناظر أو جهاز الاستقبال ، (2) وتطبيق معادلة Eikonal لحساب جدول زمن التحرك التام مرة أخرى، واستبدال القيم الصفرية بحل Eikonal أو (3) تطبيق تتبع الإشعاع الديناميكي من كل عينة من مناطق الظلال حتى يتم ملء كافة مناطق الظلال تماما. يمثل (1) خوارزم تتبع الإشعاع مزدوج النقطة و(3) خوارزم تتبع الإشعاع الديناميكي طريقة الإشعاع – المعادلات التمثيلية لملء جداول Green للدالة الصفرية. في بعض التطبيقات، يمكن استخدام تقنيات إضافية أو مختلفة لتداول مناطق الظلال.

في بعض التطبيقات، للتصوير المركب للانعكاسات الصاعدة والهابطة، يمكن دمج نموذج السرعة الطبيعي (على سبيل المثال، للانعكاسات الصاعدة) ومكوناتها للصورة طبق الأصل (على سبيل المثال، للانعكاسات الهابطة) في حجم فردي كـ $v(x, y, -z + z)$.. في بعض التطبيقات، يمكن حوسبة الخواص رباعية الزوايا لكل نقطة صورة باستخدام نموذج سرعة مركبة لتصوير بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) المستقبلة المحتوية على كل من الموجات الصاعدة والهابطة. على سبيل المثال، الشكل رقم 9 يمثل مخطط انسيابي يوضح عملية تمثيلية 900 لدمج نموذج السرعة العادي ومكون الصورة طبق الأصل الخاص به في حجم فردي. يمكن تطبيق العملية 900، على سبيل المثال، في صورة تعليمات حاسب آلي مخزنة على أوساط قابلة للقراءة بالحاسب الآلي وقابلة للتنفيذ بواسطة جهاز معالجة بيانات data processing apparatus (على سبيل المثال، واحد أو أكثر من معالج (معالجات) نظام حاسب آلي computer system 150 في الشكل 1). عند 910، يمكن بناء نموذج السرعة العادي أو استقباله في البداية. على سبيل المثال، يمكن أن يصمم جهاز معالجة البيانات، ينتقي، أو يبني بخلاف ذلك نموذج السرعة باستخدام معادلة Dix لتحويل سرعة الحركة العادية (NMO)

normal-moveout المقدرة من بيانات المدخلات إلى نموذج سرعة الفاصل أو باستخدام سرعات الفاصل المقاسة من أجهزة سجل البئر. عند 920، يمكن تقدير المتغيرات متباينة الخواص لنموذج السرعة. على سبيل المثال، المتغيرات متباينة الخواص قد تشتمل، على سبيل المثال، على إبسيلون Thomsen ومتغيرات دلتا لأوساط موجة P لـ VTI. يمكن أن يقدر جهاز معالجة البيانات المتغيرات متباينة الخواص، على سبيل المثال، بناءً على NMO غير التزايدية لبيانات المدخلات أو بتركيز التحليل في نطاق الصورة. عند 930، يمكن دمج نموذج السرعة الطبيعي ومكون الصورة طبق الأصل الخاص به، على سبيل المثال، بازدواج قيمة العينة عند مستوى العمق المنتظم (Z) لمستوى العمق المقابل (-Z) للمحور المركب.

الجدول 1 يوضح خوارزم تمثيلي لحوسبة جدول دالة Green متعددة المتغيرات، على سبيل المثال، لتصوير بيانات متعددة المكونات (P، S، PS).

جدول 1: الجدول 1 يوضح خوارزم تمثيلي لحوسبة جدول دالة Green متعددة المتغيرات، على سبيل المثال، لتصوير بيانات متعددة المكونات (P، S، PS).

تحميل ملفات نموذج سرعة (نموذج خصائص موحدة أو متباينة)

دمج نموذج سرعة عادية مع الصورة المطابقة للأصل الخاصة به V(x, y, -z+z) (خيار)

التجوال على مواضع المصدر والمستقبل (R،S)

حوسبة تتبع الإشعاع الديناميكي باستخدام زوايا سمت وميل كاملة

انتقاء G(T، Amp، Phz) متعددة المتغيرات ذات صلة بالطاقة القصوى

في حالة وجود منطقة ظل

خيار-1: تتبع إشعاع مزدوج النقاط بين المناطق الصفرية وموضع (R،S)

خيار-2: حل إيكوني من موضع (R،S)

خيار 3: تتبع إشعاع ديناميكي بين المناطق الصفرية وموضع (R،S)

استبدال مناطق الظل بقيم نشطة

تمديد الجدول من العمق إلى tau (خيار)

إنتاج جدول متعدد الخواص في ملفين لـ S وR على التوالي.

في بعض التطبيقات، يمكن بناء جداول دالة Green متعددة المتغيرات بفاصل أخذ عينات تقريبي أكثر (dx،dy، dz) لتخزيناتها التامة في ذاكرة الحاسب التي يمكن استعادتها بعد ذلك بفعالية أكبر من قراءتها من أجهز أبطأ مثل الأقراص الصلبة. يمكن إعادة استقراء جداول دالة Green الأكثر تقريبية مكانياً للحصول على شبكة صورة أكثر دقة أثناء مرحلة النقل. يمكن استخدام طريقتي استقراء مثاليتين: (1) خد ثلاثي التكعيب و(2) استقراء ثلاثي الاستقامة. يتطلب الاستقراء بالخد ثلاثي التكعيب إجمالي 64 عينة لبيانات المدخلات لإنتاج عينة خرج واحدة، في حين يتطلب مخطط ثلاثي الخطوط 8 عينات فقط. لتحسين اتساق استقراء ثلاثي الاستقامة، يمكن تطبيق مرشح متوسط بطريقة نافذة متحركة لتقليل التباين المكاني لقيم زاوية- خاصية الخرج. في بعض التطبيقات، يمكن استخدام طرق استقراء مختلفة أو إضافية للاستقراء المكاني لدالة Green.

في بعض التطبيقات، يمكن تنفيذ البرمجة الموازية لإجراء طريقة Kirchhoff المتكاملة بما أنها خوارزم مكثف الحساب. على سبيل المثال، يمكن توزيع إجمالي المهام الحاسوبية بين العديد من العقد الحاسوبية (على سبيل المثال، مجموعة من عقد الحاسب) لتطبيق البيانات الحقيقية.

جدول 2: خوارزم تمثيلي لتوليد صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد -ANGLE (ADCIG) DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS باستخدام طريقة Kirchhoff المتكاملة (نسخة العقدة الحاسوبية الفردية)

فتح جدول متعدد المتغيرات منتج بواسطة تتبع الإشعاع

التجوال على جميع آثار بينات الإدخال D(S، R، T)

أثر المعالجة المسبقة (التدريج، التمييز، الترشيح، وما إلى ذلك).

تحميل جداول متغيرات G(x، y، z/τ، T+Amp+Phz) لزوج (S، R)

حوسبة الخواص الزاوية الكاملة (الخواص الزاوية رباعية الأبعاد)

تطبيق مرشح وسيط على الخواص الزاوية (خيار)

التجوال على جميع عينات الصور I(x, y, z/τ) في فتحة ذات خواص زاوية رباعية الأبعاد

إعادة سحب عينة من الجدول متعدد المتغيرات

تعويض فقد السعة (خيار)

تطبيق مرشح مضاد للاسم

رص أحياز سعة بيانات الدخل في صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد (ADCIG) ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS

رص إحصاءات الصدم في ADCIG

رص ADCIG محتوٍ على إحصاءات صدم

إنتاج ADCIG محتوٍ على إحصاءات صدم في ملف قرص صلب

يعرض الجدول 2 خوارزم Kirchhoff المتكامل التمثيلي لتوليد صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) باستخدام عقدة حاسوبية واحدة. قد تكون العقدة الحاسوبية الواحدة معالج فردي لنظام حاسوبي يشتمل على واحد أو أكثر من المعالجات (على سبيل المثال، نظام حاسب آلي computer system 150 في الشكل رقم 1). بما أن حجم ملف جداول دالة Green متعددة المتغيرات الكاملة قد يتجاوز بكثير أقصى حجم لذاكرة عقدة حاسوبية واحدة، قد يكون التفكك المكاني لهذه الجداول بين العقد الحاسوبية المتعددة ضرورياً. على سبيل المثال، يمكن للعقدة الحاسوبية تخزين واحد أو أكثر من جداول دالة Green متعددة المتغيرات المنتجة بواسطة تتبع الإشعاع، وبالتالي إنتاج صور صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG)

جزئية طبقاً للتقنيات التمثيلية الموصوفة فيما يتعلق بالجدول 1. يتم الحصول على صور صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE (ADCIG) GATHERS النهائية بواسطة جمع جميع الصور الجزئية المنتجة بواسطة جميع العقد الحاسوبية. لكل أثر بيانات الإدخال D(S, R, T)باستخدام موقع مصدري S، موقع جهاز استقبال R وزمن الانتقال T، يمكن للعقدة الحاسوبية إجراء معالجة مسبقة لأثر بيانات الإدخال، على سبيل المثال، بواسطة التدريج، التمييز، الترشيح أو معالجة أخرى لأثر بيانات الإدخال. بعد ذلك يمكن للعقدة الحاسوبية تحميل الجداول(G(x, y, z/τ, T+Amp+Phz متعددة المتغيرات لزوج (S، R) محدد، وحساب الخصائص الزاوية الكاملة (على سبيل المثال، زاوية الانعكاس reflection angle، زاوية السمت – الانعكاس، زاوية الميل وزاوية الميل – السمت)، على سبيل المثال، طبقاً للمعادلات (2)-(6).

في بعض التطبيقات، لكل عينة صورة I(x, y, z/τ) ضمن فتحة الارتحال بالخصائص الزاوية رباعية الأبعاد، يمكن للعقدة الحاسوبية إعادة تشكيل الجدول G(x, y, z/τ, T+Amp+Phz) متعدد المتغيرات. في بعض الحالات، يمكن حساب هذه الجداول متعددة المتغيرات مسبقاً على حدة باستخدام الفواصل الزمنية لانتقاء عينات مكانية مختلفة (dx، dy، dz) عن تلك لـ صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE (ADCIG) GATHERS. يمكن تطبيق انتقاء العينات على إعادة بناء الجداول متعددة المتغيرات لإنتاج بيانات ADCIG. على سبيل المثال، يمكن أن يكون للجدول متعدد المتغير المحسوب مسبقاً مباعدة شبكة dx)، dy، (dz= (100 متر، 100 متر، 20 متر)؛ ويمكن أن يكون لانتقاء عينة الجداول dx)، dy، (dz=(50 متر،50 متر،5 متر) والذي يطابق انتقاء عينة صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG).

في بعض التطبيقات، يمكن تعويض فقد السعة بسبب الانتشار الهندسي لآثار بيانات الإدخال. على سبيل المثال، لارتحال السعة الصحيح نسبياً، يمكن للعقدة الحاسوبية استخدام واحد أو أكثر من متغيرات السعة واستدارة الطور لجدول دالة Green لتعويض فقد السعة في كل موقع (x،y،z) أثناء الارتحال. إضافة لذلك، يمكن استخدام سمة hit-count التي تسجل الإضاءة الشاذة للشكل الهندسي هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) لجعل قيم سعة

عينات صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد (ADCIG) ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS عيارية منتقاة للتراص في المعالجة البعدية. في بعض الحالات، تميل العيارية دون التحكم الزاوي إلى تعزيز قيم السعة ذات الصلة بأعمال الارتحال واسترداف المشغل. يكون استخدام مرشح وسطي لتثبيت سمات hit-count قبل التراص خيار آخر (على سبيل المثال، وفقاً للموضح في الجدول 3).

في بعض التطبيقات، يمكن تطبيق الترشيح المضاد للاسم المستعار، على سبيل المثال، للتصوير عالي الدقة. كمثال على ذلك، يمكن للعقدة الحاسوبية استخدام سمة زاوية الميل المشتقة للتقليل من عرض نطاق تردد مشغل الارتحال عند الانخفاضات الحادة بواسطة خفض احتواء التردد لبيانات الإدخال للمجموع. بالتالي يمكن للمرشحات المضادة للاسم المستعار أن تقوم بوظيفة مرشح ميل، على سبيل المثال، تخفض زاويا الميل المرتفعة محتوى تكرار البيانات وتحتفظ زاويا الميل الأقل بكامل عرض نطاق التردد لبيانات الإدخال لمجموع Kirchhoff. بهذه الطريقة، يمكن تصوير انعكاسات الانخفاض على نحو بناء.

بعد الحركة الأنشوطية فوق كل عينة صورة I(x، y، z أو τ) ضمن فتحة الارتحال للعمليات السابقة، يمكن للعقدة الحاسوبية تراص جميع قيم سعة بيانات الإدخال في نطاق صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG)، على سبيل المثال، بناءً على مجموعة Kichhoff وفقاً لما يتضح في المعادلة (1). بالتالي، على النقيض من الطرق القائمة التي تنتج صور زلزالية إما بسمات فردية (مثل الإزاحة) أو دون سمات (مثل القسم المتراص)، يمكن أن يحتوي صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد (ADCIG) ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS المتولد بواسطة الخوارزم النموذجي في الجدول 2 على مجموعة من الآثار الزلزالية المصورة في كل موقع (x، y، z) يوضح قيم سعة الانعكاس كدالة على (1) زاوية الفتح، (2) زاوية السمت- الفتح، (3) زاوية الميل و(4) زاوية الميل - السمت.

في بعض التطبيقات، يمكن أن تتراص hit-counts لكل نقطة صورة في النطاق صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد (ADCIG) ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS. يمكن حفظ hit-counts التي تعكس إجمالي مجموع أضعاف الإضاءة لكل نقطة

صورة في بيانات الخرج. على سبيل المثال، يمكن أن يحتوي النصف الأول من أثر الخرج على قيم سعة في حين يمكن أن يحتوي النصف الثاني على hit-counts. يمكن حفظ ADCIG المحتوي على hit-counts أو إخراجه بطريقة أخرى في ملف قرصي أو ملف آخر. يمكن استخدام ADCIG المحتوي على hit-counts، على سبيل المثال، لتعويض الشكل الهندسي للإضاءة الشاذة لبيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP).

في بعض التطبيقات، يمكن معالجة صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) المتولد بعدياً لتحسين صورة البنية، فصل الصور للموجات الصاعدة والهابطة لتحسين الانعكاسات الضحلة، البيانات المحولة بوضع الصورة بدقة متطورة، أو أي التطبيقات الأخرى. في بعض التطبيقات، يمكن أن تستند المعالجة البعدية إلى الترجمة. على سبيل المثال، نظراً للحصول على بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) في الغالب في المرحلة الأخيرة من الاستكشاف للتصوير عالي الدقة للخزانات المحتملة، تتوفر وفرة من المعلومات التي تم الحصول عليها من السجلات الزلزالية السطحية وسجلات الحفر ويمكن استخدامها لتحسين صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG). قد تشتمل المعلومات المفيدة على، على سبيل المثال، (1) لقطات الأفق من بيانات زلزالية سطحية و(2) زوايا الانعكاس المقدرة من سجلات الحفر وطرق النمذجة بناءً على الأشعة.

قد تشتمل لقطات الأفق المتولدة من ترجمة البنية على حدود الطبقة layer boundaries المتعددة المستخلصة من بيانات زلزالية سطحية. لاستخدام لقطات الأفق للمعالجة البعدية لـ صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG)، يمكن انتقاء عينة الآفاق الملتقطة يدوياً Z(x, y)، لملء شبكة الصورة كأسطح متواصلة. على سبيل المثال، يمكن انتقاء عينة لقطات الأفق رأسياً بطول محاور السمت والميل بواسطة إعادة حساب متجهات زاوية السمت وزاوية الميل عند عقد الشبكة المتقطعة لتوليد أحجام ثلاثية الأبعاد مثل $\vec{\emptyset}$ (x, y, z) و$\vec{\alpha}$(x, y, z). يمكن أن يتراص صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) المتولد جزئياً بطول آثار الميل المنتقاة ضمن القيمة الحدية (min، max) المحددة بواسطة الميل المتقطع (أي،

التراص المتنوع، الموزون باستخدام دالة النوافذ قبل التراص). يمكن أن تتراص البيانات متعددة السمت الناتجة جزئياً لإنتاج بلاطات سمت مشتركة، على سبيل المثال، لعرض الصدوع والانكسارات. في بعض التطبيقات الأخرى، لتوليد تجميعات زاوية الانعكاس reflection angle، يمكن أن تتراكم الآثار علاوة على ذلك بطول بلاطات جميع السمت- الميل.

قد تشتمل خريطة زاوية الانعكاس reflection-angle map (RAM) المتولدة بواسطة سجلات الحفر ونمذجة تستند إلى الأشعة على زاويا الانعكاس المحسوبة لكل سطح بيني جيولوجي. يمكن إعادة انتقاء عينة زوايا الانعكاس هذه رأسياً لشبكة صورة الخرج كـ $\theta(x, y, z)$. واستخدامها كدليل لتعريف مدى (min، max) لها، على سبيل المثال، لتحسين الانعكاس وكتم الانعكاسات ما بعد الحرجة. تكون تجميعات زاوية الانعكاس reflection-angle المعالجة مفيدة، على سبيل المثال، لتحديث نموذج سرعة تباين الخواص باختلاف المحور بواسطة تطبيق تحليل الفارق المتبقي بطول اتجاه السمت وتحديث نموذج سرعة تماثل المناحي دون مساهمات السمت.

في بعض التطبيقات، قد تشتمل المعالجة البعدية لـ صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد (ADCIG) ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS على تطبيق مرشح محاذاة الطور لتسطيح أحداث الانعكاس في مجال زاوية الفتح. وهذا يفترض أن صحة نموذج السرعة لإنتاج ADCIG وأينما يحدث الحركة العادية NORMAL-MOVEOUT (NMO) المتبقي للأحداث وينتج عن الشكل الهندسي للإضاءة الشاذ. يمكن لمرشح محاذاة الطور تسطيح أحداث الانعكاس بطول محور زاوية الفتح ويمنع الأدوات التي تنتج عن الشكل الهندسي للمسح الميداني الشاذ.

يعرض الجدول 3 خوارزم المعالجة البعدية التمثيلية أساسه التفسير لتحسين الصور تحت السطح. يشتمل خوارزم المعالجة البعدية التمثيلي على معالجة كل من معلومات خريطة لقطات الأفق وزاوية الانعكاس-(RAM) reflection-angle map. في بعض التطبيقات، قد يشتمل خوارزم المعالجة البعدية على عمليات أقل، أكثر، أو مختلفة. على سبيل المثال، في حالة عدم توفر بيانات التوجيه الخارجية (على سبيل المثال، الافتقار إلى التفسير الزلزالي السطحي وبيانات تسجيل البئر)، يمكن تطبيق بعض التقنيات التمثيلية، والتي قد تشتمل على (1) تقدير نموذج السرعة 1-D من إما بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) إزاحة صفرية أو قريبة، (2) ترحيل البيانات باستخدام نموذج السرعة 1-D لكل من الطاقات الصاعدة

والهابطة، (3) التقاط الآفاق والفوارق المتبقية لتحديث السرعة في مجال الزاوية، (4) إعادة تشغيل الارتحال وتحديثات السرعة بطريقة تكرارية، (5) توليد صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) لنموذج السرعة النهائية، و(6) المعالجة البعدية لتحسين ADCIG.

الجدول 3 خوارزم المعالجة البعدية التمثيلية التي أساسها التفسير لـ صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG)

تحميل ADCIGحتوٍ على إحصاءات صدم

تحميل نموذج سرعة V(x, y, z)

تحميل لقطات أفق T(x, y) الحصول عليها من التفسير

ر تحميل خريطة زوايا انعكاس (RAM): θ(x, y, z) التنميط (خيار)

التجوال على موضع (x, y) الخاص بـ CIG

تمديد العمق إلى الزمن (خيار)

إعادة سحب عينات لقطات الأفق على امتداد السمت ومحار الميل

التجوال على زوايا الانعكاس θ(α, φ, β, t) بموجه M

التجوال على زوايا سمت الانعكاس α(φ, β, t)

التجوال على موجه زوايا الميل φ(β, t) بواسطة الأفق التي تم تفسيرها

تطبيق الدالة الصامتة التي تمت حوسبتها من نموذج السرعة أو M

التجوال على زوايا سمت الميل β(t)

تطبيق تطبيع إحصاء الصدم بمرشح وسيط (خيار)

آثار زاوية لسمت ميل تراص تنوع (خيار)

آثار زاوية ميل تراص تنوع (خيار)

التقاط فارق ثمالي لإنتاج ($\Delta t(\theta(\alpha))$

آثار زاوية لسمت ميل تراص تنوع (خيار)

محاذاة لحالات الانعكاس

آثار زاوية انعكاس تراص تنوع (خيار)

إنتاج ADCIG $I(x, y, t, \theta)$

نتاج صور بنيوية ($I(x, y, t)/I(x, y, t, \alpha)/I(x, y, t, \theta)/I(x, y, t, \varphi)$

نتاج ملف فارق ثمالي ($\Delta t(x, y, \theta(\alpha))$

تعرض الأشكال أرقام 10-13 التطبيقات التمثيلية لتقنيات المعالجة البعدية لتحسين صور البنية. يمثل الشكل رقم 10 مخطط 1000 يوضح تجميعات زاوية الانعكاس reflection-angle التمثيلية المعالجة بعد تطبيق مرشح محاذاة الطور. في هذا المثال، تتراص بيانات صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) المتولد أولاً بطول ثلاث محاور (الميل، السمت-الانعكاس والسمت- الميل). يحتوي خرج ADCIG 1020 على تجميعات زاوية الانعكاس reflection-angle عن 11 موقع سطحي بفاصل مسافة ثابتة بطول مباشر. تنتج الآثار لكل تجميعة زاوية انعكاس reflection-angle بين زوايا الفتحة 0° ~ 60°. يعرض المخطط الفرعي 1030 فوق تجميعات الزاوية 1020 منحنى سلسلة - منشار 1010 يمثل زوايا الفتحة بين 0° ~ 60°.

يشتمل الشكل رقم 11 على ثلاثة مخططات 1100، 1120، و1130 توضح النتيجة التمثيلية لكبت أعمال الارتحال مع تراص زوايا انعكاس أقل. في هذا المثال، يتم تراص صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) رباعية الأبعاد أولاً بطول ثلاث اتجاهات: زاوية الميل، زاوية السمت - الانعكاس وزاوية الميل - السمت لإنتاج تجميعات زاوية انعكاس. يتم توضيح الجدول كـ 1105. يكون التراص الإضافي

بطول محور زاوية الانعكاس للقيم التي تتراوح من (0°~80°)، (0°~60°) و(0°~40°) وفقاً لما يتضح في الصور 1114، 1124، 1134 في المخططات 1100، 1120، و1130، على الترتيب. وفقاً لما تبين، يمكن أن تولد زوايا الانعكاس الأعرض دقة مكانية أقل ملحوظة عند عمق ضحل أعلى من 1.5 كيلو متر (على سبيل المثال، وفقاً لما يتضح في المنطقة المحاطة بدائرة circled area 1102 من المخطط 1110)؛ في حين، خفضت زوايا الانعكاس الأقل أدوات "تأرجح" بدرجة كبيرة مع امتداد جانبي أقل (على سبيل المثال، وفقاً لما يتضح في المنطقة المحاطة بدائرة 1132 من المخطط 1130). يمكن منع الأدوات المذكورة باستخدام عملية ما بعد المعالجة تستند إلى الأفق (على سبيل المثال، الخوارزم النموذجي الموصوف فيما يتعلق بالجدول 1) التي تركز فقط على قيم مدى الميل وزاوية الانعكاس المنتقاة لإنتاج التراص النهائي. يعرض المخطط المركزي 1120 صورة التراص النهائي (على سبيل المثال، في المنطقة المحاطة بدائرة circled area 1122) مع أعمال الارتحال الممنوعة بواسطة زوايا انعكاس تراص التنوع التي تتراوح من 0°~60°.

شكل رقم 12 يشتمل على مخططات 1200 و1250 توضح عرض خريطة قيم السعة الرئيسية للشرائح الزمنية الثابتة بطول اثنين من قيم المدى الزاوي. يعرض المخطط 1200 تراص صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) عند شريحة زمنية ثابتة بعد محاذاة أحداث الانعكاس بين زوايا الفتحة البالغة 30° و40°، مع المخطط 1250 الذي يعرض تراص ADCIG عند شريحة زمنية ثابتة بعد محاذاة أحداث الانعكاس بين زوايا الفتحة البالغة 35° و45°. يمكن ملاحظة التغيرات في السعة مقابل زوايا الانعكاس في اثنين من المناطق المحاطة بدائرة circled areas 1210، 1215 و1260، 1265 للمخططين، على الترتيب: تكون قيم سعة أقوى في زوايا الانعكاس الأعلى في هذه المناطق.

يشتمل الشكل رقم 13 على مخططات 1300 و1350 التي توضح أمثلة على تصوير Kirchhoff لبيانات PS باستخدام نموذجي سرعة (Vp و Vs) في النطاق الزمني الرأسي. يعرض المخطط 1300 الصور PP ويعرض المخطط 1350 صورة PS. لاحظ دقة الصورة PS الأعلى

من الصورة PP. في بعض التطبيقات، يمكن استخدام تمرير آخر لتحديث نموذج السرعة لموجة S لتسطيح صور PS.

شكل الشكل رقم 14 يمثل مخطط انسيابي صندوقي يوضح عملية تمثيلية 1400 لمعالجة بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) ثلاثية الأبعاد لتحليل الخزان reservoir analysis. يمكن تطبيق العملية 1400، على سبيل المثال، في صورة تعليمات حاسب آلي مخزنة على أوساط قابلة للقراءة بالحاسب الآلي وقابلة للتنفيذ بواسطة جهاز معالجة بيانات data processing apparatus (على سبيل المثال، واحد أو أكثر من معالج (معالجات) نظام حاسب آلي computer system 150 في الشكل 1). في بعض التطبيقات، يمكن توزيع بعض أو جميع عمليات العملية 1400 لتنفيذها بواسطة مجموعة من العقد الحاسوبية، في توالي أو على التوازي، لتحسين الكفاءة.

في 1410، يمكن الحصول على بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) لمنطقة تحت الأرض subterranean region. قد تكون بيانات VSP بيانات VSP ثلاثية الأبعاد تم تجميعها، على سبيل المثال، بواسطة أجهزة الاستقبال receivers أسفل حفرة البئر (على سبيل المثال، أجهزة الاستقبال receivers أسفل حفرة البئر 120 في الشكل رقم 1) أثناء مسح ميداني VSP ثلاثي الأبعاد بواسطة نظام مسح البئر well survey system (على سبيل المثال، نظام مسح البئر well survey system 100 في الشكل رقم 1). يمكن استقبال بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) ثلاثية الأبعاد بواسطة جهاز معالجة البيانات (على سبيل المثال، واحد أو أكثر من معالجات نظام حاسب آلي computer system 150 في الشكل رقم 1). 1). في بعض التطبيقات، يمكن حفظ بيانات VSP ثلاثية الأبعاد في أوساط قابلة للقراءة بالحاسب الآلي (على سبيل المثال، ذاكرة) ويمكن لجهاز التشغيل تحميل بيانات VSP ثلاثية الأبعاد من أوساط يمكن قراءتها بالحاسب الآلي. قد تشتمل بيانات VSP ثلاثية الأبعاد على، على سبيل المثال، آثار بيانات الإدخال D(S، R، T) مع موقع مصدري S، موقع R لجهاز استقبال وزمن الانتقال T للعديد من نقاط الصورة. قد تشتمل بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) ثلاثية الأبعاد على معلومات أخرى تم الحصول عليها بواسطة مستشعرات متعددة المكون مثل المسماع الجيولوجي

للمتجه والمسماع المائي القياسي للكشف عن خواص مرونة العواكس تحت السطح عبر توجه حركة الموجة وتفاوت مجالات الضغط.

في 1420، يمكن حساب دالة Green متعددة المتغيرات. على سبيل المثال، يمكن لجهاز معالجة البيانات حساب جداول دالة Green متعددة المتغيرات بناءً على التقنيات التمثيلية الموصوفة فيما يتعلق بالجدول 2، أو بطريقة أخرى. على سبيل المثال، يمكن حساب أربع خصائص زاوية لكل نقطة صورة بناءً على نماذج السرعة الأولية (اتساق الخواص وتباين الخواص) الخاصة ببيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) المستلمة. في بعض التطبيقات، تتم حوسبة دالة Green متعددة المتغيرات استنادًا إلى تتبع الإشعاع الخاص بهندسة مسح VSP التي تغطي جميع المصدر السطحي ومواضع مستقبلة في ثقب حفرة البئر borehole إما في العمق أو الحقل الزمني الرأسي، عبر دالة سرعة بسيطة تتيح إمكانية إنتاج صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) في العمق أو النطاق الزمني الرأسي المفيد فيما يتعلق بتحليل الفارق المثالي. في بعض التطبيقات، تشتمل حوسبة دالة Green متعددة المتغيرات على توليد جداول متعددة المتغيرات في ملفات منفصلة مرتبطة بالمصادر السطحية ومستقبلات ثقب فتحة البئر الخاصة بنماذج سرعة مختلفة (Vp الانضغاطي ونماذج Vs القصية) ومتغيرات Thomsen موحدة الخواص (على سبيل المثال، إيبسلون، ودلتا، وإيتا) بصورة منفصلة، والتي يمكن استخدامها لتصوير بيانات PP وPS متعددة المكونات التي تم تجميعها عند السطح و/أو مواضع ثقب حفرة البئر borehole. في بعض التطبيقات، تتم تعبئة مناطق ظل زمن الانتقال استنادًا إلى خوارزم تتبع إشعاع مزدوج النقاط لحوسبة دالية Green بين أي نقطة في مناطق الظل الموضع المصدري و/أو المستقبل.

في 1430، يمكن حساب أربع خصائص زاوية لكل نقطة صورة بناءً على بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) المستلمة. قد تشتمل أربع خصائص زاوية على، على سبيل المثال، زاوية انعكاس، زاوية السمت - الانعكاس، زاوية الميل ، وزاوية الميل - السمت. يمكن لجهاز معالجة البيانات حساب أربع خصائص زاوية طبقاً للتقنيات التمثيلية الموصوفة فيما يتعلق بالأشكال أرقام 1-5، خاصة المعادلات (2)-(6). في بعض التطبيقات، يمكن لجهاز معالجة البيانات حساب أربع خصائص زاوية بطريقة أخرى. في بعض التطبيقات،

يمكن حسابه كل من أربع خصائص زاوية لكامل مدى يتراوح من 0°~360°، أو مدى آخر محدد حسب الطلب.

في 1440، يمكن أن تتولد صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) المتولدة طبقاً لطريقة إشعاع - معادلة (على سبيل المثال، طريقة Kirchhoff المتكاملة) بناءً على الخصائص رباعية الزوايا. في بعض التطبيقات، تستخدم طريقة Kirchhoff المتكاملة المستندة إلى الإشعاع المعادلة نموذج سرعة مركبة يحتوي على نسخه الأصلية والمطابقة للأصل لتصوير انعكاس رئيسي ومضاعفات سطح حرة مستقبلة في بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) نمطية في آن واحد. في بعض التطبيقات، يمكن لجهاز معالجة البيانات توليد صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) خماسي الأبعاد بناءً على الخوارزميات النموذجية الموصوفة فيما يتعلق بالجدول 2، أو بطريقة أخرى.

في 1450، يمكن معالجة صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) المتولد بعدياً. على سبيل المثال، يمكن لجهاز معالجة البيانات تنفيذ واحد أو أكثر من تقنيات المعالجة البعدية المتنوعة مثل تلك الموصوفة فيما يتعلق بالأشكال أرقام 6-8 و10-13، على سبيل المثال، لتحسين صور البنية، والتجميعات الزاوية للتوضيح وتقدير الخواص الصخرية ومعالجة الشكل الهندسي للإضاءة الشاذة لبيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP). في بعض التطبيقات، تشتمل المعالجة اللاحقة لـ صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) المولد على واحد أو أكثر من: الطاقات الهابطة للتصوير باستخدام نطاق زاوية ميل (90° ~ 180°) من أجل مضاعفات السطح الحرة الخاصة ببيانات VSP؛ وتصوير الطاقات الصاعدة باستخدام نطاق زاوية الميل (0°~90°) الخاص بالانعكاسات الأولية المرتبطة؛ أو البيانات متعددة المكونات للتصوير، حيث تشتمل البيانات متعددة المكونات على واحد أو أكثر من بيانات PP أو بيانات SS أو بيانات PS عن طريق تراص وزن لزوايا ميل لـ ADCIG منتج من أجل موجة P وموجة S بصورة مستقلة يشتمل على كل من الموجات الصاعدة والهابطة؛

وعناصر سمايل للارتحال المضادة للاسم عن طريق خفض محتوى التردد الخاص بزوايا الميل الأكثر ارتفاعًا؛ ودمج النتائج الخاصة بالسطح وبيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL (VSP) SEISMIC PROFILE على نحو انسيابي للتفسير المتكامل والعكس بواسطة كدس موزون ذي زاويتين متشابهتين في صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN (ADCIG) COMMON-IMAGE GATHERS؛ وتطبيع السعة مع تسجيل "إحصاءات صدم" يتم تسجيلها في الترحال لموازنة الإضاءة الشاذة الناجمة عن إزاحة المصدر-المستقبل في مسح VSP. شكل رقم 15 يوضح مخطط بياني لنظام الحاسب الآلي computer system النموذجي 150 من الشكل رقم 1. يمكن أن يوجد نظام الحاسب الآلي النموذجي 150 عند أو بالقرب من واحد أو أكثر من نظام (أنظمة) مسح البئر أو عند موقع بعيد. نظام الحاسب الآلي النموذجي 150 يشتمل على جهاز معالجة بيانات data processing apparatus 1504 (على سبيل المثال، واحد أو أكثر من المعالجات)، وسط قابل للقراءة بواسطة الحاسب الآلي 1502 (على سبيل المثال، ذاكرة)، وسائل تحكم في المدخلات/ المخرجات 1570 مقترن على نحو قابل للاتصال بواسطة كبل ناقل 1565. قد يشتمل الوسط القابل للقراءة بواسطة الحاسب الآلي، على سبيل المثال، على ذاكرة وصول عشوائي random access memory (RAM)، أو جهاز تخزين storage device (على سبيل المثال، ذاكرة قراءة فقط قابلة للكتابة read-only memory (ROM) و/ أو أخرى)، قرص صلب، و/ أو نوع آخر من أوساط التخزين. يمكن برمجة نظام الحاسب الآلي computer system 150 مسبقاً و/ أو يمكن برمجته (وإعادة برمجته) بتحميل برنامج من مصدر آخر (على سبيل المثال، من قرص مضغوط قابل لإعادة الكتابة COMPACT DISK READ ONLY MEMORY (CD-ROM)، من جهاز حاسب آلي آخر من خلال شبكة بيانات، و/ أو بطريقة أخرى). يتم اقتران وسيلة التحكم في المدخلات/ المخرجات 1570 بأجهزة مدخلات / مخرجات (على سبيل المثال، جهاز العرض 1506، أجهزة المدخلات input devices 1508 (على سبيل المثال، لوحة مفاتيح، فأرة، إلخ)، و/ أو أجهزة أخرى للمدخلات / المخرجات) وإلى الشبكة 1512. تستقبل أجهزة المدخلات input devices/ المخرجات وترسل البيانات في صورة قياسية أو رقمية عبر وصلة (وصلات) الاتصالات 1522 مثل وصلة مسلسلة، وصلة لاسلكية (على سبيل المثال، بالأشعة تحت الحمراء، التردد اللاسلكي، و/ أو أخرى)، وصلة متوازية، و/ أو نوع آخر من الوصلات.

قد تشتمل الشبكة 1512 على أي نوع من شبكة توصيل البيانات. على سبيل المثال، قد تشتمل الشبكة 1512 على شبكة لاسلكية و / أو سلكية، شبكة المنطقة المحلية (LAN) Local Area Network، شبكة منطقة واسعة (WAN) Wide Area Network، شبكة خاصة، شبكة عامة (مثل الإنترنت)، شبكة WiFi، شبكة تشتمل على وصلة قمر صناعي، و / أو نوع آخر من شبكة توصيل البيانات.

في بعض التطبيقات، لا توفر عمليات مسح الخصائص الزلزالية (VSP) vertical seismic profiling بيانات تردد أعلى من تلك التي تم الحصول عليها باستخدام طرق استشعار قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) (يُشار إليها كذلك بكبل عمق المحيط (OBC)) فحسب، ولكن يمكن أيضًا تحليلها لرصد خواص الخزان عبر العكس الزلزالي للتجميعات الزاوية. عمليات مسح OBS، على الجانب الآخر، توفر تغطية إضاءة جانبية تحت السطح أفضل من عمليات مسح هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP). يمكن أن ينتج عن دمج بيانات VSP وOBS في تصوير العمق نتائج من شأنها أن تحسن أو تعزز عملية التفسيل، على سبيل المثال، الدقة الرأسية المرتفعة لصور مستشعر قاع المحيط OCEAN (OBS) BOTTOM SENSOR، لإبراز السمات الجيولوجية الدقيقة مثل الضلوع الرملية.

شكل 16 عبارة عن مخطط 1600 يوضح هيئة زلزالية رأسية VERTICAL (VSP) SEISMIC PROFILE توضيحي وبيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN (OBS) BOTTOM SENSOR لنظام مسح آبار توضيحي. يمكن تجميع بيانات OBS بواسطة نشر عدد من أجهزة التسجيل (على سبيل المثال، يكون كل منها مزودًا بمسماع جيولوجي واحد ثلاثي المكونات (C3) ومسماع مائي)، تكون مهيأة كمتدفق على قاع المحيط لاستقبال الإشارات الزلزالية التي يحررها مصدر مدفع هوائي صوتي يتم إطلاقه بالقرب من سطح البحر sea surface. كما هو موضح في شكل 16، يمكن تجميع بيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN (OBS) BOTTOM SENSOR بواسطة نشر مستقبل (على سبيل المثال، متدفق) 1630 على قاع محيط 1635 لاستقبال إشارات زلزالية تم تحريرها من مصدر مدفع هوائي صوتي 1610، تم إطلاقه بالقرب من سطح البحر sea surface وانعكس بواسطة وسيلة عكس 1620 أسفل السطح 1640، بزاوية انعكاس (RA) 1650. يمكن نشر متدفقات متعددة في مسح ثلاثي

الأبعاد لتجميع الانعكاسات تحت السطح. نظرًا لأن مستشعرات أو كبلات OBS المشار إليها يمكن سحبها على امتداد قاع المحيط 1635، يمكن تغطية منطقة كبيرة تحت السطح بمسح مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS). بمعنى آخر، يمكن أن تشتمل بيانات OBS على تغطية جانبية أوسع من بيانات هيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE.

على النقيض، يتم تجميع بيانات VSP باستخدام كبل رأسي أحادي ممدود في ثقب فتحة البئر، بحيث يمكن أن يغطي مسح VSP منطقة تحت السطح محدودة فقط حول ثقب فتحة البئر 1605. شكل 16 يوضح بيانات VSP لإزاحة صفرية توضيحية (ZOVSP) يمكن تجميعها بواسطة نشر مستقبل (على سبيل المثال، مسماع جيولوجي) 1632 في ثقب حفرة البئر borehole 1605 لاستقبال إشارات زلزالية يتم تحريرها من مصدر مدفع هواء 1612 يتم إطلاقه بالقرب من سطح البحر sea surface ويتم عكسه بواسطة ما تحت السطح 1640. يشتمل المصدر السطحي 1612 على إزاحة صفرية في الاتجاه الأفقي نسبة إلى مستقبل ثقب حفرة البئر borehole 1632. الانعكاس المنتظم المسجل في بيانات هيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE يشتمل على النمط الهندسي التالي: 1) مصدر مدفع هوائي صوتي 1610، 2) عاكس reflector 1622، 3) مستقبل ثقب حفرة البئر borehole 1632، و4) RA 1652.

يمكن أن يكون لبيانات VSP تغطية RA أكبر ودقة رأسية أعلى من بيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS) نظرًا لأن بيانات VSP تُشاب بدرجة أقل بمضاعفات السطح وتشتمل على تردد أعلى بكثير من بيانات OBS، بسبب التوهين الأقل من خلال انتشار موجات أحادي تقريبًا. وعليه، يمكن أن تكون بيانات هيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE أداة أفضل لتحديد سمات خزان بالقرب من البئر، ويمكن كبح بيانات OBS كذلك بواسطة VSP فيما يتعلق بمنطقة خارج تغطية VSP. يتيح دمج معلومات كل من VSP ومستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS) تحديد سمات أفضل للخزان.

في بعض التطبيقات، يمكن أن تكون المعالجة المسبقة لبيانات هيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE ومستشعر قاع المحيط OCEAN (OBS) BOTTOM SENSOR مختلفة نظرًا لأن بيانات VSP تحتوي على طاقات منفصلة هابطة وصاعدة تكون قابلة للفصل، بينما تحتوي بيانات OBS على طاقات منتقلة لأسفل وأعلى غير قابلة للتمييز أكثر ولا يمكن فصلها بسهولة. في بعض التطبيقات، يمكن معالجة بيانات VSP أولًا، ومن ثم يتم استخدمها كموجه لمعالجة بيانات OBS.

في بعض التطبيقات، يمكن تصوير بيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN (OBS) BOTTOM SENSOR أو معالجتها على نحو مماثل مثل بيانات VSP. على سبيل المثال، يمكن استخدام طريقة الارتحال المشار إليها أعلاه (على سبيل المثال، طريقة ارتحال عمق الكدس المسبق المستندة إلى Kirchhoff) لتصوير بيانات VSP وOBS لإنتاج صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG). يمكن معالجة ADCIG المتولد بعدياً، على سبيل المثال، لتعزيز صور البنية، فصل الصور للموجات الصاعدة والهابطة لتحسين الانعكاسات الضحلة، تصوير البيانات المتحولة بالوضع مثل الطاقات المتحولة بوضع PS الخاصة بتحليل الخواص الصخرية بالدقة المتطورة، تحسين إضاءة تحت السطح غير المنتظمة، تعزيزات البنية الموجهة بالهدف، أو التطبيقات الأخرى.

على سبيل المثال، يمكن أن تكون البيانات الزلزالية متعددة المكونات مفيدة لتصوير الصخور الخازنة باستخدام خواص مرنة مقدرة أكثر مثل سرعة الموجة الانضغاطية (Vp)، وسرعات موجة القص (Vs) ومتغيرات متباينة الخواص يمكن أن تكون مفيدة للكشف عن التصدع وتعيين مجال الضغط من خلال العكس الزلزالي. طبقًا لما تقدم، يمكن أن يتبع كل من طريقتي التصوير PS وPP خوارزم مشابه، فيما عدا أن تصوير PS يستخدم جدولي زمن انتقال ويستخدم تصوير PP جدولًا واحدًا. لتصوير مكونات PS (أو بيانات PS) لبيانات هيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE، يجب إنتاج جدولي انتقال زمني، أولًا، بواسطة حوسبة حقول الإشعاع (الزوايا، السعات، زمن الانتقال)، من أجل 1) المصادر السطحية من أجل نموذج لسرعة موجة Vp) P) و2) مستقبلات فتحة ثقب البئر لنموذج سرعة موجة VS) S) على الترتيب. يشتمل الجدول الأول على حقل إشعاعي (أو دالة Green) تتم حوسبته من تتبع الإشعاع

من أي المصدرين أو استقبال موضع من خلال نموذج Vp الكامل، بينما تتم حوسبة الجدول الثاني فقط من أجل نموذج Vs. يتم ضبط متغيري تتبع الإشعاع الخاص بهذين النموذجين طبقًا لذلك، نظرًا لأن متوسط قيمة Vs يكون حوالي نصف Vp.

شكل 17 عبارة عن مخطط 1700 يوضح جدول زمن انتقال توضيحي محوسب من أجل مستقبل لنموذج سرعة موجة S 1760 خاص ببيانات VSP PS؛ شكل 17ب عبارة عن مخطط 1750 يوضح جدول زمن انتقال توضيحي محوسب من أجل مصدر خاص بنموذج سرعة موجة P 1770 خاص ببيانات VSP PS. على وجه التحديد، يمكن أن يشتمل مسار انعكاس بيانات VSP PS الإجمالي على مسار إشعاعي أول (أو إشعاع تتبعي) 1735 من مصدر سطحي 1710 إلى عاكس reflector أو نقطة انعكاس 1722 ومسار إشعاعي ثانٍ 1745 من العاكس reflector 1722 إلى مستقبل ثقب حفرة البئر borehole 1732 المجهز في بئر رأسي 1705. يمثل المسار الإشعاعي الثاني 1745 بين مستقبل ثقب حفرة البئر 1732 ونقطة الانعكاس 1722 في شكل 17أ مسار الانتقال من خلال نموذج سرعة موجة S. يمثل المسار الإشعاعي الأول 1735 بين المصدر السطحي 1710 ونقطة الانعكاس 1722 في شكل 17ب مسار الانتقال من خلال نموذج سرعة موجة P. يحدد المسار الإشعاعي الأول 1735 والمسار الإشعاعي الثاني 1745 RA 1752 وزاوية ميل (DA) 1754 للطاقة الصاعدة.

قبل الارتحال، يتم إيجاز جدولي انتقال زمني بطرية الخواص الأحادية أو العينات الأحادية لإنتاج حالة التصوير بالزمن الإجمالي (TTIC كمسار ذي مجسم ناقص) لتصوير مكون PS الخاص ببيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP). في بعض التطبيقات، في الارتحال، يتم توزيع كل عينة من مكون PS الخاص ببيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) التي تم تجميعها عند مواضع مصدرية ومستقبلة مختلفة، عبر حيز الصورة ثلاثية الأبعاد بالكامل على امتداد المسار ذي المجسم الناقص 1780. وبالتالي، يحدد TTIC آلية التعيين (أي، سطح ذو مجسم ناقص مع قواعد مصدرية ومستقبل عند النقاط البؤرية) بين طاقة الانعكاس المسجة في البيانات الزلزالية وجميع المواضع المكانية الممكنة في حيز الصورة.

شكل 18أ عبارة عن مخطط 1800 يوضح جدول زمن انتقال توضيحي محوسب عبر مستقبل لنموذج سرعة موجة S 1860 خاص ببيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN (OBS) BOTTOM SENSOR PS؛ شكل 18ب عبارة عن مخطط 1850 يوضح جدول زمن انتقال توضيحي محوسب عبر مصدر خاص بنموذج سرعة موجة P 1870 خاص ببيانات OBS PS. على وجه التحديد، يمكن أن يشتمل مسار انعكاس بيانات OBS PS الإجمالي على مسار إشعاعي أول (أو إشعاع تتبعي) 1835 من مصدر سطحي 1810 إلى عاكس reflector 1820 ومسار إشعاعي ثانٍ 1845 من العاكس 1820 إلى مستقبل سطحي 1830. يمثل المسار الإشعاعي الثاني 1845 بين المستقبل السطحي 1830 ونقطة الانعكاس 1820 في شكل 18أ مسار الانتقال من خلال نموذج سرعة موجة S. يمثل المسار الإشعاعي الأول 1835 بين المصدر السطحي 1810 ونقطة الانعكاس 1820 في شكل 17ب مسار الانتقال من خلال نموذج سرعة موجة P. يحدد المسار الإشعاعي الأول 1835 والمسار الإشعاعي الثاني 1845 RA 1852 و (DA) 1854 للطاقة الصاعدة. على نحو مماثل، ارتحال بيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR PS (OBS) يمكن أن يشتمل على جدولي انتقال زمنيين تمت حوسبتهما مسبقًا لكل مصدر مختلف ومصادر مستقبلة لإنتاج ظر التصوير الزمني الإجمالي (TTIC 1880)، أولًا، ومن ثم توزيع السعة لكل عينة من بيانات PS على امتداد TTIC مرتبط عبر حيز الصورة ثلاثة الأبعاد بالكامل. يتم إنتاج صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) النهائي عندما يتم توزيع جميع العينات الخاصة ببيانات PS الإدخالية وتجميعها في حيز الصورة بطريقة العينات الفردية أو الخواص الفردية.

جدول 4 يوضح خوارزم توضيح لتصوير بيانات PS. يمكن تطبيق الخوارزم التوضيحي على بيانات كل من هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) ومستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS). على وجه التحديد، تتم قراءة جدولين وتخزينهما في ذاكرة الحاسوب. في ارتحال كل أثر، يتم جمع جدولين مناظرين (زوج مصدري ومستقبل) لإنتاج صورة عبر TTIC.

جدول 4 يوضح خوارزم توضيحي لتصوير بيانات PS.

قراءة ملف الجدول المنتج من أجل المواضع المصدرية باستخدام التتبع الإشعاعي

قراءة ملف الجدول المنتج من أجل مواضع المستقبل باستخدام التتبع الإشعاعي

التجوال على كل أثر بيانات إدخال

معالجة الأثر (التدريج، التفاضل، الترشيح، وما إلى ذلك)

جمع الخاصية (زمن الانتقال) من جدولين

التجوال على كل ع موضع عينة (x، y، t) أو (x، y،z) في الفتحة

إعادة تجميع الجداول متعددة الخصائص

حوسبة الخصائص الزاوية الكاملة

تعويض فقد الانتشار

تطبيق ترشيح مضاد للاسم

توزيع وتجميع سعات البيانات على تجميع زاوٍ كامل

تجميع وربط إحصاء صدم بكل أثر له تجميع زاوٍ كامل

تخزين التجميع الزاوي الكامل بإحصاء صدم في ذاكرة حاسوب

كتابة تجميعات زاوية كامل بإحصاءات صدم في ملف قرص صلب

في بعض التطبيقات، لدمج الصور المنتقلة للعمق لكل من بيانات هيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE ومستشعر قاع المحيط (OBS) OCEAN BOTTOM SENSOR ثلاثية الأبعاد على نحو انسيابي، يفضل دمج تجميعات نقاط الصور المشتركة (CIG) في نطاق زوايا الصور بدرجة أكبر من نطاق الإزاحة التقليدي. في بعض التطبيقات، يمكن تحقيق دمج صور مستشعر قاع المحيط (OBS) OCEAN BOTTOM SENSOR وهيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE بواسطة انتقاء نفس نطاقات زاوية الميل لكل من صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد (ADCIG) ANGLE-

DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS في سير عمل لاحق للمعالجة. في بعض الحالات، يمكن أن يعمل ضبط نفس نطاقات زاوية الميل لـ ADCIG الخاص ببيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS) وADCIG الخاص ببيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) على نحو مشابه للترشيح المضاد للاسم في طريقة Kirchhoff.

شكل 19 عبارة عن مخطط 1900 يوضح بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) ومستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS) توضيحية لنظام مسح بئر خاص بالمعالجة في نطاق زاوٍ. طبقًا لما هو موضح، تشتمل بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) على مسار إشعاعي أول (أو إشعاع تتبعي) 1935 من مصدر سطحي 1910 إلى عاكس reflector 1925 على سطح تحتي 1926 ومسار إشعاعي ثانٍ 1945 من العاكس 1925 إلى مستقبل ثقب حفرة البئر borehole 1920 المجهز في بئر رأسي 1916 في ثقب حفرة البئر 1905. تشتمل بيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS) على مسار إشعاعي أول 1955 من مصدر سطحي 1910 إلى عاكس reflector 1925 ومسار إشعاعي ثانٍ 1965 من العاكس reflector 1925 إلى المستقبل السطحي 1930 على قاع محيط. في المثال الموضح في شكل 19، يتطابق المسار الإشعاعي الأول 1935 الخاص ببيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) والمسار الإشعاعي الأول 1955 الخاص ببيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS)، ويتطابق المسار الإشعاعي الثاني 1945 الخاص ببيانات VSP والمسار الإشعاعي الثاني 1965 لبيانات OBS جزئيًا. طبقًا لذلك، يكون لبيانات VSP وبيانات OBS نفس RA 1942. على الرغم من ذلك، يمكن أن يكون لبيانات VSP وبيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS) مسارات زمنية إجمالية للانتقال (TTIC) مختلفة ونطاقات مختلفة لـ DA (زوايا الميل) ويتم انتقاؤها بحرص للاندماج في المعالجة اللاحقة. كما هو موضح في شكل 19، تكون التغطية الهوائية 1936 لـ 1975 VSP TTIC أضيق من التغطية الهوائية 1946 لـ OBC TTIC

1985 بواسطة تثبيت نفس نطاق DA نظرًا لأن المنطقة المضيئة تكون بوجع عام أضيق من حيث VSP من مسح مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS).

في بعض التطبيقات، نظرًا لأن بيانات OBS وهيئة زلزالية رأسية VERTICAL (VSP) SEISMIC PROFILE يتم تجميعها عبر تصميمي مسح لهما أحجام هوائية وتغطيات مختلفة، يمكن تحديد شبكة ثلاثية الأبعاد تحت السطح (شبكة مستطيلة) على أنها أساس لجميع الأشكال الهندسية للمسح (أي، مواضع المصدر والمستقبل (x، y، z) لمجموعتي البيانات. أثناء التصوير، يتم ترحيل جميع البيانات الزلزالية المدخلة ذات الموضع الحقيقي (x، y، z) إلى صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) منتج عند مواضع شبكية موحدة. نماذج السرعة المنتجة من أجل بيانات OBC وVSP يتم إعادة سحب عينات منها لتتسق مع الشبكة الموحدة.

في بعض التطبيقات، يمكن أن يشتمل دمج صور مستشعر قاع المحيط OCEAN (OBS) BOTTOM SENSOR وVSP في المعالجة اللاحقة على جمع الخواص الزاوية لـ صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) المولد استنادًا إلى بيانات VSP وADCIG المولد استنادًا إلى بيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS) التي تكون في نفس النطاق. على سبيل المثال، يمكن تحديد نفس نطاق زاوية الميل لرص ADCIG المولد استنادًا إلى بيانات VSP وADCIG المولد استنادًا إلى بيانات OBS. يمكن رص صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد (ADCIG) ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS المولد استنادًا بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) وADCIG المولد استنادًا إلى بيانات OBS التي تقع في نفس النطاق الزاوي.

في بعض التطبيقات، يمكن أن يشتمل دمج صور مستشعر قاع المحيط OCEAN (OBS) BOTTOM SENSOR وهيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) في المعالجة اللاحقة كذلك على موازنة تردد وسعات الصورتين قبل الجمع النهائي.

شكل رقم 20 عبارة عن مخطط انسيابي لعملية توضيحية 2000 لمعالجة لاحقة لبيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) وبيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS) لتحليل الخزان reservoir analysis. يمكن تطبيق العملية 2000، على سبيل المثال، في صورة تعليمات حاسب آلي مخزنة على أوساط قابلة للقراءة بالحاسب الآلي وقابلة للتنفيذ بواسطة جهاز معالجة بيانات data processing apparatus (على سبيل المثال، واحد أو أكثر من معالج (معالجات) نظام حاسب آلي computer system 150 في الشكل 15). في بعض التطبيقات، يمكن توزيع بعض أو جميع عمليات العملية 2000 لتنفيذها بواسطة مجموعة من العقد الحاسوبية، في توالي أو على التوازي، لتحسين الكفاءة.

في 2010 في شكل 20، يمكن استقبال صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد (ADCIG) ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS. يمكن أن يشتمل ADCIG الدخل على ADCIG مولد استنادًا إلى بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL (VSP) SEISMIC PROFILE وADCIG مولد استنادًا إلى بيانات مستشعر قاع المحيط (OBS) OCEAN BOTTOM SENSOR، على سبيل المثال، وفقًا للأساليب التوضيحية الموصوفة فيما يتعلق بشكل 14. يمكن استقبال بيانات VSP وبيانات OBS بواسطة جهاز معالجة البيانات (على سبيل المثال، واحد أو أكثر من معالجات نظام حاسب آلي computer system 150 في الشكل رقم 15). في بعض التطبيقات، يمكن حفظ بيانات VSP وبيانات OBS في أوساط قابلة للقراءة بالحاسب الآلي (على سبيل المثال، ذاكرة) ويمكن لجهاز التشغيل تحميل بيانات VSP وبيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS) من أوساط يمكن قراءتها بالحاسب الآلي.

في 2020 في شكل 20، يمكن إجراء تطبيق السعة. على سبيل المثال، يمكن أن يطبع جهاز معالجة البيانات سعات صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد (ADCIG) ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS المولدة استنادًا إلى بيانات هيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE وADCIG المولدة استنادًا إلى بيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS). في بعض التطبيقات، يمكن أن يطبع

جهاز معالجة البيانات سعات نوعين من ADCIG بواسطة 1) التدريج بواسطة المشغل (أي، TTIC) لإحصاءات الصدم عند كل نقطة شبكة تحت سطحية لكل مجموعة بيانات (أي OBC وVSP) بصورة منفصلة، و2) التعويض وفقًا لنسبة سعات RMS بين مجموعات الآثار المستخلصة من اثنين من صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN (ADCIG) COMMON-IMAGE GATHERS لبيانات OBC وهيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE. يمكن أن يكون التطبيع حاسمًا لموازنة بيانات OBC وVSP قبل الاندماج معًا نظرًا لأن أضعاف الإضاءة بين مسح OBC وVSP مختلفة للغاية فيما يتعلق بمنطقة الاهتمامات المشتركة.

في 2030 في شكل 20، يتم إجراء رص جزئي. على سبيل المثال، يمكن أن يرص أو يجمع جهاز معالجة البيانات صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN (ADCIG) COMMON-IMAGE GATHERS المولد استنادًا إلى بيانات هيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE وADCIG المطبع المولد استنادًا إلى بيانات OBS. في بعض التطبيقات، يتم إجراء الرص على ADCIG المطبع المولد استنادًا إلى بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) وصورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) المولد استنادًا إلى بيانات OBS التي تشترك في نفس النطاق الزاوي (على سبيل المثال، نطاق RA أو DA متطابق).

شكل 21 عبارة عن مخطط 2100 يوضح تأثيرًا توضيحيًا على تطبيع المدى لبيانات الصورة. يمثل المحور الرأسي 2101 العمق، ويمثل المحور الأفقي 2102 نطاق زاوية انعكاس (0° ~ 40°) في سلسلة من المواضع الأفقية. يوضح المخطط الفرعي 2110 صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) متراص جزئي بعد تطبيع السعة، بينما يوضح المخطط الفرعي 2120 ADCIG متراص جزئيًا توضيحي بدون تطبيع (سعة أصلية). يشتمل صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE- (ADCIG) DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS المتراص جزئيًا على ADCIG المولد استنادًا إلى بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) وADCIG المولد

استنادًا إلى بيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS) التي تشترك في نفس نطاق الميل الزاوي (0° ~ 20°).

في 2040 في شكل 20، يتم إجراء تحويل الزمن/العمق. على سبيل المثال، يمكن أن يحول جهاز معالجة البيانات محور العمق الرأسي الخاص بـ ADCIG إلى محول زمني رأسي لنموذج السرعة الأحادي للإدخال، أو العكس. يساعد التحويل إلى النطاق الزمني الرأسي على إجراء التفسيرات وتحليل السرعة. يمكن أن ينفذ جهاز معالجة البيانات تحويل الزمن/العمق على صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) المولد استنادًا إلى بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) وADCIG المولدة استنادًا إلى بيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM (OBS) SENSOR. في حالة استخدام نموذجي سرعة لتصوير بيانات PS محولة النمط، يكون من المفيد إنتاج ADCIG مباشرة في الحقل الزمني الرئيسي لتفادي الغموض في تحويل العمق/الزمن الذي يتضمن نموذجي سرعة بعد الارتحال. يكون ذلك حاسمًا لتحويل ADCIG الخاص ببيانات VSP PS بالنظر إلى أن المسار الإشعاعي اللاتناظري الناتج عن الأنماط الهندسية المصدرية والمستقبلة الخاصة بنماذج السرعة المختلفة لا يمكن استردادها أو إعادة بناؤها بسهولة بعد الارتحال، مما يجعل تحويل الزمن/العمق مستحيلًا. تتمثل الطريقة الوحيدة لمعالجة بيانات PS باستخدام نمط المسح الهندسي المعقد (أي، بيانات VSP) لتصوير هذه البيانات محولة النمط في النطاق الزمني الرأسي طبقًا للوصف الوارد في معادلة 7.

في 2050 في شكل 20، يتم إجراء مطابقة التردد. على سبيل المثال، يمكن أن يوفق جهاز معالجة البيانات التردد (أو نطاق التردد) الخاص بـ صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد (ADCIG) ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS المولد استنادًا إلى بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) مع التردد (أو نطاق التردد) الخاص بـ ADCIG المولد استنادًا إلى بيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN (OBS) BOTTOM SENSOR. يمكن أن ينفذ جهاز معالجة البيانات موافقة التردد على صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE (ADCIG) GATHERS، على سبيل المثال، بواسطة تعزيز بيانات OBC بعرض نطاق تردد أوسع كبيانات

هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP)؛ أو بواسطة كبح عرض نطاق VSP ليوائم بيانات OBC. تتم حوسبة تطابق التردد بطريقة النافذة قيد التشغيل على نحو مشابه لتدفق موازنة السعة الموصوف أعلاه. يمكن دمج التردد المتزن وبيانات السعة معًا للحصول على تفسير متكامل وعكس للخواص الصخرية.

في 2060 في شكل 20، يتم إجراء رص جزئي. على سبيل المثال، يمكن أن يرص أو يجمع جهاز معالجة صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN (ADCIG) COMMON-IMAGE GATHERS متطابق التردد المولد استنادًا إلى بيانات VSP وADCIG المولد استنادًا إلى بيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM (OBS) SENSOR. في بعض التطبيقات، يتم إجراء التراص على نوعين لهما تردد متوافق من ADCIG يشتركان في نفس النطاق الزاوي (على سبيل المثال، نفس نطاق RA).

شكل 22 عبارة عن مخطط 2200 يوضح تأثيرًا توضيحيًا توافق التردد لبيانات الصورة. يمثل المحور الرأسي 2201 العمق ويمثل المحور الأفقي 2202 مسافة أفقية (بالكيلومتر). يوضح المخطط الفرعي 2210 صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN (ADCIG) COMMON-IMAGE GATHERS متراص جزئي بعد توفيق التردد، بينما يوضح المخطط الفرعي 2220 ADCIG متراص جزئيًا توضحي مع تطبيع السعة، ولكن بدون توفقي التردد. يشتمل ADCIG المتراص جزئيًا على ADCIG المولد استنادًا إلى بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) وصورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) المولد استنادًا إلى بيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS) التي تشترك في نفس نطاق الانعكاس الزاوي (0° ~ 40°).

في 2070 في شكل 20، يتم إخراج صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) المعالجة لاحقًا. في بعض الحالات، يمكن أن يكون ADCIG المعالج لاحقًا عبارة عن ADCIG المدمج استنادًا إلى بيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC PROFILE (VSP) وبيانات OBS. على سبيل المثال، يمكن أنت يكون ADCIG المعالج لاحقًا عبارة عن ADCIG المتراص بعد توفيق التردد، عند 2060

من شكل 20. في بعض التطبيقات، يمكن تنفيذ واحدة أو أكثر من العمليات من 2010 إلى 2060 في شكل 20 اختياريًا. يمكن أن يكون ADCIG المعالج لاحقًا عبارة عن ADCIG الذي خضع للعمليات المناظرة التي تم القيام بها. يمكن أن يخرج جهاز معالجة البيانات ADCIG المعالج لاحقًا بواسطة تمثيل ADCIG المعالج لاحقًا في واجهة مستخدم (على سبيل المثال، في مخطط أو أكثر موضح في الأشكال من 21 إلى 23)، بإرسال ADCIG إلى جهاز آخر، أو تخزين صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON- (ADCIG) IMAGE GATHERS المعالج لاحقًا على ملف أو وسط آخر.

شكل 23 عبارة عن مخطط 2300 يوضح مقارنة توضيحية بين صور البنية التي تم الحصول عليها بواسطة تراص مختلف لبيانات الصورة. يمثل المحور الرأسي 2301 الزمن ويمثل المحور الأفقي 2302 مسافة أفقية (بالكيلومتر). يوضح المخطط الفرعي 2310 مثالًا على صورة بنيوية تم الحصول عليها بواسطة تراص تجميعة إزاحة مشتركة common-offset-gather (COG) لبيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS) المرحلة. يوضح المخطط الفرعي 2330 مثالًا على صورة بنيوية تم الحصول عليها بواسطة تراص صورة لنطاق زاوي خماسي الأبعاد ANGLE-DOMAIN COMMON-IMAGE GATHERS (ADCIG) لبيانات OBS المرحلة عبر نطاق RA من (0° ~ 40°). يوضح المخطط الفرعي 2360 مثالًا على صورة بنيوية تم الحصول عليها بواسطة تراص زوايا متكامل لكل من بيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN BOTTOM SENSOR (OBS) وبيانات هيئة زلزالية رأسية (VSP) VERTICAL SEISMIC PROFILE. على النحو المبين، الصورة البنيوية التي تم الحصول عليها بواسطة التراص الزاوي المتكامل لكل من بيانات مستشعر قاع المحيط OCEAN (OBS) BOTTOM SENSOR وبيانات هيئة زلزالية رأسية VERTICAL SEISMIC (VSP) PROFILE تشتمل على أفضل نتائج التصوير من بين الثلاث من حيث إظهار أعلى دقة في المنطقة المستهدفة.

يمكن تنفيذ العمليات الموصوفة في هذا الكشف بوصفها عمليات يتم أدائها بواسطة جهاز معالجة البيانات على البيانات المحفوظة في واحد أو أكثر من وسائل التخزين التي يمكن قراءتها بواسطة الكمبيوتر أو المستقبلة من مصادر أخرى. يضم المصطلح "جهاز معالجة البيانات" جميع أنواع

أجهزة، وسائل، وماكينات معالجة البيانات، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر معالج قابل للبرمجة، كمبيوتر، نظام على رقاقة، أو متعدد منه، أو توليفات مما سبق. قد يشتمل الجهاز على مجموعة دوائر منطقية لغرض خاص، على سبيل المثال، FPGA (مصفوفة منفذ قابل للبرمجة بالحقل field programmable gate array) أو ASIC (دائرة متكاملة خاصة بالتطبيق application-specific integrated circuit). قد يشتمل الجهاز أيضاً على، إضافة إلى الأجهزة، شفرة تعمل على تكوين وسط تنفيذ لبرنامج الكمبيوتر المعني، على سبيل المثال، شفرة تشكل البرامج الثابتة للمعالج، وتراص البروتوكول، نظام إدارة قاعدة البيانات، نظام التشغيل، بيئة وقت التشغيل عبر منصة، جهاز افتراضي، أو توليفة من واحد أو أكثر منها. يمكن للجهاز ووسط التنفيذ إدراك مختلف البنى التحتية للنموذج الحاسوبي المتنوعة، مثل خدمات الشبكة، الحوسبة الموزعة والبنى التحتية لحوسبة الشبكة.

برنامج الكمبيوتر (المعروف أيضاً بالاسم برنامج، برمجيات، تطبيق البرمجيات، برنامج نصي، أو التعليمات البرمجية) في أية صورة من لغة البرمجة، بما في ذلك اللغات المجمعة أو المفسرة، اللغات التقريرية أو الإجرائية، ويمكن نشره بأية صورة، بما في ذلك كبرنامج قائم بذاته أو وحدة نمطية، مكون، روتين فرعي أو كائن، أو وحدة أخرى مناسبة للاستخدام في وسط الحوسبة. قد يكون برنامج الكمبيوتر، ولا يتعين ذلك، مناظر لملف في نظام ملفات. يمكن حفظ البرنامج في جزء من ملف يحتفظ ببرامج أخرى أو بيانات (على سبيل المثال، واحد أو أكثر من النصوص المحفوظة في وثيقة لغة الترميز)، في ملف فردي مخصص لبرنامج معني، أو في ملفات منسقة متعددة (على سبيل المثال، ملفات تعمل على حفظ واحد أو أكثر من الوحدات النمطية، البرامج الفرعية، أو أجزاء من الشفرة). قد يتم توزيع برنامج الكمبيوتر ليتم تنفيذه على كمبيوتر واحد أو عدة أجهزة كمبيوتر توجد في موقع واحد أو موزعة عبر مواقع عدة ومتصلة بينياً بواسطة شبكة اتصالات.

بينما يشتمل هذا الكشف على العديد من تفاصيل التطبيق المحددة، يجب عدم تفسير هذه التفاصيل على أنها مقيدة لنطاق أي تطبيقات، أو العناصر المطلوب حمايتها، ولكن يجب تفسيرها على أنه أوصاف لسمات محددة لتطبيقات معينة لاختراعات معينة. ويمكن أيضًا تنفيذ السمات المعينة التي يتم وصفها في الكشف في سياق تطبيقات منفصلة في توليفة في تطبيق واحد. على العكس من

ذلك، يمكن كذلك تطبيق سمات مختلفة يتم وصفها في سياق تطبيق واحد في تطبيقات متعددة بصورة منفصلة أو في أي توليفة فرعية مناسبة. علاوة على ذلك، على الرغم من أن السمات يمكن وصفها بأنها تُستخدم في توليفات معينة وحمايتها بعناصر الحماية على هذا النحو، يمكن تطبيق سمة أو أكثر من السمات المطلوب حمايتها استنادًا إلى التوليفة، ويمكن توجيه التوليفة المطلوب حمايتها إلى توليفة فرعية أو تحوير للتوليفة الفرعية.

على نحو مماثل، بينما يتم عرض العمليات في الأشكال بترتيب معين، يجب ألا يتم فهم ذلك على أنه يتطلب أن يتم إجراء هذه العمليات في الترتيب المحدد المبين أو بترتيب تسلسلي، أو أن جميع العمليات الموضحة يتم إجراؤها، لتحقيق النتائج المرغوب فيها. في حالات معينة، يمكن أن تعدد المهام والمعالجة الموازية ذات فائدة. علاوة على ذلك، لا يجب فهم فصل مكونات النظام المختلفة في التطبيقات الموصوفة أعلاه على أنه يتطلب الفصل المشار إليه في جميع حالات التطبيق، ويجب فهم أن مكونات وأنظمة البرنامج الموصوفة يمكن دمجها معًا في منتج برمجيات واحد أو في مجموعة منتجات برمجيات متعددة.

وهكذا، تم وصف تطبيقات خاصة للموضوع. وتقع تطبيقات أخرى في نطاق مجال عناصر الحماية التالية. في بعض الحالات، يمكن تطبيق الإجراءات المستشهد بها في عناصر الحماية بترتيب مختلف ولا تزال تحقق النتائج المرجوة. إضافة لذلك، لا تتطلب العمليات المصورة في الأشكال الملحقة بالضرورة الترتيب المحدد الموضح، أو الترتيب التتابعي، لتحقيق النتائج المرجوة. في تطبيقات معينة، قد يكون تعدد المهام والمعالجة الموازية مفيداً.

عناصر الحماية

١. طريقة يتم تنفيذها بالحاسوب computer-implemented ، تشتمل على:

استقبال receiving، بواسطة جهاز معالجة بيانات data processing apparatus، مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) لمنطقة جوفية subterranean region، حيث تشتمل بيانات VSP على مسارات إشعاعية للانعكاس reflection ray paths من أشعة ساقطة من مصدر سطحي surface source إلى عاكس reflector ومن العاكس إلى مستقبل ثقب حفرة بئر borehole، وتشتمل على مواضع للمصدر السطحي surface source، والعاكس reflector، ومستقبل ثقب حفرة البئر borehole receiver؛

حوسبة computing، بواسطة جهاز معالجة البيانات data processing apparatus، خصائص الزوايا لكل نقطة صورة image point من مجموعة نقاط صور image points بناء على بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) التي تم استقبالها؛

توليد generating، بواسطة جهاز معالجة البيانات data processing apparatus، تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) طبقاً لطريقة معادلة-إشعاع بناءً على خصائص الزوايا التي تمت حوسبتها بناء على بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة؛

نقل بيانات PS للطاقة المحولة بالنمط لبيانات VSP المستقبلة في نطاق زمني؛ حيث تشتمل بيانات PS للطاقة المحولة بالنمط المنتقلة من بيانات VSP المستقبلة في نطاق زمني على نقل بيانات PS للطاقة المحولة بالنمط من بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic (VSP) profile المستقبلة في عمق أو نطاق رأسي عن طريق:

تخزين جدول أول متعدد المتغيرات خاص بالمصدر السطحي surface source لنموذج سرعة موجات P الخاص ببيانات PS في بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic (VSP) profile المستقبلة في ملف أول؛

تخزين جدول ثانٍ متعدد المتغيرات خاص بمستقبل ثقب حفرة البئر borehole receiver لنموذج سرعة موجات S الخاص ببيانات PS في بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical (VSP) seismic profile المستقبلة في ملف ثانٍ؛

جمع الجدول متعدد المتغيرات الأول الخاص بالمصدر السطحي surface source لنموذج سرعة موجات P الخاص ببيانات PS في بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic (VSP) profile المستقبلة والجدول متعدد المتغيرات الثاني الخاص بمستقبل ثقب حفرة البئر borehole receiver لنموذج سرعة موجات S الخاص ببيانات PS في بيانات VSP المستقبلة؛ و

نقل كل عينة من بيانات PS في بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic (VSP) profile المستقبلة الخاصة بكل عينة لـ تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle- (ADCIG) domain common-image gathers عبر حالة التصوير في مجمل الزمن؛ و

حوسبة دالة Green متعددة المتغيرات استنادًا إلى تتبع إشعاعي خاص بنموذج سرعة مركب يحتوي على مركب منتظم ومركب مطابق للأصل خاص به لمعالجة الانعكاس الأولي primary reflection والمضاعفات السطحية الحرة free surface multiples simultaneously في آن واحد.

2. الطريقة وفقا لعنصر الحماية ١، حيث تشتمل حوسبة computing خصائص الزاوية لكل نقطة صورة image point من مجموعة نقاط الصور وفقا لبيانات مخطط زلزالي رأسي (VSP) vertical seismic profile المستقبلة على حوسبة computing خصائص الزاوية الخاصة بالانعكاس الأولي primary reflection والمضاعفات السطحية الحرة free surface multiples simultaneously لكل نقطة صورة image point من مجموعة نقاط الصور استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة وواحد أو كلا من النموذج موحد الخواص أو نموذج السرعة متباين الخواص anisotropic velocity model.

3. الطريقة وفقا لعنصر الحماية ١، تشتمل كذلك على:

الاستقبال receiving، بواسطة جهاز معالجة البيانات data processing apparatus لبيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) الخاصة بالمنطقة الجوفية subterranean region، حيث تشتمل بيانات OBS على مسارات إشعاعية للانعكاس reflection ray paths من أشعة ساقطة من مصدر سطحي surface source إلى عاكس

ثان second reflector ومن العاكس الثاني second reflector إلى مستقبل قاع المحيط ocean floor receiver، وتشتمل على معلومات عن موضع المصدر السطحي surface source، والعاكس الثاني second reflector ومستقبل قاع المحيط ocean floor receiver؛ حوسبة computing، بواسطة جهاز معالجة البيانات data processing apparatus، الخصائص الزاوية الخاصة بالانعكاس الأولي primary reflection والمضاعفات السطحية الحرة free surface multiples simultaneously لكل نقطة صورة image point من مجموعة نقاط الصورة استنادًا إلى بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المستقبلة وواحد أو كل من نموذج أولي موحد الخواص أو نموذج سرعة متباين الخواص anisotropic velocity model؛

توليد generating، بواسطة جهاز معالجة البيانات data processing apparatus، تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) المستندة إلى بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) ، وفقًا لطريقة إشعاع-معادلة استنادًا إلى الخصائص الزاوية التي تمت حوسبتها استنادًا إلى بيانات OBS المستقبلة؛ و

4. الطريقة وفقا لعنصر الحماية ٣، حيث تشتمل بيانات PS للطاقة المحولة بالنمط المنقولة من بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المستقبلة في نطاق زمني رأسي vertical time domain على ما يلي:

تخزين جدول ثالث متعدد المتغيرات خاص بالمصدر السطحي surface source لنموذج سرعة موجات P الخاص ببيانات PS من بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom (OBS) sensor المستقبلة في ملف ثالث؛

تخزين جدول رابع متعدد المتغيرات خاص بمستقبل قاع المحيط ocean floor receiver لنموذج سرعة موجات S الخاص ببيانات PS في بيانات مستشعر قاع المحيط ocean (OBS) bottom sensor المستقبلة في ملف رابع؛

جمع الجدول متعدد المتغيرات الثالث الخاص بالمصدر السطحي surface source لنموذج سرعة موجات P الخاص ببيانات PS في بيانات مستشعر قاع المحيط ocean (OBS) bottom sensor المستقبلة والجدول متعدد المتغيرات الرابع الخاص بمستقبل قاع المحيط

ocean floor receiver لنموذج سرعة موجات S الخاص ببيانات PS في بيانات OBS المستقبلة؛ و

نقل كل عينة من بيانات PS الإدخال لكل عينة من تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) المستندة إلى بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) عبر حالة التصوير في مجمل الزمن.

5.الطريقة وفقا لعنصر الحماية 3، حيث تشتمل كذلك على دمج تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) المولد استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة وADCIG المستندة إلى بيانات OBS المولد استنادًا إلى بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom (OBS) sensor المستقبلة.

6. الطريقة وفقا لعنصر الحماية 5، حيث يشتمل دمج تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) المولد استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة وADCIG القائم على بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المولد استنادًا إلى بيانات OBS المستقبلة عما يلي:

تحديد نطاق زاوية مماثل لكدس تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle- (ADCIG) domain common-image gathers المولد استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي (VSP) vertical seismic profile التي تم استقبالها وADCIG القائم على بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المولد استنادًا إلى بيانات OBS؛ و

كدس تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image (ADCIG) gathers المولد استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة وADCIG القائم على بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom (OBS) sensor المولد استنادًا إلى بيانات OBSالمستقبلة التي تقع في نفس النطاق الزاوي.

7. الطريقة وفقا لعنصر الحماية 6، حيث يشتمل دمج تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) المولد استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة وتجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) أساسه بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المولد استنادًا إلى بيانات OBS المستقبلة، وقبل الكدس النهائي لـ تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) المولد استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة وADCIG الذي أساسه بياناتOBS والمولد استنادًا إلى بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المستقبلة، على القيام بواحد أو أكثر من:

تطبيع سعات تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) المولد استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة وADCIG الذي أساسه بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المولد استنادًا إلى بيانات OBS المستقبلة؛

إجراء تحويل الزمن إلى العمق لـ تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) المولد استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة وADCIG الذي أساسه بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المولد استنادًا إلى بيانات OBS المستقبلة عندما تم تطبيق ارتحال العمق؛ أو

إجراء مطابقة التردد لـ تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) المولد استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة وADCIG الذي أساسه بيانات OBS المولد استنادًا إلى بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المستقبلة.

8. وسط غير انتقالي قابل للقراءة بواسطة حاسب آلي non-transitory computer-readable medium تخزين تعليمات قابلة للتنفيذ بواسطة نظام حاسب آلي computer system لإجراء عمليات تشتمل على:

استقبال receivingبيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) لمنطقة جوفية subterranean region، حيث تشتمل بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical (VSP) seismic profile على مسارات إشعاعية للانعكاس reflection ray paths من أشعة ساقطة من مصدر سطحي surface source إلى عاكس reflector ومن العاكس reflector إلى مستقبل ثقب حفرة بئر borehole، وتشتمل على مواضع للمصدر السطح، والعاكس reflector، ومستقبل ثقب حفرة البئر borehole receiver؛

حوسبة computing الخصائص الزاوية الخاصة بالانعكاس الأولي primary reflection والمضاعفات السطحية الحرة free surface multiples simultaneously لكل نقطة صورة image point من مجموعة نقاط الصور استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي (VSP) vertical seismic profile المستقبلة وواحد أو كل من نموذج موحد الخواص أو نموذج سرعة متباين الخواص anisotropic velocity model؛

توليد generating تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) طبقًا لطريقة معادلة-إشعاع، استنادًا إلى الخصائص الزاوية التي تمت حوسبتها استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة؛

نقل بيانات PS للطاقة المحولة بالنمط لبيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic (VSP) profile المستقبلة في عمق أو نطاق زمني رأسي vertical time domain؛ حيث تشتمل بيانات PS للطاقة المحولة بالنمط المنقولة لبيانات VSP المستقبلة نطاق زمني على نقل بيانات PS للطاقة المحولة بالنمط لبيانات VSP المستقبلة في عمق أو نطاق رأسي عبر:

تخزين جدول أول متعدد المتغيرات خاص بالمصدر السطحي surface source لنموذج سرعة موجات P الخاص ببيانات PS من بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic (VSP) profile المستقبلة في ملف أول؛

تخزين جدول ثانٍ متعدد المتغيرات خاص بمستقبل ثقب حفرة البئر borehole receiver لنموذج سرعة موجات S الخاص ببيانات SP من بياناتVSP المستقبلة في ملف ثانٍ؛

جمع الجدول متعدد المتغيرات الأول الخاص بالمصدر السطحي surface source لنموذج سرعة موجات P الخاص ببيانات PS من بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic (VSP) profileالمستقبلة والجدول متعدد المتغيرات الثاني الخاص بمستقبل ثقب حفرة البئر borehole

receiver لنموذج سرعة موجات S الخاص ببيانات PS من بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة؛ و

نقل كل عينة من بيانات PS من بيانات مخطط زلزالي رأسي (VSP) vertical seismic profile المستقبلة لكل عينة من تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ (ADCIG) angle-domain common-image gathers عبر حالة ذات صلة للتصوير في مجمل الزمن؛ و

حوسبة computing دالة Green متعددة المتغيرات استنادًا إلى تتبع إشعاعي خاص بنموذج سرعة مركب يحتوي على مركب منتظم ومركب مطابق للأصل خاص به لمعالجة الانعكاس الأولي primary reflection والمضاعفات السطحية الحرة free surface multiples في آن واحد.

9. الوسط medium وفقا لعنصر الحماية 8، حيث تشتمل حوسبة computing دالة Green متعددة المتغيرات على إنشاء جداول متعددة المتغيرات في ملفات منفصلة separated files لتصوير البيانات متعددة المكونات multi-component data imaging .

10. الوسط medium وفقا لعنصر الحماية 8، تشتمل العمليات كذلك على:

استقبال receiving ، عبر جهاز معالجة البيانات data processing apparatus، بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) الخاصة بالمنطقة الجوفية subterranean region، حيث تشتمل بيانات OBS على مسارات إشعاعية للانعكاس reflection ray paths من أشعة ساقطة من مصدر سطحي surface source إلى عاكس ثان second reflector ومن العاكس الثاني second reflector إلى مستقبل قاع المحيط ocean floor receiver، وتشتمل على معلومات عن موضع المصدر السطحي surface source، والعاكس الثاني second reflector ومستقبل قاع المحيط ocean floor receiver؛

حوسبة computing، بواسطة جهاز معالجة البيانات data processing apparatus، الخصائص الزاوية الخاصة بالانعكاس الأولي primary reflection والمضاعفات السطحية الحرة free surface multiples لكل نقطة صورة image point من مجموعة نقاط الصورة استنادًا

إلى بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المستقبلة وواحد أو كل من النموذج موحد الخواص أو نموذج السرعة متباين الخواص anisotropic velocity model؛

التوليد generating بواسطة جهاز توليد البيانات، لـ تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) المستندة إلى بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS)، وفقًا لطريقة إشعاع-معادلة استنادًا إلى الخصائص الزاوية التي تمت حوسبتها استنادًا إلى بيانات OBS المستقبلة؛ و

نقل بيانات PS للطاقة المحولة بالنمط من بيانات OBS المستقبلة في عمق أو نطاق زمني رأسي vertical time domain.

11. الوسط medium وفقا لعنصر الحماية 10، حيث تشتمل بيانات PS للطاقة المحولة بالنمط المنقولة من بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المستقبلة في نطاق زمني رأسي vertical time domain على ما يلي:

تخزين جدول ثالث متعدد المتغيرات خاص بالمصدر السطحي surface source لنموذج سرعة موجات P الخاص ببيانات PS من بيانات OBS المستقبلة في ملف ثالث؛

تخزين جدول رابع متعدد المتغيرات خاص بمستقبل قاع المحيط ocean floor receiver لنموذج سرعة موجات S الخاص ببيانات PS من بيانات OBS المستقبلة في ملف رابع؛

جمع الجدول متعدد المتغيرات الثالث الخاص بالمصدر السطحي surface source لنموذج سرعة موجات P الخاص ببيانات PS من بيانات OBS المستقبلة والجدول متعدد المتغيرات الرابع الخاص بمستقبل قاع المحيط ocean floor receiver لنموذج سرعة موجات S الخاص ببيانات PS من بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المستقبلة؛ و

نقل كل عينة من بيانات PS الإدخال لكل عينة من تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) المستندة إلى بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) عبر حالة التصوير في مجمل الزمن.

12. الوسط medium وفقا لعنصر الحماية 10، حيث تشتمل العمليات كذلك على دمج تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) المولد

والمحوسب استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة وADCIG أساسه بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المولد استنادًا إلى بيانات OBS المستقبلة.

13. الوسط medium وفقا لعنصر الحماية 12، حيث يشتمل دمج تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) المولد استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة وتجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) أساسه بيانات OSB المولد استنادًا إلى بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) المستقبلة على ما يلي:

تحديد نطاق زاوية مماثل لكدس تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle- (ADCIG) domain common-image gathers المولد استنادًا إلى بياناتمخطط زلزالي رأسي (VSP) vertical seismic profile التي تم استقبالها وADCIG أساسها بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) والمولد استنادًا إلى بيانات OBS؛ و

كدس تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image (ADCIG) gathers المولد استنادًا إلى بيانات VSP المستقبلة وADCIG أساسه بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) والمولد استنادًا إلى بيانات OBS المستقبلة التي تقع في نفس النطاق الزاوي.

14. الوسط medium وفقا لعنصر الحماية 13، حيث يشتمل دمج تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image gathers (ADCIG) المولد استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة وADCIG أساسه بيانات OBS والمولد استنادًا إلى بيانات OBS المستقبلة، وذلك سابق للتراكم النهائي لـ ADCIG المولد استنادًا إلى بيانات VSPالمستقبلة وADCIG أساسه بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) والمنشأ استنادًا إلى بيانات OBSالمستقبلة، على ما يلي:

تطبيع سعات تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ (ADCIG) angle-domain common-image gathers المولد استنادًا إلى بياناتمخطط زلزالي رأسي (VSP) vertical seismic profile المستقبلة وADCIG أساسه بيانات مستشعر قاع المحيط (OBS) ocean bottom sensor والمولد استنادًا إلى بيانات OBSالمستقبلة؛

إجراء تحويل الزمن إلى العمق لـ تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ (ADCIG) angle-domain common-image gathers الذي تم إنشاؤه استنادًا إلى بيانات VSP المستقبلة وADCIG أساسه بيانات مستشعر قاع المحيط (OBS) ocean bottom sensor والمولد استنادًا إلى بيانات OBS المستقبلة عندما تم تطبيق ارتحال العمق؛ أو

إجراء مطابقة التردد لـ تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ (ADCIG) angle-domain common-image gathers المولد استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي (VSP) vertical seismic profile المستقبلة وADCIG أساسه بيانات مستشعر قاع المحيط (OBS) ocean bottom sensor والمولد استنادًا إلى بيانات OBS المستقبلة.

15. نظام system يشتمل على واحد أو أكثر من الحاسبات الآلية التي تتضمن:

ذاكرة قابلة للتشغيل memory operable لتخزين بيانات مخطط زلزالي رأسي (VSP) vertical seismic profile لمنطقة تحت الأرض؛ و

جهاز معالجة بيانات data processing apparatus قابل للتشغيل لكي:

استقبال receivingبيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) للمنطقة جوفية subterranean region، حيث تشتمل بيانات VSP على مسارات إشعاعية للانعكاس reflection ray paths من أشعة ساقطة من مصدر سطحي surface source إلى عاكس reflector ومن العاكس reflector إلى مستقبل ثقب حفرة بئر borehole، وتشتمل على مواضع للمصدر السطح، والعاكس reflector، ومستقبل ثقب حفرة البئر borehole receiver؛

حوسبة computing الخصائص الزاوية الخاصة بالانعكاس الأولي primary reflection والمضاعفات السطحية الحرة free surface multiples لكل نقطة صورة image point من مجموعة نقاط الصورة استنادًا إلى بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic (VSP)

profile المستقبلة وواحد أو كل من النموذج موحد الخواص أو نموذج السرعة متباين الخواص anisotropic velocity model؛

توليد generating تجميعات صورة مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain (ADCIG) common-image gathers طبقاً لطريقة معادلة-إشعاع بناءً على خصائص الزوايا التي تمت حوسبتها بناء على بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة؛ و

نقل بيانات PS للطاقة المحولة بالنمط لبيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic (VSP) profile المستقبلة في عمق أو نطاق زمني رأسي vertical time domain؛ حيث يشتمل نقل بيانات PS للطاقة المحولة بالنمط لبيانات VSP المستقبلة في نطاق زمني على نقل بيانات PS للطاقة المحولة بالنمط لبيانات VSP المستقبلة في عمق أو نطاق رأسي من خلال:

تخزين جدول أول متعدد المتغيرات خاص بالمصدر السطحي surface source لنموذج سرعة موجات P الخاص ببيانات PS من بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic (VSP) profile المستقبلة في ملف أول؛

تخزين جدول ثانٍ متعدد المتغيرات خاص بمستقبل ثقب حفرة البئر borehole receiver لنموذج سرعة موجات S الخاص ببيانات PS من بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical (VSP) seismic profile المستقبلة في ملف ثانٍ؛

جمع الجدول متعدد المتغيرات الأول الخاص بالمصدر السطحي surface source لنموذج سرعة موجات P الخاص ببيانات PS من بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic (VSP) profile المستقبلة والجدول متعدد المتغيرات الثاني الخاص بمستقبل ثقب حفرة البئر borehole receiver لنموذج سرعة موجات S الخاص ببيانات PS في بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة؛ و

نقل كل عينة ببيانات PS من بيانات مخطط زلزالي رأسي vertical seismic profile (VSP) المستقبلة الخاصة بكل عينة لـ تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain (ADCIG) common-image gathers عبر حالة التصوير في مجمل الزمن؛ و

حوسبة computing دالة Green متعددة المتغيرات استنادًا إلى تتبع إشعاعي خاص بنموذج سرعة مركب يحتوي على مركب منتظم ومركب مطابق للأصل خاص به لمعالجة الانعكاس

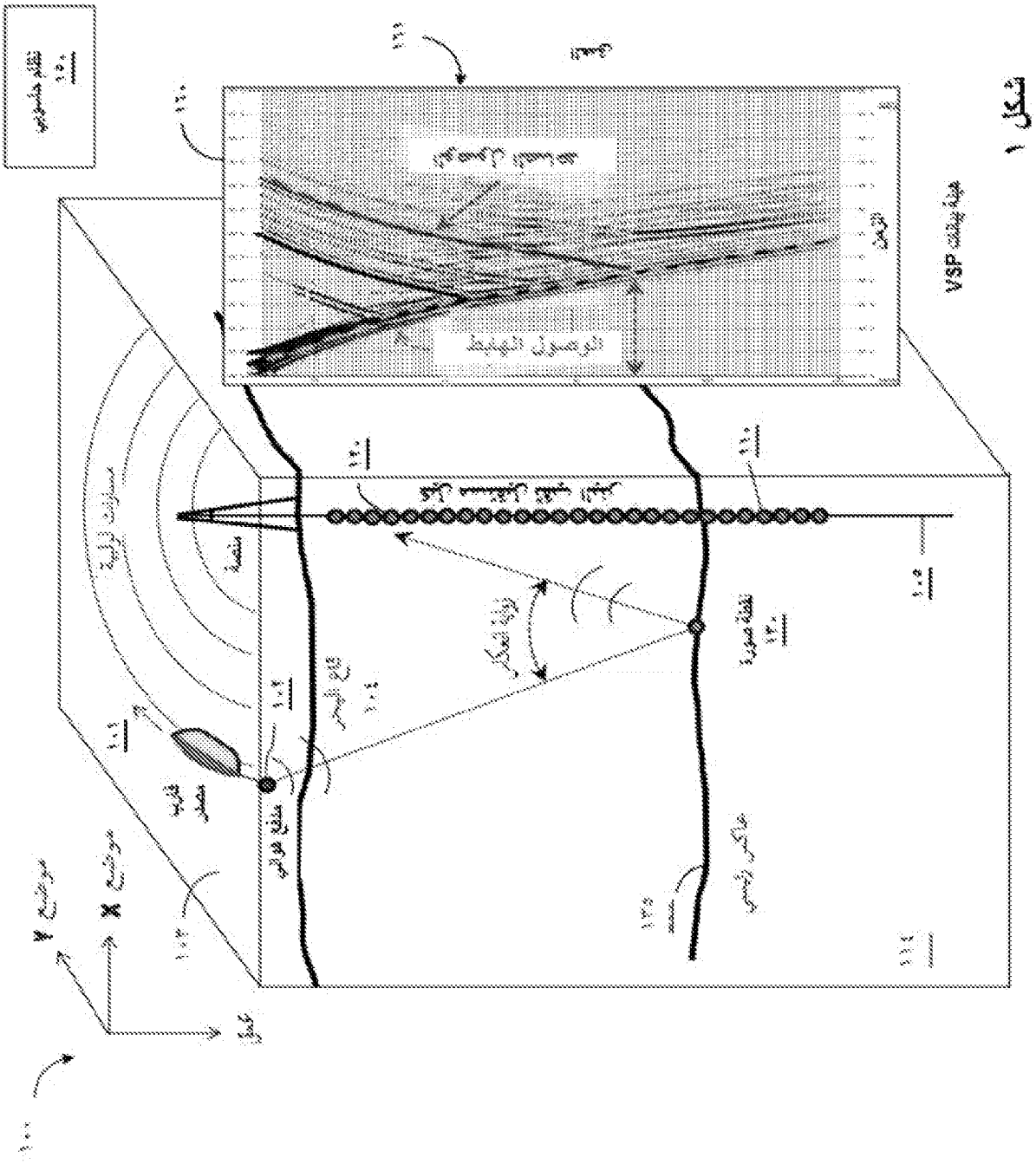
الأولي primary reflection والمضاعفات السطحية الحرة free surface multiples في آن واحد.

16. النظام وفقًا لعنصر الحماية 15، الذاكرة قابلة للتشغيل بشكل أكبر لتخزين بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) الخاصة بالمنطقة الجوفية subterranean region؛ وجهاز معالجة البيانات data processing apparatus القابل للتشغيل من أجل: استقبال receivingبيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) الخاصة بالمنطقة الجوفية subterranean region، حيث تشتمل بيانات OBS على مسارات إشعاعية للانعكاس reflection ray paths من أشعة ساقطة من مصدر سطحي surface source إلى عاكس ثان second reflector ومن العاكس الثاني second reflector إلى مستقبل قاع المحيط ocean floor receiver، وتشتمل على معلومات عن موضع المصدر السطحي surface source، والعاكس الثاني second reflector ومستقبل قاع المحيط ocean floor receiver؛

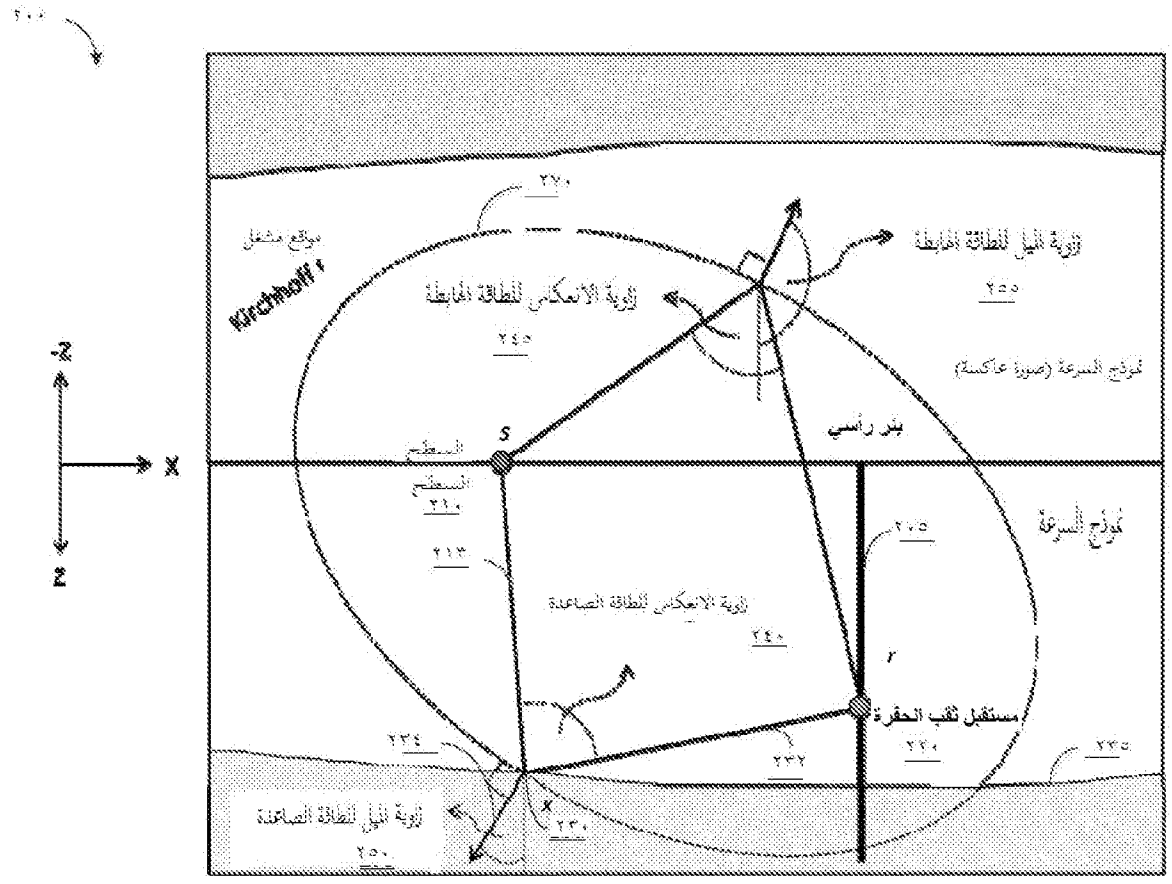
حوسبة computing الخصائص الزاوية الخاصة بالانعكاس الأولي primary reflection والمضاعفات السطحية الحرة free surface multiples لكل نقطة صورة image point من مجموعة نقاط الصورة استنادًا إلى بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom (OBS) sensor المستقبلة وواحد أو كل من النموذج موحد الخواص أو نموذج السرعة متباين الخواص anisotropic velocity model؛

إنشاء تجميعات صور مشتركة لنطاق زاوٍ angle-domain common-image (ADCIG) gathers المستندة إلى بيانات مستشعر قاع المحيط ocean bottom sensor (OBS) وفقًا لوسط إشعاع-معادلة استنادًا إلى الخصائص الزاوية التي تمت حوسبتها استنادًا إلى بيانات OBS المستقبلة؛ و

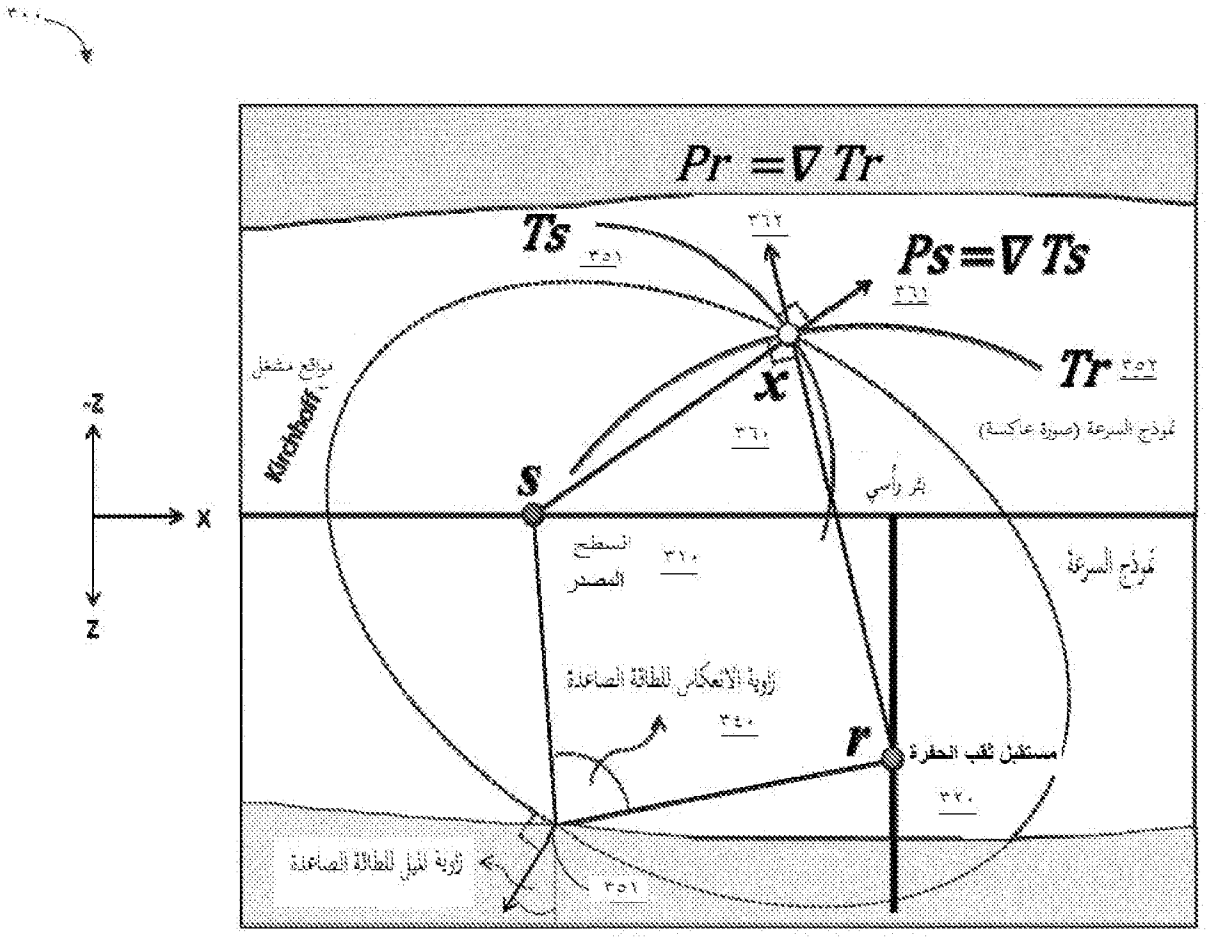
نقل بيانات PS للطاقة المحولة بالنمط من بيانات مستشعر قاع المحيط ocean (OBS) bottom sensor المستقبلة في عمق أو نطاق زمني رأسي vertical time domain.


نظام حاسوبي
١٢٥
١٢٠
١٢٣
الوصول المباشر
الوصول المنعكس
الزمن
هيئة بيانات VSP
١٢٢
١١٠
١١٥
١٢٠
١٢٥
١١٤
١٠٠
موضع Y
موضع X
عمق
١٠٢
مصدر قاب
١٠١
مستويات أرضية
منصة
١٠٣
مقطع موازي
قاع البحر
١٠٤
زاوية تعكس
نقطة صورة
١٢٠
مواكب رئيسي
١٢٥
١١٤

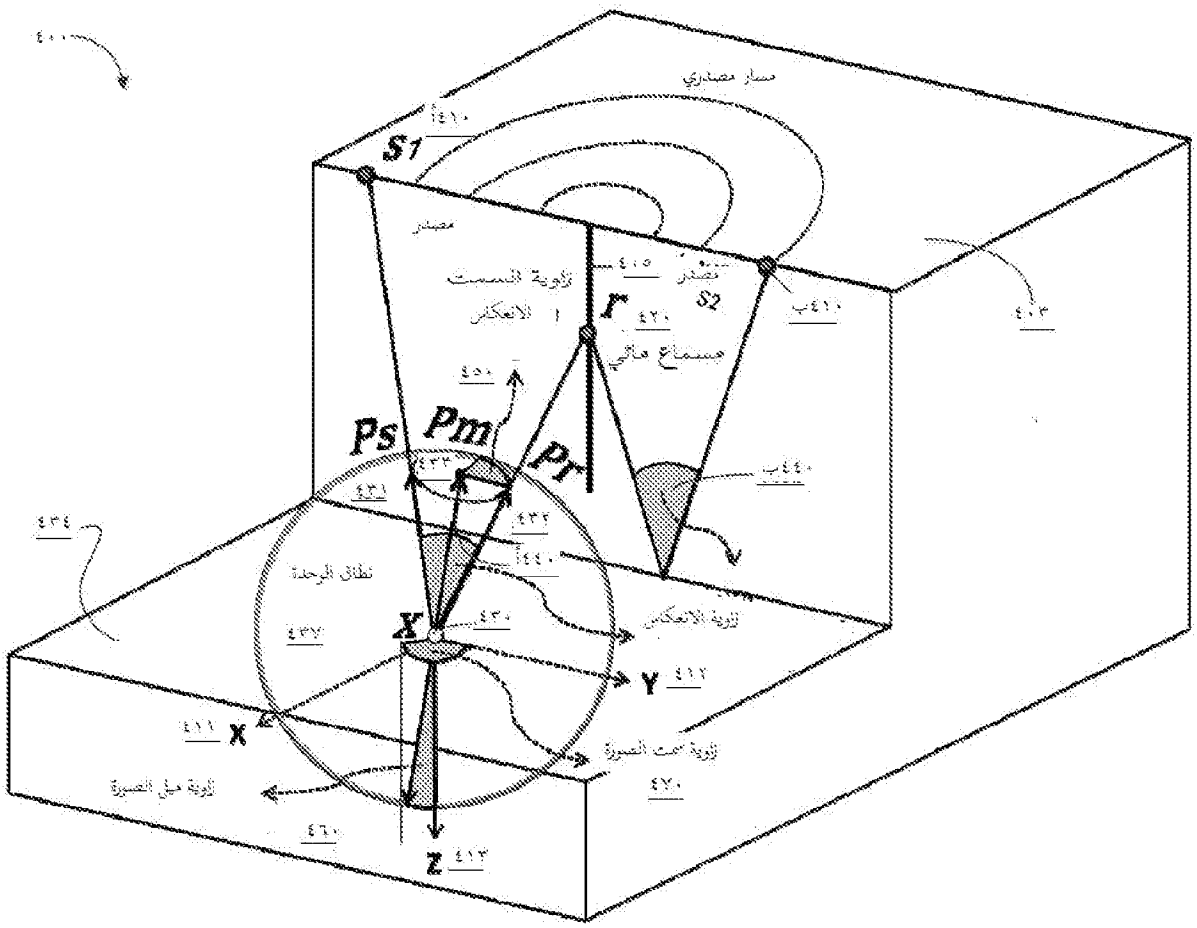
شكل ١


٢٠٠
٢٧٠
موقع مستقبل
Kirchhoff
زاوية الميل للطاقة الهابطة
٢٥٥
زاوية الانعكاس للطاقة الهابطة
٢٤٥
نموذج السرعة (صورة عاكسة)
بئر رأسي
S
السطح
السطحي
٢١٠
٢١٣
٢٠٥
نموذج السرعة
زاوية الانعكاس للطاقة الصاعدة
٢٤٠
r
مستقبل ثقب الحفرة
٢٢٠
٢٣٤
٢٣٢
٢٣٥
زاوية الميل للطاقة الصاعدة
٢٥٠
٢٣٠
-z
z
X

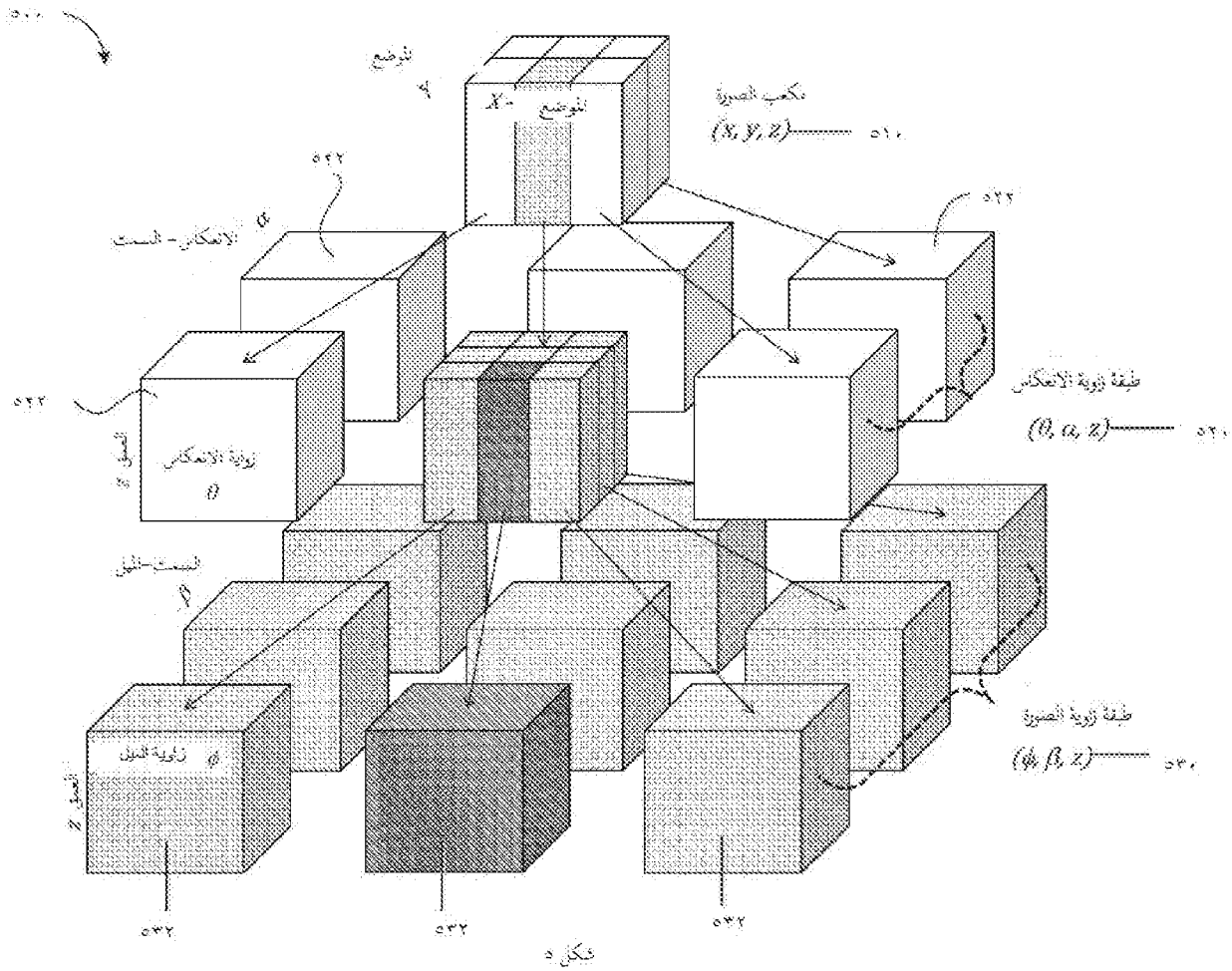
شكل ٢


٣٠٠
Pr =∇ Tr
Ts
٣٥١
٣٦٢
Ps=∇ Ts
٣٦١
Tr ٣٥٢
نموذج السرعة (صورة عاكسة)
x
٣٦٠
مواقع مشغل Kirchhoff
S
بئر رأسي
السطح المصدر
٣١٠
نموذج السرعة
زاوية الانعكاس للطاقة الصاعدة
٣٤٠
r
مستقبل ثقب الحفرة
٣٢٠
زاوية النزول للطاقة الصاعدة
٣٥١
Z
X
Z

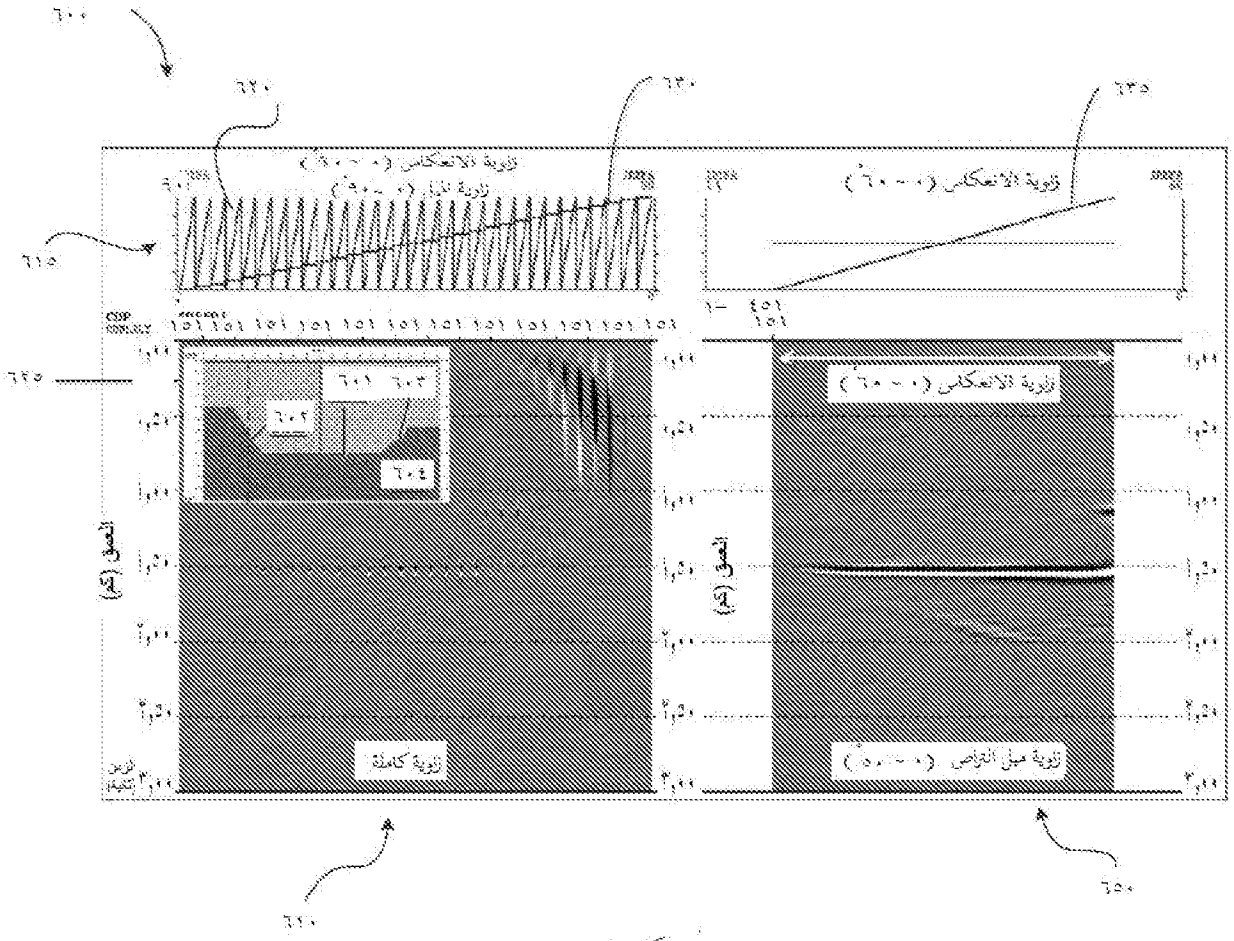
شكل ٣


٤٠١
مسار مصدري
٤١٠
S1
مصدر
زاوية الميل
الانعكاس
٤١٥
مستقبل
S2
٤١٠ب
٤٢٠
مستقبل مائي
٤٥٠
Ps
Pm
Pr
٤٣٣
٤٣١
٤٣٢
٤٤٠ب
٤٣٤
٤٤٠
نطاق الرجعة
٤٣٧
٤٣٠
X
زاوية الانعكاس
٤١٢
Y
٤١١
X
زاوية تحت الصخرة
٤٧٠
زاوية ميل الصخرة
٤٦٠
Z
٤١٣

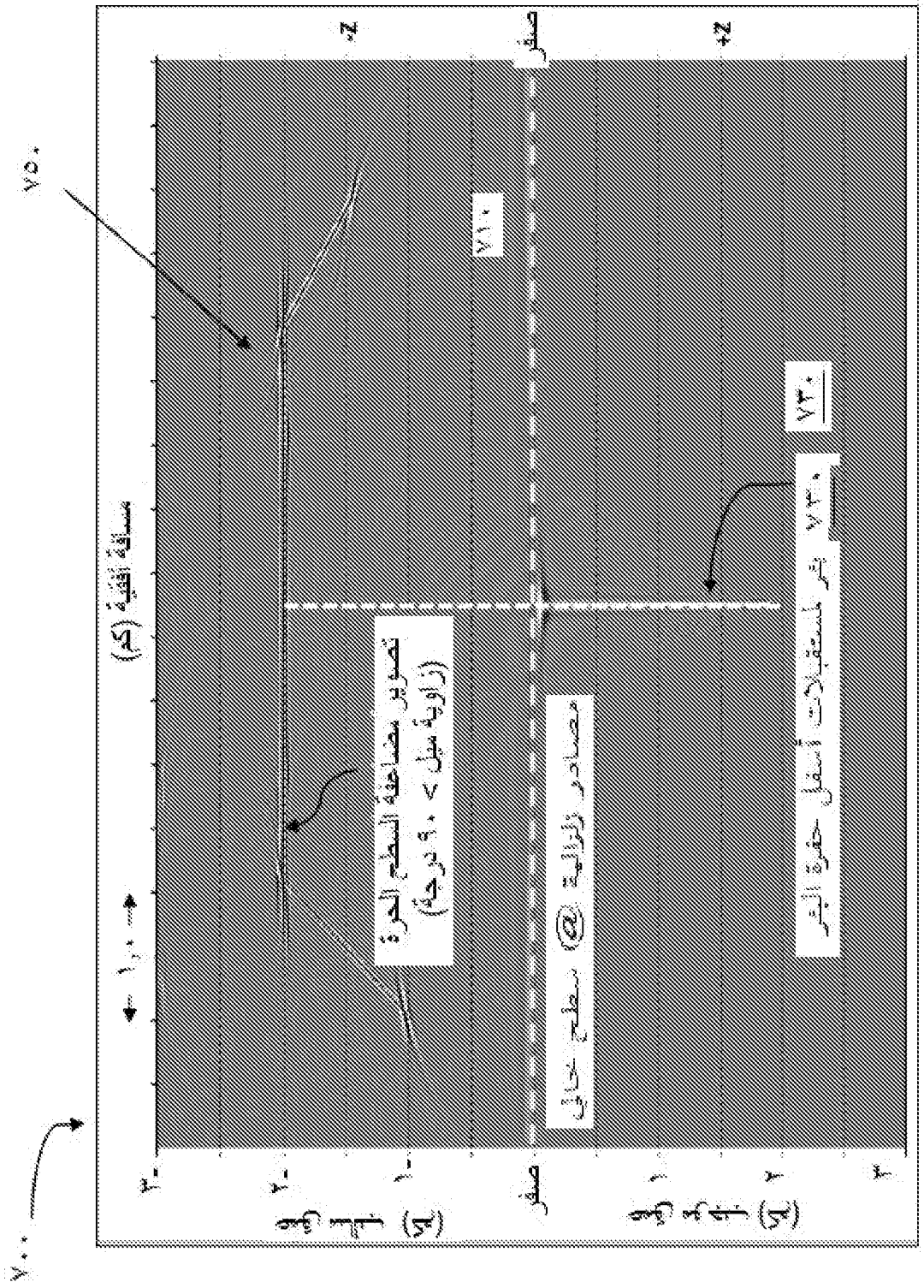
شكل ٤


٥٠٠
الموضع
X- الموضع
مكعب الصورة
(X, Y, Z) ٥١٠
٥٢٢
الانعكاس - السمت
٥٢٢
٥٢٢
طبقة زاوية الانعكاس
(θ, α, z) ٥٢٠
زاوية الانعكاس
θ
السمت - الميل
β
طبقة زاوية الصورة
(φ, β, z) ٥٣٠
زاوية الميل
φ
المحور Z
٥٣٢
٥٣٢
٥٣٢

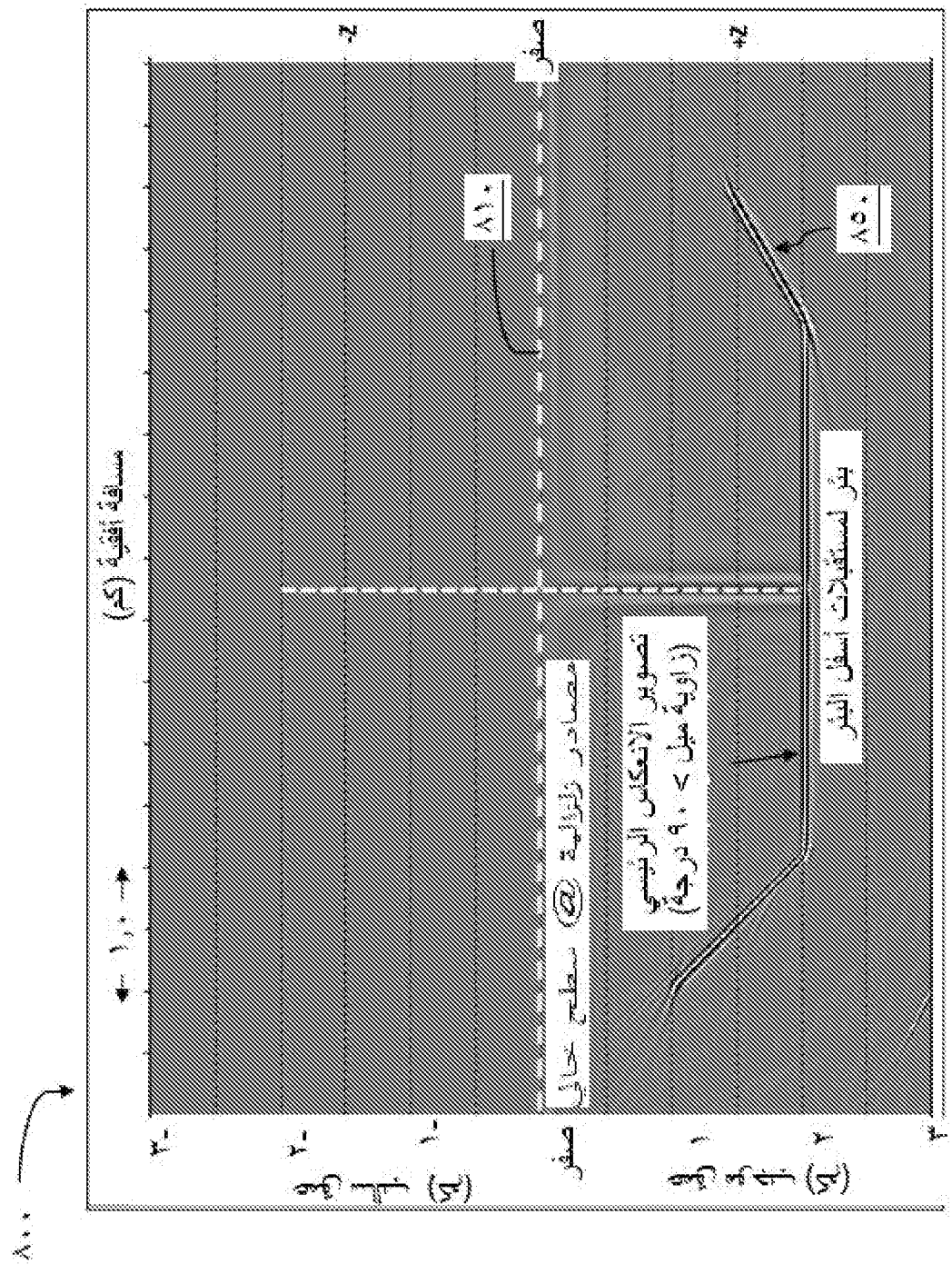
شكل ٥


٦٠٠
٦٢٠
٦٣٠
٦٣٥
٦١٥
٦٢٥
زاوية الانعكاس (٠ - ٦٠°)
زاوية كاملة
زاوية ميل الخزان (٠ - ٥٠°)
العمق (م)
٦٠١
٦٠٢
٦٠٣
٦٠٤
٦١٠
٦٥٠

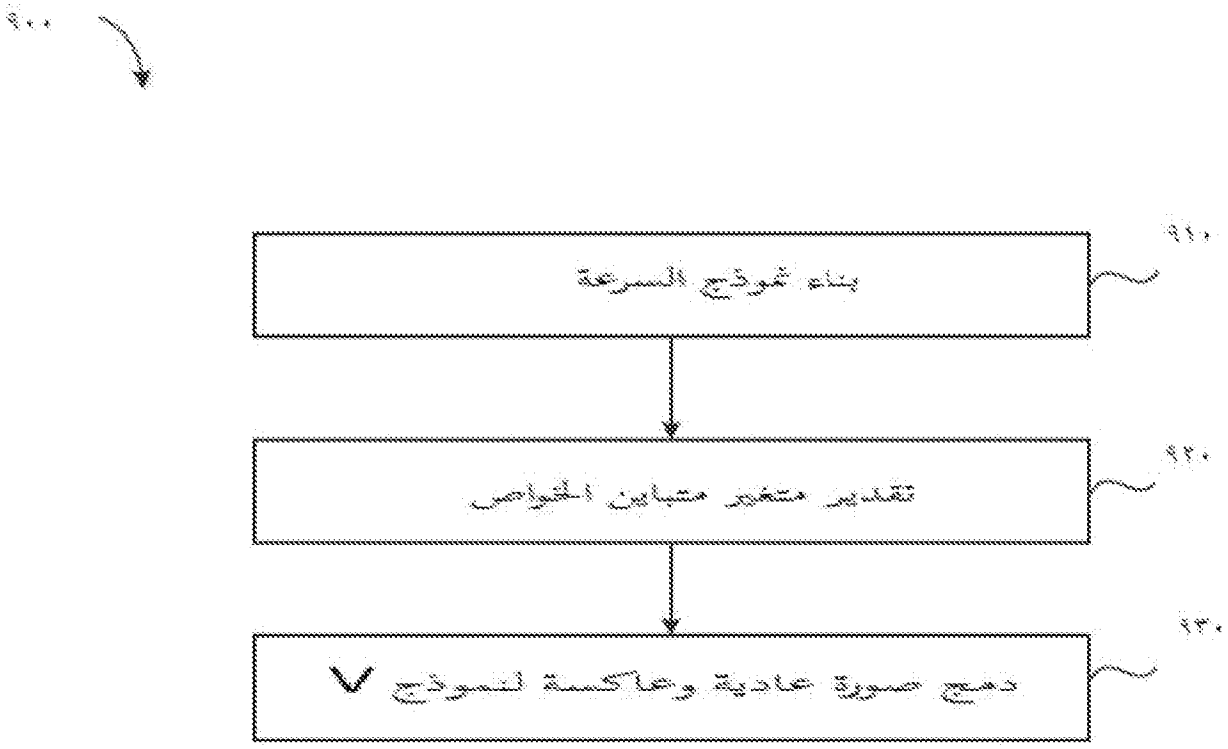
شكل ٦


٧٠٠
٧٠٥
٧١٠
٧٣٠
٧٣٠
مسافة أفقية (كم)
١٠٠
تصوير مضاعفة السطح الحرة
(زاوية ميل > ٩٠ درجة)
مصادر زلزالية @ سطح بحار
تأثير مستقبلات أسفل حفرة البئر
-z
صفر
+z
-٣٠
-٢٠
-١٠
صفر
١٠
٢٠
٣٠

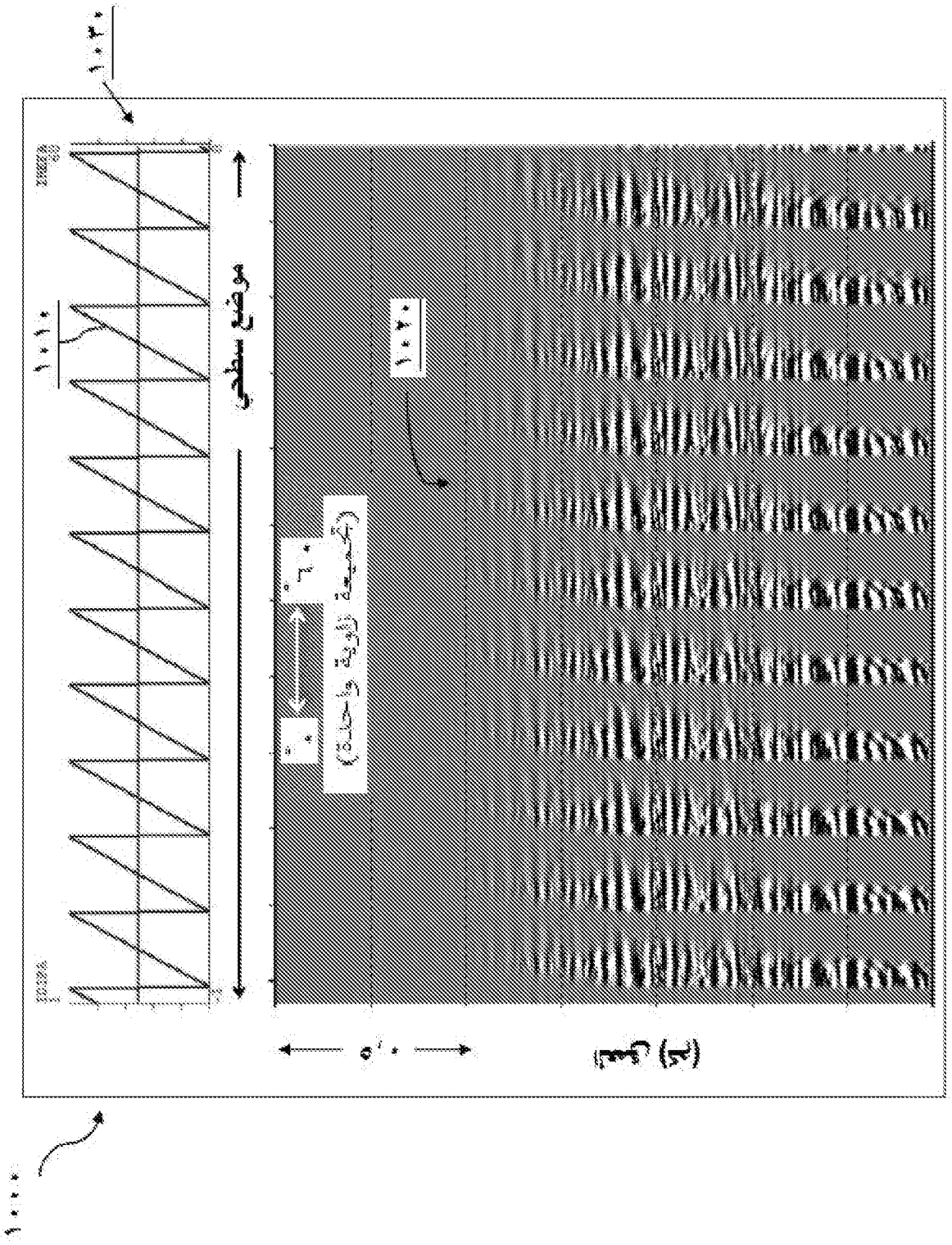
شكل ٧


٨٠٠
مسافة أفقية (كم)
١٠٠
-٣٠
-٢٠
-١٠
صفر
١
٢
٣
-z
صفر
+z
٨١٠
٨٥٠
مصادر زلزالية @ سطح بحار
تصوير الانعكاس الرئيسي
(زاوية سبل > ٩٠ درجة)
بئر لمستقبلات أسفل البئر

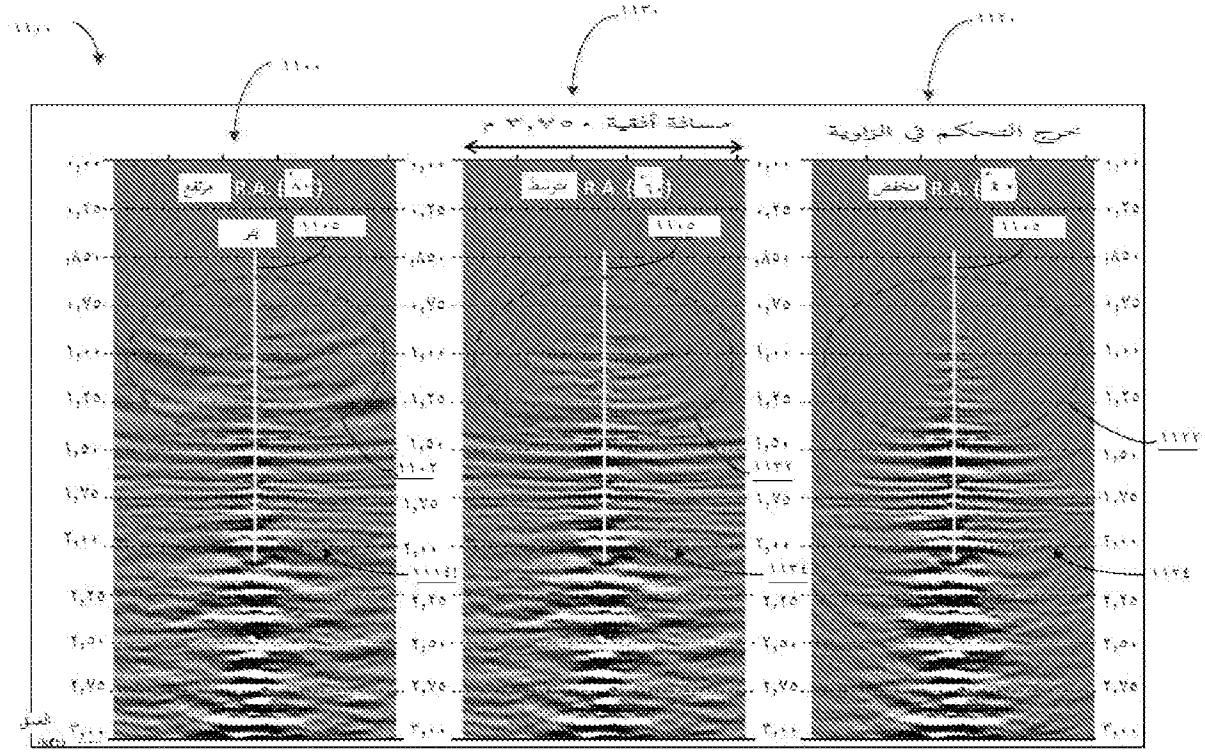
شكل ٨


٩٠٠
٩١٠
بناء نموذج السرعة
٩٢٠
تقدير متغير متباين الخواص
٩٣٠
دمج صورة عادية وعاكسة لنموذج V

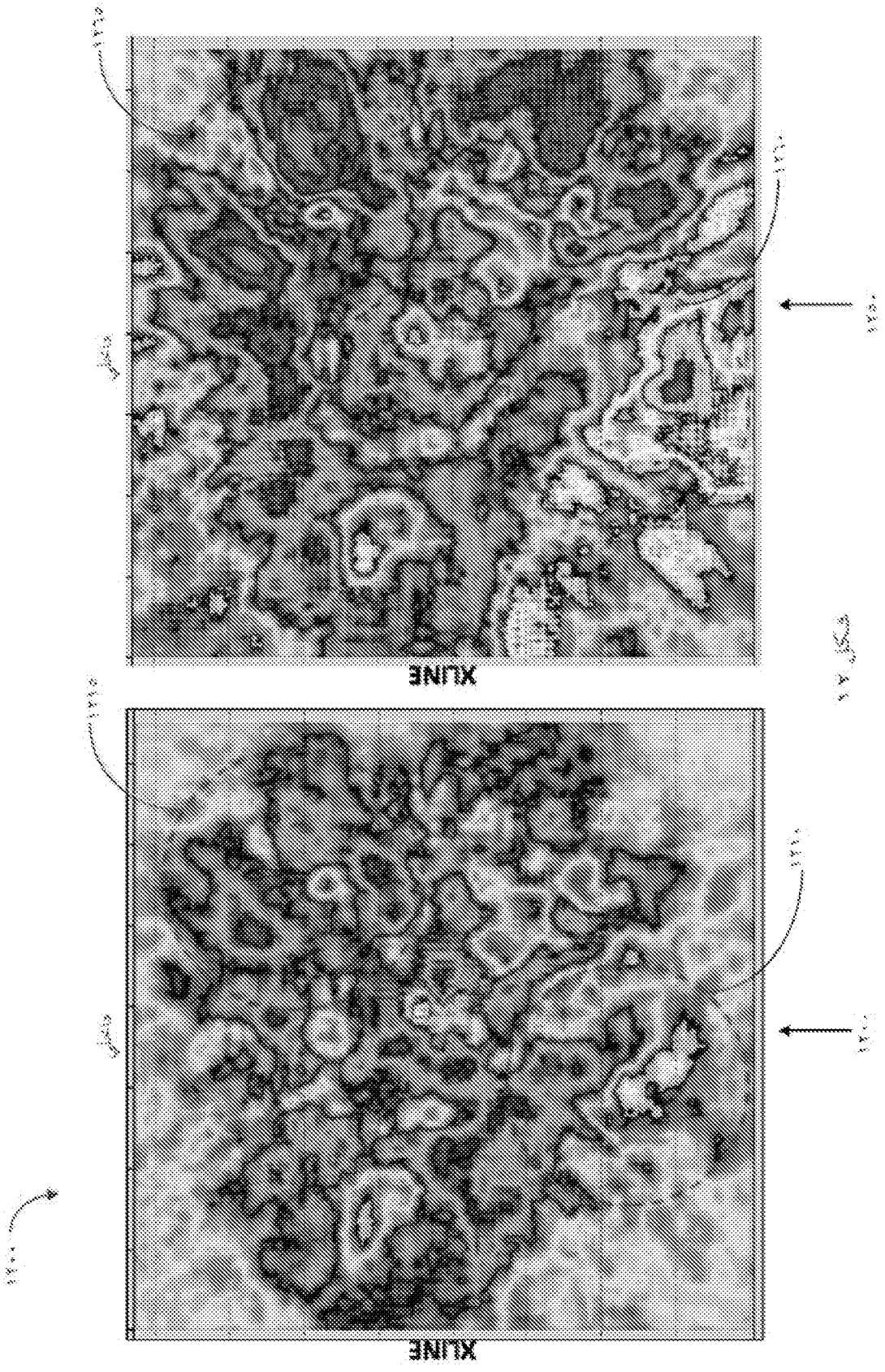
شكل ٩



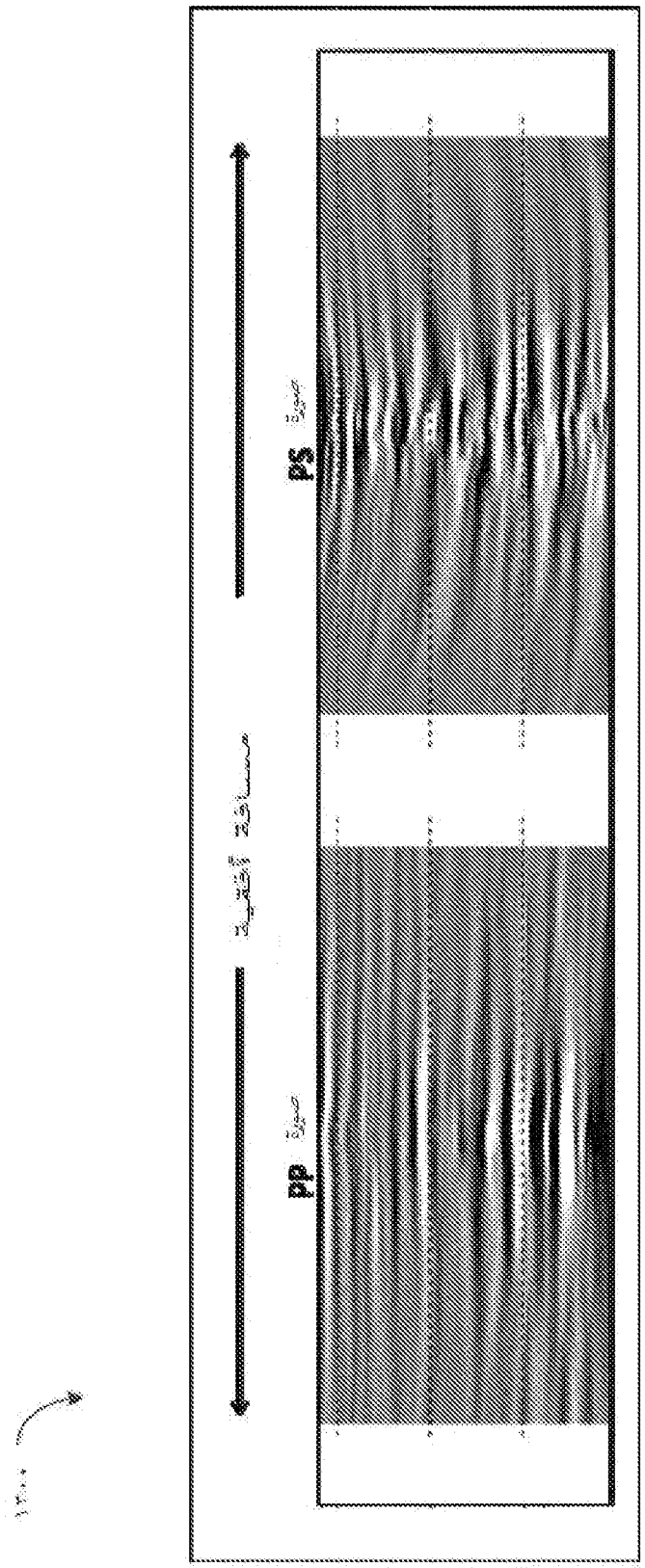
شكل ١٠


١١٠٠
١١٣٠
١١٢٠
مسافة أفقية ٣٣,٣٥٠ م
مرتفع RA (٨٥)
متوسط RA (٦٥)
منخفض RA (٤٥)
١١٠٥
١١٠٥
١١٠٥
١١٢٢
١١٢٤
العمق (م)

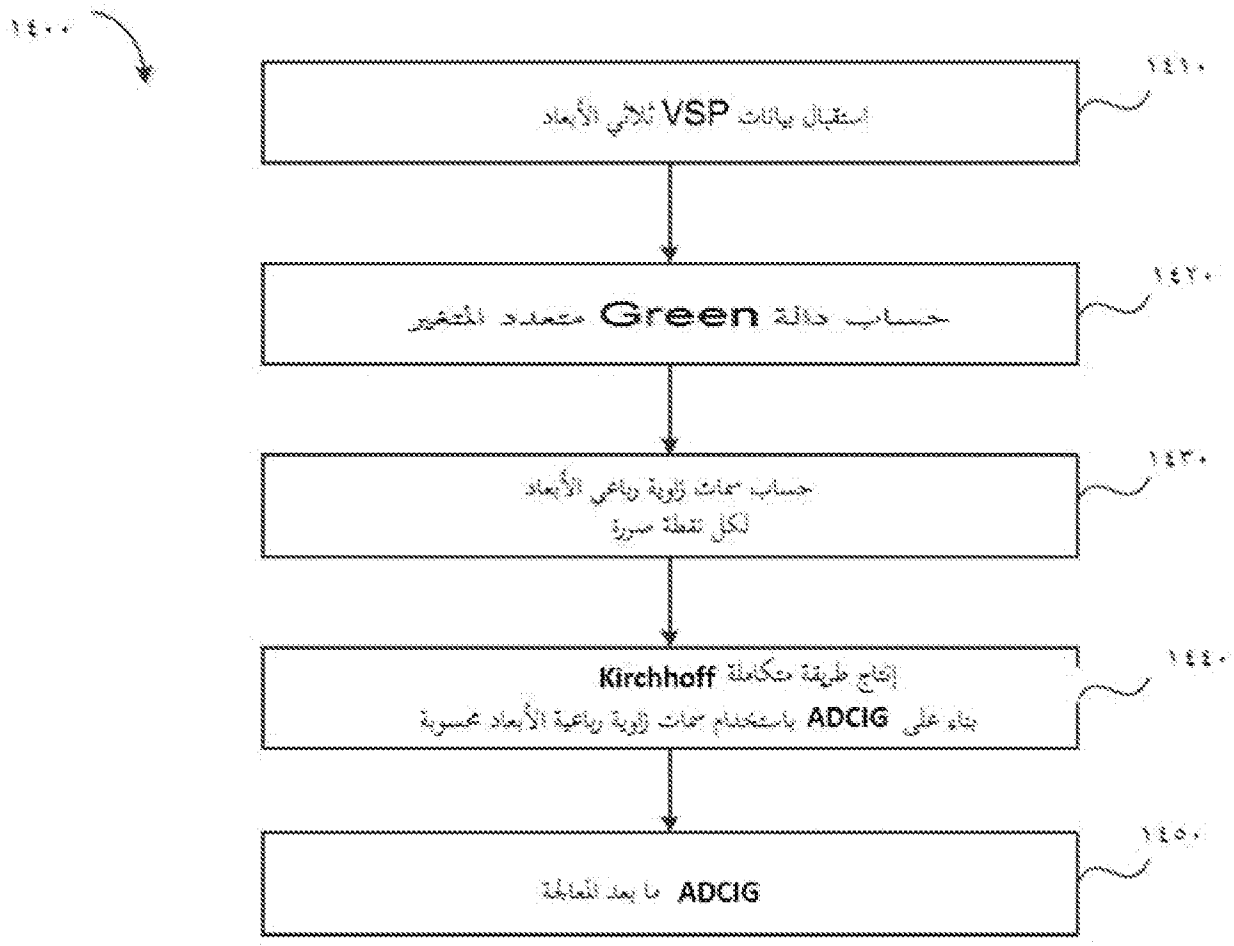
شكل ١١



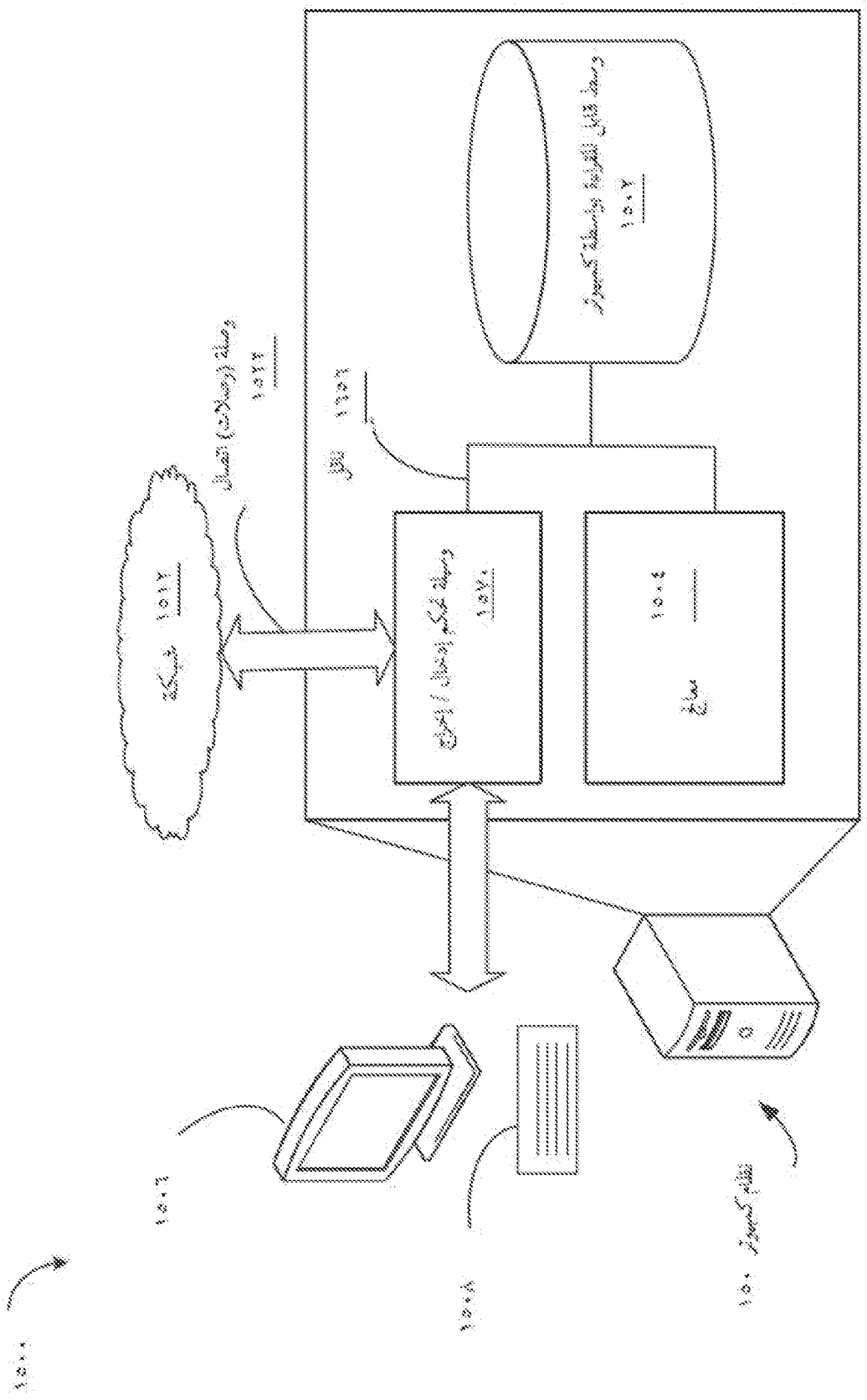
شكل ١٢



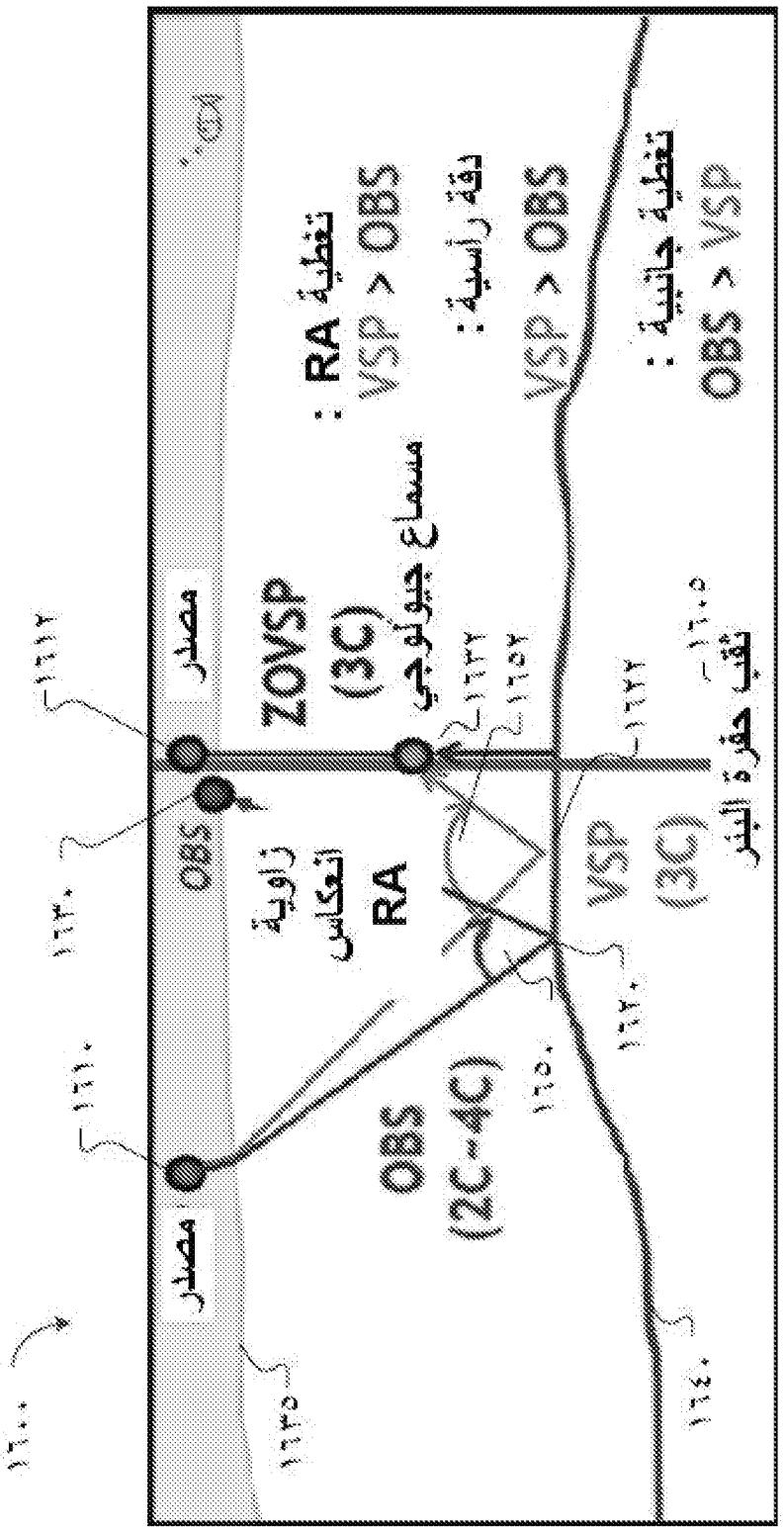
شكل ١٣


١٤٠٠
استقبال بيانات VSP ثلاثي الأبعاد
١٤١٠
حساب دالة Green متعدد المتغير
١٤٢٠
حساب سمات أزواج رباعي الأبعاد
لكل نقطة سرية
١٤٣٠
إنتاج طبقة متكاملة Kirchhoff
بناء على ADCIG باستخدام سمات أزواج رباعية الأبعاد محسوبة
١٤٤٠
ADCIG ما بعد المعالجة
١٤٥٠

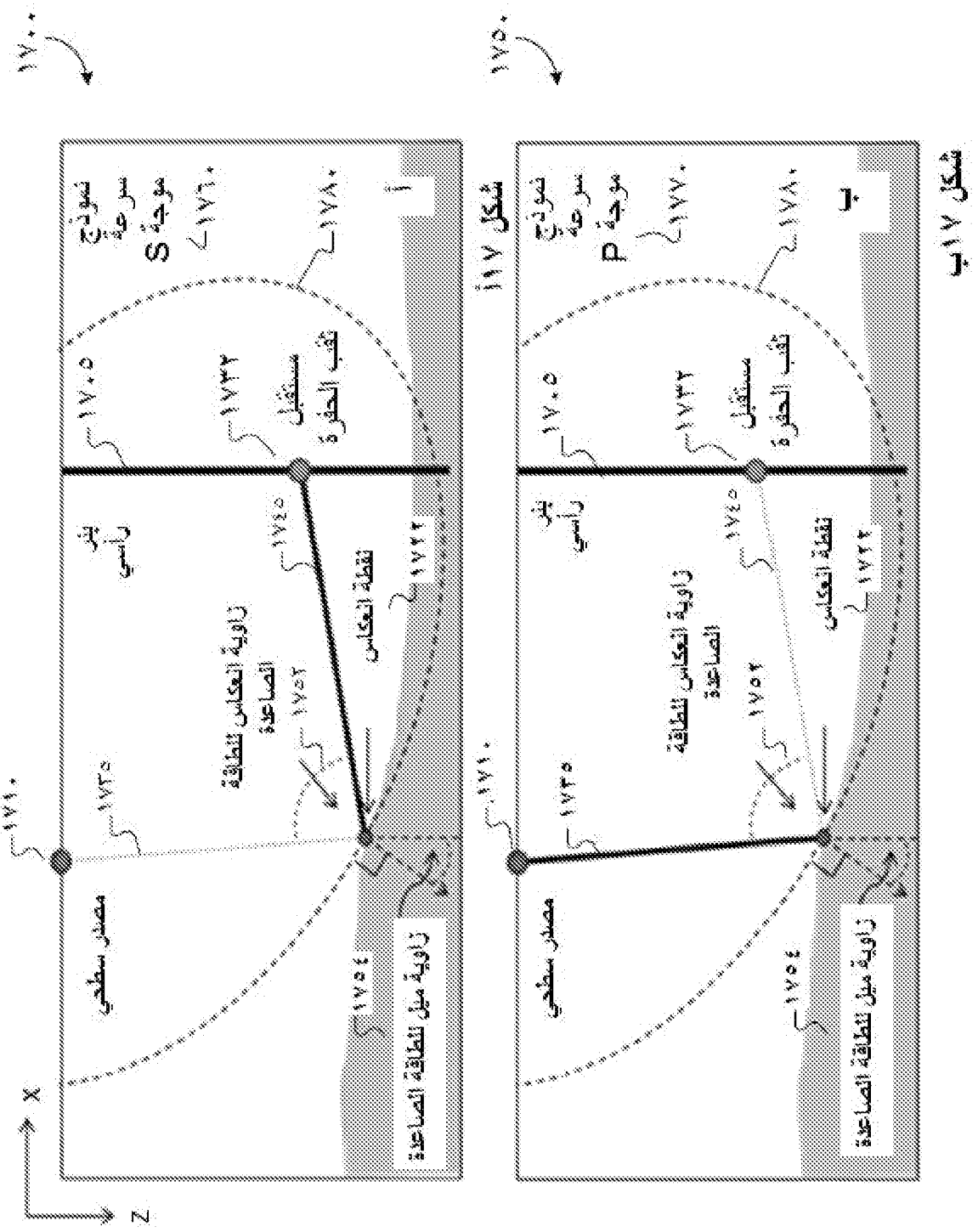
شكل ١٤


١٥٠٠
١٥٠٨
١٥٠٦
نظام كمبيوتر ١٥٠
وسط قابل للقراءة بواسطة كمبيوتر
١٥٠٧
ناقل ١٥٠٥
وصلة (وصلات) اتصال
١٥٢٢
شبكة ١٥١٢
وسيلة لتحكم بإدخال / إخرج
١٥١٠
معالج
١٥٠٤

شكل ١٥

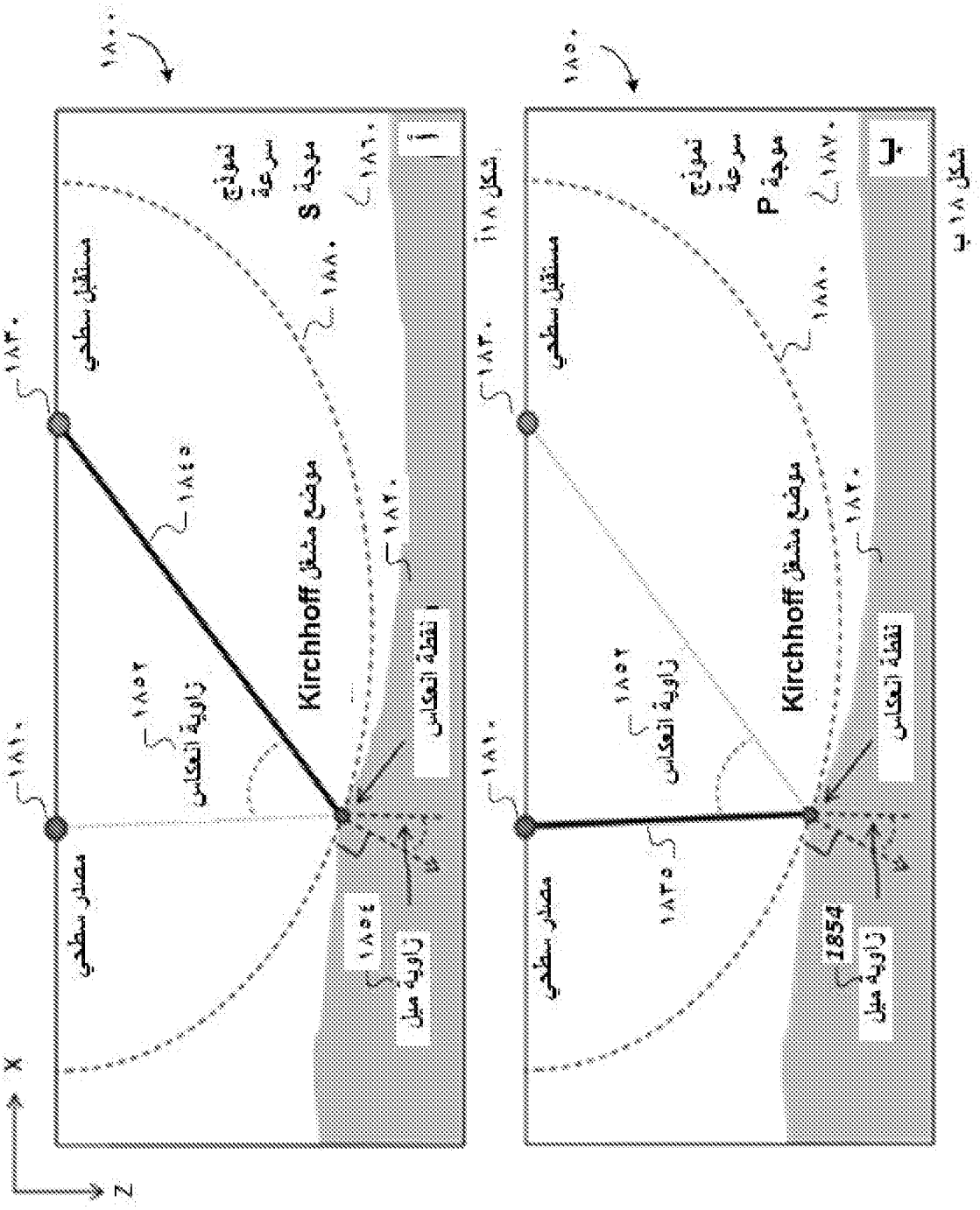

١٦٠٠
١٦٣٥
مصدر
١٦١٠
OBS
١٦٣٠
١٦١٢
مصدر
ZOVSP
(3C)
مسماع جيولوجي
١٦٣٢
١٦٥٢
زاوية انعكاس RA
OBS
(2C-4C)
١٦٥٠
VSP
(3C)
١٦٢٠
١٦٢٢
ثقب حفرة البئر
١٦٠٥
١٦٤٠
تغطية RA :
VSP > OBS
دقة رأسية :
VSP > OBS
تغطية جانبية :
OBS > VSP

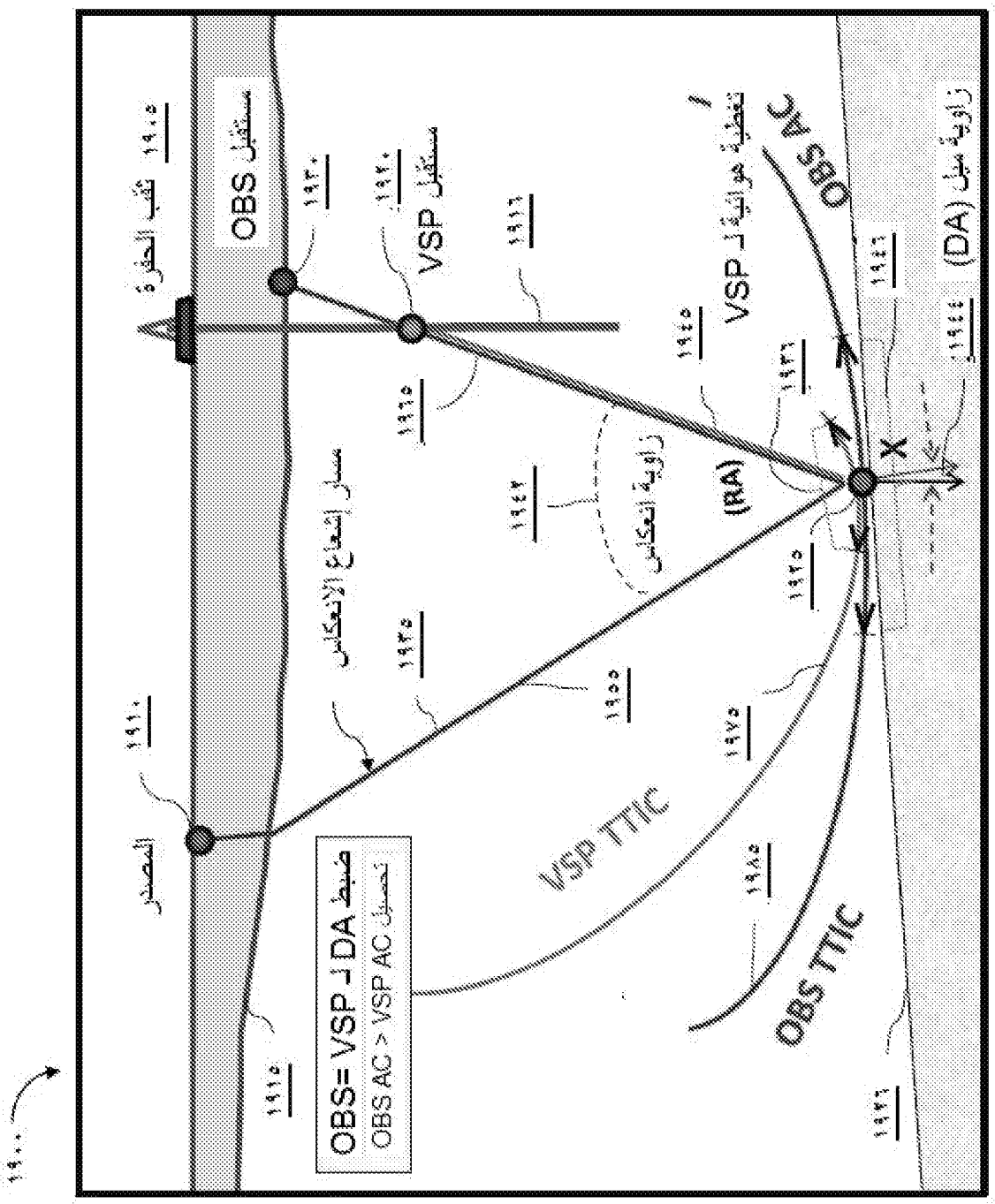
شكل ١٦



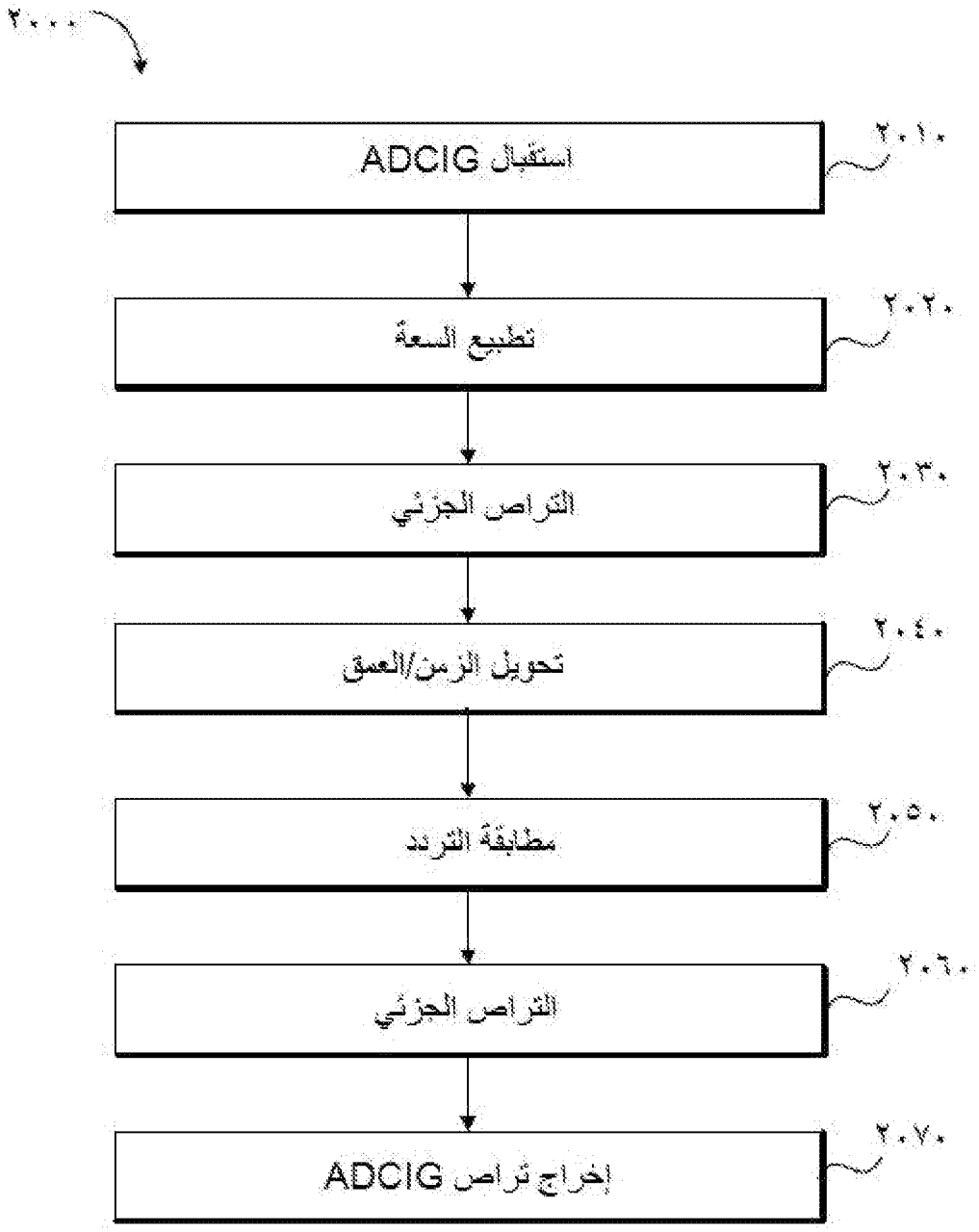
شكل ١٧أ

شكل ١٧ب

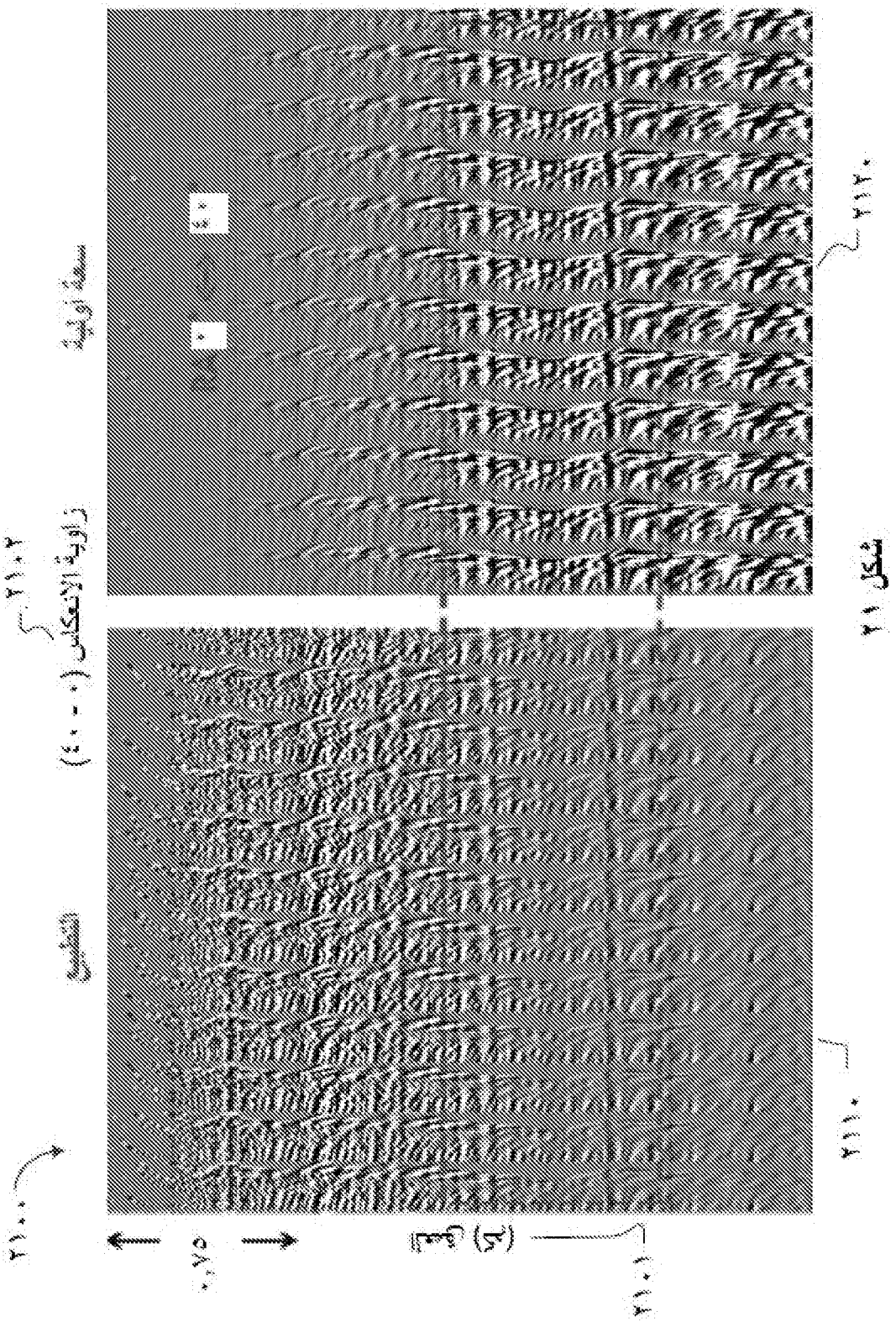

١٨٠٠
١٨١٠
١٨٣٠
مصدر سطحي
مستقبل سطحي
١٨٥٢
زاوية انعكاس
١٨٤٥
موضع مشتق Kirchhoff
١٨٢٠
نقطة انعكاس
١٨٢٤
زاوية ميل
نموذج سرعة موجة S
١٨٨٠
١٨٦٠
أ
شكل ١٨ أ
١٨٥٠
١٨٣٠
مصدر سطحي
مستقبل سطحي
١٨٥٢
زاوية انعكاس
١٨٣٥
موضع مشتق Kirchhoff
١٨٢٠
نقطة انعكاس
1854
زاوية ميل
نموذج سرعة موجة P
١٨٨٠
١٨٧٠
ب
شكل ١٨ ب
X
Z


١٩٠٠
١٩١٠
المصدر
١٩١٥
١٩٠٥
ثقب الحفرة
OBS مستقبل
١٩٣٠
١٩٢٠
VSP مستقبل
١٩١٣
١٩٢٥
١٩٤٢
زاوية انعكاس
١٩٤٥
VSP لـ تغطية هوائية
١٩٣٦
١٩٣٥
١٩٥٥
مسار إشعاع الانعكاس
١٩٢٥
١٩٧٥
١٩٨٢
١٩٣١
OBS= VSP لـ DA ضبط
OBS AC > VSP AC تحصيل
VSP TTIC
OBS TTIC
OBS AC
(RA)
X
١٩٤٣
١٩٤٤
(DA) زاوية ميل

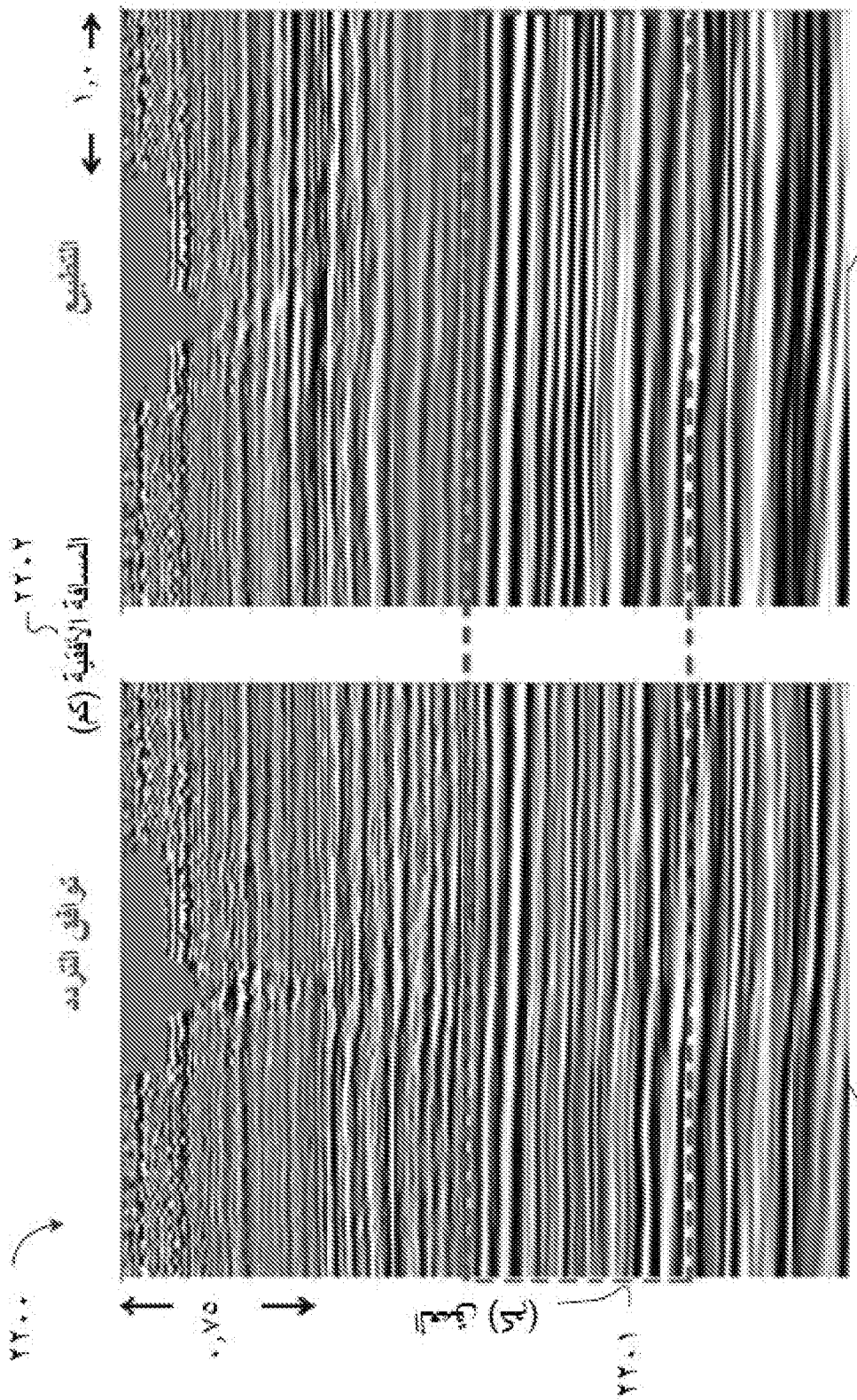
شكل ١٩


٢٠٠٠
استقبال ADCIG
٢٠١٠
تطبيع السعة
٢٠٢٠
التراص الجزئي
٢٠٣٠
تحويل الزمن/العمق
٢٠٤٠
مطابقة التردد
٢٠٥٠
التراص الجزئي
٢٠٦٠
إخراج تراص ADCIG
٢٠٧٠

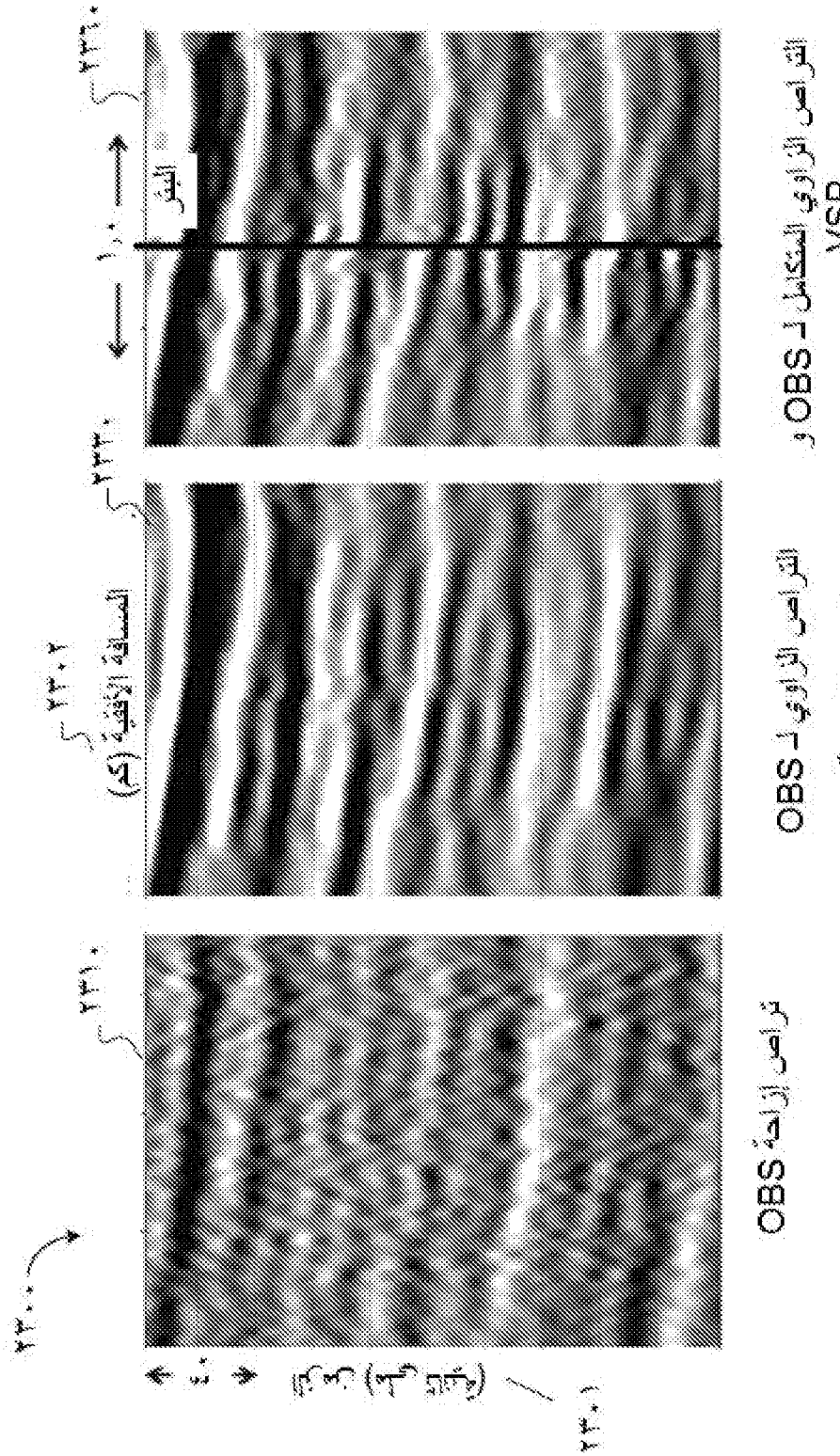
شكل ٢٠


٢١٠٠
٠,٧٥
٢١٠١
٢١١٠
٢١٢٠
٢١٠٢
سعة لونية
زاوية الانعكاس (٠ - ٤٠)
التشبع

شكل ٢١


٢٢٠٠
٠,٧٥
(كم) عمق
٢٢٠١
٢٢١٠
٢٢٢٠
١,٠
التطبيع
٢٢٠٢
المسافة الأفقية (كم)
ثوانق التردد

شكل ٢٢


٢٣٠٠
٢٣١٠
٢٣٠٢
٢٣٣٠
٢٣٦٠
٢٣٠١
٤٠
المسافة الأفقية (كم)
١٠٠
البئر
تراص إزاحة OBS
التراص الزاوي لـ OBS
(٠ ~ ٤٠ درجة)
التراص الزاوي المتكامل لـ OBS و VSP

شكل ٢٣

مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

وذلك بشـرط تسـديد المقابل المالي السـنوي للبراءة وعدم بطلانها أو سـقوطها لمخالفتها لأي من أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية أو لائحته التنفيذية.

صادرة عن

الهيئة السعودية للملكية الفكرية

ص ب ٦٥٣١ ، الرياض ١٣٣٢١ ، المملكة العربية السعودية

SAIP@SAIP.GOV.SA