



تفسیر داده‌های ژئوفیزیکی در مهندسی نفت و گاز

رشته‌های مهندسی نفت، اکتشاف معدن و ژئوفیزیک

دکتر محمدعلی ریاحی
دانشیار و عضو هیئت علمی
موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

دکتر کامیار احمدی
عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی



موسسه انتشارات ستارگان

سرشناسه	ریاحی، محمدعلی، ۱۳۳۴ -
عنوان و نام پدیدآور	تفسیر داده های ژئوفیزیکی در مهندسی نفت و گاز: رشته های مهندسی نفت، اکتشاف معدن و ژئوفیزیک/ محمدعلی ریاحی، کامیار احمدی.
مشخصات نشر	تهران: ستایش، ۱۳۹۳
مشخصات ظاهری	۳۰۸ ص: مصور، جدول
شابک	۱۸۵۰۰۰ ریال: 978-600-5184-71-6
وضعیت فهرست نویسی	فیا
موضوع	اکتشافهای زیرزمینی -- روشهای ژئوفیزیکی
موضوع	اکتشافهای زیرزمینی لرزه ای
موضوع	لرزه نگاری
موضوع	چاه ها -- نمودارگیری ژئوفیزیکی -- روش های آماری
شماره افزوده	احمدی، کامیار، ۱۳۵۹ -
رده بندی	۱۳۹۲ ت ۷۹/۹ TN۲۷۰/۹
رده بندی دیوید	۶۲۲/۱
شماره کتابشناسی ملی	۲۰۷۱

seayesh
Publication
Institute



موسسه انتشارات ستایش

تهران - صندوق پستی: ۹۹۵-۱۳۱۴۵ تلفن: ۶۹۴۸۹۹۵-۰۹۱۲ ۰۲۱ - ۰۲۱۴۸۰۵۰ (۰۲۱)

تفسیر داده های ژئوفیزیکی در مهندسی نفت و گاز

مؤلفان: محمدعلی ریاحی و کامیار احمدی

ناشر: موسسه انتشارات ستایش

نوبت چاپ: اول/ ۱۳۹۳

شمارگان: ۲۰۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۸۴-۷۱-۶

قیمت: ۱۸۵۰۰۰ ریال

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

سخن ناشر

ستایش خداوند جان و جهان که بخشید لطف و کرم بی کران

به حول و قوه‌ی الهی موسسه‌ی انتشارات ستایش با اهداف علمی- فرهنگی و انگیزه‌ی ارائه‌ی خدمات، جهت ارتقاء آگاهی، سطح معلومات، دانش عموم، به‌ویژه ترویج کتاب و صاحبان اقدام به چاپ و انتشار کتاب‌های گوناگون نموده؛ امید است بتوانیم بطنی مؤثربین پدیدآورندگان و مخاطبان باشیم... انشاءالله.

لذا در خوانندگان، محققان، اندیشمندان و صاحب‌نظران در زمینه‌های گوناگون علمی، کامپیوتری، فنی و مهندسی به‌ویژه مهندسی صنایع نفت دعوت می‌نماییم تا ما را در ارائه و گسترش اهداف و منظور باری نمایند.

شایان ذکر است جهت آشنایی و خرید از آثار این انتشارات می‌توانید به سایت www.setayeshpress.com مراجعه نموده و در صورت تمایل به همکاری یا هر نوع انتقاد و پیشنهادی به نشانی پست الکترونیکی setayeshpress@yahoo.com یا تهران صندوق پستی ۱۶۱۸-۱۴۴۴۵ مکتوب نمایید. لطف شما مایه‌ی افتخار ماست.

فهرست مطالب

۱۲	مقدمه مولفان
۱۳	فصل اول: تفسیر داده‌های ژئوفیزیکی
۱۳	مقدمه
۱۴	مفسر ایده‌آل
۱۴	خصوصیات نگه‌ها و پیمایش‌های ژئوفیزیکی
۱۵	ملاحظات پیش از کار
۱۶	منابع
۱۷	فصل دوم: مخازن نفتی
۱۷	مخازن نفتی
۱۷	سنگ منشأ یا سنگ مادر
۱۹	مسیر مهاجرت
۱۹	نفتگیر
۱۹	تخلخل
۲۰	نفوذپذیری
۲۱	پوش سنگ
۲۱	نفتگیرهای چینه‌ای
۲۳	نفتگیرهای ساختمانی
۲۴	ساختمان‌های نمکی
۲۵	منابع
۲۷	فصل سوم: میدان‌های پتانسیل
۲۷	مقدمه
۲۸	گرانی (gravity)
۲۸	گرانی سنجی
۲۸	بی‌هنجاری‌های گرانی
۲۸	تصحیح عرض جغرافیایی
۲۸	تصحیح هوای آزاد (free-air correction)
۲۸	تصحیح بوگه
۲۸	تصحیح توبوگرافی
۲۸	بی‌هنجاری بوگه
۲۸	مدل‌سازی گرانی

۳۵	جاذبه گرانشی کره
۳۷	مدل‌های گرانی قابل توجه دیگر
۳۹	مدل‌سازی و وارون‌سازی
۳۹	مغناطیس ستی
۳۹	پیمایش‌های هوایی (Aerial surveys)
۴۰	نتایج
۴۱	منابع

۴۳	فصل چهارم: لرزه‌شناسی شکست مرزی
۴۳	مقدمه
۴۸	منابع

۴۹	فصل پنجم: مقایسه لرزه‌شناسی بازتابی
۴۹	مقدمه
۴۹	ضرورت بازتاب
۵۰	مدل همبستگی (convolution model)
۵۲	زمان سیرو سیامت و تراندنر
۵۵	انفجار بازتابی با آرایشی مشابه اشتقاق در یک بازتابنده شیبدار
۵۶	جمع‌آوری داده‌های لرزه‌ای
۵۸	منابع

۵۹	فصل ششم: تفکیک‌پذیری لرزه‌ای
۵۹	مقدمه
۵۹	تفکیک‌پذیری عمودی: چه پهنایی تلقی از یک دایه نازک است؟
۶۶	بهبود تفکیک‌پذیری زمانی از طریق واهمامیخت (deconvolution)
۶۷	تفکیک‌پذیری جانبی
۶۹	تصویربرداری عمقی
۷۱	مکان و زمان
۷۱	صوت‌شناسی زمان معکوس (time-reversed acoustics)
۷۲	لرزه‌شناسی بازتابی، بازتابنده‌های انفجاری (exploding reflectors) و مهاجرت زمان معکوس
۷۴	مثالی از منطقه فوتهیلز کانادا
۷۷	منابع

۷۹	فصل هفتم: دگرنامی در مقابل غیر حرفه‌ای‌ها
۷۹	توجه
۷۹	مقدمه: دگرنامی در زندگی روزمره
۷۹	آزمایش‌های لامپ چشمک‌زن (strobe-light)، نمونه‌برداری و بسامد نایکویست
۸۱	دگرنامی زمانی (temporal aliasing)
۸۲	دگرنامی مکانی (Spatial aliasing)

۸۵	روش‌های اجتناب از دگرنامی مکانی
۸۶	نمونه‌ای از محاسبات تقریبی (back-of-the-envelope calculation)
۸۷	خلاصه و چشم‌اندازهای آینده
۸۸	منابع

فصل هشتم: تطابق لرزه‌ای توسط داده‌های چاه

۸۹	مقدمه
۹۲	عوامل ایجاد گره‌های چاهی ناکامل
۹۴	اختلاف قطبیت بین لرزه نگاشت‌های مصنوعی و داده‌های لرزه‌ای
۹۵	تبدیل زمان به عمق
۹۵	موجک‌ها، نگارهای چاه و فیلتر وتر
۹۶	منابع

فصل نهم: مشاهدات، پیوستگی، قابلیت همبستگی و همدوسی

۹۷	مقدمه
۹۷	مشخصه
۹۹	پیوستگی
۱۰۰	عوامل زمین‌شناسی
۱۰۰	عوامل غیر زمین‌شناسی
۱۰۰	همدوسی
۱۰۱	همبستگی متقابل
۱۰۲	شباهت
۱۰۳	مکعب همدوسی
۱۰۵	خلاصه
۱۰۶	منابع

فصل دهم: پاسخ‌های نوین به تله‌های تفسیری

۱۰۷	مقدمه
۱۰۷	ناهمسانگردی تله‌ای مدرن
۱۰۹	منابع

فصل یازدهم: تفسیر یک مقطع لرزه‌ای پیچیده ساختمانی

۱۱۰	مقدمه
۱۱۱	بررسی مقطع
۱۱۵	افزودن اطلاعات زمین‌شناسی و چاه
۱۱۶	تفسیر گسل‌های بزرگ و رئوس سازندی پی سنگ
۱۲۱	تفسیر رئوس سازندی تکمیلی در طول مقطع
۱۲۱	دگرنامی
۱۲۳	گره ضعیف بین چاهی

۱۲۵	تفسیر گسل
۱۲۶	استفاده از مشخصه بازتاب در جایی که پیوستگی کاهش می‌یابد
۱۲۸	هسته ناحیه مثلثی
۱۳۰	افزودن موارد تکمیلی بر روی مقطع
۱۳۱	منابع

فصل دوازدهم: چینه‌شناسی

۱۳۳	چینه‌شناسی ترادفی یا سکansı (sequence stratigraphy)
۱۳۴	انواع نابوستگی
۱۳۷	چینه‌شناسی لرزه‌ای
۱۳۸	چینه‌شناسی زمانی (chronostratigraphy) و چینه‌شناسی سنگی (lithostratigraphy)
۱۴۰	منابع

فصل سیزدهم: مسیر ریف‌های کربناتی

۱۴۱	مقدمه
۱۴۲	مشخصات اصلی ریف‌ها
۱۴۵	نتایج
۱۴۶	منابع

فصل چهاردهم: تفسیر نفتگیرهای تبط ساختارهای نمکی

۱۴۷	مقدمه
۱۵۰	تصوربرداری subsalt با مهاجرت عمقی بیش از برآرشی بعدی هدف‌گرا (target-oriented)
۱۵۱	سکانس 3D post SDM
۱۵۴	همستگی‌ها
۱۵۹	خلاصه
۱۶۰	منابع

فصل پانزدهم: مدل‌سازی لرزه‌ای

۱۶۱	مقدمه
۱۶۲	کاربردهای مدل‌سازی لرزه‌ای
۱۶۲	طراحی سنجش‌های لرزه‌ای
۱۶۴	پیش‌بینی نتایج
۱۶۱	اصلاح تفسیری
۱۶۵	وارون‌سازی
۱۶۶	بررسی الگوریتم‌های پردازشی
۱۶۶	بررسی اثرات نوفه
۱۶۶	مثال‌هایی از مدل‌سازی لرزه‌ای
۱۶۸	منابع

فصل شانزدهم: وارون سازی لرزه‌ای ۱۶۹

مقدمه	۱۶۹
ارتباط بین وارون سازی با مدل سازی پیشرو	۱۶۹
وارون سازی لرزه‌ای با استفاده از مدل های یک بعدی	۱۷۳
تخمین امپدانس صوتی	۱۷۴
مثال های تفسیری	۱۷۸
منابع	۱۸۰

فصل هفدهم: توموگرافی یا پرتونگاری مقطعی زمان سیر ۱۸۱

مقدمه	۱۸۱
شرط اختلاف (discrepancy)	۱۸۴
شماره های توموگرافی یا پرتونگاری	۱۸۴
روش های توموگرافی یا پرتونگاری هندسی	۱۸۵
انواع توموگرافی ها	۱۹۰
تعقیب پرتو ها	۱۹۲
هموار سازی یا نرم کردن (smoothing)	۱۹۴
گیرنده های سطحی	۱۹۴
مراحل مختلف اجرای توموگرافی	۱۹۵
تفسیر زمان سیر	۱۹۷
ردیابی پرتو	۱۹۸
وارون سازی توموگرافی	۱۹۸
توموگرافی سطح به چاه و تصویربرداری پروفیل لایه قائم	۲۰۰
توموگرافی چاه به چاه (cross-borehole)	۲۰۱
توموگرافی شکست مرزی	۲۰۱
چشم انداز های آتی	۲۰۲
منابع	۲۰۲

فصل هجدهم: لرزه شناسی سه بعدی بازتابی ۲۰۵

مقدمه	۲۰۵
انگیزه اجرا	۲۰۵
پیمایش های لرزه ای سه بعدی	۲۰۶
ضرورت استفاده از تصویربرداری سه بعدی	۲۰۶
تصویربرداری سه بعدی داده های واقعی	۲۰۶
برش های زمانی و عمقی	۲۱۰
تأثیر روش های تصویربرداری سه بعدی بر فرآیند تفسیر	۲۱۱
نتایج	۲۱۱
منابع	۲۱۲

۲۱۳	فصل نوزدهم: مقدمه‌ای بر روش‌های AVO
۲۱۳	مقدمه
۲۱۴	خصوصیات سنگ و ارتباط آن با سرعت‌های لرزه‌ای
۲۱۵	انتشار امواج تراکمی
۲۱۶	ضرایب بازتاب و عبور
۲۱۸	AVO و معادلات زئوپریتز
۲۱۹	تقریب‌های معادلات زئوپریتز در روش AVO
۲۲۲	مسئله‌ها و احتمالات در تحلیل AVO
۲۲۴	منابع
۲۲۷	فصل بیستم: توصیف‌سازی مخزن
۲۲۷	مقدمه
۲۲۸	شناسایی خواص فیزیکی سنگ‌ها
۲۲۸	توصیف‌های جامع مخزن - موضوع مقیاس‌بندی
۲۳۱	نتایج
۲۳۲	منابع
۲۳۳	فصل بیست و یکم: لرزه‌شناسی زمان‌گذر
۲۳۳	مقدمه
۲۳۴	پایش لرزه‌های زون‌های بخار مطالعه‌شده از ناحیه پایکس بیک و ساس کچوان کانادا
۲۴۲	نتایج
۲۴۲	خلاصه
۲۴۴	منابع
۲۴۵	فصل بیست و دوم: لرزه‌شناسی چند مؤلفه‌ای
۲۴۵	مقدمه
۲۴۵	امواج S, P و سطحی
۲۴۷	کاربرد امواج S
۲۴۸	ویژگی‌های اکتشافی موج تبدیلی
۲۵۰	منابع
۲۵۱	فصل بیست و سوم: پروفیل لرزه‌ای قائم
۲۵۱	مقدمه
۲۵۱	انواع VSP
۲۵۲	جمع‌آوری داده‌های VSP
۲۵۳	گیرنده‌های VSP
۲۵۵	چشمه‌های VSP
۲۵۶	پردازش و تفسیر VSP
۲۶۰	منابع

فصل بیست و چهارم: وارون سازی اشتراکی داده های ژئوفیزیکی..... ۲۶۱

مقدمه..... ۲۶۱

مفهوم وارون سازی اشتراکی..... ۲۶۱

وارون سازی همزمان و ترتیبی..... ۲۶۲

تخمین حداقل مربعات..... ۲۶۴

بلوک گسلی مدفون- یک سنجش مصنوعی..... ۲۶۵

وارون سازی اشتراکی داده های واقعی..... ۲۶۷

اهبرد وارون سازی ترتیبی..... ۲۶۷

برآزش زمان های سیر لرزه ای..... ۲۶۹

وارون سازی گرانی..... ۲۷۳

سازگاری و بررسی (consistency and verification)..... ۲۷۸

منابع..... ۲۸۲

فصل بیست و پنجم: زمین لرزه..... ۲۸۵

مقدمه..... ۲۸۵

متغیر ناحیه ای..... ۲۸۶

فرضیات پایایی..... ۲۸۷

مدل های تئوری واریوگرام..... ۲۹۰

روش های تخمین زمین آماری..... ۲۹۳

کوکرچینگ یا پیش بینی چند متغیره (multivariable)..... ۲۹۷

منابع..... ۳۰۲

فصل بیست و ششم: هنر و دانش ترسیم نقشه های پر بند..... ۳۰۳

مقدمه..... ۳۰۳

ترسیم منحنی میزان- فرآیندی تفسیری..... ۳۰۴

موارد احتیاط در ترسیم ماشینی نقشه های پر بند..... ۳۰۴

تله های ترسیمی..... ۳۰۶

نقشه هایی برای گسترش پی جویی..... ۳۰۶

نتایج..... ۳۰۷

منابع..... ۳۱۰

مقدمه مولفان

در یک حرکت جهانی، روند موفقیت شرکت اکتشافی بستگی زیادی به دسترسی مدیران ارشد، متخصصان و کارشناسان آن شرکت به دانش فنی، اطلاعات صحیح و نحوه تبدیل آنها برای حل درست مسائل مطرح در اکتشافات زیرزمینی دارد. امروزه با مرور هر مجله علمی در مورد اکتشافات ژئوفیزیکی، معدن و نفت، با مقالاتی مواجه می‌شویم که حتی تبلیغات فراوانی درباره نحوه تحلیل و تفسیر داده‌های ژئوفیزیکی مواجه می‌شوید که هر یک ارزشی از مزایای فراوان روش‌های تفسیر داده‌ها را بیان می‌کنند. در این کتاب ملاحظه خواهید کرد؛ انجام تفسیر حتی از نظر توجیه فنی و اقتصادی در بسیاری موارد به صرفه‌تر از عملیات حفاری در مراحل اولیه اکتشاف است. واضح است که تفسیر مناسب داده‌های یک عملیات ژئوفیزیکی - که در این کتاب به شکل مناسب بیان شده - نقش بسیار مؤثری در عملی شدن مزایای این روش دارد.

تفسیر مناسب داده‌ها دست آمده از عملیات لرزه نگاری با توجه به نیازهای اطلاعاتی که قرار است توسط این روش برآورده شود، انجام می‌شود. شما در این کتاب خواهید دید که مفسر داده‌های لرزه‌ای باید نسبت به چه مواردی از مراحل عملیات و پردازش آگاهی داشته باشد و در تفسیر داده‌ها آنها را لحاظ کند.

در بین منابع موجود این کتاب به دلیل روشن بودن و در عین پوشش دادن اغلب مطالب رعایت سادگی بیان و قابل فهم بودن مطالب و ارائه شکل و مثال‌های عملی فراوان و مناسب که کمک فراوانی به یادگیری مفاهیم و کاربرد عملی آنها می‌کند، از دلایل ترجیح برای انتخاب آن است. برخورد لازم می‌داریم از استاد فرزانه جناب آقای دکتر ایرج ملکزور، استاد تمام دانشگاه تهران به خاطر راهنمایی‌های ارزنده‌شان در اعمال نکات ویرایشی تشکر ویژه می‌آوریم.

از دیگر موارد قابل توجه در این کتاب، فصل‌بندی مناسب مطالب است که نویسندگان با هوشمندی فراوان آن را انجام داده‌اند. به طوری که مطالب به نحو مناسب در فصل‌های مربوط قرار داده شده‌اند و خواننده به راحتی به مطالب مورد نظر دسترسی پیدا می‌کند.

این کتاب با دید اکتشافی نوشته شده است و حتی از کوچک‌ترین موارد بهره‌وری، چه در دیدگاه فنی یا اقتصادی و نیروی کار، که لازمه صنعت امروز است؛ چشم‌پوشی نشده است. همچنین به موارد مختلف زمین‌شناسی که مورد توجه خاص مراکز تفسیر است، توجه شده است.

دانشجویان تحصیلات تکمیلی رشته‌های مرتبط با مسائل اکتشاف معدن، نفت و ژئوفیزیک از جمله مخاطبان این کتاب هستند. هر چند مطالعه این کتاب به مدیران ارشد بخش اکتشاف، اساتید گرامی دانشگاه‌ها و کسانی که هنوز در انتخاب روش تفسیر داده‌های لرزه‌ای به صورت به روز به عنوان بهترین گزینه در تردید هستند، توصیه می‌شود.