

文章编号: 1001-1749(2007)04-0281-05

叠前深度偏移在复杂构造模型成像中的应用

张铁强, 王正和

(中国地质大学 地信学院, 北京 100083)

摘要: 研究了叠前深度偏移在复杂构造模型成像中的应用。主要对一个复杂的地质模型所正演出的地震数据资料进行试验性处理, 并对该试验性处理结果进行归纳分析, 得出速度~深度模型的准确性决定于对偏移结果的质量以及根据地下构造选取偏移孔径的原则等定性认识和结论。通过这些认识和结论, 对实际地震资料的处理有一定的指导意义。

关键词: 叠前深度偏移; 克希霍夫偏移; 波动方程; 速度

中图分类号: P 631.4 **文献标识码:** A

0 前言

在地震勘探的多次覆盖技术出现之后, 水平叠加处理技术的出现具有划时代的意义。但是, 当地下界面倾斜时, 水平叠加剖面上显示的反射点位置沿着地层的下倾方向偏离了反射点的真实位置^[1~3]。地震剖面的偏移归位就是使反射点的真实位置形态得到恢复。

地震偏移技术从最初基于几何地震学原理的偏移, 发展到为现今基于地震波传播理论为基础的, 比较完善的波动方程偏移^[4]。从目前偏移技术发展水平来看, 对于解决复杂介质的成像问题, 叠前深度偏移是最为可行的途径。与传统的常规处理手段相比, 叠前深度偏移不仅使成像结果具有更高的精度和分辨率, 而且还使得地震资料处理与解释都不再是相互独立的, 而是作为一个有机整体参与到成像过程中, 真正实现了地质与地球物理相结合, 处理、解释一体化的合理构想^[5]。

1 克希霍夫积分法叠前深度偏移^[6]

克希霍夫叠前深度偏移成像的理论基础是声学介质标量波动方程

$$\nabla^2 U - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = 0 \quad (1)$$

式中 U 为地震波场; $v(x, y, z)$ 为介质速度。

对式 (1) 作一系列的推导, 可以得到下列成像公式

$$U(x, y, z) = -\frac{1}{\pi} \frac{\partial}{\partial z_{S_1}} \iint_{S_1}^{S_2} \frac{U(x_0, y_0, z_0)}{r} dS_0 \quad (2)$$

式中 $U(x, y, z)$ 为成像点的波场; $U(x_0, y_0, z_0)$ 为观测面的波场; S_1 和 S_2 为为偏移孔径范围; r 为成像点与观测面之间的距离。

2 叠前深度偏移中速度模型的建立

高质量的叠前深度偏移成像, 依赖于高精度的地下宏观层速度模型。速度~深度模型有二个要素: 即宏观层速度分界面和相应各层的层速度值^[7]。精确的速度模型必须是在一个构造框架内去描绘地下的速度场分布。因此, 基于地层的方法便成为建模中最常用的方法^[8]。目前的叠前深度偏移速度都是通过迭代方式来求取, 作者在本文中所采用的地质模型如下页图 1 所示。

3 模型资料处理与分析

3.1 模型资料处理思路及流程

模型正演模拟的采集观测系统: 中间放炮, 接

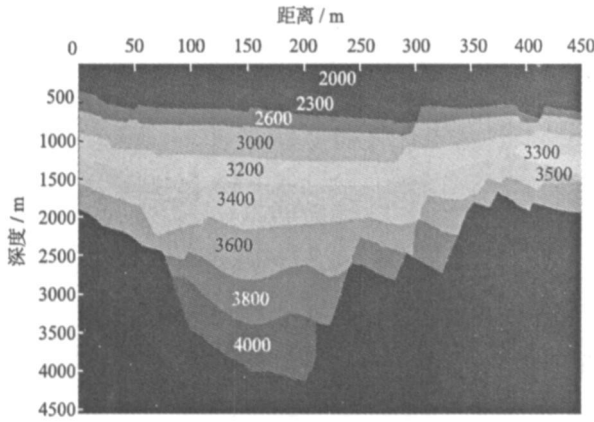


图 1 地质模型

Fig 1 The geological model

收道数 480道,道间距 25 m,炮间距 100 m,最大炮检距 5 987.5 m,偏移距 12.5 m,覆盖次数 60。正演所得的资料信噪比很高,所以在成像处理过程中,可以略去常规处理中的绝大部分内容。模型资料处理的流程如图 2所示。

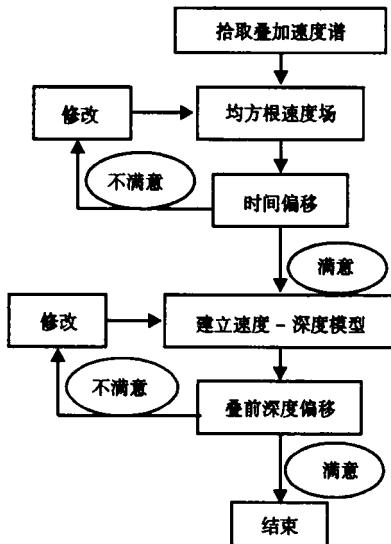


图 2 模型正演资料的处理流程

Fig 2 The processing flow chat

3.2 模型资料处理结果及认识

3.2.1 不同精度的速度~深度模型及偏移结果比较

图 3是三种速度模型偏移结果中,统计点深度值的相对误差。速度模型一最接近真实速度模型,其偏移结果中的平均相对误差值(0.65%)也最小;模型二偏移结果中的平均相对误差值为0.91%;模型三偏移结果中的平均相对误差值为0.81%。从图 3可以看出,速度~深度模型越接近真实速度~深度模型,其偏移结果中层位的深度值

也就越接近真深度值。深度误差值比较大的点,基本上对应于速度模型与真实速度模型差异较大的地方。随着层位逐层向下,偏移结果差异越大,这是因为误差累积所致。

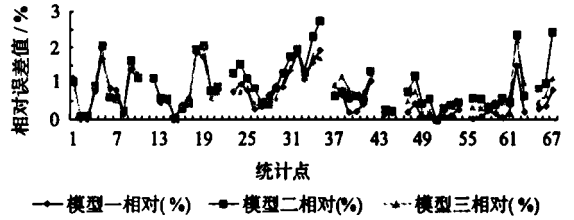


图 3 深度值相对误差统计比较图

Fig 3 The comparison of statistic errors

从三种速度~深度模型及各自偏移结果(见图 4至下页图 10)的比较可以看出,反演所建立的速度~深度模型与真实速度~深度模型之间虽然有一些差异,但都能通过叠前深度偏移,清楚地成像出相同的构造形态。不过,细节上却有一些差别(见各偏移结果中标识处所示),而结果之间的差异主要在于各层位点上的真实位置。

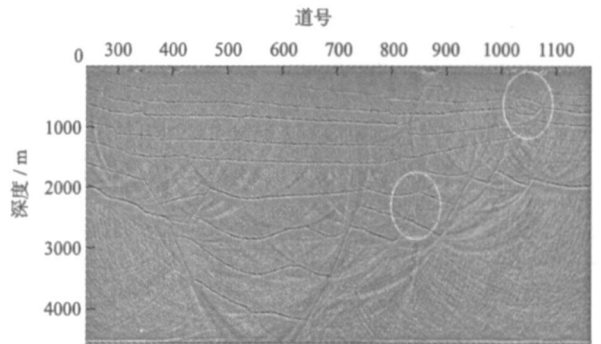


图 4 由真实速度~深度模型所得的叠前深度偏移结果

Fig 4 The migration of real velocity~depth model

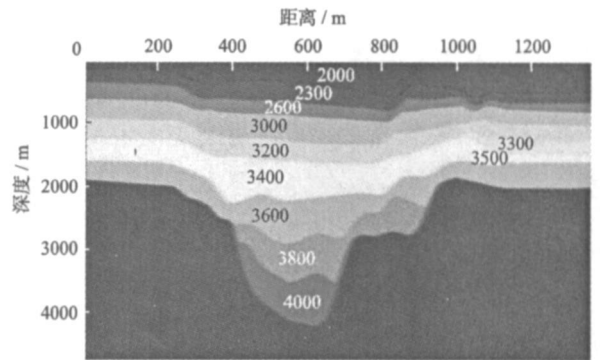


图 5 速度~深度模型一

Fig 5 The velocity~depth model one

3.2.2 不同偏移孔径下的叠前深度偏移结果比较

进行叠前深度偏移处理的时候,最参数就是偏移孔径的问题。图 11到下一页图 16是在不同偏移孔径下的叠前深度偏移结果及道统计结果。

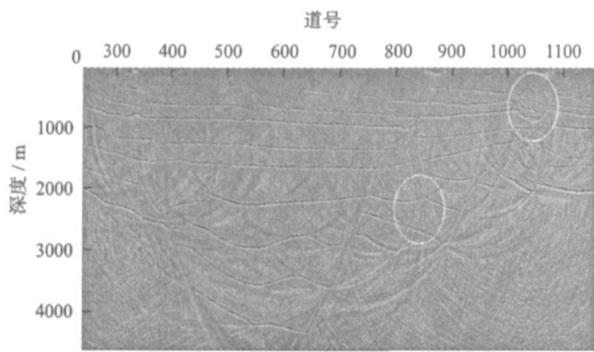


图 6 模型一的叠前深度偏移
Fig 6 The migration of model one

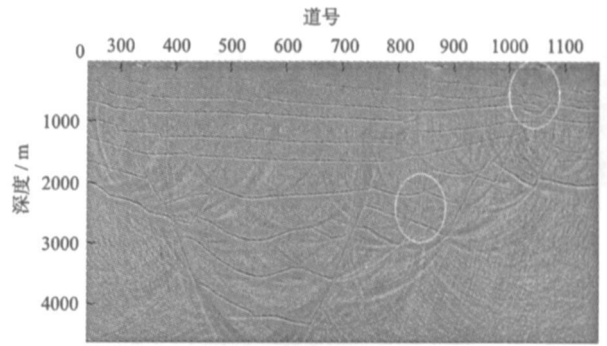


图 10 模型三的叠前深度偏移
Fig 10 The migration of model three

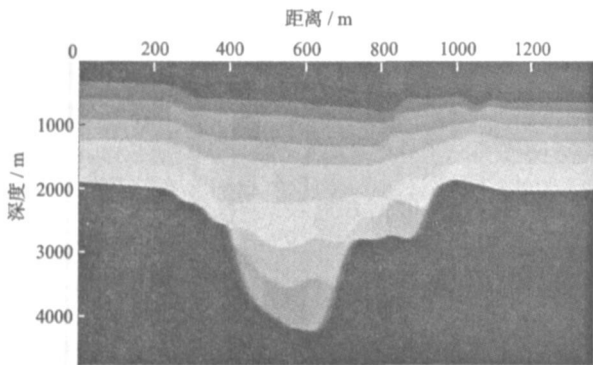


图 7 速度~深度模型二
Fig 7 The velocity depth model two

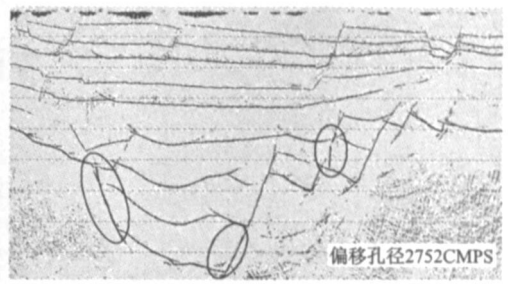


图 11 偏移孔径为 2 752 cmps时的偏移结果
Fig 11 The migration of 2 752 cmps aperture

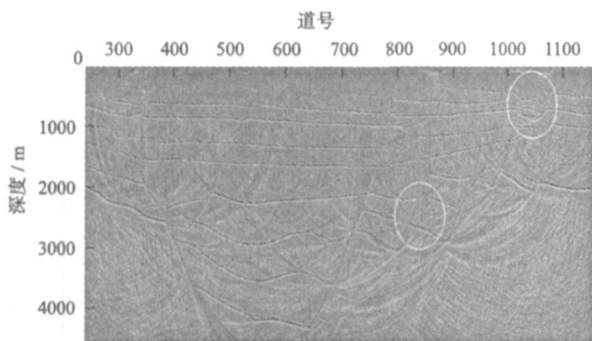


图 8 模型二的叠前深度偏移
Fig 8 The migration of model two

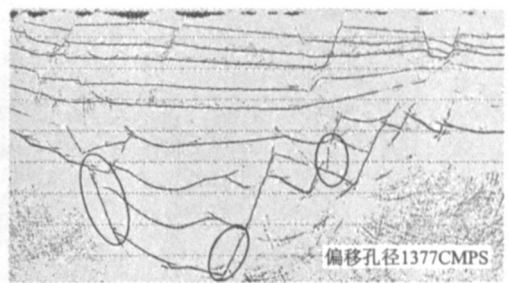


图 12 偏移孔径为 1 377 cmps时的偏移结果
Fig 12 The migration of 1 377 cmps aperture

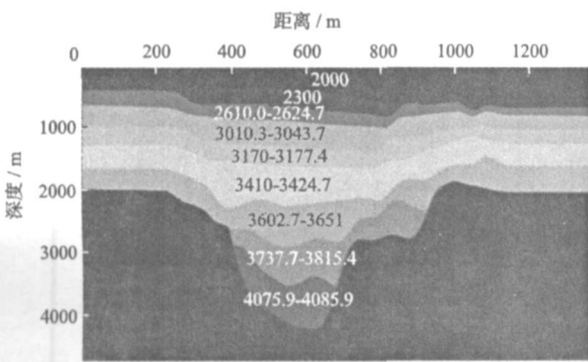


图 9 速度~深度模型三
Fig 9 The velocity~depth model three

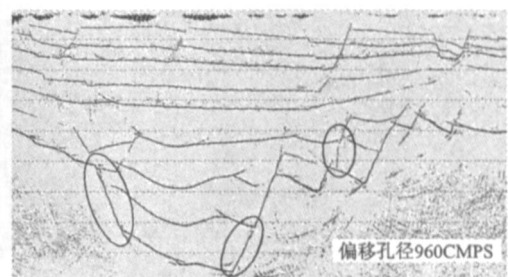


图 13 偏移孔径为 960 cmps时的偏移结果
Fig 13 The migration of 960 cmps aperture

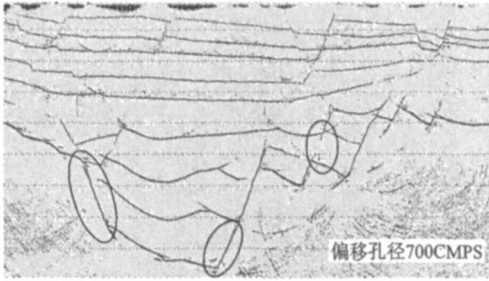


图 14 偏移孔径为 700 cmps 时的偏移结果
 Fig 14 The migration of 700 cmps aperture

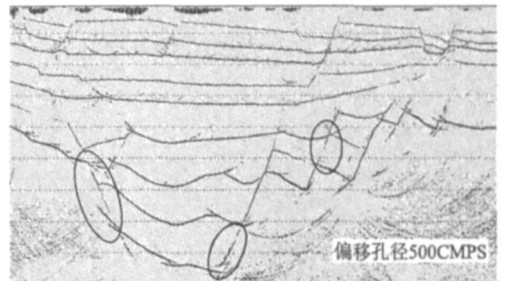


图 15 偏移孔径为 500 cmps 时的偏移结果
 Fig 15 The migration of 500 cmps aperture

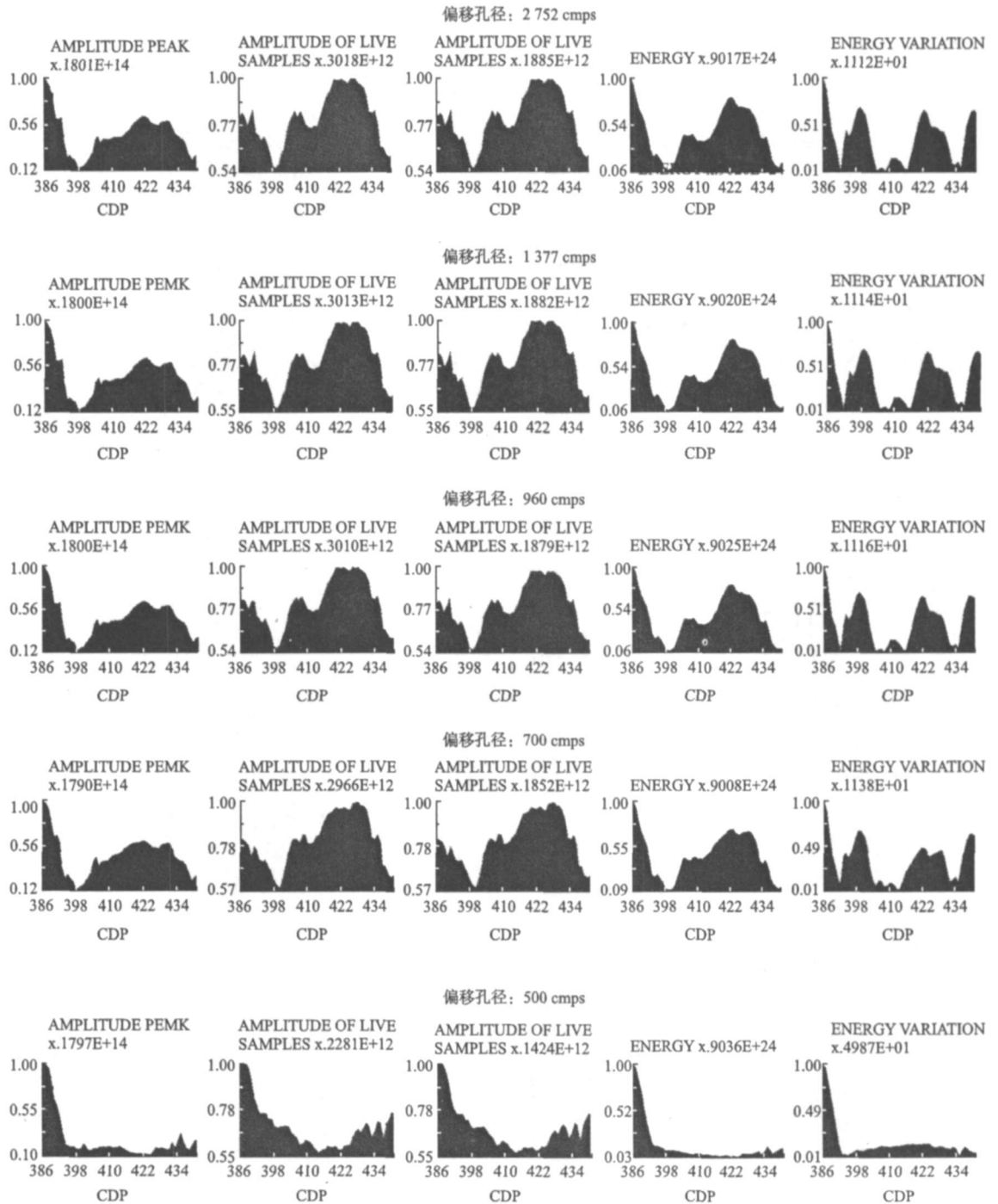


图 16 不同偏移孔径剖面上的道统计结果对比
 Fig 16 Trace statistic results of different apertures

不同偏移孔径所得到的叠前深度偏移结果对比表明:

(1)当偏移孔径 (amps)分别为 2 752、1 377、960、700时, 偏移结果基本上一致。

(2)当偏移孔径为 500 amps时, 成像效果比较差。尤其如各图中标识处所示, 没有得到准确、清晰的成像结果。

不同偏移孔径叠前深度偏移剖面上的道统计结果对比表明:

(1)在偏移孔径 (amps)分别为 2 752、1 377、960时, 叠加剖面上的道统计结果基本上一致。偏移孔径为 700 amps时, 道统计结果也大体上相似, 但有细微的差别。

(2)偏移孔径为 500 amps时, 剖面上的道统计结果差别很大, 总的能量偏低。这相当于沿着双曲线只进行了部分能量的求和叠加。

综合成像效果和机时来考虑, 若偏移孔径选择在默认值 (960 amps)左右范围内进行偏移, 就能得到满意结果。这样既避免了用大孔径偏移时信噪比的降低及耗时, 也避免了用过小孔径偏移时得不到满意的成像结果。

4 结论

利用 Geodepth软件进行速度模型的建立和偏移处理, 得出结论如下。

(1)速度~深度模型的准确与否, 对叠前深度偏移结果之好坏起着直接的、决定性影响。在叠前深度偏移中, 为了有效地建立精确的初始速度~深度模型, 应以测井、地质等各方面的先验资料作约束, 通过反复的调整与修改, 求取较真的均方根速

度场, 使其变化趋势与构造变化趋势能基本保持一致。

(2)在作叠前深度偏移时, 对于偏移孔径的选择, 应当依据工区内构造的复杂程度而定。如果构造不太复杂, 地层倾角也不大, 可以适当采用小一些的偏移孔径; 如果地层倾角偏大, 则适当增大偏移孔径。

叠前深度偏移处理不是一项独立的工作, 它与常规的地震资料处理工作是一个有机的整体。精细的常规处理工作, 能为精确的层速度模型的建立奠定坚实的基础。

参考文献:

- [1] 李少英, 王有新. 叠前深度偏移 [J]. 石油地球物理勘探, 1995, 30(增刊 1): 13.
- [2] 张钊, 李幼铭, 刘洪. 几类叠前深度偏移方法的研究现状 [J]. 地球物理学进展, 2000, 15(2): 30.
- [3] 柳楣, 马国东, 王文常. 叠前深度偏移技术 [J]. 中国煤田地质, 1998, 10(1): 53.
- [4] 董桥梁, 译. 叠前深度偏移技术在深层地震勘探中的应用 [J]. 石油物探译丛, 2001, 4: 28.
- [5] 方伍宝, 周腾. 叠前深度偏移在复杂地区的应用 [J]. 石油物探, 2003, 42(1): 68.
- [6] 李家康, 郭齐军, 张慧燕. 三维叠前深度偏移复杂构造成像 [J]. 地学前缘, 1998, 5(1、2): 247.
- [7] IAN F. JONES. 3D 叠前深度偏移和速度模型建立 [J]. 严建文, 译. 石油物探译丛, 1998, 6: 49.
- [8] 罗省贤, 李录明. 三维叠前深度偏移速度模型建立方法 [J]. 石油物探, 1999, 38(4): 1.

作者简介: 张铁强 (1976—), 男, 博士, 从事应用地球物理研究工作。

ABSTRACTS

THE APPLICATION OF PRE-STACK DEPTH MIGRATION ON COMPLICATED STRUCTURES' IMAGING

ZHANG Tie-qiang WANG Zheng-he (School of Geophysics and Information, China University of Geosciences, Beijing 100083, China). COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION, 2007, 29(4): 281

This paper studies the imaging ability of the pre-stack depth migration on complicated structures model. The work is mainly done by processing the data yielded from a complicated model and analyzing the results. The results show that the quality of migration results depends on the accuracy of velocity-depth model and the migration apertures should be selected according to subsurface structures. These conclusions can be helpful for the processing of real seismic data.

Key words: Pre-stack depth migration; kirchhoff migration; wave equation; velocity

RESEARCH INTO SEISMIC WAVE SCATTERING: REVIEW AND PROSPECT

LIX in-fu¹, LIXiao-fan¹, LIMi-tian² (1. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China; 2. Geophysical Survey Crew of Shanxi Provincial Coalfield Geologic Bureau, Xian 710005, China). COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION, 2007, 29(4): 286

The investigations of seismic wave scattering is an important research field in geophysics. Their progresses are of great significance for us to cognize and realize the structure and physical characteristics of the earth's interior. At the same time, it is the great impetus to the research of geodynamics. In this paper, we give out the remarks to the progress of the seismic wave scattering from the view of theory and method. We first review the basic concept, the development history and the mainly researching aspects of the seismic wave scattering theory and then give out our comments to the seismic wave scattering systematically.

In the paper, we summarize the actuality of the numerical modeling of the seismic wave scattering. At last, we indicate the development direction of seismic wave scattering and the corresponding numerical modeling.

Key words: seismic wave propagation; scattering; heterogeneous media; elastic wave

VERTICAL ALIGNED FRACTURE PARAMETER INVERSION USING P-WAVE AVOA DATA
SUN Wu-liang LI Zhengwen (College of Information and Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China). COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION, 2007, 29(4): 295

The reservoirs that include vertical aligned fractures can be described by the transverse isotropy with a horizontal axis of symmetry. By analyzing the description of HTI media and its P-wave kinetics property-amplitude variation with the azimuth and incidence angle, we present a method to inverse the parameter G_{ani} azimuthal phase angle ϕ_{sym} using the AVOA data of P-wave. The results of a two-layer HTI model and a field P-wave data show that the method is feasible.

Key words: fractured reservoir; AVOA; P-wave; inversion

THE EXPANDING OF GRM

GAO Lei PAN Shu-lin ZHOU Xi-xiang et al (Information Engineering Institute of Chengdu University of Science and Technology, Chengdu 610059, China). COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION, 2007, 29(4): 300

When the near-surface environment of the Earth is irregular, the seismic velocities of refraction have huge deviations. So that an expanding method of GRM is proposed. The time-depth data reflect the influence of not only surface irregularities, but also refractor irregularities, while the time-depth data using different XY values reflect the different degree of the