

MÉTODO PHASE SCREEN PARA EXTRAPOLAÇÃO DE ONDAS EM DUAS E TRÊS DIMENSÕES

Costa, Paulo A.

Tese de Mestrado em Geofísica Aplicada
Data da Aprovação: 04.11.93 (PPPG/UFBA)
Orientador: Dr. Ru Shan-Wu

Algoritmos eficientes para a propagação de ondas em meios 3-D não existem até o momento. Por outro lado, o processamento de dados 3-D tornou-se bastante importante na exploração sísmica, devido aos avanços nos sistemas de aquisição de dados de campo e à necessidade de delinear reservatórios de óleo e gás que apresentam estruturas complexas. Alguns métodos para altas frequências, como o método de traçamento de raios têm sido estendidos para o caso 3-D. No entanto, este método tem se mostrado pouco capaz na propagação de ondas em três dimensões, principalmente por não prever os aspectos relacionados ao espalhamento do campo de ondas. Os métodos de diferenças finitas e elementos finitos estão em estágio experimental. Estes métodos são de difícil aplicação prática no estágio atual da tecnologia computacional devido ao consumo de tempo no processamento. Os métodos baseados na integral de Kirchhoff e na integral de Rayleigh podem ser usados na extrapolação de ondas em três dimensões para meios acamadados. Mas são incapazes para meios que não apresentam homogeneidade lateral. Neste trabalho introduzimos e adaptamos o método phase screen para ser um algoritmo eficiente na extrapolação unidirecional de um campo de ondas para o processamento sísmico 3-D. O método phase screen vem sendo utilizado há algum tempo na propagação de ondas na área de ótica aplicada (Fleck et al., 1975; Feit e Fleck, 1978; Thomson e Chapman, 1983; Martin, Flatté e Stanley, 1988, 1990), foi introduzido recentemente na propagação de ondas sísmicas (Flatté et al., 1988). É um método promissor na extrapolação tridimensional de ondas em meios com heterogeneidade lateral. O método phase screen leva em conta apenas um

sentido de propagação, desprezando o campo de ondas refletido. Contudo, o método é capaz de modelar corretamente o problema de espalhamento com grande ângulo de abertura, o que está acima da capacidade do método da aproximação parabólica convencional, que permite apenas a abertura de pequenos ângulos. O método phase screen é baseado no desacoplamento simétrico do operador de propagação de ondas em meio heterogêneo. Cada avanço na propagação é feito por duas operações separadas. O campo de ondas é propagado de uma distância Δz por duas operações separadas que levam a efeito a propagação (considerando-se o meio homogêneo) e o espalhamento (considerando-se a heterogeneidade do meio). Em cada ponto da tela, a frente de onda sofre uma variação na fase correspondente à integral das perturbações na vagarosidade ao longo do caminho da propagação. O método conduz a um algoritmo eficiente para extrapolação de onda em um meio 3-D heterogêneo. O método é testado e comparado com resultados obtidos na física óptica, em que é utilizada uma tela simples simulando o efeito causado pela passagem de um campo de ondas monocromático por uma lente. Comparações com o método de diferenças finitas são feitas para modelos 2-D. Os resultados mostram boa concordância com os obtidos pelo método das diferenças finitas. O método calcula a propagação da onda unidirecional com boa precisão e a velocidade de computação é consideravelmente maior do que o método das diferenças finitas. Embora os exemplos sejam para o caso 2-D, as conclusões são as mesmas para o caso 3-D. Além disso, o método requer menos memória, tornando-se um método promissor no processamento de dados 3-D.

ABSTRACT

PHASE-SCREEN METHOD FOR EXTRA-POLATION OF WAVES IN TWO AND THREE DIMENSIONS - 3-D data processing becomes more and more important in today's seismic exploration because of the advances in field data acquisition and the need for delineating complex subsurface structures including reservoirs of oil and gas. However, there are very few efficient methods of wave field extrapolation for 3-D case. Some high-frequency methods such as ray-tracing method have been expanded to the 3-D case, but are only valid for smoothly inhomogeneous media and therefore can not account for wave diffraction. 3-D finite difference and finite element methods, which in principle can solve the wave extrapolation problem in arbitrarily inhomogeneous media, are at present only in experimental stages and can hardly be expected to find practical use very soon based on today's computer technology. In this work, we introduce and adapt the phase-screen method as a fast one-way wave extrapolation algorithm for 3-D seismics. The method has been used for a long time in the area of optical wave propagation (Fleck et al., 1976; Feit and Fleck, 1978; Thomson and Chpaman, 1983; Martin and Flatté 1988, 1990) and has been recently used to simulate the wave propagation in random media under the large seismic array NORSEAR (Flatté et al., 1988). Although the phase screen method is a one-way propagation method by neglecting the backscattered

waves, it can correctly model the large angle forward scattering problem which is beyond the capability of the conventional parabolic equation method. The method is based on the symmetric splitting of the wave operator in inhomogeneous media. For each propagation step Δz , the propagation effect and scattering effect can be calculated separately. The propagation effect can be realized by a wave propagator in homogeneous media, while the forward scattering effect can be equivalented to passing through a phase-screen. At each point of the screen, the wave front is distorted by the amount corresponding to the integral of slowness perturbations along the propagation path. The method offers a fast algorithm for 3-D wave propagation in inhomogeneous media. In order to check the validity and accuracy of the method, we compare the results by this method for some canonical cases, e.g. the acoustic wave scattering by a Gaussian heterogeneity, and by a circular cylinder, with those calculated by finite difference. The method can calculate the one-way wave propagation with good accuracy and the computation speed is considerably faster than the finite difference algorithm. The results show good agreement with the calculations by finite difference method. Although the examples are given for the 2-D case, the conclusions are the same as for the 3-D case. Besides, the method requires much less storage space, and therefore make it a promising tool for 3-D wave datum processing.

31st INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS
RIO DE JANEIRO, BRAZIL, AUGUST 2000

**GEOLOGY AND
SUSTAINABLE
DEVELOPMENT**

**CHALLENGES FOR THE
THIRD MILLENIUM**