

MODELAGEM E INVERSÃO DE TEMPOS DE TRÂNSITO EM MEIOS HETEROGÊNEOS ANISOTRÓPICOS FATORADOS

Simões Filho, Ivan de A. (Doutorado)

Data de Aprovação: 26.06.92

Comissão Examinadora:

Dr. Vlastislav Cervený (Orientador), Dr. Marco A. B. Botelho, Dr. Bjorn Ursin,
Dr. Sérgio L. Moura Freire, Dr. Adelson S. de Oliveira.

O conceito de meio heterogêneo anisotrópico fatorado (HAF) é aplicado às equações das perturbações dos tempos de trânsito. Em meios HAF, todos os 21 parâmetros elásticos divididos pela densidade obedecem à mesma variação espacial, sendo descritos por $a_{ijkl}(x_s) = f^2(x_s)A_{ijkl}$, onde A_{ijkl} são 21 constantes, independentes da posição e $f(x_s)$ é uma função suave e contínua das coordenadas Cartesianas x_s . O uso de meios HAF permite uma simplificação considerável das equações da perturbação, separando a contribuição das perturbações da anisotropia da contribuição das perturbações da heterogeneidade. São deduzidas as equações da perturbação dos tempos de trânsito das ondas qP, qS1 e qS2 em meios HAF, em relação a meios de referência isotrópicos e anisotrópicos. Uma ênfase especial é dada aos meios de referência isotrópicos, pois o traçado de raios nestes meios é muito mais simples que em meios anisotrópicos. Os resultados do traçado de raios em meios heterogêneos isotrópicos podem ser usados para estimar os tempos de trânsito em meios HAF. O meio de referência isotrópico é escolhido de modo a minimizar

sua distância, no espaço dos parâmetros elásticos, do meio anisotrópico que se deseja modelar. Para avaliar a precisão das equações aproximadas do método da perturbação, os tempos de trânsito são calculados através de duas abordagens: o traçado exato de raios em meios HAF e o método da perturbação. Esta comparação permite estabelecer alguns limites para a aplicação desta aproximação. Demonstra-se que, quando consideradas apenas as perturbações de primeira ordem, a diferença entre os tempos de trânsito das duas ondas quase cisalhantes (tempo de birrefringência) é independente da heterogeneidade do meio, sendo função apenas da anisotropia. Este fato é usado para inversão dos tempos de birrefringência em meios HAF. O procedimento de inversão pode indicar o tipo de simetria anisotrópica do meio, quando o levantamento dos tempos de trânsito é feito ao longo dos planos de simetria. Esta tese é composta então de três partes: a dedução das equações da perturbação dos tempos de trânsito em meios HAF, o estudo da precisão destas equações e a inversão dos tempos de birrefringência.

ABSTRACT

MODELLING AND INVERSION OF TRANSIT TIME IN FACTORIZED, ANISOTROPIC HETEROGENEOUS MEDIA – The concept of factorized anisotropic inhomogeneous media (FAI media) is applied to the travelttime perturbation equation. In FAI media, all density normalized elastic parameters have the same spatial variations. They can be describe by $a_{ijkl}(x_s) = f^2(x_s)A_{ijkl}$, where A_{ijkl} are 21 constants, independent of position, and $f(x_s)$ is a continuous smooth function of Cartesian coordinates x_s . The use of FAI media simplifies considerably the travelttime perturbation equations, fully separating the contribution of the anisotropy perturbation from the contribution of the structure perturbations. The travelttime equations for qP, qS1, and qS2 waves in FAI media are derived, related to both isotropic and anisotropic backgrounds. A special care is given to the isotropic background media, as ray and travelttime computations are much simpler in such media than in anisotropic media. The results of ray tracing in isotropic inhomogeneous media can then be used to evaluate the travelttimes

in FAI media. The isotropic background medium is chosen to minimize its distance, in the elastic parameters space, from the anisotropic medium to be modelled. To estimate the accuracy of the approximate equations of the perturbation method, the travelttimes are computed by two approaches: exact ray tracing in FAI media and perturbation method. This comparison can indicate some limits to the application of this approximation. It is shown that, within the framework of first-order perturbation theory, the travelttime delay between the two quasi-shear waves is independent of the inhomogeneities, thus depending on the anisotropy of the medium only. This fact is used for inversion of the travelttime delay in FAI media. This inversion procedure may indicate the type of anisotropic symmetry of the medium, when the travelttime acquisition is performed along symmetry planes. This thesis is thus composed of three parts: derivation of the travelttime perturbation equations in FAI media, study of the accuracy of such equations and inversion of the travelttime delay between the two quasi-shear waves.