

SÍSMICA DE REFLEXÃO ANÁLISE DE VELOCIDADES

O objetivo da análise de velocidades é determinar as velocidades sísmicas das camadas geológicas em subsuperfície.

As velocidades sísmicas são utilizadas em diversas etapas do processamento e interpretação sísmica, como:

- Correção da divergência esférica
- Correção NMO e empilhamento
- Determinação da velocidade intervalar
- Migração
- Conversão tempo-profundidade

Há diferentes tipos de velocidades sísmicas como: NMO, empilhamento, RMS, intervalar (DIX)

Vimos que a curva T-X de uma única camada horizontal de velocidade constante é uma perfeita hipérbole, dada por:

$$t_x^2 = t_0^2 + \frac{x^2}{V^2} \quad (1)$$

onde T_x é o tempo duplo no offset x , T_0 é o tempo duplo no offset zero e V a velocidade da camada

Numa série de camadas plano-horizontais de velocidades constantes podemos expressar T_{XN} em termos de X_N numa série de expansão de Taylor da forma:

$$T_N^2(X) = C_0 + C_1 X_N^2 + C_2 X_N^4 + \dots + C_j X_N^{2j-2} + \dots \quad (2)$$

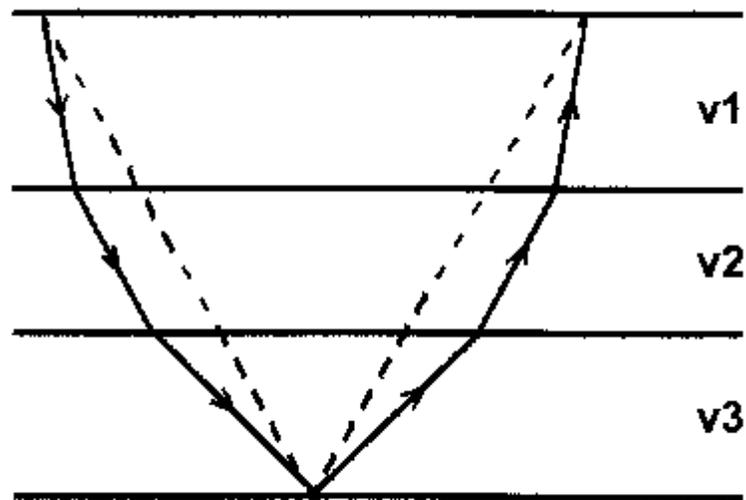


Fig.1 – Reflexão numa série de camadas plano-horizontais

A série (2) é a exata representação da curva T-X do enésimo refletor sob duas condições:

1. $X=0$.
2. Considerando infinito número de termos na série.

Considerando $X > 0$ na equação (2) resultará em perda da acurácia na determinação da exata curva T-X

Portanto, devemos somente usar essa série se mantivermos o valor de X bem próximo de 0. Uma medida prática é considerarmos $X/Z \leq 1$, onde Z é a profundidade do refletor.

Se empregarmos infinitos termos na equação (2), então:

$$C_0 = \left[\sum_{i=1}^N \frac{2H_i}{V_i} \right]^2 = \left[\sum_{i=1}^N \Delta t_i \right]^2 = T_N(0)^2, \quad (2a)$$

$$e \ C_1 = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta t_i}{\sum_{i=1}^N V_i^2 \Delta t_i} = 1/V_{RMS N}^2. \quad (2b)$$

onde t_i é o intervalo duplo de tempo para offset zero da inésima camada e V_{RMSN} é a velocidade RMS do enésimo refletor.

Uma vez que na prática não podemos usar um número infinito de termos, temos que truncar a equação (2). Isto irá introduzir um erro e C_1 desviará de $1/V_{RMS}^2$

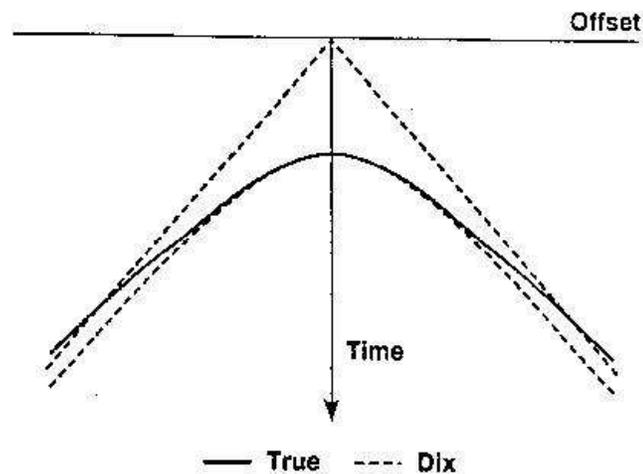


Fig.2 Erro na velocidade RMS com aumento do offset

Quanto menor os termos da série, maior é o erro.

Truncando a equação (2) em dois termos, conseguimos a seguinte relação hiperbólica entre T e X:

$$t_x^2 = t_0^2 + \frac{x^2}{V_{RMS}^2} \quad (3)$$

Lembre-se das duas condições dadas acima quando estimar V_{RMS} a partir da equação (3).

A velocidade RMS pode ser definida como a raiz quadrada do inverso do coeficiente do termo X^2 na série, ou:

$$V_{RMS} = \frac{1}{\sqrt{C_1}}. \quad (3b)$$

Pode-se também dizer que V_{RMS} é igual à raiz quadrada do inverso do mergulho da curva T^2-X^2 :

$$V_{RMS} = \frac{1}{\sqrt{[dT^2/dX^2]_{X=0}}} . \quad (3c)$$

V_{RMSN} do enésimo refletor é definida em termos das propriedades das camadas sobrejacentes como (veja equação 2b):

$$V_{RMSN} = \left[\frac{\sum_{i=1}^N V_i^2 \Delta t_i}{\sum_{i=1}^N \Delta t_i} \right]^{1/2} \quad (4)$$

onde V_i é a velocidade intervalar e t_i é o tempo duplo intervalar considerando offset zero da i ésima camada, e N é o número de camadas.

A velocidade de empilhamento (V_s) é obtida dos dados T-X pelo ajuste da melhor hipérbole aos dados reais T-X (não hiperbólico), que tem a forma:

$$t_x^2 = t_0^2 + \frac{x^2}{V_s^2} \quad (5)$$

onde $T(X)$ é o tempo duplo de trajetória no offset X e $T(0)$ é o tempo duplo de trajetória no offset zero.

A velocidade NMO, V_{NMO} , é obtida a partir dos dados T-X procurando-se a velocidade que melhor corrige a "hipérbole" de reflexão (isto é, a que melhor a "horizontaliza")

Para pequenos offsets (offset \leq profundidade), as velocidades NMO e de empilhamento são aproximadamente iguais à velocidade RMS.

A velocidade intervalar (V_N), da enésima camada pode ser calculada a partir da RMS (ou NMO e de empilhamento para pequenos offsets) pela expressão:

$$V_N = \left[\frac{V_{RMSN}^2 T(0)_N - V_{RMSN-1}^2 T(0)_{N-1}}{T(0)_N - T(0)_{N-1}} \right]^{1/2}$$

onde V_{RMSN-1} e V_{RMSN} são as velocidades RMS das camadas superior e inferior à n -ésima camada, e $T(0)_{N-1}$ e $T(0)_N$ os respectivos tempos de trajetória considerando offset zero.

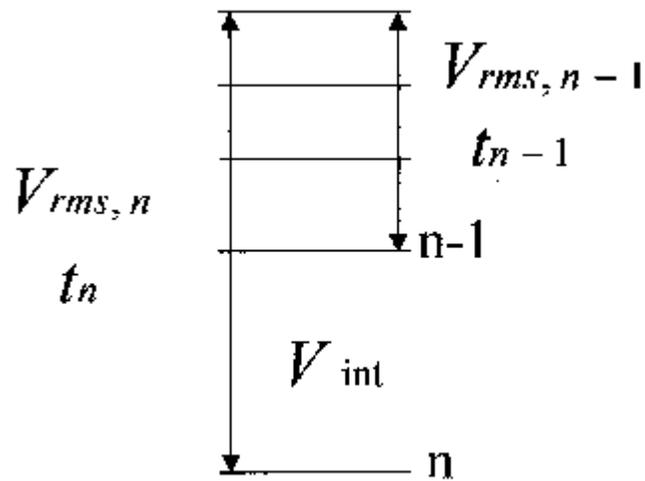


Fig.3 – Conceito da velocidade intervalar

MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE NA SÍSMICA DE REFLEXÃO

(1) Método T^2-X^2

Se a curva T-X real se aproxima de uma hipérbole, pela fórmula dada na equação 5, então a plotagem dos dados na forma T^2 versus X^2 resultará numa função linear cuja coeficiente angular e a constante linear serão $1/V_s^2$ e $T^2(0)$, respectivamente

Assim, podemos usar essa equação para achar a velocidade de empilhamento, V_s , a partir da inclinação da curva de melhor ajuste. Este é o chamado método T^2-X^2

O método T^2-X^2 não é de emprego prático na sísmica exploratória porque necessita da leitura dos tempos $T(X)$ para cada offset (consome tempo e é impreciso se realizado automaticamente)

Ele é mais empregado somente para pequenos conjuntos de dados e com alta relação S/R.

(2) Painéis NMO e CVS (constant velocity stack)

Este método busca achar a melhor velocidade NMO para cada refletor

Painel NMO:

1. Seleciona-se um conjunto CMP que é repetidamente corrigido de NMO segundo um conjunto de valores de velocidades
2. Os conjuntos corrigidos de NMO são apresentados lado a lado em um painel
3. Seguimos um determinado evento em cada conjunto corrigido e escolhemos a velocidade que melhor horizontalizou-o (esta seria a velocidade V_{NMO})

4. Faz-se procedimento análogo para outro evento existente no mesmo conjunto e assim construímos a função velocidade apropriada para corrigir este conjunto CMP analisado.
5. Escolhemos um outro conjunto CMP e repetimos os passos de 1 a 4.
6. Interpolamos linearmente essas velocidades NMO para conjuntos CMPs intermediários aos analisados

Painel CVS:

1. Uma pequena porção da linha (vários conjuntos CMP adjacentes) é corrigida de NMO (da mesma forma que o procedimento anterior) e EMPILHADA.
2. Os registros empilhados são apresentados lado a lado, para cada valor de velocidade testado
3. Seguimos um certo evento e escolhemos a velocidade que produziu o empilhamento com melhor continuidade lateral (esta seria a velocidade NMO mais apropriada)
4. Procedemos da mesma forma para os outros eventos existentes e assim construímos a função velocidade mais apropriada para esta parte da linha sísmica
5. Escolhemos uma outra porção da linha e repetimos os passos de 1 a 4
6. Interpolamos linearmente as velocidades de empilhamento para as porções não analisadas

As velocidades normalmente encontradas nos painéis CVS são freqüentemente chamadas de velocidades de empilhamento (V_s)