

· 处理技术 ·

# 替换速度和叠加速度对地震数据处理效果的影响

苏贵仕\* 丁成霞

(东方地球物理公司研究院,河北涿州 072751)

苏贵仕,丁成霞. 替换速度和叠加速度对地震数据处理效果的影响. 石油地球物理勘探, 2009, 44(增刊1): 63~66

**摘要** 速度是地震数据处理中的一个重要参数。本文分析和研究了替换速度和叠加速度在地震数据处理中的作用,并用实例展示了替换速度和叠加速度对地震数据处理效果的影响。文中还提出了解决因替换速度和叠加速度选取不当而造成地震剖面产生假构造和串层的办法。

**关键词** 替换速度 叠加速度 地震数据处理 静校正 正常时差校正 假构造

## 1 引言

在陆上地震数据处理过程中,通常要将地震数据校正到一个统一基准面,而且这个基准面一般为水平面。将地震数据校正到基准面需要对炮点和检波点的高程差进行校正,这里需引入替换速度。当基准面高于地表时,相当于剥去基准面以上的地层,当基准面低于地表时,相当于在地表与基准面之间填充了地层。剥去地层和填充地层的速度即为替换速度。通常,人们认为替换速度只会影响地震剖面中同相轴的构造形态的幅度;实际上,它还会影响同相轴构造形态的其他特征。

在地震数据处理过程中,除上述替换速度外,还要涉及多种速度,诸如层速度、平均速度、均方根速度、叠加速度和偏移速度等。其中叠加速度是从CDP道集中求取的,也可以将其理解为用于CDP道集动校正、叠加的速度。叠加速度的选择直接影响叠加成像的质量,当速度误差较大时会造成串层现象。

## 2 替换速度对地震数据处理效果的影响

地震数据处理的一个基本假设是认为地下为水

平层状介质。对于陆上地震勘探,需要用一個替换速度换算成高程静校正量,再通过高程静校正方法将地震数据校正到一个统一基准面上。这就是地震数据处理中常用的高程静校正方法。假设基准面高程为 $E_d$ ,替换速度为 $V_r$ ,对于炸药激发地震数据,若炮点井深为 $H_s$ ,则炮点静校正量 $T_s$ 和检波点静校正量 $T_r$ 分别为

$$T_s = \frac{E_d - (E_s - H_s)}{V_r}$$

$$T_r = \frac{E_d - (E_r - H_r)}{V_r} - T_u$$

式中: $E_s$ 和 $E_r$ 分别是炮点和检波点高程; $H_r$ 为炮点井深构成的面在检波点所在位置的井深; $T_u$ 为炮点井口时间构成的面在检波点所在位置的井口时间。

对于可控震源激发地震数据,则不存在井深和井口时间,即 $H_s, H_r$ 和 $T_u$ 均为零。

通常,人们认为替换速度只是一个放大器,仅影响构造的幅度而不会影响构造的形态特征。但实际情况并非如此,我们通过下列实例来说明。

假设地表不是水平面而是起伏变化的曲面,对于二维测线而言,地表则是起伏变化的曲线,地下存在一个水平地层,且水平地层的界面与地表之间地层的速度较低(图1)。

在图1中,最终基准面是0,地表呈背斜形状,

\* 河北省涿州市东方地球物理公司研究院,072751

本文于2009年7月2日收到。

地表最高点高程是-100m;地下存在一个水平界面,其高程是-400m。地下水平界面与地表之间地层速度  $V_0$  为 1000m/s(图 1d)。当替换速度  $V_r$  为 1000m/s 时,地震剖面中代表地下水平界面的同相轴是水平的;当替换速度是 500m/s 时(图 1b),代表

地下水平界面的同相轴在地震剖面中表现为背斜构造形态;当替换速度是 2000m/s 时(图 1c),对应的同相轴在剖面上显示为向斜构造形态。可见,在此模型中只有当替换速度  $V_r$  与表层速度  $V_0$  一致时,才不会出现构造变异现象。

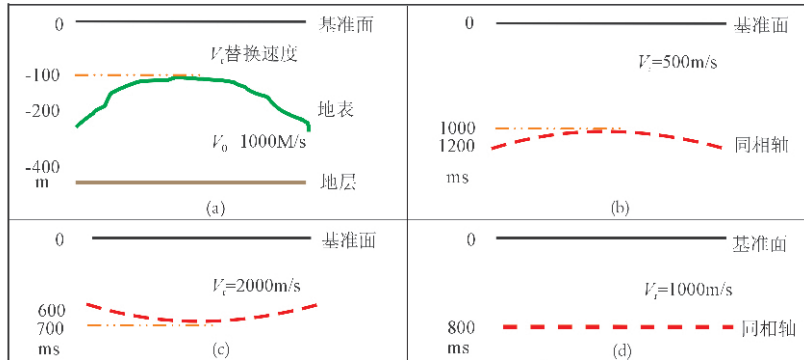


图 1 不同替换速度在高程静校正中得到的不同地震剖面示意图  
(a)地层模型图;(b) $V_r=500\text{m/s}$ ;(c) $V_r=2000\text{m/s}$ ;(d) $V_r=1000\text{m/s}$

图 2 中最终基准面是 0。由于 A 区地表高程起伏变化,而该区地下地层构造几乎呈单斜形态,选取替换速度非常重要。替换速度选取不当就会产生假构造。

图 3~图 5 是替换速度分别选为 400,800,1600m/s 时产生的地震剖面,可以看出替换速度太小会使单斜构造成为背斜构造(图 3),替换速度太大又会使单斜构造成为向斜构造(图 5)。可见,替换速度选取不合适就会产生假构造。

一般地,因替换速度选取不当而造成假构造需两个条件:一个条件是地表高程变化剧烈;另一个条件是存在比较厚的低降速带。当这两个条件同时存在时更容易造成假构造。

对于简单的高程静校正,通常使用低降速带的速度作为替换速度来进行静校正。当最终基准面距离地表太远时,就会出现诸如静校正量过大等一些列问题,使剖面校到最终基准面时会出现大起大落现象。解决此类问题的办法是引入中间基准面,这个

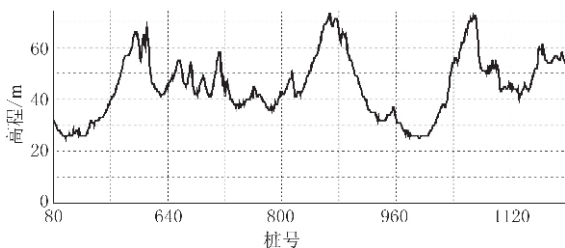


图 2 A 区一条实际测线的地表高程曲线图

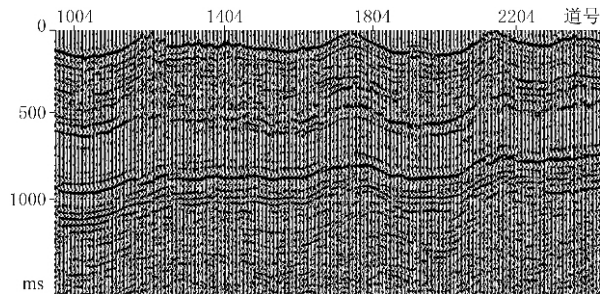


图 3 替换速度为 400m/s 时高程静校正后地震剖面

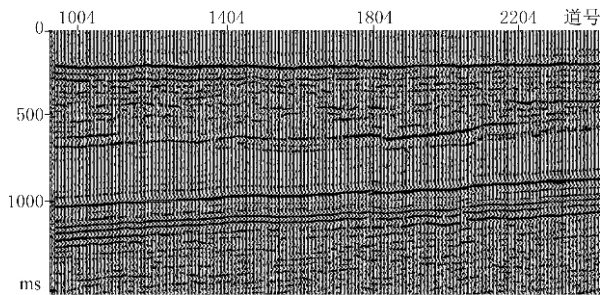


图 4 替换速度为 800m/s 时高程静校正后地震剖面

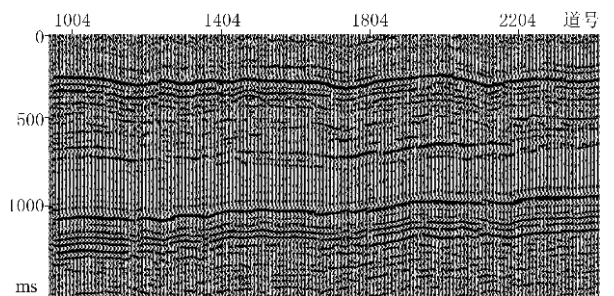


图 5 替换速度为 1600m/s 时高程静校正后地震剖面

中间基准面介于最终基准面与地面之间,且通常是一个平面或者是一个平滑面。由地表校到中间基准面用相当于低降速带的速度来填充,这个速度一般较低。由中间基准面到最终基准面用替换速度来填充,该替换速度可选择相对较大的速度。折射波静校正中广义互换法静校正有类似作用。有关广义互

换法折射波静校正原理此处不赘述。

图 6 是广义互换法折射波静校正产生的近地表模型,其低降速带底界即高速地层顶界的平滑面可作为中间基准面。图 7 是广义互换法折射波静校正产生的地震剖面,从中可见剖面没有出现假构造,也没有出现大起大落现象。

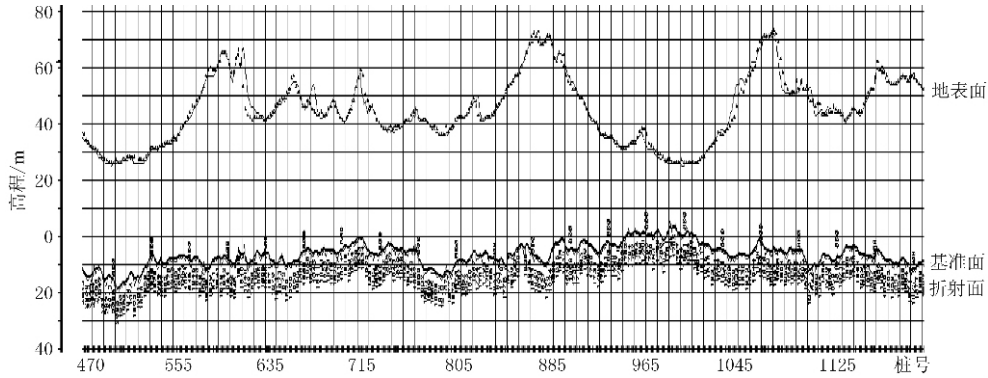


图 6 广义互换法折射波静校正产生的模型( $V_0=800\text{m/s}$ ,  $V_r=1600\text{m/s}$ )

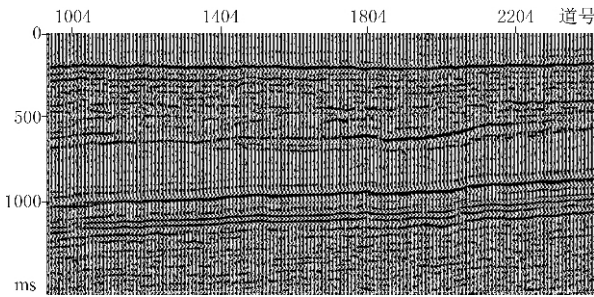


图 7 广义互换法折射波静校正后的地震剖面

### 3 叠加速度对地震数据处理效果的影响

在地震数据处理过程中,需要利用地震勘探的多次覆盖数据求取地下速度信息,再利用求取的速度对 CMP 道集进行 NMO 校正,使得 CMP 道集的同相轴在各个炮检距内都校平,然后叠加得到叠加剖面。因此,叠加速度即是能对 CMP 道集进行最佳叠加的速度。或者说它是利用整个排列长度的数据拟合最佳叠加双曲线来确定最佳的叠加轨迹。然而,在实际应用中,人们经常视叠加速度等同于 NMO 速度。尽管严格地说,NMO 速度是建立在小排列、双曲线旅行时基础上的。

根据地震勘探原理,对于一个常速水平层,反射波旅行时曲线是炮检距的函数,表现为双曲线,其表达式为

$$t^2 = t_0^2 + \frac{x^2}{v^2}$$

式中: $t$  为反射波旅行时; $t_0$  为过反射点沿反射界面法线的双程旅行时; $x$  为炮检距; $v$  为地层速度。此时的正常时差校正量  $\Delta t$  为

$$\Delta t_{\text{nmo}} = t_0 \left[ \sqrt{1 + \left( \frac{x}{v_{\text{nmo}} t_0} \right)^2} - 1 \right]$$

对于单一水平反射层模型,用等于反射界面以上的介质速度就可将反射界面的同相轴校平。对于单倾斜反射层模型,需用介质速度除以地层倾角的余弦才可以将同相轴校平。对于含有任意倾角反射层的地层模型,反射波旅行时方程非常复杂,只有小排列小倾角时才可以假设为双曲线。

从地震数据中估算速度即速度分析的方法包括常速扫描法和相关法。然而受排列长度、叠加次数和信噪比等因素限制,估算速度的精确性受到影响。若叠加速度偏小,则对 CMP 道集进行 NMO 校正过量;若叠加速度太大,就会引起同相轴校正不足。这两种情况都会影响叠加成像效果,严重时还会影响同相轴波组特性,出现串层现象,影响最终解释。

图 8 是某测线由正确的叠加速度产生的叠加剖面,可见剖面中部的倾斜同相轴较连续,信噪比较高。图 9 和图 10 分别是选取正确速度值的 95% 和 105% 时产生的叠加剖面,可见剖面中部倾斜同相轴不够连续,且有些地方还出现严重串层现象。

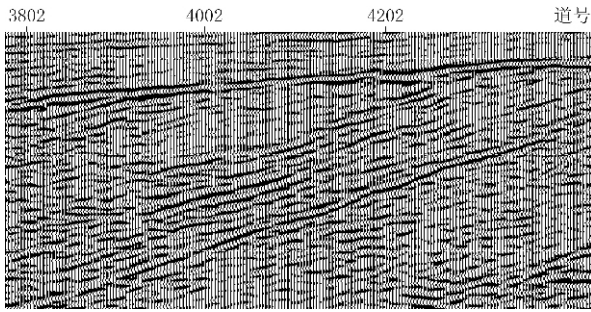


图8 由正确的叠加速度产生的叠加剖面

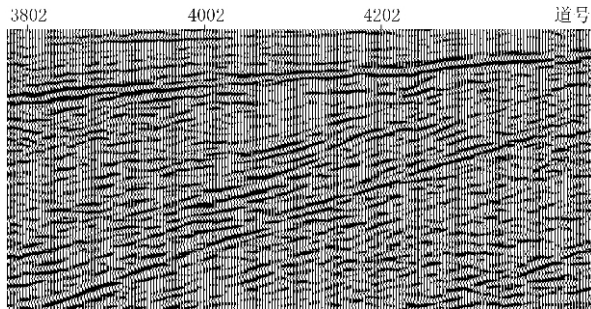


图9 选用正确叠加速度值的95%时产生的叠加剖面  
剖面中部倾斜同相轴出现串层现象

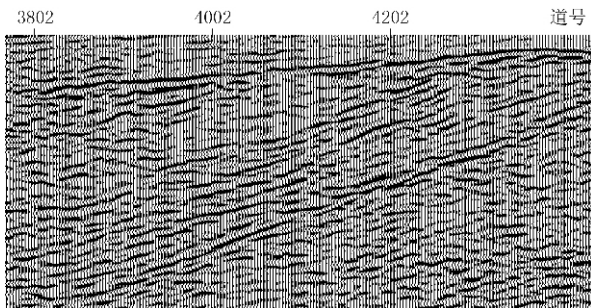


图10 选用正确叠加速度值的105%时产生的叠加剖面  
剖面中部倾斜同相轴很不连续

因叠加速度选取不准而产生串层现象需两个条件:其一为同相轴是倾斜的;其二为叠加道中同相轴的能量主要由CMP道集中的远炮检距道贡献。当这两个条件同时满足时更容易出现串层现象。

众所周知,叠加速度对CMP道集中的零炮检距道不做NMO校正,而对非零炮检距道要进行NMO校正。叠加速度偏小会使远炮检距道NMO校正过头;叠加速度偏大会使远炮检距道NMO校正不足,而且越在浅层越明显。不准确的叠加速度会使叠加剖面的同相轴能量削弱;同时,偏小的叠加速度会使同相轴上移,偏大的叠加速度会使同相轴

下移。这种现象在遭遇AVO异常即远炮检距能量大时表现得更为明显。当地震剖面中存在串层现象时,应认真分析地震数据,必要时可应用常速或变速扫描叠加来求取正确的叠加速度。

## 4 结束语

速度是地震数据处理中最重要的参数。在简单的高程静校正中,利用替换速度换算的静校正量可将地震数据校正到一个统一基准面上,使反射旅行时满足双曲线,此时的替换速度应接近近地表速度。若替换速度选取不合适则可能产生假构造,因此我们应尽可能准确地求取地表和近地表的高程和速度等参数。即使是应用折射波静校正,选取 $V_0$ 速度也应尽可能接近地表速度。多次覆盖技术使得从地震资料中求取叠加速度成为可能,所求取的叠加速度可用于CMP道集的NMO校正,使同相轴在各炮检距段上校平,再通过叠加形成叠加剖面。叠加速度偏小会使CMP道集同相轴校正过量,叠加速度偏大会使CMP道集同相轴校正不足。不精确叠加速度会影响叠加成像效果,如果地下地层是倾斜的,且远炮检距道同相轴能量较大时,欠精确叠加速度还会造成地震剖面中倾斜同相轴的串层现象。

本文是在研究院海外业务部李振勇总工程师的鼓励和帮助下完成的,在此向他表示感谢!

## 参考文献

- [1] 渥·伊尔马滋著. 地震资料处理分析. 北京:石油工业出版社,2006
- [2] 徐常练. 地震波旅行时计算研究现状. SEG第68届年会论文概要,1998
- [3] 林依华,张中杰,尹成等. 复杂地形条件下静校正的综合寻优. 地球物理学报,2003,46(1):101~106
- [4] 何光明,贺振华,黄德济等. 几种静校正方法的比较研究. 物化探计算技术,2006,28(4):310~314
- [5] 潘宏勋,方伍宝. 基于起伏地表的叠加速度分析. 石油地球物理勘探,2008,43(1):29~33
- [6] 蔡杰雄,杨锴. TDO基准面校正方法研究与应用. 石油地球物理勘探,2008,43(4):397~400
- [7] 杜增利,施泽进,尹成等. 折射初至波射线追踪方法研究. 石油地球物理勘探,2008,43(4):401~404
- [8] Promax处理软件使用说明. 2003

(本文编辑:朱汉东)