

# 复杂地表条件下折射静校正技术的应用

段洪有<sup>1 2</sup>, 曾庆才<sup>1 2</sup>, 李琛<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学 湖北 武汉 430074 2. 中石化集团 河南油田分公司 勘探开发研究院 河南 南阳 473132)

摘 要: 简述 CGG 公司处理系统折射静校正技术的基本原理、技术优势及适用条件, 讨论了包括折射基准面在内的几个关键事项对折射静校正的影响, 并通过在山地、沙漠、戈壁等复杂地表地区的应用实例分析了折射静校正所取得的效果。

关键词 地震数据处理 复杂地表 折射静校正 折射基准面

中图分类号: P631.4 文献标识码: A 文章编号: 1000-8918(2005)02-0142-04

在山地、沙漠以及山前戈壁等地区, 受地形起伏和风化层的剧烈变化的影响, 静校正问题十分严重。折射静校正可通过拾取折射波初至时间达到消除低速带影响的目的。

目前国内外有多种折射静校正技术, 如延迟时法、模型曲线法、扩展广义互换法( EGRM )、绿山折射静校正、层析静校正、基于连续速度模型下的反演、交互迭代折射静校正以及包括 CGG 公司在内的各套处理系统自带的折射静校正技术等。然而各种方法都有其适用条件和优缺点, 如层析静校正法, 它不受折射界面的影响, 被认为是解决复杂地区静校正问题的最好方案, 但因理论上的多解性等种种原因至今仍处于研究试验阶段, 无法投入批量生产。

通过多年的实践, 我们发现 CGG 处理系统的折射静校正技术与其他折射静校正相比有其独特的优点: 第一是它对所选取的折射层进行精确的速度分析, 因而能适应同一折射层折射波速度的横向变化; 第二是能解决各种波长的静校正问题, 在没有低速带资料的情况下, 也能正确计算静校正量; 第三是折射波初至的拾取既可以在线性动校正后的单炮上进行, 又可以在共炮点域与共检波点域叠加后的道集中进行, 因此具有方便快捷的特点。以下着重介绍该折射静校正技术的简要原理及实际应用。

## 1 CGG 处理系统折射静校正

### 1.1 基本原理

如图 1 所示, 假设低速带为层状介质,  $Z_s$  为 A 点地表高程,  $Z_w$  为 A 点正下方风化层底面高程,  $v_{wz}$  为风化层速度,  $v_R$  为折射波速度,  $v_r$  为替换速度,  $d$

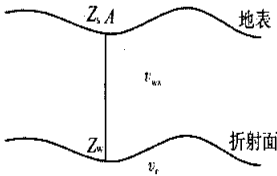


图 1 折射模型

为 A 点延迟时,  $i$  为产生折射的临界入射角。风化层的静校正

$$C_{ws} = (Z_s - Z_w) \left( \frac{1}{v_{wz}} - \frac{1}{v_r} \right). \quad (1)$$

根据几何地震学折射波产生的原理以及折射静校正方程可知, 延迟时

$$d = \frac{Z_s - Z_w}{v_{wz}} \cos i = \frac{Z_s - Z_w}{v_{wz}} \sqrt{1 - \left( \frac{v_{wz}}{v_R} \right)^2}, \quad (2)$$

故来自风化层的静校正量

$$C_{ws} = \frac{v_{wz} d}{\cos i} \left( \frac{1}{v_{wz}} - \frac{1}{v_r} \right) = \frac{v_{wz} d}{\sqrt{1 - \left( \frac{v_{wz}}{v_R} \right)^2}} \left( \frac{1}{v_{wz}} - \frac{1}{v_r} \right) \quad (3)$$

### 1.2 关键工作

#### 1.2.1 折射基准面的选取

浮动基准面包括折射基准面和处理基准面, 折射基准面是为做折射静校正而选取的浮动基准面。根据折射静校正的基本原理可知, 折射波发生在高速层的顶界面, 折射基准面要尽可能与这个界面相一致, 如果差异太大, 在折射基准面与实际的界面间的高差校正量将被误认为是低速带引起的静校正量, 就会导致计算出的折射静校正量与实际不符, 甚至出现明显的假构造等现象, 因此在折射基准面的选取过程中, 要参考低速带、炮点井深及井口时间等

资料,共偏移距剖面,尽可能地将其建立在高速层顶面附近,这也是对一个地区地表结构了解程度的结果。处理基准面是在进行速度分析、剩余静校正等处理过程中所需的浮动基准面,要尽量平滑并确保统一基准面校正后不产生假构造。在纯沙漠地区或地形起伏不大的地区,由于低速带的底面变化平缓,折射基准面就是处理基准面,然而在山地以及沙漠戈壁过渡带等地区,随着低速带底面的剧烈变化,折射基准面和处理基准面将存在很大差异,折射基准面选取的好坏直接影响到折射静校正的效果。

1.2.2 炮点偏移距离的校正

在山地或沙漠地区不可避免的会出现的炮点偏移现象,由于偏离的距离不大,野外可能没有注明,如果不加以校正,会导致折射静校正的不收敛现象以及不正确的折射静校正量,同时也影响了剖面的质量,因此有必要对其进行校正,具体方法是:对于某折射波用该折射波速度线性动校正后的校正量为

$$t = f/v,$$
 (4)

式中  $f$  为炮检距  $v$  为折射波速度。

对于中点放炮,如果存在炮点偏移量  $\Delta S$ ,对同一组折射波线性动校正后,必然一边校正不足,另一边校正过量,如果不存在静校正问题,它们均是水平的。根据线性动校正的原理可知,炮点偏移校正量

$$\Delta t = v\Delta t/2。$$
 (5)

$\Delta t$  是同一炮排列两边同一组折射波线性动校正后的时差。

1.2.3 折射波的选取

单炮中随着偏移距的增大,折射波的速度逐渐增大,其初至依次为低速带、高速层、浅层折射波、中深层折射波。所选取的折射波应该来自高速层顶界面,因而偏移距不能太大,一定要根据对每一偏移距折射速度的扫描来确定折射波速度与偏移距范围。

1.2.4 折射波的静校正

折射静校正所要求的数据可以是进行过野外低

速带校正的,也可以是未做低速带校正的。在共炮点与共检波点域拾取折射波初至前,一定要对折射波进行速度分析,这样既能消除折射波速度的横向变化对折射静校正量的影响,又有利于正确的拾取折射波初至。折射静校正计算中的周期校正参数是为了将拾取的时间上推到起跳的初始时间,过大或过小的周期校正值直接影响到静校正量的大小。对于静校正问题严重的数据,有必要将第一次计算出的折射静校正量施加到地震数据中再进行一次或多次折射静校正。

1.2.5 资料的闭合

静校正量和叠加速度是影响资料闭合的主要原因,因此要保证资料的闭合,必须做到以下几点:①采用的静校正方法要一致。这是由于目前的静校正方法种类繁多,其假设条件与适应条件均不一样,因而所计算出的静校正量存在一定差异;②浮动基准面高程要一致,最好是能在一个地区建立高速层顶界面的区域折射基准面以及区域处理基准面;③折射静校正所采用的是具有稳定高速层的折射波,且主要计算参数要一致;④其他各项基础数据以及叠加速度要正确。

2 应用效果

2.1 对山地资料的处理效果

某测线属于典型的山地资料,地表起伏较大,最大相对高差达 1 300 m,图 2 是该测线地表与 2 次浮

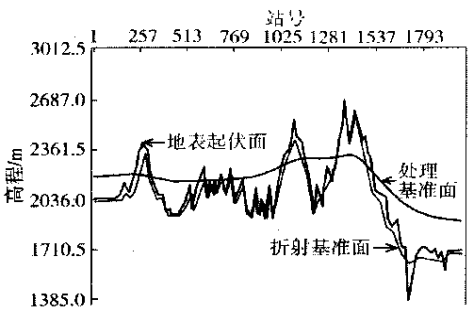


图 2 某山地测线地表与 2 次浮动基准面高和曲线

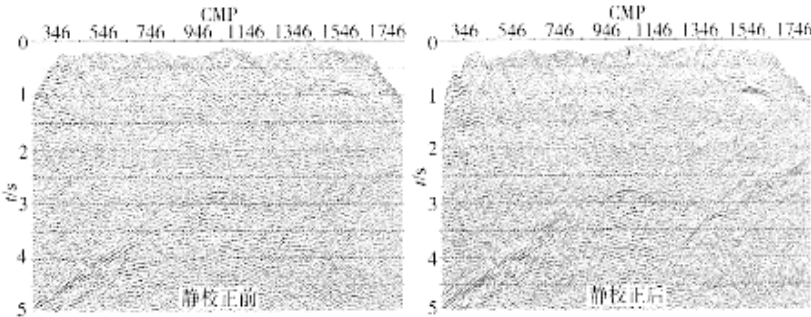


图 3 图 2 测线折射静校正前后的叠加剖面

动基准面高程曲线。除了存在大的高程校正量以外,低速带变化也十分复杂,然而高速层基本稳定,其速度约为 4 000 m/s。在没有低速带资料的前提下,采用了近地表的浮动基准面与折射静校正相结合的办法取得了较好效果。图 3 是该测线折射静校正前后的叠加剖面,从中不难看出剖面左中端取得了一定效果,右端最为显著,折射静校正所取得的效果为处理好该地区的地震资料提供了可靠保证。

## 2.2 对农田、沙漠、山前戈壁过渡带的处理效果

焉耆南部地区是一个地表变化复杂的地区,地表主要有山前戈壁、沙漠和农田,特别是在沙漠区沙丘的相对高差达 200 m,高速层顶面的变化剧烈。该地区的静校正问题是困扰了多年的老问题。经过大量研究分析发现,该地区高速层比较稳定,但横向速度存在一定差异,戈壁区相对较高;农田、戈壁区的高速层顶面变化平缓,但在沙漠区起伏较大,随着地表沙丘厚度的增加,高速层顶面向上拱起。

图 4 是焉耆南部地区某测线折射静校正前后的共偏移距道集,从中可以看出折射静校正量是非常大的,折射静校正的效果是明显的。图 5 是该测线重新处理后的新老剖面对比,剖面中从左到右地表依次为山前戈壁、沙漠和农田,不难看出在桩号 696500 附近老剖面出现了假构造,而在重新处理的剖面中假构造消失了,其根本原因在于:①浮动基准面的选取不同。前者选择了一条平缓的浮动基准面来做折射静校正和其它处理,后者经过大量的分析

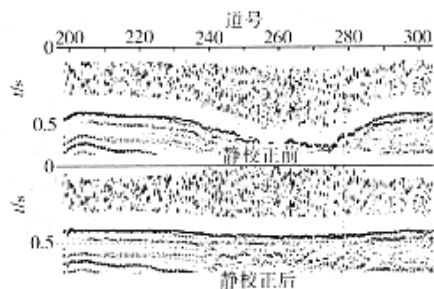


图 4 焉耆某测线折射静校正前后的共偏移距道集

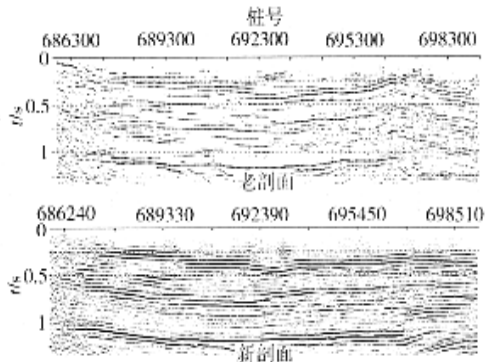


图 5 焉耆某测线重新处理后的新老剖面对比  
研究选择了能大致反映高速层顶面变化的折射基准面和处理基准面;②折射静校正技术不同,前者采用的是其他的静校正技术,而后者采用的是 CGG 处理系统的折射静校正。

## 2.3 对沙漠、戈壁过渡带的处理效果

孔雀河地区地处塔里木沙漠的边缘,地表主要为沙漠与戈壁,沙丘的相对高差达 100 m 左右,由于

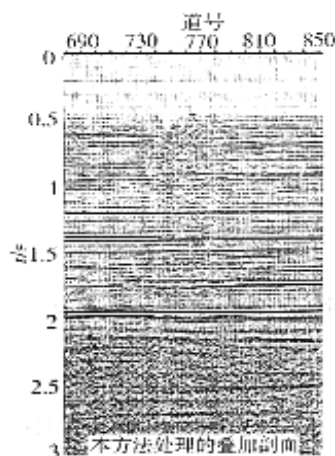
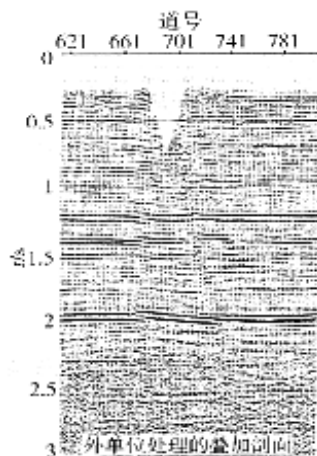


图 6 孔雀河外单位处理的叠加剖面与用本方法进行静校正处理后的剖面对比

涉及到沙漠与戈壁的过渡问题,其静校正问题比纯沙漠资料要复杂。通过分析发现该地区的高速层比较稳定,高速层顶面平缓,因此处理中选择的折射基准面实际上也是处理基准面。图 6 是该地区某测线外单位处理的叠加剖面与用本方法进行静校正处理后的剖面,从中可以看出前者由于静校正问题未解

决好而出现了假断层,后者静校正问题得到较好解决,同相轴连续可靠。

## 3 结束语

折射静校正是解决静校正问题的关键部分。目前解决复杂地表条件下静校正问题的技术很多,作

为其中之一。CGG 处理系统折射静校正技术取得了意想不到的好效果,包括剖面效果与整体的闭合效果,合理选择好折射基准面及折射静校正各项参数是关键,特别是它还具有易操作、方便快捷等特点,是值得一试的静校正技术。

参考文献 :

[ 1 ] 熊翥. 中国西部地区物探工作的思考[ J ]. 石油地球物理勘探 , 2000 ,35( 2 ) :257 -270.  
[ 2 ] 陈启元 ,王彦春 ,段云卿 ,等. 复杂山区的静校正方法探讨[ J ].

石油物探 ,2001 ,40( 1 ) :73 -81.  
[ 3 ] 王彦春 ,苑春芳. 静校正及神经网络处理技术[ M ]. 北京 :地质出版社 ,2000.  
[ 4 ] 王翠华. 折射静校正应用研究[ J ]. 石油物探 ,2000 ,39( 4 ) :107 -113.  
[ 5 ] 许亚军 ,徐子伯 ,魏庚雨 ,等. 塔里木复杂地表地区静校正问题的处理及效果[ J ]. 石油地球物理勘探 ,1996 ,31( 4 ) :483 -494.  
[ 6 ] 李培明 ,李振华 ,祖云飞 ,等. 模型约束的三维初至折射静校正[ J ]. 石油地球物理勘探 ,2003 ,38( 2 ) :199 -202.  
[ 7 ] 华勇. 折射层析静校正方法及其应用效果[ J ]. 勘探地球物理进展 ,2002 ,25( 5 ) :52 -54.

THE APPLICATION OF REFRACTION STATIC CORRECTION UNDER COMPLEX SURFACE CONDITIONS

DUAN Hong-you<sup>1 2</sup> ZENG Qing-cai<sup>1 2</sup> ,LI Chen<sup>2</sup>

( 1. China University of Geosciences ,Wuhan 430074 ,China ;2. Institute of Exploration and Development ,Branch Corporation of Henan Oilfield ,SINOPEC ,Nanyang 473132 ,China )

**Abstract :** This paper describes in brief the basic principle ,technical advantage and applicable conditions of the refraction static correction technique in CGG processing system ,and deals with the influence of some key factors including the refraction datum level upon the refraction static correction. Exemplified by the application of this technique in mountainous areas ,deserts and gobi areas ,the paper also analyzes the results of the refraction static correction.

**Key words :** seismic data processing ;complex surface ;refraction static correction ;refraction datum level

**作者简介 :** 段洪有( 1964 - ) 男 ,高级工程师。1986 年毕业于华东石油学院物探专业 ,一直从事地震资料处理方法研究 ,现为中国地质大学在读研究生 ,公开发表学术论文数篇。

上接 141 页

THE APPLICATION OF NATURAL SOURCE SURFACE WAVE FREQUENCY-WAVES METHOD

DING Lian-jing ,RAN Wei-yan  
( ( Beijing Institute of Geo-exploration Technology ,Beijing 102218 ,China )

**Abstract :** The natural source surface wave frequency-waves ( NSSWF ) method is a new geophysical method deriving surface wave signals from natural source. In recently years ,based on the learning of foreign files and analysis of the fundamental characteristics of surface wave ,the authors have successfully developed the field observation and collection system and data processing system. Through testing large quantities of known holes ,the field observation technique of stochastic matrix has been set up alongside with the test of the above method.

**Key words :** natural source surface wave ,frequency-waves ,Rayleigh wave

**作者简介 :** 丁连靖( 1967 - ) 男 ,北京市顺义区人。1989 年毕业于长春地质学院物探专业 ,现任北京市地质勘察技术院华清地热开发有限公司工程师、技术负责 ,主要从事天然源面波的理论研究及地热井前期物探勘查工作 ,公开发表学术论文数篇。