

文章编号:1671-6833(2013)01-0121-04

# 沿层微测井插值方法反演复杂地区近地表模型

刘志怀<sup>1,2</sup>

(1. 河南理工大学 现代教育技术中心, 河南 焦作 454000; 2. 哈密职业技术学校, 新疆 哈密 839000)

**摘要:**复杂地区近地表低降速带速度和厚度剧烈的横向变化会导致严重的静校正问题. 为了解决这类静校正问题, 提出利用调查点的微测井信息, 沿近地表构造变化趋势构建近地表模型, 并将其作为层析成像反演技术的初始模型, 来改善反演的准确性. 通过修改模型并进行多次迭代来最终得到准确的近地表模型, 然后利用该近地表模型计算出静校正量. 实际应用表明, 该方法能够有效解决复杂地形地区的静校正问题.

**关键词:**微测井; 层析成像反演; 静校正; 近地表模型

**中图分类号:** TD173; P65

**文献标志码:** A

**doi:**10.3969/j.issn.1671-6833.2013.01.029

## 0 引言

随着地震勘探工作的不断深入, 黄土塬、沙漠和山地等具有复杂近地表条件的地区逐渐成为未来勘探的主要区域. 在复杂地表条件的地区, 近地表低降速带速度和厚度的横向变化会在地震剖面上产生严重的静校正问题, 这会影响构造的成像质量, 甚至产生假构造. 因此, 建立合理准确的近地表速度和厚度模型来解决静校正问题是地震资料处理过程中极其重要的一个环节.

为了解决静校正问题, 在野外采用例如微测井、小折射、浅层反射、面波勘探等方法能够较为准确地给出局部某个位置的近地表低降速带信息; 在室内地震资料处理中基于初至时间的折射波和层析成像的反演技术能够反演出某个区域内的近地表模型. 由于近地表条件极其复杂, 综合利用各种技术和地质、地球物理数据来建立近地表模型已经被很多学者所采用<sup>[1]</sup>. Robert Ley 等<sup>[2]</sup>和 Ralph Bridle 等<sup>[3]</sup>对利用微测井、反射波的折射信息、沙丘曲线等方法建立的沙特阿拉伯盆地的近地表模型进行了研究; 梁承敏等<sup>[4]</sup>综合利用小折射、大折射、微测井资料和双程旅行时间曲线法来反演低降速带表层结构模型; 孙维昭等<sup>[5]</sup>提出将微测井技术与层析反演方法相结合, 利用微测井资料进行层析反演建立高分辨率近地表速度

模型, 求取表层速度和厚度参数并用于静校正处理. 在近地表条件不是很复杂的地区, 该方法能够得到较为满意的结果; 然而, 当近地表低降速带速度和厚度横向变化非常剧烈时, 仅仅利用局部几个位置点的微测井资料来准确建立一个区域内的近地表模型将会非常困难.

笔者提出了利用微测井资料沿地震构造解释层来建立复杂地区近地表初始模型, 所得到的模型更符合地质沉积原理, 然后利用该方法得到的模型作为层析成像反演方法的初始模型, 将有助于层析反演技术准确反演近地表模型, 进而解决静校正问题. 实际应用结果表明, 该方法能得到满意的结果.

## 1 原理方法

### 1.1 微测井方法

微测井方法是近地表调查中获得表层低降速带速度和厚度最直接的方法之一. 微测井方法是根据野外钻井观测取得不同深度点的时间数据, 然后对这些时深关系进行处理和解释, 得到调查点处的速度和厚度. 由于微测井方法只能获得调查点处局部的近地表信息, 如果要想得到一个面上的区域近地表信息, 需要测量多个调查点, 然后通过某种插值算法根据这些控制点信息进行插值, 来得到一个面的近地表信息.

收稿日期: 2012-10-10; 修订日期: 2012-12-26

基金项目: 河南省国际合作项目基金资助项目(104300510033)

作者简介: 刘志怀(1963-), 男, 安徽蚌埠人, 河南理工大学高级工程师, 主要从事矿物勘测后期处理及数字影像方面的教学和研究工作, E-mail: liuzh1188@163.com.

## 1.2 层析成像静校正技术

层析成像技术是一种利用大量炮点和检波点综合观测结果求取速度与反射系数分布的方法<sup>[6]</sup>.层析反演的目的是获得一个与观测到的折射波到达时间吻合最好的近地表模型.在层析技术中,地下介质被分解为面元,层析的目标是求解每个面元的速度.根据初始近地表模型,从炮点到接收点的射线路径是由位于不同面元中的射线段组成,根据各个面元中射线段的长度和各个小面元的速度计算折射波的波至时间.在观测到的折射波波至时间与初始近地表模型的正演得到的初至时间之间进行比较.然后用得到的时间差对初始近地表模型进行校正或修改.反复迭代这个过程,直到时差足够小或者多次迭代之间不再改变为止<sup>[7]</sup>.具体流程如图1所示.

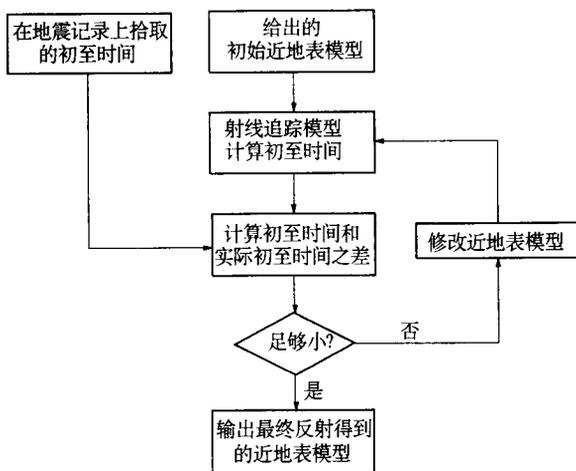


图1 传统层析成像反演流程

Fig.1 The flow of conventional tomography inversion

## 1.3 微测井信息和层析成像联合反演近地表模型

在层析成像静校正技术中,初始模型是根据现有资料确定的,它对反演的结果起着非常重要的作用.一个符合近地表构造趋势的初始模型,能够帮助层析成像反演技术得到满意的近地表模型;相反,如果初始近地表模型与实际的地下构造相差较大,很难获得满意的静校正解.因此,对于初始近地表模型的构建应该非常小心.

笔者提出利用微测井信息,沿近地表构造层位来建立初始近地表模型.这种方法根据沉积学原理来构建初始模型,它能与地下构造相吻合,因此可以避免构建出的初始模型与实际模型相差较远而导致层析成像结果失败,具体的实现过程如图2所示.

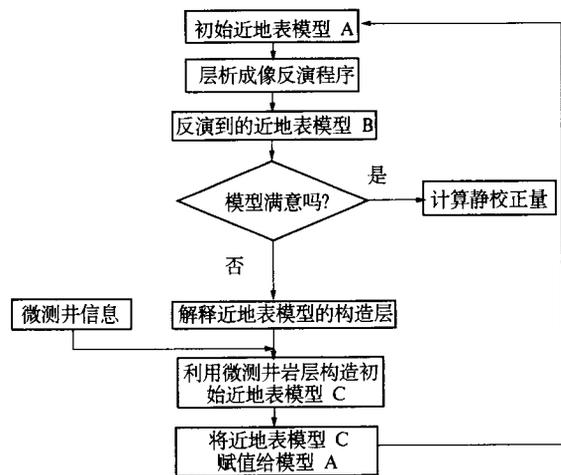


图2 新的层析成像反演技术流程

Fig.2 The flow of new tomography inversion

第一步,根据微测井信息,通过线性插值的方法,构建一个初始近地表模型A;

第二步,利用初始近地表模型A作为层析成像静校正方法的初始模型,反演出更为准确的近地表模型B;

第三步,沿着近地表模型B,解释近地表地下的构造层位;将模型D赋值给模型B,转到第三步;

第四步,利用微测井信息,沿着第三步解释的构造层位进行沿层插值,得到近地表模型C;

第五步,将近地表模型C做为初始模型,再进行层析成像反演,反演出新的近地表模型B,新反演出的近地表模型B会更准确;

第六步,如果新的近地表模型B比较理想,输出;否则,直至反演出满意的近地表模型.

## 2 实际应用效果及分析

在试验区内,地表起伏剧烈,高程变化较大,相对高差达到了140 m,近地表结构较为复杂,既有巨厚的黄土覆盖,也有高速岩石裸露,近地表低速带厚度及速度横向变化较大.采集到的地震数据信噪比较低,静校正问题严重.工区内有5个调查点的微测井信息可以利用.

为了验证笔者给出的方法的效果,作者利用试验区内5个观测点的微测井信息和上文给出的方法,解释了其地下构造层位的变化趋势;然后,沿着层位建立了近地表模型,并作为层析成像静校正方法的初始模型来反演近地表模型,进而计

算静校正量. 图 3 和图 4 分别给出了一条检波线的近地表速度和厚度模型. 图 5 给出了利用笔者给出的方法反演得到的最终的近地表模型, 从图上可以看出, 反演得到的近地表模型的变化趋势和地表高程的变化趋势非常的吻合, 由此可知反演结果的准确性, 图 5(d) 给出的静校正量也与图 5(a), (b), (c) 的变化趋势是一致的. 图 6 是经过高程校正后的单炮记录, 图 7 是利用笔者方法校正后的单炮记录. 对比这两个图可以看出, 初至变得非常的光滑, 畸变的有效波形也得到了恢复. 图 8 是应用高程静校正后的叠加剖面, 图 9 是经过传统层析反演技术的叠加剖面, 图 10 是利用笔者给出的方法得到的叠加剖面. 对比图 9 和图 8 可以看出, 剖面图 9 比图 8 的地下构造成像质量已经有了明显改善, 然而, 再对比图 10 和图 9, 可以看出, 图 10 的地震同相轴与图 9 相比更光滑, 连续性更好, 更有利于同相轴的追踪解释, 说明本方法能够更好地解决复杂地形地区的静校正问题.

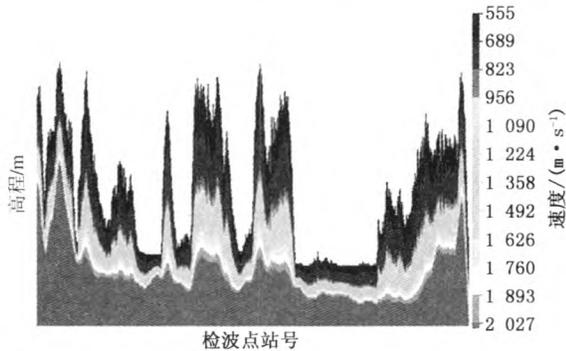


图 3 利用微测井信息沿层构建的初始近地表速度模型  
Fig. 3 Initial near-surface velocity model constructed with micro-logging information along horizon

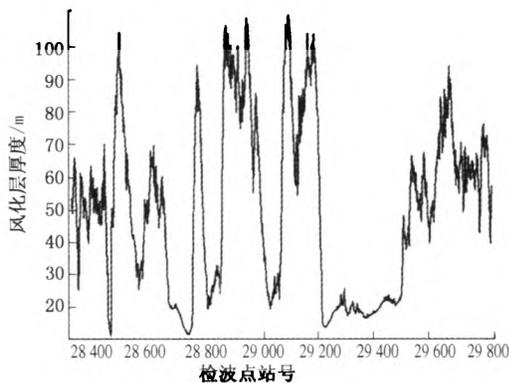


图 4 利用微测井信息沿层构建的初始近地表厚度模型  
Fig. 4 Initial near-surface thickness model constructed with micro-logging information along horizon

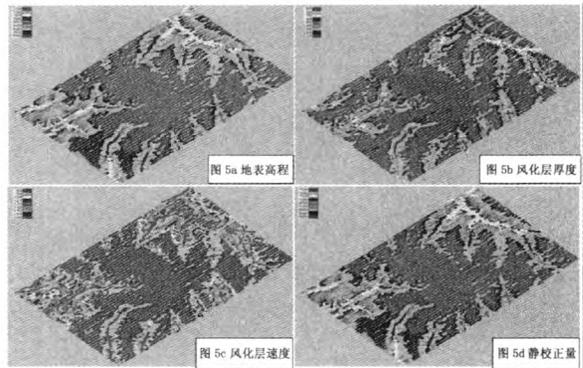


图 5 反演出的近地表模型  
Fig. 5 Near-surface model result by inversion technology

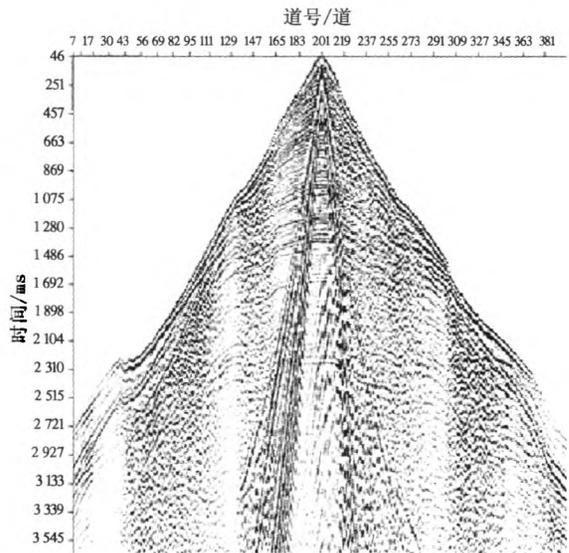


图 6 高程静校正后的单炮记录;  
Fig. 6 Shot gather with elevation statics

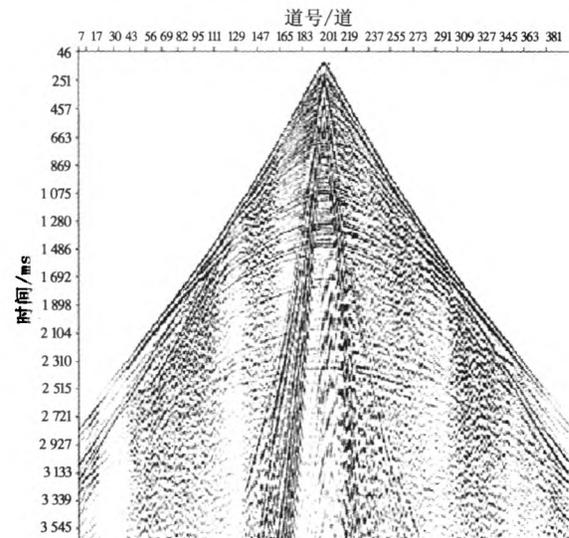


图 7 本文方法校正后的单炮记录  
Fig. 7 Shot gather with our statics

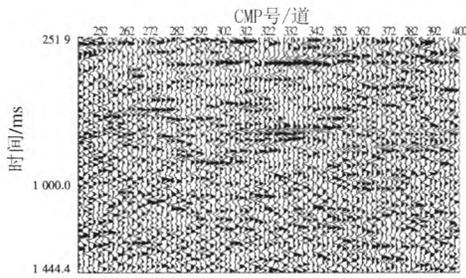


图8 高程静校正叠加剖面

Fig. 8 Stack section with elevation statics

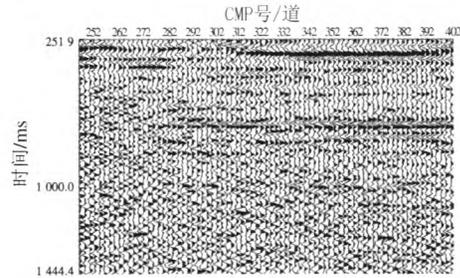


图9 传统层析成像反演静校正叠加剖面

Fig. 9 Stack section with conventional tomography statics

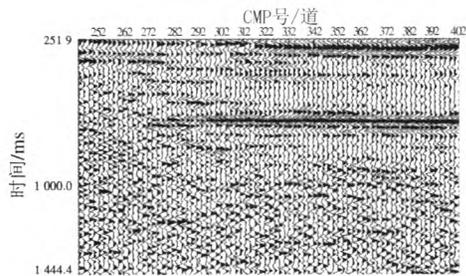


图10 本文方法得到的静校正叠加剖面

Fig. 10 Stack section with our statics

### 3 结论

笔者提出的利用微测井信息,并沿地震构造

解释层来构建复杂地区近地表初始模型方法能够建立更合理的风化层模型.实际应用表明,利用笔者提出的方法所建立的初始近地表模型能够更好地帮助层析成像反演技术解决复杂地区的静校正问题.

### 参考文献:

- [1] 李卫忠.复杂地表地区近地表模型与静校正[J].油气地质与采收率,2007,14(3):73-93.
- [2] LEY R, BRIDLE R, AMARASINGHE D, et al. Development of near surface models in Saudi Arabia for low relief structures and complex near surface geology[C]// Expanded Abstracts of 73rd Annual Internat SEG Mtg. Texas; Society of Exploration Geophysicists 2003: 1992-1995.
- [3] BRIDLE R, LEY R, AL-MUSTAFA A, et al. Evolution of a near-surface model in all area of complex topography[C]// Expanded Abstracts of 75 rd Annual Internat SEG Mtg. Texas; Society of Exploration Geophysicists 2005: 2225-2229.
- [4] 梁承敏,薛为平,邵雨.综合建模静校正技术在低幅度构造研究中的应用[C]//CPS/SEG北京2003国际地球物理会议暨展览.北京:[出版者不详],2003.
- [5] 孙维昭,谷跃民,徐刚,等.高分辨率近地表速度模型重建极在静校正中应用[J].地球物理学进展,2010,25(5):1757-1762.
- [6] SHERIFF R E. Encyclopedic dictionary of exploration geophysics[M]. [S. l.]: Soc. Expl. Geophys, 1991.
- [7] COX M. 反射地震勘探静校正技术[M] 李培明,柯本喜,译.北京:石油工业出版社,2004.

## Near-surface Model Inversion in Complex Terrain Area by Along-horizon Interpolation Method

LIU Zhi-huai<sup>1,2</sup>

(1. Department of Morden Educational Technology Centurer, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China; 2. Engineering Education Department, Hami Occupation Technical School, Hami 839000, China)

**Abstract:** Sharp lateral variation of weathering-layer velocity and thickness in complex terrain area can cause serious statics problem. To solve the statics problem of this kind, a method which uses the micro-logging information to build near-surface model along the variation tendency of subsurface structure is introduced. The near-surface model which has been built by the method is input as the prior-information of tomography inversion method to improve the accuracy of inversion result. The results show that the method is available in real example of seismic data processing.

**Key words:** micro-logging; tomography inversion; static correction; near-surface model