

## 焉耆盆地低信噪比地震资料处理方法

段洪有 朱丕跃

**摘要** 根据焉耆盆地低信噪比地震资料的特点,进行了大量的分析、试验,设计了一套以交互迭代静校正技术、随机干扰和线性干扰的压制技术、地表一致性振幅处理技术、子波归一化处理及叠后f-x域预测去噪技术等处理方法为主的低信噪比地震资料处理框架。通过实际资料的处理见到了明显的效果。

**关键词** 焉耆盆地; 信噪比; 静校正; 干扰; 子波; 振幅

### LOW SIGNAL-TO-NOISE RATIO SEISMIC DATA-PROCESSING TECHNIQUE FOR YANQI BASIN

*Duan Hongyou, Zhu Peiyue*

(The Petroleum Office of Province Henan, Nanyang 473132)

**Abstract** In view of the low signal-to-noise ratio seismic data character of Yanqi basin, the author made large quantities of analyses and tests and, on such a basis, designed a low signal-to-noise ratio seismic data-processing framework dominated by such processing methods as interactive iterative static correction technique, the technique for suppressing stochastic interference and linear interference, surface compatibility amplitude processing technique, wavelet normalization processing and denoise technique of post-interactive f-x domain prediction. Practical data-processing has proved the framework to be evidently effective.

**Key words** Yanqi basin; signal-to-noise ratio; static correction; interference; wavelet; amplitude

焉耆盆地位于我国新疆维吾尔自治区中部,其北部是天山山脉,南部是塔里木盆地,焉耆盆地面积1.3万km<sup>2</sup>,是天山褶皱带中的一个山间盆地,盆地内有河流、农田、沼泽,湖泊、沙漠、戈壁等陆上复杂地形和地貌。在此地区进行地震采集得到的资料信噪比很低,有的测线横穿沙漠、戈壁等区域,震源类型和接收系统也不一致,因此,给地震资料处理工作带来了很多困难。经过近几年的努力,我们研究和摸索出了一套低信噪比地震资料处理方法,在实际应用中取得了较好的效果,本文就一些关键处理方法做一介绍。

## 1 处理方法

针对焉耆盆地低信噪比地震资料的特点,我们主要在静校正、去噪、地表一致性振幅处理、子波归一化处理等技术上做技术攻关,进行处理方法和处理流程的优选。

### 1.1 静校正方法

焉耆盆地地表起伏大，风化层变化剧烈，采用小折射或微测井数据无法求准基准面静校正量，在这种情况下剩余静校正量将超过反射波形的1/2周期，应用剩余静校正方法不能取得满意的效果。

经反复试验证明，交互迭代静校正方法是解决这一问题的有效手段。这种方法假设折射层是相对稳定的，其变化是比较平缓的。静校正量就是由折射界面以上地层速度和厚度变化所引起的地震波传播时间的差异量。该方法的基本原理是：如果折射面以上不存在静校正问题时，拾取到的共偏移距初至曲线应是平缓的，曲线之间是大致相互平行的。当折射面以上由于速度和厚度的变化存在静校正量时，该折射层的共偏移距初至曲线大致是一致的。对这些共偏移距初至曲线进行拟合，计算炮点、检波点静校正量，若静校正后的共偏移距初至曲线变得平缓，说明静校正量比较正确。否则，对静校正后的共偏移距初至曲线再次拟合，如此迭代，至到满意为止。图1为交互迭代静校正的处理效果。

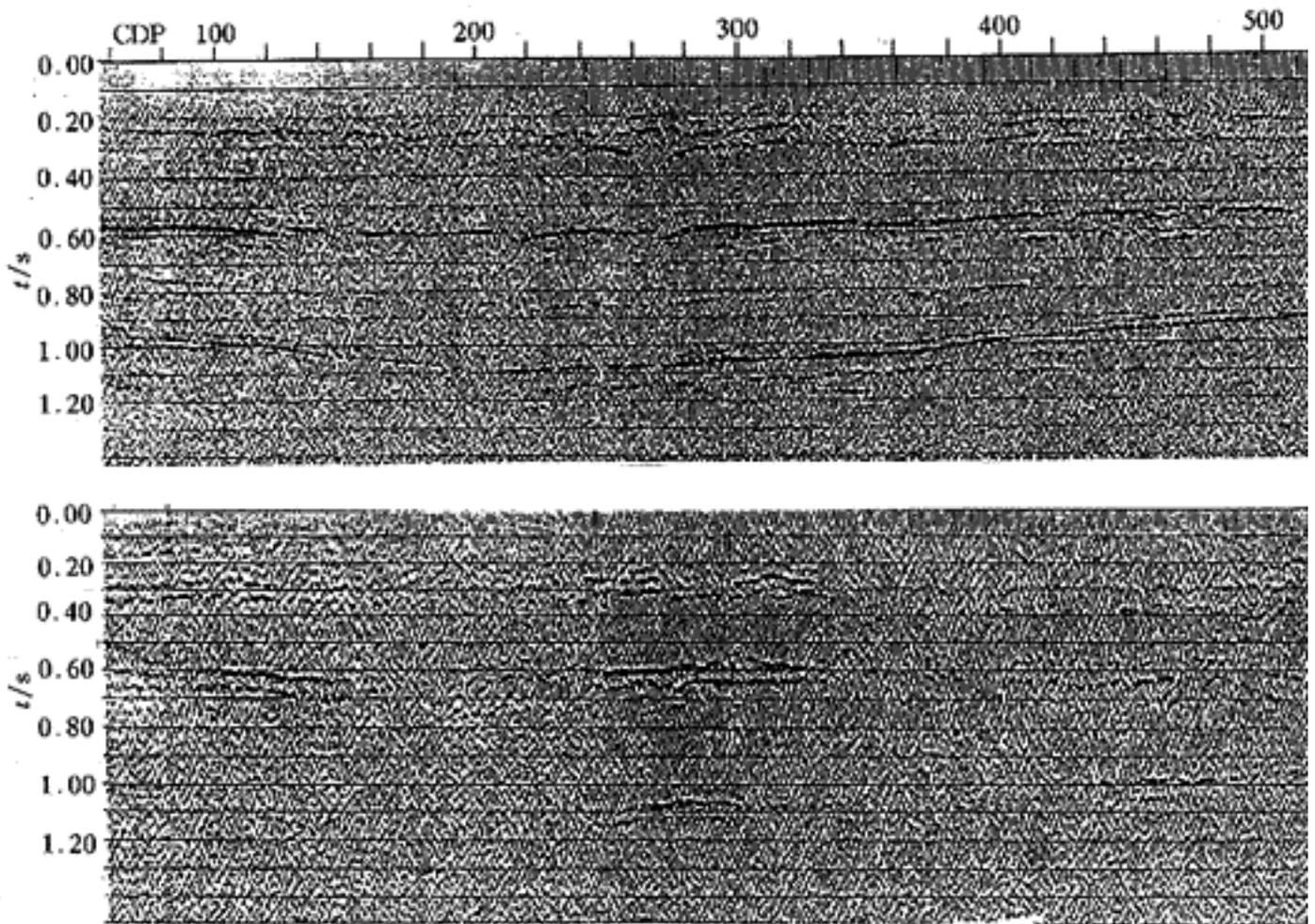




图1 交互迭代静校正的处理效果(CDP间距25m)  
a—交互迭代静校正后的叠加剖面；b—常规静校正后的叠加剖面

## 1.2 叠前去噪

焉耆盆地的地震记录上的噪声主要有3种类型：随机干扰、野值干扰和线性干扰等，针对这些干扰的特点，选取合适的处理方法给以压制。叠前随机干扰压制方法较多，但以三维随机噪声压制效果最佳。该方法是利用炮序的叠前数据体重构三维叠加数据体，具体做法是：将经过剩余静校正后的共中心点道集返回到炮域，而将按顺序排列的单炮作为纵轴，将每炮中的地震道作为横轴，形成两个方向的平面。每炮中具有相同道号的地震道与按顺序排列的单炮形成三维“叠加”数据体进行三维去噪处理。

野值干扰的压制选用双向去噪进行。该方法使用相对能量判别准则，在时间和空间两个方面按一门宽计算平均振幅值或中值振幅值，从而确定标准振幅函数，依据标准振幅函数确定时空变化的样点振幅门坎，超过该门坎的样点则认为有野值干扰，对其进行压制，使其不对叠加起大的破坏作用。

由于地表条件的复杂性，线性干扰波非常强，从单炮上根本看不到有效反射波，选用f-k滤波、倾角滤波等方法给以去除效果总是不理想。为此，我们对Grisys处理系统中的线性干扰的自动识别和去除模块进行研究试验，收到了比较好的效果。线性干扰的自动识别和去除有2个假设条件：干扰波同相轴为线性的，视速度不同于有效

波。该方法的基本思想是：利用自动识别技术，识别出线性干扰位置和视速度，并采用线性预测方法，预测出线性干扰波的变化规律，去除线性干扰。被去除的部分主要集中在干扰波覆盖区域，其它部分则不受影响。图2为利用该方法去噪的效果对比，从图中可以看到，去噪效果非常好。

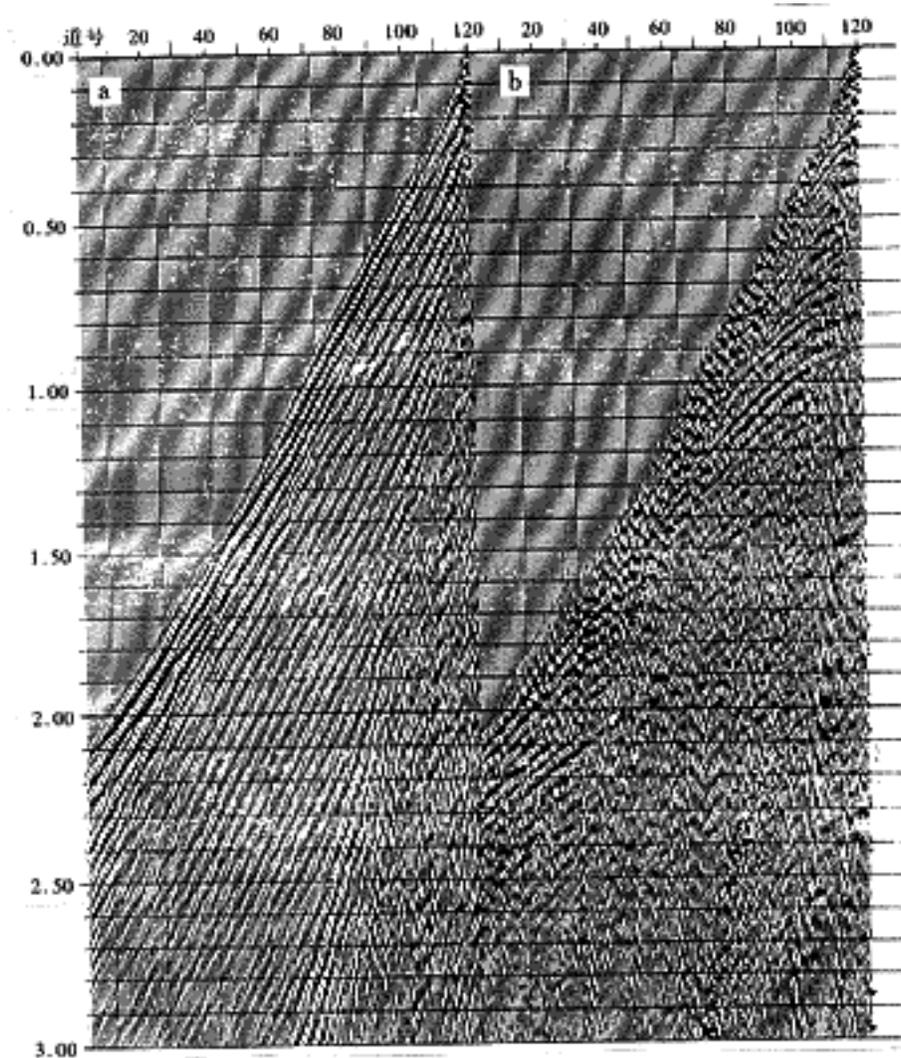


图2 线性干扰的去除效果(CDP间距50m)  
a—线性干扰去除前；b—线性干扰去除后

### 1.3 地表一致性振幅处理

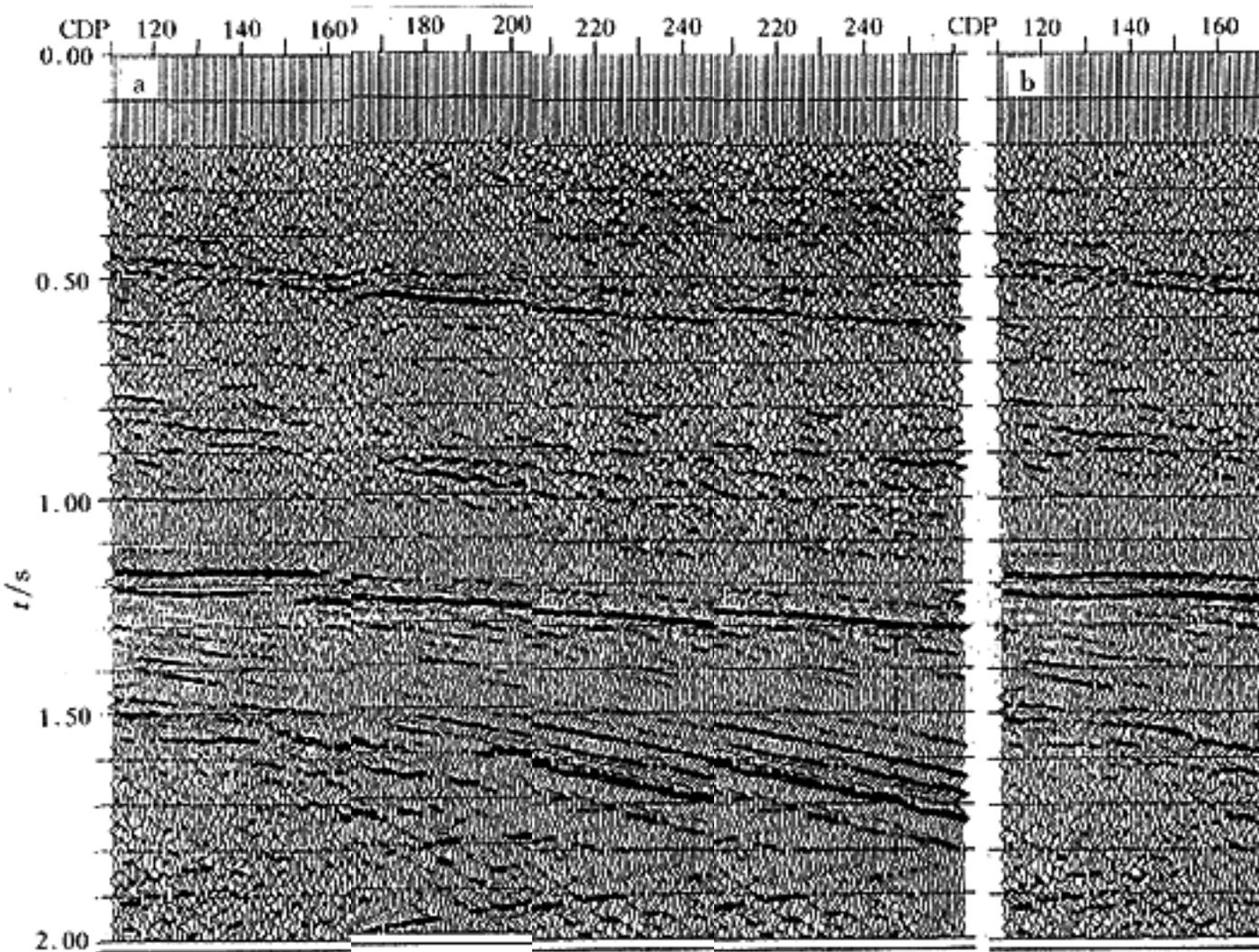
通常的振幅补偿方法是对原始地震数据做球面发散补偿，消除波前扩张和吸收因素的影响，然而这种补偿方法没有考虑到地表条件的非一致性，给不同炮点、检波点以及同一炮内的不同道之间带来的能量不均。这种情况既会影响叠加质量，也达不到高保真处理要求，因此应选用地表一致性振幅处理，使得不同炮、不同检波点之间能量变化得以补偿，达到高保真处理要求，提高叠加质量。

### 1.4 多种激发和接收条件下的子波归一化处理技术

在焉耆盆地地震资料采集中，激发震源主要有炸药、可控震源、汽枪3种类型，接收仪器和检波器类型也有所不同。这些因素造成了地震记录中子波的不一致性，使在

同一测线拼接处叠加效果变差。另外，在测线交点处也难以闭合，对此，我们开发了子波归一化处理技术。其具体做法是：在测线拼接处选择整形算子计算点，要求在该点有两种震源记录且都具有较高的信噪比。以陆上震源记录作为期望输出，以其它震源记录作为期望输入求误差最小平方匹配算子。用所得算子对被整形记录做滤波处理。

图3是一个对比实例。剖面上CDP116~170的数据是陆地记录，是炸药震源激发所得，CDP170~260的数据是在湖中记录的，是汽枪震源激发所得。从图中可以看到，经子波归一化处理，剖面上的相位差基本消除了，叠加效果变好。



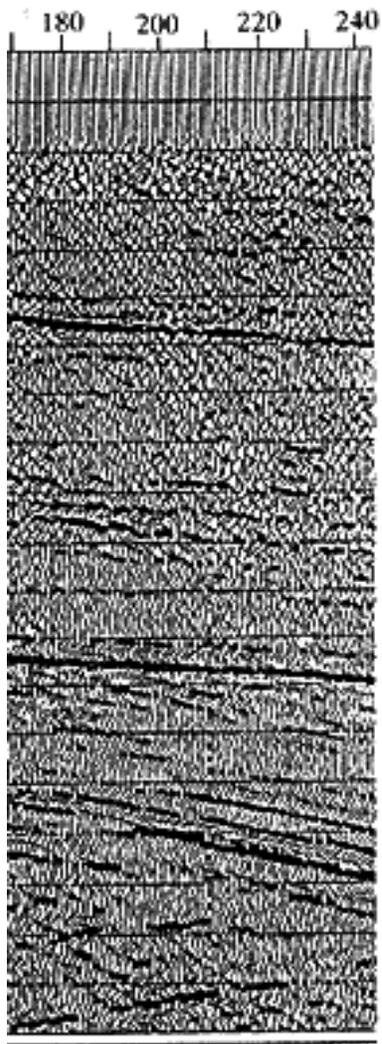
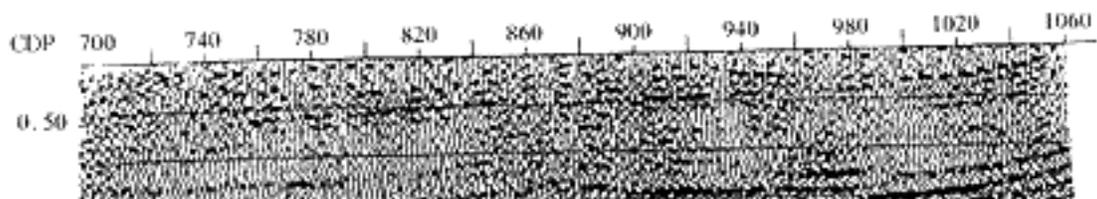


图3 子波归一化处理效果(CDP间距25m)

a—未做子波归一化处理的叠加剖面；b—做子波归一化处理的叠加剖面

### 1.5 叠后去噪

提高信噪比在叠加后实现起来要简单一些，主要是压制随机噪声，基本假设条件是信号在空间上是相关的、渐变的和可预测的。我们现有的去噪手段主要有f-x域预测去噪，f-k域去噪，径向预测滤波，相干信号增强等，f-x域预测去噪是我们应用较多的压制随机噪声手段，效果也比较理想。图4是一去叠加后f-x域去噪实例。



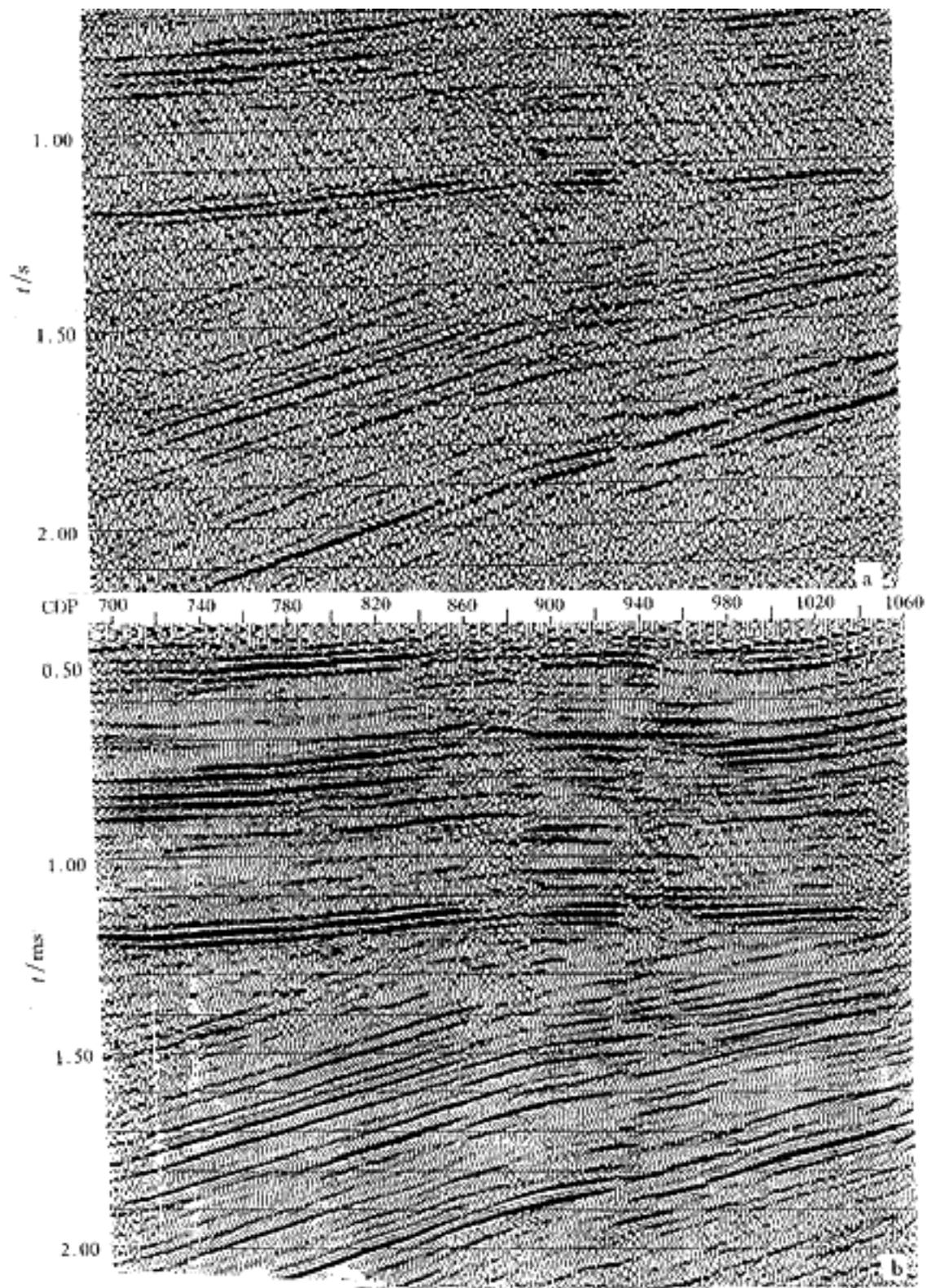


图4 去噪与未去噪叠加剖面的对比(CDP间距25m)  
a—未做去噪的叠加剖面；b—f-x域预测去噪后的叠加剖面

## 2 处理效果分析

图5为焉耆盆地低信噪比地震资料处理流程，按此流程对该区2000多公里资料进行了处理（包括重新处理的），取得了较好的效果。图6是一处理实例，测线穿越沙山区域，图中a是1994年处理的叠加剖面，处理流程中没有用叠前去噪和交互迭代静校正技术，剖面信噪比很低，无法用于地质解释。图中b为按图5处理流程处理的最终叠加剖面，剖面效果得到了很大改善，主要目的层（1.0~1.8s）的同相轴连续可靠，得到了地质解释人员的认可。

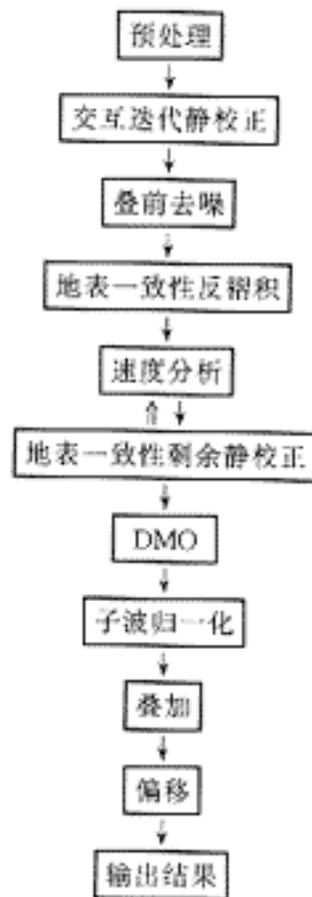
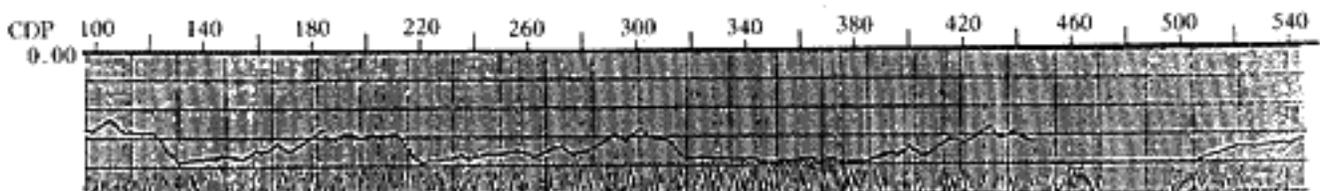


图5 焉耆盆地低信噪比地震资料处理流程



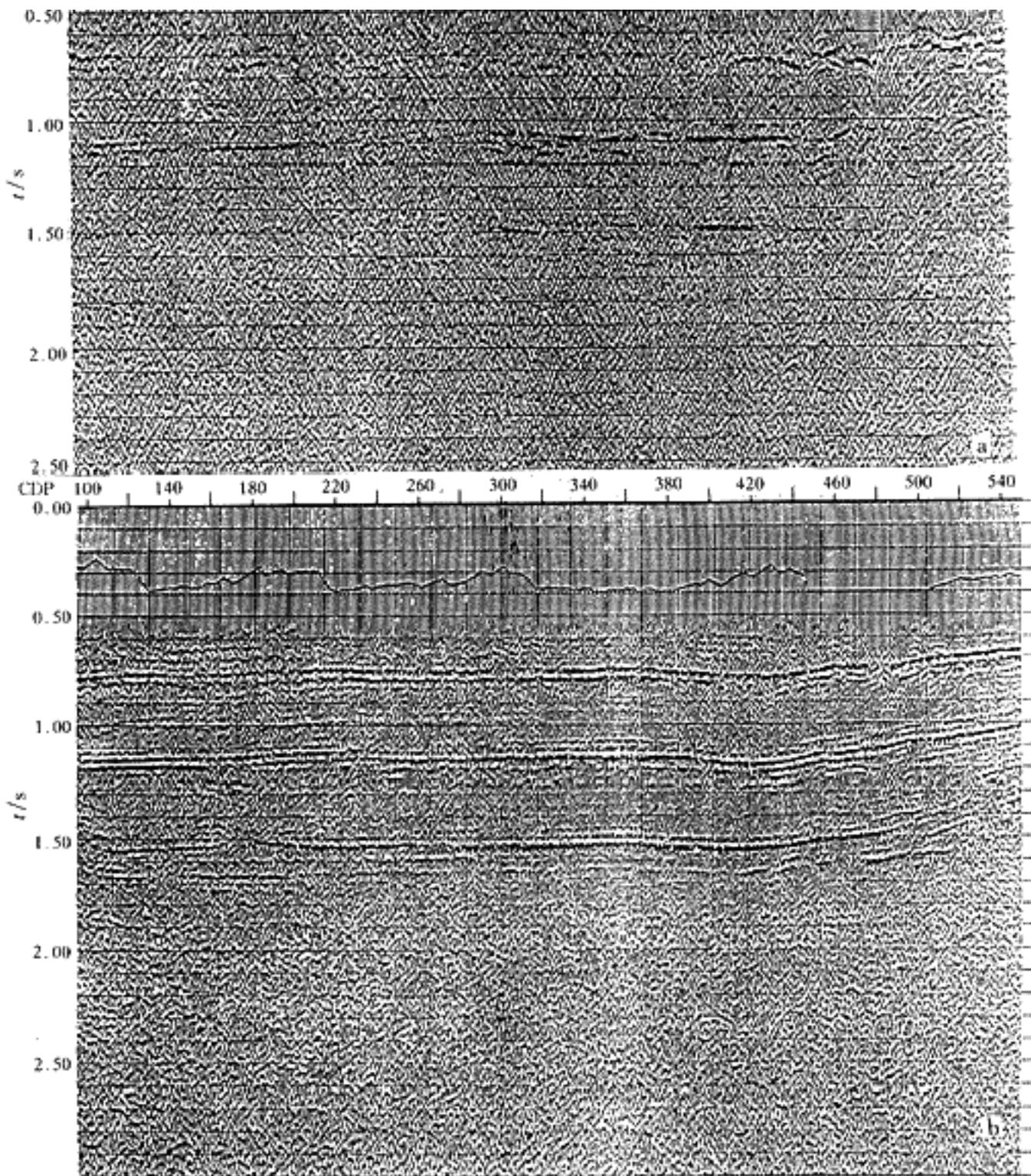


图6 按图5流程处理的叠加剖面与1994年剖面的对比(CDP间距25m)  
a—1994年处理的剖面；b—本次按图5流程处理的剖面

### 3 结束语

通过近2a的研究，焉耆盆地低信噪比地震资料处理已经取得了一定的成果，并且在实际应用中取得了很好的效果。该区低信噪比处理流程的确立，为今后进一步进行复杂地区地震资料处理打下了良好的基础。但是，目前的处理中还有许多问题没有解决，比如多折射层存在的静校正问题，弯曲测线的静校正问题等，还有待于今后继续努力，不断探索新的处理方法和处理流程，使低信噪比资料的处理技术日臻完善。

作者简介：段洪有，男，1964年生，工程师，1986年毕业于华东石油学院物探专业，现在河南石油勘探局地调处物探研究所从事地震资料处理工作，公开发表论文数篇。

作者单位：河南石油勘探局，南阳 473132

### 参考文献

- 1 王彦春，余钦范，李峰，等著.交互迭代静校正方法.石油物探，1998.37(2)：63-70
- 2 伊尔马滋渥著.地震数据处理.黄绪德，袁明德译.北京：石油工业出版社，1994
- 3 牟永光，等.地震勘探资料数字处理方法.北京：石油工业出版社，1981

1998年12月29日收稿，次年1月28日收修改稿。