

· 经验交流 ·

利用地震资料约束反演预测地层压力

刘火祥*

(辽河石油勘探局勘探开发研究院)

摘 要

刘火祥. 利用地震资料约束反演预测地层压力. 石油地球物理勘探, 1995, 30(3): 400~404, 350

以往利用地震资料预测地层压力时所用的速度参数由速度谱拾取, 密度参数由经验公式计算获取。这样求取的密度参数不能反映地层岩性的横向变化。尤其是此法只限于单井预测, 因此, 预测的地层压力精度受到限制。

本文利用地震资料反演方法, 通过给定的初始地层岩性模型, 将测井数据作为反演约束条件, 求取地层物性参数, 然后作出预测地层压力剖面。应用实例表明, 用该方法预测的地层压力精度较高, 而且沿横向可以对比、追踪地层压力的变化情况。

主题词 地震记录 反演 地层压力 速度 密度 模型

ABSTRACT

Liu Huoxiang. Formation pressure prediction using restrained inversion of seismic data. OGP, 1995, 30(3): 400~404, 350

In general formation pressure prediction using seismic data, the needed velocity data are taken from velocity spectrum, and the density data are derived from empiric formula. Such density data fail to incarnate lateral lithology variation. Especially this method only applies to single borehole prediction, so the predicted formation pressure is not accurate enough.

My formation pressure prediction by seismic inversion needs an initial lithology model and uses logging data as inversion constraint to evaluate formation physical-data, which are then used to draw predicted formation pressure section.

Real examples show that this new method gives accurate formation pressure prediction, showing lateral pressure variation.

Subject heading: seismic record, inversion, formation pressure, velocity, density, model

地层压力是油田开发工程中的重要参数, 对于待开发的油田, 如果已知油藏的压力分布情况, 则有利于布置开发井和准确地配制钻井泥浆。这样, 既能避免泥浆比重不合适堵死油藏, 又可提高钻井速度和油气的采收率。

* Liu Huoxiang, Institute of Exploration and Development, Liaohe Oil Administration, Liaoning Province, Postcode: 124010

本文于 1994 年 8 月 3 日收到。

早在70年代,W. R. Fillipone(1979)就提出了利用层速度计算地层压力的方法。在80年代,国内各大油田也作了大量的研究工作,主要是利用速度谱作单点预测,但精度较低,不能满足工程的需要。因此,本文采用反演方法,在合理的参数范围内,反复修改给定的初始地层岩性模型,求取与地震记录最佳拟合的合成记录,来提取地层的物性参数,然后求取地层的压力。应用实例的结果表明,预测的地层压力精度较高。

方法原理和实现

预测地层压力通常以压实原理为基础。W. R. Fillipone(1979)提出了如下计算公式,即

$$P_{\text{mpr}} = \frac{v_{\text{max}} - v_{\text{int}}}{v_{\text{max}} - v_{\text{min}}} \text{obpr} \quad (1)$$

式中

$$\text{obpr} = p_h \bar{v} \quad (2)$$

为上覆地层的压力;而

$$p_h = 0.1h \quad (3)$$

为流体静压力; v_{max} 为地层压力最大时的速度; v_{min} 为地层压力最小时的速度; v_{int} 为地层的层速度; \bar{v} 为地层的平均速度; h 为地层的埋藏深度。 v_{max} 和 v_{min} 按下式计算

$$v_{\text{max}} = 1.4v_0 + 3kt$$

$$v_{\text{min}} = 0.7v_0 + 0.5kt$$

式中: v_0 为在均方根速度 t_0 时刻的截距; k 为速度随时间的变化率; t 为地震波的旅行时。

根据预测的地层压力和该地层的埋藏深度,可计算出钻井前配制的泥浆比重,即

$$\rho = p_{\text{mpr}}/h$$

综上所述,预测地层压力步骤如下:

(1)通过速度和密度测井资料,建立初始地层岩性模型;如果没有测井资料时,也可用人工解释的粗略地层岩性模型作为初始模型。

(2)根据初始地层岩性模型和地震子波(可人为提供或用别的方法提取)制作合成记录。

(3)将合成地震记录与实际地震记录进行对比,计算出对应地震道的均方根速度误差。如果速度误差没有达到给定的要求,修改初始地层岩性模型,然后重复(2)、(3)步,直到合成地震记录与实际地震记录相似程度达到要求为止,才能输出地层岩性参数。

(4)预测地层压力和钻前配制泥浆的比重。

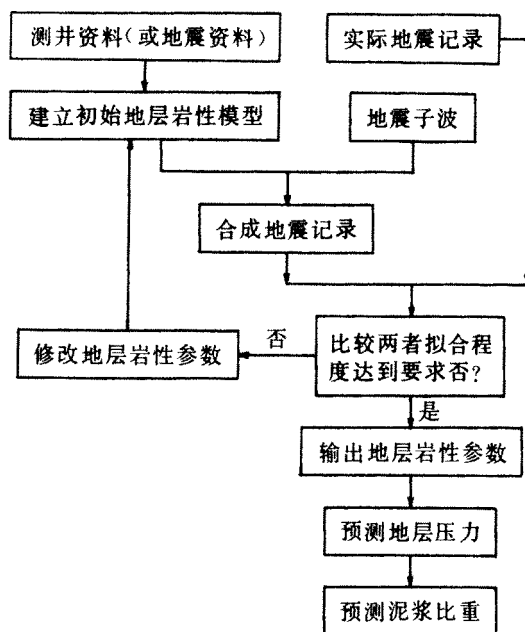


图1 预测地层压力的原理示意图

利用地震资料约束反演进行地层压力预测的流程示于图 1 中。

应用实例效果分析

例 1 在 KL 地区,408 测线通过 LC3 井,此井无声波测井资料,只有 VSP 数据。在反演时,初始地层岩性模型由解释人员提供,密度参数采用经验公式计算,速度参数用该区的区域平均层速度。图 2 是反演后的层速度曲线与 LC3 井 VSP 实测获得的层速度曲线对比情况。从图中可以看出,反演后的层速度曲线与 VSP 测井获得的层速度曲线吻合较好,这说明该方法的精度较高,并具有较强的适用性。

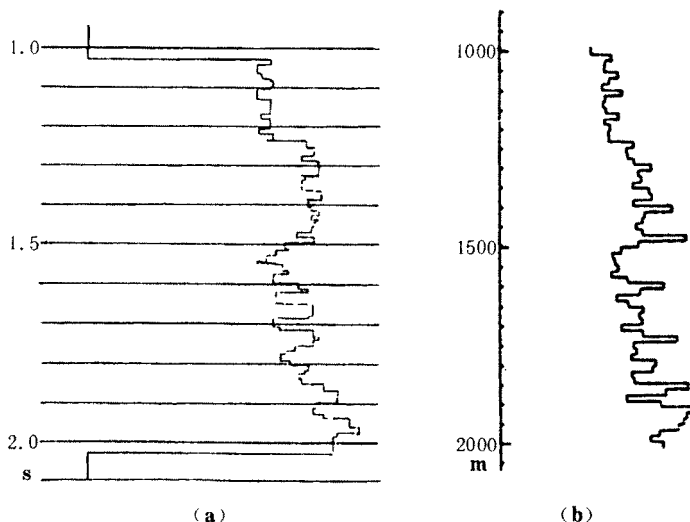


图 2 408 测线反演后的过井层速度曲线(a)与 LC3 井层速度曲线(b)的对比

例 2 图 3 是 SFT 地区 480 测线的预测地层压力剖面图。该测线穿过茨 34-202、茨 38-202、茨 40-202 井,这三口井均作了试油压力实测,其实测压力值与预测压力值的对比情况示于表 1 中。

表 1 480 测线预测地层压力与实测地层压力值的对比

井 号	CDP 位置	地层深度 m	实测地层压力 $\times 98.0665\text{kPa}$	预测地层压力 $\times 98.0665\text{kPa}$	对比结果
茨 34-202	278	2 100	217.35	212~238	吻合
茨 38-202	303	2 200	224.00	238~265	误差较小
茨 40-202	318	2 290	238.00	238~265	吻合

从表 1 中可以看出,用本文所述方法预测的地层压力值与实测地层压力值基本吻合。图 4 是 480 测线的预测泥浆比重剖面。

例 3 图 5 是 DMT 地区 79 测线的预测地层压力剖面,该剖面在 CDP 621 左右(时深约 1.6~1.8s)地层压力明显增高,经钻井资料证明,这是由于受下伏泥岩地层穿刺的影响引起的。图 6 是 79 测线的预测泥浆比重剖面。

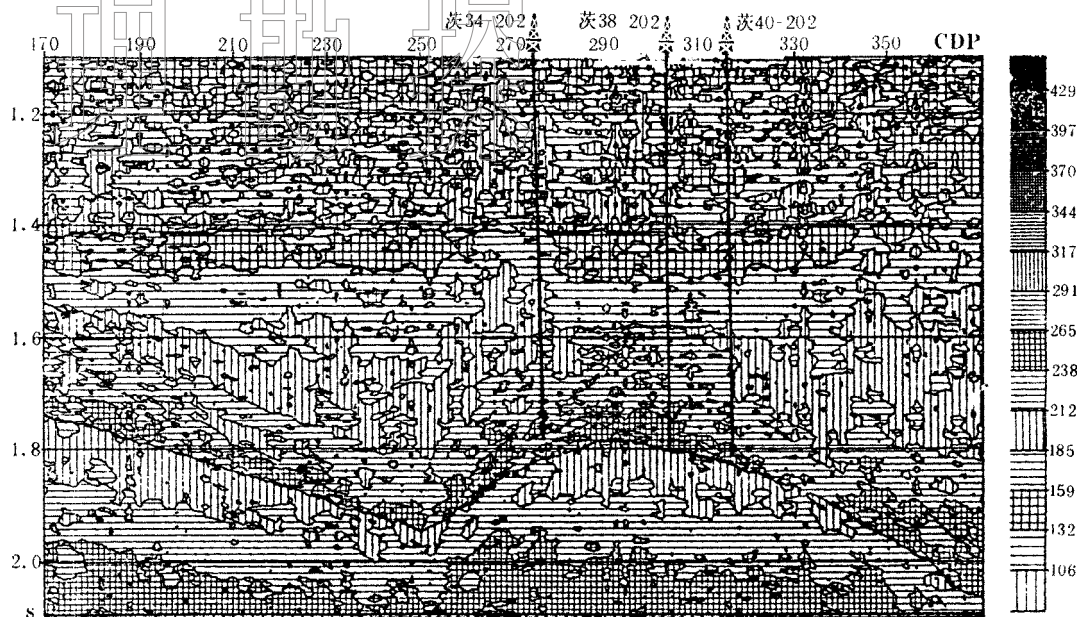


图3 480测线的预测地层压力剖面

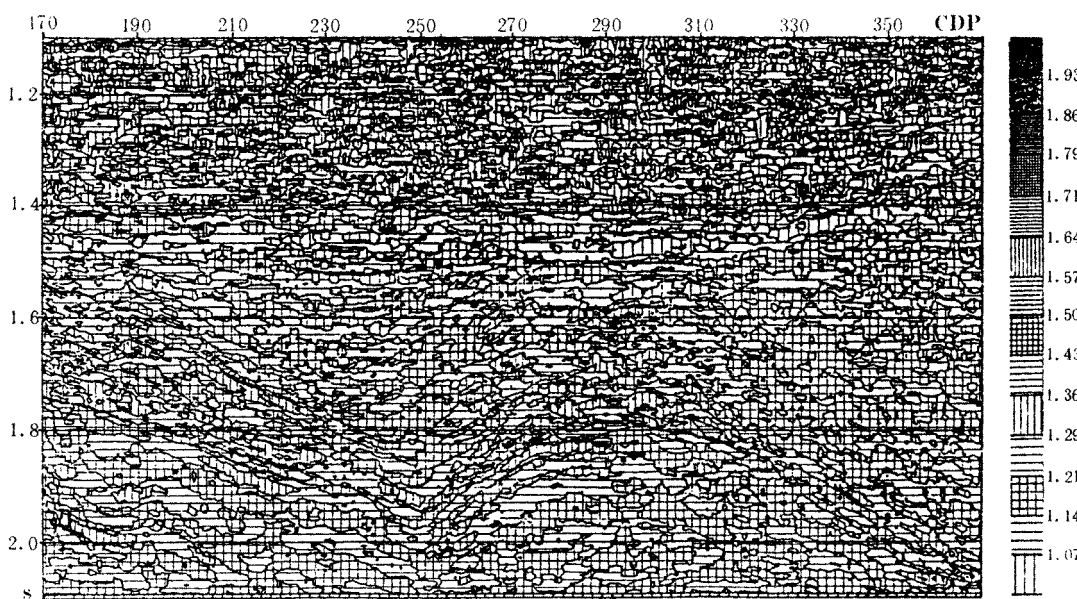
图中右侧色标数据 $\times 98.0665 \text{ kPa}$ 

图4 480测线的预测泥浆比重剖面

图中右侧色标数据的单位为 g/cm^3

从上述例子可以看出,用该方法求取的地层压力剖面,均反映了地层压力随深度增加而增大的规律。

另外,此方法可根据需要对未知地区作单点地层压力预测,也可预测整个地区的地层压力分布情况。这种地层压力剖面在横向上可以对比追踪,对研究油气储层压力的变化和进行油气藏开发具有重要意义。

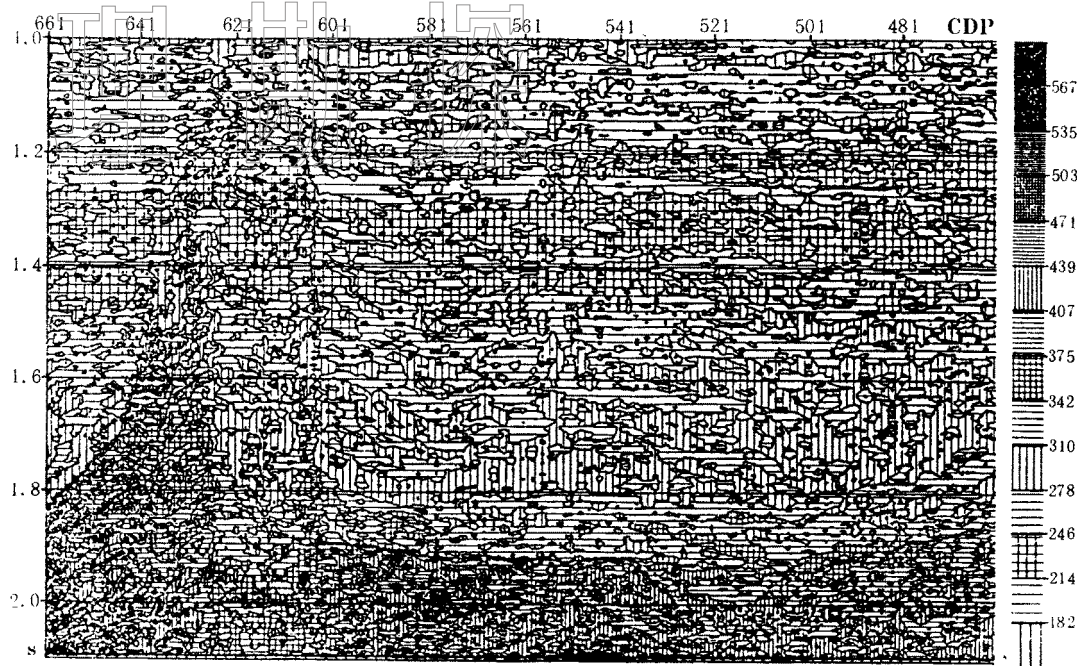


图5 79测线的预测地层压力剖面

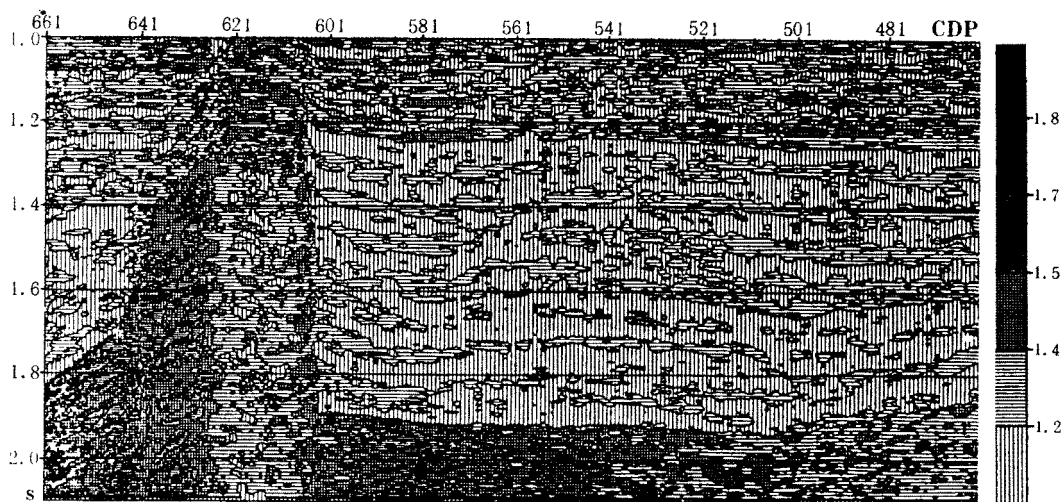
图中右侧色标数据 $\times 98.0665\text{kPa}$ 

图6 79测线的预测泥浆比重剖面

图中右侧色标数据的单位为 g/cm^3

结束语

本文根据地震资料,用反演方法预测出地层的物性参数,然后再预测地层压力,它具有下述特点:

(1)克服了只靠单点速度谱和单井预测地层压力的局限性,不仅提高了纵向分辨率,而且对同层压力分布情况可横向对比追踪;

(下转第350页)