

# 时移地震流动单元解释的分析与实现

郑晓月

(商丘师范学院计算机科学系,河南 商丘 476000)

**摘要:**时移地震又称四维地震,是近些年发展起来的前沿物探技术。本文分析了时移地震中用到的关键技术;给出了其流动单元的概念和具体定义流动单元的数据结构;重点阐述了在剖面或切片上解释流动单元时增加解释点的实现方法。通过一个具体的实例数据展示了处理效果。

**关键词:**时移地震;流动单元;解释点;采集

**中图分类号:** TP273\*5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-0844(2010)03-0226-05

## Analysis and Realigation of the Flow-units Interpretations in Time-lapse Seismology

ZHENG Xiao-yue

(Department of Computer Science, Shangqiu Normal University, Henan Shangqiu 476000, China)

**Abstract:** Time-lapse seismology is an advanced geophysical technology which is called 4-D seismology in recent years. In this paper, some key technologies are analyzed, the concept and concrete data structure of flow-units in time-lapse seismology are given. Simultaneously, the way how to increase interpretation points on sections and slices during flow-units interpretations are discussed detailedly. The treatment effects are shown based on an actual example also.

**Key words:** Time-lapse seismology; Flow-unit; Interpretation point; Acquisition

## 0 引言

时移地震就是利用多次采集的时移地震资料,结合岩石物理和生产动态数据,通过提取和综合分析各种敏感属性,分析和解释油气藏动态、进行油藏模拟处理分析,以确定剩余油的分布范围、指导开发井的部署和调整、提高采收率。因此时移地震方法开始越来越广泛应用于油藏监测、基础测量和监测测量,近年来得到长足的发展。壳牌(Shell)和英国石油公司(BP)曾认为时移地震技术的应用有可能会使采收率提高15%左右<sup>[1]</sup>。本文是西安科技大学 Windows 平台上三维交互式地震资料解释系统的一部分。

## 1 时移地震技术概述

### 1.1 岩石物理技术

对于时移地震技术而言,岩石物理技术是连接地震响应和油藏参数(如压力、流体饱和度等)的桥梁。人们注意到近几年来实际的时移地震响应变化往往大于实验室中观测到的由流体以及压力变化引起的响应变化;另外通过油藏模型的正演发现,当油藏的厚度和调谐厚度相近时引起的变化比速度的变化大得多。这主要是因为速度的变化会导致调谐位置的变化,这和地震的主频有关<sup>[2]</sup>。这样,当两次地震响应相减时差异就比较大。因此当进行时移地震的可行性分析时,必须考虑油藏本身的变化以及油藏的其他参数,如厚度以及地震主频。时移地震可行性研究综合考虑了岩石物理、地震资料的品质及油藏的若干信息和条件。

### 1.2 采集技术

近几年来,时移地震技术多应用在重复采集的

三维区中。采集技术方面的进展相对缓慢。人们通常把在同一地区不同时期采集的数据称为继承性数据(Legacy Data)。这种数据往往在采集时没有考虑到时移地震技术的应用。显然继承性数据的成本最低。另外一种采集方式为目的性重复采集,即在已有的三维区为了时移地震技术的应用进行另一个时间的采集,这种数据的成本次之,但其重复性相对比较好。如果把检波器永久固定在同一个位置,在不同时间进行地震波激发,称之为永久性检波器的采集,其成本最高<sup>[3]</sup>。

在采集设计上,目的性重复采集主要要求检波器以及炮点尽量保持一致。GPS技术的发展使这种一致性比较容易达到。在采集方面,Western Geco近年推出的Q系统应该说是一个重大的进展,这种采集系统采用了高密度网格数据接收,从而将响应的重复性和位置的重复性问题变成相同位置如何取舍检波器数据进行处理的问题。

### 1.3 处理技术

处理技术基本分为两大类。第一类为均衡处理技术,即在完成常规处理后为了提高可重复性,对不同时间的地震响应进行匹配,或者说互均衡,目的是使油藏以外的差异性变小,而油藏位置上的差异性比较大<sup>[4]</sup>。有了相同面元的数据体就可以进行互均衡处理。互均衡处理有时很难消除处理过程中的差异,很多情况下要对原始数据体重复进行处理。这种重新处理的过程使用常规的处理流程就可以完成,但其处理参数和原则与三维处理方法不同,主要包括噪声的独立消除、相同的叠加速度以及相同的偏移距、相同的网格生成以及相同的偏移速度。

### 1.4 时移地震解释技术

时移地震数据经过处理后再确定对应油藏的地震响应变化。如何把这些变化和油藏工程的信息结合起来去解决油藏工程中的问题是时移地震的关键,这方面的工作近几年正在研究之中。

时移地震技术在油藏动态描述中起着重要的作用,能认识储集层内流体的运移,优化油田生产。通常老油田有较完整的数据,如井、地震和工程数据,可综合用于油藏描述,更好地认识地震异常,并与测井数据获取的储层特征相关联<sup>[5-6]</sup>。

## 2 时移地震流动单元解释

### 2.1 时移地震流动单元解释参数设置

本系统的时移地震流动单元解释中需要对解释点、线、面的颜色、大小等解释参数进行恰当的设置,

以便在形成图件的时候更利于观察。参数设置对话框如图1所示。

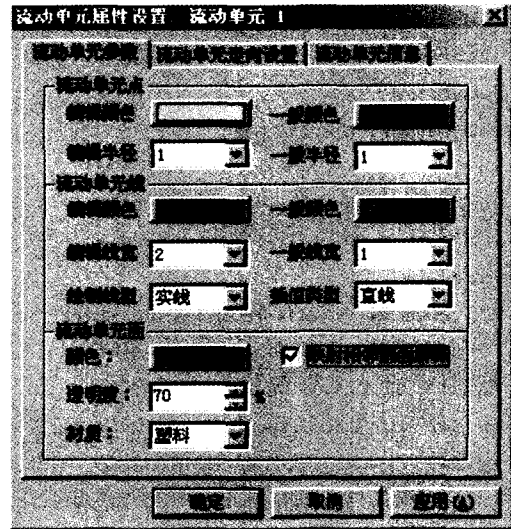


图1 时移地震流动单元解释参数设置

Fig. 1 The flow-unit parameter setting in time-lapse seismology.

### 2.2 时移地震流动单元解释

图1的流动单元点、线、面都是我们要处理的对象,可以采用图2的数据结构来描述它们,定义流动单元类CQISSegFlowUnit。其中StSeedType是解释点结构体,定义如图2(b)所示。StFlowUnitPara是流动单元属性结构体,定义如图2(c)所示。

在剖面或切片上解释流动单元时需要利用增加解释点的方法实现。首先要判断要增加的解释点不在当前剖面或者切片上,如果在,就分在侧面或者在剖面上两种情况来进行解释;否则什么也不做,直接返回。具体的算法如下所示:

```
int InsertVex( StSeedType seed)
{
    int result = 0;
    if (! checkSam( seed))
    { //解释点不在剖面或切片上
        m_Seed. CrosslineNum = -1;
        m_Seed. InlineNum = -1;
        m_Seed. TimeNum = -1;
        return result;
    }
    int j;
    j = m_FlowUnitLayer. size();
    if (j = =1)
    { //第一点 记录当前剖面类型
        m_FlowUnitPara. nLineType
```

```

class CQISSegFlowUnit
{Public:
    CQISSegFlowUnit (); //构造函数
    virtual ~CQISSegFlowUnit (); //析构函数
public://定义方法
    void Display(); //流动单元显示
    int InsertVex(StSeedType seed); //插入解释点
    void DelSeed(bool bMove = true); //删除解释点
    void MoveLine(StSeedType seed); //移动解释面
private:
    bool isSameSeed(StSeedType ArraySeed, StSeedType Seed);
        //判断两解释点是否相同
    bool checkSam(StSeedType seed); //检查解释点
    int InsertVexIn(StSeedType seed); //在测线剖面上插入解释点
    int InsertVexTime(StSeedType seed); //在切片上插入解释点
    int InsertVexX(StSeedType seed); //在联络测线剖面上插入解释点
    void InsertMoveLineIn(); //在测线剖面上插入移动解释面
private://定义成员
    std::list<std::list<StSeedType > >::iterator pCurLine; //当前解释面
    std::list<StSeedType >::iterator pCurLineSeed; //当前行的解释点
    StSeedType m_Seed; //当前选准解释点
    StFlowUnitPara m_FlowUnitPara; //流动单元属性
}

```

(a) 流动单元类定义

```

struct StSeedType
{
    int CrosslineNum; // 解释点坐标 Xline
    int TimeNum; // 解释点坐标TimeNum
    int InlineNum; // 解释点坐标 InLine
    float value; // 解释点值
    float x; // 解释点显示坐标 x
    float y; // 解释点显示坐标 y
    float z; // 解释点显示坐标 z
}

```

(b) 解释点结构体

```

struct StFlowUnitPara
{
    int nSelectLineType;
    //流动单元类型 1: 测线剖面流动单元;
    //2: 联络测线剖面流动单元;
    //3: TimeSlice切片流动单元。
    int nLineType;
    //流动单元走向: 1: 测线剖面; 2: 联络
    //测线剖面。
    int nFlowUnitLineType;
    //映射相邻剖面解释 TRUE: 映射;
    //FALSE: 不映射
    BOOL bNeighborPoint;
}

```

(c) 流动单元属性结构体定义

图2 流动单元的数据结构

Fig.2 Data structure of the flow-unit.

```

    = m_FlowUnitPara. nSelectLineType;
}
if(m_FlowUnitPara. nLineType != 3 )
{ //在剖面上解释流动单元
    m_FlowUnitPara. nFlowUnitLineType
        = m_FlowUnitPara. nLineType;
}
else
{ //在切面上解释流动单元, 首先设置断层走向
    CQISSegFlowUnitPageLinetype PageLineType;
    PageLineType. SetStylePara( &m_FlowUnit
Para );
    PageLineType. SetCanSet( true );
    CPropertySheet sheet;
    sheet. SetTitle( _T(" 流动单元走向属性设置. . "));
    sheet. AddPage( &PageLineType );
    sheet. DoModal();
}
}

```

```

if ( m_FlowUnitPara. nSelectLineType
    == m_FlowUnitPara. nLineType)
{ m_nMoveSegLineNum = -1;
    switch ( m_FlowUnitPara. nLineType)
    { case 1:
        //在测线剖面上进行流动单元解释;
        result = InsertVexIn( seed );
        break;
    case 2:
        //在联络测线剖面上进行流动单元解释;
        result = InsertVexX( seed );
        break;
    case 3:
        //在 TimeSlice 切片上进行流动单元解释;
        result = InsertVexTime( seed );
        break;
    }
}
}

```

```

else
{
    AfxMessageBox(_T("在流动单元解释中不能更改剖面或切片类型!"));
}
return result;
}

```

### 3 应用实例

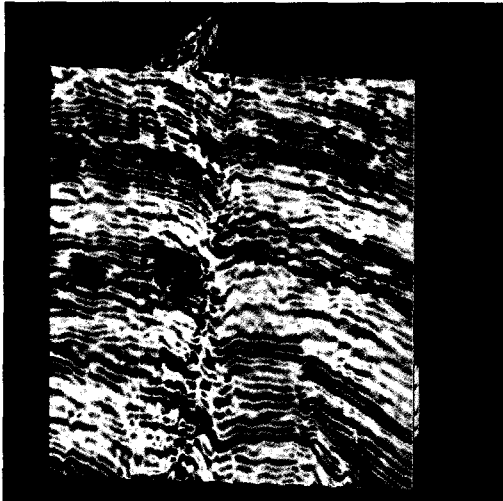
利用本系统中定义的数据结构在剖面和侧面上解释用到的流动单元,取得了良好的效果。下面是一个应用实例,即对时移地震数据体“东方-海底电缆-中间成果”主测线(360-500)、联络测线(800-1100)、时间(450~750 ms)采用本系统的算法进行流动单元解释。

若从时移地震数据体中 Section0 面开始流动单元解释,解释方法如下:

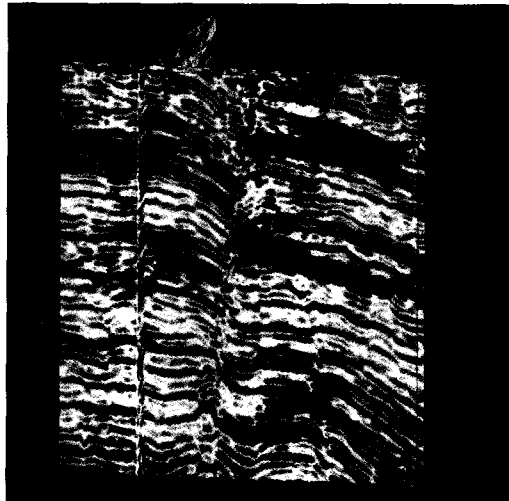
(1) 把 Section0 作为引导面,在面上解释流动单元线。根据 Section0 引导面信息,沿流动单元走向添加解释点(如图 3(a)),Section0 引导面解释完毕。如果流动单元全部解释完毕,则解释结束,否则转入(2)。

(2) 在数据体中拖动 Section0 到 Section1,此时如果:

① 选择流动单元解释信息自动映射,系统自动把 Section0 上的流动单元面投影到 Section1 上,在 Section0 与 Section1 之间通过插值绘出流动单元体,根据 Section1 上同一流动单元的形状修改 Section1 上的流动单元解释点(如图 3(b)、(c)(d))。如果



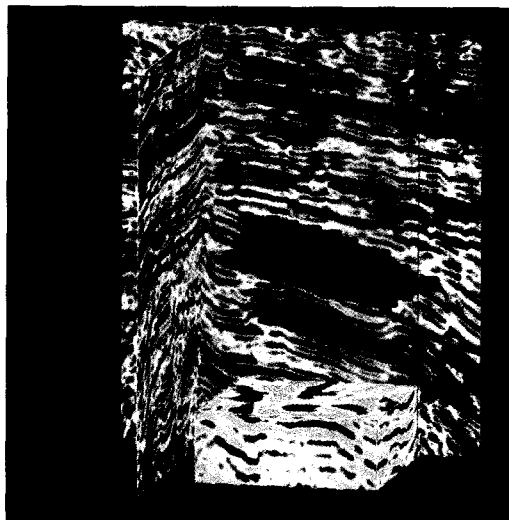
(a) 在Section0上解释流动单元



(b) 在Section1上解释流动单元(相邻面映射)



(c) 继续解释流动单元(相邻面映射)



(d) 四次解释后的流动单元

图3 时移地震流动单元解释图件

Fig.3 Flow-unit interpretation maps in time-lapse seismology.

解释流动单元全部解释完毕,则解释结束,否则以 Section1 作为新的引导面 Section0,转入(2)。

② 选择流动单元解释信息不自动映射,把 Section1 作为 Section0,转入(1)继续。

#### 4 结论

通过上面的实例我们可以清晰地看到,本解释方法具有较强的可操作性。能取得较好效果的关键因素在于从剖面 and 切片两个角度解释用到的流动单元,同时从这两个角度解释流动单元时,根据需要不断增加解释点,而且要随时判断增加的解释点不在当前剖面或者切片上。

#### [参考文献]

- [1] Tad M Smith, Carl H Sondergeld, Chandra S R. Gassmann fluid substitutions: A tutorial[J]. Geophysics, 2003, 68(2):430-440.
- [2] Han D, Batzle M. Gassmann's equation and fluid  $\alpha$ -saturation effects on seismic velocities[J]. Geophysics, 2004, 69(2):398-405.
- [3] 王大伟,刘震,赵伟. 利用时移地震资料划分油藏流体流动单元的可行性分析[J]. 地球物理学报. 2007,32(2):46-50.
- [4] 赵伟. 中国海上时移地震技术应用的可行性研究[J]. 勘探地球物理进展,2003,5(1):33-37.
- [5] 李浩,张燕梅. 利用正交多项式对三维地震资料拟合算法的研究[J]. 西北地震学报, 2009,31(2):148-151.
- [6] 朱新运,于俊谊. 基于 MATLAB 的小震震源参数计算软件研制[J]. 西北地震学报,2008,30(4):380-384.