

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利说明书

(10) 申请公布号 CN 105044772 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 11

(21) 申请号 CN201510477148.9

(22) 申请日 2015. 08. 06

(71) 申请人 中国石油天然气集团公司;中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司

地址 100007 北京市东城区东直门北大街 9 号

(72) 发明人 陈海峰 钱忠平 李向阳 罗国安 黄少卿

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 党晓林

(51)Int.CI

G01V1/28

权利要求说明书 说明书 附图

(54) 发明名称

一种实现时变谱模拟反褶积的方法和装置

(57) 摘要

本申请实施例提供一种实现时变谱模拟反褶积的方法和装置。该方法包括：对地震记录进行时频变换处理，得到时频域地震数据；对所述时频域地震数据的振幅谱进行带限变步长双曲平滑处理，得到平滑后的时频域地震数据振幅谱；将所述时频域地震数据的振幅谱与所述平滑

后的时频域地震数据振幅谱的乘积进行时间上的平均得到子波模拟振幅谱；利用所述子波模拟振幅谱和所述平滑后的时频域地震数据振幅谱确定频率域时变谱模拟反褶积算子；将所述频率域时变谱模拟反褶积算子与所述时频域地震数据相乘得到时频域反褶积后的地震数据；对所述时频域反褶积后的地震数据进行反时频变换处理，得到时变谱模拟反褶积后的地震数据。

法律状态

法律状态公告日

法律状态信息

法律状态

权 利 要 求 说 明 书

1.一种实现时变谱模拟反褶积的方法，其特征在于，该方法包括：

对地震记录进行时频变换处理，得到时频域地震数据；

对所述时频域地震数据的振幅谱进行带限变步长双曲平滑处理，得到平滑后的时频域地震数据振幅谱；

将所述时频域地震数据的振幅谱与所述平滑后的时频域地震数据振幅谱的乘积进行时间上的平均得到子波模拟振幅谱；

利用所述子波模拟振幅谱和所述平滑后的时频域地震数据振幅谱确定频率域时变谱模拟反褶积算子；

将所述频率域时变谱模拟反褶积算子与所述时频域地震数据相乘得到时频域反褶积后的地震数据；

对所述时频域反褶积后的地震数据进行反时频变换处理，得到时变谱模拟反褶积后的地震数据。

2.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在对地震记录井时频变换处理之前还包括：

采集地震记录，对所述地震记录进行预处理；所述预处理包括球面扩散补偿、地层吸收衰减、子波一致性校正。

3.根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述对所述时频域地震数据的振幅谱进行带限变步长双曲平滑处理，得到平滑后的时频域地震数据振幅谱包括：

将所述时频域地震数据的振幅谱划分成预设数量的面元；

确定所述面元的坐标最小值和所述面元的坐标最大值，并根据所述坐标最大值和所述坐标最小值确定所述面元的坐标增量；

将所述面元的坐标增量作为约束条件计算所述面元中采样点的均值，并将所述均值作为所述面元的均值；

用所述面元的均值替换所述面元中的采样点的时频值得到平滑后的时频域地震数据振幅谱。

4.根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述将所述时频域地震数据的振幅谱与所述平滑后的时频域地震数据振幅谱的乘积进行时间上的平均得到子波模拟振幅谱包括：

将所述时频域地震数据的振幅谱和所述平滑后的时频域地震数据振幅谱进行相乘，并按照如下计算公式对相乘后的结果进行时间上的平均得到所述子波模拟振幅谱：

$$W(f)=\frac{1}{m}\sum_{t=1}^m$$

$$\begin{aligned}
& \int_{t=0}^{t=\max} W(f) \cdot \text{Amp_mul_HySm}(t,f) \cdot \text{Hysm}(t,f) dt \\
& \text{where } W(f) \text{ is the simulated amplitude spectrum of the wavelet, } \text{Amp_mul_HySm}(t,f) \text{ is the result of multiplying the amplitude spectrum of the seismic data and the amplitude spectrum of the smoothed seismic data, } t_{\max} \text{ is the maximum seismic record time, and } t_0 \text{ is the minimum seismic record time.}
\end{aligned}$$

上式中，W(f)代表子波模拟振幅谱，Amp_mul_HySm(t,f)代表所述时频域地震数据的振幅谱和所述平滑后的时频域地震数据振幅谱进行相乘后的结果，t_{max}代表地震记录最大时间，t₀代表地震记录最小时间。

5.根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述利用所述子波模拟振幅谱和所述平滑后的时频域地震数据振幅谱确定频率域时变谱模拟反褶积算子包括：

根据预先设置的频带确定有效频带和参考频带；

根据每个频带的所述子波模拟振幅谱和每个频带的所述平滑后的时频域地震数据振幅谱分别确定所述有效频带的频率域时变谱模拟反褶积算子和所述参考频带的频率域时变谱模拟反褶积算子。

6.一种实现时变谱模拟反褶积的装置，其特征在于，该装置包括：

时频变换模块，用于对地震记录进行时频变换处理，得到时频域地震数据；

第一数据处理模块，用于对所述时频域地震数据的振幅谱进行带限变步长双曲平滑处理，得到平滑后的时频域地震数据振幅谱；

第一计算模块，用于将所述时频域地震数据的振幅谱与所述平滑后的时频域地震数据振幅谱的乘积进行时间上的平均得到子波模拟振幅谱；

第二数据处理模块，用于利用所述子波模拟振幅谱和所述平滑后的时频域地震数据振幅谱确定频率域时变谱模拟反褶积算子；

第二计算模块，用于将所述频率域时变谱模拟反褶积算子与所述时频域地震数据相乘得到时频域反褶积后的地震数据；

反时频变换模块，用于对所述时频域反褶积后的地震数据进行反时频变换处理，得到时变谱模拟反褶积后的地震数据。

7.根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，该装置还包括：

预处理模块，用于对所述地震记录进行预处理；所述预处理包括球面扩散补偿、地层吸收衰减、子波一致性校正。

8.根据权利要求6 或 7 所述的装置，其特征在于，所述第一数据处理模块包括：

划分单元，用于将所述时频域地震数据的振幅谱划分成预设数量的面元；

数据确定单元，用于确定所述面元的坐标最小值和所述面元的坐标最大值，并根据所述坐标最大值和所述坐标最小值确定所述面元的坐标增量；

第一计算单元，用于将所述面元的坐标增量作为约束条件计算所述面元中采样点的均值，并将所述均值作为所述面元的均值；

数据替换模块，用于用所述面元的均值替换所述面元中的采样点的时频值得到平滑后的时频域地震数据振幅谱。

9.根据权利要求 6 或 7 所述的装置，其特征在于，所述第一计算模块包括：

第二计算单元，用于将所述时频域地震数据的振幅谱和所述平滑后的时频域地震数据振幅谱进行相乘；

第三计算单元，用于按照如下计算公式对相乘后的结果进行时间上的平均得到所述子波模拟振幅谱：

$$W(f)=\frac{1}{m}\sum_{t=0}^{m-1}a(t)x(t)$$

$$\int_{t=0}^{t=\max(Amp_mul_HySm(t,f))} dt$$

上式中，W(f)代表子波模拟振幅谱，Amp_mul_HySm(t,f)代表所述时频域地震数据的振幅谱和所述平滑后的时频域地震数据振幅谱进行相乘后的结果，t_{max}代表地震记录最大时间，t₀代表地震记录最小时间。

10.根据权利要求 6 或 7 所述的装置，其特征在于，所述第二数据处理模块包括：

频带确定单元，用于根据预先设置的频带确定有效频带和参考频带；

反褶积算子确定单元，用于根据每个频带的所述子波模拟振幅谱和每个频带的所述平滑后的时频域地震数据振幅谱分别确定所述有效频带的频率域时变谱模拟反褶积算子和所述参考频带的频率域时变谱模拟反褶积算子。

说明书

<p>技术领域

本发明涉及地球物理勘探技术领域，尤其涉及一种实现时变谱模拟反褶积的方法和装置。

背景技术

在地球物理勘探技术领域，要有效识别厚度小的储层，提高地震资料解释的精度，就需要高分辨率的地震资料。通常，反褶积方法可以提高地震资料纵向分辨率。反褶积方法是通过压缩地震子波来提高地震资料分辨率。褶积方法大都是基于褶积模型，即把反射地震记录看成是由地震子波和反射系数序列褶积附加上噪声构成，并且通常假设地震信号是平稳信号，反射系数序列是随机的白噪序列，子波是最小相位的。

地震波在地下介质传播过程中由于地层的吸收和滤波作用，子波能量逐渐被吸收高频成分逐渐衰减，子波是时变的，地震波是不平稳信号。同时，测井数据显示的反射系数序列不是随机的。因此，基于平稳信号和白噪假设的反褶积方法，在实际数据处理中会引入较大的误差。为了满足高分辨率油气勘探的需要，需要进行提取时变子波。时变子波估计方法很多，比较代表性的有：**Clarke**提出的基于最优维纳滤波器的非稳态褶积模型；**Mirko**提出的基于峰值最大化的时变地震子波估算方法；**Margrave**等提出的非稳态滤波方法，并将传统的稳态地震道模型推广到非稳态，建立了基于**Gabor**变换的非稳态褶积模型。另一方面，谱模拟反褶积方法对非白噪序列反射系数具有很好的包容性。所述的谱模拟反褶积方法可以包括在假设地震子波谱是光滑的条件下，从地震记录振幅谱中拟合出趋势项作为子波谱，根据子波振幅谱设计反褶积算子，进行零相位滤波，展宽地震子波振幅谱，降低反射系数对子波振幅谱估计的影响，是一种有着广阔发展及应用前景的

用谱模拟技术拟合出地震子波振幅谱，实现了小相位谱模拟反褶积；基于地震子波振幅谱模拟技术的混合相位地震子波估计方法；采用低通滤波平滑地震记录振幅谱，提取子波振幅谱；利用经验模态分解技术估算残留子波振幅谱，形成了自适应谱模拟方法。

现有技术中的时变子波估计方法，大都采用分段处理，每段内提取出一个时不变的地震子波，受分段长度的影响每段提取的平均意义子波与实际子波势必存在一定误差，使得后续的地震资料处理和解释结果不准确，当相邻地层的地震反射振幅和频率成分差异比较大时，

分段提取的方法将不能很好的反映相邻层段中子波的变化。现有的谱模拟方法通常是采用多项式最小平方拟合的。但多项式的阶数不好确定，并且求解过程中容易溢出，会造成处理结果不稳定，不能有效提高地震资料的分辨率。

发明内容

本申请的目的是提供一种实现时变谱模拟反褶积的方法和装置，以改善谱模拟反褶积技术的效果，提高地震资料的分辨率。

为了实现上述目的，本申请提供了一种实现时变谱模拟反褶积的方法，该方法包括：

对地震记录进行时频变换处理，得到时频域地震数据；

对所述时频域地震数据的振幅谱进行带限变步长双曲平滑处理，得到平滑后的时频域地震数据振幅谱；

时间上的平均得到子波模拟振幅谱；

利用所述子波模拟振幅谱和所述平滑后的时频域地震数据振幅谱确定频率域时变谱模拟反褶积算子；

将所述频率域时变谱模拟反褶积算子与所述时频域地震数据相乘得到时频域反褶积后的地震数据；

对所述时频域反褶积后的地震数据进行反时频变换处理，得到时变谱模拟反褶积后的地震数据。

在一个优选的实施例中，在对地震记录井时频变换处理之前还包括：对所述地震记录进行预处理；所述预处理包括球面扩散补偿、地层吸收衰减、子波一致性校正。

在一个优选的实施例中，所述对所述时频域地震数据的振幅谱进行带限变步长双曲平滑处理，得到平滑后的时频域地震数据振幅谱包括：

将所述时频域地震数据的振幅谱划分成预设数量的面元；

确定所述面元的坐标最小值和所述面元的坐标最大值，并根据所述坐标最大值和所述坐标最小值确定所述面元的坐标增量；

将所述面元的坐标增量作为约束条件计算所述面元中采样点的均值，并将所述均值作为所述面元的均值；

用所述面元的均值替换所述面元中的采样点的时频值得到平滑后的时频域地震数据振幅谱。

域地震数据振幅谱的乘积进行时间上的平均得到子波模拟振幅谱包括：

将所述时频域地震数据的振幅谱和所述平滑后的时频域地震数据振幅谱进行相乘，并按如下计算公式对相乘后的结果进行时间上的平均得到所述子波模拟振幅谱：

$$W(f) = \frac{1}{t_{\max} - t_0} \int_{t_0}^{t_{\max}} A_{mul_HySm}(t, f) dt$$

上式中，W(f)代表子波模拟振幅谱，Amp_mul_HySm(t,f)代表所述时频域地震数据的振幅谱和所述平滑后的时频域地震数据振幅谱进行相乘后的结果，t_{max}代表地震记录最大时间，t₀代表地震记录最小时间。

在一个优选的实施例中，所述利用所述子波模拟振幅谱和所述平滑后的时频域地震数据振幅谱确定频率域时变谱模拟反褶积算子包括：

根据预先设置的频带确定有效频带和参考频带；

幅 谱分别确定所述有效频带的频率域时变谱模拟反褶积算子和所述参考
频带的频率域时变谱 模拟反褶积算子。

本申请另一方面还提供一种实现时变谱模拟反褶积的装置，该装置包括：

时频变换模块，用于对地震记录进行时频变换处理，得到时频域地震数据；

第一数据处理模块，用于对所述时频域地震数据的振幅谱进行带限变步长双曲平滑
处 理，得到平滑后的时频域地震数据振幅谱；

第一计算模块，用于将所述时频域地震数据的振幅谱与所述平滑后的时频域地震数
据振 幅谱的乘积进行时间上的平均得到子波模拟振幅谱；

第二数据处理模块，用于利用所述子波模拟振幅谱和所述平滑后的时频域地震数据
振幅 谱确定频率域时变谱模拟反褶积算子；

第二计算模块，用于将所述频率域时变谱模拟反褶积算子与所述时频域地震数据相
乘得 到时频域反褶积后的地震数据；

反时频变换模块，用于对所述时频域反褶积后的地震数据进行反时频变换处理，得
到时 变谱模拟反褶积后的地震数据。

在一个优选的实施例中，该装置还包括：

预处理模块，用于对所述地震记录进行预处理；所述预处理包括球面扩散补偿、地
层吸 收衰减、子波一致性校正。

划分单元，用于将所述时频域地震数据的振幅谱划分成预设数量的面元；

数据确定单元，用于确定所述面元的坐标最小值和所述面元的坐标最大值，并根据所述坐标最大值和所述坐标最小值确定所述面元的坐标增量；

第一计算单元，用于将所述面元的坐标增量作为约束条件计算所述面元中采样点的均值，并将所述均值作为所述面元的均值；

数据替换模块，用于用所述面元的均值替换所述面元中的采样点的时频值得到平滑后的时频域地震数据振幅谱。

在一个优选的实施例中，所述第一计算模块包括：

第二计算单元，用于将所述时频域地震数据的振幅谱和所述平滑后的时频域地震数据振幅谱进行相乘；

第三计算单元，用于按照如下计算公式对相乘后的结果进行时间上的平均得到所述子波模拟振幅谱：

$$W(f)=\frac{1}{m}\sum_{t=0}^mW_a(x_t)-\frac{\sum_{t=0}^mW_a(x_t)}{\sum_{t=0}^mW_a(x_t)}\int_0^{t_{max}}W_a(x_t)dt$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/556233042022010153>