

毕设中期报告

题目： 弹性波转动分量反演盆地边界

姓 名： 陈人晔

学 号： 20131002484

院（系）： 地球物理与空间信息

专 业： 勘察技术与工程(地球物理方向)

指导教师： 王海江

2017 年 5 月

目 录

1. 绪论 ……………………………………………………………………………………1

§1.1 研究的目的和意义…………………………………………………………………1

§1.2 国内外研究方法概况………………………………………………………………1

1.2.1 时域分析方法……………………………………………………………………1

1.2.2 频域分析方法……………………………………………………………………3

1.2.3 时频分析方法……………………………………………………………………3

1.2.4 综合分析方法……………………………………………………………………4

§1.3 论文的主要内容和成果……………………………………………………………5

第一章 绪论

§1.1 研究的目的和意义

地

§1.2 国内外研究方法概况

初

1.2.1

1.2.2

1.2.3

1.2.4

§1.3 论文的主要研究内容和成果

第二章 有限差分法的研究现状

波场的数值模拟技术是认识地震波传播规律,检验各种处理方法正确性的重要工具,地震波的数值模拟是地震波传播规律研究的必要手段,贯穿于地震资料的采集、处理、解释的整个过程中.有限差分法数值模拟技术相对于射线方法具有更高的精度,同时比有限元方法计算量小,因此在实际应用中占很重要的地位.

有限差分法是最常用的一种正演模拟方法,它将波动方程中波场函数的空间导数和时间导数用相应空间和时间的差分来代替.有限差分法虽然计算精度较有限元低一些,但是它的计算速度较有限元要快.

§2.1 有限差分法及其与几种常用数值模拟方法的比较

在地震勘探中，为了研究地震波在地下各种介质中的传播规律，就需要对波场进行数值模拟。常用的数值模拟方法有伪谱法、有限差分法，有限元法等。

有限元法依据变分原理，通过灵活的网格剖分，用简单形态逼近实际的地质体，能处理多种介质和自然边界条件。适用于非规则网格的计算，方便有效，模拟的精度高。但是有限元法的问题是不适用于大规模的模型的计算，而且计算量大。

伪谱法在20世纪七十年代引入数值模拟计算领域的，它是利用傅立叶变换来计算波场的空间导数，用差分方法来计算时间的导数，可以看成是一种无限阶的有限差分法，是传统有限差分法的一个推广。伪谱法在粗网格上也能实现高精度的计算，相对有限元法实现起来较容易，在非线性波动问题及气象预测等领域有着广泛的应用。

有限差分法是一种最常用的数值模拟方法，它是将波动方程中波场函数的空间导数和时间导数用相应的空间、时间的差分代替。有限差分法具有计算速度快、占用内存小等优点，该方法对于近远场及复杂边界都有广泛的适用性，能够准确地模拟波在各种介质及复杂结构地层中的传播规律。有限差分法方法简单、高效的优点是其他方法难以比拟的，因此有限差分法目前仍然是勘探地震学中应用最广泛的数值计算方法。

§2.2 波动方程及其有限差分解法

分

2.2.1 有限差分原理

有限差分法就是把求解区域划分为差分网格，然后用有限的网格节点代替连续的求解域，利用微商与差商的近似关系将描述介质传播的微分方程转化为差分方程进行求解。差分离散的方法有两种，一种是将单变量的二阶波动方程直接转化为时间空间的二阶中心差分进行离散求解；第二种方法是把用位移表示的二阶波动方程转化为用应力及质点速度表示的一阶方程组，然后用应力和速度的交错网格求解。

构造差分的方法也有很多种，一般采用泰勒级数展开法。常见的差分格式有显示差分、隐式差分和显隐交替格式；按照差分的精度又可以分为一阶差分、二阶差分和高阶差分等，目前通常见到的差分格式主要是几种差分格式的组合。

我们知道，差分方程的建立首先选择网格布局和差分形式，然后以有限差分代替无限微分，以差商代替微商，并以差分方程代替微分方程及其边界条件，最后建立差分方程。

在建立差分方程的时候要注意到两个方面。一是合理选择网格布局与步长。我们将离散后各相邻离散点之间的距离或者离散化单元的长度称为步长。在所选定的区域内进行网格划分是差分方程建立的第一步，其方法比较灵活，但是实际应用中往往遵循误差最小原则。常用的典型的网格剖分方法有矩形网格、三角形网格等，网格样式的选择和区域的形状有关。其次是将微分方程转化为差分方程。这个过程就是选择一种差分格式代替微分形式的过程。构造差分的方法有多种形式，本文采用的是泰勒级数展开法。

地震波场数值模拟以地震波动理论为基础，用有限差分法解波动方程时，对变量离散化，也即对连续的物理量只考虑其在离散的空间位置和离散时刻的值，然后把方程中的导数用这些离散的采样值表示。对于一个单变量的函数 f(x)，将其离散化，那么在采样点x=lΔx的采样值就是f(lΔx),其中Δx表示步长，l为整数。则有限差分法中f(x)在采样点x=lΔx的导数就可以近似表示为：



其中是系数，N表示差分格式的长度，差分的格式是由这两个系数来决定。在实际应用中常用的差分格式有向前差分、向后差分以及中心差分：

1. 向前差分



1. 向后差分



1. 中心差分



2.2.2 波动方程的建立

建立波动方程是在已知物体形状、位置、弹性常数及外力分布等参数的情况下求出物体的位移、应力与应变的分布。这个问题具体包括以下内容：

1. 应力部分的平衡方程



1. 应变部分



1. 应力与应变的关系



2.2.3 分

§2.5 小结

本章中

第三章 弹性波数值模拟中的吸收边界条件

对一阶双曲型方程,Hedstorm在进行气体动力学研究时,提出了一维情况下无边界反射的概念。本文将这一概念准确地推广至二维及三维各向异性介质弹性波的数值模拟中(以Tl介质为例),得到了各边界及角点处无边界反射时波场所满足的方程,保证了边界处波场的正确性,并通过实例证明了提出的吸收边界条件的正确性。

§3.1 基本原理

2.2.1 一维吸收边界条件

在一维情况下,假定地震波沿z方向传播,弹性波方程可写为



其中,U为位移及应力构成的向量,系数矩阵B由介质性质唯一决定。由于方程(1)为双曲型方程,因此,一定存在一个非奇异矩阵L。,使得下式



成立。其中,矩阵M为矩阵B的特征值月,构成的对角矩阵,即M,一民月,矩阵L,可以通过矩阵B的特征向量求得。这样,式l()可写为



§3.2 能量比方法算法实现

§3.3 曲线长度比方法算法实现

§3.4 分形维数法算法实现

尽管

§3.5 小结

在以

第四章 初

§4.1 实例分析

4.1.1 关

4.1.2 初

4.1.3 对

§4.2 初

图4-2-1 振幅比法对第二炮拾取效果图

§4.3 小结

通过