地球物理反问题的逆时偏移算法

摘要

方少峰

本文主要研究了半空间时谐声波逆散射问题的逆时偏移算法。我们主要关心两个方面，其一是如何利用在半空间表面接收到的无相位数据对嵌入在半空间的障碍物进行成像；其二是以 **Pekeris** 开波导模型为例研究半空间分层介质的逆时偏移算法。

在光栅衍射成像和雷达散射成像等问题中，相对于测量相位信息，对数据的模的测量更加易于处理。本文第一部分主要提出了一种半空间无相位数据直接成像算法。 该算法传承了半空间逆时偏移算法的优点，在不需要知道障碍物的任何先验信息的情况下，能够对不同类型的扩展障碍物进行有效成像。通过对新算法成像函数进行分辨率分析，我们证明了当障碍物远离半空间表面时，新算法可以达到和半空间逆时偏移算法相同的精度。最后，我们通过大量的数值算例验证了新算法的有效性和鲁棒性。

在地质勘探及海洋声学成像等领域，被探测的目标大多是嵌入在波导结构中。由于波导模式的存在，波导散射问题和逆散射问题将比在均匀背景介质中复杂地多。本文第二部分主要以 **Pekeris** 开波导模型为例研究波在半空间分层介质中的传播性质，以及开波导逆散射问题的逆时偏移算法。通过对点扩散函数的测试和分析，提出了采用 **Pekeris** 开波导 **Dirichlet** 零边界格林函数进行反传播和计算互相关的开波导逆时偏移算法。数值算例表明，该算法能够对嵌入 **Pekeris** 开波导不同介质层的扩展障碍物进行成像。

此外，我们发现在开波导逆时偏移算法中，由于反传播函数和散射数据都会产生波导模式，故而当孔穴半径趋于无穷时，开波导逆时偏移算法的成像函数会产生收敛性问题。为此，我们推导了半空间两层介质阻抗零边界格林函数，并发现若阻抗系数**λ**取合理值，则阻抗格林函数函数不会产生波导模式。然后通过对点扩散函数的分析和测试，提出了采用半空间两层介质阻抗零边界格林函数进行反传播和计算互相关的阻抗型开波导逆时偏移算法。数值算例表明，阻抗格林函数可以替代开波导 **Dirichlet** 零边界格林函数做为反传播函数，同样可以对障碍物进行有效成像。

关键词：逆散射问题，逆时偏移算法，无相位数据，**Pekeris** 开波导