

# 利用模拟与实际数据从背景噪声中提取地震波衰减的研究

周连庆<sup>1\*</sup> 宋晓东<sup>2</sup> Richard Weaver<sup>2</sup> 赵翠萍<sup>1</sup>

1 中国地震局地震预测研究所 北京 100036; 2 美国伊利诺伊大学香槟分校 香槟 IL61822

地球介质具有两种重要的属性—弹性和非弹性属性。弹性属性是通过地震波的走时来研究的。近年来,噪声面波成像方法摆脱了地震面波成像对地震定位和震源机制的影响,且不受地震发生无规律的限制。噪声面波成像已广泛应用于速度结构反演。而地球介质的另一个重要属性即非弹性属性需要通过地震波衰减来研究。与地震波衰减直接相关联的介质品质因子  $Q$  值描述了地球介质的非弹性和非均匀性,是了解地下裂隙的数量、孔隙密度与分布以及孔隙中存在的流体含量的重要参数。测定衰减的横向变化不仅能为了解地下热结构、粘性和流变特性提供额外约束,更重要的是对于解释三维速度结构有重要意义,是理解地震波速度和地球介质密度横向不均匀分布的重要参数。衰减通常从地震波的振幅中提取。相比于地震波的速度,地震波的衰减可以更为敏感的反映地球介质的温度和地球介质中的流体饱和度等要素。在沉积盆地地区,衰减也是预测强震动的一个重要参数。然而,到目前为止,大多数的背景噪声研究都集中于通过经验格林函数进行地震波走时或速度测量。而由于背景噪声源的强度和分布随时间、位置和方向变化的复杂性,从背景噪声互相关中提取振幅进而进行衰减结构的研究要远远落后于速度结构的研究。

我们基于 Weaver (2011) 的理论和方法进行了两组实验,通过准确消除背景噪声源的分布对振幅测定的影响,论证这一方法从背景噪声场中提取面波相对振幅的可行性。首先,使用数值模拟的方法从背景噪声场中构建经验格林函数。通过在天然地震数据中加入一些噪声并作为模拟实验的数据,我们计算了经验格林函数并从中提取衰减。此后详细阐述了从背景噪声中提取瑞利波振幅的整个过程,并介绍了一种改进的 temporal flattening 方法。接下来,我们使用由 USAarray 和 US 参考台站记录的真实噪声数据计算了具有相对振幅的经验格林函数。通过比较地震背景噪声和地震中提取的衰减,我们得到的结论是从背景噪声场中提取衰减是可行的。

在此基础上,进一步开展了二维衰减结构模型层析成像的研究。基于各向异性的噪声源分布和不均匀衰减结构模型,利用数值模拟的方法产生了 100 个台站长时间的背景噪声记录。采用 180km 和 60km 两种尺度的网格节点间距对研究区进行网格化,在两种尺度下进行了二维衰减结构层析成像。在反演中,考虑到场地效应与衰减系数的耦合,分别采用不反演和反演场地效应两种方法,得到了对应的衰减结构模型。衰减成像结果显示,当网格尺度小于或等于台间距时,研究区 4 个角的网格单元由于没有足够的振幅比数据限制,导致反演结果与预先设定的模型存在较大偏差,而其他网格点的衰减模型都得到了较好的恢复。棋盘测试的结果也显示,本研究提取的噪声面波振幅的方法和参数设置是可以合理的反演出衰减结构模型。下一步我们计划开展利用接收台站记录到的真实的背景噪声数据,使用该研究的方法提取噪声面波振幅,并在中国大陆地区进行二维衰减结构层析成像的研究工作。

感谢杨晓宁教授在提取地震振幅方法上给我们提供的帮助。本研究由国家自然科学基金项目(41774054, 41774056)资助。

## 参考文献

Weaver, Richard L. (2011). On the amplitudes of correlations and the inference of attenuations, specific intensities and site factors from ambient noise. *Comptes Rendus Geoscience*, 343(2011), 615 - 622.

Weaver, Richard L. (2013). On the retrieval of attenuation and site amplifications from ambient noise on linear arrays: further numerical simulations. *Geophys. J. Int.*, 193(3), 1644 - 1657.  
<https://doi.org/10.1093/gji/ggt063>