

导管架平台结构模型裂纹扩展声发射特征提取

摘要

近海油气的开发主要使用固定式海洋平台，最常用的固定式海洋平台是导管架式海洋平台，管结点裂纹破坏问题对导管架式海洋平台来讲是一个公认的设计问题，恶劣的海洋环境，有时会使导管架式海洋平台的结点出现裂纹断裂，早期诊断出结点裂纹是导管架式海洋平台的关键问题。因此，运用[声发射](#)技术对海洋平台进行动态监测具有重要的现实意义。[声发射](#)技术的关键是从声发射信号中提取特征，信号分析和处理是特征提取最常用的方法。由于声发射信号是非平稳非线性信号，因此有必要选择恰当的适合于非平稳非线性信号处理的信号处理方法。

由于时频分析方法能同时提供声发射信号的时域和频域信息，因而人们广泛进行了研究。但常用的时频分析方法如窗口傅里叶变换和小波变换等都有各自的局限性。近年来，一种适合于处理非平稳信号的时频分析方法局域波法被提出来以后，经验证在很多方面的应用效果都优于其它的信号处理方法。本文在自然科学基金项目的资助下，提出将局域波法引入到声发射特征提取中。将局域波用于分析导管架海洋平台结构模型的声发射信号，以获得声发射信号的时频特征和频率能量分布。通过局域波分解将声发射信号分解为一组本征模函数分量(nviF)，对每一个 IMF 分量进行希尔伯特变换获得信号能量随时间和频率的变化：由局域波时频谱得到边际谱，反映声发射信号的能量频率分布特征。分析了导管架海洋平台结构模型模拟声发射信号的特征，运用局域波分析方法监测到导管架海洋平台结构模型裂纹声发射信号的出现。试验表明，局域波法可以有效地捕捉到导管架海洋平台结构裂纹的声发射信号，在声发射信号处理领域将会有广阔的应用前景。本文提出了一种新的结构裂纹声发射信号特征提取方法—近似熵法，近似熵是一种最近新发展起来的度量序列复杂性的统计方法。介绍了近似熵的概念及性质，并对仿真声发射信号和预制裂纹钢管在逐渐加载作用下的裂纹扩展声发射信号进行了近似熵计算分析，结果表明，近似熵在表征声发射信号的复杂性方面有明显的效果，从而为声发射信号分析提供了一种很有效的新方法。提出将近期发展的局域波法和近似熵法相结合应用于声发射信号的特征提取中。首先，将声发射信号进行局域波分解，得到自适应的本征模函数分量，然后对各本征模函数分量计算近似熵，描述各本征模函数分量的复杂程度，监测声发射信号的发生和发展，量化声发射信号的特征。通过预制裂纹钢管逐渐加载试验，分析计算了钢管裂纹声发射信号的本征模函数分量的近似熵，表明局域波法与近似熵相结合的方法可以有效地提取声发射信号的特征，从而为声发射信号特征提取提供了一种新的方法。

提出将近期发展的局域波法和神经网络相结合应用于声发射信号特征提取识别中。首先，将海洋平台结构声发射信号进行局域波分解，得到自适应的本征模函数分量，然后从各本征模函数分量中提取能量特征参数作为神经网络的输入参数来识别海洋平台结构的声发射信号。通过对导管架海洋平台结构模型声发射信号的试验数据分析表明，以局域波法提取各频带能量作为特征参数的神经网络方法可以准确、有效地识别导管架海洋平台结构模型声发射信号。从而为海洋平台结构声发射信号特征提取识别提供了一种新的方法。

为管理大量导管架海洋平台结构[声发射](#)信号试验数据，运用识别算法对声发射信号进行定性识别研究，提出了建立以开放式数据库为支持，基于局域波法的导管架海洋平台结构声发射信号识别系统平台。采用 PowerBuilder 和 Matlab 等编程工具，结合 SQL Server 数据库技术，通过多种接口设计方法实现了导管架海洋平台结构声发射信号的数据、识别算法等的有机结合。通过试验证明，该识别平台操作简便，具有较强的实用价值，对导管架海洋平台结构[声发射](#)信号的科学试验数据管理和实际监测数据的管理及识别提供了便利。

