

声发射海洋平台起重设备结构健康监测

董卫平 付尧

(美国物理声学公司北京代表处)

摘要: 本文主要介绍了声发射在线监测技术的特点和优势, 以及声发射技术在海洋石油钻井平台起重设备健康监测上的应用; 对声发射技术应用于大型结构健康监测方面的应用进行了探讨和展望。

关键字: 声发射, 海洋石油钻井平台, 起重设备, 在线监测

Acoustic emission monitoring Offshore Platform

Dong Weiping ; Fu Yao ; Wang Wenyong

(Physical Acoustics Co. Beijing)

Abstract: This paper mainly introduces the acoustic emission characteristics, and the on-line monitoring applications in offshore Platform; Discuss application of acoustic emission in structural health.

Key Word: acoustic emission; offshore drilling platform ; crane ; on-line monitoring

前言

目前, 石油和天然气是人类社会最重要的能源。这些烃类能源藏量的 20% 是在海底油田发现的。各种各样的平台被用来辅助钻井设备进行探测开发及需要对碳氢化合物进行处理的化工生产。海上平台作为海洋石油生产的重要设施与生活区域, 其安全性对海上石油开采、运输具有极其重要的意义。

海洋平台的生产运行环境存在多种不利因素。在如此环境下长期运行, 平台的结构、设备等容易产生内部、外部损伤。这不仅会影响平台的安全性, 也将影响平台的使用寿命。海洋平台一旦发生坍塌, 将会造成大量人员伤亡以及财产损失。以不断的创新, 来处理连续可用性的需要和环境要求以及内部潜在风险如结构失效, 火灾, 爆炸, 导致了结构完整性和安全性连续监测新技术的发展。

尽管用无损技术进行定期检查已经被规定到生产程序中, 但仍然不足以发现全部潜在的结构缺陷及这些缺陷在生产过程中的发展趋势。究其原因, 在于定期检查是被安排在一个特

定的时间间隔内。因此，有限的技术并不能检测到活跃的缺陷和它们真正在生产过程中的发展。因此，需要在线实时监测尤其是声发射监测，保障生产和使用过程中的结构完整性。声发射检测技术，作为一种被动的检测手段，可以做到对平台结构、主要设备进行在线检测，不需停产，进行实施监测。

声发射技术可以应用在平台结构健康监测、吊机监测以及整体安全评估中，可使企业在有限的时间、资金范围内对危险实施最有针对性的措施，以保证安全的前提下最大限度地保证企业的经济利益。

1 声发射技术

1.1 声发射检测原理

声发射（AE），即材料中某局域中声发射源释放能量并产生瞬态弹性波的现象。^[1]

声发射(Acoustic Emission 简称 AE)又称应力波发射，是材料或零部件受力作用产生变形、断裂，或内部应力超过屈服极限而进入不可逆的塑性变形阶段，以瞬态弹性波形式释放应变能的现象。声发射检测技术是一种被动检测技术。如图 1 所示。

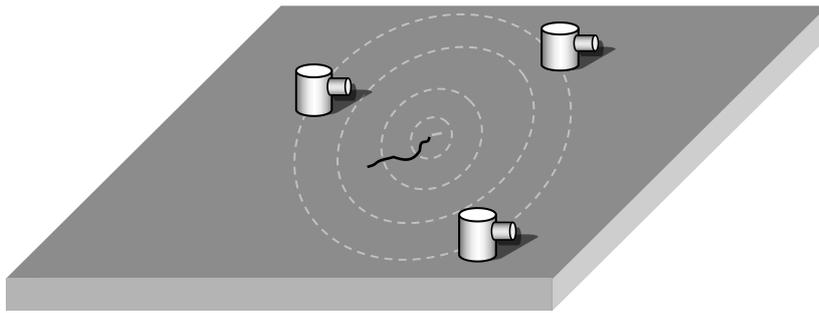


图 1. 声发射检测示意图

在外部条件作用下，材料内部的缺陷或潜在缺陷改变状态而自动发出瞬态弹性波的现象亦为声发射。通常意义上的声发射源，一般来自于受力材料的所产生的各种损伤和断裂现象。例如：金属材料中的裂缝扩展、位错运动、滑移带的形成、孪生变形、晶界滑移、夹杂物的分离与开裂；在材料或构件受外力的作用，其缺陷处应力增加产生裂纹扩展。由此产生的声发射波将有裂纹尖端向材料各个方向同时扩展，且远在材料达到破损极限以前，这些缺陷与损伤开始出现或扩展时所发射的声发射信号将被放在不同位置的声发射探头捕捉到，通过声发射传感器利用压电效应将材料表面的微位移转换为电信号，然后经放大、传输后显示和处理，再通过分析载有声发射源特征信息的 AE 信号来解析缺陷部位的情况^[2]。

1.2 声发射技术特征

声发射技术检测应用于海上平台安全评估的主要优点：

- (1) 声发射是一种动态的检验方法。它检测到的能量是由被测材料内部所发出。
- (2) 声发射检测对线性缺陷较为敏感。
- (3) 声发射检测对于被测物体的接近要求不高。它可用于难于或不能接近的环境下检

测。

(4) 被检测对象的几何形状对声发射检测的影响不明显。由于这种对构件的几何形状的不敏感，故适用于检测形状复杂的构件。

(5) 声发射检测对设备完整性不产生任何影响，不需拆卸，通过在被测设备材料表面布置高灵敏度的 AE 传感器，判定内部是否存在缺陷，检测方便、结果直观。

声发射作为一种动态下检测缺陷的方法，具有对构件的几何形状无特别要求、可对构件进行整体检测等诸多优点。这些特点使其能够进行其他方不能进行的检测。可见，声发射技术的诸多优势非常适合在海上平台安全评估中使用^[3]。

2 声发射技术在海洋平台吊机监测中的应用

本次监测的吊机为平台后增加的一个新吊机，安装时，直接将吊机立柱与平台焊接在一起。吊机每天频繁启动，每次起吊重量也不定，为防止该吊机出现安全问题，对吊机基座进行声发射监测，有助于我们了解吊机在进行作业过程中缺陷的发生和发展。

本次检测采用的是 PAC（美国物理声学公司）的全天候在线监测系统。该系统将声发射、振动、倾斜、气象仪等多种监测手段集成一体，对吊机的日常工作状态进行多参数实时监测。



图 2 振动、倾斜及声发射监测

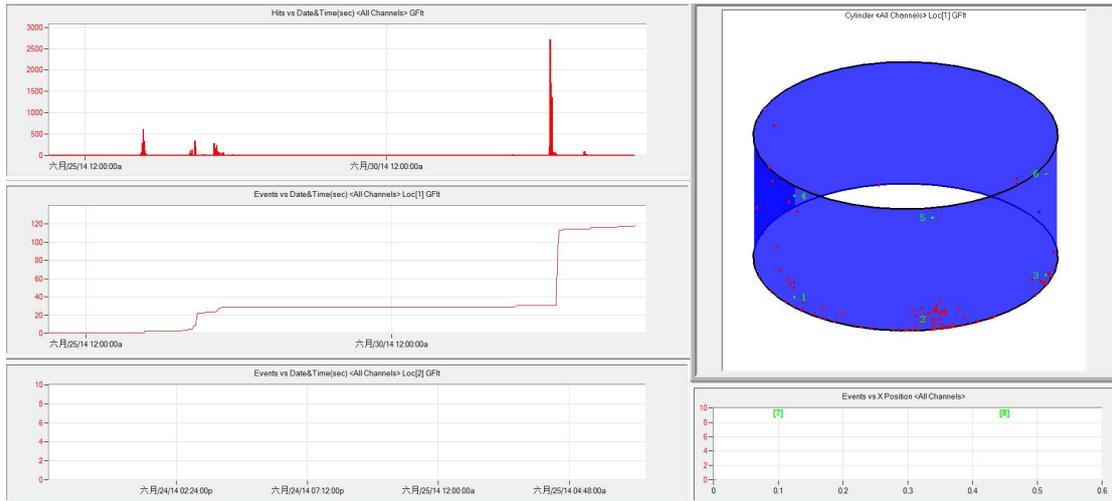


图 3 吊机基座柱面定位

由图 4 可以看出，经过一定时间的监测后，吊机基座部门出现部分声发射信号。经过信号分析，并结合作业工况以及信号特征，可以初步分析出：并没有新生裂纹等结构缺陷，也并没有旧的缺陷发展生长的情况。结合天气及作业情况报告，确定信号来源主要为作业噪声及天气影响。

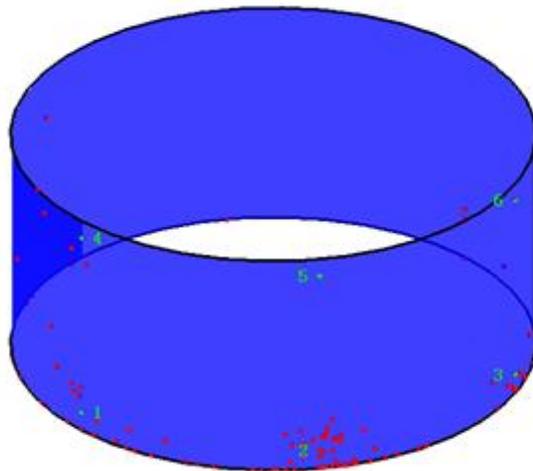


图 4 信号定位图



图 5 被检测吊机

3 结论

声发射技术于近些年快速发展。相较于海洋石油，它在陆地的应用更加广泛。声发射技术的整体监测、被动检测等特性是其他无损检测手段所不具备的，而这些特性也决定了其在海洋石油特别是海上平台安全评估中应用的可能性与重要意义。

本文通过理论研究并结合相关的实际工程应用案例，分析声发射技术在海上平台安全评估中的应用。从各项应用情况来讲，声发射技术可以为我们在海上平台的安全评估、安全管理工作提供高效的帮助。但在应用过程中也伴随着一些需要在今后进一步解决和发展的问題：（1）对于噪声干扰，应从信号分析、现场排除等角度进一步研究海上平台声发射信号处理技术。（2）建立声发射结合其他相关技术的全天候实时监测系统。

参考文献

[1]中国国家标准化管理委员会.GB/T 12604.4-2005.无损检测-术语-声发射检测[S].北京：中国质检出版社，2005

[2]TOMASZ B , DARIUSZ Z.Application of Wavelet Analysis to Acoustic Emission Pulses Generated by Partial Discharges[J].IEEE Transactions on dielectrics and electrical insulation, 2004, (3): 433-449.

[3]白晟.便携式 USB 声发射设备系统开发及应用研究[D].北京：北京化工大学，2014.