

波导杆辅助声发射检测承压管道泄漏实验研究*

郭福平**

(茂名学院)

李伟

(大庆石油学院)

方江涛

(大连市锅炉压力容器检验研究所)

摘要 在实验室将3根波导杆焊在实验用承压管道上,建立了声发射检测系统。通过对承压管道泄漏过程的声发射在线监测,分析了在不同压力、不同泄漏孔径情况下,波导杆上传感器所接收的信号幅度的规律,得出了波导杆可以应用于特殊工况下管道气体泄漏声发射检测的结论。

关键词 管道 波导杆 气体泄漏 声发射 检测

中图分类号 TQ056.1*7

文献标识码 A

文章编号 0254-6094(2009)04-0287-04

在高温、深冷及核辐射等特殊工况条件下对压力容器、管道等设备进行声发射检测时,由于条件限制或仪器设备制约,不能将传感器直接安装在被测件表面,而使声发射检测技术的应用受到限制。应用波导杆辅助检测工具可以实现这些工况下的声发射检测^[1,2]。笔者通过对波导杆应用于承压管道气体泄漏的声发射检测,研究了波导杆在泄漏声发射检测过程中对信号的影响。

1 实验装置及过程

在图1所示的检测管道泄漏位置的实验装置中,依次钻直径为1、2、3、4、5mm的泄漏孔,在距离泄漏孔1、3、5m的位置焊接 $\phi 12\text{mm} \times 1\ 000\text{mm}$ 的波导杆,并在波导杆上部、底部及泄漏孔处各安装1个宽带声发射传感器。在每一种泄漏孔径条件下改变管道内部压力,从0.15MPa变化到0.40MPa,每次增加0.05MPa压力,每改变一次压力,

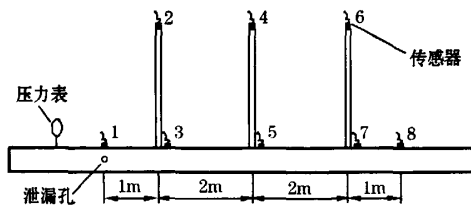


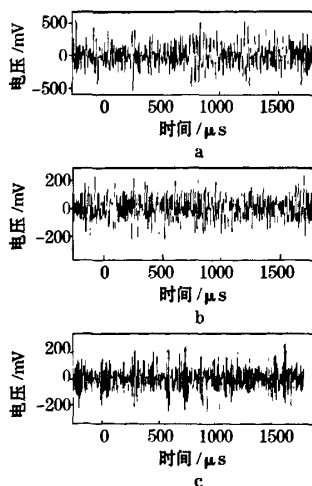
图1 波导杆辅助声发射检测管道泄漏实验装置

采集一组泄漏声发射数据。

2 波导杆接收数据分析

2.1 弹性波在管道及波导杆中传播的信号特征

图2与图3是在泄漏孔径2mm、泄漏压力0.40MPa时,由泄漏声源引起的弹性波在管道中传播的波形图与频谱图。其中,图2a、2b、2d、2f分别是弹性波在管道中传播到1、2、4、6传感器所得到的波形图;图2c、2e、2g分别是弹性波传播到波导杆上的传感器所接收到的波形图。图3a、3b、3d、3f分别是弹性波在管道中传播到1、2、4、6传感器所得到的频谱图;图3c、3e、3g分别是弹性波传播到波导杆上的传感器所接收到的频谱图。



* 中国石油天然气集团公司中青年科技创新基金项目(06E1010)。

** 郭福平,女,1981年9月生,助教。广东省茂名市,525000。

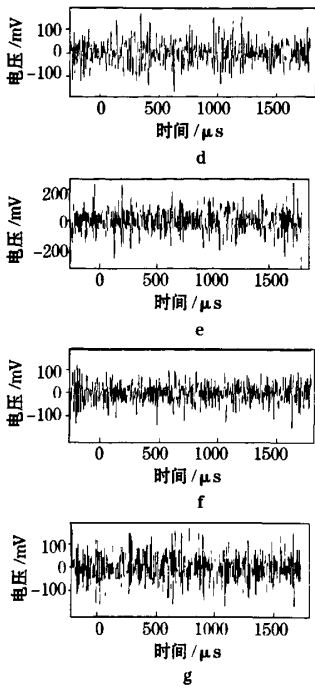


图2 泄漏孔径2mm、泄漏内压0.40MPa下各通道波形图

从图2中可以看出,各通道所接收到的信号呈明显的连续型信号特点。在同一位置管道上与波导杆上的传感器所接收到的信号波形基本相似,信号特征基本相同,说明波导杆对声发射信号的衰减较小。

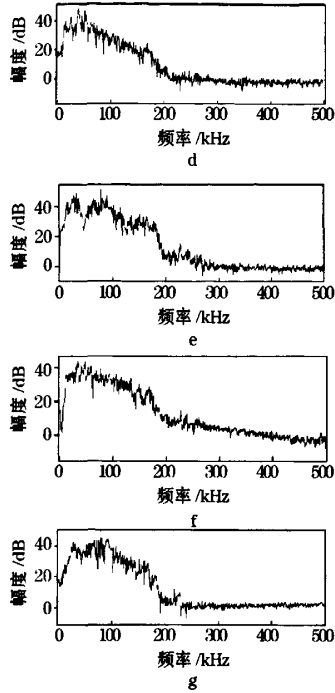
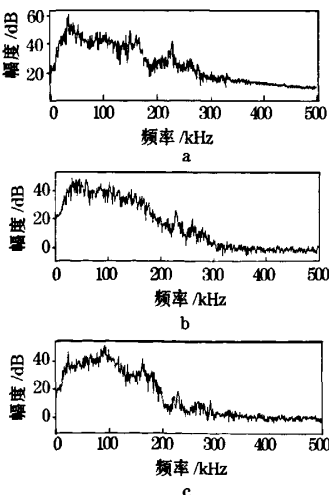


图3 泄漏孔径2mm、泄漏内压0.40MPa下各通道频谱图

从图3可以看出,频率分布在25~200kHz范围内。在同一位置处,管道上和波导杆上的传感器所接收到的信号频率基本相同,这说明泄漏源引起的弹性波经过波导杆传播后,信号范围频率变化较小。

2.2 不同泄漏孔径与声发射信号幅度的关系

图4是在不同泄漏内压下泄漏孔直径与声发射信号幅度关系图。因为在波导杆上和管道处所接收到泄漏声发射信号幅度值存在较小差异,故可用波导杆上部所接收到的声发射信号来研究泄漏问题。在每种泄漏压力工况下,1mm泄漏孔径无论是在波导杆上还是在波导杆下部管道处,泄漏声发射信号幅度值明显要低于其他泄漏孔径的泄漏声发射幅度值。这说明在泄漏孔径从1mm向2、3、4、5mm过渡时,泄漏声发射信号有一个转折点或区间。导致这种情况产生的原因和众多影响因素有关,如管道中流体的流动状态、管道泄漏孔径等等。在相同压力下,随着泄漏孔径的增大,声发射幅度值也增大。



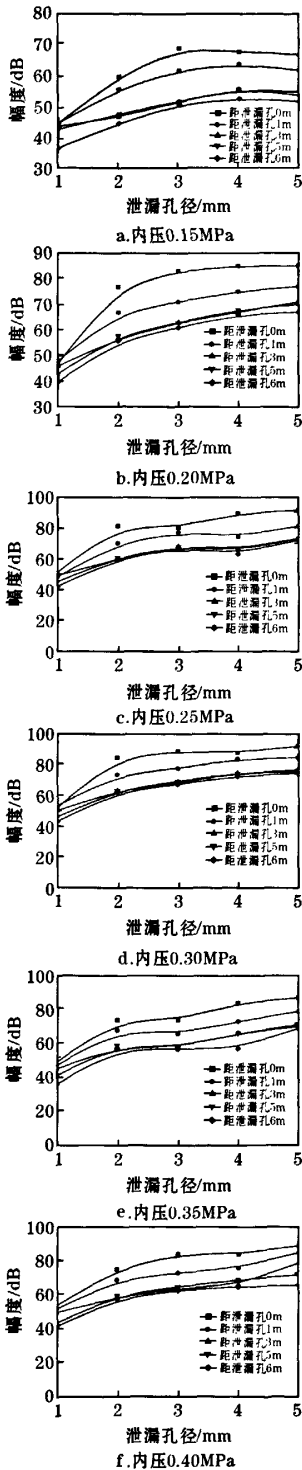


图4 不同泄漏内压下泄漏孔径与声发射信号幅度关系图

2.3 不同压力与声发射信号幅度的关系

管道和波导杆所接收到的泄漏声发射信号的幅度值经常受到其他因素影响,如管道的内压、泄漏孔径、传播的距离等。从改变泄漏压力着手,研究泄漏声发射信号随泄漏孔径的变化趋势和规律。图5是声发射幅度随孔径变化关系图。

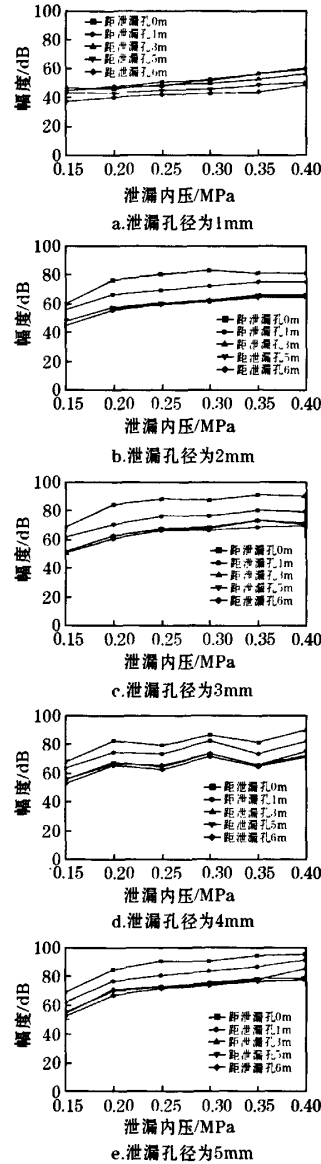


图5 不同泄漏孔径的泄漏声发射信号幅度随压力变化关系图

从图5中可以看出,随着泄漏压力的增大,泄

漏声发射幅值也增大。在相同压力下,不同泄漏孔径随着传播距离的增大,幅度也增大。

2.4 波导杆衰减分析

波导杆下部与上部的传感器所接收到的声发射信号幅值差,是影响其应用的重要指标。表 1 列出了 0.25MPa 下的波导杆上下传感器接受信号幅度对比表。从表 1 中的数据可以看出,波导杆对于声发射信号的衰减作用很小。波导杆上、下幅度差值在 $-1 \sim 5$ dB 之间,有较强的规律性,因此可以将其应用于管道泄漏过程的检测。

表 1 0.25MPa 时泄漏声发射幅度
在波导杆上下的对比表

孔径 mm	通道 1 dB	通道 2 dB	通道 3 dB	通道 4 dB	通道 5 dB	通道 6 dB	通道 7 dB	通道 8 dB
1	51	74	44	49	42	45	39	42
2	81	70	71	60	66	61	64	60
3	80	77	75	68	72	68	70	67
4	89	74	72	66	71	65	67	63
5	91	81	78	73	79	73	75	72

3 结论

3.1 气体泄漏产生的弹性波,在同一位置处管道上与波导杆上传感器所接收到的信号波形相似,幅度变化不大,频率分布基本相同。

3.2 在 0.15 ~ 0.40MPa 范围内,相同压力下,随着泄漏孔径($\phi 1 \sim 5$ mm)的增大,波导杆所接收到的泄漏声发射信号幅度值增大;同理,在相同泄漏孔径下,随着泄漏压力的不断增加,波导杆接收到的泄漏声发射信号幅度值也不断增大。在同一位置处,管道上与波导杆上传感器所接收到的幅度值相差很小。

3.3 波导杆应用于管道的泄漏声发射辅助检测是可行、可靠的。

参 考 文 献

- 李善春,戴光,高峰等.波导杆中声发射信号传播特性实验.大庆石油学院学报,2006,30(5):65~68
- Friesel M A. Acoustic Emission Source Identification Using Long-Waveguide Sensors. NDT INTERNATIONAL, 1986,19(3):186~190

(收稿日期:2009-02-28, 修回日期:2009-04-23)

An Experimental Study on Using the Assistant Acoustic Emission of Wave Guide Rods to Examine the Gas Leakage from Pressure Piping

GUO Fuping¹, LI Wei², FANG Jiangtao³

¹Maoming University, Maoming, 525000, Guangdong, China;

²Daqing Petroleum Institute, Daqing, 163318, Heilongjiang, China;


³Dalian Boilers and Pressure Vessels Institute, Dalian, 116013, Liaoning, China)

Abstract Three wave guide rods were welded on experimental pressure pipelines in Lab for studying the feasibility and reliability of using the assistant inspection technology of wave guide rods on the gas leakage from the pressure piping, and an examination system for acoustic emission was founded. Through the online monitoring of the gas leakage process of the pressure piping, the law of the signal amplitude received from the detectors of the wave guide rods was analyzed under the conditions of different pressures and pore sizes. It was concluded that the wave guide rods could be used for acoustic emission examination of gas leakage from pressure piping under particular conditions.

Keywords Piping, Wave Guide Rod, Gas Leakage, Acoustic Emission, Examination

欢迎来稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告

波导杆辅助声发射检测承压管道泄漏实验研究

作者: 郭福平, 李伟, 方江涛, GUO Fuping, LI Wei, FANG Jiangtao
作者单位: 郭福平, GUO Fuping (茂名学院, 广东省茂名市, 525000), 李伟, LI Wei (大庆石油学院), 方江涛, FANG Jiangtao (大连市锅炉压力容器检验研究所)
刊名: 化工机械 
英文刊名: CHEMICAL ENGINEERING & MACHINERY
年, 卷(期): 2009, 36(4)
引用次数: 0次

参考文献(2条)

1. 李善春, 戴光, 高峰. 波导杆中声发射信号传播特性实验[期刊论文]-大庆石油学院学报 2006(05)
2. Friesel M A Acoustic Emission Source Identification Using Long-Waveguide Sensors 1986(03)

相似文献(1条)

1. 学位论文 李善春 管道气体泄漏的声源与声发射信号特性研究 2007

管道运输由于具有成本低、运输快、供给稳定等特点,已成为石油、天然气、生活用水、工业废物、工业原燃料等物质的基本运输工具,并与铁路、公路、航空、水运并列为五大基本运输方式之一,在人类生产、生活中起了非常重要的作用。管道在使用过程中由于腐蚀、磨损、人为破坏等原因会造成管道内流体的泄漏,给管道运输带来安全危害。当输送介质为易燃、易爆或有毒、有害物质时,发生泄漏会造成巨大的损失和环境污染,因此,管道泄漏的早期检测越来越受到工程界的关注。

本文对管道气体泄漏处声源产生机理、泄漏处的声学特性、弹性波在管道中的传播特性、弹性波在波导杆中的传播特性、基于波导杆辅助检测管道气体泄漏的方法等几个方面进行了深入的研究,为基于声发射方法早期检测管道气体泄漏打下良好的基础。

1. 连续声源产生机理的仿真研究

管道气体泄漏是一复杂的喷流过程,利用FLUENT有限元分析软件对管道气体泄漏喷流流场进行数值模拟,得到管道气体泄漏时的流场分布、喷流速度,并拟合泄漏喷流时的最大泄漏速度的分布函数。在流场分析结果的基础上应用MATLAB对声场进行数值模拟,得出泄漏声发射声强与流场中的参数如泄漏孔径、泄漏内压的关系。

2. 管道气体泄漏处声发射特性实验研究

在实验室内建立承压管道气体泄漏声发射实验装置,对气体泄漏处的声发射信号进行分析研究。重点分析了泄漏声发射信号的频率范围及幅度随管道内部压力、泄漏孔径变化的影响规律,分析结果与管道气体泄漏的数值模拟结果相吻合。

3. 管道上点声源引起弹性波的传播特性研究

管道上点声源引起的弹性波向周围和沿管长方向向前传播。通过对弹性波在管道中传播的声发射实验研究,得出弹性波在管道上传播的衰减、波速等特性。

4. 连续声源引起弹性波在管道上传播的特性研究

通过对承压管道气体泄漏声发射特性实验和声发射信号分析,得到声发射信号的幅度、能量、频谱随压力、泄漏孔径大小、传播距离的变化规律,并拟合出声发射信号幅度值随传播距离的衰减曲线。

5. 用波导杆辅助检测管道气体泄漏方法研究

针对特殊工况条件下管道气体泄漏,需采用波导杆进行辅助检测。本文分别对三种不同长度,七种不同直径的波导杆进行实验研究。研究结果表明,不同结构型式的波导杆对点声源引起的声发射波形和谱有一定的影响,对连续声源则影响较小。通过建立用波导杆辅助检测管道气体泄漏的声发射实验系统,研究带有波导杆管道的气体泄漏声发射检测方法,并探讨不同压力、不同直径泄漏孔径下的声发射信号特征。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_hgjx200904002.aspx

下载时间: 2010年5月27日