

基于超声导波检测管道缺陷的数值模拟

栗霞飞, 刘 飞, 赵满全, 杜 兰, 刘晓东

(内蒙古农业大学机电工程学院, 内蒙古呼和浩特 010018)

摘要: 为了研究扭转模态在不同形状管道中的传播特性和缺陷的检测能力, 建立了带有缺陷的管道有限元模型, 利用有限元软件 ABAQUS 对 $T(0, 1)$ 模态导波在直管、弯管中的传播过程进行数值模拟研究。导波信号采用汉宁窗调制的正弦信号, 激励 $T(0, 1)$ 模态信号。结果表明: 最低阶的扭转模态适合于管道的缺陷检测; 50 kHz 的 $T(0, 1)$ 模态导波对直管、弯管上的缺陷敏感, 在缺陷对应的位置上, 导波的回波幅值最大, 能量也较集中。

关键词: 超声导波; 模态; 缺陷

中图分类号: S223.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-3630(2019)-02-0164-06

DOI 编码: 10.16300/j.cnki.1000-3630.2019.02.009

Numerical simulation of pipeline defects detection based on ultrasonic guided wave

LI Xia-fei, LIU Fei, ZHAO Man-quan, DU Lan, LIU Xiao-dong

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, Inner Mongolia, China)

Abstract: In order to study the propagation property and defect detection ability of the torsional modes in different shapes of pipelines with defects, in this paper, a finite element model of pipeline with defects is established. The numerical simulation of $T(0, 1)$ modal guided wave propagation in the straight pipeline and the elbow is carried out by finite element software ABAQUS. The sinusoidal signal modulated by Hanning window is used to excite the $T(0, 1)$ modal signal. The results show that the lowest order torsional mode is suitable for pipeline defect detection. Moreover, the $T(0, 1)$ modal guided wave of 50 kHz is sensitive to the defects of the straight pipeline and the elbow. In the position corresponding to the defect, the guided wave has the greatest echo amplitude and the more concentrated energy.

Key words: guided wave; mode; defect

0 引 言

在农田灌溉、石油、化工、热电等行业中广泛应用管道。这些管道中长期输送的介质会腐蚀管壁, 造成管壁减薄; 管道裸露在外会受到空气和水蒸气的腐蚀, 也经常会受到外界损伤, 从而引起管道的泄露^[1-2]。对长距离管道中的缺陷进行快速检测是一个急需解决的重要问题。材料的损伤总是伴随着某种结构上的不连续, 从而引起超声波的反射和散射现象。自 1929 年 SOKOLOV 首先提出用超声波探测金属物体内部缺陷开始, 由于超声波的穿透能力强、对人体无害等特点, 超声无损检测已成为一种发展历史较长的检测材料性能的技术手段,

并在工程实际中得到广泛的应用^[1,3]。传统的检测方法耗时、耗力, 对于大范围、长距离的管道检测是不可想象的。而导波检测技术可以解决以上问题。其中, 纵向模态的导波对管道的周向裂纹比较敏感, 通常用于管道周向裂纹的检测, 但纵向模态的导波对管道上的纵向裂纹不够敏感^[4]。而扭转模态则对周向缺陷和纵向缺陷均敏感。因此, 扭转模态更适合长距离管道中多类型缺陷的检测。

DEMMA 等^[5]对单层管道中的 $T(0, 1)$ 模态传播特性及对周向缺陷的敏感性进行了研究。何存富等^[6]利用扭转模态导波检测了直管管道的纵向缺陷。刘增华等^[7]利用扭转模态进行了充水直管管道缺陷检测的实验研究。何存富等^[8]对弯管中的缺陷检测进行了实验研究, 证实了超声导波可以越过弯管检测出直观段中存在的缺陷, 也可以同时检测出处于弯管处及直管段处的双缺陷。

本文从理论上分析了在两种管道中扭转模态的传播特性。通过有限元方法, 利用脉冲回波原理, 对两种管道中不同类型的缺陷进行了检测和分析。

收稿日期: 2017-12-04; 修回日期: 2018-02-02

基金项目: 国家自然科学基金项目(11662013)

作者简介: 栗霞飞(1991—), 女, 山西大同人, 硕士, 研究方向为农业机械。

通讯作者: 赵满全, E-mail: nmgzhaomq@163.com

1 管道中的导波

导波具有一些独特的性质，最主要的是频散和多模态特征：频散则是指受超声波波导的几何形状影响而产生的波速随频率变换而改变的现象；多模态是指在结构中不只存在一种传播模式，在某一激励频率下，会在波导中产生多种传播模式^[9]。在利用超声导波进行材料的缺陷检测时，通常根据波动方程^[10]计算出波导中可能存在的传播模式，然后根据频散曲线，选择适合的导波模式进行检测。当激励的导波遇到缺陷时，会发生反射、散射和模式的转换等现象，利用这些现象可以进行缺陷的确定以及定位、量化。

1959年，GAZIS首先提出了无限长空心圆柱体中弹性波传播问题的通解^[11]。考虑应力自由边界条件，由弹性动力学理论可得到空心圆管中导波传播的频散方程。对其求解便可得到导波传播的频散曲线。图1是外直径为50 mm，壁厚为2.5 mm的钢管中弹性波的群速度频散曲线。图2中给出了管道中各扭转模式导波的群速度的频散曲线^[12]。

由图1、图2可得：

(1) 超声导波进入管道后，产生了3种不同的模式^[13]：纵向模式 $L(0, n)$ 、扭转模式 $T(0, n)$ 和弯曲模式 $F(M, n)$ ，其中 $M=1, 2, 3\cdots$ 为周向阶次， $n=1, 2, 3\cdots$ 为模数。 $T(0, 1)$ 的群速度为 $3.31 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

(2) 扭转模式阶数不同，其频散程度不同，衰减程序也不相同。 $T(0, 1)$ 模式在整个频段范围内群速度为常数，使其具有较宽的检测频率范围，所以该模式长距离传播时不会发生频散、畸变，适合长距离的管道检测^[14]。

因此，本研究采用 $T(0, 1)$ 模式导波。

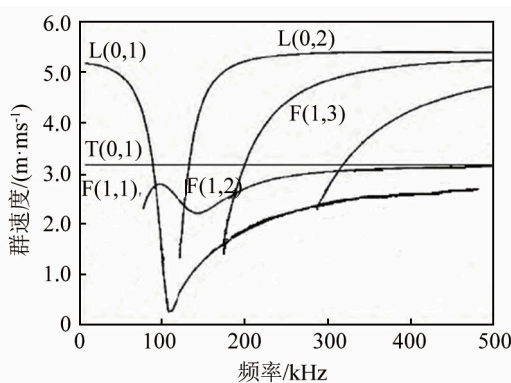


图1 钢管中不同弹性波的群速度频散曲线 (钢管外直径50 mm，壁厚2.5 mm)^[12]

Fig.1 Group velocity dispersion curves of different elastic waves in steel pipeline (external diameter of 50 mm and wall thickness of 2.5 mm)^[12]

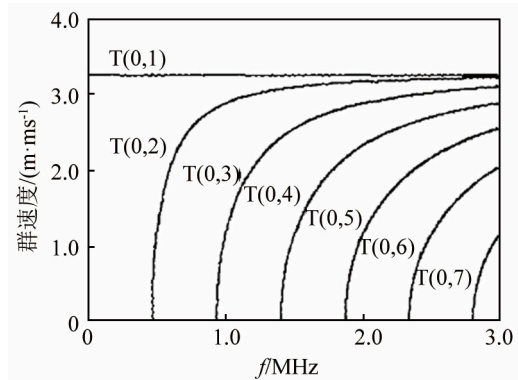


图2 该钢管中不同扭转模式的导波群速度频散曲线^[12]

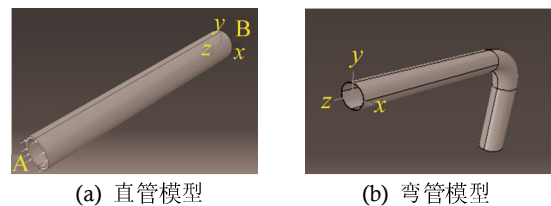
Fig.2 Group velocity dispersion curves of different torsional modes in the steel pipeline^[12]

2 建模及激励参数设置

2.1 仿真模型建立

ABAQUS/standard 模块可以实现静态分析、动力分析和耦合物理场的分析^[15]。利用有限元软件建立了直管和弯管传播的数值模型，如图3(a)、3(b)所示。材料属性设置为弹性模量 $E=210 \text{ GPa}$ 、密度 $\rho=7800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 、泊松比 $\mu=0.3$ 、长度为2 m。在网格划分时，要求网格单元尺寸小于模型中最小波长的1/10，取为1.5 mm；采样时间间隔为0.1 ms，单元类型为六面体单元 C3D8(无缺陷)。

为了提高模拟检测的准确性，在管道外径均匀设置24个节点，所有节点同时加载激励信号^[16]。



(a) 直管模型

(b) 弯管模型

图3 管道模型

Fig.3 The pipeline models: (a) straight and (b) curved

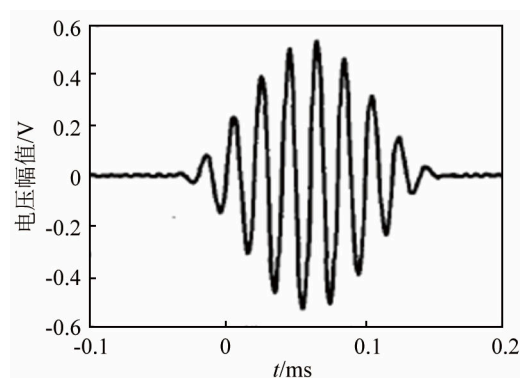
2.2 激励信号参数设置

为了模拟 $T(0, 1)$ 模式导波的激励，给端部节点施加周向瞬时位移载荷作为激励。加载经过汉宁窗调制的余弦信号^[17]：

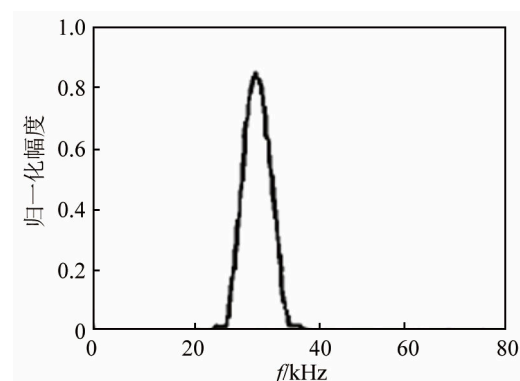
$$f(t) = \begin{cases} 0.5 \left(1 - \cos \frac{2\pi f_c t}{n} \right) \sin(2\pi f_c t), & 0 < t \leq \tau \\ 0, & t > \tau \end{cases} \quad (1)$$

式中： n 为脉冲周期； f_c 为中心频率； $\tau = \frac{n}{f_c}$ 为信号脉冲宽度。

图4为10个周期加载汉宁窗的正弦位移载荷图形，中心频率为30 kHz。



(a) 时域波形



(b) 频谱图

图4 激励信号示意图

Fig.4 Sketch of exciting signal

2.3 模型的边界条件

管道或裸露于外界或埋藏于地下,受到来自各个方面的腐蚀和破坏,边界条件极其复杂^[18]。本模型的建立是基于管道的理想边界条件(真空),以便于分析超声导波对管道缺陷的检测能力。

3 仿真分析

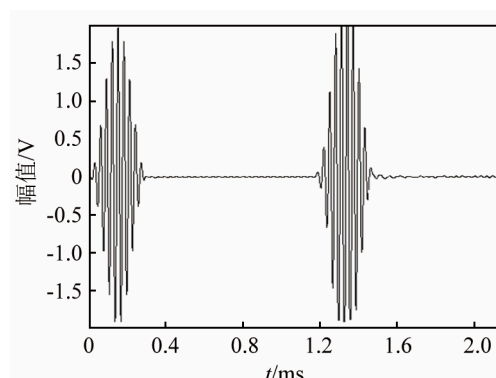
3.1 扭转模态在直管道中的传播

在直管道缺陷检测的研究中,将导波声激励端和声接收端设置在管道的同一侧方向。

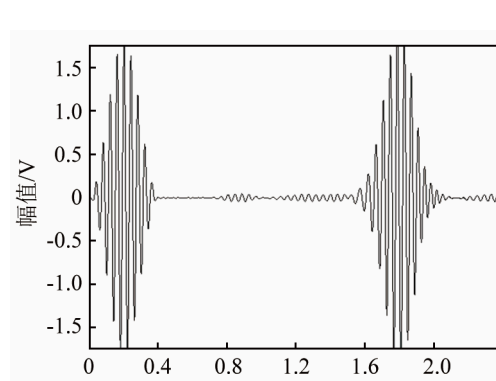
建立管道裂纹模型的方法通常有2种:一种是模型之间建模,在建立管道模型时,通过相应算法,同时生成缺陷及裂纹;另一种是生成管道模型,然后利用 ABAQUS 所提供的 part 功能模块形成缺陷^[19]。

本文采用第一种方法建立缺陷,缺陷管道模型采用与图3所示的相同的技术参数,缺陷位置为离端面 A 1.3 m 处,缺陷尺寸为 40 mm×0.5 mm×1 mm,仿真结果如图5所示。

图5(b)仿真信号无频散现象,确定缺陷回波的时间为 0.81 ms,理论波速为 3.31 km·s⁻¹,采用



(a) 无缺陷



(b) 有缺陷

图5 T(0,1)模态在直管中传播

Fig.5 T(0, 1) mode propagation in a straight pipeline

速度×时间的方法定位缺陷位置为 $(0.81 \times 3.31)/2 = 1.341$ m, 与实际位置 1.3 m 仅偏差 4.1 cm, 相对误差为 3%^[20]。超声导波沿着管壁传播的过程中,由于有缺陷的存在,使得一部分波被缺陷反射回来,形成波包。有波包的位置,便可计算出缺陷的位置。

相比图5(a)、5(b)可以发现:图5(a)中管道反射回波到达的时间为 1.3 ms,图5(b)中管道反射回波到达的时间为 1.8 ms,相比无缺陷管道,导波在有缺陷管道中传播时的反射回波时间延迟了 0.5 ms。说明波在传播的过程中能量也会消耗。

导波在有缺陷管道中传播时,波从管道一段传播至管道另一端时,由于有缺陷的存在,使得当导波经过缺陷时,导波发生了模态转换,如图5(b)中 1.2 ms 的位置。传播过程更加复杂,反射回波的能量也在此开始衰减。综合上述两个因素,导致导波在有缺陷管道中传播时,检测到的反射回波时间比无缺陷管道延迟了。

3.2 扭转模态在弯管道中的传播

为研究扭转模态在弯管中的特性,本次模拟采用的几何参数:弯管总长为 2 m,弯曲角度为 90°,壁厚为 2 mm,管道弯曲半径为 238.5 mm,其弹性

模量 $E=210\text{ GPa}$ 。人为增加两组缺陷，缺陷尺寸为 $40\text{ mm}\times 0.5\text{ mm}\times 1\text{ mm}$ 。一组缺陷是弯曲外侧和直管部分，如图 6(a)所示。一组缺陷是弯曲内侧和直管部分，如图 6(b)所示，在弯管道缺陷检测的研究中，将导波声激励端和声接收端设置在管道的同一侧方向。

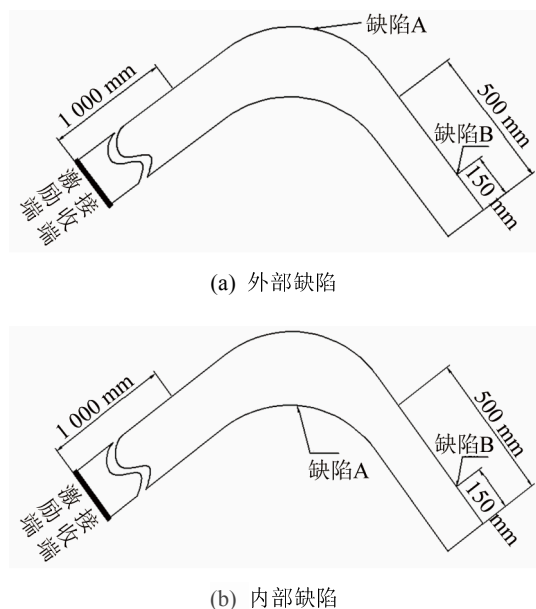


图6 弯管模型
Fig.6 Elbow models

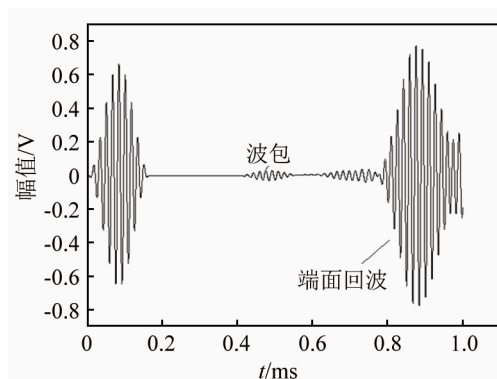
利用 ABAQUS 中的分区模块对管道弯曲部分进行划分，以便于后续网格划分能够顺利进行，缺陷部位网格类型采用 C3D10 四面体单元类型。设置网格的单元长度为导波波长的 $1/10$ 。除此之外，在计算有限元动力时，时间步长的设定起到了关键性作用^[21-22]。为了节省时间并保证一定的精度，时间步长选取激励信号周期的 $1/20$ 。

图 7 给出了利用 ABAQUS 计算出的在频率为 60 kHz 的信号激励下，扭转模式导波在弯曲管道中传播的仿真结果。

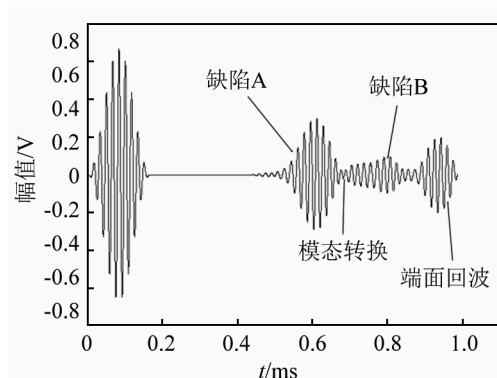
由图 7(a)可以看出，在入射信号到端面回波信号之间出现了微小的波包，这是由于导波经过弯曲部位时，波形结构发生了变化，产生了轻微的模式转换，从速度上分析，回波中叠加了弯曲模式 $F(1, 1)$ 的成分^[23]。图 7(b)、7(c)为图 6(a)、6(b)模型的仿真结果，入射信号与端面回波信号之间有两处明显的波包，两个波包处有一些复杂的小波包。这是由于当扭转模式导波在弯管中传播时，反射波在缺陷 A 处和 B 处被检测出，形成了缺陷回波。

对比图 7(b)、7(c)，可以发现：

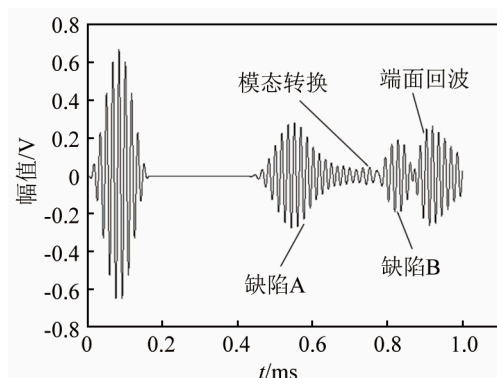
(1) 图 7(b)中缺陷 A 处的反射波幅值比图 7(c)中缺陷 A 处的反射波幅值高。说明缺陷在弯管外侧



(a) 无缺陷



(b) 外部缺陷



(c) 内部缺陷

图7 $T(0, 1)$ 在弯曲管道中传播

Fig.7 $T(0, 1)$ mode propagation in a curved pipeline

较弯管内侧更容易被检测出来。

(2) 每个图中缺陷 B 的幅值都小于缺陷 A 的幅值。这是因为当导波传播到缺陷 A 时，能量已经在声程上损失了一部分，当导波继续传播，到达缺陷 B 时，导波的能量更加微小，大部分能量已被缺陷 A 处反射。

4 结论

本文研究了导波在管道中传播的特性，通过对导波在钢管中的频散曲线的分析可知， $T(0, 1)$ 扭转模式在频率为 50 kHz 时没有发生频散现象，适合

用于管道缺陷的检测。本文利用有限元软件分别对直管道、弯管道上的缺陷进行了研究与对比,发现:

(1) 导波在直管中传播时能量幅值比在弯管中传播的能量幅值大,这是因为导波的传播一般都是直线,当传播线路发生变化时,导波就会发生模态转换,转换为更复杂的模态,如弯曲模态。

(2) 同一弯曲管道、同一缺陷大小、不同缺陷位置,缺陷传播的能量、幅值大小也不一样。当缺陷位于弯曲部分外侧时,缺陷幅值较大,容易被检测出。而当缺陷位于弯曲部分内侧时,缺陷幅值相比之下较小,不容易被检测出来。 $T(0, 1)$ 模态的大部分能量集中在了弯曲外侧,因为可以检测弯头外部的缺陷,而内部缺陷检测不到。

(3) $T(0, 1)$ 模态可以在一次弯曲后检测到直线部分的缺陷。

本文的模拟数据及结论可指导今后的实验研究。本次研究未考虑弯管弯曲角度对缺陷检测的影响及现实中弯管与直管接头处的环焊缝对缺陷检测的影响。

参 考 文 献

- [1] 何存富, 郑明方, 吕炎, 等. 超声导波检测技术的发展、应用与挑战[J]. 仪器仪表学报, 2016, **37**(8): 1713-1735.
HE Cunfu, ZHENG Mingfang, LYU Yan, et al. Development, applications and challenges in ultrasonic guided waves testing technology[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2016, **37**(8): 1713-1735.
- [2] 周正干, 刘斯明. 非线性无损检测技术的研究、应用和发展[J]. 机械工程学报, 2011, **47**(8): 2-11.
Zhou Zhenggan, LIU Siming. Nonlinear ultrasonic techniques used in nondestructive testing: A review[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2011, **47**(8): 2-11.
- [3] BILIK Y U, HARIDIM M, BILIK D. Application of NDT methods to improve the detection of underground linear objects[J]. NDT and E International, 2017, **91**(8): 129-138.
- [4] 马书义, 武湛君, 王奕首, 等. 小口径管扭转模态导波在线检测[J]. 压电与声光, 2014, **36**(6): 977-982.
MA Shuyi, WU Zhanjun, WANG Yishou, et al. On-line Inspection of Small Diameter Tubes Using Torsional Guided Waves[J]. Piezoelectrics & Acoustooptics, 2014, **36**(6): 977-982.
- [5] DEMMA A, CAWLEY P, LOWE M J S. Mode conversion of longitudinal and torsional guided modes due to pipe bend[J]. Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation, 2001, **20**(1): 172-179.
- [6] 何存富, 李伟, 吴斌. 扭转模态导波检测管道纵向缺陷的数值模拟[J]. 北京工业大学学报, 2007, **33**(10): 1009-1013.
HE Cunfu, LI Wei, WU Bin. Numerical simulation of longitudinal crack detection in pipes using ultrasonic guided wave $T(0,1)$ mode[J]. Journal of Beijing University of technology, 2007, **33**(10): 1009-1013.
- [7] 刘增华, 吴斌, 何存富, 等. 扭转模态在充水管道缺陷检测的实验研究[J]. 仪器仪表学报, 2006, **27**(6): 1587-1589.
LIU Zenghua, WU Bin, HE Cunfu, et al. Defect detection in water-filled pipes using torsional modes[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2006, **27**(6): 1587-1589.
- [8] 何存富, 孙雅欣, 刘增华, 等. 弯管缺陷超声导波检测的有限元分析[J]. 北京工业大学学报, 2006, **32**(4): 289-294.
HE Cunfu, SUN Yaxin, LIU Zenghua, et al. Finite element analysis of defect detection in curved pipes using ultrasonic guided waves[J]. Journal of Beijing University of Technology, 2006, **32**(4): 289-294.
- [9] 刘增华, 吴斌, 王秀彦, 等. 扭转模态在带黏弹性包覆层管道中缺陷检测的实验研究[J]. 应用基础与工程科学, 2009, **20**(5): 564-567.
LIU Zenghua, WU Bin, WANG Xiuyan. Experimental study on defect detection in pipes with viscoelastic coating using torsional modes[J]. Chinese journal of mechanical engineering, 2009, **20**(5): 564-567.
- [10] 马书义, 王奕首, 刘科海, 等. 同向与反向切变载荷条件下管道中扭转模态导波激励分析[J]. 声学学报, 2014, **39**(1): 68-74.
MA Shuyi, WANG Yishou, LIU Kehai, et al. Analysis of torsional guided waves excitation in pipes by co-rotating and reversed shear loading[J]. Acta Acustica, 2014, **39**(1): 68-74.
- [11] GAZIS D C. Three-dimensional investigation of the propagation of waves in hollow circular cylinders I: analytical foundation[J]. J. Acoust. Soc. Am., 1959, **31**(5): 568-573.
- [12] ZHANG Li, LUO Wei, ROSE J L. Ultrasonic guided wave focusing beyond welds in a pipeline. Review of quantitative nondestructive evaluation, 2006, **25**: 877-884.
- [13] 张辉宇, 张瑞轩. 油气长输管道裂纹缺陷产生原因[J]. 无损检测, 2017, **39**(7): 73-75.
ZHANG Huiyu, ZHANG Ruixuan. The causes of crack defects in long distance oil and gas pipeline[J]. Nondestructive Test, 2017, **39**(7): 73-75.
- [14] 焦敬品, 何存富, 吴斌. 基于导波理论的管道泄漏声发射定位新技术研究[J]. 机械工程学报, 2004, **40**(10): 77-81.
JIAO Jingpin, HE Cunfu, WU Bin. New technique for modal acoustic emission pipeline leak location[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2004, **40**(10): 77-81.
- [15] HE C F, LIU H Y, LIU Z H, et al. The propagation of coupled Lamb waves in multilayered arbitrary anisotropic composite laminates[J]. Journal of Sound and Vibration, 2013, **332**(26): 7243-7256.
- [16] DONSKOY D, SUTIN A, EKIMOV A. Nonlinear acoustic interaction on contact interfaces and its use for nondestructive testing[J]. NDT & E International, 2001, **34**(4): 231-238.
- [17] 张蒲根, 张烨, 丁菊. 基于超声导波的管道裂纹检测模拟研究[J]. 化工装备技术, 2017, **38**(3): 48-50.
ZHANG Pugen, ZHANG Ye, DING Ju, et al. Simulation research of piping crack detection based on ultrasonic guided wave[J]. Chemical Equipment Technology, 2017, **38**(3): 48-50.
- [18] 梁子千, 玄文博, 王婷. 基于二维阻抗特性的管道环焊缝缺陷涡流检测[J]. 仪器仪表学报, 2017, **38**(9): 2138-2145.
LIANG Ziqian, XUAN Wenbo, WANG Ting, et al. Eddy current NDT for the cracks of girth welds of pipes based on 2D impedance characteristics[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2017, **38**(9): 2138-2145.
- [19] 田振华, 徐鸿, 杨志磊. 基于扭转模态的管道裂纹聚焦成像[J]. 中国机械工程, 2013, **24**(1): 85-89.
TIAN Zhenhua, XU Hong, YANG Zhilei. Focusing Imaging of Cracks in Pipes Based on Torsional Modes[J]. The Chinese mechanical engineering, 2013, **24**(1): 85-89.
- [20] CAWLEY P, LOWE M J S, SIMONETTI F, et al. The Variation of the Reflection Coefficient of Extensional Guided Waves in Pipes from Defects as a Function of Defect Depth, Axial Extent, Circumferential Extent and Frequency[J]. Journal of Mechanical Engineering Science, 2002, **216**(11): 1131-1143.

- [21] 从明, 武新军, 孙鹏飞, 等. 换热管缺陷扭转模态导波检测的仿真研究[J]. 压力容器, 2014, 31(5): 65-69.
CONG Ming, WU Xinjun, SUN Pengfei, et al. Simulation research on defect detection of heat exchanger tubes based on torsional guided wave[J]. Pressure Vessel, 2014, 31(5): 65-69.
- [22] 焦敬品, 何存富, 吴斌, 等. 管道超声导波检测技术研究进展[J]. 实验力学, 2002, 17(1): 1-9.
JIAO Jingpin, HE Cunfu, WU Bin, et al. Application of ultrasonic guided waves in pipe's NDT[J]. Experimental Mechanics, 2002, 17(1): 1-9.
- [23] 张浦根. 基于超声导波的弯曲管道裂纹检测研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2015.
ZHANG Pugen. Researches of inspecting crack defect in bent pipe using ultrasonic guided waves[D]. Shanghai: East China University Of Science and Technology, 2015.
- [24] 吴斌, 方舟, 刘增华, 等. 钢花管中低频扭转模态的衰减特性[J]. 北京工业大学学报, 2015, 41(6): 801-808.
WU Bin, FANG Zhou, LIU Zenghua, et al. Attenuation of Low-frequency torsional mode in perforated pipes[J]. Beijing University of Technology, 2015, 41(6): 801-808.
- [25] 程载斌, 王志华, 张立军, 等. 管道超声纵向导波裂纹检测数值模拟[J]. 应用力学学报, 2004, 21(4): 76-79.
CHENG Zaibin, WANG Zhihua, ZHANG Lijun, et al. Numerical simulation of crack detection in pipes using ultrasonic longitudinal guided-wave[J]. Journal of Applied Mechanics, 2004, 21(4): 76-79.

• 简 讯 •

《声学技术》2018 年度编委会工作会议纪要

《声学技术》编委会于 2019 年 3 月 15 日在上海举行。主办单位领导——中国科学院声学研究所东海研究站(简称: 东海站)站长许伟杰, 上海市声学学会理事长胡长青(东海站)、副理事长高建农(中国船舶重工集团公司第七二六研究所, 简称: 七二六所)和上海市声学学会办公室尹红云以及上海地区 20 多位编委专家出席了会议。会议由执行主编姚蓝主持。

会上, 编辑部主任李秀红代表编辑部作了 2018 年度《声学技术》的工作汇报, 包括以下几方面: (1) 出版情况和稿件状况; (2) 期刊统计数据; (3) 优秀论文和优秀编委的评选情况; (4) 编委审稿投稿情况; (5) 期刊审读等。同时, 提出了 2019 年本刊的重点工作, 并就学术不端、印刷费上涨等问题提请编委会讨论。

与会领导和编委专家认真听取了汇报, 对编辑部一年来的工作、取得的成绩(如入编《北大核心期刊要目总览》2017 版等)给予肯定, 对 2019 的工作重点进行了热烈的讨论, 并提出了许多切实可行的好建议。

东海站许伟杰站长代表主办单位对编委们的辛勤劳动、其他几个主办单位的支持和贡献表示感谢。东海站会一如既往地全力支持期刊发展。他指出, 为了进一步办好《声学技术》期刊, 将对本届编委进行改选, 新一届(第五届)编委会将充实调整一些年轻的、工作在一线的专家, 增加《声学技术》的活力。高建农代表七二六所也表示, 今后要加大对《声学技术》的支持力度。

期刊执行主编姚蓝、副主编钱梦骅、汤渭霖、王朔中和多位编委都在会上作了发言。编委们就如何进一步提高期刊质量纷纷献计献策, 提出了许多具体的建议, 如约稿、组稿、编委发挥宣传作用等; 就如何看待学术不端、学术剽窃等问题进行了讨论。

胡长青理事长发言指出: “《声学技术》在各位编委的支持下, 在国内具有一定的影响力。作为下一任主编人选, 将继续努力, 稳步前进, 进一步把《声学技术》办好。对于副主编及编委人选, 将根据所在单位和专业方向, 吸收更多优秀的各个领域的专家学者。”

《声学技术》编辑部将根据主办单位领导、主编、副主编的办刊思想, 认真研究, 积极落实。

《声学技术》编辑部