

基于合成孔径聚焦的超声 TOFD 检测技术及图像增强 (黑体三号)

刚铁, 迟大钊, 袁媛 (黑体五号, 最多 5 位作者)

(哈尔滨工业大学 现代焊接生产技术国家重点实验室, 哈尔滨 150001) (小五号黑体)

(省会城市, 直接写 市; 非省会城市, 写 省市)

摘要 (黑体小 5 号) 为了精确定位开口裂纹的端部在铝合金厚板对接焊缝中的位置, 对其超声衍射时差法 (TOFD, time of flight diffraction) 的 B 扫描图像进行了处理。为了提高图像的横向分辨率, 引入了合成孔径聚焦技术 (SAFT, synthetic aperture focusing technique)。根据缺陷端部和换能器之间的几何关系, 建立了图像 SAFT 处理的数学模型, 实现了 B 扫描图像的 SAFT 重建。为了提高图像的纵向分辨率, 先将原始图像进行了线性化处理, 从而提出了一种新的超声 TOFD 法 B 扫描图像处理技术 L-SAFT (linearization-SAFT)。结果表明, 该技术有效地提高了图像的分辨率。利用该技术能快速、准确地捕捉裂纹端部……[摘要内容要求在 300-350 字] (宋体小五号)

关键词: 超声衍射 裂纹 线性化 [要求不用外文字母] (黑体小五号)

中图分类号: TG115.28 (黑体小五号) (要求 TG4 开头, 查询网址 <http://ztlh.xhma.com/>)

0 前言 (黑体五号, 占两行)

断裂力学研究证明, 带有尖锐边缘的面状缺陷的危险性最大。因此, 对焊接构件在生产 and 后期使用过程中所产生的裂纹的检测一直是无损检测领域中的一个重要研究课题。超声 TOFD 法是被证明最为适合检测裂纹类面状缺陷的方法^[1-2]。该方法有 A, B, D 三种扫描方式, 通过对获得的图像和信号特征分析, 可以对面状缺陷的类型进行识别以及定量测量^[3]。但是, 利用该方法进行 D 扫描, 当缺陷不在两探头连线的中垂线上时, 对裂纹端部的定位会带来很大的误差。B 扫描时, 两探头跨越缺陷, 使裂纹端部在某一时刻处于两探头连线的中垂线上。但是, 由于探头声束有一定的覆盖范围, 缺陷在图…… (正文 宋体五号, 英文及数字 Times New Roman 五号, 行距 16 磅)

SAFT 算法最早被应用于雷达技术, 来提高雷达图像的横向分辨率。该算法是一种很有前景的高级成像方法, 它可以用低指向性的信号源和较低的工作频率来获得很高的方位分辨率^[4]。该算法在超声无损检测领域中得到了应用^[4-7]。但是, 将该技术应用到超声 TOFD 法检测中还未见诸报道。作者根据超声 TOFD 法 B 扫描图像的形成过程, 探头和缺陷位置的几何关系, 建立了超声 TOFD B 扫描图像 SAFT 算法数学模型, 实现图像的 SAFT 重建。

1 模拟试块及其检测

用电火花加工方法在高强铝合金试块底面制作了不同深度的人工窄槽来模拟底面开口裂纹。B 扫描图像的获取在超声 C 扫描检测系统上进行, 系统采样频率为 100 MHz ……。试验所用试块及其扫描方式如图 1 所示。(汉语图题为宋体小五, 分图题只需用汉语表示, 字体为宋体六号字; 要求机械图用 Visio 软件绘制或用 photoshop 软件。图上出现的文字及字母均为六号字)

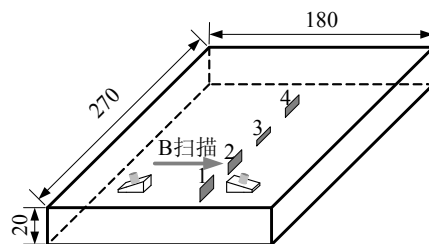


图 1 模拟试块及 B 扫描方向示意图

2 B 扫描图像的 SAFT 重建算法

2.1 (黑体五号) B 扫描图像的生成过程 (宋体五号)

2.1.1 (黑体五号) 如果有三级标题 (宋体五号)

给出超声 TOFD 法缺陷埋深尺寸计算公式 (要求公式用 Mathtype 公式编辑器输入)

$$d = \frac{1}{2} \sqrt{(T_D C)^2 + 4T_D C S} \quad (1)$$

式中: T_D 为侧向波和衍射波的时差; C 为纵波在试

块中的声速 ……

3 试验结果

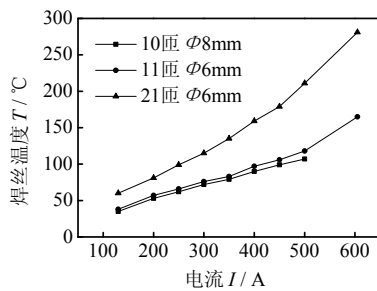
3.1 底面开口缺陷的 B 扫描图像

表格的排版规则见表 1:汉语表题采用黑体小五号字。表格采用三线栏形式,表格内部的字符为小五号字。如果表格内容较多,可考虑排成通栏。

表 1 表格的示例(黑体小五号)

氩气流量 $Q/(L \cdot \min^{-1})$	焊接电流 I/A	焊接速度 $v/(mm \cdot s^{-1})$	像素当量 $C/(mm \cdot \text{pixel}^{-1})$
9	80	1.813	0.033
6	70	1.661	0.045
8	60	1.561	0.023

线图的排版规则见图 2:要求曲线图用 Origin 软件或用 photoshop 软件绘制(分辨率不低于 600 像素/英寸),图片尺寸一般要求为 50 mm×35 mm,线图中出现的字符(包括标目、标值、分图题)均为六号字。刻度线长为 1 mm,且在图框内。



(a) 分图题名(若有几个分图)

图 2 线条图的示例

金相照片的排版规则见图 3:要求照片尺寸为 55 mm×40 mm,标尺及照片中的字符均为六号字。照片采用 JPG 格式,分辨率不低于 600 像素/英寸。比例尺框边缘距离图片边界 1 mm)

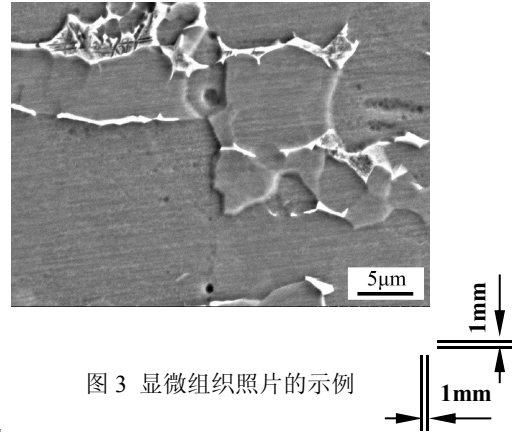


图 3 显微组织照片的示例

4 结论

(1) 建立了超声 TOFD 法 B 扫描图像 SAFT 算法的数学模型,实现了图像的 SAFT 重建 ……。

(2) 经过 L-SAFT 处理的图像时间纵向分辨率可达 0.01μs ……

参考文献(黑体五号)

- [1] Wedgwood F A.(作者姓前名后,名缩写) TOFD comes of age[J].(期刊) Nuclear Engineering International, (杂志名不要缩写)1995, 40(486): 35-37.(要求有出版年,卷号,期号,起止页)
- [2] 刘加林.多功能一次性压舌板: 中国,92214985.2[P].(专利文献)1993-04-14.
- [3] 迟大钊, 刚铁, 袁媛, 等.(要求在“等”字前面有 3 名作者) 面状缺陷超声 TOFD 法信号和图像的特征与识别[J]. 焊接学报, 2005, 26(11): 1-4.
- [4] Schmitz V, Chakhlov S, Muller W, et al. Experiences with synthetic aperture focusing technique in the field[J]. Ultrasonic, 2000, 37: 731-738.
- [5] 周振丰,张文钺. 焊接冶金与金属焊接性[M].(专著) 北京:机械工业出版社,1987.(注:报告[R],标准[S]类文献可按此格式著录)
- [6] 张彦宾. 激光—TIG 复合热源物理特性研究[D].(学位论文) 哈尔滨: 哈尔滨工业大学博士(硕士)学位论文, 2002.
- [7] 潘际奎. 21 世纪焊接科学研究的展望[A]. 第九次全国焊接会议论文集(1)[C]. 哈尔滨:黑龙江人民出版社,1999:1-17. (参考文献部分全用宋体小 5 号字, 行距 13 磅)

作者简介:(黑体小五号) 刚铁, 1952 年出生, 博士, 教授, 博士生导师, 现代焊接生产技术国家重点实验室常务副主任。主要从事无损检测方面的科研和教学工作, 发表论文 90 余篇。(小 5 号楷体-GB2312, 行距 12 磅)

英文题目 (Times New Roman 5号加粗)

英文作者及单位 (Times New Roman 小5号)

Abstract (Times New Roman 小5号加粗) word world would..... (Times New Roman 小5号)

Key words: word, word, word,..... (Times New Roman 小5号加粗)