

# 基于 AutoCAD 的超声场模拟 在超声检测中的应用

张 杰,周 进,罗宏建

(浙江省电力试验研究院,杭州 310014)

**摘 要:**介绍了 AutoCAD 超声场模拟用于辅助超声波检测的方法,并针对复杂工件超声波检测的难点,将该方法应用于不同的工程实例。结果表明,基于 AutoCAD 的超声场模拟有助于复杂工件检测时的缺陷判定和提高检测效率。

**关键词:** AutoCAD; 超声场; 模拟

**中图分类号:** TG115.28

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1000-6656(2011)02-0072-02

## The Application of Virtual Ultrasonic Field Based on AutoCAD Software in Ultrasonic Testing

ZHANG Jie, ZHOU Jin, LUO Hong-Jian

(Zhejiang Electric Power Test and Research Institute, Hangzhou 310014, China)

**Abstract:** A method of using simulative ultrasonic field to aid ultrasonic test based on Autocad software was introduced. Aiming to overcome the difficulty of complex workpiece's ultrasonic testing, this method was applied in project. The results indicated that the method conducted to determinate defects and enhance the efficiency.

**Keywords:** AutoCAD software; Ultrasonic field; Analogue

火力发电厂的金属部件检测中,有许多工件形状比较复杂,往往无法实现超声波检测。其难点在于,用超声波检测其内部缺陷时,结构回波较多,无法判断超声波的路径,缺陷回波与结构回波不易区分,无法对缺陷进行准确判断。解决这一难点必须对复杂工件中的超声场进行模拟分析。

AutoCAD 是一款设计和工程应用软件,将 AutoCAD 用于模拟超声场,让超声波所经过的路径清晰地呈现出来,然后精确测量出探头与各反射波之间的相对位置,有助于对缺陷的判别。

### 1 AutoCAD 对超声场模拟的方法

超声场模拟用于辅助超声波检测时主要应用于以下两个方面:① 检测中发现可疑信号,对可疑信号进行识别判定,找出可疑信号的发生机理。② 检

测前对可能出现的结构信号进行预演,有效排除检测中出现的结构信号,提高检测效率。

为找出可疑信号的发生机理,当发现反射信号时,在现场准确量取探头所在的位置等数据。然后用 AutoCAD 按照实际尺寸画出被检工件二维图像,模拟出探头所在位置发出的超声波所经过的路径,从而推断出反射波的来源。

为提高复杂工件的检测效率,也可对可能出现的信号进行预演。检测之前,明确被检工件的确切结构,初步判断探头移动时的主要反射点。采用 AutoCAD 模拟超声场,首先按照实际尺寸画出工件的二维图形,然后按照既定的检测方法和扫查入射点,将探头移动的范围确定下来,按照探头的移动路径,逐步模拟出超声波声场的路径,由此可以观察到发生结构回波时探头的位置。这样就可以据此得知出现缺陷时探头的位置及超声波出现的反射路径,使检测者得到提前预知,从而果断剔除结构回波,提高检测效率。

收稿日期:2009-12-27

作者简介:张 杰(1980—),男,硕士研究生,工程师,主要从事金属材料无损检测工作。

## 2 工程实例

### 2.1 温包角焊缝——找出可疑信号的发生机理

某电厂 600 MW 哈锅“J”型炉主蒸汽管道全插入式测温热电偶套管角焊缝,主蒸汽管道规格为  $\phi 569 \text{ mm} \times 75 \text{ mm}$ ,焊缝的设计要求全熔透。选用 2.5P13 $\times$ 13K1 及 2.5P8 $\times$ 10K2 两种探头(测得探头前沿为 10 mm)配合扫查<sup>[1]</sup>(图 1)。当采用 K2 探头在管道的径向扫查时,在多个温包角焊缝上发现疑似缺陷波,而 K1 探头扫查时则未发现该反射信号。因发现缺陷波时探头所处的位置大致相同,怀疑为结构性反射信号。由于仅凭现场的测量数据无法判定,于是采用 AutoCAD 软件进行径向扫查时的声场模拟。逐步模拟探头从远离套管向套管推进时超声波的路径变化。发现当 K2 探头出现在特定位置时,温包的小孔会对超声波进行垂直反射,形成幅度较强的小孔反射回波;而 K1 探头扫查时,却不会出现该小孔反射波(图 2)。对 K2 探头的入射点 O 到套管外壁 M 点距离为 112.9 mm。当现场出现最大反射信号时,量取探头入射点到套管外壁距离约 114 mm,这与小孔反射回波时探头所处的位置相同,因此可以判定该反射信号即为小孔反射信号,排除为缺陷信号的可能。

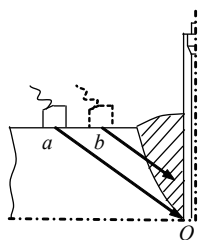


图 1 全插入式焊缝检测示意图

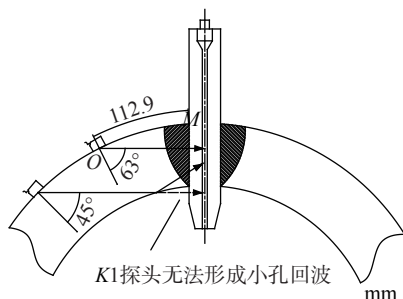


图 2 K1 及 K2 探头扫查时横波声场模拟

### 2.2 小径管——对可能发生的结构信号波进行预演

某电厂 300 MW 上锅“J”型炉高温过热器出口集箱短管角焊缝,短管为小径管,规格  $\phi 51 \text{ mm} \times$

7 mm,设计允许未焊透。根据 DL 820—2002<sup>[2]</sup>,选用特别研制的小径管检测专用双晶探头 5P6 $\times$ 6 $\beta 70^\circ$ 进行检测(图 3)。这种专用探头的特点是:当对联箱角焊缝进行检测时,超声波束达到小径管内壁时声束不会产生太大的散射,同时声束的能量不会造成太大的损失,经小径管内壁反射后达到焊接接头时,仍具有较高的探伤灵敏度和较高的分辨力,能将这类特殊角焊缝的危险缺陷信号和固有信号清晰地分辨出来。通常的做法是由检验人员通过对波形的动态变化以区分结构波、变型波和缺陷波。由于结构复杂,检测时通常要对出现的结构回波及变型波进行逐个判别,检测比较费时。于是在检测之前对可能出现反射信号时探头在短管上所处的位置进行 AutoCAD 模拟:① 当横波以  $70^\circ$  角斜入射至小径管下端角 N 点时,这是探头从 A 点贴近焊趾往上拖动时出现的第一个结构信号,可以测量出此时探头前沿到集箱外壁的距离为 9.33 mm。② 探头继续往上滑动,如无缺陷则会出现第二个结构反射信号,即 M 点(上端角反射信号),横波以  $70^\circ$  角斜入射至小径管上端角 M 点时,可以测量出此时探头前沿到集箱外壁的距离为 21.2 mm。依此方法可以模拟出发生各种结构反射信号及可能的缺陷时探头在小径管外壁上所处的位置。在实际检测中,当发生结构反射信号难以从波形及走向上判定时,可以借助 AutoCAD 模拟的探头所处的位置参数对信号加以判别,提高检测效率。

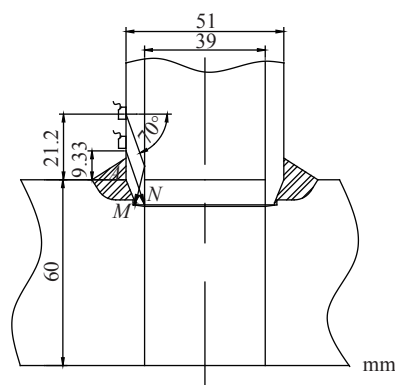


图 3 小径管超声波检测前预演示意图

此外 AutoCAD 声场模拟还可以用来辅助检测如汽轮机叶片根部、联箱角焊缝等许多复杂的工件,其在实践应用中都取得了较好的效果。

## 3 结论

采用 AutoCAD 模拟声场在复杂工件超声波检

## 第九届全国信息获取与处理学术会议征文通知

由中国仪器仪表学会主办,沈阳市仪器仪表与自动化学会与高等学校联合承办的全国信息获取与处理学术年会,从2003—2010年分别在沈阳(沈阳工业大学)、大连(大连交通大学)、金华(浙江师范大学)、贵阳(贵州大学)、秦皇岛(燕山大学)、焦作(河南理工大学)、桂林(桂林理工大学)、威海(哈尔滨工业大学)连续举办了八届。全国信息获取与处理学术会议由于投稿地域分布广泛,会议学术气氛浓厚,组织规范,在相关学校、各位作者和热心朋友的共同努力下,已经成为国内仪器仪表领域具有重要影响的学术会议。

第九届全国信息获取与处理学术会议将由中国仪器仪表学会主办,沈阳市仪器仪表与自动化学会、沈阳工业大学、丹东市科学技术协会联合承办,将于2011年8月6日在辽宁省丹东市召开。

本次会议的主题为(1)视觉检测技术及其应用,(2)教学实验仪器开发与应用。

### 1 征文范围

(1) 视觉检测系统硬件技术 包括光源、滤光片、镜头、图像传感器或成像机构、图像采集与处理电路、图像传输电路、视觉检测系统等。

(2) 视觉检测系统软件技术 包括成像机构标定、图像预处理(增强、滤波、恢复、重建、裁剪、定位、

测时辅助进行缺陷判别,通过对检验结果的分析,可以得出以下几点结论:

(1) 借助超声场模拟法可有效地对复杂工件的超声波检验时发生的可疑信号进行判别,对缺陷波的判别起到有效的辅助作用。

(2) 使用超声场模拟法在复杂工件超声波检测前对可能发生的结构波信号和缺陷信号进行预演,可使检测者对复杂工件检测时的波形提前预知,提高检测效率。

### 参考文献:

- [1] 张杰,周进,罗宏建. 火力发电厂测温热电偶套管角焊缝质量的超声检测[J]. 无损检测,2009(8):661—663.
- [2] DL/T 820—2002 管道焊接接头超声波检验技术规范[S].

分割等),目标图像检测、目标图像识别及其应用。

(3) 目标成像技术 包括微波成像、可见光成像、红外成像、X射线成像、CT成像、 $\gamma$ 射线成像、声波成像、超声波成像、磁共振成像、电容成像等。

(4) 其它测量技术 包括各种电量、非电量测量方法、测量装置、传感器等。

(5) 教学实验仪器、装置的开发,各种实验仪器在教学中的应用。

### 2 重要信息

本次会议录用论文将刊登在《仪器仪表学报》2011年增刊上。

本次会议将继续评选优秀论文,由中国仪器仪表学会颁发优秀论文证书。

本次会议一律网上投稿,详情请见本次会议网址。

论文投稿截止日期:2011年4月1日。

### 3 联系方式

会议网址:<http://www.meeting.org.cn>

联系电话及传真:024-25496417

联系人:魏秋敏

通信地址:沈阳经济技术开发区沈辽西路111号662信箱,沈阳市仪器仪表与自动化学会(110870)电子信箱:syias@126.com

(中国仪器仪表学会)

### 《2010'中国无损检测年度报告》 栏目策划

- 一 2010'中国 NDT 技术发展年度报告
- 二 2010'中国 NDT 标准化进程年度报告
- 三 2010'中国 NDT 技术服务发展年度报告
- 四 2010'NDT 新设备展示
- 五 2010'中国 NDT 专利汇总
- 六 2010'年度人物访谈