

全自动相控阵超声波检测与常规无损检测技术在海底管线检测中的比较

陈 亮, 张定国

(海洋石油工程股份有限公司, 天津 300451)

The Phased Array Mechanized Ultrasonic Inspection System and its Advantages in Sub-sea Pipeline Laying

CHEN Liang, ZHANG Ding-Guo

(China Offshore Oil Engineering Co Ltd, Tianjin 300451, China)

中图分类号: TG115.28

文献标识码: B

文章编号: 1000-6656(2008)03-0191-02

随着焊接技术的快速发展,半自动焊和自动焊等不断应用于海底管线的焊接,大大提高了焊接速度。为此,在确保安全以及对危害性缺陷检出率的前提下,无损检验技术需要提高检测速度。相控阵超声波检测系统检验速度快、准确性高,已经成功应用于海管检测。以下以 $\phi 304.8 \text{ mm} \times 12.7 \text{ mm}$ 管子对接焊缝为例,比较了传统手动超声波检测(MUT)、射线检测(RT)与全自动相控阵超声波检测(AUT)在海管检测中的应用。

1 手动超声波检测

(1) 检测时间 手动超声波检测时,常规超声波探头的参数和楔块角度确定以后即确定了波束角度,导致可能漏检焊缝中走向与波束平行的缺陷。而且单角度检测一道焊口大约耗时 3 min,多个角度检测一道焊缝总计耗时约 10 min。

(2) 检测精度 海上作业的时间紧张,焊后需要立即进行检验,因此需要采用高温探头。但高温探头的折射角随温度的变化而变化,由此检验出缺陷的尺寸和位置不够准确。同时,由于检验员长时间在高温下工作,人为因素对缺陷的定位和定量精度影响很大。

2 射线检测

(1) 检测时间 射线方法检测一道 $\phi 304.8 \text{ mm} \times 12.7 \text{ mm}$ 对接焊缝时,从前期准备、贴片、拍片、洗片、评片到出报告,正常的情况下大约耗时 17 min。

(2) 检测精度 射线检测无法对缺陷进行定位,无法检出平行于射线方向的缺陷。

(3) 便携性 X射线底片不易携带和保存。

(4) 安全防护 射线检验时,由于海上工作环境所限,很难实现有效屏蔽,对人员有辐射危害,并且无法实现过程控制。

3 全自动相控阵超声波检测

目前全自动超声波检测主要是基于分区扫查法、相控阵系统、门限的设置、校准试块及衍射时差法(TOFD)。

(1) 检测速度 采用全自动超声波检测 $\phi 304.8 \text{ mm} \times 12.7 \text{ mm}$ 管子对接焊缝时,检验完一道约需 2 min,速度快、重复性好、受人为因素影响小,还可以监控耦合状态,使焊缝缺陷的定位和定量的准确性得到保障。

(2) 准确性 相控阵技术通过软件控制探头中每个/组晶片的激发时间,产生不同角度、不同聚焦深度的超声波束,从而能够检测焊缝内部不同走向、不同深度的各类缺陷,可以实现过程控制;可以测量垂直方向上的缺陷。工程临界状态分析(ECA)的

收稿日期: 2006-12-28

作者简介: 陈 亮(1983—),男,助理工程师,从事海洋石油钢结构及海底管线无损检验工作,参与 R/D TECH AUT 设备的结构改造,获得海洋石油工程公司的技改改革二等奖。

使用扩大了允许缺陷长度而减少返修,提高了合格率和检验速度,节约了成本;对检验人员无辐射危害;对缺陷定位准确,对于危害性强的未熔合型缺陷具有高检测灵敏度,检测结果直观,可实时显示。在扫查的同时可对焊缝进行分析、评判,也可打印、存盘,实现检测结果的永久性保存。

4 不同检测方法的比较

图 1 和 2 是 Saipem 公司采用不同检测方法得出的检出率实验结果^[1]。图 1 和 2 表明 AUT 方法具有更高的检出率。

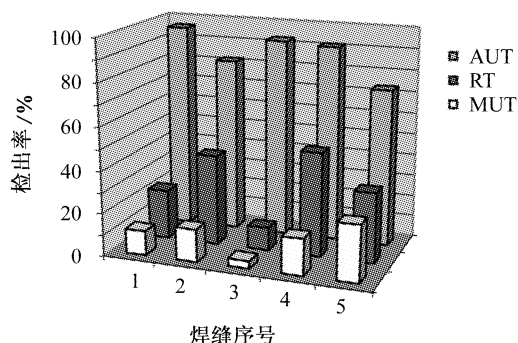


图 1 含有不同缺陷的 5 道焊缝的检测结果的比较

5 AUT 相控阵系统存在的局限及发展方向

AUT 相控阵系统存在的局限性有:受客观因



(上接第 164 页)

表 2 石墨制品 20 层数据正态分布统计表

序号	正态分布	序号	正态分布
N_1	(3 776.28, 3.583 77 ²)	N_{12}	(3 807.79, 3.634 85 ²)
N_2	(3 768.53, 2.676 49 ²)	N_{13}	(3 808.51, 3.578 73 ²)
N_3	(3 772.43, 2.707 18 ²)	N_{14}	(3 799.17, 3.777 89 ²)
N_4	(3 759.3, 2.964 06 ²)	N_{15}	(3 797.08, 3.533 98 ²)
N_5	(3 775.81, 3.381 91 ²)	N_{16}	(3 801.22, 3.490 02 ²)
N_6	(3 784.81, 3.616 95 ²)	N_{17}	(3 800.09, 3.296 51 ²)
N_7	(3 787.4, 3.457 25 ²)	N_{18}	(3 803.18, 3.585 68 ²)
N_8	(3 798.98, 3.149 98 ²)	N_{19}	(3 798.93, 2.716 26 ²)
N_9	(3 790.77, 2.834 82 ²)	N_{20}	(3 794.92, 2.487 47 ²)
N_{10}	(3 798.40, 2.403 67 ²)	$\bar{N}$	(3 791.02, 3.201 5 ²)
N_{11}	(3 803.15, 3.151 84 ²)		

小于标准层期望值,故可认定这 7 层上的石墨密度存在疏松。

3 结论

针对石墨制品自身结构特点,对其内部密度检

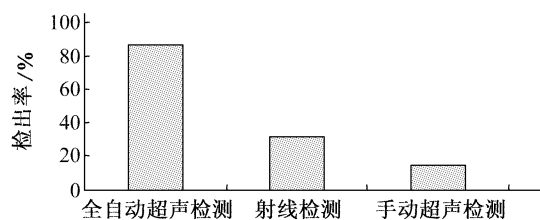


图 2 含有不同缺陷的 5 道焊缝检测结果平均值

素影响大,工件的表面光洁度以及导轨的安装精度都会对检验结果产生影响;对于不同厚度、不同材质的焊缝,需要使用不同的校准试块;焊缝与试块之间的温差要求不超过 $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

AUT 相控阵技术的发展方向为:声速、壁厚和温度变化的自动补偿;可以检测横向缺陷;热焊区使用扇型扫查;真正实现耦合监测,即利用通道参数的设置来保证探头与耦合剂(如甘油或水)之间的相互作用对超声波束的影响可以有效地加以评估,从而避免采集数据出现大的偏差并保证数据的完整性;使用多种扫查或复合扫查来改善显示;自动进行校准和缺陷分析;多角度 TOFD 技术的研究。

参考文献:

- [1] Ed Ginzel. AUT 设备试验结果[R]. 意大利:Saipem 公司,2001.

测进行了研究,给出了一种基于 X-ICT 的石墨密度均匀性检测方法,并以工程中常用的 3σ 标准作为评判。通过实验仿真结果可以说明,该方法可有效地求出石墨制品内部密度的均匀性,并对其制品密度的疏松和密集处作出准确判断。文章提出的方法为石墨密度检测的发展和进一步研究提供了重要参考。

参考文献:

- [1] Blanco C, Bermejo J, Marsh H. Chemical and physical properties of carbon as related to brake performance [J]. Wear, 1997, 213(1): 1-12.
- [2] Saleh Wael, Qaddoumi Nasser, A bu-Khousa Mohamed. Preliminary investigation of near-field nondestructive testing of carbon-loaded composites using loaded open-ended waveguides [J]. Composite Structures, 2003, 62(3): 403-407.
- [3] 先 武,李时光.工业 CT 的基本原理与性能[J]. 无损检测, 1996, 18(2): 57-60.