标准分享网 www.bzfxw.com

实践经验

钢管环焊缝表面裂纹常规无损检测方法检出率比较

李兆太
(中石化二公司 检测工程公司,南京 210046)

A DISCUSSION ON THE DETECTIVITY OF THE CONVENTIONAL NONDESTRUCTIVE TESTING METHODS FOR THE SURFACE CRACKS IN THE CIRCULAR WELDS OF STEEL PIPES

LI Zhao-tai
(The Test Engineering Company of Second Construction Company of SINOPEC, Nanjing 210046, China)

中图分类号:TG115.28 **文献标识码**:B **文章编号**:1000-6656(2003)12-0644-03

对于管道焊缝裂纹缺陷,可采用多种方法进行检测。下面用四种常规无损检测方法进行试验,比较其对裂纹检测的有效性。

1 检测对象

被检对象为 Φ133mm ×7mm 钢管对接环焊缝,材质 20 钢,缺陷以横向裂纹为主(有一段 4mm 纵向裂纹),经显微镜测量,裂纹最大开口宽度为 37μm,经解剖,裂纹最大深度为 1.6mm。

2 检测试验

检测标准采用JB 4730—1994《压力容器无损检测》。

2.1 射线检测

正常情况下管道焊口拍片采用 X 射线、^{192}Ir 或^{75}Se γ 射线。下面就这三种射线源进行检测试验。

正对裂纹透照,该试验裂纹检测角为 0°。透照布置见图 1,透照时采用两种方法,即不用铅窗口和采用铅窗口屏蔽射线。透照布置为源在下,工件在上,向上透照,并且背衬 2mm 铅板防止背散射线。暗室条件为天津胶片配方,显影温度 20 ℃,显影时间 5min。

X 射线检测设备为日本理学 250EG-S2X 射线机;射源焦点 2.5mm ×2.5mm;增感屏为铅箔增感屏 0.1/0.1mm;胶片为天津 Ⅲ型、天津 Ⅴ型;透照焦距 360mm。

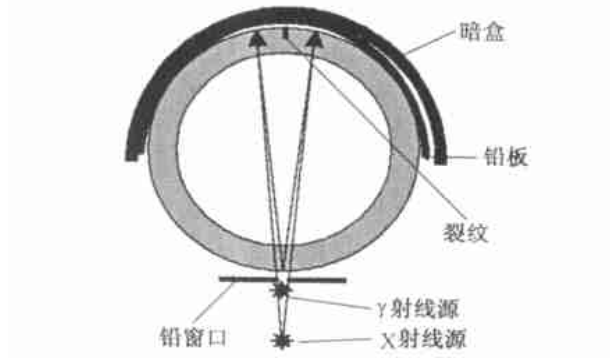


图 1 透照布置示意图

^{192}Ir γ 射线检测设备为成都 TS-1A 型 γ 射线机,射源焦点 3mm ×3mm,源强 4.44 ×10^{11} Bq (12Ci),焦距 150mm;天津 Ⅴ型胶片,铅增感屏 0.1/0.1 mm。

^{75}Se γ 射线检测设备为海门 DL-VA 型 γ 射线机,射源焦点 3mm ×3mm,源强 8.88 ×10^{11}Bq(24Ci),焦距 150mm;铅增感屏 0.1/0.1 mm。

三种射线源用和不用铅窗口检测结果见表 1。

2.2 超声检测

检测用南通友联 PXUT-211 型超声探伤仪,探头为短前沿 5P6 ×6 *K*2.5 探头,实测 *K* 值为 2.5,探头接触面尺寸为 23mm(长) ×16mm(宽)。扫描线调节为水平1∶1,检测灵敏度为评定线,耦合剂为化

收稿日期:2003-05-23

© 1995-2004 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

标准分享网 www.bzfxw.com

表 1　三种射线源用铅窗口和不用铅窗口的检测结果

铅窗口	射线源	胶片	焦距 mm	底片黑度	像质指数	裂纹清晰度	评级
无	X	天津Ⅲ	360	2.71	14	不可见	Ⅰ级
		天津Ⅴ	360	2.51	14	不可见	Ⅰ级
	^{192}Ir	天津Ⅴ	150	3.00	12	不可见	Ⅰ级
	^{75}Se	天津Ⅲ	150	2.84	12	不可见	Ⅰ级
		天津Ⅴ	150	2.79	13	不可见	Ⅰ级
有	X	天津Ⅲ	360	2.71	15	模糊可见 3mm 横裂纹一条	Ⅳ级[1)]
		天津Ⅴ	360	2.51	15	模糊可见 3mm 横裂纹一条	Ⅳ级[1)]
	^{192}Ir	天津Ⅴ	150	3.00	12	不可见	Ⅰ级
	^{75}Se	天津Ⅲ	150	2.84	12	不可见	Ⅰ级
		天津Ⅴ	150	2.79	13	不可见	Ⅰ级

注：1) 观察时已知存在裂纹，不然会评为无缺陷，即Ⅰ级。

学浆糊，表面补偿 4dB。

超声波检测管道焊缝要特别注意探头晶片与工件表面的耦合，探头与工件的接触面尺寸应符合标准规定，即 $R \leq W^2/4(W$ 为探头与工件接触面宽度)。检测时先在焊缝两侧垂直于焊缝移动探头检测纵向缺陷，再将探头修磨成与工件表面相匹配的圆弧面探测焊缝横向缺陷，此时探头与焊缝呈 10°～15°角，并找出缺陷最大回波(图 2 和图 3)。

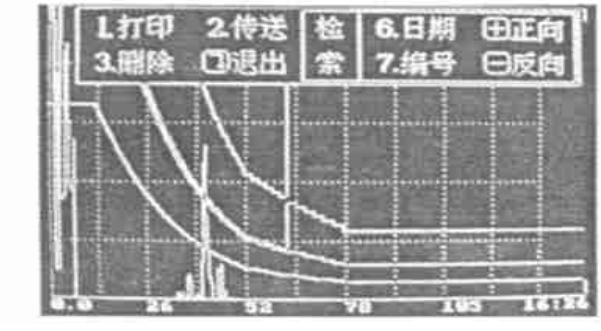


图 2　纵向检测最大回波

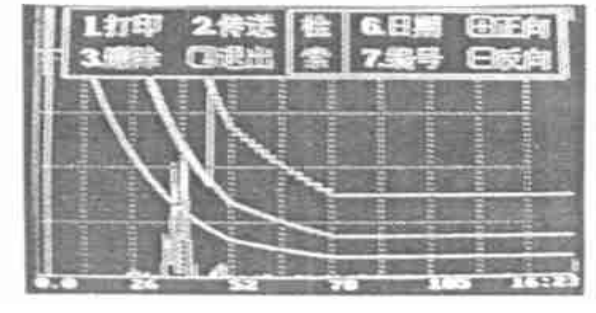


图 3　横向检测最大回波

从图 2 看出缺陷波高位于Ⅱ区，无裂纹波特征，测长为点状，按标准评定为Ⅰ级。

从图 3 看出缺陷波高位于Ⅰ区和定量线上，波形为双峰，裂纹波特征不显著，可判为裂纹波也可判为非裂纹波，测长为点状，按标准评定为Ⅰ级。

2.3　渗透检测

渗透剂型号为上海沪东造船厂生产的 HD-标准 G型，渗透温度 15 ℃，渗透时间 10min，显像时间 10min。检测结果见图 4，喷洒显像剂时裂纹影像立刻显现，非常明显，评定结果为裂纹(不合格)。

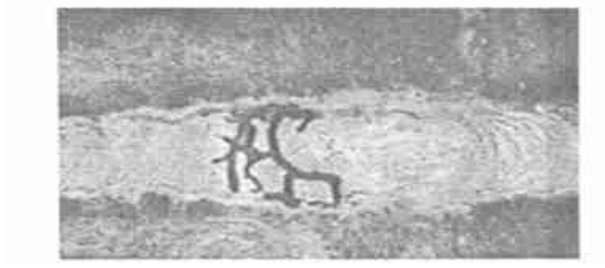


图 4　渗透检测缺陷显示图

2.4　磁粉检测

检测灵敏度为 A-30/100 清晰；设备为 CJE-2 型交流磁轭式磁粉探伤机，提升力 > 49.03N(5kgf)；采用吴江市宏达探伤器材有限公司生产的 HR-1 黑磁粉膏；表面状况为焊缝原始状态，喷涂反差增强剂，有利于拍照和观察；磁化方法为先纵向磁化，再横向磁化，磁化时调节磁轭活动节使其与管道表面接触良好，磁化时间均 ≤3s。检测结果见图 5，磁化时裂纹迹痕非常清晰，评定结果为裂纹(不合格)。

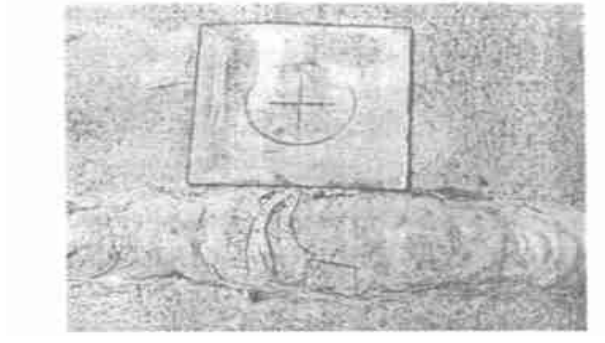


图 5　磁粉检测缺陷显示图

3　检测结果讨论

(1) 射线检测方法的原理是发现射线透照方向上的厚度变化，上述试验裂纹检测角为 0°，由于该裂纹开口最大尺寸仅有 37μm，在射线透照方向上的厚度变化也非常小，故检出困难。

© 1995-2004 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

标准分享网 www.bzfxw.com

试验用两种透照方法,不加铅窗口正常透照时三种射线源均不能发现裂纹,加铅窗口后正常评片也不能发现裂纹,在已知存在裂纹后仔细观察, X 射线源透照的底片(天津Ⅱ型和 Ⅴ型)均能发现一条约 3mm 长的模糊横向裂纹影像。其部位为图 3 中大的横向裂纹中间部分。该裂纹的最大开口宽度为 37μm。

(2) 超声检测原理是超声波在异质界面产生反射,反射回波被换能器接收,从而发现缺陷,当裂纹达到一定尺寸时可以检出,尺寸太小则反射信号弱,容易造成漏检。试验采用小晶片短前沿斜探头,先垂直于焊缝移动探头检测纵向缺陷,然后再将探头修磨成与管道被检表面相匹配的圆弧面,顺着焊缝方向检测横向缺陷,此时灵敏度应适当提高。

检测纵向缺陷时发现一靠近表面的反射信号,正常检测时该波应判为上表面波而非缺陷波,检测横向缺陷时发现两个相距很近的波,位置在上表面,正常检测时该波也应判为上表面波而非缺陷波。又因为两波均不高,一个到达定量线,一个在 Ⅰ区,测长均为点状。因此探伤时一般都会判为合格。

(3) 渗透检测原理是利用毛细现象,使渗透剂渗入试件表面开口缺陷中,再利用吸附剂将渗透剂吸出形成显示,从而发现缺陷。渗透法检测表面开口缺陷很有效。

(4) 交流磁轭式磁粉探伤的原理是工件表面或近表面的缺陷在磁化强度足够大时,缺陷处会产生漏磁场,漏磁场吸附磁粉形成磁痕从而显示缺陷。试验中试件裂纹以横向为主(只有一小段约 4mm 纵向裂纹),磁化时用可变角度的磁轭头,磁轭横跨焊缝磁化时能检出纵向缺陷;如图 6 所示调节磁轭角度,顺焊缝方向并紧靠焊缝,使其与试件表面接触良好,以检测横向缺陷。磁轭法检测表面裂纹非常有效。

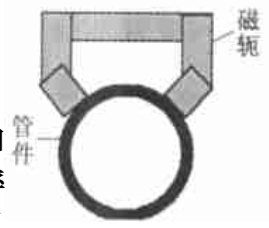


图 6 纵向磁化示意图

4 结论

(1) 射线检测对于开口小且深度不大的裂纹检出率很低,当开口宽度 < 37μm 且深度 < 1.6mm 时,按标准方法正常透照和评片不能检出。对于这种小开口裂纹类缺陷,利用控制裂纹检测角增加拍片张数来提高裂纹检出率的做法是徒劳的。射线检测只能检出较大裂纹。

(2) 超声检测时,探头应按检测面曲率修磨,以保证良好耦合,对于表面或近表面小裂纹,由于杂波干扰较难判断,易漏检。超声法只能检出深度和长度均较大的缺陷。

(3) 渗透法对于表面开口裂纹的检出很有效。

(4) 磁粉法对于表面裂纹的检出非常有效。

(上接第 611 页)

4 结论

金属滑动摩擦噪声主要是摩擦表面的粗糙度和磨损磨粒产生的随机激励引起的,噪声的大小与两摩擦表面的磨损程度有着密切的内在联系;产生噪声的这些激励是以调制形式在摩擦噪声中出现的,欲检出这些成分,需对摩擦噪声信号实现解调。希尔伯特变换可获得这些高频分量包络,对包络进行谱分析,达到解调目的,实现金属滑动摩擦磨损程度的检测。试验证明,不同磨损程度下的包络谱具有不同的特征,包络谱幅度和频率结构对磨损程度十分敏感,该方法是金属滑动摩擦磨损有效的无损检测手段,特别适于在线检测和实时分析。

该方法的不足之处是尚不能对摩擦表面的粗糙度和磨损磨粒尺寸作出定量分析,有待进一步研究。

参考文献:

[1] 杨玉致. 机械噪声控制技术[M]. 北京:中国农业机械出版社,1983. 66 - 87.

[2] Braun S. Mechanical Signature Analysis Theory and Applications[M]. London: Academic Press, 1986. 149 - 151.

[3] 赵淑清,郑 薇. 随机信号分析[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1999. 124 - 132.

[4] Norton MP. Fundamentals of Noise and Vibration Analysis for Engineers[M]. London: Cambridge University Press, 1989. 340 - 342.

[5] 廖念钊,等. 互换性与技术测量[M]. 北京:中国计量出版社,1991. 104 - 114.

[6] 沈水福,高大勇. 设备故障诊断技术[M]. 北京:科学出版社,1990. 241 - 248.

[7] 白鸿柏,张培林,黄协清. 摩擦系数随速度变化振动系统 Fourier 级数计算方法研究[J]. 机械科学与技术, 2000,19(5):745 - 746.

[8] 陈光雄,周仲荣,谢友柏. 摩擦噪声研究的现状和进展[J]. 摩擦学学报,2000,20(6):478.

© 1995-2004 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.