

浅谈长输管道相控阵现场检测质量的影响因素

饶建平

河南中原工程检测有限公司 河南 濮阳 457001

【摘要】本文重点对长输管道相控阵检测技术检测质量的影响因素进行分析,现场检测时应严格按照标定的轨道线路进行检测并实时观察有无偏移,楔块有磨损时应对磨损后的楔块角度进行测量和修正,提高现场检测质量。

【关键词】相控阵检测;扫查数据质量;工艺验证;耦合

1.引言

相控阵检测技术(简称:PAUT)在国外已采用多年,并形成了相应的标准和操作规范。该项技术近年来在国内长输及工艺管道建设中已开始推广,如中俄管道连头头的检测均采用了PAUT检测技术,但现场检测质量受到多方面的影响,一幅质量合格的图谱往往需要重复扫查2~3次才能达到标准及业主要求,增加了现场检测作业时间和难度。本文重点对影响相控阵检测技术检测质量的因素进行分析,提高现场检测质量和效率。

2.扫查数据质量要求

按照NB/T 47013.15-2015和SY/T 4109-2020标准的要求扫查数据质量(图谱)检测灵敏度必须满足要求且还需满足:(1)采集的数据量应覆盖所检测的焊缝长度;(2)扫查图应覆盖整个检测区域;(3)数据丢失量不应超过5%,且不应出现相邻数据丢失;(4)扫查图像中的耦合不良长度不应超过整改扫查长度的5%,单个耦合不良不应超过5mm。

3.现场检测质量的影响因素及措施

通过对某工程现场相控阵检测过程情况进行调查发现,影响相控阵现场检测质量(图谱)好坏的关键环节为焊缝扫查阶段。该工程现场采用Supor 32型相控阵超声仪半自动扫查,在调查的280幅图谱中能一次扫查符合标准要求的图谱有253幅,合格率为:90.36%,需要二次扫查的图谱为27幅,占总扫查数量的9.64%。需要重复扫查的图谱出现频次较多的问题为:灵敏度低,数据超标。通过对现场检测设备及检测工艺设置的进一步研究分析发现,造成灵敏度低的主要原因是耦合不良和楔块磨损严重。数据超标(声场覆盖不足)的主要原因是探头位置及间距控制不严格。

(1)耦合不良

利用仿真软件对间隙 $<0.5\text{mm}$ 和间隙 $>0.5\text{mm}$ 的不同情况进行仿真,探头参数按照检测采用的一维线阵探头设置,被检材料为碳钢,楔块材质为有机玻璃,耦合介质为水。比较分析后发现:当楔块与被检工件间隙

$<0.5\text{mm}$ 时,超声波声束范围和能量太大变化,但是当楔块与被检工件间隙 $>0.5\text{mm}$ 时,超声波声束范围和能量发生了比较明显的变化,主要是由于间隙的存在造成了超声波声束能量分布的变化;间隙过大,会直接影响检测结果。特别是小径管检测中,楔块曲率半径小于管外径时,耦合间隙需要严格控制,间隙宜小于 0.5mm ,否则对耦合效果影响较大。

①供水管出现气泡

现场采用管内的出水量随按压力度及水泵存水量变化明显,水管内水量变小,造成楔块与工件表面之间含有气泡。供水管内出现气泡时接触面出现空隙,超声波束无法穿透焊缝,降低了相控阵检测灵敏度。

②焊缝错边量大

当焊缝错边量较大时,安装桁架后扫查架上的楔块无法与焊缝两侧表面同时充分接触,转动导轨时一侧楔块满足要求另一侧则由于焊缝两侧高低不同,与焊缝表面间隙将变大,也会影响这一侧的相控阵检测灵敏度。

③管材螺纹缝或直缝余高过渡不圆滑

长输管道管材多采用螺纹钢管或直缝管,当钢管母材焊缝余高过高且未进行打磨或打磨不圆滑时,楔块在经过此区域时会产生跳动,楔块与管材表面空隙增大,超声波束无法穿透焊缝,严重时还会阻挡楔块的移动造成采集信号丢失。

(2)楔块磨损严重

经过大量实验得出:楔块角度的实测值与标称值的偏差范围应控制在 $-2^{\circ} \sim \pm 2^{\circ}$,当楔块磨损后的楔块角度之与标称值偏差在范围内,对扇形扫描角度范围和检测灵敏度影响不大,可以继续使用,不必更换楔块,当楔块磨损严重时,楔块无法与焊缝两侧表面直接接触,相控阵超声信号的反射波幅低于80%,模拟缺欠信号显示的位置会发生偏移,对扇形扫描角度范围和检测灵敏度有影响了,应立即更换楔块。

现场检测采用的楔块通常都含有防磨钉,楔块底部的防磨螺钉可提高楔块耐磨性,增加楔块使用寿命。可

根据表面状态调整防磨钉的高度,但要注意防磨钉的高低影响耦合状态,进而影响检测灵敏度,因此必须控制防磨钉高度在 0.2mm~0.6mm 之间。此间隙能保证水流层稳定,使耦合处于最佳状态。

(3) 探头间距控制不严格

现场相控阵检测开始时,两侧探头的相对位置是固定的,当探头间距变化或发生偏移时,反射信号的位置和角度发生变化。

①当焊缝厚度发生变化时,特别是不等壁厚的对接焊缝,需要对探头间距分别进行调整,否则反射信号的位置和角度会发生变化,对缺陷的判定造成影响。

②采用半自动扫查时,沿线扫查时若导轨偏离路线,探头声束与焊缝间夹角不能完全固定,探头会发生偏移。

试验表面,探头前沿至焊缝中心线的偏移距离大于 1mm 时,声束覆盖范围将发生很大变化,会造成某一区域声束无法覆盖,有些设备软件虽然具有偏移调整功能,但仍然会存在调整后无法覆盖整个焊缝接头的情况。因此,在现场检测时应严格按照标定的轨道线路进行检测并实时观察有无偏移,避免漏检。

3.1 措施

为了保证相控阵检测扫查图像的质量满足要求,在首次检测开始前应编制操作指导书且进行工艺验证,工艺验证满足检测要求后方可开始检测。在检测过程中和

检测结束时还应对检测系统进行复核,确保检测质量,避免因图谱质量不合格造成的二次检测。

(1) 工艺验证

工艺验证应根据相关标准规范要求,在模拟试块上进行。本文根据该工程特点及长输管道可能产生的缺陷及位置,现场制作了 2 种不同规格的对比试块及 3 种模拟试块(每个试块根据管道的规格不同加工了 8 个不同位置的缺陷,分别模拟横向缺陷、根部未熔合、坡口未熔合、气孔等缺陷)。通过扫查的 PAUT 图谱与射线底片的比较,检测工艺及结果均能满足技术条件要求。

(2) 检测系统复核

在检测过程中和检测结束时还应对检测系统进行复核,复核项目应当至少包含探头组的校准参数、角度增益校准、时间增益校准和检测灵敏度。系统复核与初始设置时所使用的对比试块及其他技术条件均应相同。

4. 结语

检测灵敏度是影响缺陷检出率的重要因素,一副合格的相控阵图像除了满足检测灵敏度的要求外还应满足扫查长度、耦合等多方面的要求。

【参考文献】

[1]小径管管座角焊缝相控阵超声检测工艺齐高君,王耀礼,丁成海,耿士超等;《无损检测》;2019-06-25