

薄壁铸钢件的超声检测

任海清, 曹 亮

(蓬莱深海检测技术服务有限公司, 蓬莱 265600)

摘 要:分析了薄壁铸钢件超声检测的技术难点,通过制作含有人工和自然缺陷的对比试块,对近场区不同距离的人工缺陷的波幅进行了相对精确的设定;通过对含有人工缺陷和自然缺陷的工件进行断裂试验和金相分析,确定了检测用对比试块的人工缺陷尺寸,建立了距离-波幅曲线,并以距离-波幅曲线作为验收的基准灵敏度,有效解决了无现行参考标准的薄壁铸钢件的超声检测的问题,实践证明该方法能有效控制薄壁铸钢零部件的质量。

关键词:超声检测;近场区;薄壁;铸钢件

中图分类号: TG115. 28

文献标志码: B

文章编号: 1000-6656(2014)08-0079-02

The Ultrasonic Testing of Thin-walled Steel Casting

REN Hai-qing, CAO Liang

(Penglai Deep Water Oceaneering Inspection Service Co., Ltd., Penglai 265600, China)

Abstract: In order to use ultrasonic pulse reflection method to detect the internal defects of mine machinery thin-walled steel parts, the authors investigated the cause of the failure of the parts through the destructive test and x-ray test. The technical difficulties in the ultrasonic detection of thin-walled steel members were analyzed. Through the production of reference blocks containing artificial and natural defects, and by comparison method using reference, amplitudes of the artificial defects with different near field distance were relatively accurately set. Fracture test and metallographic analysis were used to determine the defect sizes so as to establish the distance amplitude curve, based on which the distance amplitude curves could be established and hence the inspection of thin walled steel castings by using ultrasonic testing could be realized, solving the problems of its testing without available reference and acceptance standards. The practice has proved that the method can effectively control the quality of thin-walled steel parts to a certain extent, thus solving the problem of ultrasonic inspection of thin walled steel castings.

Keywords: Ultrasonic testing; Near field region; Thin-walled; Steel castings

机械制造行业的许多零部件是由薄壁铸钢件制作的。薄壁铸钢件具有形状复杂、表面粗糙、壁厚不均、内部晶粒组织粗大等特点;铸钢的熔点高、钢液易氧化、流动性差、收缩大(体收缩率为10%~14%,线收缩率为1.8%~2.5%),因此在冷却过程中易产生冷隔、缩孔、气孔、疏松、裂纹等缺陷。

以前,人们选用射线检测方法对薄壁铸钢件

进行检测,但该方法检测周期长,成本高并存在辐射污染。因此,利用超声方法对薄壁铸钢件的内部质量进行检测并客观地评价,成为无损检测需要解决的问题。国内铸钢件超声波检测常用标准是GB/T 7233—1987《铸钢件超声探伤及质量评级标准》,该标准适用范围是壁厚不小于30 mm的碳钢和低合金钢铸件;对薄壁铸钢件(厚度小于30 mm)不合适。查阅其他标准,没有合适标准可用。

笔者以实际工作中遇到的薄壁铸钢件(挖掘机的俯仰臂,厚度为22~28 mm)为例,探讨了对此类铸钢件的超声波检测方法。

收稿日期: 2013-01-23

作者简介: 任海清(1972—),男,工程师,技术总监,主要从事工程机械及海洋工程的无损检测工作。

1 薄壁铸钢件的超声检测难点

在现场检测时,挖掘机上的俯仰臂为薄壁铸钢部件,其材料为 ZG340-640,壁厚为 22~28 mm,该部件在使用过程中易发生断裂。通过对破损件的断口观察及金相分析,发现工件内部存在缩孔、疏松、偏析等缺陷,造成局部强度下降而引起失效。

对该俯仰臂的检测,如由射线检测改为超声检测,没有现行标准可用。因此,需要解决两个问题:

(1) 对缺陷尺寸进行有效定量评定:超声波检测该类工件时,近场区大,波幅在检测范围内存在极大和极小值,故难以根据波幅当量法对缺陷的尺寸进行有效地定量分析。

(2) 质量验收标准:合理制定人工缺陷的尺寸非常关键。人工缺陷尺寸大,容易造成零部件继续断裂失效,控制过程形同虚设;人工缺陷尺寸小,则易使大量可用工件被报废,造成浪费,同时给检测带来很大困难。

笔者通过制作含有人工和自然缺陷的对比试块,建立距离-波幅曲线;以距离-波幅曲线作为验收的基准灵敏度,可以有效解决以上问题。

2 超声检测方法

2.1 制作对比试块

对比试块分为两种,第一种是在没有缺陷的工件上加钻平底孔,用于分散性缺陷的比对;第二种是用射线检测发现存在典型密集缩孔或疏松的工件作为模拟对比试块,用于密集型缺陷的比对。

(1) 试块选材是制作试块时不容忽视的问题,由于材料和表面状态的不同会导致超声波的传递耦合衰减不同,故笔者直接选用典型的工件制作参考试块。对多个含有人工缺陷和自然缺陷的工件进行断裂试验和金相分析,确定对比试块的人工缺陷为 $\phi 2.5$ mm 的平底孔,并确定以该人工缺陷的回波波幅作为验收的参考标准。

(2) 在距离对比试块上表面 5, 10, 15, 20 mm 的深度位置上,分别制作了该尺寸($\phi 2.5$ mm)的平底孔。以这些距离表面不同深度的平底孔制作 DAC 曲线,以此曲线作为工件中不同深度的分散性缺陷的基准灵敏度。

(3) 利用对比试块比较法检测。将工件中的自然缺陷的回波波幅与对比试块上的人工缺陷回波波幅进行比较,只要工件中自然缺陷的回波波幅大

于对比试块的人工缺陷回波波幅,那么该工件的缺陷可使用 6 dB 法进行测量。这种方法对缺陷的定量直观有效。

2.2 仪器和探头的选择

超声波探伤仪选用 A 型显示脉冲反射式数字超声波探伤仪,频率覆盖范围为 1~6 MHz。检测探头选用频率为 2~2.5 MHz,直径为 20 mm 的单晶直探头或双晶直探头。耦合剂选用黏度大的耦合剂如水玻璃、黄油,以利于粗糙表面的良好耦合。

2.3 灵敏度的调整和扫查

调整探伤灵敏度时,利用试块上不同深度的平底孔的反射回波制作距离-波幅曲线,以此曲线作为基准灵敏度;为避免漏检,扫查时提高 6 dB;缺陷判定时,增加的 6 dB 应调整回去。

仪器调整与现场检测必须使用相同的耦合剂。

工件的扫查要在任何可以接近的表面进行,选择有规律的路径进行扫查;相邻两次扫查应相互重叠,探头的每次扫查覆盖率应大于探头直径的 15%;工件扫查时,探头移动的速度不大于 150 mm/s。

2.4 缺陷检测和判定

零部件中如果存在以下指示,则认为不合格:①缺陷回波幅度大于或等于距离-波幅曲线的位置都要做标记,并用 6 dB 法进行测量;若单个缺陷的面积超过 75 mm²,则该工件判定为不合格。②检测过程中,如果出现底波消失或者密集缩孔、疏松的波形位置要做标记;底波消失或者密集缺陷的面积超过 300 mm²(由大量的失效工件统计得到),则判为不合格。

3 超声检测结果

经过超声检测,发现每批俯仰臂工件都有 5%~10% 的不合格品;超声检测合格的工件,经过射线抽检检测,也未发现较大缺陷。更重要的是,经过检验合格的工件经过长时间使用后,未出现由于俯仰臂失效造成质量事故的发生。

4 结语

利用对比试块比较法对薄铸钢件进行超声检测,对近场区不同距离的人工缺陷的波幅进行了相对精确的设定;通过对含有人工缺陷和自然缺陷的工件进行断裂试验和金相分析,确定了检测用对比试块的人工缺陷尺寸。所述方法有效地控制了薄铸钢件产品的质量,在一定程度上,解决了薄铸钢件的超声波探伤问题。