

双晶直探头对船用铸钢件的超声波检测

于学峰

(上海重型机械厂有限公司, 上海 200245)

摘要:介绍用纵波双晶直探头对船用铸钢件机加工面进行超声检测的方法,以保证工件精加工后无外露缺陷,从而满足工件的技术要求。文章引进蜂窝状缺陷的概念,侧重于三种蜂窝状缺陷(气孔型、缩孔型和夹渣型)的超声波反射波型特征的分析。实践证明,所述分析方法有利于对铸钢件内部缺陷评定;结合对缺陷反射波的动态波形观察有助于较快速进行缺陷定位、定量和定性;采用2~4 MHz、焦距15~20 mm双晶直探头,φ3 mm孔灵敏度,对船用铸钢件粗加工面进行超声检测是确保精加工后缺陷不外露的较好的检测技术。

关键词:双晶直探头;超声波检测;反射波形;船用铸钢件

中图分类号:TG115.28

文献标志码:B

文章编号:1000-6656(2012)02-0072-03

Ultrasonic Testing of Marine Cast Steel by Twins Probe

YU Xue-Feng

(Shanghai Heavy Machinery Plant Co Ltd, Shanghai 200245, China)

Abstract: The UT method and procedure of marine cast steel by the normal twin transducer probe were detailed in order not to have the exposed defect on the surface of work after finishing, and consequently to meet the request of the work. The concept for defect of honeycomb profile has been introduced in the article, 3 kinds of reflective waveform for defect of honeycomb profile (airhole type, shrinkage cavity type and slag type) were analyzed mainly. The following conclusions have been testified: this method is useful to internal defect's evaluating of marine cast steel; this method with watching echodynamic patterns of defect is useful to locate and quantify and be qualitative quickly for defect; the method with 2~4 MHz, 14~20 mm focus of Normal twin transducer probe in φ3 sensitivity can be sure to the defect not appearing on the surface of work after finishing.

Keywords: Normal twin transducer probe; Ultrasonic testing; Reflection waveform; Marine cast steel

目前关于船用铸钢件(挂舵臂、后轴壳、上铸钢件和下铸钢件等)的机加工面(主要是内孔近表面)的检验主要是采用超声波检测技术。尤其是对要进行精加工的铸钢件,更要在精加工前用双晶直探头超声波检测法来发现缺陷,然后返修、复探,直至合格,以保证工件精加工后的表面质量。笔者介绍了采用双晶直探头对配套118 000~400 000 t的散货船和集装箱船的大型船用铸钢件(材质为ZG16Mn)的内孔机加工面的超声检测方法,引入蜂窝状缺陷的概念,以区别于单个点状缺陷,并且探讨了对缺陷

的定性问题。

1 超声检测的准备

挂舵臂简图见图1。要求检测面的粗糙度应≤6.3 μm;使用的双晶直探头规格为φ20×2/2~4 MHz,焦距为15~20 mm;超声波探伤仪为A型脉冲反射式CTS-2200型;耦合剂为机油;双晶直探头用对比试块如图2所示,要求其检测面粗糙度

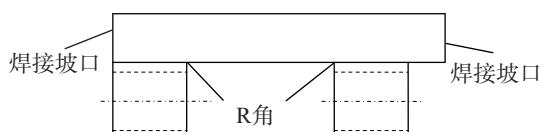


图1 挂舵臂简图

收稿日期:2011-01-04

作者简介:于学峰(1963—),男,检验师,高级工程师,工学学士。

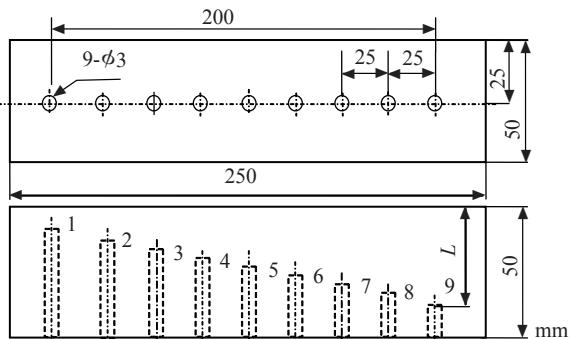


图 2 双晶探头平底孔试块

$\leqslant 6.3 \mu\text{m}$, 平底孔直径为 $\phi 3 \text{ mm}$, 深度 L 分别为 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 mm。

2 超声检测过程

2.1 检测系统的调试

2.1.1 制作 DAC 曲线

将双晶直探头和超声波探伤仪连接好后在双晶试块上进行调试。令对应于探头焦距深度的平底孔的反射波高达荧光屏的 80%, 保持灵敏度不变, 依次搜索到其它平底孔的反射波, 并将各个波的最高点标注在荧光屏上, 然后依次圆滑连接各点, 制成 DAC 曲线。

2.1.2 耦合补偿

视工件检测面光洁度的具体情况, 适当进行耦合补偿, 一般表面耦合补偿 4~6 dB。

2.2 检测方法

2.2.1 探头扫查方式

对检测面进行分段扫查, 并对每段分别进行两个方向互相垂直的扫查。扫查速度 $\leqslant 150 \text{ mm/s}$, 并应有 10% 的覆盖率。探头扫查时要使双晶的隔声层与扫查方向垂直。

2.2.2 伪缺陷波

一般情况下, 双晶探头扫查时出现在始波之后的反射波基本上都是缺陷反射波。但是也有多种情况导致产生伪缺陷波。

(1) 粗糙的机加工面引起的反射波, 其特征是波形较宽, 而且静态波形有些颤抖。探头扫查起来, 其波形更宽或更高。而真正的缺陷反射波的静态波形是比较稳定的。

(2) 检测面上局部凹凸不平引起的反射波与正常缺陷反射波没有明显区别, 其波形与单个的点状缺陷的反射波很相似, 其静态波形较稳定且独立, 或高或低, 不过可重复性差。

对于上述两种情形引起的伪缺陷波, 只要将探测面修整到符合检测要求即可防止伪缺陷波的出现。

2.2.3 缺陷的评定

实践证明, 双晶直探头检测铸件时最好结合缺陷的动态波形来评定缺陷。缺陷的动态波形即随着探头的移动, 反射波在荧光屏上的变化轨迹, 亦即回波的包络线。从动态波形上可以得知缺陷的分布情况、走向和缺陷的大致深度范围以及特征。与只靠观察缺陷的静态波形来分析缺陷的方法相比, 通过观察缺陷的动态波形有助于提高检测速度和对缺陷的准确判定。

通常情况下, 为了保证船用件精加工后的表面质量应按下列原则评定缺陷:

(1) 反射波达到或超过 DAC 线并且为非点状的缺陷为不合格。

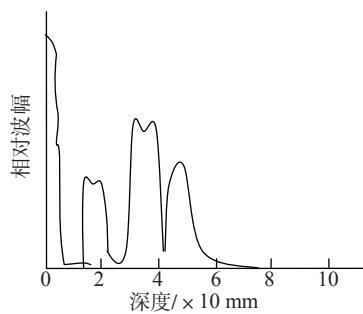
(2) 反射波虽然未达到 DAC 线但属于蜂窝状的缺陷为不合格。

3 几种典型铸造缺陷反射波的特征及其机理

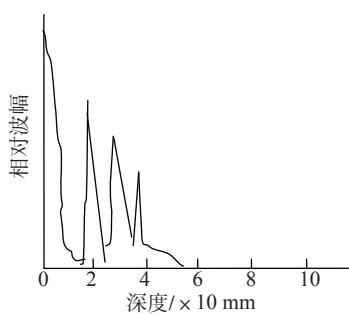
由于铸件具有组织疏松、不均匀、晶粒粗大的材质特点, 所以容易形成所谓的蜂窝状缺陷。蜂窝状缺陷即由集中或分散的缩孔、气孔和夹渣所组成, 缺陷形状多像蜂窝。蜂窝状缺陷可以分为缩孔型、气孔型和夹渣型三种。缩孔型蜂窝状缺陷主要由缩孔组成, 伴有气孔和夹渣; 气孔型蜂窝状缺陷主要由气孔组成, 伴有缩孔和夹渣; 夹渣型蜂窝状缺陷主体是夹渣或同时伴有其它缺陷。下面是用双晶直探头对大量船用铸钢件机加工面进行检测后, 所发现的三种蜂窝状缺陷的波形特征。

3.1 缩孔型蜂窝状缺陷的波形特征

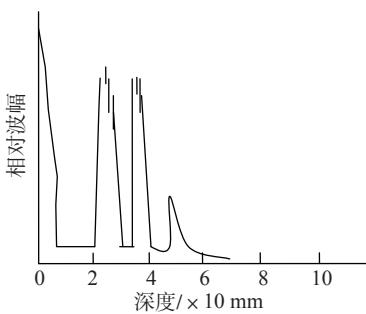
缩孔型蜂窝状缺陷的反射波呈束状, 波底宽大, 波峰分枝, 主反射波有时出现几个, 在主反射波附近常伴有小反射波。这是因为缩孔型蜂窝状缺陷以缩孔为主, 缩孔内壁凹凸不平, 同时由于钢液收缩而出现孔洞, 树枝状晶在这里可以自由生长, 所以缩孔壁上都有发达的树枝晶。另外缩孔中存在气体或处于真空状态, 声压反射率很高。虽然声波在介面上的散射严重, 但在同一波阵面上的反射体仍能形成较强的反射信号, 因此缺陷波强烈, 主缺陷波 1~2 个。再因为缩孔周围常伴有夹渣、夹杂物和不同波阵面反射波的时间不同, 在主缺陷波周围形成了许多小缺陷波, 同时造成了波峰分枝的特征。缩孔型蜂窝状缺陷的波形及实物见图 3。



(a) 波形图



(a) 波形图



(a) 波形图



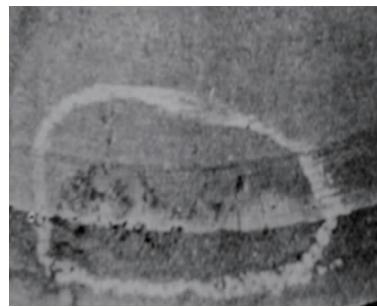
(b) 缺陷图

图3 缩孔型蜂窝状缺陷



(b) 缺陷图

图4 气孔型蜂窝状缺陷



(b) 缺陷图

图5 夹渣型蜂窝状缺陷

3.2 气孔型蜂窝状缺陷的波形特征

气孔型蜂窝状缺陷的反射波不高, 波峰尖锐, 缺陷反射波为多个尖脉冲成撮分布。这是因为气孔内壁光滑, 多呈球形, 其反射声压与球形反射体相似。入射到气孔上的超声波向各个方向反射, 返回探头的声波较少。在缺陷直径相同的情况下, 球形缺陷反射波的声压与直径成正比, 而圆形平面反射体的反射波声压则与直径的平方成正比。因而气孔型缺陷反射波声压比同直径的平面缺陷反射波小得多, 其波形及实物见图4。

3.3 夹渣型蜂窝状缺陷的波形特征

夹渣型蜂窝状缺陷的反射波特征是缺陷波呈束状, 一两个主缺陷波附近常伴有许多小缺陷波, 波峰分枝, 波头圆钝而不清晰。缺陷波幅度较高, 但降低灵敏度时, 缺陷波下降速度较快。这是因为夹渣型蜂窝状缺陷具有大块夹渣物的声学特征。夹渣虽然破坏了钢的连续性, 但缺陷处仍填有固体物质, 具有一定的透声性能。而由于夹渣与钢的声阻抗之差异, 使得夹渣又具有良好的声学反射特性。其波形及实物见图5。

4 结语

总结了用双晶直探头检测铸钢件所得反射波的特征, 有助于对缺陷正确定性, 从而正确评定缺陷。

结合观察缺陷反射波的动态波形有助于快速缺

陷定位、定量和定性(单个点状或密集或蜂窝状等)。

采用2~4 MHz、焦距15~20 mm双晶直探头, $\phi 3$ mm灵敏度, 对船用铸钢件粗加工面进行超声检测, 是确保精加工后无缺陷外露的较好的检测技术。

参考文献:

- [1] 曾义雄, 陈雷. 1 000 WM 中压外缸的超声波检查与缺陷处理[J]. 无损检测, 2010, 32(5): 27.
- [2] 石剑. 超声波检测中 61° 和 45° 缺陷发射波形的识别[J]. 无损检测, 2009, 31(5): 367.

由我国主持起草的1项无损检测

国际标准正式启动

由我国主持起草的国际标准草案 ISO/NP 14381-2 Non-destructive testing — Infrared thermography — System description 目前由 ISO/TC 135/SC 8 发送给各成员国代表, 标志着该项目已正式进入制定程序。

该项目是由 SAC/TC 56 向 ISO/TC 135/SC 8 提出的, 由全国无损检测标准化技术委员会副主任、中国特种设备检测研究院副院长沈功田研究员主持起草。该项目是由我国主持起草的第一项无损检测国际标准。

(SAC/TC 56 全国无损检测标准化技术委员会秘书处)