

# 金属材料焊接中超声无损检测技术

房 卉

(渤海船舶职业学院 辽宁兴城 125100)

**摘 要:** 金属材料焊接是制造业中常见的连接方式之一,然而焊接缺陷可能导致严重的质量问题和安全风险。因此,对焊接结构进行可靠的检测至关重要。超声无损检测技术作为一种广泛应用的焊接检测方法,具有高灵敏度、精度高、非破坏性等优点。对此,本文将对该技术的应用价值、方法和注意事项进行深入阐述,旨在应用超声无损检测技术提升金属材料焊接质量与效率。

**关键词:** 超声无损检测技术;金属材料焊接;技术应用

## 引言:

金属材料焊接中的质量控制是至关重要的,超声无损检测技术因其高精度和非破坏性的特点在此领域得到了广泛应用。因此,明确金属材料焊接中超声无损检测的内涵及注意事项、明确其应用方法具有重要意义<sup>[1]</sup>。通过检测员与焊接工之间良好交流与合作,以及运用正确的检测步骤和方法,相关技术人员可以应用超声无损检测技术提高焊接质量,保障工件可靠性。

## 一、金属材料焊接结构检测的重要性

金属材料焊接结构的检测具有极为重要的价值。焊接技术在金属加工中起着至关重要的作用,但是焊接过程中常常会产生残余应力,对焊接结构的质量与性能产生不利影响,如降低强度、引发开裂、减弱结构刚性等。通过定量检测与分析,可以及早发现潜在问题,并采取相应的措施进行改进或修复。这样可以预防焊接部位的开裂、强度下降和结构变形等不良情况的产生,确保焊接结构的稳定性和安全性。金属焊接结构的准确检测与评估不仅仅是为了规避结构故障,还可以提高焊接工艺的质量和效率<sup>[2]</sup>。

## 二、超声无损检测技术的概述

超声无损检测技术是目前发展最为迅速且应用最广泛的无损检测技术之一。从开始应用超声无损检测技术至今,应用其对金属焊接结构进行检测一直是主要的研究方向。TOFD能采用D-扫描成像技术,更加直观地判断缺陷部位,同时判断误差不超过1毫米<sup>[3]</sup>。另一种超声无损检测技术是超声相控阵技术,其研发思路主要借鉴自雷达电磁波相控阵技术。在进行焊缝检测时,超声相控阵技术不需要频繁地移动探头,只需沿着焊缝长度的水平方向进行平行直线扫描,就能进行全面测量,具有较高的检测速度。

## 三、金属材料焊接中应用超声无损检测技术的意义

金属材料焊接中应用超声无损检测技术能够发现金属材料的内部缺陷,如气孔、夹杂物和裂纹等。这些缺陷往往无法用肉眼直接观察到,但会严重影响焊接接头的强度和性能。通过将超声波引入金属材料中,并接收和分析回波信号,超声无损检测可以快速准确地探测出内部缺陷,并对其进行定量分析,以评估焊接质量。超声无损检测技术还可用于检查焊接的整体效果。焊接接头的成功与否不仅取决于工件是否存在明显的缺陷,还与焊缝的几何形状和界面质量等因素有关<sup>[4]</sup>。通过分析回波信号的强度、幅值和相位变化等特征,超声无损检测可以判断焊接接头的完整性,并评估其强度和可靠性。这对于保障焊接接头的质量和性能至关重要。

## 四、超声无损检测技术在金属材料焊接缺陷中的应用方法

### (一) 选择检测条件

在进行超声无损检测时,需要根据具体情况选择合适的检测条件。一般来说,焊接缺陷与声束摄入角度存在夹角,对此可选择2到5MHz的频率。针对较为厚重的材料,在对其进行检测时,基于其具有明显的衰减性,因此,可选用更低的频率来操作<sup>[5]</sup>。探头的摄入角度需要确保其能够扫描整个截面,与检测面成直角关系。在耦合剂的选用方面,机油、润滑脂、甘油、水等都可作为耦合剂,但实践证明,耦合效果最好的应当属浆糊。

### (二) 探测面修整

探测面修整的目的是消除或减少探头与被测物体表面之间的空气层,以确保超声波能够有效地传播到被测物体中。一般来说,探测面应呈平整且光滑的状态。探测面修整的步骤包括:第一,清洁探头和被测物体表面,去除可能影响探测的尘埃和污垢。第二,使

用适当的工具进行探测面的修整,例如砂纸或磨具。在修整过程中,需注意不要过度修整致使表面凹凸不平。第三,使用耦合剂将探头和被测物体表面紧密结合,确保良好的超声波传递。

### (三) 探头射入点和斜探头 K 值

探头的射入点是指探头与被测物体的接触位置。射入点的选择应考虑被测物体的几何形状、焊接缺陷的位置以及探测的目的。通常,射入点应选择在离焊缝较近的位置,以获得更好的信号传播和反射;斜探头 K 值是用来描述斜射超声的能量分布情况的参数。斜探头的 K 值越大,代表超声能量主要集中在垂直于射入面的方向上,适用于对板材或公称角度较小的焊缝进行检测。相反, K 值较小的斜探头适用于对公称角度较大的焊缝进行检测,能够获得更佳的焊缝信息。正确选择探头射入点和斜探头的 K 值可以提高探测信号的强度和清晰度,有助于准确识别和评估金属材料焊接缺陷。

### (四) 时间基线调整

时间基线是超声信号在探头和被测物体之间传播的时间。时间基线的调整对于消除系统误差、提高检测精度至关重要。在进行超声无损检测前,需要对时间基线进行以下调整:首先应确定参考标定样品,该样品应为无缺陷的基准样品;随后应发送超声波信号至参考标定样品,并记录回波的时间延迟;进行调整仪器设置,使回波的时间延迟与已知标定值相匹配。对其他被测样品进行超声检测时,应确保回波的时间延迟与参考标定样品一致。通过调整时间基线,可以减小系统误差,提高检测的准确性和可靠性。这样可以确保焊接缺陷的定位和尺寸测量的准确性,从而帮助评估金属材料的焊接质量。

### (五) DAC 曲线绘制

DAC (Distance Amplitude Correction) 曲线常常用于校正超声信号的衰减,以便在不同深度处获得正确的信号强度。DAC 曲线的绘制对于定量评估焊接缺陷的尺寸和深度非常重要。绘制 DAC 曲线的步骤包括:第一,确定参考标定样品,该样品应具有不同深度的已知缺陷。第二,发送超声波信号至参考标定样品,记录不同深度处的回波信号幅值。第三,绘制幅值-深度曲线,即 DAC 曲线。第四,根据实际检测时的信号幅值与 DAC 曲线的对比,可以得出相应深度的焊接缺陷大小。通过绘制 DAC 曲线,可以校正超声信号在不同深度处的衰减,从而实现焊接缺陷的准确尺寸和深度测量。

### (六) 灵敏度验证

在进行灵敏度验证时,需要注意控制探查速度,确保不超过 15cm/s,以保证信号采集的准确性。在相邻探头的移动过程中,确保移动距离有至少 10% 的重叠,以确保全面、连续地覆盖被测区域。对于纵向探查,需将探头垂直于焊缝的中心线进行探查,并在移动过程中适当左右转动 10 到 15°,以扫描全面地检测焊接缺陷。

### 五、超声波无损检测应用于金属材料焊接中的注意内容

强化检测员与焊接工之间的交流是金属材料焊接中超声无损检测技术应用中需要注意的重要内容。有效的交流与合作有助于提高检测的准确性和效率,保证焊接质量和工件可靠性。对此,检测员需要与焊接工充分沟通,了解焊接过程中可能存在的特殊要求和关键控制点。例如,了解焊接工艺参数、材料特性以及焊接缺陷的类型和频率分布等。这有助于检测员在实施检测时更好地把握焊接缺陷的位置、形状和尺寸等信息,提高检测的准确性和可靠性。检测员应与焊接工共同制定适当的检测方案,根据具体需求,确定焊缝的检测区域、扫描路径和扫描速度等参数,保证检测全面而高效。

### 结束语

综上所述,金属材料焊接中的质量控制是保障产品品质和工业安全的重要环节,其具有精准、快速和可靠的特点。然而,在应用过程中还需重视检测员与焊接工之间的交流和合作,共同解决出现的问题,从而提高焊接质量和工件的可靠性。未来,超声无损检测技术将不断发展和完善,为金属材料焊接质量控制提供更加强大的支持。

### 参考文献:

- [1]张龙. 金属材料焊接中超声无损检测技术的有效应用[J]. 中国金属通报,2023,(04):246-248.
- [2]丛思超. 金属材料焊接中超声无损检测技术的应用[J]. 全面腐蚀控制,2022,36(04):22-23.
- [3]胡鹏,陈一帆,贾乐乐. 金属材料焊接中超声无损检测技术的应用[J]. 中国金属通报,2022,(01):70-72.
- [4]马小强,孙涛,范希磊. 金属材料焊接中超声无损检测技术的有效应用[J]. 中国金属通报,2021,(01):15-16.
- [5]沈伟,袁笑,何亚翔. 金属材料焊接中超声无损检测技术的应用[J]. 中国金属通报,2020,(07):104-105.

作者简介:房卉,女(1996.09.),蒙古族,辽宁省葫芦岛市,硕士研究生,助教,研究方向:理化测试与无损检测