

金属材料焊接中超声无损检测技术的有效应用

肖云华 庄 钰 (通讯作者) 杨启正

湖南交通工程学院 湖南衡阳 421000

摘 要: 金属材料焊接是现代工业中广泛应用的加工技术之一。而在焊接过程中, 如何对焊接接头进行有效的检测, 成为了一个必不可少的问题。传统的检测方法存在着一些局限性, 比如误判率较高、设备昂贵等。近年来, 超声无损检测技术被广泛应用在金属材料焊接中, 并具有高准确性、无损检测、操作简便、经济实惠等优势。本文将从金属材料检测的角度出发, 探讨超声无损检测技术在焊接接头检测中的应用, 并介绍其原理、优点及实际应用情况。通过本文的研究, 旨在提供一种新的、高效的、精准的焊接接头检测方法, 进而推动金属材料焊接领域的技术进步和应用水平提升。

关键词: 超声无损检测; 金属材料焊接; 焊接接头; 检测方法。

引言:

在现代工业生产中, 金属材料焊接是一种常用的加工技术。然而, 在焊接过程中, 由于热变形、气孔、裂纹等因素的影响, 焊接接头容易出现缺陷, 进而影响整个产品的质量和安全性。为了解决这一问题, 传统的检测方法主要包括目视检测和X射线探伤。然而这些方法都存在着一些局限性, 例如误判率高、设备昂贵等。近年来, 超声无损检测技术被广泛应用在金属材料焊接中, 并且具有高准确性、无损检测、操作简便、经济实惠等优点。

一、传统金属材料检测的局限性

在焊接生产过程中, 焊接接头必须经过严格的检测才能确保其质量符合标准和要求。在传统的焊接接头检测方法中, 最常用的是目视检测和X射线探伤。但是, 这两种方法都存在一定的局限性。

首先, 目视检测虽然具有简单、直观等优点, 并且在一些简单的焊接接头检测中仍然被广泛应用。但是, 在实际作业中, 它的缺点也很明显。例如, 人为因素影响较大: 目视检测的结果主要依赖于人眼的观察和判断, 因此工作人员的专业水平和经验对检测结果的准确性产生重要影响; 环境干扰较大: 由于目视检测需要在光线良好、无遮挡的环境下进行, 因此室外施工容易受到天气、光线等环境因素影响, 室内施工则需要保证照明和通风条件, 增加成本和难度; 检测速度慢: 目视检测需要逐个检查每个焊点, 效率较低, 不能满足快速、大批量的焊缝检测需求。

其次, X射线探伤技术具有全面、准确的检测优点, 但是也存在以下问题。在实际作业中, 由于设备昂贵, 需要专业技术人员进行操作和维护, 增加了检测成本; 放射线对人体有一定的危害, 在使用过程中必须进行严格的防护措施, 对工作人员提出了更高的要求; 同时, X射线探伤技术所产生的废弃物和辐射污染物需要特殊处理, 增加了环保压力和成本。

二、超声无损检测的优势

超声波检测是一种利用超声波对物体进行无损检测的技术, 通过将超声波发射到被检测物体内部, 从而发现并评估物体内部的缺陷和瑕疵。在焊接生产中, 超声波检测技术通常采用以下步骤:

加热: 在进行超声波检测前, 首先需要将焊接接头进行加热处理。这样可以使材料的结构更加均匀, 并且有助于发现隐藏在材料内部的缺陷。**发射超声波:** 将超声波传感器放置在被检测物体表面, 并通过控制仪器向被检测区域发射超声波。**接收信号:** 当超声波遇到物体内部的缺陷或瑕疵时, 会反射回来。超声波传感器会接收这些信号, 并将它们转换成电子信号。**分析数据:** 将接收到的信号通过计算机或者其他类似的设备进行分析, 从而得出被检测物

体内部的情况和缺陷的位置、深度等信息。超声波检测技术在焊接接头检测中具有如下优势:

灵敏度高: 超声波可以穿透被检测物体, 并且能够探测到微小的缺陷和瑕疵, 包括裂纹、孔洞、气泡等。

准确性高: 超声波检测技术可以提供准确的检测数据和图像, 通过计算机图像处理技术可以得到更加精确的检测结果, 减少误判率。

安全性高: 超声波检测技术采用的是非破坏性检测方法, 不会对被检测物体产生任何损伤或变形。同时也不需要使用放射性物质等有害元素, 因此在操作过程中不会对人体和环境造成危害。

适用范围广: 超声波检测技术适用于多种金属材料和非金属材料, 包括钢、铝、铜、塑料等, 检测范围广泛。此外, 超声波检测技术也适用于不同类型的焊接接头, 包括横向焊接、纵向焊接、环焊接等。

检测速度快: 超声波检测技术的检测速度较快, 可以在短时间内完成大批量的检测任务, 提高了生产效率。同时, 由于超声波检测技术可以进行实时监测, 因此可以及时发现问题并予以修复, 避免出现安全隐患。

操作简便: 超声波检测技术操作简单, 只需要经过简单的培训即可掌握。此外, 由于该技术可以进行自动化检测, 因此不需要专业技术人员进行操作和维护, 降低了成本。

实时性好: 超声波检测技术可以实时得到检测结果, 并且可以通过计算机图像处理技术进行数据分析, 从而可以快速发现问题并进行处理, 保障了焊接接头的质量和安全。

三、目前超声波检测技术所存在的问题

(一) 检测深度限制

超声波在不同材料中传播的速度是不同的, 这就导致超声波检测的最大深度会受到限制。一般来说, 随着被检测物体厚度的增加, 超声波的传播距离也会减少。超声波无损检测技术在检测材料内部缺陷时, 受到检测深度限制的影响。深度越深的缺陷, 需要使用较低频率的超声波才能被检测出来。因此, 在具体工作中, 需要根据焊接接头要求的检测深度, 选择合适的频率和探头。

(二) 误判率较高

超声波检测技术对环境和被检测物体有一定的要求, 如果操作不当或者环境干扰比较大, 就容易导致误判率偏高。例如, 如果被检测物体表面有太多的涂层或者表面不平整, 就可能影响超声波的传播和反射, 从而导致误判。此外, 在焊接接头的检测过程中, 往往存在大量的杂波和干扰信号, 这会极大地影响检测结果的准确性

和可靠性,从而导致误判率相对较高。针对这一问题,需要采取一系列的技术措施,尽量提高检测结果的准确性。

(三) 对操作人员的技术要求较高

超声波检测技术需要操作人员具备一定的专业知识和技能,否则可能会影响检测结果的准确性和可靠性。例如,操作人员需要对超声波探头的类型、工作原理、检测方法、数据处理等方面有一定的了解和经验。

(四) 设备价格昂贵

与其他常规检测设备相比,超声波检测设备的价格较高,对于一些小型企业来说可能会存在较大的经济压力。除了购置设备的成本,还需要考虑设备的维护和修理费用,以确保设备的长期运行和维护。因此,公司需要对设备进行定期维护和检查,强化设备管理和保养,提高设备使用寿命和性能的稳定性,降低维修费用和不必要的经济损失。

(五) 需要预先加热样品

为了保证超声波的传播速度和精度,被检测样品往往需要先进行加热处理,这会增加生产成本和时间。此外,加热操作也需要注意安全和环保问题,以避免产生二次污染和损坏样品。对于具体焊接接头的检测,需要根据其要求的检测深度、材料类型和厚度等因素,确定是否需要进行加热。在确定需要加热的情况下,需要选择合适的加热方式和设备,加热需要跟随严格的工艺步骤进行。

四、解决超声波技术所存在问题的策略

(一) 针对检测深度限制的方式

在实际应用中,超声波检测技术需要根据被检测物体的材料和厚度采取不同的探头和频率。超声波无损检测技术在焊接接头中通常需要通过探头进行检测。因此,在具体应用过程中,需要选择合适的探头和频率,以减少检测深度的限制。可以根据不同的焊接接头种类、材料类型和厚度等,选择不同的探头和频率。例如,对于由厚材料焊接的深度足够的接头,应选择低频探头;对于厚度较薄的接头,则应使用高频探头。另外,对于检测深度超过 25mm 的接头,可以采用 TOFD 检测技术,它是一种多通道技术,可以同时获得信号和反射散射信息,从而更准确地确定缺陷的深度和位置。例如,在焊缝检测中,常规的探头为直探头、斜探头、角度探头等,频率一般为 0.5MHz-10MHz。此外,还可以采用多角度扫描和多重频率扫描相结合的方式来提高检测深度和灵敏度。

此外,超声波无损检测在焊接接头中的应用前提是要达到满足检测深度和信噪比的条件。因此,需要根据不同的焊接接头类型、材料厚度和应用要求等,选择不同的焊接方式,例如 TIG 焊接、MIG/MAG 焊接等。

(二) 针对误判率较高的方式

在实际应用中,超声波无损检测技术需要对被检测物体进行清洁和表面处理,以减少涂层或油污等干扰因素的影响。同时,还可以采用数据处理算法和人工智能技术,对检测结果进行自动分析和判断。针对这种情况,需要使用一些信号处理和数据分析技术,加强预处理,提高信噪比,降低误判率。声学透镜、滤波器、平均计算等技术可以通过降低信噪比来改善信号的质量,从而增强检测的准确性和可靠性。

值得注意的是,超声波无损检测技术需要投入大量的设备和资金来实现。为确保设备的稳定性和准确性,需要建立一套完善的设备管理和维护机制,实现智能化的检测过程:首先,需要对设备进行密切关注,掌握其技术参数和性能特点,及时检修和维护;其次,建立一套有效的设备管理体系,推进设备出入库管理、设备定期检修、设备运行记录和报废处置等工作。此外,还要加强设备的安全

防护和保养,有助于规避一些常见的检测问题。例如,在焊缝检测中,可以结合机器学习技术,训练出合适的模型来识别焊接缺陷,并减少误判率。

(三) 针对对操作人员的技术要求较高的方式

在实际应用中,超声波无损检测技术需要操作人员具备一定的专业知识和技能。为了提高操作人员的技能水平,可以通过定期培训和实践操作等方式来提高其专业知识和技能。为此,相关企业需要开展紧密有效的培训计划,加强操作人员的技术掌握能力。培训计划应该面向各种类型的员工,包括技术人员、操作员、质量控制人员等,为员工提供必要的相关知识和工作技巧,加强沟通、合作和团队建设。

除了培训措施,企业还可以为员工提供一些专业技术服务,如技术支持和在线技术咨询等。这些服务将有助于员工更好地掌握技术,增强操作技能,提高检测准确度和工作效率。例如,在焊缝检测中,可以对操作人员进行实地培训和演练,让其更加熟悉设备操作和数据处理等流程。

(四) 针对设备价格昂贵的方式

在实际应用中,超声波无损检测设备的价格较高,因此需要采取措施降低成本。例如,可以采用租赁或共享设备的方式来进行检测,以减少企业在设备上的投资。同时,还可以引入新型材料和制造技术,优化设备设计和生产流程,降低设备成本。对于一些特殊材料或者大尺寸厚材料,如超厚钢板、船板、大量乙烯制品等需要进行预先加热,以达到检测温度、降低材料的耦合效应、提高检测精度减少浪费。加热过程可以使用专门的设备或者手动操作方式,然而,需要跟随严格的工艺步骤进行。

需要预先加热样品:在实际应用中,超声波无损检测技术需要对被检测物体进行加热处理,以保证超声波传播速度和精度。为了减少加热操作对生产成本和时间的影响,可以采用快速加热技术和无损加热技术等方式,以快速、有效地完成加热操作。例如,在焊缝检测中,可以采用感应加热技术,通过感应电流产生局部加热,实现快速加热效果。

结语:

超声波无损检测技术作为一种非接触、高效、精准的检测方法,在工业生产和科学研究中得到了广泛应用。然而,这种技术在实际应用中也存在一些问题,例如检测深度限制、误判率较高、对操作人员的技术要求较高、设备价格昂贵以及需要预先加热样品等。针对这些问题,我们可以采取多种解决方式,例如多角度、多重频率的检测方法、数据处理算法和人工智能技术、租赁或共享设备、快速加热技术和无损加热技术等。这些解决方式不仅可以提高超声波无损检测技术的可靠性和精度,还可以降低生产成本、提高检测效率。

参考文献:

- [1]张德强.新时期金属材料焊接中超声无损检测技术的应用探究[J].中国金属通报, 2022 (08): 153-155.
- [2]胡秋月.超声无损检测技术在金属材料焊接中的应用探讨[J].中国金属通报, 2022 (05): 231-233.
- [3]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.DOI: 10.13726/j.cnki.11-2706/tq.2022.04.022.02.
- [4]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.
- [5]苏晓勇.金属材料焊接中超声无损检测技术的有效应用探析[J].中国金属通报, 2021 (08): 170-171.