

# 射线数字成像技术在承压容器焊接接头检测中的应用研究

刘雪峰

荆门宏图特种飞行器制造有限公司 湖北 荆门 448000

**摘要:** 射线数字成像技术在承压容器焊接接头检测中的应用研究取得了显著进展。通过射线数字成像技术, 可以实现对焊缝内部缺陷、几何尺寸、容积以及疲劳寿命等参数的准确检测和评估。针对不同类型的承压容器, 结合优化的图像处理算法和设备改进策略, 能够提高成像质量和检测效率, 为焊接接头质量评估和设备安全运行提供可靠的技术支持。

**关键词:** 射线数字成像技术; 承压容器焊接; 接头检测; 应用

## 1 射线数字成像技术在工业领域的应用背景和重要性

射线数字成像技术在工业领域的应用背景和重要性日益凸显。随着工业制造技术的不断发展, 各种复杂的机械设备和零部件层出不穷, 对于质量管控和安全监测提出了更高的要求。射线数字成像技术通过对物体内部结构进行高分辨率的扫描和成像, 能够快速准确地检测出可能存在的缺陷、裂纹或异物, 为工业生产过程中质量检测提供了重要的技术支持。射线数字成像技术在工业领域的应用涉及到汽车制造、航空航天、电子电器、医疗器械等多个领域。在汽车制造中, 通过射线CT成像技术可以对汽车发动机、变速箱等关键部件的内部结构进行三维扫描, 准确检测出可能存在的缺陷, 提高了汽车的品质和可靠性。在航空航天领域, 射线数字成像技术可以帮助航天器的设计制造和检测工作, 保证了航空器的安全和可靠性。在电子电器行业, 射线数字成像技术可以对半导体器件、电路板等微小部件的内部结构进行扫描, 提高了产品的质量和性能。

## 2 射线数字成像技术在承压容器焊接接头检测中的研究意义

射线数字成像技术在承压容器焊接接头检测中具有重要的研究意义。承压容器是工业生产中常见的重要设备, 其焊接接头的质量直接影响着设备的安全运行。传统的检测方法可能存在盲区和漏检问题, 无法全面准确地检测出接头中可能存在的缺陷<sup>[1]</sup>。而射线数字成像技术具有高分辨率、全方位扫描的优势, 能够对焊接接头的内部结构进行详细的成像, 准确检测出可能存在的裂纹、气孔等缺陷。通过射线数字成像技术, 可以实现对承压容器焊接接头的无损检测, 提高了检测的灵敏度和准确性, 能够及时发现潜在的安全隐患, 有效避免因焊接质量不达标引发的事故风险, 射线数字成像技术还可以实现对焊接接头的三维成像, 为工程师提供详细的数

据和信息, 有助于优化焊接工艺、提高焊接质量, 进而提升承压容器的安全性和可靠性。射线数字成像技术在承压容器焊接接头检测中的研究意义重大, 有助于提高焊接质量、保障设备安全运行, 对于工业生产的安全和可靠性具有重要的意义。

## 3 DR 技术特点

### 3.1 成像速度快, 检测效率高

DR技术(数字射线成像技术)具有成像速度快、检测效率高的显著特点。相比于传统的射线成像技术, DR技术采用数字化探测器和数字信号处理技术, 能够实现对物体内部结构的高分辨率成像, 并将成像结果直接以数字形式保存和传输。这使得DR技术在成像过程中不需要使用胶片, 避免了胶片冲洗和等待的时间, 大大缩短了成像周期。由于DR技术采用了数字化的成像方式, 能够实现对成像结果的实时处理和调整, 使得检测过程更加灵活和高效。操作人员可以迅速获取高质量的成像结果, 减少操作过程中的繁琐步骤, 提高检测的效率。这对于需要进行快速准确检测的工业领域尤为重要, 能够帮助企业提升生产效率、降低成本, 并保障产品质量。

### 3.2 辐射量低, 安全性高

DR技术具有辐射量低、安全性高的显著特点。与传统射线成像技术相比, DR技术采用数字式探测器和数字信号处理器, 能够以更低的辐射量对物体进行成像。这意味着在进行检测时, DR技术能够减少射线辐射对人员和环境的影响, 降低了患上辐射相关疾病的风险, 保障了操作人员的健康和安全。DR技术在成像过程中能够实时调整曝光参数和成像角度, 优化成像效果, 减少了需要重复拍摄的次数, 进一步降低了辐射暴露的可能。由于DR技术的数字化特性, 操作人员可以更精准地控制辐射量, 从而实现对目标的高效成像, 同时尽可能减少对周围环境和人体的辐射影响。

### 3.3 解释性高, 检测结果可视化

DR技术的另一个显著特点是具有高度的解释性和可视化能力。通过DR技术进行成像时, 数字式探测器将所获取的数据转化为数字信号, 并通过数字处理软件生成高质量的图像, 这些图像在显示时能够清晰、详细地展现被检测物体的内部结构。这种高度的解释性意味着操作人员能够直观地看到被检测物体的各种特征、缺陷、异物等, 为进一步分析和判断提供了强有力的依据。DR技术生成的成像结果具有很强的可视化能力, 能够以图像的形式清晰呈现物体的内部情况。这使得检测结果更易于理解和分享, 可以帮助工程师、医务人员或其他操作人员快速准确地做出判断和决策, 这也为数据的长期存储和比对提供了便利, 便于日后的跟踪和分析<sup>[2]</sup>。

### 3.4 可存储、可远程传输图像

DR技术的另一个显著特点是其成像结果可存储并可通过网络进行远程传输。采用数字式探测器和数字信号处理技术的DR技术生成的成像数据可以直接以数字形式保存在计算机或其他设备上, 而非传统的胶片式存储方式。这样一来, 操作人员可以轻松地保存所得到的成像结果, 并能随时快速获取和使用。DR技术拥有通过网络进行远程传输图像的能力, 由于成像结果以数字化形式存储, 因此可以通过互联网等方式快速、安全地传输到其他地点, 如专家远程诊断中心、研究机构等。这种可远程传输的特性极大地提高了医疗和工业领域的工作效率和协作性, 使得专家可以在不同地点实时查看和分析成像结果, 为远程医疗诊断和技术支持带来便利。

## 4 射线数字成像技术在承压容器焊接接头检测中的应用

### 4.1 焊缝表面及内部缺陷检测

射线数字成像技术在承压容器焊接接头检测中的应用极为重要, 能够实现对焊缝表面及内部缺陷的全面检测。焊接接头是承压容器中最关键的连接部位, 其质量直接影响容器的安全运行。利用射线数字成像技术可以实现对焊缝表面的高分辨率成像, 快速准确地检测出可能存在的焊接缺陷, 如裂纹、气孔、渗透不良等。射线数字成像技术还能够深入到焊缝的内部进行扫描, 实现对焊缝内部结构的立体成像, 可检测到内部隐蔽的缺陷, 如夹杂、未熔合、非均匀性等问题。通过射线数字成像技术对承压容器焊接接头的检测, 可以实现全方位、非破坏性的检测, 大大提高了检测的准确性和效率。及时发现并修复焊缝表面及内部的缺陷, 有助于确保承压容器的安全运行, 降低事故风险, 保障生产环境和人员的安全。

### 4.2 几何尺寸及容积测量

射线数字成像技术在承压容器焊接接头检测中的应用不仅局限于缺陷检测, 还包括对焊缝的几何尺寸及容积测量。承压容器的焊接接头在制造过程中需要满足一定的几何尺寸和容积要求, 以确保焊缝的质量和稳定性。通过射线数字成像技术, 可以对焊缝的几何尺寸进行精确测量, 包括焊缝的长度、宽度、厚度等参数。这种测量可以基于数字成像结果, 通过图像处理软件实现对尺寸的定量分析, 快速准确地获取焊缝的具体尺寸信息。射线数字成像技术还可应用于焊缝容积的测量, 通过成像技术获取的焊缝内部三维结构数据, 可以计算焊缝的实际容积大小, 从而确保焊接质量符合相关标准要求。这种容积测量方法比传统的实地测量方法更加直观和准确, 能够避免人为误差, 提高测量的可靠性和重复性。射线数字成像技术在承压容器焊接接头检测中的应用不仅能够实现缺陷检测, 还可对焊接接头的几何尺寸及容积进行精确测量, 为焊缝质量评估和工艺优化提供了有力支持。

### 4.3 疲劳寿命与失效风险评估

射线数字成像技术在承压容器焊接接头检测中的应用还涵盖了评估焊缝的疲劳寿命和失效风险等重要方面。承压容器在运行过程中将受到不断的热胀冷缩循环和内部压力的影响, 这将导致焊接接头产生应力集中、裂纹扩展等现象, 最终可能影响容器的安全性和稳定性。通过射线数字成像技术, 可以对焊缝的内部微观结构及缺陷进行深入分析, 并定量评估焊缝的疲劳寿命。基于数字成像结果, 结合有限元模拟等技术, 可以模拟焊缝在各种工作条件下的应力状态, 为疲劳寿命的评估提供准确的数据支持<sup>[3]</sup>。射线数字成像技术还可应用于评估焊接接头的失效风险。通过对焊缝内部缺陷、裂纹等进行全面检测和定量分析, 可以识别潜在的失效风险, 提前预警可能的安全隐患, 基于数字化的成像结果和数据分析, 可以量化评估焊缝的失效风险等级, 为后续的安全管理和维护提供科学依据。射线数字成像技术在承压容器焊接接头检测中的应用不仅可以实现缺陷检测和几何尺寸测量, 还能深入评估焊缝的疲劳寿命和失效风险, 为容器的安全运行提供全面的技术支持。这种应用能够帮助工程师和技术人员更好地了解焊缝的性能和状态, 为制定更科学的维护和管理方案提供重要参考, 保障承压容器的长期稳定运行和安全性。

### 4.4 附件、阀门及管道系统的内部检测

射线数字成像技术在承压容器焊接接头检测中的应用不仅局限于焊缝本身, 还可以广泛应用于附件、阀门

及管道系统等部件的内部检测。在承压容器的运行中,附件、阀门及管道系统的安全性和可靠性同样至关重要,需要定期检测以避免潜在的安全隐患。通过射线数字成像技术,可以实现对这些部件内部结构的全面成像,识别可能存在的裂纹、腐蚀、变形等缺陷,及时发现并处理问题。对于附件、阀门及管道系统的内部检测,射线数字成像技术具有非侵入性和高分辨率的特点,可以穿透直观地观察部件内部的结构和状态,同时能够实现对细小缺陷的准确检测和分析。通过数字成像的结果,操作人员可以直观地查看部件内部的情况,及时发现潜在问题并制定相应维修方案,保障设备的正常运行和安全性。射线数字成像技术在承压容器焊接接头检测中的应用也可以拓展至对附件、阀门及管道系统的内部检测,为整个设备的安全性和可靠性提供全面保障。这种应用不仅有助于提高设备的运行效率和可靠性,还能减少维护和修复成本,为工业生产和设备运行提供更可靠的支持。

## 5 射线数字成像技术的优化策略

### 5.1 图像处理算法优化

射线数字成像技术在应用过程中,图像处理算法的优化是关键的一步,能够显著提高成像质量和诊断效率。为优化射线数字成像技术的图像处理算法,一些关键策略可以被采取,针对不同类型的成像场景和检测对象,需结合特定的成像参数调整图像处理算法。通过合理设置成像参数,如曝光时间、扫描速度等,有助于获得清晰、高分辨率的成像结果,从而提高图像的质量和信量。采用先进的图像处理算法进行优化,如去噪处理、边缘增强、图像增强等,有助于消除图像中的干扰和噪声,突出关键信息,提高成像的清晰度和准确性,可以结合深度学习技术,引入智能算法进行图像识别和分析,进一步提高对成像结果的自动识别和定量分析能力,降低操作人员的主观干预,提高成像的一致性和重复性。持续的技术创新和算法优化是实现射线数字成像技术发展的重要途径。不断探索并引入新的图像处理技术和算法,提高成像速度和质量,扩展成像应用领域,将能够不断提升射线数字成像技术在医疗、工业等领域的应用价值和影响力。

### 5.2 设备与工艺改进

为优化射线数字成像技术,并提高其在各个应用领域的效率和准确性,可以采取一系列设备与工艺改进的策略,对设备的优化是至关重要的,通过更新和升级现有的成像设备,以提高分辨率、灵敏度、采集速度等方面的性能,可以获得更精细、更清晰的成像结果。不断对设备进行维护保养,保持设备状态稳定,也是确保成像质量的重要措施<sup>[4]</sup>。工艺改进也是实现射线数字成像技术优化的关键点,在成像过程中,优化工艺参数的设定,如调整X射线管的电压和电流、优化扫描路径等,有助于提高成像的清晰度和准确性。建立规范的操作流程和标准,对成像操作人员进行培训与指导,提高他们的操作技能及业务水平,也是工艺改进的重要一环。积极推动技术研发和创新,引入先进的数据处理算法和人工智能技术,实现对成像数据的智能化处理和分析。这不仅可以提高成像结果的自动化识别和分析,还能够缩短检测时间、降低成本,并提高对数据的准确性和可靠性。持续推进设备与工艺的改进和技术升级,将促进射线数字成像技术在医疗、工业、安全等领域的广泛应用,并为未来的技术发展奠定坚实基础。

### 结束语

射线数字成像技术的广泛应用为承压容器焊接接头检测提供了新的可能性和前景。持续的研究和创新将进一步推动射线数字成像技术在工业领域的发展,为优化焊接接头质量、提高设备安全性以及确保生产过程的稳定性提供更全面的解决方案。相信随着技术的不断进步,射线数字成像技术在承压容器领域的应用将迎来更加辉煌的发展前景。

### 参考文献

- [1]王建成.低温压力容器设计要点综述及注意事项[J].技术与市场,2019.12(10):137-138.
- [2]许焕清,马君鹏,王成亮,etal.GIS设备典型缺陷的X射线数字成像检测技术[J].电网技术,2019(05):368-373.
- [3]刘军,陶维道.X射线数字成像技术在铸造铝合金轮毂检测中的应用[J].无损探伤,2017(03):46-48.
- [4]陈晶.低温压力容器的焊接制造解析[J].化工管理,2019.5(11):91-92.