

石油化工压力管道射线无损检测质量控制

尚武顺 张 斌 (山东鼎泰检验检测有限公司, 山东 东营 257000)

摘要: 本文从射线无损检测技术在石油化工压力管道质量控制中的重要性、应用现状和质量控制要点三个方面进行了深入探讨。通过分析射线无损检测技术的原理和优势,结合石油化工压力管道的特点和检测需求,提出了射线无损检测质量控制的关键措施,包括完善检测规程和标准、加强射线源和探测器管理、优化曝光参数和射线能量、改进图像处理和评价方法、建立检测人员培训和考核制度、强化检测过程的质量监督等。研究结果对于提高石油化工压力管道射线无损检测水平,保障石油化工生产安全具有重要意义。

关键词: 石油化工; 压力管道; 射线无损检测; 质量控制

0 引言

石油化工行业是国民经济的重要支柱产业,在能源供给、化工原料生产等方面发挥着不可替代的作用。压力管道是石油化工生产过程中输送介质的重要设备,其质量的优劣直接影响生产安全和效率。随着石油化工行业的快速发展,压力管道的安全可靠要求不断提高。射线无损检测技术以其独特的优势,在压力管道质量控制中得到广泛应用。

1 射线无损检测技术在石油化工压力管道质量控制中的重要性

1.1 保障压力管道安全可靠运行

射线无损检测技术犹如一双“慧眼”,可以透视压力管道内部结构和缺陷,为管道安全运行提供可靠技术保障。它能全面评估管道健康状况,及时发现潜在危险因素。定期射线检测可掌握管道完整性和耐压强度,判断其是否满足安全运行要求。一旦发现问题,可及时维修或更换,避免管道泄漏、爆炸等事故发生。管道安全运行容不得半点马虎,射线无损检测技术就像一位尽职尽责的“安全卫士”,时刻守护着压力管道安全,为石油化工生产平稳运行保驾护航。

1.2 及时发现和评估管道缺陷

压力管道在长期使用过程中,难免出现腐蚀、裂纹、焊接不良等缺陷。这些缺陷如不及时发现和处理,会威胁管道安全运行。射线无损检测技术能敏锐捕捉管道内部各种缺陷,精确评估其位置、大小、形态等。通过射线照相,能清晰呈现缺陷“真面目”,为制定合理维修方案提供重要依据。

1.3 降低事故风险,提高生产效率

压力管道是石油化工生产“生命线”,其安全运行直接关系到生产过程稳定性和连续性。管道事故不仅会造成巨大经济损失,还可能危及人员生命安全,

影响企业社会形象。射线无损检测技术通过对压力管道进行全面质量控制,能有效降低事故风险,避免生产中断和事故发生。

2 石油化工压力管道射线无损检测应用难点

2.1 管道结构复杂,检测盲区多

石油化工压力管道结构复杂,管段、弯头、三通、法兰等部件繁多,加之管道直径大小不一,壁厚变化多端,给射线检测带来诸多困难。一些管道直径较小或弯曲较多的部位,射线难以有效穿透,容易产生检测盲区。管道内外表面的附着物、集中腐蚀等也会影响射线成像质量,增加缺陷判读难度。射线检测人员必须根据管道结构特点,合理选择射线能量、射线角度、曝光时间等参数,不断优化检测方案,才能最大限度减少盲区,提高检测质量。

2.2 缺陷类型多样,识别判断难

压力管道常见的缺陷类型有腐蚀、裂纹、夹杂、未焊透、焊接气孔等,不同缺陷在射线照片上的表现各不相同,有些缺陷特征相似,容易混淆。例如,表面腐蚀和裂纹在射线照片上都表现为线性特征,难以区分。夹杂和焊接气孔在射线照片上都呈现圆形或椭圆形阴影,需要丰富经验才能准确判断。射线检测人员必须熟悉各种缺陷的成像特点,综合分析缺陷的形态、位置、大小等信息,才能做出正确判断。这对检测人员的专业素质提出了较高要求,需要长期实践积累和不断学习提高。

2.3 环境条件恶劣,现场操作难

石油化工生产环境复杂,露天管道受风吹日晒雨淋,容易锈蚀老化;埋地管道长期受潮受压,腐蚀更加严重。一些管道位于危险区域或者高空位置,检测人员现场操作面临诸多安全风险。恶劣的环境条件不仅加速了管道老化,也给射线检测工作带来诸多不便。

酷暑严寒、狂风暴雨等都会影响射线成像质量，给现场布置射线机、冲洗胶片等工作造成困难。检测人员需要做好安全防护，合理安排检测时间，选择恰当的检测部位和方法，克服重重困难，高质高效完成检测任务。

3 石油化工压力管道射线无损检测质量控制要点

3.1 完善射线检测规程和技术标准

石油化工压力管道射线无损检测质量的保障，首先需要完善射线检测规程和技术标准。射线检测规程和标准是开展检测工作的基础，它明确规定检测工作的目的、使用方法、操作步骤、结果判定等各个方面，使检测过程和检测结果有规可依。针对不同类型压力管道，应制定相应检测规程，具体规定检测要求和操作规范。随着射线检测技术的发展，新技术新方法不断涌现，需要与时俱进，及时将新技术新方法纳入射线检测技术标准，补充完善标准内容，使标准适应技术发展需要，从而为检测质量提供有力保障。科学合理的射线检测规程和标准是保证检测工作规范有序进行的前提，是检测质量稳定可控的基础。要高度重视射线检测规程和标准的制定和完善工作，组织相关单位和人员，认真总结射线检测实践经验，深入调查研究，广泛听取意见，确保射线检测规程和标准内容科学合理、切实可行。

3.2 加强射线源和探测器的管理和维护

射线检测中射线源和探测器发挥着核心作用，二者性能直接影响射线成像质量和缺陷识别能力。射线源能否稳定释放射线，射线能量能否满足穿透要求，探测器能否高效接收射线信号并转化为清晰图像，都与射线源和探测器性能状态密切相关。因此管理维护好射线源和探测器是确保射线检测质量的关键。

射线源属于放射源范畴，除在使用时释放射线外，其他时候都应严格管控，防止造成人员辐射照射。射线源的储存、使用、运输等各个环节都必须严格执行辐射防护要求，配备必要的屏蔽和防护装置，避免射线泄漏和人员超剂量照射。使用射线源时要严格控制曝光时间，减少人员受照剂量。射线源要专人负责管理，建立台账，详细记录射线源参数、使用情况、定期检验情况等，确保可追溯可管控。

探测器是射线成像的光电转换器件，将射线信号转变为可见图像。探测器性能参数如灵敏度、动态范围、信噪比等都会影响图像质量。要定期检测探测器性能参数，对标技术要求，确保各项指标合格。探测

器使用环境要求较高，要控制环境温湿度，避免电磁干扰，定期除尘清洁，延长使用寿命。发现探测器性能指标下降要及时检修，必要时予以更换，避免使用不合格探测器导致射线成像质量下降、漏检缺陷。

3.3 优化曝光参数和射线能量选择

射线检测中，曝光参数和射线能量选择是影响成像质量的关键因素。曝光参数包括曝光时间、焦点到工件距离、焦点到胶片距离等，这些参数直接决定射线照片的黑度和对比度。曝光时间过短，射线穿透剂量不足，照片偏白，缺陷显示不清；曝光时间过长，射线穿透剂量过大，照片偏黑，缺陷可能被掩盖。焦点到工件距离过小，几何不锐度增大，焦点到胶片距离过大，射线衰减严重，照片模糊不清。只有综合考虑管道直径、壁厚、材质等因素，合理设置曝光参数，才能获得质量合格的射线照片，为缺陷识别判断提供可靠依据。

射线能量表征射线的穿透能力，能量越高穿透力越强，能量越低穿透力越弱。射线能量选择需要兼顾穿透能力和成像质量两个方面。能量过低，射线难以有效穿透管道；能量过高，初级射线减弱，散射射线增多，反而影响成像质量。射线能量选择要根据管道的材质和壁厚情况，既要保证有效穿透，又要获得良好的图像对比度，避免因能量选择不当而影响缺陷识别。

曝光参数和射线能量的优化选择需要丰富的专业知识和实践经验。射线检测人员必须系统掌握射线成像的基本原理，深入理解曝光参数、射线能量与成像质量的内在联系，熟悉不同材质、不同壁厚管道的射线检测特点，在此基础上分析现场检测条件，优化曝光参数组合，选择合适的射线能量，以期获得清晰准确的射线照片。

在实际检测工作中，曝光参数和射线能量的优化选择还要考虑现场环境的影响。如现场温度过高会加速射线胶片的感光，湿度过大会使胶片发霉变质，射线源输出功率不稳会影响曝光剂量，这都需要检测人员及时发现并采取应对措施，必要时可采用冷藏防潮措施保存胶片，或者调整射线源工作参数以保证输出稳定。

3.4 改进图像处理和缺陷评价方法

射线数字图像中往往包含大量的几何失真、背景噪声等干扰信息，给缺陷识别带来困难。为此，需要采用图像预处理技术，消除或减弱这些干扰信息。常

用的图像预处理技术包括几何校正、背景校正、对比度增强、边缘检测等。通过图像预处理,可以获得质量更高、特征更明显的缺陷图像,为后续的缺陷定量分析奠定基础。

射线检测的缺陷定量分析是评价缺陷危害性的重要依据。传统射线检测多采用人工读片,缺陷定量分析主要依靠人眼观察和主观判断,精度和一致性难以保证。为提高缺陷定量分析的精度和可靠性,亟需引入智能化缺陷识别和定量评价方法。基于模式识别、机器学习的智能算法可实现缺陷的自动分类和定量测量,克服人工读片的主观性和不确定性。如采用基于灰度共生矩阵的纹理特征提取和分类方法,可实现缺陷的自动识别和类型判定;采用基于边缘检测和区域生长的缺陷尺寸测量方法,可实现缺陷几何参数的精确计算。

值得注意的是,缺陷识别和定量分析的准确性很大程度上取决于相关算法的可靠性和适用性。对于不同类型、不同形态的缺陷,要采用针对性的特征提取和分析算法。同时,算法的可靠性需要大量实际缺陷图像的验证和优化,要建立完善的缺陷图像数据库,以支撑算法的训练和测试。只有经过大量实际数据验证的智能算法,才能在实际检测中发挥应有的作用。

3.5 建立检测人员培训和考核制度

检测人员是射线检测的直接执行者,其理论知识、操作技能、职业道德等直接影响检测结果的准确性和可靠性。建立完善的检测人员培训和考核制度是保证射线检测质量的重要前提。培训内容应涵盖射线检测的基础理论、操作技能、安全防护等各个方面,通过系统的理论学习和实践操作,使检测人员全面掌握射线检测的基本原理和关键技术,熟练掌握射线检测设备的操作和维护,牢固树立安全防护意识。在职期间,检测人员还应定期参加继续教育和技能训练。射线检测技术发展日新月异,新理论、新方法、新设备层出不穷,检测人员必须及时更新知识,掌握前沿技术,才能适应不断变化的检测需求。通过定期培训,检测人员可以系统学习射线检测新技术、新标准,交流射线检测经验,改进检测方法,从而保持较高的业务水平。为确保检测人员队伍的整体素质,还应建立检测人员考核评价机制。定期考核检测人员的理论知识、操作技能、工作态度等,既要注重考核结果,也要关注平时表现。理论知识考核应覆盖射线检测的基础知识和相关标准规范,操作技能考核应包括射线检测设

备的操作、射线胶片的判读、缺陷的识别与评定等。考核结果应与检测人员的晋升、奖惩等挂钩,对考核不合格者,应及时调离工作岗位,经培训合格后方可重新上岗。

3.6 强化检测全过程的质量监督和控制

射线检测是一项系统工程,涉及检测准备、拍片、图像处理、缺陷判读、检测报告等诸多环节。每个环节都有可能影响检测质量,必须实施全过程的质量监督和控制。要建立健全质量管理体系,制定各环节的质量控制标准和措施,明确岗位职责,落实责任主体。要加强现场检查 and 督导,及时发现和纠正各环节存在的质量问题。对关键环节和特殊工艺,要进行重点控制;对质量控制薄弱环节,要采取针对性强化措施。检测工作结束后,还要进行质量抽查和评估,对照检测规程和质量标准,严格审核射线照片和检测报告,确保检测数据真实可靠,检测结论客观准确。只有强化检测全过程的质量监督和控制,严把质量关,射线检测才能发挥应有作用,为压力管道安全提供可靠的技术保障。

4 结束语

通过本研究,我们系统分析了射线无损检测技术在石油化工压力管道质量控制中的重要作用,总结了射线检测的应用现状,提出了质量控制的关键措施。这些研究成果对于规范石油化工压力管道射线检测,提高检测质量具有重要的指导意义。在今后的工作中,我们将进一步深化研究,优化技术方案,为石油化工行业的安全发展贡献自己的力量。同时,我们也呼吁业界同仁共同努力,推动射线无损检测技术的创新发展,为保障石油化工生产安全,促进行业持续健康发展作出更大贡献。

参考文献:

- [1] 庞向荣. 石油化工压力管道的破坏和无损检测 [J]. 石化技术, 2019, 26(10): 218+174.
- [2] 蒋石锁. 关于石油化工压力管道射线无损检测质量控制 [J]. 中外企业家, 2019(19): 153.
- [3] 袁浩. 石油化工用压力管道的破坏形式及无损检测的应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(09): 60-61.
- [4] 李建强. 浅析石油化工压力管道射线无损检测质量控制 [J]. 清洗世界, 2018, 34(12): 20-21.
- [5] 燕集中. 石油化工用压力管道的破坏形式及无损检测的应用 [J]. 石化技术, 2017, 24(03): 2-3.