

承压设备关于风险检验的无损检测技术

牟永田

通标标准技术服务(青岛)有限公司, 山东 青岛 266101

[摘要] 文章先分析了承压设备无损检测技术, 随后介绍了常见的无损检测方法, 进一步降低承压设备应用操作中的风险问题, 包括壁厚减少问题检测、裂纹检测以及在线无损检测, 希望能给相关人士提供有效参考。

[关键词] 承压设备; 风险检验; 无损检测

DOI: 10.33142/hst.v2i3.841

中图分类号: TG115.28

文献标识码: A

Nondestructive testing Technology for risk testing of pressure equipment

MOU Yongtian

General Standard Technical Service (Qingdao) Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266101, China

Abstract: This paper first analyzes the nondestructive testing technology of pressure equipment, and then introduces the common nondestructive testing methods to further reduce the risk problems in the application and operation of pressure equipment, including wall thickness reduction testing, crack testing and online nondestructive testing, hoping to provide effective reference for relevant people.

Keywords: pressure equipment; risk testing; nondestructive testing

引言

承压设备和普通的机械设备相比, 其生产工艺和设计方面都十分严格, 为此需要相关设计人员进一步明确设计要点, 从而为排出设备故障提供可靠保障, 需要通过有效的无损检测技术进行全面检测, 从而在提高设备安全性和稳定性的基础上, 降低生产成本。

1 承压设备无损检测技术

承压设备无损检测技术即针对设备运行状态、工作环境、生产工艺和材料质量等因素进行合理检测, 并获取设备相关的各种数据信息, 从而对其进行系统分析, 结合最终测试结果, 准确判断设备的应用寿命、设备类型、损伤部位等。充分结合当下承压设备相关无损检测技术的实际发展现状进行分析, 其应用范围处于不断扩大的趋势, 为创建承压设备的失效模式以及预防安全风险问题的发生提供了可靠保障, 同时也进一步提升了行业生产效率, 一些比较常见的检测方法有磁粉、超声波和射线等, 在针对承压设备实施无损检测的过程中, 相关技术人员需要充分结合风险检测重点和检验周期不断完善检测方案, 促进设备运行安全性的有效提升, 通过深入研究承压设备中的腐蚀和机械损伤等问题, 能够帮助检测人员形成完善的检测方案, 并提供可靠的参考依据。合理使用无损检测技术能够使最终的检测结果更加准确, 从而减少设备应用过程中的故障问题。

以风险为基础的无损检测需要从安全与经济两种层面进行详细分析: 第一, 对于一些参数较高、十分重要同时在恶劣环境下应用的大型设备, 需要充分结合其失效原理、应用寿命以及风险问题选择恰当的无损检测技术, 从而预防应用过程中出现失效风险问题。第二对于均匀腐蚀和失效后果较轻的低风险设备, 能够进一步减少无损检测, 从而控制整个生产成本。

2 常见无损检测方法分析

2.1 壁厚减少问题

针对承压设备的壁厚局部或均匀变薄问题, 可以通过宏观目视检测方法, 检查人员能够进入到容器内部进行探查, 这种方法十分简单、直观、有效。目视检查过程中需要关注其中几种重点问题: 外部接管周围的不连续保温层区域、容器气相区域的露点腐蚀区域、接管进出口周围易腐蚀或易冲刷的紊流区域、塔盘支撑环周围腐蚀区域、气液相的相交区域等。针对相关工作人员不能轻易进入的管道和容器等区域, 在开启接管或检查孔的过程中, 可以通过内窥镜实施宏观目视检测。

针对壁厚变薄的无损检测技术包括内旋转超声测量、远场涡流检测、换热管涡流、远距离超声波检测、漏磁检测、脉冲涡流检测、射线检查以及超声检测等方式。因上述几种检测方式拥有不同的检测原理, 其相应的灵敏度和检测范围也各不相同, 在实际应用过程中, 应该进一步提高对于检测盲区的重视。比如保温层下方腐蚀问题, 在使用远程超声波检测和脉冲涡流检测过程中管道的法兰焊口腐蚀便是其检测盲区, 通过上述方法对立管以及下方水平管弯头处连接区域的腐蚀性问题时进行检测的过程中, 容易出现误差, 检测过程不够灵敏。因为保温层附近容易出现积水问题以及不连续问题, 导致该部分十分容易出现腐蚀现象。再如管板整体厚度比较厚的区域。因为管板和端部效应的综合影

响, 所以不适合使用远程涡流检测进行无损检测。

2.2 裂纹检测

部分设备在实际应用过程中经常会出现各种裂纹问题, 其整体破坏性较大, 其中比较常见的一种方式就是应力腐蚀开裂的问题, 其中大量应力腐蚀性质的裂纹均是从设备的内壁部位开始的, 比如连多硫酸的应力腐蚀裂纹、氯化物的应力腐蚀性裂纹、氨应力的腐蚀性裂纹等。除此之外, 在设备的表层还容易出现热冲击裂纹、腐蚀性裂纹以及疲劳裂纹等。而裂纹检测核心方法是表层的无损检测, 比如电磁检测以及渗透检测等, 对于低合金钢以及碳钢来说, 最为直观和方便的方法便是湿性的荧光磁粉核查方式。

超声波技术也是检测裂纹的重要方法之一, 传统脉冲反射超声波检测整体来看, 对于裂纹问题十分敏感, 尽管反射发会被裂纹平面取向所影响, 但对于拥有丰富检测经验的技术人员而言, 通过传统脉冲式超声波检测, 能够把设备中的大部分裂纹缺陷准确检测出来。

在近几年发展过程中, 逐渐出现了相控阵和 TOFD 等超声波检测方法, 在一定程度上提升了裂纹缺陷检测水平, 尤其是一些埋藏于管道内部和厚壁容器当中的裂纹问题、堆焊层下方裂纹、隔热衬内壁裂纹、无法进入的管道或容器内壁裂纹等, 通过超声波进行检测具有无可取缔的优势。

因为灰雾度以及分辨率等因素的影响, 导致射线检测技术对于裂纹检测的敏感性较差, 不适用于检测管道裂纹以及厚壁容器检测工作当中, 但在小口径的薄壁管道中, 尤其是不锈钢制成的管道, 可以通过射线技术进行检测。不同检测技术拥有不同的擅长内容, 在大曲率的薄壁管道中, 针对其环形焊缝中的横向裂纹具有较小的检出率, 同时射线相关检测优势十分突出, 针对一些特定失效机理以及设备来说, 通过无损检测方式融合的方法进行综合检测, 能够进一步提高管理设计效果。

3 在线无损检测技术

3.1 高温状态下测量厚度

利用在线无损检测, 能够对风险评估进行持续改进与调整。管道和承压设备的在线检测过程中, 厚度检测是其中的重要组成部分, 厚度测量通常是利用超声波检测方法来进行的。在高温环境状态下, 厚度测量主要是通过高温测厚探头来实施, 选择符合温度条件的高温耦合剂, 随后修正声速。在超声波正常的测厚频率界限内, 随着温度的改变, 纵声波速度也会产生一定变化, 大概是 $0.8\text{m}/(\text{s}^{\circ}\text{C})$, 在计算过程中, 可以通过 $1\text{m}/(\text{s}^{\circ}\text{C})$ 实施估算, 将误差控制在工程允许范围之内, 热膨胀问题所引发的误差可以直接忽略, 部分高温测厚设备还能够将应用温度下相关声速直接测量出来。

3.2 高温磁粉检测

通过实验室中的试验结果分析发现通过干磁粉检测方式, 在施加适量的干磁粉后, 在低于 300 摄氏度的环境下, 能够通过干磁粉对铁磁性质的材料表层缺陷进行合理检测, 其整体检测的效果十分突出^[1]。

3.3 高温渗透检测

在低于 250 摄氏度的条件下, 通过高温渗透剂, 可以准确检测焊缝和奥氏体不锈钢的表面裂缝问题, 因为高温渗透剂这种材料的来源十分有限, 因此只能在小范围内应用。

3.4 高温状态下的超声波检测

在高温状态下, 通过超声横波进行检测的过程中应该充分结合环境的整体温度状态, 合理选择高温耦合剂以及高温超声探头, 因为整个环境状态十分苛刻, 想要实现大范围全面检测存在较高的难度, 但能够在小范围内进行监控和抽查。室温 450 摄氏度范围之中, 应用高温超声波进行检测, 最终得到有效的检测结果^[2]。

3.5 其他方式的高温检测

红外检测是针对高温设备实施宏观在线检测的一种有效技术, 通过红外设备, 能够对设备局部超温和保温层破损问题进行仔细检查。但也存在一定的缺陷。电磁超声和直接接触超声检测方法相比, 除了能够对壁厚进行准确测量之外, 还能够检查设备的各种缺陷问题。声发射的检测方法能够在高温状态下实施, 对于其中的缺陷问题进行全面监控与检测^[3]。

4 结语

综上所述, 应用无损检测技术进行实践操作的过程中, 为了能够达到预期的效果, 相关技术人员应该熟练掌握承压设备的结构特点以及无损检测技术的应用标准和适用范围, 从而促进行业生产实力的有效提升。

[参考文献]

- [1] 张文斌. 承压设备关于风险检验的无损检测技术[J]. 山东工业技术, 2019(19): 44.
- [2] 黄小辉, 梁伟杰. 无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用[J]. 石油和化工设备, 2019, 22(06): 96-98.
- [3] 黄宏彪, 黄辉. 基于风险评估及无损检测技术在成套设备检验中的方法[J]. 石油和化工设备, 2016, 19(07): 59-64.

作者简介: 牟永田, 男, (1979-), 中级工程师, 本科。