

# 无损检测技术在锅炉压力管道检验中的应用探讨

严 辉 邬士火

湖州市特种设备检测研究院 浙江湖州 313300

**摘 要:** 随着我国经济建设的不断增强, 我国的综合实力也越来越强大, 因此在新技术发展方面有了更大的进步, 帮助我国在压力管道检验方面有更全新的应用。对于压力管道而言, 维修检查工作也是非常重要的, 有助于帮助技术人员及时掌握管道的运行情况, 从中获取更多的信息, 一旦发现管道出现问题或者泄漏, 都能够及时根据问题进行解决, 确保压力管道的运行安全和稳定。目前, 无损检测技术是压力管道检验方法中最为常见的技术手段之一, 本文从无损检测技术的角度出发, 通过对该技术的分析从中可以了解其重要性, 针对本文对无损检测技术的分析, 进一步阐述该技术在压力管道检测中的具体应用, 为我国今后压力管道检测方法提供更多的参考意见, 使我国的压力管道检测发展有更科学合理的技术应用。

**关键词:** 无损检测技术; 压力管道; 检测方法; 应用与发展

## Discussion on Application of Non-destructive Testing Technology in Boiler Pressure Pipe Inspection

Hui Yan, Shihuo Wu

Huzhou Institute of Special Equipment Testing, Huzhou, Zhejiang 313300

**Abstract:** With the continuous strengthening of China's economic construction, China's comprehensive strength has become more and more powerful, so in the development of new technology has made greater progress, to help China in the pressure of the pipeline inspection has a new application. For pressure piping, maintenance and inspection work is also very important to help technical personnel timely grasp the operation of the piping, from which to obtain more information, once found problems or defects in the piping, can solve the problem in time to ensure the safety and stability of the pressure pipeline operation. At present, the non-destructive testing technology is one of the most common technical means in the pressure pipeline inspection method. From the point of view of the non-destructive testing technology, we can understand its importance through the analysis of the technology, in view of the analysis of the non-destructive testing technology in this paper, the concrete application of this technology in the pressure pipeline testing is further elaborated, which will provide more reference opinions for the pressure pipeline testing methods in our country in the future, so that the development of pressure pipeline detection in our country has a more scientific and reasonable technical application.

**Keywords:** Non-destructive testing technology; Pressure pipeline; Testing method; Application and development

### 引言:

对于压力管道来讲, 一定要在安装过程中完全符合标准科学要求和操作规范, 但是在长期使用过程中, 如果因外部因素影响压力管道, 就会为管道的正常运行埋下隐患安全隐患, 因此, 需要定期检查压力管道, 并使用无损检测技术来确保检查过程中结果的准确性。

### 1 无损检测技术简介

无损检测技术是指在不影响被检测对象的性能和结

构的基础上, 利用被检测对象的结构异常出现的反映来检测被检测对象是否存在质量问题。无损检测技术一般采用电、光、波、热等对被检测对象的内部结构、使用状态和质量问题进行检测, 能够检测出设备质量问题的类型、位置和程度等内容。无损检测过程不会对特种设备造成损害, 在制作完成的管道上进行检测即可。

### 2 无损检测技术对压力管道检验的重要性

在新时代, 能源工业的迅猛发展, 使得我国对压力

管道的应用也会越来越广泛, 而压力管道输送的产品更多是特殊的工业材料, 因此所要承受的压力也比较大, 这是因为这些介质的特殊性更需要对压力管道的质量监测多加重视。压力管道是工业企业非常重要的一部分, 它能够发挥至关重要的作用, 帮助企业顺利开展下去。但是, 管道的质量很容易受到外界的影响发生损坏情况, 严重的影响压力管道的质量安全造成重大的损失。如果一旦出现破裂或者腐蚀的情况, 就需要根据原因找出解决对策, 否则, 很容易进一步扩大破裂和腐蚀的范围, 从而导致很严重的质量后果。基于此, 对压力管道而言, 进行排查维修非常重要, 能够有效规避上述所提到的风险和问题, 有必要在压力管道检测过程中使用无损检测技术。由于压力管道的作用, 一旦出现事故的危害, 就决定了需要对压力管道进行检测以及排除隐患, 确保压力管道的质量符合要求<sup>[1]</sup>。

### 3 用于压力管道检测的无损检测技术

#### 3.1 渗透检测技术

主要指在被检测工作面喷洒渗透液, 静置使其渗透到被检测工件开口性缺陷中, 之后利用清洗剂将多余的渗透液清除, 再利用显像剂发现缺陷。渗透检测在非铁磁性压力管道的检测中是一种非常重要的检测手段。但需要特别注意的是, 使用渗透检测技术时, 渗透液的温度必须保持在10℃。

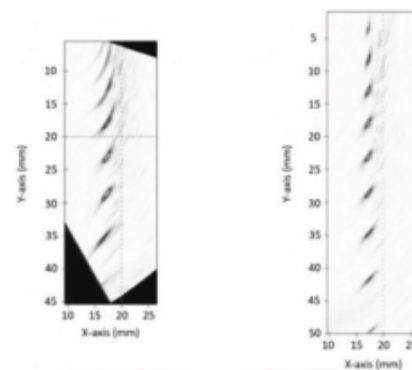
#### 3.2 磁粉探伤技术

在压力管道检验中的应用磁记忆测试技术在各类压力管道检测中的应用, 不仅可以检测压力管道中的裂纹缺陷, 而且可以准确判断裂纹的位置和方向。在使用铁磁性材料时, 持续在磁场中磁化, 并且在检测表面或表面附近的缺陷处发现问题, 改变方式的大多数磁通量将优先以不连续的底部的较低磁阻穿过工件。当工件的磁感应强度相对较大时, 工件间断的底部难以接收更多的磁通量, 或者不连续性; 当尺寸较大时, 部分磁通会从该间断中逸出, 越过不连续, 然后进入工件。磁通量的这种泄漏还将在不连续的两侧引起磁极化, 形成所谓的漏磁场。工件被磁化后, 如果在工件表面上和表面附近存在不连续性(例如裂纹), 则在不连续性的表面上将形成泄漏磁场(即, 泄漏磁场)。最终形成磁性标记, 可以显示缺陷的位置, 形状和大小。它只能检测表面和近表面缺陷, 不能检测深埋缺陷。例如工人在进行磁粉探伤时, 可以允许使用交流电或者直流电, 但是对于被测零件的表面粗糙度有一定的规定。一般而言工人在使用交流电时, 需要高于Ra12.5 μM, 表面缺陷的检测具有较

高的灵敏度, 这是由于电流的趋肤效应引起的<sup>[2]</sup>。

#### 3.3 全聚焦相控阵检测技术

全聚焦相控阵检测技术也是利用超声相控阵探头发射和采集超声信号, 但是, 在数据采集过程中, 会对信号逐个进行聚焦计算和平均处理, 得到质量更高的图像。图1右侧为全聚焦相控阵检测技术所得到的焊缝图像, 左侧为普通相控阵检测技术所得到的焊缝图像, 从两张图像的对比看出, 全聚焦相控阵检测技术具有更高的检测精度, 能够一次形成全焊缝图像, 获得的图像畸变更小, 对焊缝缺陷的显示更加精确, 能够清晰地看到缺陷所在位置与形状大小, 因此, 在工业领域中获得了更多的应用<sup>[3]</sup>。



(a) 常规相控阵检测 (b) 全聚焦相控阵检测

图1

#### 3.4 红外探伤检测

红外探伤技术主要是利用红外线温度敏感效应来检测压力管道的质量缺陷。红外探伤技术分为主动式和被动式两种检测技术。主动式主要是对低温管道进行监测, 在检测前要对管道进行加热处理, 当设备存在质量缺陷, 其导热率会产生变化, 利用红外线对温度的敏感效应就会检查出质量缺陷的位置、类型和大小。被动式是依靠管道自身的温度进行检测, 先确定该管道的材质在现在温度下的导热率, 再用红外线探测, 有质量缺陷的部位的导热率会与其他部位不同, 从而确定质量缺陷位置和类型。但是红外探伤技术受外界温度影响较大, 因此不适用于内外温差大的检测环境<sup>[4]</sup>。

#### 3.5 射线检测技术

射线检测技术的检测效率较高, 应用范围也比较广, 以X射线为例, 对压力管道焊接的内部缺陷进行查验。由于压力管道的连接通常采用的是焊接的形式, 而焊接缝隙有任何不符合规范的缺陷都会直接影响到压力管道的安全运行, 使其存在安全隐患。X射线检测压力管道焊接缝可以使用照相操作, 从而准确找出管道焊缝内缺

陷的具体位置。但X射线可能会对操作人员的身体造成伤害,因此操作人员在具体操作过程中,必须严格遵循规范标准,做好相应的安全防护措施。

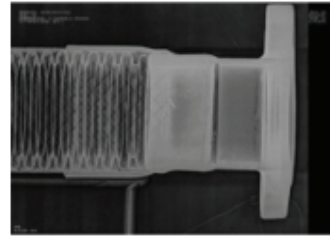
### 3.6 超声导波技术

在压力管道检验中的应用随着各种科学方法技术的快速发展,超声技术作为一种微损耗相关检测技术得以在管道中大规模使用,能够准确地检测出板、管等结构的致命缺陷,并且能够有效地提高检测效率,超声导波可以在固体和自身的特性下快速传播,也使得超声成像波在导波传播过程中不会削弱波长。与扫描图像法相比,它具有距离远、大规模无损检测等优点,此外,该技术不仅可以在固体中推广,还可以在液体和有覆盖层的压力管道中推广。因此,超声导波无损检测技术有着广泛的应用,可以准确地检测出不同材料、结构和状态的物体。对于测试企业来说,可以有效降低测试成本,提高测试效率,大大增加测试结果的准确性。电磁超声检测技术的基本原理大多与我国传统的超声检测技术相同。电磁超声检测技术的区别在于利用电磁感应扫描,当电磁感应线圈使用20hz-20mhz的超声诊断频率至低220V交流电时,但由于电磁脉冲,在横截面的桩体内将没有湍流,这将引起明显的机械振动。可以看出,圆柱体局部区域的整体形变很小,形成了伸缩缝效果,并且涡流缺陷的表层会产生扩散效果。在运动方面,它具有负电荷电场力的影响。两种互耦驱动效果同时具有,管道连接中致命缺陷的出现可能会产生回声。检测到问题的回波信号,并通过小波变换从各种信号中提取有用的信息<sup>[5]</sup>。

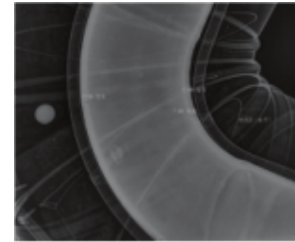
### 3.7 CR检测技术

20世纪70年代,出现了数字成像技术逐渐应用于实践,在射线检测技术中出现了一种以电子元件代替胶片的方法,也称为间接数字成像检测,即CR检测技术。这种检测技术的曝光时间缩短一倍以上,还具有更高的宽容度,能够直接生成数字的图片,省略了暗室处理照片的环节,图片也更容易长期保存,也为将来发展管道检测自动评价技术提供了可能,由于CR检测技术中的IP板可以进行小量的弯曲,这项技术能够应用于弯曲管道的检测。图2为CR检测技术所生成的图片。CR检测技术与胶片法一脉相承,是胶片法的改进与升级,具有更高的检测效率、更低的劳动强度,对环境的适应能力更好,检测灵敏度得到了大幅提升。并且CR检测技术还能

通过对比响应特性与射线能量等参数之间的关系间接得出管道的壁厚。



(a) CR射线检测结果



(b) CR检测在管道壁厚测量中的应用

图2

## 4 结束语

为了提高压力管道的运行效率,保障压力管道的运行安全,降低管道检测的成本,无损检测得到了广泛的应用,随着技术与工艺的更新,无损检测技术也在不断提高,检测精度更高,适用范围更广,检测设备的适用性更好,为了适应不同材料与不同工况的要求,无损检测技术发展出了多个分支,形成了完善的技术体系,因此,无损检测技术的应用,要根据现场状况、被检测物的形状与材料、缺陷的部位与形式等因素选择合适的检测方法,与此同时,无损检测与破坏性检测配合使用,才能满足实际需要,全方位地为压力管道安全运行服务。

### 参考文献:

- [1]陈映余.无损检测技术在压力容器检测中的应用研究[J].中国设备工程,2019(13):89-90.
- [2]宿志坚.无损检测技术在压力管道检验中的应用[J].数码世界,2020(8):271-272.
- [3]金小东.无损检测技术在压力管道检验中的运用[J].现代工业经济和信息化,2020,10(11):82-83+121.
- [4]宿志坚.无损检测技术在压力管道检验中的应用[J].数码世界,2020(08):271-272.
- [5]徐智明,张荣国.管道检验领域中渗透检测的应用与研究[J].中国设备工程,2019(11):114-115.