

# Analysis of Key Points for Nondestructive Testing of Special Pressure Equipment

Qiang Li Wei Kou

Shaanxi Special Equipment Inspection and Testing Institute, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

## Abstract

Pressure type of special equipment in the operation process under the high pressure, high temperature and other harsh environment, therefore, safety performance plays a very important role. NDT technology is a non-destructive detection method, which plays an important role in the detection of special pressure equipment. In the testing of special equipment, different nondestructive testing methods will be applied to the equipment of different materials. Radiation nondestructive testing technology has high sensitivity to linear defects such as weld, and is widely used in weld detection of pressure bearing equipment. ultrasonic nondestructive testing technology has low sensitivity to surface defects such as transverse cracks, but has good detection effect on internal defects. This paper mainly explains the significance and application of non-destructive testing of pressure special equipment for reference.

## Keywords

pressure type special equipment; nondestructive testing; key point analysis

## 承压类特种设备的无损检测要点分析

李强 寇威

陕西省特种设备检验检测研究院, 中国·陕西 西安 710000

## 摘要

承压类特种设备在运行过程中承受着高压、高温等恶劣环境,因此安全性能具有非常重要的作用。无损检测技术是一种非破坏性检测方法,在承压类特种设备的检测发挥着重要的作用。在承压类特种设备检测中,不同材质的设备会应用不同的无损检测方法。射线无损检测技术对焊缝等线性缺陷具有较高的敏感性,在承压类设备的焊缝检测中应用广泛,超声波无损检测技术对横向裂纹等表面缺陷的敏感性较低,但对内部缺陷的检测效果较好。论文主要讲解承压类特种设备的无损检测的意义、应用等情况,以供参考。

## 关键词

承压类特种设备; 无损检测; 要点分析

## 1 引言

承压类特种设备是石油、化工、电力、冶金等行业中的关键设备,在运行的设备的安全性会直接影响整个生产过程<sup>[1]</sup>。由于承压类特种设备会长时间处于高温、高压、强腐蚀等恶劣的工作环境中,材料的性能劣化、结构的损伤等问题都会严重威胁到设备的正常运行。因此,对于承压类特种设备的无损检测是保证设备安全运行的重要环节。无损检测作为一种不破坏试件、方便且高效的检测手段,广泛应用于承压类特种设备的制造、安装、使用等各个环节中。通过对设备的无损检测,可以及时发现设备的潜在缺陷和损伤,评估设备的安全状况,预测设备的使用寿命,为设备的维修、更换和风险控制提供有力的技术支撑。

【作者简介】李强(1983-),男,中国重庆人,本科,工程师,从事承压类特种设备检验检测研究。

## 2 承压类特种设备的无损检测的意义

承压类特种设备的稳定性以及安全性是保证企业正常运行的基础,因此必须在保证设备安全的状况下进行检测工作。无损检测技术能够更好地评估设备的健康状况,及早发现问题,提高设备的安全性和稳定性。通过无损检测,可以及时发现设备中存在的缺陷,避免质量不合格的承压设备进入市场,也可以及时地发现承压设备长期使用后产生的缺陷,能够保证承压设备的使用质量和安全。承压类特殊设备在运行中若能够及时发现隐患,能够及时将事故隐患消除,进而延长设备应用时间。其中设备中可能出现的问题包括高温蠕变、疲劳损伤、材料劣化、腐蚀与开裂等问题,根据损伤的严重程度进行评估分级,评估设备的剩余寿命。承压类特殊设备的外部性能检测的周期通常为1年,内部性能的检测周期则为5年<sup>[2]</sup>。通过定期无损检测,可加强对设备的保养,降低生产成本,提高效率,降低由于设备异常停机造成的损失。在无损检测中,超声检测、射线检测、磁粉检测、

渗透检测等应用较多,不同检测方法对设备的内部、外部检测的敏感度存在差异,需针对性选择合适的检测方法。射线检测技术特别适用于焊缝的检测。但是,当面对体积庞大的设备时,单独使用射线检测可能会显得力不从心。由于射线检测在检测大体积设备时,主要依赖于反射波的扩散和漫反射来进行检测,导致射线检测对延迟裂纹的检出率相对较低。在检测中将超声检测与射线检测相结合。超声检测对横向裂纹的敏感性相对较低,与射线检测相结合后,二者可以相互补充,提高检测的准确性和全面性。

### 3 承压类特种设备的现状

#### 3.1 缺乏专业的人才

承压类特种设备属于高科技的设备,在工业领域中具有重要的作用,也给人民带来了许多的便利。但是承压类特种设备也具有潜在的安全隐患。例如,天然气管道意外泄漏、油罐瞬间爆裂等事故,往往由于缺乏专业技术人才。随着技术的突飞猛进,行业对专业性的技术人才的需求愈发迫切。但是由于技术发展时间较短,导致没有足够时间培养足够的专业性人才,很多工作人员没有经过足够的培训就进入基地进行工作。但是由于对相关技术掌握不够扎实,在面临突发状况时,无法快速应对,会出现手忙脚乱的情况。有些工作人员冒险应用有限的技术进行修补以及检查,很容易无法解决问题,还会加重问题,进而造成严重的后果<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 缺乏管理机构

在特种设备的生产、研发、运行、安装等各个环节中,都需应用无损检测机构支持。在承压类特种设备运行过程中,缺乏管理机构,会导致在各个环节中缺乏统一、专业的指导和监督,会影响设备质量,或者安装过程可能存在隐患,运行过程中的问题无法及时发现和处理,以及使用过程中的不规范操作等。由于没有专业的机构进行定期的检查、维护和更新,设备可能因老化、磨损或技术落后而出现故障,甚至引发严重的事故。例如,油罐可能因缺乏维护而爆裂,天然气管道可能因腐蚀而泄漏,都会对人们的生命财产安全构成严重威胁。由于没有统一的管理和调度,设备可能无法得到最优化的配置和使用,造成资源的浪费。同时,设备的维护和更新也可能由于缺乏专业指导而变得随意和无效,进一步影响设备的性能和寿命<sup>[4]</sup>。

#### 3.3 承压类特种设备缺乏无损检测的标准

无损检测是保证承压类特种设备安全、可靠运行的重要手段。由于缺乏统一的检测标准,导致不同的检测机构或人员可能采用不同的检测方法、设备和参数,导致检测结果的准确性和可靠性无法得到保证,还会导致一些潜在的安全隐患被忽视或误判,增加设备发生事故的风险。缺乏无损检测标准,还会导致无法准确判断设备的损伤程度、剩余寿命以及是否需要维修或更换。

### 4 承压类特种设备的无损检测的要点分析

#### 4.1 承压类特种设备的无损检测管理以及人员的改善

在现代人类生活中承压类特种设备占据重要的地位,在多个工业领域中广泛应用。承压类特种设备不仅为人们生活提供了很多便利,还在推动社会进步方面发挥着重要的作用<sup>[5]</sup>。承压类特种设备在运行过程中存在一定风险,若出现问题,可能会造成事故。因此,在生产、安装、运行中需应用无损检测。在承压类特种设备的无损检测中专业人才的培养和管理系统的优化是两项重点。

①管理系统优化。针对承压类特种设备,应制定统一、明确的无损检测标准,规范检测过程和方法,保证检测结果的准确性和可靠性,有助于消除不同检测机构或人员之间的差异,提高检测质量。还需制定详细的检测流程,包括检测前的准备工作、检测过程中的操作步骤以及检测后的结果分析和处理,有助于保证检测工作的有序进行,提高检测效率。建立独立的监督与审核机构,对无损检测工作进行定期或不定期的抽查和审核,保证检测结果的客观性和公正性。同时,对于检测中发现的问题和隐患,应及时进行整改和处理。

②专业人才的培养。针对承压类特种设备无损检测人员,应开展系统的专业技术培训,提高工作人员的专业知识和技能水平。培训内容主要包括无损检测原理、方法、设备操作以及结果分析等。通过招聘、选拔等方式,引进具有无损检测经验的高素质人才,充实检测队伍。制定合理的薪酬和晋升制度,激励无损检测人员积极投身工作,提高工作积极性和责任心。同时,对于在无损检测工作中做出突出贡献的人员,应及时给予表彰和奖励。图1为承压设备图。



图1 承压类特种设备图

#### 4.2 承压类特种设备的无损检测方法

##### 4.2.1 射线检测

射线检测主要是指利用射线通过材料时的衰减、散射、

吸收变化来检测材料的缺陷的方法。在设备检测中，能够探测出设备内部的缺陷，如特种设备焊缝中出现的裂纹、夹渣、气孔、未融合、未焊透等问题。通过查看射线照片或经过图像处理后的图像，可以直观地判断缺陷的长度、宽度等大小信息，并进行定量分析。另外，射线检测还可以对某些特殊部位的缺陷进行检测。例如，多层包扎式压力容器和球形设备的缺陷，可以通过使用 $\gamma$ 射线轻松获取检测结果。在射线检测中能够对缺陷进行直观的记录和长期保存，便于后续分析和比对；具有较高的灵敏度和准确性，可以检测到较小的缺陷。但是也存在一些局限性，针对厚度较大的设备，检测结果准确性较差，检测成本和速度会增加。射线本身对人体有伤害，因此在操作过程中需要采取特殊的防护措施。图2为超声检测图。



图2 超声检测图

#### 4.2.2 超声检测

超声检测是一种常用的无损检测方法，特别适用于承压类特种设备的内部缺陷检测。在检测中利用超声波在材料中传播的特点，通过分析超声波的传播特性以及接收到的信号波形来判断材料内部是否存在缺陷，并确定缺陷的位置、大小和性质。在承压类特种设备中，超声检测常用于检测容器壁厚、焊缝质量、管道内壁和管道焊缝等重要部位的缺陷。超声检测的灵敏度高、定位准确、对人体无害，能在各种环境下工作。同时，超声检测设备通常体积较小，便于携带和操作，使得现场检测更加方便快捷。但是，超声检测也存在一些局限性，如对于某些复杂形状或不规则表面的工件，检测效果可能会受到影响。不同类型的材料对超声波的传播特性也有所不同，因此需要根据具体材料选择合适的检测参数和方法。

#### 4.2.3 磁粉检测

磁粉检测是一种广泛使用的无损检测方法，特别适用于铁磁性材料的表面和近表面缺陷检测。原理为利用铁磁性材料在磁化后，在设备表面和近表面的磁力线发生局部畸变会产生漏磁场，漏磁场会吸附施加在设备表面的磁粉，形成目视可见的磁痕，进而显示出缺陷的位置、大小、形状和严重程度。磁粉检测方法可以分为湿法和干法两种。湿法是将磁粉悬浮在油、水或其他液体介质中使用，利用载液的流动和漏磁场对磁粉的吸引，显示出缺陷的形状和大小。磁粉检测只适用于铁磁性材料的表面及近表面缺陷的检测，对于奥氏体不锈钢、铝合金、钛合金、塑料等非铁磁性材料则不适用。同时，磁粉检测的灵敏度很高，能发现微小的裂纹和其他缺陷，因此在工业生产中得到了广泛应用。但是，磁粉检测也有一些局限性，像不能检测工件内部的缺陷，对于表面以下的缺陷也无法检测。

#### 4.2.4 渗透检测

渗透检测主要检测非疏孔性的金属或非金属零部件的表面开口缺陷。在检测中主要步骤为预处理、渗透、清洗、显像、观察记录及评定和后处理。检测操作简单，费用较低，具有较高的检测灵敏度和准确度，可以检测出非常微小的表面开口缺陷，甚至可以检测出微米级宽度的裂纹。另外，渗透检测不受工件材质和几何形状的限制，可用于各种复杂形状的零部件检测。但是渗透检测只能检测出表面开口缺陷，无法检测出内部缺陷。

## 5 结语

无损检测是保证承压类特种设备安全、稳定运行的重要方法，其中超声检测、射线检测、磁粉检测、渗透检测应用较多，不同检测具有不同的优缺点，需根据实际情况选择合适的检测方法，进而保障承压类特种设备的安全性。

### 参考文献

- [1] 王丽燕.无损检测技术在承压类特种设备检验检测中的应用分析[J].现代工程科技,2023,2(18):98-101.
- [2] 汪海涛.无损检测技术在承压类特种设备检验中的运用分析[J].化工管理,2020(21):175-176.
- [3] 黄维生.承压类特种设备无损探伤技术及运用研究[J].清洗世界,2021,37(8):64-65.
- [4] 马志伟.无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用探究[J].百科论坛电子杂志,2021(1):1481.
- [5] 王晓平.无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用[J].环球市场,2021(5):387.