

# 无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用

张 琪

嫩江市检验检测中心 黑龙江 嫩江 161499

**摘 要：**承压类特殊设备是指关乎人身安全、风险很大的锅炉温度、钢制压力容器(含气瓶)、高压钢管。承压类特种设备一旦发生爆炸或泄漏，就往往诱发起火、中毒、污染环境等灾害性事件，从而要求对承压类特种设备提出了较高的安全性要求。因此无损测试是检查承压类特种设备质量的最主要方法，其检测的目的就在于找到存在的质量问题，从而避免了意外的出现。

**关键词：**无损检测技术；承压类特种设备；检验；应用

## 引言：

近年来，特种设备已经逐渐应用于社会的各个方面，工业技术水平也在不断发展和改革中，专业技术和操作水平取得的显著优势，设备种类较多，主要分为承压类和机电类。其中承压类有锅炉压力、气罐、含气瓶、压力管道等，而机电类还有电梯、索道、游乐设施、专业车辆、自启动设备等，都从这二个类别中的特种设备类别出发，与工业生产使用情况密切相关，但同时风险也很大，如果某一环节存在质量差错，很容易影响消费者的生命财产安全，甚至造成设备在生产运用过程中发生事故，进而产生重大的安全风险，所以政府针对特殊设备的检测与使用一定要建立较严格的法律制度与标准，以无损检测技术为依据来实现较高水平的对生物体原、生化、物理性能等方面的检测和完善。以先进技术手段为基础使特种设备的性能进一步完善，并改善结构与应用上的完整性，拓展使用空间，加大工业能力，为社会的建设创造良好的经济效益，使科学技术和产品共同融合，进一步增强关联性，互相促进，互相发展。

## 1 承压类特种设备无损检测技术的概述

所谓(承压类特种设备)的无损检测主要是指在对承压类特种设备进行必要的技术检测过程中，不改变其内部的结构、不影响其原本的性能、不破坏其原材料的前提下进行的一种检测手段，相比其他检测技术而言，更具安全性，属于一种保护型检测技术。由于承压类特种设备在制造过程中，其基本构造相对复杂，自身具有许多的性能，并且自身的形态也存在较大差别，所以对承压类特种设备进行检测时，采用无损检测能更大程度的保证其后期运行的安全稳定，并提高检测的质量。在对承压类特种设备进行具体的实际检测时，必须严格按照相关的规章规定的标准执行，选取最有效的检

测技术进行检测，保证检测结果的高质量<sup>[1]</sup>。

我们对承压类特种设备所采用的无损检测技术主要有四种传统方式。包括射线检测技术，即对于进行承压类特种设备的无损检测有着十分重要的意义，作为无损检测的一种，该项技术对结构化的要求十分敏感，所以在对承压类特种设备进行检测时，可以有效地对其内部结构进行检测分析，并对其正常运行展开检测；超声波检测技术，主要是利用其超声波的作用，在对物质不具有破坏性的前提条件下，对应用的材料以及机械设备等进行检测，对其内部的缺陷、表面遗留的裂痕等进行检查的一项工业生产技术；渗透检测技术，主要是通过运用毛细现象对所检测物质的表面缺陷进行检查的一种方式；以及磁粉检查技术，即指将磁粉检测设备当成显示媒介来对机器内部故障进行检测的技术方法。

## 2 承压类特种设备无损检测技术重要性分析

承压类特种设备是生产、输送或者储存高压高温、低温液化气体、有毒有害介质的装置。如果该设备出现了问题会导致严重的安全事故，威胁着人们生命和财产的安全<sup>[2]</sup>。因为这种仪器的介质是非常复杂的，所以对该仪器进行全方位和精密的测试，成为企业必须要关注的重点。承压类检测的方法相当多种，最有效的莫过于无损测试方法，它准确性强且精确。该技术无法对装置自身功能造成任何的损害，随着测试范围不同，无损测试仍会具有一些特殊性。

如果承压类特种设备在企业生产中出现失效的情况，可能会造成非常重大的损失，但是想要确保这些装置能够正常工作，最有效的办法便是在安装之前对其进行有效的检查，防止装置故障的状况发生。由于人类制造思想的变化和生产要求的增加，对制造过程有了更多的要求，特别注重产品的稳定性。在传统的承压类特种设备检验手段中，往往由于技术手段的落后，会对承压

设备产生相应的危害,从而导致工艺的提高非常迫切。而无损检验技术相对于常规技术,最大的好处就在于有效避免了检验活动中产生对承压设备产生危害的现象,在精度上也有较大的提高,如今已经在各个公司产品中投入使用。在现阶段的承压类特种设备检验中,由于存在多种的无损检验手段,各自都有着一定的优点及其所适应的应用领域,因此所在工作人员必须根据情况做好手段的选用,既必须保证无损检验手段的准确性,同时又要确保承压类特种设备的产品质量。

### 3 无损检测的特点

3.1 非破坏性:在检测时规模不受检测物数量限制既可抽样检测,又可在必要时采用普检灵活性更强,且在检测时可剔除不合格零件,又不损失零件。

3.2 动态性:通过无损探伤可对使用中的设备零件进行检测,并能够适时考察对产品运行期的累计影响,可查明结构失效原因。

3.3 严格性:无损检测技术操作要求严格,对于操作人员、操作流程、作业结果都有规程和标准,专业的仪器和专业的作业流程,得出的结论也是不惧检验的。

3.4 检测结果差异:不同的检验机构也要得到差异的检验结论,尤其是超声检查中,一个检查工作必须有二个检查人员进行,两份结果共同讨论得出最后结论<sup>[3]</sup>。

### 4 无损检测技术在特种设备检验中的应用

#### 4.1 磁粉检测技术

磁粉检测技术是无损探伤技术中非常典型的代表,它能够在不损伤磁性工件的条件下,对特种设备的表面或近表面进行检测,以确定设备是否符合钢制压力容器的基本质量条件。磁粉分析法在特种设备的检验领域早已获得了应用,它的成本低、灵敏度较好、探测速度较快,可以在短时间内探测出机械设备及铸件外表的裂纹等问题。但无法检查出特种设备结构的缺陷也是该技术最大的缺陷,结合一些分析,实际使用该技术的前提是也可以使部分工件发生变化,所以,应把控制好实际操作中的环节。

#### 4.2 渗透探伤技术

渗透检测主要用于检测各种表面光亮的压力设备的缺陷,如实用渗透剂等。在使用过程中,检测人员需要用事先准备好渗透液体对压力设备在检测表面的渗透,以确保设备的被检测部位能够被渗透液渗透,并将其完全覆盖。涂片完成后,检测人员要及时清理设备中多余的液体,避免多余的液体对整个试验过程产生影响。同时为了有助于帮助使用单位人员更好、更快地了解设备的运行情况,及时掌握设备的运行质量,在渗透技术的

应用过程中,必须严格遵循设备操作步骤,才能对设备进行检测。还有必要注意检测过程中需要使用的显像剂,在检测步骤和关键部位的表面均匀分布,并将其从内部分离出液体渗透剂,以方便设备的操作来检测缺陷。上述步骤完成后,使用紫外线灯照亮设备暗区的表面,此时设备的缺陷会发出荧光,更方便工作人员及时记录设备的缺陷<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 红外线探伤

该方法主要是利用超声波在介质中传输时显示出的频率衰减特征开展承压的特种设备缺陷的检验,由于超声波可击穿较厚钢板上的焊接,在轴承压力的专用设备检验方面有着突出的优越性。该产品也可用作碳钢、管材、压力容器锻造设备、高压螺栓缺陷、大型箱体壳体及其它焊接不完全、裂纹等内部缺陷的准确检测,具有经济适用性强、不会对操作人员造成辐射伤害的优点,在承压类特种设备检验方面应用面较广。

#### 4.4 超声波检测

通过超声波在材料中的扩散,并在表面缺陷中会产生反射的特点实现探测的手段,这种探测技术我们称之为超声波探测<sup>[5]</sup>。在某些材料中,超声波能够产生很高穿透力,从而即使较厚的板材和焊接,也都能够有效的缺陷出来。

超声波检验比较应用于碳钢和铸铁及管材的塑料与品质的检验。而且,对于一些表面如未焊透、裂纹等的情况检验时都有较高灵敏度,特点是方向性和穿透力都很好,不但成本低,而且检验效果很快,以在各种内承压水的特种设备中,也往往要采用该方法对机械设备的内外表裂缝等问题进行检验,在某些高钢制压力容器或铸造设备的高压枪机,都可使用该技术。而超声波检验则因为设备的质量较轻、体积小携带方便,操作简单,且不会产生对人体的伤害,不需进入设备内部通过在外侧对设备进行检测,也可以将内部情况检测出来;针对具有外壳防护的装置,不拆除外部设备,使用内部测试也能够得到结果的优点,从而在业内获得赞誉并普遍应用。

#### 4.5 涡流无损检测技术

涡流无损测试设备对于分析压力容器问题有很大的使用范围,如在对换热装置进行测试后,可以对其外表有没有裂纹进行正确判定,还可以来确定装置有没有破裂。但这种技术的测试任务却无法独立进行,需要由穿过式探测器进行辅助,在换热管完成的测试,即占换热管完成有没有被侵蚀以及有没有破裂和损坏等问题的测试任务。目前,涡流分析研究中使用的仪器多是外国制造的仪器。尽管中国也进行过许多探索,进行了独立研

究和一些试产研究,但没有进行发展和优化。故涡流检测技术在我国的具体应用范围仍较狭窄,还需相关部门加大扶持力度,提供技术和资金方面的支持,以提高我国该技术的检测水平<sup>[6]</sup>。

## 5 承压类特种设备无损检测技术应用要点

### 5.1 保护设备试件结构与材质

利用无损检测技术进行承压类特种设备检测时,其不仅不会对设备的内部结构造成破坏,同时也不会损害设备的材质。但是为了增强无损检测技术的应用效果,检测者一般会在具体检测前对特种设备结构及材质予以全面了解。因为部分承压类特种设备的设计材料较为特殊,无法利用无损检测技术检测,只可利用具有破坏效果的传统检测技术进行检测。因此,为了确保特种设备的试件结构与材质不被破坏,需要在检测前先进行无损检验与破坏检验的结果对照,以便做出合理的判断。

### 5.2 合理选择无损检测技术

各种无损检测技术都有其独有的适用范围与技术原理,因此承压的特种设备在使用无损探伤技术进行检测时会得出不同结果,为保证测试结论的准确性,施工人员应根据现场状况正确选用测定方法。如:当检测承压采用特殊方法的钢板裂缝后,由于实板的缺陷往分层方向扩散并在钢板中处于一个平面区域,所以可选择超声波检测方法进行检验,但不适合选择射线检测方法进行检验。

### 5.3 明确无损探伤检测时间

在利用无损检测技术对承压类特种设备检测时,要按照检测的目的、材料以及提前估计的检测结果明确无损探伤检测时间,确保其检测时间与有关标准规范相符。比如:有些承压类特种设备的制作材料具有裂纹延迟倾向,而一般情况下,承压类特种设备应从材料经过热处理后开始计算检测时间,所以此种设备需要将检测时间确定在设备材料焊接后的24小时后进行检测<sup>[1]</sup>。另外,在利用无损检测技术进行承压类特种设备检测时,需要以设备的材质与厚度为主,设备的压力安全系数为辅,以此提升检测结果的精准性。对于碳钢材质的特种设备而言,一般利用磁粉技术进行检测;对于不锈钢或是厚度较大的设备构件而言,会采取超声波技术进行检测。

### 5.4 综合运用多种无损探伤检测技术

现阶段,我国承压类特种设备在检验过程中,经常会用到无损检测技术,但是和国际标准相比,国内应用的无损检测技术较为落后。为了确保承压类特种设备的检测结果具有较高合理性与精准性,需要依照设备的实际情况,使用多种无损检测技术进行检测,充分发挥各项检测技术的优势,以此提升检测精度<sup>[2]</sup>。比如:超声波探伤技术适合用于裂纹缺陷检测与厚度较大的设备构件检测,具有较高的灵敏度,且检测效率高、成本低、无辐射危险;但是其检测显示出的缺陷直观效果差,操作技术较为繁杂,检测结果不易保存,而且与射线探伤技术相比,其检测精度较低。因而可以将这两种技术相结合,以此确保检测结果合理。

## 结语

综上所述,由于现代科技的不断进步,无损探伤技术在承压类特种设备检验领域的运用也越来越普遍,它具备了无破坏性、全面性、高可靠性、便捷性、经济性等重要优点,同时在实际应用活动中,灵敏度高、应用性也十分突出,因此,应大力推广无损检测技术在承压类特种设备检测领域的运用,并从加强对检测试件设计与材料质量的保证,对检验方法的正确选用,检测时间的合理选择,以及各种检验手段的结合与运用等角度入手,以提高无损检验技术在承压类特种设备检测领域的运用效果。

## 参考文献

- [1]薛鹏.无损检测技术在特种设备检验中的运用探讨[J].科技风,2020(29):5-6.
- [2]张俊超.特种设备检验中无损检测技术应用研究[J].中国设备工程,2019(18):104-105.
- [3]任桂芹.无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用探究[J].质量与安全检验,2021,31(03).
- [4]张立科,张国强.无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用[J].科技创新导报,2019,016(027).
- [5]王春雨,马林.无损检测技术在特种设备检验中的运用研究[J].商品与质量,2020(01):166.
- [6]王守国.无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用[J].检验检疫学刊,2020(03)127-129.