

# 解析特种设备检验中无损检测技术应用

王 清 呼勇利 吴勒吉那仁

机械工业上海蓝亚石化设备检测所有限公司 内蒙古 呼和浩特 010000

**摘 要:** 特种设备作为与公众日常生活密切相关的设备,其质量安全对于保障公众生命和财产安全,保障社会稳定运行具有重要意义。而且,由于特种设备本身的特殊材料和组成,特种设备的检测难度更大,也需要工作人员以更高的技术水平进行检测。在此过程中,无损检测技术作为特种设备检测的主要手段之一,可以确保设备性能和物理财产在不受损坏的基础上进行检测,这是特种设备检测发展的一个重要方向。

**关键词:** 特种设备检验;无损检测技术;应用

**引言:** 随着无损检测技术的不断发展和进步,将其应用在特种设备检测中能有效提升检测效果,也为企业工程生产和经济效益的维护奠定基础。特种设备本就具备危险性的特点,在对其进行检测的过程中,不仅需要兼顾到其质量检测,还要确保检测的安全性,提升检测效率和检测质量。无损检测作为目前最为先进的设备检验手段,能够有效满足特种设备的检测需要。

## 1 特种设备检验的概述

### 1.1 特种设备的定义及分类

特种设备是指对人身和财产安全有较大危险性的锅炉、压力容器(含气瓶)、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施,以及法律、行政法规规定适用《特种设备安全法》的其他特种设备。

特种设备包括:锅炉、压力容器(含气瓶)、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施、场(厂)内专用机动车辆,以及法律、行政法规规定适用《特种设备安全法》的其他特种设备。

### 1.2 特种设备检验的重要性

(1) 特种设备检验检测的目的是保障特种设备的质量和安。特种设备涉及到人们的生产、生活和财产安全等多个方面,如果设备存在缺陷或安全隐患,就可能导致严重的后果。(2) 特种设备检验检测可以提高设备的性能和效率。通过检验检测,可以评估设备的各项技术指标和性能参数,发现存在的问题和不足之处,从而提出改进措施,提高设备的性能和效率,提高生产和使用效益。(3) 特种设备检验检测对于促进特种设备行业的发展也具有重要的作用。特种设备检验检测是特种设备行业建立健全的质量监管体系的重要措施,对于促进特种设备行业的健康发展具有重要的作用。通过检验检测,可以提高特种设备的质量和安全性,促进市场的竞争和企业的发展,同时也可以提高消费者的购买信心和

使用满意度,推动特种设备行业的健康、稳定、可持续发展<sup>[1]</sup>。

### 1.3 特种设备的检验制度和要求

(1) 特种设备需要经过国家有关部门的登记和检验,取得使用许可证方可使用。(2) 特种设备的安装、改造、修理必须由具有相应资质的单位进行,并需要进行监督检验。(3) 特种设备在使用过程中需要定期进行检验,包括每年进行一次年度安全检查,每月进行定期的安全检查,以及在重大节日前进行节前安全检查。

(4) 特种设备的安全检查需要做到经常性,与一般检查和重大检查相结合,发现隐患及时处理并报告生产企业。(5) 有关特殊设备的技术档案应当健全,包括有关特殊设备的生产合格证明文件、使用维护证明书等文字和安全技术资料,特殊设备的定期检验和质量自查的技术记录,设备的故障和事件记录功能。(6) 凡未定期检验或者测试结果为不合格的特种设备,不得继续使用。对特种设备中存在的重大事故隐患,或者达到国家安全生产技术标准中规定使用期限的应当进行报废,并向国家相关技术监管机构申请注销。

## 2 无损检测技术的概述

### 2.1 无损检测技术的概念及原理

(1) 无损检测技术是指在不损害被检测对象的情况下,通过利用物质的声、光、磁和电等特性,检测被检测对象中是否存在缺陷或不均匀性,给出缺陷大小、位置、性质和数量等信息。(2) 无损检测技术的原理是基于物质的物理特性,如声、光、磁和电等特性。其中,超声检测技术利用声波在缺陷处的反射来检测缺陷;射线检测技术利用射线在物质中的衰减来检测缺陷;涡流检测技术利用电磁感应原理来检测导电材料中的缺陷;光学检测技术利用光的反射和折射来检测表面和内部缺陷;电磁检测技术利用电磁感应原理来检测材料中的缺

陷。(3)无损检测技术的优点在于不损害被检测对象,能够检测各种材料和制品中的缺陷,包括金属和非金属材料,也包括固体、液体和气体等状态下的材料。无损检测技术还可以实现自动化检测和提高检测效率,对于大规模生产和应用的领域具有重要意义。同时,无损检测技术也存在一些局限性,例如难以检测微小缺陷、需要专业技术人员操作和维护、检测结果需要对比标准进行评估等。

## 2.2 无损检测技术的分类及方法

(1)无损检测技术有多种分类方法,其中最常见分类方法是根据检测物质的性质和检测原理进行分类。根据检测物质的性质,无损检测技术可以分为材料内部缺陷检测和材料表面及外形缺陷检测两大类。根据检测原理,无损检测技术可以分为以下五类:超声检测技术:利用声波在缺陷处的反射来检测缺陷,适用于金属材料、非金属材料、复合材料等。1)射线检测技术:利用射线在物质中的衰减来检测缺陷,适用于金属材料、非金属材料、液体等。2)涡流检测技术:利用电磁感应原理来检测导电材料中的缺陷,适用于金属材料。3)光学检测技术:利用光的反射和折射来检测表面和内部缺陷,适用于玻璃、陶瓷、塑料等非金属材料。4)电磁检测技术:利用电磁感应原理来检测材料中的缺陷,适用于金属材料。5)声发射检测技术利用物体缺陷产生的声波信号来检测缺陷,适用于岩石、混凝土等材料;6)红外检测技术利用物体表面的温度分布来检测缺陷,适用于电力系统、化工行业等领域;7)微波检测技术利用微波的反射和透射来检测缺陷,适用于玻璃、陶瓷、金属等材料<sup>[2]</sup>。

(2)无损检测技术的方法有很多种,其中包括:1)超声波检测:利用高频声波对工件进行检测,通过接收和分析反射信号来识别缺陷。2)射线检测:通过射线穿透工件,将图像显示在荧屏上,根据射线的吸收程度来识别缺陷。3)涡流检测:利用电磁感应原理,通过探头与工件之间的电磁耦合来检测表面缺陷。4)光学检测:通过光学仪器对工件进行观察和分析,包括目视检验、光学显微镜、激光扫描等。5)电磁检测:通过电磁感应原理对工件进行检测,包括磁粉检测、磁记忆检测等。6)声发射检测:通过接收和分析物体发射的声波信号来识别缺陷。7)红外检测:通过红外线传感器对物体表面温度进行测量和分析,识别出异常部位。8)微波检测:通过微波技术对物体进行检测,包括反射波法、透射波法等。

## 3 特种设备检验中的无损检测技术应用

### 3.1 声发射检测技术在锅炉检验中的应用

声发射检测技术在锅炉检验中的应用主要分为两个部分:(1)对压力容器的检测:声发射技术能对压力容器在受载状况下,主动对材料内部缺陷进行信息反馈,通过对这些信息的分析,可以推断出压力容器的状态。传统意义上的声发射技术主要通过对突发型的声发射信号进行采集与分析,并以此来对结构损伤的严重程度做出推断。而对于锅炉中压力容器的检测来说,还需要使用通过对漏孔和泄露介质间因摩擦而出现的连续型的声发射信号进行采集与分析,并以此来对泄露部位与大小进行推断的泄露检测技术。(2)对锅炉中压力容器泄露的检测:当锅炉中的压力容器出现泄露时,漏孔中将随着液体或空气通过漏孔的泄露,而产生不断的机械波。无规律和震荡幅度相对较小的特征,但同时其频带分布的幅度也会因为泄漏程度、介质与速率的差异,而几千赫至数百千赫不等。可以有效地对这些泄露信号进行检测和分析,从而确定泄露的部位和程度。

### 3.2 超声波检测技术在压力容器检验中的应用

(1)超声波厚度测量:利用超声波的传播时间和速度,可以测量出物体的厚度。在压力容器检测中,通过超声波厚度测量技术,可以检测容器的壁厚是否均匀、是否存在磨损或腐蚀等问题,及时发现潜在的风险隐患。(2)超声波探伤:利用超声波的能量,穿过目标物体并在目标物体内部产生反射波,通过接收反射波,对目标物体的内部情况进行检测。在压力容器检测中,超声波探伤技术可用于检测容器内部的裂纹、孔洞和夹杂等缺陷<sup>[3]</sup>。

### 3.3 金属磁记忆检测技术在输气管道检验中的应用

金属磁力记忆测试技术,是一项通过金属磁力的记忆效应,来测试工件应力最集中部位的快速无损测试。它可以解决常规金属无损检验方式的不足,对铁磁性金属构件内部的应力集中区,以及金属显微缺陷和早期失效和磨损情况等做出有效检测,从而避免了突发性的金属疲劳破坏事件,是一个全新的金属检验方法。

在输气管道检验中,金属磁记忆检测技术可用于检测管道等金属部件的应力集中部位,如管道连接处、阀门等。通过检测金属磁记忆信号,确定管道等金属部件是否存在应力集中、疲劳损伤等情况,从而保障输气管道的安全运行。同时,该技术还能够检测出金属内部的缺陷和损伤,避免了突发性的疲劳损伤,提高了输气管道的运行效率和安全性。

### 3.4 红外热像检测技术在电力设备检验中的应用

(1)变压器:检测变压器箱体的异常过热,涡流过热,高、低压套管上、下二端连接不良以及充油套管缺

油(低油位)问题。(2)避雷器:检查各种避雷器配置内中心的受潮缺陷、内中心部件老化及非线性特性的异变缺陷。(3)电容器:检测各类电容器过热、耦合电容器油绝缘不良和缺油(低油位)等问题。(4)剩余电流断路器:检测接触不良所引起的导流体运动的过热故障、绝缘瓷套内受潮、动静触头接触不良、缺油、中间触头接地不好和动静触头基座接触不良。(5)复合悬式绝缘子串:检测瓷质不良、污积、低数额和零值绝缘子所产生的问题。(6)电流互感器:检查绝缘问题、导线的铁心故障、内连接问题和缺油。(7)发电机:检查定子棒芯的绝缘问题、定子线棒接头、手刷和集电环的接触不良。(8)检查电力电缆的内部导线:检测电缆头与三相出线插头接触不良所引发的导流过热问题、内部插头接触不良引发的导流过热问题、电缆头的内部绝缘问题、电缆出线套管故障等导线故障电线材质不良、电线绝缘故障。(9)隔离开关:检测瓷柱表面污积、瓷柱裂缝、绝缘劣化和隔离接触不良。(10)高压交流输电导线和低压接管:重点是检查接头接触不良。

红外热像检测技术可以快速、直观地检测电力设备的热缺陷,帮助维护人员快速定位故障部位,提高检修效率,降低维护成本,确保供电安全。

### 3.5 真空复合检测技术在化工设备检验中的应用

(1)渗漏或针孔检测:这种检测方法通常用来检验气体浓度很小的真空复合袋的泄漏或针孔现象。(2)水中减压法:该方法可用来检查气体浓度过高的真空袋的泄漏。具体操作是将待测试的充气密封的复合袋放入特定的装有水的玻璃瓶内,开启真空泵,在30~60秒时间内将玻璃瓶内压强减至1333Pa(10mHg),维持30秒钟,若有气泡溢出则说明有渗漏。(3)耐破强度检测:在间隙为1.27cm的平行板间放置待测的复合袋,在袋上装一个固定器及橡皮管,由此管在10~30秒钟内缓慢地将压缩空气通入袋内,使内压达到预定标准后再保持30分钟,观察其是否破损。

## 4 特种设备检验中的无损检测技术发展趋势

特种设备检验中的无损检测技术发展趋势是指,随

着科技的不断发展和创新,无损检测技术在特种设备检验中将会呈现出以下几个趋势:

4.1 高精度检测:随着特种设备制造工艺的不断改进,设备尺寸和精度的要求越来越高,需要无损检测技术也具备更高的检测精度和分辨率,能够检测出更微小的缺陷和异常情况。

4.2 快速检测:快速检测是指在不降低检测准确性的前提下,缩短检测时间,提高检测效率。这有助于减少检验时间和成本,提高设备运行效率,减少停机时间。

4.3 多技术综合应用:无损检测技术的方法和手段多种多样,不同的方法具有不同的适用范围和优缺点。在特种设备检验中,未来将会更加注重多种方法的综合应用,取长补短,提高检测准确性和可靠性。

4.4 智能化和自动化:随着人工智能和自动化技术的不断发展,无损检测技术也将更加智能化和自动化。未来,将会出现更加智能化的无损检测仪器和系统,通过数据分析和模式识别等技术,自动分析和识别缺陷和异常情况,提高检测效率和准确性。

4.5 绿色检测:无损检测技术将会更加注重环保和安全,采用更加环保的材料和技术,减少对环境的影响和危害。

### 结语

总之,无损检测技术在特种设备检验中具有重要意义,它可以提高检验的准确性和可靠性,及早发现设备内部存在的问题,保障人民生命财产安全。随着技术的不断发展和创新,无损检测技术将更加完善和高效,为特种设备的检验提供更加全面、准确的信息,为保障设备的安全运行提供更加可靠的保障。

### 参考文献

- [1]张林潮.论无损检测技术在特种设备检验中的应用[J].中国设备工程,2019(07):111-112.
- [2]林琦,杨立军.特种设备检验中无损检测技术的应用分析[J].化工管理,2018(29):185.
- [3]李薇.特种设备检验中无损检测技术的应用[J].世界有色金属,2018(11):220-221.