

# 无损检测技术应用于压力容器检验的技术分析

佩迪

(成都波威特斯空调技术有限公司 四川 成都 610200)

**摘要:** 近年来,无损检测技术不断完善及优化。目前,此类技术已很好地应用于锅炉压力容器的检验中。锅炉压力容器在各个行业中都起着非常重要的作用,相关人员必须对其自身的质量进行保障,以有效地提高其实际的作用和效果。为了达到这一目的,相关人员需要定期开展检测工作,但是,传统的检测技术往往存在一定的损耗,因此,这就需要采取良好的无损检测技术对其进行检测。

**关键词:** 无损检测; 技术应用; 压力容器; 检验分析

## 1 无损检测的定义及特点

无损检测主要是指“在确保压力容器不被破坏的情况下,利用光、电、磁等综合检测手段进行检测”。企业可以对压力容器进行无损检测,以进一步有效地确定其是否满足企业业务的实际需要。

(1) 无损检测具有非破坏性特点,即该技术不是以引起损坏的方式来应用的,因此这一技术越来越受欢迎。无损检测技术作为一种高科技方法,在实践过程当中具有体积小、重量轻、穿透力强等特点。由于人为检测过程不够全面,其安全系数相对较低。在这个关键阶段,应该使用无损检测技术,无损检测技术方法相对较为灵活,可以采取抽样或全面检查的形式进行。

(2) 无损检测具有一定的兼容特性,主要体现在同一方面可以同时几种检测方法,不同的方法在实践过程当中可以进一步用于顺序或重复检测,这就提高了测试结果的准确性。

(3) 无损检测具有一定的灵活性。无损检测技术,本质上是利用信息技术,通过信息反馈问题,然后采取行动,达到实际预期的检测效果,这种技术逐渐被广泛接受。其灵活性体现在,工作中出现问题时无损检测技术可以利用信息技术从几个短期角度重复检测,发现存在的问题,便于及时纠正。

## 2 压力容器安全事故的引发因素

在当前大部分压力容器中,引发安全事故的主要因素可以进一步归纳为两类:

(1) 技术因素。尽管压力容器的内部结构在实践过程中使用起来相对简单,但是很容易导致其结构组件

长时间保持在高应力状态下,在这样的情况下压力容器本身开孔位置强度较低。因此,在长期的强度状态下,自然容易出现各种类型的磨损及损坏。

(2) 使用环境对压力容器也有一些影响,所以市面上的压力容器大多都处于相对较为特殊的环境中。但是,特定的环境必然会对压力容器本身产生一定的影响,使其长期承受相对较高的工作压力,也必须在一系列高温及深冷环境下运行。如果在这样的环境中运行,其内部结构极易受到相关冲击及破坏,导致出现一系列后续事故及安全问题等。通过找到这些问题的原因并进行实际分析和讨论,发现产生这些问题的主要原因是我国目前的压力容器基本上都是焊接连接元件和环节,然而,焊接是有问题的,因为所使用的工艺从来不是完美的和高质量的。由于这些技术的限制,压力容器内的焊接位置不可避免地会出现缺陷和问题。如果将这样的缺陷和问题放在正常的生产环境中,它们只会产生相对有限的影响。然而,由于压力容器总是在特定的环境中运行,因此故障所带来的问题也就相对越大。在胀缩的情况下,这些焊缝的缺陷被进一步放大。如果工作人员不能及时处理,任其发展,结果就是此类压力容器发生一系列安全事故,从而影响行业乃至整个社会的健康发展。

## 3 压力容器检验中无损技术的使用原则

第一,在检查之前,应进一步收集和整理有关压力容器的形状、结构和尺寸的信息,以便进一步有效利用这些数据大致判断压力容器主要部件的故障;第二,在进行检测前,有关人员应当根据压力容器检测的目的选择相对更合适的检测技术;第三,由于所有的无损检测技术都有各自的局限性,因此当检测压力容器的同

一位置时,有关人员可能会将几种无损检测技术结合起来,以进一步确保检测结果的准确性和合理性。

## 4 无损检测技术及其应用分析

### 4.1 磁粉检测

这种方法是利用磁性材料的特性进行测试的。磁粉检测法的工作原理是:压力容器进行无损探伤时,材料被磁化,会发生较为细微的变化,经过一段时间后就形成漏磁场,通过光射检测零件表面的缺陷。磁粉检测有很多优点。首先,在检测过程中可以直接检测工件的形状和各部分的尺寸,不影响无损检测方法的不断发展,并且具有更大的精度和灵敏度,磁粉探伤甚至可以将距离缩小到微米级,直接检测相关裂纹,明确指出缺陷在零件中的位置;此外,数据分析的优势之一是可以直接检测相关差距的具体性质,整个检查过程比较简单,财务控制的成本也比较低,控制的有效性高,但是检查过程相对比较简单,这种方法不直接检测相关深度。如果检测深度在 $1 \sim 2\text{mm}$ ,则只能检测到相关表面缺陷。此外,这种检测方法对工件有一定的要求,例如工件表面必须保持清洁无杂质。

另一个问题是,不能检测出工件内部的所有物质,铁含量需要符合实际标准,磁场强度必须保持在一定范围内。为了能够进一步有效检测零件缺陷,还需要进一步限制缺陷和磁场之间的角度,并将其进一步保持在 $45^\circ \sim 90^\circ$ 。磁粉探伤的适用范围有两点:一是需要正常使用的压力容器,检测容器中的某些缺陷和裂纹,包括腐蚀情况等;二是制造过程的容器,如可以检测锻钢零件和边缘焊缝,包括相对应的焊接表面的质量。

目前,一些技术人员也使用磁粉检测方法进行集装箱检测,这在整个检测系统中也起着重要的作用。在检查压力容器时,技术人员也可以使用磁粉来检查容器的表面。其原理是磁性粒子的磁化,这将会产生特定的泄漏磁场,并获得关于容器的形状、大小和位置信息。使用这种检测方法,技术人员可以准确地确定容器是否有白色斑点缺陷。与传统的检测方法相比,磁粉检测具有一定的灵活性和准确性等优点,因此在实践过程当中也得到了相对较为广泛的应用。

### 4.2 射线检测

射线检测也是目前相对较为常见的检测技术。射线检测也有一定的优点,当然也有缺点。射线检测在应用中的基本原理是,射线在穿过材料时很容易被材料的介质所阻挡,这就在不同程度上削弱了射线本身,因为对射线的阻力会因介质而异。零件本身的强度因

子和包含在穿透材料中的支持面上的半径基础厚度会影响射线的强度。如果射线遇到有缺陷的零件,这些有缺陷的零件和普通零件之间会存在一定的间隙。一些差异会导致不同的光线强度结果。射线的强度不同,零件后面的射线的灵敏度也有所不同。零件中的缺陷及其具体尺寸和位置应随着时间的推移来进行判断。射线方法有许多的优点,如它可以生成可视图像,并直接对被检测零件进行定性和定量测试。结果相对来说较为准确,还能直接检测出气孔等缺陷。测试结果可以保存很长时间。这种检测方式的缺点是检测过程的资金成本相对比较高,对人体的伤害比较大,可能会有漏检的情况。

### 4.3 超声波检测

超声波主要是指频率超过 $2 \times 10^4\text{Hz}$ 的声波。在传播过程中,这些声波可以以相对较为稳定的速度和方向进行传播。如果在传播过程中出现不同的界面或不同的阻抗缺陷,可以使用反射来直接确定缺陷。超声波的优势也相对较为明显。首先是安全性高,在检测过程中相对应的风险相对较低;其次,操作过程相对简单方便,这就促进了无损检测;再次,超声波检测的穿透力相对较强,检测更加灵敏,可以直接检测出缺陷的深度及大小。这种检测方法的缺点是结果必须由专业技术人员了解。对工件表面的检测也有一定的要求,对粗糙度要求高。同时,超声波检测也有一定的应用领域,不仅可以有效检测锻造缺陷,同时还可以检测焊接和铸造缺陷。

超声波无损检测技术是最常用的方法之一。技术人员需要使用超声波脉冲反射检测器来进行检测,以进一步找出是否有锻件、焊缝等问题。超声波传感设备与传统方法相比具有许多优势,还能够将技术人员风险降至最低,这就使得超声波检测广泛用于压力容器检测工作过程中。

### 4.4 渗透检测

除了超声波检测方法之外,工作人员还可以通过渗透作用进行检测。渗透检测技术本身通过生物过滤和毛细管进行测试,这使得它比超声波检测技术的检测时间更长。一般来说,有关人员必须首先在容器表面涂抹含有荧光染料或着色染料的渗透物,然后渗透物通过毛细作用进行渗透,通常可以精确地穿透相应的开口缺陷。随后,工作人员必须擦拭表面。在渗透到内部的试剂干燥结束时,吸附载体的显示试剂可以被施加到设备的表面。这种类型的显像剂也通过毛细吸入缺陷中的渗透剂,然后通过这种效应将渗透性重新

回渗到显像中。

随后,工作人员需要进一步检查内部缺陷,并在检查过程中验证之前的步骤。必须在黑光或白光环境下检查相关缺陷处是否存在一定的渗透痕迹。通常,这种渗透性的痕迹会产生相对较为明亮的黄绿色或红色荧光。有关人员可以在观察及判断相对应的缺陷时直接发现相关痕迹。与以前的超声波测试相比,这种技术相对来说较为简单,可以在实践过程当中直接检测连接装置并检查是否存在缺陷或问题。然而,它也有一定的缺点,即检测对象是唯一的。如果遇到相对较为复杂繁琐的检测对象,这些方法效率相对低下,无法有效改变。基本上是唯一可以用于外部检测的方法。然而,优点是环境要求通常不太高,该方法中使用的物质对人体没有任何影响或损害,检测结构相对较为直观,并且相关人员对于各类数据也不需要完全处理,因此在实践过程当中这种方法相对比较方便快捷。

#### 4.5 磁记忆检测方法

对于疲劳损伤,技术人员通常采用磁记忆检测法。在此过程中,需要进一步结合实际测量数据,在此基础上利用磁化技术对压力容器进行磁化,以便进一步更直观、更具体地分析损伤情况。从压力容器的角度来看,在使用过程中极易遭受到疲劳破坏。造成这个问题的主要原因是外部压力和环境温度。一旦出现问题,容器表面就会出现各种裂纹,从而影响使用过程中的安全性能。在具体的试验工作中,技术员首先必须仔细检查容器的焊接过程。一方面,必须进行硬度测试;另一方面,必须结合其他无损检测方法,以进一步优化结果的真实性和完整性,这对于提高容器使用的安全性具有重要意义。

#### 4.6 电磁涡流检测技术

针对电磁和压力容器,技术人员还可以使用电磁涡流检测技术来确定容器不同部分的缺陷。在特定的测试过程中,技术人员必须根据电磁涡流的平坦度来判断容器的状况。当达到平衡时,可以有效判断压力容器是否存在缺陷和问题,如果出现涡流变化,则表明压力容器存在缺陷。

## 5 结语

总的来说,目前压力容器等一系列设备在生活过程当中发挥着十分重要的作用,假如自身出现相关缺陷,就可能给人们带来威胁,甚至造成安全事故。因此,为了能够有效地防止此类事故的发生,相关工作人员必须采取一系列相对良好的无损检测技术来对压力容器进行有效检验,需要注意的是每一种无损检测技术均有不同的工作原理,检测范围的差异性也会比较大,因此在实际检测过程当中,技术人员应当针对不同的材质选择不同的方法,或者实现多方法结合使用,从而进一步有效提高压力容器缺陷检测结构的准确性和全面性。

#### 参考文献:

- [1] 陈荣华, 缪斌. 浅析压力容器检验中无损检测技术的应用[J]. 中国设备工程, 2020(1): 137-138.
- [2] 王成睿. 压力容器检验中常用无损检测技术的应用[J]. 黑龙江科学, 2020, 11(12): 76-77.
- [3] 王天曜, 刘文强, 尚其铎. 超声相控阵检测技术的发展与在化工设备领域的应用[J]. 化工管理, 2020(26): 56-57.
- [4] 蔡亮, 高帅, 牛志勇, 等. 超声相控阵技术在压力容器焊缝无损检测中的应用[J]. 石油和化工设备, 2020, 23(11): 75-77.
- [5] 罗丽勤, 陈鹏. 压力管道及压力容器中无损检测技术的应用探讨[J]. 消防界, 2020(6): 63-64.
- [6] 王海明, 张大鹏. 金属结构异种钢材强度的无损检测方法研究[J]. 中国金属通报, 2020(3): 290+292.
- [7] 马晶晶, 刁海波. 压力容器制造过程中无损检测的应用分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(6): 71-72.
- [8] 单会娜. 压力容器管道裂纹检验中无损检测技术应用分析[J]. 设备管理与维修, 2021(14): 113-115.

**作者简介:** 佩迪(1981.07-), 男, 汉族, 四川广元人, 本科, 高级工程师, 研究方向: 压力容器设计与制造。