

浅谈特种设备无损检测技术原理及应用

孙磊

临沂市特种设备检验研究院 山东 临沂 276000

【摘要】：特种设备是现代工业和生活生产必不可少的因素，其重要性不言而喻。科学和合理的检测是使用特种设备必备的，以确保有效的质量和安全生产，这是继续生产的基础。在现阶段，无损检测技术是特种设备检测过程中常用且有效的检测手段。本文尤其讨论了在特种设备制造和检验中使用无损检测技术。

【关键词】：无损检测技术；特种设备；原理及应用

引言

随着社会经济的飞速发展，无论是在商业生产过程还是在人们的日常生活中，广泛使用特种设备为商业生产和人们的生活带来极大的便利。同时，正是由于特种设备在人们的生产和生活中起着如此重要的作用，所以我们需要特别注意特种设备的检测，这与传统设备的测试有所不同，因为特种设备具有自己的特点，特别是不同特种设备的结构、材质、使用工况等在检测过程中存在严重影响。专业的无损检测人员应采用适用且有效的无损测试技术来检测设备，以免在检测过程中对设备造成损伤。

1、简要说明

目前，在大多危险行业中都使用了特种设备，无损检测技术具有检测准确度高、避免设备损伤等优点，被广泛用于特种设备行业的锅炉、压力容器、压力管道、起重机械等特种设备的检测中。但是，在应用无损检测技术时，应根据设备的实际情况采用特定的方法，以提高测试的准确性和发现缺欠的能力，以便根据检测结果针对性提出下一步措施。

2、无损检测技术在特种设备检测中的重要性

在现实的生产和生活应用中，特种设备的使用主要涉及承压类设备和机电类设备。承压类设备主要用于工业生产过程中，如锅炉，压力容器，压力管道等。尽管这些专用设备与我们的现实生活密切相关，但我们在日常生活中很少使用它们。相反，在人们的日常生活中，有更多机会直接接触机电类设备，例如电梯、大型游乐设施等各种特种设备。如果未及时发现设备的安全和质量问题，并没有采取了适当的措施，则会增加设备使用的风险因素。无损检测技术在这种特种设备的测试中起着重要作用，尤其是在检测精密设备时，不会损坏被检设备。无损检测技术的开发和使用已经及时解决了这一问题。

3、无损检测基本原理及在特种设备中的应用

无损检测(Non-destructive testing — NDT)可大致分为两大类，即：埋藏性缺欠检测和表面及近表面缺欠检测，这两类存在互补性；其中，埋藏性缺欠检测可大致分为射线类与

超声波类，射线与超声波也是互补的，选择的原则只有一个：只有在合适的环境对应合适的检测才是高效且有效的检测。

3.1 射线类检测技术基本原理及应用

使用射线检测(Radiographic testing — RT)来识别未知缺欠是一种应用最广的无损检测方法。射线检测技术的原理是缺欠或结构改变了在不同环境中射线的透射，通过评估辐射的改变，可以识别和监视特定设备的状况，然后判断情况。射线检测技术使用各种射线源，包括X射线、 γ 射线、 β 射线、 α 射线等。目前射线检测工艺主要分为两类：一、胶片成像工艺：即射线照射被检测物体，透过的射线使胶片感光，清洗胶片，即可根据胶片的感光情况判断被检测物的内部质量。这类类似于我们人体在医院做拍片检查；二、数字成像工艺 经过射线检测，将被检测物的内部质量信息转化成数字信号，储存或还原显示出来。以反映被检测物的内部质量情况。

不同射线源应用于不同的检测环境，具有不同的优点和局限性，射线本身也存在穿透力和对人体辐射的问题。目前，射线类检测技术发展广泛，特种设备行业内主要延伸为数字化X射线检测技术如：DR(Digital radiography)和CR(Computed radiography)等新射线类检测技术，大多用于制造环节的流水线作业或类似带外隔热层的检测环境中，目前前期使用成本高；现状是在用现场检测大规模使用还是传统的胶片成像工艺。目前射线检测按照美国材料试验学会(ASTM)的定义可以分为：照相检测、实时成像检测、层析检测和其它射线检测技术四类，另外通过调节射线强度也适用于医学、钢结构建筑、航空航天设备等有很好的检测效果。

3.2 超声波类检测技术基本原理及应用

随着现代技术的进一步发展，超声检测(Ultrasonic testing — UT)技术日新月异，延伸出TOFD检测(Time of flight diffraction technique)、声发射(Acoustic emission — AE)检测、相控阵超声检测方法(Test method for phased-array ultrasonic testing)等各有特点的检测技术，超声检测技术的科学技术含量和对检测人员的要求将进一步提高。在使用超声

波检测技术检测特种设备的过程中,使用超声波探头将超声波传输到特种设备,并发生衍射、折射和反射现象,通过探头接收超声波并转化为电信号传导至超声检测仪器的计算机,通过计算机汇总有关超声波变化的信息,并以直观的图形、图像等形式间接地显示,无损检测人员通过显示结合其他因素评估被检部件的状况。

传统手工超声波检测通过同一探头发射和接收超声波,通过反射波显示来判断缺欠。TOFD 技术通过一发加一收探头组来发接超声波和接收衍射波,通过连续的衍射波形成 TOFD 图像,通过图像来判断缺欠。声发射检测技术就像是医生的“听诊”,不同的是它根据被检部件不同,布置探头阵列,通过给部件以略高平常的压力来诱导缺欠尖端破裂,以多个“听诊”探头来接收各自范围内的接收缺欠尖端破裂的超声波,然后实现定位后再进一步选择适用检测技术检测,通过选择的检测技术来判别缺欠。超声相控阵技术的基本思想来自于雷达电磁波相控阵技术。相控阵雷达是由许多辐射单元排成阵列组成,通过控制阵列天线中各单元的幅度和相位,调整电磁波的辐射方向,在一定空间范围内合成灵活快速的聚焦扫描的雷达波束;超声相控阵换能器由多个独立的压电晶片组成阵列,按一定的规则和时序用电子系统控制激发各个晶片单元,来调节控制焦点的位置和聚焦的方向;超声相控阵检测技术使用不同形状的多阵元换能器产生和接收超声波束,通过控制换能器阵列中各阵元发射(或接收)脉冲的不同延迟时间,改变声波到达(或来自)物体内部某点时的相位关系,实现焦点和声束方向的变化,从而实现超声波的波束扫描、偏转和聚焦。然后采用机械扫描和电子扫描相结合的方法来实现图像成像;通常使用的是一维线形阵列探头,压电晶片呈直线状排列,聚焦声场为片状,能够得到缺陷的二维图像,在工业中得到广泛的应用。

手工超声成本低,应用环境广,比较灵活、实用;TOFD、相控阵精度高,比较直观;声发射比较方便使用单位实现“不停车检验检测”。而同时也存在超声类检测对检测人员的要求高、可信度比射线低、TOFD 盲区底面盲区处理、声发射发现问题还需进一步确认检测、相控阵费用高等问题。

3.3 表面及近表面检测类技术应用

现行最广泛的是磁粉检测和渗透检测技术,铁磁性材料优先选用磁粉检测。磁粉检测(Magnetic particle testing — 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.
- [4] 马原原. 物联网技术在特种设备检验检测系统中的实践 [J]. 中国标准化, 2018(08):232-233.

MT)是通过电磁转换产生磁场,如果磁化后金属部表面及近表面存在缺欠,则缺欠部位会发生磁力线受阻并从表面外越出、越过缺欠再闭环磁力线现象,在缺欠处越出的磁力线发生磁粉的吸附,再观察磁痕来判断缺欠。渗透检测(Penetrant testing — PT)的基本原理是利用毛细管现象使渗透液渗入表面开口缺欠,经清洗使表面上多余渗透剂去除,而使缺欠中的渗透剂保留,再利用显像剂的毛细管作用吸附出缺欠中的余留渗透剂,而达到检验缺欠的目的。

磁粉检测是在特种设备制造阶段检测的常用方法,可以有效地提高特种设备的制造质量,制造阶段根据被检部件不同选用的方法也很多,可以根据相应的检测标准中规定的方法进行检测;特种设备在用检测的方法多用磁轭法,按相应标准要求选用荧光或非荧光磁粉即可。渗透检测技术可以检测大多特种设备(金属和非金属)原材料和部件的表面开口缺陷,且能表明缺欠的大小,形状,位置,具有较高的灵敏度。

另外,磁粉检测属于电磁检测的一种,电磁检测主要包括涡流(ET)、磁粉(MT)、漏磁(LT)、磁记忆(MMM)等电磁检测方法,例举涡流检测(Eddy current testing — ET),是一种非接触式的检测方式,用电磁场同金属间电磁感应进行检测的方法,是工业上无损检测的方法之一;是给一个线圈通入交流电,在一定条件下通过的电流是不变的,如果把线圈靠近被测工件,像船在水中那样,工件内会感应出涡流,受涡流影响,线圈电流会发生变化,由于涡流的大小随工件内有没有缺欠而不同,所以线圈电流变化的大小能反映有无缺欠;该技术适用于检测工作零件,杆,电线和管道,检测速度快,对表面缺陷的检测灵敏度高,在一定范围内具有良好的电流性能。当前的涡流检测技术具有广泛的应用,包括厚度测量,材料放置,缺欠检测,材料特性测量等。其他方法限于篇幅,本文不作一一赘述。

结束语

总之,在特种设备的制造、检验过程中,使用无损检测技术需要对设备的特性、环境和检测技术的优缺点进行全面分析,以获取准确的检测数据。在特种设备的寿命全过程中,使用无损检测技术获取相关数据,制定预防性解决方案,可以提高设备制造效率和寿命周期,稳定性和安全性,同时在确保特种设备的功能和质量的前提下有效地运行。