

# 压力管道无损检测技术的应用探讨

包忠裕

中国石化镇海炼化公司 浙江 宁波 315200

**摘要:** 由于压力管道的工作环境相当严酷,而且管道内部必须长时间保持在高温、高压状态,所输送的物料多是易燃、易爆、带毒、腐蚀的物料。导致的压力管道如果出现安全事故,将会导致比较严重的后果。无损检测可以找到压力管道的冶金缺陷、焊缝缺陷、金属组织损伤等潜在重大安全隐患,为压力管道缺陷的评估奠定基础,以便于检测部门对压力管道的安全状况和使用寿命作出评估。

**关键词:** 压力管道;无损检测技术;实践应用

引言:压力管道的实际运行环境较为恶劣,包括涉及高温、高压、危险物料等,导致压力管道产生问题的危险因素也比较多,涉及压力管道的材料、技术、连接和布置等方面,也可能导致高压管道的管壁过薄、裂缝、锈蚀等,导致压力管道不能满足安全生产的工作要求。所以,应该加大对压力管道无损检验的研究探讨,使管道可以获得良好的品质保证,也使化工行业的安全产品可以获得良好的品质保证。

## 1 无损检测技术概述

无损检测技术是指在不损伤被检查物体使用性能和构造性能的前提下,利用声、光、电、磁等技术对被检查物体的是否具有构造瑕疵和质量不均匀的情况进行检测,并将缺陷的存在部位等情况加以判定显示的一种方法。无损检测技术的应用并没有对被检查材料产生什么构造上的破坏,而且还为内部问题的全面发现创造一个崭新的方法。除此以外,无损检测技术还能够运用在对产品制造质量的监测工作中,可以有效避免由于生产制造质量不过关而产生的不良结果。无损检测技术主要可以分成常规和非常规两种类型,它在许多产业中都具有非常普遍的运用价值<sup>[1]</sup>。

无损检测技术有两个主要优点。第一主要优点是不会对检测对象造成外部损坏或内部功能缺失,可以有效保证原件的完整性和组织性。第二是解决问题的能力,全面系统的分析实时反映错误位置,检测范围全方位。

## 2 压力管道无损检测技术的特点

无损检测技术的运用能够有效的找到管道表面出现的问题,改善压力管路的品质。无损检测技术之所以能够被应用于高压管道检验领域,在于该方法具有其他检验方法所不具有的优越性与特殊性。无损检测技术的主要优点是:第一,无损检测技术具备零破坏性,当使用该技术对压力管道进行质量测试时,该技术并没有给

压力管道造成什么破坏,这也是其他测试技术所做不到的。第二,无损测试方法的全面性。由于该技术的使用没有对管线的稳定性造成什么威胁,所以测试人员能够通过该技术对压力管道进行全方位检测<sup>[2]</sup>。

## 3 压力管道无损检测的技术原理

压力管材的产品制作和焊接完毕后,对其产品质量实施相应的质量检验测试工作,包括外观性能、硬度、稳定性和焊接的外观等内部质量。通常情况下管道的焊缝完成后应按照设计规定对其外观进行磁粉测试或渗透测试,对于检验不符合要求的焊缝,应进行返料,回修后再进行测试;对焊接的内部材料按照工艺规定进行射线检测或超声波检验,对经过射线检验或超声波检查的焊缝材料,应进行返修后按同样要求的方式重新进行检测。射线检测技术、超声波测试技术以及磁粉测试技术和热渗透测试技术,目前最主要使用的无损测试。无损检测技术原理是指在不破坏、不影响被检查物体结构,并且不干扰被检查物体使用性能的情况下,通过声、光、电、磁等方式反映被检查物体结构和外观缺陷的一门技术<sup>[3]</sup>。在运用无损检测技术对压力管道质量进行检测检验过程中,其结果要依据两个主要标准,即质量与寿命评定标准。质量的评定标准主要是为了评判压力管道的使用要求、技术工艺和产品质量等是否能够达到国家有关的规范规定,在符合规定的前提条件下,能够在实际过程中安全操作;寿命的判断准则是指通过对压力管道工程设计的不破坏要求和实际应用经验,来确定压力管道的实际使用维护保养情况和最终寿命状况,对压力管道的应用过程进行预防性管理,以避免重大质量安全事故的出现。

## 4 压力管道

压力管道与高压力管的性质基本一致,它同样也是压力管中的主要部分,在高压管的日常生产流程中,高

压管路所提供的关键作用就在于输送液体和空气,而高压管路作为输送管网重要的组成部分,可以对流体中的无定向流动提供有效的输送、控制和释放的功能。而在近年来的技术发展进程中,压力管路也已具备了相对完善的安装方法和生产工艺,可以对高压管道的效率和安全产生良好的保护效果,其高压管路的特点主要有如下几个方面:首先,具有系统性特点,不同高压管路间,一般存在着一定的联系,其中一个高压管路发生故障,将会干扰其余管路;其次,为构成元件较多,相比其他的管路类及高压管路而言,高压管路中的基础件及其构成部件数量相对较多,比较其他的管材类与高压管材而言,高压管材中的基础件及其组合部件数量相对较多,各类产品又各自具有极高的材质要求和工艺特点;最后,由于压力管路的泄露点相当多,所以对于压力管路来说,它的各个阀门位置都至少有五个泄露点<sup>[4]</sup>。

## 5 用于压力管道检测的无损检测技术

### 5.1 声学检测新技术

超声波检测技术是通过超声波的穿透力对物体结构进行检验的一种方法,超声透过物体时由于物体内在结构的作用,会引起相应的变化,测量的超声信息可以得到被检验物体的有关数据,包括缺陷、裂缝、磨损、几何形态、力学性能等。在无损探伤领域也有着很多的应用。(1)超声波相控阵监测设备。超声相控阵检测技术是一种利用计算机控制的以晶片作为检测元件的技术,探头中的多晶片能够通过激励发出超声波,这样产生的超声波可以方便地调整各项参数,以便于通过镜面反射检测管道的不同缺陷。(2)全聚焦相控阵检测技术。全聚焦相控阵检测技术,也就是通过超声相控阵探测器发射并收集的超声波信息,但是,在信息收集过程中,往往需要通过对数据逐个的集中分析和平均处理,得到质量更高的图像。

### 5.2 射线检测方法

该检验技术在实际使用中的基本原理就是通过射线贯穿工件,在贯穿过程中受到工件自身的吸引与散射,射线的强度就会降低。所以假设高压管道具有的缺陷,那么如果造成缺陷的物质的衰减系数和容器内自身物质的衰减系数不同,就会造成辐射强度的不同,也就是确定高压管道是否具有缺陷的基础条件<sup>[5]</sup>。一旦出现明显的变化,工件后面的X射线胶片的灵敏度就会出现明显的改变。通过处理后,缺陷区域的图象和一般部位的图象会有明显的区别,主要体现在黑度方面。不同对比度形成的图象能够有助于检验人员确定工件的缺陷信息。这种检测方法广泛应用于压力管道制造业的焊接接

头检测中,当传统检验过程中超声波不能确定检验问题时,主要是通过辐射进行检验证实。X射线检验的最大特征是检验过程直观,便于记忆,能够有效的进行压力管道上各类问题的检验,如夹渣、吻突等。缺点是区域的缺陷探测能力较差。因为摄像机位置不合理,易漏检,且探测厚度受光线穿透的影响,探测速度慢,对探测工作和环境不利,必须采取相应的措施。

### 5.3 渗透检测法

该方案的主要目的,是应用了毛细管作用机理。将渗透剂涂于压力管道表面。所施加的渗透剂,可以慢慢渗入压力管道表层的裂纹缺陷中。去掉表面上剩余的渗透剂后,经过晾干后,将显影液重新涂刷于工件表面上。在毛细管作用下,显影液可以使渗透剂重新渗入缺陷表面,从而实现了缺陷在压力管道上的准确显示。可以发现,利用热渗透测试的运用,就能够完成检查高压钢管内外表面的热焊缝、冷裂纹、热延迟裂缝等各种形式的开口缺陷,进而检查出在高压钢管基体表面的热作用区产生的开口缺陷,如作为应力侵蚀、晶间腐蚀和各种焊缝缺陷的测试设备。热渗透测试还具有成本低、数据直接、工作简便的特性。也能够检出铁磁性材料和非磁性材料。不过,一旦压力管的开口受到外部影响或被封闭,则很难利用热渗透测试加以检验<sup>[1]</sup>。

### 5.4 磁粉检测

磁粉检验是一项全新的检验手段,也是目前的检验方法领域最常见的手段之一。利用对磁粉这种测试材料的应用,可以合理的判断出压力管道出现的质量问题,进而保证测试过程的准确性与检测的实效性,同时测试之前,也必须对压力管道做好磁化处理,之后再行磁粉测试,遍布管线的所有部位,如此可以确保均匀地处理管线的各个部位。如果不均匀的喷洒,就会造成该区域因缺少磁性情况而出现的漏磁现象,造成整个检验流程不正确的后果。磁粉测量的主要好处,就在于可以显示测量时的精准度及其缺陷的部位、程度和数量,并且具有成本低且测量速度快的作用<sup>[2]</sup>。不过,磁粉测量技术也有相应的缺陷,无法实现对内部生成的质量监测,此外,磁粉测量的残余物质无法去除,也是主要问题所在。

### 5.5 涡流无损检测技术

在高压管路中会产生一个独特的远场涡流现象,这是一个能够击穿管壁的低频率旋涡,正是由此为基础发展的远场涡流无损测量技术,检测设备主要由与管路同轴的激励和检测螺线管线圈所组成。而通常情况下,在通过该设备进行测量时,检测输入线圈的部位一般在距激励线圈大约二倍压力管道内部直径及以上的远场

范围内。与常见的涡流测量技术一样，远场涡流无损测量技术极大地克服了趋肤效应。而通常情况下，在通过该设备进行测量时，检测输入线圈的部位一般设在距激励线圈大约二倍压力管道内部直径及以上的远场范围内。与常见的涡流测量技术一样，远场涡流无损测量技术极大地克服了趋肤效应。而与其他性质的无损检测方法比较，远场涡流无损检测方法可以更全面检查在高压气体管壁外表面上出现的问题，由于外部影响对其检测工作的干扰程度也更小。不过必须注意的是，该无损探测的信息相对薄弱，探测效率和质量相对较低，这也是这项研究开展步伐较慢的重要因素<sup>[3]</sup>。

## 6 无损检测方法在压力管道检测中的综合应用

### 6.1 抓住测试机遇

准确掌握压力管道的检测时机，是正确使用无损测试技术的基础要求。要把握检验时机，进行各项无损检验手段的结合运用。在确定高压钢管检测时间后，就应针对检测目的开展综合研究，以及时发现高压钢管的问题，为后期进行合理的补救措施提供了保障。

### 6.2 检测方法的合理选择

不同无损检测方法的优点和适用范围不同。所以，在对高压钢管实施无损检验前，有必要对无损检验技术作出一定的研究与选择。首先，研究了高压钢管的制备技术与结构。然后，研究了压力管道可能的破坏方式，确定了压力管道的形状及缺陷情况。基于预测结论，选取了适当的测试技术。

### 6.3 无损检测技术的综合应用

各种的测试方法的特点是不同的。要运用不同的测试方法才能有效的进行压力管道的测试。因此，在一些容器内不能检查的，通过超声波传感器检查对高压管道外表面埋藏的部分进行检查，进而通过磁粉检查或渗透测试对高压管道外表层进行检查<sup>[4]</sup>。主要对压力管道中可能出现的问题进行测试，以进一步提高测试品质，提高测试成果的可信度，以便后期检验进行缺陷管理操作，减少压力管道的安全隐患。

### 6.4 加强施工质量的管理力度

为切实保证高压管道的产品质量，并避免各种类型裂纹的出现，要求企业管理人员必须从高压管的原材料

质量要求，和整个生产流程、管线敷设安装与施工的各个环节，正是所谓细节决定成败。原材料的仔细挑选有助于从根本上杜绝热疲劳断裂的发生，在原料进入产品市场之前，就应确保其材质盖章版的出厂文件中的材料说明和注意事项都真实有效，同时也应对原材料中的重要化学成分进行了二次复盘，例如，可以通过抽样调查材质质量的方法实现了快速有效的把关，但绝不允许通过仿制或冒充劣质材料蒙混过关；焊接施工工艺与技术水平的改进和提高能够极大的减少应力腐蚀裂纹发生风险，因此企业管理者可委托资深工程技术人员或定期组织施工技术人员开展专门技术培训和考核，但技能熟练度未达标的工程技术人员则不得参与正规的压力管道作业施工中。

## 结语

为进一步提高压力管道的工作质量，保证压力管道的工作安全性，减少管线检查的时间，无损检验技术获得了越来越普遍的运用，而随着科技发展和工艺条件的更新，无损检验技术手段也将日益增强，检验准确度更高，检查范围也更宽，对检验仪器的适应性更佳，同时为了满足各种材质和特殊情况下的检查需要，无损测试技术开发出了许多领域，建立了完备的技术系统，所以，无损测试技术的运用，必须针对现场条件、被检测物质的形式和材质、缺陷的位置和类型等因素选用恰当的测试手段，同时，无损测试和破坏性测量配套应用，才能适应现场要求，全方位的为高压管道的工作服务。

## 参考文献

- [1]宿志坚.无损检测技术在压力管道检验中的应用[J].数码世界, 2020(08):271-272.
- [2]张宇龙.管道无损检测与评价技术[J].时代农机, 2020, 47(03):72-73.
- [3]褚宏宇.压力管道、管道在定期检验中的常见问题[J].化工设计通讯, 2020, 46(03):103+107.
- [4]钱青江.无损检测技术在压力管道检验中的运用研究[J].中国设备工程, 2022(06):165-166.
- [5]王智阳, 魏燕, 连阳阳.引汉济渭工程长距离有压输水管道水锤计算分析[J].人民黄河, 2022, 44(03):122-127.