

无损检测技术在压力管道检验中的运用

田昌华

(湖北特种设备检验检测研究院十堰分院 湖北 十堰 442000)

摘要: 压力管道是指有一定工作压力的管道,在实际工作中,这类管道多用于对高温、高压、有毒、易燃易爆介质的输送,若管道存在质量问题,介质将泄露出来,轻则为企业带来经济效益损失,重则会引发重大的安全事故。因此,需要利用专业技术对压力管道进行检测,目前应用较多的压力管道检测技术有无损检测、理化检测与金相检测,其中无损检测技术基本不会影响管道的结构与性能,应用价值可观。基于此,本文对无损检测技术在压力管道检验中的运用进行探析,以期为相关工作人员或企业提供参考。

关键词: 无损检测技术; 压力管道; 检验

1 压力管道介绍

压力管道,是指利用一定的压力,用于输送气体或者液体的管状设备,其范围规定为最高工作压力大于或者等于 0.1MPa (表压),介质为气体、液化气体、蒸汽或者可燃、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体,且公称直径大于或者等于 50mm 的管道。公称直径小于 150mm,且其最高工作压力小于 1.6MPa (表压)的输送无毒、不可燃、无腐蚀性气体的管道和设备本体所属管道除外。

压力管道受损多集中于如下几种形式。

(1) 韧性损坏。管道受压力因素的影响,在管壁上产生应力,材质在很短时间内达到强度最大点,进而导致管道发生断裂的一种损坏形式。

(2) 脆性损坏。导致管道发生脆性损坏的事件通常具有一定的突发性,且可在短时间内让管道质量缺陷得到大范围拓展,此外,焊接、热处理工艺不合格也会导致管道发生脆性损坏。

(3) 腐蚀损坏。管道出现腐蚀损坏的主要因素是管道内部介质具有电化学及化学方面的功能,影响了管道的材质。

(4) 疲劳性损坏。管道多为金属材料制作而成,受应力荷载影响,长时间运作的管道易发生疲劳性损坏。

(5) 蠕变损坏。管道在高温环境下运行,受高温介质影响,易出现蠕变情况,即蠕变损坏。

综上所述,压力管道受损进而出现质量缺陷的情况是较为复杂的,为保障压力管道运行的稳定性与安全性,相关工作人员在平时应加强管道检验,将其维持在一个合适的运行状态。

2 无损检测技术概述

无损检测技术指的是在不破坏被测对象的性能及结

构的基础上,完成检测的一类技术,其运行原理为利用各种精密仪器探测被检对象的结构异常,进而评估对象是否存在质量问题。在实际工作中,技术人员使用的无损检测技术多与电、光、热能有关,可利用这些能源检测被检对象的结构、状态,评估其是否具有质量问题,若有故障还可利用无损检测技术判定故障的具体位置、种类,为故障检修提供参考依据。现阶段,无损检测技术在各行各业的检测工作中都有着较高的应用率与较广阔的应用面,相较于传统压力管道检验技术,此种技术的优势是不会损坏设备,技术人员可直接利用其检测制作完成的管道,发掘管道潜藏的隐患,确保压力管道质量、性能水平符合要求。

3 无损检测技术在压力管道检验中的运用

3.1 射线检测技术

射线检测技术即使用 X 射线或其他放射性强的射线穿透压力管道,检测管道结构是否有异常、性能是否有缺陷的一种技术,利用该技术取得的检测结果是胶片形式进行记录的,较为直观。在实际工作中,技术人员可多将这一检测方法用于对压力管道焊接构件对接、角接接头的检测。射线检测法的优点是检测结果具有直观性,技术人员可较为简单地从胶片中获知压力管道潜藏质量缺陷的类型、数量、尺寸、程度及位置。但该技术也具有一定的缺陷,就是检测速度慢、效率不高,且 X 射线具有放射性,若使用不当会为技术人员的身体带来严重伤害,因此在实际的检测工作中,若需使用这一技术,技术人员应穿戴好防护设备,减少 X 射线为身体带来的辐射。

3.2 超声检测技术

超声检测技术的运作原理是超声波在不同介质中传播,产生的波形及波速是各有不同的,遇到障碍物还会

反射回来,因此可借助这一特点进行故障检测,查明管道是否有结构问题或质量缺陷。超声波检测技术的优势是灵敏度高、穿透性强、检测速度快,且探伤仪的体积较小,易于被技术人员携带,操作起来较为便捷,同时也支持对一些空间较为狭窄的管道检测,且超声波对人体也没有伤害,可见此种技术具有相对可观的性能优势与应用价值。

3.3 磁粉检测技术

磁粉检测是以磁粉作为介质,检测压力管道的性能、结构缺陷的一种技术。在使用该技术检测压力管道时,技术人员应先为管道实施磁化处理,之后将磁粉均匀地洒在管道的相应部位,此时,藏有质量缺陷的位置会产生漏磁场,磁粉分布规律与其他部位截然不同,且质量缺陷的大小、位置及数量也能够直观地体现出来。磁粉检测技术具有成本低廉、检测快捷的优势,但也有劣势,即对于一些潜藏在压力管道较深位置的质量缺陷,应用此种技术往往无法取得理想的检测效果,且在实际工作中常会有一些磁粉残留在管道内部,清除起来有一定的难度,从而影响管道介质的纯净程度,此外若使用不当,该技术还会导致管道的一些构件出现变形问题。因此在进行无损检测时,应慎重选用这一技术,若需应用磁粉检测,应考察管道的相关因素,尽可能减少该技术为管道带来的影响。

3.4 渗透检测技术

渗透检测技术是将渗透剂注入经处理的压力管道被检测的部位上,再应用清洗剂洗去多余的渗透剂,最后利用显像剂显示质量缺陷部位的一种技术。该技术更适用于对压力管道表面质量缺陷的检测,对于深层次的质量缺陷,应用此种技术进行检测效果较为有限。且该技术应用到的渗透剂、清洗剂与显像剂皆为化学制剂,易影响管道介质的纯净度及技术人员的身心健康。因此也应慎重选择这一技术,在实际应用中应加强对管道的清洁,避免化学制剂为管道带来不良影响。

3.5 红外探伤检测技术

红外探伤检测技术是借助红外线温度敏感效应,检测压力管道是否存在质量缺陷的一种技术,分为主动式红外探伤技术与被动式红外探伤技术两种。其中,主动式技术多应用于对低温压力管道的检测中,在检测前,技术人员应采取措施,对管道进行加热处理,若管道藏有质量缺陷,其导热率会受到影响,技术人员可较为便捷地借助红外线判定质量缺陷的位置、类型与危害程度;被动式技术是依靠管道自身温度进行检测的一种技术,在实际应用中,技术人员应先确定该管道材质在当前温度下的导热率,再应用红外线探测技术探测导热率不同的部位,进而确定质量缺陷的位置及类型。但此种技术具有受温度因素影响大的劣势,因此若检测环境的内外

温差较大,技术人员应慎重选用此种检测技术。

3.6 X射线数字成像检测技术(DR)

在应用射线数字成像检测技术检测压力管道时,射线会照透物体,经管道衰减后的射线光子会被平板探测器吸收,转变为电信号,技术人员可利用计算机进行处理,将其转变为图像形式,探明压力管道潜藏的质量缺陷。数字成像技术与前文所述的胶片成像技术在原理上是一致的,均是借助射线检测工件,但应用该技术无需借助胶片,成像速度较快,完成检测后技术人员可很快从计算机屏幕上见到影像,以实现对接力管道的精准消缺。

3.7 超声导波检测技术

超声导波是受构件边界条件(如构件几何尺寸、受力状态等)约束的,能够长距离穿越某些特定频率范围的超声波。技术人员可利用专业化的仪器设备,向压力管道构件发射超声导波,从而完成无损检测。实践表明,将该技术应用于压力管道检测中,超声导波可在管道中穿越数十、数百米,若在传播过程中碰到质量缺陷,会发生反射作用,沿管壁返回传感器,经计算机处理后,形成数据信息,展现压力管道质量缺陷的大小、类型。超声导波检测的性能优势是可完全覆盖压力管道的管壁,因此将其应用于大范围远距离压力管道检测可取得不错的效果。

4 压力管道检测现存问题

在完成对接力管道的安装后,技术人员应立即应用无损检测技术完成管道检测,避免其存在质量缺陷,确保其性能符合要求。但压力管道在运行过程中,随着运行时间的增加,往往会出现一系列难以被察觉的质量问题,如裂纹、腐蚀等,从而为企业带来安全隐患。因此,在压力管道运行的不同阶段,企业都应安派专业人士利用无损检测技术检查压力管道是否有质量缺陷。但在实际工作中,受多种因素的影响,检测技术往往无法充分发挥作用,从现阶段看来,压力管道检测具有如下问题。

4.1 检测工作量大

压力管道无损检测工作量通常较大、时间紧,如技术人员往往需在有限的时间内完成对几百千米的长输管道及公用管道的检测,受工期等因素的影响,压力管道检测的全面性常得不到保障,进而为企业埋下了严重的安全隐患。

4.2 检测环境复杂

技术人员通常需在露天环境下完成对接力管道的无损检验,检测环境相对复杂,天气、地质、水文等因素常会影响到检测结果的准确性与代表性,甚至威胁到检测工作的顺利进行,为管道质量埋下隐患。

4.3 检测人员专业素质

在无损检测工作中,技术人员应坚持依照管道种类

及检测要求,科学合理地选用具体的检测方法,这很考验技术人员的专业素质水平。但在实际工作中,总会有一些素质不足的技术人员选错检测方法,导致检测结果的准确性不高,无法为管道带来可靠的参考作用。还有部分技术人员的职业道德水平不高,在检测过程中,常出现怠工、懒工等一系列问题,从而导致重检、漏检事故的频频发生,为管道埋下了质量隐患。

5 综合检测中对无损检测技术的应用

结合上文所述不难发现,不同无损检测技术的运作原理与使用范围是各有不同的,在压力管道检测中,采用不同技术进行检测,得出的数据总会有一定的差异。为提升无损检测准确性,建议技术人员在深入了解压力管道材质、结构与功能的基础上,使用合适的检测技术进行综合检测。

现阶段,压力管道建设具有长距离、集中管廊特点,检测工作量日益增大,检测时间却依然紧迫,从而为无损检测提出了更高的要求,超声导波检测技术具有速度快、测点少、范围广的特点,因此可适用于对当前压力管道的无损检测。利用磁致伸缩超声导波检测技术,如图所示,甚至可实现对管距 10mm 管道的监测,且可支持在高温环境下进行检测,易穿透 10mm 以下的管道涂层、防腐层、保温层。但受技术、设备、操作人员专业素质水平等多种因素的影响,目前应用超声导波检测技术检测压力管道的准确性还有待提升,尤其是对质量缺陷位置的判定不够准确,需要技术人员应用其他几种技术进行综合验证,以取得更为理想的检测结果。相较而言,射线检测、超声检测、DR 等准确性较高,适用于对管道任何位置质量缺陷的检测。

实践表明,应用超声检测技术检测管壁分层潜藏的质

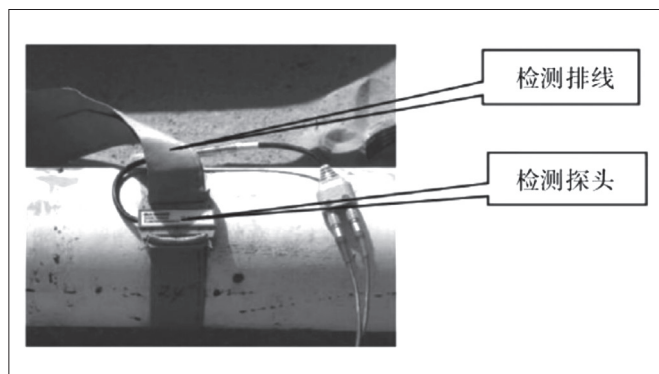


图 磁致伸缩超声导波检测技术

量缺陷最为合适;用磁粉检测技术、渗透检测技术、红外探伤检测技术检测管道表面开口缺陷、近表面缺陷效果较好;在应用渗透检测技术检测管道缺陷的基础上,采用超声检测技术进行综合检测,可较为有效地排查位于压力管道表面及深层次的质量缺陷,实现大范围检测。总之,各种无损检测技术均有其独特的优缺点,在实际工作中,技术人员应坚持结合实际情况选用检测技术,并综合使用多种检测技术,以全面提升检测结果的准确性。

6 应用无损检测技术检测压力管道的注意事项

为提升压力管道无损检测的准确性,建议相关工作人员依据管道的材质及段落确定检测时间,避免影响检测技术效果的最大化发挥。如一些特种设备出现裂纹会有延迟,因此在检测时应控制好检测时间,尽量在完成焊接的 24h 后进行检测,且在选择无损检测技术时还应考察管道的材质及厚度。通常情况下,无损检测技术不会对管道造成较大的伤害,尤其是不会损坏管道的结构,但若技术人员的操作不当,压力管道还是会受到一定程度的破坏,集中于外观、结构上。因此在检测时,技术人员应坚持依照规范流程检测压力管道,同时还应为管道外观、结构添设一定的保护措施,防微杜渐,从而保障管道质量及性能水平。

7 结语

随着社会经济的持续发展,压力管道在输送介质时承受的压力越发增大,相关工作人员应加强对压力管道无损检测技术的研究,以求第一时间发现管道质量缺陷,采取措施提升管道强度、气密性与耐久性,避免压力管道发生安全事故,从而保障压力管道的安全运行。

参考文献:

- [1] 郑学斌. 新型无损检测技术在压力管道在线检测中的应用研究[J]. 内蒙古石油化工, 2021, 47(05): 88-91.
- [2] 刘昕. 解析压力管道无损检测技术进展[J]. 化工管理, 2019(33): 134-135.
- [3] 杨楠. 压力管道无损检测技术及应用[J]. 中国设备工程, 2021(07): 168-169.

作者简介: 田昌华(1971-), 男, 汉族, 湖北十堰人, 本科, 工程师, 研究方向: 特种设备检验检测。