

石油输运管道内缺陷无损检测的研究现状

胡 岸 张 力 (中国石油西南油气田安全环保与技术监督研究院, 四川 成都 610000)

摘 要: 随着我国工业的发展, 石油运输也被人们所关注, 在石油运输中容易出现各种缺陷问题, 比如石油管道内部的腐蚀等问题, 一旦发现就要进行及时更换, 如果不能很好的解决这些缺陷, 就可能造成管道内部的安全问题, 这时需要运用无损检测技术, 有效的避免石油管道中的许多问题, 促进石油的安全运输。

关键词: 石油运输管道; 管道内缺陷; 无损检测技术

石油作为我国主要能源之一, 其安全运输问题一直被我国所重视, 在石油管道运输中, 管道经常受到腐蚀、沉积、阻塞等现象, 其中腐蚀现象最为严重, 轻则发生泄漏引发环境污染, 重者发生重大事故, 危害人民的生命财产安全, 不利于我国工业的发展。这就需要对石油管道进行无损检测技术, 可以保证不破坏管道原有的组织结构, 检测效果较好, 因此被很好的应用在石油管道缺陷检测中。

1 石油输运管道内缺陷无损检测概述

1.1 无损检测技术概述

无损检测技术不破坏被测物体结构完整性, 对其结构和功能进行检查得出相应的数据。在具体检查过程中, 要根据被测物体的特征, 采用具体的检测方式, 一般采用三种方式检查目标的表面缺陷, 但对石油管道内部进行检测, 要了解被测对象中所存在的缺陷类型以及特点, 以便做出相应的分析, 为后续工作评估和检验提供更详细数据。在无损检测技术应用过程中, 需要利用材料的组织性能结构来发现物理量的变化特点, 从而得出被测对象结构的和性能方面存在的缺陷类型。但无损检测技术在实际应用中容易受到许多因素影响, 比如被检测物体的性能形状和结构, 以及检测中人为操作和设备因素, 都在一定程度上影响无损检测技术的可靠性和精准性。应用无损检测技术时一般会采取多个物理量进行分析, 为技术提供更多的数据信息, 才能提升技术应用的可靠性和精准性, 最后再将这些信息和数据对比分析。

1.2 石油管道内无损检测技术

石油作为我国非常重要的能源之一, 多数是采用远距离管道运输的方式来实现。目前, 大多数石油运输管道存在年久失修以及磨损严重的情况, 从而导致一些管道泄漏事件频发, 对石油管道破损检测了解石油管道破损情况, 将有效抑制管道破损

问题。而传统的石油管道检测方式, 大多是对其管道外部进行监测, 但这种方式不适用管道内部的腐蚀情况, 不能够及时判断内部的受损程度和受损情况。而随着科学技术的发展, 各种无损检测也被运用到石油管道内部检测当中, 通过一些检测仪器, 对石油运输管道内部进行检查, 并且这些仪器可以进入管道内部, 随着管道内的压差介质进行运动, 对管道内壁的各种数据信息进行采集, 经后续数据分析人员进行数据分析, 得出管道内外壁金属损失的状态。这种方式能够较为准确的了解管道内部损坏情况以及腐蚀程度, 可以对管道进行较为准确的评估, 以便能够制定相应的维修计划, 确保管道的正常运行。

2 石油管道内缺陷无损检测技术

2.1 漏磁无损检测技术

磁漏无损检测技术, 一般应用在高磁导线材料上, 在使用过程中, 对管道内壁进行磁化, 进而对数据进行分析。石油管道若不存在缺陷, 那么磁力线就会均匀的分布在管壁内。而如果管道内部发生缺陷情况, 就会在缺陷处形成磁通量, 从破损处向外部溢出, 会被外部传感器所接收, 再通过后续分析了解破损情况。磁通量也取决于管道壁厚大小以及管道的规格。如果管道内部非常完整时, 其磁场是以均匀状态分布的, 如若其内部存在缺陷, 比如腐蚀, 等情况, 会导致部分磁力线溢出至管道表面, 也是判断管道内部是否存在缺陷的主要依据。改进后的内腐蚀检测传感器, 是基于磁场扰动技术, 可以测量一些管壁较小的管道, 在检查过程中, 不要求管道材料的状态, 不会受到管道厚度的影响。相对于传统的检查技术来说无损检测技术更有优势, 通过对反馈信号的分析, 了解检测中心的最小信号强度, 竟然让分析人员来判定管道内部是否存在缺陷以及缺陷的范围和大小。但是在测量过程

中也具有一定的内外绝对误差,整个检测过程都需要在磁场的线性变化内进行,可以从磁场反馈的信息中了解被测物体的表面缺陷状况。

2.2 超声波检测技术

2.2.1 传统脉冲超声波检查

该方法在检测时能够很好的收集信号,其主要是由于垂直管道的超声波探头发射超声波,在管道内部传播形成脉冲反射,对管道内部出现的情况进行反射。再经过后续人员分析了解管道厚度,也可以检查到管道内部是否发生异常情况,以及出现腐蚀时的腐蚀程度,因此也被叫做压电超声检测。这一过程中被广泛应用于一些管壁较厚且口径较大的管道检测中,其精准性较高,能够对管道内的应力腐蚀和缺陷进行精准检测。但由于超声波本身的特征及传播需要一定的介质,因此在实际检测过程中需要将探头与管壁之间添加耦合剂,比如油水等作为声波传播的介质,以便能够完成相应的脉冲超声检测过程,这也是限制其发展的一个原因之一,需要技术人员进行相应的技术突破,让其得到更为广泛的应用。

2.2.2 超声导波检测

超声导波传播距离较远,其信号也会随着传播距离而逐渐衰弱,但是其衰落幅度较小,因此在一些不开挖的状态下也能对管道进行检查,但这需要对某个位置进行固定脉冲回波矩阵,以此来扩大检测范围,让其检测更加高效。超声导波是一种非接触性超声检测,在实际应用过程中,能够对管道实现快速的检测,被人们所重视得以快速应用。在实际应用过程中,即可以通过高频电流线圈的靠近来使金属管的表层感应出相应的电流,进而形成一个磁场,促使管道内的带电离子产生高频力。这种检测方式属于高频振动检测技术,对管件内部进行相应检测。管道内部如果存在缺陷,在运用该技术时,缺陷部位就会在外界磁场内作用下形成涡流,进而导致线圈两端的电压发生明显变化,由技术人员进行电压信号检查和分析,可以对管道内部的腐蚀缺陷等进行相应定位和程度确定。同时电磁超声技术不需要添加耦合剂,可以利用电磁作用在石油运输管道中产生相应的超声信号,进而具备超声检测的高精度特点,在一些环境较为恶劣的检测环境中,可以有效的对管道进行直接检测。

2.3 涡流检测技术

2.3.1 脉冲涡流检测技术

涡流检测技术是目前人们所重点关注的对象,

传统的检测技术主要采用正弦波信号来激励驱动线圈,通过一系列变化来让线圈产生相应的阻抗,而随着技术发展,脉冲涡流检测技术也逐渐被应用,其主要采用脉冲信号来激励线圈,脉冲影响被检测物体的表面,进而对其反馈信号实时分析,可以得到相应的缺陷信号。在应用过程中,脉冲信号输入波在激励线圈两端形成感应电流,进而可以形成脉冲磁场,在一些管道当中就可以通过这种感应磁场来形成脉冲涡流电流,让其在金属管内部进行分散和传播。这种方式在传播过程中会进行逐渐递减,也会导致线圈两端的电压发生改变,最终导致线圈上的电压信号不同,让后续工作人员能够根据检测电压变化了解反馈信号的变化,计算出金属管道的壁厚以及电压信号之间的关系,再通过这种联系应用在实际场地中,对管道壁的厚度进行计算。在无损检测中,通常是依靠相应信号的特点,比如信号的幅度峰值时间,对管道内部腐蚀状况进行分析和研究,通过这些信号数值的变化,可以了解管道内部是否发生缺陷情况以及缺陷状态的大小等。

2.3.2 多频和远场涡流检测技术

传统的常规涡流检测技术容易受到许多影响,比如管道的材质以及是否导电性,对于整个检测过程来说影响是非常大的,同时该方式也只能应用于管道的表面检查,对其内部缺乏一种检查,进而影响整个检查过程。同时被测物体的形状以及探头所处位置也都会影响整个检查过程,容易发生检测结果不准确的现象。因此为了能够很好解决这些问题,弥补检查过程中不足,就可以采用多频物流检测技术和远程涡流检测技术。多频涡流检测技术,在应用当中可以使用多个频率的信号来激励探头,让其能够有效的避免应用过程中的一些问题,比如减少因探头晃动以及材料管制问题所引起的干扰信号等,增加检测的灵敏性和检测深度,其需要和缺陷处所反映出的激励信号进行对比,进而排除相应的干扰因素,能够及时提取出缺陷信号。远程涡流检测技术即是一种能够通过金属管壁的涡流检测技术,其在实际应用过程中具备非常强的抗干扰能力,由于探头本身的问题,其在末端会产生晃动,极大影响了检测效果,但在该方式中能够有效的避免这种干扰,因此被很好的运用在管道缺陷检查当中。该技术不受电导率和磁导率的影响,可以检测铁质性和非铁质管道的表面及管道内部中的缺陷,因此被很好的应用在管道检测当中,但同时该技术还处于发展阶段,仍然存在较多的不足,比如探头

长度过大,对管道有着较高的要求,以及检测线圈的信号幅度较低,对信号的提取和处理比较困难,这些都是阻挠其发展的问题,需要相应的技术人员进行不断的研究和探讨,以便能够促进涡流检测技术的发展。

2.4 射线检测技术

2.4.1 射线实时成像技术

科学技术的不断发展,必定会带动检测技术的升级和换代。近年来,数字图像处理技术等也逐渐应用在管道检测中,其中主要包括射线实时成像技术等,进一步提升了检测结果的精准性,在实际过程中能够很好的对管道内部进行探测。和射线胶片相比较,其具有很多突出的优点,比如采用无胶片处理的过程,大大提高了检测的效率及准确性,并且其可以从多种角度进行透视,整个过程较为灵活,同时其还可以通过图像处理,将缺陷部分更为直观的呈现出来,这就需要运用到数字化图像处理技术,让检测结果的灵敏度进一步提高。

2.4.2 断层扫描成像技术

断层扫描技术也被称为 ICT,在近年来得到很好的发展,其主要原理就是通过发射高能射线,对物体进行断层扫描,通过相关仪器来对射线进行数据分析了解其衰减信息,再由计算机进行数据分析,得到断层的二维灰度图像,这种二维灰度图像可以被用来分辨断面是否存在内部缺陷以及缺陷的特性和大小等。该技术在实际的运用过程中,可以实现对断层部位的清晰扫描,让后续人员能够清晰的了解到断层的相关信息,同时整个过程也避免了普通扫描所存在的一些图像失踪等问题,既然能够清晰了解到石油输管道内破损图像,让后台数据分析人员可直观了解缺陷的位置形状和大小。但是该技术也存在不足,相关技术还不够完善,对设备的依赖性较强,且设备过于复杂,使用成本较高,每次利用该技术进行扫描时,只能检测到某一个断面,而且检测的数据量比较大,为后续的图像分析计算带来困难,也就导致检测过程缓慢,不适用于大批量的管线检测工作。同时再将该技术应用于管道检查时,对辐射源和探测器有一定的要求,即必须分别至于管道的两侧,对于一些管道空间比较狭窄的管道难度比较大。

2.4.3 射线数字成像技术

射线数字成像技术可以采用影像模板或者探测器来记录射线信号,该方法不存在曝光步骤,大大提高了检测的效率,同时因其本身特性,数据图像

便于保存和传输,可以利用各种数据处理技术来提高图片的质量,再通过计算机来进行远程传输,进一步实现远程实时检测。数字成像技术又包括许多衍生技术,其中基于影像的 CR 技术和基于探测器的 DR 技术等,这些技术都能够具备数字成像技术的优点,再加以后续的改良,能够满足不同施工作业的要求。

2.4.4 红外无损检测技术

红外无损检测技术是通过物体表面热传导能力进行分析,既是对缺陷区域和完整区域的是传导能力进行分析,在这一过程中可以通过仪器来探测管道表面的温度是否发生异常,进而对管道进行温度进行探测,了解及中所存在的一些问题,在由后台数据分析人员进行分析,得到管道的缺陷位置和缺陷情况。在检测过程中需要向管道内注入热量,该过程是非常重要的,在一定程度上能够影响整个检测的准确性,热量在管道内进行扩散和传播,再经由管道壁到管道表面引起表面温度发生相应的变化,若管道内部比较完整,该注入的能量就会在管道两面进行均匀的扩散,不存在某点过于突出,因此其所散发出来的温度力场也比较均匀,没有明显的变化,但如果管道内部出现破损等情况时,在破损地区的热量分布就会受到影响,会导致热量分布场受阻或加强,让该地区的热量堆积或流失,在其表面温度上发生变化。而红外检测方式又分为主动式和被动式,主要区分就是在于二者是否需要加热热源,同时,由于加热方式不同,采集图像和处理数据的方式也会不同,需要相关技术人员根据现场施工进行选择,选取合适的处理技术。

3 结束语

随着科学技术的快速发展,也应当注重无损检测技术在石油管道中的应用,以便能够提高石油运输的安全性,这就需要运用到超声、射线等检测技术,对管道内缺陷能够进行很好的检查。但这些技术仍然有较大的发展空间,需要相关技术人员应当不断的去进行探索和完善,以便促进石油管道运输的发展。

参考文献:

- [1] 冀敏. 基于激光超声波的管道缺陷无损检测技术研究 [D]. 西安: 西京学院, 2019.90.
- [2] 汪永康, 刘杰, 刘明, 杜邵先, 鲍元飞. 石油管道内缺陷无损检测技术的研究现状 [J]. 腐蚀与防护, 2019(9):92-93.