

超声波方法进行石油机械结构的检测技术

杨超

山东赛福特技术检测有限公司

[摘要]相比于普通的机械设备,油气探勘装置和输送管线、储运容器等对无损检测技术的需求特别高,但同时由于这类机械设备结构不能出现空隙气孔、焊缝缺口、裂缝等质量问题,所以唯有采用无损检测技术方可保证石油机械结构的检测维修水平。文章首先剖析了石油机械构件无损检验面临的问题,阐述了超声无损检验方法的基本原理和优缺点,给出了使用超声开展石油机械构件无损检验的具体方法及其步骤。超声方法在机械设备构件无损检验中的运用能够提高无损检验的精细化管理水平,对石油机械构件的检查维修有着重大意义。

[关键词]超声波;无损检测;石油机械;结构探伤

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.513

石油勘探仪器、石油传输管道和石油储存运输容器等石油机械结构上不允许出现太多太大的裂纹、空隙气孔和焊缝缺陷等,因此对无损探伤、无损检测要求很高。而超声波无损检测方法是检测效果可靠、准确,又极方便易行的一种无损检测方法,值得深入研究并进一步扩大应用范围。

1 石油机械结构常见缺陷

1.1 气孔与夹渣

石油设备的主体都是钢构,而当前许多钢构在焊接过程中,因为焊缝的工作温度比较高,所以大量的气体对产生的热反应进行了吸收而形成了气孔,而这种气孔也会影响整个钢结构的热稳定性。当焊接冷却至固化状态前,若没能很好的使气体释放,会形成一个个由气体所组成的小空洞。这种空隙中有集成的空洞和单孔形成方式不同,气洞的特点也不同,形成的因素也不相同。一般密集气洞反射波都是簇形的,在测量时可以很方便地检出回波的高度,并根据气洞的尺寸和外形等因素作为依据,可以很方便检查出气孔的形状,波形也就比较稳定。但是,在检测时困难很多,必须采用各个方位的探针以及各种的检测手段才能确保整个气孔的合理发掘,但在检测时不要随意的移动探针,以免其形态改变。同时,夹渣问题也是焊接之后往往会出现的一种问题,在钢构最后的焊接过程中,可能会产生金属或者非金属的残余杂物或者部分残渣^[1],而这种熔渣在碰到温度变化较大的钢时可能会使其表面产生不规则的形态,而这些形状会影响整个钢构的稳定性,从而产生振动或者压力使之出现破裂的概率也相当大。

1.2 裂纹与未熔合

在钢构焊接阶段和焊缝结束后也会产生相应的裂缝,很多钢结构中由于高温过热会使材料局部出现受热不平衡,因此产生了裂纹和焊缝。而一般的裂缝一旦出现后,在检测时可能返波的高度会比较高,当人对检测头做出水平转动的时候,就会产生波动幅度的变化,一旦产生了连续的反射波动,则这种裂缝会严重,但是只要对超声检测头做出旋转时变化并不明显,或者只是产生了上下误动的变化,则这种裂缝可能性会比较小。而且通常在焊接阶段由于人工未能注意到焊点的熔融性,产生了未熔合的情况,和其他的填充性

金属板材不能正确的结合。在这个情形下,就必须对整个所测量的反射波的特点加以分析,并对超声波探头加以水平移动,只要其波形比较平稳那么就证明此是融合点。

2 超声波无损检测原理及优势

2.1 超声波检测原理

在现代科技日益发达的过程中,无损检验中的超声波检验方法是一种新兴的技术手段,而且这项技术的应用已经相当普遍,是一种关键性的技术。超声波技术的合理应用可以检查钢铁结构的夹渣及其裂缝等,以充分了解钢结构的施工情况。同时采用这项方法的设备检测安全系数也相当大,并且操作起来更加方便。超声波检测装置的基本结构一般包括超声波探伤仪、探测器头和耦合剂等,由于在介质中超声波传输时波种相当多,在落实检测工作的整个流程中,较为常用的波型一般包括横波、纵波、板波,还有表面波等^[2]。技术基本原理一般包括:通过探测器发射声波,可以在检验物体上迅速传播,如果在检验的物体处理过程中一旦有气孔、夹渣或者裂缝等出现,一些超声波就会被反馈回来,由超声传感器接受,同时可以将它现实到显示器上,经过测量和分析回波,就可以了解检验物品的具体状态。

2.2 超声波无损检测优势

和其他的无损检验技术比较,超声无损检验技术具备如下优势:(1)测试范围广,能够进行金属材料、非金属等材料结构的无害测试。(2)透过力强。超声检验技术能够透过到物质内部并进行缺陷测试,不但能够测试1~2mm深的薄壁管道,还能够测试几米深的钢锻材。(3)能够精准定位检查物质缺点部位,并对面积型缺陷的物件品质缺点检出率高。(4)灵敏度最高。超声波等无损测量技术能够快速检出尺寸较微小的物质缺点,且测量成本低,对人类健康和自然环境也不致产生有害物。

3 超声波无损探伤在石油机械结构检测中的应用

3.1 检测方法

超声波探伤的方式有很多种,最常见的方法一般是脉冲反射法。但是因为物质内部结构的缺陷,会使物质材料内部结构不连续,当脉动传递至不连续部分时,因为不连接部位的声电阻不相同,脉动就会在两侧声电阻不相同的区域产生

反射的情况,而且与超声反射过来的力量程度以及方位与界面处物质的取向程度直接相关。而根据这一机理,就能够设计出脉冲反射式超声波探伤仪。而目前所使用的脉冲反射式超声波探伤仪主要是A扫描方法^[3],显示器纵坐标指示的是反射波的传播幅度,而横坐标则表示的是超声在物质传播的距离,或是持续时间。在某个管道物件中出现缺陷时,就会在管道材料和缺陷物质之间产生与一种正常介质完全不同的界面,当超声传播至交界面上时,因为两种物质的声阻抗值不同,会使超声波传感器产生反射,反射过来的能量被接收器接收到,随后就能在屏幕上表现出反射波的波形,因为反射波的形态和宽度都不一样,所以能表现出缺陷的各种特性。

3.2 检测系统构成

无损检测系统主要是以运用计算机技术为基础,并利用计算机系统,将其与GPIB电缆、信号发生器以及数字示波器等设备联接起来。信号发生器通过功率放大电路与声波发射换能器相连,通过数字示波器与声波接收换能器相连。对参加测试的石油机械构件,使用声波发射换能器和声波接收换能器来传递信息,再经过计算机系统对信号采集后的分析,才能判断机械构件是否产生破坏,从而完成无损探伤的过程。

3.3 超声波信号的产生

对超声波无损测试设备而言,一般都会选用比较窄一些的单脉冲信号,比如美国某企业研制的任意信号编制软件,在计算机中已经编制好要使用的单脉冲超声检测技术信号,频率都在超声检测技术信号范围中,一般在测试中使用单脉冲信号的时间长度都是 $0.625\mu\text{s}$ 或 $1\mu\text{s}$ 。除却通过软件编制预选好的单脉冲信号之外,也能够通过SONY公司提供的AFG320信号发生器面板,通过一系列操作产生不同信息或者编辑后生成特定信息等,不过这些信息在产生时间或者波形等方面都可能会遭到抑制。由于日本SONY有限公司所研制的AFG320信号发生器的实际使用范围或许会收到一定局限,而且也没法充分满足石油机械结构无损测试的需要,因此使用AFG320信号发生器根本无法产生相应的单脉冲信息。为改善这一问题,只能继续使用由美国某企业所研制的任意信息编写软件,从电脑中编译并产生一条较窄的单脉冲信息,然后再使用GPIB线缆或者在电脑PCI插槽中的另一块GPIB接口板,将单脉冲信息经过电脑存放在AFG320中四个独立存储器的其中一个里。AFG320拥有四个单独的任意信息存储器,由电脑中编写完成的任何信息都可以在这里单独保存下来,当需要应用时就会进行调用^[4]。

3.4 裂纹宽度的确定

一旦在机械结构中检测出裂纹,接下来就要判断出裂纹的宽度,从而判断其是否会影响机械设备的性能,通常可以使用A扫描方式来完成裂纹宽度的检测。使用该方法检

测时,工作人员不停地移动、调整检测装置的位置,如果遇到有裂纹的地方,检测装置会检测到反射回来的异常声波信号,而如果没有裂纹,就不会产生信号,根据这一原理,便能够快速确定裂纹的宽度。针对反射回来的声波信号,要确定是裂缝产生的,还是机械结构的边缘产生的,避免出现检测失误。

3.5 裂纹位置的确定

发出与收到的超声波经波型变换后,在石油机械等金属材料中传递的都是横波。但如上所述,由于横波也可以在固体中传递,所以我们对试验进行的无损检验都是用横波探伤检测法无损检验。横波探伤法,是将声波以特定角度进入到工件中形成波型转换,将超声波以横波形式在构件中传递,并以此实现结构检测的方式。当横波进入工件后,当所遇缺陷与声束大小相等或角度变化较大时,声波就会产生反弹,在数字示波器和计算机显示屏上会出现缺陷和裂纹的反射信号。知道了横波在结构件上的传播速度,并通过从软件中得到的反射波传播频率,就能够估计并判断出裂纹的具体情况。

3.6 多次探伤确保结果的准确性

初次检测之后,还必须再进行结构的二次检测,这种检测方式必须保证检测的准确性,此方法的应用原理与初次检测相同,只不过必须放慢整体过程,并且仔细检查探伤法的整体流程,以防止漏测问题。但是如果在初次检查时出现了问题,第二次就必须进行重复检测,以找出造成问题发生的能量最高的回波束,并进行相应的检查记录,如此一来,就可以改善缺陷检测状况。在检测时必须特别注意,就必须按照每条焊缝的长度百分比,来计算探伤检测的时间百分比。

4 结束语

以上用到的超声脉冲反射法又叫A扫描法,能够非常简洁清晰地检查出建筑构件上不同宽窄、长度的裂缝,并且还能够很精准地判断出裂缝的长度。超声波探伤的最大优势,是对裂缝、夹层、未焊透等各种类型的结构缺陷都具备很高的检测能力,越是细品的材料超声穿透力越强,结果检出率也越高。同时超声波检测系统安装在笔记本电脑上,携带方便、操作简单且成本较低,同时还具有应用灵活、测量灵敏度高,并能迅速准确得出检验结论等诸多优势,使之广泛地应用于石油机械构造的无损检测中,可以大幅提高检测效率。

参考文献

- [1] 马洪燕, 耿秋明. 钢结构无损检测中超声波探伤技术的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2018(31): 73.
- [2] 江涌. 焊接质量的超声波探伤无损检测探析[J]. 中国高新技术企业, 2015(11): 76-77.