

涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用

张玉阁

(鲁西科安特种设备检测有限公司, 山东 聊城 252000)

【摘要】 涡流检测技术是目前各个工业领域, 使用率非常高的一种无损检测技术, 在工业领域展现着至关重要的作用与意义。其使用主要是通过电磁感应原理, 通过在探头的线圈中接入交接电, 然后再将探头靠近需要检测的工业零件, 利用磁场作用, 接受检测的工业零件会感应出涡流。但是, 当下涡流检测技术还没有在承压特种设备的检验工作中获得广泛运用, 本文, 通过深入研究涡流检测技术的分类, 以及其技术优势与不足, 再进行深入分析涡流检测技术应用, 从而提出涡流检测技术在承压特种设备检验中的具体情况。

【关键词】 涡流检测技术; 承压特种设备; 检验; 应用策略

前言

接受检测的工业零件如果存在几何缺陷或者电磁异常等一系列的客观情况, 均会对涡流的变化造成一定的影响, 这种变化又会对于线圈造成反作用, 导致阻抗与感生电压发生改变。而通过测定变化值, 能够检测出接受检测的零件究竟哪里有缺陷, 但是因为受到诸多客观因素的影响, 导致涡流检测技术还没有广泛运用于承压特种设备的检验工作中。如果可以立足于技术层面从而不断完善涡流检测技术, 并且在承压特种设备的检验当中合理的运用涡流检测技术, 那么能够为此提供更为精准的技术保障。

一、涡流检测技术的分类

(一) 穿过式线圈

目前, 涡流检测技术根据接受检测工件的外形以及检测目标等条件, 正常情况被细分为三个线圈类型, 其中包括了: 穿过式线圈、探测器线圈、和插入式线圈^[1]。而穿过式线圈涡流检测技术, 着重运用于管状、棒状与线状等形状的工件材料的检测中, 通过将内径略大于被检测工件的线圈套在被检测工件外, 然后让被检测工件以一定的速度缓慢穿过线圈, 并参照所产生的信号以此来精准的发现工件上的裂纹以及杂质等一系列的缺陷。

(二) 探测器线圈

探测器线圈主要运用于工件的局部区域检测, 通过将线圈放在能够安置的地方, 如板状或者是管状区域, 探测器线圈可以精准的检测出机器发动机叶片上的相关缺陷等问题。值得注意的是, 为了进一步的增强涡流检测的敏锐程度, 可以频繁的更换线圈当中的磁芯。

(三) 插入式线圈

插入式线圈从名字就可以知道其检测方法, 通过将线圈插入至被检测工件的内部从而展开检测工作。

因此, 这一类型的涡流检测技术往往适用于管状、以及孔状的工件中, 对其管道内部的缺陷展开行之有效的检测操作。

二、涡流检测技术优势与不足

(一) 涡流检测技术优势

首先, 涡流检测技术主要依靠的是通过在线圈当中接入交接电, 借助于电磁感应原理针对被检测工件展开缺陷的探测, 同时还不需要利用耦合剂作为介质, 这既是一种无损检测方法, 也不会与被检测工件形成必要的接触, 更可以在高温情况下展开检测工作。不仅极大地提升了检测速度, 还扩大了检测范围。此外, 涡流检测技术还能够实施自动化检测, 因为特别适用于在线普检。其次, 涡流检测技术的仪器具有非常高的灵敏度, 再加上能够实施非常显著的线性指示, 不论是大小尺寸、亦或者是工件表面与近表面的缺陷, 都可以通过涡流检测技术来展开有效检验。因此, 极大地提升了整个检测结果的精准度, 能够在工件的质量与控制工作中发挥突出作用。再次, 涡流检测技术的线圈探头能够伸至管道、孔状的远处进行检测作业, 可以针对部分工件的狭窄部位、以及深孔壁展开有效的检测工作。其实能够对检测结果造成影响的因素有很多, 而为了能够找到某个因素的影响, 能够利用控制变量法, 达到抑制大部分因素, 但只改变其中某一个因素的效果。最后, 因为涡流检测技术主要就是借助电磁感应原理, 所以其检测信号也是以电信号的形式来展现, 基于此情况, 可以针对检测结果展开数字化的处理, 同时, 还能够将处理后的结果保存起来, 之后还可以将检测结果数据再现, 并且与其他数据展开对比与处理^[2]。

(二) 涡流检测技术不足

涡流检测技术只能够针对导电材料进行运用, 也

就是说涡流检测技术只能检测金属工件的缺陷问题,再加上涡流检测技术的核心就是电磁感应原理。因此,涡流检测技术只可以检测表面或者是近表面的缺陷,不能针对工件或者是材料的内部或者是深层次进行缺陷检测。其次,涡流检测技术的涡流能够渗透到何种深度,主要是受到频率大小而影响的,也就是说检测频率越高,其涡流的密度也就不断增大,那么涡流只能够渗透表面。而随着检测频率的降低,那么涡流的密度也就降低,此时涡流能够渗透的也就更深。值得注意的,表面涡流密度能够变小,所以,涡流检测的深度、以及表面检测的灵敏度是相反的,也可以说,检测深度与表面缺陷灵敏度,呈现出相互制约、但同时又相互矛盾的特色。如果在对某种工件材料展开涡流检测时,那么必须综合考虑多方面的因素,最终选择一个最优的无损检测方案。再次,在运用穿过式线圈针对工件展开检测时,因为线圈感应到的是工件接近线圈的圆环部门,所以检测结果只能够代表一定面积的综合检测结果,无法更确切缺陷的所在位置。最后,探测式线圈能够更为精准的检测出工件的缺陷位置,其灵敏度以及分辨率也非常高,但是由于检测范围太过于狭小,进而在检测工件过程中需要进行全面的扫查工作时,一定要严格控制扫查的速度,导致检测的速度相对较慢。

三、涡流检测技术应用

涡流检测技术作为一种无损检测方法,已经在我国的各行各业得到了广泛运用,也逐渐向一些高端领域渗透与使用。首先,将涡流检测技术应用于航天航空领域,通过对该行业领域的金属构件展开精准检测,最大限度地保障飞行的飞行安全。例如,通过涡流检测技术从而检验飞机的多层结构、航空发动机的叶片,甚至是螺栓的裂纹等缺陷,为及时检修保障飞行安全提供有利保障。其次,涡流检测技术在电力与石化工业领域都获得广泛运用,在有色或者是黑色的金属管道投放使用前,借助涡流检测技术展开检测,可以精准的检测出这些管道是否存在晶间腐蚀,或者是否存在壁厚减薄,亦或者外壁是否存在磨损的情况。除此之外,在检测过程中还可以很好的去除支撑板以及管板所带来的一系列干扰信号。与此同时,涡流检测技术还被应用于汽轮机轴发动机叶片、抽油杆等一系列零部件的检测工作中。再次,涡流检测技术在冶金与机械行业领域也得到了广泛运用,通过插入式线圈的涡流检测方式,可以针对各种金属管材以及棒材展开很好的检测,在探测的过程中,既能够充分考虑长缺陷,还能有效考虑长贯穿伤以及短缺陷。而且还可以检测一系列的干扰信号,如晃动的情况以及材质不均匀的情况,针对金属管道内外壁的缺陷具

有极高的敏锐度。最后,涡流检测技术也被运用于核能与军事工业当中,如,在军用武器的炮管当中、或者是导弹发射器、亦或者是炮弹座等,在服役前以及服役过程中都可以利用涡流检测技术针对管道缺陷展开有效检测^[3]。而金属磁记忆技术也被运用在装甲车以及舰船等金属结构的缺陷早期检测工作中。

四、涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用

(一) 在役换热器、冷凝器的换热管与锅炉水冷壁管检测

涡流检测技术的运用结果与被检测材料的电导率有着极大的关系,而电导率又容易遭受压力因素的干扰,因此,涡流检测技术针对承压特种设备展开检验工作时,涡流检测结果极易发生误差。但是,涡流检测技术是当下运用最为广泛的一种无损检测手段,既能够将材料表面的缺陷检测出来,还可以将油漆层面下的缺陷也检测出来。所以,即使涡流检测技术还没有在承压特种设备的检验中得到广泛的应用,但是,针对在役换热器、冷凝器的换热管,以及锅炉水冷壁管的检测工作中却得到了广泛运用。针对管状工件的缺陷进行探伤,可以说是涡流检测技术最为成熟,也是使用率最高的应用,再加上检验标准多、检测技术相对成熟,所以极大地提升了检测结果的精准度与可靠性。目前,涡流检测技术相关的检验标准,包括《承压设备无损检测》以及《钢管涡流探伤检测方法》等。而当下,承压特种设备检验工作中,针对压力容器进行定期检测时,对于换热管以及锅炉水冷壁管的检测,往往以宏观检查、内窥镜检查以及耐压试验等相关检测手段为主。管道因为受特种设备的结构局限,所以无法利用其他无损检测手段展开检验。而涡流检测技术在役换热器、冷凝器的换热管与锅炉水冷壁管的检测,通过借助多通道远场涡流检测技术,针对缺陷具有极高的敏锐度,极大地提升了缺陷的检出率,有助于及时发现潜藏的安全隐患,为有效避免发生生产事故而奠定有利基础。

涡流检测技术应用于换热管检测中,主要运用的仪器设备包括:涡流检测仪、笔记本电脑、多通道远场检测探头,如果是针对锅炉的水冷壁管展开检测,那么还能够利用手持外置多的探头,再结合自动爬行者而展开使用,能够显著的增强检测效率。涡流探伤在实际运用过程中,因为受到检测工件的材料、形状以及尺寸等一系列客观因素的影响,所以必须配备针对性的探头才能够展开有效的检测。而涡流检测探头高达一千多种,如果需要全部配齐的话,那么将会是一笔很大的支出,甚至比主机的支出还要高。同时,换热管的材质大部分以铜管为主,而锅炉水冷壁管的材质则主要是以碳钢为主,两个工件的管径

相差不大,因此所需的探头型号也会得到有效控制,展开涡流检测时也不会因为配备探头而提高成本,具有极强的操作性。

(二) 检测奥氏体不锈钢焊缝

奥氏体这种不锈钢材料不是铁磁性材料的一种,因此,定期针对压力容器与压力管道展开检测工作时,奥氏体不锈钢的焊缝根本不能接受磁粉检测。奥氏体不锈钢的材质成份因为晶粒过于粗大,所以极易导致声波散射的情况,如果利用超声波对其展开探伤,可想而知灵敏度肯定大打折扣^[4]。目前,针对承压特种设备展开缺陷检测工作时,对于奥氏体不锈钢材料的焊缝普遍情况采取表面渗透检测,而射线检测一般情况下以抽查为主,这种检测方法不仅效率极低,还会因为繁琐的检测步骤而造成极大的工作量。而涡流检测技术不仅可以针对奥氏体不锈钢的焊接缝以及角焊缝展开有效检测,同时,其检测最大深度能够达到5mm。涡流检测技术在检测奥氏体不锈钢焊缝时,所需要运用的仪器设备包括:涡流检测仪、笔记本电脑以及焊缝专用探头。利用涡流检测技术针对奥氏体不锈钢焊缝进行探伤,对于焊缝表面具有极高的要求,如焊缝高度、焊缝的宽度、焊纹以及焊瘤等,这些客观因素都会对于涡流检测结果造成一定的影响。所以,目前只是运用涡流检测技术来,针对奥氏体不锈钢的焊缝疑似部位展开初步探伤,然后再展开射线拍片检测,以此来保障探伤的最大精准度。

(三) 工业管道定期检验

为了确保工业生产安全,因此会定期针对工业管道展开检测工作,因为受到停机时间的制约以及检修成本的限制,尤其是外部包裹了保温绝热材料的工业管道,必须将包裹的材料拆除以后才能够实施抽检。而利用涡流检测技术,一次性能够针对多个焊口进行检测,还能够针对管道的内外壁腐蚀情况、凹坑情况等展开全面的检查,极大地提升了检测效率。随着我国工业化的高速发展,工业管道的管径也呈现多样化,进而需要配备差异化的检测探头,还需要配备与管径相符合的对比试样。而针对管径相对较大的工业管道,可以借助管线外爬探头从而展开检测工作,通过设计多种探头外形,可极大满足多种规格型号的管道要求。针对在役铁磁性工业管道展开定期检测工作时,可通过阵列式近场以及远场相融合的线圈检测方式,沿着管道进行周向分布,即可通过管道外壁保护层从而针对管壁展开有效检测。在实际检测时,必须针对检测结果进行全方面的考量,例如支管开口或者管子表面损伤等情况。虽然,定期针对工业管道进行检验,运用涡流探伤其灵敏度与可靠性无法与其他常规无损检测手段相对比,但是,如果与其他无损

检测手段联合起来进行检测,那么检测结果的准确度将会大大提升。目前,少数涡流探头是能够配置摄像头,在涡流探伤过程中通过运用这种探头,既可探伤,还兼具内窥镜的作用,极大地增强了工业管道探伤的精准性。不过,这种探头的支出相对较高,所以在工业管道的定期检测中尽快尝试性地进行涡流检测。

(四) 其它常规无损检测方法不能合用领域

涡流检测技术凭借其检测工艺特点,因此,在部分射线、渗透或者是磁粉检测不能应用的场合,涡流检测技术能够起到显著的作用。例如,针对外壁缠着翅片的管束进行检测时,就可利用远场涡流检测手段,针对内壁展开有效检测,再利用混频等一系列的技术,从而可以达到有效抑制干扰信号的作用,极大的提升检测灵敏度^[5]。又如,运用涡流检测技术来检测埋地罐钢板质量,针对那些只能进行局部开挖或者是根本不能开挖的埋地罐,就可运用外置多探头展开涡流检测,可及时发现内外壁存在的腐蚀情况,检测数据的精准度极高。并且,定期检查埋地压力管道时,通过使用涡流检测技术,极大的降低开挖工作量。除此之外,涡流检测还能够通过压力管道内壁的检测结果,从而得知压力管道内部的详细情况,如壁管的渐变缺陷、局部缺陷以及均匀减薄缺陷。

总结

虽然,涡流检测技术已经在我国的各行各业得到了广泛运用,尤其是在工业产业领域,但是涡流检测技术在承压特种设备的检测,却依然处于初级阶段,针对工件的缺陷还不能展开定性、定量的分析,检测结果的准确度与可靠性还不能得到有效保障。如果,针对涡流检测技术展开不断的优化与改进,针对设备实施进一步的改良,再科学结合涡流检测技术自身的优势与特点,将会对承压特种设备的检测工作提供极大的便利性。

参考文献:

- [1] 钟勇军. 基于涡流检测技术的承压特种设备检测[J]. 模具制造, 2023, 23(10): 265-267.
- [2] 郭宏亮, 卢俊文, 湛立宁, 王肖逸, 周璐璐. 脉冲涡流检测技术在氨制冷承压设备检验中的应用[J]. 中国特种设备安全, 2023, 39(05): 57-61.
- [3] 彭武强, 李昌盛, 木贵军, 冉龙华, 关文政. 无损检测技术在承压类特种设备检验检测中的应用[J]. 科技创新与应用, 2023, 13(06): 174-178.
- [4] 陈阳文. 涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用[J]. 中国高新科技, 2020, (19): 56-57.
- [5] 陈嘉辉. 涡流检测技术在承压特种设备检测中的应用研究[J]. 特种设备安全技术, 2017, (06): 51-53.