

物理学与无损检测技术

张晓春

耿子山

宋成有

(黑龙江矿业学院) (桃山林业局鸡岭子弟学校) (巴彦县兴隆中学)

无损检测技术是一门新兴的综合性的应用技术科学,它以物理学为基础,同时涉及材料科学、微电子学和计算机科学等.该技术以不损害被检测对象的使用性能为前提,对各种工程材料、零部件和结构件进行有效地检验和测试,借以评价它们的完整性、连续性、安全可靠性及某些物理性能.检测的主要内容是看被检对象表面或内部是否有缺陷(如气孔、砂眼、裂纹、夹杂和脱胶等)存在,并判断缺陷的形状、性质、大小、位置、取向和内含物等情况;还能提供涂层厚度、材料成分、组织状态、应力分布以及某些物理量和机械量等信息.利用智能化仪器和动态无损检测技术还可以对在役或正在生产的产品进行现场质量监控.

无损检测技术可以根据所检出的缺陷的特性,依照常规力学或断裂力学的判据对被检物的可靠性作出恰当的评价.所以无损检测技术是为了保证材料和构件的高质量、高性能以及在安全使用上提供科学依据的重要方法.它是工业生产中实现质量控制、改进工艺和提高生产率的重要手段,也是保障设备安全运行的重要措施.因此,无损检测技术在工业界,特别是在航天航空、机械制造、核技术、锅炉压力容器、电站设备、铁道、石油化工、建筑、冶金矿山等工业中被广泛应用.

无损检测技术所使用的各种无损检测方法

总之,红外技术是现代光学技术的一个重要分支,军用红外技术是红外技术应用于军事领域的一项新兴的光学技术.综观红外技术在军事上的应用,可概括为:为部队提供夜间行动和作战能力;为部队提供军事情报;提高武器系统的命中精度;改善武器系统抗电磁干扰的能力等.由此可见,红外技术对战争的战略战术和军队的作战行动,产生着重大的影响.今后红外

的基本原理几乎涉及到现代物理学的各个分支.目前应用最广泛的常规无损检测方法主要是渗透检测、磁力检测、涡流检测、射线检测和超声波检测.随着物理学的发展,近年来许多无损检测新方法和新技术也获得了迅速的发展和应用.如声发射、激光全息、微波、红外、穆斯堡尔谱、巴克豪森等等.

渗透检测的基本原理是利用渗透液的润湿作用和毛细现象,使渗透液进入工件表面开口的缺陷,随后被吸附和显像.具体操作是:首先清洗受检工件表面,使其干燥;在受检表面上涂渗透液,由于毛细现象渗透液被吸入缺陷内,再除去表面多余的渗透液;在试件表面施加显像剂,缺陷内部的渗透液被显像剂吸附,形成与缺陷形状相应的痕迹或图象.观察缺陷图象有着色法和荧光法.着色法在日光或灯光下用肉眼或借助于10倍以下的放大镜观察.荧光法需要在暗室中紫外线灯的照射下观察.渗透检测原理简单、操作容易、方法灵活、适用性强,可以检测各种材料,且不受工件几何形状、尺寸大小的影响.该法对表面裂纹有很高的检测灵敏度,缺点是不能检测内部缺陷和夹杂物.

磁力检测是利用导磁金属在磁场中被磁化,并通过显示介质来检测缺陷特性的一种方法.在磁导率不同的两种介质的界面上,磁感应线方向会发生改变.若两种介质的磁导率相差技术的发展趋势是:在研制具有信号处理能力的镶嵌焦面阵列成像系统的同时,重视室温长波红外系统的研制,以满足军事上的多种要求.成像技术与模式识别、微处理机技术相结合,将出现具有自适应能力的凝视型实时空间的侦察监视系统和具有自主攻击能力的武器系统.远红外(20—1000微米)波段的开拓,将为军事应用展示新的前景.

悬殊,如铁磁材料和空气,当铁磁材料被强烈磁化后,对没有缺陷的工件,磁感应线均匀分布。工件有缺陷时,就会在缺陷处发生磁感应线外泄现象,即产生漏磁场。采用某种物质(如磁粉)或某种元件(如霍尔元件)检测出漏磁场的存在。根据漏磁场可以判断缺陷的位置、大小、形状和性质。

涡流检测是建立在电磁感应理论上,利用交变磁场作用在不同材料会产生不同振幅和相位的涡流来检测导电材料的物理性能、缺陷和结构情况的差异。涡流检测系统包括一个高频交变电压发生器,一个检测线圈和一个分析显示器。高频交变电压发生器为线圈提供交变电流,由线圈产生一个交变磁场。工件放在线圈中或线圈附近,这样在工件上感应出涡流,涡流又产生一个磁场。该磁场与原磁场相互作用,导致线圈中磁场变化。涡流磁场包含了工件性能和其内部缺陷的信息。检测线圈检测出工件中涡流磁场的变化,即检测出工件的电导率、磁导率、缺陷等信息,经分析处理后由显示器显示出来。

射线检测是利用 X 射线、 γ 射线和中子射线易于穿透物体,穿透物体过程中受到吸收和散射而衰减的性质,在感光材料上获得与材料内部结构和缺陷相对应的黑度不同的图象,从而检测出物体内部缺陷的种类、大小、分布状况。射线检测形象直观,比较容易判断缺陷的尺寸和性质,特别是对立体缺陷具有较高的检测灵敏度,照像底片可作为原始资料长期保存。计算机辅助断层扫描(CT)可知道缺陷的断面情况,便于分析处理。图象处理技术还可使评定分析自动化。所以,射线检测广泛应用于焊缝和铸件的检测。目前,以 X 射线照相法和工业 X 射线电视法最为常见。

超声波检测是工业无损检测中应用最广泛的一种方法。超声波被用于无损检测,主要是因为超声波指向性好,频率越高,指向性越好;超声波在介质中传播时,遇到界面会发生反射;超声波传播能量大,对各种材料的穿透力较强;超声波的声速、衰减、阻抗、散射和波谱等特性,为

超声波的应用提供了丰富的信息。目前应用最广泛的方法是脉冲反射法。其原理是用高频电脉冲激励压电晶片,发出超声波,通过耦合剂进入工件,在工件中传播如果遇到缺陷发生反射,反射波再由压电晶片转化成相应的电脉冲,放大后由仪器显示出来,根据反射波可以判断缺陷的位置和大小。超声检测适用性强、灵敏度高、对人体无伤害、成本低廉、易实现自动化检测。主要用于锻件、轧制件、焊缝和某些铸件的检测。还可用于检测厚度、材料硬度、淬硬层深度、晶粒度、液位和流量、残余应力和胶接强度等。

声发射检测是一种评价材料和构件的新方法。当材料或工件受外力或内应力作用时,缺陷处或结构异常部位因应力集中而产生塑性变形,以弹性应力波的形式释放能量。用仪器接收这些声发射信号,进行分析和处理以评价缺陷发生、发展的规律、确定缺陷的位置。声发射是伴随工件内部结构变化过程进行的,声发射检测是一种动态无损检测。声发射信号来自缺陷本身,根据它的强弱可以判断缺陷的严重性,并可长期连续地监视带缺陷的设备运行的安全性,这是其他方法难以实现的。

激光全息无损检测是把全息干涉技术用于无损检测。激光对不透明物体没有穿透能力,只能在表面发生反射,得到的是物体表面的全息图。但是物体表面形状的微小变化直接反映了内部结构的差异。当给物体加载(声加载、热加载、机械加载)时,如果物体内部有缺陷,就会在物体的相应表面上产生微差位移,有缺陷处相应表面的全息干涉条纹相对于无缺陷处的会有畸变。这样,根据加载与不加载两种状态下全息图的分析,便可确定缺陷的位置、大小和性质。

红外检测是利用物体的热传导、热扩散或热容量的变化与物体的内部结构密切相关的这一特点。当物体内部存在裂纹或气孔一类的缺陷时,就会改变该物体的热传导特性和表面温度分布,用仪器检测出物体在加热或冷却过程中其温度变化的差异,从而判断缺陷的存在和结构的异常与否。

液晶奇异的电光特性

王素红

(郑州信息工程学院 河南 450002)

液晶学是一门综合性的边缘学科,它涉及物理、化学、生物等多门基础学科,作为一种新材料,液晶愈来愈广泛地得到应用,作为一种凝聚态物质,液晶的特性与结构介于固态晶体与各向同性液体之间,是有序性的流体,从宏观物理性质看,它既具有液体的流动性、粘滞性,又具有晶体的各向异性,能像晶体一样,产生双折射、布拉格反射、衍射及旋光效应,也能在外场作用下,产生热光、电光或磁光效应,现在,液晶技术已被广泛应用于各个技术领域,例如在电子显示装置、化工的公害测定、高分子反应的定向聚合、航空机械及冶金产品的无损探伤和微波测定、医学上的皮癌检查、体温测量等方面。

一、液晶的电光特性

1. 液晶的双折射现象

液晶的重要特性之一,就是像晶体那样,因折射率的各向异性而发生双折射现象,单轴晶体有两个不同的主折射率,分别为 o 光折射率 n_o , e 光折射率 n_e ,因折射率的各向异性,导致液晶的双折射性,从而呈现出许多有用的光学性质,如能使入射光的前进方向偏于分子长轴方向,能够改变入射光的偏振状态或方向,能使入射偏振光以左旋光或右旋光进行反射或透射,这些光学性质,都是液晶能作为显示材料应

微波在介电材料内部传播时,微波场与材料分子相互作用,介电常数及介电损耗决定于材料对微波的反射,吸收和传输,当材料内有缺陷时,其介电常数既不同于空气的,也不等于它自身的,而是介于二者之间,为一复合介电常数,微波检测就是利用复合介电常数和耗散角正切来评定材料内部缺陷的。

综上所述,无损检测方法的基础是物理场与材料结构之间的相互作用,目前利用最多的是声场、热场、电场、磁场和电磁场,如果把以几

用的重要原因。

2. 电控双折射效应

对液晶施加电场使液晶的排列方向发生变化,因此,按照一定的偏振方向入射的光,将在液晶中发生双折射的现象。

这一效应说明,液晶盒的光轴可以由外电场改变,光轴的倾斜随电场的变化而变化,因而两双折射光束间的位相差也随之变化,当入射光为复色光时,出射光的颜色也随之变化,因此液晶具有远比晶体灵活多变的电光性质。

3. 动态散射

当在液晶盒两极上加电压驱动时,因电光效应,液晶将产生不稳定性,原来透明的液晶会出现一排排均匀的黑条纹,这些平行条纹彼此间隔数10微米,可以用作光栅,进一步提高电压,盒内不稳定性加强,出现湍流,从而产生强烈的光散射,透明的液晶变得混浊不透明了,断电后,液晶又恢复透明状态,这就是液晶的动态散射,它是由于液晶性质相反的介电性和导电性竞争的结果,如果其介电各向异性为负,在电场作用下要垂直于电场排列;若导电各向异性为正,则要沿着电场排列,在少量杂质的参与下,就出现了复杂的不稳定现象,液晶材料的动态散射是制造显示器件的重要依据。

种不同物理场为基础的检测方法统一为一种方法,那么无损检测的可靠性、通用性将大大提高,如:声光、声热技术、激光——超声检测等,随着科技的发展,无损检测的内容向近代物理迈进,产生出许多微观的无损检测新技术,如利用巴克豪森效应检测铁磁材料相结构、缺陷应力;利用穆斯堡尔效应检测焊件、铸件中铁素体含量,铁磁材料中的磁畴扰动等,可以预言,随着微机和许多新技术的发展,无损检测技术也会有更新、更快的发展。