

# 无损光电检测技术原理及应用

梁 军

石家庄市节能监察中心 河北 石家庄 050000

**摘要:** 无损光电检测技术是一种重要的无损检测技术,采用光学、电子学、计算机等技术,对物体进行非接触式、非破坏性的检测和分析。其主要原理包括激光技术、红外技术、光学成像技术、涡流检测技术等,已广泛应用于医疗、环境监测、安全防护、工业制造等领域,为各行各业的发展带来了积极的推动作用。本文将介绍无损光电检测技术的原理及其在不同领域中的应用情况。首先,将介绍无损光电检测技术的基本原理和分类,包括激光技术、光学成像技术、红外技术等。其次,将重点介绍无损光电检测技术在医疗、环境监测、安全防护、工业制造等领域中的应用情况,包括安检检测、消防安全、工业缺陷检测、环境污染监测等方面。最后,将总结无损光电检测技术的发展现状和趋势,并展望其未来的发展前景和应用潜力。

**关键词:** 无损光电检测技术;原理;应用

引言:无损光电检测技术是一种非常重要的检测技术,它能够在不破坏被检测物的基础上进行检测。这种技术主要是利用单色或多色光的电磁波辐射,通过被检测物的某些特性参数,如透射系数、反射系数、散射系数等,来判断物体的内部情况或表面情况,从而达到检测的目的。与传统的检测技术相比,无损光电检测技术具有检测灵敏度高、速度快、检测过程不会对物体造成伤害等特点,被广泛应用于工业、医学、环境监测等领域。此外,无损光电检测技术的发展和應用也为我们提供了研究和探索物理规律,加快了科技创新的步伐。

## 1 无损光电检测技术的背景和定义

无损光电检测技术是一种非接触式的检测技术,它利用光学、电学和计算机等技术对被测物体进行各种参数的检测和分析,无需对物体进行破坏性的测试,被广泛应用于工业制造、航空制造、医学等领域。传统的无损检测技术主要包括磁粉探伤、超声波检测、放射性检测、涡流检测等。但是这些方法存在一定的缺陷,比如需要接触式的测试、需工作人员具备高度的专业知识和丰富的经验等,这些限制了其在实际应用中的推广。因此,无损光电检测技术应运而生,通过利用光学和电学的优势以及计算机图像分析的能力,实现了非接触式、快速、精确的检测与分析。无损光电检测技术是一种应用光学、光电子、计算机等学科的原理和方法,在不破坏检测对象的前提下,采用惯性光学、红外光谱、激光光谱、紫外光谱、热像仪等光学仪器,结合计算机处理技术,量化分析目标物体的光学、形状、尺寸、机械性能、材料成分等物理指标。无损光电检测技术包括多种检测技术,常见的有激光测距、激光检测、红外热像、

光学成像等<sup>[1]</sup>。其中,激光测距是一种利用激光器发出的短脉冲光束进行目标物体的精确测量距离的方法;激光检测是一种非接触式的检测技术,利用激光探头对目标物体的某一特定部位进行检测,无需对物体进行侵入式的测试。红外热像技术利用热敏电阻或者薄膜传感器,将目标物体发出的红外线辐射转化为相应的电信号,通过计算机的处理和分析,得到目标物体的热量分布图。无损光电检测技术具有精度高、速度快、针对性强等诸多优点,因此在现代制造业、医疗卫生等领域得到广泛的应用。

## 2 无损光电检测技术的原理

无损光电检测技术是利用光电原理对物体进行无损检测的技术,具有高精度、高效率、高可靠性等特点。其原理是将光学信号和电学信号相结合,通过对物体吸收、散射、反射光的检测和分析,实现对物体内部和表面缺陷的检测。无损光电检测技术的基础原理是光电检测原理,而其无损检测的原理和方法则有以下几种:

(1) 光学显微镜原理。光学显微镜是一种常用的微细物体观察和分析工具,在无损光电检测技术中,光学显微镜用于观察和分析物体表面缺陷,可快速发现表面微米级的小缺陷和细微的变形,并通过像差测量技术获得缺陷的位置、尺寸等信息。(2) 激光干涉技术原理。激光干涉技术是利用激光干涉光束的加减干涉来测量物体表面形貌和内应力分布的一种方法,在无损光电检测技术中也常用于物体表面缺陷和变形的检测和分析。(3) 热像仪原理。热像仪是一种检测物体表面温度分布的设备,在无损光电检测技术中常用于物体内部缺陷和瑕疵的检测。其原理是通过检测物体表面的热辐射图像,获得物体表面的温度分布信息。当物体内部存在缺陷时,

局部温度会发生变化,从而通过热像仪可以实现对缺陷的定位和分析<sup>[2]</sup>。(4)光纤光谱仪原理。光纤光谱仪是一种利用光学传感器实现物理量检测的设备,在无损光电检测技术中常用于物体内部化学成分分析和表面材料检测。其原理是通过将物体表面所反射或透射的光信号传输到光谱仪上,通过对光谱图像的分析和处理,可以实现对物体表面材料种类、质量、化学成分等信息的检测和分析。

### 3 无损光电检测技术的应用

无损光电检测技术是一种高精度、高效率、高可靠性的检测技术,在工业、医学、环境监测、安全防护等领域均有广泛的应用。具体应用如下:

#### 3.1 无损光电检测技术在工业领域的应用

工业应用是无损光电检测技术的主要应用领域之一,在工业生产中有广泛的应用,如下所示:(1)金属材料检测。无损光电检测技术可应用于金属材料的生产加工过程中,可对其内部和表面缺陷进行检测,如板材、管材、焊接零件等金属制品。利用激光干涉技术可以检测焊接接头是否存在缺陷;利用磁粉检测可对金属表面缺陷进行检测。(2)非金属材料检测无损光电检测技术还可以应用于非金属材料的生产加工过程中,如塑料、橡胶、陶瓷等材料的生产加工过程中常常使用无损光电检测技术进行缺陷检测。(3)装配体检测无损光电检测技术还可以用于装配体的检测,包括零部件、临时装配体、附件等。零件必须经过各个工艺环节检验,不同部件之间的紧密程度,配合面间的间隙和相对位移量等方面。(4)渗透检测。渗透检测是一种检测金属、非金属材料表面裂纹和孔洞的方法,不影响被检材料外观和内部机构。采用吸收辐射光的技术,通过处理得到的图像,对表面以及形成单个或者多个孔洞的位置、大小、数量的信息进行检测。例如,检测在机械零件的表面上以及昆虫的构造上。(5)材料性能检测。无损光电检测技术还可以应用于材料性能的检测,如应力检测、冲击检测、泄漏检测等。利用激光干涉技术、光学显微镜、热像仪等设备,对物体材料的性能进行检测。(6)焊缝检测无损光电检测技术还可以应用于焊缝的检测。焊缝的结构强度是构成整个工件质量的重要因素之一,焊缝的缺陷会对机器的使用寿命和效果造成严重影响。利用光学显微镜、激光干涉技术等设备,对焊缝进行无损检测<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 无损光电检测技术在医学领域的应用

无损光电检测技术在医学领域中有广泛的应用,如下所示:(1)眼科诊断。无损光电检测技术在眼科诊断中有重要的应用,如利用眼底扫描技术对视网膜、

血管、视神经等进行检测,可以诊断眼底疾病,如青光眼、糖尿病视网膜病变等。(2)放射性医学。放射性医学中需要检测患者体内放射性元素的分布和强度,无损光电检测技术可以部署辐射计、辐射剂量计、闪烁体探测器、光学变换器等设备,对放射性元素进行检测,可以在放射性医学中进行疗效评估,帮助医生制定针对性治疗方案。(3)神经学。无损光电检测技术可以在神经学中用于诊断和治疗神经系统疾病,如采用脑电图技术检测人体脑部情况,可用于诊断癫痫、晕厥等疾病;光纤光谱仪则可用于检测神经系统疾病,如帕金森症,自身免疫性疾病等。(4)普通医疗。无损光电检测技术可以在普通医疗中进行常规的医学检测,如采用光学显微镜、超声波、X射线等技术对患者进行器官、组织和病变的诊断。可以对关节、软骨、韧带等进行检测,对肿瘤、肌肉金属骨骼疾病、口腔病变等进行检测。(5)卫生防疫。无损光电检测技术可以用于卫生防疫领域,如利用热像仪检查建筑物、运输设备、物品等物体的温度分布,发现病毒感染患者后做好其周围物品的消毒、隔离等工作;光学显微镜可以观察和监测水中的微生物以及水质情况。

#### 3.3 无损光电检测技术在环境监测领域的应用

无损光电检测技术在环境监测中有广泛的应用,如下所示:(1)空气污染监测。利用无损光电检测技术可进行空气污染监测,如采用激光干涉技术、光纤光谱仪等设备对空气中的各类污染物进行检测,如二氧化硫、氮氧化物、臭氧、PM2.5等。(2)水质监测。无损光电检测技术可以应用于水质监测中,如利用光学显微镜、激光干涉技术等设备对水中的浮游生物、浮游植物、水体颜色、浊度、透明度等水质指标进行检测。(3)土壤监测。利用热像仪、红外成像仪等设备,对土壤的温度分布、缺陷等信息进行无损检测,在土地利用方面对农作物、植物、水域等进行监控和调控,实现有限资源的高效利用。(4)危险物质监测。无损光电检测技术还可以应对化学、放射性等危险物质进行监测,如霉菌毒素的检测、石棉的检测、辐射污染的检测等。

#### 3.4 无损光电检测技术在安全防护领域的应用

无损光电检测技术在安全防护领域中有广泛的应用,如下所示:(1)安检检测。无损光电检测技术可以用于安检检测中,如在机场、车站、大型活动场所等对人员行李进行安检,利用X射线、激光干涉技术等设备对行李、物品等进行检测,以发现或排除潜在的安全隐患。(2)消防安全。无损光电检测技术可以用于消防安全中,如采用红外辐射相机、热像仪等设备对房屋、建

筑物、工厂、机器设备等进行电气、机械检测和温度检测,及时发现并消除消防隐患。(3)工业安全。无损光电检测技术可以用于工业安全中的缺陷检测和质量保证,如采用涡流检测技术、超声波检测技术等设备对航空、航天、电子、医疗设备等的制造质量进行检测,确保其安全可靠。(4)环境安全。在环境安全领域,无损光电检测技术可以用于对空气、水质、土壤等污染物的检测,及时识别环境污染物,并做出相关决策,提高环境安全保障效果。(5)安全监控。利用红外成像仪、夜视仪等设备进行安全监控,可以对人员、车辆和设施进行监控和跟踪,有助于及时发现各类安全问题,确保社会稳定和公共安全<sup>[4]</sup>。

#### 4 无损光电检测技术的发展趋势

无损光电检测技术是一种非侵入式、无损的检测技术,具有高精度、高分辨率和高速度等特点,已经广泛应用于医学、环保、安全防护、工业制造等领域。未来,随着科技的进步和社会需求的变化,无损光电检测技术将会有以下几方面的发展趋势:(1)高速、高精度检测技术的发展趋势。无损光电检测技术的一个主要优势是快速、高精度的检测,然而,需求的寿命更短,复杂性更高,因此,将涌现出更多的检验硬件和软件系统。特别是高速、高频、高能量、高灵敏度、高精度的检测,将成为未来无损光电检测技术的突破方向。(2)信息化工具的广泛应用。信息化是无损光电检测技术发展的一个重要方向。利用计算机技术处理图像信息和信号,为快速、高精度的检测提供有效的手段。未来,将会发展出更多的无损光电检测软硬件,以便更好地适应实际应用的需要。(3)微型化、智能化检测仪器的发展趋势。未来,随着微电子技术的发展,微型化、智能化检测仪器将应用于无损光电检测技术。这些检测仪器将会更小巧、更便携、更灵活,可在更广的领域和更复杂的环境中进行检测,有助于实现先进制造技术等现代工

业的微观、高速度和高精度的检测要求。(4)云计算、大数据等新技术的广泛应用。云计算、大数据和物联网技术的发展将为无损光电检测技术的发展提供条件,这将大大扩展其应用范围和实时监控能力。特别是大数据技术的应用,将有助于不断提高现有检测技术的准确度和预测能力,实现数据化运作和自动化管理。(5)多模式检测技术的发展趋势。未来,随着无损光电检测技术的不断发展和实践,发展出多模式、多波长、多角度、多能量的检测技术将会成为其发展趋势之一。这将有助于提高检测的灵敏度、准确度和性能,扩展无损光电检测技术的适用范围和市场规模。

#### 结束语

无损光电检测技术是应用光学、电子学、计算机等技术对物体进行非接触式、非破坏性的检测和分析,具有高精度、高速度、高可靠性等优势。其主要原理包括激光技术、红外技术、光学成像技术、涡流检测技术等。该技术已广泛应用于医疗、环境监测、安全防护、工业制造等领域,为各行各业的发展带来了积极的推动作用。随着科技的不断发展和需求的变化,无损光电检测技术的应用领域和技术含量也在不断拓展和升级。未来,无损光电检测技术将会以高精度、高可靠性、高智能化等为核心技术,持续提升技术水平和应用效率,为推动社会的可持续发展做出更大的贡献。

#### 参考文献

- [1]姜佳佳,李炜.无损检测技术在核电站管道检测中的应用[J].科技创新与应用,2021,46(16):79-80.
- [2]李朝阳,李琪.无损检测技术在钻机制造中的应用研究[J].机械工程材料,2020,44(9):214-216.
- [3]林绍理,金崇燮,陈天斌.无损检测技术在工业制造中的应用[J].工业时代,2019(01):123-127.
- [4]庞亚飞.无损检测技术在道路工程中的应用[J].道路与交通知识,2019(03):81-83.