

建筑结构工程质量检测中的无损检测技术探究

张 卫

河北天博建设科技有限公司, 河北 保定 071100

[摘要] 随着对高效与非侵入性评估需求的不断增长, 传统破坏性检测方法的限制变得愈发明显。无损检测技术, 如超声波、电磁、射线和红外线成像等, 通过对物体特定物理特性的敏感检测, 为工程领域提供了新的工具。在建筑结构工程中, 这些技术不仅在质量控制上表现卓越, 同时在维护和预防性检测方面具有关键作用。通过深入研究这些技术, 我们有望为推动建筑工程领域的技术创新提供新的视角。

[关键词] 建筑结构; 工程质量检测; 无损检测技术

DOI: 10.33142/ec.v7i2.11137

中图分类号: TU712.3

文献标识码: A

Exploration on Non-destructive Testing Technology in Quality Testing of Building Structural Engineering

ZHANG Wei

Hebei Tianbo Construction Technology Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071100, China

Abstract: With the increasing demand for efficient and non-invasive assessment, the limitations of traditional destructive testing methods have become increasingly apparent. Non-destructive testing technologies, such as ultrasound, electromagnetic, radiation, and infrared imaging, provide new tools for the engineering field by sensitive detection of specific physical properties of objects. In building structural engineering, these technologies not only perform excellently in quality control, but also play a crucial role in maintenance and preventive testing. Through in-depth research on these technologies, we are expected to provide new perspectives for promoting technological innovation in the field of construction engineering.

Keywords: building structure; engineering quality testing; non-destructive testing technology

引言

在建筑工程中确保结构的质量与安全至关重要。传统的破坏性检测方法在满足高效与非侵入性需求上存在局限。无损检测技术因其独特优势备受瞩目, 为实现对建筑结构的全面、精准评估提供了新的可能性。深入探讨无损检测技术的原理、特点及在建筑结构工程中的应用, 为提升工程质量与结构可维护性提供深度洞见。

1 无损检测技术简介

无损检测技术是一种在不破坏被检测物体的情况下, 通过对其内部或表面进行检测和评估的工程手段。相较于传统的破坏性检测方法, 无损检测技术具有非常显著的优势, 不仅可以保持被检测物体的完整性, 而且能够提供高效、准确的检测结果。这一技术领域涵盖多种方法和工具, 主要包括超声波、电磁、射线、红外线成像以及冲击回波法等多种技术手段。这些技术各自具备独特的特点和应用范围, 适用于不同类型的材料和结构, 从而广泛应用于建筑、航空航天、核工业、电力等领域。通过对被检测物体的内部或表面进行实时、准确的分析, 无损检测技术为工程领域提供了强大的质量控制和结构健康监测工具。高效性和非破坏性的特点使得它在建筑结构工程中的应用变得日益重要, 成为确保工程质量和安全性的重要保障。

2 无损检测技术的特点

2.1 非破坏性

非破坏性是无损检测技术最显著的特点之一, 在众多领域中得以广泛应用。该特性意味着在进行检测的过程中, 被检测物体的完整性和结构不会受到损伤或影响。相比传统的破坏性检测方法这一特点带来了多重优势。首先, 非破坏性使得无损检测技术能够应用于对被检测物体质量和完整性要求极高的领域, 如航空航天、核工业和医学。在这些领域中, 无法接受物体结构损坏或破坏的情况下, 使用无损检测技术显得尤为重要。其次, 由于无损检测过程中不需要对被测物体进行拆解或破坏性取样, 这降低了检测过程的成本和时间。相较于传统的破坏性检测方法, 无损检测更加经济高效, 特别是在大型工程和生产线中可以显著提高工作效率^[1]。此外, 非破坏性还使得无损检测技术更适用于长期监测和定期检测的场景。因为无需对被检测物体进行实质性的干预, 可以实现对结构的连续、无间断的监测, 有助于及时发现潜在问题并进行预防性维护。

2.2 高效性

高效性是无损检测技术的另一显著特点, 在工程和科技领域中的广泛应用提供了强有力的支持, 主要表现在检测速度、实时性, 以及对大规模生产和长周期监测的适用性上。无损检测技术通常能够以相对较快的速度完成对被

检测物体的评估,与传统破坏性检测方法相比,无损检测通常不需要繁琐的取样和实验过程,从而大大缩短了检测周期。这对于需要在短时间内完成对大量产品或结构进行质量控制的行业尤为重要,如制造业中的生产线质检。无损检测技术具备实时性能能够即时获取并分析检测数据,为工程师和技术人员提供了在检测过程中迅速做出决策的能力。实时性使得无损检测技术在紧急修复、事故应急处理等领域中表现出色,为及时预防和解决问题提供了有力支持。无损检测技术适用于大规模生产和长周期监测的需求,在制造业中可以通过在生产线上使用无损检测技术,实现对每个产品的高效检测确保产品质量。对于需要定期监测的结构,无损检测技术的高效性使得其能够在相对短的时间内对大面积、大规模的结构进行全面而快速的检测。

2.3 实时性

实时性是无损检测技术的重要特点之一,为工程和科技应用提供了显著优势。该特性意味着在检测过程中,技术能够立即获取、处理和反馈数据,使工程师能够迅速做出决策和采取必要的措施。这种能力不仅在紧急修复和应急处理方面显著,还在生产线质检和工程结构实时监测方面具有重要意义。无损检测技术能够立即提供关于结构状况的信息,为紧急维修提供支持,避免了传统破坏性检测方法耗时较长的问题。此外,对于生产线和工程结构的实时监测,无损检测技术的即时性有助于确保产品质量、提高生产效率,同时对于监测长周期结构健康也具有重要价值。通过连续实时监测结构的变化,无损检测技术使得工程人员能够及时发现潜在问题,进行预防性维护,延长结构的使用寿命,同时降低了维修成本。

3 无损检测技术

3.1 超声波检测技术

超声波检测技术是一种非常有效的无损检测方法,主要应用于工程领域,尤其是对材料的内部缺陷和结构健康状态进行评估。该技术基于超声波在材料中传播的原理,通过对波的传播速度、反射和散射等参数的分析,可以获取关于被测物体内部结构和性质的详细信息。首先,超声波检测技术的工作原理是通过将超声波引入被检测物体中,然后监测在物体内部的传播和反射。当超声波遇到材料中的缺陷、异质性或边界时,会发生反射、散射和折射,这些变化可以被检测设备捕捉和记录。通过分析超声波的传播时间、振幅和频谱等参数,可以推断出被测物体的内部结构、尺寸和材料性质。在应用方面超声波检测技术广泛用于建筑结构、航空航天、汽车制造、金属加工等领域。在建筑结构中超声波可以用于检测混凝土中的裂缝、空洞和异物,评估结构的健康状态。在航空航天领域,超声波可以检测飞机和航天器的结构缺陷确保安全飞行。在汽车制造中,超声波常用于检测焊接质量、材料缺陷和零部件结构。超声波检测技术具有高精度、高灵敏度、非破坏性

等优势,但也受到材料和结构的限制。不同材料对超声波的传播速度和衰减特性有所不同,因此需要根据具体情况选择合适的超声波频率和探测模式。在技术改进和设备不断更新的推动下,超声波检测技术在无损检测领域持续发展,为工程质量控制提供了强大的工具。

3.2 电磁检测技术

电磁检测技术是一种重要的无损检测手段,利用电磁场与被检测物体之间的相互作用来评估材料的性质、检测缺陷并获取结构信息。这种技术主要分为磁粉检测、涡流检测和电磁感应检测等多种形式,广泛应用于制造业、建筑工程和航空航天等领域。首先,磁粉检测是电磁检测技术中的一种常见方法,主要用于发现表面和近表面的裂纹、疲劳裂纹以及其他的表面缺陷。该技术通过在被检测表面涂覆磁粉,并在施加磁场后观察粉末的分布,可以清晰地显示出表面的裂纹和缺陷。这种方法广泛应用于金属制品的质量控制,如焊接接头、管道和机械零部件。其次,涡流检测是一种通过变化的磁场引起涡流产生,并检测涡流的变化来发现材料中的缺陷和异质性的技术。当电流通过导电材料时,会在材料周围产生涡流,而任何材料的缺陷都会影响涡流的传播。因此,通过测量涡流的变化,可以确定材料的缺陷位置、大小和形状。这种方法被广泛应用于金属管道、飞机发动机叶片等部件的检测。另外,电磁感应检测技术是一种利用电磁感应原理来检测材料中的缺陷和变化的方法。通过在被检测物体附近产生变化的电磁场,可以感应出材料中的电流分布和电磁性质的变化。这种方法常用于检测深埋在结构内部的缺陷,例如墙体中的金属构件、电缆和管道。电磁检测技术具有高效、迅速、非接触的特点,适用于各种导电性材料的检测,对于非导电性材料的应用受到一定限制。随着技术的不断发展和改进,电磁检测技术在无损检测领域中的应用前景仍然十分广阔。

3.3 射线检测技术

射线检测技术是一种基于射线穿透物体并被探测器捕捉的原理,通过观察射线在被检测物体内部的吸收和散射情况,以获取关于材料结构、密度和缺陷的详细信息,主要应用于工业领域、医学成像和建筑结构等领域。首先,射线检测技术主要利用X射线或 γ 射线。X射线是通过X射线管产生的电磁辐射,而 γ 射线则源于放射性同位素。这两者都具有较强的穿透力,能够通过物体且被吸收的程度与物体的密度和组成有关。在被检测物体的背后放置探测器,测量透射射线的强度,就可以生成关于物体内部结构的影像^[2]。其次,射线检测技术在工业领域得到广泛应用,主要用于检测金属和合金中的缺陷、异物以及焊接质量。在航空航天和汽车制造中,射线检测技术常用于检测零部件的内部缺陷,确保产品的质量和安全性。此外,在建筑结构工程中,射线检测技术也被用于评估混凝土结构

中的裂缝、空腔和钢筋的布局情况。尽管射线检测技术具有高度穿透性和高分辨率的优势,但也存在辐射安全和环境保护的考虑,在使用过程中需要严格控制辐射剂量确保人员和环境的安全。近年来,随着技术的进步,新型的射线检测设备和方法不断涌现,提高了检测效率、降低了辐射剂量,进一步推动了射线检测技术在各个领域的广泛应用。

3.4 红外线成像无损检测技术

红外线成像无损检测技术是一种以物体表面或内部的温度分布为依据的先进技术。通过捕捉红外辐射能量,该技术能够生成热图像直观展示物体的温度差异。与传统无损检测方法相比红外线成像技术专注于热特性的变化,广泛应用于检测表面异常温度、发现隐蔽缺陷以及评估结构的热性能。这项技术的原理在于对物体表面或内部温度变化的灵敏感知。当物体受到外界因素或内在缺陷的影响时,其温度会发生相应的改变。红外相机通过感应并记录这些微小的温度差异,生成热图像,采用不同颜色或灰度呈现出物体表面的温度分布。红外线成像无损检测技术在多个领域都得到了广泛应用。在建筑工程中,它可用于寻找墙体中的热漏失点、探测隐蔽的建筑缺陷以及评估绝缘材料的性能。在电气设备维护中,它能够检测电缆连接点和电器元件的异常热量,预防潜在故障。在工业生产中,红外线成像技术有助于检测机械设备的运行状态,防范因摩擦、磨损或电气故障引起的异常温度升高^[3]。此外,红外线成像技术的无接触性和远程探测的特点使其在复杂、高温或有毒环境中得以广泛应用。通过高灵敏的红外相机,操作人员可以在安全距离之外获取目标区域的温度信息,从而提高了安全性和检测效率。红外线成像无损检测技术不断创新和进步,为建筑、电力、制造等领域提供了一种高效、安全的质量控制手段,助力工程领域的提质增效。

4 无损检测技术在建筑结构中的应用

4.1 应用于建筑混凝土与结构检测

红外线成像无损检测技术在建筑工程中的应用主要集中在混凝土与结构的检测领域,为工程质量控制和结构安全评估提供了高效而可靠的手段。首先,该技术在建筑混凝土检测中发挥着独特的作用。混凝土结构中存在着许多可能导致质量问题的因素,如裂缝、孔洞、空腔等,而这些问题通常在外观上难以察觉。红外线成像技术通过检测混凝土表面的温度差异,能够快速而准确地发现这些隐蔽的缺陷,为早期问题诊断提供了有力支持。其次,对于建筑结构的检测,红外线成像技术可以全面评估结构的热性能和热分布。在结构中存在的缺陷、损伤或隐蔽问题通常会导致局部温度异常。通过获取建筑表面的热图像,工程师和技术人员可以迅速定位问题区域,识别潜在的结

瑕疵,有助于采取及时的修复和加固措施,提高建筑结构的整体安全性。此外,红外线成像技术在建筑结构的监测和维护方面也发挥着重要作用。通过定期使用该技术进行检测,可以实现对建筑结构健康状况的长期追踪,及时发现结构漏水、保温层损伤等问题,从而提高结构的耐久性和可维护性。

4.2 应用于建筑工程钢结构检测

红外线成像无损检测技术在建筑工程中广泛应用于钢结构的检测领域,为工程质量控制和结构安全评估提供了高效而可靠的手段。首先,对于建筑工程中的钢结构,红外线成像技术具有出色的能力,能够检测和评估结构的热性能。钢结构中可能存在的问题,如焊缝质量、金属疲劳、腐蚀等,通常会导致局部温度的异常升高。通过捕捉红外相机拍摄的热图像,工程师可以迅速定位可能存在的问题区域识别潜在的结构缺陷,为及时采取维护和修复措施提供了重要的信息。其次,红外线成像技术在钢结构的质量控制中起到了关键作用。通过检测结构表面的温度分布,工程人员可以实时监测焊接接头的质量、检测钢材表面的缺陷以及评估结构的整体性能。这有助于确保钢结构的质量达到标准要求,提高工程的可靠性和耐久性。此外,红外线成像技术在建筑工程中的钢结构监测方面也可用于检测隐蔽的问题,如隐蔽的焊接缺陷、局部腐蚀等。通过对结构进行全面的红外检测,可以发现潜在的问题,及早进行维护,从而延长钢结构的使用寿命,提高结构的可维护性。

5 结语

无损检测技术在建筑结构工程中的应用为质量控制和结构安全提供了高效手段。超声波、电磁、射线和红外线成像技术分别在混凝土和结构、钢结构方面展现出独特优势。通过早期发现潜在问题,提高工程质量延长结构寿命,这些技术为建筑工程质量的提升提供了强大支持。未来,随着技术的不断创新,无损检测技术将在建筑工程领域发挥更为广泛的作用,为结构的全面评估和可持续发展提供更精准的解决方案。

【参考文献】

- [1]徐博文. 无损检测技术在混凝土结构工程质量检测中的运用[J]. 大众标准化,2023(10):184-186.
- [2]高金伟. 无损检测技术在建筑工程质量检测中的应用[J]. 科学技术创新,2020(10):107-108.
- [3]杨荣科. 无损检测技术在建筑工程质量检测中的应用[J]. 数码世界,2018(7):192.

作者简介:张卫(1988.1—),毕业院校:河北工业大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:河北天博建设科技有限公司,职务:技术员,职称级别:工程师。