

# 土木工程中的无损检测技术及其实践探索

陈远通

广西万众工程检测有限公司

**摘要：**土木工程作为一门关乎人们生产和生活安全的学科，对结构的安全性和可靠性具有极高的要求。然而，结构隐患的存在往往是不可避免的，其对结构的正常使用和长期运行会带来巨大的风险。因此，及早发现和解决结构问题至关重要。传统的结构检测方法需要拆除部分结构或侵入性的操作，这不仅会增加工程成本和风险，还可能造成进一步的损坏。因此，采用无损检测技术成了一种更有效、更可靠的结构评估手段。无损检测技术通过非侵入性的检测方法，可以在不破坏结构完整性的情况下，对结构材料和元件进行内部和外部缺陷的检测，提供结构健康状况的准确评估。本文主要分析土木工程中的无损检测技术及其实践探索。

**关键词：**无损检测技术；土木工程；缺陷评估；结构安全

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.05.033

## 引言

无损检测技术在土木工程中的应用越来越广泛，为我们评估结构健康状况、发现潜在问题和进行维护提供了有力的工具。通过利用各种无损检测技术，如回弹检测、雷达检测、钢筋扫描仪等，我们可以非侵入性地获取关于结构材料和缺陷的信息。然而，在实践中，无损检测技术也面临一些挑战。不同的技术对应不同的材料和缺陷类型，选择合适的技术需要考虑多个因素。精度和可靠性是无损检测的关键问题，需要经过专业人员的合理操作和解读才能得出准确的结论。此外，无损检测技术的设备和培训成本也是一个考量因素。

### 一、无损检测技术概述

无损检测技术是一种通过检测和分析材料或结构内部和外部的缺陷、变形、损伤等情况来评估其完整性和质量的方法。该技术采用非破坏性的手段，不需要对被测物体进行破坏性操作和取样，从而保持被测物体的完整性和可使用性。无损检测的原理基于物质与能量相互作用的基本规律，通过感测测试信号在被测物体中传播和反射的方式，获取到有关被测物体内部或表面的信息，并以此进行分析和评估。根据不同的检测目的和要

求，采用超声波探测技术流程（见图1），可以选择不同的检测信号和相应的检测仪器设备。



图1 超声无损探伤检测技术流程

### 二、土木工程房屋安全性无损检测技术应用要求

土木工程中的房屋安全性无损检测技术是评估房屋结构和设施安全性的重要手段。根据需要进行评估的具体问题和结构类型，选择合适的无损检测技术。常用的技术包括超声波检测、红外热像仪检测、雷达扫描和测量等。在进行房屋安全性无损检测时，必须遵循国家或行业的相关标准和规范，例如建筑材料和结构检测的相关标准。这可以确保测试方法的准确性和可比性。在进行无损检测时，必须考虑安全措施和环境要求。例如，在进行高空或危险区域的检测时，应采取安全防护措施。同时，在检测过程中，应保持测试区域的安全和整洁。对于每个无损检测技术，专业人员需要准确分析数据，并将其与相关标准和规范进行对比。根据检测结果，提供必要的解释和建议，以支持决策和维护工作。进行房屋安全性无损检测应注重选择适当的技术手段，确保专业人员具备必要的资质和技能，遵守相关标准和规范，同时采取必要的安全措施和环境要求。这样可以提供可靠准确的无损检测结果，为土木工程中的房屋安全性评估和维护工作提供有力支持。

### 三、土木工程无损检测技术分析

#### （一）超声波检测

超声波检测是一种基于声学原理的无损检测技术，广泛应用于土木工程领域。它利用超声波在材料中传播的特性，通过发射超声波脉冲并接收反射回来的信号，来评估材料内部的结构、缺陷和变形情况。超声波检测具有许多优点，使其成为土木工程中常用的无损检测技术之一。首先，超声波具有穿透性强的特点，能够在检测过程中深入到被测物体的内部，对结构进行全面的评估。其次，超声波检测具有较高的分辨率，能够准确地

探测到微小的缺陷和变形。这对于提早发现潜在问题，并采取相应的修复措施至关重要。在土木工程中，超声波检测广泛应用于混凝土结构、桥梁、管道等领域。例如，在混凝土结构中，超声波可以用来评估裂缝的深度和扩展情况，检测钢筋的锈蚀和质量状况。对于桥梁和管道来说，超声波可以用于检测焊接接头的质量和缺陷，评估金属结构的腐蚀程度。超声波检测的操作相对简单，只需要将超声波探头与被测物体的表面接触，并通过扫描或定点测试来获取数据。利用专业的超声检测仪器可以实时显示和记录超声波信号，并提供图像或数据报告作为检测结果的呈现。超声波检测也存在一些限制和挑战。例如，在混凝土结构中，超声波的传播受到材料的密度、含水率和成分等因素的影响，可能会影响检测结果的准确性。此外，对于复杂结构和大型工程来说，需要经验丰富的技术人员进行操作和解读数据，以确保准确性和可靠性。超声波检测作为一种非破坏性、高精度的无损检测技术，在土木工程中发挥着重要作用。它能够有效地评估结构的完整性和质量，帮助工程师及早发现潜在问题，采取相应的维修和加固措施，确保结构的安全稳定运行。随着技术的不断发展和进步，超声波检测在土木工程中的应用将变得更加广泛和精确。图2为超声波内部检测示意图。

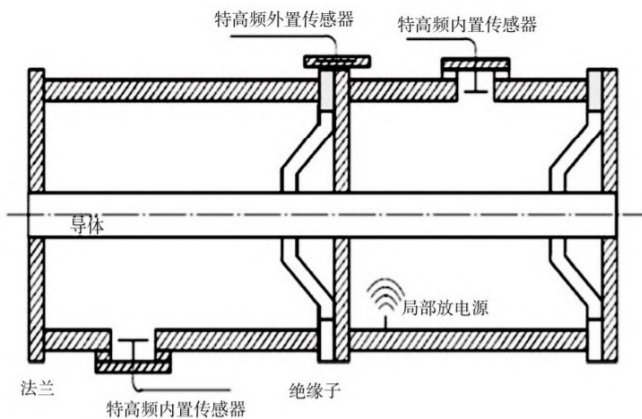


图2 超声波内部检测示意图

### (二) X射线和γ射线检测

X射线和γ射线检测是一种基于射线穿透物质并被吸收或散射的原理进行无损检测的技术。这些射线可以透过材料，通过感测设备获取有关材料内部结构和缺陷的信息。在土木工程领域，X射线和γ射线检测被广泛应用于评估结构的质量、健康状况和安全性。X射线和γ射线检测有其独特的优点，使其成为土木工程中常用的无损检测技术之一。首先，这些射线具有极强的穿透

能力，可以穿透各种材料，包括金属、混凝土等，使得它们能够对结构的内部情况进行评估。其次，X射线和γ射线检测具有较高的分辨率，能够探测到非常小尺寸的缺陷和变形。这使得它们能够发现微小裂缝、焊缝质量问题以及内部腐蚀等隐蔽缺陷。在土木工程中，X射线和γ射线检测广泛应用于许多方面。例如，它们常用于检测金属结构的焊接接头质量，可以评估焊缝中的裂纹、未焊透和缺陷等情况。此外，通过分析射线在混凝土结构中的吸收和散射，可以评估混凝土内部的缺陷、孔隙率以及腐蚀程度。这对于确保结构的强度和耐久性至关重要。X射线和γ射线检测需要使用专业的射线产生设备和探测器，并且需要经过培训和持证人员操作。在操作过程中，需要注意辐射安全，采取必要的防护措施，保证工作人员和周围环境的安全。此外，解读和分析检测结果需要经验丰富的技术人员，以确保准确性和可靠性。尽管X射线和γ射线检测具有许多优点，但也存在一些限制。例如，射线的穿透能力受到材料的密度和厚度的限制，因此可能无法透过较厚或较密实的材料进行检测。此外，射线检测不适用于大规模结构和复杂几何形状，因为这些情况下射线的散射会导致图像质量下降。

### (三) 回弹检测技术

回弹法无损检测技术原理并不复杂，主要利用了混凝土表面硬度与抗压强度之间存在的客观规律关系，通过混凝土表面的硬度，完成对混凝土的强度的合理推测。在实际应用的过程中，需要采用回弹仪作为检测设备。从建筑混凝土结构检测应用实践来看，经常会采用中型回弹仪作为主要无损检测设备。这种无损检测技术优点比较多，比如操作简单，检测效率高，因此实际应用比较广泛。该技术通过测量混凝土表面回弹针对冲击力的反弹程度，以推断混凝土的强度和品质。回弹检测技术的原理是基于冲击力与混凝土强度之间的关系，根据冲击力的反弹程度来判断混凝土的强度。回弹测试仪是用于回弹测试的专用仪器，其中核心部件是一个弹簧锤头，通过手动或机械方式对混凝土进行冲击，然后根据回弹程度来评估混凝土的强度。回弹检测技术不需要破坏混凝土表面，可以直接在已施工的结构上进行测试，不影响工程的进展和使用。回弹检测只需要操作简单的仪器，测试速度快，适用于大规模的施工现场和实际工程。回弹测试仪器成本相对较低，且无需额外的耗材，能够实现相对经济的质量检测。在实践探索方面，

回弹检测技术已经获得了长足的发展。随着仪器技术的提升和应用经验的积累,回弹检测精度和可靠性得到了不断提高。同时,研究人员还在不断探索回弹值与混凝土强度之间的定量关系,以提高回弹测试结果的准确性和准确性。回弹检测技术作为一种非破坏性的无损检测技术,在土木工程中具有重要的应用价值。通过准确评估混凝土结构的强度和质量,可以提高工程的可靠性和安全性。

#### (四) 热成像检测

热成像检测是一种基于红外辐射原理的无损检测技术,通过感测和记录物体发射的红外辐射来评估物体的温度分布和潜在问题。这项技术利用了物体因为内部缺陷、异常热量产生或热漏失而产生的热差异,通过热图来呈现这些差异。热成像检测在土木工程领域具有广泛的应用。它可以用于检测建筑物的热漏失问题。热数据的收集可以帮助工程师确定建筑物的能效情况,包括确定是否存在隔热材料的缺损、窗户密封是否良好等。热成像检测还可以用来检测水渗漏问题。通过检测墙壁或屋顶表面的温度变化,可以追踪水渗漏并定位其来源。热成像检测的优点主要体现在以下几个方面。首先,它能够提供快速非接触式检测,不需要物理接触被测物体,从而减少对结构的干扰和损伤。其次,热成像技术能够在较短的时间内对大面积或复杂结构进行检测,节省了人力和时间成本。此外,它可以提供直观的热图像,并将其转换为数字数据,便于分析和报告。然而,热成像检测也有一些限制。热成像技术只能检测物体表面和近表面的温度变化,对于深层隐蔽的问题,如内部缺陷可能并不敏感。环境因素的影响也是需要注意的,例如,室外温度、风速等会干扰热图的准确性。因此,在热成像检测中,需要根据具体情况合理设计操作流程和参数设置。为了确保热成像检测的可靠性和准确性,需要由经过培训的技术人员操作专业的热成像仪器,并按照标准程序进行操作和分析。同时,在解读和评估热图时,需要结合其他检测方法和工程背景知识,综合判断问题的严重性和可能原因,以便采取相应的修复和维护措施。

#### (五) 涡流检测

涡流检测是一种基于涡流现象的无损检测技术,可用于评估导电材料中的缺陷和变形。它利用交变磁场在导电材料中产生的涡流感应电流来检测和分析材料的性能和质量。涡流检测在土木工程领域具有广泛的应用。

它常用于金属结构的缺陷检测,特别是金属零件的裂纹和疲劳损伤。当导电材料处于交变磁场中时,涡流会在材料表面形成环状电流,从而产生反向磁场,并改变外部磁场。通过检测涡流引起的磁场变化,可以明确地定位和评估材料中的缺陷。除了裂纹检测,涡流检测还适用于测量金属结构的导电性能、厚度变化、腐蚀程度以及焊缝质量等参数。此外,涡流技术还在地下管道和电缆的敷设和维护中得到广泛应用,能够检测到管道壁的腐蚀、裂纹和断线等问题。涡流检测的优点主要体现在以下几个方面。它是一种非接触式检测技术,不需要和被测物体直接接触,减少了对结构的干扰和损伤。涡流检测操作简单快速,适用于大面积和复杂形状的物体检测。此外,它可以提供可视化的数据和图像结果,有利于分析和评估。然而,涡流检测也存在一些限制。涡流检测仅适用于导电性材料,对于非导电材料如塑料、木材等不适用。涡流检测的深度受到物体厚度、电阻率以及频率等因素的影响。因此,在设计涡流探测系统时需要根据具体情况进行适当的参数选择和调整。为了确保涡流检测的准确性和可靠性,需要由经过培训的技术人员操作专业的涡流检测设备,并按照标准程序进行操作和分析。

#### 结束语

总体而言,无损检测技术为土木工程的可持续发展和安全性提供了有效保障。在日常实践中,我们需要不断探索和推广各种技术的应用,以便更好地了解结构的健康状况,并及时采取措施进行修复和维护,从而确保工程质量和人员的安全。只有通过不懈努力,不断提高技术水平,我们才能更好地利用无损检测技术来推动土木工程领域的发展。

#### 参考文献

- [1] 范卫红. 浅析中国土木工程无损检测技术的发展[J]. 价值工程, 2018, 37(17): 80-81.
- [2] 胡艳. 浅谈土木工程无损检测技术应用及发展[J]. 江西建材, 2014(10): 279.
- [3] 林维正. 中国土木工程无损检测技术的发展[J]. 无损检测, 2008(06): 325-328.
- [4] 张丽梅, 田迎春, 杜守军. 无损检测技术在土木工程中的新发展[J]. 河北农业大学学报, 2002(S1): 296-298.
- [5] 吴慧敏, 吴新璇. 土木工程无损检测技术在我国的发展[J]. 工程质量, 1999(05): 22-23.