

# 桥梁检测中无损检测技术的应用分析

鄢谷生

武汉中和工程技术有限公司 湖北 武汉 430080

**摘要:** 桥梁是现代交通运输网络中的重要基础设施,而桥梁的安全和可靠性是交通运输事故发生的关键因素之一。为了保证桥梁的正常运行和延长其使用寿命,无损检测技术在桥梁检测中得到了广泛应用。桥梁作为交通建设的重要组成部分,不仅需要具备强大的承重能力和良好的使用寿命,还需要进行定期的检测和维护,以确保其安全性和稳定性。而无损检测技术是一种既有效又经济的桥梁检测方法,具备高效、精确、可靠等特点。本文将对桥梁检测中常用的无损检测技术及其应用进行详细的分析和介绍。

**关键词:** 桥梁检测;无损检测技术;质量

## 1 无损检测技术在桥梁检测中的重要性

桥梁是现代交通运输网络中非常重要的基础设施,而桥梁的安全和可靠性是交通运输安全的关键因素之一。对于桥梁的安全监管和预防,无损检测技术是目前应用最为普遍和有效的技术。

### 1.1 桥梁缺陷检测的重要性

桥梁是承载车辆和行人的结构,长期的使用会导致桥梁出现各种缺陷和损伤。例如,裂纹、疲劳损伤、腐蚀等问题是桥梁设计和施工中很难避免的。如果这些缺陷和损伤得不到及时发现,就会导致桥梁的安全性下降,威胁到人们的生命财产安全,需要采取更高代价的修复措施。无损检测技术可以不破坏桥梁结构,及时发现桥梁缺陷和损伤,为桥梁安全提供可靠的预防措施。

### 1.2 无损检测技术在桥梁维护和管理中的作用

随着桥梁的使用年限的增加,各种缺陷逐步增多。由于桥梁的横向和纵向跨度相对较大,并且有许多不可见的细小组件和构件,很难通过人工检测进行检测。无损检测技术可以有效地检测桥梁内部的缺陷和损伤,降低修补的成本,并有助于实现桥梁的长期运行<sup>[1]</sup>。

### 1.3 无损检测技术在桥梁安全评估中的角色

无损检测技术可以进行桥梁结构和材料的可靠评估和预测。通过对桥梁结构和材料进行检测和分析,获得桥梁的运行指标,进行桥梁的安全评估和风险预测。可以有效的为桥梁的监测和维护提供科学依据。

总之,无损检测技术对于桥梁检测和安全管理起着至关重要的作用。它可以快速、准确、可靠地发现和桥梁内部的缺陷和损伤,减少桥梁运行中的风险,并为桥梁的维护提供了科学的技术手段。同时,无损检测技术的使用能够降低桥梁的维护成本和升级成本,并延长桥梁的使用寿命。因此,无损检测技术在桥梁检测和维护中的重要

性不可忽视,是保障桥梁安全重要的工具之一<sup>[2]</sup>。

## 2 无损检测技术应用优势

无损检测技术是一种非破坏性的检测方法,可以不影响被检测物品的使用或损坏,对各种材料和构件进行检测,包括金属、塑料、陶瓷、混凝土、木材等。无损检测技术主要应用于工业生产领域,具有以下优势:

(1) 无损检测技术不会对被检测的材料或构件造成损坏,使其得以在生产中继续使用。同时,该技术可以优化检测流程,节省时间和成本,提高效率,减少能源和资源的浪费。(2) 无损检测技术可以实现封闭式检测,不受环境限制。其他检测方法如X-ray、gamma射线等需要使用放射性物质,因此需要在封闭的检测室内进行,使得检测条件受到了很大的限制。而无损检测技术可以在室内,甚至在户外进行。(3) 无损检测技术使用简便,操作相对容易。相比于传统的破坏性检测方法,无损检测技术使用的仪器相对简单,易于掌握,不需要专业的技术人员进行操作。(4) 无损检测技术可以发现和定位物质内部的缺陷和损伤,另外还能判断物质的品质和其他特性信息。以此,用户可以采取有效措施来解决问题,避免材料密度不均匀、裂纹等问题的成果<sup>[3]</sup>。(5) 无损检测技术可以对历史留下的物品进行检测和测试,其不会对物品造成破坏。以此,可以在对于具有历史价值的物质进行检测时,发现内部的历史痕迹而不会对其造成损坏。总之,无损检测技术在工业生产和科研方面具有广泛的应用,其中主要用途是对材料和构件进行无损检测,获得其质量和可行性的有利信息。该技术已经成为当今工业领域中不可缺少的工具之一,相信在未来的发展中,无损检测技术将得到更广泛的应用。

## 3 无损检测技术在桥梁检测中存在的问题

### 3.1 无损检测技术的局限性

无损检测技术的局限性主要包括以下方面：

(1) 受材料影响：无损检测技术对于检测的材料和构件特性有一定的要求。例如，对于某些材料，如混凝土，由于信号传递的影响，可能会造成检测结果的精度受到一定的影响。同时，对于一些非金属材料、金属材料等具有一定的局限性，无法使用某些无损检测技术进行检测。(2) 检测深度问题：由于无损检测技术使用的是电磁波或声波等物理信号进行检测，因此受到检测深度的限制。例如，当使用涡流检测时，检测深度有限，仅能检测到较浅的缺陷和损伤，无法检测到深层的缺陷。(3) 操作技术要求高：无损检测技术需要由专业的操作人员来检测，而操作人员的专业技能对检测结果的可靠性和精度产生很大影响。操作人员需要具备较高的技术水平和专业知识，才能准确地进行检测，并排除可能出现的误差。(4) 检测成本高：无损检测技术需要专业的设备和高素质的人才来进行检测，因此，可能会导致较高的检测成本。这对于一些应用场景来说，无疑增加了经济和技术的负担<sup>[4]</sup>。(5) 无法解决所有问题：尽管无损检测技术可以检测和发现一些缺陷和损伤，但并不能解决所有的问题。例如，一些问题可能需要进行破坏性实验才能确定材料的强度和其他特性信息。因此，在进行无损检测时需要考虑其具有一定的局限性，需要通过其他方法进行补充和解决。

### 3.2 技术水平和设备投入的不足

无损检测技术的水平和设备投入不足是当前普遍存在的问题，确实对无损检测技术的应用造成了一定的困难。一方面，由于无损检测技术的应用较为特殊，需要具备较高的技术水平和专业知识，所以需要投入更多的人力、物力、财力等资源。然而，在实际生产和应用中，由于缺乏相应的人员和资金投入，使得无损检测技术的应用水平和设备投入都无法得到有效的提升。另一方面，由于无损检测技术是一项涉及多个学科的交叉性技术，因此需要跨领域的合作和协调。但目前，在各行各业中，尤其是中小企业和一些不具备投入无损检测技术的经济实力强的企业中，缺乏足够的跨领域的合作和专家资源，导致无损检测技术水平和设备投入的不足<sup>[1]</sup>。

## 4 无损检测技术在桥梁检测中的应用

### 4.1 磁粉探伤

无损检测技术在桥梁检测中的应用非常广泛，其中磁粉探伤技术是其中一种经典的无损检测方法，适合于金属材料表面和近表面缺陷检测。在桥梁结构中，钢构件是重要的构件之一，而磁粉探伤技术可以用于检测钢结构受力部位和焊接缝等位置的表面、近表面缺陷。探

伤操作步骤如下：钢件外表面应依据所需检查的检验部位，选择清理钢件表面、焊缝上下游区域，要检查的焊缝上下游区域应清理得很干净。混合磁性粉剂，将其涂抹于要检测的表面。通过内外两侧的磁极和通电的线圈产生磁场，将磁性粉包络消失，从而形成与表面和近表面缺陷形状相似的磁粉示意图<sup>[2]</sup>。由于磁场会随着表面损伤进一步发生辐射、扩展而产生外部磁通漏磁，磁粉可以沾附在损伤上形成明显的磁粉示意图，辅助检测人员锁定损伤的位置、大小和形态等。检查和判定，观察检测部位的磁粉示意图并判定是缺陷（如裂纹、气孔等缺陷）还是涂装处理后的露底区域等。磁粉探伤技术具有操作简单、敏感性高等优点，可以快速确定钢结构部件表面和近表面缺陷，能够有效地检测钢构件的腐蚀、裂纹和断裂等缺陷。不过，该技术也存在局限性，例如只能检测金属表面和近表面的缺陷，不能检测深部缺陷，因此需要特别注意。

### 4.2 超声波检测

超声波检测是无损检测技术中常用的一种方法，其在桥梁检测中也得到了广泛的应用。在桥梁结构中，超声波检测技术主要用于检测钢结构的内部缺陷，例如裂纹、气孔、夹层等，并可以评估钢结构的厚度、均匀性和焊接质量等参数。具体操作步骤如下：将超声探头放置在要检测的钢结构表面，并通过仪器发出超声信号。超声波进入钢结构并在界面区域发生反射和折射，这些反射波和折射波可以被接收回来，并转化为电信号。通过分析这些电信号，可以得到有关钢结构内部缺陷的信息，例如缺陷的位置、大小和形状等参数。根据检测结果进行评估，包括确定缺陷类型、判断缺陷的严重程度以及确定是否需要维修等<sup>[3]</sup>。超声波检测技术具有操作简单、检测结果准确、无损性强等优点，可以快速确定钢结构内部缺陷，并评估钢结构的质量。但是，该技术也存在着一些局限性，例如由于其需要有直接接触，无法用于一些不易接触的部位检测，以及在检测过程中需要确保材料的声波传递性，避免阻止声波传播的因素干扰检测结果等。因此，在实际应用中需要根据情况选择合适的检测方法。

### 4.3 热红外影像检测

热红外影像检测是一种基于红外线原理的无损检测技术，它能够检测出目标物表面的温度分布情况并将其转换成图像信号进行分析。在桥梁检测中，热红外影像检测常用于检测混凝土桥梁结构表面的裂缝和鼓包等问题。具体操作步骤如下：在目标物表面喷涂涂料或覆盖膜，使其在红外热辐射下能够有效地吸收并反射红外辐

射。通过热红外相机拍摄目标物表面的红外图像，在图像上研究温度分布情况，并借助软件工具将图像处理成能够反映缺陷存在情况的图像。根据分析，确定目标物是否存在裂缝、鼓包和其他缺陷，并确定其严重程度和位置。热红外影像检测技术具有无损性、速度快、检测面积广等优点，同时可以提供更加详尽的检测信息，并能够检测出裂缝、鼓包等表面缺陷<sup>[4]</sup>。但是，该技术也存在着一些局限性，例如当被测目标表面存在遮挡物时，热红外相机的探测能力会受到影响；另外，在夏季高温天气或者春秋季节温度起伏大的时候，热红外检测结果容易受到气温和目标表面温度的变化而发生误判，需要结合现场实际情况进行分析判断。

#### 4.4 光纤传感技术

光纤传感技术是一种基于光纤光学原理的无损检测技术，可以用于检测桥梁结构材料的应力、温度等参数。在桥梁检测中，光纤传感技术常用于测量桥梁结构材料的应力分布情况。具体操作步骤如下：在需要测量应力的桥梁结构中安装一组光纤传感器，每个传感器可以检测一个特定的部位。将每个传感器接入仪器，并通过光学设备对其进行测试。通过仪器产生的激光光束，通过光纤传感器输入激光信号并检测透过光照过来的信号，在测量过程中记录下光纤传输光信号的拐弯和延长等变化，这些变化与受力引起的光纤长度或光纤的折射率等参数有密切关系。根据测量结果分析桥梁结构中的应力分布情况，以及确定应力分布的位置和严重程度。光纤传感技术具有测量精度高、可靠性强、不需要电源或电线等优点，同时可以检测出桥梁结构中的微小应力变化<sup>[1]</sup>。但是，该技术也存在着一些局限性，例如需要专业的设备和工具来进行测量，成本较高；另外，测量结果也容易受到光纤本身的拉伸变化、光纤制造质量和外部环境因素等因素的影响，需要进行实际情况的分析和评估。

#### 4.5 探地雷达检测技术

探地雷达是一种基于雷达原理的无损检测技术，可以用于检测桥梁结构地下部分的结构和缺陷。在桥梁检

测中，探地雷达技术通常用于检测桥梁地基沉降、土壤基础结构、深层岩石结构和地下障碍物等。探地雷达技术可进行以下操作步骤：选择合适的天线和雷达系统，将雷达系统和天线安装到车辆或手提设备上。将地面传感器或天线放置在桥梁不同部位，沿着预先设计好的测量线或网格进行扫描。通过雷达发射电磁波，辐射到探测目标后，经过反射、散射、折射和衰减等过程回传给接收器，并转化为可视化成像。根据反射信号分析得到不同深度的地下结构信息和地下障碍物的位置和特征<sup>[2]</sup>。探地雷达技术具备探测深度深、成像清晰、可视化直观等优点，能够快速检测出桥梁地基沉降、土壤基础结构、深层岩石结构和地下障碍物等缺陷，对桥梁结构的安全评估和维护提供支持。但是，该技术也存在着一些局限性，例如在深度方面，探地雷达的探测深度受到离地面高度、探地雷达中心频率、雷达前传参量等因素的影响，其探测深度通常在20米左右；同时，探地雷达对地下结构的探测精度也受到地下介质类型、腐蚀状态和含水量等因素的影响，需要进行现场实际情况的分析和评估。

#### 结束语

无损检测技术广泛用于桥梁检测领域，因其具有快速、高精度和广泛应用等特点成为桥梁健康状况评估的重要手段之一，其应用不仅提高了桥梁检测效率，还可以最大程度保障桥梁的使用寿命和安全，同时，无损检测技术对完整地了解桥梁结构的隐蔽问题具有重要意义。因此，无损检测技术的进一步研究和应用，将为桥梁安全提供更全面、高效、安全的评估工具和支持。

#### 参考文献

- [1]史恩波.道路桥梁检测中无损检测技术的应用分析[J].交通世界, 2020(34): 138-139.
- [2]李兰波.道路桥梁工程中无损检测技术的应用[J].交通世界, 2020(33): 134-135.
- [3]李富山.道路桥梁检测中的无损检测技术应用[J].交通世界, 20219(30): 94-95.
- [4]荣桂枫.无损检测技术在道路桥梁检测中的应用[J].交通世界, 2019(09): 98-99.