

无损检测技术在钢结构应用中的探索与应用

邓德亮

海洋石油工程股份有限公司 天津市 300452

摘要: 随着我国工业化进程的不断推进, 建筑工程数量也在不断增加, 钢结构以其强度高、自重轻、抗震性能好等优点, 成为现代建筑的重要材料。但钢结构作为一种金属材料, 其生产工艺复杂, 生产过程中容易出现缺陷。为保障钢结构工程质量, 相关人员需要对其进行质量控制。无损检测技术是一种能够在不破坏被检测对象的前提下对其内部质量进行检测的技术, 在钢结构工程中具有重要应用价值。文章分析了无损检测技术在钢结构应用中的重要意义, 探讨了无损检测技术的应用原理及常用技术类型, 最后结合实际案例分析了无损检测技术在钢结构工程中的具体应用, 旨在为相关人员提供参考。

Abstract: With the continuous advancement of China's industrialization process, the number of construction projects is also increasing, steel structure with its high strength, light weight, good seismic performance and other advantages, has become an important material of modern building. However, as a kind of metal material, steel structure has a complex production process and is prone to defects in the production process. In order to ensure the quality of the steel structure engineering, the relevant personnel need to carry out the quality control on it. Nondestructive testing technology is a technology that can test the internal quality of the detected object without damage, and has important application value in steel structure engineering. This paper analyzes the significance of nondestructive testing technology in the application of steel structure, discusses the application principle and common technology types of nondestructive testing technology, and finally analyzes the specific application of nondestructive testing technology in steel structure engineering combined with actual cases, aiming to provide reference for relevant personnel.

关键词: 钢结构; 无损检测; 检测技术; 应用

引言

钢结构以其轻质高强、抗震性能好、施工方便快捷、绿色环保等优点, 广泛应用于各类建筑中, 成为现代建筑的重要材料。而无损检测技术作为一种检测手段, 能够实现钢结构内部质量、损伤情况的实时监控, 对于保障钢结构工程质量具有重要意义。文章首先介绍了钢结构特点和应用领域, 其次分析了常用的无损检测技术, 最后结合具体案例分析了无损检测技术在钢结构工程中的应用, 探讨了该技术在工程领域中的挑战和展望, 以期对相关人员进行参考。

一、钢结构概述

1. 钢结构特点

钢结构具有强度高、质量轻、施工周期短等特点, 是一种比较常见的结构体系。在我国, 钢结构多用于高层建筑、重型工业厂房和公共设施建设中。与其他建筑

结构相比, 钢结构具有以下几个特点: (1) 钢材具有较好的塑性和韧性, 对其进行焊接时不会产生较大的应力集中; (2) 钢结构在焊接时对周围温度变化较为敏感, 温度变化会对钢结构产生影响; (3) 钢结构具有较高的强度, 因此在实际施工中需要确保施工质量; (4) 钢结构具有较高的刚度和稳定性, 能够承受较大的荷载。

2. 钢结构应用领域

在我国, 钢结构是重要的基础建筑结构, 被广泛应用于现代建筑中, 如火车站、机场航站楼、体育场馆、商场、车站等。钢结构在建筑中的应用有以下几方面: (1) 在大型公共建筑中, 钢结构可以直接采用构件拼接组装的方式, 直接完成主体结构, 避免了以往先进行整体安装再进行结构加固的烦琐过程, 有效地提高了建筑工程的效率; (2) 在超高层建筑中, 钢结构能够作为主要的承重构件, 以框架支撑形式为主; (3) 在民用建筑中, 钢结构可以用作屋顶承重构件、墙体、隔墙等, 能

够有效节约建材资源。

二、无损检测技术概述

1. 无损检测技术定义和分类

无损检测技术是一种利用声、光、电等物理原理，对被检测对象的材料性质、结构形状及性能等进行检测的技术，以实现对被检测对象质量进行评价。其本质是在不破坏被检测对象本身的前提下，通过一定的物理方法，利用声、光、电等物理原理，对被检测对象本身的状态进行评估，以达到对被检测对象质量进行评价的目的。无损检测技术按照不同分类方法可分为：非破坏性技术。其中破坏性技术又可分为射线检测、超声波检测、磁粉检测和渗透检测四种。

2. 无损检测技术在工程领域的重要性

无损检测技术在工程领域的应用主要表现在以下几个方面：（1）通过对工程材料、构件或结构进行无损检测，能够对其性能或缺陷进行准确定位，保证工程质量和安全，提高其可靠性；（2）通过无损检测，能够减少或者避免在工程应用中可能发生的失效情况，减少维修费用和损失；（3）通过对工程材料检测，能够及时发现可能发生的缺陷，并且对缺陷进行精确定位，防止工程事故的发生；（4）通过对工程材料检测，能够及时发现工程应用中的安全隐患问题，并及时采取相应的解决措施，避免造成严重后果。

三、常用的钢结构无损检测技术

1. 超声波检测技术

超声波检测技术在钢结构无损检测中应用的时间比较早，其工作原理是利用超声波的传播速度作为参考依据，通过声波在金属内部的传播过程来分析出缺陷的位置。超声检测技术是一种非接触式检测方式，它不需要接触被检测体，因此能够有效地避免对被检测体产生伤害，可以实现对金属内部结构的全方位检测。与传统的无损检测方式相比，超声检测技术具有很强的抗干扰能力以及较高的准确性。

2. 光纤传感无损检测技术

光纤传感技术是一种将光纤作为传感元件，通过对光纤进行合理的布置，使之可以对结构内的应力分布进行感知，并且也可以通过检测光纤自身的应变分布来实现对结构损伤的检测。该技术具有较高的灵敏度和较好的传感性能，在结构检测和评估中有着广泛应用。但是由于该技术是通过结构内应力分布进行感知而实现对结构损伤的检测，所以也具有一定的局限性，主要表现

在以下几点：一是难以实现大面积范围内的结构损伤检测；二是难以实现对应力集中区域内裂纹或损伤进行有效识别；三是无法实现对裂纹或损伤进行实时监测；四是对于环境因素影响敏感。

四、无损检测技术在钢结构应用中的探索

1. 无损检测技术在钢结构检测中的优势

无损检测技术在钢结构检测中的应用，可以从宏观、微观和综合三个方面进行研究。在宏观上，可以对钢结构的质量、材料及焊缝的实际情况进行检测，避免传统检测方法的局限性。在微观上，可以对钢结构中不同位置的缺陷进行检测，从而及时发现钢结构中存在的质量问题。无损检测技术在钢结构应用中的优势还表现在提高了检测效率、节约了人力成本、减少了施工成本等方面。

2. 无损检测技术在钢结构中的具体应用案例

以某高层建筑钢结构为例，该项目中采用的是螺栓连接，因为连接处是钢结构的薄弱环节，所以需要通过对无损检测技术对其进行检测，判断是否存在缺陷。无损检测技术主要包括超声波检测、磁粉检测和涡流检测等。通过对钢结构中的缺陷进行分析，再通过这些无损检测技术对其进行判断，以确定其是否存在缺陷。利用无损检测技术对钢结构中的钢材质量进行判断，不仅能够有效避免出现质量问题，还能提高钢结构的整体质量，保障了钢结构的安全使用，同时也有效地推动了钢结构在建筑行业中的发展。

3. 无损检测技术在钢结构维护和保养中的作用

无损检测技术在钢结构维护和保养中的作用主要体现在两个方面：首先，由于钢结构属于一种较为特殊的建筑材料，其本身具有较强的柔韧性，在使用过程中，很容易受到外界因素的影响而产生一定的损伤。因此，在对钢结构进行维护和保养时，应加强对钢结构受损部位进行及时、有效地检测和维护。通过无损检测技术可以对钢结构内部受损情况进行准确、客观地判断，并根据不同类型的损伤制定相应的维护和保养措施，进而实现对钢结构损坏程度的有效控制。

五、无损检测技术在钢结构工程中的应用

1. 无损检测技术在钢结构设计和施工中的应用

在进行钢结构设计时，通过对结构设计文件和施工图的检验，可以有效避免在施工过程中出现重大质量事故，保证工程的安全施工。在对钢结构进行无损检测时，一般都是通过X射线探伤、超声波探伤、磁粉探伤等方法进行检测。其中，X射线探伤可以在钢结构中进行检

测, 超声和磁粉探伤则是通过对焊缝的射线检测来判断焊缝的质量。此外, 还有渗透探伤技术以及超声相控阵法等方法。在钢结构施工过程中, 通过使用超声相控阵法可以实现对构件内部缺陷的检测, 并能够对缺陷的大小和位置进行准确地定位。

2. 无损检测技术在钢结构安全评估中的应用

无损检测技术可以为钢结构安全评估提供全面、科学的技术支持, 在钢结构工程中应用无损检测技术, 能够实现对钢结构的安全评估, 对其是否符合设计标准进行分析。无损检测技术的应用, 能够对钢结构进行全方位的分析, 能够确定其是否存在结构性缺陷以及缺陷类型, 避免因钢结构存在缺陷而引发安全事故。例如: 通过超声波、X射线和磁粉等无损检测方法, 可以对钢结构的强度、钢材强度、焊接质量等方面进行全面分析。

3. 无损检测技术在钢结构改造和加固中的应用

钢结构改造和加固的主要方法有: 增加杆件的数量和强度; 改变受力性质; 改变连接方式; 提高刚度等。这类钢结构工程涉及的检测项目较多, 不同项目的检测目的和要求也不相同, 如对梁、柱构件的强度、刚度、稳定性及连接的可靠性进行检测; 对吊车梁、屋架等重要构件进行检测; 对不能直接采用上述方法进行检测的构件或连接进行必要的补充检测等。

六、无损检测技术在钢结构中的挑战和展望

1. 挑战

在钢结构无损检测中, 不同检测方法之间的交叉融

合是一个很大的挑战, 交叉融合有很多方面, 例如, 光学、声学、热学、磁学等方面的检测方法, 在某些情况下会相互干扰。因此, 要实现钢结构无损检测技术的高精度、高分辨率和高灵敏度, 必须解决以下问题: (1) 无损检测方法之间的相互交叉融合; (2) 无损检测方法在实际应用中的相互制约; (3) 多学科交叉融合是钢结构无损检测技术发展的必然趋势。目前, 不同学科之间存在着知识和信息的壁垒, 这导致了多种学科之间缺乏必要的沟通和交流。

2. 发展趋势

随着科学技术的发展, 无损检测技术不断进步, 检测设备逐渐朝着自动化、智能化的方向发展, 能够自动识别缺陷、自动定位缺陷位置并对缺陷进行定量和定性的检测设备, 将会取代目前人工检测的方式。目前, 我国在钢结构无损检测领域内使用较多的方法有磁粉检测、渗透检测和涡流检测, 未来发展趋势是基于激光多普勒测速仪的超声法, 可对钢结构进行无损检测; 基于射线检测技术, 可以对钢结构进行无损检测; 基于超声波技术, 可以对钢结构进行无损检测。

参考文献

- [1] 周程锦, 刘汉昆, 刘珉巍. 探析钢结构无损检测技术[J]. 建筑安全, 2024, 39(08): 8-12.
- [2] 刘聪莹. 钢筋混凝土结构无损检测技术应用[J]. 建筑机械, 2025, (01): 137-140.