

建筑工程中钢结构检测技术应用研究

王晓菲

潍坊市建筑工程质量检测有限公司

摘要：本文探讨了钢结构检测技术在建筑工程中的重要性 and 各类检测技术在建筑钢结构检测中的具体应用。传统的钢结构检测方法存在操作复杂、检测范围有限、无法全面覆盖等问题，无法满足现代建筑工程对于快速、准确、全面检测的需求。随着科技的进步，各种新型的钢结构检测技术不断涌现，为提高钢结构检测的准确性、效率和全面性提供了新的可能性。因此，对现有钢结构检测技术进行系统研究和分析，寻找更适合实际工程应用的方法，具有重要的理论和实践意义。本文对于X射线、超声波等多种检测技术的研究可以为建筑工程提供可靠的质量控制和安全保障措施，推动建筑工程的持续改进和提升。

关键词：建筑工程；钢结构检测技术；应用研究

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.11.015

前言

在建筑工程中，传统的钢结构检测方法存在诸多局限性，如操作复杂、检测范围有限、无法实现全面覆盖等。而随着科技的进步和技术手段的不断更新，各种新型的钢结构检测技术不断涌现，为提高钢结构检测的准确性、效率和全面性提供了新的可能性。因此，对现有钢结构检测技术进行系统研究和分析，寻找更适合实际工程应用的方法，具有重要的理论和实践意义。

一、钢结构在建筑工程中的重要性和优势

钢材的高强度和优良的抗拉、抗压性能使钢结构能够在较小的截面下承受较大的荷载，从而降低了结构的自重，这不仅减少了建筑物的材料消耗，还降低了建筑物的整体成本，同时也使得建筑物更具有抗震和抗风能力。钢结构相较于传统混凝土结构在制造、安装方面具有更大的灵活性，构件可以提前在工厂进行预制处理，这在一定程度上方便了运输，在构件抵达现场后再进行组装、安装等工序，这一特点减少了钢结构的施工周期，不仅能够缩短工程周期，节省人力资源和施工成本，还有利于加快建筑物的投入使用。钢结构具有极高的可塑性，可以根据建筑设计的需要进行灵活的组合和调整，从而实现各种不同形式和功能的建筑物，设计灵活性使钢结构能够更好地适应不同的建筑需求和场景，同时也有利于创造出更具有创意和个性化的建筑作品。钢材可以回收再利用，有利于资源的可持续利用和环境保护，通过循环利用废旧钢材，不仅可以减少对自然资源的依赖，还可以减少废弃物的排放，降低环境污染。

二、传统检测方法的局限性与不足

传统的钢结构检测方法存在一些局限性和不足之处，传统的钢结构检测方法通常需要大量的人力资源进行操作，例如视觉检查、手工敲击等，这不仅费时费力，而且容易受到操作人员主观因素的影响，导致检测结果的不准确性和一致性差。传统的检测方法往往只能对钢结构的局部部位进行检测，无法对整个结构进行全面、连续的检测，会忽略一些隐藏的缺陷和隐患。传统的检测方法通常需要将钢结构暂时停用或者拆解部分结构才能进行检测，这不仅影响了建筑物的正常使用，而且无法实时监测结构的健康状态，容易造成安全隐患。过去的传统检测方法多靠检测人员的检验经验为主，譬如经验丰富的检验人员，其检验的准确性也会较高，但这导致了检验结果对于人员水平的过度依赖性，存在较大的检测误差。另外，传统的检测方法通常需要大量的人力和物力投入加之操作过程复杂，检测设备和工具昂贵导致检测成本较高，不利于大规模应用和推广。传统的钢结构检测方法存在诸多局限性和不足之处，无法满足现代建筑工程对于快速、准确、全面检测的需求。

三、钢结构检测技术

（一）X射线检测技术

X射线检测技术是一种常用的非破坏性检测方法，用于对钢结构进行各种缺陷、焊缝、壁厚等方面的检测。X射线具有较强的穿透能力，能够穿透钢结构的表面进入材料内部，当X射线穿过材料时，会受到材料原子的散射和吸收作用，不同材料的原子密度和厚度会对X射线的穿透产生不同的影响。当X射线穿过钢结构时，如果遇到缺陷或异物会产生散射或吸收现象，使得X射线在探测器上的接收信号发生变化，通过分析接收信号的变化，可以确定缺陷的位置、大小和形态，进而评估结构的质量状况。X射线检测可以用来对焊缝进行质量评估，检测焊缝的完整性、均匀性和密实性，通过分析焊缝的X射线照片，可以发现焊接过程中可能存在的焊孔、气孔、夹杂等缺陷，为焊接质量的提高提供依据。X射线在穿过钢结构时会受到材料原子的吸收作用，不同材料的原子密度和厚度对X射线的吸收程度不同，一般两者之间成正相关关系，通过测量X射线在穿过材料后的衰减量，就可以计算出材料厚度。该技术适用于各种形状和材质的钢结构，包括板材、管材、型材等，可以在不破坏结构表面的情况下对材料的内部进行检测。X射线检测技术具有非破坏性、高效率、高精度

和适用性广泛的特点，是一种重要的钢结构检测手段，为确保钢结构的质量和安提供了可靠的技术支持。

（二）超声波检测技术

超声波检测技术利用超声波在材料中传播时的多种特性，比如散射、反射、折射和衍射，来探测钢结构的裂纹等问题，因此被广泛应用于非破坏性检测。其工作原理为记录不同缺陷和材料结构对超声波传播产生的影响，然后在检测时，分析超声波在传播中的实际特性，对比记录的结果，就可以分析出缺陷情况。超声波检测具有非常高的分辨率和灵敏度，可以探测到微小尺寸的缺陷和裂纹，通过合理选择超声波的频率和探测器的灵敏度，可以实现对钢结构内部微小缺陷的准确检测。超声波检测技术适用于各种复杂结构和狭小空间的检测，包括板材、管材、焊缝等不同形状和尺寸的钢结构，超声波探头可以通过不同的角度和位置对结构进行全面、连续的检测，无须破坏结构表面。超声波检测可以采用不同的检测模式如接收模式、发射接收模式、透射模式等，根据不同的检测要求和结构特点选择合适的模式，可以实现不同方向和深度的检测。超声波检测设备通常具有实时监测和数据记录功能，可以即时显示检测结果并将数据保存为图像或数字文件，方便后续分析和处理。超声波检测技术具有高分辨率、高灵敏度和高准确性的特点，是一种重要的非破坏性检测手段，为确保钢结构的质量和安提供了可靠的技术支持。

（三）磁粉检测技术

该技术也属于非破坏性检测方法，检测前先在钢结构表面施加磁场，该磁场一般通过电磁铁或永久磁铁等设备产生，其作用是使钢结构表面附着有磁性。在施加磁场后，会在钢结构表面涂覆磁粉或磁液，这些磁性颗粒会在磁场的作用下，在结构表面形成一层薄薄的磁粉层。一旦磁粉涂覆到表面后，任何结构内部的裂纹、裂缝、孔洞等缺陷都会使得磁粉在该区域聚集，这是因为缺陷处会扭曲或削弱施加在钢结构上的磁场，从而导致磁粉的聚集，通过观察磁粉在缺陷处的聚集表现，可以发现钢结构表面下的缺陷。磁粉检测技术操作简单，不需要复杂的设备和技术，可以快速上手，与其他检测方法相比，磁粉检测技术成本较低，设备和材料的采购和维护成本相对较低。磁粉检测技术适用于各种场合的表面缺陷检测，包括焊缝、铸件、钢板等各种形状和尺寸的钢结构。磁粉检测技术是一种简便易行、成本低廉且适用性广泛的钢结构表面缺陷检测方法，为确保钢结构的质量和安提供了一种简单有效的技术手段。

（四）热像检测技术

热像检测技术是一种利用热像仪对钢结构表面温度分布的变化进行监测和分析的方法。

热像检测使用热像仪来捕捉钢结构表面的红外辐

射，将其转换成数字图像，热像仪可以检测并记录不同部位的表面温度，并以不同颜色或灰度显示形成热像图。钢结构表面的温度分布受到多种因素的影响，如结构的材料、厚度、密度、内部状况、环境温度等，通过分析热像图中不同区域的温度变化可以发现异常温度分布，进而识别结构的缺陷、疏松部位、隐患等。

热像检测技术可以实现对钢结构的远距离监测，无须接触被测物体即可获取温度信息，使热像检测技术适用于各种大型结构和高处作业环境下的检测任务。热像检测技术操作简便，检测速度快，可以快速获取大面积结构的温度信息，同时，热像图易于解释和分析能够快速识别出异常区域，为后续的检测和维护提供重要参考。热像检测技术适用于各种大型和高温环境下的钢结构检测任务，包括建筑物、桥梁、管道、储罐等各类钢结构。热像检测技术是一种高效、远距离监测的非接触式检测方法，其为确保钢结构的质量和安提供了一种便捷、可靠的技术手段。

（五）磁致伸缩检测技术

磁致伸缩检测技术是一种利用磁致伸缩效应对钢结构进行缺陷、裂纹、变形等问题进行检测的方法。在进行磁致伸缩检测之前，首先在钢结构的表面施加一个交变电磁场，电磁场可以通过电磁线圈等设备产生，其作用是使得钢结构表面附着有磁性。在交变电磁场环境中，钢结构会产生磁致伸缩效应，通过检测该效应引起的微小变形或伸缩，可以发现钢结构中存在的裂纹、变形等问题，通常采用传感器或检测设备对这种微小变形进行监测和记录，通过分析监测数据来确定结构的健康状况。磁致伸缩检测技术具有非常高的灵敏度和精度，可以探测到微小尺寸的裂纹和变形，通过合理选择检测设备和参数可以实现对钢结构的高精度检测。磁致伸缩检测技术适用于各种复杂结构和高温环境下的检测任务，包括焊缝、管道、容器等不同形状和尺寸的钢结构。

（六）激光扫描技术

该技术利用激光传感器对建筑物表面进行精确扫描，从而捕捉建筑物的形状和结构特征，结合三维技术生成数字化的三维模型和点云数据。第一，激光扫描技术使用激光束在建筑物表面形成点阵，点的位置和密度取决于扫描仪的分辨率和扫描范围。记录好这些激光点，形成一个点云数据集，数据集中包含大量的三维坐标信息；第二，激光扫描系统通常配备有高精度的惯性导航系统（INS）和全球定位系统（GPS），确保扫描过程中的位置和姿态准确无误，追踪和记录扫描仪在空间中的运动和位置，确保点云数据的准确性和完整性；第三，激光扫描数据经过后期处理和配准，将不同位置和角度的扫描数据集成完整、连续的三维模型。该过程

涉及点云数据的对齐、滤波、去噪和重建，以及与其他数据源（如CAD图纸或地理信息系统）的整合和校准；第四，通过使用专业的三维建模软件，对建筑物的三维模型进一步分析、可视化和测量。

激光扫描技术提供了丰富的几何和空间信息，可以用于建筑物的结构分析、变形监测、体积计算、建筑信息建模（BIM）和虚拟现实（VR）等应用。激光扫描技术可以用于监测施工现场的实际情况与设计方案的差异，及时发现施工质量问题 and 进度延误，为施工管理提供参考和支持。对于文物、古建筑等历史建筑物，激光扫描技术可以非常精细地获取其三维形态信息，为文物保护、修复和复原提供科学依据。激光扫描技术具有高精度、高效率、非接触等优势，在建筑工程领域中的应用范围广泛，并为工程设计、施工和管理提供了重要的技术手段和支持。

四、钢结构检测技术的质量控制与安全保障措施

（一）质量控制体系建立

制定并实施钢结构检测的标准化规范，明确各项检测项目、检测方法、检测要求等内容，可以确保检测工作在统一的标准下进行，避免因规范不统一而导致的质量差异和误解。建立完善的质量管理体系，可以确保检测工作在质量目标的指导下进行，及时发现和解决质量问题。对从事钢结构检测工作的人员进行专业培训和技能培养，提高其专业水平和技术能力。

通过完善的质量记录和信息追溯，有助于及时发现和解决问题并为质量分析提供可靠的数据支持。

（二）安全保障措施

在进行钢结构检测时，确保安全是至关重要的。制定钢结构检测的安全作业规范和操作规程，明确安全防护措施和操作流程，以确保检测工作的安全进行。在需要的地方设置防护栏杆、警示标识等安全设施，以保障检测人员在工作中免受伤害。对检测过程中存在的安全风险进行评估和管控，对工作场所的地形、环境等进行分析，采取预防措施对潜在的风险加以规避，降低事故发生概率。通过安全保障措施的有效实施，可以保障钢结构检测工作的安全进行，确保检测人员的人身安全，同时也能够提高工作效率和质量。安全意识的提高和安全措施的严格执行，是确保工程施工和检测工作顺利进行的重要保障。

（三）检测技术在质量控制与安全保障中的作用

先进的钢结构检测技术能够通过高精度的测量和分析，准确地识别结构缺陷、裂纹等问题，实现对钢结构质量状况的精准评估，这有助于及时发现潜在的安全隐患和质量问题，为制定有效的修复和加固方案提供可靠的数据支持。高效的检测技术能够快速、准确地完成大

量数据的采集和处理，有效减少了检测工作所需的时间和人力成本，不仅提高了工作效率，也降低了检测过程中的操作风险，为工程进度的保障和安全施工提供了重要支持。自动化和数字化的检测技术可以减少人为误差的可能性，提高了检测结果的可信度和可靠性，与传统的人工检测相比，这些技术能够更加客观地分析数据、识别问题，并减少主观因素对检测结果的影响，从而降低了质量控制和安全保障中的不确定性。总之，先进的钢结构检测技术在质量控制与安全保障中发挥着重要的作用，通过提高检测准确性、提升工作效率和降低人为误差，为建筑工程的质量和安全的提供了有效的保障，推动着工程施工和运营的持续改进和提升。

五、结论

综上所述，本文分析了钢结构检测中的各项检测技术的具体应用，深入分析了各类检测技术在保证建筑钢结构质量控制方面的应用效果，通过各类检测技术的应用可以有效识别钢结构缺陷及建筑安全隐患，为工程的质量控制和安全保障提供可靠的技术支持。未来，需要进一步推进检测技术的创新与研究，以提高检测技术的精度、效率和智能化水平，同时，加强行业标准的制定和推广，建立更加完善的质量控制体系和安全管理体系。此外，还可以加强与其他领域的交叉合作，借鉴其他行业的先进经验和技能，促进钢结构检测技术的跨界融合和发展。

参考文献

- [1] 胡小群. 钢结构建筑工程中的无损检测技术应用研究[J]. 房地产世界, 2023, (19): 142-144.
- [2] 钟飞鹏. 无损检测技术在钢结构建筑工程检测中的应用[J]. 大众标准化, 2023, (13): 169-171.
- [3] 岳双令. 无损检测技术在钢结构建筑工程检测中的应用[J]. 石材, 2023, (01): 118-121.
- [4] 卜青青. 建筑钢结构工程及焊缝无损检测技术应用探究[J]. 中华建设, 2022, (02): 138-139.
- [5] 常嘉玮. 建筑钢结构工程及焊缝无损检测技术应用[J]. 智能城市, 2021, 7(10): 37-38.
- [6] 李立斌. 建筑工程中钢结构检测技术的应用[J]. 中国建筑金属结构, 2020, (12): 114-115.
- [7] 闫守山. 建筑工程钢结构检测的技术运用分析[J]. 四川建材, 2020, 46(08): 12-13.
- [8] 黄晓峰. 建筑工程钢结构检测的技术运用分析[J]. 四川水泥, 2019, (12): 156.
- [9] 李耀东. 建筑工程钢结构检测的技术运用研究[J]. 建材与装饰, 2019, (09): 50-51.
- [10] 梁万昌. 建筑钢结构工程及焊缝无损检测技术应用探究[J]. 建材与装饰, 2019, (07): 46-47.