

# 房屋检测鉴定中钢结构损伤检测技术研究与应用

张 钊

中质华兴(天津)建筑工程质量检测有限公司 天津 300385

**摘要:** 本文聚焦于房屋检测鉴定领域中钢结构损伤检测技术。首先阐述了房屋钢结构常见的裂纹、腐蚀、变形和连接损伤类型,分析了各类损伤的成因与特征。接着详细介绍了常用的无损检测技术(超声波、射线、磁粉、涡流检测技术)、有损检测技术以及新兴检测技术,并探讨了检测技术的选择原则与多技术集成应用方法。通过某高层建筑钢结构焊缝裂纹检测和某工业厂房钢结构腐蚀检测两个实际案例,展示了钢结构损伤检测技术的具体应用过程与效果。研究表明,合理选择和集成应用钢结构损伤检测技术,能够准确、高效地发现钢结构损伤,为房屋的安全评估和维修加固提供可靠依据。

**关键词:** 房屋检测鉴定; 钢结构损伤检测; 技术应用

引言: 随着建筑行业的不断发展,钢结构因其强度高、自重轻、施工速度快等优点,在房屋建筑中得到了广泛应用。然而,由于环境因素、荷载作用、设计缺陷和施工质量等多种原因,钢结构在使用过程中不可避免地会出现各种损伤,如裂纹、腐蚀、变形和连接损伤等,这些损伤会严重影响钢结构的安全性和耐久性,进而威胁到房屋的整体结构安全。因此,开展房屋检测鉴定中钢结构损伤检测技术的研究与应用具有重要的现实意义。通过准确检测钢结构的损伤情况,可以及时采取维修加固措施,保障房屋的正常使用和人民生命财产安全。

## 1 房屋检测鉴定中钢结构常见损伤类型

### 1.1 裂纹损伤

裂纹是钢结构中最常见的损伤形式之一,根据裂纹的走向和产生原因,可分为横向裂纹、纵向裂纹和斜向裂纹。横向裂纹通常垂直于构件的轴线方向,多由焊接缺陷、应力集中等因素引起;纵向裂纹沿构件轴线方向延伸,可能是由于材料内部缺陷或长期受力作用导致;斜向裂纹则介于两者之间,常见于复杂受力构件。裂纹的存在会降低钢结构的承载能力,尤其是在交变荷载作用下,裂纹容易扩展,最终导致结构破坏。例如,在一些老旧的钢结构桥梁中,由于长期承受车辆荷载的反复作用,焊缝处容易出现裂纹,若不及时检测和修复,可能会引发严重的安全事故。

### 1.2 腐蚀损伤

钢结构在潮湿、腐蚀性介质等环境中容易发生腐蚀。腐蚀可分为均匀腐蚀和局部腐蚀两种类型。均匀腐蚀是指钢结构表面均匀地受到腐蚀,导致构件截面尺寸减小,强度降低;局部腐蚀则包括点蚀、缝隙腐蚀等,点蚀会在钢结构表面形成小而深的坑,严重影响构件

的局部强度;缝隙腐蚀通常发生在构件的连接部位,如螺栓连接处、焊缝边缘等,由于缝隙内溶液的化学性质和氧浓度与外部不同,容易形成腐蚀电池,加速腐蚀过程。腐蚀不仅会降低钢结构的力学性能,还会影响其外观和使用寿命<sup>[1]</sup>。例如,在一些沿海地区的工业厂房中,钢结构由于长期受到海风和盐雾的侵蚀,腐蚀问题较为严重,需要定期进行检测和防腐处理。

### 1.3 变形损伤

钢结构在受到外力作用或自身重力影响时,可能会发生变形。常见的变形形式有弯曲变形、扭曲变形和局部凹陷等。弯曲变形是指构件在垂直于轴线方向上的弯曲,多由不均匀荷载或构件安装偏差引起;扭曲变形是构件绕其轴线发生的扭转,通常是由于构件受到扭矩作用或设计不合理导致;局部凹陷则是构件表面局部受到冲击或挤压而产生的凹陷变形。变形会改变钢结构的几何形状和受力状态,降低其承载能力和稳定性。例如,在一些遭受地震或台风袭击的房屋中,钢结构构件可能会出现明显的弯曲或扭曲变形,需要及时进行检测和评估,以确定是否需要修复或更换。

### 1.4 连接损伤

钢结构的连接方式主要有焊接连接和螺栓连接两种。在连接部位容易出现各种损伤。对于焊接连接,常见的缺陷有裂纹、气孔、未熔合等。裂纹可能出现在焊缝内部或表面,气孔会降低焊缝的致密性,未熔合则会导致焊缝与母材之间结合不牢固。这些缺陷会严重影响焊接接头的强度和韧性。螺栓连接损伤主要包括螺栓松动、滑移和断裂等。螺栓松动会导致连接部位的预紧力减小,降低连接的可靠性;螺栓滑移会使构件之间的相对位置发生变化,影响结构的整体稳定性;螺栓断裂则

会导致连接失效,引发结构安全事故。例如,在一些大型钢结构场馆中,由于频繁的荷载作用和振动,螺栓连接部位容易出现松动和滑移,需要定期进行检查和紧固。

## 2 房屋检测鉴定中常用的钢结构损伤检测技术

### 2.1 无损检测技术

#### 2.1.1 超声波检测技术

超声波检测是利用超声波在钢结构中传播时的反射、折射和散射等特性来检测内部缺陷的一种方法。当超声波遇到钢结构内部的缺陷(如裂纹、气孔等)时,会发生反射和折射,通过接收和分析反射波的信号,可以确定缺陷的位置、大小和形状。超声波检测具有检测灵敏度高、能检测内部缺陷、对人体无害等优点,但对检测人员的技术水平要求较高,检测结果受表面状况和耦合剂的影响较大。在实际应用中,超声波检测常用于钢结构焊缝质量检测、板材内部缺陷检测等。

#### 2.1.2 射线检测技术

射线检测是利用射线(如X射线、 $\gamma$ 射线)穿透钢结构后在不同部位衰减程度的差异来检测内部缺陷的方法。当射线穿过钢结构时,缺陷部位对射线的吸收能力与正常部位不同,通过在胶片上感光或使用数字探测器接收射线信号,可以形成反映钢结构内部缺陷的图像。射线检测能够直观地显示缺陷的形状和大小,检测结果准确可靠,但存在辐射危害,需要采取严格的防护措施,且设备昂贵,检测成本较高。射线检测常用于对检测质量要求较高的钢结构焊缝检测<sup>[2]</sup>。

#### 2.1.3 磁粉检测技术

磁粉检测是基于磁场对钢结构表面和近表面缺陷的磁粉吸附作用来检测缺陷的方法。首先对钢结构施加磁场,使其磁化,然后在表面撒上磁粉。如果钢结构表面存在裂纹等缺陷,磁场会在缺陷处发生畸变,磁粉会在缺陷部位聚集形成磁痕,从而显示出缺陷的位置和形状。磁粉检测操作简单、成本低、检测速度快,主要用于检测铁磁性材料的表面裂纹等缺陷,但对非铁磁性材料无效,且只能检测表面和近表面的缺陷。

#### 2.1.4 涡流检测技术

涡流检测是利用电磁感应原理,通过检测涡流在钢结构中产生的磁场变化来发现缺陷的方法。当交变磁场作用于钢结构时,会在其表面产生涡流,如果钢结构表面存在裂纹等缺陷,会改变涡流的分布和强度,从而引起磁场的变化。通过检测磁场的变化,可以判断钢结构表面是否存在缺陷。涡流检测具有检测速度快、适用于导电材料的表面和近表面缺陷检测等优点,但对检测对象的形状和材质有一定要求,且检测深度有限。

### 2.2 有损检测技术

有损检测技术通常需要从钢结构中截取部分试样进行力学性能试验和化学成分分析。例如,通过拉伸试验可以测定钢材的屈服强度、抗拉强度和伸长率等力学性能指标;通过化学分析可以确定钢材的化学成分是否符合设计要求。有损检测能够准确获取钢结构的实际性能参数,但会对结构造成一定的损伤,一般适用于对重要结构或疑难问题的检测。在实际应用中,有损检测常与其他检测方法结合使用,以验证无损检测结果的准确性。

### 2.3 新兴检测技术

#### 2.3.1 红外热成像检测技术

红外热成像检测技术基于一个关键原理,即钢结构表面温度分布与内部缺陷之间存在着紧密的热传导关联。在正常状态下,钢结构各部位热传导均匀,表面温度分布相对一致。然而,一旦钢结构内部出现缺陷,如裂纹、腐蚀孔洞等,热传导路径就会被阻断或改变。缺陷部位的热传导性能与正常部位产生差异,进而导致其温度与周围正常区域有所不同。红外热成像仪作为该技术的核心设备,能够敏锐地捕捉钢结构表面的温度变化,并将其转化为可视化的热图像。通过分析这些热图像,检测人员可以直观地发现潜在的内部缺陷。此技术优势显著,非接触式的检测方式避免了对钢结构造成二次损伤,同时检测速度快,能够在短时间内对大面积的钢结构进行扫描。不过,它也有一定的局限性,环境温度的波动会对检测结果产生干扰,检测距离过远也会影响温度测量的精度。由于热传导主要影响钢结构表层及浅层,该技术对浅层缺陷的检测效果较好,对于深层缺陷的检测能力则相对有限。

#### 2.3.2 声发射检测技术

声发射检测是通过接收钢结构在受力过程中产生的声发射信号来检测内部缺陷的动态发展情况的方法。当钢结构内部的缺陷在应力作用下发生扩展或摩擦时,会产生弹性波,即声发射信号。通过在钢结构表面布置多个声发射传感器,可以接收和分析这些信号,确定缺陷的位置、大小和活动程度。声发射检测能够实时监测结构的损伤状态,适用于对钢结构在加载过程中的动态检测,但对信号处理和分析技术要求较高。

## 3 钢结构损伤检测技术的选择与集成应用

### 3.1 检测技术选择原则

在选择钢结构损伤检测技术时,应综合考虑钢结构的损伤类型、部位、严重程度以及检测目的等因素。对于表面裂纹检测,可优先选择磁粉检测或涡流检测,这两种技术操作简单、成本低,能够快速发现表面裂纹;

对于内部缺陷检测,超声波检测和射线检测更为合适,超声波检测对内部裂纹等缺陷敏感,射线检测能直观显示缺陷的形状和大小;对于重要结构或复杂结构的检测,可采用多种检测技术相结合的方法,充分发挥各种检测技术的优势,相互补充、相互验证,提高检测结果的准确性和可靠性<sup>[3]</sup>。例如,在对大型钢结构桥梁进行检测时,可先采用红外热成像检测技术对桥梁进行快速筛查,发现可疑部位后再使用超声波检测或射线检测进行详细检测。

### 3.2 多技术集成应用案例分析

以某大型钢结构体育馆检测为例,该体育馆建成时间较长,为了评估其结构安全性,采用了多技术集成的方法进行钢结构损伤检测。首先,使用红外热成像检测技术对体育馆的钢结构屋盖进行全面扫描,发现部分区域存在温度异常现象,初步判断可能存在腐蚀或脱胶等缺陷。然后,针对温度异常区域,采用超声波检测技术进行详细检测,确定了缺陷的具体位置和深度。对于一些疑似裂纹的缺陷,进一步使用磁粉检测技术进行验证,确保检测结果的准确性。同时,为了解钢结构螺栓连接部位的状况,采用扭矩扳手对螺栓进行抽检,检查螺栓的预紧力是否符合要求。通过多技术集成应用,全面、准确地掌握体育馆钢结构的损伤情况,为后续的维修加固提供了可靠的依据。

## 4 钢结构损伤检测技术应用案例

### 4.1 案例一:某高层建筑钢结构焊缝裂纹检测

某高层建筑在施工过程中发现部分钢结构焊缝存在质量问题,为了确保建筑结构安全,需要对焊缝进行全面检测。检测人员首先采用目视检测方法对焊缝外观进行检查,发现部分焊缝存在表面裂纹、气孔等缺陷。然后,使用超声波检测技术对焊缝进行内部检测,通过调整超声波探头的频率和角度,对焊缝的不同部位进行扫描,记录反射波的信号。根据反射波的特征,判断焊缝内部是否存在裂纹、未熔合等缺陷,并确定缺陷的位置和大小。对于超声波检测发现的可疑部位,进一步使用射线检测技术进行验证。将射线源放置在焊缝一侧,在另一侧放置胶片进行曝光,经过显影和定影处理后,得到反映焊缝内部缺陷的射线底片。通过对射线底片的分析,准确确定焊缝内部缺陷的形状和大小。根据检测结

果,对存在严重缺陷的焊缝进行返工处理,确保高层建筑钢结构的质量和安

### 4.2 案例二:某工业厂房钢结构腐蚀检测

某工业厂房由于长期处于潮湿、腐蚀性介质环境中,钢结构腐蚀问题较为严重。为了评估钢结构的剩余承载能力和使用寿命,需要对钢结构进行腐蚀检测。检测人员首先采用红外热成像检测技术对厂房钢结构进行快速筛查,通过分析钢结构表面的温度分布,发现部分区域的温度明显低于周围正常区域,初步判断这些区域可能存在腐蚀<sup>[4]</sup>。然后,使用超声波测厚仪对这些区域进行厚度测量,与钢结构的设计厚度进行对比,确定腐蚀的程度。对于腐蚀较为严重的部位,采用取样检测技术,从钢结构上截取部分试样进行化学成分分析和力学性能试验,了解钢材的化学成分是否发生变化以及力学性能是否降低。根据检测结果,制定针对性的防腐处理方案,对腐蚀严重的钢结构进行除锈、防腐涂装等处理,延长了厂房钢结构的使用寿命。

### 结束语

综上所述,房屋检测鉴定中钢结构损伤检测技术的应用对于保障房屋结构安全至关重要。通过合理选择和应用各种检测技术,能够准确识别钢结构的各种损伤类型和程度,进而为维修加固提供科学依据。未来,随着技术的不断进步和创新,钢结构损伤检测技术将更加智能化、高效化,为房屋检测鉴定领域带来更多的便利和保障。同时,加强检测技术人员的培训和技能提升,也是提高检测质量和效率的关键所在。让我们共同努力,为房屋结构安全贡献力量。

### 参考文献

- [1]陈扬.某房屋窗间墙结构的安全检测与评定[J].江西建材,2023,(08):76-78.
- [2]王选云.建筑结构检测鉴定加固的问题分析[J].四川建材,2023,49(08):40-41+44.
- [3]晋炜,赵霄剑.关于房屋建筑性能评估鉴定体系的探索[J].山西建筑,2023,49(14):50-54.
- [4]郭桐羽,战美秋,狄书亿,吴立志,张文鹏.砌体结构房屋检测鉴定与加固分析[J].建筑监督检测与造价,2020,13(05):43-46.