

建筑物结构安全性鉴定与检测技术应用研究

吴立军 王丽娟

包头冶金建筑研究院 内蒙古 包头 014000

摘要: 建筑物结构安全性对保障人员生命与财产安全意义重大。本文围绕建筑物结构安全性鉴定与检测技术应用展开研究,阐述了结构安全性鉴定基础理论,包括基本概念、鉴定内容与原则;介绍了传统、无损及新兴检测技术特点;分析了不同结构类型建筑物的检测技术选择与应用;探讨了检测技术与鉴定方法的协同应用,涵盖关联、多技术协同策略及信息反馈机制。

关键词: 建筑物结构;安全性鉴定;检测技术;协同应用

引言: 建筑物作为人们生活和生产的重要场所,其结构安全性直接关系到人员生命与财产安全。随着建筑行业的发展,建筑物结构日益复杂,使用环境也愈发多样,这对结构安全性鉴定与检测技术提出了更高要求。准确的结构安全性鉴定能够及时发现潜在的安全隐患,合理的检测技术选择与应用则是获取准确鉴定结果的关键。因此,深入研究建筑物结构安全性鉴定与检测技术具有重要的现实意义。

1 建筑物结构安全性鉴定基础理论

1.1 结构安全性基本概念

建筑物结构安全性是保障建筑在使用过程中能安全承受各种作用,避免发生破坏、倒塌等危及人员生命与财产安全事故的关键属性^[1]。结构安全性的定义涵盖建筑结构在规定的设计使用年限内,于正常设计、正常施工、正常使用及正常维护条件下,完成预定功能的能力。结构安全性涉及多方面要素。承载能力是结构安全性的核心要素之一,指结构承受各种荷载作用的能力,涵盖强度、刚度等方面。强度方面,要求结构构件在荷载作用下不发生强度破坏,如混凝土构件不出现裂缝宽度超限、钢筋不屈服等情况;刚度方面,需保证结构在荷载作用下的变形在允许范围内,避免因过度变形影响正常使用甚至引发安全问题。稳定性对于结构安全性同样至关重要,特别是对于受压构件及整体结构体系,要防止发生失稳破坏,如柱的压屈失稳、结构的整体倾覆等。耐久性则关乎结构在长期使用过程中,抵抗环境作用和自身材料老化影响,保持安全性和适用性的能力,涉及混凝土碳化、钢筋锈蚀等对结构性能的长期影响。

1.2 结构安全性鉴定的主要内容

结构安全性鉴定工作包含多个层面。对结构构件的安全性鉴定是基础环节,针对梁、板、柱等主要受力构件展开。需评估构件的承载能力是否满足要求,检查构

件是否存在裂缝、变形、腐蚀等损伤情况,分析损伤对构件承载能力的影响程度。结构体系的整体安全性鉴定更为关键,要从整体角度考量结构各构件之间的协同工作能力。判断结构体系是否合理,传力路径是否清晰,是否存在薄弱部位或应力集中区域,评估整体结构在各种荷载组合作用下的安全性与稳定性。特殊环境或荷载作用下的结构安全性鉴定也不容忽视。特殊环境包括高温、高湿、腐蚀性介质等,这些环境会加速结构材料的老化与性能退化;特殊荷载如地震、风荷载、爆炸冲击等,具有突发性和强破坏性。需针对这些特殊情况,分析结构在相应作用下的响应,评估结构能否抵御特殊环境或荷载的影响,保障安全。

1.3 结构安全性鉴定的基本原则

科学性原则是结构安全性鉴定的基石。鉴定工作必须依据科学理论与方法开展,运用结构力学、材料力学等专业知识,结合先进的检测技术与分析手段,确保鉴定过程与结果的科学性。客观性原则要求在鉴定过程中排除主观因素的干扰。鉴定人员应以客观事实为依据,如实记录检测数据,准确分析结构状况,不偏袒、不隐瞒,保证鉴定结果真实可靠。全面性原则强调综合考虑各种因素对结构安全性的影响。不仅要关注结构当前的损伤状况与承载能力,还要考虑结构的使用历史、环境条件、未来使用要求等因素,进行全面、系统的分析与评估,为结构的安全使用提供准确依据。

2 建筑物结构检测技术分类与特点

2.1 传统检测技术

传统检测技术在建筑物结构检测领域有着广泛应用,为初步判断结构状况提供了基础手段。外观检查法是为直观的检测方式,检测人员凭借肉眼仔细观察结构外观,识别可能存在的损伤与变形情况。这种方法虽简单,但能快速发现结构表面明显的裂缝、剥落、锈蚀等问题,

为后续深入检测提供方向指引。敲击检测法基于声音传播原理,检测人员使用专用工具敲击结构不同部位,依据敲击产生的声音特征判断结构内部是否存在缺陷。当结构内部存在空洞、疏松等缺陷时,敲击声会与正常部位产生差异,通过经验积累可对缺陷位置和程度做出初步判断。局部破损检测法属于较为直接且精度较高的检测手段。在结构局部选取合适位置取样,将样品带回实验室进行详细分析。以钻芯法检测混凝土强度为例,通过钻取混凝土芯样,在实验室进行抗压试验,能准确获取混凝土的实际强度数据,为评估结构承载能力提供关键依据。不过,此类方法会对结构造成一定程度的损伤,需严格控制取样位置和数量。

2.2 无损检测技术

无损检测技术能在不破坏结构完整性的前提下,对结构内部状况进行检测,具有独特优势^[2]。超声波检测技术利用超声波在结构中的传播特性,如传播速度、衰减程度等,来检测内部缺陷。当超声波遇到缺陷时,传播路径会发生改变,通过分析反射波或透射波的特征,可确定缺陷的位置、大小和性质。射线检测技术借助射线穿透结构后的成像原理判断内部情况。不同物质对射线的吸收能力不同,结构内部缺陷部位与正常部位对射线的吸收差异会在成像上体现出来,从而清晰呈现内部结构状况。红外热成像检测技术依据结构表面温度分布差异来检测缺陷或损伤。结构存在缺陷或损伤时,热传导性能会发生变化,导致表面温度分布出现异常。通过红外热成像仪捕捉这些温度差异,可快速定位潜在问题区域。电磁检测技术利用电磁感应原理,能检测结构中的钢筋位置、数量及腐蚀情况。通过向结构发射电磁信号,根据接收到的感应信号特征,分析钢筋的相关信息,为结构安全性评估提供重要数据。

2.3 新兴检测技术

新兴检测技术为建筑物结构检测带来了新的思路和方法。激光扫描技术通过激光扫描装置发射激光束,获取结构表面的大量三维点云数据。利用这些数据可进行精确的变形分析、尺寸测量等,为结构健康监测和维修加固提供详细的三维模型。光纤传感技术利用光纤传感器对结构的应变、温度等参数进行实时监测。光纤传感器具有灵敏度高、抗电磁干扰等优点,能长期稳定地工作,可及时发现结构参数的微小变化,为结构安全预警提供可靠支持。机器视觉检测技术借助图像处理和机器学习算法,对结构外观进行智能检测。通过高清摄像头采集结构图像,利用算法对图像进行分析处理,可自动识别裂缝、锈蚀等缺陷,提高检测效率和准确性,实现

结构外观检测的自动化和智能化。

3 不同结构类型建筑物的检测技术选择与应用

3.1 砌体结构建筑物

砌体结构建筑物在长期使用中,易出现裂缝、砌体强度不足等病害。对于裂缝检测,外观检查是首要步骤,检测人员需细致观察墙体表面裂缝走向、宽度、长度及分布,初步判断裂缝产生原因及对结构安全性的影响程度^[3]。例如,对于一栋15年房龄的砌体结构住宅,检测人员发现墙体出现多条宽度在0.1-0.3毫米之间的裂缝,裂缝走向多为水平或斜向,初步判断可能是地基不均匀沉降或温度变化引起。鉴于砌体结构特性,无损检测技术与外观检查综合运用能更精准评估结构状况。超声波检测技术可有效检测砌体内部缺陷,依据超声波在砌体中传播速度、振幅等参数变化,判断内部是否存在疏松、空洞等缺陷,确定缺陷位置和大致范围,且不会对砌体造成损伤。局部破损检测技术在砌体结构中也有合理运用空间。当对砌体强度存疑,且无损检测结果无法满足评估需求时,可采用钻芯法等局部破损检测方法。从砌体中钻取芯样,在实验室进行抗压强度试验,获取准确砌体强度数据,为结构安全性鉴定提供可靠依据。不过,运用此类方法时要严格控制取样数量和位置,尽量减少对结构的损伤。

3.2 混凝土结构建筑物

混凝土结构建筑物常见问题包括混凝土碳化、钢筋锈蚀等。检测混凝土碳化深度,可采用酚酞试剂法,通过观察试剂在混凝土表面的变色情况,确定碳化深度,以此评估混凝土对钢筋的保护能力。例如,在对一栋25年房龄的混凝土框架结构建筑进行检测时,采用酚酞试剂法检测发现,部分柱子的混凝土碳化深度达到了15-20毫米,已经接近或超过了钢筋的保护层厚度,这意味着钢筋已经失去了混凝土的有效保护,容易发生锈蚀。对于钢筋锈蚀检测,可采用半电池电位法,通过测量钢筋的电位差判断钢筋锈蚀的可能性及程度。无损检测技术在混凝土结构检测中应用广泛。利用超声波检测技术可检测混凝土内部缺陷,如空洞、不密实区等;采用钢筋扫描仪能准确检测钢筋保护层厚度,确保钢筋处于良好的保护状态。新兴检测技术为混凝土结构全面检测提供了新手段。激光扫描技术可快速获取混凝土结构的三维模型,精确分析结构变形情况;光纤传感技术能实时监测混凝土结构的应变、温度等参数,及时发现结构的异常变化,为结构健康监测和安全预警提供有力支持。

3.3 钢结构建筑物

钢结构建筑物主要病害有焊缝缺陷、螺栓松动等。

针对焊缝缺陷检测,无损检测技术发挥着关键作用。射线检测技术通过射线穿透焊缝后的成像,清晰呈现焊缝内部的气孔、夹渣、裂纹等缺陷;超声波检测技术利用超声波在焊缝中的传播特性,检测焊缝内部缺陷的位置和大小,具有检测效率高、成本低等优点。对于螺栓松动检测,可采用振动检测法,通过分析螺栓连接部位的振动特性变化,判断螺栓是否松动。新兴技术为钢结构长期健康监测提供了有效途径。利用物联网技术,将各类传感器安装在钢结构关键部位,实时采集结构的应力、应变、位移等数据,并通过无线网络传输至监控中心,实现对钢结构全生命周期的健康监测,及时发现潜在安全隐患并采取相应措施。

4 建筑物结构安全性鉴定与检测技术的协同应用

4.1 检测技术与鉴定方法的关联

在建筑物结构安全性鉴定工作中,检测技术是获取关键数据的重要手段,为鉴定方法提供坚实的数据支撑。不同的检测技术对应着不同的关键鉴定参数。例如,超声波检测技术主要用于检测结构内部缺陷,其获取的超声波传播速度、衰减系数等数据,是判断结构内部是否存在空洞、裂缝等缺陷的关键参数;而钢筋扫描仪通过电磁感应原理检测钢筋的位置、数量和保护层厚度,这些数据对于评估钢筋混凝土结构的承载能力和耐久性至关重要。鉴定方法对检测技术也有明确要求^[4]。在精度方面,对于重要建筑物或对结构安全性要求较高的部位,需要采用高精度的检测技术,以确保鉴定结果的准确性。在检测范围上,对于大型复杂结构,检测技术应具备覆盖整个结构的能力,避免出现检测盲区。如对高层建筑进行整体稳定性鉴定时,需采用能全面检测结构各部位变形情况的检测技术。

4.2 多技术协同检测策略

依据建筑物结构特点和鉴定需求,制定科学合理的多技术协同检测方案十分必要。不同结构类型和使用功能的建筑物,可能存在的病害和安全隐患各不相同,需要有针对性地选择检测技术。在协同检测中,不同检测技术有着明确的分工与配合。通常先进行外观检查,快速发现结构表面明显的损伤和变形,为后续检测提供重点方向。之后再运用无损检测技术对可疑部位进行深入检测,确定内部缺陷情况。例如在检测混凝土梁时,先

观察梁表面是否有裂缝,再用超声波检测梁内部是否存在不密实区域。多技术检测数据的融合处理与分析是提高鉴定结果准确性的关键。将不同检测技术获取的数据进行综合分析,相互印证,能更全面、准确地了解结构状况。如将外观检查发现的裂缝数据与超声波检测得到的内部缺陷数据相结合,可更精准地判断裂缝对结构安全性的影响程度。

4.3 检测与鉴定过程中的信息反馈机制

在检测过程中,一旦发现异常情况,应及时对鉴定方案进行调整。若外观检查发现结构某部位出现异常变形,可增加对该部位的检测项目和检测频率,采用更精确的检测技术进行详细检测,以确保鉴定结果的可靠性。鉴定结果也能对后续检测工作起到指导作用。根据鉴定结果确定结构的薄弱部位和关键参数,在后续检测中有针对性地进行监测,形成动态的检测与鉴定流程。如鉴定发现某钢结构节点的焊缝质量存在问题,后续检测可加强对该节点及其他类似节点的焊缝检测,及时发现潜在的安全隐患并采取相应措施。

结束语

结构安全性鉴定与检测技术的协同应用是保障建筑安全的核心路径。通过整合传统检测的直观性、无损检测的非破坏性及新兴检测的智能化优势,可构建覆盖全结构类型、全生命周期的检测技术体系。检测数据的融合分析与鉴定过程的动态反馈机制,能进一步提升鉴定结果的精准性,为结构维修加固、使用功能调整提供科学依据。实践中需持续优化技术组合策略,强化检测与鉴定环节的衔接,以适应复杂建筑环境与多样化安全需求,切实筑牢建筑安全防线。

参考文献

- [1]邵凯健.既有建筑物结构检测鉴定技术分析[J].建设科技,2025(9):85-88.
- [2]张定浩.高层建筑主体结构质量检测关键技术与控制要点研究[J].建材与装饰,2025,21(28):28-30.
- [3]谭伟红,李良智.建筑结构的的安全性鉴定与加固技术研究[J].中国航空,2024(8):66-68.
- [4]刘晓琼.建筑检测技术在结构鉴定中的应用研究[J].现代装饰,2024(27):91-93.