

## 新时期建筑结构的试验及检测分析

李 跃

温州工程勘察院有限公司, 浙江 温州 325000

[摘要]高层建筑以及大型公共设施的建设发展速度较快,在此过程中,建筑结构的安全性成为了极为关键的核心问题。结构试验以及检测技术可对材料性能和整体承载力加以评估,从而给维修、加固以及健康监测等相关工作提供具有一定科学性的依据。文章全面且细致地分析了静力实荷与动力振动试验、非破坏性以及微破损检测、砌体与钢结构检测方法还有结构健康监测技术等方面的内容,并且结合高层建筑以及加固改造的实际应用情况,提出了关于优化检测策略的相关建议,以便能为现代建筑结构在设计、施工以及运维等方面的诸多工作给予相应的理论与实践方面的参考。

[关键词]建筑结构; 试验; 检测

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18015

中图分类号: TU317

文献标识码: A

## Testing and Inspection Analysis of Building Structures in the New Era

LI Yue

Wenzhou Engineering Survey Institute Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

**Abstract:** The construction and development of high-rise buildings and large public facilities are progressing rapidly, and in this process, the safety of building structures has become an extremely critical core issue. Structural testing and inspection techniques can evaluate material properties and overall bearing capacity, providing a scientific basis for maintenance, reinforcement, and health monitoring related work. The article comprehensively and meticulously analyzes the contents of static load and dynamic vibration tests, non-destructive and micro damage detection, masonry and steel structure detection methods, and structural health monitoring technology. Combined with the practical application of high-rise buildings and reinforcement and renovation, relevant suggestions for optimizing detection strategies are proposed, in order to provide theoretical and practical references for the design, construction, and operation of modern building structures.

**Keywords:** building structure; experiment; detection

### 引言

建筑结构的安全状况和城市发展以及公共安全紧密相关。随着建筑的高度不断攀升,其功能也变得日益复杂起来,传统的检测手段已经很难契合现代工程的实际需求了,迫切需把静力实荷、动力振动还有非破坏性以及微破损检测等方法综合起来运用,以此达成精准的评估目的并发出风险预警。本文着重围绕着关键的试验技术、核心的检测方法,还有高层建筑以及加固改造在实践中的具体应用展开分析,目的是给建筑结构安全的评估与维护工作给予科学方面的参考依据。

### 1 新时期建筑主体结构检测的关键点

首先,建筑主体检查,无论是建筑养护,还是建筑维修与加固,均少不了建筑主体检测,影响到维修与加固方案的可行性,确保其真实可靠,用于评判结构的承载能力,

避免发生安全问题,是建筑评定、维修与加固工作十分必要的一方面。其次,建筑检测工作涵盖结构材料的力学性能与结构性能实荷的检测。根据结构类型,将建筑结构检测方法划分为混凝土结构与钢混结构等的检测等。对部分结构或构件,为让结构从整体上获得受力性能与刚度,针对结构的整体性能,组织开展静力实荷检验。静力实荷检验分为承载力、破坏性及使用性能的检验;承载力检验,一般用于对结构承载力进行验证;破坏性试验,一般用于对结构实际承载力进行验证;使用性能检验,一般对规定荷的作用结构无过大变形与损伤实施验证,结构经检测达标,能够正常使用。超声法、回弹法等一些方法出现在非破损法中。拔出法,属于一种混凝土强度微破损检测手段,形成于钻芯法与非破损检测法中,且检测精确度充分。现阶段检测砌体结构的手段一般是直接法与间接法两种类

型。直接法,优势在于,对砌体的强度参数实施直接测定,将工程材料质量给呈现出来;间接法,测试和砂浆强度有关联的一些物理参数,从而获知它的强度,在使用过程中受到一定约束;结合结构状况,从整体上选择检测手段。因为钢结构材质均匀,所以,容易测定它的强度、韧性等。

## 2 关键试验技术

### 2.1 静力实荷试验技术

静力实荷试验技术在建筑结构评估领域当中,属于最为基础并且极为关键的一种手段。具体而言,就是通过在结构之上施加经过预先设定好的荷载,进而去仔细观察该结构在这样的荷载作用之下所呈现出的受力响应状况以及变形的具体情况,以此来对结构的承载能力还有整体性能展开相应的评估工作。在实际的应用场景当中,静力实荷试验可直观地反映出建筑材料所具备的力学性能、结构节点处在的实际受力状态以及整个结构所具有的整体刚度等方面的情况,对于像高层建筑、框架结构以及大型公共设施这类建筑的安全性评估来说,有着不容忽视的重要意义。在试验开展的过程中,研究者往往会采用逐步加载的方式,也就是把荷载分成若干个阶段,依次施加到结构构件或者是整体结构之上,与此还会借助传感器以及各类测量仪器来对变形的情况、应力分布的状态以及裂缝发展的具体情形等进行细致的记录。通过对所获取的试验数据加以分析,便能够判断出结构是否能够符合设计所规定的承载要求,并且还能后续的加固操作、维修事宜或者优化设计等工作提供具有一定科学性的依据。除此之外,静力实荷试验还能够将结构潜在的那些薄弱环节给揭示出来,这无疑为结构健康监测以及长期的运行管理工作提供了极为重要的参考内容,它在结构安全评估体系里,是绝对不可或缺的一个重要环节。

### 2.2 动力及振动试验技术

动力以及振动试验技术主要用来分析建筑结构处在动态荷载作用之下的响应特性,这里面包含自然振动特性、阻尼比、振型还有动力刚度等各项参数。和静力实荷试验不一样,动力试验可模拟地震、风荷载以及其他突发的动态荷载给结构所带来的影响,所以对于抗震设计、结构优化以及风险评估而言有着独特的长处。现代的动力试验一般会把激励器、加速度传感器以及数据采集系统结合起来,借助对结构振动响应展开测量与分析的方式,精准地获取到结构的固有频率以及振型分布情况。在像高层建筑、桥梁这类大型工程当中,动力试验能够将局部构件或者整体结构有可能存在的共振问题给揭示出来,从而为结构安全性评估给予科学方面的依据。通过和有限元模型相互结合,

动力试验还能够对结构行为做出预测并加以验证,进而为工程设计的优化以及改造给出重要的参考内容。

## 3 核心检测技术与应用

### 3.1 非破坏性检测技术

非破坏性检测技术属于现代建筑结构安全评估的关键手段,它的核心优势就在于可在不损害结构本体的情况下去获取材料性能、结构完整性还有潜在缺陷方面的信息。这类技术涵盖超声波检测、回弹法、红外热成像以及雷达检测等多种多样的方法,借助对结构内部状态以及表面缺陷展开分析的方式,达成对建筑结构较为精确的评价效果。在实际应用的过程中,非破坏性检测不但可快速识别出裂缝、空洞、蜂窝麻面以及钢筋锈蚀等诸多问题,而且还能够针对混凝土、砌体以及钢结构的强度做出初步的判断。通过与现代数据处理以及分析方法相结合,非破坏性检测技术能够生成体现结构内部状态的三维图像,从而给维修、加固以及改造方案的制定给予科学层面的依据。相较于传统的破坏性检测方法而言,它一方面保护了结构的完整性,另一方面也节省了施工以及维护的成本,所以在高层建筑、桥梁、大型公共设施以及历史建筑的检测当中应用得相当广泛,已然成为建筑安全管理领域里极为重要的工具。

### 3.2 砌体与钢结构检测方法

建筑结构里的砌体以及钢结构,因为它们所使用的材质不一样,而且受力特性也存在差异,所以针对它们的检测方法也会有所不同。就砌体结构而言,一般会采用将直接检测方法和间接检测方法相互结合起来的方式。具体来说,就是通过直接去测定砌体的抗压强度,或者间接地去测量砂浆的相关性能,以此来对结构的整体质量加以评估。其中,直接法能够获取到较为精确的强度参数,不过它的操作流程比较繁琐,并且还存在着局部出现破坏的风险。而间接法则主要是借助物理参数来间接地推算出材料的实际性能,这种方式操作起来相对方便一些,对结构造成的损伤也比较小,只是其精度会略微低一些。所以在实际开展工程作业的时候,通常会综合考量并选择合适的检测手段,同时结合结构的实际状况来进行科学合理的评估。钢结构由于其材料本身的均匀性较好,而且韧性也不错,所以针对它的检测相对来说就会比较简单一些。常用的检测方法包含有超声波探伤、磁粉检测还有涡流检测等等,这些方法能够用来发现钢结构在焊接过程中可能出现的缺陷、裂纹以及腐蚀等情况。通过对砌体以及钢结构展开全面细致的检测,便能够对建筑结构的整体性能做出准确的判断,进而为后续的结构加固工作、维修事宜以及安全评估等方面提供稳固可靠的技术方面的有力支撑。

### 3.3 结构健康监测与数据分析

结构健康监测属于现代建筑安全管理方面极为重要的发展走向,它的关键目标在于借助长时间且不间断的数据采集以及后续分析操作,达成对建筑结构实际状况予以实时把控的目的。结构健康监测系统一般是由传感器网络、数据采集相关装置以及信息处理所涉及的平台构成的,其具备对应力、应变、振动、位移还有温度等诸多不同维度的参数展开监测的能力。经由对监测所得数据加以分析,不但能够察觉到结构所存在的潜在损伤以及出现的局部异常情况,而且还能预估结构有可能会出现的性能方面的退化状况以及潜在的风险点所在,进而为后续的维护工作以及加固举措给予科学层面的依据支撑。现代数据分析所采用的方法涵盖了大数据处理手段、机器学习相关技术以及数字孪生技术等内容,这些方法能够针对数量庞大的监测数据实施处理操作,以此实现对结构状态做出较为精确的评估以及开展智能预警的功能。把结构健康监测同数据分析相互结合起来,能够让建筑管理者达成对结构性能进行动态掌控的目标,进而促使建筑使用的安全性得以提升,同时也能让建筑的寿命得以延长,并且对维护成本加以优化,这已然成为在新时期建筑结构试验与检测体系当中不可或缺的一个关键环节所在。

## 4 试验与检测实践及发展趋势

### 4.1 高层建筑与大型公共设施检测

随着城市建造规模持续拓展,高层建筑以及大型公共设施的结构安全方面的问题日渐凸显出来,与之相关的试验还有检测实践活动也变得日益多起来。就这类建筑来讲,其结构形式颇为复杂,荷载种类也是多种多样,传统的检测办法常常没办法全面且细致地对其承载能力以及整体性能加以评估<sup>[1]</sup>。所以在实际的工程运作当中,往往会把静力实荷试验、动力以及振动试验还有非破坏性检测技术相互结合起来,针对建筑的核心受力构件以及关键节点展开较为完整的检测工作。在检测的过程里会运用多种多样的传感器以及实时监测设备,针对结构的振动特性、应力分布状况以及位移情况展开系统的分析,以此来保证建筑在长时间的使用过程之中能够维持住安全性以及可靠性。实践已经表明,科学且合理的试验与检测办法能够在很大程度上提升高层建筑以及大型设施的安全保障程度,进而为现代城市的建设筑牢坚实的后盾。

### 4.2 加固改造中的试验与检测应用

建筑在使用期间,因荷载出现变化、材料逐渐老化以及受到环境方面的影响,常常需开展加固改造工作,以此来维持其结构安全性与功能性。加固改造当中的试验与检

测,重点在于对原有结构性能展开全面评估,还有对改造后的效果予以验证。借助静力实荷检测、微破损检测以及结构健康监测等手段,对承载能力、变形性能以及局部损伤等情况进行细致分析,进而制定出科学且合理的加固方案。在实际的操作环节里,针对钢结构和砌体结构会采用不一样的检测策略,以此保证加固设计具备针对性与有效性。与此结合智能化监测系统,可在加固改造之后持续对结构性能加以跟踪,及时察觉潜在的问题<sup>[2]</sup>。实践已经证实,系统化的试验与检测,不但能保障加固改造的施工质量,还能延长建筑的使用寿命,提升结构的耐久性,给城市老旧建筑更新以及公共设施维护给予科学的指导。

### 4.3 智能化、数字化与标准化发展趋势

随着科技不断取得进展,建筑结构试验以及检测正迅速朝着智能化、数字化还有标准化的方向发展。智能化检测借助集成传感器、无线网络以及自动化数据处理等手段,达成对结构状态的实时监控以及风险预警,让建筑管理者可以及时掌握结构的安全状况<sup>[3]</sup>。数字化技术依靠三维建模、仿真分析以及数字孪生系统,把检测数据变得可视化并且与设计模型进行对比,给结构优化给予精确的依据。与此标准化的发展推动试验和检测方法在操作流程、数据采集以及分析评估方面形成统一的规范,提升检测结果的可比性以及可靠性。未来,智能化、数字化与标准化相互深度融合,会进一步提高建筑结构试验以及检测的科学性以及精度,让结构安全管理变得更加系统化、科学化以及智能化,为高层建筑、大型公共设施还有复杂结构的长期安全运营给予稳固的支撑。

## 5 结语

本文全面且细致地分析了处在新时期之下的建筑结构相关试验以及检测的具体方法。着重就静力实荷方面的试验方法、动力振动试验所涉及的技术,还有非破坏性的检测方法,以及针对砌体与钢结构的检测办法,再加上结构健康监测技术,在建筑安全展开评估时的实际应用情况展开了深入探讨。通过仔细研究高层建筑以及大型公共设施在检测方面的实际操作情况,还有加固改造的具体案例,能够察觉到,那些科学并且合理的试验与检测方法,一方面能够让建筑结构的安全性得以提升,另一方面还能促使结构的使用寿命得以延长,并且能让维护成本得到优化处理。伴随着标准化进程不断向前推进,检测技术也在持续不断地得到完善,建筑结构试验与检测所构成的体系会变得更系统完备,进而能为现代城市的建设工作以及建筑安全的管理工作给予稳固可靠的技术层面的支撑。在未来的发展进程中,试验与检测方法会在技术创新领域、数据

分析方面以及管理应用环节进一步拓展深化,达成从单纯的被动评估状态朝着主动管理乃至风险预警方向的转变,从而为建筑行业实现高质量的发展目标给予极为重要的支撑助力。

[参考文献]

- [1]刘永奇.建筑结构检测及其常见安全问题分析[J].住宅与房地产,2020(24):213-243.
- [2]沈士杰.无损检测技术在建筑结构中的应用[J].中国建筑金属结构,2023,22(12):48-50.
- [3]桂宇杰.建筑结构中无损检测技术运用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025(21):177-179.

作者简介:李跃(1993.10—),男,汉族,籍贯:浙江平阳,单位:温州工程勘察院有限公司,本科,研究方向:工程检测。