

建筑结构安全性检测技术的现状与发展

袁俊俊

杭州振兴工程检测技术有限公司 310000

【摘要】本文深入探讨了建筑结构安全性检测技术的现状与发展趋势。首先阐述了建筑结构安全性检测的重要意义，接着详细分析了当前常用的检测技术，包括无损检测技术、力学性能检测技术等，并对其优缺点进行了讨论。同时，结合实际工程案例说明这些技术在实际中的应用情况。然后，从智能化、多技术融合以及新材料检测等方面展望了建筑结构安全性检测技术的未来发展方向。旨在为相关领域的研究人员和工程技术人员提供全面的参考，推动建筑结构安全性检测技术不断进步。

【关键词】建筑结构；安全性检测技术；现状；发展

The Current Status and Development of Safety Testing Technology for Building Structures

Yuan Junjun

Hangzhou Zhenxing Engineering Testing Technology Co., Ltd. 310000

【Abstract】This article explores in depth the current status and development trends of safety testing technology for building structures. Firstly, the significance of safety testing for building structures was elaborated, followed by a detailed analysis of commonly used testing techniques, including non-destructive testing and mechanical performance testing, and a discussion of their advantages and disadvantages. Meanwhile, illustrate the application of these technologies in practice through practical engineering cases. Then, the future development direction of building structure safety testing technology was discussed from the aspects of intelligence, multi technology integration, and new material detection. Intended to provide comprehensive references for researchers and engineering technicians in related fields, and to promote the continuous progress of building structural safety testing technology.

【Key words】building structure; Security testing technology; present situation; development

引言

随着城市化进程的加速，各类建筑如雨后春笋般涌现。建筑结构的安全性不仅关系到人们的生命财产安全，也影响着社会的稳定与发展。建筑结构在长期使用过程中，会受到各种因素的影响，如环境侵蚀、荷载变化、设计施工缺陷等，这些都可能导致结构性能下降，甚至引发安全事故。因此，准确、可靠的建筑结构安全性检测技术至关重要。通过检测，可以及时发现结构存在的问题，评估结构的安全性，为结构的维护、加固或拆除提供科学依据。

1 建筑结构安全性检测技术现状

1.1 无损检测技术

1.1.1 超声法

超声法是利用超声波在介质中的传播特性来检测结构内部缺陷。当超声波遇到缺陷时，其传播速度、波幅等参数会发生变化。该方法具有检测速度快、操作简便、对微小缺陷敏感等优点，广泛应用于混凝土结构内部缺陷检测，如孔洞、裂缝深度等。然而，超声法受测试面平整度、材料均匀性等因素影响较大，且对缺陷的定性和定量分析

存在一定难度。

1.1.2 回弹法

回弹法通过回弹仪冲击混凝土表面，根据回弹值与混凝土抗压强度之间的相关性来推定混凝土强度。它具有非破损、操作简单、成本低等特点，适用于大面积混凝土强度检测。但回弹法的精度受混凝土原材料、成型工艺、碳化深度等多种因素制约，需要进行大量的试验和修正才能得到较为准确的结果。

1.1.3 射线法

射线法能够清晰地显示结构内部的缺陷形态和位置，常用于钢结构焊缝检测等。但其设备昂贵，检测过程对人体有辐射危害，检测效率较低，限制了其广泛应用。

1.2 力学性能检测技术

1.2.1 静载试验

静载试验作为结构检测领域的重要手段，其原理是直接对结构施加荷载，通过精确测量结构在荷载作用下产生的变形、应力等响应数据，以此全面评估结构的承载能力。在新建结构的验收环节，静载试验犹如一把精准的“标尺”，能够明确判定结构是否达到设计要求的承载标准，为工程交付提供坚实可靠的依据。对于既有结构而言，它则像是一位“健康诊断师”，深入剖析结构在长期使用过程中承载能力的变

化情况,为后续的维护、加固决策提供关键参考。

然而,静载试验并非十全十美。首先,其费用高昂,从试验设备的租赁、安装,到专业人员的全程监测,都需要大量的资金投入。其次,试验周期漫长,从前期准备、加载过程到数据采集分析,往往需要耗费数天甚至数周时间,这对于一些时间紧迫的项目来说是个不小的挑战。再者,试验过程中对结构施加的荷载可能会对结构造成一定程度的损伤,尤其是当荷载接近或超过结构极限承载能力时,这种损伤风险会显著增加。此外,尽管静载试验尽力模拟实际使用情况,但加载条件与结构在现实中的复杂受力状况仍不可避免地存在差异,这在一定程度上可能影响试验结果的准确性和全面性。尽管存在这些局限性,静载试验凭借其直观、可靠的特点,在结构检测领域始终占据着不可或缺的重要地位。

1.2.2 动载试验

动载试验是一种通过对结构施加动态荷载,如振动、冲击等,来深入探究结构性能的检测方法。在试验过程中,精确测量结构的动力响应,包括位移、加速度等参数,并通过专业的数据分析手段,提取结构的自振频率、阻尼比等关键动力特性指标,从而全面评估结构的整体性能。

与静载试验相比,动载试验最大的优势在于它能够更真实地反映结构在实际使用中的受力状态。在现实生活中,许多结构都会受到各种动态荷载的作用,如桥梁会承受车辆行驶产生的振动,建筑物可能遭遇地震、强风引起的晃动等。动载试验模拟这些实际工况,使得检测结果更贴近结构的真实工作情况,为结构的安全性评估提供了更具价值的信息。

不过,动载试验也面临一些挑战。一方面,试验设备复杂多样,需要专业的振动发生器、冲击装置以及高精度的传感器等设备,这些设备不仅价格昂贵,而且对操作技术要求极高。另一方面,动载试验所采集的数据量大且复杂,涉及到多个物理量的动态变化,数据分析难度大,需要专业的知识和丰富的经验才能准确解读数据背后的含义,挖掘出结构的潜在问题。尽管如此,随着科技的不断进步,动载试验技术在结构检测领域的应用越来越广泛,为保障结构安全发挥着日益重要的作用。

1.3.1 电位差法

电位差法在建筑结构检测中主要肩负着检测钢筋锈蚀情况的重任。其基本原理是基于钢筋在混凝土中的电化学特性,当钢筋发生锈蚀时,会在钢筋与混凝土表面之间形成电位差。通过专业的电位差测量仪器,精确测量这一电位差值,依据相关的标准和经验判据,即可对钢筋的锈蚀程度进行初步判断。

这种检测方法具有操作简单便捷的显著优点。检测人员只需携带轻便的测量仪器到达现场,按照既定的操作流程进行测量,就能快速获取电位差数据。在一些大规模的建筑结构检测项目中,能够在较短时间内完成大量测点的测量工作,为后续的检测分析提供基础数据支持。然而,电位差法也存在一定的局限性。由于其测量结果极易受到环境因素的干

扰,例如混凝土的湿度、温度、化学成分以及周围介质的酸碱度等,这些因素的微小变化都可能导致电位差测量值出现波动,从而影响对钢筋锈蚀程度判断的准确性。在潮湿的环境中,混凝土的导电性增强,可能会使测量得到的电位差数值偏大,误判钢筋的锈蚀程度;而在干燥环境下,测量值又可能偏小,导致对锈蚀情况的低估。因此,在使用电位差法进行钢筋锈蚀检测时,必须充分考虑环境因素的影响,并结合其他检测方法进行综合判断,以提高检测结果的可靠性。

1.3.2 红外热像法

红外热像法是一种利用红外热像仪对结构表面温度分布进行检测的先进技术。红外热像仪能够捕捉物体表面发出的红外辐射,并将其转化为可视化的热图像,通过分析热图像中温度的变化情况,我们可以推断结构内部是否存在缺陷。

该方法具有快速、大面积检测的突出优势。在短时间内,红外热像仪可以对较大面积的结构表面进行扫描成像,一次性获取大量的温度信息。这对于一些大型建筑结构,如桥梁、大坝、高层建筑外立面等的检测尤为适用,能够快速定位可能存在的问题的区域,大大提高检测效率。

然而,红外热像法也存在一定的不足。虽然它能够清晰地显示结构表面的温度分布情况,并根据温度异常现象推测内部可能存在的缺陷,但对于缺陷的深度和大小判断不够精确。因为热传导过程受到多种因素的影响,如结构材料的热导率、缺陷的形状和位置等,这些因素相互交织,使得从表面温度分布准确推断内部缺陷的具体参数变得困难。例如,当结构内部存在一个较小的空洞时,热图像上可能仅表现为一个局部的低温区域,但很难通过热图像直接确定空洞的具体尺寸和深度。因此,在实际应用中,红外热像法通常作为一种初步筛查手段,用于快速发现潜在问题区域,然后再结合其他更精确的检测方法,如超声波检测、钻芯取样等,对缺陷进行进一步的详细评估和分析。

2 建筑结构安全性检测技术的应用案例

2.1 某混凝土框架结构教学楼检测

某教学楼建成多年,因使用功能改变,需对结构安全性进行评估。采用超声法和回弹法相结合的方式检测混凝土强度,发现部分构件混凝土强度低于设计要求。通过超声法检测混凝土内部缺陷,确定了一些梁、柱存在局部蜂窝麻面等缺陷。同时,对关键构件进行静载试验,验证结构的承载能力。根据检测结果,提出了针对性的加固方案,确保教学楼能够满足新的使用要求。

2.2 某钢结构工业厂房检测

某钢结构工业厂房在长期使用过程中出现了一些异常响声。采用射线法对钢结构焊缝进行检测,发现部分焊缝存在未焊透、气孔等缺陷。运用动载试验分析结构的动力特性,发现结构的自振频率发生变化,存在共振风险。基于检测结

果,对有缺陷的焊缝进行修复,并对结构进行了适当的加固处理,消除了安全隐患。

3 建筑结构安全性检测技术的发展趋势

3.1 智能化检测技术

随着人工智能、大数据、物联网等前沿技术的迅猛发展,建筑结构安全性检测领域正经历一场智能化变革。智能传感器作为这场变革的先锋,具备强大的实时监测能力,能够精准捕捉结构的应力、应变、位移等关键参数。这些传感器如同结构的“神经末梢”,敏锐感知着结构的每一丝变化,并通过物联网技术将海量数据无缝传输至云端。在云端,机器学习和深度学习算法大显身手。它们如同智慧的“大脑”,对源源不断的数据进行深度分析处理,能够自动评估结构的健康状况,并及时发出预警信号。通过构建结构健康监测模型,就像为结构打造了一个专属的“健康档案”。以桥梁结构为例,对其振动数据的持续分析,能够提前洞察潜在损伤,使维护措施得以提前规划,真正实现结构全生命周期的智能化精细管理,为建筑结构的安全保驾护航。

3.2 多技术融合

在建筑结构安全性检测中,单一检测技术存在固有局限,难以全方位、高精度地评估结构安全。因此,多种检测技术融合应用成为必然趋势。

无损检测技术与力学性能检测技术的结合堪称典范。无损检测凭借其非侵入性优势,能快速锁定结构缺陷的位置与大致范围,如同为结构进行一次“初步体检”。随后,力学性能检测方法登场,对已发现的缺陷部位展开详细的力学性能剖析,像为结构的“病灶”进行深度诊断。传统检测技术与智能检测技术的联姻也成效显著。传统检测技术积累的丰富经验与智能检测技术的高效精准相得益彰,既能充分发挥传统方法的可靠性,又能借助智能手段提升检测效率,二者相辅相成,共同绘制出结构安全的精确图景,为建筑结构的安全评估提供更坚实的保障。

3.3 新材料检测技术的发展

建筑行业的创新发展催生了众多新型建筑材料,高性能

混凝土、纤维增强复合材料等不断涌现,为建筑结构带来新的性能优势。然而,伴随新材料而来的是检测技术与标准的空白,亟待填补。以纤维增强复合材料为例,其独特的性能决定了检测重点的不同。界面粘结性能关乎复合材料各组分协同工作的效率,直接影响结构整体性能;耐久性则决定了材料在长期使用环境中的稳定性与可靠性。因此,针对这些特性开发专门的检测方法迫在眉睫。只有通过科学、准确的检测技术,才能深入了解新材料的性能,制定合理的使用规范。这不仅能确保新材料在建筑结构中安全可靠地发挥作用,还能推动建筑行业在新材料应用领域稳步前行,实现建筑技术的持续进步。

3.4 远程检测与诊断

互联网和通信技术的飞速发展,让远程检测与诊断成为建筑结构检测领域的新潮流。如今,检测人员无需亲临现场,在异地就能通过网络轻松获取现场检测设备传来的实时数据。这一变革极大地提高了检测效率,节省了往返现场的时间与成本。远程检测与诊断系统的优势不止于此,它还能整合各方专家资源。面对复杂结构的检测与评估难题,不同地区的专家可通过该系统共同分析数据、探讨方案。他们的专业知识与经验汇聚一堂,如同为复杂结构组建了一支“全明星”诊断团队。这种跨地域的协作模式,打破了地域限制,为建筑结构提供了更专业、更全面的检测与评估服务,推动建筑结构检测行业迈向新的发展高度。

结语

建筑结构安全性检测技术在保障建筑结构安全方面发挥着重要作用。目前,多种检测技术已广泛应用于工程实践,但各有优缺点。随着科技的不断进步,建筑结构安全性检测技术正朝着智能化、多技术融合、新材料检测技术发展以及远程检测与诊断等方向发展。这将有助于提高检测的准确性、可靠性和效率,更好地保障建筑结构的安全性,为社会的可持续发展提供有力支撑。相关科研人员和工程技术人员应不断探索和创新,推动建筑结构安全性检测技术迈向新的台阶。

参考文献

- [1]国家市场监督管理总局中国国家标准化管理委员会.GB/T1591—2018 低合金高强度结构钢[S].北京:中国标准出版社,2018.
- [2]中华人民共和国住房和城乡建设部国家市场监督管理总局.GB50205—2020 钢结构工程施工质量验收标准[S].北京:中国计划出版社,2020.
- [3]中华人民共和国住房和城乡建设部国家市场监督管理总局.GB50144—2019 工业建筑可靠性鉴定标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2019.
- [4]中华人民共和国住房和城乡建设部.JGJ8—2016 建筑变形测量规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [5]体育馆建筑框架结构安全性检测鉴定分析[J].杨意;闫熙臣;汪崑;白亚琼;陈俊呈.建筑技术开发,2019(21)
- [6]陈伟铭,张晓明.房屋结构安全性检测鉴定与加固初探[J].河南建材,2019(4):98-99.
- [7]李寒竹.某校宿舍楼建筑结构安全性鉴定[J].福建建筑,2019(3):34-38.