

# 建筑工程结构健康监测与加固技术研究

刘孟江

中建八局第二建设有限公司 上海 201313

**摘要:** 为了促进建筑工程结构安全性和耐久性的提高,通过对结构健康监测及加固技术现状及发展趋势进行深入研究,并对该技术在实践中所具有的优势和面临的挑战进行分析。案例分析及效果评估表明新型传感器,智能算法及新型加固材料对增强结构性能效果显著。本课题研究对建筑工程结构健康监测加固技术优化和创新具有有益借鉴意义,有利于促进这一领域的深入开展。

**关键词:** 结构健康监测; 加固技术; 新型传感器; 智能算法; 新型加固材料

## 引言

在建筑工程规模越来越大、复杂性越来越高的今天,结构健康监测及加固技术研究就显得非常重要。文章旨在通过对建筑工程结构健康监测加固技术现状及发展趋势进行论述,对目前所面临的技术难点和挑战进行分析,从而有针对性地提出解决措施。通过本课题研究,希望可以为建筑工程结构安全性与耐久性的提升提供一些有益借鉴。

## 1 建筑工程结构的健康监测与控制技术研究

### 1.1 结构健康监测技术基本理论

通过将传感器设置于关键部位,采集各种工况下结构响应数据,然后对其受力,变形及其他性能参数进行了分析。关键的技术领域涵盖了传感器的选择、布局的优化、数据的收集和传输以及数据的处理和分析等多个方面。有效地利用这些技术可以达到对结构健康状态进行综合监测与评价。

### 1.2 建筑工程结构健康监测技术的实际应用

结构健康监测技术在实时性,准确性和可靠性方面表现出显著优越性<sup>[1]</sup>。但这一技术有其局限性,例如传感器布设位置选择,数据采集准确性与稳定性,数据处理与分析复杂性。针对上述局限性,文章提出了相应的完善方向,包括优化传感器布局策略,提升数据采集与处理智能化程度以及强化多源信息融合。

### 1.3 结构健康监测技术的有效性

通过对不同实例监测数据及处理结果进行比较分析,可发现该项技术在实践中取得较好成效,对结构加固起到有力支撑。同时文中也对其应用效果做了评价,主要是结构安全性、耐久性和经济性的改善。

### 1.4 结构健康监测技术的前景

随着科学技术的发展,工程需求也在发生变化,结构健康监测技术必将显示出更加广阔的前景。今后的研

究方向包括开发新型传感器,探索智能化数据处理方法,优化多源信息融合技术。这些研究有利于进一步提升结构健康监测技术的准确性与可靠性,从而为建筑工程安全运行提供更加有力的保障。

## 2 建筑工程结构加固技术的研究

### 2.1 结构加固技术的分类与特点

结构加固技术可以按加固材料、施工方法、适用场景的不同而划分。传统的加固方法有增大截面法,外包钢法和预应力法,这些加固方法的优点是施工经验比较丰富,工艺比较成熟,但是常常会有施工周期长和对原结构冲击较大的限制<sup>[2]</sup>。新型的加固方法,如使用碳纤维布和喷射混凝土等,因其施工简单和显著的效果,已在多个工程项目中获得了广泛的应用。从特征上看,结构加固技术注重保护原有结构并将其破坏降到最低。同时加固技术要满足承载要求、增强整体性能及耐久性。

### 2.2 结构加固技术的适用性分析

不同加固技术应用于实际工程受结构类型,损伤程度和施工条件诸多因素影响。举例来说,在加固混凝土结构的过程中,使用碳纤维布进行粘贴是更适合于修复较小的损伤,而预应力法则更适合用于加固较大跨度的梁板结构。对钢结构加固而言,外包钢法适用性更好。另外,该加固技术是否适用也需要考虑到项目的特定需要。如在地震频发区域,加固技术要着重考虑改善结构抗震性能;腐蚀性环境中加固材料要有较好的耐腐蚀性。所以在加固技术的选择上需要考虑工程条件,结构特点及加固需求等因素,保证加固方案有效可靠。

### 2.3 结构加固施工技术难点及质量控制

在进行结构加固技术施工时,其施工难点及质量控制是不容忽视的。一方面加固施工通常需在既有结构中完成,受空间限制、作业环境等因素影响大、施工困难。另一方面,加固材料的选择、施工方法的确定以及

施工过程的监控等都对加固效果具有重要影响。所以在进行加固施工时,要严格按照有关规范与标准进行,以保证施工质量达到要求。具体来讲,需要对施工人员进行强化培训与管理,增强施工技能与质量意识;同时加强了材料质量控制以保证加固材料满足设计要求;另外,还应加强对施工过程进行监测与检测,发现并处理好施工过程中存在的各种问题,保证加固效果可靠。

#### 2.4 针对特定结构类型或工程问题的加固技术优化方案

对于具体的结构类型或者工程问题有必要有针对性地进行加固技术优化方案。比如对高层建筑钢筋混凝土框架结构可以通过预应力法与粘贴碳纤维布相结合来增强其承载能力与抗震性能<sup>[3]</sup>。对钢结构桥梁加固可以考虑使用外包钢法与喷砂除锈技术相结合的方法,来提高其耐久性与安全性。拟定优化方案时应充分考虑结构特点及加固需求并选用适当的加固方法及材料。同时还要对加固效果做出评价与预测,以保证加固方案有效可靠。另外,还应该注重加固技术的革新与发展趋势,并不断地引进新技术、新材料来提升加固技术水平与效果。

### 3 结构健康监测加固技术集成应用研究

#### 3.1 结构健康监测与加固技术集成应用的基本原理和实现方式

结构健康监测和加固技术集成应用主要是根据实时数据进行监测,分析和有针对性地制定加固措施。通过布设传感器网络实时获取结构受力和变形的关键参数并运用数据分析技术实现结构状态的精确评估。当检测到结构出现安全隐患或者性能退化时,可以开始采取加固措施来增强其承载能力与稳定性,如增大结构截面,改变受力体系。在实践中,集成应用的关键是高效地采集和使用数据。以一座大型桥梁为例,在该桥关键部位设置传感器对其应力和位移进行实时监测,采用数据分析技术实时评价其受力状态。在检测到桥梁某处存在应力集中或者位移异常后,就可以开始采取加固措施,例如添加钢板或者钢筋来促进桥梁承载能力以及稳定性。

#### 3.2 分析集成应用在实际工程中的优势

集成应用对实际工程有明显的优越性。一是通过实时监测和预警能够及时发现和解决结构安全中存在的问题,从而避免出现事故。二是有针对性的设计加固措施能够更加有效地促进结构性能的改善,降低不必要的加固工作量。另外,集成应用降低了维护成本并通过加固方案的优化减少了材料浪费及人力投入。以一栋高层建筑为例,将结构健康监测和加固技术集成应用于其中,从而达到结构状态实时监控和预警的目的。当检测到某

层开裂时,及时展开加固措施,并采取增设钢支撑及加固楼板的措施有效地增强结构承载能力及稳定性。同时通过对加固方案的优化减少材料的浪费及人力的投入以及维护成本。

#### 3.3 举例说明了集成应用在某大型建筑工程中的实施过程及效果评估

以一大型体育馆为例,对该结构的健康监测及加固技术进行集成应用,效果显著。体育馆建成之初,就已建立起一套完整的监测系统,并通过布设传感器网络来对结构状态进行实时监控。运营期间,基于监测数据,及时发现结构安全隐患并开始采取加固措施。加固措施有增设钢结构支撑,优化受力体系。加固处理后体育馆承载能力及稳定性明显提高。在随后的服役期间,监测资料显示加固效果较好,结构状态平稳可靠。同时集成应用也减少维护成本、提高项目经济社会效益。

#### 3.4 集成应用中涉及的关键技术和参数设计的相关数值

集成应用方面的关键技术主要有传感器的选择和布置、数据的采集和处理、结构状态的评估和加固措施的设计。其中传感器的选择和布局是关键,直接关系到监测数据是否准确可靠。以大型建筑工程为例,在结构健康监测及加固技术集成应用方面,选择高精度应变和位移传感器,并针对其结构特点及受力情况,对其进行合理布局<sup>[4]</sup>。在数据采集和处理中,我们利用先进信号处理技术对原始数据滤波和降噪,以改善数据质量。针对结构状态评估问题,本文构建了一种基于机器学习算法进行结构状态评估的模型,该模型通过分析监测数据来达到结构状态实时评估的目的。在加固措施设计中,我们依据评估结果有针对性地提出增大截面和改变受力体系的加固措施,同时给出具体参数的设计数值。通过综合运用结构健康监测和加固技术,我们有能力对建筑工程的结构状况进行实时的观察和预警,并在必要的情况下实施有针对性的加固方案,以确保建筑工程能够安全、稳定地运行。

### 4 建筑工程结构健康监测及加固技术不断创新和发展

#### 4.1 基于人工智能、大数据等技术的结构健康监测与加固技术创新

人工智能、大数据技术飞速发展,给结构健康监测与加固技术提供了新的理念与手段。监测中,应用深度学习算法能够实现结构状态自动识别与预警。采用大数据技术对数据进行挖掘与分析能够揭示结构性能演变规律,从而为加固决策提供科学依据。就加固而言,人工智能技术能够优化加固方案设计,改善加固效果及施工

效率。以一座大型桥梁为例，引入人工智能技术实现桥梁结构状态实时监控与预警。同时结合大数据分析技术对该桥结构性能的演变规律展开深入的研究，以期为后续加固改造工作提供强有力的支撑。

#### 4.2 新型传感器、智能算法在结构健康监测中的应用效果

新型传感器的开发与应用，为结构健康监测工作提供更准确，更全面的数据支撑。这类传感器灵敏度高，稳定性好，可对结构进行应力，位移和振动的实时监测，从而为结构状态的评价提供了可靠的依据<sup>[5]</sup>。同时采用智能算法使监测数据处理与分析更有效率与精度。引入机器学习算法可实现监测数据自动分析与预测并提升监测系统智能化水平。以一栋高层建筑为例，采用新型传感器及智能算法实现结构状态实时监控与预警。对监测数据进行分析，发现结构中存在安全隐患并采取相应加固措施。该实践表明新型传感器及智能算法对结构健康监测具有重要意义，同时可为同类项目监测与加固提供有益借鉴。

#### 4.3 新型加固材料、工艺对提升结构性能的重要作用

新型加固材料与技术的开发与应用，对增强结构性能至关重要。新型加固材料强度较高，耐久性较好，能较好地满足工程需要。同时新的加固工艺可以提高施工效率与施工质量并降低加固成本。这些创新技术在建筑工程中的运用，对建筑工程安全性，耐久性等方面起到了强有力的保证作用。以一座老旧建筑为例，采用新型加固材料及技术，成功地增强了该结构承载能力及抗震性能。加固建筑在满足新使用要求的同时，还增加了安全性与耐久性。这一做法充分显示出新型加固材料与技术对增强结构性能的重要性，同时可为同类工程加固与改造提供有益参考。

#### 4.4 未来建筑工程结构健康监测与加固技术的发展趋势和挑战

今后，建筑工程结构健康监测及加固技术会不断向智能化，精准化以及高效化方向迈进。伴随着人工智能，大数据的持续进步，结构健康监测会越来越智能化与自动化，可实现结构状态实时监控与预警。与此同时，新型加固材料与技术的开发与应用也会进一步促进

加固技术不断创新与发展。但今后建筑工程结构健康监测及加固技术在发展过程中也遇到了一定的挑战。一是如何进一步提高监测系统运行的精度与可靠性，是当前面临的重要课题。二是新型加固材料与技术的开发与应用有待进一步实验验证与工程实践支持。另外，在建筑工程规模越来越大、复杂性越来越高的情况下，结构健康监测及加固技术集成应用是急需解决的课题。

总之，对建筑工程结构进行健康监测和加固的技术不断创新和发展，对增强结构性能和确保工程安全起到强有力的支撑作用。

### 5 结语

文章对建筑工程结构健康监测及加固技术进行了系统的研究，既揭示出其目前的发展状况，又预测了今后的趋势。就结构健康监测而言，我们对关键技术、应用案例和效果评估进行深入分析，以论证它们对确保建筑安全所起到的巨大作用。对于结构加固技术，对传统加固方法以及新型加固技术各自的特点及适用性进行综合梳理，并结合具体实例论证加固技术取得的实际应用效果。但我们必须清醒地认识到在加固技术选择、施工质量控制上还存在着许多问题，需要不断的探索与创新，才能提出更科学，更合理的加固方案。另外，文中着重讨论结构健康监测和加固技术集成应用。通过集成应用我们能够对结构性能进行实时监控和预警，从而为加固决策的制定提供强有力的证据。但集成应用还面临技术融合，数据传输和处理困难等问题，有待今后研究继续取得突破性进展。

### 参考文献

- [1]崔巍.建筑工程既有框架结构应用外粘型钢加固技术研究[J].现代工程科技,2022,12:102-104.
- [2]刘宁.房屋建筑工程施工中地基加固结构技术研究[J].产城(上半月),2021,7:1-2.
- [3]卢冶1.建筑工程钢筋混凝土结构加固技术研究[J].现代经济:现代物业中旬刊,2019,2:69-69.
- [4]刘艳国.结构加固技术在建筑工程中的应用研究[J].房地产导刊,2019,8:163-163.
- [5]徐炜亮.结构加固技术在建筑工程中的应用研究[J].山西建筑,2019,6:75-77.