

# 建筑材料力学性能的实时监测与数据分析

秦文丽

衡水市工程建设质量检测中心, 河北 衡水 053000

**[摘要]**在传统建筑工程中,材料力学性能常通过离线检测或定期检查进行评估,这种方式难以捕捉到动态变化,也无法提前识别潜在隐患。随着建筑规模与结构复杂性日益提升,材料性能的要求变得更加严格,尤其在高层建筑、桥梁等关键项目中,力学性能的变化对结构稳定性的影响极为深远。为此,实时监测技术应运而生,成为了高效解决这一问题的关键手段。通过高精度传感器、物联网技术与大数据分析,实时监测系统能够实时采集材料的应力、应变等关键参数,迅速进行分析并预测剩余寿命,从而支持及时的加固与维修,有效弥补了传统检测方法的滞后性,智能建筑与智慧城市的快速发展,使这一技术成为提升工程质量与推动行业智能化进程的重要工具。实时监测与分析建筑材料力学性能,不仅是保障工程安全与质量的关键技术,亦是推动行业数字化与智能化转型的基础。

**[关键词]**建筑材料;力学性能;实时监测;数据分析

DOI: 10.33142/ec.v9i1.18890

中图分类号: TU528.24

文献标识码: A

## Real Time Monitoring and Data Analysis of Mechanical Properties of Building Materials

QIN Wenli

Hengshui Engineering Construction Quality Inspection Center, Hengshui, Hebei, 053000, China

**Abstract:** In traditional construction engineering, the mechanical properties of materials are often evaluated through offline testing or regular inspections, which makes it difficult to capture dynamic changes and identify potential hazards in advance. With the increasing scale and complexity of buildings, the requirements for material properties have become more stringent, especially in key projects such as high-rise buildings and bridges, where changes in mechanical properties have a profound impact on structural stability. Therefore, real-time monitoring technology has emerged as a key means to efficiently solve this problem. Through high-precision sensors, Internet of Things technology, and big data analysis, real-time monitoring systems can collect key parameters such as stress and strain of materials in real time, quickly analyze and predict remaining life, and support timely reinforcement and maintenance, effectively compensating for the lag of traditional detection methods. The rapid development of intelligent buildings and smart cities has made this technology an important tool for improving engineering quality and promoting the process of industry intelligence. Real time monitoring and analysis of the mechanical properties of building materials is not only a key technology for ensuring engineering safety and quality, but also the foundation for promoting the digital and intelligent transformation of the industry.

**Keywords:** building materials; mechanical properties; real time monitoring; data analysis

### 引言

随着城市化进程的加快及建筑技术的不断创新,建筑材料在结构安全、耐久性及长期使用性能上的要求不断提高。建筑物的安全性与使用寿命直接受到材料力学性能的影响,因此,如何实时监测这些性能已成为建筑工程中的关键课题。突破了传统静态检测的局限,实时监测技术能够在施工及使用过程中持续跟踪材料的变化及时发现问题,确保工程质量与安全。探讨建筑材料力学性能的实时监测与数据分析技术,分析其重要性与应用,提供工程管理与结构安全监控的理论支持,推动建筑行业向智能化、精细化的方向发展。

#### 1 建筑材料力学性能实时监测的重要性

##### 1.1 确保结构安全

在建筑工程中,对材料力学性能的实时监测被认为是确保结构安全性的重要手段。建筑物在使用过程中,常受

到风载、地震与温度变化等外部荷载的影响,这些因素可能引发材料的变形或强度的逐步衰减。一旦这些变化未被及时检测,结构安全性便可能受到威胁甚至引发严重事故。通过实时监测技术,材料在出现应力集中、变形过大或疲劳损伤时,可迅速发出预警。潜在风险能够在问题初期被识别,从而为采取维修或加固措施提供数据支,这样一来突发结构故障的发生被有效预防,建筑物的长期稳定性与安全运行得以保障。

##### 1.2 提高工程质量

实时监测建筑材料的力学性能,不仅对结构安全的保障至关重要,工程质量的提升也由此显著实现。决定工程耐久性与可靠性的关键因素正是建筑材料的质量,传统的质量控制方法往往是在施工后期或建筑物投入使用后,才可能发现潜在问题,不仅增加了修复成本,对工程质量的及时保障也难以实现。通过实时监测技术,材料在施工过

程中所表现出的应力、应变等力学性能变化,能够被实时掌握。材料性能是否符合设计标准,可在每个施工阶段被精准评估,无论是混凝土的强度还是钢结构的耐压性能,均可通过监测系统得到及时调整。施工工艺的优化基于监测数据得以实现,材料性能偏差也能够问题初现时被发现,确保每个施工环节的质量达到要求的同时,整体工程质量得以显著提升。

### 1.3 实现数据驱动的决策支持

在现代建筑工程中,提高管理效率与决策精准度的关键手段已成为数据驱动的决策支持,通过实时监测建筑材料的力学性能所获取的海量数据,为工程管理提供了坚实基础。传统决策方式通常依赖于经验或历史数据,而精准且及时的材料状态反馈,则由实时监测系统提供,基于实际情况进行调整的可能性大大提高。材料应力的变化通过实时监控能够被提前捕捉,从而潜在风险得以及早预测,相应措施得以迅速实施。问题显现后才采取补救的传统方式由此得以避免,实时采集与分析的数据,不仅优化了施工进度与资源配置,还使设计与施工阶段的动态调整成为可能。每项决策是否能够最大限度地保障工程质量与安全,通过数据支持得以评估,科学性与准确性也由此显著提升。

## 2 建筑材料力学性能实时监测与数据分析要点

### 2.1 传感器的选择与安装

在建筑材料力学性能的实时监测中,传感器的选择与安装被视为关键环节。监测数据的准确性与可靠性主要取决于所选传感器的种类与性能,适合的传感器被认为是监测系统正常运行的基础,为了达到预期的监测效果,传感器的选型需依据材料的特性及力学性能要求加以确定。例如,混凝土通常使用应变传感器以检测应力变化,而钢结构材料则更适合安装力传感器或位移传感器,以跟踪变形情况。传感器的精度、抗干扰能力以及耐久性,则是选择时不可忽视的关键因素,尤其对于需要长期监测的建筑项目,传感器必须具备良好的环境适应能力与长期稳定性。传感器的布置应能准确反映材料的受力状态,这对安装提出了更高的要求,在安装之前需对现场进行详细勘察与规划,确保传感器能够与材料表面紧密贴合。若安装方式不当不仅可能导致数据误差,还可能造成传感器的损坏,电缆与信号传输线路的布置也需充分考虑外界环境的干扰因素,通过科学合理的安装,不仅可以提高监测数据的精度,还能显著延长传感器的使用寿命,进而保障监测系统的长期稳定运行。因此,建筑材料力学性能实时监测系统的效率与效果,很大程度上取决于传感器的选型与安装质量。

### 2.2 数据采集与实时传输

在建筑材料力学性能实时监测系统中,数据采集与实时传输被视为核心环节。为了精准检测材料力学特性变化,传感器的作用不可或缺,而由传感器采集的应力、应变等信号,需经过精密的放大与滤波处理以消除噪音干扰,从

而确保数据的准确性与可靠性,这些数据只有在采集精度得到保证的前提下,才能真实反映材料状态。为满足不同工程需求,采集频率应根据实际情况合理设置,若采集间隔过长,数据丢失的风险会随之增加;而过短的采集间隔,则可能引发数据过载的问题影响系统效率。实时传输的效率直接关系到监测信息的时效性,监测数据被要求尽快传输至监控平台,使工程人员能够迅速获取信息并采取必要措施。有线与无线网络是常见的传输方式,但具体方式的选择需充分考虑施工现场的环境特点,例如无线信号的稳定性及可能存在的干扰。特别是在大型工程中,数据传输的稳定性与安全性尤为关键,若传输中断或数据丢失,不仅可能延误信息反馈,还会对决策的效率造成不利影响。为此,构建一个安全且高效的传输通道显得尤为重要。

### 2.3 数据分析与准确性验证

在建筑材料力学性能实时监测中,数据分析与准确性验证被认为是不可忽视的核心环节。将海量监测数据转化为具有实际工程意义的信息,依赖于科学的分析方法和精确的数据处理,通过结合力学模型对采集到的应力、应变等数据展开深入分析,材料的力学特性得以清晰展现。例如,应变数据的分析不仅能够判断材料是否超过设计容许值,还能揭示疲劳损伤的早期迹象。这些分析结果为实时评估材料性能及预测其未来变化提供了重要依据,使得潜在结构风险能够在发生前被识别。数据分析结果的可靠性须以数据的准确性为基础,传感器的校准状态需要定期检查,确保采集过程中的数据无误,数据分析过程中,异常值的监控和排除同样必不可少,这些异常值可能由设备故障或环境干扰引起,若未及时处理可能导致分析结果失真。历史数据或标准数据的对比被视为验证数据准确性的重要方法之一,能够确保分析结果与实际工程状况高度吻合,只有在数据误差被消除的情况下,分析结果才可视为可靠,从而为工程决策提供坚实支持。材料性能的监控与优化,也因此得以更加高效且精准地实现。

### 2.4 实时预警与安全监控

实时预警与安全监控作为建筑材料力学性能监测系统的核心组成部分,关键作用在于提前发现潜在问题并避免安全隐患的发生,通过对材料应力、应变等力学指标的实时监测,任何超出设计承载能力的异常变化均可被及时识别,随后预警机制便会被动触发。例如,当某一区域的应力值接近或超过设定的安全阈值时,警报将被系统自动发出,提醒施工或工程管理人员采取适当措施,潜在问题在演变为重大风险之前即可得到妥善处理,从而有效规避事故的发生。为了确保预警系统的有效性,系统的高度敏感性与准确性必须被严格保障。迅速反应于数据变化的同时,预警信息的准确性也需得到重视,防止误报或漏报可能导致的非必要资源浪费或管理漏洞。此外,预警机制的无缝对接与其他安全管理系统是必不可少的。例如,当

异常状况被识别后,系统可自动调整施工方案或加强对受影响区域的监控,从而确保及时实施有效的应急措施。

### 3 实时监测与数据分析的应用

#### 3.1 混凝土材料监测

在建筑工程中,混凝土材料的实时监测对结构安全性与耐久性的直接影响起到了至关重要的作用。对混凝土硬化过程中关键参数(如温度、应力、应变)的实时监测,不仅能够让工程师及时掌握混凝土内部变化,还可以通过提前识别潜在问题来采取必要的对策。例如,裂缝的产生常因浇筑初期温度剧烈变化而引发,而通过实施实时温度监测,因温差过大导致的裂缝问题得以有效预防。随着使用时间的延长,外界环境(包括湿度、温度变化及腐蚀性物质)对混凝土性能的影响逐步显现,因此对其长期耐久性进行评估显得尤为重要,通过传感器对混凝土应力、应变以及裂缝发展情况的持续监控,材料劣化的早期迹象能够被及时识别,从而确保结构在整个使用周期内符合安全标准。实时数据与历史数据的结合分析,不仅揭示了混凝土在不同环境条件下的表现,还为后续的维护与加固工作提供了科学依据<sup>[1]</sup>。混凝土材料监测的应用范围覆盖了其整个生命周期,包括早期浇筑阶段及后续的使用、维修与加固过程。在施工阶段的精确控制之外,实时数据分析在后期的优化与决策中同样发挥着重要作用。

#### 3.2 钢结构材料监测

钢结构材料的监测在现代建筑工程中具有至关重要的意义,尤其是在高层建筑、大型桥梁等工程中,钢结构承担着重要的承重与抗风功能,通过实时监控钢结构的力学性能,材料在使用过程中的变化能够被工程师实时捕捉到,潜在问题得以及时识别并采取预防措施,通过传感器采集钢材的应力、应变、变形等数据,钢结构是否存在过度变形或局部失稳的风险得以有效分析<sup>[2]</sup>。在使用过程中,钢结构受到温度波动、湿度变化及腐蚀性气体侵蚀等多种环境因素的影响,这些因素可能导致钢材性能的退化甚至产生疲劳裂纹,通过实时监测钢结构,疲劳损伤的进程得以精确跟踪,裂缝或腐蚀点能够及时发现,从而避免忽视细小故障所引发的更严重后果。尤其是在海洋工程、石油平台等特殊环境下,钢结构的腐蚀问题尤为突出,实时监测技术能够有效降低这些风险确保结构的安全性。此外,钢结构的监测可与现代智能技术相结合,利用大数据分析和人工智能算法对采集的数据进行深度挖掘,进而构建疲劳寿命预测模型,为钢结构的维护与加固提供有力的数据支持。

#### 3.3 新型建筑材料的监测应用

随着科技进步与工程需求的不断发展,新型建筑材料

的监测应用逐渐成为建筑行业的重要发展趋势。与传统材料相比,新型建筑材料通常具有更复杂的成分与更高的性能要求,例如超高强度混凝土、轻质高性能钢材、纳米复合材料等,这些材料承载着更高的性能期望,因此,在实际应用中进行实时监测显得尤为关键,通过监测其力学性能确保材料在使用过程中保持稳定与可靠的表现<sup>[3]</sup>。作为新型建筑材料之一,纳米材料的应用能够有效提升抗压、抗弯及抗疲劳性能,但这些材料的微观结构和宏观性能面临着较大的挑战,通过实时监测材料的应力、温度、湿度等关键参数,工程师不仅能及早发现潜在的劣化问题,还能更深入地了解这些材料在实际环境中的表现。传感器网络对数据进行实时采集与分析,材料出现微裂纹、膨胀或其他变形时能够及时作出反应,为后续的维护、加固或施工方案调整提供重要参考。随着物联网与人工智能技术的快速发展,新型建筑材料的监测应用已不再局限于简单的数据采集,更多地向着预测性维护转变,通过积累大量监测数据并结合机器学习算法,潜在的风险点能够提前识别,材料的使用寿命或疲劳极限得以预测,从而为工程决策提供科学依据。

### 4 结语

建筑材料力学性能的实时监测与数据分析,作为确保工程安全性、稳定性与耐久性的关键措施,为建筑行业的智能化与精细化管理提供了坚实的基础。先进的传感器技术、数据采集与实时传输系统,结合精确的数据分析方法,能够迅速识别潜在的结构问题并及时采取防范措施,从而有效降低工程风险并提高施工质量。随着科技的不断发展,新型建筑材料与智能监测技术的结合,将引领建筑行业迈向更多的创新与突破。在未来,基于大数据、物联网及人工智能的监测系统将更加广泛地应用,为工程管理人员提供更为精准的决策依据。尽管实时监测技术在应用中仍面临一些挑战,但随着技术日益成熟以及相关标准与规范逐步完善,实时监测必将成为确保工程安全、提升施工质量与实现可持续发展的重要工具。

#### [参考文献]

- [1]张勇.基于极限学习机的新型建筑材料力学性能预测方法[J].齐齐哈尔大学学报(自然科学版),2021,37(3):66-70.
- [2]夏蕊芳,程国庆.新型建筑节能墙体保温材料力学和热工性能研究[J].功能材料,2019,50(9):9110-9114.
- [3]唐凯.绿色再生混凝土建筑材料的力学性能研究[J].福建建材,2024(7):16-18.

作者简介:秦文丽(1981.11—),女,学历:本科,毕业院校:山东大学,所学专业:土木工程,目前职称:高级工程师,目前就职单位:衡水市工程建设质量检测中心。