

## 物联网技术在建筑结构健康监测中的应用实践

欧鹏梁

深圳市建安（集团）股份有限公司 广东深圳

**【摘要】**随着建筑工程的复杂性不断增加，建筑结构的安全性及耐久性成为了人们关注的重点。物联网技术作为一种新兴的技术手段，在建筑结构健康监测中具有重要应用价值。通过安装传感器、数据采集与处理系统，能够实时监测建筑结构的应力、温度、湿度等关键参数，实现对建筑物状态的精准感知与分析。物联网技术不仅提高了监测效率，还能在早期发现潜在风险，提前采取修复措施，延长建筑物的使用寿命。本文将探讨物联网技术在建筑结构健康监测中的应用实例，分析其优势和挑战，提出进一步完善该技术的方向。

**【关键词】**物联网；建筑结构；健康监测；传感器；数据分析

**【收稿日期】**2025 年 3 月 14 日 **【出刊日期】**2025 年 4 月 10 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.2025000157

### Application practice of Internet of Things technology in building structure health monitoring

Pengliang Ou

Shenzhen Jian'an (Group) Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong

**【Abstract】** With the increasing complexity of construction projects, the safety and durability of building structures have become a key focus. As an emerging technological solution, Internet of Things (IoT) technology demonstrates significant value in structural health monitoring. By installing sensors and data acquisition systems, real-time monitoring of critical parameters such as stress, temperature, and humidity can be achieved, enabling precise perception and analysis of building conditions. IoT not only enhances monitoring efficiency but also facilitates early risk detection, allowing proactive repair measures to extend the service life of buildings. This paper explores practical applications of IoT in structural health monitoring, analyzes its advantages and challenges, and proposes directions for further technological refinement.

**【Keywords】** Internet of Things; Building structure; Health monitoring; Sensor; Data analysis

#### 引言

建筑结构健康监测是保障建筑安全和延长使用寿命的关键环节。随着传统监测方法难以满足复杂建筑物需求，物联网技术逐渐成为解决方案之一。通过布设传感器和数据采集装置，物联网技术能够实现对建筑结构实时、远程、持续的监测，为结构健康状况提供全面的数据支持。相比传统人工巡检，物联网技术能有效提升监测的精度与效率，并为决策提供数据驱动的依据。

#### 1 物联网技术在建筑结构健康监测中的应用现状与挑战

物联网技术的引入，使得建筑结构健康监测得到了革命性的提升。过去，建筑结构的监测主要依赖人工巡检和传统的检测设备，这些方法不仅效率低，且存在

较大的人为误差。随着建筑规模和结构的日益复杂，传统方法的局限性逐渐暴露，无法满足对实时、全面监测的需求<sup>[1]</sup>。而物联网技术通过布设传感器、通信模块和数据处理系统，能够实时获取建筑结构的各类数据，如应力、温度、湿度、位移等关键信息，能够在第一时间发现潜在的安全隐患，极大提高了监测效率与精度。这些技术的应用，使得建筑结构的健康状态不再依赖人工估计或周期性的检查，而是通过持续、动态的数据监控，提供全面、精准的健康评估。

尽管物联网技术在建筑结构健康监测中展现了诸多优势，但在实际应用中，仍面临一系列挑战。建筑环境的复杂性给物联网设备的布设带来一定难度，尤其是在高层建筑和历史建筑中，传感器的安装和维护需要考虑到建筑本身的结构特点和空间限制。数据的准

确性和完整性也是一个不可忽视的问题。物联网系统依赖大量传感器收集数据,这些传感器可能因老化、损坏或外部环境的干扰导致数据偏差,因此需要定期校准和维护。建筑结构健康监测系统涉及大量的实时数据传输和存储,如何高效、安全地处理海量数据成为技术实施中的一大难题。系统的稳定性和信息的实时性对于监测结果的可靠性至关重要,若数据传输存在延迟或系统出现故障,可能导致监测结果失真,影响决策的准确性。

建筑结构健康监测中的物联网技术还面临着技术标准化和兼容性的问题。市场上不同厂商提供的物联网设备和传感器多种多样,缺乏统一的技术标准,导致不同设备之间的兼容性差,增加了系统集成的难度。建筑工程通常具有多样化的需求,不同类型、规模的建筑物所需的监测参数也不相同,这对物联网技术的适应性提出了更高的要求<sup>[2]</sup>。为了更好地解决这些问题,未来物联网技术的进一步发展需要在设备标准化、数据整合和系统稳定性方面进行改进,以确保在各类建筑项目中都能够顺利应用并发挥最大效能。

## 2 建筑结构健康监测中的关键技术与物联网解决方案

建筑结构健康监测的关键技术在物联网的推动下得到了迅速发展,涵盖了传感技术、通信技术、数据分析与处理技术等多个方面。传感器是物联网系统的核心组成部分,它们能够准确采集建筑物的各种物理量,如应力、位移、温度、湿度等。这些传感器根据不同的监测需求可分为应变传感器、加速度传感器、温度传感器等,能够根据建筑物的不同部位和监测目标进行定制化布置。传感器所采集到的数据需要通过无线通信技术传输至数据处理平台,以便对建筑结构的健康状况进行实时评估<sup>[3]</sup>。无线通信技术在建筑结构监测中起到了关键作用,常见的无线通信协议包括 LoRa、ZigBee、NB-IoT 等,这些技术能有效克服传统有线布设的局限,减少施工成本,同时提高系统的灵活性和扩展性。

数据处理和分析是物联网建筑结构健康监测中的另一个重要环节。大量传感器采集到的实时数据需要经过高效的数据传输、存储和分析处理。为确保监测结果的准确性和时效性,数据处理平台通常结合大数据技术和人工智能算法,通过对传感器数据的分析,识别出建筑结构的潜在问题<sup>[4]</sup>。基于机器学习算法,系统能够自动识别结构变形、裂缝扩展等异常情况,并及时报警。数据融合技术在此过程中也起到了重要作用,通过将来自不同传感器的数据进行整合,能够提供更加全

面、精确的建筑健康状态评估。

物联网技术在建筑结构健康监测中的解决方案也面临着不少挑战。在确保传感器准确、稳定地采集数据的基础上,系统的稳定性和实时性至关重要。为了提升系统的鲁棒性和应对突发情况的能力,需要设计冗余机制、自动化校准等功能,确保在设备出现故障时依然能够维持系统的正常运行。为了有效传输和处理海量数据,通常需要依托云计算平台进行数据存储和分析,这对系统的带宽和计算能力提出了较高要求。建筑物的复杂性也要求监测系统具备较强的适应性和灵活性,物联网技术的解决方案在建筑结构健康监测中的应用,需要不断优化传感器的布置方案、提升数据处理算法的效率,并完善系统的整体架构,以应对复杂环境下的各种挑战。

## 3 物联网技术在建筑结构健康监测中的实际应用案例分析

在实际应用中,物联网技术在建筑结构健康监测方面已逐渐被广泛采用,特别是在桥梁、高层建筑以及地下结构等复杂建筑物的监测中取得了显著成效。以桥梁监测为例,物联网技术通过部署分布式传感器网络,实现了对桥梁各部位的实时监控。传感器能够测量桥梁的应力、位移、温度等参数,并通过无线网络将数据传输到数据中心进行处理。通过数据分析,能够及时发现桥梁结构的微小变化,预警潜在的安全隐患<sup>[5]</sup>。在某城市的桥梁项目中,物联网系统成功监测到桥梁在极端天气下出现的微小位移变化,提前预警并进行维修,从而避免了潜在的结构故障,延长了桥梁的使用寿命。

在高层建筑监测中,物联网技术的应用同样显得尤为重要。随着建筑物高度的不断增加,传统的检测方法已无法满足监测需求。通过在建筑物内部和外部安装多种传感器,如应变传感器、位移传感器、加速度传感器等,物联网技术能够实时监控建筑结构的健康状况。在某国际商务中心的项目中,物联网系统被用来监测高层建筑在风荷载、温度变化等因素影响下的结构反应<sup>[6]</sup>。系统通过监测建筑物的动态响应数据,不仅提高了监测精度,还能通过数据分析为建筑物的安全管理提供科学依据。特别是在一些地震多发区域,物联网技术可以帮助实时监控建筑的震动情况,提前采取措施,防止灾难性事故的发生。

物联网技术还在地下结构和隧道监测中得到了广泛应用。地下工程受限于空间和环境因素,传统的监测方式难以全面、及时地获取数据。物联网技术通过部署

耐高压、抗腐蚀的传感器,能够实时获取地下结构的各种动态数据。在某城市地铁隧道建设中,物联网技术被广泛应用于隧道壁、轨道和地层的监测,系统能够实时检测地层沉降、隧道裂缝等情况,并通过数据处理平台对比分析,及时发现隧道结构的潜在问题,为工程管理人员提供决策依据。这些应用案例展示了物联网技术在建筑结构健康监测中的重要作用,有效提升了建筑物的安全性和使用寿命。

#### 4 提升物联网技术在建筑结构健康监测中的效果与发展方向

物联网技术在建筑结构健康监测中的效果提升,依赖于传感器的精度、数据采集与处理能力的提升以及系统的稳定性。为了进一步提高监测的精确度和响应速度,传感器技术的创新至关重要。高精度传感器和低功耗设备的不断发展,将使得建筑结构的监测更加细致和高效。增强型传感器能够在极端环境下长时间稳定运行,减少了因传感器失效造成的数据丢失或错误<sup>[7]</sup>。通过优化传感器的布设方案,可以更精准地获取建筑的各种动态信息,提升监测系统的全面性和准确性。进一步的技术研发还应致力于传感器网络的智能化,提升其在复杂环境中的自适应能力。

提高物联网技术在建筑结构健康监测中的效果,也需要依赖大数据分析和人工智能技术的进一步融合。建筑结构监测系统面临大量数据处理和实时分析的挑战。借助先进的算法和数据处理平台,能够更有效地对大规模、复杂数据进行实时分析和异常检测。机器学习和深度学习技术的引入,能够从海量的监测数据中提取出潜在的结构问题,并在初期阶段就进行预警。这不仅提高了监测的准确性,还能够有效降低人工干预的需求,使得系统能够自动识别建筑物的健康状态,做出及时响应。

物联网技术在建筑结构健康监测中的发展方向应着重解决系统的稳定性和兼容性问题。随着监测对象的多样化,建筑类型和结构的差异使得不同设备之间的互联互通成为一大挑战。未来,行业内的技术标准化将进一步推动设备的兼容性与系统的整体协作<sup>[8]</sup>。随着5G、边缘计算等技术的应用,建筑结构健康监测将实现更加实时的高效运作。未来的发展应注重技术的集

成化与智能化,使得物联网技术能够在不同规模、不同类型的建筑项目中灵活运用,真正发挥其提升建筑结构安全性和寿命的潜力。

#### 5 结语

物联网技术在建筑结构健康监测中的应用为建筑行业带来了显著的变革,不仅提高了监测的精度与效率,还大大增强了建筑安全管理的智能化水平。随着技术的不断发展,传感器、数据处理与分析能力的提升将进一步优化监测效果。系统的稳定性、数据准确性和技术标准仍是未来发展中的关键挑战。为应对这些问题,未来需要加强技术融合,推动设备和平台的标准化,确保物联网技术在不同建筑项目中的普遍适用,从而更好地保障建筑物的安全与耐久性。

#### 参考文献

- [1] 宋航,才建,袁运栋,等.意图驱动的物联网双时间尺度资源分配方法[J/OL].物联网学报,1-10[2025-07-11].
- [2] 赵宝军,陈洪兵,赵洋,等.模块化集成建筑剪力墙结构无损检测技术研究综述[J/OL].工业建筑,1-14[2025-07-11].
- [3] 南志超,叶续雷,张阿丰,等.物联网技术在机电设备运行状态监测中运用分析[J].模具制造,2025,25(07):183-185.
- [4] 宋磊,陈亚峰.基于物联网的智能农业机械远程监控系统分析[J].中国农机装备,2025,(07):71-73.
- [5] 汪钰长.早期装配式框架结构建筑加固设计及管理研究[J].山西建筑,2025,51(14):51-56+95.
- [6] 何玮.建筑结构健康监测技术研究与应用系统[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(19):28-30.
- [7] 程彬,贺秀涛,吕鹏.装配式建筑结构连接技术的应用与优化研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(19):86-88.
- [8] 周凯,王景全,王震,等.基于低碳目标的混凝土建筑结构设计方法研究进展[J].建筑结构学报,2025,46(07):113-130+141.

**版权声明:** ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**