

Research on real-time data processing of intelligent sensors in building deformation monitoring

Huakui Cen

Western Building Seismic Investigation and Design Research Institute Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710054, China

Abstract

As the construction industry advances, the safety and stability of buildings have become increasingly important. Deformation monitoring is a crucial method for ensuring the structural safety of buildings. Traditional monitoring methods, which often rely on manual measurements, are inefficient and lack precision. In recent years, the advent of smart sensors has provided more efficient and real-time data collection and analysis for building deformation monitoring. This paper explores the application of smart sensors in building deformation monitoring, analyzes their advantages in real-time data processing, and focuses on key technologies for data collection, transmission, and processing. It also discusses the challenges and solutions in real-time data processing.

Keywords

intelligent sensor; building deformation monitoring; real-time data processing; data acquisition; data transmission

智能传感器在建筑物变形监测中的实时数据处理研究

岑花葵

西部建筑抗震勘察设计研究院有限公司，中国·陕西 西安 710054

摘要

随着建筑行业的发展，建筑物的安全性和稳定性越来越受到关注。建筑物的变形监测是确保建筑物结构安全的重要手段之一，传统的监测方法通常依赖人工测量，存在效率低、精度差等问题。近年来，智能传感器的出现为建筑物变形监测提供了更加高效、实时的数据采集与分析手段。本文探讨了智能传感器在建筑物变形监测中的应用，分析了智能传感器在实时数据处理中的优势，重点介绍了数据采集、传输和处理的关键技术，并探讨了实时数据处理中的挑战和解决方案。

关键词

智能传感器；建筑物变形监测；实时数据处理；数据采集；数据传输

1 引言

随着城市化进程的加快，建筑物的数量和规模日益增加，建筑物的安全性和稳定性成为社会关注的焦点。建筑物在长期使用过程中，常常由于结构老化、自然灾害、施工缺陷等因素发生不同程度的变形，这些变形若得不到及时监测和处理，可能会导致结构的损坏甚至是灾难性事故的发生。因此，建筑物的变形监测对于确保建筑物的安全至关重要。传统的建筑物变形监测方法通常依赖人工测量，尽管可以在一定程度上获取建筑物变形的数据，但由于测量周期长、精度差且无法实时反馈，导致了其在一些需要精确和快速反应的场合中无法满足要求。近年来，随着智能传感器技术的快速发展，智能传感器已被广泛应用于建筑物变形监测中。智能传感器通过集成多种传感器元件，能够实时监测建筑物的变形情况，采集到的数据可以直接传输至计算平台进行处

理，从而为工程师提供实时的监测信息。智能传感器不仅能够提高数据采集的精度，还能够通过实时数据处理和分析，及时发现建筑物的变形问题，提前采取相应的措施，有效提高建筑物的安全性。

2 智能传感器在建筑物变形监测中的应用背景与优势

2.1 智能传感器的基本原理与工作机制

智能传感器是一种能够通过感知外部物理量或化学量，并将其转化为电信号进行处理的设备。不同于传统的传感器，智能传感器具备数据处理、分析和自我校正的能力。智能传感器通常集成了多种传感器元件，如应变计、加速度计、温度传感器等，能够实时感知建筑物的变形、振动等物理变化，并将其转化为数字信号进行传输和分析。智能传感器不仅具备数据采集的功能，还能够进行实时数据处理，甚至可以通过内置的算法进行初步的数据分析，为后续的决策提供依据。通过智能传感器，建筑物的变形数据可以在短时间内被准确采集并及时反馈，极大提高了变形监测的效率和精度 [1]。

【作者简介】岑花葵（1995-），女，壮族，中国广西百色人，工程师，本科，从事测绘工程研究。

2.2 智能传感器在建筑物变形监测中的应用优势

智能传感器在建筑物变形监测中具有许多传统方法无法比拟的优势。首先，智能传感器能够实现实时数据采集和分析。通过集成先进的数据处理模块，智能传感器能够在现场实时采集建筑物的变形数据，并通过无线通信网络将数据传输至监控平台，保证了变形监测的实时性。其次，智能传感器的高精度使得监测数据更加可靠。传统的手工测量往往受到人为因素的影响，精度较低，且无法进行持续监测。而智能传感器通过自动化采集和高精度的传感技术，能够获得更加精准的数据，避免了人为误差。第三，智能传感器的智能化处理能力大大提高了数据的处理效率。通过内置的处理单元，智能传感器能够对采集到的数据进行初步分析，将重要信息提取出来，并及时传递给相关人员，减少了人工干预的需要，提高了监测的自动化程度。最后，智能传感器具备较强的适应性，可以在不同环境下进行长期稳定的监测。无论是高温、高湿，还是强震、雷电等极端环境，智能传感器都能够正常工作，确保建筑物变形的持续监测。

2.3 智能传感器在建筑物变形监测中的挑战与发展方向

尽管智能传感器在建筑物变形监测中具有诸多优势，但在实际应用中仍面临一些挑战。首先，智能传感器的成本较高，尤其是在大规模监测过程中，传感器的采购、安装和维护成本可能成为制约其普及的因素 [2]。其次，智能传感器的数据传输和存储问题也是需要解决的难题。大规模监测中，传感器采集的数据量庞大，如何保证数据传输的稳定性和实时性，如何处理和存储大量的数据，是需要解决的技术难题。最后，智能传感器在长期使用过程中可能会出现故障或性能下降，这需要有高效的维护机制来保障其正常运行。未来，随着技术的发展，智能传感器的成本有望逐步降低，数据传输和存储技术的创新将为其提供更加稳定的支撑。此外，智能传感器的集成度和处理能力将不断提升，能够满足更复杂的建筑物变形监测需求。

3 智能传感器在建筑物变形监测中的实时数据处理技术

3.1 数据采集技术

智能传感器的核心功能之一是数据采集。准确的采集技术直接决定了变形监测的精度。在建筑物变形监测中，通常采用应变计、位移传感器、加速度计等传感器元件来感知建筑物的变形。这些传感器能够精确地监测建筑物的形变、振动、位移和运动等物理参数，并将其转化为电信号进行传输。应变计通常用于检测建筑结构的应变变化，而位移传感器则用于监测结构的位移或变形程度，提供关于建筑物变形的关键数据。加速度计则能帮助监测建筑物的振动情况，尤其是对于地震或强烈外力作用下的建筑物，能够有效反映建筑物的动态响应。

智能传感器在数据采集过程中，采用了先进的模数转换技术，将模拟信号转换为数字信号，确保采集数据的高精度。模数转换技术使得传感器能够将采集到的连续信号转换为离散的数字信号，避免了信号衰减和失真，提升了数据的可靠性和稳定性 [3]。此外，现代传感器通常还配备了高精度的时间同步系统，这一点对于大规模的建筑物变形监测尤为重要。时间同步系统可以确保不同传感器之间的数据同步，避免由于不同传感器采集数据时间存在差异而导致的测量误差。这种时间同步技术在多传感器系统中尤其关键，因为它可以确保所有传感器采集的数据能够准确地整合在一起，从而避免对数据分析结果的影响，提高整个监测系统的精确度和有效性。

3.2 数据传输与处理技术

在数据采集之后，智能传感器需要通过无线通信技术将数据传输到监控平台进行处理。常用的数据传输技术包括无线局域网（WLAN）、蓝牙、Zigbee 和 4G/5G 网络等。每种传输方式有其独特的优势，WLAN 和 4G/5G 网络能够支持长距离、大流量的数据传输，适用于大规模的建筑物变形监测系统，尤其是在高层建筑或大型建筑群的监测中，可以实现广域覆盖和实时数据传输。而 Zigbee 和蓝牙等短距离通信技术，则适用于较小规模的传输，尤其是在需要进行局部监测、低功耗操作和简单部署的情况下，它们能够提供高效、稳定的通信连接。

在数据传输过程中，数据的安全性是至关重要的。由于传输的数据信息通常涉及建筑物的安全状况，因此需要通过加密技术来确保数据的安全性，防止数据在传输过程中被篡改或丢失。常见的加密技术包括数据加密、身份认证和访问控制等。这些安全措施能够保障传输过程中的数据隐私和完整性，确保监测数据的可靠性，避免因恶意篡改或数据丢失导致的安全隐患。

数据处理技术是智能传感器的重要组成部分。智能传感器通常配备内置处理单元，能够对采集到的数据进行初步的分析处理。数据处理主要包括信号的降噪、平滑处理以及无效数据的去除。降噪处理是为了去除由于环境干扰或仪器精度限制所带来的不必要的信号，确保数据的准确性。平滑处理则是通过一定算法对信号进行处理，消除短时间内的波动，使得数据更加稳定和可靠。此外，针对复杂的变形监测系统，实时数据处理能够有效减少数据传输和存储的压力，确保数据的时效性和准确性，使得监测结果能够实时反馈到控制平台，提供及时、精确的决策依据。

3.3 实时数据分析与决策支持

数据采集和传输完成后，下一步是数据的进一步分析与处理，才能为决策提供有价值的信息。实时数据分析技术能够快速对采集到的建筑物变形数据进行处理，将其与预设的安全标准进行比对，及时发现潜在的安全隐患。例如，当传感器监测到建筑物的变形值超过设定的安全阈值时，系统