

建筑工程监测中关键技术及其应用

杜敬强

佛山市公路桥梁工程监测站有限公司

摘要：建筑工程监测是对建筑物在施工、使用、维护等各个阶段进行定量测量和分析的过程，以保证建筑物结构的安全和稳定性。在建筑工程监测中，关键技术的应用起着至关重要的作用。

关键词：建筑工程；关键技术；应用分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.22.016

随着社会的发展和科技的进步，建筑工程监测在建筑领域中的重要性日益凸显。建筑工程监测的关键技术的应用能够为建筑物的安全运行提供重要的保障。基于此，相关工作者需要对建筑工程监测中的关键技术进行分析，剖析其应用路径。

一、建筑工程监测概述

建筑工程监测是指对正在进行的或已经完成的建筑工程进行实时或定期的观测、记录和分析，以评估结构的性能、安全性和稳定性。它起源于对建筑结构的安全和可靠性的关注，通过监测建筑结构在施工、使用和维护中的物理和力学性质，提供实时的数据和信息，以支持结构的设计、施工和维护决策。建筑工程监测在减少事故风险、保护人员和财产安全、延长建筑寿命、优化维修计划等方面发挥着重要作用。它可以监测和评估建筑结构在施工过程中的变形情况、荷载响应、温度变化、震动效应等因素，以及使用期间的变化和退化。通过监测数据的分析和解读，可以及时发现结构的异常情况和问题，并采取相应的措施进行修复和维护，以确保建筑结构的安全和稳定运行。建筑工程监测主要涉及传感技术、数据采集与处理技术、数据可视化与报警技术、智能监测系统集成技术等关键技术的应用。传感技术用于实时监测结构的变形、荷载和环境条件等参数，数据采集与处理技术用于收集和整理监测数据，数据可视化与报警技术用于将监测数据以可视化形式展示，并在异常情况下发出警报，智能监测系统集成技术用于整合各种监测技术和系统，实现自动化监测和管理。

二、关键技术在建筑工程监测中的作用和意义

提高监测效率和准确性。关键技术可以通过自动化、智能化的手段，提高建筑工程监测的效率和准确性。例如，使用传感器网络和物联网技术可以实时获取大量监测数据，减少人力成本和监测误差。同时，结合数据分析和算法模型，可以对监测数据进行快速处理和分析，提高监测结果的准确性和实时性。

预警和风险控制。关键技术在建筑工程监测中可以

实现对潜在风险的预警和控制。通过对监测数据进行实时分析和比对，可以及早发现建筑结构的异常变化或者潜在问题，从而提前采取相应的修复措施，避免事故的发生。此外，关键技术还可以结合风险评估模型，对不同风险情况进行预测和优化，帮助决策者制定更科学合理的施工方案。

节约成本和资源。关键技术的应用可以有效节约建筑工程监测的成本和资源。传统的监测方法往往需要大量的人力投入和设备采购，而关键技术可以实现自动化监测和数据采集，减少了人力成本。此外，通过精确的监测和预警，可以避免因施工质量或结构问题导致的不必要的修复和重新施工，从而节约了成本和资源。

数据共享和管理。关键技术在建筑工程监测中还可以实现数据的共享和管理。通过云计算和大数据技术，监测数据可以以标准化和可视化的方式进行存储和管理，提供给相关利益方使用。这样可以促进信息的流通和共享，协同各方合作，提高施工的效率 and 安全性。同时，对监测数据进行长期的保存和分析，也有助于建立丰富的数据库，为今后的研究和决策提供参考依据。

三、建筑工程监测中关键技术及其应用

（一）建立应用传感器网络

传感器网络是建筑工程监测中关键技术核心，通过在建筑结构中部署多个传感器节点，实现对各种参数和数据的实时监测。传感器网络可以采集建筑结构的位移、变形、温度、湿度等重要信息，并将数据传输到中央控制系统进行处理和分析。传感器的选择、布局和通信协议的设计都是建立有效传感器网络的重要考虑因素。传感器网络技术的应用能够提高监测效率和准确性，为工程管理者提供科学决策依据，帮助他们更好地控制风险和确保工程质量。随着物联网和大数据技术的进一步发展，传感器网络将扮演越来越重要的角色，为建筑工程监测提供更强大的技术支持。

在一座高速公路桥梁的监测中，传感器网络得到了广泛应用。在桥梁主梁和桥墩上安装了加速度计、应变计、倾斜仪等传感器，实时监测桥梁的振动、变形和温度等数据。这些传感器节点通过有线或无线方式与监测中心连接，将数据传输至中心控制系统。监测中心利用接收到的数据进行实时分析和处理，发现了桥梁结构存在的微小振动异常情况，及时采取相应措施，确保了桥梁的安全运行。此外，传感器网络还可应用于高层建筑的结构监测。通过在建筑物不同层次和关键部位布置

传感器节点，可以实时监测建筑结构的变形、裂缝等情况。传感器网络将数据传输到监测中心，工程师可以通过分析这些数据，及时发现潜在的结构问题，并采取相应的维修和加固措施，确保建筑物的安全性。

注：传感器网络的密度和排布对监测效果具有一定影响。合理的传感器密度（D）可以提供更准确的监测数据。公式为： $D=N/A$ ，其中N为传感器节点数量，A为监测区域的面积。2. 传感器网络的通信能力对数据传输的稳定性和实时性具有重要影响。传感器网络的通信协议选择应考虑到传输距离（L）、传输速率（R）和信号强度（S）等因素。通信质量（Q）可以用以下公式表示： $Q=(R * S) / L$ 。

（二）数据采集与处理技术应用路径

数据采集涉及选择适当的采集设备和传感器，并确保数据的准确性和精度。采集设备可以包括使用传感器、测量设备以及其他监测工具来实时采集结构的监测数据。数据处理是指对采集到的海量数据进行整理、提取和分析，以获得有用的信息用于结构评估和决策制定。在采集阶段，需要选择适应建筑工程的监测需求的传感器和设备。这些传感器可以测量结构的位移、振动、温度等参数，并将数据转化为电子信号进行采集。此外，还应考虑数据采集的频率和持续时间，以及传输给数据处理系统的方式，如有线或无线传输。在数据处理阶段，采集到的数据需要进行整理和处理，以便提取出有价值的信息。

以一个高层建筑为例，使用无线传输技术和大数据处理方法对结构的位移数据进行采集和处理。通过在建筑结构中部署无线传感器，并收集结构的位移数据，可以实时监测建筑的变形和振动情况。这些数据通过网络传输到数据处理系统，并使用大数据分析方法进行处理。通过对历史数据的比较和结构行为的模拟，可以判断出是否存在结构变形的异常情况，并进行相应的结构评估和预警。这样的监测和处理系统可以帮助监测人员实时了解结构的健康状态，并采取及时的维修和加固措施，以确保建筑结构的安全性。通过合理选择和配置采集设备和传感器，以及采用适当的数据处理技术，数据采集与处理技术将为建筑工程监测提供准确、及时的数据分析和评估，帮助实现建筑结构的可持续运行和维护。

（三）应用数据分析与算法模型

在建筑工程监测中，大量的监测数据需要进行有效的分析和处理，以提取有价值的信息和指标。数据分析与算法模型的应用是关键技术之一，它通过建立适当的数学模型和算法，对监测数据进行快速、准确的处理和分析。这包括数据预处理、特征提取、异常检测、趋势

预测等方面。数据分析旨在从监测数据中挖掘出有用的模式和规律。通过对数据进行清洗、去噪和归一化等预处理步骤，可以消除数据中的干扰因素，提高后续分析的精度和可靠性。之后，利用统计学、机器学习和人工智能等方法，提取数据中的特征和模式，发现其中的异常情况或潜在问题。

例如，在一座高层建筑的结构监测中，采用了数据分析与算法模型技术。通过对大量的实时监测数据进行处理和分析，利用机器学习算法识别出有潜在危险的结构状态，如裂缝扩展、变形超标等。同时，利用数据趋势模型进行长期预测，为维护 and 维修提供科学依据，保障了建筑工程的安全运行。此外，数据分析与算法模型还可以应用于桥梁结构的监测。通过对桥梁各种传感器收集的数据进行分析，检测出桥梁的结构异常，如腐蚀、疲劳等问题。同时，基于历史数据，建立预测模型，预测桥梁未来可能出现的损伤或故障，并为桥梁维护和修复提供决策支持。

（四）应用无损检测技术

无损检测技术是建筑工程监测中一种重要的非破坏性检测方法，它通过利用电磁、声波、光学等物理原理，对结构材料进行检测和评估，以发现可能存在的缺陷和损伤。无损检测技术具有不破坏样品、快速准确、可重复性好等优点，广泛应用于建筑结构的质量评估和健康监测。常见的无损检测技术包括超声波检测、磁粉检测、X射线检测等。超声波检测利用超声波在材料中传播的特性，通过对反射和散射信号的分析，检测出材料内部的缺陷和变化。磁粉检测则利用磁场和磁性颗粒的相互作用，检测出材料表面和近表面的裂纹和缺陷。X射线检测利用X射线的穿透能力，可以检测出材料内部的缺陷和异物。

在一座钢结构桥梁的监测中，无损检测技术得到了广泛应用。工程师利用超声波检测仪器对桥梁主要构件进行扫描，发现了隐藏在混凝土保护层下的锈蚀和腐蚀情况。这些问题如果不及时处理，将会导致桥梁结构的严重损坏。随后，工程师采取相应的维修措施，将受损的部分修复，确保桥梁的安全性和可靠性。此外，无损检测技术还可以应用于混凝土结构的监测。通过利用超声波检测仪器或雷达信号等设备，对混凝土结构的质量和完整性进行评估。无损检测可以检测出混凝土内部的裂缝、空洞、骨料分布等问题，帮助工程管理者及时发现结构隐患，并采取相应的修复措施。

（五）应用智能监测系统集成技术

智能监测系统集成技术在建筑工程监测中发挥着重要作用。该技术将传感技术、数据采集与处理技术、数据可视化与报警技术等多种技术和系统集成在一起，实

现自动化监测和管理。通过物联网技术、人工智能技术的应用，智能监测系统能够将各种设备和传感器互联互通，实现数据的自动采集、处理和分析，实现智能化管理和维护。

智能监测系统集成技术具有以下特点：（1）通过物联网技术，可以将各种设备和传感器连接在一起，实现数据的实时采集和传输；（2）通过人工智能技术的应用，可以对采集到的数据进行智能处理和分析，提取有用的信息并进行结构评估和预测；（3）通过建立智能化的管理系统，可以实现对监测数据和系统状态的远程监控和集中管理。以一个大型城市地铁系统为例，通过智能监测系统集成技术，实现对地铁隧道结构的监测和管理。在隧道中布置各种传感器，包括温度传感器、湿度传感器和应变传感器等，在不同位置实时监测结构的状态。这些传感器通过物联网技术连接到中央控制系统，实现数据的自动采集和传输。同时，通过人工智能算法以及大数据分析技术对采集到的数据进行处理和分析，该系统能够及时发现结构变形和异常情况，并进行预测和评估。在发现异常情况后，系统会自动触发报警，通知相关维修和管理人员进行处理。通过智能监测系统集成技术的应用，实现了地铁隧道结构的自动化监测和管理，提高了安全性和可靠性。

（六）远程监控与数据传输技术的应用

远程监控与数据传输技术是利用现代通信和网络技术，实现对建筑结构监测数据的远程获取、传输和管理。该技术允许监测数据从分散的传感器节点传输至中央数据库或云平台，并通过网络连接使监测数据可在远程进行实时监控和分析。远程监控系统由传感器节点、数据传输设备和监测中心组成。传感器节点部署在建筑结构的关键位置，采集各种参数的数据，如温度、湿度、压力等。这些传感器节点通过无线或有线方式将数据传输至数据传输设备，再通过网络将数据传输至监测中心。监测中心对接收到的数据进行存储、分析和处理，根据预设的阈值或模型，及时发现异常情况或趋势变化，并采取相应的措施。

在一座地下隧道的监测中，远程监控与数据传输技术得到了广泛应用。在隧道内部安装了多个传感器节点，监测隧道的温度、湿度和气体浓度等参数。这些传感器节点通过无线方式将数据传输至数据传输设备，再通过互联网传输至远程监测中心。监测中心实时接收并分析数据，发现了隧道内部的异常温度升高和有毒气体泄漏情况。随后，相关人员得到及时通知，并采取相应的紧急处置措施，确保了隧道的安全运行。此外，远程监控与数据传输技术也可以应用于建筑物能耗监测。通过在建筑物内部部署能耗传感器，实时监测电力、水资

源、空调系统等的使用情况，将数据传输至监测中心进行分析。监测中心可以通过对能耗数据的评估和分析，发现能耗过高、用能效率低下的问题，并提出相应的节能措施，降低能源消耗。

四、结语

建筑工程监测中的关键技术的应用对于保障建筑物的结构安全和稳定性起着至关重要的作用。无论是哪种技术的应用，但目标都是为了获取建筑物的准确监测数据，帮助工程师评估建筑物的结构安全性。通过采用这些关键技术，可以及时发现潜在的结构问题，并及时采取修复和加固措施，从而保障建筑物的安全运行。因此，在建筑工程监测中，关键技术的不断创新和应用，对于提高建筑物的结构安全和维护质量具有重要意义。

注：

数据参数

结构测数据：包括位、振动、变形、温度等参数的监测数据。

传感器数量：用于监测结构状态的传感器节点的数量。

数据采集频率：采集结构监测数据的时间间隔或频率。

结构监测时间：进行结构监测的持续时间，通常以小时、天或年为单位。

数据存储容量：用于存储采集到的监测数据的存储设备的容量。

数据传输速率：传输监测数据到中央控制中心或云端的传输速率。

公式分析

监测数据分析：根据采集到的结构监测数据进行分析和计算，如变形的计算公式为： $\delta = (x - x_0) / x_0$ ，其中 δ 为变形量， x 为测得的位移， x_0 为参考位移。

传感器节点密度：根据监测区域的面积及传感器节点数量计算传感器节点的密度，公式为： $D = N / A$ ，其中 D 为节点密度， N 为节点数量， A 为监测区域面积。

数据处理时间：根据采集到的监测数据量及计算复杂度，估计进行数据处理所需的时间，公式为： $t = D / C$ ，其中 t 为处理时间， D 为数据总量， C 为计算复杂度。

参考文献

- [1]梁国斌. 建筑工程地基基础检测的重要性和关键技术[J]. 智能城市, 2018, 4(09): 77-78.
- [2]郑华. 建筑项目土建施工关键技术与质控方式研究[J]. 建材与装饰, 2018(05): 31.
- [3]刘秋建. 建筑工程绿色节能施工技术应用标准探讨[J]. 中国标准化, 2017(20): 119-121.