

钢结构受力变形自动监测技术

杨 阳 史 魏 马贵红 从珂珂 高青山
中国建筑第七工程局有限公司 广东 深圳 518112

摘要: 随着钢结构在建筑工程中的广泛应用,保障钢结构的安全性和可靠性成为重要的课题。受力变形自动监测技术的引入,不仅可以实现对结构体的长期监测和评估,也为结构健康管理和维护提供了有效手段。它能够帮助工程师实时了解结构体的安全状况,及时掌握结构的变形情况,并采取相应的修复、加固或维护措施,从而保障结构的安全稳定运行。

关键词: 钢结构; 受力变形; 自动监测; 监测技术

引言: 受力变形自动监测技术是一种利用传感器、监测设备和数据分析方法,自动检测和记录结构体受力和变形情况的技术。它在现代工程领域中起着至关重要的作用,能够提供实时、准确的结构健康状态信息,帮助保障结构安全和可靠运行。随着建筑和基础设施的规模不断扩大和复杂化,对于结构的安全性和稳定性提出了更高的要求。传统的人工监测方法往往需要大量的人力、物力投入,并且无法提供连续、实时的监测数据。而受力变形自动监测技术的应用,可以有效解决这些问题。本论文旨在研究并应用钢结构受力变形自动监测技术,以实现对其结构的实时监测、判定和预警。

1 受力变形监测技术概述

受力变形监测技术是一种用于检测和记录结构体在受力作用下发生的变形情况的技术。它可以帮助工程师和设计人员实时了解结构在使用过程中的受力状态,及时发现异常情况,并采取相应的措施。受力变形监测技术广泛应用于建筑、桥梁、隧道、水利工程等领域。受力变形监测技术的应用有助于提高结构的安全性和可靠性,及时发现结构病害和隐患,减少事故的发生,同时也为结构维护和保养提供了有效的参考依据。受力变形监测技术主要包括以下几个方面: 1) 传感器技术: 传感器是受力变形监测的核心部件。常用的传感器包括应变传感器、位移传感器、加速度传感器和压力传感器等。这些传感器可以测量结构在不同方向上的应变、位移、振动以及受力程度等关键参数。 2) 数据采集系统: 数据采集系统用于接收和存储来自传感器的数据。它通常包含多路输入通道,通过高精度的模数转换器将传感器信号转换为数字信号,并将其传输到后续的数据处理平台。 3) 数据处理与分析: 通过对监测数据进行处理和分析,可以得出结构受力变形的相关信息,如最大应力、最大变形等。常用的数据分析方法包括滤波、频谱分

析、模态分析等,利用这些分析结果可以评估结构的健康状况和受力性能。 4) 实时监测与预警系统: 基于以上技术,可以建立实时监测与预警系统,实现对结构的持续监测,并及时发出警报以应对突发情况。这种系统可以通过远程监控和无线通信技术,将监测数据传输到中央控制中心,方便工程师远程管理和监控。

2 受力变形监测系统设计及传感器选择

2.1 受力变形监测系统设计

(1) 系统架构设计: 确定监测系统的整体框架和组成部分,包括传感器、数据采集单元、数据处理与分析单元以及远程监控与预警系统等。(2) 传感器布置方案: 根据结构的特点和监测需求,合理安排传感器在结构上的布置位置,确保监测的全面性和准确性。(3) 数据采集与传输方式: 选择合适的数据采集方式,可以是有线方式或无线方式,并确定数据传输的频率和方式,以便实时获取监测数据并传输到数据处理平台进行分析。(4) 远程监控与预警系统: 如果需要远程监控和实时预警功能,需要设计相应的网络通信和报警系统,确保监测数据能够及时地传输到中央控制中心,以便对结构健康状态进行监视和预警。

2.2 传感器选择:

在选择传感器时,需要考虑监测对象的特点和监测需求,比如结构类型、工作环境、测量范围、精度要求等因素。(1) 应变传感器: 常用的应变传感器有电阻应变片、光纤传感器和微应变计等。选择适合的应变传感器可以实现对结构的应变情况进行准确测量,适用于受力变形监测。(2) 位移传感器: 位移传感器有线性变送器、激光测距仪和电容式位置传感器等。选择适合的位移传感器可实现对结构的位移变形进行监测,对于某些结构或局部监测需求,位移传感器是一个重要选择。(3) 加速度传感器: 加速度传感器可以用于监测结构

的振动情况，反映受力状态。常见的加速度传感器有压电式传感器和微机电系统（MEMS）加速度传感器等。

（4）压力传感器：压力传感器可以用于监测结构承受的压力和载荷情况，对于一些特定工程需要进行荷载测试的情况下需要选择合适的压力传感器。

3 受力变形监测数据采集与处理

受力变形监测数据采集与处理是受力变形监测技术中至关重要的环节，通过合理的数据采集和处理，可以从混杂的监测数据中提取有价值的信息，为评估结构的安全性和性能提供科学依据，并帮助实时跟踪结构的健康状况，下面将介绍相关内容。

3.1 数据采集：（1）数据采集系统：选择适用于受力变形监测的数据采集系统，确保系统具备足够的输入通道和采样率以满足监测需求。（2）传感器接线连接：将传感器与数据采集设备进行正确连接，确保传感器信号能够被准确读取。（3）采集参数设置：设置数据采集系统的采样率、采样间隔等参数，以合理控制数据采集频率和采集范围。

3.2 数据处理：（1）数据预处理：对采集到的原始数据进行预处理，包括去除噪声、滤波、数据对齐等处理，以提高信号质量和减少干扰。（2）数据校准与校验：对传感器进行校准，确保数据的准确性和可靠性，并进行数据校验，排查数据异常情况。（3）数据分析与算法应用：通过对监测数据进行分析 and 挖掘，提取结构受力变形的有关信息，可以使用信号处理、统计分析、模型识别等算法来分析数据，以获得结构的运行状态和受力情况。（4）数据可视化与报告生成：利用数据处理和分析结果，将监测数据通过图表、动画或三维模型等方式进行可视化展示，以便工程师和决策者更直观地理解结构的受力变形状况，并生成相应的报告供参考。

3.3 注意事项：在数据采集和处理过程中，需要注意以下几点：（1）保证数据的完整性和连续性：确保采集到的数据能够按照预定的采样率和时间间隔进行持续采集，并避免因采集过程中的中断或其他原因导致数据丢失。（2）数据安全与备份：采取必要的措施保护采集到的数据的安全性，例如进行数据的备份保存和加密传输等。（3）灵活性与扩展性：设计数据处理系统时要考虑到未来可能的需求变化和新的数据处理方法，确保系统具备足够的灵活性和可扩展性，如支持不同类型数据的接入和先进的算法应用。

4 鱼腹式钢桁架对多类型叠加体育场馆的普适性分析

鱼腹式钢桁架在多类型叠加体育场馆中具有普适性，其承载能力强、空间灵活、建筑美观。然而，也需

要注意施工周期较长和成本较高的问题。因此，在具体项目中，应综合考虑结构特点、用途需求、施工条件和经济因素等多方面因素，做出最佳决策。针对多类型叠加体育场馆，可以对鱼腹式钢桁架进行普适性分析，以评估其适用性和优缺点。（1）承载能力：鱼腹式钢桁架由多个腹板和腹柱组成，其受力性能良好，能够承受大跨度和大荷载的要求。这使得鱼腹式钢桁架适用于多类型叠加体育场馆，如足球场、篮球场、羽毛球馆等，能够满足不同场馆的多样化设计需求。（2）空间灵活性：鱼腹式钢桁架结构具有一定的空间刚度和稳定性，能够支撑大面积无柱空间，为多类型叠加体育场馆提供了更大的空间灵活性。结合合理的设计布置，可以容纳不同尺寸和形式的比赛场地，满足不同项目的竞赛要求。

（3）建筑美观性：鱼腹式钢桁架以其独特的形态和线条感，赋予了体育场馆独特的建筑美学价值。其造型美观、较少的柱子和梁柱交叉点，可以提供开阔的视野和优质的观赛体验，为多类型叠加体育场馆增添了艺术价值和视觉吸引力。（4）施工周期和成本：鱼腹式钢桁架作为一种规模较大的结构体系，其施工周期较长，需要进行复杂的设计和制作工艺。此外，与传统的混凝土或砖木结构相比，鱼腹式钢桁架在成本方面可能较高。因此，在选择鱼腹式钢桁架作为多类型叠加体育场馆结构时，需要综合考虑时间和经济成本等因素。

5 受力变形监测技术在钢结构施工中的质量控制及安全管理措施

受力变形监测技术在钢结构施工中扮演着重要的角色，可用于质量控制和安全管理。以下是一些常用的措施：

5.1 质量控制方面：

5.1.1 定期监测

在钢结构施工中，定期监测是一项重要的质量控制和安全管理措施。通过定期监测钢结构的受力状态和变形情况，可以及时发现潜在的问题，并采取相应的措施进行调整和修复。1）监测频率：确定合适的监测频率非常重要，根据钢结构的复杂程度、施工进度、结构荷载等因素，制定相应的监测计划。通常，初期监测频率较高，随着工程进展和结构稳定性的增强，可以逐渐减少监测频率。2）监测指标：根据设计规范和相关标准，明确定义需要监测的指标，例如位移、沉降、应力、应变等。对于不同类型的钢结构，指标的选择可能会有所不同。3）监测方法：根据监测指标的要求，选择合适的监测方法和设备。常见的监测方法包括激光扫描、位移传感器、应变计、液位计等。根据具体情况，可以单独采用某种方法，或者多种方法结合使用。4）数据记录和

分析：监测过程中要准确记录监测数据，并进行及时的数据分析。通过对监测数据的分析，可以判断结构的变化趋势、变形程度等，发现是否存在异常情况。5) 结果评估与处理：根据监测数据的分析结果，进行结果评估，判断结构是否符合设计要求。如果发现问题或异常情况，需要及时采取相应的处理措施，包括调整施工方法、补强结构等。6) 监测报告：根据监测数据和分析结果，定期生成监测报告，记录结构的受力和变形情况，提供给相关项目相关人员参考和决策。

5.1.2 标准对比

在钢结构施工中，标准对比是一项常用的质量控制手段。通过将实测数据与相关的设计规范和标准进行对比，可以评估钢结构的受力和变形情况是否符合要求。标准对比是一项常用且有效的方法，在质量控制中起到重要的作用。它能够帮助工程师快速了解钢结构的受力和变形情况，并及时采取纠正措施，确保项目的质量和安全水平。在进行标准对比时，需要确保所选的标准和规范是适用于具体项目的，并进行科学合理的数据处理和分析。

5.1.3 数据记录和分析

数据记录和分析在钢结构施工中的质量控制和安全管理中起着关键作用。数据记录和分析有助于及时发现潜在问题，并为决策提供了依据。在进行数据记录和分析时，需要确保数据的准确性和一致性，并应使用专业的工具和技术进行数据处理和统计分析。同时，定期进行数据备份和归档，以保证数据的安全性和可持续性。

5.2 安全管理

5.2.1 预警机制

预警机制在钢结构施工中是重要的安全管理措施，它可以及时发现和警示潜在的问题，以防止事故发生。预警机制要根据具体项目的需求和特点进行制定，并确保与现场实际情况相匹配。同时，预警机制应与其他安全管理措施相结合，形成一个完整的安全管理体系，以保障钢结构施工的安全和稳定。另外，通过培训和教育，提高施工人员和管理人员的安全意识，使其能够理

解和识别预警信号，知道如何正确应对和处理潜在危险情况。

5.2.2 实时监控

实时监控是指在钢结构施工过程中通过使用监测设备和传感器，对结构的受力和变形等关键参数进行即时监测，并将监测数据实时传输和分析的过程。使用实时监控对钢结构进行实时监控，将数据传输至监测中心并进行实时分析，确保对潜在问题的及时全面了解。

5.2.3 紧急响应

紧急响应是指在发生紧急情况或突发事件时，采取迅速、有效的行动以应对和处理潜在的 danger 和风险。在钢结构施工中建立紧急响应机制，一旦发生异常情况或安全隐患，及时采取紧急措施，包括停工、加固等，以防止事故的发生。

结语

综上所述，受力变形自动监测技术是现代工程领域中的重要创新，为结构安全监测和管理提供了高效、准确的手段。通过实时监控结构的受力和变形情况，能够提前发现潜在的问题，避免事故和灾害的发生。受力变形自动监测技术不仅适用于建筑物和桥梁等大型工程结构，也可以应用于各种其他场景，如地铁隧道、港口码头、水坝等。随着智能化和物联网技术的不断发展，受力变形自动监测技术将进一步完善和普及，为工程领域带来更多便利和可靠性。我们应该不断推动技术创新和应用，保障工程结构的安全可靠，为社会进步和发展做出积极贡献。

参考文献

- [1]王明非,罗德源.基于传感器网络的结构物变形监测与预警系统.计算机工程与设计,2018(1)254-260.
- [2]邓云霞,刘清华.建筑结构受力变形实时监测技术的研究进展.城市道桥与防洪,2019(03), 38-43.
- [3]张蕾,高中杰.受力变形自动监测技术在桥梁工程中的应用研究.桥梁建设,2020(09)23-26
- [4]赵小磊,王勇军,李长江.计算机仿真技术在受力变形自动监测中的应用研究.现代交通技术,2021(10):60-63.