

智能监测系统在大型建设工程安全检测中的应用

李 云

云南航安工程检测有限公司 云南 昆明 650501

摘 要：随着大型建设工程的日益增多，工程安全检测的重要性愈发凸显。智能监测系统作为一种新兴技术，通过集成物联网、大数据、云计算等先进技术，实现了对大型建设工程安全状态的实时监测与预警，显著提高了工程安全管理的效率与准确性。本文旨在探讨智能监测系统在大型建设工程安全检测中的应用，分析其优势、功能、实现方式及未来发展趋势。

关键词：智能监测系统；建设工程；安全检测

引言

大型建设工程往往具有规模大、周期长、技术复杂等特点，其安全检测工作面临着诸多挑战。传统的人工检测方式不仅效率低下，而且难以全面覆盖所有安全隐患。智能监测系统的出现，为大型建设工程的安全检测提供了新的解决方案。

1 智能监测系统概述

1.1 定义与原理

智能监测系统，作为现代工程安全管理的创新工具，巧妙融合了物联网、传感器技术、大数据分析 & 云计算等尖端科技。它专注于对大型建设工程的安全状态进行全天候、高精度的实时监测与预警。系统通过在工程的关键结构节点和易受环境影响的区域精心布设传感器网络，这些传感器如同工程的“守护者”，实时捕捉结构应力、变形、振动以及环境温湿度等关键数据。随后，系统运用强大的数据分析能力和先进的算法模型，对这些数据进行深度挖掘与智能处理，从而及时发现并准确预警潜在的安全隐患，为工程的安全运行提供有力保障。这一原理的实现，不仅提升了工程安全管理的智能化水平，更为预防工程事故、保障人民生命财产安全提供了有力支撑。

1.2 技术架构

智能监测系统的技术架构精妙而高效，主要由五大核心层次构成。首先是数据采集层，它如同系统的“眼睛”，通过各类高精度传感器，实时捕捉工程现场的应力、变形、环境参数等关键数据。紧接着，数据传输层利用稳定的网络通道，确保这些宝贵数据能够迅速、准确地传递至数据处理中心。数据处理层则承担起数据的清洗、整合与深度分析任务，为预警分析提供坚实的基础。预警分析层通过运用先进的算法模型，对处理后的数据进行智能评估，及时发现潜在的安全隐患。最后，

用户交互层以直观、易用的界面，将监测结果与预警信息清晰呈现，方便用户快速掌握工程安全状况，作出及时响应。

2 智能监测系统在大型建设工程安全检测中的应用

2.1 结构健康监测

智能监测系统，作为大型建设工程安全检测的得力助手，其在结构健康监测方面的应用尤为突出。该系统通过高精度传感器和先进的数据分析技术，能够实时、全面地捕捉工程结构的受力状况、变形情况以及振动特性等关键信息，为结构的安全评估提供有力支持。在桥梁工程中，智能监测系统被广泛应用于监测桥梁的应力状态。系统通过在桥梁的关键部位，如主梁、桥墩、吊杆等位置安装应力传感器，实时采集桥梁在交通荷载、温度变化、风荷载等多种因素作用下的应力数据。这些数据经过系统处理和分析后，可以揭示出桥梁结构的应力分布规律，以及应力随时间的变化趋势。一旦应力超过预设的安全阈值，系统就会立即发出预警，提醒管理人员及时采取措施，防止桥梁结构发生损伤或破坏^[1]。除了应力监测，智能监测系统还能实时监测桥梁的位移和振动情况。通过安装位移传感器和加速度传感器，系统可以精确测量桥梁在荷载作用下的变形量和振动频率。这些数据对于评估桥梁的整体稳定性和耐久性至关重要。系统通过对位移和振动数据的持续监测和分析，能够及时发现桥梁结构的异常变化，如过大的变形、异常的振动等，从而及时预警并采取措施，确保桥梁的安全运营。在高层建筑领域，智能监测系统同样发挥着重要作用。系统通过监测建筑物的倾斜、沉降以及结构构件的应力状态等参数，可以全面评估建筑物的结构安全性。特别是在地震、强风等极端天气条件下，系统能够实时监测建筑物的动态响应，为建筑物的应急响应和灾后评估提供重要依据。

2.2 环境参数监测

智能监测系统不仅擅长于结构健康监测，其在环境参数监测方面同样展现出强大的实力。系统通过集成多种环境传感器，能够实时监测施工现场及周边的温度、湿度、风速等关键气象参数，以及地质灾害预警所需的地下水位、土壤湿度等重要指标，为工程安全管理提供全方位的环境数据支持。在温度监测方面，系统能够精确测量施工现场的气温变化，这对于评估混凝土浇筑、焊接等施工工序的适宜性至关重要。过高的温度可能导致混凝土开裂、焊接质量下降等问题，而系统能够及时发现并预警这些潜在风险，确保施工过程的顺利进行。湿度监测则有助于评估施工现场的潮湿程度，对于防止材料受潮、保持设备正常运行具有重要意义。系统能够实时监测空气湿度，并在湿度过高时发出预警，提醒施工人员采取相应的防潮措施。风速监测对于高空作业、吊装等施工环节尤为重要。系统能够实时监测风速变化，并在风速超过安全标准时立即发出预警，确保施工人员的安全。此外，智能监测系统还能监测地下水位和土壤湿度等地质灾害预警指标。通过实时监测这些数据，系统能够及时发现地下水位上升、土壤湿度异常等潜在的地质灾害风险，为施工单位提供宝贵的预警时间，以便采取必要的防范措施，避免地质灾害对工程安全造成严重影响。

2.3 施工安全监测

智能监测系统在施工安全监测领域同样发挥着不可或缺的作用。它利用视频监控、人脸识别等先进技术，对施工现场的安全状况进行全面、实时的监控，确保施工人员的安全防护得当，施工设备运转正常，从而有效预防安全事故的发生。在施工人员安全防护方面，系统通过高清视频监控设备，实时捕捉施工现场的画面。借助人脸识别技术，系统能够识别出未佩戴安全帽、未穿反光衣等安全防护不到位的施工人员，并立即向管理人员发送预警信息。这使得管理人员能够迅速定位到问题人员，督促其整改，确保每位施工人员都严格按照安全规范进行作业。同时，智能监测系统还关注施工设备的运转状态。通过在设备上安装传感器，系统能够实时监测设备的运行参数，如转速、温度、振动等。一旦这些参数出现异常，系统就会立即发出预警，提醒管理人员对设备进行检修或更换^[1]。这有助于避免设备故障导致的安全事故，保障施工过程的顺利进行。此外，系统还能对施工现场的火灾、坍塌等潜在风险进行实时监测。通过集成烟雾探测器、红外热像仪等设备，系统能够在火灾初起或结构异常时迅速发现，并立即触发报警机制，

为施工人员争取宝贵的逃生时间，降低事故损失。

3 智能监测系统的实现方式

3.1 硬件设备的精细化配置

智能监测系统的硬件层面，涉及一系列精密设备的部署。首先，传感器作为系统的感知触角，被精心挑选并部署于关键监测点，以精准捕捉工程结构的应力变化、环境温湿度、振动频率等多元参数。这些传感器具备高精度、低功耗的特性，确保数据采集的准确性和持久性。数据采集器作为传感器与数据中心之间的桥梁，承担着数据预处理与传输的重任。它不仅能够对传感器收集到的原始数据进行初步筛选和格式化，还能通过内置的算法进行初步分析，减少无效数据的传输，提高整体系统的效率。数据采集器通过有线或无线方式与传感器相连，确保数据的稳定传输。此外，摄像头作为视觉监控的重要组成部分，被部署于关键区域以实现现场环境的实时视频监控。

3.2 软件平台的架构与优化

软件平台是智能监测系统的智慧大脑，其设计采用了先进的云计算架构，以确保系统的高并发处理能力和可扩展性。云平台通过分布式计算、存储等技术，实现了对海量数据的快速处理与分析。在软件平台的核心部分，数据分析模块通过运用机器学习、深度学习等先进算法，对收集到的数据进行深度挖掘和智能分析。这些算法能够自动识别数据中的异常模式，预测潜在的安全隐患，并及时发出预警信号。同时，软件平台还提供了丰富的数据可视化工具，使得用户能够直观地了解系统的运行状态和监测结果。为了优化软件平台的性能，系统还采用了微服务架构、容器化部署等先进技术，实现了模块的解耦和资源的灵活调度。这不仅提高了系统的稳定性和可靠性，还为后续的功能扩展和升级提供了便利。

3.3 数据传输与通信的保障

在数据传输与通信方面，智能监测系统采用了多种无线通信技术，如4G、5G、LoRa等，以确保数据的实时传输和广泛覆盖。这些技术具有高速率、低延迟、低功耗等优点，能够满足不同场景下的数据传输需求。为了确保数据传输的安全性，系统采取了多重保障措施。首先，数据在传输过程中进行了加密处理，防止数据被非法窃取或篡改。其次，系统采用了断点续传机制，当数据传输过程中遇到网络中断等异常情况时，能够自动恢复传输，确保数据的完整性。此外，系统还建立了完善的数据备份和恢复机制，以应对可能的数据丢失或损坏情况。

4 智能监测系统的优势与挑战

4.1 显著优势

一是实时监测与即时响应：智能监测系统凭借其高度集成的传感器网络和高效的数据处理机制，能够实现对工程结构、环境参数等关键指标的实时监测。这种即时性不仅提升了监测效率，更能在第一时间发现并预警潜在的安全风险，为工程安全管理提供了有力的支持。二是全方位、多维度的监测覆盖：通过部署多种类型的传感器，并结合视频监控等辅助手段，智能监测系统能够全方位、多角度地捕捉工程现场的各种安全隐患。这种全面的监测方式不仅提高了监测的准确性，还确保了任何细微的异常都不会被遗漏^[3]。三是精准预警与高效管理：借助先进的数据分析和算法处理技术，智能监测系统能够准确识别数据中的异常模式，并快速发出预警信号。这种精准预警不仅减少了误报和漏报的情况，还大大提高了工程安全管理的效率和响应速度。

4.2 面临的挑战

一是技术融合与创新难题：智能监测系统的开发需要综合运用物联网、大数据、云计算等多种先进技术，这些技术的融合与创新对研发团队提出了极高的要求。如何有效整合这些技术，并开发出稳定、可靠的监测系统，是当前面临的一大技术难题。二是成本控制与经济效益平衡：智能监测系统的硬件部署、软件开发以及后期维护都需要投入大量的资金。对于部分工程项目而言，这种高昂的成本可能成为一种经济负担。因此，如何在保证系统性能的同时，有效控制成本，实现经济效益的最大化，是另一个需要解决的问题。三是数据安全与隐私保护：随着监测数据的不断积累，数据的安全性和隐私性成为了一个日益突出的问题。智能监测系统需要采取严格的数据加密、访问控制等措施，确保数据在传输、存储和处理过程中不被泄露或滥用。同时，还需要建立完善的数据管理制度和应急响应机制，以应对可能的数据安全事件。

5 未来发展趋势

5.1 技术层面的深度融合与持续创新

未来，智能监测系统的发展将步入一个技术深度融合与持续创新的新阶段。人工智能技术的引入，将使系统具备更强的自主学习和决策能力，能够更精准地识别和分析监测数据中的异常模式，从而提前预警潜在的安全风险。同时，区块链技术的融合应用，将为数据的安全性和完整性提供强有力的保障，确保监测数据在传

输、存储和处理过程中不被篡改或泄露。这种技术的深度融合，不仅将提升智能监测系统的智能化水平，还将极大地增强系统的可靠性和安全性。

5.2 标准化与规范化的管理体系构建

随着智能监测系统的广泛应用，相关标准的制定与完善将成为推动行业健康发展的关键。未来，将逐步形成一套涵盖系统设计、开发、部署、运维等全生命周期的标准化、规范化管理体系。这套体系将明确系统的技术要求、性能指标、安全规范等关键要素，为智能监测系统的研发和应用提供有力的指导^[4]。通过标准化、规范化的管理，将促进智能监测系统的良性发展，提升其在工程安全管理中的应用效果。

5.3 普及化应用与深度融入工程安全管理

随着技术的不断进步和成本的逐渐降低，智能监测系统将在更多的大型建设工程中得到广泛应用。未来，它将成为工程安全管理不可或缺的重要工具，深度融入工程项目的全生命周期。从设计阶段的风险评估，到施工过程中的实时监测，再到运维阶段的性能评估，智能监测系统将发挥越来越重要的作用。通过实时监测、数据分析、预警提示等功能，它将为工程项目的安全稳定提供有力的保障，助力工程行业的可持续发展。

结语

智能监测系统在大型建设工程安全检测中的应用具有重要意义。通过实时监测、全面覆盖及高效预警等功能，系统能够显著提升工程安全管理的效率与准确性。尽管当前仍存在技术难题、成本问题及数据安全等挑战，但随着技术的不断进步及应用的普及，智能监测系统将在未来发挥更加重要的作用，为大型建设工程的安全保驾护航。

参考文献

- [1]刘春平.加快重大工程结构安全监测系统建设[J].中国勘察设计,2020,(06):45.
- [2]张亮.建设工程安全监测监管云平台的研发与应用[J].工程技术研究,2019,4(07):223-224.
- [3]丁斌.合肥市城市生命线安全监测预警系统建设工程的做法与思考[J].安徽化工,2021,47(05):29-32.
- [4]李振兴,建筑危大工程安全智能监测与预控关键技术研究与应用.江苏省,江苏中南建筑产业集团有限责任公司,2018-12-01.