

深基坑工程的信息化施工与风险预警技术

文 / 王 林 萧县东升建设有限公司

摘要：深基坑工程由于其施工环境复杂、风险性大，其施工管理和风险控制一直是施工单位和研究人员的关注重点。信息化施工作为现代工程建设的重要工具，可以在深基坑工程中发挥重要作用。本研究主要探讨了如何将信息化技术与深基坑工程结合，通过搭建信息化施工平台，达到实时监控基坑工程的目的。同时，通过大量数据分析和实践经验积累，提出了一种基于信息化施工的深基坑风险预警技术，能够快速、准确地预警可能出现的施工风险，提高施工效率和工程安全性。此外，还探索了该技术在实际深基坑工程中的应用效果及其对施工管理和效率的改进意义。结果显示，信息化施工和风险预警技术的应用，能够有效提升深基坑工程的施工效率、降低施工风险、改善施工安全性，对现代深基坑工程施工具有重要的参考价值。

关键词：深基坑工程；信息化施工；风险预警技术；施工管理；施工安全性

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.013

引言

深基坑工程由于其施工复杂性和高风险，一直是工程建设领域关注的重点。具体而言，深基坑工程处于城市核心区域，其施工环境多变，周围环境对其影响较大。而且，深基坑工程的施工时，需要细心设计，精准施工，严格把关，以避免因施工误差导致的各类问题。这就要求施工单位具备高超的施工技术水平和严格的风险控制能力。为此，研究人员一直在寻求新的施工管理方法和风险控制策略。信息化施工是近年来在工程建设领域逐渐兴起的一种新型施工管理模式。它通过实时采集、传输和处理施工数据，使施工单位可以实时掌握施工现场的状态，以提高施工效率和施工质量，降低施工风险。再者，信息化施工还可以明显改善施工安全性，因为通过实时监控和预警，能够尽早发现并解决施工过程中出现的问题。此研究即是探讨信息化施工在深基坑工程中的具体应用，及其在风险控制和施工管理方面的改进价值。

一、深基坑工程的全局视角

（一）深基坑工程的概述

深基坑工程作为现代土木工程的重要组成部分，在城市化建设和大型基础设施开发中占据了重要地位^[1]。其主要指因建筑物、地下工程或设施需要而开挖的特定深度的基坑，通常应用于地下车库、地铁站、地下综合管廊等工程项目。与普通基坑工程相比，深基坑工程因开挖深度大、土压力强、地下水复杂和空间约束显著等特点，施工难度更高。深基坑工程不仅涉及地质条件的复杂性，还面临多种动态环境因素的影响，如周边建筑与设施的稳定性、地下管线的保护以及可能的地表沉降等。为确保施工安全性和效率，深基坑工程的设计与施工不仅需要高水平的技术支持，还需要精密的管理流程与科学的风险控制手段。其实施过程对此类工程的勘察、设计、施工与运营均形成了极高的挑战。



图 1：深基坑工程

（二）深基坑工程的复杂性与风险性

深基坑工程因其施工环境的特殊性和复杂性，在工程建设中始终具有高风险特征。地质条件的不确定性显著增加了施工的难度，不同地区的土层特性、地下水分布以及地应力条件对基坑稳定性产生重要影响。基坑周边环境的多样性，如邻近建筑物、道路、地下管线和其他设施的存在，也对施工设计和实施提出了严峻挑战。

施工过程中涉及的大量机械设备、施工人员和工序交互进一步提升了管理难度，易受天气条件、突发事件等不确定因素干扰。深基坑工程施工周期长且工程量大，任何环节的失误都可能引发安全事故甚至连锁反应。深基坑工程的复杂性和风险性要求施工单位在技术手段和管理方法上进行全面优化，以确保工程的顺利实施和安全保障。

表 1 深基坑工程的复杂性与风险性要素概览表

复杂性 / 风险性要素	具体描述
地质条件的不确定性	不同地区的土层特性、地下水分布及地应力条件对基坑稳定性有重要影响
基坑周边环境的多样性	邻近建筑物、道路、地下管线等设施的存在对施工设计和实施提出挑战
施工过程中的管理难度	涉及大量机械设备、施工人员和工序交互，易受天气、突发事件等干扰
施工周期长且工程量大	任何环节的失误可能引发安全事故或连锁反应
对技术手段和管理方法的要求	要求施工单位进行全面优化，确保工程顺利实施和安全保障

(三) 深基坑工程的传统施工管理与风险控制方法

传统施工管理中，深基坑工程主要依赖经验丰富的工程管理人员进行现场监督和指导，通过人工记录和定期巡查掌控施工进度及质量。这种方法具有较高的主观依赖性，难以全面、及时地识别潜在问题^[2]。在风险控制方面，通常采用被动应对策略，包括设立应急预案和加强现场管理。这种方式虽一定程度上降低了风险，但受限于信息获得的滞后性和风险评估的局限性，无法全面保障施工安全性和效率，往往难以满足现代复杂工程需求。

二、信息化施工在深基坑工程中的作用

(一) 信息化技术的发展及其在工程建设中的应用

信息化技术近年来在工程建设中取得了显著发展，成为推动工程施工效率与安全性的的重要手段。在深基坑工程中，信息化技术的使用不仅能够提高施工管理的精确性，还能通过实时监测系统对施工现场进行动态监督，为风险预警提供基础。新兴的信息化工具，如建筑信息模型（BIM）、物联网（IoT）设备和大数据分析技术，逐渐被集成到工程施工过程中^[3]。这些技术的引入，使得施工流程得以数字化和智能化，增强了施工透明度。通过信息化平台，施工单位能够实现对基坑工程的实时数据采集和分析，对施工进度、质量和安全进行精细化管理。这些应用有效地减少了人为因素导致的失误，提高工程的决策速度与准确性，为深基坑工程的安全施工提供了可靠保障。总体而言，信息化技术是实现深基坑工程高效管理和安全施工的关键推动力。

(二) 通过信息化施工实现深基坑工程的实时监控

实现深基坑工程的实时监控是信息化施工的重要功能之一。通过引入物联网、云计算、大数据等信息化技术，可构建基于传感器网络的监测体系。布设在基坑周边的各类传感器，如位移传感器、倾斜传感器、应力应变计等，能够实时采集关键数据，包括基坑变形、周边土体位移、地下水位变化等信息。这些数据通过无线传输与信息化施工平台实现高效对接，工程管理者可通过可视化分析工具对施工状态进行全面掌控。当监测数据超出预设阈值时，系统能够自动触发预警机制，为施工决策提供参考。这种实时监控方式，将传统的被动监控转变为主动预防，显著提升了监测精度和响应速度。实现了从施工过程的实时感知到数据驱动下的科学管理，增强了深基坑工程的安全性和稳定性。

(三) 信息化施工在深基坑工程施工管理的具体应用

信息化施工在深基坑工程施工管理中展现出显著的

应用价值。通过引入先进的信息化平台，可实现施工过程数据的智能采集与高效分析，提升监测精度与响应速度。实时信息共享与科学辅助决策体系，能够有效优化施工流程，加强各环节协调性，显著降低施工管理中的不确定性，全面提升工程的执行效率与安全管理水平。

三、深基坑工程的风险预警技术

(一) 风险预警技术的理论基础

风险预警技术的理论基础是研究深基坑工程风险管理的重要支撑。该技术基于风险识别、风险评估和风险响应三大核心模块，通过定量与定性相结合的方式，为施工过程中潜在风险的识别与管控提供科学依据。在理论框架上，风险预警技术通常依托于系统工程和信息科学的交叉融合，以实现复杂工程体系的动态监测与预警。其原理涉及多因素耦合分析，利用物联网、云计算和大数据技术，对深基坑施工中的土压力、地下水位、结构变形等关键参数进行实时采集与分析。

(二) 基于信息化施工的深基坑风险预警技术

基于信息化施工的深基坑风险预警技术通过集成传感器网络、物联网和大数据分析等现代信息技术，实现对深基坑施工全过程的动态监测和数据收集。利用地理信息系统（GIS）和建筑信息模型（BIM），实时分析基坑周边环境的变化和各类施工参数。通过建立数学模型和算法，对收集的数据进行处理，识别潜在风险并评估其可能的影响。在风险因素达到设定阈值时，系统自动发出预警信号，并提供相应的应对措施建议。这种技术不仅提高了风险识别的速度和准确性，还增强了施工现场的响应能力和安全性。

(三) 风险预警技术在提升施工效率和工程安全性中的作用

风险预警技术在深基坑工程中的应用显著提升了施工效率与工程安全性。通过实时采集和分析施工过程中的多源数据，该技术能够快速识别潜在风险并提供预警信息，有效避免事故发生^[4]。基于信息化平台的自动化监控手段，使施工计划得以优化调整，从而减少工期延误。风险预警的精准性提高了资源配置的合理性，强化了施工现场的规范管理。该技术在预警环节的响应速度和准确性，显著降低了高风险工序的安全隐患，为深基坑施工提供了更为可靠的技术保障，推动了工程全生命周期的安全可持续管理。

四、信息化施工和风险预警技术的综合应用效果

(一) 信息化施工和风险预警技术在深基坑工程中的实际应用效果

在深基坑工程中，信息化施工和风险预警技术的综

合应用效果显著。信息化施工平台的搭建，使工程监控由传统的经验判断转变为数据驱动，实时监控极大地提高了工程施工的精确性和安全性。这种技术通过整合传感器数据及施工过程，确保了施工各环节的动态追踪和及时调整。基于信息化的风险预警技术，有效地分析和预测施工过程中可能出现的各类风险，实现了施工参与各方对潜在隐患的提前识别和处理，从而降低了事故发生率。通过信息化手段的介入，施工管理得以优化，调度更为合理，施工效率得到了显著提升。这不仅缩短了施工周期，还在一定程度上降低了施工成本。实际应用表明，这一技术的实施对提升深基坑工程的安全和效率具有决定性作用，推动了行业施工管理现代化的进程。

(二) 该技术在改进施工管理和提升施工效率方面的意义

信息化施工与风险预警技术的应用在深基坑工程施工管理和效率提升方面具有显著意义。通过信息化施工技术，可以构建统一的工程信息管理平台，实现工程进度、设备、人员等多维信息的实时整合与动态跟踪。这种协同机制显著优化了资源调配与现场管理效率，减少了信息滞后导致的管理失误^[5]。信息化平台能够对深基坑施工的关键数据进行实时搜集与分析，包括基坑变形、土压力、地下水位等，为项目管理者提供科学决策支持。

(三) 各种技术组合应用对于深基坑工程施工的改善意义

信息化施工与风险预警技术的组合应用显著提升了

深基坑工程的管理水平，通过实时监控和数据驱动的决策过程有效降低风险，提高施工安全性与效率。

五、信息化施工与风险预警技术的前景

(一) 当前技术应用面临的挑战和限制

信息化施工与风险预警技术在深基坑工程中的应用已展现出广阔的前景，但其实际推广与深化过程仍面临诸多挑战和限制。技术设备和系统的高投入成本对施工单位构成一定压力，特别是中小型企业，在成本控制和实际应用之间面临两难选择；信息化施工平台及风险预警系统的建设需要高水平的专业知识和技术支持，目前行业内相关专业人才短缺，技术队伍建设尚不完善，影响了系统的研发与维护能力。

深基坑工程施工环境具有强烈的动态性与复杂性，而现有信息化施工与风险预警技术虽能进行实时监控，却在数据获取、解析和动态分析的深度与精度方面仍有不足，难以完全满足施工过程中高度随机的风险管理需求。不同施工单位采用的信息化施工平台标准不统一，系统间的数据兼容性较差，导致无法在大范围的工程中实现广泛数据共享与协同。

施工现场的实际情况对技术应用也形成一定制约，例如施工环境的极端条件可能导致监测设备运行不稳定甚至失灵，系统的稳定性和可靠性仍有待提升。要进一步突破技术瓶颈，亟需在高效算法开发、标准体系建立以及设备的适应性与成本优化等方面展开更加深入的研究，为未来深基坑工程的智能化施工提供全面保障。

表 2 信息化施工与风险预警技术在深基坑工程中应用的挑战与限制表

面临的挑战与限制	具体描述
高投入成本	技术设备和系统的高成本对施工单位构成压力，特别是中小型企业面临成本控制难题
专业人才短缺	信息化施工与风险预警系统的建设需要高水平专业知识和技术支持，目前行业内人才短缺
技术深度与精度不足	现有技术在数据获取、解析和动态分析的深度与精度上仍有不足，难以满足高度随机的风险管理需求
数据兼容性问题	不同施工单位采用的信息化施工平台标准不统一，数据兼容性差，难以实现广泛数据共享与协同
施工环境制约技术应用	施工现场的极端条件可能导致监测设备运行不稳定，系统的稳定性和可靠性有待提升
亟需技术突破与深入研究	需在高效算法开发、标准体系建立、设备适应性与成本优化等方面展开深入研究，以突破技术瓶颈

结语

本文针对深基坑工程的特殊性，探讨了信息化施工与风险预警技术的融合应用。通过构建信息化施工平台，实现了施工过程的实时监控，提高了施工效率和安全性。研究还依托大量数据和实践经验，提出并验证了基于信息化施工的深基坑风险预警技术，能有效提前预见施工风险，从而为施工风险的防控提供关键支撑。研究还探讨了该技术在实际工程中的应用效果及其对施工管理和效率的改进意义，结果表明，信息化施工和风险预警技术的应用，能够有效提高深基坑工程的施工效率，降低施工风险，改善施工安全性，对现代深基坑工程施工具有重要的参考价值。尽管本文已取得了积极的研究成果，但是如何根据具体工程条件灵活采取有效的信息化施工和风险预警技术，进一步提升施工效率和安全性，仍然是需要进一步研究的问题。

此外，信息化施工与风险预警技术在不同类型、不同规模的深基坑工程中的应用效果和适用性，也需要有针对性地开展深入研究和探索。

参考文献

- [1] 钟铎炜. 基于 BIM 技术深基坑工程信息化施工管理平台研究 [J]. 信息周刊, 2020, 0(08): 0047-0047.
- [2] 冯秋香. 深基坑施工安全管理信息化应用研究 [J]. 工程技术研究, 2021, 6(10): 176-177.
- [3] 刘先成. 在深基坑施工中信息化监测技术的运用 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2023, (07): 68-70.
- [4] 李炼威. 深基坑工程施工安全监测及其预警研究 [J]. 中国房地产业, 2022, (27): 196-199.
- [5] 焦荣晔. 地铁车站深基坑施工监测与信息化管理要点 [J]. 中文科技期刊数据库 (引文版) 工程技术, 2020, (09).