

基于 BIM 的深基坑支护施工动态模拟与风险预警

王嘉睿

河北乾沐建筑工程有限公司 河北保定

【摘要】深基坑支护施工是城市建设中的一项关键技术，传统的施工方法面临着安全风险高、施工效率低等问题。本文结合 BIM 技术，探讨了基于 BIM 的深基坑支护施工动态模拟与风险预警的方法。通过建立基坑支护施工的三维模型，实时监控施工过程中的地质变化、支护结构的受力情况，并利用数据分析进行风险预警，能有效提高施工安全性，减少事故发生。该方法不仅优化了施工方案，也为后期的基坑支护设计与施工提供了科学依据。基于 BIM 的动态模拟与风险预警系统具有较高的实用价值和推广前景。

【关键词】BIM 技术；深基坑支护；动态模拟；风险预警；施工安全

【收稿日期】2025 年 5 月 15 日

【出刊日期】2025 年 6 月 6 日

【DOI】10.12208/j.jer.20250283

Dynamic simulation and risk early warning of deep foundation pit support construction based on BIM

Jiarui Wang

Hebei Qianmu Construction Engineering Co., Ltd, Baoding, Hebei

【Abstract】 Deep foundation pit support construction is a key technology in urban construction. Traditional construction methods are faced with problems such as high safety risks and low construction efficiency. This paper, combined with BIM technology, discusses the methods of dynamic simulation and risk early warning for deep foundation pit support construction based on BIM. By establishing a 3D model of foundation pit support construction, real-time monitoring of geological changes and the stress conditions of the support structure during the construction process, and using data analysis for risk early warning, the construction safety can be effectively improved, and accidents can be reduced. This method not only optimizes the construction plan but also provides a scientific basis for the subsequent design and construction of foundation pit support. The BIM-based dynamic simulation and risk early warning system has high practical value and popularization prospects.

【Keywords】 BIM technology; Deep foundation pit support; Dynamic simulation; Risk early warning; Construction safety

引言

随着城市化进程的加快，深基坑支护工程在大规模建筑施工中日益增多，然而传统的支护施工方法存在诸多安全隐患。如何在施工过程中实时掌控基坑支护的动态变化，预见并防范潜在的风险，成为了行业面临的重要课题。近年来，BIM 技术的出现为建筑施工领域带来了革命性的变化。通过在施工中引入 BIM 技术，可以实现三维建模、数据共享与动态监控，为施工过程中的风险预测和控制提供强有力的支持。本文旨在通过 BIM 技术构建深基坑支护施工的动态模拟与风险预警系统，探索其在实际施工中的应用效果与优势，期望为提高施工安全性、提升工程质量提供新的思路和方法。

1 深基坑支护施工中的主要风险因素分析

深基坑支护施工作为城市地下空间开发的重要组成部分，面临着诸多复杂的风险因素。这些风险不仅来源于施工过程中的自然条件变化，也受到施工技术、设计方案等多个方面的影响。在地质环境较为复杂的区域，土壤结构的不均匀性和地下水位变化可能导致基坑边坡的不稳定，增加基坑坍塌的风险。深基坑支护的施工过程中，支护结构的承载能力和施工过程中可能发生的意外事故，如支撑系统的失效或支护结构的不稳定，也会直接影响施工安全。基坑内的积水、气候条件的变化、周围建筑物和交通的扰动，都可能引发一系列安全隐患，尤其是在深基坑施工深度较大的项目中，基坑的变形和位移容易受到更大程度的影响，增加了

风险管理的难度。

支护结构的设计和施工过程中的质量控制也是影响施工安全的重要因素。施工方案的设计必须充分考虑到土质、气候等自然因素,并与实际施工情况相结合。设计人员常常需要面对基坑的深度和支护结构的选择问题。如果支护结构的设计不合理,或者施工过程中的支撑体系配置不当,就容易造成支护结构的失稳,进而导致坍塌等重大安全事故^[1]。支护结构的施工过程还受到施工技术水平、机械设备的性能以及施工人员操作能力的影响,任何一个环节的失误都可能引发施工中的风险。施工团队需要确保每一个施工环节的精确操作,避免人为因素对安全的影响。

随着信息技术的不断进步,利用现代化技术手段,如 BIM 技术,能够实时监控和预测施工中的潜在风险。BIM 技术能够通过三维建模模拟基坑支护的整体结构,并通过数据分析预测施工过程中可能出现的变化,提前识别危险源。通过对施工数据的实时收集与分析,可以及时调整施工方案,预防突发风险。基于 BIM 的动态模拟能够对基坑支护施工的每个阶段进行可视化管理,从而大大降低施工过程中的安全风险。利用现代信息技术对深基坑支护施工中的风险进行科学预测和防控,已经成为确保工程安全、提高施工效率的有效手段。

2 基于 BIM 的深基坑支护动态模拟方法

基于 BIM 技术的深基坑支护动态模拟方法在建筑施工中得到了广泛应用,特别是在复杂地下工程的施工中,能够显著提高施工的安全性与管理效率。BIM 技术通过构建详细的三维数字模型,集成了基坑的几何形态、支护结构、地下水位、土壤类型等多维度信息,并在一个统一平台上进行展示。这种信息化管理使得施工人员可以在施工过程中实时监控基坑的变化,及时掌握支护结构的受力情况以及土体的变形趋势。通过嵌入施工阶段的不同参数, BIM 技术能够精准预测基坑可能发生的沉降、倾斜等问题,为施工人员提供提前预警,指导施工方案的调整。这样的动态模拟与分析不仅能在施工前进行全面的风险评估,还能够实时优化施工过程,减少由于未知风险导致的安全隐患,从而保障施工的顺利进行。

动态模拟的核心在于其对基坑支护施工全过程的实时跟踪与反馈。通过 BIM 模型对基坑支护结构的动态变化进行模拟,可以精确反映地质变化、支护结构的受力状况以及施工过程中各项物理参数的变化。在实际施工过程中,基坑的土体可能发生不均匀沉降,导致支护结构的应力变化。基于 BIM 的动态模拟能够根据

实时监测数据调整模型参数,精准预测支护系统的响应,避免由于应力超载或支护结构失效带来的安全隐患。BIM 技术还能够不同施工阶段对支护结构进行优化调整,确保每一阶段的施工过程都符合安全要求,从而有效避免事故的发生。

BIM 技术为风险管理提供了可靠的数据支持,通过对施工过程中的各项数据进行分析与反馈,能够实时监控基坑支护施工的各项指标。这些数据不仅涵盖了基坑的几何形状、材料特性等基础信息,还包括了基坑内土壤的应力、位移、地下水的变化等动态数据^[2-6]。基于 BIM 模型的实时监控系统能够自动识别施工过程中的异常状况,如基坑边坡位移过大、支护结构受力不均等,并通过预警系统及时发出警报,为施工管理人员提供科学决策依据。BIM 技术还能够通过对过往施工数据的回顾和分析,帮助施工团队识别潜在的风险源,优化施工计划,提高风险防控能力。通过这样的动态模拟和实时监控,施工过程中出现的任何潜在风险都能得到及时发现和有效控制。

3 深基坑支护施工中的风险预警机制研究

在深基坑支护施工过程中,风险预警机制的建立和应用至关重要。由于基坑支护施工的特殊性,其面临着复杂的地质条件、地下水变化以及施工环境的多重风险,及时识别并应对这些风险是保证施工安全的关键。基于 BIM 技术的风险预警机制能够通过施工现场的实时监控与数据分析,实现对潜在风险的早期识别。利用传感器、监测仪器等设备采集施工过程中实时数据,通过 BIM 模型将这些数据进行整合和可视化,为施工团队提供准确的决策依据。实时监测基坑的位移、支护结构的变形、地下水位等动态数据,能够有效预测施工中的风险变化,提前采取预防措施,避免重大安全事故的发生。

基于 BIM 的风险预警机制不仅限于数据采集和实时监控,还通过数据分析与模型预测对风险进行评估和预警。在施工过程中, BIM 模型能够结合多维度的施工数据,通过物理模型和数值模拟对支护结构进行受力分析,识别可能发生的危险区域。如果支护结构的变形超出了安全范围,或者基坑周围土体的沉降超过了预定阈值,系统将立即发出预警信号。这一机制能够使施工管理人员及时掌握基坑支护结构的健康状态,提前调整施工方案,避免施工过程中出现意外事故。通过这种动态的风险评估,施工团队可以根据实时数据调整施工进度或加强支护措施,确保基坑支护施工始终处于安全可控状态。

风险预警机制的成功实施还依赖于信息的及时传递和响应机制的完善。在基于 BIM 的系统中,所有相关数据均通过云平台进行共享和传输,使得施工管理人员能够在第一时间接收到预警信息。风险预警机制还应配备一套高效的应急响应流程。一旦出现风险预警,施工人员应能够迅速响应,根据预设的应急方案进行有效处理^[7]。通过这一机制,施工团队不仅能够快速应对突发的风险,还能够积累经验,优化后续的施工管理流程。基于 BIM 的风险预警机制,使得深基坑支护施工不仅仅依赖于传统的经验判断,还能够借助先进的技术手段提高施工的安全性,保障工程顺利完成。

4 基于 BIM 的深基坑支护施工优化方案

基于 BIM 的深基坑支护施工优化方案通过融合先进的三维建模技术与实时数据分析,能够在设计、施工、管理等多个环节中提供优化方案,显著提高施工效率和安全性。利用 BIM 技术,可以对基坑支护工程进行全生命周期的模拟和优化。通过在设计阶段进行三维建模,设计人员能够直观地分析支护结构的各项参数,如支撑系统的布置、土体的分布等,提前发现设计缺陷,优化支护方案,确保结构安全。在施工阶段,基于 BIM 的施工优化方案能够实现资源的合理配置和施工进度科学安排。施工现场的各类信息通过 BIM 平台集中管理,施工人员可以实时获取关于支护结构的状态、施工进度、材料使用等信息,减少施工中的信息不对称和人为失误,从而提高施工效率,节省成本。

BIM 技术还可以通过与实时监测系统的结合,提供对施工现场的动态监控,确保支护施工的各项操作符合设计要求。施工过程中,任何基坑位移、支护结构变形或地下水变化等风险因素都能被即时监测到,并通过 BIM 模型反馈到施工管理人员,及时调整施工方案。利用 BIM 的动态模拟功能,可以对不同的施工方案进行虚拟仿真,评估其可行性和安全性^[8]。通过这一技术手段,基坑支护施工方案可以得到不断优化和调整,避免了传统施工中由于人为因素或突发情况造成的风险。基于 BIM 的深基坑支护施工优化方案,不仅提升了设计和施工的精确性,还有效提升了施工安全性和管理效率,为深基坑支护工程的顺利实施提供了有力支持。

5 结语

基于 BIM 的深基坑支护施工技术为建筑工程带来了革命性的变革,通过动态模拟、风险预警和施工优化等手段,大大提高了施工安全性和效率。BIM 技术的应用不仅能在设计阶段进行精确的建模和优化,还能在施工过程中提供实时数据支持,确保每个环节的精确控制。随着技术的不断发展,BIM 在深基坑支护施工中的应用前景广阔,未来将在提升工程质量、降低施工风险、优化资源配置等方面发挥更加重要的作用。通过这一系统化的方法,深基坑支护施工将朝着更加智能、安全、高效的方向发展,为城市建设的可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1] 金仁菊.BIM 技术支持下的泵站工程深基坑支护防渗方法[J].建材发展导向,2025,23(04):76-78.
- [2] 钱琛,基于 BIM 技术紧邻既有建筑深基坑支护技术应用研究.河南省,河南省光大建设管理有限公司,2024-07-11.
- [3] 陆婷.基于 BIM 与 AHP 的地下综合管廊深基坑支护安全风险研究[J].价值工程,2023,42(31):4-6.
- [4] 李斯贤,宗俊.基于 BIM 技术的深基坑支护施工技术应用及案例探讨[J].中国建设信息化,2023,(03):65-67.
- [5] 黄龙,基于 BIM 技术深基坑支护施工关键技术研究及应用.河南省,郑州市诚达建设工程咨询有限公司,2023-02-03.
- [6] 潘明.论深基坑支护结构施工中 BIM 技术应用[J].中国建设信息化,2022,(24):62-63.
- [7] 李鹏,曾同,任鹏.BIM 技术在地下深基坑支护结构施工中的应用[J].微型电脑应用,2022,38(08):183-186.
- [8] 扈玥昕,冉晴.基于 BIM 技术的深基坑支护结构安全分析及优化设计[J].居舍,2022,(09):106-108.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

