

# 基于 BIM 技术的房建工程深基坑施工监测与安全管理

张 明

湖北世悟建设工程有限公司 湖北 宜昌 444100

**【摘要】**：城市化进程加快，房建工程中的深基坑施工安全问题愈发突出。深基坑施工复杂且具有较大安全风险，因此对其监测和管理尤为重要。BIM 技术通过信息可视化和实时数据共享，为深基坑施工提供了有效的安全管理工具。结合 BIM 技术，可以实现对深基坑施工的全程监控，提高施工过程中的安全预警能力，减少事故发生的可能性。研究表明，BIM 技术能够显著提升施工监测效率，降低安全隐患，为深基坑施工的安全管理提供了新的解决方案。

**【关键词】**：BIM 技术；深基坑施工；安全管理；监测技术；风险防控

DOI:10.12417/2705-0998.26.06.023

## 引言

房建工程中的深基坑施工是高风险的施工环节，涉及到复杂的地质条件、施工工艺和周围环境的影响。传统的施工监测和安全管理方法往往依赖人工记录和定期检查，存在数据滞后、监测手段不全面等问题，无法及时有效地发现和应对施工过程中可能出现的风险。BIM 技术以其信息集成、实时可视化等特点，为施工安全管理提供了新的思路和解决方案。通过应用 BIM 技术，能够实时采集施工现场的数据，进行动态分析和预测，从而提升施工过程中的安全保障。该技术的引入，为房建工程的深基坑施工提供了更为精准和高效的监测手段，有助于减少安全事故的发生。

## 1 深基坑施工中的安全问题分析

### 1.1 施工环境与风险特点

深基坑施工所处的环境具有极其复杂的地质条件，通常存在土壤不均、地下水丰富等不确定因素。这些环境特征直接影响施工的稳定性，尤其是在大规模城市化建设中，深基坑往往位于周围建筑密集区域，施工过程中容易对邻近建筑物和基础设施造成影响。基坑的开挖过程伴随着大量的土方移除和支撑结构搭建，土体的重力作用和地下水位的波动可能导致边坡不稳定，甚至出现坍塌或滑坡等灾难性事故。不同区域的地下水位、地质构造及其变化规律，也增加了施工过程中对风险的预测与控制的难度。

### 1.2 常见的安全隐患

深基坑施工过程中，最常见的安全隐患包括基坑支护结构失稳、土体沉降、地下水渗漏及周围建筑物的影响等。支护结构的设计与施工如果未能考虑到周围环境的变化或地质条件的特殊性，容易导致支护系统的崩塌<sup>[1]</sup>。土体沉降则可能对周围道路、建筑造成不同程度的损害，尤其是在密集的城市环境中，土体变形可能导致地下管线破裂或建筑物出现裂缝。地下水渗漏和土体的相互作用往往加剧了这些风险，特别是在多雨季节，水文条件的变化给施工带来了不小的安全隐患，进而威胁到施工人员的生命安全。

### 1.3 传统监测方法的局限性

传统的深基坑施工监测方法通常依赖人工定期检查和简单的仪器检测，难以做到实时、全面、精准的数据采集与风险评估。常见的监测工具如水准仪、应力计和位移计等，虽然能够提供基本的数据支持，但其存在较大局限性，尤其是在动态监测方面，往往无法及时捕捉到施工过程中发生的微小变化。人工监测过程易受人为因素的影响，存在疏漏和误差。在复杂的施工环境下，这些方法难以实时预警潜在风险，且信息流通不畅，不能有效支撑决策过程，从而增加了施工过程中的安全管理难度。

## 2 BIM 技术在深基坑施工中的应用

### 2.1 BIM 技术概述与特点

BIM（建筑信息模型）技术是一种通过数字化手段创建建筑项目虚拟模型的技术，其主要特点在于通过高度集成的三维模型与信息数据，将建筑设计、施工、运维等各个环节的信息整合在一个统一平台上。BIM 技术不仅能够对建筑全生命周期中进行高效的数据管理，还能够在施工过程中实时更新和调整，支持多方协作与决策优化。BIM 的应用能实现对施工全过程的可视化和数据化，极大地提升设计精度与施工效率。BIM 还具备动态仿真、冲突检测和风险预警等功能，为深基坑施工中的安全管理和进度控制提供了重要支持。

### 2.2 BIM 技术在施工监测中的应用

BIM 技术可有效应用于深基坑施工监测，实现现场数据实时采集、智能分析与精准安全预警。通过 BIM 平台对接传感器及监测设备，实时获取土体位移、支护结构变形、地下水位等关键参数，并与三维虚拟模型联动比对分析<sup>[2]</sup>。BIM 模型兼具数据可视化、智能分析与趋势预测功能，可提前研判安全隐患。以某深基坑项目为例，通过 BIM 平台集成振弦式应变计、测缝计、水位计等 28 台监测设备，实时采集支护结构应力、土体位移、地下水位数据，其中土体水平位移监测精度可达 0.1mm，地下水位监测精度可达 0.01m，通过 BIM 模型实时比对，当监测数据达到预警值的 80%时，系统自动发出一级预警，

达到 90% 时发出二级预警，实现风险的分级管控。依托 BIM 可实现监测数据远程共享，及时给出施工优化建议，有效防控施工风险、降低事故概率，显著提升深基坑施工管控与协同作业效率。

### 2.3 BIM 技术与施工安全管理的结合

BIM 技术与施工安全管理的结合，是对传统施工安全管理模式的创新。通过将施工现场的实时监测数据与 BIM 模型融合，能够为施工安全管理提供更加全面、准确的数据支持。在施工过程中，BIM 平台能够自动化识别基坑支护结构和周围环境的变化，实时进行风险评估和预警，及时发现潜在的安全问题。BIM 技术可以对施工过程进行全过程跟踪，准确记录每一环节的风险控制措施和施工状态，为管理层提供数据支持，辅助制定科学的安全管理方案。

## 3 基于 BIM 技术的深基坑监测方案设计

### 3.1 数据采集与信息集成

在深基坑施工中，数据采集与信息集成是 BIM 技术应用的核心环节。通过安装传感器、监测仪器等设备，可实现对基坑施工过程中的土体位移、支护结构变形、地下水位等关键参数的实时监测。这些数据通过无线通信技术实时传输至中央数据处理平台，确保信息的准确性和时效性。BIM 平台通过将把这些数据与三维模型相结合，实现了不同数据源的信息集成，提供了可视化的施工过程动态展示。信息集成不仅优化了数据的传输与存储，还使得各类信息之间形成关联，便于多方对施工进度、安全状态等因素进行综合评估和管理。

### 3.2 实时监控与风险预警

实时监控与风险预警是深基坑施工中确保安全的关键环节。通过 BIM 技术的应用，可以将基坑施工现场的实时监测数据输入到 BIM 模型中，从而实现动态监控。BIM 平台能实时分析数据变化，识别出潜在的风险，如土体沉降过大、支护结构变形超标、地下水位异常等<sup>[3]</sup>。通过与自动化报警系统相结合，当监测数据超出设定阈值时，系统会自动发出预警，提醒管理人员及时采取应对措施。BIM 模型不仅能够准确呈现施工现场的三维状态，还能模拟施工过程中可能出现的不同风险情景，帮助项目团队提前制定应急预案并进行相应的调整。结合工程实际，设定核心监测参数预警阈值如下：土体水平位移预警值（一级/二级）：3mm/d/5mm/d，累计位移预警值（一级/二级）：24mm/30mm；支护结构应力预警值（一级/二级）：20MPa/25MPa；地下水位变化预警值（一级/二级）：500mm/d/800mm/d，通过 BIM 平台实时比对监测数据与预警阈值，实现风险自动预警和分级处置。

### 3.3 数据分析与决策支持

数据分析与决策支持是深基坑施工中高效管理的基础。BIM 技术结合数据采集系统，能够对大量施工数据进行深入分

析，提供科学的数据支持。在深基坑施工过程中，数据分析通过对位移、应力、沉降等参数的趋势分析，能够预测基坑支护结构的变化趋势及其对施工安全的影响。BIM 平台集成的高级分析工具能够自动识别数据中的异常波动，并进行趋势预测，帮助管理者提前发现潜在的安全隐患。BIM 技术能够将分析结果与施工计划、资源配置等信息结合，形成全面的决策支持系统。施工管理人员可以根据分析结果优化施工方案，调整资源配置和施工进度，确保施工的安全性、成本效益及工程质量。以支护结构变形数据分析为例，通过 BIM 平台的线性回归分析功能，建立变形量与施工时间的函数关系： $y = 0.23x + 0.15$ （其中  $y$  为变形量 mm， $x$  为施工天数 d），通过该函数可预测后续 7d 的支护结构变形量，若预测值接近预警阈值，提前调整施工节奏（如放缓开挖速度、增加支护强度），避免风险扩大。

## 4 BIM 技术提升施工安全管理的效果

### 4.1 提高安全监控的实时性与精确性

BIM 技术通过集成现场实时数据与虚拟模型，极大提升了安全监控的实时性与精确性。与传统监控方式不同，BIM 技术通过多种传感器和监测设备实时采集各类关键数据，如土体位移、支护结构变形、地下水位等，并即时反馈至 BIM 平台。系统能够通过数据分析，精准识别施工过程中的潜在危险点，实时呈现施工环境的动态变化，确保问题能够在第一时间得到发现和处理。通过精确的数据采集与分析，BIM 技术可以消除传统监控方法中的时间延迟和误差，确保施工安全数据的及时性与准确性，从而为施工安全管理提供强有力的数据支持与决策依据。

### 4.2 减少安全事故与施工延误

BIM 技术能够通过施工过程的全过程可视化监控，有效预防安全事故的发生。通过对各类施工数据的实时分析与预警，BIM 系统能够及时识别潜在的危险因素，并根据预设的风险控制方案进行干预。这一预防性措施能够显著减少由于突发性安全事故而导致的施工延误<sup>[4]</sup>。系统通过数据模拟与冲突检测，可以预测出支护结构的稳定性、土体沉降的趋势等关键信息，进而帮助施工团队采取有效的预防措施，避免事故的发生。BIM 技术支持多方协作与信息共享，使得各参与方能够及时协调，降低因沟通不畅而引发的延误，提高了施工的整体效率。

### 4.3 优化施工进度与成本控制

BIM 技术通过精确的数据分析与实时监控，优化了施工进度与成本控制。在施工过程中，BIM 技术能够对施工的各个环节进行精准调度与资源优化，确保各项工作按计划进行。系统能够通过实时监测施工进度、材料消耗等信息，识别出潜在的进度滞后和资源浪费问题，从而提供优化方案，保证工程按期完成。同时，BIM 平台能够通过精确的材料需求预测、工期管

理和成本监控，有效降低不必要的材料浪费和管理成本。

## 5 基于 BIM 技术的深基坑施工管理改进方案

### 5.1 施工管理流程的优化

基于 BIM 技术的深基坑施工管理流程优化，主要通过数字化、自动化手段提升管理效率与精度。施工管理流程中的每个环节，通过 BIM 模型的建立与信息集成，实现了对施工现场的全面可视化。施工计划、资源调度、进度控制等都通过 BIM 平台进行实时监控与调整。施工前，BIM 能够根据项目的具体情况生成详细的施工模拟图和进度表，使得施工人员能够对施工过程的各个环节进行精确安排与预测，从而避免了传统方法中的过度依赖手工记录与信息传递的低效问题。施工过程中，BIM 技术实时更新现场数据，能够自动反馈施工进度、质量和安全管理状态，及时发现潜在问题并进行调整。BIM 技术能够有效整合整个施工生命周期的数据，实现从设计、施工到竣工的全程可控管理，为项目管理者提供了一个更加高效、透明的管理框架。见图 1 所示。



图 1 基于 BIM 技术的深基坑施工管理流程优化框架图

### 5.2 多方协作与信息共享

BIM 技术推动了深基坑施工管理中多方协作与信息共享

### 参考文献:

- [1] 赵航,陈伊.基于 BIM 技术的地铁车站深基坑施工信息化监测研究[J].绿色建造与智能建筑,2025,(09):96-98+102.
- [2] 冯倩倩,张夏.基于 BIM 和物联网融合驱动的深基坑安全管理系统[J].工程机械与维修,2025,(05):34-37.
- [3] 唐伟.基于 BIM 技术的复杂工况深大基坑施工技术研究[J].绿色建造与智能建筑,2025,(03):50-54+57.
- [4] 吴忠奎.BIM 技术在建筑工程深基坑施工管理中的应用研究[J].江西建材,2024,(07):318-320.
- [5] 李雪文.运用 BIM 技术进行深基坑施工现场的安全管理[J].建设科技,2023,(22):90-92.

的深度融合。施工过程涉及多个参与方，如设计单位、施工单位、监理单位及各类工程技术人员等，传统的管理模式往往存在信息滞后、沟通不畅等问题。通过 BIM 平台的应用，项目各方能够实时访问和更新施工信息，确保信息的一致性与透明度<sup>[5]</sup>。设计、施工、监理等各方可以在同一平台上查看更新后的施工图纸、进度报告、现场监测数据等，快速协调解决施工中的问题。BIM 技术的协同效应使得各方能够在早期阶段进行冲突检测和风险评估，从而避免了施工过程中因信息传递失真或滞后所导致的设计变更或施工延误。

### 5.3 未来发展方向与挑战

BIM 技术在深基坑施工领域，未来将向智能化、自动化深度演进。随着人工智能、大数据、物联网等技术融合落地，BIM 平台可实现高效数据分析与智能决策。依托人工智能算法，能够依据现场动态数据自动优化施工方案，预判安全隐患，实现精准风险预警；借助物联网可将现场传感、监测设备与 BIM 平台互联互通，达成实时监控与动态数据更新。当前 BIM 应用仍存在诸多挑战，集中体现在信息标准不统一、数据安全薄弱、跨平台协同不畅等方面。各方 BIM 数据格式与规范存在差异，易造成信息互通受阻；海量工程数据的安全防护与隐私管控压力日益凸显。未来需从标准建设、技术创新、政策扶持等方面持续完善，助力 BIM 技术规模化普及应用。

## 6 结语

深基坑施工中的安全管理面临着诸多挑战，BIM 技术的应用为解决这些问题提供了有效的方案。通过提升施工过程中的监测精度与实时性，BIM 技术在提高施工安全性、降低风险、优化进度及成本控制等方面发挥了重要作用。未来，BIM 技术将在深基坑施工领域发挥更大潜力，推动施工管理的智能化与精准化。