

BIM在装配式基坑设计中的应用与探索

邹 雪

中国铁路设计集团有限公司华南分公司 广东 深圳 518000

摘 要：本文阐述了BIM技术在装配式基坑设计中的特点与应用。BIM技术以三维模型集成多维度信息，在设计、施工、运营阶段优势显著。在多装配式预制构件的复杂基坑设计中，BIM可显著提高设计准确性、增强协同性、实现可视化沟通。其应用流程涵盖三维建模、碰撞检测与优化、施工模拟与方案优化。同时，BIM与新技术融合潜力大，但面临标准化、规范化缺失及专业人才短缺等挑战，需采取措施推动其应用发展。

关键词：BIM技术；装配式基坑；设计优化；探索

引言：在建筑工程领域，传统基坑设计与施工模式面临效率、质量及可持续性等多方面挑战。BIM技术凭借其三维数字模型集成多维度信息的优势，为基坑设计带来革新。装配式基坑以预制构件装配成型，施工高效且环保，但对设计与施工配合度要求高。将BIM技术应用于装配式基坑设计，有望提升设计精准度、协同性，实现可视化沟通，为行业发展带来新契机。

1 BIM 技术与装配式基坑设计概述

在当今建筑工程领域，BIM技术与装配式基坑设计作为两项极具创新性与应用价值的技术，正逐渐改变着传统的基坑设计与施工模式，为提高建筑工程的质量、效率与可持续性发挥着重要作用。（1）BIM技术，即建筑信息模型技术，它以三维数字模型为核心载体，全面集成了建筑工程的几何形状、材料属性、构件参数、施工进度以及成本预算等多维度信息。这一技术打破了传统二维图纸在信息表达上的局限性，通过构建包含建筑全生命周期信息的三维模型，实现了建筑工程各参与方之间的高效信息共享与协同工作。（2）在设计阶段，BIM技术的优势尤为显著。它能够实现三维可视化设计，让设计师以直观的方式呈现基坑设计方案，清晰地观察到基坑结构与周边环境的空间关系，及时发现设计中可能存在的空间冲突问题。同时，碰撞检测功能是BIM技术的一大亮点，它可以自动检测不同专业设计之间的碰撞点，如基坑支护结构与地下管线之间的碰撞，帮助设计师提前优化设计方案，避免在施工过程中出现返工现象，从而节省时间和成本。此外，施工模拟功能允许设计师在虚拟环境中模拟基坑施工过程，对施工方案进行评估和优化，合理安排施工顺序和资源调配，提高施工效率和安全性。（3）在施工阶段，BIM技术同样发挥着关键作用。它能够为施工进度管理提供有力支持，通过将施工进度计划与三维模型相结合，实时监控施工进

度，及时发现进度偏差并采取措施进行调整。同时，BIM技术还可以指导资源调配，根据施工进度和实际需求，合理安排人力、物力和财力资源，提高资源利用率。（4）在运营阶段，BIM技术为设施维护和改造提供了丰富的数据支持。运营管理人员可以通过三维模型快速定位设施设备的位置和相关信息，制定科学合理的维护计划，提高设施的运行效率和寿命。当需要进行设施改造时，BIM模型可以为改造设计提供基础数据，减少改造过程中的不确定性。装配式基坑则是采用工厂预制的标准化构件，在施工现场进行装配形成的基坑支护结构体系。其主要构件包括预制地下连续墙、预制混凝土支撑、预制立柱等。与传统的现浇基坑相比，装配式基坑具有诸多优点。其施工速度快，能够大大缩短基坑施工周期，减少对周边环境的影响；现场湿作业减少，降低了施工现场的粉尘、噪音等污染，符合绿色施工的要求；同时，工厂预制构件的质量易于控制，能够保证基坑支护结构的稳定性和安全性。然而，由于装配式基坑构件种类繁多、连接节点复杂，对设计的准确性、协同性要求极高。传统设计模式在处理复杂空间关系和多专业协同设计时存在明显不足，而BIM技术的引入为装配式基坑设计带来了新的突破，使得设计更加精准、高效，各专业之间的协同更加顺畅^[1]。

2 BIM 在装配式基坑设计中的应用优势

2.1 提高设计准确性

在装配式基坑设计中，BIM技术的三维建模功能堪称提升设计精准度的利器。借助该技术，设计师能将装配式基坑涉及的各类预制构件，依据其实际尺寸与形状，在虚拟空间中进行精准建模，构建出高度逼真的基坑三维模型。（1）相较于传统二维图纸，三维模型为设计师提供了直观且全面的视角。设计师可借助模型，清晰洞察基坑整体结构以及各构件间的空间关系，有效规避因

对二维图纸理解偏差而引发的设计错误。(2)在设计预制构件阶段,BIM模型的作用更为凸显。设计师可依托模型对构件的尺寸、形状以及连接节点等进行精细化设计。通过精确模拟构件之间的连接方式,提前预判连接部位可能出现的诸如应力集中、连接不紧密等问题,并及时进行优化调整。如此一来,能够确保构件之间连接紧密且合理,显著提高装配式基坑设计的准确性与可靠性,为后续施工奠定坚实基础。

2.2 增强设计协同性

装配式基坑设计并非单一专业的工作,而是一个涵盖建筑、结构、给排水、电气等多个专业领域的复杂协同作业过程。在传统设计模式下,各专业间信息传递不畅,易导致设计冲突与矛盾,影响设计效率与质量。BIM技术凭借其强大的信息集成与共享特性,为各专业设计师打造了一个高效协同的工作平台。在同一BIM模型环境中,各专业设计师能够实时获取并查看其他专业的设计信息。以预制地下连续墙设计为例,给排水专业设计师借助这一平台,可同步查看相关模型,精确定位地下连续墙内预埋管线的位置,避免因信息不互通而引发的管线与结构碰撞问题。通过这种协同工作方式,各专业设计师能够及时发现设计冲突,并迅速进行沟通协调,有效减少设计变更次数,显著提高设计效率,全方位保障装配式基坑设计的质量,推动项目顺利推进。

2.3 实现可视化设计与沟通

在装配式基坑设计领域,传统二维图纸存在明显局限性,难以直观呈现基坑复杂的空间形态与结构关系。在涉及设计沟通和方案汇报等环节时,二维图纸抽象的表达方式极易引发各方理解偏差,进而影响项目推进效率与质量。(1)而BIM技术的三维可视化功能为解决这一问题提供了有效途径。借助该功能,基坑设计方案能够以直观、形象的三维模型呈现。设计师可利用旋转、缩放、剖切等操作,从不同角度全方位审视基坑模型,深入理解设计的每一个细节,精准把握设计意图。(2)对于建设单位、施工单位等项目参与方而言,可视化模型更是意义重大。他们无需具备深厚的专业知识,就能快速掌握基坑设计方案,直观地提出意见和建议。这种直观的沟通方式有效打破了信息壁垒,促进了各方之间的深入交流,提高了决策效率,大大减少了因沟通不畅导致的设计误解和返工现象,为装配式基坑项目的顺利实施提供了有力保障。

3 BIM在装配式基坑设计中的应用流程

3.1 三维建模

在装配式基坑设计的三维建模工作中,精准构建模

型是保障后续设计与施工顺利开展的关键前提。(1)建模伊始,需全面收集工程地质勘察报告、建筑设计图纸等基础资料。基于这些资料,借助专业的BIM软件,构建基坑工程的地质模型。该模型能够精确模拟基坑所处的复杂地质环境,涵盖土层分布情况,如各土层的厚度、性质;地下水位的高低、变化趋势;以及地质构造特征,如断层、褶皱等。(2)在完成地质模型构建后,依据设计方案,运用BIM软件创建基坑支护结构模型。此模型需涵盖预制地下连续墙、预制支撑、预制立柱等各类构件模型。建模过程中,必须严格遵循设计尺寸和技术要求,准确输入构件的材质、规格、连接方式等参数信息。通过严谨细致的操作,确保模型的准确性和完整性,最终构建出包含地质信息和支护结构信息的完整BIM模型,为后续的设计分析、碰撞检测以及施工模拟等工作奠定坚实基础^[2]。

3.2 碰撞检测与优化

在装配式基坑BIM模型构建完成后,碰撞检测与优化环节至关重要,它直接关系到设计方案能否顺利落地实施。(1)借助BIM软件强大的碰撞检测功能,对模型中的各构件展开全面细致的碰撞检查。检测范围广泛,既涵盖预制构件之间的碰撞,如预制混凝土支撑与立柱、预制地下连续墙与预制支撑之间可能出现的空间冲突;也包含预制构件与地下管线等障碍物之间的碰撞,像预制地下连续墙与地下给水、排水、电力等管线的位置重叠问题。(2)一旦通过碰撞检测发现设计中存在的冲突和问题,设计师便能直接在BIM模型中进行优化调整。依据实际情况,重新设计构件的尺寸、位置或连接方式,精准消除所有碰撞问题。通过这一环节,可确保设计方案在实际施工中具备高度的可行性和合理性,有效避免因设计冲突引发的施工返工,降低施工成本,保障装配式基坑项目高效、有序推进。

3.3 施工模拟与方案优化

在装配式基坑设计与施工中,基于构建好的BIM模型开展施工模拟与方案优化工作意义重大。(1)借助专业的施工模拟软件,对装配式基坑的施工全过程进行动态模拟。模拟内容细致入微,涵盖构件从运输、吊装到装配的每一个施工环节。通过这种动态模拟,能够直观呈现施工顺序、施工工艺以及施工进度安排,让施工团队提前熟悉施工流程。(2)在模拟过程中,潜在问题会一一浮现。例如,构件吊装空间不足可能导致吊装作业无法顺利开展;施工顺序不合理可能引发工期延误;施工设备与周边环境存在干涉,可能影响施工安全与效率。(3)针对模拟结果暴露出的问题,对施工方案进行

针对性优化调整。合理规划构件运输路线,减少运输时间和成本;优化吊装设备选型,确保设备性能满足施工需求;完善施工进度计划,合理安排各工序时间节点。通过这些优化措施,有效提高施工效率,降低施工风险,保障装配式基坑施工安全、高效、有序推进。

4 BIM 在装配式基坑设计中的技术拓展与挑战

4.1 与新技术的融合应用

在建筑行业数字化转型浪潮下,BIM技术与物联网、大数据、人工智能等新技术的融合应用已成为必然趋势,在装配式基坑设计中展现出巨大潜力。(1)将BIM模型与物联网设备深度结合,能实现对预制构件全生命周期的实时监控与数据采集。在生产环节,可监测构件的制造进度和质量;运输途中,跟踪构件位置与运输状态;安装阶段,掌握构件的安装精度与进度。(2)借助大数据分析技术,对海量的基坑工程数据进行深度挖掘。分析不同地质条件、施工工艺下的基坑性能表现,总结经验教训,为装配式基坑设计提供科学依据,助力设计优化。(3)引入人工智能算法,可辅助设计师进行方案比选和决策。人工智能算法能快速处理大量设计参数,模拟不同方案的施工效果和成本,为设计师提供最优方案建议,进一步提升装配式基坑设计的智能化水平,推动建筑行业向更高效、更智能的方向发展^[3]。

4.2 标准化与规范化建设

当下,BIM技术在装配式基坑设计中的应用面临标准化与规范化缺失的困境。(1)由于缺乏统一的标准和规范,不同BIM软件之间数据交互存在明显障碍,数据格式不兼容、信息传递不准确等问题频发,导致各参与方在协同工作时耗费大量时间和精力进行数据转换与沟通协调。(2)各参与方对BIM应用的理解和执行标准参差不齐。设计单位、施工单位、监理单位等对BIM技术的运用方式和深度存在差异,使得BIM技术在项目全生命周期中的价值难以充分发挥。(3)为推动BIM技术在装配式基坑设计领域的广泛应用和健康发展,加快制定相关应用标准和规范迫在眉睫。应建立统一的数据交换格式,确保不同软件之间数据能够顺畅流通;制定协同工作流程,明确各参与方在BIM应用中的职责和工作流程,提高

工作效率,保障项目顺利推进。

4.3 专业人才培养

在装配式基坑设计中,BIM技术的应用对专业人才提出了更高要求,需要既精通BIM技术,又熟悉基坑工程设计与施工的复合型人才。但目前建筑行业此类专业人才相对短缺,人才培养体系也存在诸多不足。(1)从高校教育来看,相关专业课程设置未能紧跟行业发展趋势,BIM技术与基坑工程知识的融合不够深入,学生缺乏实践操作机会,难以将理论知识转化为实际应用能力。在企业层面,人才培训体系不完善,培训内容单一,缺乏系统性和针对性,无法满足企业对复合型人才的需求。(2)为改变这一现状,应加强高校相关专业课程建设,优化课程设置,增加BIM技术与基坑工程相结合的实践课程。同时,企业要加大人才培训力度,建立完善的培训体系。此外,还需建立产学研相结合的人才培养模式,促进高校、企业和科研机构的深度合作,共同培养适应行业发展需求的BIM技术应用专业人才,为BIM技术在装配式基坑设计中的有效应用提供坚实的人才保障。

结束语

综上所述,BIM技术在装配式基坑设计中展现出显著优势,从提高设计准确性、增强协同性到实现可视化沟通,再到优化应用流程,都为项目推进带来积极影响。同时,与新技术融合、标准化规范化建设以及专业人才培养等方面虽面临挑战,但也是未来发展的关键方向。只有不断攻克这些难题,充分发挥BIM技术潜力,才能推动装配式基坑设计向更高效、智能、可持续的方向发展,为建筑行业的转型升级注入强大动力。

参考文献

- [1]王德华.基于BIM和RFID技术的装配式建筑施工过程管理[J].江苏建材,2022(3):127-129.
- [2]李政,管华.BIM技术在装配式建筑施工质量管理中的应用研究[J].中国建筑装饰装修,2022(9):156-158.
- [3]杜永伟.BIM技术在装配式建筑施工质量控制过程中的应用探讨[J].建筑与预算,2022(4):4-6.