

BIM技术在深基坑工程设计中的应用探析

胡长友 朱静涛

中南冶勘资源环境工程有限公司

摘要：建筑项目深基坑工程设计优化十分关键，利用BIM技术构建深基坑工程方案设计体系，分析施工参数及创建模型，全面推动深基坑工程建设质量。本次研究以BIM技术为主，对深基坑工程设计的三维建模要点进行论述。结合实际案例，对BIM技术在深基坑工程设计中的应用要点进行提出，为全面提升深基坑工程质量奠定基础。

关键词：BIM技术；深基坑；工程；设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.04.098

前言

现阶段有关BIM技术在深基坑工程设计应用等相对研究较少，基于该问题现状，要求行之有效的措施对其进行研究，如工程设计综合勘察、设计可视化三维支护方案、利用BIM技术进行协同设计、发挥建模功能完成深入设计、应用BIM技术完成碰撞模拟检查、应用BIM技术实现施工过程模拟等，且实际意义较大。

一、深基坑工程设计概述

伴随我国城市基础建设项目施工规模逐渐扩大，深基坑工程施工作为高层建筑建设的核心保障，其重要性不言而喻。高层建筑已经成为城市发展标准，地下空间的开发利用日益扩展，开挖深度已经超过20m。调查后发现，深基坑工程地点主要在城市中心或人口密集区域，受环境及施工条件限制，施工空间狭小、作业条件复杂及管理技术应用困难等层出不穷。在实际深基坑项目设计中多涉及合理支护、安全保证、降低周边影响及提升质量等。深基坑施工不是单一片面的简单流程，而是更为科学合理的系统布局。深基坑工程设计是指对系统工程进行科学规划、方案完善、合理配置等，深基坑工程设计要点是通过一种合理的布局方式，最大程度降低复杂地下作业的波及性，分析地质条件、地下结构对施工现场的影响因素。在设计中包括图纸设计、方案优化、系统监测、资源配置等，考虑诸多的因素影响，在深基坑工程设计中采用先进的监测技术、分析手段，强化施工工艺的精准性，巩固设计阶段质量，为深基坑工程设计优化及日后施工开展作用较大。

二、BIM技术特点及优势

BIM技术是通过数字模型操作，实现建筑信息模型，BIM技术广泛应用在建筑设计及模拟推演中，以三维数字技术为核心，创建数字模型、利用信息数据对工程项目进行设计，在设计中不局限于传统的图纸或施工方案，而是利用计算机三维软件功能根据，构建完成的建筑数字模型。该模型中包含诸多的工程信息、施工参数及资源数据，客观精准的反映出建筑工程的作业动态、施工情况。BIM技术可应用在全过程工程施工当

中，强化不同阶段及周期的数据分析、动态观察及决策调整，是现代化建筑工程施工的重要科技成果，且作用较大，具体特点如下：

（一）信息集成特点

BIM技术的最大特点是信息集成，BIM技术中核心载体为三维模型数据库，该数据库由数字信息融合构建，集成诸多的建筑设计元素、构件资源、要素指标等。设计者在实际设计中通过调取相关数据信息、元素资源，完成方案设计。以往信息化建筑设计软件主要以参照为主，需要设计者自行去搜集整理相关的信息软件、图形要素，导致分散性较大，集成性不强，影响工程施工方案设计效率。BIM技术强大的资源信息库，将建筑设计中所能涉及的所有要素、工具、参数、图标等进行集成，通过简单操作完成指令调取，提升方案设计质量及效率。如对建筑物的相关信息进行要素模拟，包括建筑内各构件的几何形状、空间关系等，设计要素包括梁、板、柱、管线、设备等。在设计中通过对集约数据库当中的各种模拟要素组合，了解各构件之间的关联性、连接点，更为直观立体的掌握荷载参数及各项指标。三维模型的构建与模拟设计简化复杂的工程架构、施工步骤，相对于传统的二维图纸设计立体性、实效性更强。

（二）工作协同特点

BIM技术以平台方式呈现出一种协同工作概念，工作协调概念是指以平台的方式，让多方参与者在相同的模块平台下协同工作，进行实时沟通与在线交流。建筑工程施工中涉及诸多主体，包括业主方、设计方、施工方及监理方、运营方的。在工程施工过程中各个环节、作业节点极易发生问题，设计不合理、施工不标准、管理不实效及作业不精确等较为严重。BIM技术为建筑所有的参与主体构建协同工作平台，如通过BIM技术进行三维建模，采用施工作业模拟的方式，及时发现构件关联、深化支护及管线布设等可能存在的问题。作用在于精确检查、问题发现及风险隐患排查等，各个施工参与主体可互相沟通，提出建议与整改要求。同时，对设计团队的整个工作效率提升具有促进作用，规避以往工程设计与施工开展的部门孤立性，实现部门之间的工作沟通效能。

三、深基坑工程设计中BIM技术实践应用

（一）工程设计综合勘察

深基坑工程设计中前期的综合勘察十分关键，深基坑施工开展前需现场勘察、综合评估，包括地质条件、水文条件、地下结构及周边环境波及等。BIM技术在该阶段应用主要适用于前期数字建筑模型的信息输入，构建精准的信息参数体系及创建模式要素。待完成现场勘察后，搜集整理相关的勘察信息。包括地质勘察资料、

建筑结构方案、周边环境相关信息等，并将通过比较分析的方式，结合深基坑的工程设计要求、初期方案开展初步的设计筛选。利用BIM技术构建与实际基坑相对应的环境模型。构建的环境模型主要适用于深基坑施工参考。环境模型包括地质地形条件、周边特殊建筑物、地下管网布置情况、建筑物地基基础信息等。综合分析后判定选择后确定该环境模型，并将该环境模型信息与深基坑设计方案进行融合对比，探究一种科学合理的基坑支护方案，包括选型设计、计算分析等，为后期工作开展奠定基础。

（二）设计可视化三维支护方案

三维支护模型及支护方案的设计尤为关键，针对前期的环境勘察及分析结构，结合环境模型的信息数据，利用BIM技术设计可视化三维支护实体模型。在进行三维支护实体模型设计中一定要深化多方因素、环境限制及条件影响等，如深基坑周边的地形环境、道路环境、管线情况、建筑物情况等，科学精准创建支护架构模型，合理对深基坑竖向及水平围护结构进行布置。BIM技术三维建模的优势在于呈现可视化效果，立体直观的三维可视化模型方便业主与设计人员进行沟通，通过BIM模型可及时发现其问题，体现问题的深入性及建议的共识性，形成科学的论证及优化模式。如在后期深基坑施工过程中出现问题，也可利用BIM技术的建模功能对其进行及时调整、改正，最大程度提升设计效率、工作质量。

（三）利用BIM技术进行协同设计

在深基坑工程设计中协同设计与工作开展十分重要，深基坑施工过程相对较繁琐，涉及施工主体较多、因素波及较大，涉及机械设备、施工材料、管理保障、施工技术及工艺等。通过BIM技术应用，以建模推演的方式进行模拟施工作业。数字建模中将深基坑工程中的主体结构、基础核心、支护方法及技术工艺等进行体现，各专业的管理设计人员可针对建模中不同的信息数据进行合理设计。协同设计理念中强化协同的多元性、平台的互通性，各个专业的设计人员在不影响他人的情况下调整工作。协同设计主要通过设置项目中心文件集体共享来实现。前期可对深基坑工程不同专业及领域的设计者进行任务布置，各专业设计者在分析本专业施工需求，各自开展独立设计。待完成建模独立设计任务后，利用中心文件连接对其进行同步上传，各自专业所新添加或修改的信息将自动添加到中心文件当中。其他相关专业人员可随时对其查看，该方式不影响总体方案设计的情况下，发挥自主操作及综合集约作用，通过建模的实时信息共享功能，减少相应的设计变更及改动，提升整体深基坑设计效率。

（四）发挥建模功能完成深入设计

BIM技术在深基坑工程设计中体现深入性十分关键，深入设计是在普通设计概念下，对常规的参数设定及数据分析进行深度优化，并对普通设计不足或适用不到的层面进行探析，强化深基坑工程设计的整体深入，以一种透视设计的理念结合项目工程施工中的各种

难点、疑点。BIM技术不仅可对深基坑工程进行最为简单的常规设计，包括柱、墙、支撑等常规构件设计，更多对相关的复杂节点、复杂构件等开展三维建模分析，如格构柱、栈桥梁下加劲缀板、支撑加腋节点处钢筋等。在对相关复杂构件进行设计中可发挥BIM的软件功能，对所需参数进行重新设计，生成新的组件。生成的新组件可布置于模型之中，也可通过参数设定及统计计算等得出不同环境下所需的实际材料总量，对施工管理及材料管控具有积极促进作用，利用施工管控及成本优化^[1]。

（五）应用BIM技术完成碰撞模拟检查

在深基坑工程施工设计中需对可能发生的碰撞情况进行检查，深基坑工程中同样涉及大量的地下管网及布线设计，由于深基坑的特殊深度，并对建筑物主体的稳定性安全性造成较大影响，需应用BIM技术的建模拟拟功能进行碰撞检查。深基坑工程中存在大量的管线交叉或管线与梁、柱之间的碰撞情况。另外，深基坑支护结构当中分布大量的立柱桩、格构柱，各种桩体之间容易发生碰撞或设计失误等问题，导致深基坑的整体施工效果一般，影响建筑物的稳定性。因此，应用BIM技术通过建模的方式对立柱桩与工程桩之间、格构柱与地下室结构之间的空间情况、变化改动及位置关系等进行模拟，让设计人员更为精准客观的掌握各参数的变化影响、碰撞可能及设计要点。同时，利用BIM建模平台将设计方案及问题等反馈到各个施工负责机构中去，一同研究深基坑地下碰撞发生的可能及规避方法，提升施工质量及效率^[2]。

（六）应用BIM技术实现施工过程模拟

深基坑工程施工过程模拟是BIM技术的关键核心所在，也是BIM技术的主要优势。深基坑工程的最大问题在于解决土方施工，土方施工受场地环境及施工条件等影响，多受竖向支撑体的制约，很难科学实效的解决土方施工问题。在深基坑设计中通过利用BIM技术，可土方施工进行全程模拟，如出土口的布置、土方开挖的先后顺序、车道的设计等^[3]。另外，4D施工模拟也是BIM技术的关键功能，通过施工现场及过程的模拟推演，可及时发现不同方案设计的差异性，掌握实际施工过程中可能会发生的各种问题，掌握地下梁、柱及构件之间的关联、碰撞等情况，各施工小组及单位之间的配合性、融合性也可在施工模拟推演中体现，对后期的施工保障及管理把控等具有参考作用^[4]。

四、实例分析

（一）工程概况

A项目位于武汉市高新技术产业开发区，基坑总面积相对较大，主要对其进行分工施工，拟定对中间缓冲区域的深基坑应用BIM技术设计 该工程段基坑长 223m，宽83m，普遍深度22.2m，局部区域深24.2m，基坑的三面选择地下连续墙，最后其中一面为钻孔灌注桩方式围护，并设4道内支撑进行水平支护^[5]。

（二）BIM设计展示

选择 Autodesk 公司 BIM 建模软件 Revit Ar-

chitecture 及 Revit Structure 开展基坑支护三维建模设计,完成深基坑支护结构、地下室结构模型、土方开挖模型及支撑加腋节点的钢筋模型。应用软件建立深基坑支护结构三维模型,如下:



图1 深基坑支护结构BIM模型

同时,开展该项目结构的碰撞检查,通过对支护结构模型、基础模型与地下室结构模型的创建,综合数据信息与模型利用,选择Revit的碰撞检查功能,对支护结构的设计情况、布置空间、相关建筑物结构的之间是否存在碰撞冲突进行检查,如发现问题可及时进行调整^[6]。

其次,对土方开挖设计方案进行模拟,调查后发现,受环境及场地等影响,开挖土方中需对其出土坡道设计为曲线形,该设计的保证下降至出土的要求标高,也可对其最小坡度要求满足,最重要的是可以科学的避开深基坑支护结构。以往的设计方案均是通过BIM技术的模拟建模分析得出,利用空间三维建模,如下:

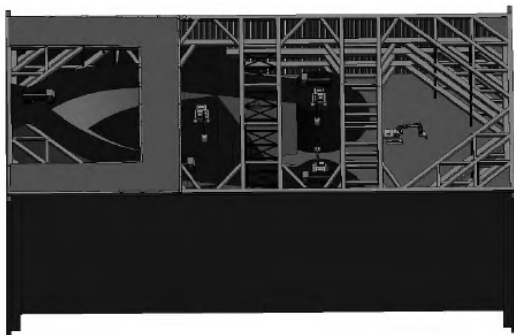


图2 土方开挖设计方案模型

最后,利用BIM技术的三维建模功能、Revit功能,对格构柱、栈桥下缀板族文件及支撑加腋节点处钢筋进行模型构建,经过输入参数,自动生成所需的三维节点模型,模型如下:



图3 缀板族文件

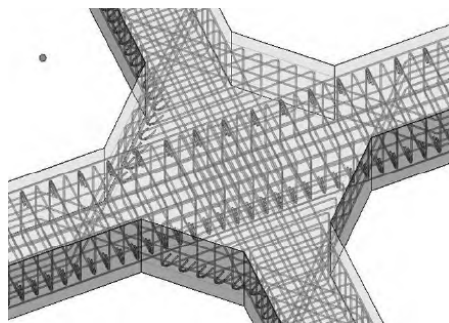


图4 支撑节点钢筋深化设计模型

综上所述,通过将BIM技术应用中深基坑工程设计当中可结合诸多施工难点问题,当然BIM技术的应用的效果性也在于从管理、技术、团队等方面进行提升。首先,加强工程方案设计管理,构建精细化管理模式,分析深基坑工程施工节点、把控要点等,在BIM技术应用管理中结合案例经验、专业知识,科学合理的开展方案设计。其次,在技术方面依然需对BIM技术的拓展性进行完善,各种设计参数及资源配置一定要体现真实性有效性。最后,加强设计团队建设及人才培养,不断提升工程方案设计人员的专业素养、设计能力^[7]。

结论

综上所述,通过对BIM技术在深基坑工程设计应用进行分析研究,将BIM技术要点方法进行论述,主要包括:工程设计综合勘察、设计可视化三维支护方案、利用BIM技术进行协同设计、发挥建模功能完成深入设计、应用BIM技术完成碰撞模拟检查、应用BIM技术实现施工过程模拟等。并结合实际案例分析,阐明BIM技术在深基坑工程中的设计应用方法,全面提升深基坑施工质量。

参考文献

- [1] 李景明. BIM技术在深基坑工程设计中的应用[J]. 门窗, 2021, 000(015): P. 94-95.
- [2] 高正林李宏焰. BIM技术在某工程深基坑支护设计中的应用[J]. 智能建筑与城市信息, 2021, 000(009): 70-71.
- [3] 姜林海, 刘帅, 黄钜君, 等. 基于BIM技术的复杂深基坑支护设计分析[J]. 人民长江, 2021, 52(2): 6.
- [4] 张靖杰. BIM技术在深基坑工程勘察及支护设计中的具体运用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(5): 2.
- [5] 张峰, 段涛, 张琨, 等. BIM技术在超高层建筑深基坑施工中的应用浅析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021(7): 2.
- [6] 张飞. BIM技术在深基坑工程项目管理中的应用[J]. 工程技术研究, 2022, 7(23): 3.
- [7] 李春晖, 曲宏程, 曲宽洋. BIM技术在超深基坑工程施工中的应用[J]. 冶金丛刊, 2021, 006(002): 42-43, 113.

基金项目: 本文系《武汉城市圈基坑与基础工程BIM智能平台关键技术研究》资助项目, 项目编号: CMGBK202103-2。