

BIM 技术在二次结构工程砌筑排砖设计中的应用研究

包平

青海建筑职业技术学院

DOI:10.32629/btr.v8i6.4823

[摘要] BIM技术通过三维建模与参数化设计,在二次结构砌筑排砖中实现自动化排布、碰撞检测与材料优化。其可精准生成排砖方案,减少非标砖使用,降低材料损耗;结合施工模拟与协同管理,提前解决管线冲突与施工难点;通过数据驱动的精细化管控,提升施工质量与效率。研究显示,BIM技术可节约深化设计时间50%以上,砌筑效率提升30%,为二次结构施工提供智能化解决方案。

[关键词] BIM技术; 二次结构工程; 砌筑排砖设计; 应用

中图分类号: TU74 **文献标识码:** A

Application Research of BIM Technology in Brick Layout Design for Secondary Structural Engineering Masonry

Ping Bao

Qinghai Vocational and Technical College of Architecture

[Abstract] Through three-dimensional modeling and parametric design, BIM technology enables automated layout, collision detection, and material optimization in brick layout for secondary structural masonry. It can accurately generate brick layout schemes, reduce the use of non-standard bricks, and minimize material waste; combined with construction simulation and collaborative management, it addresses pipeline conflicts and construction challenges in advance; and through data-driven refined control, it enhances construction quality and efficiency. Research shows that BIM technology can save over 50% of detailed design time and improve masonry efficiency by 30%, providing an intelligent solution for secondary structural construction.

[Key words] BIM Technology; Secondary Structural Engineering; Brick Layout Design; Application

引言

二次结构砌筑作为建筑工程的重要环节,其排砖设计直接影响施工效率、材料利用率与结构质量。传统方法依赖人工经验,易导致非标砖浪费、管线冲突及工期延误等问题。BIM技术凭借三维建模、参数化设计与协同管理优势,可实现排砖方案自动化生成、碰撞提前预警及施工动态优化,为解决传统痛点提供创新路径,对推动二次结构施工数字化升级具有重要意义。

1 BIM技术与二次结构砌筑排砖设计理论基础

1.1 BIM技术核心功能

(1) 三维建模与可视化: 突破传统二维图纸局限,可构建包含建筑墙体、门窗洞口、构件位置等全信息的三维模型,直观呈现二次结构砌筑空间关系,让设计人员、施工人员快速掌握墙体布局与细节,减少因图纸理解偏差导致的设计失误。(2) 参数化设计: 支持对砖块尺寸、灰缝厚度等核心参数进行动态调整。例如,当项目采用不同规格砖块时,只需修改模型参数,即可自动更新排砖方案,无需重新绘制,大幅提升设计效率,同时保证参

数调整后排砖逻辑的准确性。(3) 碰撞检测与冲突优化: 能提前识别二次结构砌筑与水电管线、预埋件等的空间冲突。通过模型分析,精准定位冲突位置并生成优化报告,避免施工中因管线与墙体碰撞而进行的返工,降低施工成本与工期延误风险。(4) 数据交互与协同管理: 搭建多方协同平台,设计、施工、监理等参与方可基于同一BIM模型实时共享数据。如设计变更信息能快速同步至各环节,确保各方获取最新设计数据,减少信息不对称导致的协同问题。

1.2 二次结构砌筑排砖设计的关键要素

(1) 规范要求: 严格遵循砌筑模数标准,保证砖块排列符合建筑结构受力要求;按规范设置构造柱,增强墙体整体性与抗震能力;合理布置拉结筋,确保墙体与主体结构有效连接,避免出现结构安全隐患。(2) 材料优化目标: 通过科学排砖,减少非标砖块的使用数量,降低砖块切割频率,从而控制材料损耗,节约项目成本,同时减少因切割产生的建筑垃圾,符合绿色施工理念。(3) 施工可行性: 排砖方案需充分考虑现场施工条件,便于工人操作,减少复杂施工工序,提高施工效率;结合项目工期要

求,优化排砖流程,确保砌筑施工能按计划推进,保障项目整体进度^[1]。

1.3 BIM技术与排砖设计的结合点

(1)通过BIM模型自动生成排砖方案:利用BIM模型的参数化特性,输入砖块规格、墙体尺寸等数据后,软件可自动按照规范要求与材料优化目标生成排砖方案,方案包含砖块排列顺序、非标砖位置等详细信息,且可快速迭代调整。(2)利用BIM数据驱动施工模拟与优化:基于BIM模型中的排砖数据,进行施工过程模拟,模拟工人砌筑顺序、施工机械作业路径等,分析施工中可能出现的问题,如操作空间不足等,并针对性优化排砖方案与施工流程,提升施工可行性。(3)基于BIM的排砖方案交底与协同管理:将排砖方案嵌入BIM三维模型,通过可视化方式向施工人员交底,让工人更清晰理解排砖要求;同时,借助BIM协同平台,各方可对排砖方案进行在线评审、提出修改意见,实现方案优化与管理的高效协同。

2 BIM技术在二次结构工程砌筑排砖设计中的应用

2.1 BIM模型构建与数据准备

(1)二次结构BIM模型创建流程:首先以建筑主体结构BIM模型为基础,导入建筑施工图、结构图等设计文件,明确二次结构墙体的位置、厚度及材质信息;随后依次创建墙体模型,依据门窗洞口尺寸在对应墙体位置精准开设洞口,同时按规范要求确定构造柱的布置位置、截面尺寸,完成构造柱模型搭建;最后整合墙体、门窗洞口、构造柱等构件,形成完整的二次结构BIM模型,确保各构件空间位置与设计图纸一致。(2)排砖相关参数设置:根据项目选用的砖块类型(如标砖、多孔砖、砌块等),在BIM软件中录入砖块的长、宽、高尺寸;结合施工规范与设计规范要求,设定灰缝宽度(通常为8-12mm),并明确砌筑方向(顺砌、丁砌或梅花丁砌等);同时关联砖块的材质密度、强度等级等属性参数,为后续排砖方案生成与材料计算提供数据支撑。(3)模型精度与信息完整性要求:模型精度需达到LOD300及以上,确保墙体厚度、门窗洞口尺寸、构造柱位置等几何信息误差控制在规范允许范围内;信息完整性方面,模型需包含构件的编号、材质、施工时间、责任人等非几何信息,以及砖块规格、灰缝参数等排砖专用数据,满足后续自动化排砖、碰撞检测及协同管理的需求。

2.2 自动化排砖算法与实现

(1)基于BIM的排砖规则库建立:梳理建筑施工规范与行业经验,构建排砖规则库。核心规则包括优先使用整砖,减少非标砖数量;门窗洞口两侧、墙体转角处采用整砖或对称排列,保证墙体美观与结构稳定性;同一墙面砖块砌筑方向统一,灰缝对齐;构造柱、拉结筋位置避开砖块关键受力点等,为自动化排砖提供逻辑依据。(2)算法设计思路:采用递归算法对墙体区域进行分割,按砖块尺寸与灰缝宽度逐步填充,优先在墙体核心区域布置整砖,再对边缘剩余空间进行优化;引入遗传算法对排砖方案进行迭代优化,以“非标砖数量最少、切割损耗最低”为目标函数,通过选择、交叉、变异操作筛选最优方案;同时结合贪心

算法,在局部区域快速调整砖块排列,提升算法运行效率^[2]。(3)开发或集成排砖插件:基于Revit软件进行二次开发,利用C#语言编写排砖插件,实现参数设置、规则调用、方案生成等功能的集成;借助Dynamo可视化编程工具,编写排砖脚本,通过节点逻辑关联BIM模型数据与排砖算法,支持用户实时调整参数并预览排砖效果;此外,可集成第三方成熟排砖插件(如广联达BIM安装计量软件),实现与现有BIM工作流的无缝衔接,降低开发成本。

2.3 排砖方案优化与冲突解决

(1)碰撞检测:将排砖BIM模型与水电管线、预埋件、预留洞口等模型进行整合,利用Navisworks等软件进行碰撞检测,识别砖块与管线交叉、砖块覆盖预留洞口等冲突问题;生成碰撞检测报告,标注冲突位置、构件类型及冲突原因,为方案调整提供依据;针对复杂冲突区域(如多管线密集处),通过调整砖块排列顺序、优化管线走向等方式,实现无冲突设计。(2)非标砖块优化:分析排砖方案中非标砖块的尺寸、数量及分布,对可调整区域(如墙体顶部、门窗洞口侧边),通过微调灰缝宽度(在规范允许范围内)、改变砌筑方向等方式,将非标砖转化为整砖;对必须切割的砖块,优化切割尺寸,确保同一切割尺寸的砖块集中使用,减少切割次数与材料浪费;同时建立非标砖使用台账,严格控制其占比不超过总用砖量的5%。(3)多方案对比:从成本角度,计算各排砖方案的砖块用量、切割损耗费用、人工成本,对比材料与人工总投入;从工期角度,分析不同方案的砌筑作业时间、工序衔接效率,评估对项目总工期的影响;从施工难度角度,考量非标砖切割复杂度、特殊部位砌筑难度等因素,邀请施工人员对方案可行性进行评分;综合成本、工期、施工难度指标,采用层次分析法确定最优排砖方案^[3]。

2.4 BIM排砖成果输出与应用

(1)生成排砖图、材料清单、施工指导书:输出三维彩色排砖图,标注砖块编号、砌筑方向、灰缝宽度及非标砖位置,便于工人直观理解;自动统计不同规格砖块的用量、损耗量,生成材料清单,为物资采购提供精准数据;编制施工指导书,结合BIM模型截图说明关键部位(如转角、丁字墙)的砌筑工艺、质量控制点及安全注意事项,规范现场施工。(2)与施工管理系统的集成:将排砖方案中的材料用量数据同步至物资采购系统,自动生成采购计划,实现“排砖需求-采购供应”的联动;关联项目进度计划系统(如Project),将砌筑作业分解为具体任务,明确各墙体的砌筑开始与完成时间,确保排砖方案与施工进度协同;此外,将排砖模型中的质量控制要求导入质量管理体系,为现场质量检查提供标准依据^[4]。(3)移动端BIM应用:开发移动端BIM应用程序(如基于Autodesk BIM360的定制应用),支持施工人员通过手机、平板访问排砖BIM模型;在现场砌筑前,利用移动端扫描墙体二维码,调取对应区域的排砖图与施工指导书,进行排砖复核;发现现场与模型不符或施工问题时,通过移动端拍照上传问题、标注位置并反馈至协同平台,设计与管理人员实时接收信息并及时处理,实现问题闭环管理。

3 BIM排砖设计的挑战与发展趋势

3.1 当前应用挑战

(1) BIM软件与排砖算法的适配性: 不同BIM软件(如Revit、Bentley)数据格式与接口存在差异, 导致自主开发的排砖算法难以在多平台兼容运行, 需针对不同软件重复调试, 增加开发成本; 部分软件对算法的算力支持不足, 当处理大面积墙体或复杂参数时, 易出现卡顿、方案生成延迟等问题, 影响设计效率; 此外, 算法与软件内置功能的协同性较弱, 如排砖方案无法直接调用软件的碰撞检测模块, 需手动导出数据, 增加操作流程。(2) 复杂节点排砖的自动化程度: 对于墙体转角、丁字墙交接、门窗洞口异形侧边等复杂节点, 现有排砖算法难以精准识别节点构造逻辑, 常需人工干预调整砖块排列; 例如, 在弧形墙体排砖中, 算法无法自动匹配弧形曲率与砖块切割角度, 需设计师手动计算并修改方案, 导致自动化优势难以发挥, 同时增加人工误差风险, 影响节点砌筑质量与结构稳定性。(3) 现场动态调整的灵活性: 施工过程中常出现材料规格变更、现场尺寸偏差等突发情况, 需对排砖方案进行动态调整。但当前BIM排砖模型与现场数据联动性差, 调整方案需重新在软件中修改参数、生成方案, 再导出至移动端, 流程繁琐且耗时; 此外, 部分现场施工人员对BIM软件操作不熟悉, 无法自主完成简易调整, 需依赖设计人员远程协助, 延误施工进度。

3.2 未来发展方向

(1) 结合AI与机器学习实现智能排砖: 利用AI技术训练排砖模型, 通过学习大量历史项目的优质排砖方案, 优化排砖规则库, 提升算法对复杂节点的识别与处理能力; 引入机器学习实时分析施工数据, 如砖块供应情况、工人砌筑效率等, 动态调整排砖方案, 实现“需求-方案”的自适应匹配; 同时, AI可自动识别现场问题反馈, 如碰撞风险、材料损耗异常等, 主动推送优化建议, 减少人工干预。(2) 与装配式建筑、3D打印技术的融合: 在装配

式建筑中, 利用BIM排砖数据提前拆分墙体构件, 精准设计预制砌块尺寸与拼接方式, 实现工厂预制与现场装配的无缝衔接; 结合3D打印技术, 将排砖方案转化为打印路径, 直接打印定制化砌块, 减少非标砖切割, 同时通过BIM模型实时监控打印质量, 确保砌块符合设计要求, 推动二次结构施工向工业化、智能化转型。(3) 推广至全生命周期管理: 设计阶段, BIM排砖模型为后续环节预留数据接口; 施工阶段, 模型与进度、成本、质量系统深度集成, 实现全过程管控; 运维阶段, 基于排砖模型记录墙体构件信息, 如砖块材质、砌筑时间、维护记录等, 为墙体检修、改造提供精准数据支持; 同时, 通过模型传递与更新, 确保各阶段数据一致性, 实现二次结构从设计到运维的全周期数字化管理。

4 结束语

BIM技术通过三维建模、自动化排砖算法与协同管理, 为二次结构砌筑排砖设计提供了高效、精准的解决方案, 有效解决了传统方法中材料浪费、碰撞冲突及施工效率低等问题。未来, 随着AI、装配式建筑及全生命周期管理技术的融合, BIM排砖设计将向智能化、工业化方向深化, 进一步推动建筑行业数字化转型, 为提升工程质量、降低成本及实现可持续发展提供有力支撑。

[参考文献]

- [1]李映春. 建筑工程中的二次结构砌筑施工核心技术[J]. 科学技术创新, 2024(14):163-166.
- [2]王海, 许成凯, 黄欣. 二次结构砌筑施工核心技术[J]. 四川建材, 2023, (11):140-142.
- [3]王佳, 杨辉. 建筑工程二次结构施工技术及其质量控制分析[J]. 工程技术研究, 2023, 8(13):156-158.
- [4]詹玉辉. 房屋建筑工程二次结构施工技术[J]. 上海建设科技, 2024, (02):99-101.