

基于BIM技术的装配式建筑施工质量控制研究

尚炳旭

陕西建工第二建设集团有限公司 陕西宝鸡 721099

摘要: 随着当前社会经济的快速发展及科技水平的不断进步, 各类建筑工程规模也在不断扩大。在建筑工程领域, 通过装配式建筑施工营造方式, 能有效改善传统人工技术中存在的各种问题, 从而使建筑项目产品以及建筑行业整体得到了极大的发展提升。然而, 装配式建筑施工过程中, 也存在一定的质量安全问题, 基于此, 本文就BIM技术的装配式建筑施工质量控制策略展开探究分析, 以期后续建筑装配式质量管控提供必要的参考借鉴。

关键词: BIM技术; 装配式建筑; 质量控制

引言

随着建筑行业的持续进步, 传统的粗放式施工方式已难以适应当前社会对建筑品质日益提升的要求。在建筑市场日趋规范化和成熟化的背景下, 装配式建筑作为一种新兴的建造模式, 其施工特性相较于传统方式展现出显著差异, 尤其是在作业场地的灵活性与多样性方面更为突出。这种转变给现代建筑工程的质量管理带来了新的挑战, 也推动着质量管理手段不断更新和完善。在此发展趋势下, 将BIM技术应用于装配式建筑的施工管理中, 已成为提升工程质量与管理效率的关键举措。

一、基于BIM技术的装配式建筑概述

(一) BIM技术概述

BIM全称建筑信息模型 (Building Information Modeling), 是指结合绘图软件的基础上, 将建筑学、工程学以及土木工程学结合在一起的专业学科知识, 从而衍生出的一种全新工具^[1]。BIM技术通过构建三维可视化模型, 实现对建筑项目全生命周期的高效协同管理。利用该模型, 施工各方能够全面掌握各阶段的关键数据, 并在问题发生前识别可能存在的质量隐患, 从而提前制定应对策略。BIM的应用不仅有助于显著提升工程质量, 还能在控制施工成本、缩短工期等方面发挥积极作用, 是现代建筑行业提质增效的重要技术手段。

(二) 装配式建筑概述

装配式建筑通常是指将传统建造方式中的大量现场施工作业转移到工厂中, 并由工厂进行流水化生产。通过工厂的生产和加工, 以达到建筑工厂项目施工所需的相关构件和配件, 如楼梯、阳台、楼板等建筑构件, 随

后将这些工厂生产的成品运输到建筑施工现场, 再通过相关的连接技术对其进行现场装配, 以达到加快建筑施工速度的目的, 不仅能降低施工成本, 还能在保障质量的前提下提高施工效率。而对于装配式建筑施工而言, 其主要涉及到预制装配式的混凝土结构以及钢结构等多种不同的结构。其主要原因是由于采用标准化的设计方式, 都属于现代化工业生产方式之一, 从而有效推动建筑行业的发展。

二、装配式建筑施工质量管控要点分析

(一) 预制构件拆分

在装配式建筑工程实施过程中, 施工图纸中预制构件的分解设计对整体施工质量控制具有决定性影响。科学合理的构件划分相当于为整个施工体系奠定坚实基础^[2]。采用标准化尺寸和简洁几何形态的预制构件具备明显优势, 在工厂化生产环节, 这种设计模式能够实现模块化制造, 大幅减少加工误差, 确保产品质量稳定性。当进入施工现场进行吊运安装时, 这类构件不仅便于机械化操作, 还能显著提升作业效率, 节省人工投入成本, 从而保障装配式建筑项目按照既定进度高质量推进。

(二) PC构建深化

在装配式建筑项目实施过程中, 全面解析建筑、结构、水电暖通等各专业施工图纸是项目实施的基础条件。唯有系统掌握图纸中涉及的构造细节与工艺要求, 才能为后续施工环节提供可靠依据。在此基础上, 对预制混凝土构件 (PC) 进行优化设计具有关键意义, 这有助于预防生产阶段出现遗漏项。值得注意的是, 若存在构造细节疏漏, 在预制构件完成后再进行二次浇筑处理将面临多重技术障碍。由于预制界面的光滑特性, 补强材料

难以形成有效粘结,极易引发空鼓、裂缝等质量缺陷,这对构件的整体性能及建筑结构安全构成潜在威胁。

(三) 施工样板

在装配式建筑施工管理体系中,实体样板引导制度作为传统建筑领域成熟的质量管控手段,其核心价值在于通过可视化方式直观呈现施工工艺标准与质量要求。该方法在装配式建筑实施过程中同样具有不可替代的作用,但当前实践中存在显著制约因素。受限于施工现场空间、工程进度及预算约束,目前普遍采用的预制构件展示形式多为成品展示单元^[3]。此类展示模式仅能反映构件最终物理形态,却未能完整呈现制造过程中的关键工艺节点。这种局限性直接导致质量监管人员及施工技术人员难以系统掌握构件制造流程,无法直观把握各施工环节的工艺细节、质量阈值及潜在风险点。这种信息断层不仅增加了生产全过程的质量管控难度,更可能埋下结构性质量隐患,对装配式建筑体系的整体品质提升形成制约。

(四) 现场锚固层

在装配式建筑施工体系中,锚固层作为现浇结构向预制结构转换的核心过渡层,具有独特的结构功能定位。该结构层以下采用传统现浇工艺,而上部则全面转入预制装配施工模式,其作为预制构件安装的起始层,对整个建筑体系的施工精度与结构稳定性具有决定性影响。在锚固层施工环节,钢筋定位精度控制面临显著技术挑战,由于该作业区域通常具有较大平面尺度,施工过程中若出现毫米级定位偏差,随着作业面扩展可能产生累积效应^[4]。这种误差累积将直接导致后续预制构件的安装误差超标,进而影响整体结构的协调性。因此,锚固层预制混凝土构件的边线控制精度与钢筋定位准确性,成为装配式建筑施工质量控制的关键技术指标。具体而言,墙板边缘线放样误差需控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内,竖向钢筋位置偏差不得超过 $\pm 3\text{mm}$,这些精度要求构成了装配式建筑施工质量管控的重要技术节点。

(五) 现浇筑结构连接

在装配式建筑施工体系中,结构性连接节点的质量管控始终是工程实施的核心难题。这类连接界面作为现浇体系与预制体系的过渡区域,其施工质量直接影响建筑结构的整体力学性能与耐久性表现。以叠合板——现浇梁节点为例,模板支撑体系若存在偏差,将导致混凝土浆液渗漏现象发生,造成节点区混凝土强度不足及表面蜂窝麻面缺陷。而在预制墙板与二次结构的衔接部位,

若未采取有效的界面处理措施,极易产生结构性裂缝,不仅造成观感质量缺陷,更可能引发渗漏、结露等系统性质量风险。尽管PC构件具备优异的外观质量(表面平整度 $\leq 2\text{mm}$,垂直度偏差 $\leq 3\text{mm}$),但节点区域的潜在质量风险可能抵消其优势。具体而言,当叠合板与现浇梁的模板安装误差超过 $\pm 3\text{mm}$ 时,将导致钢筋保护层厚度异常,进而影响节点区抗剪承载力。而墙板与二次结构的界面处理若未满足《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014中关于界面粗糙度 $\geq 5\text{mm}$ 的要求,将显著降低界面粘结强度。因此,施工团队必须建立系统性施工方案,通过BIM技术进行节点深化设计,采用激光定位系统实现毫米级精度控制,并严格执行“样板引路”制度,构建全过程质量管控体系,方能确保装配式建筑结构的安全性及耐久性达到设计要求。

三、BIM技术在装配式建筑施工质量中的控制应用分析

(一) 预制构件拆分控制

在装配式建筑中,针对预制构件的拆分管理工作,可以在设计图纸审批完成后,借助BIM技术建立三维数字化模型。该模型不仅可用于辅助建筑结构的整体布置,还能智能识别并分类那些标准化程度较高的构件。通过对这些构件实施参数化拆分与优化设计,最终可生成统一规格、互换性强的标准构件。这种技术手段的应用,有助于在预制阶段有效控制质量风险,同时大幅提升现场装配施工的效率与协同水平。

(二) PC构件优化分析

在蓝图的基础上,通过构建三维信息模型的方式,能够使图纸上的相关节点以及细节部位变得更加清楚。而细节节点的合理性,以及节点位置的做法是否存在误差,都能使施工人员更加清楚^[5]。因此,借助BIM技术在装配式建筑施工中能够对不合理的节点、做法以及与设计单位进行有效沟通时,做到及时修改的目的,从而能大幅度降低返工率,提高建筑工程施工现场质量的目的。而在施工过程中,对于图纸中没有明确体现出的节点部分,还应根据现场的实际增设,以此降低后期的施工难度。

(三) 模拟施工样板控制

在预制构件的生产过程中,BIM技术的应用能够实现对整个工艺流程的数字化仿真,涵盖模具制作、钢筋绑扎、预埋管线布置、混凝土浇筑以及养护等关键步骤。通过这种可视化模拟,为项目质量管理提供了直观的技术支撑,帮助管理人员全面掌握构件生产的各个环节,

准确把握各道工序中的质量控制关键点,并据此制定科学、有效的质量检测与监管措施,从而提升整体施工质量管理水平。

(四) 锚固层定位优化

借助BIM构建的三维模型,可通过虚拟拆除预制构件的方式,精准确定锚固层墙体安装的基准线及钢筋节点位置,并据此生成相应的定位平面图。施工人员可依据该图纸开展现场放样工作,确保钢筋安装的准确性。同时,图纸清晰展示了各个钢筋节点的空间布局关系,便于施工过程中进行实时对照和检查,及时发现并纠正定位偏差,从而有效保障施工精度与工程质量。

(五) 优化预制构件和现浇筑连接

在装配式建筑施工质量控制体系中,BIM技术的应用为结构性连接节点的优化提供了创新解决方案。通过BIM三维建模与碰撞检测功能,可实现预制构件与现浇结构、二次结构衔接部位的数字化预审,构建包含构件定位坐标、连接方式及施工工序的综合信息模型。该技术手段使施工团队能够直观获取关键节点的施工参数,有效提升质量管控的精准度。针对叠合板-现浇梁连接节点,BIM技术可辅助完成以下优化,首先,通过参数化设计在模型中预设对拉螺杆孔位(孔径 $\phi 14\text{mm}$,间距 400mm),结合激光扫描技术进行实体放样,确保模板支撑体系与设计参数完全匹配。这种前置化处理可使模板安装误差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内,有效预防混凝土浇筑过程中的浆液渗漏问题,保障节点区混凝土密实度达到C35以上强度等级要求^[6]。其次,在预制墙与二次结构连接界面处理方面,BIM技术可通过虚拟施工模拟优化凿毛工艺参数。通过在预制构件生产阶段预设深度 $\geq 5\text{mm}$ 的机械凿毛区域(面积覆盖率 $\geq 70\%$),配合界面处理剂的精准喷涂(涂布量 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$),可使界面粘结强度提升30%以上。这种工艺优化不仅满足《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014中关于界面处理的技术要求,还能后续挂网抹灰作业提供可靠基层,显著降低结构性裂缝发生概率。

(六) 施工全质量管控

BIM信息化模型的引入为预制构件的管理带来了革新性的技术方案,利用该模型对工厂生产的各种构件进行标识,并通过建筑立面的可视化展示,可实现生产进

度的动态追踪,有助于构件制造厂优化生产调度计划,确保生产线的有序运作并有效预防质量问题的发生。而在执行吊装作业时,BIM模型能够实现构件参数信息的即时共享,操作人员在吊装期间可以直接访问构件的重要数据,不仅大幅提高了安装位置的精确度和工作效率,还显著减少了施工过程中的错误发生几率。而对于预制墙板支撑系统的改进,BIM技术充分考虑了施工便利性和结构安全性两个方面。在不损害构件安装质量的前提下,通过对支撑点位的科学规划,确保无论是现浇部分还是后续结构的施工都能达到设计标准要求。

结束语

随着建筑工程项目规模的持续扩大,BIM技术在装配式建筑施工管理中的应用,目前多集中于进度安排与成本控制等方面。但实际上,该技术在施工质量管理方面同样具有不可忽视的作用。借助BIM系统,可对现场管理人员的工作情况进行动态监管,并通过信息化平台将相关管理数据实时传输至BIM模型中,为后续各项施工决策提供有力的数据支持。这种信息联动机制对于提升工程质量管理水平起到了积极推动作用。

参考文献

- [1] 蒋国祥.BIM技术应用下装配式建筑钢结构施工成本管理控制研究[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24 (09): 118-120.
- [2] 刘全滢, 汪新宇.基于BIM技术的装配式建筑施工管理与控制研究[J]. 科技创新与应用, 2024, 14 (33): 157-160+164.
- [3] 金亚婷, 朱东东, 高志龙, 等.基于BIM技术的装配式建筑施工质量控制研究[J]. 科技与创新, 2024, (17): 110-112.
- [4] 郭浩宸.基于BIM技术的装配式建筑施工质量管理[J]. 机械工业标准化与质量, 2023, (11): 12-15+20.
- [5] 夏巧丽.BIM技术在装配式建筑施工质量管理中的运用[J]. 冶金管理, 2022, (21): 8-11.
- [6] 陶佳能, 龚旭成, 唐源野, 等.基于BIM技术的装配式建筑施工阶段安全与质量控制研究[J]. 安徽建筑, 2022, 29 (10): 105-107.