

基于 BIM 技术的混凝土框架结构施工质量缺陷预测与防控

李程翔 王泽 艾俊

中建五局华东建设有限公司浙江分公司，浙江省杭州市，241000；

摘要：随着建筑工业化进程的不断推进，对建筑结构的施工质量控制越来越重要。混凝土框架结构作为一种主要的结构形式，其施工质量问题直接关系到建筑安全。本研究以混凝土框架结构为对象，采用构建信息模型（BIM）技术，进行施工质量缺陷预测与防控。首先，建立混凝土框架结构的 BIM 模型，辅以施工工艺和现场施工情况，分析预测可能出现的质量问题。然后，针对提出的预测，对施工过程进行实时控制和调整，以达到缺陷防控的目的。研究表明，利用 BIM 技术进行施工质量缺陷预测与防控，可以提高混凝土框架结构的施工质量，确保建筑结构的安全性和耐久性，有利于推进建筑工业化进程。这为施工项目的实施、监督和质量管理工作提供了新的方法和思路。

关键词：混凝土框架结构；BIM 技术；施工质量控制

DOI：10.69979/3029-2727.24.07.011

引言

在科技的步伐不断加快的时代，对建筑施工质量的期待值也日益提升。见诸于众多建筑工程中的混凝土框架结构，其施工质量的好坏决定着建筑的安全性和持久性。在实践施工的过程中，诸如裂痕、变形、以及力度低于设计值等多种质量难题，不仅增加了施工的困难程度，同时也对建筑的安全构成威胁。为了有效避免和控制这些问题，本文引入了 BIM 技术，以此预测并防控施工过程中的质量缺陷。通过构建混凝土框架结构的 BIM 模型，结合施工工艺和现场施工情况，实现了对可能出现的质量问题的预测，并采取实时控制与调整策略实现缺陷防控。我们的研究旨在为施工项目的实施、监督和质量管理工作提供一种全新的方法和思路，从而推动建筑工业化进程的发展。

1 混凝土框架结构的施工质量问题

1.1 混凝土框架结构施工中常见的质量缺陷

在混凝土框架结构施工中，质量缺陷显著，包括结构尺寸偏差、混凝土浇筑缺陷、钢筋工程问题及施工缝处理不当等。柱、梁、板等构件尺寸和标高不准确，影响结构整体性。蜂窝、麻面、孔洞等浇筑缺陷频发，源于模板不严、振捣不规范等因素，削弱结构承载力。钢筋位置误差、空间不规则及保护层厚度不足，降低混凝土与钢筋协同作用。施工缝处理不当或养护不足，易致裂痕、渗漏。这些问题严重威胁结构安全性和使用寿命，亟需科学有效技术手段加以控制。确保施工精准、规范操作、强化质量监管，是提升混凝土框架结构质量的关键。

键。

1.2 质量缺陷对混凝土框架结构性能的影响

混凝土框架结构施工中的质量缺陷对其性能具有显著影响。混凝土框架结构的承载能力是保证建筑安全性和稳定性的关键，施工质量缺陷可能导致结构整体或局部承载力降低，增加安全隐患。在混凝土施工环节中，密实度的问题不容小觑，浇筑不密实常常会引发多种缺陷如蜂窝、麻面等，继而破坏结构的抗压性能。此外，钢筋的摆放位置若出现偏移，或保护层厚度不够，都有可能引起钢筋腐蚀提前发生，对建筑物的耐久性和抗震性能产生明显影响。同时，施工缝的处理手法也至关重要，处理不妥当会减弱构件的整体性，损害结构的抗裂和抗剪能力。而混凝土内部的空隙和裂缝，是有害物质渗透的通道，可能引起进一步的耐久性问题。

1.3 现有施工质量控制方法的不足

混凝土框架结构的施工质量控制方法在当下显得部分受限。多数传统的手段依赖于经验和人工巡视，全面地理解和预判在复杂工况下出现的质量查询具有难度，可能会使潜伏的缺点失去被时刻监测和应对的机会。数据在施工中的零散分布和信息传输的不均匀性降低了各环节之间的协作效能，质量控制的及时响应能力受到了影响。现有的质量控制手段缺少对施工全过程动态跟踪和及时调节施工方向的能力，面对现代建筑工程对精细和复杂性的不断提高的需求，就显得有些力不从心。

2 BIM 技术的原理及应用

2.1 BIM 技术的基本原理和功能

建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 技术是一种基于数字信息化的建筑全生命周期管理方法,其核心原理是通过建立可视化、参数化和可协同的三维数字模型,将建筑设计、施工及运营过程中的信息集成在统一的数字平台上。BIM 技术以三维几何建模为基础,通过参数化设计全面表达建筑构件的几何特征及其属性信息,实现信息在各参与方之间的共享与交互。BIM 的功能涵盖从设计优化、施工过程管理到工程运维的全流程支持。在施工阶段, BIM 技术能够动态模拟施工方案,感知施工进度,检测设计与施工实施的协调性,帮助发现潜在问题并优化施工组织;基于与现场实时数据的关联,为质量控制与风险管理提供了坚实保障^[3]。

2.2 BIM 技术在建筑施工中的应用案例

BIM 技术在建筑施工领域的深度使用,展现出了显著的优点,尤其在提升工作效率、控制质量两方面尤其突出^[4]。想象一下大型的建筑工程,如何通过三维的信息模型,生动、形象地阐述复杂的结构构建和施工流程,让设计和施工的信息齐全无遗,使设计的可施工性得以提升。关注施工的全过程, BIM 技术如何通过现场数据的结合实现实时的监控和动态的调整,并且及时地找出施工的误差和技术的冲突,最大程度地降低了质量缺陷的出现。参见一个高层建筑项目为例,如何借助 BIM 技术优化铁筋混凝土的排布,解决铁筋的碰撞和材料的浪费,设计和实际建设达到高度的匹配。

2.3 BIM 技术对施工质量控制的意义

BIM 技术通过数字化建模整合设计、施工信息,增强各环节协同效率,实现施工质量缺陷的高效预测与预警,有助于精确控制施工过程,减少人为失误,提升工程质量稳定性,为建筑安全和耐久性提供科学保障。

3 基于 BIM 技术的混凝土框架结构施工质量缺陷预测

3.1 建立混凝土框架结构的 BIM 模型

建立混凝土框架结构的 BIM 模型是实现施工质量缺陷预测的关键步骤。通过 BIM 建模软件,依照设计图纸和施工规范,构建三维几何模型,并对模型进行参数化定义。在模型中,充分考虑混凝土框架结构的各组成部分,包括柱、梁、板的几何尺寸、钢筋布置及混凝土强度等级等详细信息。结合施工工艺流程,将施工阶段的材料进场、养护时间、浇筑顺序等信息植入模型,形成

具有动态数据支持的数字化模型。施工现场的环境条件与工艺参数也通过物联网技术或传感器数据与 BIM 平台关联,实现信息的实时集成。这种全方位、多维度的 BIM 模型为后续施工质量缺陷的分析和预测奠定了基础,使结构施工各环节实现信息透明化和可追溯性。

3.2 采用 BIM 技术进行施工质量缺陷预测

BIM 技术在施工质量缺陷预测中表现卓越。它集成多元信息,构建综合分析模型,精准预测混凝土框架结构的潜在质量问题。借助 BIM 的参数化与三维可视化功能,关键施工节点如钢筋布置、模板安装、混凝土浇筑等得以详尽展现。结合施工环境与材料性能,全面剖析质量影响因素。通过动态模拟工艺,识别隐患如钢筋间距失当、模板支撑薄弱、混凝土振捣不均等。BIM 还能利用历史数据预测缺陷,预警当前施工可能遭遇的相似问题,显著提升施工精确性与安全性。

3.3 针对预测结果进行施工过程调整和控制

BIM 技术对于施工质量缺陷的预知十分有助,它能够通过集成施工技术与现场数据以便在适当的时机对重要节点和高风险工序作出调整,从而实现资源配置和工序流程的优化。对施工环境参数和操作规范的实时监控有助于发现潜在问题,并作出及时的校正。还有反馈机制的设立,这就是把出现的任何偏差信息都反馈到 BIM 模型中去进行更新和分析,通过持续的迭代,可以进一步加强模型的预测能力,以此来提高施工质量防控的确切性和有效性。通过加强对施工过程的管理,工程质量管理体系的科学性和可操作性就能得到提升^[5]。

4 基于 BIM 技术的混凝土框架结构施工质量防控策略

4.1 对预测的施工质量缺陷制定防控策略

基于 BIM 技术的混凝土框架结构施工,需以预测的施工质量缺陷为基准,制定精准防控策略。通过分析 BIM 模型预测结果,可识别质量缺陷类型及部位,结合现场实际和工艺特点,明确防控目标和优先级。在制定策略时,需综合考虑结构设计、材料性能及施工环境等因素,设计可行技术方案。例如,针对模板变形风险,优化支撑系统并加强材料检查;对混凝土蜂窝现象,改良浇筑工艺并调整振捣程序。这些策略为施工质量控制提供具体指导,增强了施工管理的科学性和有效性,降低了潜在问题发生几率,提升了工程质量。

4.2 运用 BIM 技术进行实时施工监控

在混凝土框架结构施工过程中,施工质量的实时监

控是缺陷防控的关键,通过 BIM 技术可以实现施工全过程的动态监控与管理。基于 BIM 技术,建立的信息传递平台能够全面整合施工现场的数据,将结构构件的实际状态与设计模型进行实时比对,精准定位潜在质量问题。借物联网技术搭配传感器,在混凝土浇筑和钢筋绑扎等关键施工环节,同步收集并传递实时数据至 BIM 模型,新构建一可视化监控体系。这一系统,把握 BIM 平台强劲的数据处理,能迅速分析施工进度,分配资源状况,以及质量状态,鉴别施工误差的来源,及时指导施工团队回应。该集成化监控方式,进一步提升工作质量控制的精细与效率,为预防和控制质量缺陷,奠定了稳健的技术基础。

4.3 对防控策略的效果进行调整和优化

通过对施工过程中反馈的数据进行动态分析,识别防控策略实施中的不足,结合 BIM 技术的模型可视化和数据集成功能,优化施工流程与质量控制节点。利用多源监测数据校正策略偏差,提高防控措施的精准确性,确保混凝土框架结构施工质量目标的达成。

5 BIM 技术在混凝土框架结构施工质量控制中的推广应用价值

5.1 BIM 技术提高混凝土框架结构施工质量的成效分析

在混凝土框架结构施工中,BIM 技术表现出举足轻重的质量控制效应。此技术通过塑造三维可视化模型,将设计、施工工艺与实际环境相融合,能够快速识别并阻止质量问题的形成。其在整个生命周期中,实现数据协同工作与信息共享,提供施工质量控制的精准依据,减弱人为错误的影响,提升工作规范化程度。BIM 技术以它的实时监控及动态调整功能,对质量偏差做出迅速响应,保证施工与设计吻合。不仅显著提升施工质量,更显著减少返工率,有利工期管控,为建筑安全及耐久性提供牢靠技术保障,全面展示了其应用潜能及价值。

5.2 BIM 技术在施工质量控制中的优势和局限

BIM 技术在施工质量控制中展现出显著优势,但也存在一定局限性。其优势体现在多维度数据集成与可视化能力,提高了施工过程中的信息透明度,实现了质量问题的高效预测和反馈。BIM 技术还通过数字化模型准确模拟施工场景,优化了施工方案并减少了返工率,显著提升了质量管理的效率。实时监控功能使施工质量控制更具针对性,从而保障了混凝土框架结构的安全和耐

久性。

BIM 技术的应用仍受限于高昂的投入成本及技术门槛。其依赖性较强的高精度设备和软件可能对小型企业造成成本压力,对专业人才的需求也限制了其大规模推广。技术普及和团队协作效率的提升,将成为推动其进一步发展的关键。

5.3 BIM 技术在混凝土框架结构施工质量控制中的推广应用前景

BIM 技术在混凝土框架结构施工质量控制中的推广应用前景广阔。其能够有效提升施工质量管理水平,助力建筑工业化的发展,为工程全生命周期管理提供数据支撑。随着技术的不断成熟和行业需求的增长,BIM 技术在标准化建设、行业规范制定以及智能建造等领域的应用将更加深入,可进一步推动建筑行业的数字化转型和可持续发展。

6 结束语

本研究论述了基于 BIM 技术预测并防控混凝土框架结构施工质量的可能缺陷。针对可能出现的质量问题建立预警机制,并且对施工过程进行实时监控调整,以保障工程质量。研究结果表明,利用 BIM 技术进行施工质量缺陷预测与防控,既有效提高了混凝土框架结构的施工质量,也降低了工程风险,提升了建筑结构的安全性和耐久性,有利于我国建筑业工程质量控制的改革和建筑工业化的发展。然而,BIM 技术的应用尚存限度,如数据处理能力、模型的准确性等,需进一步研究和改进。展望未来,基于 BIM 技术的施工质量控制应用将兼具智能感知、预警预测和动态调整等功能,更加精确深入地服务于施工项目的实施、监督和质量管理。

参考文献

- [1]王自强.钢筋混凝土建筑框架结构施工质量控制[J].产品可靠性报告,2023,(04):74-75.
- [2]杨金.现浇钢筋混凝土框架结构节点施工质量控制[J].科技创新导报,2022,19(24):160-162.
- [3]郑勇,郭灿明,彭永华,张浩田.建筑框架结构施工质量控制探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2020,(08).
- [4]张琪.框架结构梁柱节点的施工质量控制[J].现代物业:新建设,2020,(05):0180-0180.
- [5]周雪松.框架结构房屋的施工质量控制研究[J].中国建筑装饰装修,2021,(03):136-137.