

基于 BIM 建模技术的复杂幕墙系统多材料施工方案研究及处理

邵振兴

上海天工建设集团有限公司 上海 201803

摘要: 随着建筑行业的不断发展,复杂幕墙系统在建筑外观和功能上的要求日益提高,多材料应用成为常见趋势。BIM 建模技术作为一种先进的数字化工具,在复杂幕墙系统多材料施工中展现出巨大的优势。本文探讨了 BIM 技术在复杂幕墙系统多材料施工中的必要性,详细阐述了基于 BIM 的多材料幕墙系统协同设计过程,分析了复杂幕墙系统施工的关键技术,并提出了 BIM 技术在多材料幕墙施工方案中的处理措施,旨在为复杂幕墙系统多材料施工提供有效的技术支持和参考。

关键词: BIM 建模技术;复杂幕墙系统;多材料施工方案;处理措施

在当今全球城市化进程不断加速的时代背景下,建筑行业正经历着前所未有的变革。城市天际线不断被刷新,各类大型公共建筑、商业综合体和地标性建筑如雨后春笋般涌现。这些建筑不仅在规模上日益庞大,在设计理念上也更加注重创新与独特性,以展现城市的个性与魅力。复杂幕墙系统作为建筑外立面的重要组成部分,凭借其丰富的造型、独特的视觉效果和良好的功能性能,成为现代建筑设计中备受青睐的元素。

1 BIM 技术的必要性

在传统复杂幕墙系统多材料施工过程中,存在着诸多问题。首先,由于幕墙系统复杂且涉及多种材料,各专业设计之间缺乏有效的沟通与协调,导致图纸冲突频繁,施工过程中的变更和返工现象严重,不仅增加了工程成本,还延长了工期。其次,多材料的特性差异大,在施工工艺和质量控制方面难度较高,传统的管理方式难以实现对施工全过程的精准把控。BIM 技术具有可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性等特点,能够有效解决上述问题。通过 BIM 技术,各专业设计人员可以在同一平台上进行协同设计,实时共享信息,及时发现并解决设计冲突,提高设计质量和效率。在施工过程中,BIM 模型可以直观地展示施工过程和细节,帮助施工人员更好地理解设计意图,合理安排施工顺序,优化施工方案。同时,BIM 技术还可以对施工过程进行模拟和分析,提前发现潜在的问题,制定相应的应对措施,降低施工风险,提高施工质量和安全性。

2 基于 BIM 的多材料幕墙系统协同设计

2.1 图纸优化与模型构建

在项目初期,收集各专业的设计图纸和相关资料,将其导入 BIM 软件中进行整合。利用 BIM 的可视化功能,对幕墙系统的整体布局、各材料的位置和尺寸进行直观展示,发现图纸中存在的合理之处,如材料规格不匹配、构件空间位置冲突等,并及时与设计人员进行沟通,对图纸进行优化。根据优化后的图纸,构建 BIM 模型。在建模过程中,严格按照设计要求,精确输入各材料的属性信息,包括材质、颜色、规格、性能等,确保模型的准确性和完整性。同时,对幕墙系统的各个构件进行详细建模,包括龙骨、面板、连接件等,为后续的碰撞试验和模型深化提供基础。

2.2 碰撞试验与模型深化

利用 BIM 软件的碰撞检测功能,对构建好的模型进行碰撞试验。检查幕墙系统内部各构件之间以及幕墙系统与其他专业(如建筑、结构、机电等)之间的碰撞情况。对于发现的碰撞点,详细记录其位置、类型和涉及的构件信息,并组织相关专业的的设计人员进行分析和讨论,确定解决方案。根据碰撞试验的结果,对 BIM 模型进行深化设计。调整构件的位置和尺寸,优化连接方式,确保各专业之间协调一致,避免施工过程中的冲突。同时,对模型的细节进行完善,如添加密封胶条、防火封堵等构造节点,使模型更加符合实际施工要求。

2.3 材料封样与工艺匹配

根据 BIM 模型中各材料的属性信息,进行材料封样工作。选择符合设计要求和质量标准材料样品,进行封样保存,作为施工过程中的材料验收依据。结合 BIM 模型和材料特性,制定相应的施工工艺。对于不同材料的交接面,研

究其连接方式和处理工艺,确保交接处的密封性、防水性和美观性。例如,对于玻璃幕墙与石材幕墙的交接,可以采用特殊的连接件和密封胶进行密封处理,同时注意两种材料之间的色彩和质感搭配。通过 BIM 技术对施工工艺进行模拟演示,让施工人员更加直观地了解施工过程和要求,提高施工工艺的准确性和可操作性。

3 复杂幕墙系统施工关键技术

(1) 挑空钢结构安装方案:挑空钢结构作为复杂幕墙系统的核心支撑,其安装质量直接决定了幕墙系统的整体性能与安全性。深化设计阶段需依托 BIM 技术对结构进行精细化建模,确保构件尺寸、节点连接方式与现场条件高度匹配。通过 BIM 模拟安装流程,可预先识别潜在冲突,优化吊装路径与施工顺序,减少现场调整带来的工期延误。安装过程中,高精度测量仪器的应用至关重要,实时监测构件的三维坐标与垂直度偏差,确保定位误差控制在毫米级范围内。大型构件的吊装需综合考虑结构自重、风荷载及吊装设备的机械性能,采用分级吊装或分段拼装策略,避免因应力集中导致变形。吊装作业前需进行严格的力学验算,选择适配的吊具与索具,并设置临时支撑体系以保障稳定性。连接节点的质量控制是确保结构整体性的关键,高强螺栓需按设计扭矩值分阶段施拧,焊接工艺则需符合规范要求的预热、层温及后热参数,并通过无损检测验证焊缝质量。施工安全管理的重点在于动态风险评估,针对高空作业、交叉施工等高风险环节制定专项预案。临时支撑的拆除时机需结合监测数据动态调整,避免因过早卸载引发结构变形。此外,钢结构防腐与防火涂层的施工需在安装完成后及时跟进,确保耐久性满足设计要求。

(2) 多材料交接面施工工艺:多材料交接面的处理需兼顾功能性与美观性,其核心在于解决不同材料的热膨胀系数差异与界面应力问题。基层处理阶段需采用喷砂或化学清洗等方式彻底清除杂质,必要时涂刷界面剂以增强粘结力。过渡构件的选型需基于材料兼容性分析,例如铝合金型材可作为金属与玻璃幕墙间的缓冲介质,其热变形特性能够有效缓解接缝处的剪切应力。密封系统的设计需遵循“等强度原则”,即密封材料的弹性模量应与相邻材料匹配。硅酮结构胶的施打需在温湿度可控条件下进行,注胶厚度与宽度的比例需符合力学计算要求,并采用二次嵌缝工艺确保密实度。对于异形交接部位,可定制三维扫描辅助加工的异形连接

件,实现毫米级吻合。外观协调性通过精细化收口工艺实现,例如采用隐藏式排水槽或装饰压条遮盖接缝。施工中需建立材料色差控制体系,对不同批次的幕墙面板进行预拼装比对,避免视觉色差。完工后需采用红外热成像技术检测接缝密闭性,定位潜在渗漏点。

(3) 安装精度与质量控制:幕墙安装精度的保障依赖于“测量-反馈-调整”的闭环控制系统。全站仪配合反射靶标可建立高精度控制网,激光跟踪仪则能实时捕捉构件动态位移数据。测量基准点的布置需避开温度变形区,并定期与土建基准进行联测校验。数字化放样技术可将 BIM 模型坐标直接投射至作业面,减少人工放线误差。原材料质量控制涵盖材质证明复核、力学性能抽检及耐候性试验,例如玻璃需进行钢化应力斑检测,铝型材需核查阳极氧化膜厚度。工序验收采用“三检制”,即自检、互检与专检相结合,关键节点如龙骨安装、防水层施工等需留存影像资料。质量培训需聚焦于工艺标准的可视化交底,通过 VR 模拟操作规范。质量追溯体系依托物联网技术,为每个构件赋予二维码标识,记录从生产到安装的全周期数据。竣工阶段需进行风压变形、气密性等性能试验,验证系统整体可靠性。

4 BIM 技术在多材料幕墙施工方案处理措施

4.1 多专业协同设计平台构建

多材料幕墙系统的复杂性决定了其设计过程必须依赖多专业的深度协同。基于 BIM 的协同设计平台能够整合建筑、结构、机电、幕墙等各专业的设计数据,形成统一的三维可视化模型,避免传统二维图纸带来的信息断层。平台的核心功能包括模型实时更新、冲突检测与版本管理,确保所有专业人员在最新模型基础上开展工作。在设计初期,平台通过 IFC(工业基础类)标准实现不同软件(如 Revit、Rhino、Tekla 等)的数据互通,消除格式转换带来的精度损失。各专业模型上传至云端后,系统自动进行碰撞检测,识别幕墙龙骨与结构梁、机电管线之间的空间冲突,并生成可视化报告。借助平台的批注功能,直接在模型上标记问题,并关联责任人进行闭环处理。权限管理机制是保障协同效率的关键。平台需设置分级权限,如建筑师负责整体造型调整,结构工程师负责受力分析,幕墙工程师负责节点深化,避免越权修改导致的数据混乱。同时,平台应支持历史版本回溯,确保误操作可快速恢复。协同会议功能采用 BIM+VR 技术,使各专业人员在虚拟环境中实时漫游模型,直观评估幕墙与

周边构件的匹配度。会议记录自动同步至任务管理系统,形成可追溯的决策链。此外,平台可集成材料数据库,使设计师在选材阶段就能获取供应商提供的技术参数,确保材料性能符合设计要求。

4.2 施工过程质量控制体系

BIM 模型在施工阶段可转化为动态质量控制工具。模型中的构件被赋予唯一编码,关联材料检测报告、工艺标准及验收规范。施工人员通过移动端 APP 扫描构件二维码,即可调取安装步骤、允许偏差等关键指标,避免人为误读图纸。质量检查流程依托 BIM 模型实现数字化管理。质量控制点(如龙骨垂直度、胶缝宽度等)在模型中预设阈值,现场测量数据通过智能全站仪或激光扫描仪自动上传至云端,与模型理论值比对后生成偏差热力图。质量管理人员可实时查看超差部位,并通过系统推送整改指令至责任人。对于隐蔽工程(如预埋件安装),采用 360° 全景影像记录施工过程,并归档至模型对应节点,确保后期可复查。施工模拟技术能提前暴露质量风险。例如,通过模拟玻璃板块的吊装路径,可发现与脚手架或临时支撑的干涉问题,优化吊装顺序以避免碰撞。材料工艺模拟则能验证不同季节温湿度条件下密封胶的固化效果,指导施工窗口期选择。质量追溯机制依托区块链技术,将施工日志、检测报告、监理记录等数据上链,形成不可篡改的质量档案。若后期出现渗漏或变形问题,可通过模型快速定位责任环节,分析是否为材料缺陷、工艺疏漏或设计瑕疵。

4.3 安全文明施工与风险预控

BIM 模型的安全管理价值体现在风险可视化与预控能力上。模型集成施工进度计划(4D BIM)后,可自动标识各阶段的高危作业区域,如高空焊接区、大型吊装区等,并关联安全防护方案(如防坠网、生命线系统)。安全模拟技术能动态分析风险演化。例如,通过模拟强风天气下幕墙板块的受力状态,可预测锚固件的疲劳风险,提前加固薄弱部位。人员疏散模拟则能优化应急通道布置,确保突发情况下快速撤离。现场安全监控采用 BIM+IoT 融合方案。智能安全帽内置定位传感器,与模型中的电子围栏联动,一旦人员进入危险区域(如未封闭的临边),系统立即触发声光报警。视频监控 AI 算法可识别违规行为(如未系安全带、违规堆放材料),并自动推送预警至管理端。安全培训通过 BIM+AR

技术提升沉浸感。施工人员通过 AR 眼镜查看虚拟危险场景(如脚手架坍塌模拟),学习应急响应流程。模型中的安全交底内容可生成二维码张贴于现场,工人扫码即可观看三维交底动画。文明施工管理方面,BIM 模型规划材料堆放区、废料回收路线及降尘设施布局,避免场地混乱。模型还可模拟不同施工阶段的噪音与粉尘扩散范围,指导隔音屏和雾炮机的动态布置,减少对周边环境的影响。

结论:本文通过对 BIM 技术在复杂幕墙系统多材料施工中的应用研究,阐述了 BIM 技术的必要性,详细介绍了基于 BIM 的多材料幕墙系统协同设计过程、复杂幕墙系统施工的关键技术以及 BIM 技术在多材料幕墙施工方案中的处理措施。实践表明,BIM 技术在复杂幕墙系统多材料施工中具有显著的优势,能够有效提高设计质量和效率,优化施工方案,加强施工过程的质量控制和安全管理,降低施工成本和风险。随着 BIM 技术的不断发展和完善,其在建筑行业的应用将越来越广泛,为复杂幕墙系统多材料施工提供更加有力的技术支持。

参考文献:

- [1] 景慧情. 基于 BIM 的光伏幕墙设计合规性审查方法研究[D]. 中国矿业大学,2024.
- [2] 王生. 复杂异形节能幕墙系统. 广东省, 金刚幕墙集团有限公司,2023-05-13.
- [3] 李元,覃庄,乔稳超,等. BIM 技术在渐变异形玻璃幕墙施工中的应用[J]. 建设机械技术与管理,2022,35(S1):134-136.
- [4] 王艳超. BIM 技术在建筑幕墙设计中的应用[J]. 工程技术研究,2022,7(10):248-250.
- [5] 张旭辉,何兵. BIM 技术在异形复杂幕墙中的应用[J]. 建设科技,2018,(17):45-49.
- [6] 梁少宁. 基于 BIM 的幕墙工程集成化应用[D]. 华南理工大学,2015.
- [7] 王斌. 复杂幕墙系统的 BIM 实践[J]. 建筑技艺,2014,(05):32-43.

作者简介: 郜振兴(1983年11月02日),男,蒙古族,辽宁省阜新蒙古族自治县人,职称(职务):工程师,本科,研究方向:建筑幕墙