

数字化设计建造一体化在异形幕墙上的应用

王艳华

华润置地中西部大区 四川 成都 610051

摘要: 本文探讨了数字化设计建造一体化在异形幕墙上的应用, 异形幕墙以其独特的立面和空间效果在现代建筑设计中占据重要地位, 但其复杂的几何形态、材料切割与拼接难度以及安装定位复杂性给设计和施工带来了挑战。数字化设计建造一体化通过全程可视化交付、一体化协同工作模式、智能化加工生产、精确测量与定位安装等技术, 有效解决了这些问题。文章详细分析了数字化解决策略在异形幕墙设计中的应用, 并通过CCBD项目的具体案例, 展示了数字化技术从设计阶段到加工阶段再到安装阶段的全过程应用及其显著成效。

关键词: 异形幕墙; 数字化设计; 建造一体化

1 数字化设计建造一体化概述

数字化设计建造一体化是一种针对异形幕墙等复杂建筑结构的高效建造方式。它融合了先进的信息技术和数字技术, 实现了从设计到加工再到施工的全过程数字化管理。在异形幕墙的建造中, 数字化设计建造一体化展现出了显著的优势。(1) 全程可视化交付: 通过数字化手段, 设计师能够创建出精确的异形幕墙三维模型, 实现设计、加工和施工的全过程可视化交付。这不仅提升了设计效率, 还让施工人员对幕墙结构有更为直观的理解, 有助于施工的顺利进行。(2) 一体化协同工作模式: 数字化设计建造一体化建立设计及施工全过程的一体化协同工作模式。它打破传统建造过程中的信息孤岛, 实现了信息的全面管理和实时共享, 从而显著提高施工效率和质量。(3) 智能化加工生产: 借助参数化技术, 所有加工信息都可以从模型中精确提取并汇总为工艺文件, 用于指导材料加工。这不仅实现加工生产的智能化和绿色化, 还确保幕墙构件的精确度和一致性。(4) 精确测量与定位安装: 对于不规则立面的异形幕墙构件, 数字化设计建造一体化技术能够实现精确的测量和定位安装。这大大降低了安装误差, 确保幕墙的整体美观和安全性能^[1]。(5) 碰撞检测与降低返工率: 利用参数化工具进行碰撞检测, 能够在设计阶段就发现并解决潜在的结构冲突, 从而极大地降低了因结构偏差导致的返工率, 节约时间和成本。

2 异形幕墙在现代建筑设计中的兴起与重要性

近年来, 异形幕墙在现代建筑设计中快速兴起, 成为举足轻重的元素。异形幕墙以其曲面形态和独特立面效果, 满足了建筑师对建筑外观新颖性和独特性的追求。传统平面幕墙已难以满足现代建筑个性化、艺术化的需求, 而异形幕墙则以其艺术表现力为建筑师提供了

更广阔的创作空间, 增强了建筑的视觉冲击力和感染力。这一兴起也反映了现代建筑技术的飞速发展和施工材料的不断创新。计算机技术和三维建模技术的应用, 使得设计和优化异形幕墙更为便捷。新型建筑材料的出现, 为异形幕墙的施工提供了可靠的技术支持, 满足了形态多样性和精细度的要求。异形幕墙不仅是建筑外观的重要组成部分, 还关乎结构安全、采光通风、节能环保等多个方面^[2]。因此, 在设计和施工过程中, 需充分考虑建筑的整体风格和功能需求, 确保异形幕墙既具有艺术表现力, 又满足实际使用要求。

3 异形幕墙设计难点

3.1 几何形态复杂, 难以用传统方法描述与构建

异形幕墙的最大特点之一是其几何形态的复杂性。这些幕墙往往不再遵循传统的平面或简单的曲面设计, 而是呈现出多变、非对称甚至是不规则的三维形态。这种复杂性使得传统的几何描述方法和构建手段难以适用。设计师需要借助先进的计算机辅助设计(CAD)软件以及三维建模技术来精确捕捉和表达异形幕墙的形态特征。然而, 即使有了这些工具, 设计师仍然面临着如何确保设计精度、如何优化幕墙结构以适应复杂形态等挑战。

3.2 材料切割与拼接难度大, 加工精度要求高

异形幕墙的几何复杂性不仅体现在设计阶段, 更直接影响材料的切割和拼接过程。由于幕墙构件往往具有不规则的形状和尺寸, 传统的切割设备和方法可能无法满足加工要求。因此, 设计师和制造商需要采用先进的数控切割技术和高精度加工设备来确保每一个构件都能精确匹配设计要求。

3.3 安装定位复杂, 需要高精度测量与调整

异形幕墙的安装过程同样充满了挑战, 由于幕墙构

件的几何形态复杂,安装时需要确保每一个构件都能准确到位,并且与相邻构件保持精确的对齐和连接。这要求施工人员具备高超的安装技艺和丰富的经验,同时还需要借助高精度的测量设备和调整方法来确保安装精度。在安装过程中,任何微小的偏差都可能导致幕墙的整体效果不佳,甚至影响建筑的结构安全^[3]。

4 数字化解决策略在异形幕墙设计中的应用

4.1 利用BIM技术进行三维建模与可视化设计

在现代建筑设计领域,BIM技术成为异形幕墙设计的关键工具。它通过三维建模,精准捕捉复杂几何形态,将设计从二维延伸至三维,实现立体化和可视化。BIM技术不仅提升设计精度和效率,还为设计师提供直观、互动的设计平台。设计师可自由创建、编辑和调整幕墙形态,实时观察变化对整体外观的影响,增强设计灵活性,提前发现并解决潜在问题。此外,BIM技术提供丰富的材质库和光影模拟功能,精确模拟幕墙在不同光照下的视觉效果,优化设计。可视化设计是BIM的另一亮点,通过高质量三维渲染图和动画,清晰展示设计理念,促进各方沟通与理解。这一技术的应用极大地推动了异形幕墙设计的发展。

4.2 采用参数化设计方法进行几何形态优化与材料分割

参数化设计是一种基于数学算法和逻辑关系的设计方法,它在异形幕墙设计中扮演着至关重要的角色。通过定义一系列参数来控制幕墙的几何形态和材料分割,参数化设计使得设计师能够在保持整体设计美感的同时,对细节进行精细调整和优化。在几何形态优化方面,参数化设计允许设计师通过调整参数来改变幕墙的曲率、尺寸和比例,从而探索不同的设计方案,这种设计方法的灵活性使得设计师能够快速响应业主的需求变化,生成多种设计变体,以供比较和选择。此外,参数化设计还能够通过算法自动优化幕墙的结构性能,如减少风阻、提高稳定性等,确保设计方案的可行性和安全性;在材料分割方面,参数化设计通过精确计算每个幕墙构件的尺寸和形状,实现材料的最大化利用。这不仅减少材料浪费,降低成本,还有助于提高加工精度和安装效率。参数化设计软件还能够自动生成切割图和加工指令,为后续的数字化加工提供有力支持^[4]。

4.3 引入数字化加工与智能制造技术,提高加工精度与效率

数字化加工技术利用高精度数控设备,如激光切割机、数控折弯机等,对幕墙构件进行精确加工。这些设备能够按照预先设定的程序和参数,自动完成切割、

折弯、打孔等加工操作,确保加工精度的一致性和稳定性。另外,数字化加工还能够实现复杂形状和特殊材质的高效加工,满足异形幕墙对加工技术的苛刻要求;智能制造技术则在数字化加工的基础上,引入了物联网、大数据和人工智能等先进技术,实现了生产过程的智能化管理和优化。通过实时监控生产数据、预测设备故障、优化生产流程等措施,智能制造技术能够显著提高生产效率,降低生产成本,同时提升产品质量和可靠性。在异形幕墙的制造过程中,智能制造技术的应用使得生产更加灵活、高效,能够更好地适应市场需求的变化。

5 数字化设计建造一体化在异形幕墙上的具体应用案例

5.1 设计阶段

在CCBD项目这一复杂建筑中,数字化设计建造一体化首要应用于设计阶段。项目团队运用BIM技术深入设计特色天窗,兼顾美观与结构安全。通过对天窗表皮有理化分析,实现了更多玻璃板块的平板化圆滑过渡,有效控制玻璃翘曲和面积,提升了整体美感,节约成本约600万元。此外,项目采用了参数化模型与二维图纸联动出图的新模式。相比传统二维图纸+局部三维节点方式,新模式要求幕墙承包商在深化设计阶段重构整体模型,通过逆向建模和表皮重构技术,融入各专业交接处理。项目团队运用参数化工具进行碰撞检测,及时发现并解决设计冲突,显著降低返工率,提高设计效率和质量。这一数字化应用为CCBD项目的顺利进行奠定坚实基础。

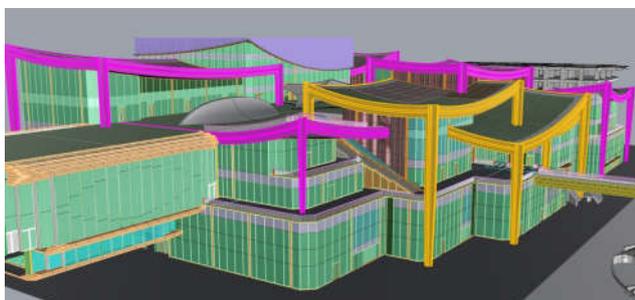


CCBD项目效果图

5.2 加工阶段

进入加工阶段,CCBD项目的异形幕墙组件制造面临挑战。幕墙构件复杂多样,传统加工方式难以满足需求。项目团队采用数字化加工技术,实现智能化制造。以陶板幕墙为例,其造型复杂,版型多样,陶板数量高达10万余块且规格各异。借助BIM和参数化技术,团队从模型中提取加工信息,直接输入数控设备,指导自动完成切割、打孔、折弯等工序。此智能化生产方式提高了

加工精度和效率，减少了人为误差和风险，确保了幕墙组件质量。



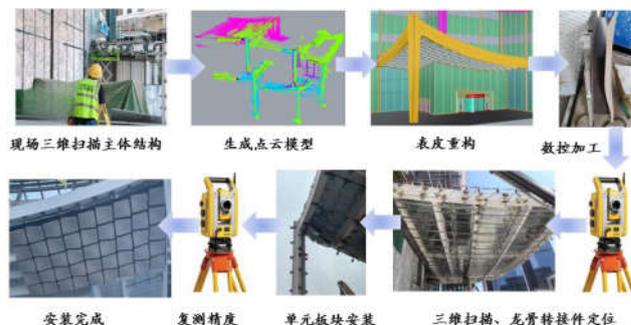
陶板表皮重构

5.3 安装阶段

在CCBD项目的安装阶段，数字化测量与定位技术发挥了至关重要的作用。由于幕墙构件的复杂性和多样性，传统的安装方式难以满足精确、高效的安装需求。为此，项目团队采用了先进的数字化测量与定位技术，确保了幕墙组件的精准安装。在安装过程中，项目团队利用激光测距仪、三维扫描仪等先进设备，对幕墙构件的安装位置和角度进行了精确测量。同时，结合BIM模型和参数化设计数据，生成了详细的安装指导图纸和施工方案，这些图纸和方案为施工人员提供了直观、准确的指导信息，确保了安装过程的顺利进行。此外，项目团队还利用数字化技术对安装过程进行了实时监控和调整。通过实时记录和分析安装数据，项目团队能够及时发现并纠正安装过程中的偏差和问题。智能化的安装管理系统还为项目团队提供便捷的安装进度跟踪和质量评估功能，进一步提高安装的可靠性和可控性。

从设计阶段到加工阶段再到安装阶段，数字化技术贯穿了整个项目的始终，为项目团队提供了强大的技术支持和保障。正是得益于这些技术的应用和实践，CCBD

项目才得以成功实现其复杂而独特的幕墙设计，成为城市天际线中的一道亮丽风景线。



结束语

综上所述，数字化设计建造一体化为异形幕墙的建造提供了高效、精确的技术支持。通过应用BIM技术、参数化设计方法和数字化加工与智能制造技术，实现了异形幕墙从设计到施工的全过程数字化管理。这不仅提高了设计和施工的效率和质量，还降低了成本，为异形幕墙的广泛应用奠定了坚实基础。未来，随着数字化技术的不断发展，异形幕墙的设计和建造将变得更加智能化和高效化。

参考文献

- [1] 汤金明. 装配式建筑全过程一体化数字化的实现探究[J]. 建材与装饰, 2020, 000(009): 136-137.
- [2] 陈曦. 装配式建筑的发展及应用探析[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022(05): 121-123.
- [3] 张弘, 黄杰, 崔巍文, 李安德. 面向设计建造一体化的装配式建筑误差理论初探[J]. 新建筑, 2022(04): 31-35.
- [4] 古栋列. 对装配式建筑一体化数字化建造的思考[J]. 中外建筑, 2020(11): 102-104. DOI: 10.19940/j.cnki.1008-0422.2020.11.024.