

复杂建筑幕墙 BIM 正向设计研究

程希奇 李 蓓 邱继衡 陈炳任

(中建深圳装饰有限公司,深圳 518035)

【摘要】幕墙作为建筑中的特殊领域,BIM 全生命周期应用将是建筑幕墙创新发展的一个里程碑,特别是在复杂幕墙建造中至关重要。本文通过对众多幕墙项目的研究,分析当前环境下实现 BIM 正向设计存在的难点问题,研究 BIM 正向设计实现的思路,最后以实际案例分享幕墙 BIM 正向设计的实践过程。

【关键词】BIM; 正向设计; 幕墙; 数字建造

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】本文被《土木建筑工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

引言

自 2003 年 BIM 这一理念进入中国,BIM 在我国建筑行业得到飞速发展,各项 BIM 标准相应出台^[1],各行业技术不断融合创新,BIM 的先进性、多样性、融合性、发展性促使 BIM 已然具备第二个“互联网+”的雏形^[2],其最主要的信息化应用衍生出无数可能,建造由繁至简,推动建筑业向数字建造迈进^[3]。

国内推行 BIM 已经十多年,BIM 到底是理念、是软件、是参数化、还是模型? BIM 是种解决问题的技术方法,是推动数字建造的手段^[4],是一套完整的全生命周期体系^[5]。其精髓在于数据发挥作用的大小,BIM 软件是其中的工具,参数化是其应用的一种方法,模型是信息传递的载体。

1 国内幕墙 BIM 正向设计现状

目前,很多项目 BIM 应用仍停留在表面,应用过程中忽略了 BIM 的核心——数据信息共享,给业主单位造成了 BIM 是翻模、是软件、是模型浏览平台的错觉,认为 BIM 没体现出实际的用处^[6]。为什么工业化可以发展到 4.0,就是因为打通了信息共

享的数据链,我们要实现 BIM 最大价值,应该从项目源头开始,从规划设计阶段就接入 BIM 技术应用,打通数据链条,成体系应用才能获得最大的价值体现^[7]。

当前国内有很多单位在做 BIM 正向设计的尝试,如港珠澳大桥、上海万达广场、深圳民生互联网大厦等,不断研究深挖 BIM 技术应用价值,但这些案例大部分是针对单一的土建、机电或结构专业总承包层面的,幕墙专业相对较为复杂,特别是异形曲面幕墙,实现起来更为困难。如何在幕墙中运用 BIM 正向设计技术,充分体现 BIM 技术应用的价值,是幕墙设计发展的重要突破点。

2 幕墙 BIM 正向设计解析

正向设计最早是出现在制造业中,由于我国制造业起步晚,以往都是反向设计、反向工程(逆向工程)、逆向设计等。在“十三五规划”更是明确了我国工业从研仿向自主创新转变,提出“中国制造 2025”,正向设计随之而生。

简单来说,正向设计是从概念理论到实物,逆向设计是从实物逆推概念理论。在建筑行业中,从广义的角度来说,目前所有的设计基本上都属于正向设计,包括传统的二维设计、目前流行的 BIM 翻

【作者简介】程希奇(1982-),男,中建深圳装饰有限公司设计研究院院长,一级注册建造师,主要研究方向:幕墙设计与施工技术、BIM 技术管理;李蓓(1978-),男,中建深圳装饰有限公司设计研究院院长助理,BIM 设计中心总监,高级工程师,主要研究方向:BIM 设计施工技术、数字化技术。

模等等,而 BIM 正向设计是目前与制造业中正向设计和“数字设计建造”的概念最为接近的。

BIM 正向设计是以 BIM 信息为主导,贯穿建筑的全生命周期,以 BIM 的思维进行设计工作,所有信息通过 BIM 模型进行传递,实现设计方案推敲审核、投标应用、深化设计、出图下料以及施工指导、运维应用等等一系列的 BIM 应用^[8-9],是推动建筑数字化的力量之一,并且 BIM 是与工业制造连接的桥梁,建筑材料加工都属于工业制造领域,特别是当前提倡绿色建造、装配式建造的环境下,与传统的二维设计比较,BIM 正向设计的效率、效益更高。

3 幕墙 BIM 正向设计实现的难点

我们也在一直探索和研究如何把 BIM 正向设计在幕墙项目中扎根发芽,推动传统幕墙向数字幕墙迈进,通过对众多幕墙项目 BIM 应用分析,实现的难点主要有以下几方面。

(1)效益方面。BIM 因项目复杂性不同而费用不同,不能准确评估 BIM 技术能给项目带来多少效益,大多数企业没有从需求的层面去推动 BIM 发展,而是在尝试通过技术去驱动。加上 BIM 推广、软硬件购置、人才培养等增加了运营的成本,造成 BIM 技术应用一直处于投入大,产值小的状态,短期内难以看到实际的效益。

(2)平台与数据共享方面。市场上 BIM 专业平台虽多却不配套,数据共享连通成为最大的问题,而且幕墙项目比较复杂,需要多个平台相互配合。IFC^[10]标准是国际通用的 BIM 数据交换和共享标准,但即使是同样标准,在复杂的幕墙环境中,不同 BIM 平台存在信息交换后数据丢失现象,需要一个多方兼容的数据中心进行信息交换^[11-12]。

(3)规范和标准方面。BIM 主流平台和软件大部分是国外开发的^[13],国外的标准与国内标准相差较远,同时,设计交付的成果是符合国家规范与标准的“图纸”,而不是 BIM 模型,国家虽然已经出台相关的 BIM 应用标准^[14-18],但总的来说还不够齐全,企业在标准应用方面的研究力量不足,造成 BIM 设计成果的合法性与有效性无法验证^[19]。

(4)人才储备方面。掌握 BIM 技术的设计与施工人员相对较少,大部分单位都是 BIM、设计与施工两条线,BIM 与设计、施工脱节的情况比较严重,缺少掌握 BIM 技术的设计和施工人员。

(5)管理方面。BIM 是新兴的技术,在国家规范和标准未研究吃透之前,BIM 在企业中的定位仍不确定;幕墙工程是建筑的外观表现,除了需要建筑、结构专业协同,还需要生产加工单位的配合,加之设计周期等待的时间较长,往往出现等方案、赶工期的情况。

(6)设计变更方面。现行设计仍是以二维图纸为主,三维模型为辅,最终结果是需要二维图纸,设计越往后期,变更的成本就越高,在施工阶段需大量调整并进行深化设计工作时,大量的设计信息变更调整,设计变更造成的工作量成倍递增。

4 探索幕墙 BIM 正向设计的思路

在近两年,BIM 正向设计也逐步被大家认同,积极开展 BIM 正向设计的研究工作,众多单位在实施过程中,遇到了很多难以解决的问题,只能在项目的某一阶段应用正向设计,全面使用 BIM 正向设计在企业中仍不现实。如何让 BIM 正向设计与传统设计相结合^[20],实现项目落地和降本增效,是我们重点要解决的问题。

(1)制订发展规划,加大对 BIM 技术的投入力度。BIM 技术是数字幕墙发展必备条件,需要把研究 BIM 技术放在重要的战略高度,根据企业自身情况,确定 BIM 技术研发目标,制订出中长期发展规划,包括组织架构、资金配备等,同时出台对各级管理者的考核机制以及职工所关心的职称、待遇、职业发展等方面的激励政策,激发各级管理者推动 BIM 技术的积极性和员工学习研究的热情。

(2)以实际出发,兼顾新老技术,研究具有企业特色的协作流程。一是 BIM 设计与传统设计相配合,以二维设计为主,三维设计为辅,设计时根据方案同步设计,让设计师在设计中接触和使用 BIM,借助 BIM 技术解决设计存在的错漏,提高设计的质效。二是组建一支 BIM 设计师团队,先行试点,拥有专业的设计基本功和 BIM 技术,开发相应插件,使 BIM 出图、审图等符合国内的规范和标准,这以三维设计为主,二维设计为辅,前期投入成本较高,周期较长,高风险高投入,但成型后效率和收益也比较高。三是轮岗轮训,针对不懂 BIM 的设计师,轮岗到 BIM 团队进行培训;相对没有设计基础的 BIM 设计师,则轮岗到设计团队进行基础培训,通过交叉培训,提高现有人员的 BIM 技术和设计能力

水平。

(3)积极开展技术交流。可以采取走出去和请进来相结合的方式,经常邀请或参加行业内的 BIM 专家进行技术讲座与研讨,指引 BIM 研发方向,促进 BIM 技术发展。针对 BIM 项目,以解决实际问题 and 项目落地为导向,安排 BIM 技术人员到项目中去,与项目设计师、管理人员等定期组织技术交流集思广益,在应用过程中发现问题,解决问题,不断总结推广,逐步提升设计和施工企业的 BIM 技术应用水平。积极与行业内的企业进行技术交流,总结完善出一套适合当前企业生产力的 BIM 设计流程,重心转变到技术流程中来,改变以往着重平台使用的问题。

(4)统筹融合各平台,建立 BIM 数据管理中心。当前 BIM 设计平台众多,不同平台有不同的优缺点,构建大型 BIM 数据管理中心,统筹融合不同平台的 BIM 模型信息,具备项目管理、模型与图纸管理、文档管理、项目全生命周期管理、企业 ERP 等多方内容,整合互联网、物联网、云计算等新技术的企业级管理平台^[21],打通信息壁垒,实现企业、项目、工厂一体化建设。

5 幕墙 BIM 正向设计实践研究

设计院通过多个幕墙项目的应用研究,并在实际项目中应用,幕墙 BIM 正向设计研究已初见雏形,下面以中建深圳装饰有限公司苏州某大厦幕墙项目与大家一起探讨 BIM 正向设计在幕墙项目中的一些应用。

5.1 项目概况

苏州某大厦项目位于苏州工业园区,地块长约 90m,宽约 107m。如图 1 所示,该项目以中国太平的企业形象“成长·安定”作为设计主题,不刻意追

求特意的造型,以展现“庄重大方”、“节节高升”等特质为主,并且兼顾苏州的传统地方文化特色,反映在整体造型设计和景观设计上。



图 1 苏州某大厦幕墙整体效果图

图 2 中塔楼外墙与裙楼的异形采光顶相连,呈现丝绸般柔软的连续曲线,为建筑外形带来整体感,体现了建筑的连续性和动态感,玻璃采光顶下的支撑柱以“树枝”为意向进行装饰,呼应了业主的企业形象。

5.2 项目重难点分析

(1)从图 3 可以看出,裙房异形采光顶空间造型在二维图纸上难以表达清晰,面板放置方向各异,深化设计、下料和施工实现难度大。

(2)如图 4 所示,曲面铝装饰条从塔楼西立面扭转过渡到南立面,需要同时保证拼接外观效果与实际施工可行性。

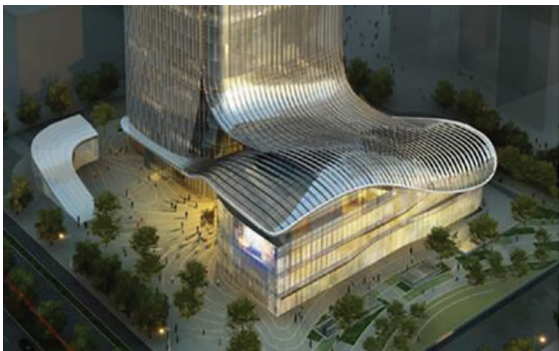


图 2 苏州某大厦裙楼异形采光顶及内部效果图

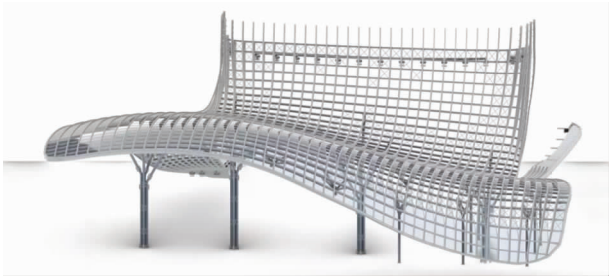


图 3 曲面分格原始模型

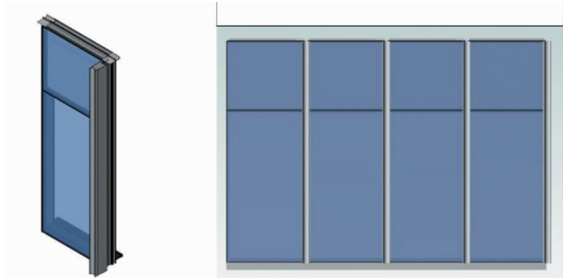


图 6 塔楼标准层幕墙系统节点可视化设计

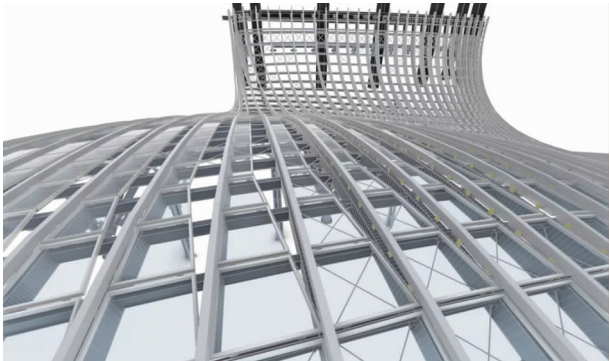


图 4 曲面铝装饰条扭转模型

(3)图 5 中,钢结构梁宽度仅为 150mm,且法向方向各异,钢结构的水平施工误差导致面板支撑钢件的生根定位误差较大。



图 5 曲面支撑的钢结构

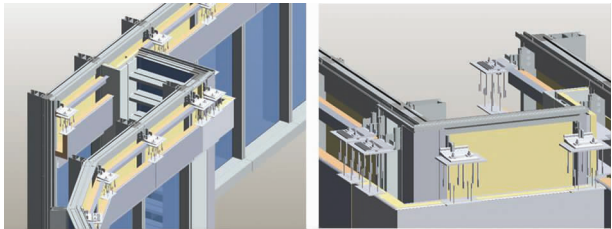


图 7 塔楼标准层幕墙系统复杂节点可视化设计

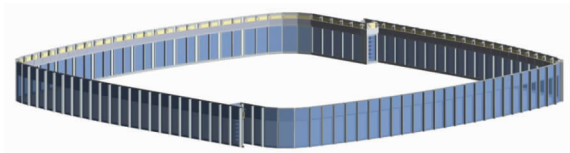


图 8 塔楼标准层幕墙系统可视化设计

们通过 BIM 三维可视化技术,与方案设计师配合,建立裙楼单元幕墙与采光顶 BIM 模型(图 9、10)把曲线特征通过 BIM 三维可视化技术完美展示在业主眼前,最终确定裙楼的设计方案。

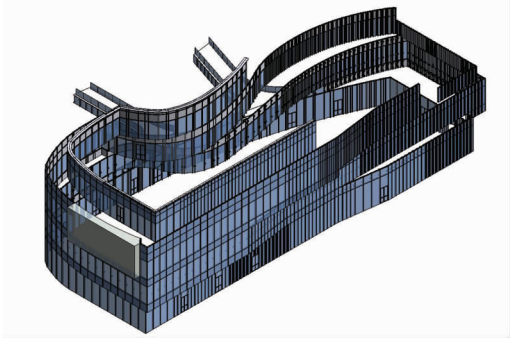


图 9 裙楼可视化设计

5.3 设计阶段 BIM 正向设计研究

5.3.1 三维可视化设计

设计初期,依据建筑模型和图纸,通过 BIM 三维可视化技术,建立塔楼标准层系统节点模型(图 6)、复杂系统节点模型(图 7),通过节点快速生成标准层幕墙系统(图 8),直观表现出塔楼幕墙系统设计的构造及功能,帮助设计师理解和展示设计意图,发现和解决设计中的问题,提高工作效率。

在方案设计时,裙楼的设计表达是非常重要的,二维图纸难以把流畅的曲面造型表达出来。我

5.3.2 参数化设计

如图 11 所示,裙楼采光顶通过借助参数化技术建立 BIM 模型,定义项目的复杂几何关系,包括生成设计、算法几何、关联性模型等,以参数驱动模型产生设计,为后面延续的深化设计、出图下料和施

工指导提供基础模型及数据。

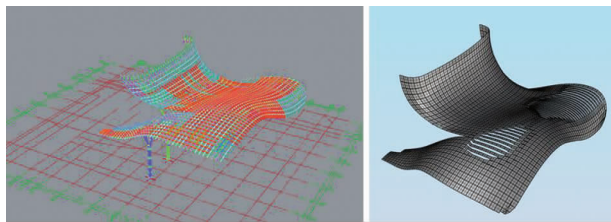


图 10 裙楼采光顶可视化设计

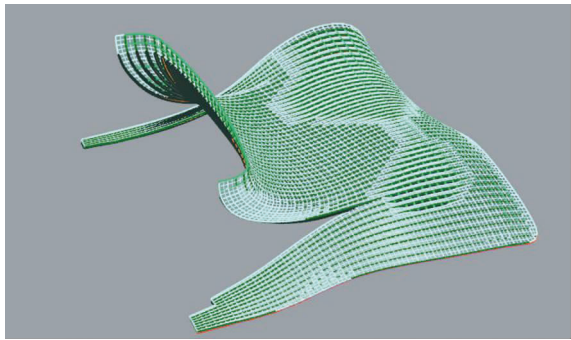


图 11 裙楼采光顶参数化曲面

5.3.3 曲面分析

利用 BIM 分析技术,对曲面进行翘曲度分析(图 12),通过 grasshopper 程序编写算法(图 13),进行双曲拟合单曲,单曲拟合平面,选择最优的翘曲做法以及相应的深化方案(图 14)。

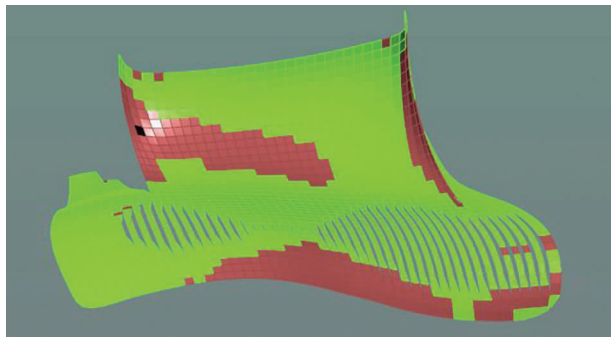


图 12 曲面翘曲度分析模型

5.3.4 专业协调

利用 BIM 可协调性,把建立好的幕墙 BIM 模型与结构、土建专业进行综合分析(图 15),通过碰撞检查解决幕墙设计时的各专业碰撞问题,例如埋件与结构发生碰撞、幕墙与机电发生碰撞、幕墙与结构发生碰撞等问题(图 16)。

5.3.5 三维出图

此次项目所有图纸基于 BIM 出图,通过从碰撞

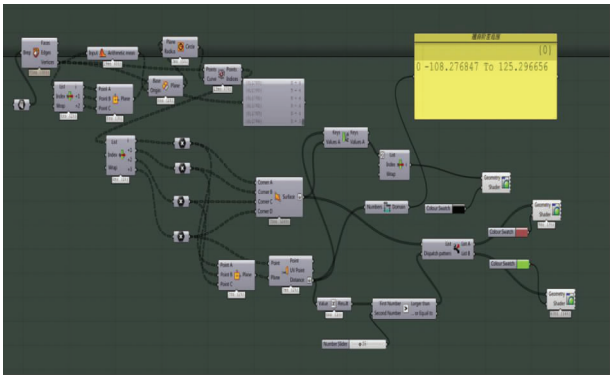


图 13 曲面翘曲分析程序

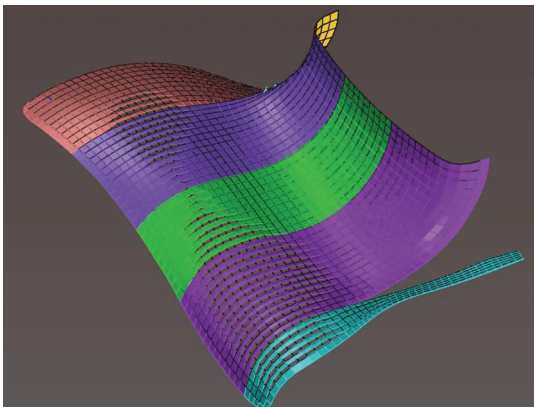


图 14 优化后的曲面表皮模型

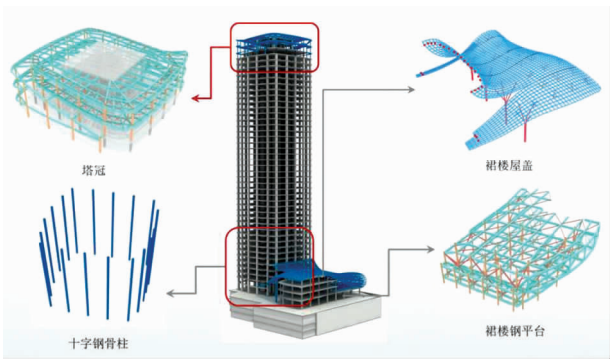


图 15 全专业协调应用

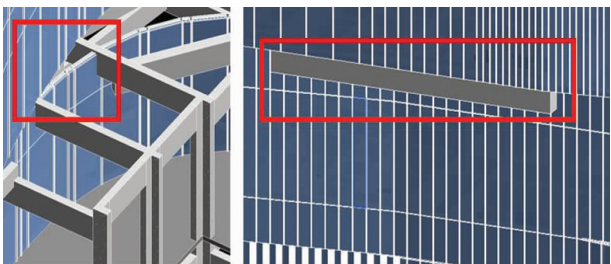


图 16 幕墙与结构专业碰撞检查

后的模型中提取 BIM 三维图纸(图 17),提交评审与施工深化。在方案或评审改动时,通过直接在模型上进行修改,图纸文档相应的自动修改,极大提高了工作效率。

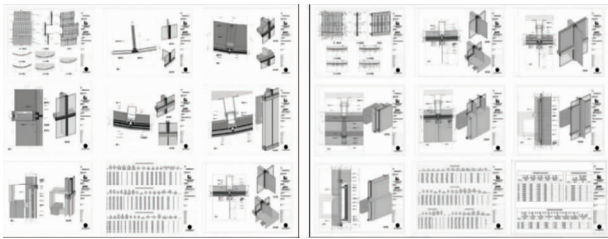


图 17 幕墙节点出图

5.4 深化设计阶段 BIM 正向设计研究

5.4.1 方案对比

在通过曲面翘曲分析后,通过 BIM 技术进行曲面玻璃幕墙冷弯做法与翘边两种方案比对(图 18、19)通过业主和日建设计对现场样板(图 20)的查看,确定了翘边的应用方案。

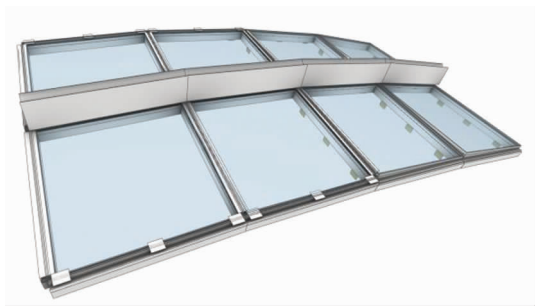


图 18 玻璃冷弯方案

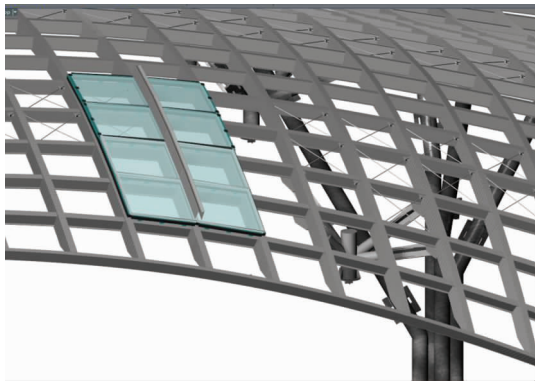


图 19 玻璃翘边方案

5.4.2 幕墙系统优化

通过 BIM 模型观察,玻璃幕墙系统中相邻玻璃板块型材具有共边的特点(图 21),玻璃和型材之间

必然存在特殊角度,为使玻璃安装至正确位置,铝折板副框需呈无规则梯形(图 22)。我们利用 BIM 技术,通过对系统进行优化,改为半单元式,取消共边型材,解决了设计下料与工厂加工的双重问题。



图 20 两种方案的安装效果

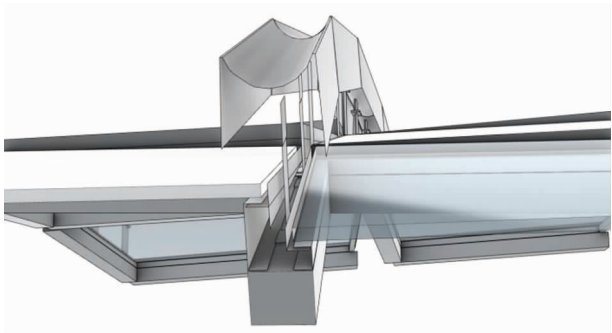


图 21 玻璃板块共边节点

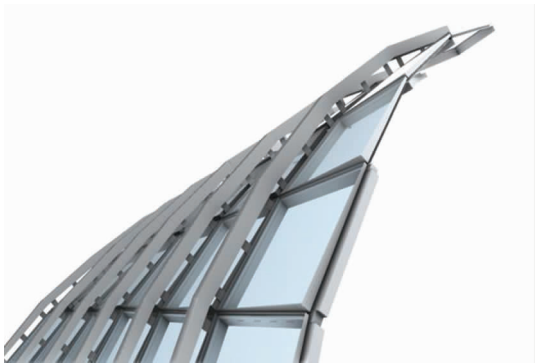


图 22 铝折板副框呈无规则梯形

5.4.3 铝装饰条设计优化

铝装饰条是业主和总包关注的重点,影响到整体的外观效果,我们通过 BIM 技术解决了铝装饰条外观效果存在的两个难题:

(1)剪刀现象(图 23)。两个相邻长直物体,放

置方向角成一定角度,并用公共平面斜切密拼的情况下,其相交截面会出现类似于剪刀的情况,剪刀的交叉点(即长直物体的放置基点)。

解决方法:如图 24 所示,通过 BIM 模型分析,装饰条的做法从 270mm 高改为 150mm 高,从玻璃分格缝定位优化为在装饰条顶部向下 75mm 处设中轴定位,拼接效果得到了明显改善(图 25)。

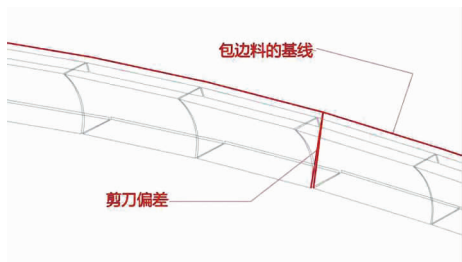


图 23 剪刀现象

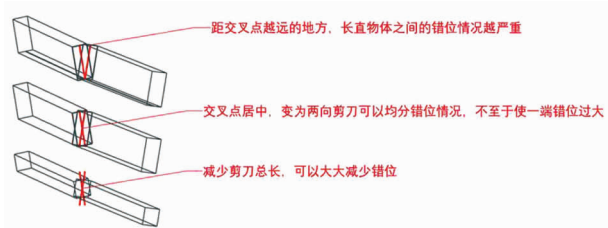


图 24 剪刀消除分析

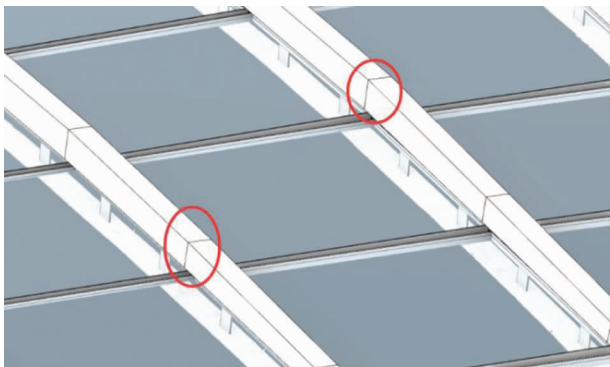


图 25 消除剪刀现象后的铝装饰条

(2) 铝装饰条错台偏差(图 26)。玻璃面板呈翘边状,铝装饰条与玻璃间隙存在着不均等错台。为使错台间隙趋于一致,设计方提出以翘曲点向上偏移一定距离,作为装饰条下口定位基线。而装饰条的效果存在着衔接渐变,所以偏移值在与塔楼衔接段和收尾段有所差异。

解决方法:我们利用 BIM 技术,前后进行了 7 次的推演,把每 1 段铝装饰条的端点连线,对应玻璃

的法线方向按照编写的算法进行偏移计算,最终完成错台偏差的优化调整(图 27)。

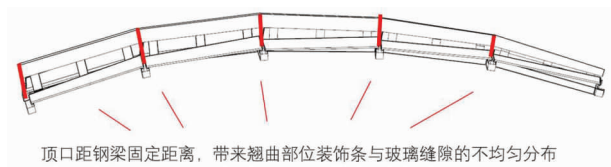


图 26 铝装饰条错台偏差



图 27 调整后的铝装饰条

5.5 下料阶段 BIM 正向设计研究

5.5.1 面材出图下料应用

(1) 彩釉玻璃批量出图

彩釉玻璃由于彩釉点数量大,玻璃的位置任意性,如何在图纸上给玻璃板块上清晰的标明彩釉点位是一个难题。我们利用 BIM 参数化技术找到了规律,得以批量排布玻璃彩釉点,连同每块玻璃的加工尺寸一起表达为预加工图,完成普通设计师需要两个月才能完成的 1 700 块玻璃彩釉点的全部配置(图 28)。

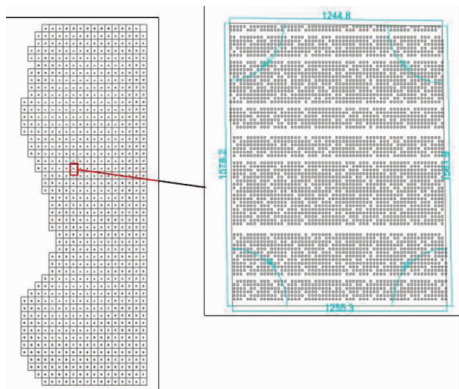


图 28 彩釉玻璃批量配置出图

(2) 铝板出图下料

对于四边形铝板,对接的铝板加工厂可以根据数据表格来加工,通过 BIM 技术将模型的板块数据

进行提取,输出下料单和加工图(图 29)。

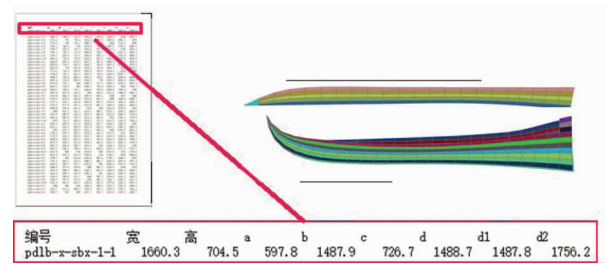


图 29 飘带铝板加工料单

(3)月牙铝包边板下单

包边铝板与装饰条相似,都存在剪刀误差,也存在三维拼切角,因此加工图的表达上需要有切割数据(图 30)。

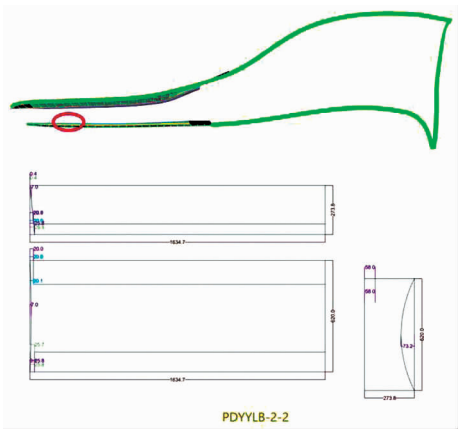


图 30 月牙铝包边板加工图

5.5.2 线材下料应用

(1)铝装饰条下料应用

装饰条加工图的难点在于三维切角的表达,在屋盖首尾区域共 9 排的渐变区装饰条,还存在着侧面和底面各切一刀空间斜角的情况(图 31)。我们利用 BIM 参数化技术,对装饰条进行分组,通过编写程序批量输出预加工图(图 32)。

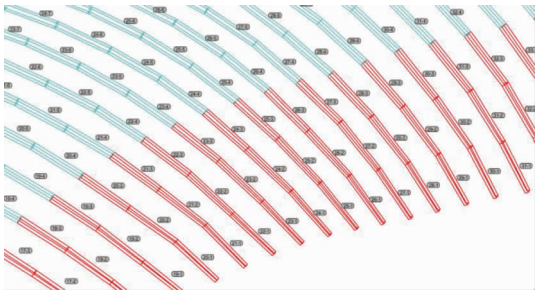


图 31 渐变区装饰条

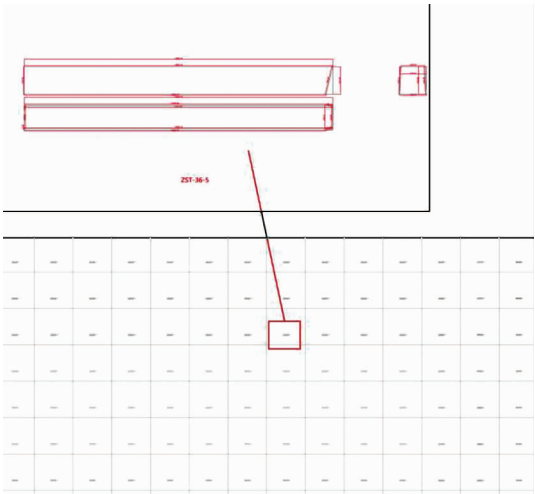


图 32 批量输出的预加工图

(2)玻璃护边下料应用

玻璃护边与玻璃面板存在平面上的推导关系,但由于玻璃翘边阶差的存在,在护边的高度上有所差异,我们利用 BIM 技术,将模型中的玻璃翘值参数结构化的传递过来,通过编写程序实现批量出图下料(图 33)。

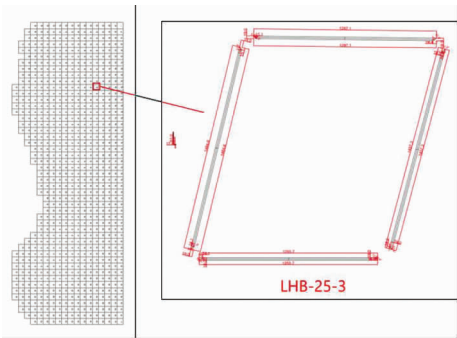


图 33 玻璃护边出图下料

5.5.3 钢件下料应用

我们通过利用 BIM 技术分析,对原始的钢件按照一定的阈值进行分类优化,主钢件优化为 8 种(图 34),次钢件优化为 3 种(图 35),极大减少了下料的成本。

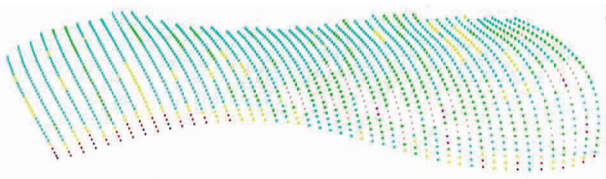


图 34 主钢件优化

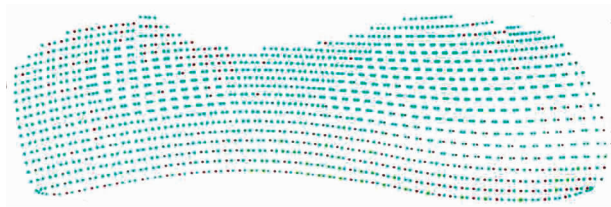


图 35 次钢件优化

5.6 施工阶段 BIM 正向设计研究

5.6.1 工艺工序及施工模拟

通过使用 BIM 技术,对项目施工过程实现模拟,降低施工风险。施工指导上,制作工艺工序的演示动画视频,一是作为技术交底的内容,二是指导项目施工,避免施工发生错误,造成返工(图 36 - 37)。



图 36 埋件安装工艺指导与现场效果



图 37 工序模拟与技术交底

5.6.2 三维扫描技术应用

我们结合三维扫描技术生成的钢结构模型,与建立的 BIM 模型进行对比(图 38),在施工前发现了实际安装时出现的偏差情况(图 39),导致部分幕墙无法安装。通过数据分析,我们提出了两种调整方案(图 40 - 43)供业主选择,最终选择了方案二,根据结构调整曲面,从结构中提取数据修改施工表皮,实现施工质量与效率。

5.6.3 测量放线技术应用

由于屋盖的所有面材和线材都是定制化加工,所以,幕墙安装的定位点也必须精准,我们预先在程序中对模型进行空间定位编号(图 44),利用 BIM

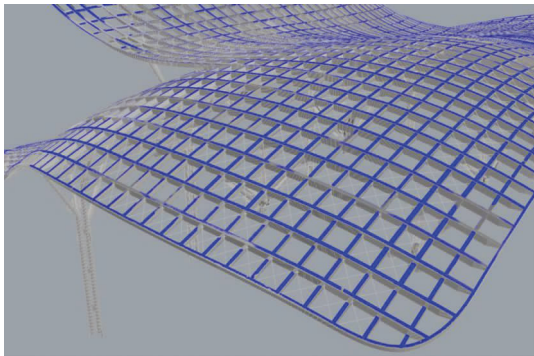


图 38 三维扫描模型与 BIM 模型对比

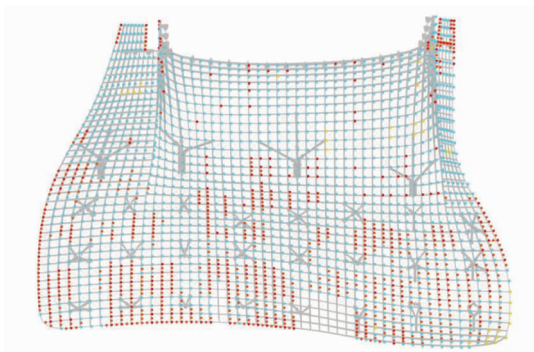


图 39 钢梁误差分布模型

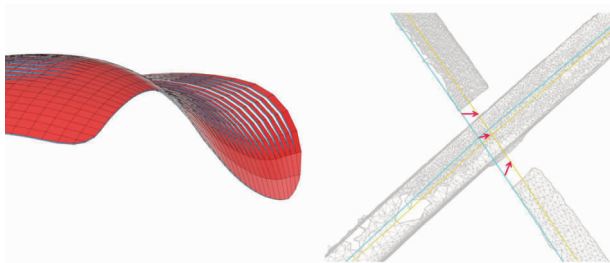


图 40 调整方案一

图 41 调整方案二

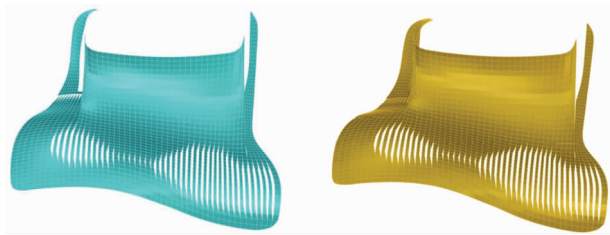


图 42 方案一调整后模型

图 43 方案二调整后模型

技术结合全站仪对每个安装点位进行测量,通过编写程序算法(图 45),自动筛选处理安装定位点(图 46),工人按照给定的定位点进行施工,提高了施工进度(图 47)。

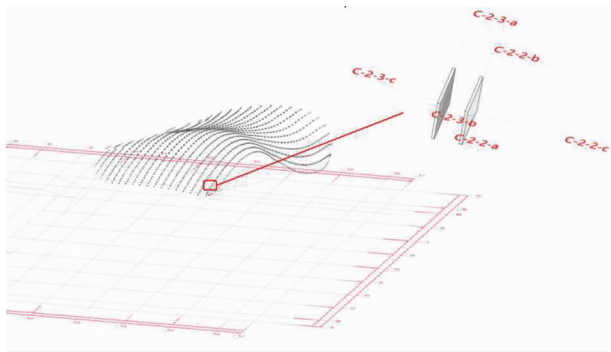


图 44 模型空间定位编号

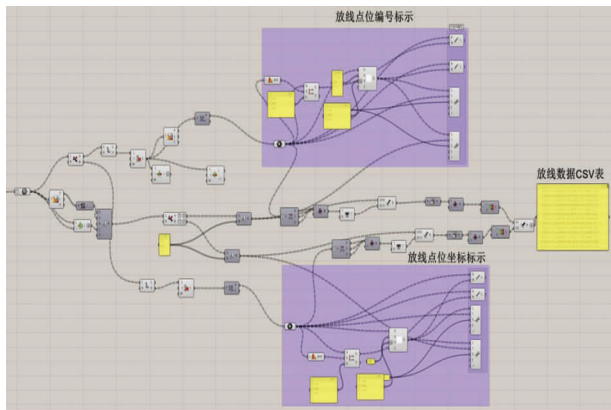


图 45 数据处理程序

L-1-1-a	85243.8	8535.4	19703.9
L-1-1-b	85230.9	8429.3	19685.2
L-1-1-c	85279.5	8516.4	19692.7
L-1-2-a	84999.4	8188.6	19684.8
L-1-2-b	84953.4	8282.6	19713.2
L-1-2-c	84958.2	8184.9	19692.5
L-1-3-a	84835	8231.7	19729.3
L-1-3-b	84880.9	8137.8	19700.3
L-1-3-c	84876.1	8235.4	19721.7
L-1-4-a	83660.7	7725.4	19858.6
L-1-4-b	83617.5	7820.6	19887.4
L-1-4-c	83619.5	7722.9	19866.4
L-1-5-a	83496.8	7803.5	19909
L-1-5-b	83539.9	7708.3	19880.2
L-1-5-c	83538	7806	19901.5
L-1-6-a	82344.5	7593.1	20089.4
L-1-6-b	82302.8	7689.1	20118.1
L-1-6-c	82303.2	7591.3	20097.1
L-1-7-a	82183.5	7682.5	20142.9
L-1-7-b	82225.1	7586.6	20113.9
L-1-7-c	82224.9	7684.1	20136
L-1-8-a	81078.9	7531.1	20302.4
L-1-8-b	81037.2	7626.9	20331.4
L-1-8-c	81037.5	7529.4	20309.3

图 46 空间定位点

6 结语

BIM 技术及其应用各方观点、态度不尽相同,但各单位都是非常重视信息化建设以及 BIM 技术的



图 47 实际安装效果

发展,从这些看出至少 BIM 是朝着设计顶层发展方向走的,相信广泛应用 BIM 正向设计已然不远。幕墙 BIM 正向设计目的是为使项目建设更高效优质,就当前而言,幕墙 BIM 正向技术研究的重点是如何推进 BIM 设计成为顶层设计,以解决实际问题、实现项目落地为导向,完善设计、施工和维护的全流程,融合“互联网+”、物联网和大数据、云计算等技术,研发实用的插件软件 and 平台,打通信息链路壁垒,提高幕墙项目效率和产能,实现幕墙 BIM 技术应用的 最大价值。

参考文献

[1] GB/T 51212 - 2016,建筑信息模型应用统一标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2016.

[2] 刘创,周千帆,许立山,等.“智慧、透明、绿色”的数字孪生工地关键技术研究及应用[J]. 施工技术, 2019, 48(1): 4-8.

[3] 毛志兵. 从人工智能到智慧工地 迎接建造方式的新变革[J]. 中国勘察设计, 2017(8): 28-29.

[4] 陈辰. 浅谈 BIM 助力数字城市[J]. 土木建筑工程信息技术, 2014, 6(3): 112-114.

[5] 葛松培,孙红三. 建筑业信息技术应用新概念——BIM [A]. 计算机技术在工程建设中的应用——第十二届全国工程建设计算机应用学术会议论文集[C]; 2004 年.

[6] 姜东民,陈红团. BIM 在我国推广和应用存在的主要问题及对策[J]. 价值工程, 2017(36): 4 -6.

[7] 黄钰钢,王鹏翔. BIM 在施工总承包项目管理中的应用价值探索[J]. 土木建筑工程信息技术, 2013, 5(5): 88-91.

[8] 周千帆,刘金周. 雄安市民服务中心全生命期 BIM 应

- 用[J]. 土木工程信息技术, 2019, 11(1): 32-38.
- [9] 浦至,郑昊. 超高层办公楼建筑多专业协同 BIM 正向设计[J]. 土木工程信息技术, 2019, 11(1): 110-119.
- [10] 何关培,黄锰钢. 十个 BIM 常用名词和术语解释[J]. 土木工程信息技术, 2010, 2(2): 112-117.
- [11] 王勇,张建平,胡振中. 建筑施工 IFC 数据描述标准的研究[J]. 土木工程信息技术, 2011, 3(4): 9-15.
- [12] 刘照球,李云贵,吕西林. 基于 IFC 标准结构工程产品模型构造和扩展[J]. 土木工程信息技术, 2009, 1(1): 47-53.
- [13] 王凯. 国外 BIM 标准研究[J]. 土木工程信息技术, 2013, 5(1): 6-16.
- [14] GB/T 51235 – 2017,建筑信息模型施工应用标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2016.
- [15] GB/T 7027 – 2002,信息分类和编码的基本原则与方法[S]. 北京:中国标准出版社, 2003.
- [16] JGJ/T 434 – 2018,建筑工程施工现场监管信息系统技术标准[S]. 北京:中国标准出版社, 2018.
- [17] JGJ/T 448 – 2018,建筑工程设计信息模型制图标准[S]. 北京:中国标准出版社, 2018.
- [18] GB/T 51269 – 2017,建筑信息模型分类和编码标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2017.
- [19] 何关培. 中国 BIM 标准个人思考(一)[J]. 土木工程信息技术, 2012, 4(3): 56-61.
- [20] 吴文勇,焦柯,童慧波,等. 基于 Revit 的建筑结构 BIM 正向设计方法及软件实现[J]. 土木工程信息技术, 2018, 10(3): 39-45.
- [21] 李犁,邓雪原. 基于 BIM 技术的建筑信息平台的构建[J]. 土木工程信息技术, 2012, 4(2): 25-29.

Research the BIM-based Forward Design of Complex Building Curtain Wall

Cheng Xiqi, Li Bei, Qiu Jizhun, Chen Bingren

(China Construction Shenzhen Decoration Co., Ltd., Shenzhen 518035, China)

Abstract: Curtain wall is a special discipline in AEC industries, The entire life cycle implementation of BIM is going to be a milestone during the innovative development of building curtain wall, especially in the construction of complex curtain wall. This paper has explored the difficulties of BIM-based forward design in many building curtain wall projects, studied the methodologies and processes of BIM-based forward design in current environment, and finally present the implementation process of BIM-based forward design of curtain wall through real cases.

Key Words: BIM; Forward Design; Curtain Wall; Digital Construction