

BIM技术在高层建筑钢构架空层玻璃幕墙施工中的应用

徐晨

中铁城建集团有限公司总承包分公司

[摘要]随着二、三线省域副中心城市的迅速发展,高新技术产业区内的高层建筑造型独特,主题鲜明,其外立面造型由结构与外幕墙构成,富有科技感。高层建筑屋顶钢构架空层玻璃幕墙施工难度大、工艺节点复杂,可借助BIM技术的参数化、可视性、可模拟性等特性优化设计与施工,提升建筑产品质量的同时,实现降本增效。

[关键词]BIM技术;玻璃幕墙;屋顶钢构

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.12.907

一、引言

BIM技术实际应用所产生的经济价值往往很难得到准确的统计,在对施工技术质量要求较低的小型项目,应用成果一般,而在大型建筑结构复杂或者是体量较大的项目,例如复杂的、大体量的幕墙工程中,BIM技术在其设计、施工乃至运维过程中的实际应用成效都十分显著。通过BIM技术,不仅使我们可以对复杂的施工技术进行进一步的完善和深化,同时还使我们可以有效地解决复杂的施工碰撞、施工仿真以及预制材料加工等诸多环节的问题。针对BIM技术在高层建筑屋顶钢结构架空层框架式玻璃幕墙建筑施工环节中的必要性和应用价值,本文就衡阳国家级高新技术产业开发区总部基地项目幕墙工程对BIM技术在建筑物施工环节管理中的重要性和应用作为论述重点。

二、工程简介

衡阳国家级高新技术产业开发区总部基地工程位于湖南省衡阳市高新区,划分为南北两个区域,其中,南地块总规划建筑面积达40.95万 m^2 ,建筑标高约100m,由7幢高层建筑及裙房和1幢多层组成。建筑所有外墙均采用幕墙做围护结构,幕墙面积达22.82万 m^2 ,项目幕墙系统多种多样,有FT-01:铝板幕墙系统;FT-02:竖明横隐玻璃幕墙系统;FT-03:玻璃雨棚系统;FT-04:铝板雨棚系统。建筑造型独特,主题鲜明,富有科技感。幕墙造型有折线形幕墙造型、屋顶钢结构架空层斜幕墙造型以及空中玻璃盒子。

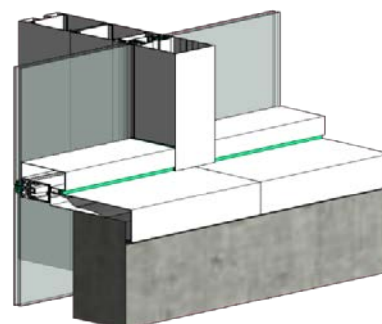
三、屋顶钢构架空层玻璃幕墙施工难点分析

2#、3#、5#~8#楼塔冠部分架构为钢结构架空层。架空层最高18.3m,无法按照常规方式架设吊篮,且塔冠最上方为斜线造型,导致最顶部的框架玻璃均为异型斜角玻璃,所以塔冠部分施工措施以及与主体结构交接处防水做法是本项目一大难点。

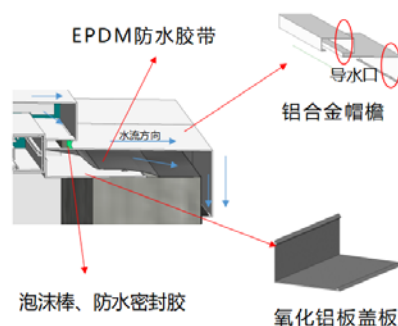
四、BIM技术在幕墙工程中的应用

(一) 深化设计

建立关键节点的BIM模型,以模型为基础进行节点施工图深化,保证深化设计与施工方案的合理性、可行性和经济性。例如,该项目的塔冠幕墙出屋面最高达18.3m,在受到较大风荷载作用下,会导致玻璃幕墙反复吸鼓变形,屋顶女儿墙与外挑幕墙之间会成为一个最容易渗漏的地方,若采用一般防水处理,防水效果将大打折扣,影响建筑后续的使用体验。为了解决这一难题,借助BIM技术完成对易渗漏处的复杂构造节点深化,将横梁与女儿墙连成整体,提高幕墙防水质量。对于复杂的构造节点施工人员往往难以想象其三维形态,深化后的节点模型还可充分发挥其可视化的优势,运用dynamo可视化编程驱动模型一键生成爆炸图,可用于管理人员与设计方协同交流,也可添加文字说明后,用于施工技术交底,实现一模多用、一模到底。



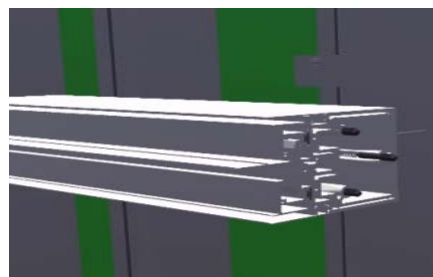
(a) 防水节点模型创建



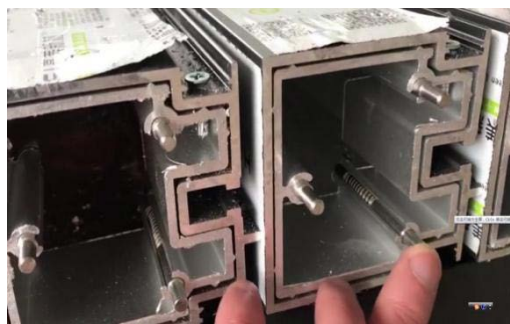
(b) 防水节点构造分析

图1 关键节点模型创建

为提高幕墙施工效率进行幕墙结构与安装技术的创新应用,借助BIM技术发明出一种两端设置安装套芯的闭口形式横梁安装技术,改变弹簧销直接与横梁连接,增加安装套芯。一方面,大大简化了弹簧销由于受横梁影响的繁琐安装过程,使得弹簧销的安装简便;另一方面,横梁内部取消了通长的弧形筋槽,使得横梁省料;横梁受力时,其端部从单一横梁受力转变为横梁与套芯共同受力,抗扭性能增强;横梁安装创新采用水平辐射式移位方法,将装配好的横梁组合结构运输至指定待安装立面位置,从同一水平待安装区域的中间立柱位置开始基于安装靠模进行横梁与立柱的卡接式安装,向两边辐射式展开安装作业完成横梁安装。安装时采用靠模辅助,两组工人或多组工人可同时施工,安装效率大大提高提高安装质量与效率,减少了施工人员在高空作业的时间。



(a) 三维模型示意图



(b) 现场实际产品

图2 模型与实物对照

(二) 幕墙模型下料加工

使用Dynamo自主开发可视化程序，可自动对面板编号，减少重复工作，效率高，精度高。通过技术人员自己设计的Dynamo程序将存在一定局限性的明细表中的数据进行选择，并且实现与Excel表格的联动交互。由于revit软件不能生成长度小于0.8mm的直线，因此无法绘制许多小零件并输出各种类型的加工图纸。该设计方法特别适合幕墙网格划分、构件尺寸和型材重量等信息提取，以及与CAD或其他平台的协同工作。对于施工单位来说，revit软件可以满足使用需求，而设计单位往往采用工业设计软件出具幕墙加工下料单。该项目对塔楼顶部异型玻璃进行整体放样后再下单采购，确保斜边尺寸精准，保证了安装后整体效果。

(三) 碰撞分析

在复杂幕墙工程的施工中，常常会与其他分部工程的施工发生一些碰撞和冲突。在这个施工过程中，往往会对幕墙的设计和施工产生很大的影响。通过BIM技术的全程应用，能够有效地仿真和集成整体施工进度和详细工况，进行合理的布局和剖析。与此同时，BIM软件还可以有效地帮助建筑设计师和施工人员及时提供更加准确详实的建筑设计施工信息，从而有效地确保整个施工环节的有序进行。

(四) 可视化交底

互联网时代出现的区别于传统交底的组织会议交底、书面交底或交互式自助交底的新情形，其实现方法是利用BIM渲染图或动画通过后处理，对需要交底的内容利用投屏显示、打印输出或二维码展示，通过三维模型、图片、文字做出方案，进行交底。对于特殊节点、安装和施工工艺，以BIM模型为基础，进行多角度、多层级的表达，并依据需要进行4D的动态展示，通过对重难点的关键节点、工序、工艺的精确处理，最终传给施工终端的实施者。现如今，短视频的兴起，人们从视频内容获取信息的效率可观。所以，可视化交底除了图片加文字的方式，还可以将施工工艺已动画视频的形式展示出来，工人可以快速理解，提高交底质量。

(五) 施工模拟

屋顶钢结构架空层幕墙施工无法在屋面直接架设吊篮进行施工，需要根据实际情况，编制专项的施工方案指导施工。衡阳总部基地项目的2#、3#、5#~8#楼屋顶幕墙施工可选用两种特殊吊篮架设方式。第一种，先在屋面层搭设满堂脚手架作为吊篮架设平台；第二种，吊篮前支臂通过焊接固定在钢结构外围的主梁上，后支臂使用U型钢板抱箍焊接在钢结构次梁上，同时支臂尾端采用标准吊篮钢丝绳收紧拉在下方的钢结构梁上固定。运用BIM技术进行方案模拟，验证可实施性。

表1 骑梁式吊篮支座反力表

节点	荷载	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)	MZ (kN*m)
2	111	-1.58	0.69	3.03	-0.18	-0.02	-0.05
3	111	1.58	0.69	3.03	-0.18	0.02	0.05
8	111	0.00	5.33	9.43	-1.86	0.00	0.00
9	111	0.00	-0.94	-7.10	0.00	0.00	1.0

经验证，两种方案均可实施，并进行了工况力学计算，确保吊篮施工安全。同时，对比分析二者在经济方面的优劣，根据模型明细表导出的数据以及材料费用单价显示，方案二较方案一可节省成本约2万元，并且方案二的实施对屋面工程施工影响较小，塔冠幕墙与屋面工程同时施工，可缩短整体工期20天。最终，项目部决定采用方案二进行现场施工。

五、结束语

BIM技术的出现为项目精细化管理提供了有力武器，在设计、施工技术要求高的幕墙工程实施中，技术、管理人员利用BIM技术可以大显身手，可视化、参数化、协同化等特点与实际管理紧密结合，实现了全新的技术赋能，提升了工程质量、加强了安全管理，为项目实现降本增效。在该项目钢结构架空层玻璃幕墙施工中，利用BIM技术解决实际问题，落地应用带来的价值经过量化，节省的费用共计可达约150万元。BIM技术在幕墙工程中的应用正在快速推广研讨，越来越多的项目借鉴使用，将逐渐形成标准化的应用流程和更多的创新应用成果。

参考文献：

[1]戴锦贤.浅谈高层建筑玻璃幕墙施工技术[J].建筑与装饰,2021(1):147-147.

[2]周红生.现代高层建筑中玻璃幕墙施工的关键技术研究[J].无线互联科技,2020,17(10):165-166.

[3]吴铎滨.BIM技术在建筑工程项目管理中的应用分析[J].福建建筑,2021(4):102-104.

[4]曹建昌.幕墙楼冠处的防水技术研究[J].中国建筑防水,2018, No. 396(16):27-29.

[5]田学勤,罗玉志,宋凌月等.浅谈框架式玻璃幕墙闭腔横梁系统[J].中国科技纵横,2015(10):114-114+117.

[6]陈炳任,邱继衡.BIM融合工业数字化的创新技术在幕墙出图下料中的应用[J].土木建筑工程信息技术,2019,11(003):81-88.

[7]刘智波,剧小凡.BIM技术在复杂幕墙工程设计及施工中的有效应用[J].居舍,2018(25):22.

[8]张晨.基于BIM技术的建筑工程碰撞检查及优化研究[J].工程建设与设计,2021(7):116-118.

[9]鄂嘉薇.工程成本管理中BIM技术的应用[J].中小企业管理与科技,2021(10):195-196.

[10]邓鑫诚,赵伟卓.基于BIM技术的施工模拟动画应用研究[J].数码设计,2021,10(5):62-63.

[11]孙昌回.基于BIM技术的工程造价精细化管理研究[J].住宅与房地产,2019, No. 546(24):23+34.

[12]Sam Diaryboy Dennis, Jr. 丹尼斯.基于开发水平(LOD)的幕墙BIM建模方法研究[D].中国矿业大学,2020.

[13]刘永华,孙浩.框架式幕墙龙骨单元装配式施工技术的应用[J].建筑施工,2021(02):205-208.

[14]罗嘉祥,宋姗,田宏钧.Autodesk Revit 炼金术—Dynamo基础实战教程[M].上海:同济大学出版社,2017:5~6