公司名称

中国建筑第八工程局有限公司

项目地址

中国，天津

应用软件

Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Design Review
Autodesk® DWG TrueView™

> 应用BIM技术，可大幅度提高建筑工程的集成化程度，促进建筑业生产方式转变，提高投资、设计、施工乃至整个工程生命期的质量和效率，最终提高工程质量。同时，BIM技术能够实现工程项目全生命周期的信息交换，实现项目全过程的精细管理，为产业链贯通提供技术保障和有效管理模式，促进建筑领域生产和管理方式的变革，推动建筑产业化和可持续发展。
>
> —邓明胜
> 副总工程师兼项目总工程师
> 中国建筑第八工程局有限公司

新区“第一高” BIM智造

BIM技术助力天津周大福金融中心项目打造滨海华美之钻

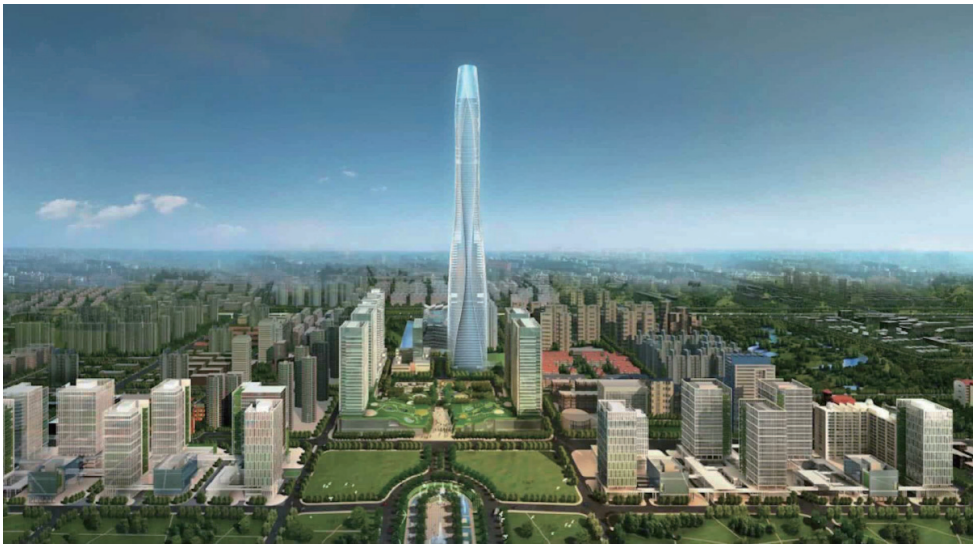

图1 天津周大福金融中心项目图

中国建筑第八工程局有限公司隶属于世界500强中建总公司旗下的国有大型建筑骨干企业，以承建“高、大、特、新、重”工程著称于世，被誉为“南征北战的铁军，重点建设的先锋”，尤其是在超高层、机场航站楼、会展博览 、体育场馆、绿色施工及BIM应用等领域具有核心竞争力。

中国建筑第八工程局有限公司（以下简称中建八局）是世界500强企业——中国建筑股份有限公司的全资子公司，是国家住建部颁发的新房屋建筑工程施工总承包特级资质企业，主要经营业务包括房建总承包、基础设施、工业安装、投资开发和工程设计等，综合实力位居国内同级次建筑企业前列，是国内最具竞争力和成长性的建筑企业之一。中建八局建立了博士后科研工作站和省级技术中心，积聚了雄厚的科技优势，被评为“全国建筑业科技进步与技术创新先进企业”。

中建八局以承建“高、大、精、尖、新”工程著称于世，在国内外建造了一大批地标性建筑精品，是中国承建机场航站楼、会展博览、体育场馆、医疗卫生、高档酒店、文化旅游等项目最多的企业，被誉为“南征北战的铁军，重点建设的先锋”。先后荣获“全国文明单位”、“全国五一劳动奖状”、“全国质量奖”、“全国优秀施工企业”、“全国用户满意企业”、“全国企业文化建设先进单位”、“全国模范职工之家”等多项国家级殊荣。

一、前言

建筑信息模型（BIM）技术已成为建设领域信息技术的研究和应用已经进入高速发展的快车道，美国有超过一半的建筑相关机构在使用BIM，亚洲的新加坡、日本和中国香港等地BIM的发展势头也十分迅猛。近两三年，BIM在国内的热度持续不减，并且各大设计、施工龙头企业开始纷纷探索应用落地的方法，将BIM技术实实在在扎根实际应用。天津周大福金融中心项

图2 天津周大福金融中心整体项目图

目的BIM采取“总包主导，统筹分包，辐射相关方” 的BIM应用模式，自主研发BIM协同平台，实现项目众多参与方的BIM协同应用管理。针对工程重难点，提出BIM解决方案，辅助工程建造，竣工后，结合运维需求，探索LOD500模型交付。推行和围绕“三全BIM应用” 思路（全员、全专业、全过程），从模型精度、应用维度两方面进行同步落实以满足工程不同阶段的BIM应用需求。

二、 项目概况

天津周大福金融中心总建筑面积39万平方米，由4层地下室，5层裙房及100层塔楼组成，建筑总高530m，为天津滨海第一、世界第九高楼，涵盖甲级办公、豪华公寓、超五星级酒店等多种业态。

三、项目特难点及BIM需求

工程特点：本工程塔楼超高，建筑立面造型新颖独特，结构形式和空间位置多变，在钢结构深化设计以及构件加工、幕墙空间曲面优化方面有较高的要求、本项目还包含上百个独立运行的机电系统。

工程难点：综合排布等方面难度极大。同时项目参与方众多，传统信息传递及沟通方式对项目有序高效推进影响极大。

BIM需求：本工程体量大、专业较多，多专业协同深化不到位，会严重影响工程进展；业主要求高，本项目BIM标准按照美国AIA-G203-2013标准实施，最终需移交LOD500模型；

项目应用BIM的目的是在建设全周期内应用BIM技术，提高专业服务水平，提升项目品质；运用BIM，帮助业主最大可能地衔接设计与施工阶段，以D4C（Design For Construction）理念为指导原则，最大限度实现设计、施工一体化，提高设计质量和施工效率，最终在进度、成本、质量、管理等方面，为业主带来实实在在的效益；同时在金融中心建成后，完整移交物业数字化模型及数据库，为运维阶段的BIM实施奠定基础，为后续的运维阶段发挥重要的作用。

四、BIM应用目标及思路

1、采取“总包主导，统筹分包，辐射相关方” 的BIM应用模式，依托Autodesk功能强大的BIM建模协同平台，实现项目众多参与方的BIM协同应用管理。针对工程重难点，提出BIM解决方案，辅助工程建造，竣工后，结合运维需求，探索LOD500模型交付。

2、推行和围绕“三全BIM应用” 思路（全员、全专业、全过程），从模型精度、应用维度两方面进行同步发展，以满足工程不同阶段的BIM应用需求。

五、BIM应用创新

1、复杂节点钢筋与钢结构连接及绑扎顺序优化

地下室T形组合墙厚3m，周长达42m，包裹6根钢管柱和钢板墙，钢筋排布密集，操作空间受限，应用BIM技术进行方案模拟，优化钢筋与钢结构开孔、接驳器连接方式和绑扎顺序。

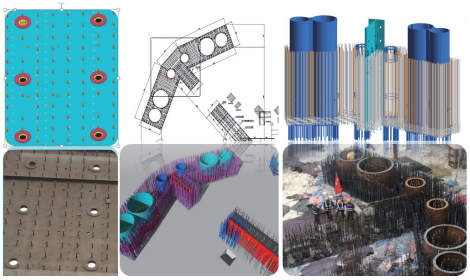

图3复杂节点钢筋与钢结构连接及绑扎顺序优化

2、二次结构多专业协同深化，实现零剔凿、零封堵

通过土建与机电各专业的协同，BIM模型中将所有穿墙管线留洞、套管预埋、圈过梁及构造柱设置、砌块排布统筹考虑，做到“一墙一图，按图备料，照图施工”，不仅杜绝了后期机电开凿的二次破坏和大量洞口封堵，而且有效减少砌体施工中的材料消耗和垃圾废料产生量，大幅提升施工质量。

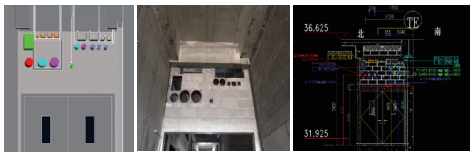

图4二次结构多专业协同深化

传统的做法往往是二次结构墙体先行施工，后期机电管线穿插进入，对墙体开凿破坏十分严重，后续的封堵质量也参差不齐难以保证，项目人员通过工序优化，土建和机电专业在模型中同步协调，在二次结构墙体中预留所有机电系统穿管洞口后，在进行二次结构排砖，最终生成现场施工图纸。

这项技术的难度在于项目人员既要保证所有的模型精度额准确性以及要在整个周大福所有二次结构墙体实现“一墙一图”。

3、机电管线综合排布

在二维图纸基础上，各专业利用中心文件同步进行三维协同深化建模，通过碰撞检查、漫游审查等方式，循环调整，消除专业间碰撞及排布不合理的问题。机电管线排布完成后，通过BIM模型直接生成施工图纸，用于指导现场施工。

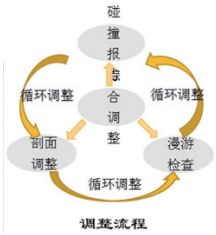

图5调整流程

4、机电管线数字化加工

利用BIM模型导出精确尺寸和完整的管件分节料单，再导入数控机床，实现工厂预制化加工。

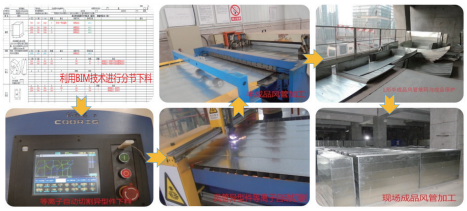

图6机电管线数字化加工

5、机器人自动放线

BIM模型作为施工图纸，导入放线机器人，将模型中的管线定位准确反馈到施工现场，大大提高放线工作效率和精准度。

往往其他项目机电管线只是进行管线排布，而觉得支吊架绘制麻烦，工作量巨大省去这一步骤，这种做法的弊端是后期现场施工对于管线密集的部位还是会出现碰撞。该项目把所有机电管线的支吊架的位置准确的定位在模型中，一同进行协同碰撞检测，这样带来的一大好处就在这个地方体现将模型导入项目人员使用的天宝放线机器人中，通过类似于平板的控制面板，点击模型中的支吊架，这样机器人会自动红外线定位打到顶部楼板，工人直接照点确定

图7施工现场机器人自动放线

位置，这种方法速度大大加快，精度也有极大的提高。

6、异形交汇弯扭构件BIM放样及板块高精度分割下料

对于16~27、43~47层交汇弯扭角度超过90°的异形柱节点，在深化扭转变截面的模型时，通过BIM软件放样产生实体，优化板块分割，得到控制点的坐标，极大提高深化加工效率和精准度，利用模型自动展开功能求解最小下料尺寸，精确指导加工，减少材料浪费，提高板材的利用率。

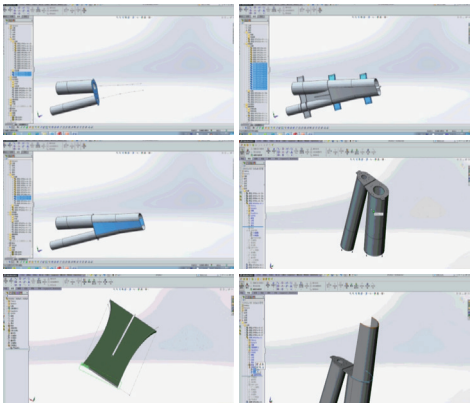

图8异形交汇弯扭构件BIM放样及板块高精度分割下料

7、幕墙参数化建模

利用Autodesk Dynamo插件读取建筑师提供的单元板块控制点，自动生成幕墙表皮模型。

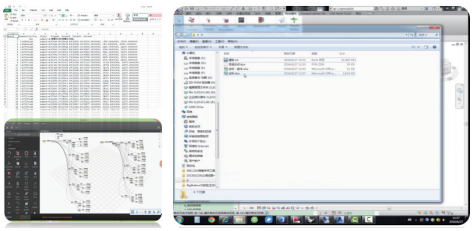

图9 Autodesk Dynamo生成幕墙表皮模型

8、幕墙单元板块翘曲分析与玻璃优化

利用BIM软件分析统计出每个单元板块的翘曲值，在此基础上对幕墙单元板块进行深化，保证了整个建筑形体的外观效果。

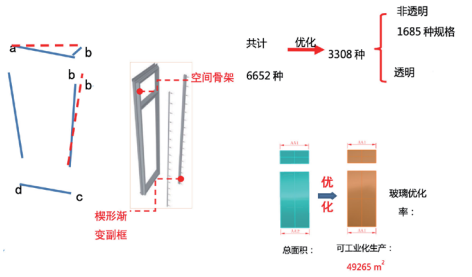

图10幕墙单元板块翘曲分析与玻璃优化

初步设计阶段，塔楼幕墙玻璃规格达6652种。通过数据分析，将相差在-4mm以内的玻璃规格进行归并，将玻璃规格优化缩减至3308种，显著提高玻璃的工业化加工率。

9、空间曲面单元体高精度加工

借助三维机械设计软件，细化模型精度达到加工级别，同时生成工厂组装需要的装配明细表，指导构件预制加工。

图11空间曲面单元体高精度加工

10、VR助力安全体验和精装样板

利用BIM模型搭建现场安全设施、环境、和精装修设计方案的VR场景、通过穿戴VR设备进入虚拟环境中，真实感受不同的设计方案效果和现场环境，实现方案优选和安全体验。

图12 VR助力安全体验和精装样板

VR技术的优势是可以提供近似逼真的虚拟场景，给人一种沉浸式的体验，通过项目人员模拟在天津周大福项目287米高且没有防护状态下的高空行走和坠落的体验过程。项目体验人员在进入场景后，第一感受就是场景真实，配上施工现场声效，让人感觉身临其境，即使是体验者知道自己所处的真实位置是在地面，仍然有易于坠落的恐惧感，从而感受到无防护状态下高处作业的危险性，可以最大程度地让人们从心底认识到发生安全事故的危害性及预防的重要性。

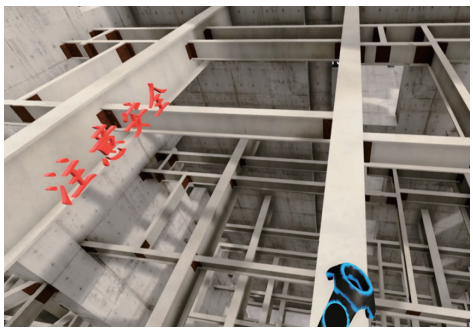

图13 VR预览效果

11、三维激光扫描助力模拟预拼装、边线复核

a.使用三维激光扫描仪对加工好的构件进行扫描，将扫描的到的点云模型和BIM模型拟合进行对比分析，检测构件加工质量。

b.对交汇扭转异形柱、转换桁架等复杂节点，利用三维点云模型进行逆向建模，生成无接缝的多边形曲面，将逆向模型与标准模型在数字平台进行模拟预拼装，检查构件加工质量是否满足安装要求，节约工厂预拼装成本，提高工作效率，保证构件的加工质量。

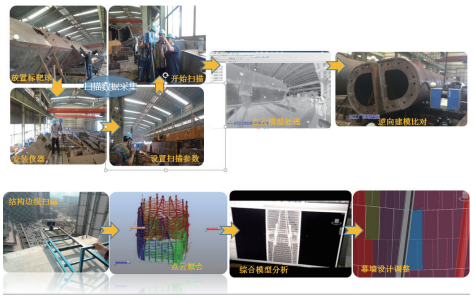

图14三维激光扫描助力模拟预拼装、边线复核

12、4D工期模拟

利用Autodesk Navisworks软件将模型与计划关联，直观展现进度计划，对比现场实际进度与进度计划之间的差异，分析原因并找到解决方法，使项目全体人员能够直观了解到工程实际进度情况及工序穿插顺序，明确下一步工作安排，促进了项目生产工作有序开展。

13、BIM协同管理平台

图15 BIM协同管理平台

a.平台模型轻量化

基于Autodesk Revit 开源平台，二次开发适用于企业自身管理需求的管理平台，使模型快速轻量化，同步至项目私有云平台，平台模型大小为原模型的1/6，方便上传和下载浏览，以及

采取“总包主导，统筹分包，辐射相关方” 的BIM应用模式，依托Autodesk功能强大的BIM建模协同平台，实现项目众多参与方的BIM协同应用管理。

项目全员应用于推广，让更多的现场的一线工程师使用模型来处理问题。

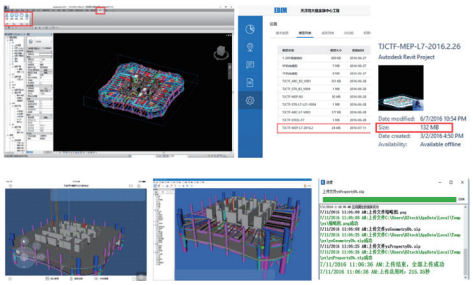

图16平台模型轻量化

b.平台模型关联二维码

BIM模型中每一个构件均可生成唯一二维码，模型与实体构件双向关联、逐一对应，现场数据通过二维码集成于BIM云平台。通过扫码可定位构件在模型中的位置，更新或追踪构件出厂、运输、进场收货、现场安装、分部分项验收过程中的实时信息。

依据高精度模型生成一一对应的二维码，然后在现场给每个专业每个构件贴上这个类似于身份证的标签，而且通过这个标签轻松定位、修改物流信息状态、

c.多专业问题协同

在项目管理平台中建立项目圈并制定组织架构，项目参建各方根据角色分工拥有不同的权限。并通过创建话题的形式，对工程整体的进度、质量、安全等工作进行实时交流、管控。

图17多专业问题协同

六、BIM应用总结

今天业主已经越来越多地懂得建筑信息模型（BIM）作为一个功能强大的技术有利于设计全过程的整合、管理整个项目进度、控制成本、减少项目的误差…根据现有的调查报告显示：BIM为业主带来了很大的商业价值。从BIM的商业价值来说。BIM最初作为一种设计工具，后来演变为承包商的重要工具，BIM的价值也正在扩大。现在，业主越来越想使用BIM，想通过BIM更有效地解决建筑生命周期的存在的问题并把BIM的价值融入竣工后的设施管理中。

BIM技术的能力和价值，相对以往的项目管理技术手段，都是前所未有的。可以判定，BIM技术将给施工企业项目精细化管理、企业集约化管理和企业的信息化管理带来强大的数据支撑、技术支撑和协同支撑，突破了以往传统管理技术手段的瓶颈，从而带来项目管理和企业管理的革命。

可以预见，BIM技术将成为建筑业的操作系统，越来越多的岗位作业将在基于BIM的系统上完成，这样能让工作更高效、质量更高，让工作成果可存储、可搜索、可计算分析。与基于BIM的管理模式相比，继续沿用传统管理技术手段进行项目管理作业，将有很大的效率落差和质量落差，在进度、成本和质量安全管理上将差距巨大，企业竞争力将无从谈起。这就意味着，不在BIM技术应用上及时跟进，即面临淘汰的危险。

天津周大福金融中心项目施工阶段BIM应用，由总包方牵头，全面推进“三全BIM应用理念”顺利进行，打通施工阶段依托模型的深化设计出图、智能化预制加工、三维激光扫描质量复核等各个环节，在质量安全、成本、计划等方面为项目取得经济效益四千余万元。

已实施应用点收益		
应用点	直接经济效益	其他收益
施工图优化	100万元	降低质量风险、工期风险、施工组织难度
机电管线综合排布	3000万元	缩短工期，提高质量，降低施工难度
钢结构复杂节点深化	1000万元	缩短工期，提高质量，降低施工难度
幕墙玻璃优化	200万元	缩短工期，提高质量，提高工业化加工率
协助方案编制和施工演示	10万元	提高沟通效率，降低质量风险
点云模型应用	100万元	降低质量风险
VR虚拟精装样板	50万元	缩短工期，提高质量
基于BIM的项目管理平台	15万元	提升工作效率及信息传递的准确性
合计	4475万元	

图18已实施应用点收益

通过将海量施工数据集成于协同管理平台，为后期物业运维提供可靠的数据基础，探索出一条适合大型项目利用BIM有效提高总包管理水平的全新途径，并将联手Autodesk公司持续创新，力求为每一个客户提供更加优质的服务。

> 建筑信息模型（BIM）作为一个新的衡量标准，在过去的几年里，在利用BIM技术来提高生产率，精度，质量，和工人的安全，BIM的创新也让他更快的融入建筑的行业中，业主也越来越多的看到BIM带来的巨大价值，也从开始的拒绝BIM到现在的主动使用BIM对业主的好处归纳一下几点：(1)BIM可视化可以更好的理解设计；(2)BIM在施工成本控制的有利影响；(3)BIM极大的影响项目进度；(4)BIM分析和仿真功能，带来一个更合理的设计；(5)BIM协调施工可以减少施工阶段问题的发生通过政府政策的指导，业主可以尝试率先的使用BIM，从而带动整个市场的发展。这样就可以增加BIM的市场份额和发挥BIM的价值。
>
> —苏亚武
> 天津周大福金融中心项目经理
> 中国建筑第八工程局有限公司