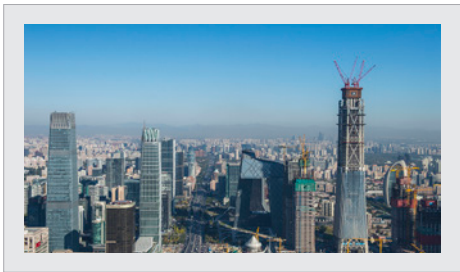


“中国尊”项目 施工阶段的 BIM 技术应用



项目概况

“中国尊”建筑是集超高超大于一体的超级工程，总投资为 240 亿元，项目位于北京 CBD 核心区中轴线上，总占地面积约 1.15 公顷；总建筑面积为 43.7 万平方米，地上 35 万平方米、地下 8.7 万平方米，地上 108 层、地下 7 层；高度达到 528 米，建成后将成为北京第一高楼，成为北京新的地标性建筑。施工从 2013 年 7 月开始，至 2018 年 10 月完成。

项目业主是中信集团一级子公司中信和业投资有限公司，北京市建筑设计研究院有限公司作为设计总负责单位，与 TFP 建筑设计事务所一同进行概念设计，与 Kohn Pedersen Fox Associates PC (KPF) 一同进行实施设计，Ove Arup & Partners Hong Kong Ltd. (ARUP) 作为结构设计顾问，Parsons Brinckerhoff (Asia) Ltd. (PB) 作为机电设计顾问。施工总承包是中国建筑股份有限公司 / 中建三局集团有限公司联合体。

中国尊是 BIM 技术在超大型超复杂项目上应用的标杆。BIM 技术帮助这一 528 米超高层建筑在 62 个月中完成施工，施工速度达到同类项目的 1.4 倍。

中国尊大厦是国内第一个完全依据 BIM 信息同步设计管理并指导施工的智慧建造项目，实现了 BIM 技术在工程中的全关联单位共构、全专业协同、全过程模拟、全生命周期应用。

项目挑战

· 全球第一个在抗震设防烈度 8 度区设计建造的 500m 以上的超高层建筑；

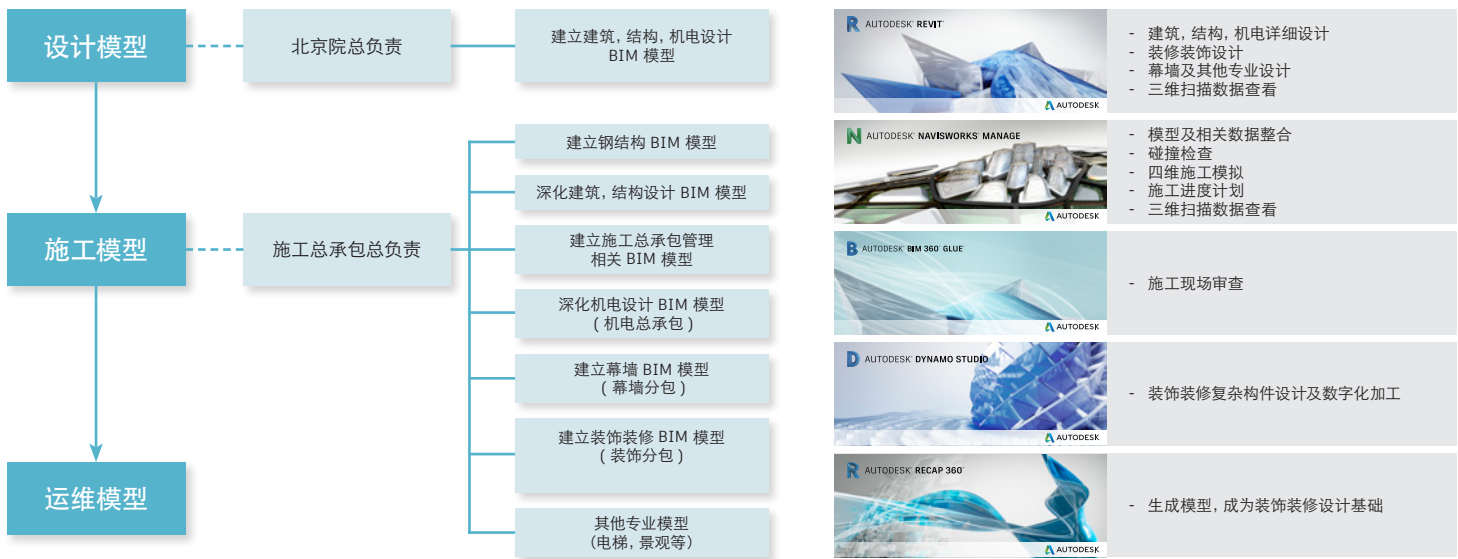
- 在 62 个月内完成施工 --- 500 米以上超高层建筑最短建造周期；
- 地处北京市 CBD 核心区，红线四周紧邻地下公共空间管廊，现场零场地；
- 拥有目前全球最高的钢板剪力墙结构体系，以及全球最大截面的多腔体钢管混凝土巨柱；
- 拥有超厚大体积混凝土底板，底板施工总面积 11478 平方米，混凝土总方量约为 62000 立方米，基坑深度达到近 40 米；
- 工程造型独特、结构复杂、系统繁多，各专业深化设计重难点多，专业间协调要求高。



作为中国尊的施工总承包，我们聚焦在技术创新上，在项目上实践了 20 多项新技术，其中 BIM 技术是非常重要的一项。基于 BIM 模型，我们与设计方和分包方展开深入合作。BIM 数据整合的优势帮助我们提高了施工效率与施工质量，同时也提升了项目团队掌控这一类型超大型超复杂项目的能力。

- 许立山

中建三局大项目公司副总经理
中国尊项目执行总工



BIM 技术帮助施工总承包及各分包应对项目中的挑战。

- BIM 被应用于建筑, 结构和机电的深化设计。深化设计的成果极大增强了从设计到施工的可行性, 超过 6200 个错误被及时发现和修改, 大规模减低了现场变更及返工拆改, 显著提高了施工效率;
- 为满足施工质量的高要求, 施工方应用 BIM 技术来模拟复杂节点, 尤其是复杂钢结构节点, 同时基于高精度 BIM 模型, 应用移动设备及三维扫描, 在现场指导和检查施工, 提高施工质量;
- 施工方对于钢结构, 幕墙, 机电专业等大量采用工厂预制化, 实现了节能、节材、节地的目标, 同时有效解决了现场零场地施工组织困难的难题;
- 采用 Revit 设计及场外加工底板钢筋, 采用 Navisworks 模拟并优化混凝土浇筑过程, 帮助创新应用串管 + 溜槽施工方法获得成功, 56,000 方混凝土浇筑 93 小时完成, 与传统方案相比缩短时间 20%。

BIM 应用概况

项目由业主单位中信和业投资有限公司推动实现项目建设全生命周期 BIM 技术应用, 要求所有参建单位使用 BIM 技术。项目的 BIM 数据需要由设计阶段、施工阶段、运维阶段逐级传递。项目各方经过充分调研和讨论, 编制了《中国尊项目 BIM 实施导则》, 作为中国尊项目在建设全周期内所有参与方

共同遵循的 BIM 行动准则和依据, 并随着项目推进及 BIM 应用经验的积累, 逐步深化和完善。

施工 BIM 团队超过 100 人, 涵盖 28 家单位, 涉及总包 9 大职能部门, 由总包 BIM 管理部统筹, 对接业主、设计共同完成项目 BIM 工作。

考虑模型互通及数据交换的需要, 总承包团队 BIM 管理部对最终提交的模型格式做以下要求:

- 最终提交成果模型: 原始格式模型、Revit 格式的链接模型和 Navisworks 绑定的浏览模型
- 最终的可编辑模型是基于 Revit 平台, 进行多种数据格式的集成与整合;
- 最终浏览模型是基于 Navisworks 平台, 集成多种数据格式;
- 对于其它数据格式, 经业主同意, 可提供原始的模型文件, 并提供 Navisworks 模型

在常规 BIM 应用基础之上, 团队创新了大厦超精度的深化设计、超难度的施工模拟、超体量的预制加工、全方位的三维扫描等深度应用。

BIM 综合协调可解决 90% 以上的模型碰撞问题, 与不采用 BIM 的常规方式相比, 施工中

的返工和拆改较常规工程减少 65% 以上。

BIM 深化设计与综合协调

深化设计的目标是优化中国尊大厦的功能与质量。实施的过程中, 在提升施工质量的同时, 通过空间优化和减少变更, 为业主节省了数亿元费用。

《中国尊大厦 BIM 实施导则》详细规定了各专业 BIM 深化设计的深度和技术标准。在深化过程中, 各专业团队将三维模型与二维图纸充分融合, 发挥 BIM 在各专业内的优势, 形成高精度的深化设计成果文件。目前, 项目深化设计图纸已经超过 10 万张。大楼整体模型精度超过 LOD300, 钢结构、幕墙、机电、精装修等模型精度达到 LOD400。

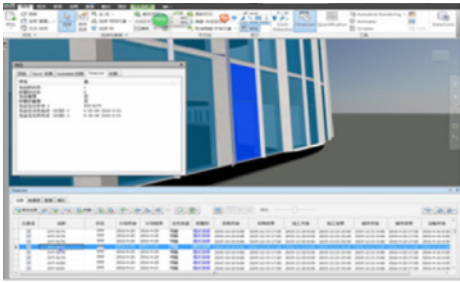
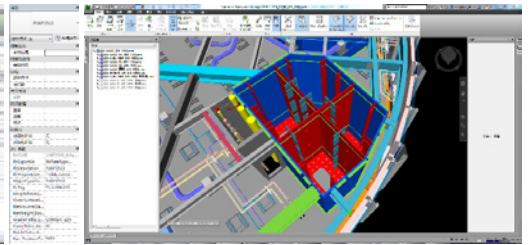
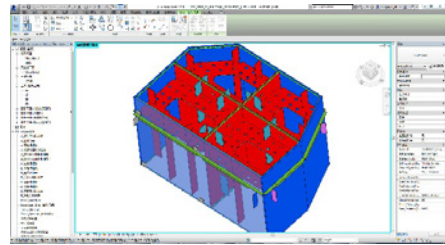
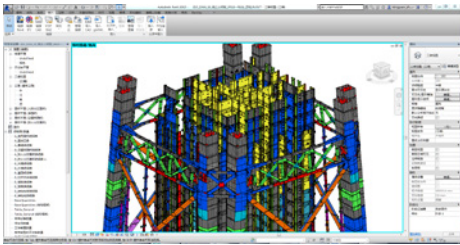
以下是截止到 2016 年底的数据。

652: 总计完成项目全专业深化设计模型共 652 个, 其中装饰专业模型数量最多。

800: 为本项目专门建立 Revit 专业构件族 800 余个, 覆盖 10 个分包专业, 包括机电, 精装修, 幕墙, 电梯, 擦窗机等。

806: 深化设计图纸及模型审批 806 次, 包括钢结构, 机电, 装饰装修, 幕墙, 电梯等其他专业。

6200: 应用 BIM 工具, 在项目中进行协同审查的次数是比常规方式的 6 到 7 倍, 在设



设计阶段发现 5000 多个错误，在施工阶段发现 6200 多个错误。

7,200: 项目通过深化设计对幕墙边一体化风机盘管所占空间进行压缩优化，全楼节约建筑面积约 4200 平米；通过对巨柱边管井进行优化设计，缩小管井面积，全楼节约约建筑面积 3000 平米。总计收益 7200 平米面积。

利用高精度的深化设计模型，施工总包充分调动专业分包和咨询单位。形成由总包牵头、全员参与、持续更新的综合协调工作模式。软件自动检测与工程师手动查看同时进行。

据统计，通过多轮综合协调，可解决 90% 以上的模型碰撞问题。各分包单位依据协调后的 BIM 模型进行材料加工和安装，施工中的返工和拆改较常规工程减少 65% 以上，减少因变更拆改造成的工期损失。

在现场施工过程中，项目 BIM 团队负责人定期组织现场巡检。采用安装 Autodesk BIM 360 的移动设备 Ipad，通过 BIM 模型，检查设计成果是否准确实施。对于模型与现场不符的情况，各方商讨形成巡检报告，明确修改意见，下发责任单位整改，确保模型与现场一致，为后期智能运维管理提供符合实际的基础数据。这一方式降低了施工管理的难度，提升了效率。

采用移动设备进行现场巡检，降低了施工管理的难度，减少了错误，节省了时间，并提升了效率。

BIM 施工模拟

项目 BIM 团队全过程参与重大施工方案的编制，采用 Autodesk Navisworks 软件对施工方案进行模拟，将空间、进度、资源等要素之间的矛盾作为主要分析目标，优化施工部署和工艺流程，保证方案能够顺利实施。

对于节点复杂和多专业交叉施工的部位，提前细化 BIM 模型节点做法并协助分析，共形成约 30 个涵盖施工方法、工艺、设备选型等关键信息录的视频文件，用于技术交底及施工过程的指导。

例如：

- 底板串管及溜槽设计
- 大体积混凝土浇筑
- 多腔体巨型柱组合结构施工
- 地下室组合结构施工
- 智能顶升钢平台施工
- 核心筒钢板剪力墙施工
- 机电大型设备选型运输
- 幕墙单元体运输及安装
- 塔冠安装及塔吊拆除

以 BIM 模拟结果为依据来选择并确定在施工方案，是本项目的创新之一。

利用 Navisworks 将工期进度文件与三维模型进行关联，自动实现计划工期与实际进度的对比，直观表现工期进度及关键线路。

数字化加工

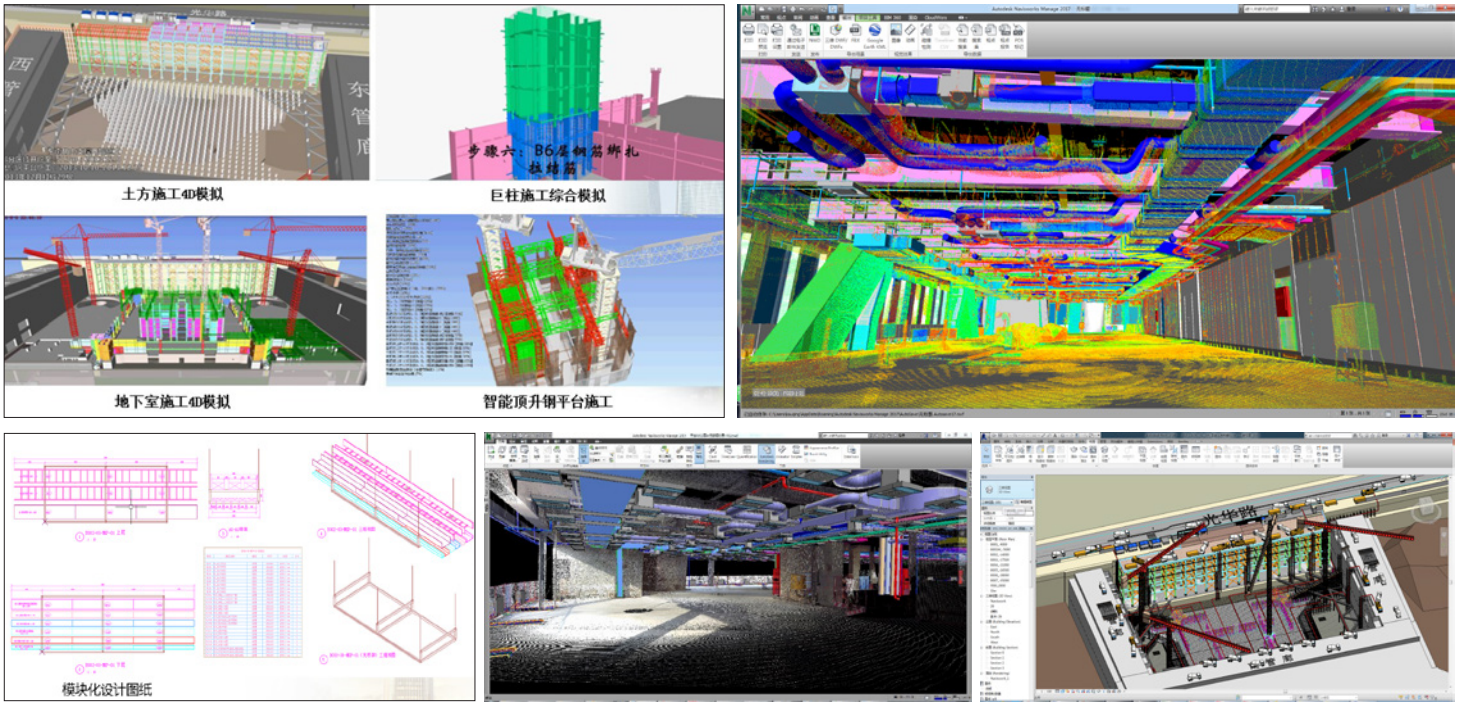
中国尊项目全力推进工厂预制化步伐，实现节能环保、绿色建造。大量预制化构件的使用，不仅实现了节能、节材、节地的目标，同时也提高了工程整体的施工质量、加快了实施进度。据统计，项目较常规工程少产生 90% 的建筑垃圾，施工用水和施工用电消耗仅为常规工程的 20%，有效解决了现场零场地施工组织困难的难题。

例如：

- 在 F7 -F102，采用工厂生产组装，现场整体吊装的预制化工艺，222 组预制构件，包括空调管道，消防水管等，在 Autodesk Revit 中进行深化设计后，在工厂预制并进行初步组装，最后在现场整体吊装。此方式减少 30% 现场焊接量。
- 装饰专业在大堂、高级办公区等精装修区域预制加工手段完成异形构件的制作。在 Autodesk Dynamo 中实现对复杂构件的参数化设计，并导入数控机床加工，在工厂完成组装后实现现场整体吊装。解决了现场场地狭小、密集管线安装的困难。

三维激光扫描

BIM 团队使用高精度三维激光扫描仪，在每层结构施工完成后，对其开展扫描工作。每层扫描多达 25 站，确保扫描准确、全面、



无死角，数据精度达 2mm。

三维扫描生成的点云数据输入 Autodesk Recap 用于室内装修的设计和施工指导

针对工程点云数据庞大，信息传递困难的情况，项目在国内首次使用 JetStream 数据系统，将所有数据储存于中央服务器中，客户端用户无需处理或保存点云数据，管理人员只需在 Autodesk Revit 或 Autodesk Navisworks 上安装相应插件即可远程读取，实现了三维扫描的全专业人员参与。

在扫描过程中使用现场坐标进行定位，获得的点云数据可以直接转换到 BIM 模型坐标系中。深化设计团队使用“虚拟”的 BIM 模型与“真实”的点云数据对深化设计成果进行再校核，完善深化设计成果，降低施工误差可能对下道工序造成的影响。

三维扫描生成的点云数据输入 Autodesk Recap 生成竣工模型用于室内装修的设计和施工指导，它帮助分包方进一步根据及时更新的真实情况优化工作，确保 BIM 模型与工程同步。

在施工完成前扫描吊顶内的机电管线和机房内的大型设备等重要部位，为后期运维管理预留了真实漫游的图形基础和设备管线的准

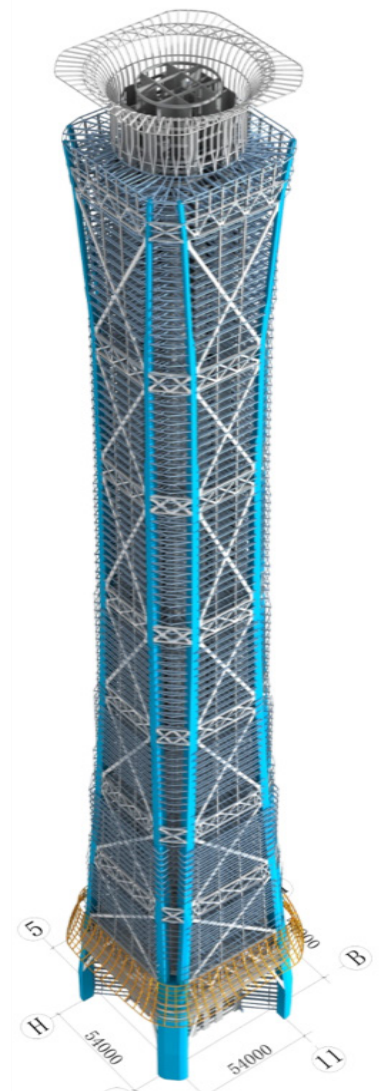
确定位，这也是中国尊项目中 BIM 应用的创新。

结束语

中国尊大厦的施工团队始终以打造全球第一栋实现建筑全生命周期 BIM 管理的超高层建筑为目标。项目在施工阶段的 BIM 应用，作为大楼建设过程中的关键一环，不仅成功将设计阶段的成果进行了延续和拓展，更是将 BIM 与深化设计、BIM 与现场管理、BIM 与绿色建造完美结合，真正做到了全员参与和全专业协同，是 BIM 技术在大型复杂工程应用中落地的典范，将引领建筑行业 BIM 发展的新方向。

公司简介

中国建筑股份有限公司是世界 500 强企业，全球排名第一的投资建设集团。中建三局集团有限公司是中国建筑的排头兵，是具有多功能、集团化经营的国有大型建筑安装骨干企业，总部位于湖北省武汉市。中建三局大项目管理公司，是隶属于中建三局的直营公司及高端项目总承包管理专业平台，公司朝工程总承包管理模式发展，承接超高层和 PPP、EPC 等模式下的高端房建、环保水务、基础设施业务。



Autodesk、Autodesk 标识是 Autodesk, Inc. 和 / 或其子公司和 / 或其关联公司在美国和其他国家或地区的注册商标或商标。所有其他品牌名称、产品名称或者商标均属于其各自的所有者。Autodesk 保留随时调整产品和服务、产品规格以及定价的权利，恕不另行通知。同时 Autodesk 对于此文档中可能出现的文字印刷或图形错误不承担任何责任。
© 2017 Autodesk, Inc. 保留所有权利 (All rights reserved)。2017 年 8 月。